INERTIX

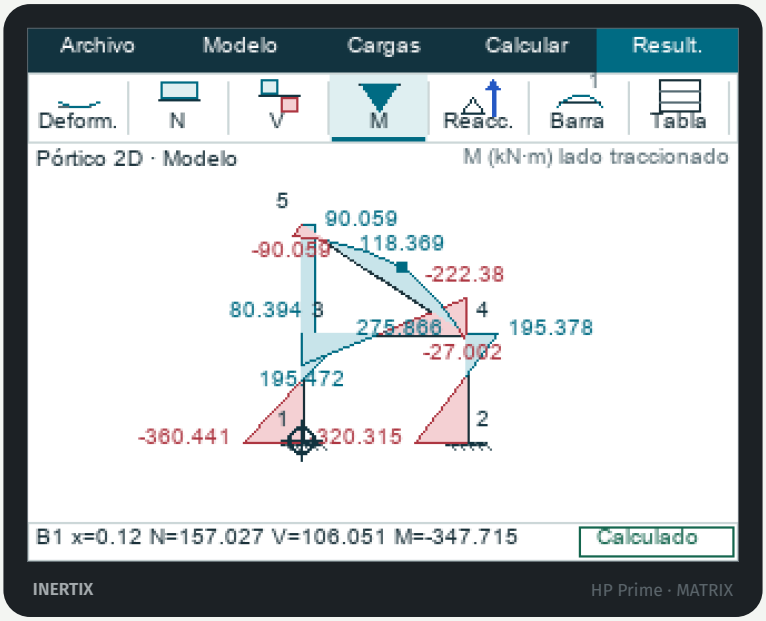
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

MATRIX

Análisis matricial de pórticos, cerchas 3D y parrillas

Versión 2.0 **HP Prime G1 · G2** Estructuras · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **3**
1.1. Qué calcula . . . 3
1.2. Unidades y convenciones . . . 3
1.3. Límites y fuera de alcance . . . 3

2. Instalación **3**
2.1. Qué necesita . . . 4
2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 4

3. Licencia de uso **5**

4. La interfaz **6**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 6
4.2. Teclas . . . 6
4.3. Formularios y resultados pendientes . . . 7

5. Ejemplo guiado **8**
5.1. Enunciado . . . 8
5.2. Datos . . . 8
5.3. Paso a paso . . . 9
5.4. Resultados . . . 20

6. Opciones importantes **21**
6.1. OI-1 · Pórtico con rótula y carga térmica . . . 21
6.2. OI-2 · Viga continua con movimiento de apoyo . . . 22
6.3. OI-3 · Cercha 3D: vistas y axiles . . . 22
6.4. OI-4 · Pórtico semirrígido frente a rígido y articulado . . . 23
6.5. OI-5 · Parrilla en L con voladizo . . . 24
6.6. OI-6 · Guardar, abrir, cancelar y modelo inestable . . . 25

7. Referencia de menús **27**
7.1. Archivo . . . 27
7.2. Modelo . . . 27
7.3. Cargas . . . 27
7.4. Calcular . . . 28

7.5. Result. 28
7.6. Errores y avisos 28

8. Fundamento teórico breve **29**
8.1. Rigidez de la barra y transformación 29
8.2. Cargas, solución y esfuerzos 29
8.3. Unión semirrígida y resortes 29
8.4. Movimiento de apoyo y temperatura 29

9. Preguntas frecuentes **30**

1 Presentación y alcance

MATRIX resuelve estructuras de barras por el **método matricial de rigidez directa**, siguiendo el procedimiento que se enseña en la universidad: matriz de cada barra, ensamble, vector de cargas, solución, reacciones y esfuerzos. Se dibuja el modelo, se calcula y se lee cada etapa en pantalla, por lo que sirve para resolver un caso y para revisar un ejercicio hecho a mano. Tiene tres módulos que conservan su modelo por separado: **Pórtico 2D**, **Cercha 3D** y **Parrilla 2D**.

1.1 Qué calcula

- **Pórtico 2D** (GDL U_x, U_y, R_z): desplazamientos, reacciones, diagramas N, V y M, deformada. Extremos de barra rígidos, articulados, guiados o **semirrígidos**; barras-resorte axiales o de giro.
- **Cercha 3D** (GDL U_x, U_y, U_z): desplazamientos, reacciones y axiles. Vista 3D, planta, alzado y perfil. Sirve también para cerchas planas.
- **Parrilla 2D** (GDL D_w, R_u, R_v): flecha, giros, reacciones y diagramas V, T y M.
- **Procedimiento completo:** numeración de GDL, [k] de cada barra, [K] ensamblada, vector [Φ], solución [Δ] con matriz reducida, equilibrio por barra y global, y memoria de cada carga.
- **Cargas:** en nudos, puntuales y repartidas (trapezoidales) en barra, temperatura, fabricación, montaje, movimiento de apoyo, curvatura y corrección N/B, según el módulo.
- **Apoyos:** parciales, resortes, ejes girados (apoyo inclinado) y unión a un nudo maestro.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Unidades	Libres pero coherentes: **MATRIX no convierte**. `Ajustes` solo cambia los rótulos (kN, m · t, m · kgf, cm · N, mm · kip, in).
Ejes globales	$+X$ a la derecha, $+Y$ hacia arriba; en la parrilla, $+Z$ fuera del plano.
Giros y momentos	Positivos en sentido antihorario (mano derecha).
Ejes locales de barra	u de N_i hacia N_j; v girado 90° en sentido antihorario.
Axil	Positivo en tracción.
Diagrama de momentos	Se dibuja del lado traccionado.

1.3 Límites y fuera de alcance

> **⚠ Fuera de alcance**
> MATRIX hace análisis **lineal elástico** de primer orden con pequeños desplazamientos. **No** considera efectos P-Δ, pandeo, deformación por cortante ni no linealidad del material, y no diseña ni verifica secciones. La cercha 3D no admite nudos maestros, y la parrilla no admite fabricación, curvatura ni vectores N/B. En el pórtico no se puede guiar los dos extremos de una barra: sería un mecanismo.

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

MATRIX 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 MATRIX 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: `MATRIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_MATRIX.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 MATRIX 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.

