

APLICACIONES DEL CONTROL TERMICO Y DE MADUREZ DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS

Autor: Rodrigo Quimbay Herrera, MSc.

La TCTM se constituye en la mejor alternativa en reemplazo de los ensayos mecánicos (cilindros), que se ven sujetos a mínimo 35 variables que afectan su exactitud y generan baja eficiencia y reproducibilidad para el control de la resistencia del concreto. La correcta aplicación del método de la madurez del concreto conforme el procedimiento descrito en la norma NTC 3756 es un requisito para la evaluación adecuada de la calidad del concreto en obra, ya que una implementación de la tecnología sin las adecuadas consideraciones normativas puede ocasionar valores de control del concreto poco representativos.

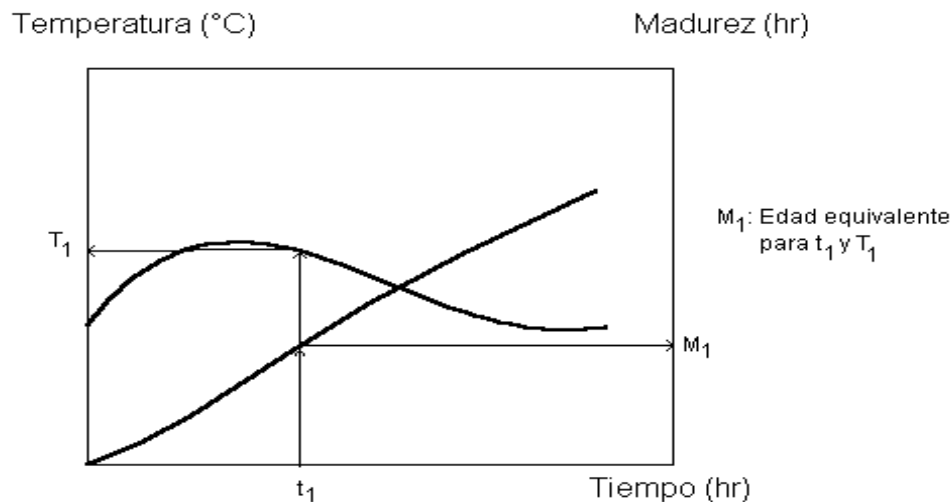


FIGURA 1. Temperatura y Madurez del concreto vs. Tiempo

La Tecnología del control térmico y de madurez del concreto TCTM tiene un potencial muy amplio en la industria del cemento y del concreto en Colombia, tanto por sus múltiples aplicaciones en los procesos de control de calidad en obra (instrumentación de elementos, control de probetas), como en el control de calidad de recepción en planta para la materia prima usada (control en tiempo real del cemento aceptación o rechazo) como en el control de producción de las diferentes mezclas (en planta premezcladora, y prefabricadora) en cuanto a resistencia lograda, fraguado y durabilidad intrínsecas. Su creciente aplicación mundial en proyectos de Innovación, Desarrollo e Investigación en el campo de cementos, aditivos, materiales puzolánicos (adiciones), optimización, conjuntamente con otras herramientas de alta tecnología, ofrecen un panorama de mejoramiento pocas veces visto en la industria de la construcción.

El procedimiento de aplicación de la Tecnología de control térmico y de madurez implica la utilización de un sistema informatizado de control y aseguramiento de la calidad del concreto en obra compuesto de registradores electrónicos de control, termopares, red inalámbrica de monitoreo térmico y software InforMAD de seguimiento, procesamiento y análisis de la información.

