



## N° 18:

### UTILIZACIÓN DE MADUREZ PARA ESTIMAR RESISTENCIA EFECTIVA Y VENTANA DE ASERRADO EN PAVIMENTOS DE HORMIGÓN. AEROPUERTO DE CÓRDOBA.

Ing. Juan Dominguez y Joaquin Graham, Cofundadores de lot Provoleta,

#### OBJETIVOS

- 1) Estimar resistencia efectiva del pavimento de hormigón fast-track para habilitación de calzada y comparar con probetas moldeadas y curadas al lado de la estructura.
- 2) Correlacionar el índice de madurez con la ventana de aserrado de un pavimento de hormigón.

#### INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de reducir la incertidumbre e imprecisión de los métodos convencionales para la determinación de la ventana de aserrado, utilizando IoT PROVOLETA® y aplicando el método de madurez puede determinar el momento óptimo para realizar el corte sin defectos, determinando el inicio de la ventana de aserrado.

Por otro lado, se puede conocer en tiempo real, la resistencia efectiva del pavimento de hormigón lo que permite la habilitación de la calzada reconstruida.

Asimismo, estos valores se comparan con los determinados mediante probetas curadas a pie de obra, siendo que ambos métodos pueden utilizarse para determinar el grado de endurecimiento de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.3 del CIRSOC 201:2005

#### DATOS

**Cliente:** PILCA S.A.

**Obra:** Reparación de losas del Aeropuerto Internacional de Córdoba "Ingeniero Aeronáutico Ambrosio Taravella".

**Fechas de hormigonado:** 17 al 22/08/2023

**Temperatura media diaria:** 14,3 °C

**Datos de la dosificación:** Fast-track 24hs.  
Resistencia de diseño a 24hs = 25MPa.

**Agregado grueso utilizado:**

piedra partida granítica de origen La Calera, Córdoba. CUC: 450 kg/m<sup>3</sup> ; razón a/c=0,33; CPF40



## ESQUEMA DE MEDICIONES PLANTEADO

En cada jornada de trabajo, se aplicó el método a 2 losas de pavimentos, contabilizando 8 losas monitoreadas de un total de 19. Se adjunta imagen del total de losas a reconstruir en esta etapa.



## REGISTROS

A continuación, se muestran los siguientes gráficos:

Ø **Gráfico 1:** Índice de madurez-tiempo en losas 1 y 2.

Ø **Gráfico 2:** Resistencia a compresión-tiempo, tanto de REM como REP y temperaturas del pavimento de hormigón (losa 8).

Ref.:

**REM:** Resistencia Efectiva por Madurez (en el pavimento de hormigón).

**REP:** Resistencia Efectiva mediante Probetas.

Con el objetivo de explicar el proceso de calibración, vale destacar que el mismo se realizó previamente al hormigonado, teniendo en cuenta los lineamientos de la norma ASTM C1074 aunque con las resistencias a compresión de las probetas moldeadas en laboratorio, utilizando el método aproximado IoT PROVOLETA®. Dado que es recomendable contar con al menos un punto antes y después del valor objetivo (25 MPa), se determinaron los siguientes resultados:

Edad de ensayo [hs]	Resistencia potencial mediante probetas [MPa]
18	15,7
24	24,2
36	35,0
48	38,0



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

N° 18: Utilización de madurez para  
estimar resistencia efectiva y ventana de  
aserrado en pavimentos de hormigón.  
Aeropuerto de Córdoba

