

EVALUACION Y DESEMPEÑO COMPARATIVO DE UN INSTRUMENTO DE 3^A y 5^A GENERACIÓN PARA MEDIR EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD AL AIRE kT SEGÚN IRAM 1892

A. Benítez⁽¹⁾, A. Jure⁽¹⁾, J. Nogales⁽¹⁾, J. Szychovsky⁽²⁾, R. Torrent⁽²⁾, A. Varela⁽¹⁾, G. Zino⁽²⁾

abenitez@inti.gob.ar

⁽¹⁾ Dirección Técnica de Tecnología del Hormigón y Aglomerantes-SOCel-GOSI-INTI,

⁽²⁾ Materials Advanced Services SRL (M-A-S), C1425ABV Ciudad de Buenos Aires, Argentina

Palabras Clave: Permeabilidad al aire, Hormigón, No Destructivo, Repetibilidad, Reproducibilidad

INTRODUCCIÓN

El Departamento Tecnología del Hormigón del INTI cuenta con un equipo para medir el coeficiente de permeabilidad al aire kT (IRAM 1892)^[1] de 3^a Generación. Dicho equipo se utiliza para evaluar en forma no destructiva la durabilidad de estructuras de hormigón in situ y también en laboratorio sobre probetas moldeadas o testigos extraídos. El fabricante del equipo ha desarrollado un nuevo instrumento de 5^a Generación que incorpora: regulación de presión electrónica (en vez de neumomecánica), operación remota vía smartphone, incorporación de mensajes de voz y fotografías al informe de cada ensayo y posibilidad de compensar el valor de kT por la humedad superficial del hormigón, además de alojar todas las partes del equipo en un matetín de tamaño reducido.

Se muestran resultados de ensayos efectuados sobre probetas de distinta calidad en INTI y en los laboratorios de Materials Advanced Services, con diversas unidades del instrumento y con el modelo de INTI. Esto permite evaluar el desempeño del nuevo instrumento en términos de repetibilidad, reproducibilidad, presentándose los datos experimentales obtenidos, que confirman la vigencia del equipo de INTI.

OBJETIVOS

Demostrar la repetibilidad y reproducibilidad de las mediciones con equipos de 2 generaciones diferentes aún con las mejoras del equipo de 5^a Generación

DESARROLLO

El equipo de permeabilidad al aire PermeaTorr de INTI adquirido en 2009 ha sido utilizado en diferentes evaluaciones de estructuras y mezclas de hormigón a solicitud de usuarios varios con muy buen resultado. Su última aplicación relevante fue en la evaluación no

destructiva de la Biblioteca Nacional Mariano Moreno^[2].

Con motivo de la salida al mercado de la 5^a generación de equipos (Figura 1) se ideó un plan comparativo de ensayos con probetas en diferentes condiciones en INTI para verificar la vigencia del equipo de 3^a generación entre dic 2021 y enero 2022.

Asimismo se verificó el normal funcionamiento durante su calibración y acondicionamiento previo a los ensayos, alcanzando el equilibrio de presiones indicado por la norma^[1].

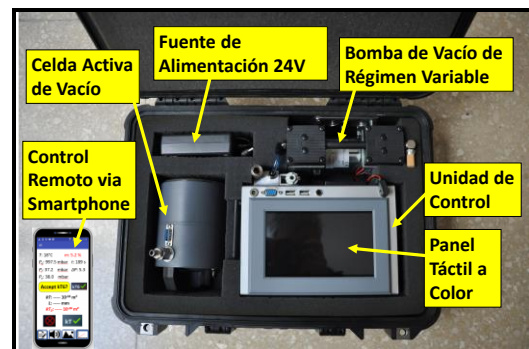


Figura 1: PermeaTorr 5^a generación.

RESULTADOS

Repetibilidad

La repetibilidad del instrumento se evaluó a través de ensayar tres veces la misma muestra de hormigón, con 30 minutos de intervalo entre mediciones a fin de evitar interferencias entre pruebas sucesivas. Las probetas ensayadas fueron seis discos ($\varnothing=150 \times 50$ mm) existentes en el INTI, de permeabilidad bien diferente. El un centrado preciso de la celda de vacío, se logró mediante el uso de un anillo de plástico, diseñado en INTI, con dientes que permiten su ajuste al diámetro de la probeta, dejando un círculo central libre donde se coloca la celda.

Las seis probetas fueron ensayadas tres veces el 13/12/2021 por personal de INTI con el instrumento de 3ª Generación (PermeaTORR) de propiedad del Instituto, a temperatura ambiente (24,9–26,2 °C) y luego por R. Torrent, con el instrumento de 5ª Generación (PermeaTORR AC+, Unidad #205) de su propiedad en el laboratorio de Materials Advanced Services en Buenos Aires, también a temperatura ambiente (26.0 – 26.6 °C).

