

BOLETÍN TÉCNICO

**PITRA**

PROGRAMA DE INFRAESTRUCTURA  
DEL TRANSPORTE

Vol 3. N° 23. Enero 2012



# ¿Debe América Latina desarrollar su propia Guía de Diseño Mecánico-Empírica para Pavimentos (LAMPA)?

XVI Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto,  
CILA-Rio de Janeiro

*Dr. Matt Witzack, P.E., PhD.*

*Modificado y adaptado por:*

*Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.*

*Ing. Paulina Leiva Padilla.*

*Unidad de Materiales y Pavimentos, PITRA.*

*Mejorar la infraestructura del transporte existente puede crear trabajos e incrementar la competitividad.*

*(Laura D'Andrea Tyson<sup>1</sup>).*

## Introducción

El presente boletín corresponde a una traducción y adaptación de la presentación realizada por el Dr. Matt Witzak., P.E., PhD, en el XVI Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto (CILA) respecto al tema: ¿Debe América Latina desarrollar su propio Proceso para el desarrollo de la Guía de Diseño Mecánico-Empírica Latinoamericana (LAMPA, por sus siglas en

## Comité editorial del boletín



**2011**

**Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, PhD.**  
*Coordinador General PITRA, LanammeUCR*

**Bach. Lionela López Ulate**  
*Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA*

**Daniela Alpizar Gutiérrez**  
*Diseñadora Gráfica. Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica, PITRA*

inglés)?. Es importante destacar que el Dr. Witczak fue el líder en la elaboración de la guía de diseño de pavimentos empírico mecánica AASHTO-MEPDG y es sin duda, uno de los más prolíficos investigadores de la historia del campo vial.

El objetivo de este boletín es compartir la visión del Dr. Witczak respecto de qué debe hacer Latinoamérica en torno a un tema tan trascendental para el análisis y diseño de pavimentos flexibles.

Debido a que existen diferencias marcadas en los factores que influyen el diseño de los pavimentos para los países Latinoamericanos y los Estados Unidos, es necesario que se desarrolle un procedimiento para formular una Guía de Diseño Mecánico-Empírica.

Es por tanto que a continuación se describirán las características de la Guía de Diseño Mecánico-Empírica (MEPDG, por sus siglas en inglés) de la AASHTO, de acuerdo con la posición del Dr. Witczak. Las ventajas de la confección de un Proceso para el desarrollo de la Guía de Diseño Mecánico-Empírica para Latinoamérica, los principales componentes de los costos en los pavimentos, razones por las cuales la MEPDG de los E.U. no debe ser aplicada a Latinoamérica, el propósito de la LAMPA, así como un diagrama de flujo de las actividades a realizar por áreas técnicas.

## **Características de la MEPDG de la AASHTO**

Esta guía fue desarrollada bajo la dirección de dos programas estadounidenses, el de la Academia Nacional de las Ciencias (NAS, por sus siglas en inglés) y el Programa de Investigación de la Cooperativa Nacional de Caminos (NCHRP, por sus siglas en inglés).

Es el resultado de \$10 000 000 de inversión, y de 7 años de esfuerzo, lo que la convierte en el proyecto más grande de investigación en transporte en los Estados Unidos).

## **Ventajas de la elaboración de una Guía de Diseño M-E para Latinoamérica**

La confección de una Guía de Diseño M-E establecerá para Latinoamérica las siguientes ventajas:  
Comparada con los procesos empíricos, que se

basan en la experiencia, esta metodología tendría un fundamento mecánica y científicamente más realista.

Consecuentemente, predeciría con mayor precisión lo que ocurre durante la vida de diseño.

Además, esta metodología sería capaz de diseñar condiciones que excedan nuestros límites de experiencia.

También se presume que sería apta para manejar niveles jerárquicos de diseño, donde se considere el tamaño, la importancia y el costo (en el caso de proyectos de gran importancia, las mejores metodologías de diseño serían utilizadas para resolver el problema).

Conseguiría asimismo predecir para un procedimiento dado, los tipos de deterioros que podrían ocurrir.

Determinaría los primeros vínculos entre el diseño estructural y el de la mezcla (materiales).

Asimismo consideraría los efectos respecto al tipo de eje y carga.

Incorporaría los efectos del clima en tiempo real a causa de la temperatura y humedad sobre el daño acumulado del pavimento.

Y por último, se podría diseñar para un nivel de confiabilidad (Por ejemplo, para una seguridad del 95%, el agrietamiento por fatiga no excederá el 25% en donde se espera que la llanta del vehículo pase).

