

LA IMPORTANCIA DE TOMAR MUESTRAS DE CONCRETO:

VARIABLES QUE INCIDEN EN EL ANÁLISIS DE RESULTADOS

Alejandro Moreno

Presidente Comité Técnico de Normalización de Concretos, Morteros, Agregados y Grouts, Icontec.

Reproducción autorizada por la revista Noticreto # 115, de Noviembre –Diciembre 2012. Editada por la Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO.

Mala toma de muestra de flujo libre de un concreto autocompactado.

Foto: Cortesía Alejandro Moreno.



INTRODUCCIÓN

Estando en la oficina sentado ante un escritorio lleno de papeles y con un computador de última generación, me encontré revisando una serie de documentos que debían llevarme a realizar un proyecto razonable y realizable.

Dentro de un cúmulo de documentos financieros, de seguros, licitaciones, códigos y especificaciones, encontré unos que llamaron mi atención. Al revisarlos noté que su fecha no era muy reciente. Eran resultados de ensayos de laboratorio que en algún momento se solicitaron para el proyecto y que fueron quedando sepultados debajo de otros documentos que iban llegando día a día, de esos que acumulamos sobre el escritorio, como una biblioteca de papeles.

Me asaltó una inquietud: ¿qué tan importantes para el proyecto son los datos contenidos en este informe? La respuesta inmediata fue cuestionarme sobre aquellas ocasiones en que nos permitimos pasar del plano técnico al campo de lo desapercibido, dejando en primer plano situaciones que pueden no ser tan importantes.

¿PARA QUÉ TOMAR MUESTRAS?

Si citamos un proyecto de construcción desde el punto de vista técnico, los ensayos son producto de criterios iniciales de las muestras de campo o de laboratorio que tomamos en el transcurrir de la obra, o antes de iniciarla. Podemos decir que son la base del buen desarrollo de los procesos constructivos y que, en últimas, darán un veredicto de calidad y durabilidad a las estructuras de concreto.

Cuando definimos las muestras como una rutina para cumplir con un plan de calidad, como un requisito para una licitación, para obtener una certificación o como base para el adelanto financiero, estamos utilizando una información valiosa para cumplir trámites sencillos que nos permiten avanzar en la necesidad de un cliente. Pero cuando a este vital requisito le damos un valor agregado que aporte cualidades de desempeño y buena ejecución de los procesos constructivos, seguramente dejará de ser una simple formalidad.

Todo resultado de un control de calidad –término utilizado por muchos, pero desconocido en algunos casos– se da bajo una muestra que fue tomada en la construcción o durante su proceso. Las muestras son una secuencia de los pasos que se dan con base en una Norma Técnica Colombiana, que para los concretos es la NTC 454 – *Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Concreto Fresco. Toma de Muestras*, y para agregados la NTC 129 – *Ingeniería Civil y Arquitectura. Práctica para la toma de muestras de agregados*.

CÓMO TOMAR MUESTRAS DE CONCRETO

La muestra es un patrón de seguimiento que nos indica muchas cosas, que se expresan con datos numéricos y que califican a un producto sobre la base de una especificación. Por lo tanto, cuando iniciamos el control de calidad de algún producto, debemos tener en cuenta que la toma de la muestra es verdaderamente importante.

En estos casos es imposible dejar de lado la formación técnica ya que, sin ser selectivos, debemos decir que una persona bien formada y conocedora de las normas puede hacer valiosos aportes al inicio de este proceso que hemos catalogado como verdaderamente importante. Las normas arriba citadas no presentan dificultades de lectura ni expresiones técnicas complejas.

Es importante destinar el tiempo necesario a interpretarlas, para así brindar los aportes adecuados a un proceso de toma de muestra y realización de ensayos.

Cuando nos asaltan dudas sobre algún resultado, siempre culpamos al producto. Sin embargo, recordemos que el producto se limita a reaccionar a las operaciones que efectuamos durante su manipulación para el vaciado, según el principio de que *toda acción genera una reacción*. Esto termina por poner bajo tela de juicio al constructor, al productor o al laboratorio, es decir, a quienes intervienen en la ejecución de una obra, aunque el responsable sea una defectuosa toma de muestra.

MANEJABILIDAD DEL CONCRETO

La manejabilidad del concreto se mide según los términos de la NTC 396 –*Ingeniería Civil y Arquitectura. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto*–; las muestras para medir la manejabilidad del concreto tomadas bajo este código son de rutina en los proyectos de construcción y, en todos los casos, una condición de aceptación o rechazo de la calidad inicial del producto. Es un ensayo realizado en planta y en obra, en el cual siempre aparecen dificultades en cuanto al procedimiento, la realización y la interpretación, que se traducen en discusiones que en nada benefician la mezcla contenida en el tambor del camión mezclador, generando procesos de fraguado. Con este ensayo inicial obtenemos muchas veces –con razón o sin ella– un resultado, desconociendo que de él depende el paso siguiente, si se busca una manejabilidad específica. Es recomendable que este ensayo se realice tan pronto llegue el camión mezclador a la obra, o máximo 30 minutos después de su arribo.

