INERTIX

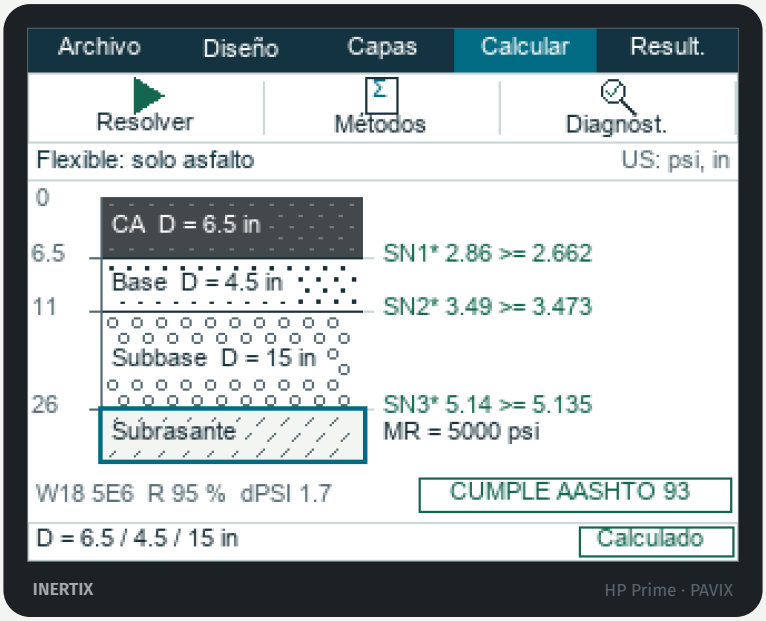
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

PAVIX

Diseño de pavimentos flexibles y rígidos por AASHTO 93

Versión 2026.10 **HP Prime G1 · G2** Vías y pavimentos · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **3**

1.1. Qué calcula . . . 3

1.2. Unidades y convenciones . . . 3

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 4

2. Instalación **4**

2.1. Qué necesita . . . 4

2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 4

3. Licencia de uso **6**

4. La interfaz **7**

4.1. Teclas . . . 7

4.2. Editar un valor y resultados pendientes . . . 8

5. Ejemplo guiado **9**

5.1. Enunciado . . . 9

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 9

5.4. Resultados . . . 18

5.5. Opciones importantes . . . 19

6. Referencia de menús y opciones **24**

6.1. 1 · Archivo . . . 24

6.2. 2 · Diseño . . . 24

6.3. 3 · Capas (en rígido, Losa) . . . 25

6.4. 4 · Calcular . . . 25

6.5. 5 · Result. . . . 26

6.6. Errores y avisos . . . 27

7. Fundamento teórico breve **27**

8. Preguntas frecuentes **29**

1 Presentación y alcance

PAVIX diseña la estructura de un **pavimento** en la calculadora HP Prime con el método de la **Guía AASHTO 93**. En el pavimento flexible calcula el número estructural que necesita cada capa y sus espesores; en el rígido, el espesor de la losa. El corte de capas se edita en pantalla, los resultados se ven sobre el propio corte y en gráficas con cursor, y cada método se desarrolla **paso a paso** para comparar con el cálculo hecho a mano. Está pensado para estudiantes y profesionales de vías.

1.1 Qué calcula

- **Flexible:** de 1 a 5 capas (concreto asfáltico, base granular, subbase granular o base estabilizada) sobre la subrasante. Para cada capa da el SN requerido, el espesor calculado y el adoptado, el SN colocado y el W_{18} admisible, e indica qué interfaz gobierna. Cada capa puede diseñarse o fijarse con un espesor dado (verificación).
- **Rígido (losa de concreto con juntas, JPCP):** espesor de losa D y W_{18} admisible.
- **Asistentes:** tránsito W_{18} por crecimiento; coeficientes de drenaje m y C_d; transferencia de carga J; coeficiente a por correlación; espesores mínimos AASHTO; M_R desde CBR o valor R; M_R efectivo estacional.
- **Métodos complementarios:** verificación empírico-mecánica del flexible (espesor equivalente de Odemark, Boussinesq y criterios de fatiga y ahuellamiento del Instituto del Asfalto) y esfuerzos de Westergaard en la losa rígida (interior, borde y esquina).
- Gráficas: SN frente a la profundidad, capacidad W_{18}–SN, sensibilidad del SN al M_R, perfil de deformación vertical, W_{18} frente a D y esfuerzos de Westergaard frente a D.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	US	SI	Nota
Espesores	in	cm	Redondeo constructivo: 0.5 in o 1 cm
Módulos E, M_R, S'_c, E_c	psi	MPa	
Módulo de reacción k	pci	MPa/m	Solo pavimento rígido
Carga de rueda P / presión q	lb / psi	kN / kPa	Para los métodos mecánicos
Tránsito W_{18}	ESAL	ESAL	Ejes equivalentes de 18 kip (80 kN)
Deformaciones	$\mu\varepsilon$	$\mu\varepsilon$	Compresión positiva

El motor calcula siempre en unidades AASHTO (psi, in, pci, lb); 1 Archivo Unidades solo cambia lo que se ve y se teclea.

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Capas sobre la subrasante	1 a 5
Periodos del M_R estacional	hasta 12
Entradas	R 50–99.9 %; $0 < S_0 \le 1$; $p_t \ge 1.5$; $p_t < p_0 \le 5$; a en (0, 1]; m en (0, 2]; $M_R \ge 100$ psi; $S_c' \le 1500$ psi; E_c entre 10^6 y 8×10^6 psi; J de 2.3 a 4.4; C_d de 0.70 a 1.25; espesor fijo de capa hasta 60 in

⚠ Fuera de alcance

PAVIX **no** hace diseño mecanicista-empírico completo (MEPDG) ni análisis multicapa elástico exacto, y no diseña refuerzos ni pavimentos continuamente armados.

- Z_R se obtiene por interpolación lineal en la tabla 4.1 de la Guía.
- El análisis por capas de AASHTO no se recomienda con granulares de $M_R > 40\,000$ psi: el programa lo avisa, pero no lo impide.
- La verificación empírico-mecánica es simplificada: rueda simple equivalente, capas adheridas, espesor equivalente de Odemark y criterios del Instituto del Asfalto sin corrección por volúmenes. Sirve para comparar, no para diseñar.
- Westergaard usa $\nu = 0.15$ y una carga circular aislada; no considera alabeo térmico.

2 Instalación

2.1 Qué necesita

- Calculadora **HP Prime G1 o G2** con el firmware actualizado.
- Un computador con **HP Connectivity Kit** y el cable USB de la calculadora.
- Los dos archivos que recibió con su compra:
  - la aplicación: `PAVIX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_PAVIX.hpprgm`.

  En el plan fundador el archivo de licencia es `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`.

2.2 Copiar el programa a la calculadora

1. Conecte la calculadora al computador y abra HP Connectivity Kit. La calculadora aparece como **HP Prime** en el panel *Calculadoras*.
2. Seleccione el archivo `PAVIX.hpappdir` y **arrástrelo sobre HP Prime** en ese panel. La aplicación se copia automáticamente al lugar que le corresponde; espere a que termine la transferencia.
3. Haga lo mismo con el **archivo de licencia**: arrástrelo sobre **HP Prime**. Basta copiarlo una vez; no hay que abrirlo ni escribir ninguna clave.
4. En la calculadora pulse Apps para abrir la *Biblioteca de aplicaciones*. PAVIX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de PAVIX para abrirlo. Con la licencia copiada, entra directamente (sección siguiente).

Copia de seguridad

Antes de instalar, respalde su calculadora desde HP Connectivity Kit (clic derecho sobre la calculadora, *Copia de seguridad*). Así conserva sus programas y notas ante cualquier imprevisto.

3 Licencia de uso

PAVIX funciona con un **archivo de licencia** preparado para su calculadora. **No hay que escribir ninguna clave**: el programa lee la licencia por sí solo cada vez que se abre.

1. Al comprar, indique el **ID de la calculadora** (número de serie). Si aún no lo tiene, abra PAVIX sin la licencia: la pantalla `Licencia de uso` lo muestra en la línea `ID de la calculadora`.
2. Con su compra recibe dos archivos:
   - la aplicación: `PAVIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_PAVIX.hpprgm`.

   En el *plan fundador* hay un único archivo de licencia, `INERTIX_LICENCIA.hpprgm`, que sirve para todos los programas.
3. Copie ese archivo a la calculadora igual que la aplicación: arrástrelo sobre **HP Prime** en HP Connectivity Kit. Queda guardado en el catálogo de programas (Program).
4. Abra PAVIX desde la *Biblioteca de aplicaciones*: entra directamente, sin pedir nada.