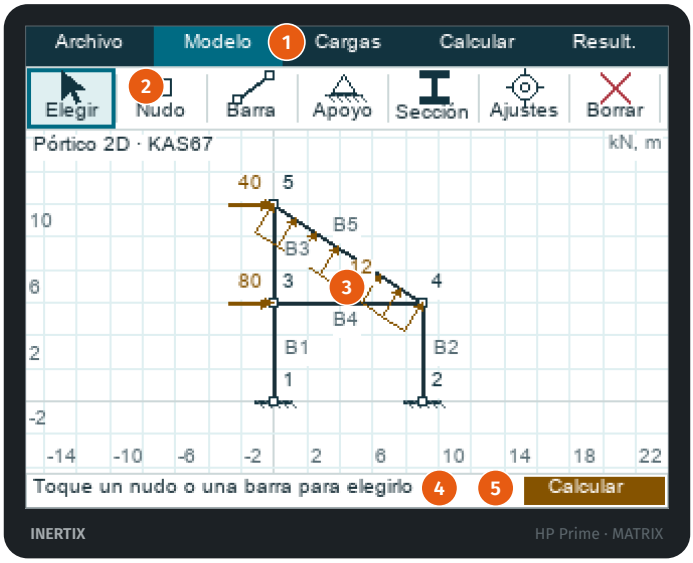
No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

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

4.1 Zonas de la pantalla



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Zona	Uso
1 Categorías	Cinco grupos de órdenes: teclas 1 a 5 o toque.
2 Cinta	Órdenes de la categoría: ◀ ▶ eligen y Enter ejecuta.
3 Lienzo	Modelo o resultados. Un toque elige nudo o barra; el segundo abre sus datos.
4 Barra de estado	Qué hacer ahora o el valor bajo el cursor.
5 Calcular	Dice `Calcular` con resultados pendientes y `Calculado` al día.

4.2 Teclas

Tecla	Acción
1 ... 5	Abren la categoría en la cinta.
Esc	Termina un trazo, deja la vista de resultados, quita la selección y vuelve a Elegir; después ofrece salir.
+ −	Zoom; en la deformada, escala.
0	Encuadra el modelo.
Toque y arrastre	Elige; arrastrar desplaza la vista o, en la cercha, la gira. Al girar se ven solo las barras; al soltar se dibuja todo.
◀ ▶	En Elegir recorren nudos o barras; en un diagrama, las estaciones; en el procedimiento, las secciones.
▲ ▼	En Elegir cambian entre nudos y barras; en un diagrama, de barra; en el procedimiento desplazan.

4.3 Formularios y resultados pendientes

Los formularios trabajan sobre un borrador. Las flechas recorren los campos, ◄ ► cambian las opciones y Enter edita o acepta; Esc cancela sin tocar el caso. Se admiten operaciones en la celda, por ejemplo `(0.3×0.5)`. Un dato rechazado muestra su mensaje y el caso no cambia.

Resultados siempre al día

Cualquier cambio del modelo deja los resultados **pendientes**. Recorrer gráficas, tablas o procedimientos no recalcula ni cambia el caso. No se muestran resultados viejos: al pedir una vista con datos cambiados, MATRIX vuelve a resolver y lo indica en la barra de estado.

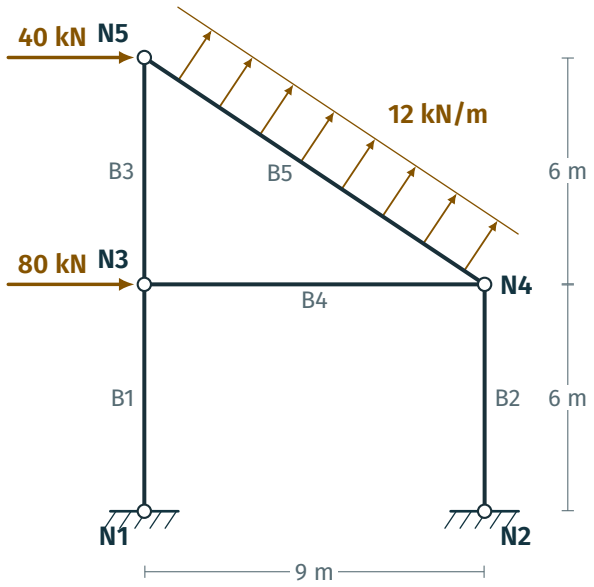
Tablas nativas

1 Archivo Tablas abre el editor de matrices de la calculadora (EDITMAT) para escribir muchos datos seguidos. Esas pantallas son nativas, no se simularon y por eso no aparecen en las capturas de esta guía.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Calcular los **desplazamientos de los nudos**, las **reacciones** en las bases empotradas y los **momentos** del pórtico de dos niveles de la figura. Las columnas de la izquierda (B1 y B3) y de la derecha (B2) son verticales; la viga B4 es horizontal y el faldón B5 une N4 con N5. El viento actúa con 80 kN en N3 y 40 kN en N5, y sobre el faldón hay una succión uniforme de 12 kN/m, perpendicular a la barra y dirigida hacia fuera. Todas las barras tienen la misma sección y el mismo material.



5.2 Datos

Nudo	X (m)	Y (m)	Apoyo
N1	0	0	Empotrado
N2	9	0	Empotrado
N3	0	6	—
N4	9	6	—
N5	0	12	—

Barra	Ni–Nj	L (m)	Elemento
B1	N1–N3	6	Columna inferior izquierda
B2	N2–N4	6	Columna derecha
B3	N3–N5	6	Columna superior izquierda
B4	N3–N4	9	Viga de entrepiso
B5	N4–N5	10.8167	Faldón inclinado ($\sqrt{117}$)

Sección y material	Valor	En MATRIX
Área A	75 000 mm^2 = 0.075 m^2	`0.075`
Inercia I	4.8 × 10^8 mm^4 = 0.00048 m^4	`0.00048`
Módulo E	30 GPa = 3 × 10^7 kN/m^2	`30000000`

Carga	Cómo se introduce
Viento en N3 y N5	Cargas > Nudo: F_X = 80 kN en N3 y F_X = 40 kN en N5
Succión en B5	Cargas > Repart. en B5: perpendicular (v), de 0 a L; $q_1 = q_2 = -12$ kN/m

Unidades: kN y m. El eje local v de B5 (de N4 a N5) apunta hacia abajo y a la izquierda; la succión va hacia fuera, por eso q_v es negativo.

Fuente: A. Kassimali, *Matrix Analysis of Structures*, 2.ª ed., Cengage Learning, 2012, cap. 6, ejemplo 6.7, pp. 309–317 (fig. 6.18). Desplazamientos en la p. 313 y reacciones en la p. 317.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde cero**. La fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; [▼]×4 significa pulsar la tecla cuatro veces. Tocar en la cinta equivale a la tecla de categoría, [▶] y [Enter] que muestra cada paso.

1 Modelo nuevo en blanco



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

[1] [Enter] [▼] [◀] [▼] [Enter]

[1] **Archivo** Nuevo abre el formulario con el tipo y la forma. Elija `Pórtico 2D` y la forma `En blanco`, y acepte.

✔ **Debe verse:** Lienzo vacío de Pórtico 2D

2 Rejilla de 3 m



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

[2] [▶]×5 [Enter] [3] [Enter] [▼]×4 [Enter]

[2] **Modelo** Ajustes. Una rejilla de 3 m hace que todos los nudos del ejemplo queden sobre ella. Solo cambia el paso del cursor; el resto de los ajustes se deja igual.

