

## 6.2. Homologación de la calidad

**JOSÉ M.<sup>a</sup> BALAGUER DE PALLEJA**  
Ingeniero Químico Diplomado I. Q. S.  
Compañía General de Asfaltos y Portland Asland



Ante todo, quiero dar las gracias a la Dirección de los IV Coloquios de Directores y Técnicos de Fábricas de Cemento por haberse acordado de mí para esta Ponencia, que podría haberla desarrollado cualquiera entre ustedes, pues son cosas que, en el fondo, estoy seguro están en el ánimo de todos.

Confieso que el título de esta Ponencia, de entrada me dejó un poco perplejo y tuve que recurrir al diccionario para ver qué se podía sacar de la definición de «homologación».

En el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, reza:

«Homologación: Acción y efecto de homologar.»

«Homologar: en su segunda acepción dice: Confirmar el Juez ciertos actos y convenios de las partes, para hacerlos más firmes y solemnes.»

Aplicado esto a la calidad del cemento, lo podemos interpretar en el sentido de que hay dos partes: el fabricante y el usuario.

El fabricante conviene en dar un producto de unas determinadas características, y el usuario compra el producto que le conviene; pero lo que es indiscutible es que para que este convenio sea firme, y según el Diccionario, «solemne», debe haber un Juez, y como es bien conocido que no se puede ser Juez y parte, este Juez debe ser forzosamente una autoridad independiente y superior a las partes.

De lo dicho anteriormente, podemos intentar una definición para que nuestras ideas sean lo más claras posible.

Podemos definir la homologación, como el reconocimiento oficial de una calidad, y el control, como comprobación de una calidad. Naturalmente, esta comprobación puede estar hecha por cualquiera y no tendría carácter oficial.

Un Juez, para dictar su sentencia, se basa en el articulado de unas Leyes y, además, y esto es importante, en el espíritu de la Ley. ¿Qué articulado debe ser éste? ¿Y qué espíritu le puede animar? ¿Cuándo debe actuar ese Juez y cómo?

Creo que ésta es la base del Coloquio que en breves instantes empezaremos.

### **Algunas consideraciones**

En primer lugar, para homologar un producto, es decir, para dictaminar si un producto es bueno, debemos saber qué es lo que queremos de él, qué cualidades debe reunir y, subsiguientemente, si sabemos cómo apreciar esas cualidades y medirlas.

En el caso que nos ocupa, las exigencias de los Pliegos actuales son de una diversidad impresionante; cada nación estipula unas normas que, muchas veces, dan la sensación que están fuertemente influidas por consideraciones de tipo comercial. Otras veces, y sobre todo en naciones que van un poco a rastras de otras técnicamente más adelantadas, se exigen, tímidamente—pero exigencia al fin—, ciertos requisitos que suenan a brotes de anticolonialismo.

En conjunto, adolecen todos ellos de un exceso de enseñanza, es decir, explican demasiado cómo hay que conseguir una determinada calidad (suponiendo que tengan razón) y queda, no diremos al aire, pero sí con poca precisión y con métodos muchas veces no suficientemente reproducibles, el cómo se controla si se ha conseguido esa calidad.

Es francamente curioso ver la preocupación de ciertas naciones en fijar límites a una composición química de los elementos del cemento, como si con sólo un análisis químico se pudiese valorar.

Así, vemos que se estipulan contenidos máximos de sílice y alúmina, de óxido de hierro y sus relaciones, se indican fórmulas para determinar la existencia hipotética de unos compuestos en el cemento, que a veces desde luego dan resultado, pero que pudiéramos añadir como la célebre frase de ciertos argumentos cinematográficos: «Toda semejanza con la realidad es pura coincidencia», y sobre esto se hace un artículo de fe.

¿Es que podemos asegurar que una composición química verdaderamente lograda se va a comportar siempre de una manera prevista, sin tener para nada en cuenta la forma en que están combinados sus componentes? Sinceramente, creo que no.

Por eso, en los Pliegos de Condiciones más modernos, y en países que estarán más o menos adelantados, pero que tienen una cierta inquietud de renovación, se tiende cada día más a superar todas esas consideraciones del cómo debe hacerse un cemento, es decir, suprimir la idea didáctica de los Pliegos, yendo a buscar un control práctico, dejando al fabricante que se las componga como pueda para obtener el resultado exigido.