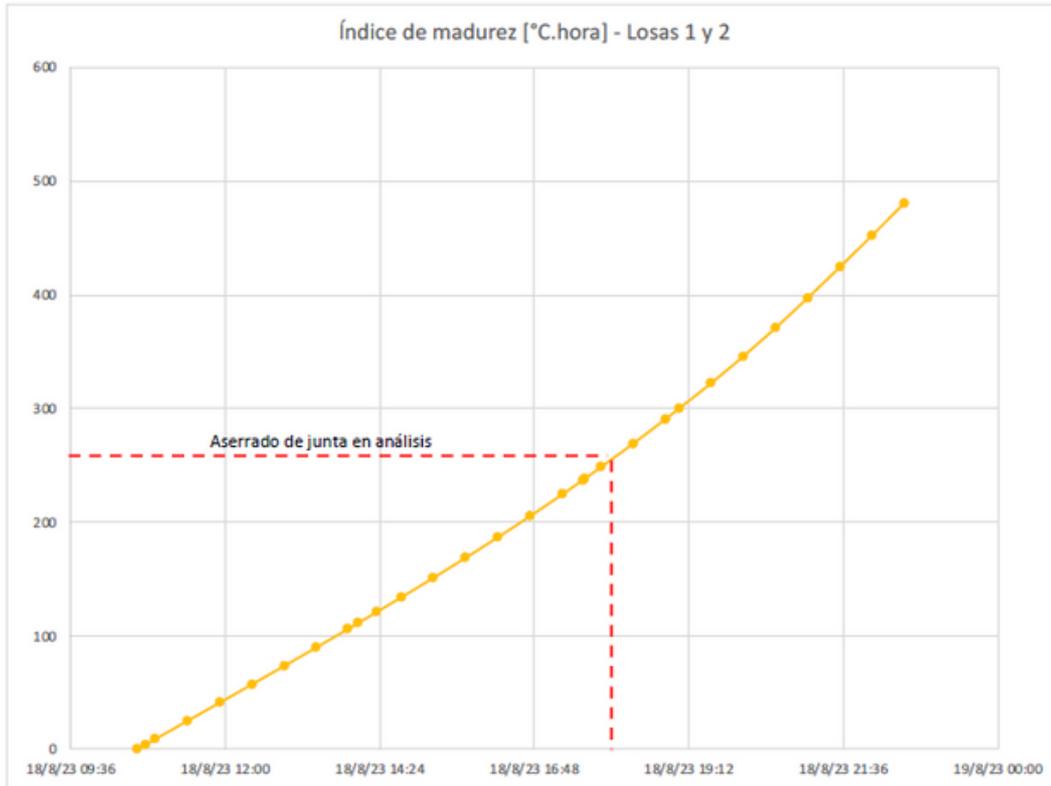


Gráfico 1

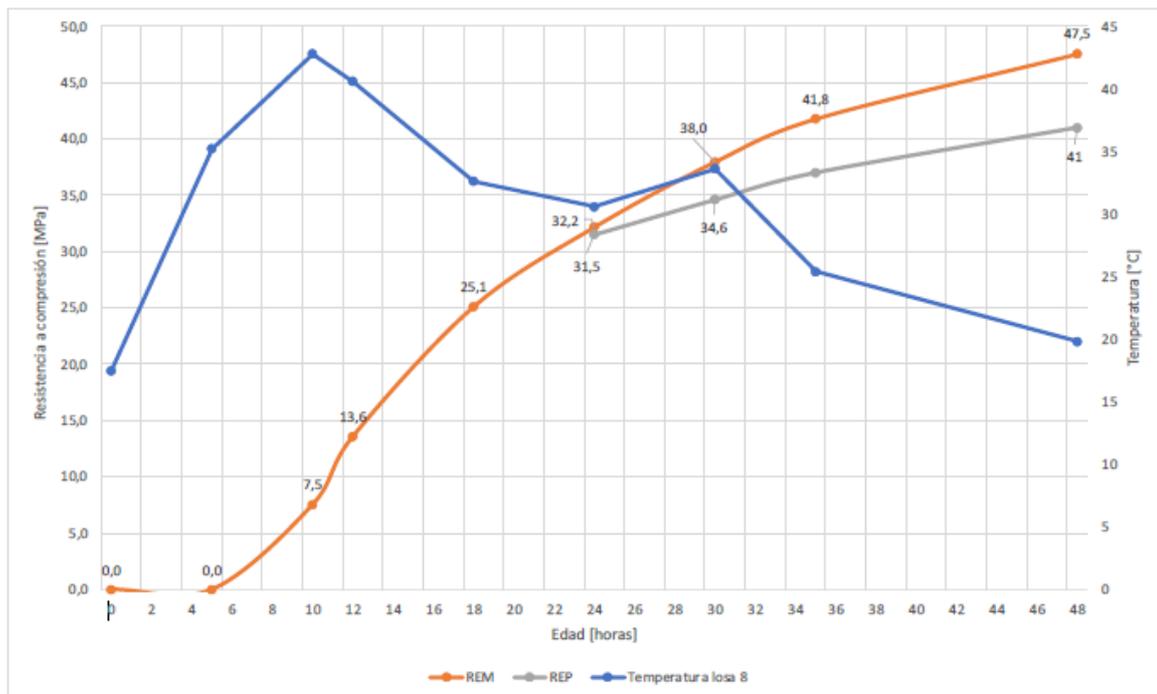


Gráfico 2



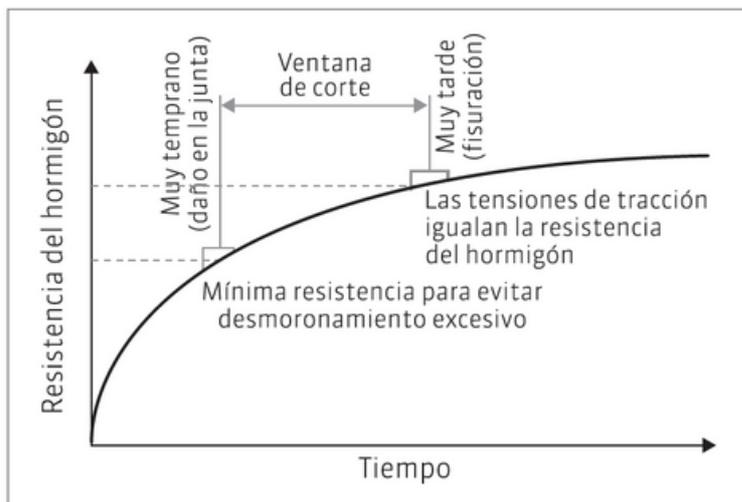
TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

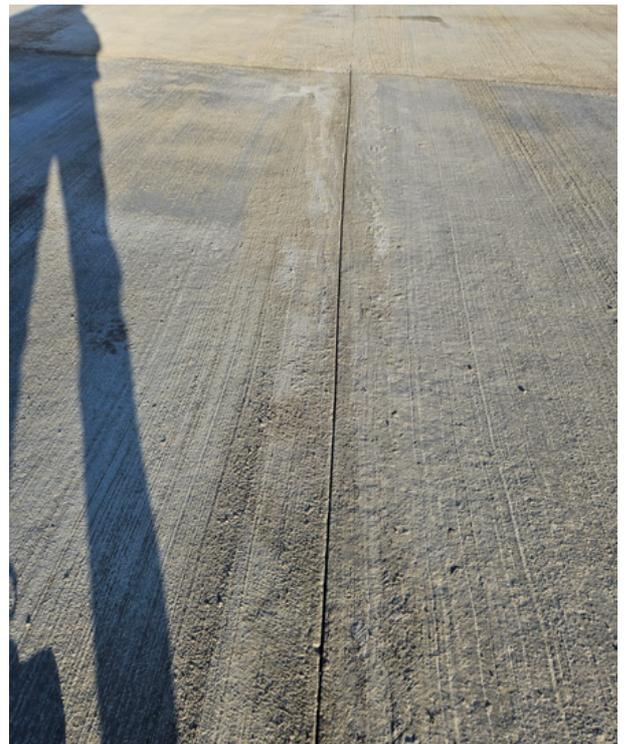
Nº 18: Utilización de madurez para  
estimar resistencia efectiva y ventana de  
aserrado en pavimentos de hormigón.  
Aeropuerto de Córdoba

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

1) Determinación del punto de corte objetivo: el Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos de Hormigón del ICPA establece que la ventana de corte es un parámetro difícil de determinar y lo define como el intervalo de tiempo, posterior a la colocación del hormigón, en el cual se debe realizar el aserrado de juntas para evitar que se produzcan fisuras y muestra ejemplos del aspecto de los distintos grados de daño debido al aserrado de juntas.