✔ **Debe verse:** Rejilla 3 m aceptada

3 Nudos N1 a N5 con la rejilla



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

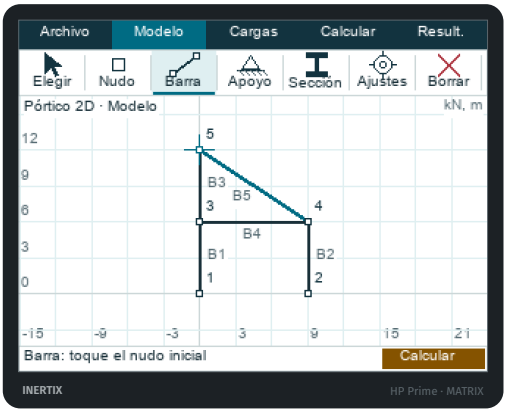
TECLAS

[2] [▶] [Enter] ×2 [▶] ×3 [Enter] [◀] ×3 [▲] ×2 [Enter] [▶] ×3 [Enter] [◀] ×3 [▲] ×2 [Enter]

[2] **Modelo** Nudo: las flechas mueven el cursor por la rejilla y [Enter] coloca un nudo. El orden importa: el número de cada nudo es el de colocación.

✔ **Debe verse:** Cinco nudos: N1 (0;0), N2 (9;0), N3 (0;6), N4 (9;6) y N5 (0;12)

4 Barras B1 a B5



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

[2] [▶] ×2 [Enter] [▼] ×4 [Enter] [▲] ×2 [Enter] [Esc] [▶] ×3 [▼] ×2 [Enter] [▲] ×2 [Enter] [Esc] [◀] ×3 [Enter] [▲] ×2 [Enter] [Esc] [▼] ×2 [Enter] [▶] ×3 [Enter] [◀] ×3 [▲] ×2 [Enter] [Esc] [0]

[2] **Modelo** Barra: [Enter] sobre un nudo empieza el trazo y cada [Enter] siguiente añade una barra; [Esc] lo termina. El orden $N_i \rightarrow N_j$ fija el eje local u. Al final, [0] encuadra el modelo.

✔ **Debe verse:** B1 N1-N3, B2 N2-N4, B3 N3-N5, B4 N3-N4 y B5 N4-N5

5 Sección de las cinco barras



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

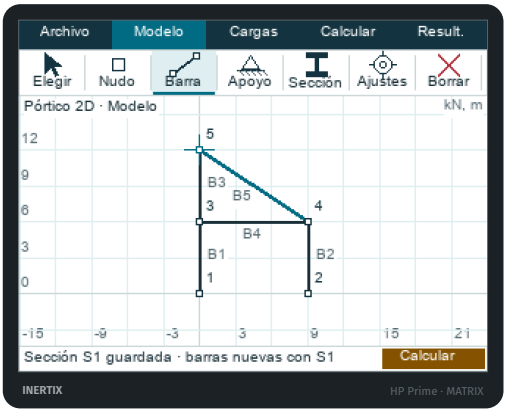
TECLAS

2 ▶ ×4 Enter ×2 ▼ 0 . 0 7 5 Enter 0 . 0 ×3 4 8 Enter 3 0 ×7 Enter

2 **Modelo** Sección lista las secciones. Elija S1, baje a *A* y escriba los tres valores. Todas las barras trazadas usan S1.

✔ **Debe verse:** Formulario de la sección S1: A 0.075, I 0.00048 y E 30000000; foco en Aceptar

6 Aceptar la sección



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

Enter

Enter en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Modelo con la sección S1

7 Empotrar N1 y N2



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

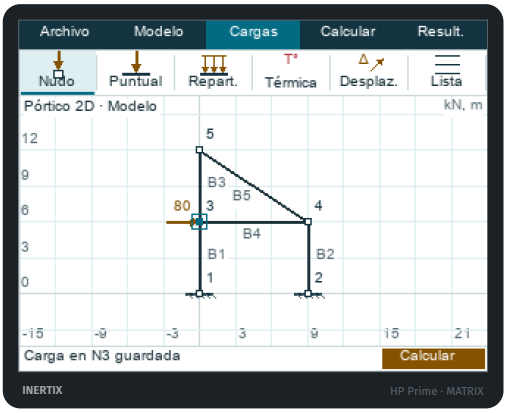
TECLAS

2 ▶ ×3 Enter ×2 ▼ Enter N1 N2

2 **Modelo** Apoyo lista los tipos. Elija `Empotrado`, acepte el giro de ejes en 0 y toque N1 y N2.

✔ **Debe verse:** Símbolo de empotramiento en N1 y N2

8 Carga de nudo de 80 kN en N3



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

3 Enter N3 8 0 Enter ▼ ×2 Enter

3 **Cargas** Nudo: elija N3 y escriba F_X = 80.

✔ **Debe verse:** Flecha de 80 kN en N3

9 Carga de nudo de 40 kN en N5



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

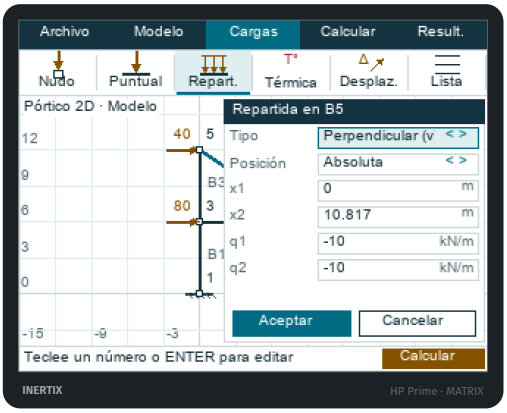
TECLAS

N5 4 0 Enter ▼×2 Enter

La herramienta sigue activa: elija N5 y escriba F_X = 40.

✔ **Debe verse:** Flecha de 40 kN en N5

10 Repartida de 12 kN/m en B5



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

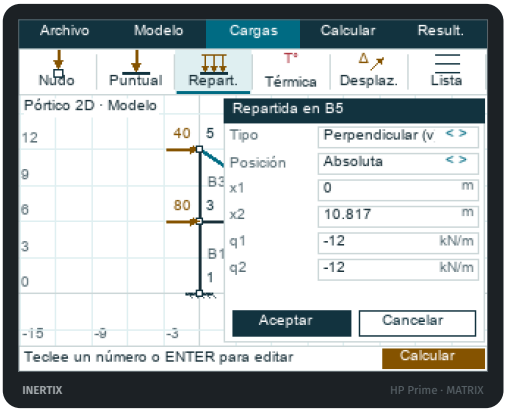
TECLAS

3 ▶×2 Enter B5 ◀×2

3 **Cargas** Repart.: elija B5. El formulario propone la carga en toda la barra (de 0 a *L*); en `Tipo` elija `Perpendicular (v)`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Repartida en B5»: tipo Perpendicular (v), posición absoluta, de 0 a L

11 Valores q1 y q2



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

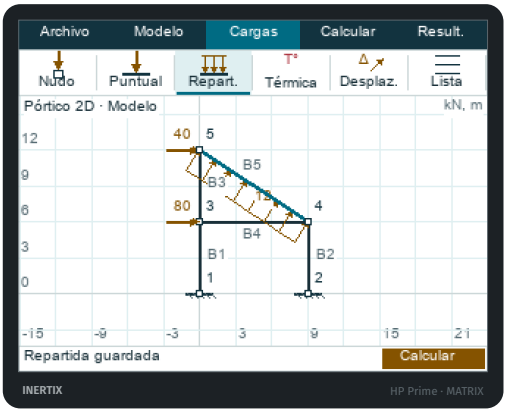
TECLAS

▼ ×4 | − | 1 | 2 | Enter | − | 1 | 2 | Enter

Baje a q_1 y q_2. El signo es el del eje local *v*: en B5, de N4 a N5, *v* apunta abajo y a la izquierda, y la succión va hacia fuera, por eso es negativa.

