INERTIX

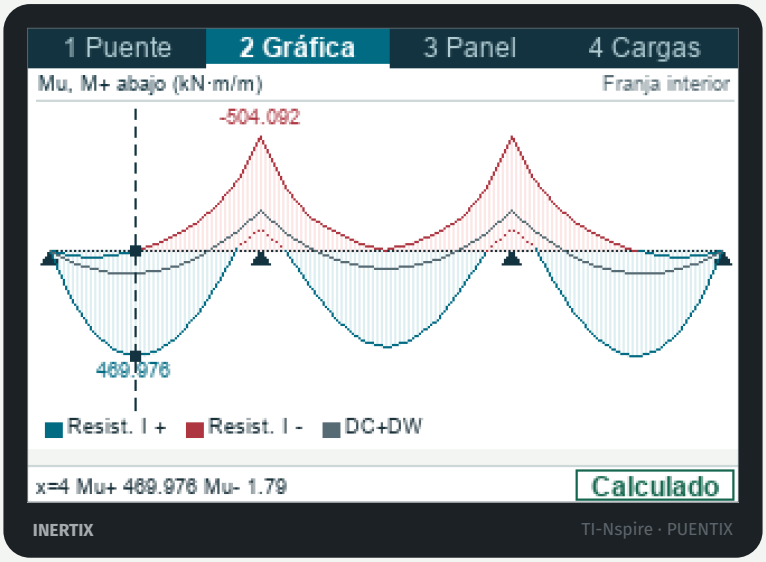
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

PUENTIX

Superestructura de puentes AASHTO LRFD: HL-93, franjas, vigas y losa

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Estructuras · Noviembre de 2026



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

2. Instalación 5

3. Licencia de uso 5

4. La interfaz 8

5. Ejemplo guiado 12

6. Referencia de menús y opciones 39

7. Fundamento teórico breve 41

8. Errores, avisos y preguntas frecuentes 42

1 Presentación y alcance

PUENTIX analiza la superestructura de puentes viales de **uno a veinte tramos continuos** según AASHTO LRFD (9.ª edición) en las TI-Nspire CX y CX II. Calcula las líneas de influencia exactas, mueve la carga HL-93 completa, reparte la carga entre franjas o vigas, combina los estados límite y, en puentes losa, diseña el armado. Cada resultado tiene su gráfica y un procedimiento paso a paso. El motor es el de la versión HP Prime, traducido sin cambios.

1.1 Qué calcula

- **Líneas de influencia** exactas de momento, cortante y reacción (tres momentos) en 11 secciones por tramo.
- **HL-93**: camión con eje trasero variable, tándem, carga de carril, doble camión al 90 % para el momento negativo y las reacciones en pilas, y camión de fatiga. Tren US o SI.
- **Cargas permanentes**: peso propio, barrera con la posición de su centro, asfalto y una lista de hasta 20 cargas DC o DW lineales, de área y puntuales (veredas, barandas, postes…); en vigas, cartelas y diafragmas.
- **Reparto**: franjas interior y de borde en losas; en vigas, uniforme, tributario o regla de la palanca.
- **Distribución de la carga viva**: franjas equivalentes; fórmulas AASHTO 4.6.2.2, palanca y método rígido en vigas T y cajón; o factores manuales.
- **Combinaciones** Resistencia I, Servicio I y Fatiga I, con envolventes de M_u y V_u y reacciones.
- **Puente losa**: diseño a flexión, reparto, temperatura, fisuración, peralte mínimo y flecha frente a $L/800$.
- **Vigas T y cajón**: demandas por viga interior y exterior y la **losa del tablero** transversal.
- Nueve **procedimientos**: metrado, líneas de influencia, Barré, HL-93 en una sección, Cross, distribución, combinaciones, diseño de la losa o del tablero, y flecha.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Longitud	m (las fórmulas de franjas y distribución usan internamente pies y pulgadas)
Fuerza y momento	kN y kN·m, o tonf y tonf·m con menu **Archivo** → `kN` / `tonf`; esfuerzos en MPa o kgf/cm²
Puente losa	Resultados por metro de ancho de franja (kN·m/m, kN/m). La reacción R_u también es por metro, aunque el Panel y la ficha del apoyo la rotulan en kN
Momento	Positivo si tracciona la cara inferior; en la envolvente, M+ se dibuja hacia abajo
Posición x	Desde el apoyo izquierdo A0; apoyos numerados A0, A1, …

1.3 Límites

Fuera de alcance

- Apoyos simples continuos, EI constante, sin esviaje y con $\eta = 1$. Hasta 20 tramos de 2 a 150 m.
- Franja de borde: una línea de ruedas más la fracción del carril que cae dentro de E_b, con $m = 1.2$.
- En vigas T y cajón, PUENTIX entrega las demandas por viga y el peralte mínimo; no diseña la viga.
- Losa del tablero: viga continua sobre los ejes de las almas; sin choque sobre la barrera ni carga peatonal.

2 Instalación

El archivo que abre el usuario es `PUENTIX.tns`. Los componentes del programa se distribuyen integrados en ese documento.

Archivo	Uso
`PUENTIX.tns`	Documento de la aplicación para TI-Nspire.
Guía de uso en PDF	Instrucciones y ejemplo guiado de la misma versión.
Ficha de ejemplo en PDF	Enunciado, datos y resultados de referencia.

2.1 Abrir en la computadora

1. Conserve una copia del documento recibido.
2. Ábralo en el software TI-Nspire compatible indicado en la ficha de esta guía.
3. Active la página del programa y compruebe que aparece su pantalla inicial.

2.2 Transferir a la calculadora

Con el software TI-Nspire de escritorio, la ruta documentada por Texas Instruments es conectar el equipo por USB, abrir el documento y usar **File > Save to Handheld** (Archivo > Guardar en unidad portátil). Seleccione el equipo y la carpeta de destino; después abra el documento transferido.

Referencia: Texas Instruments, solución 26210. Es la ruta general documentada por Texas Instruments para cualquier documento .tns.

> **Guardar un caso**
> Guarde una copia del documento con un nombre reconocible. El programa está diseñado para conservar los datos del caso; la guía indica qué se restaura y cuándo hay que recalcular. No presuponga que el resultado guardado sigue vigente.

3 Licencia de uso

PUENTIX se entrega con una **licencia personal**: se activa una sola vez y queda ligada a **su** calculadora TI-Nspire (CX y CX II). La activación de la versión HP Prime no se aplica a la TI-Nspire.

Archivo	Uso
`PUENTIX.tns`	Documento de la aplicación; el programa completo va dentro.
`INERTIX_LICENCIA.tns`	Documento con la licencia de **su** calculadora. Se recibe después de enviar el ID; una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX.

Los programas se reciben por WhatsApp en un archivo `.zip`, junto con `INERTIX_LICENCIA.tns`. Si ya tiene los programas, recibe solo `INERTIX_LICENCIA.tns`.

3.1 Cómo funciona

- Al abrir `PUENTIX.tns` aparece `Verificando la licencia...` durante unos segundos (unos 7 a 8 en una TI-Nspire CX CAS). Es normal: con una licencia válida para esa calculadora, PUENTIX se

abre solo, con el caso guardado. Sin ella queda la pantalla `Licencia`, que solo ofrece `Licencia` (estado, pegar, copiar el ID, verificar de nuevo) y `Ayuda` (instrucciones, soporte, acerca de): **no se puede calcular**.

- La licencia es un texto firmado ligado al **ID completo** de la calculadora; enumera los programas y la versión mayor autorizados. Si se edita un carácter, deja de ser válida.
- Se verifica al abrir el documento, al pegar una licencia y al volver a la página. No se guarda un estado «activado»: un documento copiado a otra calculadora muestra `Licencia de otra calculadora`.
- En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y el programa no calcula, aunque el documento traiga una licencia válida.

3.2 Activar en la calculadora

1. Abra `PUENTIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `PUENTIX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

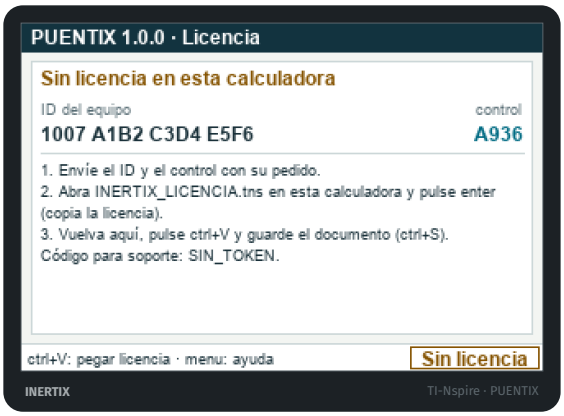
Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva a abrir `INERTIX_LICENCIA.tns`, pulse enter y pegue de nuevo.
Licencia de otra calculadora	La licencia es de otro ID. Pida soporte con el ID y el control de esta calculadora.
Programa o versión no incluidos	La licencia no incluye este programa o esta versión mayor.
Se activa solo en una calculadora TI-Nspire	Software de computadora o emulador: abra el documento en su TI-Nspire CX y CX II.
No se pudo verificar	Pida soporte con el código que muestra la pantalla.

Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.

3.4 La licencia en PUENTIX

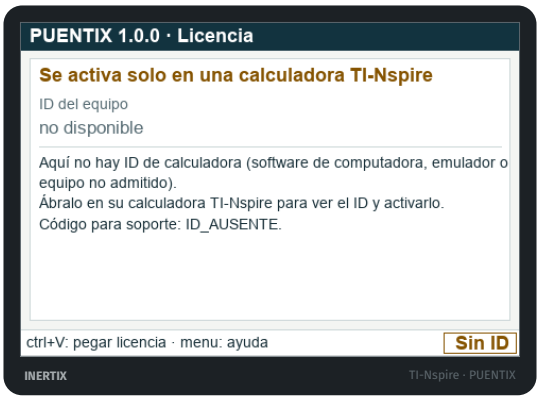


Sin licencia: solo la pantalla Licencia; no hay cálculo. ID de ejemplo.



menu **Archivo** → `Licencia` con la licencia activa. ID de ejemplo.

La orden menu **Archivo** → `Licencia` (última de Archivo) abre la pantalla Licencia sobre el puente; esc vuelve con el caso intacto. Sin licencia válida para **esta** calculadora, PUENTIX no calcula ni cambia el puente. En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla lo indica y el programa no calcula.



Software de computadora: se activa solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II).

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

Al abrirlo por primera vez, PUENTIX muestra una losa continua de 10-12-10 m sin calcular, en la vista `Puente`.



