



## EL HORMIGÓN AUTOCOMPACTANTE



## 1. INTRODUCCION

El hormigón autocompactante tuvo su origen en la Universidad de Tokio (Japón) en 1988, siendo su desarrollo motivado por preocupaciones respecto a la homogeneidad y la consolidación del hormigón colocado en estructuras intrincadas y muy reforzadas. Más allá de lo esperado, el hormigón autocompactante pronto mostró claras ventajas en la construcción de muros delgados y de elementos con acceso limitado, ahorros al reducir requisitos de equipo y mano de obra e incluso mejoras en el comportamiento de los elementos, entre muchas otras.

Como complemento a las cualidades técnicas que presenta el hormigón autocompactante, esta tecnología permite mejorar aspectos como:

- reparaciones por falta de consolidación.
- entregar terminaciones más acabadas.
- reducir los espesores en el diseño de las estructuras.
- eliminar el ruido derivado de los equipos de vibración, mejorando con ello el ambiente de trabajo y las condiciones de salud y seguridad del personal.

La elección de este tipo de hormigón en las obras se ha fundamentado en sus cualidades de gran fluidez y autocompactación que le permiten ser colocado en lugares de difícil acceso y densamente armados. Sus características de autocompactación, que se explican especialmente por el uso indispensable de los aditivos superfluidificantes, permiten colocar este tipo de hormigón por simple vaciado y ser compactado únicamente por peso propio, eliminando las labores de vibración de un hormigón tradicional. Esto último conlleva a lograr mejores rendimientos de colocación y un uso más eficiente de la mano de obra.

## 2. METODOS DE ENSAYO DEL HORMIGON AUTOCOMPACTANTE

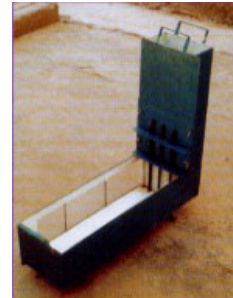
Existen varios métodos de ensayo propuestos para evaluar la capacidad de autocompactación del hormigón, entre ellos destacan el escurrimiento de cono (Slump Flow) y la caja en L (L box). El objetivo de los ensayos es determinar la fluidez necesaria y la cohesión suficiente para que no se produzca segregación en la mezcla. Existen otros aparatos especiales que buscan medir la capacidad de llenado simulando secciones con alta densidad de armaduras, como es el anillo japonés, también conocido como anillo J.

Para el escurrimiento de cono se utiliza el tradicional cono de Abrams en forma normal o invertida y en lugar de medir el asentamiento se controla el diámetro alcanzado por el flujo de hormigón y el tiempo de alcance del diámetro de 50 cm. El cono es llenado completamente sin compactación, dejando la superficie horizontal, a continuación se procede a levantar lenta y cuidadosamente el cono (entre 1 y 2 segundos). Se controla el tiempo necesario para que el hormigón alcance los 50 cm de diámetro, lo cual indica la fluidez del hormigón, y posteriormente se mide el diámetro alcanzado, tomando la media de dos valores perpendiculares. Utilizando ambos datos, se obtienen los resultados de fluidez y cohesión del hormigón, mediante un estudio visual, mediante el cual se puede verificar si en los bordes de la muestra existe homogeneidad y si hay o no segregación o exudación del hormigón.

Imágenes del resultado del ensayo:



Dentro de los variados aparatos que se han diseñado para medir la fluidez y capacidad de paso entre las armaduras del hormigón autocompactante, uno de los más utilizados es la caja en L. Este equipo está compuesto de una columna con una compuerta desde la cual escurre el hormigón a través de armaduras espaciadas a una distancia determinada ( $3 \times \varnothing 12$  mm, separadas a 35 mm). La columna es llenada completamente sin compactación, enrasando la superficie y verificando que no exista segregación. Al levantar la compuerta, el flujo del hormigón debe ser continuo, controlando, una vez detenido el flujo las diferencias de nivel del hormigón entre los extremos de la parte inferior de la caja, debiendo ser la relación de la altura final mayor al 80% de la altura inicial.



