INERTIX

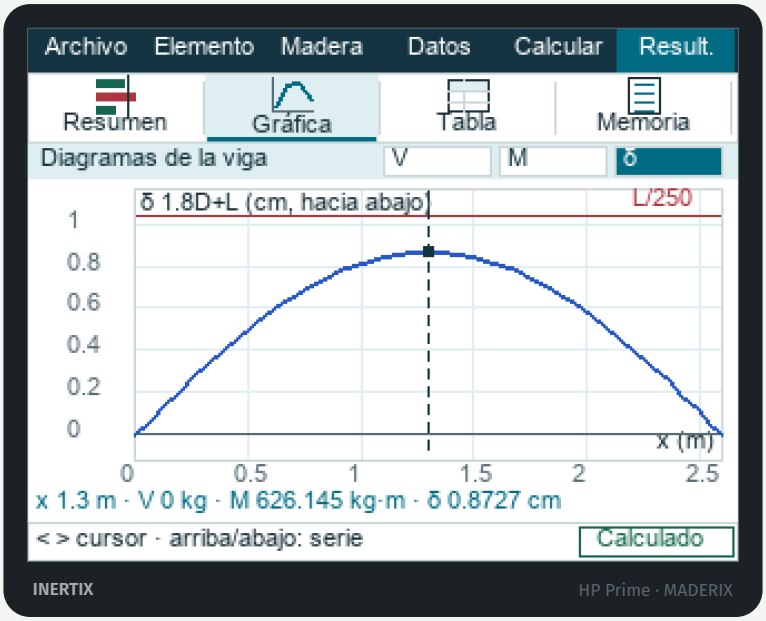
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

MADERIX

Elementos y uniones de madera estructural

Versión 1.0 **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 **4**

1.1. Qué calcula . . . 4

1.2. Unidades y convenciones . . . 4

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación **5**

2.1. Qué necesita . . . 5

2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 5

3. Licencia de uso **6**

4. La interfaz **7**

4.1. Teclas . . . 7

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

4.3. Ayuda . . . 8

4.4. Errores y avisos . . . 9

5. Ejemplo guiado **10**

5.1. Enunciado . . . 10

5.2. Datos . . . 10

5.3. Paso a paso . . . 10

5.4. Resultados . . . 19

5.5. Opciones importantes . . . 20

5.5.1. OI-1 · Columna maciza larga: curva N_{adm}–λ y Euler . . . 20

5.5.2. OI-2 · Pie-derecho a flexocompresión . . . 21

5.5.3. OI-3 · Unión clavada . . . 22

5.5.4. OI-4 · Unión empernada a 30° . . . 23

5.5.5. OI-5 · Diseño automático: los dos caminos . . . 24

5.5.6. OI-6 · Dato no válido y cubicación . . . 25

6. Referencia de menús y opciones **27**

6.1. 1 · Archivo . . . 27

6.2. 2 · Elemento . . . 27

6.3. 3 · Madera . . . 27

6.4. 4 · Datos 27
6.5. 5 · Calcular 28
6.6. 6 · Result. 28

7. Fundamento teórico breve **29**
7.1. Vigas (capítulo 8) 29
7.2. Columnas y elementos N + M (capítulos 9 y 11) 29
7.3. Uniones (capítulo 12) 29

8. Preguntas frecuentes **30**

1 Presentación y alcance

MADERIX diseña y verifica **elementos y uniones de madera estructural** en la calculadora HP Prime, por el método de esfuerzos admisibles del *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino*. El elemento se dibuja en alzado con su sección a escala; los datos se editan tocando sus partes, y los resultados se ven como barras de demanda/capacidad (D/C), diagramas con cursor y una **memoria paso a paso** con las tablas y ecuaciones del Manual.

1.1 Qué calcula

- **Vigas simplemente apoyadas** (viga simple, vigueta de entramado y correa inclinada): flexión, corte a *h* del apoyo, aplastamiento, flecha 1.8D + L (L/300 o L/250), flecha de sobrecarga (L/350) y estabilidad lateral (Tabla 8.6).
- **Columnas**: maciza, pie-derecho de entramado y columna espaciada de dos piezas; esbeltez, zonas corta, intermedia y larga, y carga admisible.
- **Barras con carga axial y momento**: flexocompresión (con k_m) y tracción o flexotracción con área neta por agujeros.
- **Uniones clavadas** (Tablas 12.1 a 12.6) y **empernadas** (Tabla 12.7, Hankinson, factor de grupo), con espaciamientos mínimos.
- **Diseño automático**: la escuadría de menor área del catálogo (Tabla 13.1) que cumple todo.
- **Cubicación** en pie tablar, con desperdicio, volumen y costo.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Luces y longitudes de pandeo	m	—
Secciones, espesores, apoyos y flechas	cm	*b* ancho, *h* peralte (altura)
Cargas repartidas	kg/m (kg/m^2 en viguetas)	w_D carga muerta, w_L sobrecarga
Cargas puntuales y axiales	kg (kgf)	*N* positivo en compresión o tracción según el elemento
Momentos	kg·m	—
Esfuerzos y módulo *E*	kg/cm^2	Admisibles de la Tabla 13.2 (grupos A, B y C)
Relación D/C	—	Actuante/admisible; cumple si es ≤ 1

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Vigas	Simplemente apoyadas; carga uniforme y una carga puntual
Columnas	Esbeltez $\lambda \leq 50$
Pernos	De 1/4 a 3/4 pulg; l de 2 a 10 cm (l > 10 cm se toma como 10, del lado seguro)
Pernos por línea	Hasta 6 (Tabla 12.8)
Unidades	kgf, cm y m; sin selector de unidades

Fuera de alcance

MADERIX no resuelve vigas continuas ni en voladizo, ni cerchas completas: las armaduras se resuelven en CERCHIX y aquí se diseñan sus barras con `N + M`. Los pernos y las longitudes fuera de la Tabla 12.7 se rechazan con un mensaje. La cubicación no interviene en el cálculo estructural.

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

MADERIX 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 MADERIX 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: `MADERIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_MADERIX.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 MADERIX 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, MADERIX muestra una viga simple de 3 m (4x10, grupo B) sin calcular: es el mismo modelo que deja [1] Archivo Nuevo. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



1. **Barra de menú.** Seis categorías; se abren con [1] a [6] o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Lienzo.** El elemento en alzado, con apoyos, cargas y cotas.
4. **Sección** a escala, con su escuadría.
5. **Indicador D/C** o `Resultados pendientes`.
6. **Línea de estado.** Ayuda de teclas y mensajes.
7. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios; `Calculado` si los resultados están al día.

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

4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
[1] … [6]	Siempre	Abre la categoría del menú.
[◄] [►]	Cinta	Elige la orden.
[Enter]	Cinta	Activa la orden resaltada.
[◄] [►] [▲] [▼]	Lienzo	Recorren las partes del elemento (sección, luz, cargas…).
[Enter]	Lienzo	Abre la parte seleccionada; sin selección, calcula.
[◄] [►]	Gráficas	Mueven el cursor; [▲] [▼] cambian de serie.
[Esc]	Siempre	Cierra la vista o el formulario; en el lienzo pide confirmar la salida.