Zona	Uso
1 Pestañas	Cuatro vistas: `Puente`, `Gráfica`, `Panel` y `Cargas`; [1] a [4], [tab] o un clic.
2 Elevación	Tramos con sus luces y apoyos; el tramo elegido se resalta. [◄] [►] lo eligen y [enter] edita su luz; [a] muestra las reacciones de un apoyo.
3 Sección	Barreras, carriles de diseño, ancho y cargas de la lista.
4 Botón	`Calcular` si hay cambios sin resolver (clic: resuelve); `Calculado` si los resultados están al día. La barra inferior recuerda las teclas de la vista.
Menú	[menu] abre las cinco categorías de la HP: Archivo, Puente, Cargas, Calcular y Result.



[menu]: categoría Puente.



[menu]: categoría Result.

4.2 Vistas y teclas

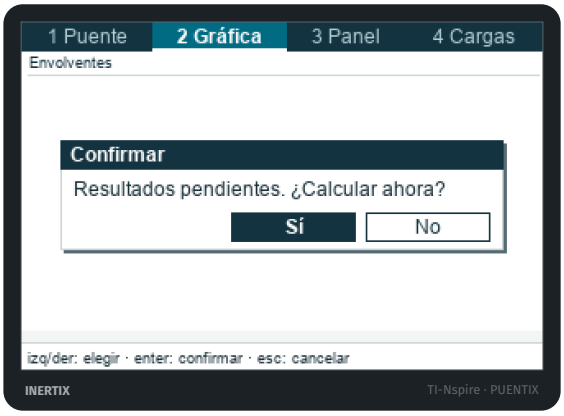
Vista	Contenido y teclas
`Puente`	Elevación y sección del modelo.
`Gráfica`	menu **Result.** → `Tren`, `LI`, `Envolv.` o `Transv.`. En `Tren`, ◄ ► mueven el vehículo, ▲ ▼ cambian la sección, enter alterna camión y tándem y + − lo llevan a la posición crítica. En `LI`, enter cambia entre M, V y R. En `Envolv.`, enter alterna momento y cortante.
`Panel`	Con la tecla 3: resumen de demandas, armado y flecha por tramo; ▲ ▼ desplazan y enter abre el croquis. menu **Result.** → `Armado` (losa) o `Demand.` (vigas) abren el croquis directamente: plano de barras o tabla de demandas; en vigas, enter pasa al armado de la losa del tablero.
`Cargas`	Tabla de la lista de cargas: caso, tipo, valor, unidad y posiciones; enter edita la celda, + agrega, del borra (pide confirmar) y p abre la ficha de la carga.

menu **Result.** → `Interior` cambia el miembro de todas las vistas (franja interior o de borde, viga interior o exterior); la orden pasa a llamarse `Borde` o `Exterior`. Recorrer una gráfica nunca recalcula.

4.3 Editar un valor y resultados pendientes



Luz escrita en milímetros (12000): fuera del rango de 2 a 150 m.



Tras un cambio, la vista pide calcular.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo; una cifra tecleada reemplaza el valor y enter lo confirma; ◄ ► cambian las opciones.
- tab lleva a `Aceptar`; enter aplica. esc cancela: el puente no cambia.
- Un dato fuera de rango se rechaza con un aviso que dice el rango; el formulario sigue abierto.

> **⚠ Aceptar un cambio y recalcular**
> Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: PUENTIX no muestra valores de un cálculo anterior y las vistas de resultados preguntan «¿Calcular ahora?». Con `No` (o esc) el puente se conserva sin calcular.

4.4 La lista de cargas

menu **Cargas** → `Lista` abre la pestaña `Cargas`. La tabla usa códigos: `Caso` 1 = DC y 2 = DW; `Tipo` 1 = lineal, 2 = de área y 3 = puntual; `Lado` 1 = izquierdo, 2 = derecho y 3 = ambos. La posición y se

mide desde el borde del lado elegido. [+] abre el formulario, que muestra los nombres completos y cambia sus campos según el tipo. [esc] cancela sin tocar la lista y [del] siempre pide confirmar.



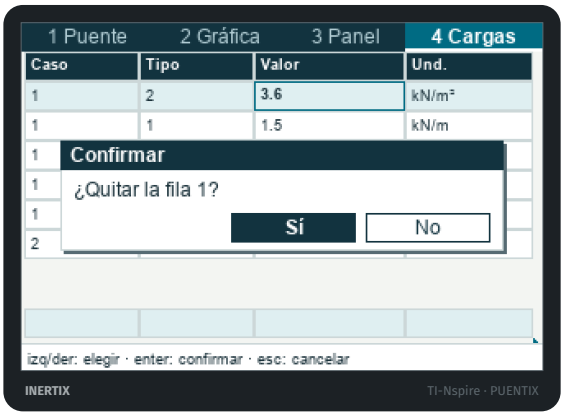
Lista del ejemplo 6.



[+]: nueva carga lineal.



Tipo `Área`: q, y inicial y y final.



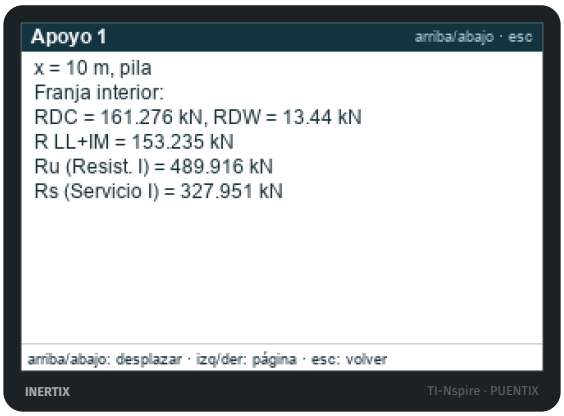
[del]: pide confirmar.

4.5 Apoyos, tramos y panel

[menu] **Puente** → `Apoyos` da las reacciones de un apoyo: permanentes, carga viva, Resistencia I y Servicio I. En la vista `Puente`, [a] abre la ficha del apoyo izquierdo del tramo elegido. [menu] **Puente** → `Tabla tramos` muestra todas las luces y el total; [enter] edita una luz. [menu] **Puente** → `-Tramo` pide confirmar antes de quitar el tramo elegido.



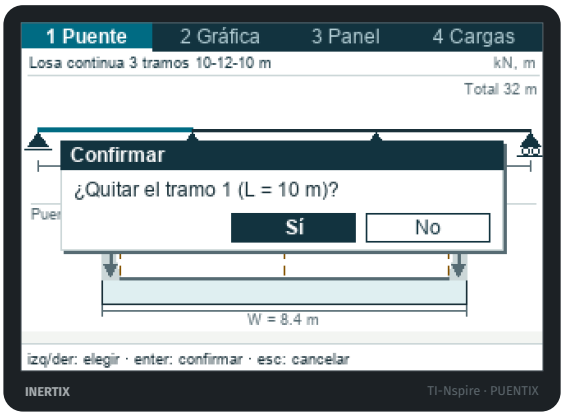
[menu] **Puente** → `Apoyos`.



Reacciones en la primera pila, ejemplo 3.



menu **Puente** → `Tabla tramos`.



menu **Puente** → `-Tramo`.

La pestaña `Panel` reúne los resultados del miembro activo; al final, la flecha de cada tramo frente a $L/800$.



Panel: demandas y armado.

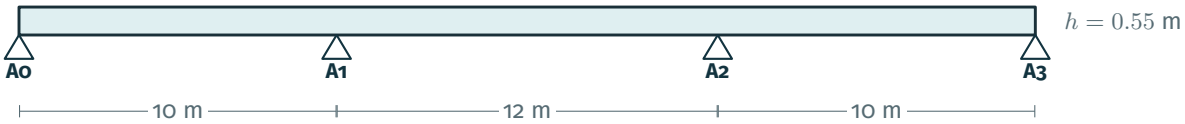


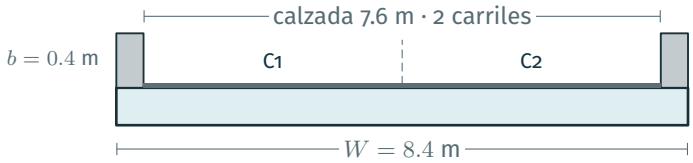
Panel desplazado: flecha por tramo.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado y datos

Un puente losa de concreto armado, continuo, de tres tramos de 10, 12 y 10 m, soporta la carga viva **HL-93** de AASHTO LRFD. Se piden las **envolventes** de momento y cortante de la franja interior (Resistencia I y Servicio I), las **franjas equivalentes**, la **reacción máxima** en apoyos y el **diseño a flexión** de la losa con sus verificaciones.





Grupo	Dato	Dónde se introduce
Tramos	$L_1 = 10$, $L_2 = 12$, $L_3 = 10$ m (total 32 m)	menu **Puente** → `Tramo`
Tablero	Losa; $W = 8.4$ m, barrera $b = 0.4$ m, $h = 0.55$ m	menu **Puente** → `Tablero`
Armado	$\phi\,1''$ en M+ y M−; $\phi\,5/8''$ en reparto y temperatura; recubrimientos 0.025 (inf.) y 0.05 m (sup.)	menu **Puente** → `Armado`
Materiales	$f'_c = 28$ MPa, $f_y = 420$ MPa, $\gamma_c = 24$ kN/m³; concreto armado; exposición clase 1	menu **Puente** → `Material`
Cargas DC / DW	asfalto 22 kN/m³ × 0.05 m; barrera 6 kN/m con su centro a 0.2 m del borde; lista de cargas vacía	menu **Cargas** → `DC/DW`
Carga viva	HL-93 AASHTO US, $IM = 33\,\%$, con carga de carril	menu **Cargas** → `HL-93`

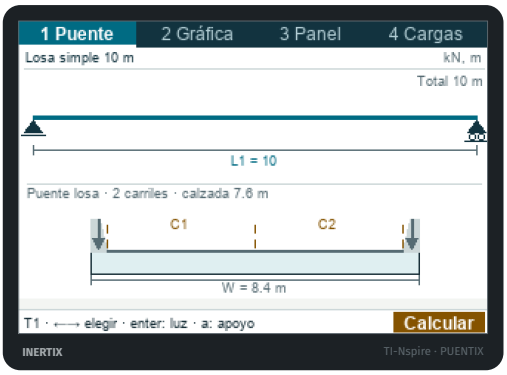
Fuente: ejemplo *Losa continua 3 tramos 10-12-10 m* de PUENTIX (`Archivo > Ejemplos`, caso 3), el mismo de la guía HP Prime. Caso de validación para puentes losa continuos de hormigón armado según especificaciones AASHTO LRFD. Los momentos flectores por peso propio, carpeta asfáltica y tren de carga móvil vehicular se comprueban analíticamente junto con el diseño de armadura principal.

Continuidad con el ejemplo de HP

Es el mismo enunciado, con los mismos datos y resultados, que el ejemplo guiado de la guía HP, y los 18 pasos siguen el mismo orden. El ejemplo ya viene en menu **Archivo** → `Ejemplos` (caso 3), pero aquí se construye desde la plantilla de un tramo para recorrer los formularios. Cada formulario se acepta al empezar el paso siguiente.

