INERTIX

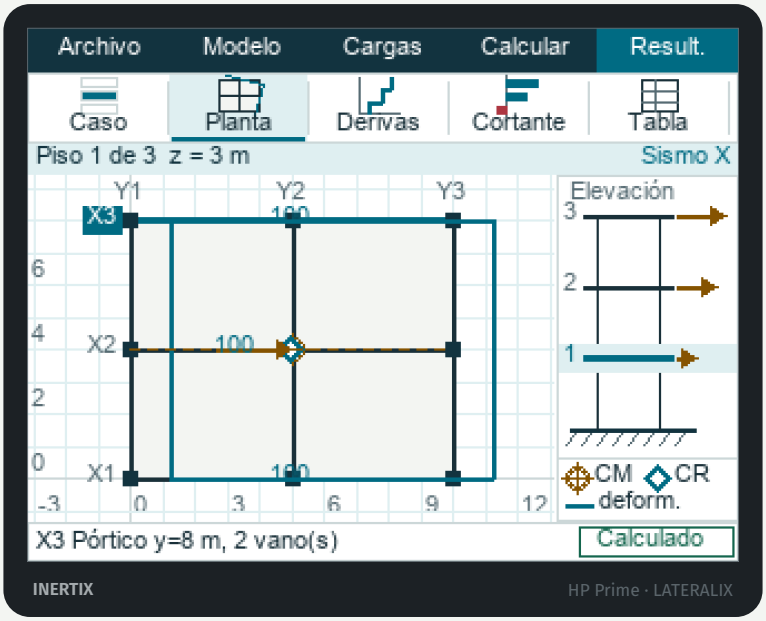
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

LATERALIX

Rigidez lateral por condensación y torsión con diafragma rígido

Versión 1.0 **HP Prime G1 · G2** Dinámica estructural e ingeniería sismorresistente · Octubre de 2026



CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

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

2. Instalación **4**
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. Teclas . . . 6
4.2. Editar un valor 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 . . . 15
5.5. Opciones importantes . . . 15
5.6. Qué orden usar para cada tarea . . . 21
5.7. Cómo leer los resultados . . . 21

6. Referencia de menús y opciones **22**
6.1. 1 · Archivo . . . 22
6.2. 2 · Modelo . . . 22
6.3. 3 · Cargas . . . 23
6.4. 4 · Calcular . . . 23
6.5. 5 · Result. . . . 24

7. Fundamento teórico breve **25**

8. Errores, avisos y preguntas frecuentes **26**

1 Presentación y alcance

LATERALIX calcula la **rigidez lateral de los ejes resistentes** de un edificio (pórticos, muros y ejes de corte) por **condensación estática** y resuelve el **edificio con diafragma rígido** bajo el sismo de la E.030 en las dos direcciones, con su excentricidad accidental. Todo en la calculadora HP Prime: la planta se dibuja y se toca, los resultados se ven sobre la planta y en gráficas, y cada cálculo tiene su procedimiento paso a paso.

1.1 Qué calcula

- Matriz lateral condensada $\mathbf{K}_L$ ($N \times N$) de cada eje de altura completa: **pórtico** de 1 a 5 vanos (base empotrada o articulada), **muro en voladizo** (flexión y corte) o **eje de corte** con k por entrepiso.
- Rigidez de entrepiso de cada eje y del edificio (K_x, K_y, K_θ), centro de masa (CM), centro de rigidez (CR) y excentricidades por piso.
- Fuerzas sísmicas por piso según la E.030 (art. 35 de la 2026; 4.5.3 de la 2016), con exponente k fijado o calculado desde T, o fuerzas por piso dadas.
- Edificio 3N (ux, uy, giro por piso) en **seis casos**: X, X+e, X−e, Y, Y+e, Y−e.
- Cortante de cada eje por entrepiso, desplazamientos del CM, deriva inelástica (0.75 R o 0.85 R) frente al límite e **irregularidad torsional** $\Delta_{máx}/\Delta_{prom}$.
- Métodos de comparación: fórmula cerrada del pórtico de un vano, **Muto** (valores D), **Wilbur** y **método por entrepiso** (CR y reparto directo + torsional).

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Longitudes, cotas y secciones	m	Columnas y vigas: $b \times h$ en metros (0.40, no 40)
Pesos, fuerzas y cortantes	kN o tf	Se elige en 1 Archivo Unidades
Módulo E	MPa o kgf/cm^2	Va con la unidad de fuerza elegida
Rigidez	kN/m o tf/m	K_θ en kN·m/rad
Ejes	—	Xn paralelos a X (cota y); Yn paralelos a Y (cota x); se numeran en el orden de creación
Pisos	—	Numerados de abajo arriba; la elevación muestra el piso activo

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Pisos	10
Ejes resistentes	12 (al menos uno en X, uno en Y y tres no concurrentes)
Vanos por pórtico	5

Fuera de alcance

Modelo **elástico lineal** con **diafragma rígido**; vigas y columnas **axialmente rígidas**; los ejes son planos e independientes y solo los une el diafragma; secciones brutas (para inercias fisuradas, reduzca *b* o *h*). El cortante basal *V* es un **dato**: LATERALIX no calcula $ZUCS/R$ ni el período (use ESPECTRIX o MODALIX). Muto y Wilbur solo aplican a pórticos; Wilbur toma $h_o = 0$ en el último piso. No se diseñan elementos.