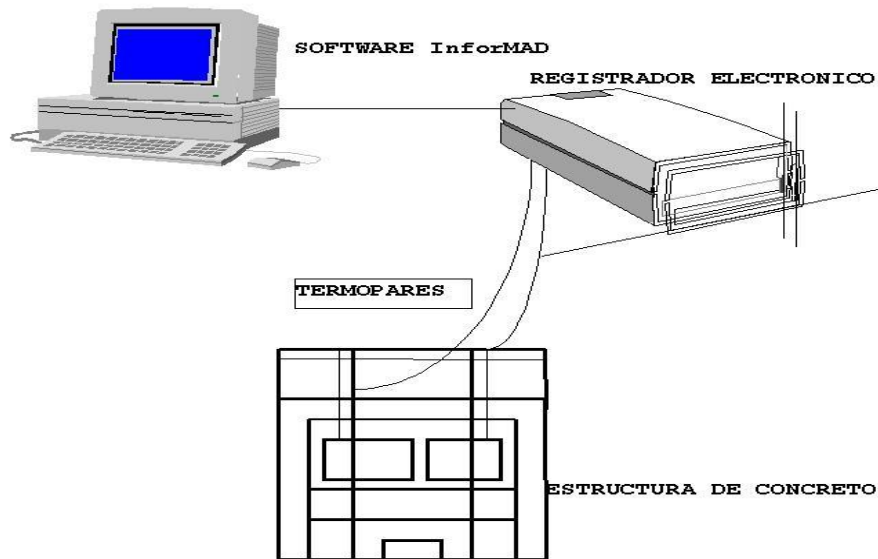


FIGURA 2. Tecnología de control termico y de madurez del concreto en construccion conforme NTC 3756

La utilización de sistemas de monitoreo no destructivo del concreto es la tendencia mundial ya que permite evitar las variaciones ocasionadas en los ensayos de control destructivo del concreto, un control en tiempo real de la realidad del material en la estructura y un monitoreo sistematizado apoyado por programas de toma, procesamiento y analisis de la información termica para determinar madurez del material cementicio y estimar la resistencia de la mezcla en el mismo elemento estructural.