Si aparece la pantalla de licencia

- `FALTA ARCHIVO DE LICENCIA`: el archivo no está en la calculadora o fue borrado. Cópielo de nuevo y vuelva a abrir el programa (Enter reintenta, Esc sale).
- `LICENCIA NO VÁLIDA` o `SERIAL NO AUTORIZADO`: el archivo o la aplicación no corresponden al ID de esta calculadora. Escriba al asistente técnico con el ID que muestra la pantalla.

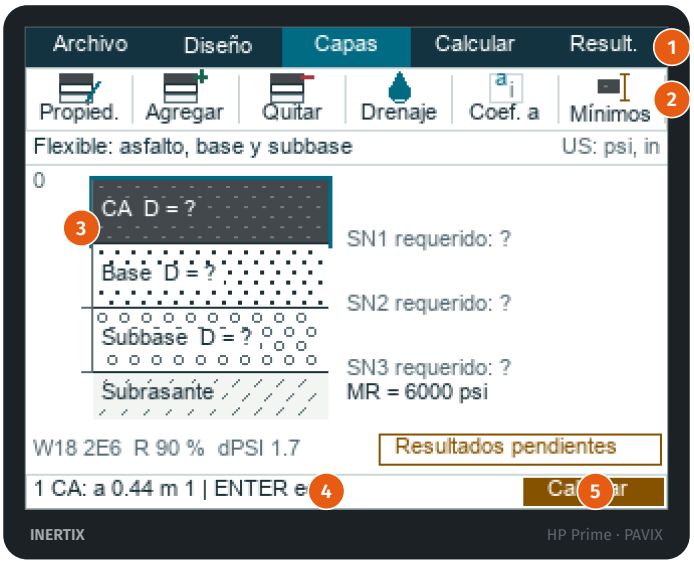
No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

Restablecimiento de la calculadora

Solo en caso de formatear la calculadora, vuelva a copiar la aplicación y su archivo de licencia. Conserve ambos archivos y su comprobante de compra.

4 La interfaz

Al abrirlo, PAVIX carga la plantilla «Flexible: asfalto, base y subbase» sin calcular, con la categoría `Capas` activa. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

1. **Barra de menú.** Cinco categorías; se abren con las teclas 1 a 5 o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Lienzo.** El corte de capas con sus espesores y, a la derecha, el SN de cada interfaz; debajo, los criterios de diseño y el estado.
4. **Línea de estado.** Datos de la capa seleccionada y mensajes.
5. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios sin resolver; `Calculado` si los resultados están al día.

4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
1 … 5	Siempre	Abre la categoría del menú y pone el foco en la cinta.
◀ ▶	Cinta	Elige la orden; en los extremos pasa a la categoría vecina.
Enter	Cinta	Activa la orden resaltada.
Esc	Cinta	Devuelve el foco al lienzo.
▲ ▼	Corte	Selecciona una capa o la subrasante.
Enter	Corte	Abre las propiedades de lo seleccionado.
+ / Del	Corte flexible	Agrega una capa bajo la selección / quita la capa seleccionada.
Flechas	Gráficas	Mueven el cursor; recorrer una gráfica no recalcula.
Enter	Gráfica W18-SN	Cambia la curva activa.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; ▲ ▼ desplazan el texto y + − las tablas anchas.
Esc	Vistas	Vuelve al corte; en el corte, pide confirmar la salida.

Pantalla táctil

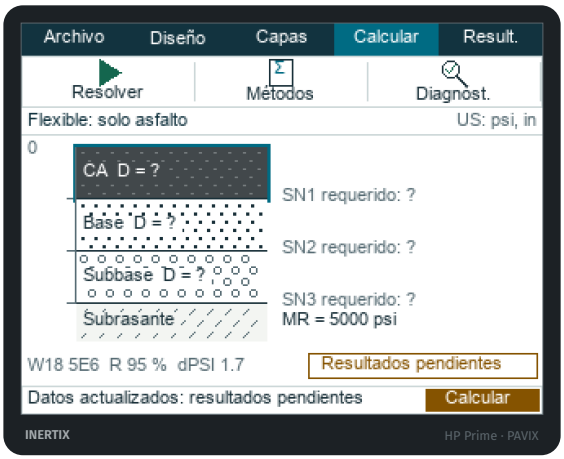
Tocar una categoría o una orden la activa. Tocar una capa la selecciona y un segundo toque abre sus propiedades. En las gráficas, un toque lleva el cursor; en los documentos y procedimientos se arrastra para desplazar. Tocar `Calcular` resuelve.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la celda, con el cursor dentro del número.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



Tras un cambio, los resultados quedan pendientes.

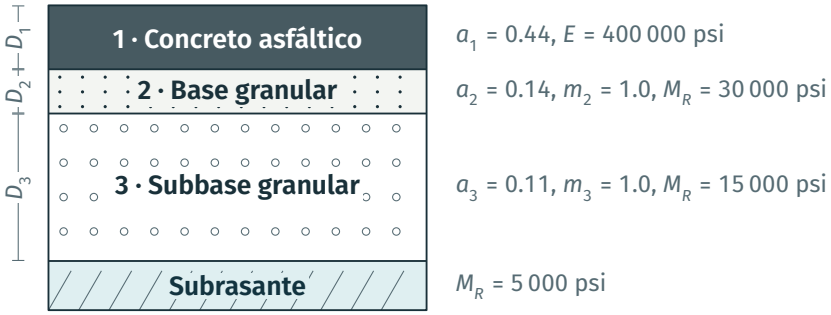
Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Al teclear un número se **reemplaza** el valor; Enter sobre un campo lo selecciona para editarlo.
- ◀ ▶ mueven el cursor dentro del número sin salir de la edición; Del borra el carácter a la izquierda del cursor (al inicio, el de la derecha). Un campo que se deja vacío conserva el valor anterior.
- (−) cambia el signo y EEX añade el exponente: 5×10^6 se teclea 5 EEX 6.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista), ◀ ▶ cambian la opción.
- Si un valor no es válido, aparece un mensaje que dice qué dato corregir y la celda sigue editable.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: PAVIX no muestra valores de una solución anterior. Vuelva a 4 **Calcular** Resolver.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Diseñar por el método **AASHTO 93** un pavimento **flexible de tres capas** (concreto asfáltico, base granular y subbase granular) sobre una subrasante de M_R = 5 000 psi. El tránsito de diseño es de W_{18} = 5 × 10^6 ejes equivalentes de 18 kip y la confiabilidad, del 95 %. Se pide el **número estructural requerido** sobre cada capa, los **espesores** redondeados a 0.5 in (sin espesores mínimos) y la comprobación de que el número estructural colocado alcanza al requerido en todas las interfaces.



5.2 Datos

Criterio	Valor
Tránsito W_{18}	5 × 10^6 ESAL
Confiabilidad R	95 % (Z_R = −1.645)
Desviación S_0	0.35
p_0 / p_t	4.2 / 2.5 (ΔPSI = 1.7)
Redondeo	0.5 in
Espesores mínimos	No se aplican

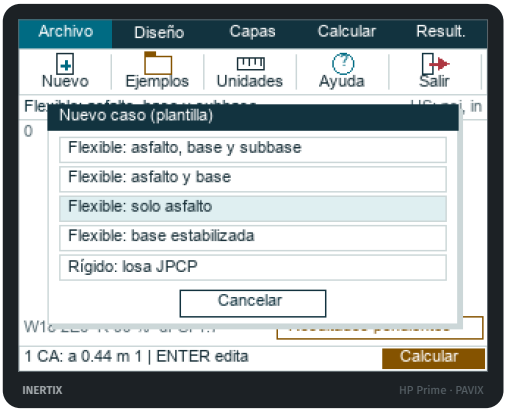
Capa	a_i	m_i	Módulo (psi)
1 Concreto asfáltico	0.44	—	E = 400 000
2 Base granular	0.14	1.0	M_R = 30 000
3 Subbase granular	0.11	1.0	M_R = 15 000
Subrasante	—	—	M_R = 5 000

Fuente: Caso de validación oficial de INERTIX para diseño de pavimentos flexibles y rígidos según la metodología AASHTO 93 (`Archivo > Ejemplos`). El número estructural requerido (SN) y la pérdida de servicialidad se determinan verificando numéricamente la ecuación implícita de diseño de la guía AASHTO.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde cero y solo con el teclado**, en 17 pasos. En cada paso, la fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; ▶×2 significa pulsar la tecla dos veces. Se parte de la pantalla inicial de PAVIX.