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

LATERALIX 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 LATERALIX 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: `LATERALIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_LATERALIX.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 LATERALIX 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.

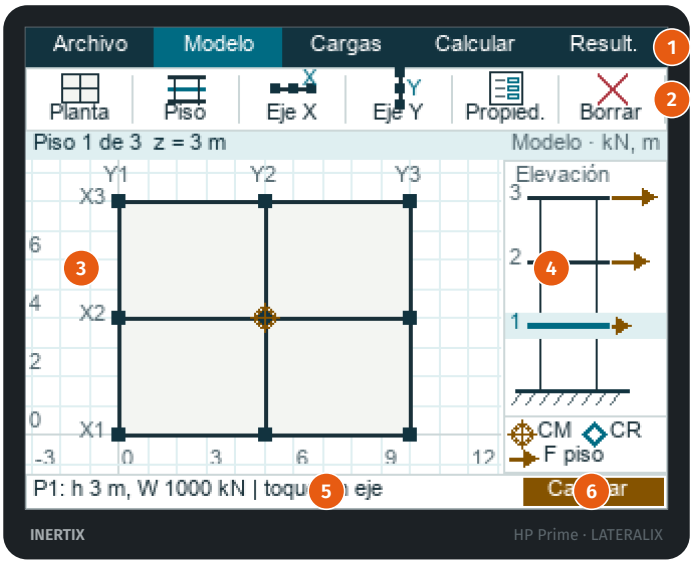
No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

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, LATERALIX carga el ejemplo «Edificio de pórticos, 3 pisos» sin calcular. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



1. **Barra de menú.** Cinco categorías; teclas 1 a 5.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Planta** del piso activo con sus ejes, el CM y el CR.
4. **Elevación.** Pisos y fuerzas; el piso activo va resaltado.
5. **Línea de estado.** Datos del eje o del piso, ayuda y mensajes.
6. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios sin resolver; `Calculado` si los resultados están al día.

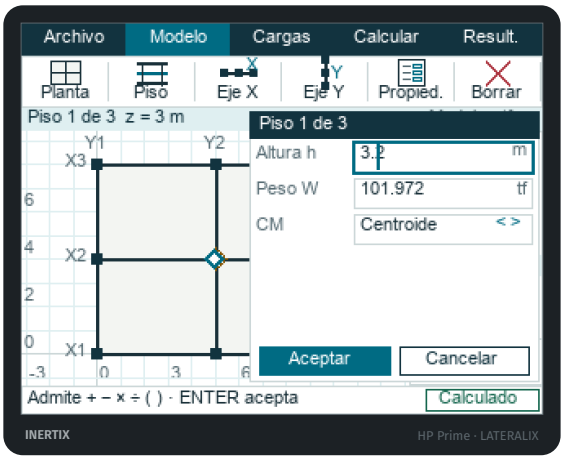
4.1 Teclas

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	Cinta	Activa la orden resaltada; después el foco vuelve al lienzo.
◀ ▶	Planta	Seleccionan el eje anterior o el siguiente.
▲ ▼	Planta	Suben o bajan de piso.
Enter	Planta	Con un eje seleccionado, abre su menú; sin eje, abre el piso activo.
Del	Planta	Borra el eje seleccionado (pide confirmación).
+ - 0	Planta	Acercar, alejar y encuadrar.
▲ ▼	Formulario	Cambian de campo.
◀ ▶	Visor	Cambian de sección del procedimiento.
Esc	Lienzo	Quita la selección, cierra la vista de resultados o pide confirmar la salida.

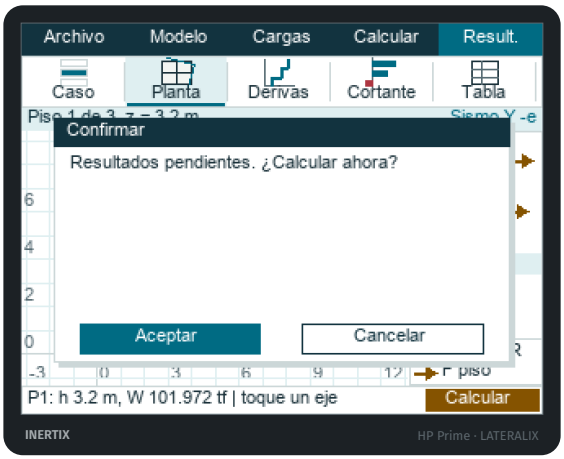
Pantalla táctil

Tocar una categoría o una orden la activa. En la planta, tocar un eje lo selecciona y tocarlo de nuevo abre su menú; con `Eje X` o `Eje Y` activo, cada toque crea un eje nuevo en esa cota, y con `Borrar`, cada toque borra el eje tocado. Arrastrar desplaza la vista y tocar un piso de la elevación lo activa. Los ejes nuevos **solo** se crean tocando la planta; con el teclado se adaptan los ejes existentes, como en el ejemplo guiado.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la propia celda del formulario.