El uso en obra de aditivo de tipo plastificante para mejorar la manejabilidad está regido por una dosificación que recomienda el fabricante, y viene determinada por un porcentaje basado en el volumen de cemento. Para ello, la toma de una muestra inicial nos daría una pauta para la correcta aplicación de aditivo, sin sobredosificar la mezcla. Para finalizar, después de un buen mezclado del concreto (un minuto por m³), deberíamos realizar otro ensayo y determinar con ello la manejabilidad de colocación real.

El afán de la operación en obra nos lleva en muchos casos a tomar decisiones precipitadas que restringen los tiempos correctos de mezclado después de agregar el aditivo, lo que lleva a que muchas veces el aditivo no se homogeniza en el total de la masa de concreto, por lo cual pierde manejabilidad en volúmenes grandes después del tercer metro cúbico colocado.

Esto lleva a que muchas veces se piense que el aditivo no funcionó. De allí en adelante, la realización del ensayo de asentamiento será el claro efecto del manejo que se dio al muestreo realizado. Vale la pena anotar que la realización de esta prueba –desde el inicio hasta el momento en que se retira el cono– no debe exceder de 2 minutos y 30 segundos.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Para efectos de comprobación de la resistencia a compresión $f'c$, (NTC 550 –*Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra*, o NTC 1377 –*Ingeniería Civil y Arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de*



Ensayo de asentamiento de concreto. Llenado del cono de Abrams.

Foto: Archivo Asocreto.



Medida de asentamiento de una mezcla de concreto.

Foto: Archivo Asocreto.

Ensayo de módulo de elasticidad.

Foto: Archivo Asocreto.



concreto para ensayos de laboratorio), las muestras tienen un manejo significativamente especial porque deben cumplir un tiempo específico –no mayor de 15 minutos– entre su obtención y la elaboración de los especímenes. La muestra debe ser tomada en el tercio medio del viaje (para efectos válidos, entre el 15% y el 85% de la descarga) independientemente de la cantidad de metros cúbicos que lleve el camión mezclador.

Si a la mezcla de concreto se agrega aditivo acelerante (resistencia a compresión o a flexión), la muestra destinada a los ensayos de laboratorio debería tomarse después de dosificar el aditivo, para tener un control de calidad de lo que realmente se está descargando.

CUIDADOS EN LA TOMA DE MUESTRAS

En la toma de muestras para ensayos de resistencia –bien se trate de cilindros o de viguetas– debe evitarse:

1. Utilizar equipos en malas condiciones o que no cumplan las especificaciones.
2. Dejar la muestra en la carretilla por varios minutos después de tomada, lo cual se traduce en pérdida de manejabilidad y abre la puerta a la mala práctica de agregar agua a la mezcla para elaborar las muestras.
3. Elegir el molde de elaboración sin tener en cuenta el tamaño máximo del agregado.
4. Apisonar el concreto dentro de los moldes con varilla corrugada.
5. Golpear los moldes en exceso con martillos rígidos o que no cumplan las especificaciones. (Debe realizarse con mazo de goma con peso de $600\text{ g} \pm 200\text{ g}$).
6. Elaborar los especímenes con inclinaciones superiores a 0.5° equivalentes a 3 mm en 300 mm.
7. Dejar superficies cóncavas producto de un mal enrazado, o con marcas sobre las mismas. Dañar alguna de las caras donde se aplicará la carga, reduciendo el área de ensayo.
8. Dañar alguna de las caras donde se aplicará la carga, reduciendo el área de ensayo.
9. Mover los especímenes hacia el sitio de almacenamiento después de elaborados.
10. Golpear los especímenes durante el desencofrado.
11. No sumergir los especímenes en agua después de desencofrarlos.
12. Deficientes procesos de curado
13. Piscinas expuestas a intemperie que no garantizan los niveles de temperatura óptima para el proceso de curado.
14. Transporte inadecuado de las muestras, que no puede exceder de dos horas en un vehículo con una carga de tracción indirecta antes de llegar al laboratorio.
15. Altas velocidades durante el ensayo: recordemos que para cilindros oscila entre 0.14 MPa/s y 0.34 MPa/s y para vigas entre 0.86 MPa/min a 1.21 MPa/min. Es recomendable utilizar una velocidad media de ensayo. Las velocidades altas siempre dan resultados más elevados e inciertos, puesto que la carga utilizada no tiene un tiempo de aplicación que permita al espécimen soportar un esfuerzo por determinado tiempo.
16. Utilizar almohadillas o neoprenos con alto desgaste perimetral, con dureza shore por debajo de las especificaciones, o que hayan superado 100 usos. La Norma Técnica ASTM C1231 –Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders–recomienda que las almohadillas sean elaboradas en policloropreno (neopreno) con dureza shore de 50, 60 ó 70. Generalmente se utilizan las de dureza 70.
17. Inadecuada manipulación de especímenes testigos. Estos detalles suelen definir resultados bajos, y debemos revisar estos procesos para garantizar que las muestras efectivamente estén elaboradas y tratadas de la mejor manera posible hasta su ensayo final.