Pantalla táctil

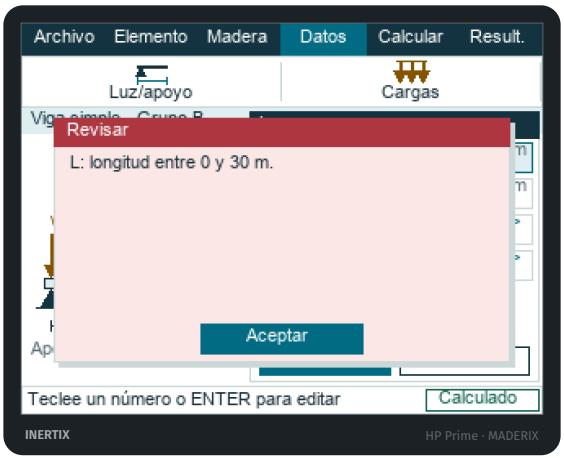
Tocar una parte del elemento la selecciona; tocarla otra vez abre su formulario. Tocar el indicador D/C abre el resumen y tocar `Calcular` calcula. En las gráficas, tocar o arrastrar mueve el cursor.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la celda: cursor dentro del valor.

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



Dato fuera de rango: el mensaje dice qué corregir.

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

- ▲ ▼ cambian de campo. Al pulsar Enter el valor queda **seleccionado**: lo primero que se teclea lo reemplaza y Del lo vacía.
- ◀ ▶ mueven el cursor dentro del número; Del borra el carácter a la izquierda (con el cursor al inicio, el siguiente). Un campo que se deja vacío conserva su valor.
- El signo se cambia con −; EEX añade el exponente.
- Enter acepta el campo y pasa al siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < >, ◀ ▶ cambian la opción.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**: MADERIX nunca muestra valores de un cálculo anterior. Recorrer una gráfica no recalcula nada.

4.3 Ayuda

1 **Archivo** Ayuda abre `Ayuda de MADERIX v1.0`: qué calcula, cómo se usa (elemento, madera, datos, calcular), teclas del formulario y del cursor, y límites. Se desplaza con ▲ ▼ o arrastrando, y se cierra con Esc.

4.4 Errores y avisos

Aviso	Qué significa y qué hacer
`Revisar` (fondo rojo)	Un dato está fuera de rango: *L* fuera de 0–30 m, *x* de *P* fuera de la luz, un perno que la Tabla 12.7 no tabula... El mensaje dice el rango; el formulario sigue abierto y el caso no cambia hasta corregirlo (caso OI-6).
`Valor no válido`	Lo tecleado no es un número. Corríjalo, vacíelo con Del o pulse Esc para anular.
`Resultados pendientes`	Cambió un dato después del último cálculo. Calcule de nuevo.
Método no disponible	El método no aplica al elemento (por ejemplo, el diseño por *I* y *Z* en una correa biaxial).
Avisos del resumen (ámbar)	Condiciones del Manual que no impiden calcular: h/b y arriostramiento (Tabla 8.6), espaciamientos de pernos, k_m fuera de rango.
`Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`	Aparece al volver a entrar si una acción se cortó con la tecla On (nota siguiente).

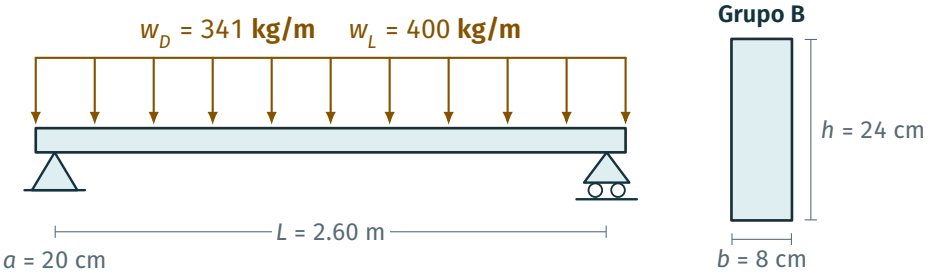
Corte con la tecla On

En la HP Prime, On detiene el programa en curso. Si el corte cae durante 5 Calcular Diseñar, el método `Diseño por I y Z`, 1 Archivo Ejemplos, 1 Archivo Nuevo o al aceptar un formulario de datos, MADERIX no deja el caso a medias: al volver a entrar abre con el caso de antes de la acción (o con el nuevo completo, si el corte llegó al final), los **resultados pendientes** y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Pulse `Calcular` y repita la acción si hace falta. Recorrer gráficas o procedimientos no cambia datos, así que un corte ahí no afecta al caso. Comprobado en PC con el arnés de cortes del programa (417 cortes en cuatro acciones, ningún caso a medias); en la calculadora: pendiente.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Verificar una **viga de madera simplemente apoyada** de 2.60 m de luz y sección rectangular de 8 × 24 cm (b × h), de madera del **grupo estructural B**. Soporta una carga muerta uniforme de 341 kg/m y una sobrecarga de 400 kg/m. Los apoyos tienen 20 cm de longitud y la viga **no** sostiene un cielo raso de yeso, de modo que la flecha admisible es L/250. Se comprueban flexión, corte, aplastamiento en los apoyos, la flecha total con carga diferida (1.8D + L) y la flecha de sobrecarga.



5.2 Datos

Dato	Valor
Luz L	2.60 m
Sección $b \times h$	8 × 24 cm
Longitud de apoyo a	20 cm
Carga muerta w_D	341 kg/m
Sobrecarga w_L	400 kg/m
Cielo raso	sin yeso (L/250)
Peso propio	no se suma aparte

Grupo B (Tabla 13.2)	kg/cm²
Flexión f_m	150
Corte f_v	12
Compresión perp. $f_{c\perp}$	28
Módulo mínimo E_{min}	75 000

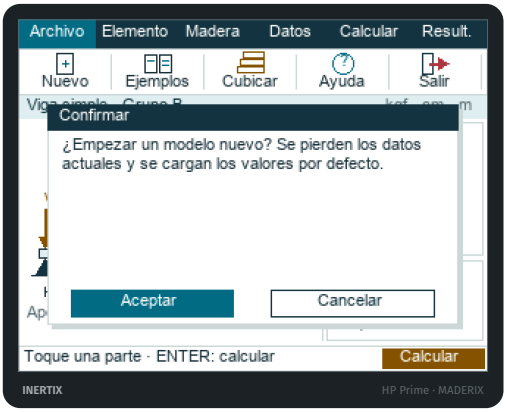
Viga individual: se usa E_{min}. Unidades: kgf, cm y m.

Fuente: ejemplo *Viga 8x24 cm de 2.6 m, grupo B* de MADERIX (Archivo > Ejemplos, caso 1). Procede del ejemplo resuelto 8.5.5 del *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino* (Junta del Acuerdo de Cartagena, PADT-REFORT); los valores de referencia son los impresos en el Manual.

5.3 Paso a paso

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

1 Pedir un modelo nuevo



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

TECLAS

1 Enter

1 Archivo Nuevo pide confirmación, porque reemplaza los datos actuales por los valores por defecto.

✔ **Debe verse:** Confirmación «¿Empezar un modelo nuevo?»

2 Aceptar: viga simple por defecto



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

TECLAS

Enter

Enter acepta. Queda una viga simple de 3 m, 4x10, grupo B, con los resultados pendientes: es el punto de partida limpio de cualquier cálculo.