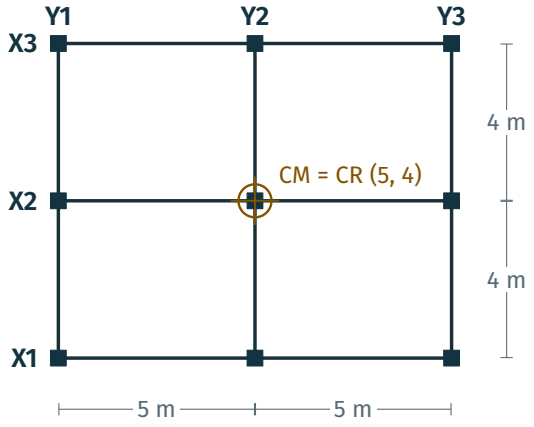
Tras un cambio, los resultados quedan pendientes.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; Enter sobre un campo lo abre con el texto seleccionado.
- Durante la edición, ◄ ► mueven el cursor y Del borra el carácter de la izquierda. Un campo que se confirma vacío conserva su valor anterior.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista), ◄ ► cambian la opción.
- Un dato fuera de rango no se acepta: aparece un mensaje que dice qué corregir y el formulario sigue abierto.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**; al abrir una vista de resultados, LATERALIX pregunta si desea calcular. Recorrer una gráfica o cambiar de caso **no** recalcula.

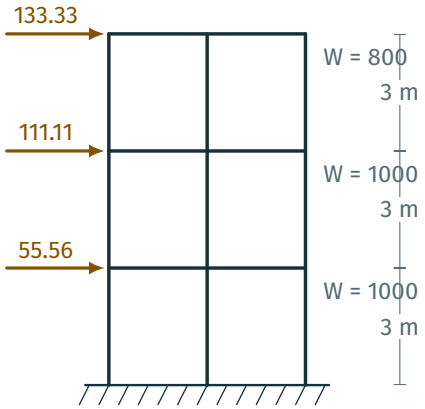
5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un edificio de concreto armado de **3 pisos de 3 m** tiene una planta de 10 × 8 m resistida por **3 pórticos en X** (y = 0, 4 y 8 m; 2 vanos de 5 m) y **3 pórticos en Y** (x = 0, 5 y 10 m; 2 vanos de 4 m), unidos por un diafragma rígido. Para los cortantes basales V_x = 300 kN y V_y = 180 kN, calcular las **fuerzas sísmicas por piso** según la E.030, los **cortantes de entrepiso**, el **reparto entre los pórticos**, los centros de masa y de rigidez y las **derivas inelásticas** de los seis casos (X, X±e, Y, Y±e).



Planta



Pórtico X (F en kN, sismo X)

5.2 Datos

Piso	h (m)	W (kN)	CM
1	3	1000	Centroide (5, 4)
2	3	1000	Centroide (5, 4)
3	3	800	Centroide (5, 4)

Sismo	Valor
Cortante basal	V_x = 300 kN, V_y = 180 kN
Exponente *k*	1 (manual)
Torsión accidental	$e = 0.05\,L$
Derivas	R = 8; factor 0.75 R; límite 0.007

Eje	Posición	Vanos
X1	y = 0 m	2 × 5 m
X2	y = 4 m	2 × 5 m
X3	y = 8 m	2 × 5 m
Y1	x = 0 m	2 × 4 m
Y2	x = 5 m	2 × 4 m
Y3	x = 10 m	2 × 4 m

Pórticos	Valor (todos)
Columnas	0.40 × 0.40 m
Vigas	0.25 × 0.50 m
Material	E = 22 000 MPa
Base	Empotrada

Fuente: ejemplo *Edificio de pórticos, 3 pisos* de LATERALIX (`Archivo > Ejemplos`). Caso de validación oficial de INERTIX para análisis sísmico estático y distribución en altura del cortante basal según normativa sismorresistente. La matriz de rigidez lateral condensada y las derivas elásticas de entrepiso se verifican analíticamente.