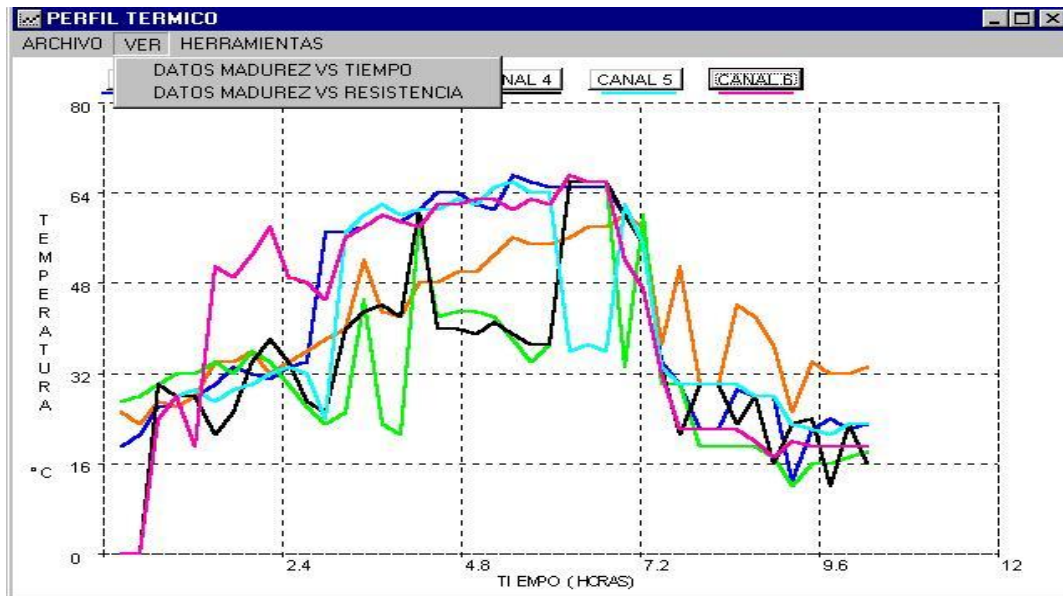


FIGURA 3. Sistema InforMAD para control termico y de madurez del concreto

ALGUNAS APLICACIONES EN COLOMBIA DE LA TCTM-CALORIMETRIA DEL CONCRETO

- PARQUE CENTRAL BAVARIA. Bogota D.C., 1995. Constructor Conconcreto S.A., control placa maciza de cimentacion. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- PUENTE QUEBRADABLANCA. Via Bogota-V/cio, 1995. INV., control Pavicrete tablero del puente. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- EDIFICIO OIKOS EL LAGO. Bogota D.C., 1995. Constructor Oikos., control elementos verticales columnas. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- EDIFICIO OIKOS LA COLINA. Bogota D.C., 1996. Constructor Oikos., control elementos verticales columnas. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- PUENTE SALDAÑA.. Via Bogota-Tolima, 1996. INV., control Pavicrete tablero del puente. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- PUENTE VEHICULAR CALLE 26 CON CRA. 50. Bogota D.C., 1997. Constructor Conconcreto S.A., control vigas in situ postensadas. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- PUENTE VEHICULAR CALLE 127 CON CRA. 9. Bogota D.C., 1997. Constructor Conconcreto S.A., control vigas in situ postensadas. Proveedor de concreto: Central de Mezclas
- EDIFICIO POSTGRADOS CIENCIAS ECONOMICAS UNIVERSIDAD NACIONAL Bogota, 2001: Interventoria William Carrillo, control placas macizas. Proveedor de concreto: Argos
- TORRES APTOS YERBAMORA RESERVADO (5), Sistema Outinord, Bogota D.C., 2002. Constructor Diseño Urbano, control concreto SIO muros y placas. Proveedor de concreto: Cemex
- CASAS DUPLEX, TUKUMENA DE LOS HAYUELOS. Bogota D.C., 2003. Constructor Diseño Urbano S.A., Control concreto SIO muros y placas. Proveedor de concreto: Cemex
- SISTEMA PLACA LISTA. Bogota D.C., 2003, Control de Producción de prelosas, viguetas y placa lista, diseño de mezclas de alta eficiencia en resistencia.
- MOLDAR PREFABRICADOS. Bogota D.C., 2004, Control de Producción de losas pretensadas curadas al vapor, diseño de mezclas de alta resistencia inicial.
- INVESTIGACION Y DESARROLLO : Producción de concretos convencionales y especiales, Concretera Tremix S.A., 2005.
- PAVICRETO FAST-TRACK MR 50, AEROPUERTO EL DORADO: OPAIN, CONCRELAB. Bogota D.C. 2007, control de rehabilitacion de las losas. Proveedor de concreto: Argos.
- PAVICRETO FAST-TRACK MR 45, OBRAS CALLE 170, Bogota D.C., 2008, control de rehabilitacion de las losas. Proveedor de concreto: Concretera Tremix.
- TORRES APTOS TULIPANES (3), Sistema industrializado, Facatativa, 2009. Constructor, control concreto Autocompactado muros y placas. Proveedor de concreto: FR Equipos
- TORRES APTOS OIKOS ARISTAS (5), Sistema industrializado, Bogota D.C., 2009. Constructor Oikos-Ambientti, control concreto Autocompactado muros y placas. Proveedor de concreto: FR Equipos
- TORRES APTOS LA ROTANA (3), Sistema industrializado, Bogota D.C., 2009. Constructor Conconcreto, control concreto autocompactado muros y placas. Proveedor de concreto: Cemex.
- TORRES APTOS PROYECTO SUA (10), Sistema Industrializado, Bogota D.C., 2010-2013. Constructor Ambientti, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Holcim, Tremix y FR Equipos.
- TORRES APTOS PROYECTO PLAZA CASTILLA (2), Sistema Industrializado, Bogota D.C., 2012-2013. Constructor Kovok-Ambientti, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Cemex.
- TORRES APTOS TORRES DEL MEDITERRANEO (3), Sistema industrializado, Villavicencio, 2012. Constructor ABG Construcciones, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Holcim, Tremix y FR Equipos.
- TORRES APTOS ALTOS DE LA SABANA (3), Sistema industrializado, Bogota D.C., 2013. Constructor Urdeco-Torortiz, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Tremix y Argos.
- TORRES APTOS PROYECTO ASTURIAS REAL (4), Sistema Industrializado, Bogota D.C., 2012-2014. Constructor CEP Constructores, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Holcim y Cemex.
- TORRES APTOS PRADOS DE SAN FELIPE (5), sistema Industrializado, Bogota D.C., 2013. Constructor Colpatria, control concreto autonivelante de muros y contech placas. Proveedor de concreto: Argos.

PARQUE CENTRAL BAVARIA. Bogotá D.C., 1995. Constructor Conconcreto S.A., Control placa maciza de cimentación. Proveedor de concreto: Central de Mezclas

DESCRIPCION:

Obra: Parque Central Bavaria

Fecha instrumentación: 29 de Sept. de 1995

Tiempo de instrumentación: 7 días

Elemento instrumentado : Placa macisa de cimentación

Numero de termopares: 2

Posicion de los puntos de control: uno a 0.9 m. y en profundidad a 1.8 m

Dimensiones del elemento: 16x11x2.2 mts

Volumen de concreto: 350 metros cubicos

Mezcla de concreto: Concreto bombeable de Bajo Calor de Hidratacion (con hielo desde planta)

Proveedor: Central de Mezclas S.A. – Plantra Americas

Resistencia de diseño: 21 MPa – 3000 PSI

Asentamiento: 20 cms.