Se adjuntan imagen del corte por aserrado de la junta en análisis y se observa que fue un corte sin daño (dentro de la ventana).



Enfocándonos en un análisis cuantitativo, el **aserrado objetivo** (próximo al inicio de ventana de aserrado y punto de referencia habitual del aserrado en obra) se realizó en el siguiente punto: **IM= 26°C\_hora**



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

N° 18: Utilización de madurez para  
estimar resistencia efectiva y ventana de  
aserrado en pavimentos de hormigón.  
Aeropuerto de Córdoba

Este valor fue tomado como referencia para los aserrados de los días siguientes, con excelentes resultados (cortes sin daño).

2) Se verifica una buena correlación entre REM (Resistencia Efectiva por Madurez) y REP (Resistencia Efectiva mediante Probetas), ver **Gráfico 2**. De todas maneras, cabe aclarar que las relaciones superficie-volumen del pavimento y de las probetas presentan diferencias y por consiguiente también su interacción con el ambiente. Como resultado de ello, **la evaluación de resistencia efectiva por el método de REP no replica las condiciones a las que el hormigón del pavimento estuvo expuesto**. Esto explica la diferencia entre la REM y REP, mayores a edades más avanzadas. El método de madurez es el más representativo para la estimación de la resistencia efectiva o real dado que considera las características del elemento estructural y no es afectado por variables de ensayo.

Se recomienda el uso de sensores en el pavimento para estimar resistencia real y tomar decisiones de obra asociadas con el aserrado de juntas, retiro de moldes o habilitación al tránsito.

3) Existieron días de hormigonado con valores muy variables de REP a 24 horas. Esto se explica por lo mencionado en el punto 2, lo que ratifica el uso de madurez para determinar propiedades mecánicas del hormigón en la estructura.

4) Es posible correlacionar otras propiedades mecánicas de relevancia en pavimentos de hormigón como la resistencia a tracción por flexión mediante el método de madurez.

5) La determinación de la ventana de aserrado, mediante el índice de madurez midiendo la estructura, resulta estar del lado de la seguridad en comparación al obtenido mediante probetas de curadas al pie de obra. hormigón

## CONCLUSIONES

Se demuestra una vez más que el uso de IoT PROVOLETA® en la determinación de parámetros de la estructura, obtenidos mediante la aplicación del método de madurez, con confiables y permiten tomar decisiones efectivas en la obra.

Es muy importante, para no tener información errónea, realizar la calibración correcta, y tener procesos productivos controlados.



TECNOLOGÍA PARA  
EL CONCRETO

# EXPERIENCIAS CONCRETAS

N° 18: Utilización de madurez para  
estimar resistencia efectiva y ventana de  
aserrado en pavimentos de hormigón.  
Aeropuerto de Córdoba

Todos los actores en torno al hormigón de una obra se ven beneficiados con el uso de IoT PROVOLETA®.

## IMÁGENES



## REFERENCIAS

- Manual de diseño y construcción de pavimentos de hormigón. ICPA 2014
- Fisuras de contracción en pavimentos de hormigón y el aserrado de juntas. M. F. Barreda, M. J. Naber, I. Quispe Sallo, J. D. Sota. Revista Alconpat 2013.
- ACI 325.11R-01: Accelerated Techniques for Concrete Paving.



P Y S CONCRETO



[www.pysconcreto.com.pe](http://www.pysconcreto.com.pe)