5.3 Paso a paso

Los ejes nuevos solo se crean tocando la planta. Para hacerlo todo con el teclado, el ejemplo parte del **modelo base** de 1 Archivo Nuevo (3 pisos, 3 ejes X y 4 ejes Y) y lo adapta. Los ejes se numeran en el orden de creación: X1 a X3 y luego Y1 a Y4; borrar Y4 no cambia los demás nombres.

1 Empezar un modelo nuevo



TECLAS

1 Enter ×2

1 Archivo Nuevo pide confirmar que se descarta el modelo actual; Enter acepta. Aparece el modelo base: planta de 12 × 8 m con tres pórticos en X y cuatro en Y, columnas de 0.40 × 0.40 m, vigas de 0.25 × 0.50 m y E = 22 000 MPa, que son los valores del ejemplo.

✔ **Debe verse:** Modelo base: planta de 12 × 8 m con ejes X1–X3 e Y1–Y4 y aviso «Modelo nuevo»

2 Planta: Lx = 10 m



TECLAS

2 Enter ▼ 1 0 Enter ▼ Enter

2 Modelo Planta abre los datos generales. El número de pisos (3) y L_y = 8 m ya están; baje a L_x, teclee 10 y acepte. El eje Y4, en x = 12 m, queda fuera de la planta: se borrará en el paso 5.

✔ **Debe verse:** Planta de 10 × 8 m; el eje Y4 queda fuera, a la derecha

3 Peso del piso 1: W = 1000 kN



TECLAS

2 ▶ Enter ▼ 1 0 ×3 Enter

2 **Modelo** Piso abre el piso activo, el 1. La altura de 3 m se deja; en `Peso W` teclee 1000. El CM queda en el `Centroide` de la planta, (5, 4).

✓ **Debe verse:** Formulario «Piso 1 de 3»: h = 3 m, W = 1000 kN, CM = Centroide; foco en CM

4 Pesos de los pisos 2 y 3



TECLAS

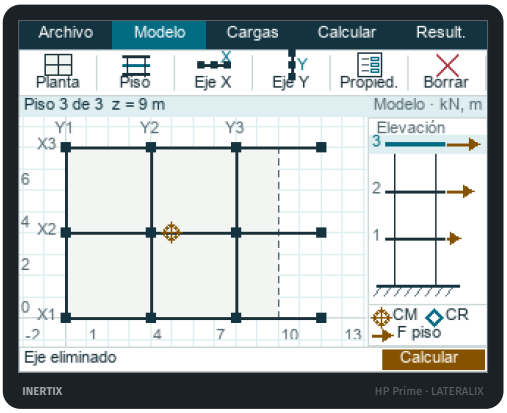
▼ Enter ▲ Enter ▼ 1 0 ×3 Enter ▼ Enter

▲ Enter ▼ 8 0 ×2 Enter ▼ Enter

Acepte el piso 1. En la planta, ▲ sube al piso 2 y Enter (sin eje seleccionado) abre sus datos: *W* = 1000 kN. Repita en el piso 3 con *W* = 800 kN. La elevación resalta el piso activo.

✓ **Debe verse:** Piso 3 de 3 activo en la elevación; pesos 1000, 1000 y 800 kN

5 Eliminar el eje Y4



TECLAS

◀ Del Enter

◀ selecciona el último eje, Y4; Del pide confirmar y Enter lo borra. Quedan seis ejes.

✓ **Debe verse:** Quedan seis ejes: X1–X3 (y = 0, 4, 8) e Y1–Y3; aviso «Eje eliminado»

6 Mover el eje Y2 a x = 5 m



TECLAS

▶ ×5 Enter ×2 ▼ ×2 5 Enter

Con ▶ se recorren los ejes en orden (X1, X2, X3, Y1, Y2…): cinco pulsaciones llevan a Y2. Enter abre su menú y la primera opción, `Geometría y material`, el formulario del eje. Baje a `x del eje` y teclee 5.

✔ **Debe verse:** Formulario «Eje Y2»: Pórtico, dirección Y, x del eje = 5 m

7 Aceptar y mover el eje Y3 a x = 10 m



TECLAS

▼ ×3 Enter ▶ Enter ×2 ▼ ×2 1 0 Enter ▼ ×3 Enter

Baje a `Aceptar`. ▶ pasa a Y3; repita el formulario con x = 10 m. Los tres pórticos Y quedan en x = 0, 5 y 10 m.

✔ **Debe verse:** Ejes Y1, Y2, Y3 en x = 0, 5 y 10 m; Y3 seleccionado

8 Eje X1: dos vanos de 5 m



TECLAS

▶ Enter ▼ Enter ◀ ▼ 5 Enter 5 Enter

▶ vuelve a X1. En su menú elija `Vanos`: el campo `Vanos` es una lista y ◀ lo baja de 3 a 2; luego teclee L_1 = 5 y L_2 = 5 m. Las secciones y E no cambian.

