

## PAVIMENTOS PARA AEROPUERTOS:

# Identificando y previniendo fallas

**Ing. Sergio Palazzo,**  
Pella Construções e Comércio  
Ltda, Brasil.

**Fotos: Cortesía Omar  
J. Silva R.**

Reproducción autorizada por la revista Noticreto # 124, de Mayo – Junio 2014. Editada por la Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO.

### INTRODUCCIÓN

Al pensar en construcción, en ocasiones se presta gran atención a los aspectos que se pueden encontrar en el sitio de trabajo; sin embargo, cuando se trata de enfrentar los problemas de obra deben buscarse otras perspectivas.

Algunos conceptos utilizados en distintas ramas de la ingeniería como la petroquímica, la Aeronáutica o la producción industrial pueden tener aplicaciones en el campo de la construcción. Tal es el caso de la experiencia del autor, al utilizar Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA por sus siglas en inglés) aplicado a pavimentos rígidos. Este concepto es ampliamente conocido y aplicado en la industria mecánica con el fin de identificar las fallas que ocurren durante la producción industrial, específicamente durante los procesos de fabricación.

Utilizando este concepto, particularmente para la construcción de pavimentos rígidos, se logran resultados satisfactorios, en cuanto a la posibilidad de controlar anticipadamente eventuales fallas durante el proceso de construcción. Esto puede realizarse no solo en pavimentos para aeropuertos, sino también en aplicaciones como carreteras o pisos industriales.

Este artículo se basa en las experiencias del autor y en los documentos desarrollados por la Fundación de Investigaciones de Pavimentos Innovadores (IPRF).

Los pavimentos en aeropuertos se pueden proyectar en dos áreas de trabajo: pistas (aterrizaje y despegue) y plataformas de estacionamiento de aeronaves.



## EL PROGRAMA DE LAS 6 M

De acuerdo con el FMEA utilizado por el autor, en términos prácticos las fallas probables de una estructura de pavimentos se pueden agrupar en varios factores que se resumen en el Programa de las Seis Emes (6M): métodos, materiales, máquinas, medidas, mano de obra y medio en el que se desarrolla el proceso constructivo.

## MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

La construcción de los pavimentos en aeropuertos se puede proyectar en dos áreas de trabajo: pistas (aterrizaje y despegue) y plataformas de estacionamiento de aeronaves. En los primeros se emplean máquinas con formaletas deslizantes y para los segundos se utilizan rodillos vibratorios.

Durante la pavimentación con máquinas de formaletas deslizantes, el concreto llega de la planta de producción en camiones mezcladores convencionales. Este tipo de pavimentación siempre está relacionado con la colocación de considerables volúmenes de concreto (más de 3,000 m<sup>3</sup> diarios), llegando a totalizar hasta 50,000 m<sup>3</sup> durante cronogramas de ejecución muy breves.

Cuando se utilizan terminadoras de cilindros es posible pavimentar diariamente entre 1,000 y 1,500 m<sup>2</sup>. Dependiendo del espesor, se pueden colocar unos 400 m<sup>3</sup>. El concreto puede distribuirse con camiones mezcladores o bombas de concreto, según se requiera.

Tanto para las formaletas deslizantes como para terminadoras de cilindros las cilindradoras, es necesario garantizar que el frente de producción tenga como mínimo 10,000 m<sup>2</sup> preparados para recibir el pavimento rígido, y hasta el doble de esa cantidad, para mantener un rango de producción económicamente viable.

## COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN PISTAS AÉREAS

En Norteamérica, para la construcción de aeropistas de hasta 60 metros de ancho es común trabajar con máquinas de formaletas deslizantes que alcanzan 15 m de ancho y 0.50 m de espesor; estos valores son un referente para los proyectos. Particularmente, estas máquinas trabajan a una velocidad mínima de entre 1.5 a 2 m por minuto, arrojando un rendimiento de colocación de 750 m<sup>3</sup> por hora, para una jornada laboral de 8 horas. Por ejemplo, la Pista 7 del Aeropuerto de Dallas, con 2,400 m de largo y 60 m de ancho se pavimentó en siete días.

## COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN ESTACIONAMIENTOS DE AERONAVES

Las plataformas de estacionamiento comprenden desde unos 30,000 m<sup>2</sup> hasta 100,000 m<sup>2</sup> y pueden construirse entre 30 y 100 días de trabajo. En este caso es posible utilizar formaletas fijas, configurando dos frentes de obra para el proyecto. Por ejemplo, disponiendo de 10 m de ancho y unos 100 m lineales de producción por día de 8 horas de trabajo, el volumen diario de colocación de concreto puede llegar a 400 m<sup>3</sup>.

Es importante destacar que las plataformas también pueden ser construidas utilizando las máquinas de formaleta deslizante, pero debe evaluarse rigurosamente la fuente de suministro del concreto, hacer juiciosos análisis económicos y ajustar la logística del caso.



Foto: Tunnel Engineering Consultants.

Las plataformas de estacionamiento comprenden desde unos 30,000 m<sup>2</sup> hasta 100,000 m<sup>2</sup> y pueden construirse entre 30 y 100 días de trabajo.



Es necesario que los materiales cumplan las especificaciones correspondientes y de calidad para cada proyecto.

**Problemas****Medidas de prevención**

Desperdicio de concreto de hasta 2% y disminución de los espesores proyectados en las superficies terminadas.

Prevenir el asentamiento de las formaletas durante la preparación de la base. Controlar electrónicamente la colocación.

Declives en el acabado que generan puntos variables que acumulan agua durante la operación.

El uso de máquinas de formaleta deslizante disminuye la posibilidad de ocurrencia de esta falla.

Variaciones en el proceso de curado del concreto y en la superficie de acabado.

Ajustar las cantidades correctas de concreto para las máquinas de formaleta deslizante.

Fisuras por retracción plástica.

Aplicación de los productos de curado preferiblemente con máquinas distribuidoras.

Para la realidad suramericana nuestra experiencia nos permite compartir que las máquinas terminadoras de cilindros son más eficientes para la entrega del concreto en plataforma o en pista.

A continuación se describen algunas fallas que se presentan durante el proceso constructivo con sus respectivas medidas de prevención.

## MATERIALES UTILIZADOS EN PAVIMENTOS DE CONCRETO

Es necesario que los materiales cumplan las especificaciones correspondientes y de calidad para cada proyecto. Aunque los aspectos técnicos de cada material

utilizado en las mezclas de concreto exigen mayor profundidad y análisis –lo cual no es materia de este artículo– es importante destacar que los cementos y agregados utilizados para la elaboración del concreto deben cumplir las normas vigentes.

Los principales materiales utilizados para la construcción de pavimentos de concreto son:

- Agregado grueso
- Arena
- Cemento
- Agua
- Aditivos
- Mantas plásticas
- Barras de acero
- Productos para el curado químico del concreto
- Sellantes

Las barras de acero utilizadas para la transferencia de carga, también llamados pasadores, y sus soportes pueden ser instaladas como en cualquier pavimento de concreto, pero cuando se requieren altos rendimientos de instalación y se tiene suficiente capacidad financiera, es posible emplear máquinas que las introducen automáticamente.

Los productos de curado químico que forman una película plástica sobre la losa de concreto son los que producen mejores resultados, de acuerdo con la experiencia del autor, especialmente cuando se trabaja con máquinas de cilindro, donde el concreto empleado puede tener un asentamiento de 0.10 m y es indispensable el curado húmedo durante siete días.

En cuanto al sellado de las juntas, las paredes de las mismas deben estar totalmente limpias. Para lograr los mejores resultados es necesario limpiarlas ocasionalmente con aire comprimido antes de aplicar los sellantes.

Algunas fallas importantes con los materiales ocurren cuando en la mezcla se cometen errores en la dosificación de las cantidades, o durante el tiempo de mezcla. En las mezcladoras es común que las espas viejas dentro del tambor produzcan niveles variables de asentamiento.



## MÁQUINAS PARA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS

Equipo para la construcción con máquinas de formaleta deslizante.

