INERTIX

Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

INFLUX

Líneas de influencia y cargas móviles en vigas continuas

Versión 2026.11 **HP Prime G1 · G2** Estructuras · Análisis · Noviembre de 2026



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

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 **4**
1.1. Qué calcula . . . 4
1.2. Unidades y convenciones . . . 4
1.3. Sistema de unidades . . . 4
1.4. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación **5**
2.1. Qué necesita . . . 6
2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 6

3. Licencia de uso **7**

4. La interfaz **7**
4.1. Teclas . . . 8
4.2. Editar un valor y resultados pendientes . . . 9

5. Ejemplo guiado **10**
5.1. Enunciado . . . 10
5.2. Datos . . . 10
5.3. Paso a paso . . . 11
5.4. Resultados . . . 17
5.5. Ejemplo corto: puente continuo de 3 tramos con HL-93 . . . 17
5.6. Ejemplo corto: viga Gerber con tándem . . . 18
5.7. Ejemplo corto: momento de empotramiento . . . 19
5.8. Opciones importantes . . . 20
5.8.1. OI-1 · Viga Gerber con tren de 4 ejes y cortante intermedio . . . 20
5.8.2. OI-2 · Reacción y cortante a ambos lados de un apoyo . . . 21
5.8.3. OI-3 · Envolvente del puente de 3 tramos . . . 22
5.8.4. OI-4 · Métodos y su disponibilidad . . . 23
5.8.5. OI-5 · Salir, volver y corte con ON . . . 24

6. Referencia de menús y opciones **26**
6.1. 1 · Archivo . . . 26
6.2. 2 · Viga . . . 26

6.3. 3 · Cargas 27
6.4. 4 · Calcular 27
6.5. 5 · Result. 27
6.6. Errores y avisos 28

7. Fundamento teórico breve **29**
7.1. Línea de influencia y efecto de un tren 29
7.2. Efecto de diseño con carril e impacto 29
7.3. Viga isostática 29
7.4. Principio de Müller-Breslau 29
7.5. Rigidez (motor) y flexibilidades 29
7.6. Teorema de Barré 30

8. Preguntas frecuentes **30**

1 Presentación y alcance

INFLUX calcula **líneas de influencia** (LI) y el efecto de **cargas móviles** en vigas continuas en la calculadora HP Prime. Se dibuja la viga con sus apoyos, rótulas y voladizos, se elige la respuesta (una reacción, el cortante o el momento en una sección S) y el programa traza la LI exacta, coloca el tren de cargas en la posición más desfavorable y suma la carga de carril sobre las áreas de un mismo signo. Cada resultado tiene su gráfica y un procedimiento paso a paso con los métodos clásicos. Está pensado para estudiantes de análisis estructural y puentes, y para proyectistas que quieren comprobar a mano lo que hace el programa.

1.1 Qué calcula

- **Vigas**: hasta 8 apoyos, voladizos, hasta 4 rótulas internas (vigas Gerber), empotramientos en los extremos y EI relativo por tramo. Calcula el grado de hiperestaticidad h y detecta mecanismos.
- **Respuestas**: reacción vertical o momento de empotramiento de un apoyo, cortante $V(S)$ (a la izquierda o a la derecha cuando S cae sobre un apoyo) y momento $M(S)$.
- **Líneas de influencia exactas**: cúbicas por barra, con su máximo, su mínimo y las áreas positiva y negativa.
- **Cargas móviles**: tren de hasta 12 ejes en sentido $+x$, $-x$ o ambos, con el extremo exacto; carga de carril q sobre las áreas de un signo; amplificación IM sobre el tren. Plantillas HL-93 (camión y tándem), HS20-44 y carga unitaria.
- **Envolvente** de M y V (máximo y mínimo) a lo largo de la viga y $|M|$ máximo absoluto.
- **Procedimientos**: estática ($h = 0$), Müller-Breslau, matricial, flexibilidades ($1 \le h \le 3$), posición crítica del tren con el teorema de Barré y carril por áreas.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Longitud, posición x	m, desde el extremo izquierdo de la viga
Cargas P y q	kN y kN/m, positivas hacia abajo
Reacción	kN, positiva hacia arriba; momento de empotramiento en kN·m, positivo antihorario
Momento M	kN·m, positivo si tracciona la fibra inferior
Cortante V	kN, positivo si la suma de fuerzas a la izquierda de S sube
Ordenadas de la LI	m/kN para momentos; adimensional para reacciones y cortantes
Tren	El eje 1 va delante; d es la distancia de cada eje al eje 1
IM	% sobre el tren (no sobre el carril)

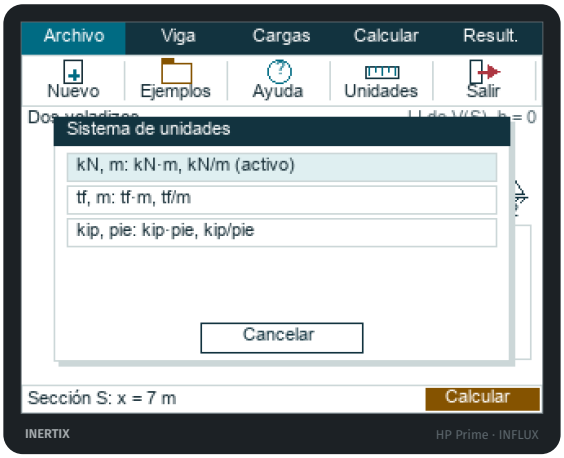
La tabla usa el sistema por defecto, `kN, m`; los otros dos se describen a continuación.

1.3 Sistema de unidades

El sistema se elige en 1 **Archivo** Unidades, el botón que está justo antes de `Salir` (atajo: la tecla Menu con el foco en el lienzo). Se abre la lista `Sistema de unidades`, con el sistema activo marcado `(activo)`.

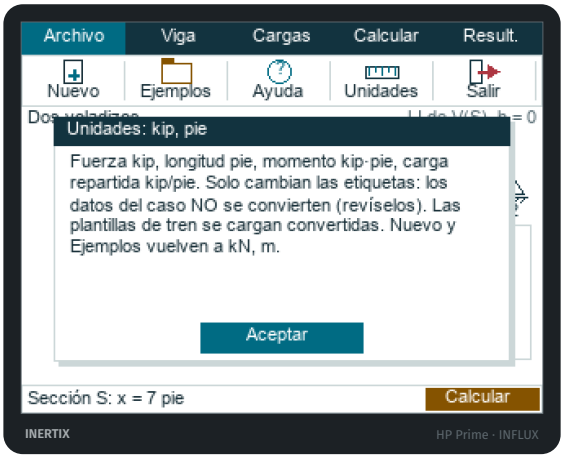
Sistema	Fuerza	Longitud	Momento	Carga repartida
kN, m (defecto)	kN	m	kN·m	kN/m
tf, m	tf	m	tf·m	tf/m
kip, pie	kip	pie	kip·pie	kip/pie

- **Solo cambian las etiquetas.** Los datos del caso **no** se convierten y no se recalcula: longitudes, cargas y resultados conservan sus números. Un aviso lo recuerda; revise los datos después de cambiar. El nombre del caso cambia su unidad final («... 50+40 kN» pasa a «... 50+40 kip»).
- **Las plantillas de tren sí se cargan convertidas** al sistema activo. En kip, pie son las cargas AASHTO de origen (camión 8+32+32 kip a 14 y 28 pie, tándem 2 × 25 kip a 4 pie, carril 0.64 kip/pie); en kN, m quedan los números de siempre.
- EI es relativo y no depende del sistema. Los límites del motor valen en la unidad activa: $L \le 1000$ y $d \le 200$ (m o pie).
- 1 **Archivo** Nuevo y 1 **Archivo** Ejemplos vuelven a `kN, m`. Al salir, el sistema elegido queda guardado.