✔ **Debe verse:** Formulario «Vanos de X1»: Vanos = 2, L1 = 5 m, L2 = 5 m; foco en Aceptar

9 Lo mismo en los ejes X2 y X3



TECLAS

Enter ▶ Enter ▼ Enter ◀ ▼ 5 Enter 5 Enter ×2

▶ Enter ▼ Enter ◀ ▼ 5 Enter 5 Enter ×2

Acepte y repita con X2 y X3. La planta queda como en la figura: pórticos X de 2 vanos de 5 m y pórticos Y de 2 vanos de 4 m, con columnas en los nueve cruces.

✔ **Debe verse:** Planta de 10 × 8 m con los pórticos X de 2 vanos de 5 m y los Y de 2 vanos de 4 m

10 Sismo: Vx = 300 kN y Vy = 180 kN



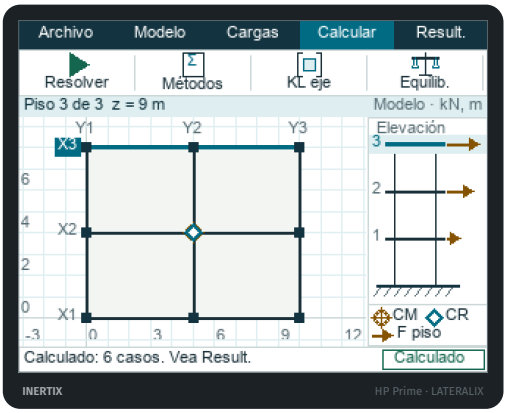
TECLAS

3 Enter ▼ 3 0 ×2 Enter 1 8 0 Enter

3 **Cargas** Sismo abre el cortante basal. El modo `V basal` reparte V en altura con la E.030; teclee V_x = 300 y V_y = 180 kN. El exponente queda en `Manual` con k = 1 (si se elige `Por T`, k se calcula desde el período).

✔ **Debe verse:** Formulario «Sismo: cortante basal»: V basal, Vx = 300, Vy = 180 kN, exponente Manual, k = 1

11 Aceptar y resolver



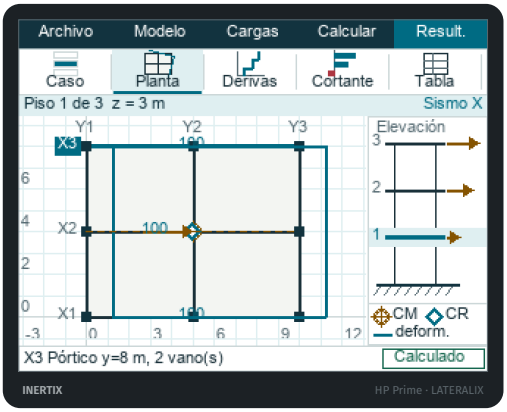
TECLAS

▼ ×2 Enter 4 Enter

Acepte el sismo y use 4 **Calcular** Resolver. LATERALIX condensa los seis pórticos, arma el edificio 3N y resuelve los seis casos; el botón pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Chip «Calculado» y aviso «Calculado: 6 casos. Vea Result.»

12 Planta de resultados: cortante por eje



TECLAS

5 ▶ Enter ▼×2

5 **Result.** Planta dibuja la planta deformada del caso activo, `Sismo X`, con el cortante de cada eje y la fuerza aplicada en el CM. Con ▼ se baja al piso 1: cada pórtico X toma 100 kN, la tercera parte de 300 kN, porque los tres son iguales y el CM coincide con el CR.

✔ **Debe verse:** Sismo X, piso 1: planta deformada, 100 kN en cada pórtico X y la fuerza en el CM

13 Perfil de derivas



TECLAS

5 ▶×2 Enter ▲

5 **Result.** Derivas compara la deriva inelástica de cada piso con el límite 0.007. ▲ lleva el cursor al piso 2: 0.00726, **por encima del límite**. Con ◀ ▶ se alterna con el desplazamiento del CM, sin recalcular.

✔ **Debe verse:** Deriva inelástica por piso frente al límite 0.007; cursor en el piso 2: 0.00726, por encima del límite

14 Cortante por eje y entrepiso



TECLAS

5 ▶×3 Enter

5 **Result.** Cortante muestra en barras el cortante de cada eje en el entrepiso activo, el 2: 81.481 kN en cada pórtico X y nada en los Y. ▲ ▼ cambian de eje y ◀ ▶, de entrepiso.

