

### "Una nota sobre los Hormigones de Cemento Portland (HCP) y Hormigones de Cemento Portland con Adiciones (HCPA)"

El hombre contemporáneo ha dividido el proceso evolutivo de la humanidad en macroperíodos de tiempo relacionados con avances significativos obtenidos en el campo de los materiales. Así se define la edad de piedra, bronce, hierro, cobre, etc. Y siguiendo esta tendencia, probablemente las generaciones futuras podrán hablar de esta época como la "edad del hormigón" y mostrar los monumentales vestigios que, en su mayor parte, se han construido con hormigón de cemento portland.

La presente nota recoge el mensaje de un grupo de investigadores de este Instituto dirigido a las personas relacionadas con el mundo del hormigón, el cual tiene un fin muy determinado: proporcionarles los elementos básicos para que puedan comprender las diferencias que se encontrarán a la hora de proyectar, construir o corresponsabilizarse de una obra civil realizada con hormigón de cemento portland, HCP, u hormigón de cemento portland con adiciones, HCPA, dado que en la actualidad se presenta a estos materiales como de características similares y no lo son, por las razones que se exponen a continuación.

Un *HPC* se puede definir, de forma resumida, como un material constituido por tres componentes: cemento portland, áridos (gruesos y finos), aditivos, en su caso y agua. Presenta, entre otras las siguientes características:

- ◆ Está constituido por componentes primarios cuya mezcla es de naturaleza básica y cuyas reacciones de hidratación, formulación y utilización, han sido realizadas u obtenidas basándose en este principio cualitativa y cuantitativamente "**básico**" en el tiempo.
- ◆ Tiene una serie histórica de resultados de más de 100 años, que lo convierte en un material lo suficientemente contrastado para llevar implícita la noción de "**calidad**".
- ◆ Posee un amplio intervalo de "**garantía de calidad**" que, en ocasiones, ha permitido trabajar con desviaciones muy significativas con respecto a la media en algunos de sus componentes, sin haber reducido de forma significativa sus prestaciones.
- ◆ Cuenta con métodos precisos de dosificación como los de Fuller, Bolomey, De la Peña o Faury, cuya fiabilidad en los resultados se debe al principio "**básico**" de la mezcla.
- ◆ Generalmente no precisa de un curado hídrico para completar las reacciones de hidratación de sus componentes.
- ◆ El control de sus características y prestaciones se realiza a través de ensayos simples y económicos, con una alta fiabilidad entre los resultados de laboratorio y obra.

Un *HCPA* es un material policompuesto, constituido por más componentes que un HCP y entre los que se pueden mencionar: cemento portland (con sus componentes básicos) adiciones (filler calizo y silíceo, escorias siderúrgicas, puzolanas naturales y cenizas volantes mayormente, y estas dos últimas con sus componentes "**ácidos**" o "**factores hidráulicos**"), aditivos (fluidificantes, retardadores, aireantes, etc.), áridos (gruesos y finos) y agua, y que tiene, entre otras, las siguientes características:

- ◆ Una menor proporción de cemento portland, lo que puede llegar a ocasionar alteraciones en el principio "**básico**" de la mezcla.
- ◆ Los nuevos componentes "**ácidos**" del material conglomerante pueden llegar a generar una sensación de incertidumbre a la hora de precisar comportamientos y prestaciones en la obra real.
- ◆ Salvo casos puntuales, y no significativos, desde el punto de vista de la comparación entre los dos materiales, la base histórica de datos del HCPA en España es de 18 años, lo que se podría interpretar como que es un producto no suficientemente contrastado como para asimilarle la noción de "**calidad**" implícita de por sí en los HCP.
- ◆ Su intervalo de "**garantía de calidad**" es mucho más reducido que en los HCP, por lo que no permite errores significativos con respecto a la media en alguno de sus componentes, pudiendo aumentar en algunos casos el riesgo con respecto a la durabilidad estructural principalmente.
- ◆ Estos materiales son mucho más imprecisos que un HCP a la hora de determinar con exactitud el tiempo de vida útil mínimo de una estructura, en función de su entorno.
- ◆ Es cuestionable el empleo de métodos clásicos de dosificación, como los utilizados en los HCP, debido principalmente a la influencia de las adiciones y, en el caso de las cenizas volantes y similares, de sus componentes "**ácidos**".
- ◆ Es imprescindible la aplicación de un curado hídrico durante un período de tiempo, generalmente prolongado, para completar las reacciones de hidratación de sus componentes y asegurar su "**calidad**".
- ◆ El control de sus características y prestaciones se realiza a través de ensayos más complejos y costosos que los que se realizan a los HCP, debido principalmente a sus múltiples componentes y entre otras a la necesidad de trabajar con dosificaciones óptimas de los mismos; estos condicionantes producen el estrechamiento de la banda de "**garantía de calidad**", con respecto a la de un HCP.

Una vez expuestas algunas de las diferencias más apreciables entre los dos materiales, esta nota no quiere dejar de hacer mención a los nuevos tipos de hormigones que se están fabricando en la actualidad, tanto con HCPA como con HCP: hormigones con fibras, de alta resistencia, porosos, de altas prestaciones, etc.; a los mismos se les vuelve a incorporar nuevos componentes para conseguir las prestaciones exigidas.