### **3. COLOCACION EN OBRA DEL HORMIGON AUTOCOMPACTANTE**

El uso del hormigón autocompactante en las obras se ha concentrado en rellenos de hormigón de difícil acceso, siendo las siguientes algunos ejemplos de las mismas:

- Refuerzo del viaducto Murcia-Cartagena en Ronda Oeste.
- Relleno bajo una losa de cimentación en Nueva Condomina.
- Muro de Autocompacto negro en Benferri.
- Cruz de Abanilla.

En la primera obra se consideró el uso del autocompactante, debido a la necesidad de hormigonar en el interior de los cajones de hormigón ya realizados, sin existir posibilidad alguna de compactación. Dichos cajones tenían una longitud variable de 18 a 30 metros, siendo necesario en los primeros el alcance desde uno solo de los extremos hasta el otro, mientras que en los segundos se permitía el hormigonado desde ambos extremos.

A continuación se presentan unas imágenes de esta obra:



Preparación del punto de hormigonado.



Hormigonado del cajón de hormigón del viaducto.

En la segunda obra, se decidió utilizar hormigón autocompactante por una razón similar a la anterior, se trataba de un hormigonado de difícil acceso e inexistencia de posibilidad de compactación. Además era necesario garantizar que la cavidad bajo la losa quedaba rellena por completo y correctamente compactada. Para llevar a cabo esta operación se realizaron perforaciones de 30 cm de diámetro a través de las cuáles se procedía a hormigonar hasta observar que el material rebosaba, momento en el que se daba por terminado el relleno de la zona en cuestión. Se comprobaba la compacidad de la cavidad al observar que el hormigón ascendía por los agujeros cercanos al de hormigonado.

En las imágenes que se presentan a continuación se puede observar la dificultad del esta obra.



Tubería para el vertido de hormigón desde punto exterior.



Hormigonado mediante bombeo con gran longitud de tubería.



Hormigonado bajo la losa con Hormigón autocompactante.



Paso de Hormigón bajo la losa



Ascensión del Hormigón en un agujero cercano a la zona de hormigonado.





Comprobación llenado del último agujero



Avance del hormigón Autocompactante

En la ejecución del muro de hormigón negro de Benferri, se decidió utilizar este tipo de hormigón debido a la gran densidad existente en la pieza, lo que imposibilitaba la vibración. El vertido del material se efectuó mediante bombeo como se aprecia en las imágenes siguientes:



Hormigonado de la pieza



Vista General de la obra.

En la obra de la Cruz de Abanilla era necesario un acabado perfecto, añadiendo la dificultad del hormigonado y la alta densidad de la armadura, razones por las que se utilizó el hormigón autocompacto. Esta pieza consta de un gran número de detalles para los que fue necesario la fabricación de moldes y armaduras especiales. En las fotos que se exponen a continuación se observa la ejecución de la obra en cuestión:



Cruz terminada



Molde para la cruz.



Armadura de la cruz.



Hormigonado de la pieza.



Detalle vertido de Hormigón.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El diseño de la mezcla del autocompactante debe confirmar que se logra una gran fluidez sin indicios de segregación o exudación de la mezcla. Es importante tener presente que los aditivos superplastificantes de última generación incrementan su efecto a través de un mezclado eficaz del hormigón, por ello se hace aconsejable efectuar pruebas con los equipos de fabricación que se adoptarán para la ejecución de las obras.

La colocación del hormigón autocompactante debe estar asociada a un proceso continuo de suministro y vaciado de hormigón, ya que a diferencia de un hormigón tradicional que se compacta por vibrado de inmersión, la calidad de las juntas entre capas de hormigón vaciado depende directamente de la capacidad del autocompactante para mantener su fluidez a lo largo del tiempo, puesto que la unión entre capas sólo puede ser asegurada por la compactación que imprime únicamente el peso propio del material y no podrán ser mitigadas por vibración, como ocurre en un hormigón normal.

El uso del hormigón autocompactante implica un cambio de concepto de todos los profesionales involucrados en su utilización, es primordial tener presente que el éxito en la calidad de la terminación de una estructura construida con autocompactante exige asegurar un hormigonado continuo y un adecuado control en terreno de la mezcla para asegurar su fluidez. Para ello, es necesario programar los recursos de transporte y colocación del hormigón para evitar tiempos de espera entre capas superiores a una hora como límite.