✔ **Debe verse:** Barras del cortante de cada eje en el entrepiso 2: 81.481 kN en X1, X2 y X3

15 Tabla de resultados



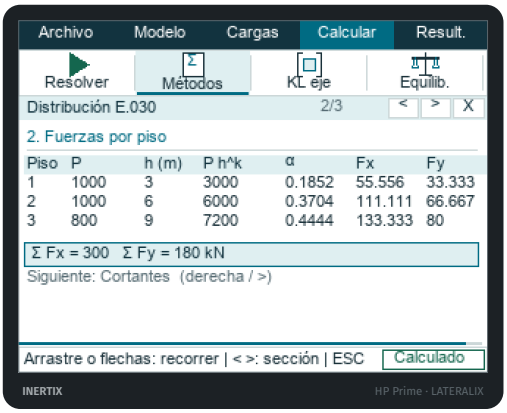
TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Tabla abre un documento desplazable con CM y CR por piso, rigideces de entrepiso K_x, K_y y K_θ, cortante por eje y entrepiso, desplazamientos, derivas y el resumen de los seis casos.

✔ **Debe verse:** CM y CR en (5, 4) en los tres pisos, Kx y Ky de entrepiso y cortante por eje

16 Procedimiento: distribución E.030 en altura



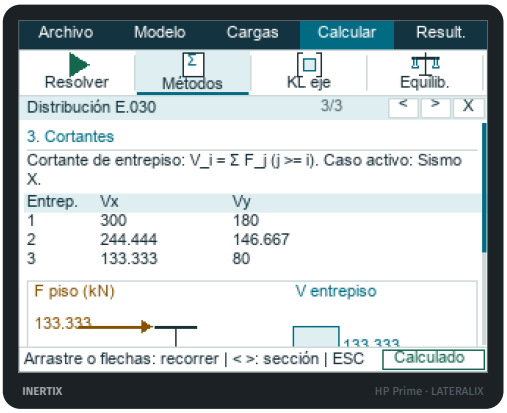
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter ▼ ×2 Enter ▶

Esc cierra la tabla. 4 **Calcular** Métodos lista seis procedimientos; elija `3 Distribución en altura E.030` y avance a la sección 2: la tabla $P\,h^k$, α y F reproduce 55.556, 111.111 y 133.333 kN, que suman 300 kN.

✔ **Debe verse:** Tabla α y F: 55.556, 111.111 y 133.333 kN; suma 300 kN

17 Cortantes de entrepiso



TECLAS

▶

▶ pasa a la sección 3: cortantes de entrepiso 300, 244.444 y 133.333 kN en X (y los de Y), con la figura de fuerzas y cortante. Es la comprobación a mano del ejemplo.

✔ **Debe verse:** Cortantes 300, 244.444 y 133.333 kN y figura de fuerzas y cortante

5.4 Resultados

LATERALIX coincide con la referencia

Las fuerzas por piso, los cortantes de entrepiso y el reparto entre pórticos coinciden con el cálculo a mano; las rigideces y derivas, con el cálculo matricial independiente. La deriva del piso 2 en sismo X (0.00726, y 0.00766 con la excentricidad) **supera el límite** 0.007: los pórticos X necesitan más rigidez. En Y cumple.

Magnitud	Referencia	LATERALIX	Estado
α pisos 1 / 2 / 3	0.1852 / 0.3704 / 0.4444	0.1852 / 0.3704 / 0.4444	Coincide
F_x pisos 1 / 2 / 3 (kN)	55.556 / 111.111 / 133.333	55.556 / 111.111 / 133.333	Coincide
$\sum F_x$ (kN)	300.000	300.000	Equilibrio
V_x entrepisos 1 / 2 / 3 (kN)	300 / 244.444 / 133.333	300 / 244.444 / 133.333	Coincide
V de cada pórtico X, sismo X (kN)	100 / 81.481 / 44.444	100 / 81.481 / 44.444	Simetría
CM y CR, pisos 1 a 3 (m)	(5, 4)	(5, 4)	$e = 0$
K_x de entrepiso (kN/m)	103 644.6 / 67 337.7 / 59 641.4	103 644.6 / 67 337.7 / 59 641.4	Coincide
K_y de entrepiso (kN/m)	111 860.4 / 75 722.3 / 68 749.1	111 860.4 / 75 722.3 / 68 749.1	Coincide
Deriva inelástica, sismo X	0.00579 / 0.00726 / 0.00447	0.00579 / 0.00726 / 0.00447	Piso 2 > 0.007
Deriva máxima, sismo X±e	0.00766	0.00766	No cumple
Deriva máxima, sismo Y±e	0.00424	0.00424	Cumple

Las referencias de α, F y V son a mano; las de K y deriva, del cálculo matricial independiente usado en la validación del programa (error máximo 10^{-6}). Deriva inelástica: $0.75\,R\,\Delta_e/h$.