5.2 Paso a paso

1 Nuevo puente desde «Losa simple 10 m»



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` enter

menu **Archivo** → `Nuevo` abre la lista de plantillas; la primera, `Losa simple 10 m`, ya está resaltada y enter la carga: un tramo de 10 m, tablero de 8.4 m y los materiales usuales.

✔ **Debe verse:** Un solo tramo de 10 m; resultados pendientes

2 Agregar dos tramos



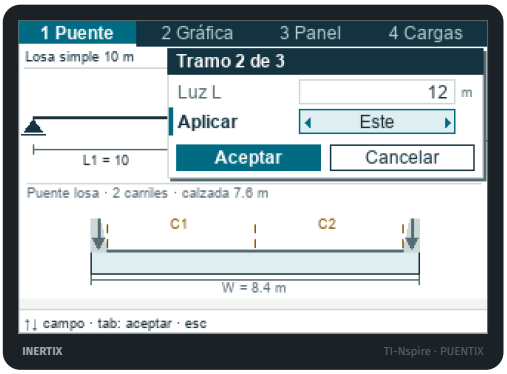
TECLAS

menu **Puente** → `+Tramo` menu **Puente** → `+Tramo`

menu **Puente** → `+Tramo` inserta un tramo a la derecha del elegido, con su misma luz. Dos veces: tres tramos de 10 m y el tramo 3 elegido.

✔ **Debe verse:** Tres tramos de 10 m (total 30 m); el tramo 3 elegido

3 Elegir el tramo 2 y teclear 12 m



TECLAS

◄ enter clear 1 2 enter

◄ elige el tramo 2 y enter abre su formulario. Teclee 12 en `Luz L`; `Aplicar` queda en `Este`.

✔ **Debe verse:** Formulario del tramo 2 con Luz L = 12 m

4 Aceptar: puente de 10 + 12 + 10 m



TECLAS

tab enter

Acepte: la elevación muestra las tres luces y el total de 32 m; los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** Elevación L1 = 10, L2 = 12, L3 = 10 m, total 32 m; resultados pendientes

5 Revisar el tablero



TECLAS

menu **Puente** → `Tablero`

menu **Puente** → `Tablero` reúne el tipo de puente y el ancho: losa, $W = 8.4$ m, barreras de 0.4 m y $h = 0.55$ m. La calzada mide 7.6 m y caben dos carriles de diseño.

✔ **Debe verse:** Formulario «Tablero»: Losa, W = 8.4 m, b = 0.4 m, h = 0.55 m

6 Aceptar y revisar el armado



TECLAS

tab enter menu **Puente** → `Armado`

Acepte y abra menu **Puente** → `Armado`: barras $\phi\,1''$ para los momentos positivo y negativo, $\phi\,5/8''$ para reparto y temperatura, y los recubrimientos. PUENTIX calcula la separación; aquí solo se elige el diámetro.

✔ **Debe verse:** Formulario del armado: ϕ 1 pulg en M+ y M−, ϕ 5/8 pulg en reparto y temperatura, recubrimientos

7 Aceptar y revisar los materiales



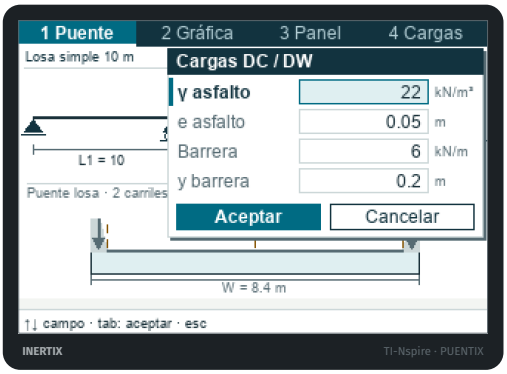
TECLAS

tab enter menu **Puente** → `Material`

Acepte y abra menu **Puente** → `Material`: $f'_c = 28$ MPa, $f_y = 420$ MPa y $\gamma_c = 24$ kN/m³; la clase y la exposición intervienen en el control de fisuración.

✔ **Debe verse:** Formulario de materiales: f'c 28 MPa, fy 420 MPa, γc 24 kN/m³, armado, clase 1

8 Aceptar y revisar las cargas DC / DW



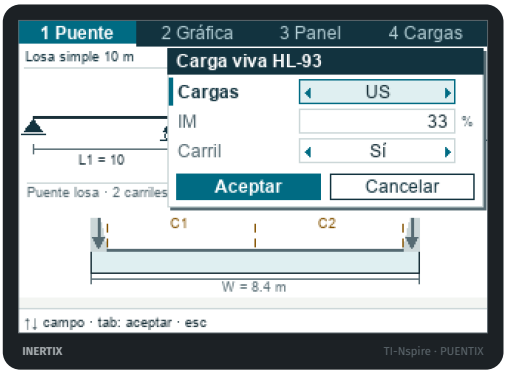
TECLAS

tab enter menu **Cargas** → `DC/DW`

Acepte y abra menu **Cargas** → `DC/DW`: el peso propio se calcula solo; aquí se dan el asfalto (DW) y la barrera (DC) con la posición de su centro, a 0.2 m de cada borde. Este ejemplo no lleva cargas en la lista.

✔ **Debe verse:** Asfalto 22 kN/m³ × 0.05 m; barrera 6 kN/m con su centro a 0.2 m del borde

9 Aceptar y revisar la carga viva HL-93



TECLAS

tab enter menu **Cargas** → `HL-93`

Acepte y abra menu **Cargas** → `HL-93`: tren AASHTO US, incremento dinámico de 33 % (solo sobre camión y tándem) y carga de carril activada.

✔ **Debe verse:** Tren AASHTO US, IM = 33 %, carril Sí

10 Aceptar y resolver



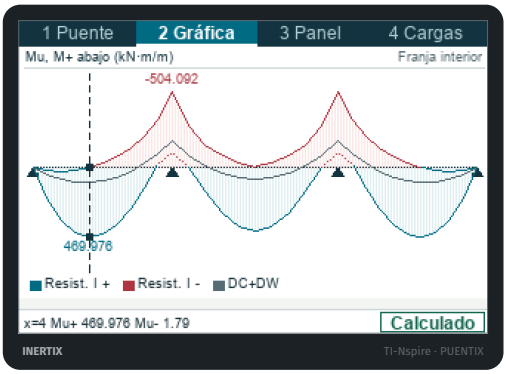
TECLAS

tab enter menu **Calcular** → `Resolver`

Acepte y elija menu **Calcular** → `Resolver`: recorre las 33 secciones con todos los vehículos y combina los estados límite. El botón pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

11 Envolventes de la franja interior



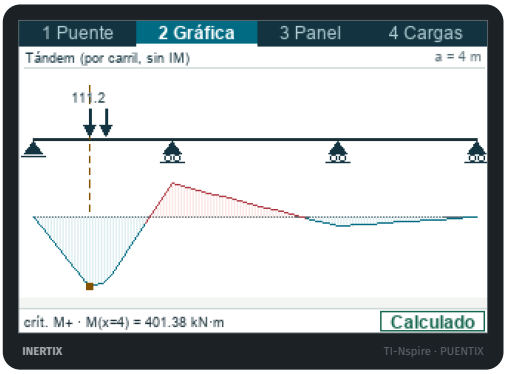
TECLAS

menu **Result.** → `Envolv.`

menu **Result.** → `Envolv.` dibuja M_u de Resistencia I: el positivo hacia abajo en los vanos y el negativo sobre las pilas, con la curva de carga permanente. Máximos 469.976 y -504.092 kN·m/m.

✔ **Debe verse:** Mu+ = 469.976 y Mu− = −504.092 kN·m/m (Resistencia I) y la curva DC+DW

12 Vehículo en la posición crítica



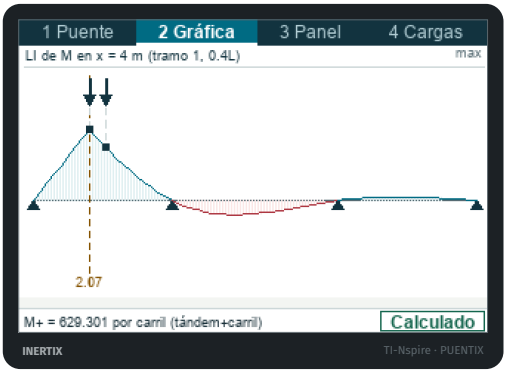
TECLAS

menu **Result.** → `Tren` +

menu **Result.** → `Tren` muestra el vehículo y su diagrama de momentos; + lo lleva a la posición del máximo momento positivo en la sección elegida: gobierna el tándem en $x = 4$ m, con $M = 401.38$ kN·m por carril, sin IM.

✔ **Debe verse:** Tándem en la posición de M+ máximo en x = 4 m

13 Línea de influencia en x = 4 m



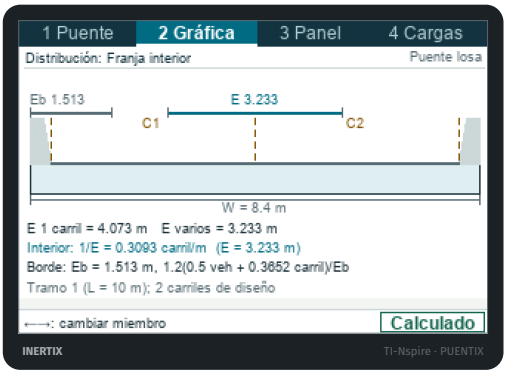
TECLAS

menu **Result.** → `LI`

menu **Result.** → `LI` dibuja la línea de influencia del momento en la sección con los ejes del vehículo gobernante: sumando $P \cdot \text{LI}$ de los ejes y el área del carril resulta $M^{+} = 629.301$ kN·m por carril.

✔ **Debe verse:** LI de M en x = 4 m con los ejes del vehículo gobernante; M+ = 629.301 por carril

14 Distribución transversal: franjas



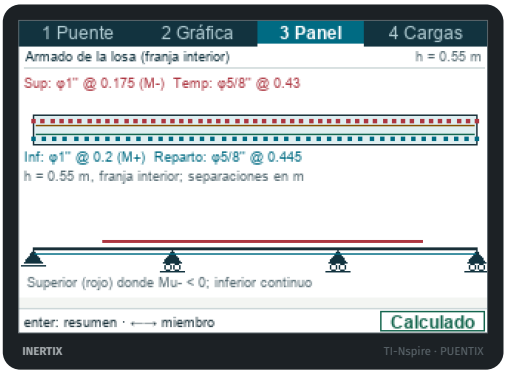
TECLAS

menu **Result.** → `Transv.`

menu **Result.** → `Transv.` muestra las franjas equivalentes: interior $E = 3.233$ m y de borde $E_b = 1.513$ m. Cada metro de losa interior toma $1/E = 0.3093$ carriles.