✔ **Debe verse:** Viga 4x10 de 3 m; abajo, «Modelo nuevo: viga 4x10 de 3 m, grupo B»

3 Elegir madera del grupo B



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

TECLAS

3 Enter ▼ Enter

3 Madera Grupo abre la lista de la Tabla 13.2, con f_m y E_{min} de cada grupo. Baje a `Grupo B` y acepte: el programa toma los esfuerzos admisibles y los módulos de ese grupo.

✔ **Debe verse:** Línea de estado «Madera grupo B»

4 Teclear la sección b x h



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

TECLAS

3 ▶ ×2 Enter 8 Enter 2 4 Enter

La sección 8 × 24 cm no está en el catálogo comercial, así que se teclea: 3 Madera b x h. Escriba 8 en `b`, Enter, y 24 en `h`. El foco queda en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Escuadría b x h»: b = 8 cm, h = 24 cm, foco en Aceptar

5 Aceptar la sección



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

TECLAS

Enter

Enter acepta. El lienzo dibuja la sección a escala con el rótulo `8x24 cm`.

✔ **Debe verse:** Sección dibujada «8x24 cm» y «Resultados pendientes»

6 Luz, apoyo y límite de flecha



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

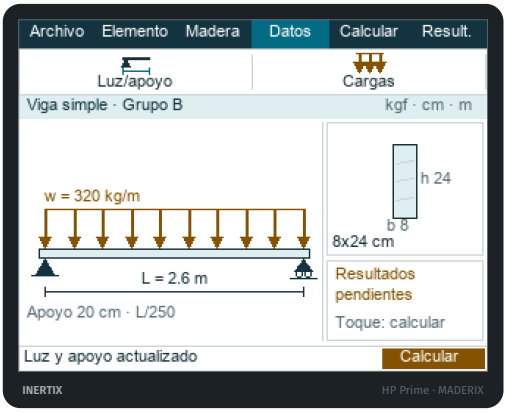
TECLAS

4 Enter 2 . 6 Enter 2 0 Enter ▶

4 Datos Luz/apoyo abre el formulario. Teclee 2.6 en `L` y 20 en `Apoyo a`. En `Cielo raso`, ▶ elige `sin yeso`: así la flecha admisible es L/250 en lugar de L/300.

✔ **Debe verse:** Formulario «Luz y apoyo»: L = 2.6 m, Apoyo a = 20 cm, Cielo raso = sin yeso

7 Aceptar luz y apoyo



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

TECLAS

▼ ×2 Enter

`P. propio` queda en `no`, como en el Manual. Baje a `Aceptar` y pulse Enter: el lienzo muestra L = 2.6 m y `Apoyo 20 cm · L/250`.

✔ **Debe verse:** Viga de L = 2.6 m; «Apoyo 20 cm · L/250»

8 Teclear las cargas wD y wL



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

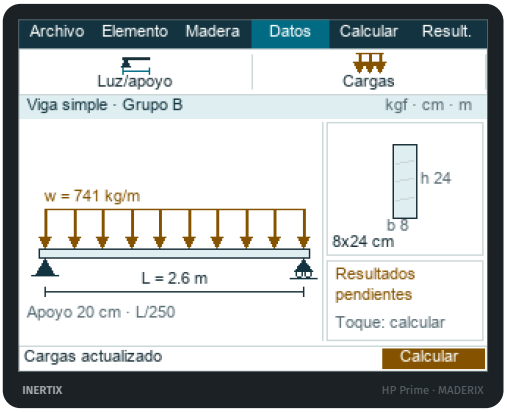
TECLAS

4 ▶ Enter 3 4 1 Enter 4 0 ×2 Enter

4 Datos Cargas: 341 en `wD` y 400 en `wL`, en kg/m. No hay carga puntual, así que `PD` y `PL` quedan en 0.

✔ **Debe verse:** Formulario «Cargas»: wD = 341, wL = 400 kg/m; PD = PL = 0

9 Aceptar las cargas



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

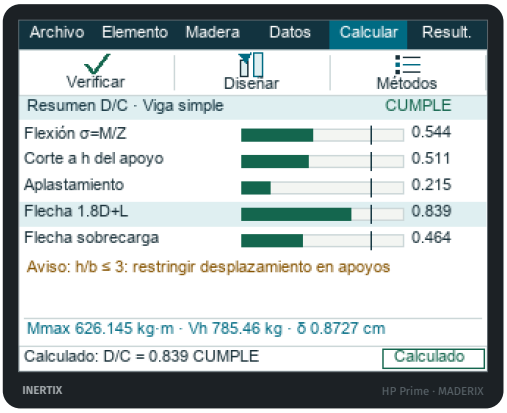
TECLAS

▼ ×3 **Enter**

Baje a `Aceptar` y pulse **Enter**. La viga muestra *w* = 741 kg/m y el indicador sigue en `Resultados pendientes`.

✔ **Debe verse:** w = 741 kg/m sobre la viga; «Cargas actualizado»; resultados pendientes

10 Verificar



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

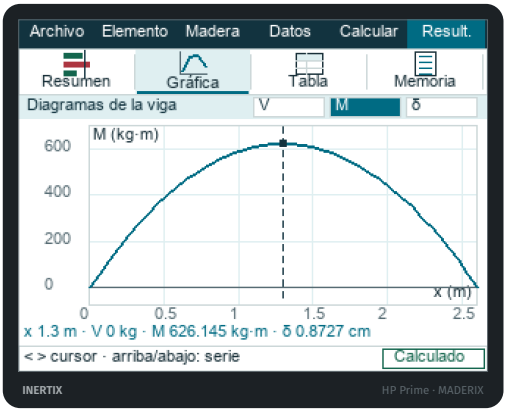
TECLAS

5 **Enter**

5 **Calcular** Verificar hace todas las comprobaciones y abre el resumen: una barra de D/C por comprobación y el veredicto. Gobierna la flecha 1.8D + L con D/C = 0.839: la viga `CUMPLE`.

✔ **Debe verse:** Resumen D/C: 0.544 / 0.511 / 0.215 / 0.839 / 0.464 y CUMPLE

11 Ver la gráfica de momentos



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

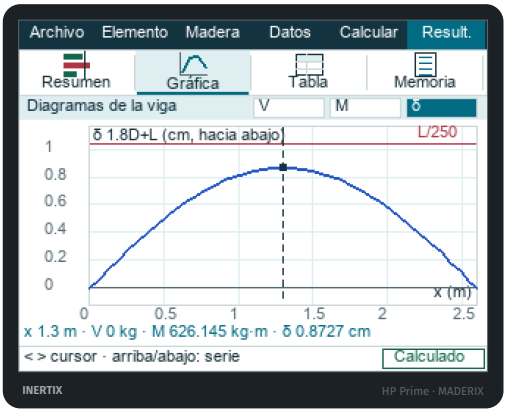
TECLAS

6 ▶ Enter

6 **Result.** Gráfica abre los diagramas de la viga con la pestaña M. El cursor arranca en el máximo: 626.145 kg·m en el centro de la luz. ◀ ▶ lo mueven.

✔ **Debe verse:** Diagrama M; el cursor marca 626.145 kg·m en x = 1.3 m

12 Cambiar a la flecha 1.8D+L



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

TECLAS

▼

▼ pasa a la serie δ: la curva de la flecha con carga diferida, con la línea del límite L/250. El máximo, 0.8727 cm, queda por debajo de 1.04 cm.