Comprobación a mano

$$\sum W_i h_i = 1000(3) + 1000(6) + 800(9) = 16\,200 \text{ kN·m}$$

$$F_1 = 300 \cdot 3000/16\,200 = 55.556 \text{ kN} \qquad F_2 = 300 \cdot 6000/16\,200 = 111.111 \text{ kN}$$

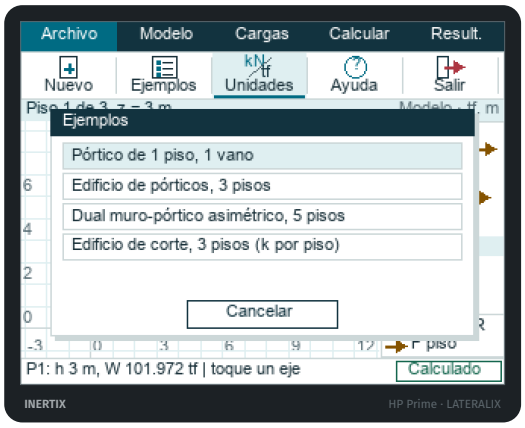
$$F_3 = 300 \cdot 7200/16\,200 = 133.333 \text{ kN} = V_3$$

$$V_2 = 133.333 + 111.111 = 244.444 \text{ kN} \qquad V_1 = 244.444 + 55.556 = 300 \text{ kN}$$

$$V_{X1,1} = V_1/3 = 100 \text{ kN} \qquad \text{(tres pórticos X iguales y CM = CR)}$$

5.5 Opciones importantes

El ejemplo guiado recorre el flujo completo con pórticos y $k = 1$. Estos seis casos cortos muestran lo que no toca: la condensación de un eje, los métodos aproximados, la torsión con un muro excéntrico, el método por entrepiso, el exponente k por período, las fuerzas por piso y la validación de datos. Salvo que se diga otra cosa, parten de 1 Archivo Ejemplos; cargar un ejemplo **sustituye el modelo** y lo deja sin calcular. Las mismas situaciones, con sus teclas, están en la guía TI-Nspire (OI-1 a OI-6).



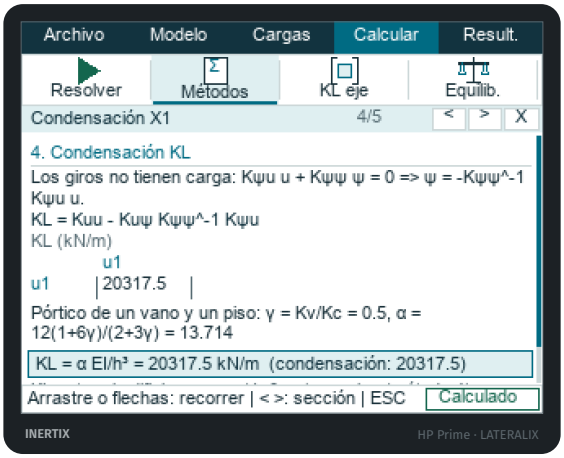
OI-1 · Condensación de un pórtico (ejemplo «Pórtico de 1 piso, 1 vano»)

Un piso de 3 m y planta de 5 × 4 m con cuatro pórticos de un vano y E = 25 000 MPa: en X, L = 5 m, columnas de 0.30 × 0.40 m y viga de 0.25 × 0.40 m; en Y, L = 4 m y columnas giradas (0.40 × 0.30 m). W = 200 kN y $V_x = V_y$ = 100 kN. Sirve para ver de dónde sale la rigidez de un eje.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, primer caso, y 4 **Calcular** Resolver.
2. ▶ selecciona X1 y 4 **Calcular** KL eje abre su condensación (sección 1: grados de libertad).
3. ▶×3: sección 4, $\mathbf{K}_L = \mathbf{K}_{uu} - \mathbf{K}_{u\psi}\mathbf{K}_{\psi\psi}^{-1}\mathbf{K}_{\psi u}$.
4. ▶: rigidez de entrepiso y comparación con la fórmula cerrada, Muto y Wilbur.



Calculado, con el eje X1 seleccionado.



Condensación: K_L = 20 317.5 kN/m.

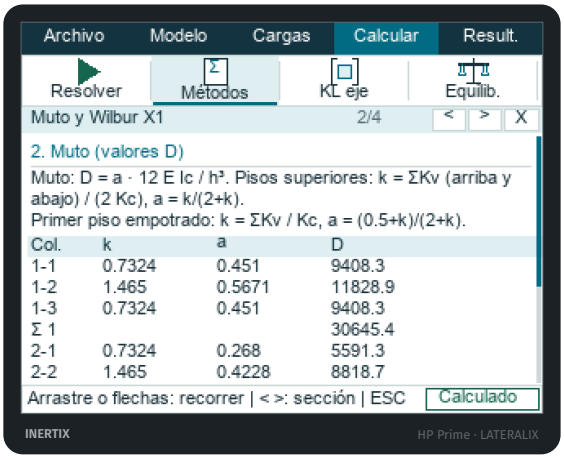
Magnitud	Valor	Comentario
$\gamma = K_v/K_c$	0.5000	K_c = 13 333.3, K_v = 6 666.7 kN·m
$\alpha = 12(1+6\gamma)/(2+3\gamma)$	13.714	Fórmula cerrada
K_L del pórtico X1	20 317.46 kN/m	Condensación = fórmula cerrada
Límites $\gamma \to 0$ y $\gamma \to \infty$	8 888.89 / 35 555.56 kN/m	3 y 12 EI_c/h^3 por columna
K_x del piso / V por pórtico X	40 634.9 kN/m / 50 kN	Dos pórticos iguales

Cómo leerlo. K_L queda entre el pórtico de vigas flexibles ($\gamma \to 0$) y el de vigas rígidas ($\gamma \to \infty$); con γ = 0.5 está más cerca del primero. Para rigidizar el eje conviene peraltar la viga.