✔ **Debe verse:** Franja interior E = 3.233 m y de borde Eb = 1.513 m; 1/E = 0.3093 carril/m

15 Armado de la losa



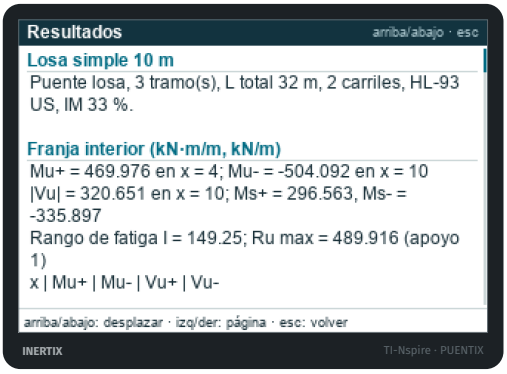
TECLAS

menu **Result.** → `Armado`

menu **Result.** → `Armado` dibuja el plano de barras de la franja interior: $\phi\,1''$ @ 0.20 m abajo, $\phi\,1''$ @ 0.175 m arriba sobre las pilas, reparto $\phi\,5/8''$ @ 0.445 m y temperatura $\phi\,5/8''$ @ 0.43 m.

✔ **Debe verse:** Inferior ϕ 1 pulg @ 0.20 m, superior ϕ 1 pulg @ 0.175 m; reparto ϕ 5/8 pulg @ 0.445 y temperatura @ 0.43 m

16 Tabla de resultados



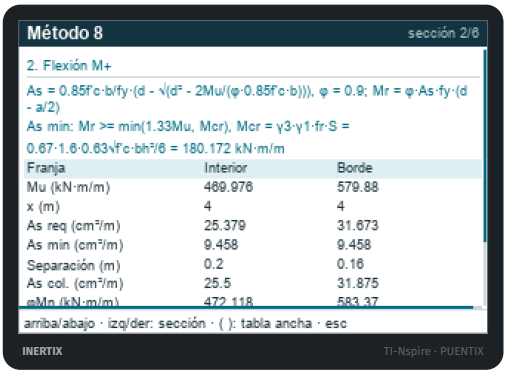
TECLAS

menu **Calcular** → `Tabla`

menu **Calcular** → `Tabla` reúne los máximos de la franja ($|V_u| = 320.651$ kN/m, $R_u = 489.916$ kN/m en la primera pila) y la tabla de M_u y V_u por sección. Se desplaza con las flechas. El título conserva el nombre de la plantilla, «Losa simple 10 m», aunque el puente ya tiene 3 tramos: el nombre no se edita.

✔ **Debe verse:** Resumen: Mu+, Mu−, |Vu| = 320.651, Ms+, Ms−, fatiga y Ru máx = 489.916; tabla por x

17 Procedimiento: diseño de la losa, flexión M+



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×7 enter ▶

esc, menu **Calcular** → `Procedim.`, ▼×7 y enter: `Diseño de la losa.` ▶ pasa a la sección 2, `Flexión M+`: $A_s = 25.379$ cm²/m, que con $\phi\,1''$ @ 0.20 m da 25.5 cm²/m. La columna `Borde` da la franja de borde: 31.673 cm²/m.

✔ **Debe verse:** Sección 2 «Flexión M+»: Mu = 469.976, As req = 25.379 cm²/m, ϕ 1 pulg @ 0.20 m, As = 25.5 cm²/m

18 Verificaciones del diseño



TECLAS

▶×4

▶×4 llega a `Verificaciones`: peralte, resistencia a M+ y M−, fisuración, separación y flecha cumplen. El cortante no requiere verificación en losas diseñadas por franjas.

✔ **Debe verse:** Última sección «Verificaciones»: todas cumplen; flecha frente a L/800

5.3 Resultados

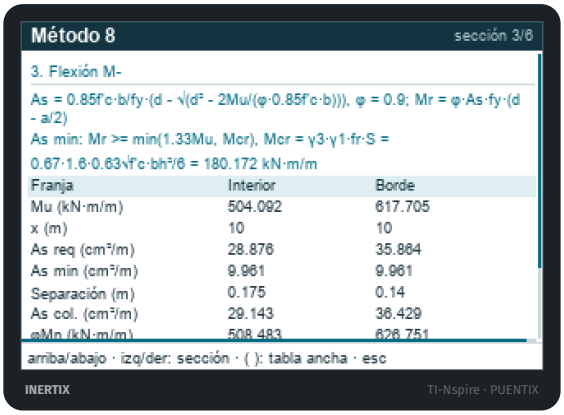
PUENTIX coincide con la referencia

Las envolventes, la reacción máxima y el acero de la franja interior coinciden con los valores de referencia y con la HP Prime. El momento negativo sobre la primera pila gobierna el acero superior; el positivo del primer vano, el inferior.

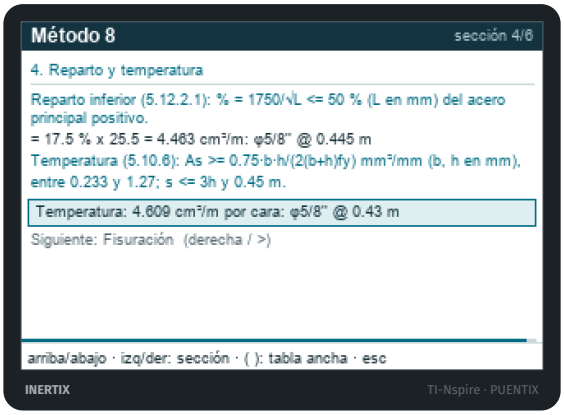
Magnitud (franja interior)	Referencia	PUENTIX	Estado
M_u^+ (Resistencia I), $x = 4$ m	469.976 kN·m/m	469.976 kN·m/m	Coincide
M_u^- (Resistencia I), $x = 10$ m	-504.092 kN·m/m	-504.092 kN·m/m	Coincide
$\lvert V_u \rvert$ máx, $x = 10$ m	320.651 kN/m	320.651 kN/m	Coincide
M_s^+ / M_s^- (Servicio I)	296.563 / -335.897	296.563 / -335.897	Coincide
R_u máx (apoyo A1, primera pila)	489.916 kN/m	489.916 kN/m	Coincide
A_s^+ requerido	25.3787 cm²/m	25.379 cm²/m	Coincide
ϕM_n^+ con $\phi\,1''$ @ 0.20 m	472.1 $\geq$ 470.0	472.12 kN·m/m	Cumple

Otros resultados del ejemplo	PUENTIX
Franjas	$E_1 = 4.073$ m (un carril), $E = 3.233$ m (varios, gobierna), $E_b = 1.513$ m (borde)
Acero negativo	$A_s^- = 28.876$ cm²/m: $\phi\,1''$ @ 0.175 m
Reparto y temperatura	$\phi\,5/8''$ @ 0.445 m; temperatura 4.61 cm²/m por cara: $\phi\,5/8''$ @ 0.43 m
Rango de fatiga I	149.25 kN·m/m
Peralte	$h = 0.55$ m $\geq h_{\text{mín}} = 0.502$ m

Valores por metro de ancho de la franja interior. Signos: $M > 0$ tracciona la cara inferior. Apoyos numerados A0 a A3 de izquierda a derecha (A1 y A2 son las pilas). Referencia: motor verificado (ver la fuente del ejemplo).



Procedimiento 8, sección 3: flexión M−.



Sección 4: reparto y temperatura.

Comprobación rápida

$$E = \text{mín}\left(84 + 1.44\sqrt{L_1 W_1},\ \frac{12\,W}{N_L}\right) = 3.233\ \text{m} \qquad (L_1 = 10\ \text{m},\ N_L = 2)$$

$$A_s^+ = \frac{0.85 f'_c\, b}{f_y}\left(d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\phi\, 0.85 f'_c\, b}}\right) = 25.38\ \text{cm}^2/\text{m} \qquad (d = 0.5123\ \text{m},\ M_u = 469.976)$$

$$s = \frac{A_{\phi 1''}}{A_s} = \frac{5.10}{25.38} \Rightarrow 0.20\ \text{m}\ \ (A_s = 25.5\ \text{cm}^2/\text{m})$$

5.4 Opciones importantes

Siete casos cortos cubren lo que el ejemplo principal no recorre: puentes de vigas, cargas en la sección, diafragmas y losa del tablero, franja de borde y toneladas, puentes continuos, el guardado y la viga cajón con factores manuales. Cargar un ejemplo con menu **Archivo** → `Ejemplos` **sustituye el puente** y lo deja sin calcular.

OI-1 · Vigas T de 25 m: distribución, demandas y Barré

Datos. Ejemplo 1: tramo simple de 25 m, $W = 10.2$ m, veredas de 1.3 m y 4 vigas T a $S = 2.55$ m ($b_w = 0.40$ m, $h = 1.25$ m, losa de 0.20 m).

1 Cargar las vigas T de 25 m



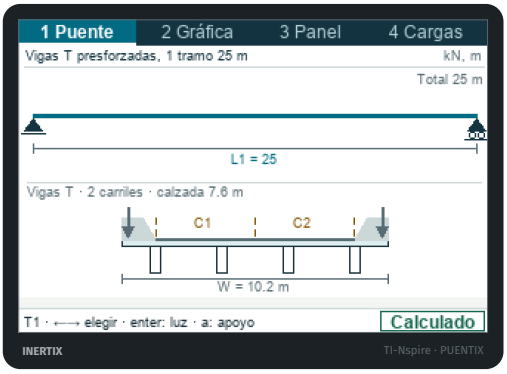
TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` enter

menu **Archivo** → `Ejemplos` y enter en el caso 1.

✔ **Debe verse:** Un tramo de 25 m, 4 vigas T a 2.55 m; resultados pendientes

2 Resolver



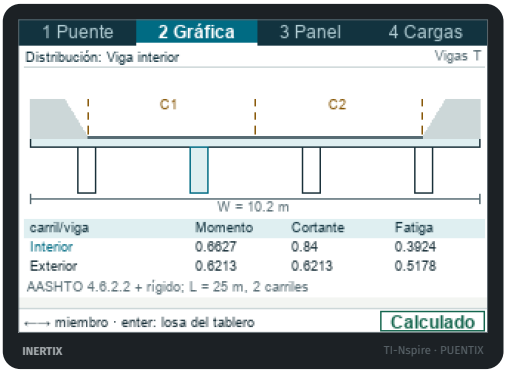
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

3 Factores de distribución



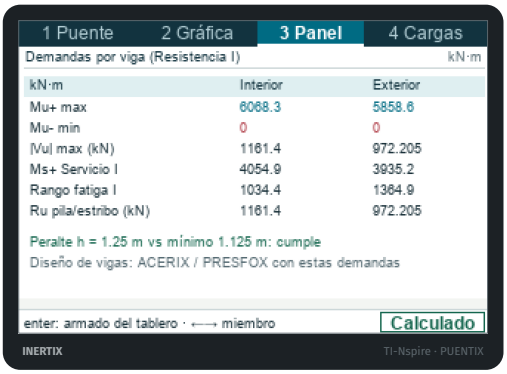
TECLAS

menu **Result.** → `Transv.`

menu **Result.** → `Transv.`: figura de la palanca y factores por viga; interior $g_M = 0.6627$, $g_V = 0.84$; exterior 0.6213.