Desde la época de Vitrubio, en que empezó a explicar cómo se hacía un aglomerante, hasta el momento actual, ha pasado el tiempo suficiente para que los técnicos de fabricación sepan a qué atenerse y cómo deben conseguirse los resultados apetecidos; dejémosles, pues, que expriman su cerebro y atengámonos a los resultados que se obtengan.

Ahora bien, la homologación y el control de la calidad son indiscutiblemente de cara al usuario. El fabricante debe proporcionar un producto que convenga a las aplicaciones para las que está prescrito, y el organismo u organismos encargados de valorar la calidad deben utilizar métodos y ensayos de recepción perfectamente bien determinados que respondan lo más posible a una realidad; y siempre que no se tenga un método que reúna estas condiciones, más vale no prescribir ningún ensayo, antes que prescribir uno que sea dudoso.

Indiscutiblemente, se tiende a varias clases de cemento, pero, en realidad, estas clases de cemento, de todos sobradamente conocidas, se subdividen además en distintos tipos de cemento portland, con lo que, a mi manera de ver, se frena la producción y el mejoramiento de la fabricación.

Me explicaré: El clinker de cemento portland debemos considerarlo como una materia prima capaz de suministrar distintos tipos de cemento, es decir, el clinker debe ser prácticamente único en cada fábrica y con el que, mediante diferentes molturaciones y adiciones, se pueda conseguir toda una gama de conglomerantes apropiados para las distintas obras a realizar. En realidad, lo que se venden son kg/cm<sup>2</sup>, una estabilidad de volumen y un período de endurecimiento; todo lo demás sobra y entra en las consideraciones didácticas de que hablábamos anteriormente. Si un conglomerante resiste la prueba de autoclave, fragua dentro de los límites establecidos y da unas resistencias de acuerdo con lo especificado a los distintos plazos, podemos considerarlo idóneo y útil para su fin, y no es preciso ninguna consideración posterior en obras de carácter general.

¿Qué importa que un cemento de altas resistencias iniciales esté molido al 6 por 100 de rechazo sobre el tamiz de 4.900, ó al 8 ó al 3 por 100, si da esas resistencias?

¿Por qué obligar a un fabricante a gastar kWh para moler a 6—pongo por caso—si moliendo al 8 puede ser suficiente? Ya se encargará él de moler más fino si las características de su clinker lo requieren.

Ese criterio se trasluce en algunos Pliegos de Condiciones en que exigen unas finuras de molturación con mínimos de rechazo tan elevados que simplemente indican que el cemento es un producto pulverulento.

Si tenemos una prueba de autoclave y confiamos en ella en cuanto a la estabilidad de volumen, no vemos por qué tiene que haber una limitación en el contenido, por ejemplo, de óxido de magnesio. La prueba está en los diferentes criterios que sobre este extremo hay en todos los Pliegos, que oscilan entre el 2,5 y el 6 por 100 permitido.

Como la magnesia, no solamente puede provocar expansiones tardías detectables por la prueba de autoclave, sino que puede disminuir el contenido en cal del clinker, que hace que éste sea susceptible de dar menores resistencias, ya se encargará el fabricante de rebajarla todo lo que pueda con el fin de hacer su producto de la calidad exigida.

Por otra parte, hay un asunto que pudiéramos llamar de orden psicológico. Se habla del cemento portland, prácticamente como el único que merece garantías. Hay muy pocos constructores—yo personalmente no conozco ninguno—que se les ocurra preguntar si con un cemento puzolánico o a la puzolana, pongo por caso, pueden hacerse vigas o columnas. Tienen la idea que este cemento no puede utilizarse más que para cimentaciones u obras marítimas. En Italia, este concepto está ya un poco sobrepasado y se considera conveniente para toda clase de obras la adopción de cementos mixtos, con puzolanas, escorias granuladas de hornos altos, etc., aditivos éstos que no constituyen, en ningún caso, una adulteración más o menos tolerada, es decir, un diluyente no nocivo.