Informacion del vaciado: El concreto se coloco con dos bombas desde las 7 a.m. hasta las 5:30 p.m.

Objetivos:

Monitorear el desarrollo de temperatura del concreto en diferentes puntos de la placa de cimentación para determinar las condiciones de protección y curado adecuadas, dado que se trataba de un elemento de concreto masivo.

Establecer la influencia de la posición del punto instrumentado y de la temperatura del medio ambiente en el desarrollo de calor de hidratación en el concreto.



Figura 1. Detalle datalogger para monitoreo térmico del concreto en la Placa macisa de cimentación, Parque Central Bavaria

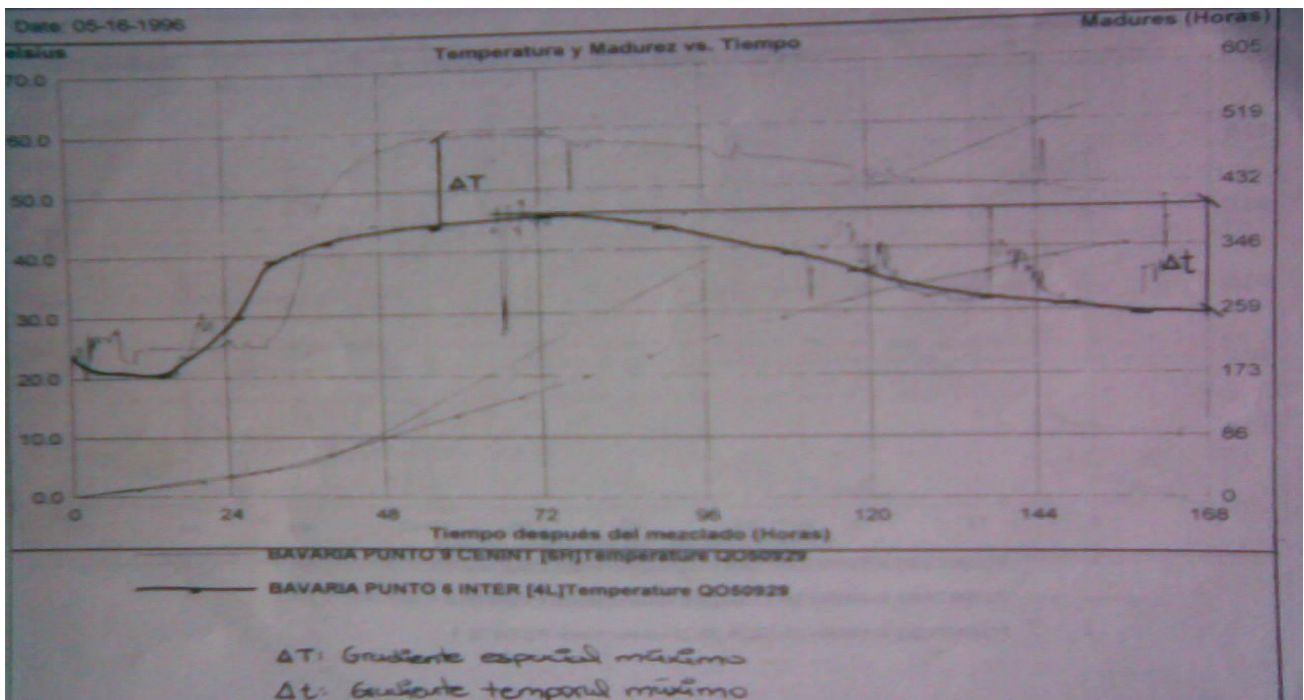
Resultados:

Los perfiles térmicos en diferentes puntos de la placa permiten evidenciar temperaturas de hasta los 60 grados Celsius dentro de la masa de concreto, caracterizados por ser típicamente adiabáticos (sin intercambio de calor con el medio ambiente), debido también al curado implementado mediante lamimas plásticas sobre la placa.

Debido al alto volumen de concreto colocado en la placa, la velocidad de generación de calor excede la velocidad de disipación de calor, generando un ascenso de la temperatura interior del concreto, por lo que se determinó un gradiente térmico espacial (entre puntos) de unos 15 grados Celsius presentado a prox. a las 58 horas del inicio del vaciado. Así mismo se determinó que el Gradiente térmico temporal para el punto ubicado a 0.9m fue de 18 grados Celsius.