✔ **Debe verse:** q1 = q2 = -12 kN/m (signo del eje local v); foco en Aceptar

12 Aceptar la repartida



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

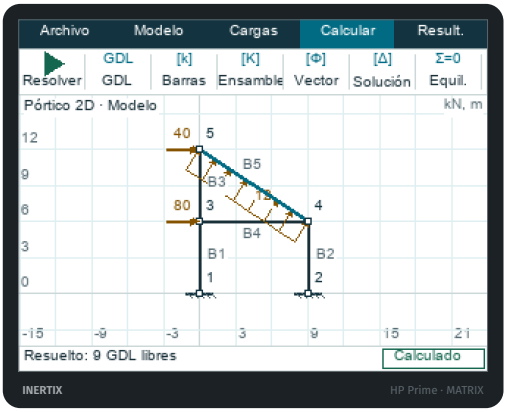
TECLAS

Enter

Enter en `Aceptar`. Los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** Carga perpendicular sobre el faldón B5; resultados pendientes

13 Resolver



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

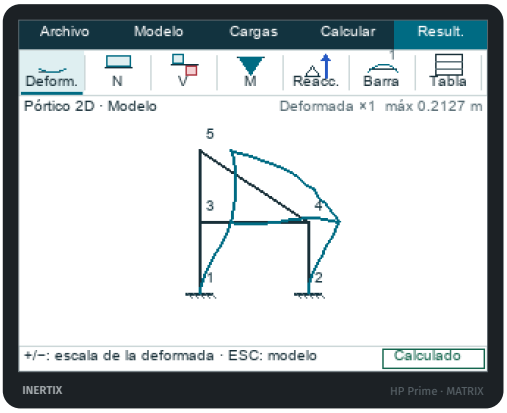
TECLAS

4 Enter

4 **Calcular** Resolver. El sistema tiene 9 GDL libres: 3 por cada uno de los nudos N3, N4 y N5.

✔ **Debe verse:** Estado de resultados al día

14 Deformada



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

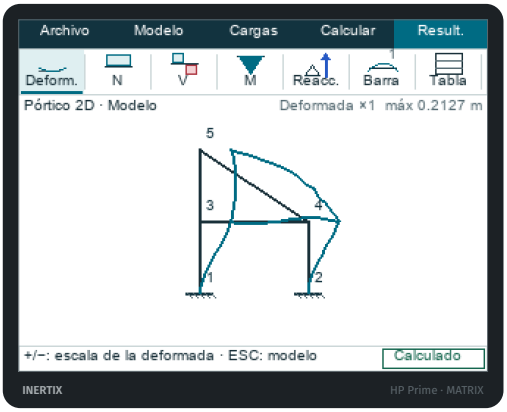
TECLAS

5 Enter

5 **Result.** Deform.: + y − cambian la escala del dibujo, no los resultados.

✔ **Debe verse:** Deformada escalada sobre el modelo

15 Comparar con la referencia: desplazamientos



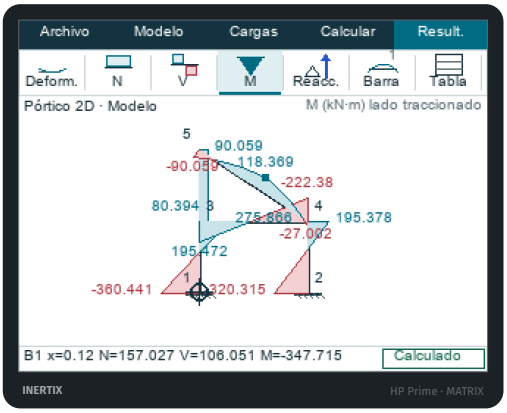
Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

Los dos nudos de entrepiso se mueven casi lo mismo (U_x 0.185424 y 0.185521 m) porque la viga B4 es muy rígida axialmente. El giro de N3 es −0.017620 rad. Estas cifras se comparan abajo con el libro.

✔ **Debe verse:** Ux3 0.185424 m y Rz3 -0.017620 rad

16 Diagrama de momentos



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

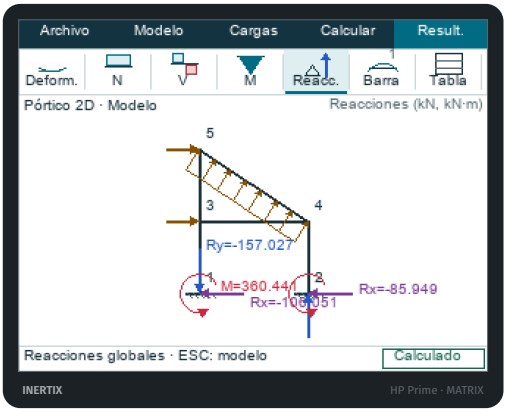
TECLAS

5 ▶ ×3 Enter ▶ ×3

5 **Result.** M: ▶ recorre las estaciones de la barra del cursor y ▲ ▼ cambian de barra. El valor se lee en la barra de estado. El máximo del faldón es 118.37 kN·m.

✔ **Debe verse:** Momentos del lado traccionado; la barra de estado da el valor de la estación

17 Reacciones



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

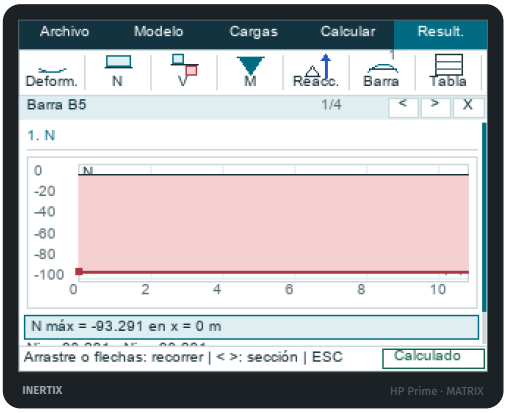
TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Reacc.: reacciones globales de N1 y N2.

✔ **Debe verse:** Reacciones R1 y R2 en el lienzo

18 Barra B5



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

5 ▶ ×5 Enter ▼ ×4 Enter

5 **Result.** Barra y elija B5. El visor muestra los esfuerzos por secciones: ◀ ▶ pasan de N a V y M y a las fuerzas de extremo.

