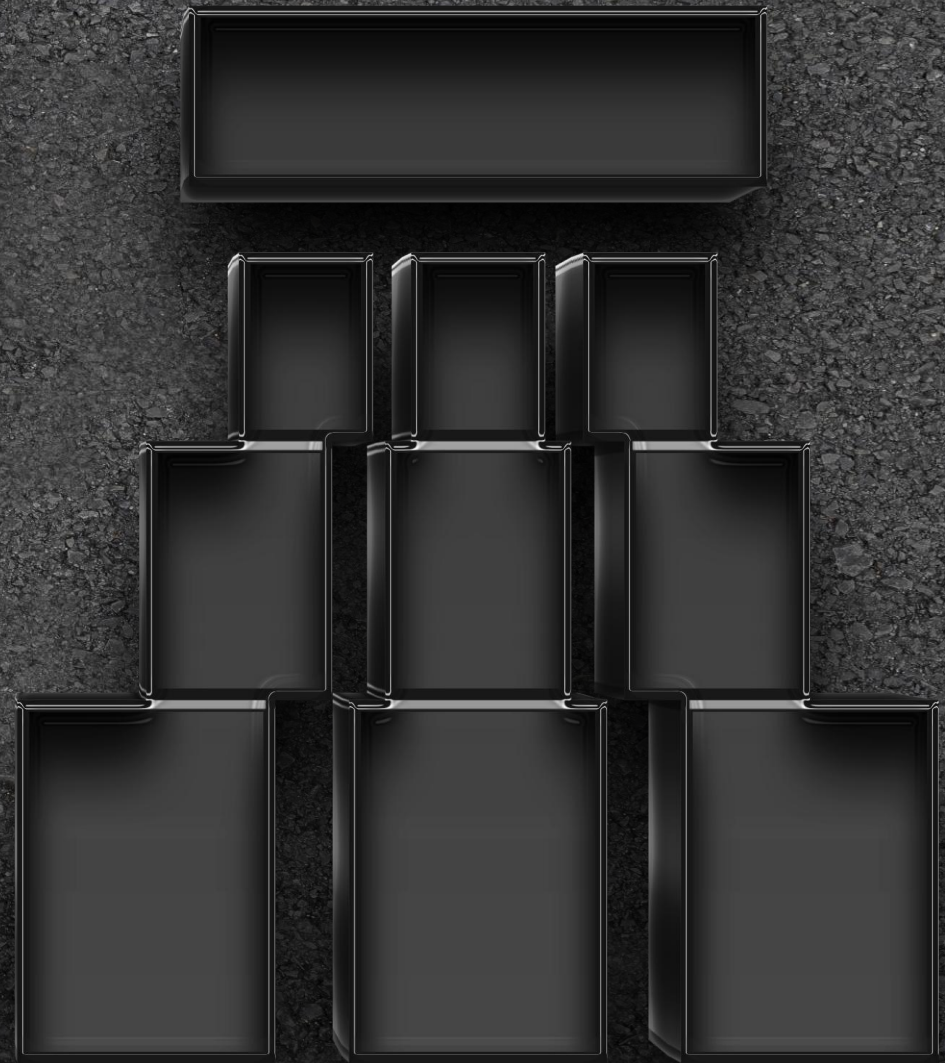




XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México

Tema: Evaluación y gestión de pavimentos



M. I. Fernando Trejo

xx de agosto 2025

PAVANALYZER BETA: SOFTWARE WEB PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE PAVIMENTOS RECICLADOS Y CONVENCIONALES

M. I. Fernando Trejo

Contacto: contacto@pavanalyzer.com



PAVANALYZER

XIII Congreso Mexicano del Asfalto. 20, 21y 22 de agosto de 2025, Cancún, Quintana Roo, México

CONTENIDOS



01

Desafío actual

02

Presentación de la plataforma

03

Ejemplo de aplicación

04

Resultados

05

Conclusiones



Asociación Mexicana
del Asfalto, A. C.