Abundando en lo que acabo de exponer, tenemos el caso del Pliego español, que permite la adición del 10 por 100 de materiales no nocivos; Francia, que añade normalmente cenizas volantes; China, que admite un 15 por 100 de añadido si ese es total o parcialmente activo, y un 10 por 100 si es inerte, sin perder la denominación de portland, debido al prestigio de que goza.

Todos estos tipos de cemento, que pudiéramos agruparlos en una denominación general de cementos mixtos, creo, sinceramente, que son los cementos del porvenir. Una fábrica moderna, si quiere mantener un precio de coste competitivo y una producción con un buen rendimiento en kWh, combustible y demás, debe producir una sola calidad de clinker y la mejor que pueda.

Las instalaciones más modernas están concebidas con esa idea. No es posible exigir que se fabriquen clínkeres buenos y clínkeres menos buenos. Los «stocks» de materias primas dosificadas hoy en día son importantísimos, del orden de las 10.000 t y más, según la cantera, lo que implica largos períodos de fabricación en los que no se puede variar la fórmula. Por otra parte, tampoco conviene tener unos «stocks» de clinker muy grandes de distintas calidades, con su peligro de meteorización, etc. Por todo eso, podemos decir que el que no se considere al clinker de cemento portland como materia prima para la fabricación de distintos tipos de cemento, va en contra del mejoramiento del mismo.

Hay también otros dos casos que vamos a destacar: Los cementos a emplear en obras hidráulicas de gran volumen, como son las presas, y los que están destinados a obras en terrenos que puedan atacarlos, como son principalmente los selenitosos.

En el primero de los casos, se pide siempre un cemento de bajo calor de hidratación. Muchos Pliegos indican fórmulas para obtener este cemento. Y ya estamos otra vez con los Pliegos didácticos que exigen porcentajes de silicatos y aluminatos, como si verdaderamente mediante una fórmula pudiera controlarse su existencia.

Como, por otra parte, a estos cementos, debido a las composiciones señaladas, se les exige menores resistencias, ¿qué inconveniente hay para que en esas obras se utilicen cementos mixtos que automáticamente rebajarán el calor de hidratación que producen por la reacción del portland con el agua?

¿Por qué exigen al fabricante que tenga un «stock» de clínker de menores resistencias, que a fin de cuentas es lo que ocurre, pues debe disminuir su porcentaje de silicato tricálcico?

Por otro lado, el control del calor de hidratación no es un asunto que esté totalmente resuelto, ni mucho menos.

En la última reunión internacional del Grupo de Estudio de los Ensayos de Cemento y Hormigón, habida en Viena, el pasado mes de septiembre, el Subcomité encargado del estudio del calor de hidratación manifestó, como conclusión, que todavía no se ha podido disponer de un método suficientemente seguro para poder medir el calor de hidratación de un conglomerante, y que, por tanto, recomendaba no se tomasen decisiones a este respecto hasta que los trabajos estuvieran más adelantados.

Si consideramos un cemento normal de altas resistencias, cuyo calor de hidratación es de unas 120 calorías, si lo convertimos en mixto, rebajaremos sensiblemente su calor de hidratación, con lo que será apto para obras hidráulicas y tendrá las resistencias normales que se exigen para esos tipos de cemento.

El segundo caso, el de los cementos resistentes a las aguas selenitosas, resulta más difícil. No existe ningún método convincente para determinar si un cemento va a resistir o no a la acción de las aguas cargadas de sulfatos. Lo que sí se puede saber por ensayos de laboratorio, es si un determinado cemento ha resistido a la acción de dichas aguas agresivas, pero, «a priori», no podemos asegurar nada en concreto. Son tantos los factores que influyen y que además no están bien determinados..., pues el proceso exacto por el que se produce el ataque no está todavía bien delimitado y no podemos fiarnos completamente de ningún ensayo.

Existen ciertas normas que indican que un cemento que las haya cumplido tiene más probabilidades de soportar ese ataque; aunque si no las cumple, no se puede decir que no va a aguantar.

Por eso considero que la postura adoptada por Austria a ese respecto es de un gran sentido común, pues no especifica cómo debe ser un cemento, pero sí estudia, en cada caso, cómo debe ponerse en obra. Detalle éste, muchísimo más importante que el de la propia composición química.