Dado que la distribución de resultados de kT se aleja de la normal, asemejándose más a una Log-Normal (Norma IRAM 1892^[1]), los valores de tendencia central y de dispersión se miden a través de la media geométrica kT_{gm} y del desvío estándar de los logaritmos decimales S_{LOG} , respectivamente. Los resultados obtenidos de las mediciones con ambos equipos se presentan en la Tabla 1.

Se compararon los valores de S_{LOG} de las tres repeticiones efectuadas sobre cada probeta, los que se indican en la Tabla 1. Si bien el promedio de los S_{LOG} es menor para el instrumento de 5ª Generación, la prueba estadística de la t de ‘Student’ indica que los valores obtenidos con los dos instrumentos no son significativamente diferentes.

Tabla 1: Repetibilidad

Probeta	Equipo		PermeaTORR	
	INTI dic-21	S_{LOG}	AC+ (#205) *	S_{LOG}
Nº	$[10^{-16} m^2]$	$[-]$	$[10^{-16} m^2]$	$[-]$
3215	0,096	0,024	0,120	0,024
4647	0,236	0,038	0,284	0,001
4803	2,133	0,012	1,907	0,005
4819	15,326	0,016	16,152	0,023
4821	11,324	0,022	11,765	0,008
8124	1,032	0,024	1,263	0,016
	Prom	0,023	Prom	0,013

*dic-21 y ene-22

Reproducibilidad

La reproducibilidad se midió comparando los resultados de permeabilidad al aire obtenidos con instrumentos diferentes sobre las mismas muestras de hormigón. Para ello, pueden utilizarse los valores de kT_{gm} obtenidos con los instrumentos de 3ª y 5ª Generación, mostrados en la Tabla 1 y los valores obtenidos en el laboratorio de Materials Advanced Services en Coldrerio, Suiza tres instrumentos de 5ª Generación, aplicados sobre ocho probetas de hormigón de permeabilidades muy diferentes. La unidad #205 es la misma utilizada en la prueba comparativa mostrada en la Tabla 1, en tanto que las unidades #201 y #207 actualmente pertenecen a la Universidad de Viena y al Instituto Eduardo Torroja, España.

La Figura 2 muestra los resultados obtenidos, sobre las mismas probetas, con los instrumentos de 3ª Generación (INTI) y de 5ª Generación (Unidades #0201 y #0207) en función de los medidos con el instrumento de 5ª Generación (Unidad #205). Los mismos indican la alta reproducibilidad de los cuatro instrumentos evaluados.

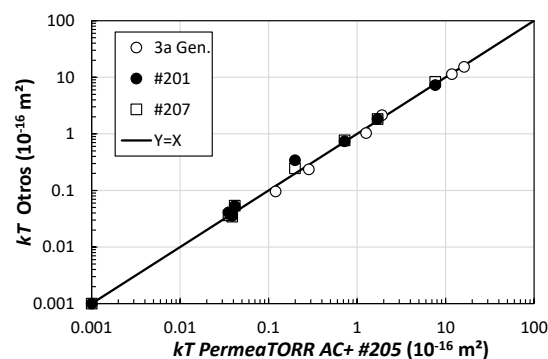


Figura 2: Reproducibilidad de instrumentos de 3ª y 5ª Generación

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se describen en forma breve los cambios introducidos en el instrumento de 5ª Generación (PermeaTORR AC+) para medir el coeficiente de permeabilidad kT del hormigón y la evaluación experimental de su desempeño, comparado con el de la versión precedente del instrumento.

Se comprueba que los instrumentos de 3ª (INTI) y 5ª generación (M.A.S.) evaluados muestran una buena repetibilidad y reproducibilidad, al realizar los ensayos sobre las mismas probetas y comparando los promedios geométricos de kT y su desvío estándar.

Se comprueba que los instrumentos de ambas generaciones cumplen con los requisitos de la norma IRAM 1892:2022^[2] en lo que hace a los resultados de su calibración y al equilibrio de presiones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IRAM 1892. "Hormigón. Método de ensayo para la determinación del coeficiente de permeabilidad al aire (kT) del hormigón endurecido" (2022), 32 p.
- [2] Benítez, A., Jure, B., Köber, E., Ruiz, A. y Torrent, R., "Evaluación de la durabilidad de la estructura de hormigón de la Biblioteca Nacional Mariano Moreno". Enviado a la 24ª Reunión Técnica de la AATH, 31/10 al 3/11 (2022), 8 p.