@AMAACmx

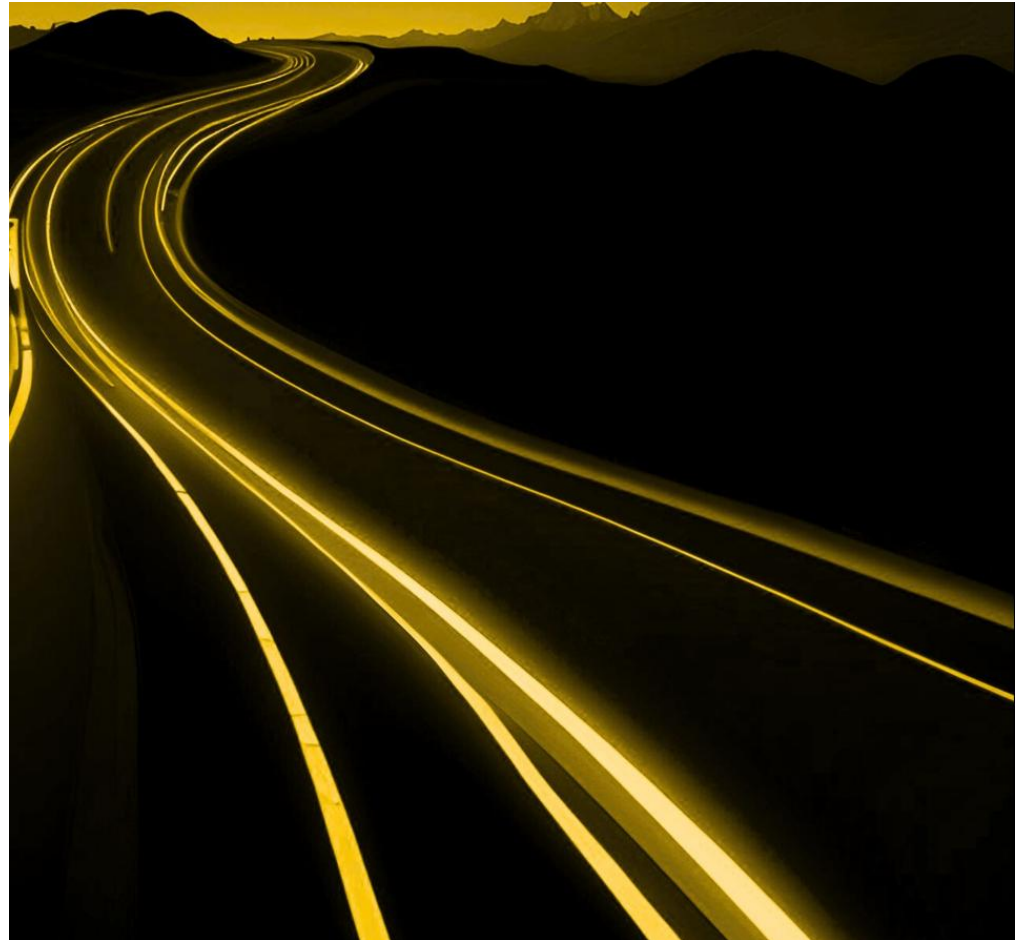
<http://www.amaac.org.mx>



DESAFÍO ACTUAL

- Se necesita un método preciso para comparar técnicamente el diseño de pavimentos, ya que aun se presentan casos dónde se usa una metodología empírica.
- Alternativas ecológicas

Versión BETA



Login

Inicia sesión con tus datos

Email

Password

Iniciar Sesión

¿Aún no tienes una cuenta? Crea una

[Olvidé mi password](#)

Versión BETA

¿Qué lo hace diferente?

- Sin instalación – 100% en navegador
- **Análisis de tránsito a través de ejes equivalentes por método de la UNAM y AASHTO**
- Análisis multicapa con hasta **7 capas por la Teoría de Burmister**
- Modelos de deterioro: **fatiga y deformación permanente**
- Resultados exportables y visualizables



Versión BETA

PAVANALYZER

Cálculos

Creadores

Blog

Contacto

Cerrar sesión

Cálculo de ejes equivalentes UNAM

Datos de Tránsito

Ingrese los siguientes datos

Tránsito Diario Promedio Anual*
TDPA

Período de proyecto*
Años

Tasa de Crecimiento Anual*
%

Porcentaje vehículos cargados*
%

Factor de utilización de carril*
%

Factor direccional*
%

Tipo de camino*
Tipo A

Z fatiga*
cm

Z def. permanente*
cm

Sobrecarga*
%

Sobrepeso*
%

Composición del Tránsito

Introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo

Vehículos tipo A
A:
%

Vehículos tipo B
B2:
%
B3:
%
B4:
%

Vehículos tipo C
C2:
%
C2-R2:
%
C3-R2:
%
C2-R3:
%
C3-R3:
%

Vehículos tipo TS
T2-S1:
%
T2-S2:
%
T2-S3:
%
T3-S1:
%
T3-S2:
%
T3-S3:
%

Vehículos tipo TS.R
T2-S1-R2:
%
T2-S2-R2:
%
T2-S1-R3:
%
T3-S1-R2:
%
T3-S1-R3:
%
T3-S2-R2:
%
T3-S2-R3:
%
T3-S2-R4:
%
T2-S2-S2:
%
T3-S2-S2:
%
T3-S3-S2:
%