## **Principales componentes del costo de los pavimentos**

El costo total de los pavimentos se compone de los siguientes elementos (Figura 1):

Costo inicial (Ic)

Costo de mantenimiento rutinario (Mreg).

Costo de rehabilitaciones principales (Mreh).

Costos para los usuarios (Uc):

Costo de operación del vehículo (Regularidad).

Tiempo de demora (Tráfico/Demora de la rehabilitación).

Por lo que el Análisis de Costos del Ciclo de Vida de los Pavimentos se podría resumir en la curva representada en la Figura 2.

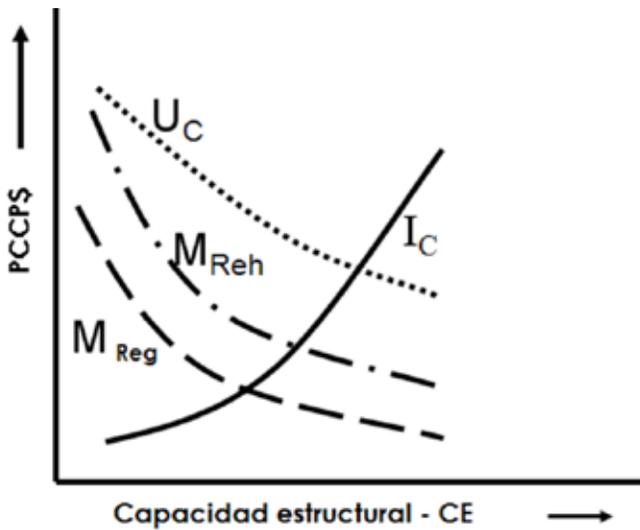
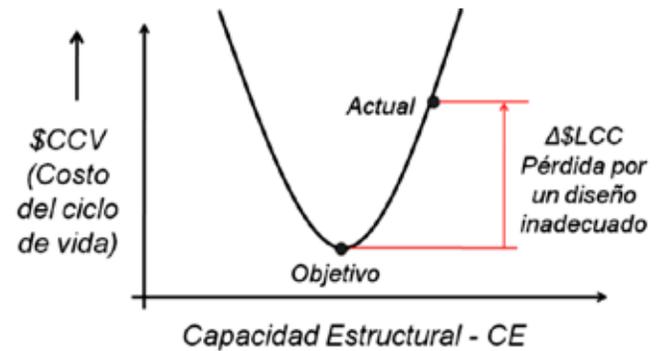


Figura 1. Componentes del costo de los pavimentos



(a)



(b)

Figura 4. Consecuencias económicas de un diseño inadecuado, (a) mayores costos y menor capacidad estructural (b) mayores costos y mayor capacidad estructural

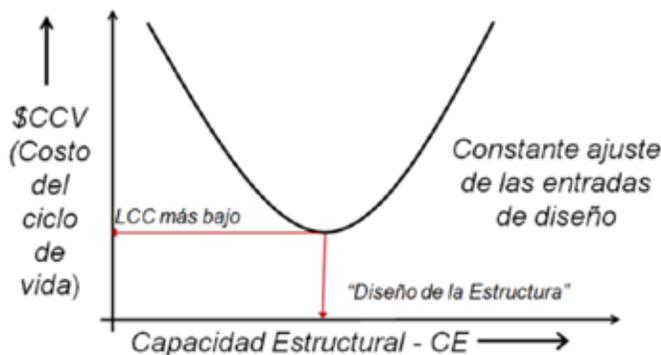


Figura 2. Costo del Ciclo de Vida de los Pavimentos

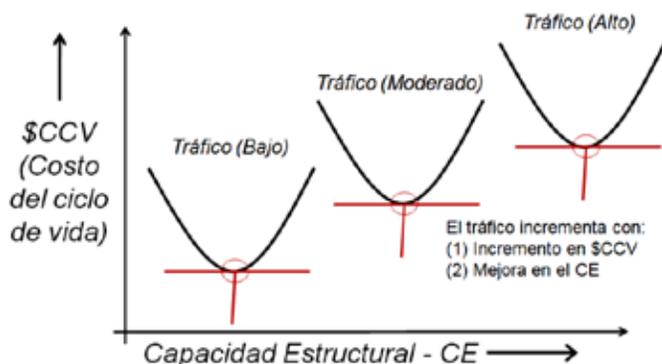


Figura 3. Categorías funcionales de costo

A nivel funcional, existen tres categorías respecto al tipo de tráfico, en las cuales se podrían clasificar el Costo del Ciclo de Vida de los Pavimentos, estas se pueden mostrar en la Figura 3.