✔ **Debe verse:** Curva δ(1.8D+L) con la línea L/250; el cursor marca 0.8727 cm

13 Abrir la tabla de resultados



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

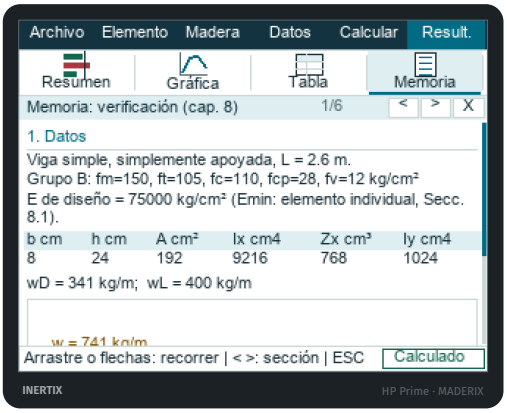
TECLAS

6 ▶ ×2 Enter

6 **Result.** Tabla reúne material, sección (A, I, Z), cada comprobación con su actuante, admisible y D/C, y los valores intermedios. Se recorre con ▲ ▼.

✔ **Debe verse:** Tabla: material y sección; comprobaciones con actuante, admisible y D/C

14 Abrir la memoria del capítulo 8



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

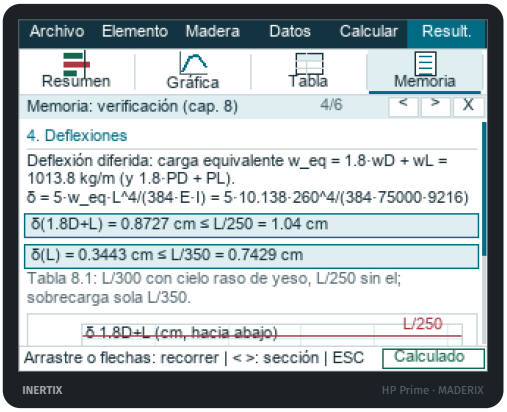
TECLAS

Esc 6 ▶ ×3 Enter

Esc cierra la tabla y 6 **Result.** Memoria abre el procedimiento de verificación en seis secciones, como se haría a mano: datos, efectos máximos, esfuerzos, deflexiones, estabilidad y resumen.

✔ **Debe verse:** Memoria de verificación, sección 1/6 «Datos»

15 Ir a las deflexiones



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

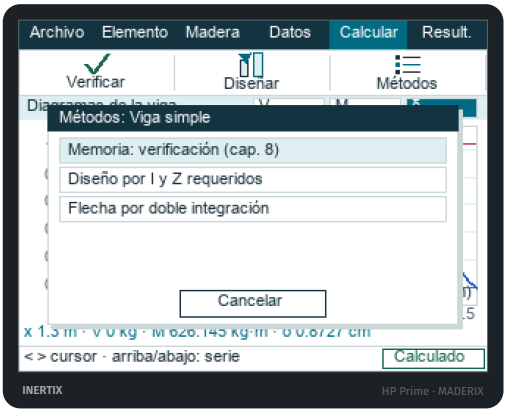
TECLAS

▶ ×3

▶ avanza de sección. La sección 4 desarrolla la carga equivalente $1.8w_D + w_L$, la fórmula de la flecha con sus números y la comparación con L/250 y L/350.

✔ **Debe verse:** Sección 4/6: δ(1.8D+L) = 0.8727 cm ≤ L/250 = 1.04 cm

16 Abrir la lista de métodos



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

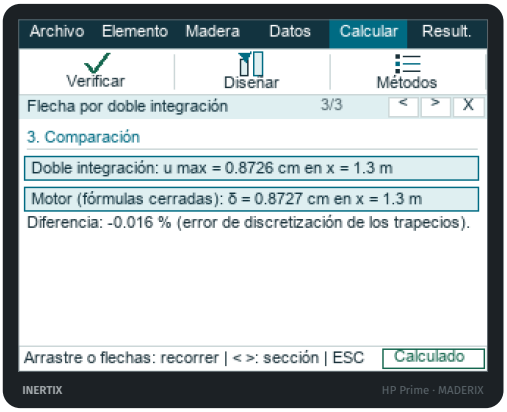
TECLAS

Esc 5 ▶ ×2 Enter

Esc cierra la memoria. 5 **Calcular** Métodos lista los procedimientos disponibles para vigas.

✔ **Debe verse:** Lista: Memoria, Diseño por I y Z, Flecha por doble integración

17 Comparar con la doble integración



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

TECLAS

▼ ×2 **Enter** ▶ ×2

Elija `Flecha por doble integración` y avance a la sección 3: la flecha obtenida integrando dos veces la curvatura coincide con la del motor (0.8726 frente a 0.8727 cm, −0.016 %).

✔ **Debe verse:** Sección 3/3 «Comparación»: doble integración 0.8726 cm frente a 0.8727 cm del motor (−0.016 %)

5.4 Resultados

MADERIX coincide con el Manual

Momento, corte a *h* del apoyo, inercia requerida y longitud de apoyo coinciden con los valores impresos en el Manual (las diferencias son solo de redondeo). La viga cumple; la comprobación que gobierna es la flecha con carga diferida.

Magnitud	Manual	MADERIX	Estado
Momento máximo M	626 kg·m	626.145 kg·m	Coincide
Corte a h del apoyo V_h	785 kg	785.46 kg	Coincide
Inercia requerida I_{req}	7 735 cm^4	7 733.7 cm^4	Coincide (redondeo)
Apoyo requerido a_{req}	4.3 cm	4.30 cm	Coincide

Comprobación	Actuante	Admisible	D/C
Flexión $\sigma = M/Z$	81.53 kg/cm^2	150 kg/cm^2	0.544
Corte a h del apoyo τ	6.136 kg/cm^2	12 kg/cm^2	0.511
Aplastamiento	6.021 kg/cm^2	28 kg/cm^2	0.215
Flecha δ(1.8D + L)	0.8727 cm	1.04 cm (L/250)	**0.839**
Flecha de sobrecarga δ_L	0.3443 cm	0.743 cm (L/350)	0.464

D/C gobernante 0.839 (flecha 1.8D + L): **CUMPLE**. Sección: A = 192 cm^2, I_x = 9 216 cm^4, Z_x = 768 cm^3. La doble integración numérica da δ = 0.8726 cm (−0.016 %).