Es lógico que un hormigón de una gran compacidad, y con la máxima impermeabilidad, resista, por su falta de penetrabilidad a esas aguas, la acción de las mismas. Si el ataque por los sulfatos se produce principalmente por la reacción del ion  $\text{SO}_4^-$  sobre el aluminato tricálcico hidratado, cuanto menos aluminato contenga un cemento, lógicamente tiene que resistir más. Pero es que un cemento no es exclusivamente un clínker molido; es un producto final obtenido por molturación de un clínker, con las adiciones convenientes. Por lo tanto, un cemento mixto que dé las resistencias apetecidas contendrá menos aluminato tricálcico que el clínker puro de origen y, por lo tanto, su resistencia intrínseca a los ataques químicos se verá aumentada.

Otros tipos de cemento, que no son precisamente los portland, también presentan sus dificultades en este tipo de ataques, pues depende de cómo estén cristalizados los aluminatos para que sean más o menos sensibles.

Por todos estos motivos, creemos que donde verdaderamente debe existir un Pliego de tipo didáctico es en la confección y puesta en obra del hormigón.

## Control de la calidad

A primera vista parece sencillo el afirmar: «Un cemento es bueno si cumple con el Pliego de Condiciones y si no, no lo es», pero después de todas las consideraciones anteriores, creemos sinceramente que debe revisarse un poco este concepto y determinar cuáles son las condiciones mínimas exigibles a un conglomerante, basándonos siempre en ensayos de recepción.

Estos ensayos de recepción, repetimos, deben estar siempre muy bien escogidos y que respondan de la manera más parecida posible a las exigencias de la práctica. Concretamente, se podrían limitar a ensayos de resistencias mecánicas, exclusivamente a la compresión, pues es este extremo el que caracteriza la calidad de un cemento, y esto hasta el punto que se va generalizando en el mundo el denominar la calidad de un cemento por la cifra de sus resistencias a la compresión a los 28 días; un ensayo de fraguado y un ensayo de estabilidad de volumen.

Estos son los tres ensayos básicos que consideramos indispensables para todo conglomerante.

En el caso de conglomerantes mixtos se pueden estudiar algunos ensayos adicionales que permitan caracterizarlos.

## Homologación

Es natural y lógico que exista un control de la calidad por organismos independientes de las sociedades productoras (como existen en muchos países), que toman muestras del producto terminado e informan a los industriales de los resultados obtenidos. Este es el método más generalizado y que va dando buenos resultados.

Personalmente considero normal esta manera de proceder, pues es indiscutible que los resultados obtenidos en distintos laboratorios siempre difieren algo. Los aparatos de confección de probetas y su ensayo, como las amasadoras, compactadoras y prensas, no todos son iguales, si bien lo preceptivo es que den resultados análogos, aunque nunca los darán matemáticamente exactos.

Todos estos aparatos presentan defectos; por ejemplo: el principal de la compactadora es que está construida para un molde de tres probetas, lo que en muchísimos casos es totalmente insuficiente, y convendría que fuera para seis probetas, con el consiguiente aumento de peso del molde.

Las prensas, en muchísimos casos son de una potencia excesivamente grande y la rotura de los prismas se produce con un dispositivo intermedio de los que hay muchísimos modelos. Existe el problema de la sensibilidad de los manómetros, sistemas de medición, centrado de las probetas, características de las rótulas, velocidad de carga, etc.; en fin, una serie de detalles que, a pesar de la mucha precisión con que se trabaja, siempre introducen variaciones en los resultados.

Claro está que todas estas variaciones no suelen ser de una excesiva importancia y, además, en general, repercuten en un mismo sentido y cada fabricante sabe a qué cifra debe llegar para que los ensayos «oficiales» que se hagan con su producto estén dentro de las normas exigidas; por esto creo interesante el procedimiento de la toma de muestras por una autoridad que la ensaye en un laboratorio independiente, pues cumple una doble misión: el saber la verdad «oficial» sobre el cemento, e informar al fabricante sobre ese resultado con el que él puede corregir o establecer un coeficiente de paso.

¿Cuándo conviene la toma de muestras?

¿Dónde debe producirse?

¿Con qué frecuencia?

Estos son asuntos, como los anteriores, sujetos a discusión.

Con esto, señores, no he querido más que presentar el problema, abrir el Coloquio e intentar su resolución entre todos.