Por otro lado, las consecuencias de un diseño inadecuado, podrían generar pérdidas económicas, aumentando los costos y disminuyendo la capacidad estructural de los pavimentos, o aumentando los costos y la capacidad estructural donde no es necesario, tal como se ve reflejado en la Figura 4.

Esto conjuntamente se resume en un diseño completamente inadecuado para el primer caso, y para el segundo caso en un diseño muy conservativo. Ver Figura 5.

Por lo tanto, y conociendo que los diseños basados en la Guía de Diseño M-E, son mejores respecto a

los empíricos tradicionalmente usados, la importancia económica que se genera con la reducción de los costos respalda la necesidad de implementar una Guía de Diseño M-E para los países de Latinoamérica, y por tanto anteriormente a ello, un proceso para implementar su desarrollo. Ver Figura 6.

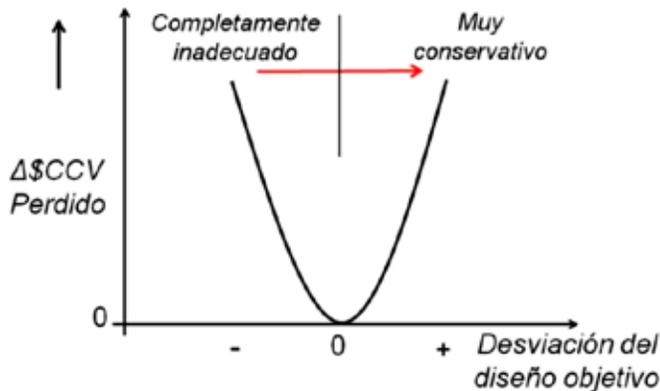


Figura 5. Consecuencias económicas de un diseño inadecuado

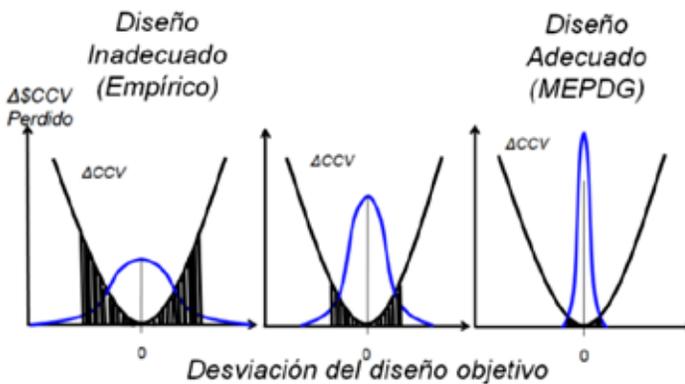


Figura 6. Importancia económica de la implementación de la MEPDG

Finalmente, en la Figura 7 se puede resumir a nivel económico, el proceso de evolución que hasta la actualidad se espera que se desarrolle respecto a las metodologías de diseño de pavimentos, donde se espera una reducción de costos con respecto a la mejora en el diseño de los pavimentos.

En resumen, el mayor beneficio económico de un país está en obtener la Metodología de Diseño más adecuada posible. Es por esto que, la Guía de diseño

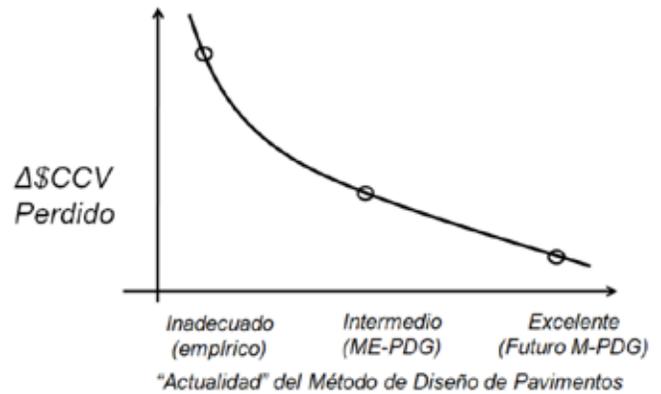


Figura 7. Actualidad del proceso evolutivo de las Metodologías de Diseño de Pavimentos

M-E, es hasta el momento la mejor herramienta de diseño y análisis desarrollada en los Estados Unidos. Esta permite analizar las consecuencias asociadas con la interacción material – estructura – medioambiente, así como el potencial de incrementar el rendimiento y la vida, mientras el Costo del Ciclo de Vida de las nuevas construcciones y de las rehabilitaciones disminuye.