Calcular

PAVANALYZER

Cálculos

Creadores

Blog

Contacto

Cerrar sesión

Cálculo de ejes equivalentes AASHTO

Datos de Tránsito

Ingrese los siguientes datos

Tránsito Diario Promedio Anual*
TDPA

Período de proyecto*
Años

Tasa de Crecimiento Anual*
%

Porcentaje vehículos cargados*
%

Factor de utilización de carril*
%

Factor direccional*
%

Tipo de camino*
Tipo A

Serviciabilidad Terminal*
%

Sobrecarga*
%

Composición del Tránsito

Introduzca el porcentaje de cada tipo de vehículo

Vehículos tipo A
A:
%

Vehículos tipo B
B2:
%
B3:
%
B4:
%

Vehículos tipo C
C2:
%
C3:
%
C2-R2:
%
C3-R2:
%
C2-R3:
%
C3-R3:
%

Vehículos tipo TS
T2-S1:
%
T2-S2:
%
T2-S3:
%
T3-S1:
%
T3-S2:
%
T3-S3:
%

Vehículos tipo TS.R
T2-S1-R2:
%
T2-S2-R2:
%
T2-S1-R3:
%
T3-S1-R2:
%
T3-S1-R3:
%
T3-S2-R2:
%
T3-S2-R3:
%
T3-S2-R4:
%
T2-S2-S2:
%
T3-S2-S2:
%
T3-S3-S2:
%

Calcular

Versión BETA

PAVANALYZER Cálculos Creadores Blog Contacto Cerrar sesión

Cálculo con 4 capas

Datos de la carga

Carga 1

Carga aplicada *

Radio de la carga *

Coordenada X *

Coordenada Y *

[+ Agregar otra carga](#)

Datos del pavimento

Ingrese los datos para 4 capas

Capa 1

Espesor (cm) *

Módulo (MPa) *

Relación de Poisson *

Capa 2

Espesor (cm) *

Módulo (MPa) *

Relación de Poisson *

Capa 3

Espesor (cm) *

Módulo (MPa) *

Relación de Poisson *

Capa 4

Espesor (cm) *

Módulo (MPa) *

Relación de Poisson *

Parámetros de análisis numérico

Ciclo de integración numérica *

Tolerancia numérica abs y rel *

Coordenada X de análisis *

Coordenada Y de análisis *

Cada cuánto un cálculo *

Incluir modelo de deterioro?

☒ SI ☐ NO

Selecciona el modelo de deterioro:

Capa para análisis de fatiga:

Capa para deformación permanente:

[Instituto del Asfalto](#) [Shell](#) [TRRL UK](#) [BRRI Bélgica](#) [Personalizado](#)

[Calcular](#)

Todos los derechos Reservados 2025 ©

Versión BETA

Cálculos Creadores Blog Contacto Cerrar sesión

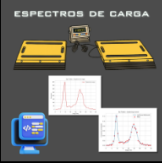
Artículos publicados



PavAnalyzer Beta: Comparativa web de pavimentos reciclados vs. convencionales

Publicado el 19/08/2025 Para XIII CMA

PavAnalyzer Beta es una plataforma web para el análisis estructural de pavimentos, permitiendo comparar tecnologías recicladas y convencionales. El sistema agiliza cálculos complejos y facilita la evaluación del desempeño de diferentes alternativas.



Automatización del análisis de espectros de carga con Machine Learning

Publicado el 19/08/2025 Para XIII CMA

Explora cómo la integración de Machine Learning y automatización transforma el análisis de espectros de carga vehicular. A través de algoritmos avanzados, es posible procesar grandes volúmenes de datos provenientes de básculas dinámicas y clasificar rápidamente los diferentes tipos de vehículos y configuraciones de ejes.



Desarrollo de módulos en Python

Publicado el 09/10/2024 Para VIII SIA

Descubre cómo estos módulos de Python están revolucionando el análisis de cargas vehiculares, automatizando cálculos y optimizando pavimentos.



Programa PavAnalyzer versión escritorio

Publicado el 22/08/2023 Para XII CMA

PavAnalyzer permite calcular esfuerzos y deformaciones en pavimentos, además de ejes equivalentes con precisión, optimizando el análisis y diseño.