✔ **Debe verse:** Visor de la barra con sus esfuerzos

19 Tabla de resultados



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

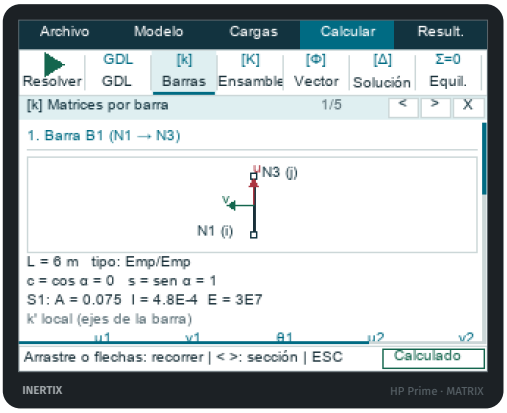
TECLAS

5 ▶ ×6 Enter

5 **Result.** Tabla: informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas. Esc vuelve.

✔ **Debe verse:** Informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas

20 Procedimiento: [k] de barra



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

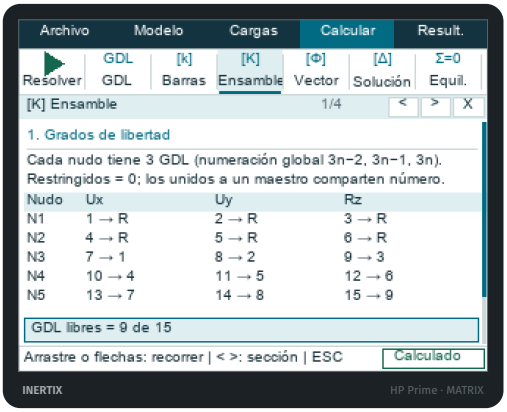
TECLAS

4 ▶ ×2 Enter

4 **Calcular** Barras: para cada barra, *L*, cosenos, [*k*] local y [*K*] global.

✔ **Debe verse:** Visor del procedimiento: L, c, s, k local

21 Procedimiento: [K] ensamblada



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

4 ▶ ×3 Enter

4 **Calcular** Ensamble: numeración y matriz de la estructura. La tabla N1 → R indica GDL restringidos.

✔ **Debe verse:** Matriz global de la estructura

22 Procedimiento: [Δ] solución



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

4 ▶ ×5 Enter

4 **Calcular** Solución: matriz modificada, penalización, matriz reducida y desplazamientos.

✔ **Debe verse:** Sistema reducido y desplazamientos

23 Equilibrio



Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

TECLAS

4 ▶ ×6 Enter

4 Calcular Equil.: ΣF_x = 192 y ΣF_y = 108 kN de cargas se anulan con las reacciones (`Equilibrio global: correcto`). La segunda sección verifica el equilibrio de cada barra.

✔ **Debe verse:** Σ de fuerzas y momentos del caso

5.4 Resultados

MATRIX coincide con la referencia

Desplazamientos, giros y reacciones coinciden con el libro de Kassimali; las diferencias en la sexta cifra vienen del redondeo del libro. El equilibrio global cierra.

Magnitud	Kassimali	MATRIX	Estado
U_x en N3	0.185422 m	0.185424 m	Coincide
R_z en N3	−0.017620 rad	−0.017620 rad	Coincide
U_x en N4	0.18552 m	0.185521 m	Coincide
R_z en N4	−0.026028 rad	−0.026028 rad	Coincide
U_x en N5	0.186622 m	0.186623 m	Coincide
U_y en N5	0.000714 m	0.000714 m	Coincide
R_z en N5	0.017891 rad	0.017891 rad	Coincide
N1: R_x, R_y, M	−106.05; −157.03; 360.44	−106.051; −157.027; 360.441	Coincide
N2: R_x, R_y, M	−85.948; 49.027; 320.31	−85.949; 49.027; 320.315	Coincide

Fuerzas en kN y momentos en kN·m. Signos: +*X* a la derecha, +*Y* hacia arriba, giros y momentos positivos en sentido antihorario. Las diferencias en la sexta cifra vienen del redondeo del libro.

Comprobación a mano

$$W = 12 \times \sqrt{117} = 129.80 \text{ kN}, \qquad W_x = +72 \text{ kN}, \quad W_y = +108 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 80 + 40 + 72 - 106.051 - 85.949 = 0$$

$$\sum F_y = 108 - 157.027 + 49.027 = 0$$

6 Opciones importantes

Seis casos cortos muestran lo que el ejemplo principal no toca. Se resuelven con los datos indicados; cada paso se ejecutó y comprobó en el guion de esta guía.

6.1 OI-1 · Pórtico con rótula y carga térmica

Para qué: liberar un extremo de barra y aplicar temperatura. **Datos** (`Archivo > Ejemplos`, caso 4): nudos (0;0), (0;4), (6;4) y (6;0); N1 empotrado y N4 articulado; A = 0.12, I = 0.0016, $E = 2 \times 10^7$; B2 con rótula en j, 10 kN/m y temperatura 30/10° (h = 0.5, $\alpha = 10^{-5}$).

1. **Cargar el ejemplo 4.** Se abre el modelo `RTERM`.

   [1] [▶]×3 [Enter] [▼]×3 [Enter]

2. **Ver la barra articulada.** Elija B2 y abra sus datos: `Extremo j` es `Articulado`.

   [2] [Enter] [B2] [B2]

3. **Lista de cargas.** [3] **Cargas** Lista muestra la repartida y la térmica; desde aquí se editan, se quitan o se ve su memoria.

   [3] [▶]×5 [Enter]

4. **Resolver y ver M.** [4] **Calcular** Resolver y [5] **Result.** M.

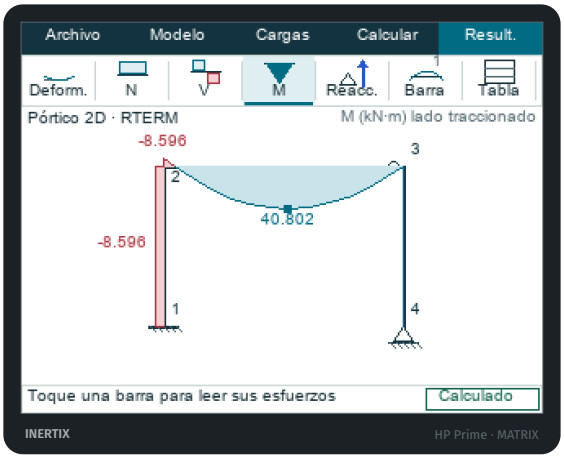
   [4] [Enter] [5] [▶]×3 [Enter]

5. **Reacciones.** [5] **Result.** Reacc.