Comprobación a mano

$$w = w_D + w_L = 341 + 400 = 741 \text{ kg/m}$$
$$M = \frac{w L^2}{8} = \frac{741 \cdot 2.6^2}{8} = 626.1 \text{ kg·m}$$
$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{62\,614}{768} = 81.5 \text{ kg/cm}^2 \le 150$$
$$V_h = w\left(\frac{L}{2} - h\right) = 741\,(1.30 - 0.24) = 785.5 \text{ kg}$$
$$\tau = \frac{1.5\,V_h}{b\,h} = \frac{1.5 \cdot 785.5}{8 \cdot 24} = 6.14 \text{ kg/cm}^2 \le 12$$
$$\delta = \frac{5\,(1.8\,w_D + w_L)\,L^4}{384\,E_{min}\,I} = \frac{5 \cdot 10.138 \cdot 260^4}{384 \cdot 75\,000 \cdot 9\,216} = 0.873 \text{ cm} \le \frac{260}{250} = 1.04$$

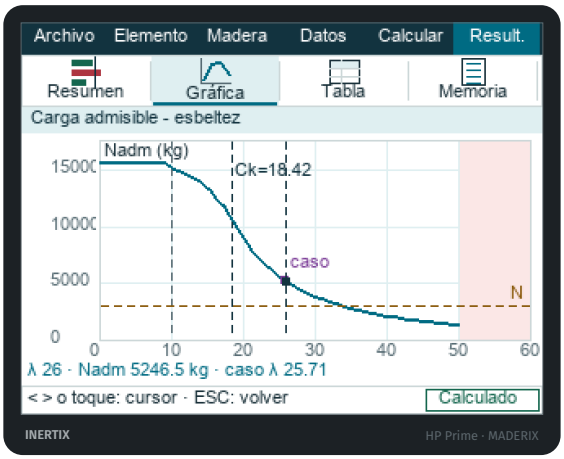
5.5 Opciones importantes

Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca: columnas, flexocompresión, uniones, diseño automático y el manejo de errores. Todos parten de 1 **Archivo** Ejemplos o de 1 **Archivo** Nuevo; cada paso se comprobó en el render del programa (las teclas son la secuencia exacta desde el paso anterior). Los valores del Manual van entre paréntesis.

5.5.1 OI-1 · Columna maciza larga: curva N_{adm}–λ y Euler

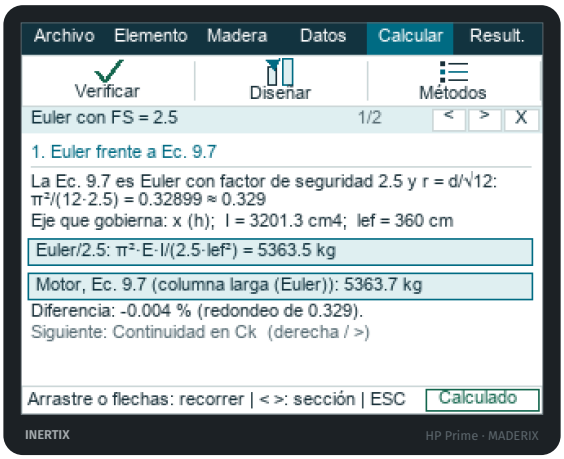
Objetivo. Clasificar una columna por esbeltez y leer su carga admisible (cap. 9). **Datos.** Ejemplo 3: columna 14 × 14 cm (6x6) de 2.40 m, K = 1.5 en ambos ejes, N = 3 000 kg, grupo C (Manual, ejemplo 9.10.5).

1. **Elegir el ejemplo de la columna.** Abra la lista de ejemplos y baje hasta la columna.
   1 ▶ Enter ▼×2
2. **Cargar y calcular.** Enter la carga y la calcula: el lienzo muestra la columna con sus cotas L_x, K_x.
   Enter
3. **Curva Nadm–λ.** 6 **Result.** Gráfica: curva N_{adm}–λ con las rectas λ = 10, C_k y la carga actuante N; la franja roja es λ > 50 (no permitido).
   6 ▶ Enter
4. **Recorrer la curva.** ◀ mueve el cursor; la línea de estado lee λ y N_{adm} en ese punto. El caso no cambia.
   ◀×6
5. **Método de Euler con FS = 2.5.** 5 **Calcular** Métodos y `Euler con FS = 2.5`: compara la Ec. 9.7 con Euler dividido por 2.5.
   5 ▶×2 Enter ▼ Enter



$\lambda = 25.71 > C_k = 18.42$: columna larga.

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



Euler/2.5 frente a la Ec. 9.7.

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

Lectura. $\lambda = 2.4 \cdot 1.5/0.14 = 25.71$ supera $C_k = 18.42$: zona larga, $N_{adm} = 0.329\,EA/\lambda^2 = 5\,363.7$ kg (5 365). D/C = 3 000/5 363.7 = 0.559: cumple. El método de Euler coincide con la Ec. 9.7 porque $0.329 \approx \pi^2/(12 \cdot 2.5)$ (diferencia −0.004 %).

5.5.2 OI-2 · Pie-derecho a flexocompresión

Objetivo. Verificar una barra con carga axial y momento (9.8) y ver el efecto de k_m. **Datos.** Ejemplo 4: pie-derecho de entramado 4 × 9 cm (2x4), L_x = 2.40 m, L_y = 1.20 m (arriostrado), N = 345 kg, M = 18 kg·m, grupo C (Manual, ejemplo 9.10.6).

1. **Cargar el pie-derecho.** Cargue el ejemplo: interacción 0.643.

   `1` `▶` `Enter` `▼`×3 `Enter`
2. **Resumen D/C.** El resumen muestra dos comprobaciones: interacción N+M y esbeltez.

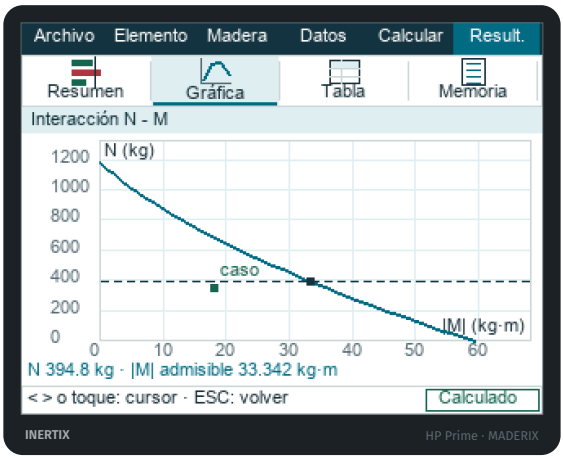
   `6` `Enter`
3. **Elegir la gráfica.** En flexocompresión, `Gráfica` pregunta cuál de las dos gráficas abrir.

   `6` `▶` `Enter`
4. **Curva de pandeo.** `Curva Nadm - λ`: $\lambda = 30$ (gobierna λ_y), N_{adm} = 1 184.4 kg.

   `Enter`
5. **Diagrama de interacción.** `Interacción N - M`: la curva admisible y el punto del caso, dentro.

   `Esc` `6` `▶` `Enter` `▼` `Enter`
6. **Amplificación elástica frente a km.** El método `Amplificación elástica vs km` compara k_m del Manual con $1/(1 - N/N_{cr})$.

   `5` `▶`×2 `Enter` `▼`×2 `Enter`



Interacción N–M (Ec. 9.8): el caso queda dentro.

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



k_m = 1.160 frente a la amplificación elástica.

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

Lectura. N_{cr} = 3 747.4 kg, k_m = 1/(1 − 1.5 · 345/3 747.4) = 1.160 e interacción 345/1 184.4 + 1.160 · 1 800/(Zf_m) = 0.643 ≤ 1. El Manual imprime 0.58 porque toma λ_x = 26.67 aunque λ_y = 30 es mayor; MADERIX usa siempre la mayor (con L_y = 1.00 m reproduce 0.58).

5.5.3 OI-3 · Unión clavada

Objetivo. Obtener la carga admisible por clavo, el número de clavos y los espaciamientos (12.1). **Datos.** Ejemplo 7: empalme a doble cizallamiento, F = 1 070 kg, grupo C, clavo de 76 mm (d = 3.7 mm) (Manual, ejemplo 12.3.1).