Todos los derechos Reservados 2025 ©

Cálculos Creadores Blog Contacto Cerrar sesión

Contacto



Nos interesa conocer tu opinión

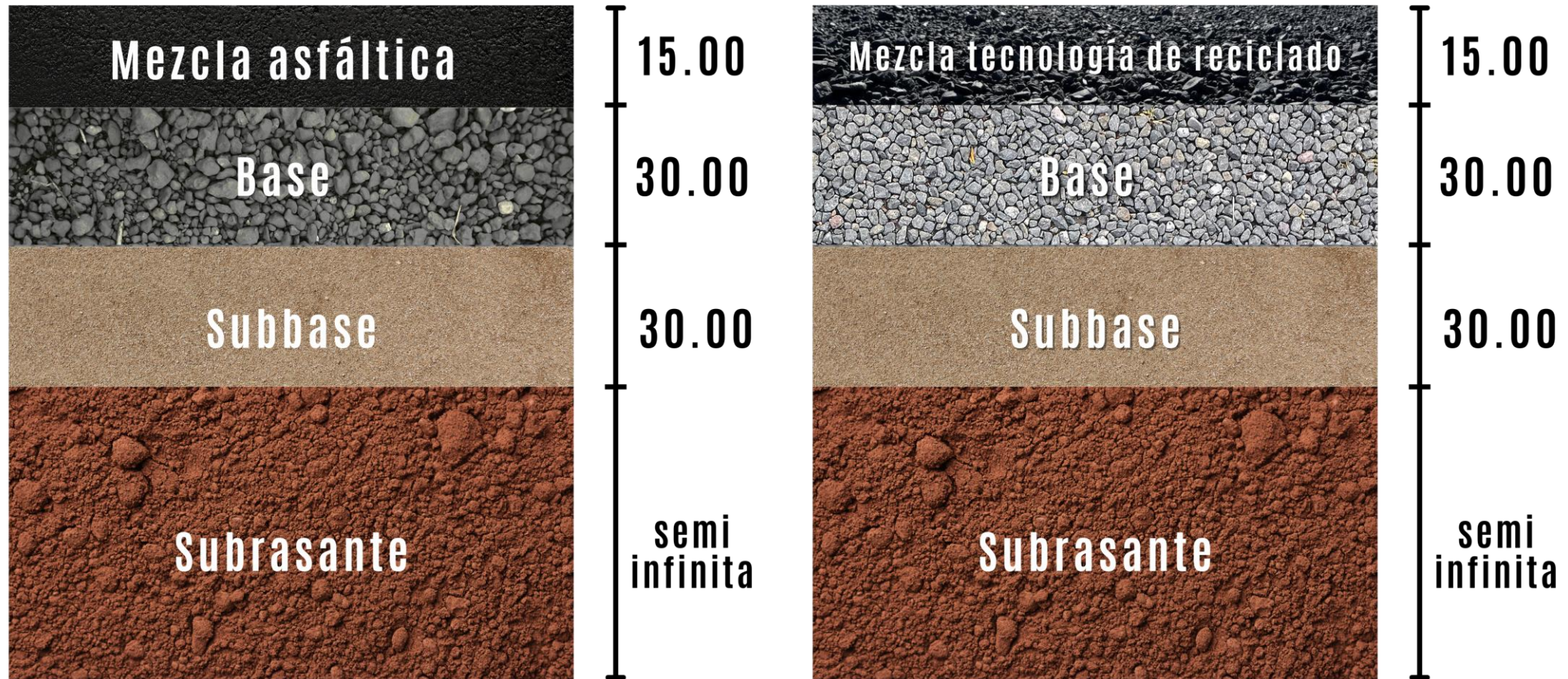
Tus comentarios hacen a PavAnalyzer mejor

MENSAJE:

Enviar

Todos los derechos Reservados 2025 ©

Ejemplo de aplicación



COMPARACIÓN ENTRE MEZCLA CONVENCIONAL Y MEZCLA CON TECNOLOGÍA DE RECICLADO

Ejemplo de aplicación

Tabla 1. Características del pavimento convencional

Capa	Espesor (cm)	Módulo (kPa)	Poisson
Mezcla asfáltica convencional	15	8,098,000	0.30
Base	30	385,000	0.35
Subbase	30	200,000	0.35
Subrasante	Semi infinita	70,000	0.40

Tabla 2. Características del pavimento con tecnología de reciclado

Capa	Espesor (cm)	Módulo (kPa)	Poisson
Mezcla asfáltica reciclada	15	10,099,000	0.30
Base	30	385,000	0.35
Subbase	30	200,000	0.35
Subrasante	Semi infinita	70,000	0.40

Tabla 3. Constantes para fatiga y deformación permanente para ambos pavimentos

Tecnología	f1	f2	f3	f4	f5
Convencional	8.466×10^{-9}	3.649	0.0	1.365×10^{-9}	4.477
Reciclada	4.495×10^{-23}	7.143	0.0	1.365×10^{-9}	4.477