TIPOS DE MUESTREO

La NTC 454 cita los siguientes tipos de muestreo: muestreo de mezcladoras estacionarias, excepto mezcladoras de pavimentación; muestreo en mezcladoras de pavimentación; muestreo en camiones mezcladores, con tambor giratorio o agitador, y muestreo de camiones de abertura superior, de equipos agitadores o de otros tipos de contenedores de abertura superior.

Existen métodos de muestreo que dan las pautas para cuando se utilizan concretos con agregados gruesos que no cumplan con el tamaño de los moldes a utilizar.

Todos los resultados que se reportan como control de calidad de algún tipo de material serán entregados bajo el criterio inicial de la toma de muestra realizada en el campo de trabajo. Por lo tanto, estos procedimientos iniciales deben ser lo más pre-cisos y aceptables posible para obtener resultados válidos y confiables de nuestras actividades en la construcción, más aún cuando hablamos de control de calidad en elementos estructurales. ¿Qué sucedería si nos tomaran una muestra para análisis de sangre y no la almacenaran en una probeta sellada sino en un balde?

RECOMENDACIONES

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tener un proceso de curado adecuado, para garantizar que las moléculas de cemento se hidraten correctamente y den una estructura cristalina, efecto propio del proceso de hidratación. Eso se traduce en la obtención de la resistencia esperada. Los elementos vaciados diariamente deben curarse por lo menos durante 7 días en forma continua durante 24 horas, utilizando los métodos conocidos. La muestra es un fiel testigo de la evolución de la resistencia esperada; pero cuando el proceso no se realiza como debe ser, el dato final no será satisfactorio y, por el contrario, nos creará un problema técnico que a veces se soluciona con notas de débito.

Inicialmente, después de elaborar cilindros o viguetas para ensayo, las temperaturas de curado deben estar entre 16 °C y 27 °C. Luego de retiradas del molde deben almacenarse a temperatura de 23 °C ± 2 °C. Muchos resultados que causan dudas o que simplemente no cumplen un requisito, se traducen en pérdidas de credibilidad, tiempo y dinero y generan sobrecostos. A menudo estas situaciones son consecuencia de la poca información o de la instrucción deficiente acerca de la toma o del manejo de una muestra con la cual realizamos un ensayo para buscar un resultado que demuestre el desempeño del producto o que nos deje satisfechos.

Cuando realicemos ensayos de control de calidad, es conveniente que los datos entregados sean totalmente satisfactorios, confiables y con cierta trazabilidad. Tengamos en cuenta que los resultados serán analizados y revisados para autorizar la continuación de un proceso constructivo. Los ensayos de laboratorio representan un costo sujeto a procedimientos normativos que garantizan su total aplicación y al cumplimiento de especificaciones. Cuando valoramos un servicio por su costo y no por su calidad, seguimos con limitaciones técnicas que impiden obtener datos confiables, que pueden afectar la calidad del ensayo y muchas veces sembrar dudas.

Debemos darnos el tiempo necesario para los controles de calidad de un proceso, y entender que si desde el inicio seguimos los pasos apropiados, seguramente los afanes cotidianos pasarán a un tercer plano. Con ello lograremos mejores resultados en la operación diaria y disminuirán los problemas de calidad derivados de una mala toma de muestra a consecuencia de decisiones apresuradas de cronograma en avance de obra.

El concreto es un producto desarrollado técnicamente y bajo estrictos controles de calidad. Si iniciamos los ensayos con un manejo deficiente de la muestra, los resultados darán origen a dudas que no beneficiarán a la estructura en términos de calidad y durabilidad; y son estos, precisamente, nuestros compromisos con la sociedad. **C**



Inadecuado almacenamiento de cilindros testigo.

Foto: Cortesía Alejandro Moreno.

Extracción de núcleos de concreto.

Foto: Archivo Asocreto.