✓ **Debe verse:** Figura de la palanca y tabla de factores gM y gV por viga

4 Demandas por viga



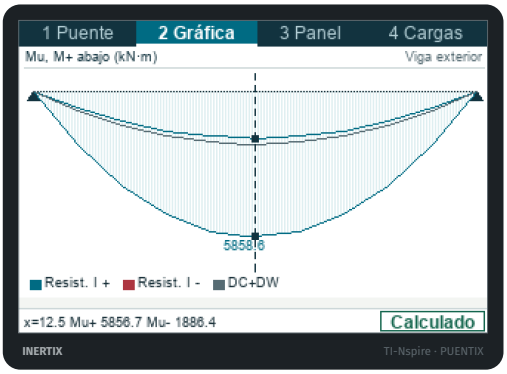
TECLAS

menu **Result.** → `Demand.`

menu **Result.** → `Demand.`: viga interior $M_u^+ = 6\,068.3$ kN·m, $|V_u| = 1\,161.4$ kN, $M_s^+ = 4\,054.9$ kN·m y fatiga 1 034.4 kN·m; exterior $M_u^+ = 5\,858.6$ kN·m.

✓ **Debe verse:** Viga interior: Mu+ 6068.3 kN·m, |Vu| 1161.4 kN, Ms+ y fatiga

5 Viga exterior



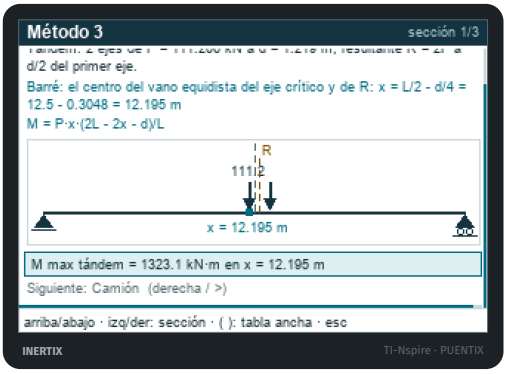
TECLAS

menu **Result.** → `Interior` menu **Result.** → `Envolv.`

menu **Result.** → `Interior` pasa las vistas a la viga exterior; menu **Result.** → `Envolv.` lo muestra. El panel de demandas ya traía las dos columnas.

✓ **Debe verse:** Envolvente de la viga exterior

6 Teorema de Barré



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×2 enter ▼ ×3

menu **Calcular** → `Procedim.`, procedimiento 3, `Teorema de Barré`; ▼ desplaza hasta el resultado: tándem en $x = 12.195$ m y $M = 1\,323.1$ kN·m.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 3: tándem en x = 12.195 m, M máx = 1323.1 kN·m

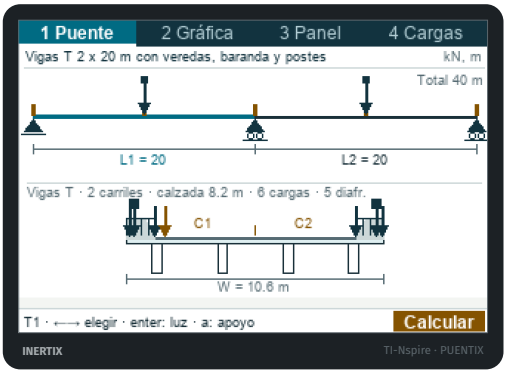
Lectura de OI-1

Barré vale para un tramo simple: la sección crítica queda a $d/4$ del centro y coincide con la solución cerrada ($x = L/2 - d/4 = 12.1952$ m). Las demandas por viga son la entrada para diseñar la viga con otro programa.

OI-2 · Cargas en la sección y reparto en vigas

Datos. Ejemplo 6: dos tramos de 20 m, 4 vigas T a 2.7 m, veredas de 1.2 m y seis cargas en la lista (vereda de área 3.6 kN/m², baranda 1.5 kN/m, sardinel 4.5 kN/m, dos postes de 5 kN y una tubería DW de 0.8 kN/m), reparto por la regla de la palanca.

1 Cargar las vigas T 2 × 20 m con veredas



TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×5 enter

menu **Archivo** → `Ejemplos`, caso 6: postes y diafragmas en la elevación.

✔ **Debe verse:** Postes y diafragmas en la elevación; cargas sobre la sección

2 Lista de cargas



TECLAS

menu **Cargas** → `Lista`

menu **Cargas** → `Lista`: la pestaña `Cargas` con la tabla de las seis cargas.

✔ **Debe verse:** Seis cargas DC/DW dibujadas en la franja y en la tabla

3 Recorrer la tabla de cargas



TECLAS

▶ ×2

▶ ×2 recorre la fila de la vereda hasta su valor; recorrer no cambia la lista.

✔ **Debe verse:** Carga 1 (vereda): columna Valor 3.6 kN/m²; la lista no cambia

4 Resolver



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

5 Metrado: carga muerta DC



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶

Procedimiento 1, `Metrado`, sección 2: aporte de cada carga a cada viga; $w_{DC} = 22.994$ kN/m (interior) y 36.526 kN/m (exterior).

✔ **Debe verse:** Sección «Carga muerta DC»: aporte de cada carga; wDC 22.994 / 36.526 kN/m

6 Reparto uniforme



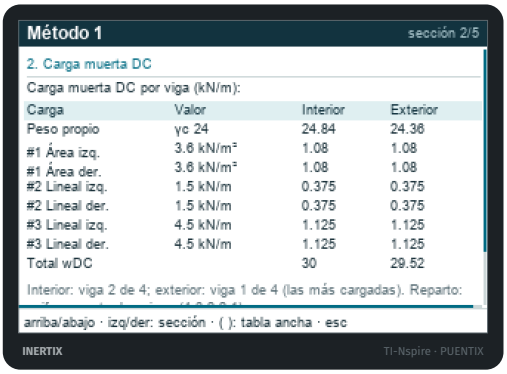
TECLAS

esc menu **Cargas** → `DC/DW` ▼ ×4 ▶ tab enter

menu **Cargas** → `DC/DW`, `Reparto` = `Uniforme` y aceptar: resultados pendientes.

✔ **Debe verse:** Cargas DC/DW con Reparto: Uniforme; resultados pendientes

7 Resolver con reparto uniforme



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶

menu **Calcular** → `Resolver` y otra vez el metrado: ahora $w_{DC} = 30$ y 29.52 kN/m; la viga exterior recibe menos.

✔ **Debe verse:** Metrado: wDC 30 / 29.52 kN/m; la viga exterior recibe menos que con la palanca

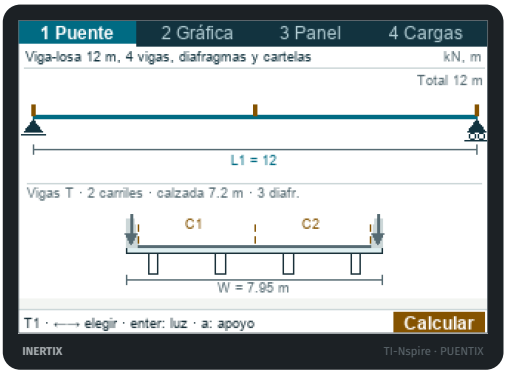
Lectura de OI-2

Con la palanca, las cargas del voladizo cargan la viga exterior y descargan la primera interior (-1.04 kN/m de la vereda); con el reparto uniforme, todas reciben lo mismo. Elija el reparto según el criterio del proyecto.

OI-3 · Viga-losa con diafragmas y losa del tablero

Datos. Ejemplo 5 (problema 3.2 de Rodríguez Serquén): tramo de 12 m, 4 vigas de 0.30×0.85 m a 2.10 m, losa de 0.20 m, diafragmas de 0.25 m en apoyos y al centro.

1 Cargar la viga-losa de 12 m



TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×4 enter

menu **Archivo** → `Ejemplos`, caso 5.

✔ **Debe verse:** Un tramo de 12 m, 4 vigas de 0.30 × 0.85 m a 2.10 m

2 Diafragmas



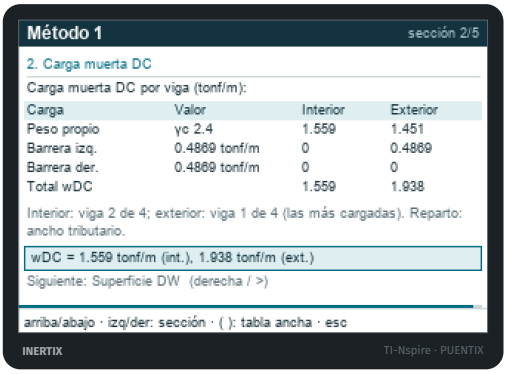
TECLAS

menu **Cargas** → `Diafrag.`

menu **Cargas** → `Diafrag.`: Sí, espesor 0.25 m, hueco 0.15 m, 1 intermedio, en apoyos Sí.

✔ **Debe verse:** Formulario «Diafragmas»: Sí, b 0.25 m, hueco 0.15 m, 1 intermedio, en apoyos Sí

3 Cerrar, resolver y pasar a toneladas



TECLAS

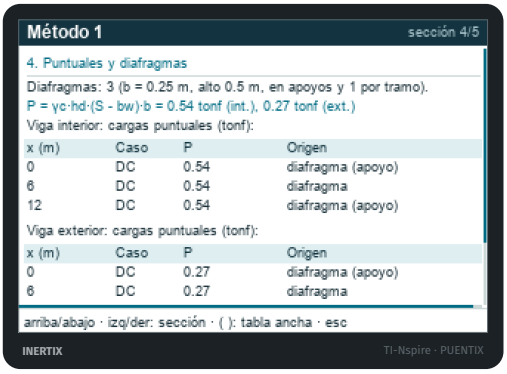
esc menu **Calcular** → `Resolver` menu **Archivo** → `kN`

menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶

esc, menu **Calcular** → `Resolver` y menu **Archivo** → `kN` para trabajar en toneladas, como el libro. Procedimiento 1, sección 2: $w_{DC} = 1.559$ y 1.938 tonf/m (interior y exterior).