COMPARACIÓN ENTRE MEZCLA CONVENCIONAL Y MEZCLA CON TECNOLOGÍA DE RECICLADO



Ejemplo de aplicación

$$Nf = f_1 * \varepsilon_t^{-f_2} * E_{AC}^{-f_3}$$

Dónde, Nf es el número de repeticiones admisibles, ε_t es la deformación unitaria por tensión debajo de la carpeta asfáltica, E_{AC} es el módulo de la carpeta asfáltica en Kpa, f_1 , f_2 , f_3 son los coeficientes determinados en laboratorio por ensayos de fatiga.

$$Nd = f_4 * \varepsilon_z^{-f_5}$$

Dónde, Nd es el número de repeticiones admisibles para prevenir la deformación permanente, ε_z es la deformación unitaria por compresión arriba de la capa de la subrasante, f_4 , f_5 son los coeficientes determinados mediante observación en campo.

Resultados

Z (cm)	σ_z (kPa)	σ_x (kPa)	σ_y (kPa)	τ_{xz} (kPa)	w (cm)	ϵ_x (microstrain)	ϵ_y (microstrain)	ϵ_z (microstrain)	ϵ_t (microstrain)
0	568.78	1443.45	1443.45	0.0	0.03	103.7025	103.7025	-36.7118	103.7025
5	470.94	512.97	512.97	0.0	0.03	26.8955	26.8955	20.1475	26.8955
10	256.22	-243.01	-243.01	0.0	0.0299	-30.4977	-30.4977	49.6447	-30.4977
15	113.9	-1073.25	-1073.25	0.0	0.0295	-96.9928	-96.9928	93.5854	-96.9928
20	88.97	-2.42	-2.42	0.0	0.0282	-84.9712	-84.9712	235.4899	-84.9712
25	69.72	-7.22	-7.22	0.0	0.0271	-75.5754	-75.5754	194.2216	-75.5754
30	54.83	-11.65	-11.65	0.0	0.0263	-69.5252	-69.5252	163.6148	-69.5252
35	43.25	-16.36	-16.36	0.0	0.0255	-66.9416	-66.9416	142.0875	-66.9416
40	34.36	-21.87	-21.87	0.0	0.0248	-68.16	-68.16	129.0037	-68.16
45	27.97	-28.81	-28.81	0.0	0.0242	-74.0663	-74.0663	125.0358	-74.0663
50	23.4	-8.21	-8.21	0.0	0.0234	-67.6334	-67.6334	145.7293	-67.6334
55	19.66	-8.94	-8.94	0.0	0.0227	-63.4695	-63.4695	129.5914	-63.4695
60	16.6	-9.95	-9.95	0.0	0.0221	-61.3987	-61.3987	117.8387	-61.3987
65	14.14	-11.28	-11.28	0.0	0.0215	-61.4232	-61.4232	110.2048	-61.4232
70	12.25	-13.01	-13.01	0.0	0.021	-63.7234	-63.7234	106.7879	-63.7234
75	10.95	-15.24	-15.24	0.0	0.0205	-68.685	-68.685	108.0816	-68.685

Tipo de análisis	Profundidad (cm)	Repeticiones de carga soportada	ϵ_t (microstrain)	ϵ_z (microstrain)
Fatiga	15.0	3753817	-96.99284	—
Deformación permanente	75.0	118790121	—	164.54887