1 Nuevo caso: plantilla «Flexible: solo asfalto»



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

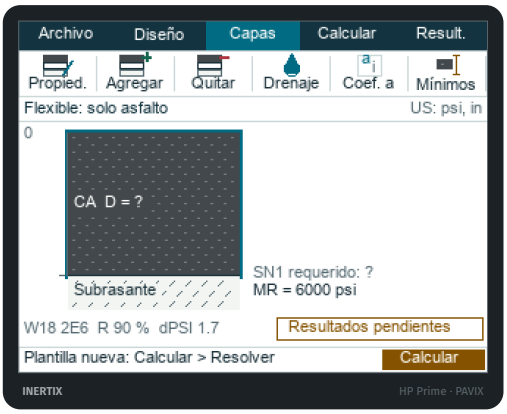
TECLAS

1 Enter ▼×2

1 Archivo Nuevo abre la lista de plantillas. Baje hasta `Flexible: solo asfalto`: una sola capa de concreto asfáltico sobre la subrasante, el punto de partida más limpio para construir el corte capa a capa.

✔ **Debe verse:** Lista «Nuevo caso (plantilla)» con «Flexible: solo asfalto» resaltada

2 Cargar la plantilla



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

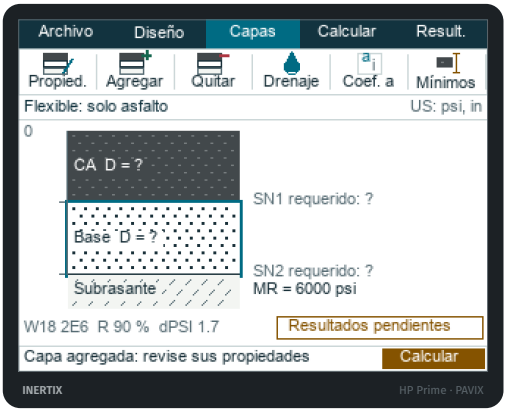
TECLAS

Enter ×2

Enter elige la plantilla y el segundo Enter confirma que se reemplaza el caso actual. El corte muestra la capa de concreto asfáltico (CA) y la subrasante, con los resultados pendientes.

✔ **Debe verse:** Corte con una sola capa CA sobre la subrasante; «Resultados pendientes»

3 Agregar la base granular (capa 2)



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

TECLAS

3 ▶ Enter ▼ Enter

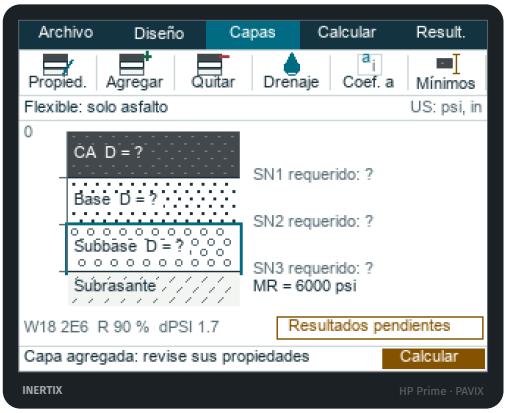
3 Capas Agregar abre la lista de materiales; elija `Base granular`. La capa nueva se inserta **bajo la seleccionada** y queda seleccionada, con valores típicos: a = 0.14, m = 1.0 y M_R = 30 000 psi, que son los del ejemplo.

✔ **Debe verse:** Capa 2 «Base» bajo el CA, seleccionada; abajo «Capa agregada: revise sus propiedades»

⚠ El orden de entrada fija la numeración

Las capas se numeran de arriba abajo. Como cada capa nueva entra bajo la seleccionada, agregue primero la base y después, con la base seleccionada, la subbase. El rótulo superior sigue diciendo «Flexible: solo asfalto» porque es el nombre de la plantilla de origen; no afecta al cálculo.

4 Agregar la subbase granular (capa 3)



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

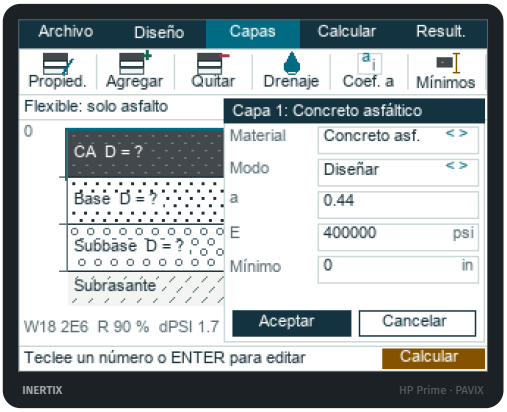
TECLAS

3 ▶ Enter ▼ ×2 Enter

Con la base seleccionada, 3 Capas Agregar y `Subbase granular`. Entra con a = 0.11, m = 1.0 y M_R = 15 000 psi.

✔ **Debe verse:** Capa 3 «Subbase» bajo la base, seleccionada

5 Propiedades del concreto asfáltico



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

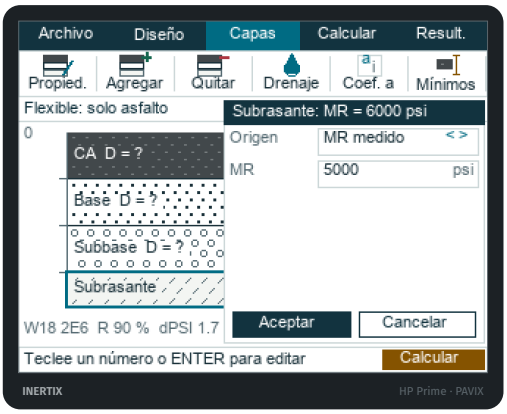
TECLAS

▲ ×2 Enter ▼ ×3 4 0 ×5 Enter 0 Enter

Suba con ▲ ×2 hasta la capa 1 y pulse Enter. En `E` teclee 400000 y en `Mínimo`, 0: el ejemplo no aplica espesores mínimos y la plantilla traía 3 in. Los campos cambian según el material: una capa granular muestra m y M_R en lugar de E.

✔ **Debe verse:** Formulario «Capa 1: Concreto asfáltico»: a = 0.44, E = 400000 psi, Mínimo = 0 in, foco en Aceptar

6 Módulo resiliente de la subrasante



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

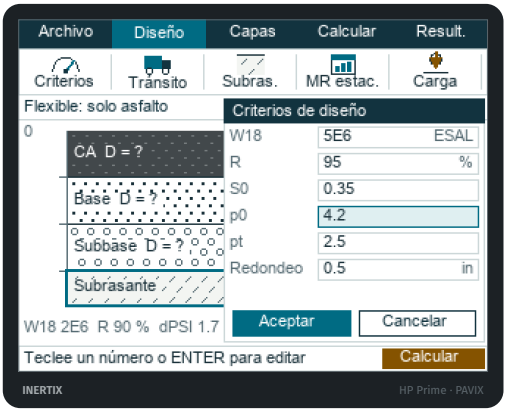
TECLAS

Enter ▼ ×3 Enter ▼ 5 0 ×3 Enter

Enter acepta la capa. Baje hasta la subrasante y pulse Enter. Con `Origen` = `MR medido`, teclee 5000 en `MR`. Este módulo controla el SN total del pavimento.

✔ **Debe verse:** Formulario «Subrasante»: Origen = MR medido, MR = 5000 psi

7 Criterios de diseño: tránsito y confiabilidad



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

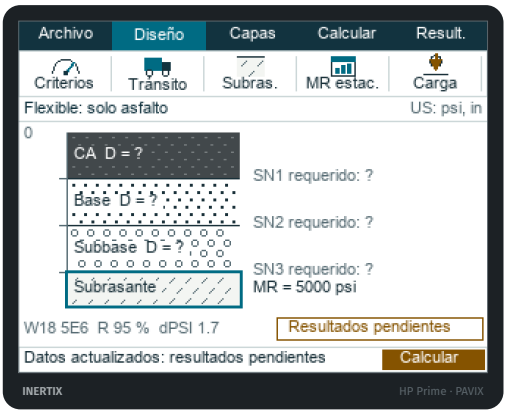
TECLAS

[Enter] [2] [Enter] [5] [EEX] [6] [Enter] [9] [5] [Enter] [0] [.] [3] [5] [Enter]

[Enter] acepta la subrasante y [2] [Diseño] [Criterios] abre los criterios. Teclee W_{18} = 5 [EEX] 6, R = 95 y S_0 = 0.35. Los valores p_0 = 4.2, p_t = 2.5 y el redondeo de 0.5 in ya son los del ejemplo.

