ENTENDIENDO EL CONCRETO

Ing. Enrique Pasquel Carbajal

CONTROLMIX EXPRESS
ENSAYOS EN CONCRETO



Ing. Enrique Pasquel Carbajal

Ingeniero Civil, Gerente General de Control Mix Express SAC.- Ensayos en Concreto, Profesor de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Profesor de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Honorary Member American Concrete Institute, Fellow American Concrete Institute, Past Presidente del ACI-PERU, Miembro del Comité ACI 318 del American Concrete Institute, Miembro del Comité de la Norma E 060, Instructor Certificado de ASTM para Latinoamérica, Director Ejecutivo de Pasquel Consultores - Especialistas en Concreto

CONTROLMIX EXPRESS
ENSAYOS EN CONCRETO

El Sistema Control Mix Express es un servicio integral para el control de calidad de testigos de concreto en obras civiles, constituido por 6 etapas estandarizadas que involucran:

1) Muestreo, 2) Moldeo, 3) Transporte a laboratorio, 4) Almacenaje y Curado controlado, 5) Ensayo en compresión y 6) Remisión online de certificados de resultados de ensayos, en cumplimiento estricto de las normas aplicables.

El Sistema Control Mix Express es de origen totalmente nacional en cuanto a su concepción e implementación, empleando en su configuración las siguientes Normas ASTM de origen norteamericano (USA) especificadas en la NTE E.060 Concreto Armado - 2009 del Reglamento Nacional de Edificaciones como aplicables.

El sistema Control Mix Express cuenta con certificación ISO 9001:2008, siendo el alcance "sistema para el Control de Calidad del concreto de obras en Lima, que incluye conjuntamente los procesos de: Capacitación y certificación en muestreo y moldeo de probetas al personal del cliente, y Control y ensayo: suministro de módulos de muestreo, transporte, curado, ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto, y emisión y envío de certificados de ensayo en línea"

ep Pasquel
c Consultores
Especialistas en Concreto

Empresa especializada en consultoría en Tecnología del Concreto, Patología y Procesos Constructivos Especiales con concreto.

El servicio abarca todo tipo de evaluación de problemas con concreto, desarrollo y optimización de diseños de mezcla de concretos convencionales y especiales, para infraestructura, carreteras, puertos, minería, etc.

Así mismo, se realizan proyectos de investigación en el desarrollo de productos aplicados para la industria de la construcción y desarrollos de cursos de capacitación especializada en concreto in house.

ENTENDIENDO EL CONCRETO

1

FRECUENCIA DE MUESTREO DEL CONCRETO EN OBRA

Se explican los conceptos básicos que sustentan la necesidad de realizar un muestreo estandarizado y sistemático para el control de calidad del concreto en obra, y lo que establecen las Normas Técnicas vigentes al respecto.

1.0 POR QUE MUESTREAR?

Las cosas cotidianas son una herramienta muy útil para entender y explicar los fenómenos y problemas técnicos ya que gran parte de estos son también cotidianos, pero acostumbramos revestirlos de una aureola de explicaciones científicas que algunas veces nos complican el entenderlos antes que colaborar en su asimilación y aplicación práctica.

En el caso del concepto técnico de muestrear o de obtener una muestra, todos los días "muestreamos" productos y servicios sin reparar en ello. Vamos al supermercado y se nos acercan unas señoritas con bandejas de pequeñas cantidades de galletas, embutidos, café, bebidas, licores, etc. donde nos ofrecen porciones o "muestras" de diferentes productos para que los probemos y tomemos una decisión sobre si nos gustan y si los vamos a adquirir.
Entonces el sentido común nos dice que muestrear u obtener una muestra tiene como objetivo probar o medir alguna propiedad de un producto o servicio a través de una pequeña porción de éste, y lleva inevitablemente a una opinión y una decisión en relación al mismo.

Si se trata de un producto muy sencillo que tiene muy pocos insumos y lo elabora un solo fabricante, como por ejemplo una determinada bebida gaseosa, nos bastará probar un poco del líquido de una botella y ello nos bastará para emitir una opinión. Pero si vamos a un restaurante y queremos pedir un vino y nos traen una lista donde apreciamos diferentes variedades de uva e incluso diferentes combinaciones de variedades y tratamientos y diferentes productores nacionales y extranjeros, la cosa se pone más complicada pues si no hemos "muestreado" y probado previamente una gran cantidad de estos productos no es tan fácil opinar y aún más, elegido el producto nos llevan la botella a la mesa para tomar una "muestra" antes de servirla para aprobarla o desaprobarla. ya que su gran variabilidad puede hacer que en algunos casos la botella elegida esté defectuosa.

Esto nos lleva a la conclusión muy sencilla de que en el caso del muestreo, cuando menos variable es el producto o servicio, no se requiere "probarlo" muchas veces para llegar a una conclusión, mientras que en el caso contrario cuando el producto es muy variable el muestreo debe ser frecuente para verificar que las propiedades o bondades se mantienen en el tiempo.