Exportar a Excel

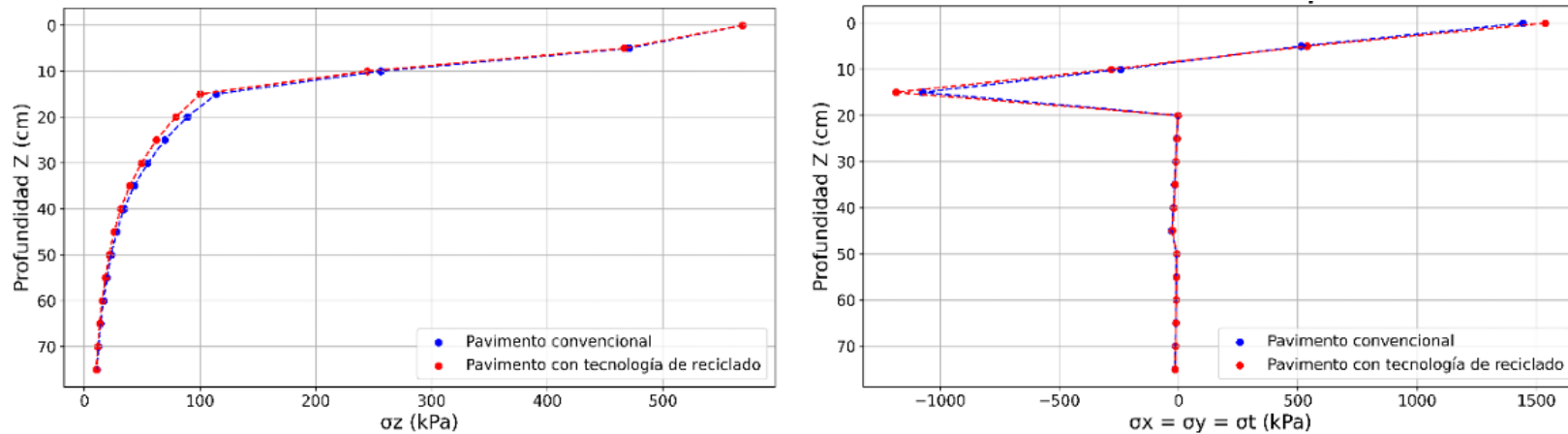
Vida a fatiga:

- Convencional: 3.75 millones de ejes
- Con tecnología de reciclado: 5.3 millones (1.55M más)

Vida a deformación permanente:

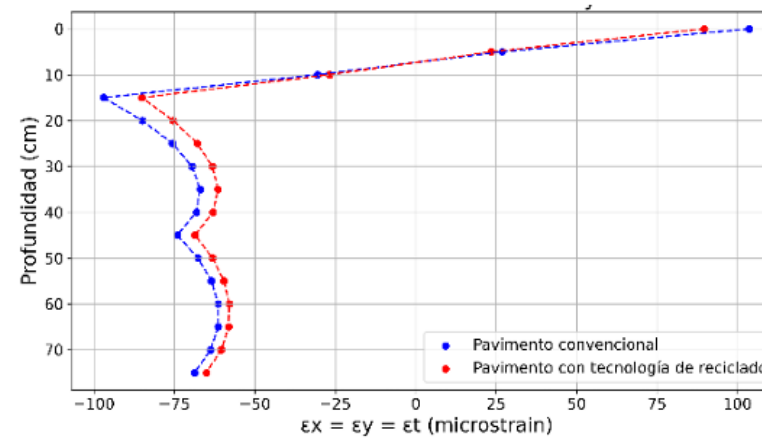
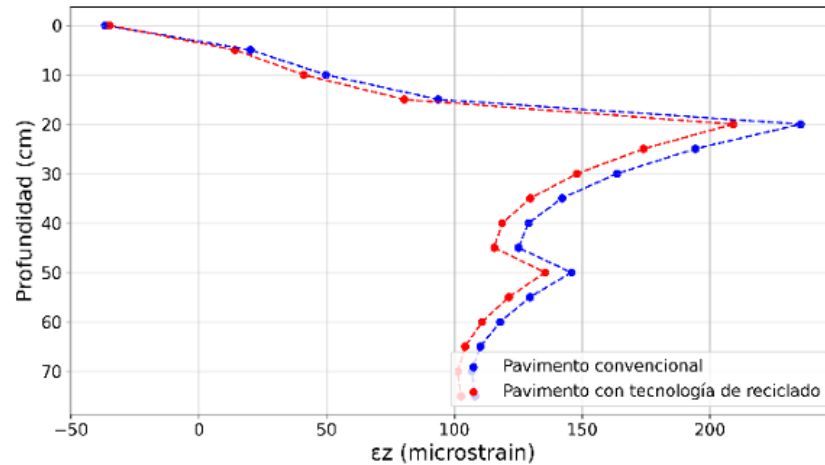
- Convencional: 118M
- Con tecnología de reciclado: 149M