   [5] [▶]×4 [Enter]

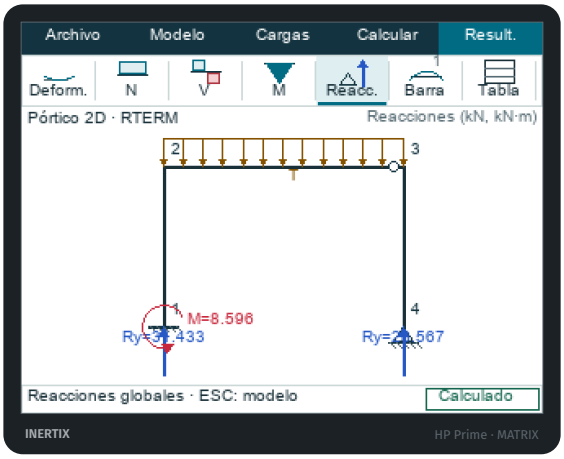
6. **Equilibrio del caso.** [4] **Calcular** Equil.

   [4] [▶]×6 [Enter]



M nulo en la rótula, 8.596 kN·m en N2.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Reacciones: R_y 31.433 y 28.567 kN.

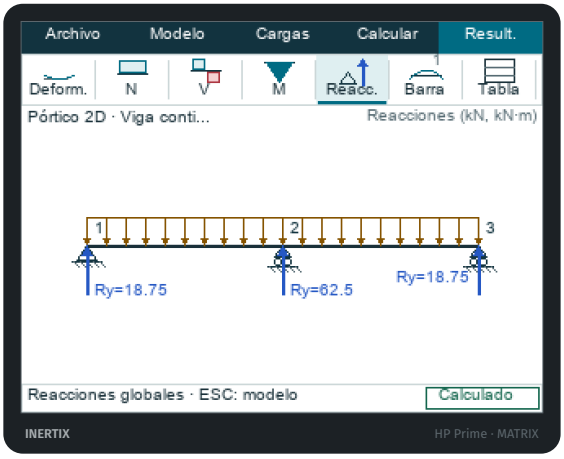
Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Cómo leerlo: 31.433 + 28.567 = 60 kN, la carga total. Por encima de la rótula la columna derecha es una biela, así que $R_x = 0$ y la viga se alarga libremente: la diferencia de U_x entre N3 y N2 es 0.003349 − 0.002149 = 0.0012 m, igual a $\alpha\,\Delta T\,L = 10^{-5} \times 20 \times 6$.

6.2 OI-2 · Viga continua con movimiento de apoyo

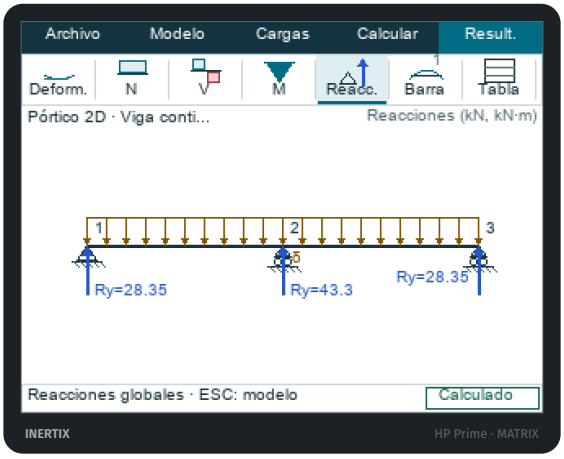
Para qué: imponer un asiento. **Datos:** plantilla `Viga continua` con sus valores: 2 vanos de 5 m, 10 kN/m y EI = 40 000 kN·m²; asiento de 10 mm en el apoyo central.

1. **Plantilla Viga continua.** 1 **Archivo** Nuevo, forma `Viga continua`, y acepte.
   1 Enter ▼ ▶ ▼ ×4 Enter
2. **Resolver sin asiento.** 4 **Calcular** Resolver y 5 **Result.** Reacc.: 18.75, 62.5 y 18.75 kN.
   4 Enter 5 ▶ ×4 Enter
3. **Movimiento de apoyo en N2.** 3 **Cargas** Desplaz., elija `Movimiento de apoyo`, luego N2, y escriba Δy = −0.01.
   3 ▶ ×4 Enter ▼ ×2 Enter N2 ▼ − 0 . 0 1 Enter ▼ Enter
4. **Resolver con asiento.** Resuelva de nuevo y vea las reacciones.
   4 Enter 5 ▶ ×4 Enter
5. **Diagrama de momentos.** 5 **Result.** M
   5 ▶ ×3 Enter



Sin asiento.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Con asiento de 10 mm.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Cómo leerlo: la reacción central baja de 62.5 a 43.3 kN y las extremas suben a 28.35 kN. La solución cerrada da $\Delta R = 6EI\delta/L^3$ = 6 × 40 000 × 0.01/125 = 19.2 kN, la diferencia observada.

6.3 OI-3 · Cercha 3D: vistas y axiles

Para qué: operar el módulo 3D. **Datos** (ejemplo 2; Kassimali, cap. 3, ej. 3.9, pp. 115–122): E = 70 GPa, A = 4000 mm²; nudos (0;0;0), (10;0;0), (0;8;0) y (6;8;0); F_Y = −400 kN en N3; F_X = 800 y F_Y = −400 kN en N4.

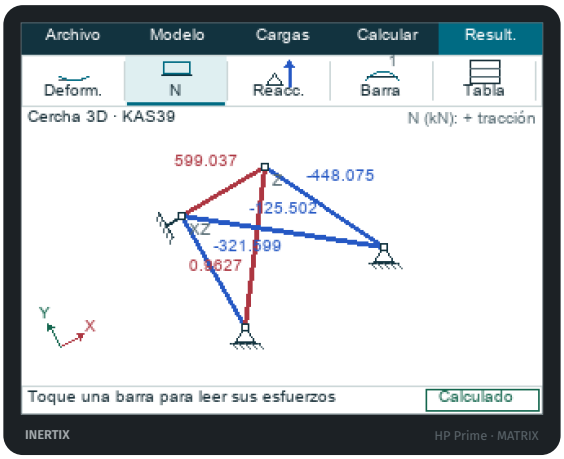
1. **Cargar el ejemplo 2.** Se abre el modelo KAS39.
   1 ▶ ×3 Enter ▼ Enter
2. **Giro de la vista.** Sin nada elegido, las flechas giran la vista; arrastrar también.
   ▶ ×2
3. **Resolver.** 4 **Calcular** Resolver
   4 Enter

4. **Axiles.** 5 **Result.** N

   5 ▶ Enter

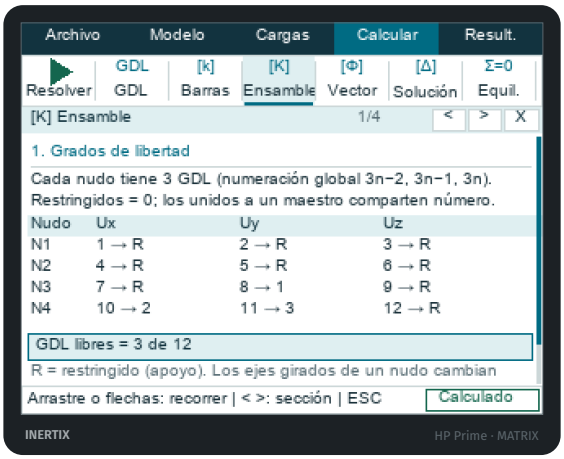
5. **Rigidez global [K].** 4 **Calcular** Ensamble: $[K]$ de 12 GDL, con 3 libres.