2.0 QUE TAN VARIABLE ES EL CONCRETO?

Recordemos que el concreto moderno es un producto híbrido que tiene 5 insumos básicos : cemento, agua, arena, piedra y aditivos, que por su naturaleza es heterogéneo y variable, dependiendo esta variabilidad de la dispersión que aporta cada uno de sus componentes.
Analicemos en nuestra realidad local que tan variable es cada uno de ellos, donde en principio descartaremos el agua asumiendo que es el insumo en general con menos variación :

En el caso del cemento tenemos actualmente en nuestro país 4 fabricantes locales : Unacem (Cementos Sol + Cemento Andino), Cementos Pacasmayo, Cementos Yura y Caliza Cementos Inca, y empresas que importan clinker y lo muelen como Mixercon y otras que comercializan cemento importado como es el caso de Cemex.

Dentro de este abanico de posibilidades los fabricantes nos ofrecen Cemento Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo ICo, Tipo MS, Tipo IP, Tipo IPM, Tipo IBA, Tipo IIBA y Tipo GU, donde si consideramos las combinaciones de tipos y marcas representan el empleo potencial de un total de 39 productos con comportamiento diferente pese a cumplir todos las normas de fabricación ya que estas son bastante amplias, dependiendo la variabilidad en cada caso del fabricante en particular así como de la disponibilidad y stock del producto que elijamos o nos hayan especificado .

En lo que corresponde a los agregados, en Lima se cuenta con alrededor de 20 canteras que abastecen de arena y piedra para la producción de concreto, de las cuales 5 pertenecen a los principales proveedores de concreto premezclado (Unicon, Mixercon y Firth) con características de procesamiento y control industrializado, y en las restantes el procesamiento es sumamente artesanal con muy poco o ningún control. Sin embargo, en épocas de gran demanda de concreto, las canteras formales no se dan abasto y los proveedores de premezclado recurren a mezclar agregados de sus diferentes canteras e incluso usar agregados de canteras artesanales lo que se traduce en un incremento notable de la variabilidad en los concretos debido a la gran dispersión en la piedra y arena. En provincias el problema es similar.

Finalmente en lo que corresponde a aditivos para concreto, existen las empresas transnacionales como BASF, Sika y Euco que concentran el abastecimiento principalmente de la mayor parte del mercado local del concreto premezclado con una gran variedad de productos, pero también tenemos fabricantes locales como Chema, Zeta Aditivos y otros menores que también tienen su cuota del mercado, incorporando un elemento adicional de variabilidad a la ya comentada.

Se puede concluir pues que conceptualmente el concreto es un material muy variable y la realidad local en relación a la variabilidad de sus insumos lo ratifica totalmente, significando que el muestreo para el control de calidad debe ser bastante frecuente, representando un tema sumamente importante.

3.0 QUE DICEN LAS NORMAS EN RELACIÓN A LA FRECUENCIA DE MUESTREO DEL CONCRETO?

Nuestra raíz tecnológica en relación al concreto es norteamericana y proviene del American Concrete Institute - ACI, y principalmente del Código ACI 318 que establece los Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, siendo el Código privado para diseño en concreto armado mas empleado y referido a nivel mundial. En nuestro país la Norma NTE E.060-2009 Concreto Armado, es el código oficial vigente con fuerza de Ley ya que es emitido y publicado por D.S. del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y está basado en el Código ACI 318-2005.

En las Figuras Nº 1, Nº 2 y Nº 3 se pueden apreciar en facsímil lo especificado sobre Clase de Concreto y Frecuencia de Muestreo en el acápite 26.12.2 del Código ACI 318-14 (versión vigente) y en los acápites 5.1.7 y 5.6.2 de la NTE E.060-2009 (versión vigente).
En la Tabla Nº 1 se hace el comparativo de ambas normas para establecer las similitudes y diferencias en cada caso y que comentaremos en detalle.

26.12-2 Frecuencia de los ensayos

26.12.2.1 Requisitos de construcción a cumplir:

(a) Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse de acuerdo con (1) hasta (3):

(1) Al menos una vez al día
(2) Al menos una vez cada 110 m3 de concreto
(3) Al menos cada 460 m2 de superficie de losas o muros.

(b) Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada tanda cuando se empleen menos de cinco.

Figura 1 .- Acápite 26.12.2 del Código ACI 318-2014 en su versión en español

5.1.7 Para la selección del número de muestras de ensayo, se considerará como "clase de concreto" a:

(a) Cada una de las diferentes calidades de concreto requeridas por resistencia en compresión.
(b) Para una misma resistencia en compresión, cada una de las diferentes calidades de concreto obtenidas por variaciones en el tamaño máximo del agregado grueso, modificaciones en la granulométrica del agregado fino o utilización de cualquier tipo de activo.
(c) El concreto producido por cada uno de los equipos de mezclado utilizados en la obra.