Resultados



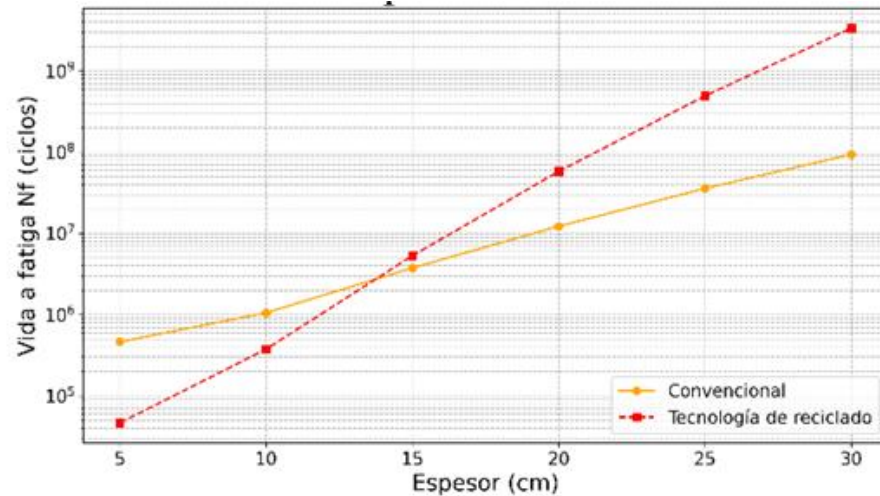
Distribución de esfuerzos verticales y horizontales en pavimentos convencionales y reciclados en función de la profundidad

Resultados



Distribución de deformaciones verticales y horizontales en pavimentos convencional y reciclado en función de la profundidad

Resultados



¿Qué se puede hacer con esto?

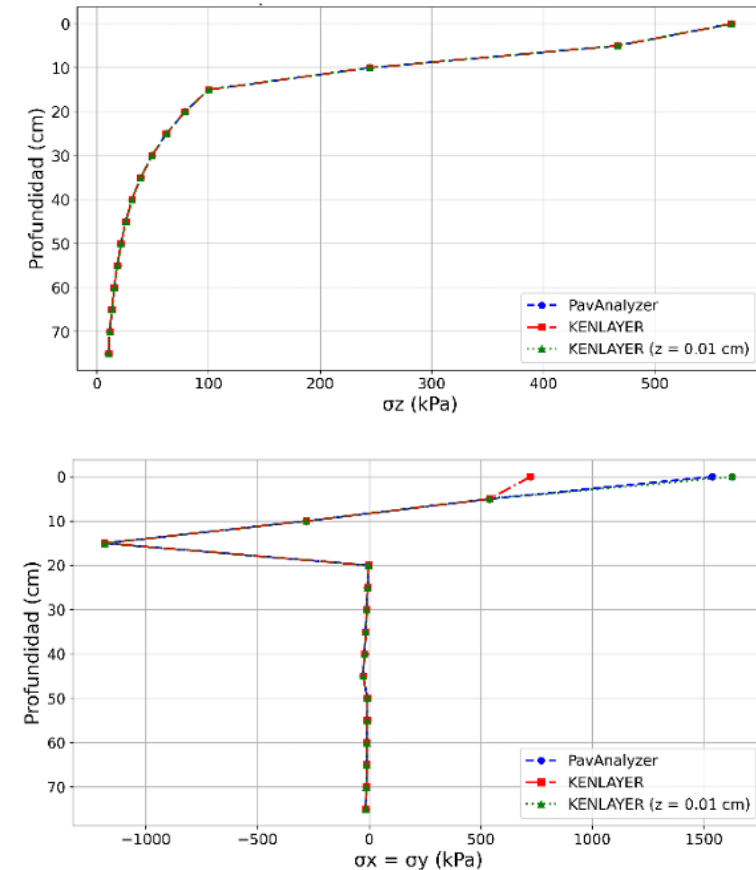
1. Mantener espesor y extender vida útil
2. Reducir espesor y ahorrar inmediatamente

Validación

Se compararon resultados con
KENLAYER

Alta concordancia en:

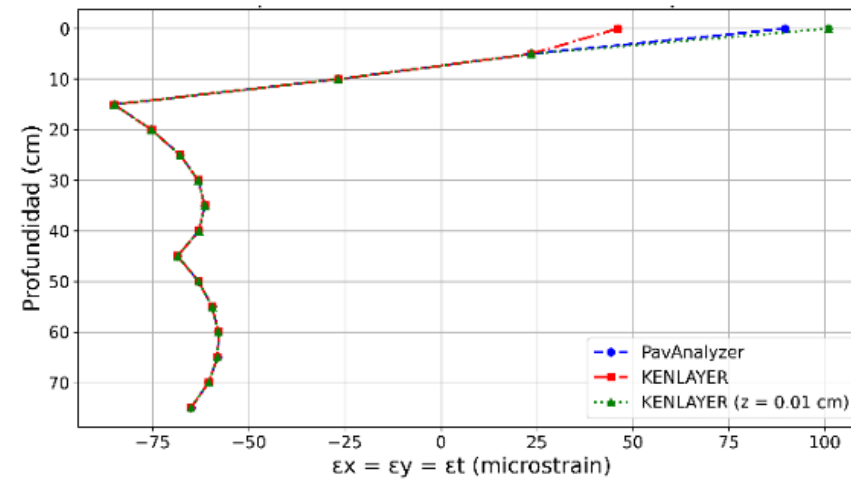
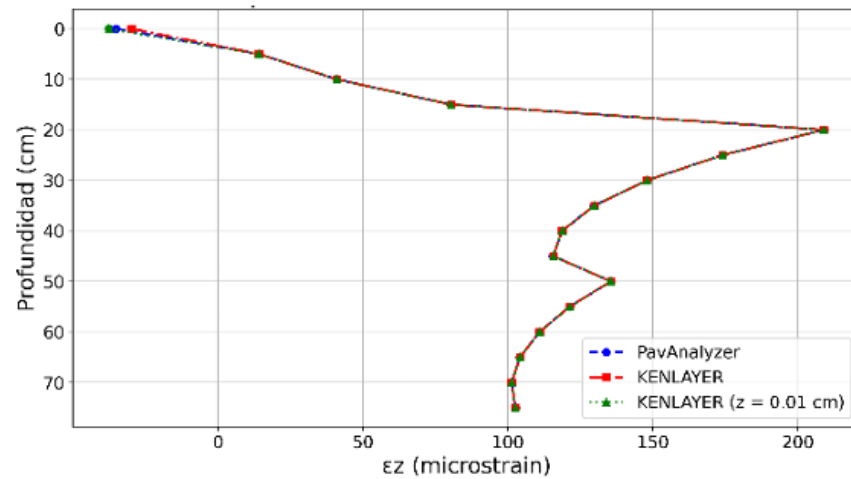
- Esfuerzos verticales y laterales
- Deformaciones
- Desplazamientos
- Precisión numérica
- Ajuste de parámetros de integración



Validación de esfuerzos: Software vs KENLAYER

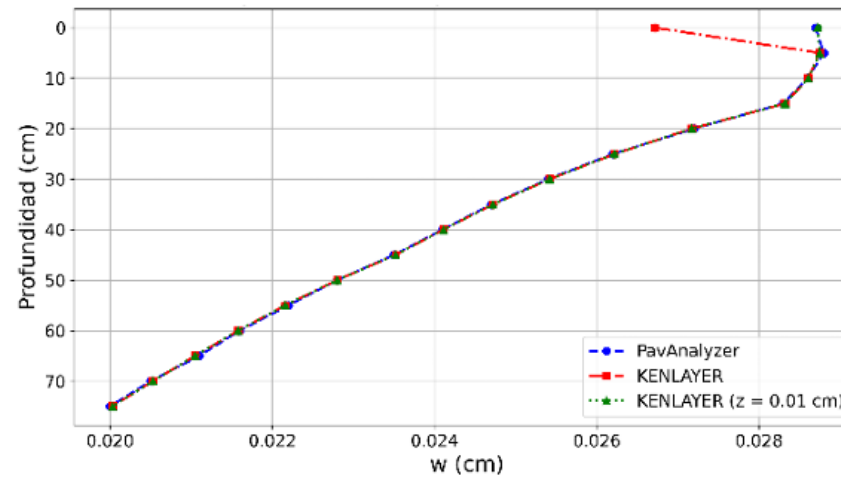


Validación



Validación de deformaciones: Software vs KENLAYER

Validación



Validación de desplazamientos verticales: Software vs KENLAYER

CONCLUSIONES

- El software es una herramienta innovadora desarrollada como plataforma web que permite analizar y comparar estructuras de pavimento convencional y con tecnologías de reciclado.
- El ejemplo de aplicación presentado en este trabajo mostró cómo utilizar la plataforma para comparar y analizar desempeño estructural de ambos tipos de mezcla mediante los resultados de esfuerzos, deformaciones y vida estructural.
- El análisis de vida a fatiga en la plataforma reveló que la mezcla reciclada tiene capacidad para 1.55 millones de ejes equivalentes más que la convencional, permitiendo mantener espesor con mayor vida útil o reducir 0.6 cm para optimizar recursos.

CONCLUSIONES

- También permite la visualización gráfica de resultados clave (esfuerzos, deformaciones, desplazamientos).
- En la validación realizada frente al software KENLAYER, PavAnalyzer mostró una alta concordancia en todos los parámetros analizados, con diferencias mínimas atribuibles a la implementación numérica y al tratamiento de la superficie ($z = 0$).

CONCLUSIONES

Ingeniería del presente

”Diseñar con datos. Comparar con precisión. Optimizar con criterio.”

¡muchas gracias!

Ponente: M. I. Fernando Trejo

Contacto: contacto@pavanalyzer.com



PAVANALYZER