### Razones por las cuales la MEPDG no puede ser usada en Latinoamérica

Existen razones por las cuales la MEPDG de la AASHTO no puede ser usada en Latinoamérica, estas se describirán a continuación:

**Tráfico:** El análisis de tráfico en los Estados Unidos está basado en la Clasificación de Vehículos de FHWA. Latinoamérica por su parte, tiene diferentes tipos de clasificación e incluso clase de vehículos, lo que implica diferentes configuraciones de ejes y cargas. Además, carece de la base de datos de tráfico que los Estados Unidos posee.

**Datos de clima:** La MEPDG cuenta con cerca de 1000 estaciones climáticas de primer nivel que cruzan los Estados Unidos y Canadá, tomando datos climáticos cada hora, los 7 días de la semana, las 52 semanas del año, por un período de 10 años. Latinoamérica en cambio no cuenta con una recolección de datos de clima, y además, se basa en un “análisis simple de temperatura efectiva”, con registros de humedad-temperatura media

mensual, para definir distribuciones de frecuencia de temperatura acumulativa para análisis AC, y del Índice de humedad de Thornthwaite para módulos de suelos parcialmente saturados.

**Calibración:** La Guía de Diseño M-E utiliza una serie de algoritmos de predicción de deterioros, cuyos coeficientes han sido calibrados para los diseños, condiciones, tráfico, clima y materiales de Estados Unidos, por lo que las ecuaciones generadas no son aplicables a Latinoamérica. Por esta razón Latinoamérica debe estar en la capacidad de calibrar sus propias ecuaciones con sus propias secciones de pavimento.

**Secciones de campo:** La MEPDG se basa en la medida de los tiempos de deterioro de más de 1000 tramos de pavimento que se extienden a través de Estados Unidos, Hawaii y Canadá, Latinoamérica debe desarrollar sus propias secciones de pavimento (LTTP, por sus siglas en inglés), con las cuales calibrar sus propias magnitudes de deterioro de acuerdo a sus condiciones.

**Inspección de deterioros:** La MEPDG utiliza un proceso estandarizado de recolección de datos de todas las secciones LTTP, con el cual puede, de forma estándar, recolectar información sobre condiciones de deterioro como tipo, frecuencia, severidad, deflexiones (FWD), irregularidad (IRI). Latinoamérica debería intentar utilizar la misma metodología estadounidense para minimizar los costos.

**Caracterización de materiales:** La MEPDG está basada en el análisis de caracterización dinámica de materiales comunes de las capas del pavimento (asfalto, concreto, y materiales granulares no consolidados), por lo que el usuario se enfrenta a un amplio rango de respuestas de los materiales. Latinoamérica utiliza los mismos ensayos dinámicos avanzados de los E.U., por lo que podría

caracterizar de manera anticipada de materiales por medio de correlaciones y modelos predictivos, sin embargo, existen agencias capaces de conducir una serie de pruebas equivalentes a las del primer nivel de la MEPDG.

## **Conclusiones generales**

Del análisis anterior se concluye lo siguiente:

Es imposible aplicar la MEPDG de los E.U. a Latinoamérica en un futuro inmediato.

El uso oficial de la versión de la AASHTO podría costarle a las agencias desde \$5 000 hasta \$40 000 por año, lo que se podría invertir en el propio programa para Latinoamérica.

La mejor opción para Latinoamérica actualmente parece ser utilizar su experiencia para desarrollar su propia metodología de análisis mecánica.

Supervisores de la MEPDG podrían ayudar al desarrollo del proceso para Latinoamérica, aunque su participación podría ser limitada.

El principal esfuerzo para el desarrollo del LAMPA debe venir de los sectores de la ingeniería de Latinoamérica.

Este esfuerzo será, una iniciativa de trabajo fuerte y compleja, para los equipos que se les asignen los contratos.

Una vez lograda la implementación de la guía, los beneficios obtenidos por la red de carreteras serán mucho mayores en costos, calidad y rendimiento de la red, en conjunto con el aumento de la vida de diseño.

Las áreas técnicas involucradas en el proceso, son las mostradas en la Figura 8 a continuación.