- Planta de concreto
- Volquetas
- Camiones mezcladores de concreto
- Pavimentadora de formaleta deslizante
- Máquina aplicadora de curado
- Máquina texturizadora

El autor comparte su experiencia en cuanto a que la planta de concreto debe tener una capacidad de producción mínima deseable de 200 m<sup>3</sup> por hora. Las volquetas pueden ser de 10 m<sup>3</sup>, mínimo; dependiendo de la distancia de transporte, se debe buscar la economía en cuanto al número suficiente de viajes para atender la demanda en el frente de trabajo.

Equipo para la construcción con máquinas terminadoras de cilindro

- Planta de concreto
- Camiones mezcladores de concreto
- Terminadora de placas de concreto
- Aplicadora de curado de autopropulsión
- Sierras de concreto



Foto: Tunnel Engineering Consultants.

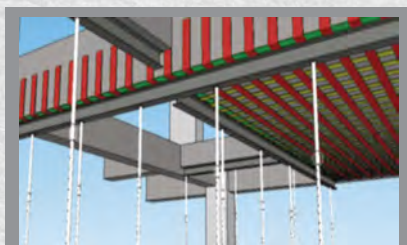
Algunas fallas importantes con los materiales ocurren cuando en la mezcla se cometen errores en la dosificación de las cantidades, o durante el tiempo de mezcla.



Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

# REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO SISTEMAS EXTERNAMENTE ADHERIDOS DE FIBRA DE CARBONO

## 20 DE AGOSTO DE 2015



### OBJETIVO

Que los participantes conozcan los aspectos básicos asociados al reforzamiento estructural de elementos de concreto, por medio de sistemas externamente adheridos de fibra de carbono; se hace hincapié en el reforzamiento de elementos con niveles de seguridad insuficientes de flexión y cortante; asimismo se proporcionan los fundamentos teóricos correspondientes al incremento de la capacidad resistente de elementos por el efecto del confinamiento. En el seminario se desarrollan ejemplos prácticos que permiten ejercitar los aspectos teóricos correspondientes.

### DIRIGIDO A

Ingenieros Civiles especialistas en análisis y diseño de estructuras, Ingenieros y Arquitectos de instituciones privadas o de gobierno, Ingenieros y/o Arquitectos constructores, Directores Responsables de Obra y Corresponsables en Seguridad Estructural, Personal involucrado en la construcción, reparación y evaluación de estructuras de concreto en general. Peritos en Ingeniería Estructural y estudiantes...

### EXPOSITOR

M. en I. Eduardo Vidaud Quintana

### PRECIO

1 PERSONA

\$4,408.00 IVA Incluido

2 PERSONAS

\$7,424.00 IVA Incluido

### LUGAR DEL EVENTO

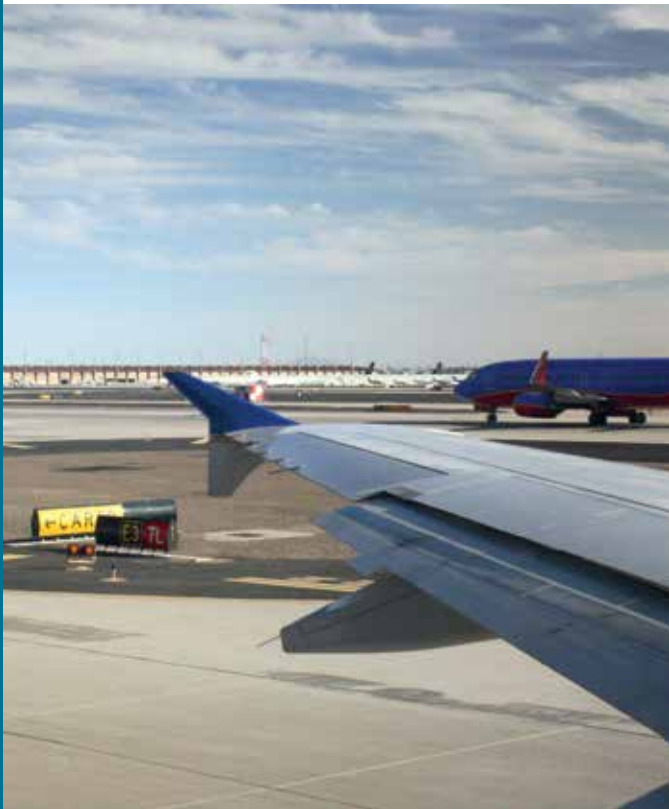
Auditorio IMCYC

Av. Insurgentes Sur # 1846 Col. Florida, C.P. 01030, México, D.F.