✔ **Debe verse:** Formulario «Criterios de diseño»: W18 = 5E6, R = 95 %, S0 = 0.35, p0 = 4.2, pt = 2.5, Redondeo = 0.5 in

8 Aceptar: modelo completo



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

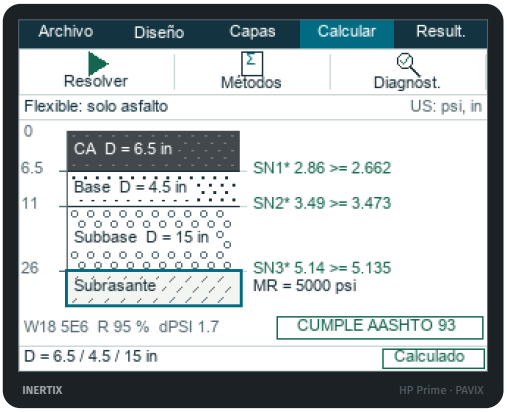
TECLAS

[▼] ×3 [Enter]

Baje a `Aceptar` y pulse [Enter]. El corte muestra las tres capas sin espesor todavía, M_R = 5000 psi y, abajo, «W18 5E6 R 95 % dPSI 1.7». El modelo está completo y pendiente de cálculo.

✔ **Debe verse:** Corte de 3 capas, MR = 5000 psi, «W18 5E6 R 95 % dPSI 1.7», resultados pendientes

9 Resolver



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

TECLAS

4 Enter

4 **Calcular** Resolver. PAVIX resuelve el SN requerido sobre cada capa con el M_R del material que la soporta y calcula los espesores de arriba abajo. El corte queda acotado (6.5, 4.5 y 15 in) y cada interfaz muestra $SN^* \geq SN$ en verde; el cuadro final indica `CUMPLE AASHTO 93`.

✔ **Debe verse:** D = 6.5 / 4.5 / 15 in; SN1* 2.86 ≥ 2.662, SN2* 3.49 ≥ 3.473, SN3* 5.14 ≥ 5.135; «CUMPLE AASHTO 93»

10 Gráfica del SN frente a la profundidad



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

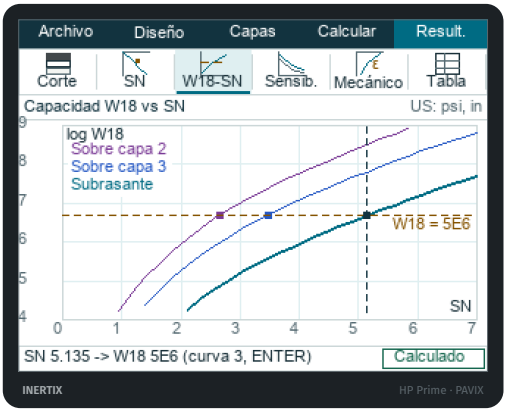
TECLAS

5 ▶ Enter

5 **Result.** SN compara, en función de la profundidad, el SN colocado (escalonado) con el requerido en cada interfaz. Las flechas mueven el cursor de una interfaz a otra; la línea de estado da sus valores.

✔ **Debe verse:** SN requerido y SN colocado frente a z; abajo «Int. 3 z 26: SN* 5.14 req 5.135»

11 Capacidad: log W18 frente a SN



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

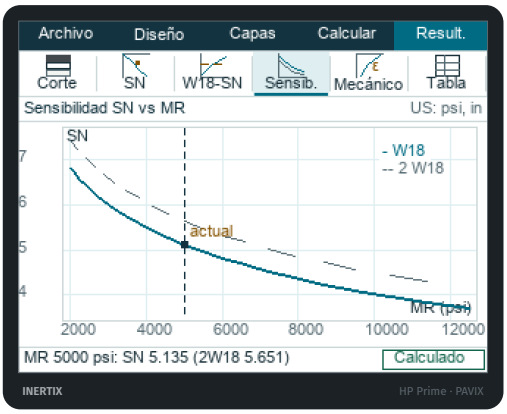
TECLAS

5 ▶ ×2 Enter

5 **Result.** W18-SN dibuja la ecuación AASHTO 93 como curva de capacidad, una por material de apoyo. Donde cada curva corta la línea W_{18} = 5 × 10^6 está el SN requerido de esa interfaz. Enter cambia la curva activa.

✔ **Debe verse:** Una curva por interfaz; abajo «SN 5.135 -> W18 5E6»

12 Sensibilidad del SN al MR de la subrasante



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

TECLAS

5 ▶ ×3 Enter

5 **Result.** Sensib. muestra cómo cambia el SN total con el M_R de la subrasante, para W_{18} y para el doble. Con M_R = 5000 psi, duplicar el tránsito pide 5.651 en lugar de 5.135.

✔ **Debe verse:** Curvas W18 y 2·W18; abajo «MR 5000 psi: SN 5.135 (2W18 5.651)»

13 Verificación empírico-mecánica



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

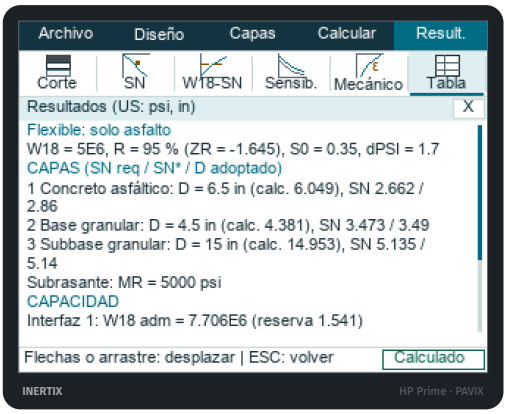
TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Mecánico estima las deformaciones críticas con la rueda de referencia (9000 lb a 80 psi) y las lleva a los criterios del Instituto del Asfalto. Aquí N_f y N_d salen en rojo, por debajo de 5×10^6: la estructura AASHTO no pasa este criterio simplificado. No es un error; es la diferencia conocida entre los dos enfoques (véase la pregunta frecuente).

✔ **Debe verse:** Perfil εz; Nf = 1.732E6 y Nd = 1.843E6 en rojo frente a W18 = 5E6

14 Tabla de resultados



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

TECLAS

5 ▶ ×5 Enter

5 **Result.** Tabla reúne criterios, Z_R, espesores calculados y adoptados, SN y capacidad de cada interfaz con su reserva. Se recorre con ▲ ▼; Esc la cierra.

✔ **Debe verse:** Documento «Resultados (US: psi, in)»: capas con D, SN req, SN* y capacidad por interfaz

15 Lista de métodos



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

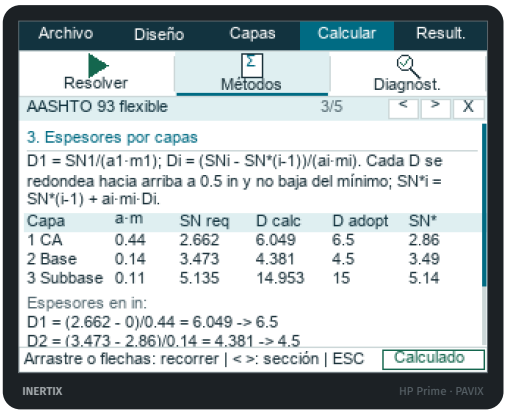
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter

Esc cierra la tabla y 4 Calcular Métodos lista los procedimientos. Los que no aplican al caso aparecen marcados con «x» y el motivo, por ejemplo «solo rígido».

✔ **Debe verse:** «Métodos (procedimiento)» con «AASHTO 93 flexible» resaltado; los de rígido marcados con «x»

16 Procedimiento: espesores por capas



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

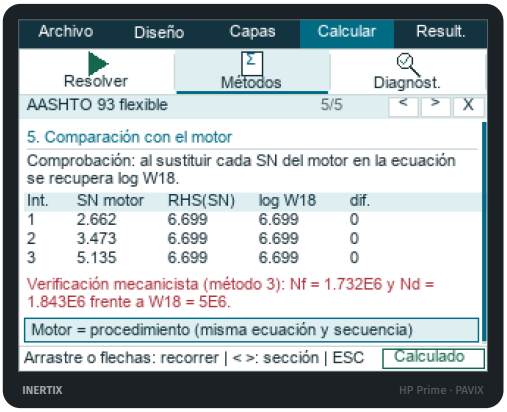
TECLAS

Enter ▶×2

Enter abre `AASHTO 93 flexible`, en cinco secciones. ▶×2 lleva a la sección 3, que calcula cada espesor con $D_i = (SN_i - SN^*_{i-1})/(a_i m_i)$ y lo redondea: 6.049 → 6.5, 4.381 → 4.5 y 14.953 → 15 in.