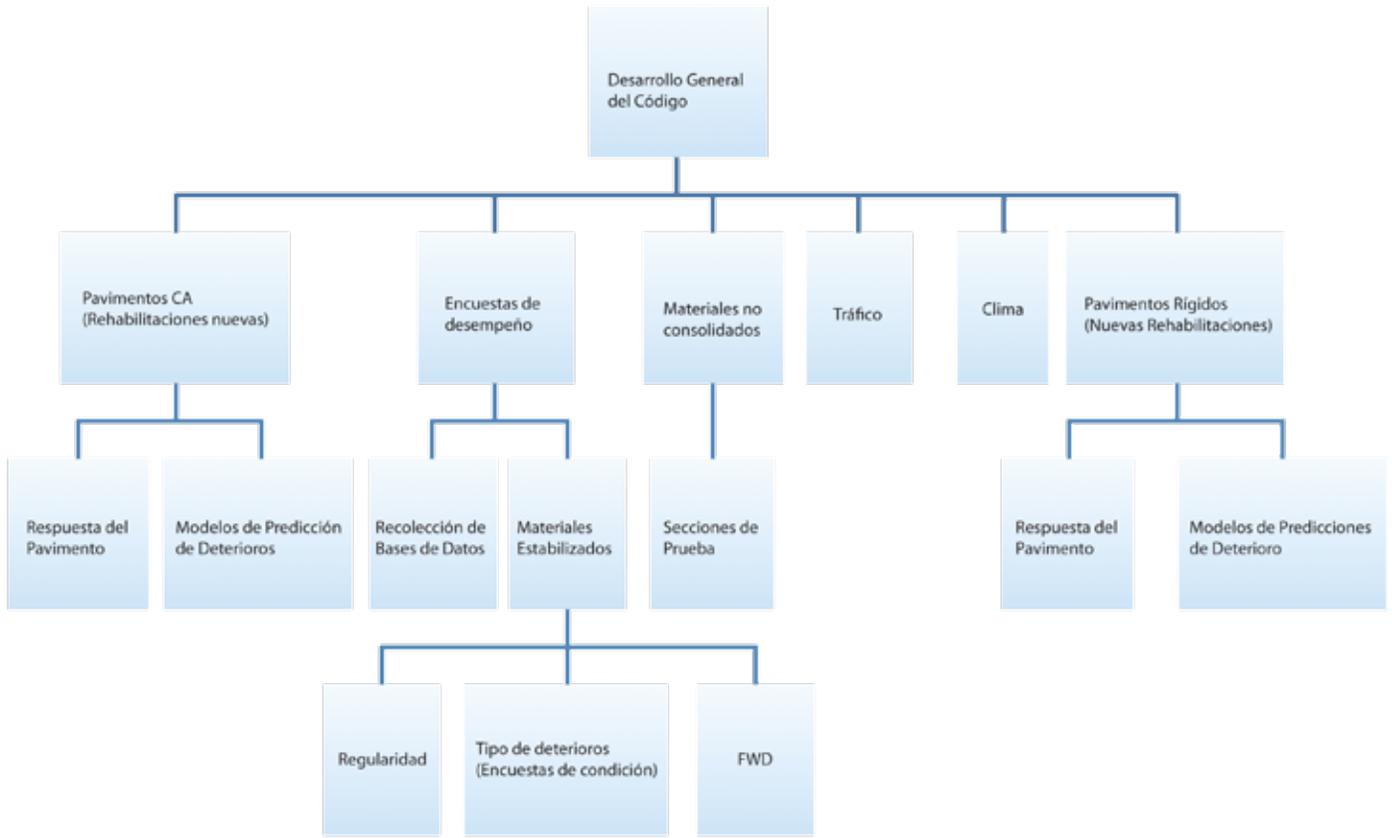


Figura 8. Diagrama de flujo de áreas técnicas.

## Referencias Bibliográficas

Artículo original disponible en <http://economix.blogs.nytimes.com/2011/06/03/the-virtues-of-investing-in->

## Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

### Coordinador General:

Ing. Luis Guillermo Loría, PhD.

### Subcoordinador:

Ing. Fabián Elizondo, MBA.

### Unidades:

#### Unidad de Auditoría Técnica

Coordinadora: Ing. Jenny Chaverri, MScE.

#### Unidad de Materiales y Pavimentos

Coordinador: Ing. Fabián Elizondo, MBA.

#### Unidad de Gestión de la Red Vial

Coordinador: Ing. Roy Barrantes

#### Unidad de Gestión Municipal

Coordinador: Ing. Jaime Allen, MSc.

#### Unidad de Capacitación y Transferencia Tecnológica

Coordinadora: Bach. Lionela López

#### Unidad de Desarrollo y Actualización de Especificaciones Técnicas

Coordinador: Ing. Jorge Arturo Castro

#### Unidad de Puentes

Coordinador: Ing. Rolando Castillo, PhD.