1 **Archivo** Unidades: los tres sistemas.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Aviso al elegir kip, pie: solo cambian las etiquetas.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

1.4 Límites y fuera de alcance

⚠ Fuera de alcance

- Solo vigas rectas con cargas verticales; no hay pórticos, cargas horizontales ni torsión.
- El empotramiento solo se admite en los extremos de la viga; los apoyos interiores son simples.
- EI es *relativo*: sirve para repartir rigideces en vigas hiperestáticas, no para calcular flechas.
- Máximo 8 apoyos, 4 rótulas y 12 ejes. La envolvente evalúa unas 15 secciones.
- No combina estados límite ni diseña secciones; entrega solicitaciones para usarlas en otro cálculo.
- Todas las pruebas se hicieron con el programa traducido a computadora; los tiempos en la calculadora (en especial de la envolvente) pueden ser mayores.

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: `INFLUX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_INFLUX.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 `INFLUX.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*. INFLUX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de INFLUX 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

INFLUX 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 INFLUX 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: `INFLUX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_INFLUX.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 INFLUX 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 por primera vez, INFLUX muestra una viga continua de dos tramos de 10 m sin calcular, con la categoría `Viga` activa. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

1. **Barra de menú.** Cinco categorías; se abren con las teclas 1 a 5 o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Viga.** Apoyos numerados, rótulas y la sección S; el objeto elegido se resalta.
4. **Gráfica.** LI, tren o envolvente, con la misma escala horizontal que la viga.
5. **Línea de estado.** Mensajes, objeto elegido y valores del cursor.
6. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios sin resolver; `Calculado` si los resultados están al día.

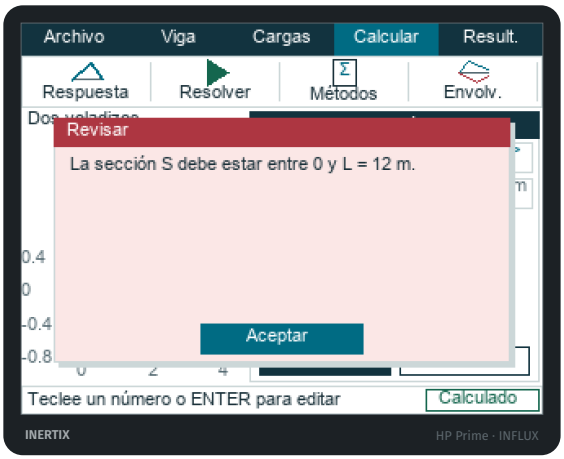
4.1 Teclas

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 / Esc	Cinta	Activa la orden / devuelve el foco al lienzo.
◀ ▶	Viga	Recorren apoyos, rótulas, S y tramos en orden de *x*; Enter abre las propiedades del elegido; Del quita un apoyo o una rótula.
+ − 0	Viga y gráficas	Acercan, alejan y encuadran la vista.
◀ ▶	LI	Mueven la carga unitaria; Enter salta al máximo o al mínimo.
◀ ▶	Tren	Mueven el eje 1; ▲ ▼ cambian el sentido (si es «Ambos»); Enter alterna las posiciones críticas de máximo y mínimo.
◀ ▶	Envolv.	Recorren las secciones; Enter va a la de |*M*| máximo.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior y siguiente; ▲ ▼ desplazan.
Esc	Vista o documento	Vuelve a la viga; en la viga, pide confirmar la salida.

Pantalla táctil

Con la herramienta `Selec.`, tocar un objeto lo elige y un segundo toque abre sus propiedades. Con `Apoyo` o `Rótula`, un toque sobre la viga agrega el elemento en ese punto (es la única forma de agregar apoyos); con `Secc. S`, mueve la sección; con `Borrar`, quita lo tocado. Tocar la gráfica mueve el cursor o el tren, y arrastrar desplaza la vista. Recorrer las gráficas nunca recalcula.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Dato fuera de rango: el formulario sigue abierto.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Tras un cambio, los resultados quedan pendientes.

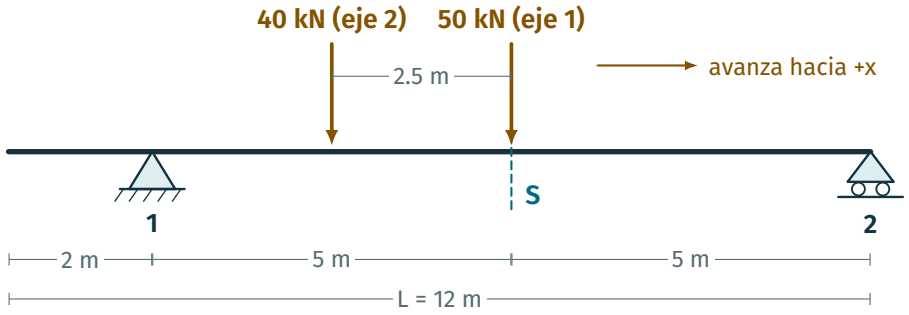
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; ◄ ► mueven el cursor dentro del texto y Del borra.
- Enter confirma el campo y pasa al siguiente; en `Aceptar`, guarda el formulario. Esc anula la edición o cierra sin guardar. En los campos con < >, ◄ ► (o Enter) cambian la opción.
- Un dato no válido (S fuera de la viga, carga negativa, empotramiento interior, apoyos repetidos…) se rechaza con un mensaje y el formulario sigue abierto.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: INFLUX no muestra valores de un cálculo anterior y ofrece calcular de nuevo.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Una viga de 12 m tiene un **voladizo izquierdo de 2 m** y un tramo de 10 m: apoyo fijo en x = 2 m y apoyo móvil en x = 12 m. Un **tren de dos ejes** (50 kN delante y 40 kN a 2.5 m detrás) recorre la viga hacia +x, sin carga de carril ni impacto. Se pide la **línea de influencia del momento** en la sección S (x = 7 m), la **posición crítica del tren** con el momento máximo y mínimo en S, y el **cortante** máximo y mínimo en la misma sección.



5.2 Datos

Viga	Valor
Longitud L	12 m
Apoyo 1	x = 2 m, simple
Apoyo 2	x = 12 m, simple
EI relativo	1 en todos los tramos
Sección S	x = 7 m
Respuesta	Momento $M(S)$; luego cortante $V(S)$

Eje	P (kN)	d al eje 1 (m)
1	50	0
2	40	2.5

Carril e IM	Valor
Carril q	0 kN/m
Impacto IM	0 %
Sentido	+x (eje 1 delante)

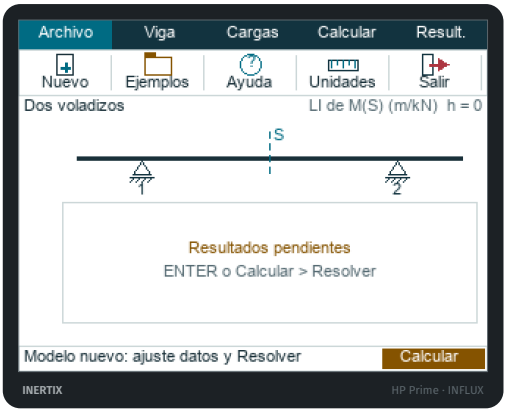
Fuente del ejemplo: ejemplo *Tren de 2 ejes 50+40 kN: M(S)* de INFLUX (Archivo > Ejemplos). Caso de validación oficial de INERTIX para líneas de influencia y trenes de cargas rodantes sobre vigas isostáticas. La posición crítica y los valores envolventes de momento flector se verifican analíticamente mediante el teorema de Barré y estática básica.