✔ **Debe verse:** Sección 3/5: D calc 6.049 / 4.381 / 14.953 in redondeados a 6.5 / 4.5 / 15

17 Procedimiento: comprobación con el motor



Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

TECLAS

▶ ×2

▶ ×2 lleva a la sección 5: al sustituir cada SN en la ecuación se recupera $\log W_{18} = 6.699$ con diferencia 0 en las tres interfaces, y el visor confirma `Motor = procedimiento`.

✔ **Debe verse:** Sección 5/5: log W18 = 6.699 recuperado en las 3 interfaces, dif. 0; «Motor = procedimiento»

5.4 Resultados

PAVIX coincide con la referencia

Los números estructurales, los espesores y el SN colocado coinciden con la referencia. La subrasante gobierna el diseño: su W_{18} admisible (5.036×10^6) es el más próximo al de diseño.

Magnitud	Referencia	PAVIX	Estado
SN_1 sobre la base	2.662	2.662	Coincide
SN_2 sobre la subbase	3.473	3.473	Coincide
SN_3 sobre la subrasante	5.135	5.135	Coincide
D_1 concreto asfáltico	6.5 in	6.5 in	Coincide
D_2 base granular	4.5 in	4.5 in	Coincide
D_3 subbase granular	15.0 in	15.0 in	Coincide
SN^* colocado (total)	5.140	5.140	≥ 5.135: cumple
W_{18} admisible sobre la subrasante	$\geq 5 \times 10^6$	5.036×10^6	Cumple

SN^* acumulado por interfaz: 2.86 / 3.49 / 5.14. W_{18} admisible por interfaz: $7.706{\times}10^6$ / $5.148{\times}10^6$ / $5.036{\times}10^6$; gobierna la subrasante (reserva 1.007). Tolerancia de la validación: 10^{-6} en SN.

Comprobación a mano de los espesores

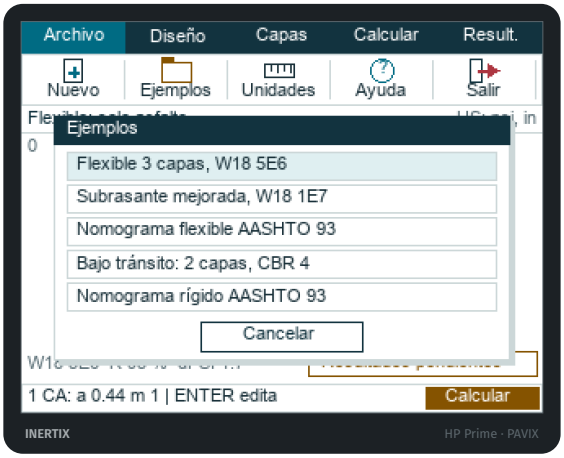
$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2.662}{0.44} = 6.049 \rightarrow 6.5 \text{ in} \qquad SN_1^* = 0.44 \times 6.5 = 2.86$$

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2\, m_2} = \frac{3.473 - 2.86}{0.14} = 4.381 \rightarrow 4.5 \text{ in} \qquad SN_2^* = 2.86 + 0.14 \times 4.5 = 3.49$$

$$D_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3\, m_3} = \frac{5.135 - 3.49}{0.11} = 14.953 \rightarrow 15.0 \text{ in} \qquad SN_3^* = 3.49 + 0.11 \times 15 = 5.14$$

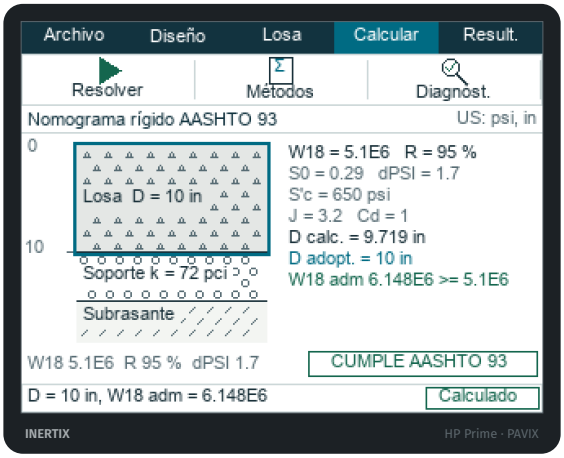
5.5 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca: pavimento rígido, tránsito y subrasante por CBR, M_R estacional, verificación de una estructura existente, unidades SI y la protección del caso. Son los mismos casos de la guía TI-Nspire. Las plantillas (1 **Archivo** Nuevo) y los ejemplos (1 **Archivo** Ejemplos) **sustituyen el caso** y quedan sin calcular.



1 **Archivo** Ejemplos: casos de referencia.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



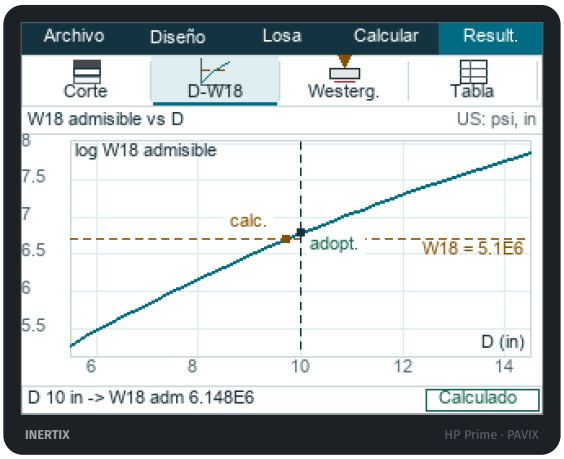
Losa resuelta: D = 9.719 in, adoptado 10 in.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

OI-1 · Pavimento rígido: «Nomograma rígido AASHTO 93»

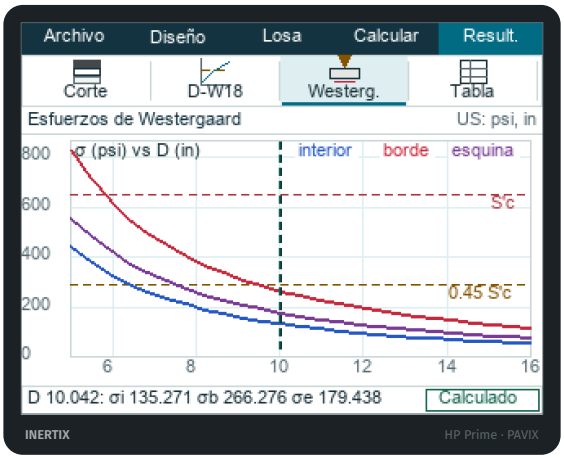
Para qué: diseñar una losa de concreto con juntas (JPCP) y compararla con Westergaard. Es el ejemplo del nomograma de la Guía AASHTO 93 (Parte II, figura 3.7). Datos: W_{18} = 5.1 × 10^6, R = 95 %, S_0 = 0.29, p_0 = 4.2, p_t = 2.5, S'_c = 650 psi, E_c = 5 × 10^6 psi, J = 3.2, C_d = 1.0 y k = 72 pci.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, quinta opción, y 4 **Calcular** Resolver.
2. 5 **Result.** D-W18: W_{18} admisible frente a D, con el espesor calculado y el adoptado.
3. 5 **Result.** Westerg.: esfuerzos interior, de borde y de esquina, con S'_c y 0.45 S'_c.
4. 4 **Calcular** Métodos, AASHTO 93 rígido: ▶ lleva a la ecuación y su solución.
5. 3 **Losa** Transf. J, segunda opción (berma asfáltica sin pasadores, J = 4.1), y Resolver.



5 **Result.** D-W18.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



5 **Result.** Westerg.: cursor junto a D = 10 in.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Magnitud	HP Prime	Lectura
D calculado / adoptado	9.719 / 10.0 in	Nomograma: ≈ 10 in (lectura)
W_{18} admisible con D adoptado	6.148×10^6	Cumple $W_{18} = 5.1 \times 10^6$
Westergaard, D = 10 in	136.3 / 268.1 / 180.7 psi	Interior / borde / esquina: gobierna el borde
D con $\sigma_{borde} = 0.45\, S'_c$	9.49 in	Cerca del D AASHTO
Con J = 4.1: D calculado / adoptado	11.047 / 11.5 in	Sin pasadores exige 1.5 in más
Con J = 4.1: W_{18} admisible	6.677×10^6	

La referencia es una lectura gráfica del nomograma, por eso la diferencia de 0.28 in. C_d se asigna con 3 **Losa** Drenaje (tabla 2.5), igual que m en OI-4.