   4 ▶×3 Enter



Axiles en kN, tracción positiva.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Numeración y GDL libres.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Magnitud	Kassimali	MATRIX	Estado
U_y en N3	−9.188 mm	−9.189 mm	Coincide
Axiles B1 a B5 (kN)	−321.59; 599.06; 0.97; −125.51; −448.07	−321.60; 599.04; 0.96; −125.50; −448.07	Coincide

> **⚠ Cercha plana en el módulo 3D**
> Restrinja U_z en **todos** los nudos, también en los libres; si no, la rigidez en Z es nula y el sistema no se resuelve.

6.4 OI-4 · Pórtico semirrígido frente a rígido y articulado

Para qué: modelar una unión con rigidez de giro. **Datos:** plantilla `Pórtico semirrígido`: 1 vano de 6 m, altura 4 m, 10 kN/m y k_θ = 3000 kN·m/rad.

1. **Plantilla Pórtico semirrígido.** 1 **Archivo** Nuevo, tipo `Pórtico 2D`, forma `Pórtico semirrígido`, y acepte.

   1 Enter ◀ ▼ ◀×2 ▼×6 Enter

2. **Barra semirrígida.** Elija la viga y abra sus datos: extremos `Semirrígido` y `kθ unión`.

   2 Enter B3 B3

3. **Resolver.** 4 **Calcular** Resolver y 5 **Result.** M.

   4 Enter 5 ▶×3 Enter

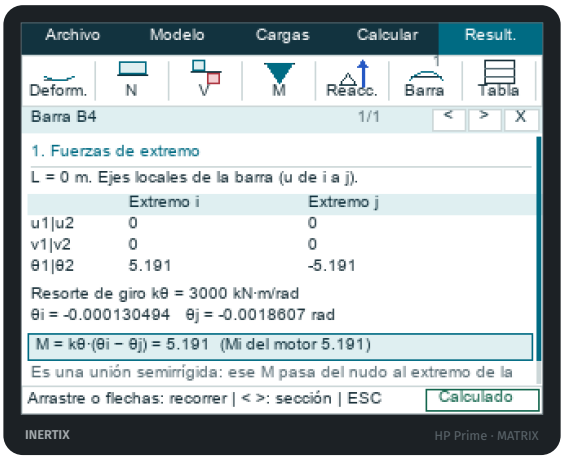
4. **Barra del resorte de giro.** 5 **Result.** Barra, barra B4 (el resorte).

   5 ▶×5 Enter ▼×3 Enter



Momentos con la unión semirrígida.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Resorte: $M = k_\theta(\theta_i - \theta_j)$.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Mismo pórtico con	M en extremo de viga (kN·m)	M al centro: $qL^2/8 - M$
Uniones rígidas	22.468	22.53
k_θ = 3000	5.191	39.81
Extremos articulados	0	45.00

Cómo leerlo: la unión queda entre los dos límites. La vista del resorte contrasta $M = 3000 \times (\theta_i - \theta_j) = 5.191$ con el valor del motor. Internamente cada unión es un nudo coincidente unido en *u* y *v* con una barra-resorte de longitud nula; no lleva rótulo ni diagrama propio.

6.5 OI-5 · Parrilla en L con voladizo

Para qué: leer torsión y flexión. **Datos** (ejemplo 3; examen CIV-3306, Universidad Técnica de Oruro, 2/2021): tramo de 4 m sobre *X* con N2 al medio y brazo de 2 m en +*Y*; sección 25×50 cm, $E = 2.5 \times 10^6$, $G = 6 \times 10^5$ t/m²; $P = 4$ t hacia abajo en N4; N1 empotrado.

1. **Cargar el ejemplo 3.** Se abre el modelo `CIV3306`.

   `1` `▶`×3 **Enter** `▼`×2 **Enter**

2. **Resolver.** `4` **Calcular** Resolver

   `4` **Enter**

3. **Torsor.** `5` **Result.** T

   `5` `▶`×2 **Enter**

4. **Flector.** `5` **Result.** M

   `5` `▶`×3 **Enter**

5. **Tabla de resultados.** `5` **Result.** Tabla

   `5` `▶`×6 **Enter**



Torsor: −8 t·m en el tramo sobre *X*.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Flector: máximo en el empotramiento.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Cómo leerlo: $F_Z = 4$, $M_X = 8$ y $M_Y = -16$ en N1; flecha en N4 −0.074541 m; giro de torsión en N2 −0.014949 rad. Comprobación: $TL/(GI_t) = 8 \times 2/1070.31 = 0.014949$ rad.

6.6 OI-6 · Guardar, abrir, cancelar y modelo inestable

1. **Guardar el ejemplo con nombre.** Cargue el ejemplo 1, [1] **Archivo** Guardar y escriba `PORTICO1`.

   [1] [▶]×3 [Enter] [Enter]×2 [1] [▶]×2 [Enter]

2. **Cancelar un formulario.** [2] **Modelo** Ajustes, cambie la rejilla y [Esc]: nada cambia.

   [2] [▶]×5 [Enter] [7] [Enter] [Esc]

3. **Dato rechazado.** [2] **Modelo** Sección, S1, $A = -1$ y `Aceptar`: `A debe ser positivo.`

   [2] [▶]×4 [Enter]×2 [▼] [−] [1] [Enter] [▼]×2 [Enter]

4. **Quitar los apoyos.** [2] **Modelo** Apoyo, `Libre (quitar apoyos)`, y aplíquelo en N1 y N2.

   [2] [▶]×3 [Enter] [▼]×10 [Enter] [N1] [N2]

5. **Resolver un modelo inestable.** [4] **Calcular** Resolver: `Sistema singular o mal condicionado. Revise apoyos, mecanismos y unidades.`

   [4] [Enter]

6. **Abrir el modelo guardado.** [1] **Archivo** Abrir y elija `PORTICO1`: vuelven los apoyos.

   [1] [▶] [Enter]×2



Dato rechazado.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime



Modelo inestable.

Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Los modelos guardados viven en la calculadora, en la variable del programa.

7 Referencia de menús

7.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Tipo y forma. Pórtico: en blanco, pórtico, viga continua, de pisos, semirrígido. Cercha: en blanco, plana, pirámide, torre. Parrilla: en blanco, parrilla, viga en L.
Abrir	Modelos guardados; la última opción elimina uno.
Guardar	Con nombre; si ya existe, pide confirmar.
Ejemplos	Cinco casos que sustituyen el modelo: 1 pórtico con viento, 2 cercha, 3 parrilla en L, 4 rótula y térmica, 5 pirámide.
Tablas	Editor de matrices EDITMAT.
Ayuda	Resumen del programa.
Salir	Pide confirmar; el modelo queda en memoria.