Desde cero

El ejemplo ya viene en 1 Archivo Ejemplos, pero aquí se construye desde la plantilla más parecida para recorrer los formularios. Agregar apoyos nuevos exige tocar la viga; con el teclado basta con mover el apoyo 2 de la plantilla. Los apoyos se numeran de izquierda a derecha.

5.3 Paso a paso

1 Nuevo modelo desde la plantilla «Dos voladizos 2+8+2 m»



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

1 Enter ▼×2 Enter

1 **Archivo** Nuevo lista siete plantillas de viga. La tercera ya tiene la longitud de 12 m y el apoyo 1 en x = 2 m; solo falta llevar el apoyo 2 al extremo. El nombre de la plantilla queda arriba a la izquierda: es solo una etiqueta, el cálculo usa la viga dibujada. Nuevo también repone el tren HL-93, el carril y el IM por defecto.

✔ **Debe verse:** Viga de 12 m con los apoyos 1 y 2; abajo «Modelo nuevo: ajuste datos y Resolver»

2 Seleccionar el apoyo 2



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

◀×2

Con el foco en la viga, las flechas recorren los objetos ordenados por x. Desde el extremo derecho, dos pulsaciones de ◀ eligen el apoyo 2, que se resalta y se describe en la línea de estado.

✔ **Debe verse:** Apoyo 2 resaltado; abajo «Apoyo 2: x = 10 m, simple»

3 Abrir sus propiedades y teclear x = 12 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter 1 2 Enter

Enter abre el formulario del apoyo. El número tecleado reemplaza la posición; el tipo se deja en `Simple`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Apoyo 2»: x = 12 m, Tipo Simple

4 Aceptar: queda un solo voladizo de 2 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

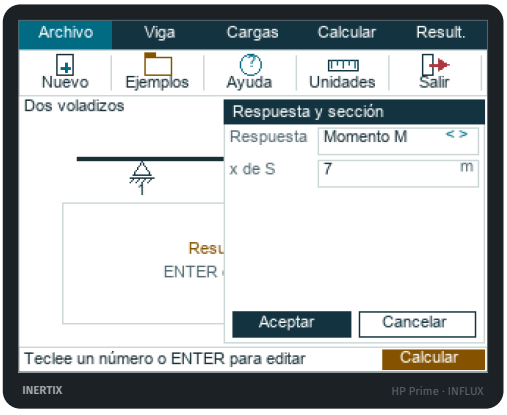
TECLAS

▼ Enter

Al aceptar, el apoyo pasa al extremo derecho y la viga queda con un voladizo izquierdo de 2 m y un tramo de 10 m. Los resultados siguen pendientes porque el modelo cambió.

✔ **Debe verse:** Apoyos en x = 2 y x = 12; abajo «Apoyo 2: x = 12 m, simple»

5 Seleccionar S y teclear x = 7 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

◄ ×2 Enter ▼ 7 Enter

Dos flechas a la izquierda llegan a la sección S y Enter abre `Respuesta y sección`. La respuesta ya es `Momento M`; en el segundo campo se teclea la posición de S.

✔ **Debe verse:** Formulario «Respuesta y sección»: Momento M, x de S = 7 m

6 Aceptar la sección S



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Enter

La línea discontinua de S pasa a x = 7 m, en el centro del tramo apoyado. La línea de estado confirma la respuesta elegida, $M(S)$.

✔ **Debe verse:** S en x = 7 m; abajo «Respuesta: M(S)»

7 Quitar el tercer eje del camión



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

3 Enter ▼ ×4 Enter

El tren por defecto es el camión HL-93 de tres ejes. En 3 Cargas Ejes, la última opción de la lista quita el último eje; el ejemplo solo necesita dos.

✔ **Debe verse:** Abajo «Último eje quitado»

8 Eje 1: 50 kN a 0 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

3 Enter ×2 5 0 Enter ▼ Enter

Se vuelve a abrir la lista y se elige el eje 1. Su carga pasa de 35 a 50 kN; la distancia al eje 1 es 0 porque es el eje delantero.

✔ **Debe verse:** Abajo «Eje 1 actualizado»

9 Eje 2: 40 kN a 2.5 m



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

`3` `Enter` `▼` `Enter` `4` `0` `Enter` `2` `.` `5` `Enter` ×2

El eje 2 recibe 40 kN y queda 2.5 m detrás del eje 1. En los dos campos se teclea el valor y `Enter` pasa al siguiente; el último `Enter` acepta.

✔ **Debe verse:** Abajo «Eje 2 actualizado»

10 Revisar el tren



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

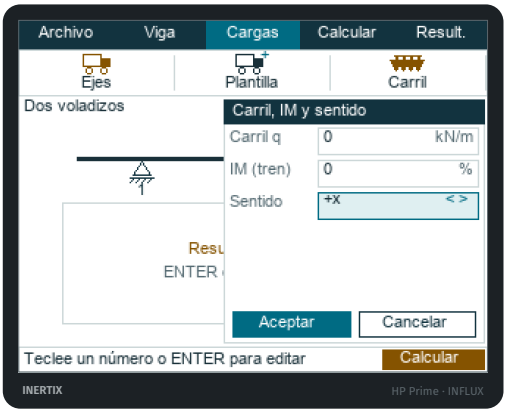
TECLAS

`3` `Enter`

La lista muestra el tren definido. Su título cambia a `Tren propio` porque ya no coincide con ninguna plantilla.

✔ **Debe verse:** Lista «Tren de ejes (Tren propio)»: Eje 1: 50 kN a 0 m, Eje 2: 40 kN a 2.5 m

11 Carril q = 0, IM = 0 y sentido +x



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

`Esc` `3` `▶` ×2 `Enter` `0` `Enter` `0` `Enter` `▶`

`3` **Cargas** Carril reúne la carga de carril, la amplificación del tren y el sentido de avance. Para reproducir el caso se anulan *q* e IM y el sentido pasa de `Ambos` a `+x`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Carril, IM y sentido»: q = 0 kN/m, IM = 0 %, Sentido +x

12 Aceptar y resolver



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

▼ Enter 4 ▶ Enter

4 **Calcular** Resolver calcula la LI y busca los extremos exactos del tren. La línea de estado da el máximo y el mínimo del momento en S y el botón pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** «Calculado»; LI de M(S) dibujada; abajo «Max 175 / min -50 kN·m»

13 Línea de influencia con cursor



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

5 Enter

5 **Result.** LI pone un cursor sobre la línea de influencia, que se mueve con las flechas. Sobre S la ordenada vale 2.5 m: es el momento en S por cada kN colocado allí. El voladizo da ordenadas negativas.

✔ **Debe verse:** LI de M(S) con pico 2.5 en S; abajo «x = 7 m LI = 2.5 m»

14 Tren en la posición crítica



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

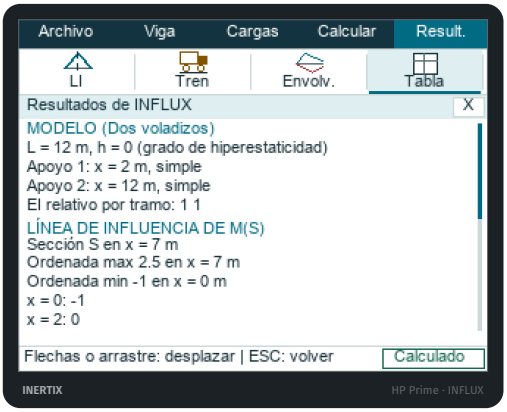
TECLAS

5 ▶ Enter

5 **Result.** Tren dibuja los ejes en la posición del máximo: el eje de 50 kN sobre S y el de 40 kN en x = 4.5 m. Las flechas mueven el tren sin recalcular; Enter salta a la posición del mínimo.