Los valores de gradientes térmicos fueron medianos, situación debida al uso de cemento de bajo calor de hidratación y hielo aplicado en la planta. Estos gradientes fueron menores que los que se presentarían ante un eventual curado con agua fría, puesto que este curado hubiese generado choque térmico.

Se determinó que el fraguado térmico (tiempo para la máxima temperatura del concreto) estuvo entre 58 y 62 horas después de iniciado el vaciado, siendo característico un perfil sin picos repetitivos por el alto espesor del elemento estructural.



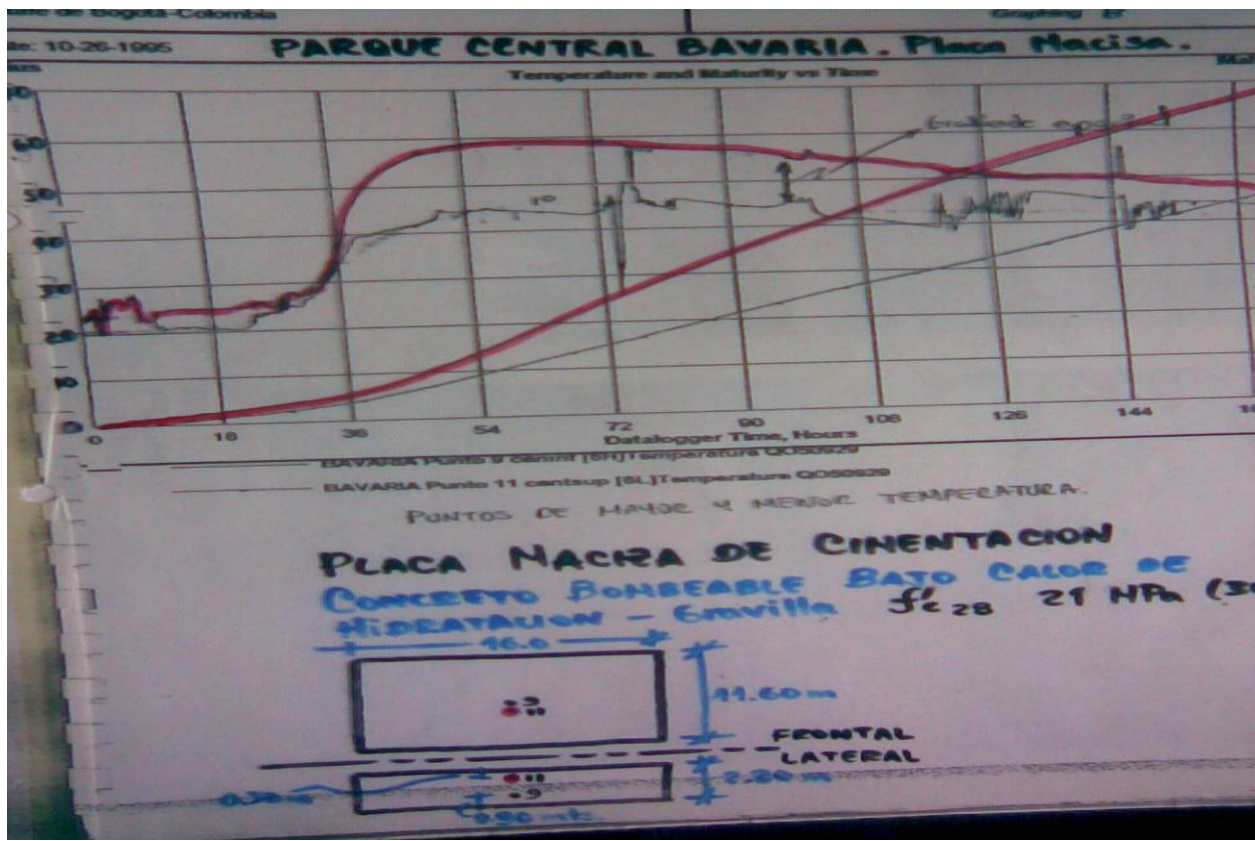


Figura 3. Perfil Termico y madurez del concreto instrumentado Placa macisa de cimentación, PCB Parque Central Bavaria