OI-2 · Tránsito acumulado y subrasante por CBR

Para qué: cuando se conoce el tránsito del primer año y un ensayo CBR, no W_{18} ni M_R. El asistente aplica W_{18} a los criterios y habilita el método `Tránsito de diseño W18`. La correlación 1500 CBR se recomienda hasta CBR 10.

1. 1 **Archivo** Nuevo, segunda plantilla (`Flexible: asfalto y base`), y Enter.
2. 2 **Diseño** Tránsito: ESAL año 1 = 250000, g = 4, n = 20, DD = 0.5, DL = 0.9.
3. Enter sobre `Aceptar`: la ventana muestra GF y W_{18}; Esc la cierra.
4. 2 **Diseño** Subras.: ▶ cambia `Origen` a `CBR (1500)`; teclee 6 y acepte.
5. 4 **Calcular** Resolver.
6. 4 **Calcular** Métodos, `Tránsito de diseño W18`: desarrollo paso a paso.



W_{18} de diseño aplicado.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



Corte calculado.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Magnitud	HP Prime	Lectura
Factor de crecimiento GF	29.778	$((1+g)^n - 1)/g$
W_{18} de diseño	3.350×10^6	$0.5 \cdot 0.9 \cdot 250\,000 \cdot GF$
M_R de subrasante	9000 psi	$1500 \cdot CBR$
SN requerido	2.491 / 3.944	Sobre la base y sobre la subrasante
Espesores D	6 / 9.5 in	CA y base
SN^* colocado	2.640 / 3.970	Cumple en las dos interfaces

OI-3 · M_R efectivo estacional

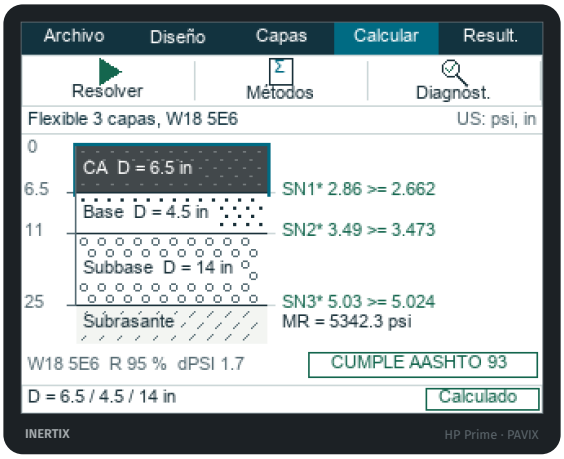
Para qué: ponderar por daño relativo una subrasante cuyo módulo cambia durante el año; la Guía pide el M_R efectivo, no la media. Datos: los periodos de la tabla inicial (3 meses a 20 000 psi, 2 a 4000, 4 a 6000 y 3 a 8000) con el periodo 2 cambiado a 3000 psi.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, primera opción, y 4 **Calcular** Resolver.
2. 2 **Diseño** MR estac.: tabla de periodos y barras de daño, con ancho proporcional a los meses.
3. ▼, Enter: en MR teclee 3000 y acepte.
4. Toque `Aplicar a la subrasante`, confirme con Enter y salga con Esc.
5. 4 **Calcular** Resolver.
6. 4 **Calcular** Métodos, `MR efectivo estacional`: daño por periodo y M_R efectivo.



Periodos y daño relativo.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



Corte con el M_R efectivo.

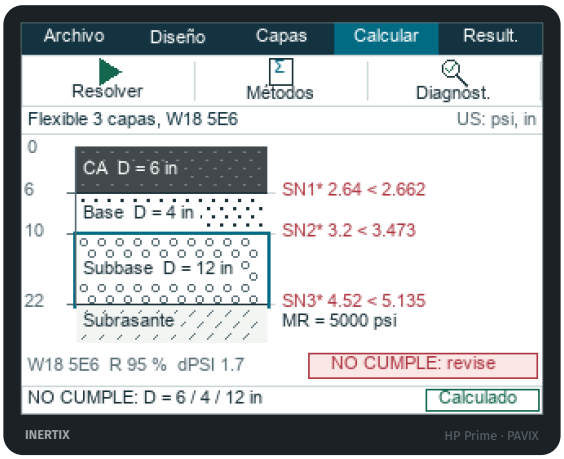
Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Magnitud	HP Prime	Lectura
Daño relativo medio $\bar{u}_f$	0.2652	Ponderado por meses
M_R efectivo	5342 psi	Sube sobre los 5000 psi del ejemplo
SN sobre la subrasante	5.024	Antes 5.135
Subbase D_3	14 in	Antes 15 in
W_{18} admisible	5.041×10^6	Sigue cumpliendo

OI-4 · Verificar una estructura existente; drenaje, coeficiente a y mínimos

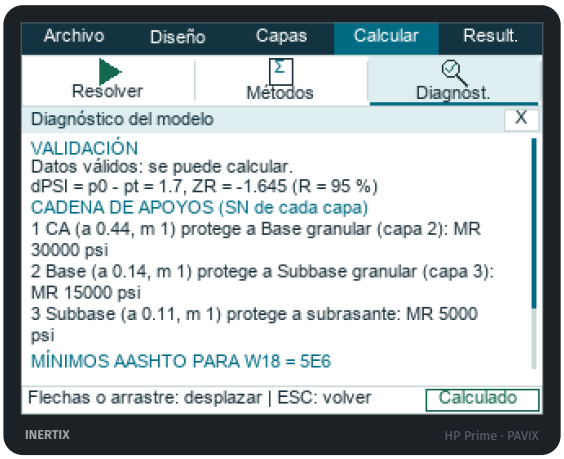
Para qué: comprobar espesores ya construidos en vez de diseñarlos, y ajustar m y a con las tablas. Se parte del ejemplo 1 con capas de 6, 4 y 12 in.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, primera opción. Con la capa 1 seleccionada, Enter.
2. En `Modo`, ▶ pasa a `Espesor fijo`; en `Espesor` teclee 6 y acepte.
3. Repita con la capa 2 (4 in) y la capa 3 (12 in).
4. 4 **Calcular** Resolver: el corte indica `NO CUMPLE`. 4 **Calcular** Diagnóst. explica por qué.
5. Con la capa 3 seleccionada, 3 **Capas** Drenaje: calidad `Bueno`, tiempo `1 a 5 %`, valor `Medio`.
6. Con la capa 2, 3 **Capas** Coef. a: acepte el valor por correlación. Resuelva de nuevo.
7. 1 **Archivo** Ejemplos, cuarta opción (bajo tránsito); 3 **Capas** Mínimos aplica 2.5 y 4 in, y Resolver.



Estructura fija: NO CUMPLE.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



4 **Calcular** Diagnóst.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Magnitud	HP Prime	Lectura
SN^* colocado con 6 / 4 / 12 in	2.640 / 3.200 / 4.520	Requerido 5.135 en la subrasante
W_{18} admisible por interfaz	4.76×10^6 / 3.04×10^6 / 2.08×10^6	Ninguna llega a 5×10^6: NO CUMPLE
m de la subbase (Bueno, 1 a 5 %)	1.2	Valor medio de la tabla 2.4
a de la base por correlación	0.1378	Con M_R = 30 000 psi
SN^* con m y a nuevos	2.640 / 3.191 / 4.775	Sigue sin alcanzar
W_{18} admisible con m y a	4.76×10^6 / 2.99×10^6 / 3.01×10^6	Ahora gobierna la interfaz 2
Ejemplo 4: mínimos / D	2.5 / 4 in; 4 / 8.5 in	Los espesores calculados superan los mínimos

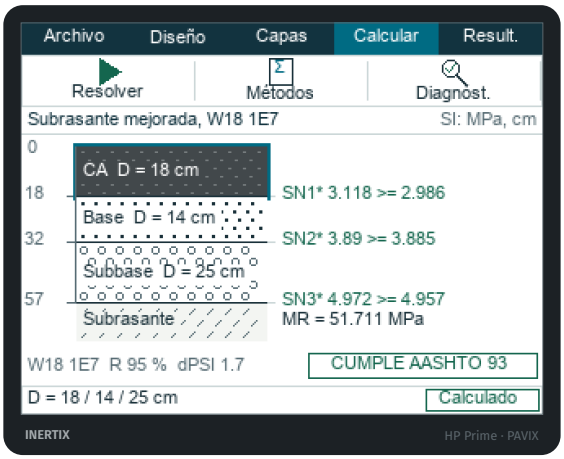
Cómo leerlo

Un drenaje mejor ($m > 1$) aumenta el aporte de la subbase y mueve la interfaz que gobierna, pero no sustituye al espesor que falta. En el ejemplo 4 los mínimos se aplican como campo `Mínimo`: solo gobiernan si superan al espesor calculado.