✔ **Debe verse:** Los dos ejes sobre la viga, eje 1 en S; abajo «Eje 1 en 7 m: 175 kN·m»

15 Tabla de resultados



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

5 ▶×3 Enter

5 **Result.** Tabla reúne el modelo, el grado *h*, las ordenadas extremas y la LI punto a punto, el tren y los efectos. Se desplaza con las flechas.

✔ **Debe verse:** «Resultados de INFLUX»: modelo, h = 0, ordenada máx. 2.5 en x = 7 y mín. -1 en x = 0

16 Procedimiento: tren en posición crítica



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Esc 4 ▶×2 Enter ▼×4 Enter ▶×2

4 **Calcular** Métodos lista seis procedimientos. El quinto muestra el tren, las posiciones de prueba y, en la página `3. Extremos`, la posición exacta del máximo: 175 kN·m con el eje 1 en *x* = 7 m. La página de Barré avisa que el teorema no aplica a esta viga por el voladizo.

✔ **Debe verse:** «3. Extremos»: «Max 175 kN·m: eje 1 en 7 m, hacia +x»

17 Cambiar a cortante V(S) y resolver



Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

TECLAS

Esc 4 Enter ◀ ▼×2 Enter 4 ▶ Enter

En 4 **Calcular** Respuesta se cambia `Momento M` por `Cortante V` con ◀, se acepta y se resuelve. La LI del cortante salta una unidad en S y el tren da +32.5 y −35 kN.

✔ **Debe verse:** LI de V(S) con salto unitario en S; abajo «Max 32.5 / min -35 kN»

5.4 Resultados

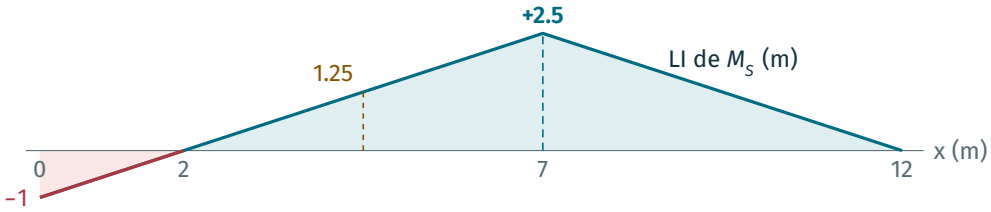
INFLUX coincide con la referencia
La línea de influencia, la posición crítica del tren y los efectos máximos y mínimos de momento y cortante coinciden con el cálculo a mano.

Magnitud	Referencia	INFLUX	Estado
Grado de hiperestaticidad h	0	0	Coincide
LI de M_S: ordenada máxima (en x = 7)	+2.5 m	+2.5 m	Coincide
LI de M_S: ordenada mínima (en x = 0)	−1.0 m	−1.0 m	Coincide
$M_{S,máx}$ (eje 1 en x = 7 m)	175.00 kN·m	175.00 kN·m	Coincide
$M_{S,mín}$ (eje 1 en x = 0)	−50.00 kN·m	−50.00 kN·m	Coincide
$V_{S,máx}$ (hacia +x)	32.50 kN	32.50 kN	Coincide
$V_{S,mín}$ (hacia +x)	−35.00 kN	−35.00 kN	Coincide

Signos: carga hacia abajo; M positivo si tracciona la fibra inferior; V positivo si la suma de fuerzas a la izquierda de S sube. Diferencia entre INFLUX y la referencia: menor que 10^{-12}.

Comprobación rápida

Para cargas móviles, cada eje aporta su carga por la ordenada de la LI bajo él. En la viga isostática la LI de M_S es una quebrada con pico $a\,b/L = 5 \cdot 5/10 = 2.5$ m en S.



$$\eta_M(x) = \frac{(x-2)\cdot 5}{10} = 0.5\,(x-2) \quad (2 \le x \le 7), \qquad \eta_M(0) = -\frac{2\cdot 5}{10} = -1$$

$$M_{S,máx} = 50 \cdot \eta_M(7) + 40 \cdot \eta_M(4.5) = 50 \cdot 2.5 + 40 \cdot 1.25 = 175 \text{ kN·m}$$

$$M_{S,mín} = 50 \cdot \eta_M(0) = 50 \cdot (-1) = -50 \text{ kN·m} \quad \text{(el eje 2 queda fuera de la viga)}$$

$$V_{S,máx} = 50 \cdot \eta_V(9.5) + 40 \cdot \eta_V(7^+) = 50 \cdot 0.25 + 40 \cdot 0.5 = 32.5 \text{ kN}$$

$$V_{S,mín} = 50 \cdot \eta_V(7^-) + 40 \cdot \eta_V(4.5) = 50 \cdot (-0.5) + 40 \cdot (-0.25) = -35 \text{ kN}$$

5.5 Ejemplo corto: puente continuo de 3 tramos con HL-93

1 Archivo Ejemplos > `Puente 3 tramos HL-93: M apoyo` carga una viga continua de 10 + 12 + 10 m con S sobre el apoyo 2 (x = 10 m) y respuesta $M(S)$. El tren es el camión HL-93 (35 + 145 + 145 kN a 4.3 m), con carril q = 9.3 kN/m, IM = 33 % y ambos sentidos. Se resuelve al cargarlo.



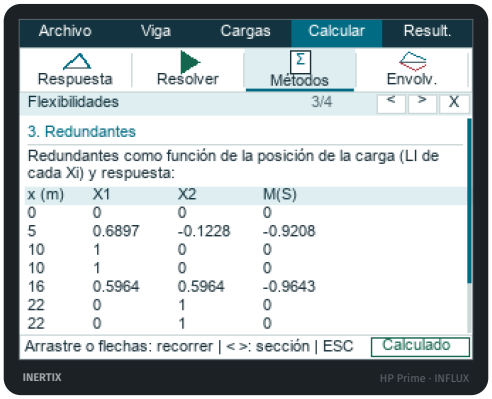
LI de M sobre el apoyo 2 (h = 2).

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



4 **Calcular** Envolv.: M y V máx./mín.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento 4, `Flexibilidades`: redundantes $X(x)$.

Magnitud	INFLUX	Nota
Grado de hiperestaticidad h	2	—
LI de M en el apoyo 2: máx. / mín.	+0.2577 / −1.036 m	—
Efecto de diseño M en S: máx. / mín.	95.037 / −492.417 kN·m	(1 + IM)·tren + carril
Envolvente: $\lvert M\rvert$ máximo	579.452 kN·m en x = 16 m	Centro del tramo 2

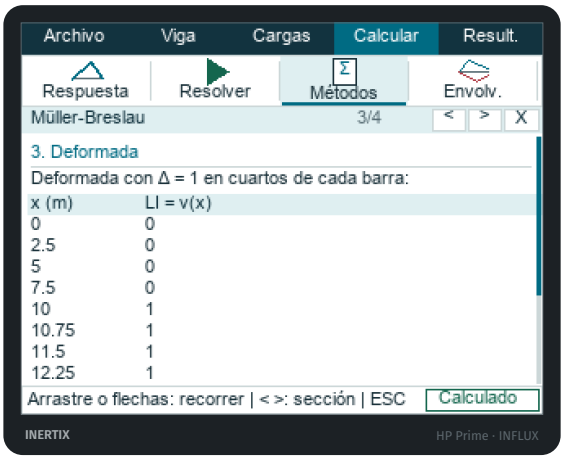
5.6 Ejemplo corto: viga Gerber con tándem

`Gerber con tándem: cortante V` es una viga de 10 + 14 m con rótula en x = 13 m (h = 0) y respuesta $V(S^+)$ a la derecha del apoyo 2 (x = 10 m); tándem HL-93 de 2 × 110 kN a 1.2 m, carril 9.3 kN/m e IM 33 %, ambos sentidos.