1. **Cargar el empalme clavado.** Cargue el ejemplo: Q_{adm} = 58.74 kg por clavo y 19 clavos.

   `1` `▶` `Enter` `▼`×6 `Enter`

2. **Qadm de los 17 clavos.** La gráfica compara Q_{adm} de los 17 clavos de la Tabla 12.1; el clavo en uso va resaltado.

   `6` `▶` `Enter`

3. **Señalar otro clavo.** `▶` señala otro clavo; la línea de estado da su Q_{adm} y los clavos que harían falta.

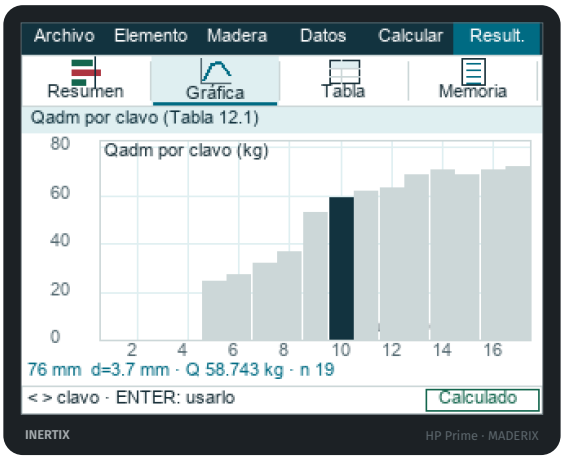
   `▶`×2

4. **Proponer ese clavo.** `Enter` propone usar el clavo señalado.

   `Enter`

5. **No aceptar y abrir la memoria.** `Esc` no lo acepta. La memoria 12.1, sección 4, da n y los espaciamientos mínimos.

   `Esc`×2 `6` `▶`×3 `Enter` `▶`×3



Q_{adm} por clavo (Tabla 12.1).

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



Número de clavos y espaciamientos.

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

Lectura. $n = F/Q_{adm} = 1\,070/58.74 \rightarrow 19$ clavos. El Manual da 59.2 kg porque redondea $5d$ a 18 mm. Con el clavo de 89 mm bastarían 17: elegir un clavo cambia el diseño, por eso se pide confirmación.

5.5.4 OI-4 · Unión empernada a 30°

Objetivo. Combinar las cargas paralela y perpendicular al grano (Hankinson) y el factor de grupo (12.2). **Datos.** Ejemplo 9: pernos de 3/8 pulg, pieza central de 6.5 cm y laterales de 4 cm, grupo C, carga a $\theta = 30°$ del grano, $F = 600$ kg en 3 líneas de 1 perno (Manual, ejemplo 12.3.4).

1. **Cargar la unión empernada a 30°.** Cargue el ejemplo: $P = 297$ kg y $Q = 127$ kg (Tabla 12.7).

   `1` `▶` `Enter` `▼`×8 `Enter`

2. **Curva de Hankinson.** La gráfica de Hankinson marca P en 0°, Q en 90° y el caso en 30°.

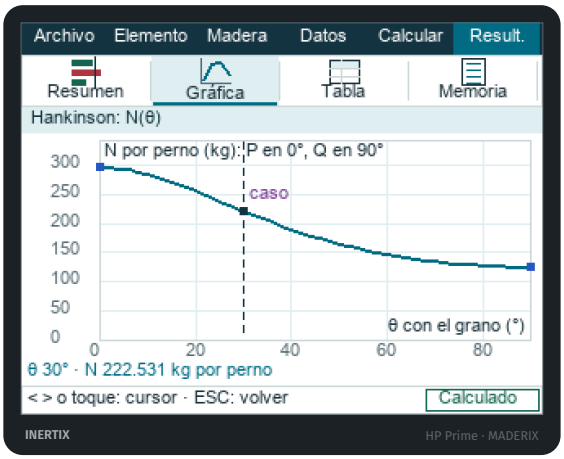
   `6` `▶` `Enter`

3. **Resumen D/C.** El resumen compara la fuerza con la capacidad del conjunto y avisa de los espaciamientos.

   `Esc` `6` `Enter`

4. **Hankinson: tabla y nomograma.** El método `Hankinson: tabla y nomograma` tabula $N(\theta)$ cada 15°.

   `5` `▶`×2 `Enter` `▼` `Enter`



$N(30°)$ = 222.53 kg por perno.

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



Capacidad 667.6 kg, D/C 0.899.

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

Lectura. $N = PQ/(P\sin^2\theta + Q\cos^2\theta)$ = 222.53 kg (222.5); con C_g = 1 y 3 pernos, capacidad 667.6 kg ≥ 600 kg. El aviso de $l/d > 6$ recuerda revisar los espaciamientos de la Tabla 12.9.

5.5.5 OI-5 · Diseño automático: los dos caminos

Objetivo. Encontrar una escuadría que cumpla cuando la verificación falla. **Datos.** Ejemplo 10 (caso de práctica, no del Manual): viga 9 × 19 cm (4x8) de 4.00 m, grupo B, w_D = 120 y w_L = 200 kg/m, con cielo raso de yeso (L/300).

1. **Cargar la viga 9x19 de 4 m.** Cargue el ejemplo: `NO CUMPLE`, la flecha 1.8D + L vale 3.594 cm frente a 1.333 cm (D/C 2.696).

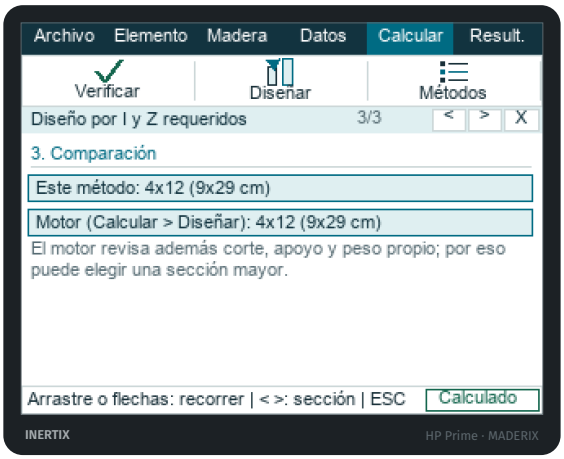
   `1` `▶` `Enter` `▼`×9 `Enter`
2. **Método «Diseño por I y Z».** Camino 1, sin cambiar el caso: el método `Diseño por I y Z requeridos` calcula I_{req} y Z_{req}.

   `5` `▶`×2 `Enter` `▼` `Enter`
3. **Escuadría que cumple.** Su sección 3 compara la escuadría propuesta por el método con la del motor. El caso sigue igual.

   `▶`×2
4. **Calcular > Diseñar.** Camino 2: `5` **Calcular** Diseñar pide confirmación, porque cambia la escuadría.

   `5` `▶` `Enter`
5. **Aceptar el diseño.** Al aceptar, recorre las 20 escuadrías de la Tabla 13.1 y deja la de menor área que cumple todo.

   `Enter`



Diseño por *I* y *Z*: 4x12 (9x29 cm).

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



Tras Diseñar: D/C 0.758, cumple.