OI-5 · Unidades SI y carga del método mecánico

Para qué: trabajar en MPa y cm, y usar otra rueda en las verificaciones. Parte del ejemplo 2.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, segunda opción, y 4 **Calcular** Resolver: 7, 6 y 9.5 in.
2. 1 **Archivo** Unidades y 4 **Calcular** Resolver: en SI el redondeo pasa a 1 cm.
3. 2 **Diseño** Carga: P = 40 kN, q = 550 kPa; acepte y resuelva.
4. 5 **Result.** Mecánico: panel con ε_t, ε_c, N_f y N_d.



Ejemplo 2 en SI.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



5 **Result.** Mecánico con la nueva carga.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Magnitud	HP Prime	Lectura
D en US (redondeo 0.5 in)	7 / 6 / 9.5 in	Caso 2 de referencia
D en SI (redondeo 1 cm)	18 / 14 / 25 cm	Se redondea hacia arriba en cm
SN requerido	2.986 / 3.885 / 4.957	No cambia con las unidades
*SN** colocado en SI	3.118 / 3.890 / 4.972	Cambia por el redondeo
N_f / N_d con 9000 lb a 80 psi	2.732×10^6 / 2.160×10^6	Rueda de referencia
N_f / N_d con 40 kN a 550 kPa	2.743×10^6 / 2.169×10^6	Casi igual: ≈ misma carga

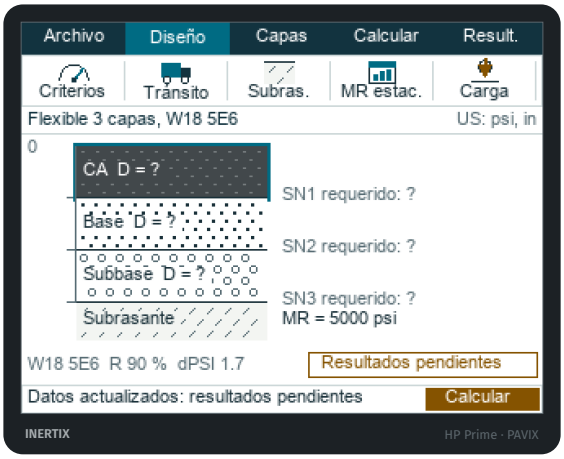
OI-6 · Dato no válido, resultados pendientes, salir y corte con ON

1. Con el ejemplo 1 calculado, 2 **Diseño** Criterios: teclee *R* = 120 y pulse `Aceptar`. El mensaje dice el rango admitido (50 a 99.9 %); el formulario sigue abierto.
2. Enter cierra el mensaje y Esc cancela: el caso sigue igual y calculado.
3. Cambie *R* a 90 y acepte: los resultados quedan **pendientes**.



Dato fuera de rango.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



Resultados pendientes tras el cambio.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

Corte con la tecla ON

Si interrumpe un cálculo, un ejemplo o una plantilla con ON, al volver a entrar PAVIX abre con el caso de antes de la acción, los resultados pendientes y el aviso «Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular». No queda ningún dato a medias: vuelva a resolver. El programa conserva los datos entre sesiones al salir con 1 Archivo Salir.

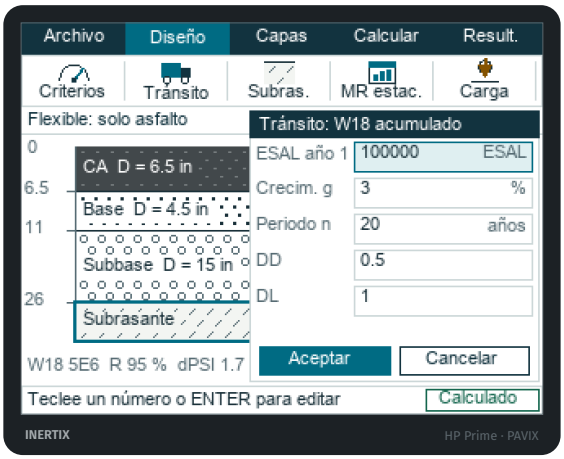
6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Reemplaza el caso por una plantilla (pide confirmación): `Flexible: asfalto, base y subbase`, `Flexible: asfalto y base`, `Flexible: solo asfalto`, `Flexible: base estabilizada` o `Rígido: losa JPCP`. Todas traen criterios habituales (W_{18} = 2 × 10^6, R = 90 %, M_R = 6000 psi y mínimos AASHTO) y se pueden calcular sin cambiar nada.
Ejemplos	Carga un caso de referencia: Flexible 3 capas, W18 5E6 (el de esta guía); Subrasante mejorada, W18 1E7; Nomograma flexible AASHTO 93; Bajo tránsito: 2 capas, CBR 4; Nomograma rígido AASHTO 93; Losa JPCP sobre suelo blando.
Unidades	Alterna US (psi, in) y SI (MPa, cm). En SI el redondeo pasa a 1 cm y los resultados quedan pendientes.
Ayuda	Documento desplazable con el resumen de menús y teclas.
Salir	Pide confirmación.

6.2 2 · Diseño

Orden	Qué hace
Criterios	W_{18}, R, S_0, p_0, p_t y redondeo constructivo.
Tránsito	Asistente: ESAL del primer año, crecimiento g (%), periodo n (años), factores de dirección DD y de carril DL. Calcula W_{18} y lo aplica a los criterios.
Subras.	M_R de la subrasante: medido, por CBR (1500 CBR o 2555 $CBR^{0.64}$) o por valor R (1000 + 555 R). En rígido se llama `Soporte`: k directo o $k = M_R/19.4$.
MR estac.	Tabla de periodos (meses y M_R) con su daño relativo u_f en barras; calcula el M_R efectivo y lo aplica a la subrasante. + y Del agregan y quitan periodos.
Carga	Rueda de referencia P y presión de contacto q, para los métodos empírico-mecánico y de Westergaard.



2 **Diseño** Tránsito.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



2 **Diseño** MR estac.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

6.3 3 · Capas (en rígido, Losa)

Orden	Qué hace
Propied.	Material, modo (`Diseñar` o `Espesor fijo`), *a*, *m* (granulares), *E* o M_R y espesor mínimo o fijo de la capa seleccionada.
Agregar	Inserta una capa bajo la selección (máximo 5).
Quitar	Quita la capa seleccionada (pide confirmación; debe quedar al menos una).
Drenaje	Coeficiente *m* de la capa granular seleccionada según la calidad del drenaje y el tiempo cerca de la saturación (tabla 2.4).
Coef. a	Estima *a* con el módulo de la capa (correlaciones de la Guía; no disponible para base estabilizada).
Mínimos	Aplica los espesores mínimos AASHTO de concreto asfáltico y base para el W_{18} actual.
Losa / Drenaje / Transf. J	En rígido: modo, S'_c, E_c, *J* y C_d; C_d por la tabla 2.5 y *J* por la tabla 2.6.

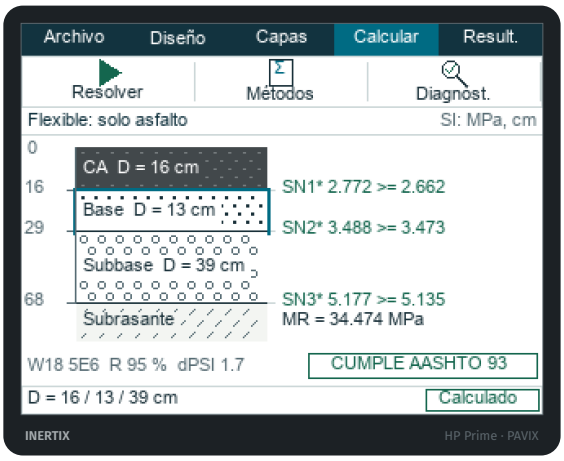
6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Calcula el caso y muestra el corte acotado.
Métodos	Lista de procedimientos paso a paso (tabla siguiente).
Diagnóst.	Valida los datos y explica la cadena de apoyos, los avisos y los mínimos AASHTO.