LI de $V(S^+)$: salto unitario en el apoyo.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Procedimiento 2, `Müller-Breslau`: deformada.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	INFLUX	Nota
Efecto de diseño $V(S^+)$: máx. / mín.	371.65 / 0 kN	—

5.7 Ejemplo corto: momento de empotramiento

`Empotrada: M de empotramiento` es una viga de 10 m empotrada en x = 0 y apoyada en x = 10 m (h = 1). La respuesta es la reacción del apoyo 1 con la componente `Momento M`; camión HL-93, carril 9.3 kN/m, IM 33 %, ambos sentidos.



LI del momento de empotramiento M_1.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Vista `Tren`: camión en la posición crítica.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	INFLUX	Nota
LI de M_1: ordenada máxima	1.925 m	—
Efecto de diseño M_1: máx. / mín.	709.61 / 0 kN·m	—

Los valores de los ejemplos cortos son del motor verificado (contraste con una solución independiente de la elástica en 133 vigas, error relativo menor que 10^{-11}).

5.8 Opciones importantes

Cinco casos cortos completan el ejemplo guiado; son los mismos de la guía TI-Nspire. Cada uno parte del estado que deja el anterior (el primero, del final de los ejemplos cortos) y tiene sus datos, sus teclas, su resultado y cómo leerlo. Las cifras sin redondear están en la evidencia de la guía.

5.8.1 OI-1 · Viga Gerber con tren de 4 ejes y cortante intermedio

Objetivo. Cortante en una sección del tramo suspendido de una viga Gerber bajo un tren largo. **Cuándo usarlo.** Puentes de vigas Gerber o con articulaciones de dilatación; trenes de más de tres ejes. **Datos.** Plantilla Gerber 10 + 14 m (apoyos en 0, 10 y 24 m; rótula en 13 m); S en 18 m; respuesta $V(S)$; camión HL-93 más un cuarto eje de 145 kN a 12.9 m; carril 9.3 kN/m, IM 33 %, ambos sentidos.

1. **Plantilla «Gerber 10+14 m con rótula».** La plantilla deja S en 18 m, dentro del tramo suspendido 13–24 m.

   `1` `Enter` `▼`×6 `Enter`

2. **Respuesta: cortante V en S (x = 18 m).** `◀` cambia `Momento M` por `Cortante V`; dos `▼` llegan a `Aceptar`.

   `4` `Enter` `◀` `▼`×2 `Enter`

3. **Agregar un cuarto eje (145 kN a 12.9 m).** `+ Agregar eje` copia el último eje 4.3 m más atrás y abre su formulario; se acepta tal cual.

   `3` `Enter` `▼`×3 `Enter` `▼`×2 `Enter`

4. **Resolver.** El tren queda como `Tren propio`; se resuelve.

   `4` `▶` `Enter`

5. **Tren en la posición crítica del máximo.** La vista Tren empieza en la posición del máximo.

   `5` `▶` `Enter`

6. **Saltar a la posición del mínimo.** `Enter` salta al mínimo; mover el tren no recalcula.

   `Enter`



LI de $V(18)$: nula en 0–13 m, salto unitario en S.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Tren en la posición del máximo.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	Referencia	INFLUX	Nota
Grado h	0	0	isostática (Gerber)
LI de $V(18^{+})$ / $V(18^{-})$	$6/11 = 0.5455$	0.5455	tramo suspendido de 11 m
	$-5/11 = -0.4545$	−0.4545	
LI en el tramo 0–13 m	0	0	la rótula no transmite carga hacia atrás
Tren: máximo (eje 1 en 30.9 m, $+x$)	101.50 kN	101.50 kN	$145 \cdot (1.7 + 6)/11$
Tren: mínimo (eje 1 en 5.1 m, $-x$)	−75.136 kN	−75.136 kN	—
Efecto de diseño máx. / mín.	150.213 / −110.500	150.213 / −110.500	$1.33\,E + q\,A^{\pm}$

Cómo leerlo. La rótula separa la viga: una carga en 0–13 m no llega al tramo suspendido, así que la LI es nula allí; en 13–24 m es la de una viga simple de 11 m. El máximo se da con los dos ejes traseros de 145 kN en 18 y 22.3 m avanzando hacia $+x$; el mínimo, con el tren hacia $-x$. Es el caso que, antes de la corrección del 26-10-2026 (tolerancias de 12 dígitos), podía colgar el cálculo con trenes en vigas con rótulas.

5.8.2 OI-2 · Reacción y cortante a ambos lados de un apoyo

Objetivo. LI de una reacción y del cortante justo a cada lado de un apoyo. **Cuándo usarlo.** Diseño de apoyos y del cortante junto a ellos; vigas con voladizo. **Datos.** Ejemplo `Voladizo 6+2 m` (apoyos en 0 y 6 m, voladizo hasta 8 m), carga unitaria, $+x$.

1. **Ejemplo «Voladizo 6+2 m: LI de M(S)».** Los ejemplos se cargan ya resueltos.

   `1` `▶` `Enter` ×2

2. **Respuesta: reacción del apoyo 2.** Con `Reacción` el segundo campo es `Apoyo:` `▶` elige el 2.

   `4` `Enter` `◀` ×2 `▼` `▶` `▼` `Enter`

3. **Resolver y ver la LI de R2.** `5` **Result.** `LI` muestra la LI con el cursor.

   `4` `▶` `Enter` `5` `Enter`

4. **Cortante sobre el apoyo 2: lado derecho.** Con `Cortante V` y S = 6 m sobre el apoyo, el lado por omisión es el derecho (S+).

   `4` `Enter` `▶` `▼` `6` `Enter` ×2 `4` `▶` `Enter`

5. **Lado izquierdo: V(6−).** Al reabrir el formulario aparece `Lado:` `◀` elige `Izq. (S-)`.

   `4` `Enter` `▼` ×2 `◀` `▼` `Enter` `4` `▶` `Enter`



LI de R_2: 1.333 en la punta del voladizo.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



LI de $V(6^-)$: mínimo −1.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Respuesta	Referencia	INFLUX	Dónde
LI de R_2: máximo	8/6 = 1.3333	1.3333	x = 8 m (punta)
LI de $V(6^+)$: valor en el voladizo	1	1	6 < x ≤ 8 m
LI de $V(6^-)$: mínimo	−1	−1	$x = 6^-$
LI de $V(6^-)$ en la punta	1 − 8/6 = −0.3333	−0.3333	x = 8 m

Cómo leerlo. R_2 crece linealmente y supera 1 en el voladizo: la carga en la punta levanta el apoyo 1. Sobre un apoyo el cortante tiene dos valores; elegir el lado equivocado cambia por completo la LI. El campo `Lado` solo aparece cuando el formulario se abre con S sobre un apoyo.