✔ **Debe verse:** Metrado en tonf: wDC 1.559 / 1.938 tonf/m

4 Diafragmas en el metrado



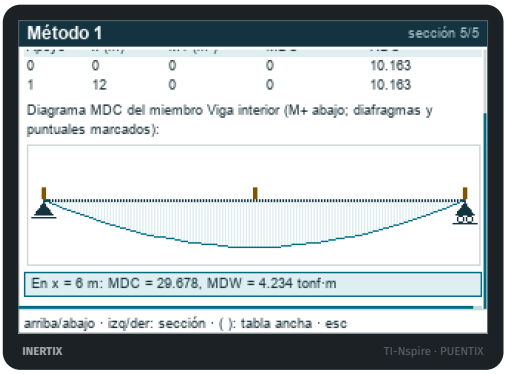
TECLAS

▶ ×2

▶ ×2, sección 4: cada diafragma pesa 0.54 tonf en la viga interior y 0.27 tonf en la exterior.

✔ **Debe verse:** Sección 4: P = 0.54 tonf (interior) y 0.27 tonf (exterior)

5 Momentos permanentes, viga interior



TECLAS

▶ ▼ ×4

▶, sección 5, y ▼ hasta el recuadro: en $x = 6$ m, $M_{DC} = 29.678$ y $M_{DW} = 4.234$ tonf·m en la viga interior.

✔ **Debe verse:** En x = 6 m: MDC = 29.678, MDW = 4.234 tonf·m

6 Momentos permanentes, viga exterior



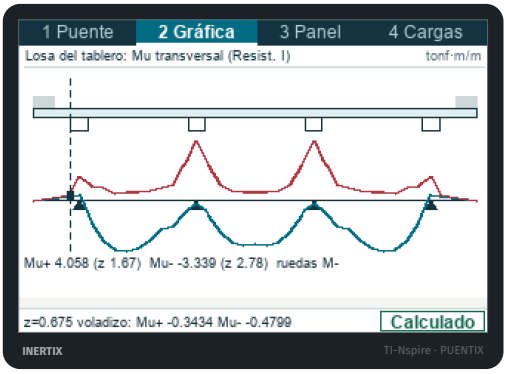
TECLAS

esc menu **Result.** → `Interior`
menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶ ×4 ▼ ×4

esc, menu **Result.** → `Interior` y la misma sección: $M_{DC} = 35.689$ y $M_{DW} = 3.024$ tonf·m en la viga exterior.

✔ **Debe verse:** En x = 6 m: MDC = 35.689, MDW = 3.024 tonf·m

7 Losa del tablero



TECLAS

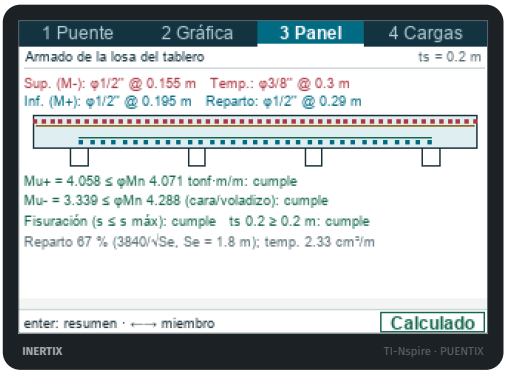
esc menu **Result.** → `Exterior`

menu **Result.** → `Transv.` enter

esc, menu **Result.** → `Exterior` vuelve a la viga interior; menu **Result.** → `Transv.` y enter: losa del tablero, $M_u^+ = 4.058$ y $M_u^- = -3.339$ tonf·m/m con las ruedas del caso crítico. enter vuelve a la distribución.

✔ **Debe verse:** Mu+ y Mu− transversales con las ruedas del caso crítico

8 Armado del tablero



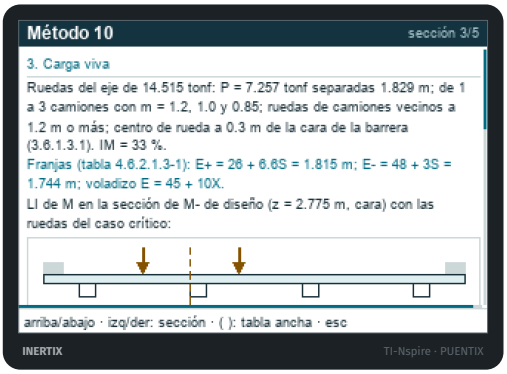
TECLAS

menu **Result.** → `Demand.` enter

menu **Result.** → `Demand.` y enter: armado del tablero, $\phi\, 1/2''$ @ 0.195 m abajo y @ 0.155 m arriba.

✔ **Debe verse:** Barras superior e inferior de la losa del tablero

9 Procedimiento 8: carga viva



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×7 enter ▶×2

Procedimiento 8, sección 3, `Carga viva`: línea de influencia de la franja y ruedas. En vigas, la barra de título de este procedimiento dice «Método 10».

✔ **Debe verse:** Sección «Carga viva»: LI de la franja y ruedas

Lectura de OI-3

Frente al problema 3.2 del libro: diafragmas iguales (0.540 y 0.270 T), M_{DC} 29.68 igual en la viga interior y 35.69 frente a 35.73 en la exterior, M_{DW} 4.23 y 3.02 iguales, M_u^+ del tablero 4.06 frente a 4.08 y acero de temperatura 2.33 cm²/m igual. El M_u^- difiere algo más (-3.34 frente a -3.28) porque PUENTIX lo toma de la envolvente y el libro fija la posición de las ruedas.

OI-4 · Franja de borde, toneladas y flecha

Datos. Ejemplo 2: losa simple de 7.62 m con veredas anchas, $W = 16.87$ m.

1 Cargar la losa de 7.62 m con veredas



TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ enter

menu **Archivo** → `Ejemplos`, caso 2.

✔ **Debe verse:** Losa de un tramo de 7.62 m y W = 16.87 m

2 Resolver



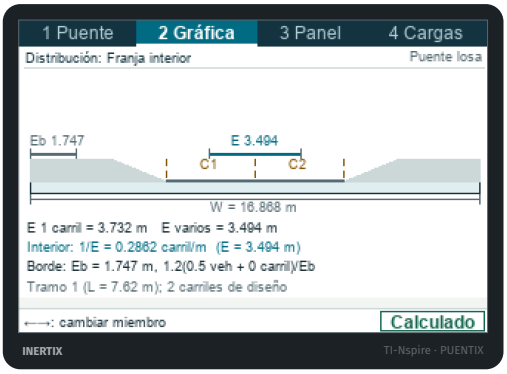
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

3 Franjas equivalentes



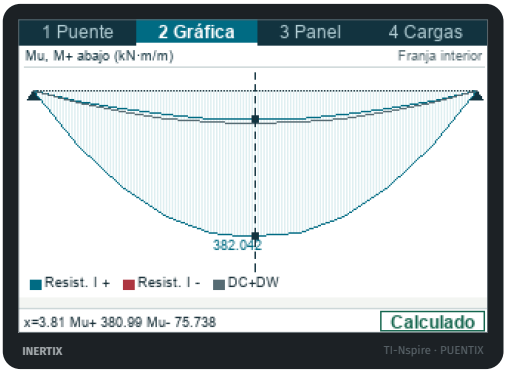
TECLAS

menu **Cargas** → `Franjas`

menu **Cargas** → `Franjas`: $E_1 = 3.732$ m (un carril), $E = 3.494$ m (dos carriles) y la franja de borde $E_b = 1.747$ m.

✔ **Debe verse:** E1 = 3.732 m (un carril), E = 3.494 m y la franja de borde Eb

4 Envolvente de la franja interior



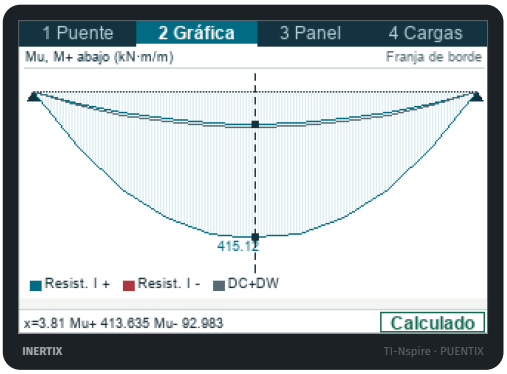
TECLAS

esc menu **Result.** → `Envolv.`

esc y menu **Result.** → `Envolv.`: $M_u^+ = 382.042$ kN·m/m en la franja interior.

✔ **Debe verse:** Mu+ de la franja interior (Resistencia I) y la curva DC+DW

5 Franja de borde



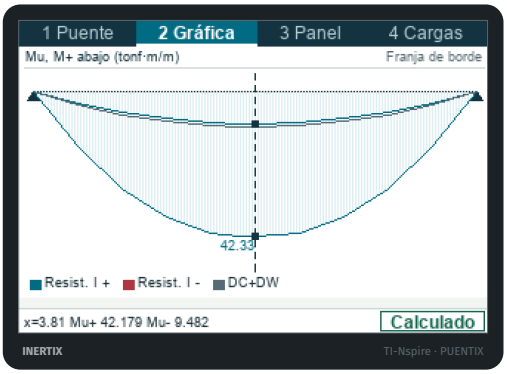
TECLAS

menu **Result.** → `Interior`

menu **Result.** → `Interior` pasa a la franja de borde: $M_u^+ = 415.12$ kN·m/m, más por metro; la orden pasa a llamarse `Borde`.

✔ **Debe verse:** La envolvente pasa a la franja de borde, con más momento por metro

6 Toneladas



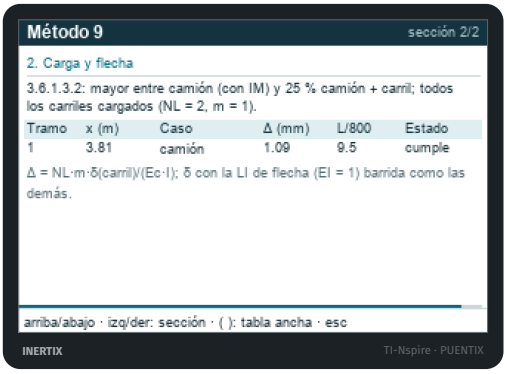
TECLAS

menu **Archivo** → `kN`

menu **Archivo** → `kN` cambia a tonf: la misma envolvente en tonf·m/m (42.33); el cálculo no cambia.

✔ **Debe verse:** La misma envolvente en tonf·m/m; los resultados no cambian

7 Flecha por carga viva



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×8 enter ▶

Procedimiento 9, sección 2, `Carga y flecha`: $\Delta = 1.09$ mm frente a $L/800 = 9.5$ mm.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 9, sección 2: Δ = 1.09 mm frente a L/800 = 9.5 mm

> **El ejemplo 2 y el formulario Tablero**
> Este ejemplo trae veredas de 5.08 m por lado y se calcula con ellas, pero el formulario menu **Puente** → `Tablero` admite de 0 a 2 m: al aceptarlo sin cambios aparece «Barrera o vereda entre 0 y 2 m por lado.». Salga con esc para conservar el caso.

OI-5 · Puente continuo: línea de influencia de la reacción, Cross y tren SI

Datos. Ejemplo 3: la losa continua 10-12-10 m del ejemplo guiado.