Figura 2 .- Acápite 5.1.7 de la Norma NTE E.060-2009

5.6.2 Frecuencia de los ensayos

5.6.2.1 Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada dia deben tomarse no menos de una vez al dia, ni menos de una vez por cada 50 m3 de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m2 de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto premezclado.

5.6.2.2 Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida por 5.6.2.1 proporcione menos de cinco ensayos de resitencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empleen menos de cinco tandas.

Figura 3 .- Acápite 5.6.2 de la Norma NTE E.060-2009

ACI 318 - 2014	NTEE 060 - 2009	Observación
Clase de Concreto sólo por Resistencia en compresión.	Clase de Concreto sólo por Resistencia en compresión, Tamaño Máximo de Agregado, Variaciones en arena en Tipo de aditivo y por cada equipo de producción de concreto en obra (por cada planta en el caso de premezclado..	NTE E.060 es más exigente
No menos de 1 Muestra por cada clase de concreto por día.	No menos de 1 Muestra por cada clase de concreto por día.	Criterio similar, pero en NTE E060 hay más clases de concreto, es decir es más exigente.
No menos de 1 Muestra por cada 110 m3 de concreto de cada clase.	No menos de 1 Muestra por cada 50 m3 de concreto de cada clase.	NTE E.060 es más exigente
No menos de 1 Muestra por cada 460 m2 de losas o muros.	No menos de 1 Muestra por cada 300 m2 de losas o muros.	NTE E.060 es más exigente
No menos de 5 Muestras por cada clase de concreto en proyectos con poco volumen.	No menos de 5 Muestras por cada clase de concreto en proyectos con poco volumen.	Criterio similar pero en NTE E.060 hay más clases de concreto, es decir, es más exigente.
No indica muestreo minimo en el caso de premezclado.	No menos de 1 muestra por cada 5 camiones (cada 40 m3).	NTE E.060 es más exigente.

Tabla Nº 1 - Análisis comparativo de las exigencias de ACI 318-2014 vs NTE E.060-2009

Con frecuencia recibo comentarios de algunos colegas locales sobre el porqué si se supone que el ACI 318 es el estado del arte en relación al concreto, nuestra norma NTE E.060 es mucho más exigente "innecesariamente". El suscrito es miembro activo tanto del Comité ACI 318 en USA como del Comité de la Norma NTE E060 local por lo que conocemos de cerca los argumentos para aclarar estos conceptos.

La respuesta es más simple de lo que parece si recordamos por un lado que el Código ACI 318 es una norma desarrollada para la realidad norteamericana, donde sólo se emplean insumos certificados y estandarizados, la industria del premezclado tiene una penetración superior al 95% del consumo de cemento y la cultura técnica y comercial está basada en la confianza del cumplimiento de especificaciones y acuerdos.

En nuestro país, la penetración del concreto premezclado no llega al 25% del consumo de cemento, primando la producción del concreto informal a pie de obra, los agregados tienen serios problemas de calidad y uniformidad, y nuestra cultura desafortunadamente está basada en la tendencia al incumplimiento y saltarse en los posible las normas técnicas y comerciales por fines de lucro.

En este sentido, los miembros del Comité de la Norma E 060 conocedores de esta realidad y de la necesidad de que en las obras se logre obtener realmente la resistencia del concreto establecida en el diseño estructural, incluyeron especificaciones más exigentes en el muestreo a fin de elevar en nuestro medio el nivel de calidad tanto del concreto a pie de obra, como del concreto premezclado y garantizar la seguridad de las construcciones, sobre todo ante los eventos sísmicos que cada cierto tiempo asolan nuestro país, luego la frecuencia establecida no es arbitraria sino la necesaria para la realidad local.

4.0 CONCLUSIONES

La Norma NTE E.060-2009 Concreto Armado vigente tiene fuerza de ley y es de aplicación obligatoria en relación a la frecuencia de muestreo para evaluar la calidad del concreto en obra, siendo el Código ACI 318 sólo la norma de referencia.

La NTE E.060 establece que se debe diferenciar las clases de concreto en un proyecto por su resistencia en compresión, pero adicionalmente segmentarlas por variaciones en Tamaño Máximo del agregado, en el tipo y procedencia de la arena, el tipo y marca de aditivo empleado y por cada mezcladora que se emplee en obra y/o por cada planta de producción de premezclado de donde provenga el concreto.

Cada clase de concreto empleado en obra debe ser muestreado no menos de 1 vez al día.

Cada clase de concreto empleado en obra debe muestrearse no menos de 1 vez cada 50m3 colocados por día, no menos de cada 300 m2 de losas o muros vaciados y no menos de cada 5 camiones (cada 40m3) suministrados por día cuando se emplee premezclado.

En proyectos con volúmenes totales de concreto menores de los mencionados previamente, deben obtenerse no menos de 5 muestras por cada tipo de concreto durante la ejecución de la obra.



Nuestra experiencia en este campo permite estimar para fines prácticos que para cumplir con los requisitos de la Norma NTE E060, la frecuencia de muestreo en obra es del orden de una muestra cada 25 m3 a 30 m3 en el caso del premezclado.