5.8.3 OI-3 · Envolvente del puente de 3 tramos

Objetivo. Momentos y cortantes extremos en toda la viga y recorrerlos. **Datos.** Ejemplo `Puente 3 tramos HL-93: M apoyo` (10 + 12 + 10 m, h = 2).

1. **Ejemplo «Puente 3 tramos HL-93: M apoyo».** El ejemplo se carga resuelto.

   1 ▶ Enter ▼×2 Enter

2. **Calcular la envolvente.** 4 Calcular Envolv. pide confirmación porque es el cálculo más largo.

   4 ▶×3 Enter×2

3. **Ir a la sección de |M| máximo.** Enter lleva el cursor a la sección de $|M|$ máximo.

   Enter

4. **Recorrer secciones.** ▶ recorre secciones sin recalcular.

   ▶×2

5. **Tabla de resultados con la envolvente.** La tabla de resultados termina con la sección `ENVOLVENTE`.

   5 ▶×3 Enter ▼×30



Envolvente de *M* y *V* (máx. azul, mín. rojo).

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Cursor en la sección de |*M*| máximo.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	INFLUX	Nota
Grado *h*	2	—
LI de *M* en el apoyo 2: máx. / mín.	+0.2577 / −1.0360 m	en *x* = 26.23 / 14.55 m
Efecto de diseño en S: máx. / mín.	95.037 / −492.417 kN·m	igual que la guía anterior
Envolvente: *M* máximo	579.452 kN·m	*x* = 16 m (centro del tramo 2)
Envolvente: *M* mínimo	−492.417 kN·m	*x* = 10 m (apoyo 2)

Cómo leerlo. El momento positivo máximo está en el centro del tramo 2 y el negativo sobre los apoyos interiores. En vigas hiperestáticas la envolvente es muestreada (unas 15 secciones): entre ellas puede quedar algo por debajo del extremo exacto, que sí da la LI de cada sección.

5.8.4 OI-4 · Métodos y su disponibilidad

Objetivo. Leer un procedimiento clásico y entender por qué otro no está disponible. **Datos.** Ejemplo `Empotrada: M de empotramiento` (empotrada en 0, apoyada en 10 m; *h* = 1).

1. **Ejemplo «Empotrada: M de empotramiento».** Se carga resuelto.

   Esc 1 ▶ Enter ▼×4 Enter

2. **Lista de métodos.** La lista dice por qué la estática no aplica: solo isostáticas (*h* = 0).

   4 ▶×2 Enter

3. **Abrir «4 Flexibilidades».** Flexibilidades: estructura primaria y redundante $X_1 = M_1$.

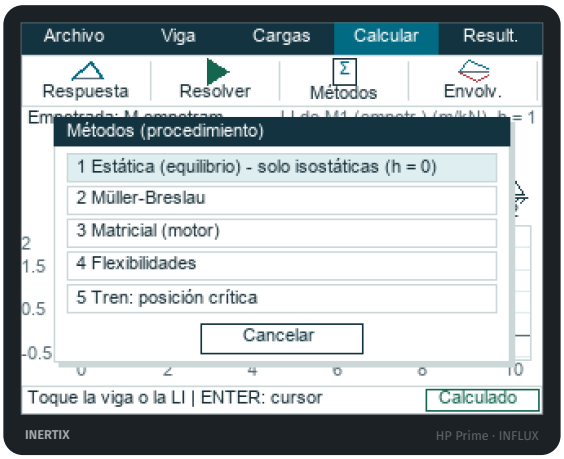
   ▼×3 Enter

4. **Página «3. Redundantes».** La sección 3 tabula la redundante $X_1(x)$.

   ▶×2

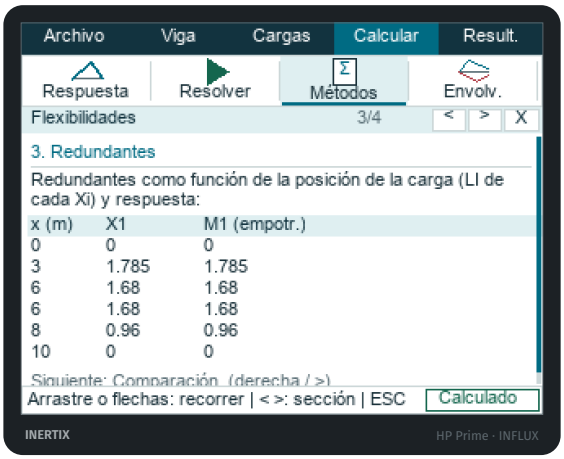
5. **Volver al caso.** Esc vuelve a la viga con los mismos resultados.

   Esc



Métodos: Estática no disponible y su motivo.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Flexibilidades: redundante $X_1(x)$.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Magnitud	Referencia	INFLUX	Nota
Grado h	1	1	Estática no disponible
LI de M_1: máximo	1.9245 m	1.9245 m	$x = L(1 - 1/\sqrt{3}) = 4.2265$ m
Efecto de diseño M_1: máx.	709.610 kN·m	709.610 kN·m	igual que la guía anterior

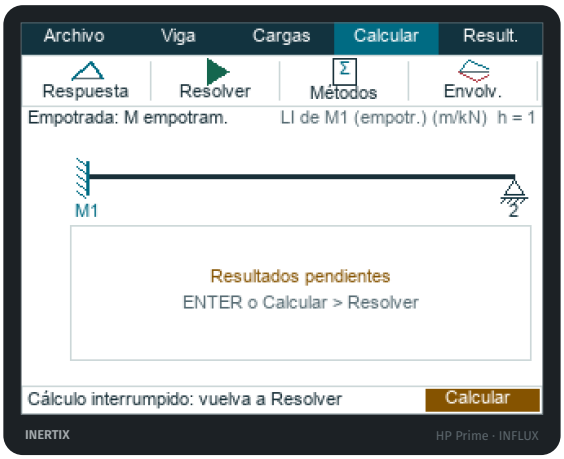
Cómo leerlo. La columna X_1 es la LI del momento de empotramiento: coincide con la del motor. Para $h > 3$ las flexibilidades tampoco se ofrecen y queda el método matricial.

5.8.5 OI-5 · Salir, volver y corte con ON

Objetivo. Saber qué se conserva al salir y qué pasa si se interrumpe un cálculo.

1. **Salir y volver a ejecutar INFLUX.** 1 **Archivo** Salir y ejecutar INFLUX de nuevo: la viga, el tren y los resultados siguen.
2. **Corte con ON durante el cálculo.** Si se pulsa ON durante `Resolver` (o la envolvente, un método o un formulario largo), al volver a entrar el caso está intacto, los resultados pendientes y abajo `Cálculo interrumpido: vuelva a Resolver`.
3. **Resolver de nuevo.** Resolver da los mismos resultados que antes del corte.

   4 ▶ **Enter**



Tras el corte con ON: caso intacto, resultados pendientes.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



Resuelto de nuevo.