1 Cargar la losa continua 10-12-10 m



TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼×2 enter

menu **Archivo** → `Ejemplos`, caso 3.

✔ **Debe verse:** Tres tramos de 10, 12 y 10 m

2 Resolver



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

3 Línea de influencia de la reacción



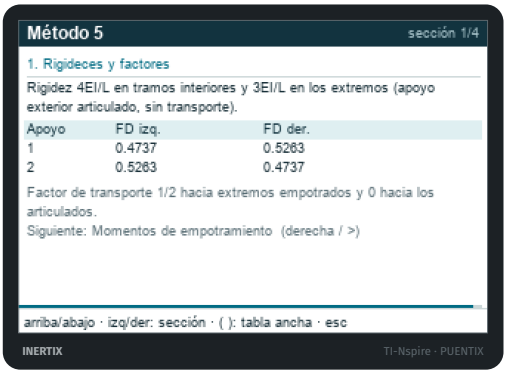
TECLAS

menu **Result.** → `LI` enter ×2

menu **Result.** → `LI` y enter dos veces: línea de influencia de la reacción en el apoyo 1 (primera pila); R^+ por carril 503.7 kN.

✔ **Debe verse:** LI de R en el apoyo 1 (primera pila, x = 10 m); R+ por carril 503.7 kN

4 Método de Cross



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ ×4 enter

Procedimiento 5, `Cross`: factores de distribución, ciclos y comparación con tres momentos.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 5: factores de distribución, ciclos y comparación con tres momentos

5 Tren AASHTO SI



TECLAS

esc menu **Cargas** → `HL-93` ▶ tab enter

esc, menu **Cargas** → `HL-93`, `Cargas` = `SI` y aceptar: resultados pendientes.

✔ **Debe verse:** Carga viva con el tren AASHTO SI; resultados pendientes

6 Resolver con el tren SI



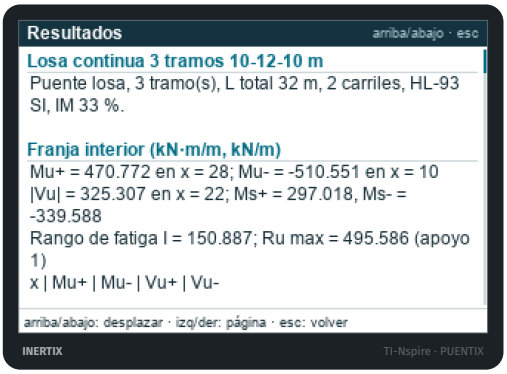
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` con el tren SI: la línea de influencia sigue a la vista y R^+ por carril pasa a 509.092 kN.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»; la LI se actualiza: R+ por carril 509.092 kN

7 Tabla de resultados



TECLAS

menu **Calcular** → `Tabla`

menu **Calcular** → `Tabla`: $M_u^+ = 470.772$, $M_u^- = -510.551$ kN·m/m, $|V_u| = 325.307$ y $R_u = 495.586$ kN/m.

✔ **Debe verse:** Máximos por franja y Mu, Vu por sección con el tren SI

Lectura de OI-5

El tren SI (ejes de 145 kN, carril 9.3 kN/m) da valores algo mayores que el US en este puente: +0.2 % en M_u^+ y +1.3 % en M_u^-. Elija el tren que pida la norma del proyecto.

OI-6 · Dato no válido, guardar y abrir el documento

1 Cargar y resolver el ejemplo guiado



TECLAS

menu **Archivo** → `Ejemplos` ▼ ×2 enter
menu **Calcular** → `Resolver`

Ejemplo 3 y menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Losa 10-12-10 m calculada

2 Barrera de 2.1 m: dato no válido



TECLAS

menu **Puente** → `Tablero` ▼ ×2 clear 2 . 1 enter tab enter

menu **Puente** → `Tablero` con barrera de 2.1 m: aviso «Barrera o vereda entre 0 y 2 m por lado.»; el formulario sigue abierto.

✔ **Debe verse:** Aviso con el rango y dónde corregirlo; el formulario sigue abierto

3 Cerrar el aviso y cancelar



TECLAS

enter esc

enter cierra el aviso y esc cancela: el puente y los resultados no cambian.

✔ **Debe verse:** Caso intacto y resultados vigentes

4 Guardar el documento



TECLAS

(ctrl+S guarda el documento)

ctrl S guarda el documento.

✔ **Debe verse:** El puente queda guardado en el documento

5 Abrir el documento



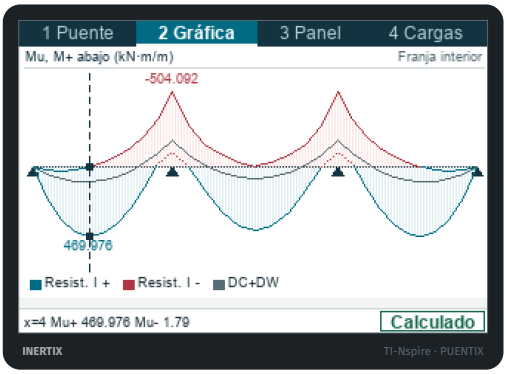
TECLAS

(abrir el documento .tns)

Al abrirlo de nuevo vuelve el mismo puente con los resultados pendientes.

✔ **Debe verse:** Mismo puente; resultados pendientes (botón «Calcular»)

6 Resolver de nuevo



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `Envolv.`

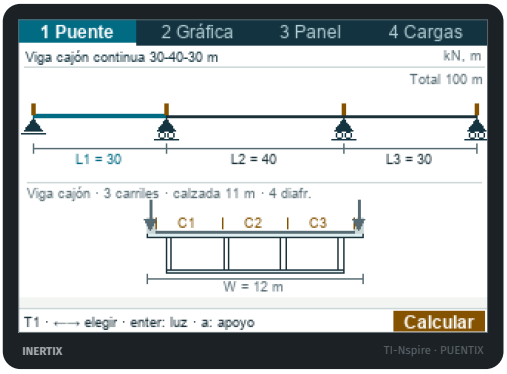
menu **Calcular** → `Resolver` y menu **Result.** → `Envolv.`: los mismos resultados ($M_u^+ = 469.976$ kN·m/m).

✔ **Debe verse:** Mismos resultados: Mu+ 469.976 kN·m/m

OI-7 · Viga cajón continua y factores manuales

Datos. Plantilla 5: tres tramos de 30, 40 y 30 m, $W = 12$ m, calzada de 11 m y 3 carriles; 3 celdas, $S = 3.2$ m, $b_w = 0.30$ m, $h = 2.2$ m y losa inferior de 0.18 m.

1 Plantilla de viga cajón



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` ▼ ×4 enter

menu **Archivo** → `Nuevo`, ▼ ×4 y enter: la viga cajón; sustituye el puente.

✔ **Debe verse:** Tres tramos de 30, 40 y 30 m, viga cajón; resultados pendientes

2 Geometría del cajón



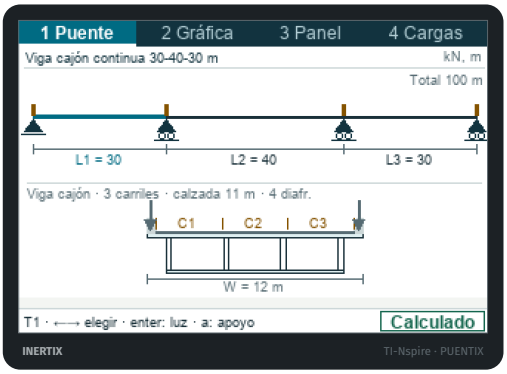
TECLAS

menu **Puente** → `Cajón`

menu **Puente** → `Cajón`: la geometría de las celdas. En vigas T esta orden se llama `Vigas`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Viga cajón»: celdas, separación, alma, altura y losa inferior

3 Cerrar y resolver



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Resolver`

esc y menu **Calcular** → `Resolver`.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»

4 Factores AASHTO



TECLAS

menu **Result.** → `Transv.`

menu **Result.** → `Transv.`: factores por fórmula AASHTO; alma interior $g_M = 0.8922$ y $g_V = 1.068$; exterior 0.6562 y 0.891.

✔ **Debe verse:** Tabla de factores por miembro, por fórmula AASHTO

5 Método manual



TECLAS

menu **Cargas** → `Distrib.` ▶

menu **Cargas** → `Distrib.` y `Método` = `Manual`: aparecen los cuatro factores, con 0.6 y 0.7 por omisión.

✔ **Debe verse:** El formulario añade gM y gV de los miembros interior y exterior

6 Teclear gM interior 0.8 y aceptar



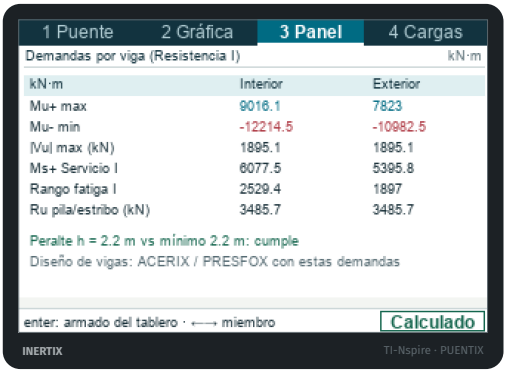
TECLAS

▼ clear 0 . 8 enter tab enter

Teclee g_M interior 0.8 y acepte: los resultados quedan pendientes y la tabla dice `Factores manuales`.

✔ **Debe verse:** Resultados pendientes; método manual activo

7 Resolver y ver las demandas



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver` menu **Result.** → `Demand.`

menu **Calcular** → `Resolver` y
menu **Result.** → `Demand.`: $M_u^+ = 9\,016.1$ kN·m, $M_u^- = -12\,214.5$ kN·m y $|V_u| = 1\,895.1$ kN en el alma interior.

✔ **Debe verse:** Demandas de la viga interior con gM = 0.8

Lectura de OI-7

Con los factores AASHTO, el alma interior daba $M_u^+ = 9\,196.9$, $M_u^- = -12\,574.8$ kN·m y $|V_u| = 2\,253.0$ kN. El momento baja menos que el factor porque la carga permanente no depende de g. Los factores manuales sustituyen a las fórmulas: revise que todos correspondan a su proyecto, porque también cambian g_V y los de la viga exterior.