7.2 Modelo

Orden	Qué hace
Elegir	Selecciona nudo o barra; otra vez o Enter abre sus datos.
Nudo	Pórtico y parrilla: sobre la rejilla. Cercha: pide X, Y, Z.
Barra	Trazo de barras seguidas. Pórtico: sección y extremos rígido, articulado, guiado o semirrígido.
Apoyo	Por módulo: empotrado, articulado, móvil, guiado, solo giro, resortes, nudo maestro, ejes del nudo, libre.
Sección	Numérica, rectangular o circular; en la parrilla, sin circular. En la barra del pórtico también `Resorte axial` y `Resorte de giro`.
Ajustes	Rejilla, rótulos de unidades, decimales del procedimiento, rótulos y cargas visibles.
Borrar	Quita nudo o barra; las barras y cargas dependientes se renumeran.

7.3 Cargas

Orden	Qué hace
Nudo	Fuerzas y momentos en el nudo.
Puntual	En barra; ejes locales o globales, posición absoluta o relativa.
Repart.	Trapezoidal: perpendicular, axial, vertical, horizontal o por proyección.
Momento, Transf.	Según módulo: momento en la cercha y transferencia en la parrilla.
Térmica	Reparto simétrico o asimétrico (T_{sup}, T_{inf}, h, α, c).
Desplaz.	Fabricación ΔL, montaje, movimiento de apoyo, curvatura y corrección N/B, según el módulo.
Lista	Editar, quitar o ver la memoria de cada carga.

7.4 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Valida el modelo y resuelve.
GDL	Dibuja la numeración de grados de libertad; 0 = restringido.
Barras	[k]: geometría, rigidez local, rotación y rigidez global de cada barra.
Ensamble	[K]: aportes por nudo, resortes y matriz de la estructura.
Vector	[Φ]: Φ_F por barra, Φ_D y Φ_A.
Solución	[Δ]: matriz modificada, penalización, reducida y desplazamientos. Sin GDL libres lo indica.
Equil.	Equilibrio global y de cada barra.

7.5 Result.

Orden	Qué hace
Deform.	Deformada con escala ajustable.
N, V, M, T	Pórtico N, V, M; cercha N; parrilla V, T, M. Con cursor por estaciones.
Reacc.	Reacciones globales.
Barra	Visor de la barra: esfuerzos por secciones y fuerzas de extremo.
Tabla	Informe de desplazamientos, reacciones y fuerzas.

7.6 Errores y avisos

Mensaje	Qué hacer
`El modelo está vacío: dibuje nudos y barras`	Agregue nudos y barras.
`Sistema singular o mal condicionado…`	Falta un apoyo, hay un mecanismo o las unidades son incoherentes.
`No se pudo resolver…`	Revise apoyos, liberaciones y unidades.
`A debe ser positivo.`	Corrija el dato; el caso no cambió.
`Ya existe el nudo N4 en esas coordenadas.`	Elija otra posición.
`Guía en ambos extremos…`	Guíe solo un extremo de la barra.

Corte con la tecla ON

Si un cálculo largo se corta con ON, al volver a entrar el programa abre con el caso intacto, los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`.

8 Fundamento teórico breve

8.1 Rigidez de la barra y transformación

En ejes locales, la barra de pórtico de longitud L tiene la rigidez

$$\mathbf{k} = \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & -a & 0 & 0 \\ 0 & b & c & 0 & -b & c \\ 0 & c & d & 0 & -c & e \\ -a & 0 & 0 & a & 0 & 0 \\ 0 & -b & -c & 0 & b & -c \\ 0 & c & e & 0 & -c & d \end{bmatrix}, \qquad a = \frac{EA}{L},\ b = \frac{12EI}{L^3},\ c = \frac{6EI}{L^2},\ d = \frac{4EI}{L},\ e = \frac{2EI}{L} \tag{1}$$

En la parrilla, la fila axial se sustituye por la torsión GI_t/L y la flexión usa EI_v; la cercha solo conserva el término axial. Con la rotación $\mathbf{R}$ de cosenos c_x y s_x de la barra:

$$\mathbf{K}_e = \mathbf{R}^T\,\mathbf{k}\,\mathbf{R} \tag{2}$$

8.2 Cargas, solución y esfuerzos

Las cargas en barra se convierten en fuerzas de empotramiento Φ_F. El sistema que se resuelve es

$$\Phi_A = \Phi_D - \Phi_F, \qquad \mathbf{K}_b\,\Delta = \Phi_{A,b} \tag{3}$$

donde b indica los GDL libres. La matriz penalizada suma un número muy grande en la diagonal de cada GDL restringido, lo que equivale a eliminarlo. Reacciones y fuerzas de extremo:

$$\Phi_R = \mathbf{K}\,\Delta - \Phi_A, \qquad \mathbf{f} = \mathbf{k}\,\mathbf{R}\,\Delta_e + \mathbf{f}_F \tag{4}$$

8.3 Unión semirrígida y resortes

Una unión semirrígida transmite $M = k_\theta(\theta_i - \theta_j)$: con $k_\theta \to \infty$ tiende a rígida y con $k_\theta \to 0$ a articulada. MATRIX la modela con un nudo interno coincidente, maestro en u y v, y una barra-resorte de giro de longitud nula. Un apoyo con resorte suma su rigidez en la diagonal del GDL correspondiente.

8.4 Movimiento de apoyo y temperatura

Un desplazamiento impuesto entra como fuerzas de empotramiento de las barras concurrentes. La temperatura media ΔT da $\alpha\,\Delta T\,L$ axial y el gradiente da la curvatura $\alpha(T_{inf} - T_{sup})/h$.

9 Preguntas frecuentes

La carga repartida da «Use 0 ≤ x1 < x2 ≤ L».

La distancia final supera la barra, a menudo por redondear una longitud inclinada. Deje el valor que propone el formulario o use `Relativa (x/L)` de 0 a 1.

¿Qué signo tiene una carga perpendicular a una barra inclinada?

El de su eje local *v*: el eje *u* (de N_i a N_j) girado 90° en sentido antihorario.

El cálculo dice que el sistema es singular.

Falta un apoyo o hay un mecanismo. En una cercha plana restrinja U_z en todos los nudos.

¿Cambian mis datos al elegir otras unidades?

No. `Ajustes` cambia rótulos; los números siguen iguales y deben ser coherentes.

¿Por qué I_t no coincide con mi curso?

En la parrilla, la sección rectangular ofrece `It según Curso (1-0.63b/h)` o `Roark`; también puede escribir I_t en `Numérica`.

¿Pierdo el modelo si salgo?

No: queda en memoria y al volver sigue ahí. Para conservarlo con nombre use `Guardar`.