### INFORMES E INSCRIPCIONES

Arq. José Manuel Mendoza García

(55) 52 76 72 00 Ext 125 - 110 | mmendoza@mail.imcyc.com



Debe tenerse en cuenta que la verificación de medidas debe realizarse con frecuencia, especialmente la verificación de los espesores de las losas.

La utilización de sierras de concreto es un punto muy importante para el acabado del concreto. Se utilizan tanto en la construcción con máquinas de formaleta deslizante como con máquinas terminadoras de cilindros. Se recomienda hacer el corte de las juntas siempre de 1/3 del espesor de la losa, aunque algunas referencias de literatura técnica recomiendan el corte a 1/4 del espesor.

### MANO DE OBRA

La diversa calidad de los operarios es un aspecto de mucho interés durante el Proceso constructivo. El entrenamiento de los trabajadores varía mucho entre un país y otro, e incluso en las diferentes regiones de una misma nación. Por eso durante la construcción con máquinas de formaleta deslizante el operador y el auxiliar deben contar con la experiencia y capacitación necesarias. Este último debe estar siempre cerca del concreto terminado, del que está en proceso de terminado, y atento de las líneas de control electrónico de colocación.

### MEDIDAS

Debe tenerse en cuenta que la verificación de medidas debe realizarse con frecuencia, especialmente la verificación de los espesores de las losas. Así mismo, el asentamiento de la mezcla debe ser controlado en

todas las cargas despachadas y debe cumplir con los requisitos establecidos en las especificaciones para el proyecto.

### MEDIO

Diferentes factores medioambientales inciden en un proyecto de construcción. Existen muchos aspectos, pero el autor destaca la tasa de evaporación. Esta debe ser controlada a partir del monitoreo de los siguientes datos: temperatura ambiente, temperatura del concreto en la losa, humedad relativa del aire y velocidad del viento.

Es muy importante conocer la tasa de evaporación, ya que una tasa superior a 0.75 kg/m<sup>2</sup> por hora es indicador de una anomalía que puede afectar el trabajo. Si este es el caso, la obra debe suspenderse inmediatamente.

### CONCLUSIÓN

El fin de este escrito es dar a conocer a los lectores la tecnología utilizada para la construcción de pavimentos rígidos en aeropuertos. Mediante la utilización de los Análisis de Modos de Falla y Efecto (FMEA), ampliamente conocido en otras industrias, se buscó identificar las fallas que ocurren durante el proceso de construcción de pavimentos de concreto. Las fallas identificadas para la estructura de pavimentos se resumen en seis factores, las Seis Emes (6M): métodos, materiales, máquinas, medidas, mano de obra y medio en el que se desarrolla un proceso constructivo. **C**



# SOLUCIONES SIKA PARA TUNELERÍA



**1. SOLUCIÓN SIKA PARA CONCRETO LANZADO**  
Acelerantes, fluidificantes-estabilizadores y fibras.

**2. SOLUCIÓN PARA TBM**  
Espumas, grasas, polímeros y súper absorbentes.

**3. DOVELAS Y REVESTIMIENTO DE TÚNELES**  
Súper fluidificantes, acelerantes de resistencias y desmoldantes.

**4. INYECCIONES**  
Resinas sílicas, resinas de acrilato, inyecciones cementicias y de poliuretano.

**5. IMPERMEABILIZACIÓN DE TÚNELES**  
Membranas de PVC, membranas espreables y morteros hidrófugos.

 Sika Mexicana  @Sika\_Mexicana

01.800.123.7452  
www.sika.com.mx

**CONSTRUYENDO CONFIANZA**