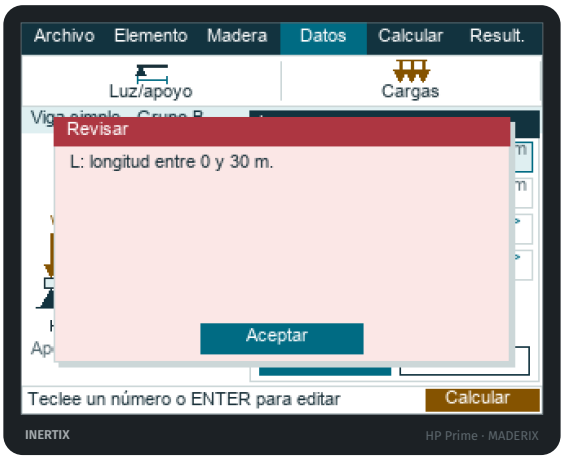
Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime

Lectura. I_{req} = 13 866.7 cm^4 (flecha) gobierna sobre Z_{req} = 426.7 cm^3; la menor escuadría que cumple es 4x12 (9 × 29 cm), con D/C 0.758. El método solo informa; `Diseñar` cambia el caso. En una columna espaciada `Diseñar` no aplica; en clavos informa el número requerido y en pernos propone los pernos por línea. Si la búsqueda se corta con [On], el caso no queda a medias: conserva la escuadría anterior o, si la búsqueda ya había terminado, la nueva (ver «Errores y avisos»).

5.5.6 OI-6 · Dato no válido y cubicación

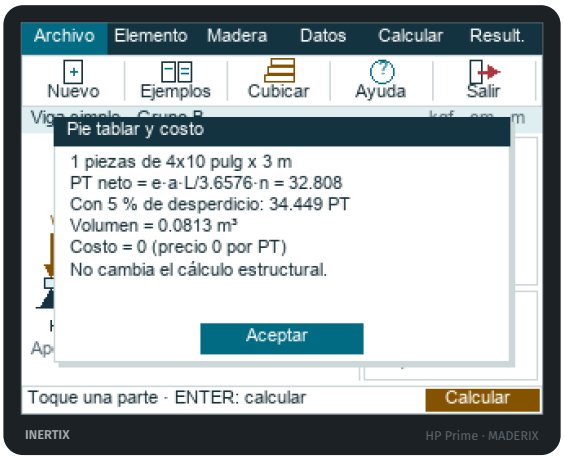
Objetivo. Ver qué pasa con un dato fuera de rango y obtener el pie tablar de la pieza. **Datos.** Modelo nuevo: viga 4x10 (9 × 24 cm) de 3 m, grupo B.

1. **Modelo nuevo.** [1] **Archivo** Nuevo y confirmar.
   [1] **Enter**×2
2. **Luz = 0 y aceptar.** En `Luz/apoyo` escriba 0 en *L* y acepte: aparece `Revisar` con el rango válido.
   [4] **Enter**×2 [0] **Enter** [▼]×3 **Enter**
3. **Cerrar el aviso y cancelar.** Cierre el aviso y cancele: *L* sigue en 3 m y los resultados no cambian.
   Enter **Esc**
4. **Cubicar.** [1] **Archivo** Cubicar toma la escuadría (4x10 pulg) y la longitud (3 m).
   [1] [▶]×2 **Enter**
5. **Calcular el pie tablar.** Acepte: pie tablar, volumen y costo. El caso estructural no cambia.
   [▼]×6 **Enter**



Dato fuera de rango: mensaje con el motivo.

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



Pie tablar 32.808; con 5 %, 34.449.

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

Lectura. $PT = 4 \cdot 10 \cdot 3/3.6576 = 32.808$; con 5 % de desperdicio, 34.449 PT; volumen 0.0813 m^3. Escriba el precio por PT para obtener el costo.

Otros ejemplos de la lista

Los demás ejemplos se cargan igual y se leen con `Resumen` y `Gráfica`.

Ejemplo	Resultado (Manual entre paréntesis)
2 · Viguetas 4x14 cm a 50 cm, grupo C	Entramado: E_{prom}, f_m y f_v +10 %. τ = 1.336 kg/cm² (1.34); gobierna la flecha, D/C 0.882.
5 · Columna espaciada de 2 piezas 2x9 cm	K = 3.1, b_{ef} = 3.441 cm (3.44), $N_{adm,3}$ = 1 371.1 kg (1 370); revisa también tacos y separación (D/C 0.800).
6 · Cuerda inferior 4x9 cm a flexotracción	Interacción $N/(A_n f_t) + M/(Z_n f_m)$ = 0.6389 (0.639).
8 · Empalme empernado de 2x3 pernos	P = 731 kg (731), C_g = 0.92 (0.92); D/C 0.991.
11 · Columna 14x14 cm de 3 m, grupo C	Caso de práctica: λ = 21.43 > C_k = 18.42, larga, N_{adm} = 7 723.8 kg, D/C 0.647.

6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Tras confirmar, deja una viga simple 4x10 de 3 m, grupo B, con 120 y 200 kg/m (cumple).
Ejemplos	Carga uno de los 11 ejemplos resueltos y **sustituye el modelo**: vigas, viguetas, columnas, pie-derecho, columna espaciada, flexotracción, clavos y pernos.
Cubicar	Pie tablar, volumen y costo de *n* piezas, con desperdicio. Toma la escuadría y la luz del elemento activo; no cambia el cálculo estructural.
Ayuda	`Ayuda de MADERIX v1.0`: lo que calcula, cómo se usa, teclas y límites.
Salir	Pide confirmación.

6.2 2 · Elemento

Orden	Qué hace
Viga	Viga simple (E_{min}), vigueta de entramado (E_{prom}, f_m y f_v +10 %) o correa inclinada (flexión biaxial).
Columna	Columna maciza, pie-derecho de entramado o columna espaciada de 2 piezas.
N + M	Flexocompresión (Ec. 9.8) o tracción y flexotracción (Ec. 9.11).
Clavos	Unión clavada.
Pernos	Unión empernada.

6.3 3 · Madera

Orden	Qué hace
Grupo	Grupo A, B o C (Tabla 13.2), o personalizado con propiedades propias.
Escuadría	Catálogo de 20 escuadrías comerciales (Tabla 13.1), en pulgadas y en cm.
b x h	Sección cualquiera, en cm.
Propied.	Esfuerzos admisibles, rigidez y densidad del grupo personalizado.
Húmeda / Seca	El rótulo muestra el estado actual; tocarlo lo alterna. Solo afecta a los clavos (madera seca: ×1.25 en carga lateral y ×2 en extracción).

6.4 4 · Datos

La cinta cambia según el elemento: `Luz/apoyo` y `Cargas` en vigas; `Longitud`, `Carga` (y `Tacos` en la columna espaciada) en columnas; `Cargas` y `Agujeros` en tracción; `Clavo` y `Unión` en clavos; `Perno` y `Carga` en pernos. Los mismos formularios se abren tocando la parte del elemento en el lienzo.