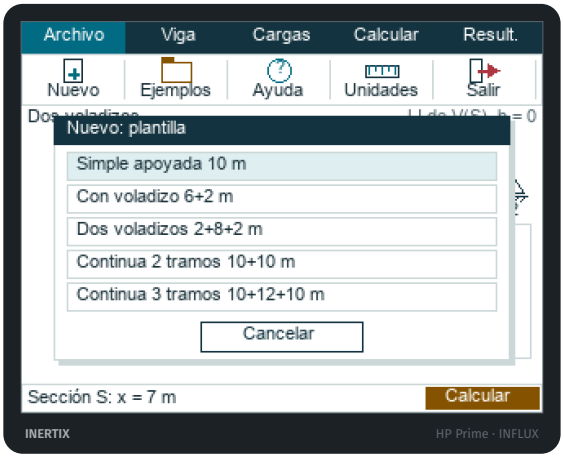
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

Cómo leerlo. INFLUX guarda una copia del caso antes de cada operación que lo reescribe y la repone si se corta con ON. Nunca muestra resultados de un cálculo interrumpido como vigentes. (Las capturas reproducen el estado que deja el corte; no se pulsó ON en un equipo.)

6 Referencia de menús y opciones

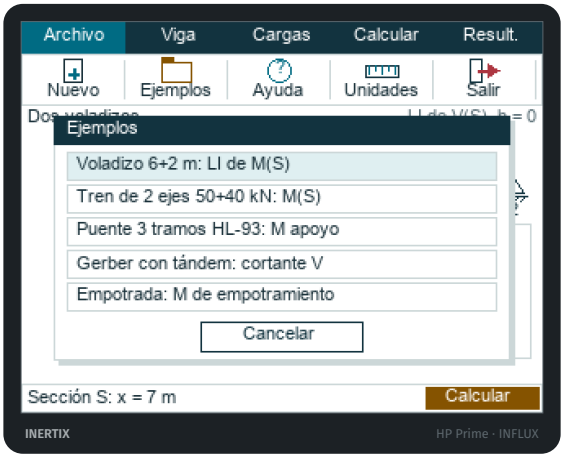
6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Siete plantillas: simple apoyada 10 m, con voladizo 6+2 m, dos voladizos 2+8+2 m, continua de 2 y de 3 tramos, empotrada-apoyada 10 m y Gerber 10+14 m con rótula. Repone M(S), el camión HL-93, q = 9.3 kN/m, IM = 33 % y ambos sentidos.
Ejemplos	Cinco ejemplos resueltos: voladizo 6+2 m, tren de 2 ejes, puente de 3 tramos, Gerber con tándem y empotrada.
Ayuda	Resumen de menús, teclas y convenios.
Unidades	Elige el sistema de unidades: `kN, m`, `tf, m` o `kip, pie` (sección 1.3).
Salir	Pide confirmación y cierra el programa.



1 **Archivo** Nuevo: plantillas (la lista se desplaza).

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



1 **Archivo** Ejemplos.

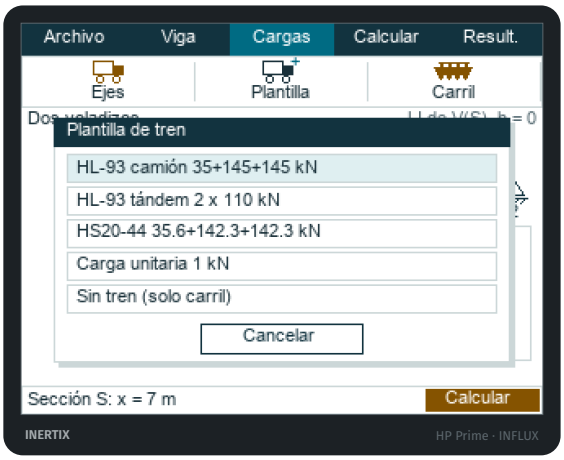
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

6.2 2 · Viga

Orden	Qué hace
Selec.	Herramienta de selección: toque o flechas eligen; Enter abre las propiedades del apoyo (posición y tipo), de la rótula (posición), de S (respuesta) o del tramo (EI relativo).
Apoyo	Un toque sobre la viga agrega un apoyo simple en ese punto (máximo 8).
Rótula	Un toque agrega una rótula interna (máximo 4).
Secc. S	Un toque mueve la sección S.
Borrar	Un toque quita el apoyo o la rótula tocados; también Del con el objeto elegido.
Longitud	Longitud total L y paso de la rejilla con que se ajustan los toques.

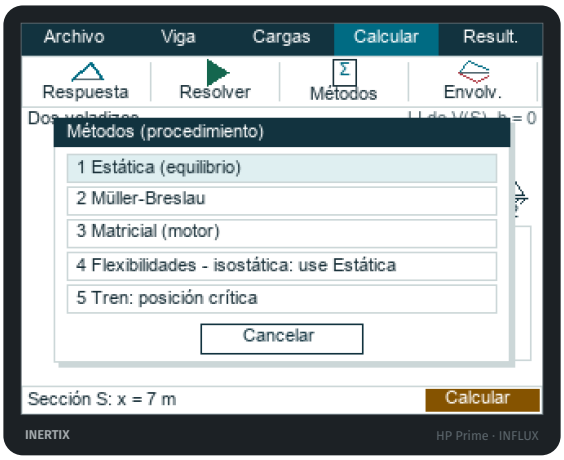
6.3 3 · Cargas

Orden	Qué hace
Ejes	Lista del tren: editar carga y distancia de cada eje, agregar un eje (4.3 m detrás del último) o quitar el último.
Plantilla	HL-93 camión 35+145+145 kN, HL-93 tándem 2 × 110 kN, HS20-44, carga unitaria de 1 kN o solo carril.
Carril	Carga de carril q (kN/m), IM (%) y sentido: $+x$, $-x$ o ambos.



3 **Cargas** Plantilla.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



4 **Calcular** Métodos (la lista se desplaza).

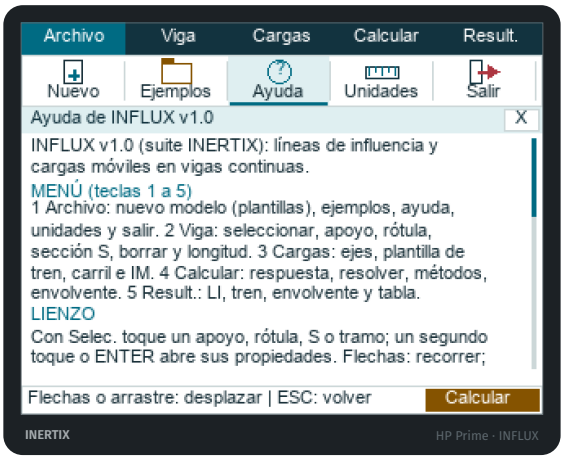
Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Respuesta	Reacción (apoyo y, si es empotramiento, componente vertical o momento), cortante V o momento M en S. El campo Lado aparece solo si S cae sobre un apoyo.
Resolver	Calcula la LI, los extremos del tren y el efecto de diseño.
Métodos	1 Estática (solo $h = 0$), 2 Müller-Breslau, 3 Matricial (motor), 4 Flexibilidades ($1 \le h \le 3$), 5 Tren: posición crítica (con Barré para un tramo simple), 6 Carril: áreas de la LI. Si un método no aplica, la lista dice por qué.
Envolv.	Envolvente de M y V en unas 15 secciones; pide confirmación porque puede tardar.