Método	Disponible	Contenido
AASHTO 93 flexible	Flexible	Datos, ecuación e iteraciones, espesores, capacidad y comprobación.
AASHTO 93 rígido	Rígido	Datos de la losa, ecuación y solución, adopción y capacidad, comparación con Westergaard.
Empírico-mecánico (Odemark)	Flexible con asfalto arriba	Modelo elástico, espesor equivalente, deformaciones críticas, criterios del Instituto del Asfalto y comparación.
Westergaard (losa)	Rígido	Rigidez relativa, esfuerzos y comparación con AASHTO 93.
MR efectivo estacional	Siempre	Daño relativo por periodo y M_R efectivo.
Tránsito de diseño W18	Tras usar el asistente	Factor de crecimiento y W_{18}.

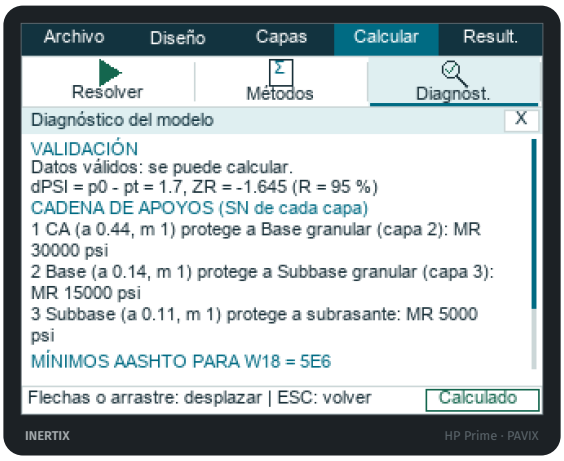
6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
Corte	Corte acotado; selección y edición de capas.
SN	SN requerido y colocado frente a la profundidad.
W18-SN	Capacidad log W_{18} frente a SN, una curva por interfaz.
Sensib.	SN frente al M_R de la subrasante para W_{18} y $2W_{18}$.
Mecánico	Perfil de ε_z y panel con ε_t, ε_c, N_f y N_d.
D-W18 / Westerg.	En rígido: W_{18} admisible frente a D y esfuerzos de Westergaard con S_c' y $0.45\,S_c'$.
Tabla	Documento con todos los resultados.



Corte del ejemplo en SI.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.



4 Calcular Diagnóst.

Captura ADAPTADA: PPL de PAVIX ejecutado en PC y dibujado con Pillow; no es de la calculadora.

6.6 Errores y avisos

Mensaje	Qué significa y qué hacer
Confiabilidad R fuera de rango	Dato rechazado: el formulario sigue abierto y el caso no cambia. Lo mismo vale para los demás rangos de la sección 1.
Máximo 5 capas / Debe quedar al menos una	Límite de `Agregar` y `Quitar`.
m se aplica a capas granulares	La orden `Drenaje` solo vale para base y subbase; seleccione una de ellas.
Sin correlación para base estabilizada	Ingrese *a* a mano (figuras 2.8 y 2.9 de la Guía).
MR > 40000 psi; AASHTO no recomienda...	Aviso: PAVIX calcula igual, pero revise el módulo.
Capa *i*: gobierna el espesor mínimo	Aviso del diagnóstico: el mínimo supera al espesor calculado.
Método no disponible	No aplica al caso; el motivo va entre paréntesis (por ejemplo, «solo rígido»).
Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular	Hubo un corte con ON: véase OI-6.

7 Fundamento teórico breve

AASHTO 93 flexible

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \qquad (1)$$

Donde: Z_R desviación normal estándar para la confiabilidad R (tabla 4.1), S_0 desviación estándar global, $\Delta PSI = p_0 - p_t$, M_R módulo resiliente del material de apoyo en psi.

Cada capa protege al material que la soporta: SN_i se resuelve con el M_R del material bajo la capa i (Newton con salvaguarda de bisección). Los espesores se calculan de arriba abajo:

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}, \qquad D_i = \frac{SN_i - SN_{i-1}^*}{a_i\, m_i}, \qquad SN_i^* = SN_{i-1}^* + a_i\, m_i\, D_i \qquad (2)$$

Donde: a_i coeficiente estructural, m_i coeficiente de drenaje (1 en el concreto asfáltico), D_i espesor adoptado: redondeado hacia arriba al incremento y no menor que el mínimo.

AASHTO 93 rígido

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{3.0}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32\, p_t) \log\left[\frac{S_c' C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63\, J \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right]$$

Donde: D espesor de losa (in), S_c' módulo de rotura, C_d drenaje, J transferencia de carga, E_c módulo del concreto, k módulo de reacción. Con k alto la ecuación tiene dos raíces; PAVIX toma la de la rama creciente.

Datos de entrada auxiliares

$$W_{18} = DD \cdot DL \cdot ESAL_1 \cdot GF, \qquad GF = \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

$$u_f = 1.18 \times 10^8\, M_R^{-2.32}, \qquad M_{R,ef} = \left(\frac{\bar{u}_f}{1.18 \times 10^8}\right)^{-1/2.32}$$

$$M_R = 1500\, CBR, \qquad M_R = 1000 + 555\, R$$

Donde: $\bar{u}_f$ daño relativo medio ponderado por los meses de cada periodo.

Verificación empírico-mecánica

El sistema de capas se transforma en uno equivalente con el espesor de Odemark y se aplica la solución de Boussinesq bajo la carga circular:

$$h_e = f \sum h_i \left[\frac{E_i/(1-v_i^2)}{E_n/(1-v_n^2)}\right]^{1/3} \qquad N_f = 0.0796\, \varepsilon_t^{-3.291} E_1^{-0.854} \qquad N_d = 1.365 \times 10^{-9}\, \varepsilon_c^{-4.477} \qquad (3)$$

Donde: f = 0.9 en dos capas; en multicapa, 1.0 en la primera interfaz y 0.8 en las demás. ε_t deformación de tracción en la base del asfalto, ε_c deformación vertical sobre la subrasante, E_1 en psi.

Westergaard

$$\ell = \left[\frac{E_c h^3}{12(1-v^2)k}\right]^{1/4}$$

$$\sigma_i = \frac{3(1+v)P}{2\pi h^2}\left[\ln\frac{\ell}{b} + 0.6159\right]$$

$$\sigma_e = \frac{3P}{h^2}\left[1 - \left(\frac{1.772\, a}{\ell}\right)^{0.72}\right]$$

Donde: ℓ radio de rigidez relativa, h espesor, P carga, a radio de contacto, b radio equivalente, $\nu = 0.15$. El esfuerzo de borde usa la expresión corregida de 1985, que figura completa en el procedimiento.

Criterio de fatiga
Si $\sigma / S'_c < 0.45$, la PCA considera repeticiones ilimitadas por fatiga. El borde suele gobernar: por eso la gráfica de Westergaard marca S'_c y $0.45\,S'_c$.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?
Porque los datos cambiaron después del último cálculo. PAVIX no muestra resultados de una solución anterior: use 4 Calcular Resolver o toque `Calcular`.

¿Por qué la verificación mecánica sale en rojo si AASHTO cumple?
Son enfoques distintos. AASHTO 93 es empírico; la verificación de PAVIX es una aproximación simplificada (rueda simple, Odemark, criterios del Instituto del Asfalto sin corrección). Úsela para comparar alternativas, no para aceptar o rechazar un diseño.

¿Dónde pongo los espesores mínimos?
En el campo `Mínimo` de cada capa o, de una vez, con 3 Capas Mínimos, que aplica los valores AASHTO para el W_{18} actual. Si un mínimo gobierna, el diagnóstico lo indica.

¿Cómo verifico una estructura existente?
Ponga cada capa en modo `Espesor fijo` con su espesor. PAVIX calcula el SN colocado y el W_{18} admisible de cada interfaz.

¿Qué pasa si interrumpo un cálculo con la tecla ON?
Al volver a entrar, PAVIX abre con el caso de antes de la acción interrumpida, los resultados pendientes y el aviso «Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular». Ver OI-6.

¿Dónde está la tabla de cobertura de funciones?
En la carpeta de la guía TI-Nspire, `GUIAS_LATEX/PAVIX/COBERTURA_FUNCIONES.md`: indica qué caso explica cada función.

¿Cómo escribo 5×10^6?
Teclee 5 EEX 6. El signo se cambia con (-).

¿Puedo trabajar en MPa y cm?
Sí: 1 Archivo Unidades. El cálculo es el mismo; solo cambian los valores que se ven y se teclean, y el redondeo pasa a 1 cm.

¿Por qué un método aparece marcado con «x»?
Porque no aplica al caso: los métodos de rígido piden una losa, el empírico-mecánico necesita concreto asfáltico arriba y el de tránsito, haber usado el asistente. El motivo aparece entre paréntesis.

El programa avisa «MR > 40000 psi».

La Guía no recomienda el análisis por capas con granulares tan rígidos. PAVIX calcula igualmente, pero revise ese módulo.