6 Referencia de menús y opciones

Categoría	Orden	Qué hace
Archivo	Nuevo	Plantillas: losa simple 10 m, losa continua 12-15-12 m, vigas T simple 20 m, vigas T continua 25-25 m y viga cajón 30-40-30 m.
	Ejemplos	Seis casos: vigas T de 25 m, losa de 7.62 m con veredas, losa continua 10-12-10 m, losa de 8 m (franjas interior y de borde), viga-losa de 12 m y vigas T 2 × 20 m con veredas, baranda y postes.
	kN / tonf	Cambia las unidades de presentación (el cálculo no cambia).
	Ayuda / Licencia	Inicio rápido, vistas y teclas; pantalla Licencia.
Puente	Tramo, +Tramo, −Tramo	Luz del tramo elegido o de todos (2 a 150 m); insertar o quitar tramos.
	Tablero	Tipo (losa, vigas T, cajón), ancho W, barrera o vereda b y espesor.
	Armado / Vigas / Cajón / Losa	Barras y recubrimientos; geometría de vigas o cajón; losa del tablero.
	Material	f'_c, f_y, peso del concreto, clase y exposición.
	Tabla tramos / Apoyos	Luces en tabla editable; reacciones de un apoyo.
Cargas	DC/DW	Asfalto, barrera y posición de su centro; en vigas, reparto uniforme, tributario o palanca.
	Lista	Hasta 20 cargas DC o DW lineales, de área o puntuales, en un lado o en ambos.
	Diafrag.	Solo vigas y cajón: espesor, hueco, intermedios y en apoyos.
	HL-93	Tren US o SI, IM en % y carga de carril.
	Franjas / Distrib.	Franjas automáticas (losa) o factores AASHTO / manuales (vigas).
Calcular	Resolver / Procedim.	Calcula; nueve procedimientos (Barré con 1 tramo, Cross con 2 o más).
	Tabla / Avisos	Máximos y tabla por sección; carriles, peralte mínimo y aplicabilidad.
Result.	Tren / LI / Envolv. / Transv.	Gráficas con cursor.
	Armado / Demand.	Plano de barras o demandas por viga; en vigas, enter: armado de la losa del tablero.
	Interior	Cambia el miembro (franja de borde o viga exterior).



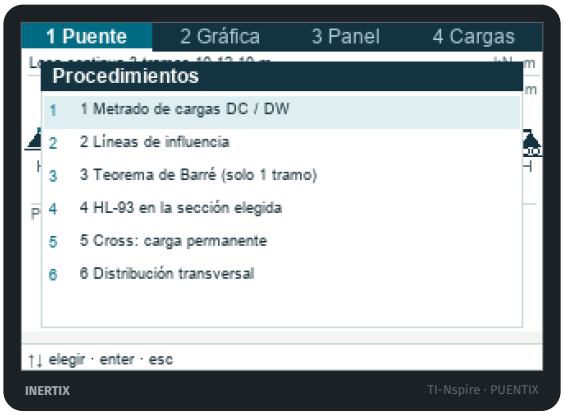
menu **Archivo** → `Nuevo`.



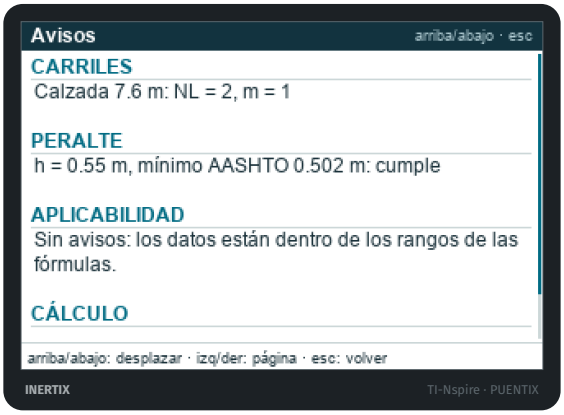
menu **Puente** → `Vigas`.



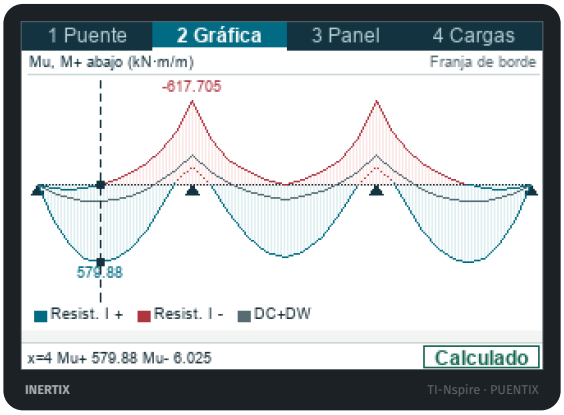
menu **Archivo** → `Ejemplos`.



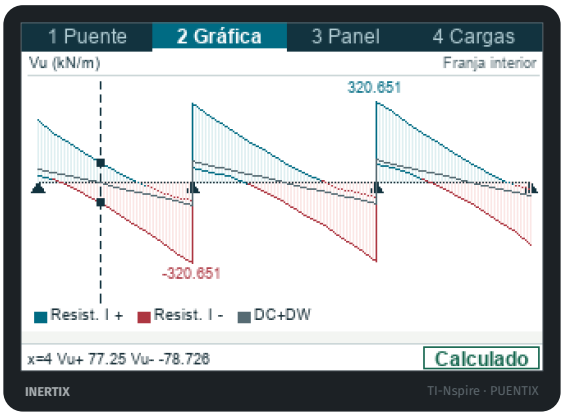
menu **Calcular** → `Procedim.`; ▼ muestra los demás.



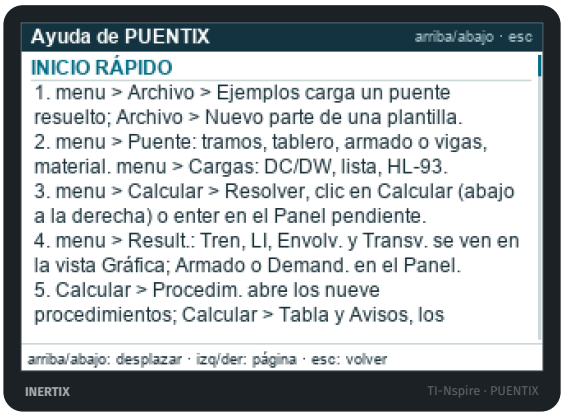
menu **Calcular** → `Avisos`.



Envolvente de la franja de borde.



menu **Result.** → `Envolv.` y enter: cortante.



menu **Archivo** → `Ayuda`.

Diferencias con la HP Prime

No hay `Salir`: el programa se cierra con el documento. Las cinco categorías de la HP están en menu; las vistas, en cuatro pestañas. La lista de cargas se edita como tabla. En la TI-Nspire no existe el corte con la tecla ON de la HP: guarde el documento con ctrl S.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Carga viva HL-93

Componente	Valores (US; entre paréntesis, SI)
Camión	Ejes de 35.6, 142.3 y 142.3 kN (35, 145, 145 kN); 4.27 m (4.3 m) y de 4.27 a 9.14 m (4.3 a 9.0 m)
Tándem	Dos ejes de 111.2 kN (110 kN) a 1.22 m (1.2 m)
Carril	9.34 kN/m (9.3 kN/m), sin incremento dinámico
M– y pilas	90 % de dos camiones separados 15.24 m (15 m) o más, más 90 % del carril
Fatiga	Un camión con eje trasero a 9.14 m (9.0 m) e $IM = 15$ %

$$M = (1 + IM) \sum_i P_i \, \eta_i + w_L \, A^+ \tag{1}$$

Donde: P_i cargas por eje, η_i ordenadas de la línea de influencia, w_L carga de carril y A^+ área del mismo signo.

7.2 Franjas, distribución y diseño

$$E_1 = 10 + 5.0\sqrt{L_1 W_1}\ \text{in}, \qquad E_m = 84 + 1.44\sqrt{L_1 W_1} \le \frac{12\,W}{N_L}\ \text{in}$$

$$E_b = b + 0.3048 + E/4 \le E/2 \text{ y} \le 1.83\ \text{m}$$

$$g_M^{2+} = 0.075 + \left(\tfrac{S}{9.5}\right)^{0.6}\left(\tfrac{S}{L}\right)^{0.2}\left(\tfrac{K_g}{12\,L\,t_s^3}\right)^{0.1}, \qquad g_V^{2+} = 0.2 + \tfrac{S}{12} - \left(\tfrac{S}{35}\right)^2$$

$$A_s = \frac{0.85\,f'_c\,b}{f_y}\left(d - \sqrt{d^2 - \frac{2\,M_u}{\phi\,0.85\,f'_c\,b}}\right), \qquad M_r = \phi\,A_s f_y\left(d - \tfrac{a}{2}\right) \ge M_u$$

Donde: L_1 luz y W_1 ancho en ft (limitados), N_L número de carriles; S separación de vigas en ft, t_s espesor de losa en in. Las fórmulas de franjas ya incluyen el factor de presencia múltiple.

Estado	DC	DW	LL+IM	Uso
Resistencia I	1.25 / 0.90	1.50 / 0.65	1.75	Flexión y cortante
Servicio I	1.00	1.00	1.00	Fisuración
Fatiga I	—	—	1.75	Rango de momento

$m = 1.20$, 1.00, 0.85 y 0.65 para 1, 2, 3 y 4 o más carriles. Referencias: AASHTO LRFD 9.ª ed. (2020); A. Rodríguez Serquén, *Puentes con AASHTO-LRFD*, problemas 3.1 y 3.2.

8 Errores, avisos y preguntas frecuentes

Situación	Qué hace PUENTIX y qué hacer
Dato fuera de rango	El aviso dice el rango (luz de 2 a 150 m, barrera o vereda de 0 a 2 m por lado…); el formulario sigue abierto. Error común: escribir la luz en milímetros.
Error del cálculo	El motor indica el dato y dónde corregirlo, por ejemplo «(Puente > Tablero)».
Resultados pendientes	Botón `Calcular`; las vistas de resultados preguntan «¿Calcular ahora?».
Procedimiento no aplicable	Barré solo con un tramo; Cross con dos o más: la lista lo indica.
Licencia	«Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.»: no se calcula ni cambia el puente.

¿Qué diferencia hay entre la franja interior y la de borde?

La de borde soporta la barrera y una línea de ruedas en un ancho menor, por eso pide más acero. Se cambia con menu **Result.** → `Interior`.

¿Diseña las vigas presforzadas o de acero?

No. Entrega las demandas por viga (Resistencia I, Servicio I, fatiga y reacciones) para diseñarlas con otro programa. Sí diseña la losa del tablero.

¿Cómo agrego una vereda, una baranda o un poste?

En menu **Cargas** → `Lista`, tecla + : la vereda es una carga DC de área, la baranda una lineal y el poste una puntual con su posición x. `Lado: Ambos` la repite.

¿Por qué la franja de borde da más que algunos libros?

PUENTIX aplica $m = 1.2$ a la línea de ruedas de la franja de borde (AASHTO 3.6.1.1.2); hay textos que no lo aplican.

¿Puedo trabajar en toneladas?

Sí: menu **Archivo** → `kN` cambia todas las pantallas a tonf, tonf·m y kgf/cm².

¿Pierdo el puente al cerrar?

No, si guarda el documento (ctrl S); al abrirlo, los resultados quedan pendientes.