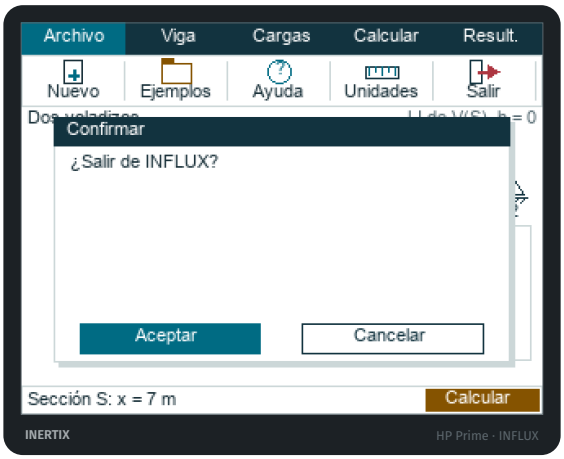
6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
LI	Línea de influencia con cursor; áreas positivas y negativas sombreadas.
Tren	Tren sobre la viga con su efecto; empieza en la posición crítica del máximo.
Envolv.	Envolvente de M (arriba) y V (abajo), máximo en azul y mínimo en rojo, con cursor por sección.
Tabla	Documento con el modelo, la LI punto a punto, el tren y los efectos.



1 **Archivo** Ayuda.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador



1 **Archivo** Salir: confirmación.

Captura ADAPTADA: render del programa, no emulador

6.6 Errores y avisos

Mensaje	Causa y solución
La sección S debe estar entre 0 y L	S fuera de la viga: corrija *x* o la longitud
Longitud L fuera de rango (0 < L ≤ 1000 m); Paso de rejilla entre 0.05 y 5 m	Revise `Longitud`
El empotramiento solo puede ir en un extremo	Tipo empotramiento en un apoyo interior: use simple
La rótula debe estar dentro de la viga; Ya hay una rótula en x = …	Mueva la rótula
Máximo 8 apoyos / 4 rótulas / 12 ejes	Límite del programa
La carga del eje debe ser positiva; La distancia al eje 1 va de 0 a 200 m	Corrija el eje
IM fuera de rango (0 a 100 %); La carga de carril q no puede ser negativa	Corrija `Carril`
EI relativo fuera de rango (0.01 a 100)	Solo importan las proporciones entre tramos
Estructura inestable (mecanismo)	Faltan apoyos o sobran rótulas; el modelo se puede seguir editando
No disponible: …	El método no aplica a este caso; la lista indica el motivo (OI-4)
No hay tren: defina ejes	Vista Tren sin ejes: 3 **Cargas** Ejes o `Plantilla`
Cálculo interrumpido: vuelva a Resolver	Se pulsó ON durante un cálculo: el caso está intacto (OI-5)

Un dato no válido se rechaza con el mensaje y el formulario sigue abierto; el caso no cambia. En la línea de estado, un valor como $-8.4 \cdot 10^{-16}$ en lugar de 0 es ruido de redondeo del cálculo en coma flotante.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Línea de influencia y efecto de un tren

La LI $\eta(x)$ de una respuesta es su valor cuando una carga unitaria descendente está en x. Un tren de ejes P_i a distancias d_i del eje 1, con el eje 1 en s, produce

$$E(s) = \sum_i P_i\,\eta(x_i), \qquad x_i = s - d_i \ \text{(hacia } +x\text{)}, \qquad x_i = s + d_i \ \text{(hacia } -x\text{)} \tag{1}$$

Donde: solo cuentan los ejes que están sobre la viga. INFLUX revisa todas las posiciones con un eje sobre un nudo y los máximos de cada tramo cúbico, por lo que el extremo es exacto.

7.2 Efecto de diseño con carril e impacto

$$E_d = (1 + IM)\,E_{\text{tren}} + q\,A^{\pm} \tag{2}$$

Donde: A^{+} y A^{-} son las áreas positiva y negativa de la LI (el carril se coloca solo sobre las de un signo); el IM se aplica solo si el tren es desfavorable.

7.3 Viga isostática

Para el momento en S, a distancias a y b de los apoyos de un tramo de luz L:

$$\eta_{M,\text{máx}} = \frac{a\,b}{L} \tag{3}$$

Donde: la LI es lineal entre apoyos y se prolonga en los voladizos; la del cortante salta una unidad en S.

7.4 Principio de Müller-Breslau

La LI de una respuesta tiene la forma de la deformada de la viga cuando se libera el vínculo que la produce (una articulación para M, un corte para V, el apoyo para R) y se impone un desplazamiento unitario $\Delta = 1$ en ese vínculo. En vigas isostáticas la deformada es poligonal; en hiperestáticas es curva.

7.5 Rigidez (motor) y flexibilidades

$$\mathbf{K}\,\mathbf{u} = \mathbf{F} \qquad \boldsymbol{\delta}\,\mathbf{X} = -\boldsymbol{\delta}_0(x) \tag{4}$$

Donde: el motor arma la rigidez de la viga con EI relativo por tramo y resuelve la carga unitaria en cada nudo; entre nudos la LI es un polinomio cúbico exacto. En flexibilidades, $\boldsymbol{\delta}$ son los coeficientes δ_{ij} de la estructura primaria y $\mathbf{X}(x)$ las redundantes para la carga unitaria en x.

7.6 Teorema de Barré

En un tramo simple, el momento máximo bajo un tren se produce bajo un eje cuando el centro del tramo queda a la mitad entre ese eje y la resultante del tren.

Referencias

1. AASHTO. *LRFD Bridge Design Specifications*, art. 3.6.1 (carga HL-93, carril e IM). Origen de las plantillas de tren.
2. AASHTO. *Standard Specifications for Highway Bridges* (camión HS20-44).
3. Hibbeler, R. C. *Análisis estructural*. Pearson. Capítulo de líneas de influencia (lectura de apoyo para el método de Müller-Breslau).

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque algún dato cambió después del último cálculo. INFLUX no muestra valores viejos: use 4 **Calcular** Resolver, Enter en la viga o acepte la pregunta de la vista.

¿Por qué el encabezado dice «Dos voladizos» si mi viga tiene un solo voladizo?

Es el nombre de la plantilla de partida. El cálculo usa siempre la viga que se ve en el lienzo.

¿Cómo agrego un apoyo o una rótula?

Elija 2 **Viga** Apoyo o `Rótula` y toque la viga en el punto deseado. Después puede ajustar su posición exacta con `Selec.` y Enter.

¿Por qué un método aparece como no disponible?

Cada método tiene su campo de aplicación: `Estática` solo para $h = 0$, `Flexibilidades` para $1 \le h \le 3$ y Barré solo para un tramo simplemente apoyado. La lista indica el motivo.

¿Qué significa «Mecanismo» al resolver?

La viga no es estable: faltan apoyos o hay demasiadas rótulas. INFLUX deja editar el modelo en ese estado y avisa al resolver.

¿Por qué el efecto mínimo es 0 en algunos ejemplos?

Cuando la LI no tiene área negativa, ninguna posición del tren produce un efecto de signo contrario.

¿Puedo ver la LI de una reacción?

Sí: en 4 **Calcular** Respuesta elija `Reacción` y el apoyo; si es un empotramiento, también la componente (vertical o momento).

¿Cuánto tarda la envolvente?

Es el cálculo más largo, porque mueve el tren en unas 15 secciones. Por eso pide confirmación; recorrer el resultado después es inmediato.

¿Puedo trabajar en tf o en kip y pie?

Sí: 1 **Archivo** Unidades. Cambiar de sistema solo cambia las etiquetas; los números que ya escribió no se convierten (sección 1.3).

¿Pierdo la viga al salir?

No. Los datos quedan en memoria y reaparecen la próxima vez que abra INFLUX (OI-5).

¿Qué pasa si pulso ON mientras calcula?

El cálculo se corta. Al volver a entrar, el caso está como antes de empezar, los resultados quedan pendientes y la línea de estado pide resolver de nuevo.

¿Dónde elijo el lado del cortante sobre un apoyo?

En 4 **Calcular** Respuesta, campo Lado. Aparece al abrir el formulario con S sobre un apoyo (OI-2).