6.5 5 · Calcular

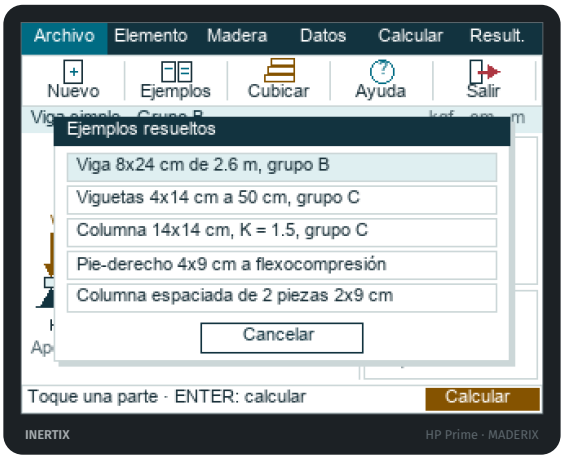
Orden	Qué hace
Verificar	Hace todas las comprobaciones y abre el resumen D/C.
Diseñar	Vigas, columnas macizas y barras N + M: busca la escuadría de menor área del catálogo que cumple. Clavos: informa el número requerido. Pernos: propone los pernos por línea.
Métodos	Lista de procedimientos del elemento (tabla siguiente).

Elemento	Métodos
Vigas	Memoria cap. 8; diseño por *I* y *Z* requeridos; flecha por doble integración (los dos últimos no aplican a correas biaxiales).
Columnas	Memoria cap. 9; Euler con FS = 2.5.
Flexocompresión	Memoria 9.8; Euler; amplificación elástica frente a k_m.
Columna espaciada	Memoria 11.9.
Tracción	Memoria 9.9.
Clavos	Memoria 12.1.
Pernos	Memoria 12.2; Hankinson (tabla y nomograma).

En el visor: ◄ ► cambian de sección, ▲ ▼ o el arrastre desplazan el texto y Esc cierra.

6.6 6 · Result.

Orden	Qué hace
Resumen	Barras D/C de cada comprobación, veredicto y avisos.
Gráfica	Según el elemento: diagramas V, M y δ con límite L/k; curva N_{adm}–λ; en flexocompresión, una lista para elegir pandeo o interacción N–M; Hankinson $N(\theta)$; Q_{adm} de los 17 clavos (Enter propone usar el marcado).
Tabla	Material, sección, comprobaciones y valores intermedios.
Memoria	Procedimiento principal del elemento.



1 Archivo Ejemplos: ejemplos resueltos.

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



3 Madera Escuadría: Tabla 13.1.

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

7 Fundamento teórico breve

Cómo se comprueba el cálculo
La flecha se contrasta por doble integración numérica y la carga de columnas por Euler con FS = 2.5, dentro de `Métodos`. El motor reproduce los ejemplos resueltos del Manual; las pequeñas diferencias se deben a redondeos impresos.

7.1 Vigas (capítulo 8)

$$\sigma_m = \frac{M}{Z} \le f_m \qquad \tau = \frac{1.5\,V_h}{b\,h} \le f_v \qquad \frac{R}{b\,a} \le f_{c\perp} \tag{1}$$

Donde: $Z = bh^2/6$ módulo resistente; V_h corte a una distancia h del apoyo; R reacción; a longitud de apoyo.

La flecha se calcula con la carga equivalente que incluye la deformación diferida y se limita según el uso:

$$\delta = \frac{5\,(1.8\,w_D + w_L)\,L^4}{384\,E\,I} \le \frac{L}{300}\ \text{(con yeso) o}\ \frac{L}{250} \qquad \delta_L \le \frac{L}{350} \tag{2}$$

Donde: $E = E_{min}$ en elementos individuales y E_{prom} en entramados de 4 o más piezas.

7.2 Columnas y elementos N + M (capítulos 9 y 11)

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \le 50 \qquad C_k = 0.7025\sqrt{\frac{E}{f_c}} \tag{3}$$

$$\begin{aligned} \lambda \le 10: &\quad N_{adm} = f_c\,A \\ 10 < \lambda \le C_k: &\quad N_{adm} = f_c\,A\left[1 - \frac{1}{3}\left(\frac{\lambda}{C_k}\right)^4\right] \\ C_k < \lambda \le 50: &\quad N_{adm} = 0.329\,\frac{E\,A}{\lambda^2} \end{aligned}$$

$$\frac{N}{N_{adm}} + \frac{k_m\,|M|}{Z\,f_m} \le 1, \quad k_m = \frac{1}{1 - 1.5\,N/N_{cr}} \qquad \frac{N}{A_n\,f_t} + \frac{|M|}{Z_n\,f_m} \le 1 \tag{4}$$

Donde: $l_{ef} = K\,l$; d dimensión en la dirección del pandeo; N_{cr} carga crítica de Euler; A_n, Z_n propiedades netas.

7.3 Uniones (capítulo 12)

La carga admisible de un clavo sale de la Tabla 12.1, multiplicada por los factores de la Tabla 12.2 y reducida si los espesores o la penetración no alcanzan los mínimos. En pernos, las cargas paralela P y perpendicular Q de la Tabla 12.7 se combinan para un ángulo θ con el grano por Hankinson, y

se afectan por el factor de grupo C_g (Tabla 12.8):

$$N = \frac{P\,Q}{P\,\sin^2\theta + Q\,\cos^2\theta} \tag{5}$$

Bibliografía

Junta del Acuerdo de Cartagena (PADT-REFORT). *Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino*. Capítulos 8 (vigas), 9 (columnas y elementos N + M), 11 (elementos compuestos), 12 (uniones) y 13 (tablas de escuadrías y grupos). Ejemplos resueltos 8.5.5, 9.10.5, 11.8, 12.3.1 y 12.3.4.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque cambió algún dato después del último cálculo. MADERIX no muestra resultados viejos: use 5 Calcular Verificar o toque `Calcular`.

¿Cuál es la diferencia entre Escuadría y b x h?

`Escuadría` elige una sección comercial de la Tabla 13.1; `b x h` admite cualquier sección, en cm.

¿Cuándo se usa L/300 y cuándo L/250?

L/300 si la viga sostiene un cielo raso de yeso (frágil); L/250 en los demás casos. Se elige en `Cielo raso` del formulario `Luz/apoyo`.

La viga no cumple. ¿Qué hago?

5 Calcular Diseñar busca la escuadría de menor área que cumple. También puede reducir la luz o las cargas, o pasar a un grupo de madera más resistente.

¿Mis maderas no son A, B ni C?

Elija `Personalizado` en 3 Madera Grupo y escriba sus esfuerzos admisibles y módulos en `Propied.`

¿Por qué un perno o una longitud no se aceptan?

La Tabla 12.7 no los tabula (por ejemplo, el perno de 3/4 pulg empieza en l = 4 cm). El mensaje indica el rango válido.

¿Cómo borro un dato y escribo otro?

Enter selecciona el valor: teclee el nuevo número o pulse Del para vaciarlo. Con ◄ ► puede corregir solo una cifra.

¿Qué diferencia hay entre Diseñar y el método «Diseño por I y Z»?

El método calcula I y Z requeridos y muestra la escuadría que bastaría, sin tocar el caso. 5 Calcular Diseñar revisa todas las comprobaciones con cada escuadría del catálogo y, tras confirmar, **cambia** la del caso (OI-5).

¿Por qué el pie-derecho del Manual da 0.58 y MADERIX 0.643?

El Manual usa la esbeltez en *x* aunque la de *y* es mayor; MADERIX toma siempre la mayor, del lado seguro (OI-2).

Corté un cálculo con On. ¿Perdí los datos?

No. Al volver a entrar el caso está completo y los resultados quedan pendientes: calcule de nuevo.

¿Puedo usar kN?

No: MADERIX trabaja en kgf, cm y m, como el Manual. Las tablas de esfuerzos admisibles están en kg/cm^2.