Esto ocasiona que el estudio de todos ellos no se pueda realizar de forma rápida e, incluso, a pie de obra, sino que haya que recurrir a equipos multidisciplinares que generalmente pertenecen a centros de investigación especializados, universidades, grandes empresas constructoras o de control de calidad.

En resumen, la incorporación de nuevos componentes al hormigón, algunos hasta por cuestiones ecológicas, le pueden producir una caída significativa en sus prestaciones, como ya se ha visto

que ocurre en determinados tipos de HCPA, lo que aleja a algunos de estos materiales de la filosofía que los descubridores del HCP trataron de darle a su producto.

En los últimos años, ha habido una tendencia mundial por parte de los usuarios y de la sociedad en general, a solicitar unos requisitos más exigentes respecto a la "**calidad**". Por parte de algunos fabricantes de hormigón, también se ha producido una creciente toma de conciencia de que, para obtener de forma continuada unos buenos rendimientos económicos, con frecuencia es necesario mejorar la "**calidad**" del producto de forma sistemática.

Por todo ello, y como estudiosos del tema, queremos plantear dos preguntas cuya finalidad consiste en producir un estado de reflexión y cuestionar algunos principios básicos:

- 1.<sup>a</sup> ¿Con los avances tecnológicos actuales, es correcto que la Sociedad demande unos requisitos más exigentes con respecto a la "**calidad**"? Nuestra opinión es afirmativa.
- 2.<sup>a</sup> ¿La "**calidad**" del hormigón en el momento actual se encuentra garantizada por el "**Sello**" y el "**Manual**" de "**calidad**" o por la ley del mercado libre? La respuesta es la última en un porcentaje tan elevado que hace despreciable en la actualidad la primera posibilidad.

Esta forma de actuar, generalmente, la facilitan lo propios promotores y constructores que, por lo general, no exigen a sus suministradores que su producto venga garantizado por el "**Sello**" y el "**Manual**" de "**calidad**", y sí en cambio por el precio, cuanto más bajo mejor.

Conscientes de esta problemática y del período que lleva la implantación del "**Sello**" y el "**Manual**" de "**calidad**" entre los fabricantes, y que sea frecuentemente requerido por la Sociedad a la que va dirigido el producto, se propone una serie de medidas que, si se cumplen correctamente, mejorarán la "**calidad**" del HCPA y de la estructura en particular:

- ◆ No considerar en ningún caso a la "adición", como si de cemento portland se tratara.
- ◆ No considerar los aditivos como reductores de la cantidad de cemento.
- ◆ Dosificar todos los componentes, especialmente adiciones y aditivos en cantidades óptimas, que aseguren la "**calidad**" durante la vida útil de la estructura.
- ◆ La cantidad de agua de amasado a utilizar deberá ser, en todos los casos, la que correspondería a su fracción de cemento portland, pudiéndose conseguir, no obstante, la consistencia propuesta mediante la incorporación de aditivos que actúen química o físicamente.
- ◆ Tras la puesta en obra, y una vez fraguado, se debe someter "en todos los casos" a un curado hídrico adecuado y, si fuera posible, aun estando en el encofrado.
- ◆ Sellar superficialmente la estructura de hormigón antes de su puesta en servicio, ya sea con una membrana o con procedimientos ampliamente difundidos por la geografía española, tales como el encalado o enjalbegado.

Debemos reconocer que, cuando proponemos estas actuaciones, los constructores y profesionales afines nos argumentan, y no sin razón, ¡que ellos no han pedido tal cúmulo de servidumbres! A ellos les respondemos que nosotros tampoco las hemos propuesto porque hemos querido, sino como un recurso extremo para que ellos puedan garantizar que las prestaciones de los HCPA se aproximen a las que demanda la Sociedad actual, y que en sus manos está precisamente el evitar esas servidumbres exigiendo al suministrador de hormigón que la "**calidad**" de su producto esté garantizada por el "**Sello**" y el "**Manual**" de "**calidad**".

### **Conclusiones:**

- ◆ *Los HCPA, por el momento necesitan, indefectiblemente unas servidumbre que no precisan los HCP.*
- ◆ *Creemos que no existen, en la actualidad, los fundamentos científicos para interpretar los comportamientos que pueden llegar a tener en un futuro los hormigones con adiciones, especialmente en lo que se refiere a los distintos períodos de durabilidad. No hay que olvidar que mientras los HCP llevan implícito el concepto de "**calidad**", los HCPA, con las actuales equiparaciones de preparación y usos, todavía no se han hecho acreedores a tan noble distinción.*
- ◆ *Desde nuestro punto de vista se ha lanzado el producto al mercado sin haber educado a los constructores, profesionales y personas afines, principalmente en las diferencias que tienen los HCPA con respecto al que estaban acostumbrados a utilizar, el clásico HCP. Esto ha producido que actualmente se comiencen a producir cuestionamientos por una mala puesta en obra, etc.*
- ◆ *El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, ha puesto a punto nuevas técnicas y métodos de ensayo, basadas en sistemas multicriterio, para certificar el comportamiento de los HCPA, y aproximar éste, en la medida de lo posible, a los antiguos HCP.*

**Rafael Talero Morales y Marcos-Rubén Bollati Pato, ICCET/CSIC**