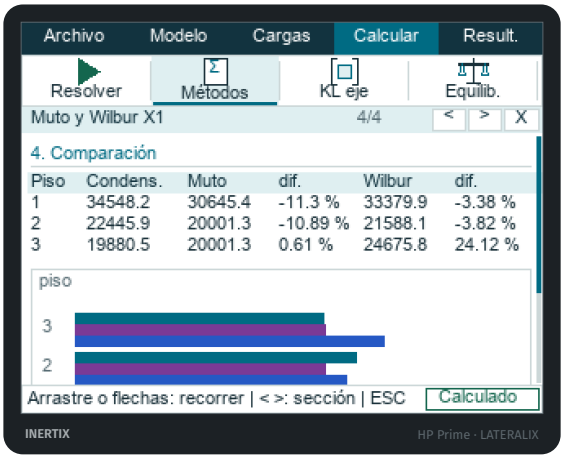
OI-2 · Muto y Wilbur frente a la condensación

Sobre el pórtico X1 del ejemplo guiado (1 **Archivo** Ejemplos, segundo caso): compara los métodos aproximados de los textos con la condensación exacta del modelo.

1. Cargue el segundo ejemplo y resuelva.
2. ▶ selecciona X1; Enter abre su menú.
3. `Muto y Wilbur` (quinta opción): sección 1, rigideces relativas $K_c = I_c/h$ y $K_v = I_v/L$.
4. ▶: valores D de Muto por columna; ▶×2: comparación por piso.



Valores D de Muto por columna.



Comparación con la condensación.

Piso	Condensación	Muto (dif.)	Wilbur (dif.)
1	34 548.2	30 645.4 (−11.3 %)	33 379.9 (−3.38 %)
2	22 445.9	20 001.3 (−10.89 %)	21 588.1 (−3.82 %)
3	19 880.5	20 001.3 (+0.61 %)	24 675.8 (+24.12 %)

Rigidez de entrepiso del pórtico X1 en kN/m.

Cómo leerlo. Los dos métodos suponen puntos de inflexión a media altura y pisos vecinos parecidos: se alejan en el primer piso (base empotrada) y en el último (Wilbur toma $h_o = 0$). Sirven para revisar el orden de magnitud; el diseño usa la condensación. En un muro o un eje de corte la lista indica que no aplican.

OI-3 · Torsión accidental e irregularidad torsional (dual muro-pórtico)

Cinco pisos (3.5 m el primero y 3 m los demás), W = 600 kN por piso y 450 kN en la azotea, planta de 15 × 10 m; tres pórticos X de 3 vanos de 5 m, tres pórticos Y de 2 vanos de 5 m y un **muro** de 5 m y 0.25 m de espesor en el borde x = 15 m; V = 400 kN en cada dirección y k calculado desde T = 0.45 s. El muro lleva el CR hacia el borde.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, tercer caso.
2. 3 **Cargas** Torsión: e/L = 0.05 (E.030); los casos ±e desplazan la fuerza esa distancia.
3. Resuelva y en 5 **Result.** Caso elija `Sismo Y -e`: la planta deformada gira hacia el lado flexible.
4. 5 **Result.** Derivas: la relación $\Delta_{máx}/\Delta_{prom}$ de cada piso.
5. 4 **Calcular** Métodos, sexto procedimiento, sección 3: irregularidad torsional por piso.



Sismo Y–e: planta deformada con giro.



Derivas del CM y del borde.

Magnitud	Valor	Comentario
CR del piso 1	(13.922; 5) m	CM en (7.5; 5)
Excentricidad e_x del piso 1	−6.423 m	Muro en un borde
K_y del piso 1	788 695.9 kN/m	El muro domina en Y
$\Delta_{máx}/\Delta_{prom}$, sismo Y–e	1.89	Irregularidad torsional extrema (> 1.5)
Deriva máxima, sismo Y–e	0.00825	No cumple (> 0.007)

Cómo leerlo. Con la relación por encima de 1.3 la estructura es irregular en planta y la deriva se evalúa con 0.85 *R* (3 **Cargas** Derivas). La solución es estructural: equilibrar la rigidez (otro muro en el lado opuesto) más que aumentar secciones.

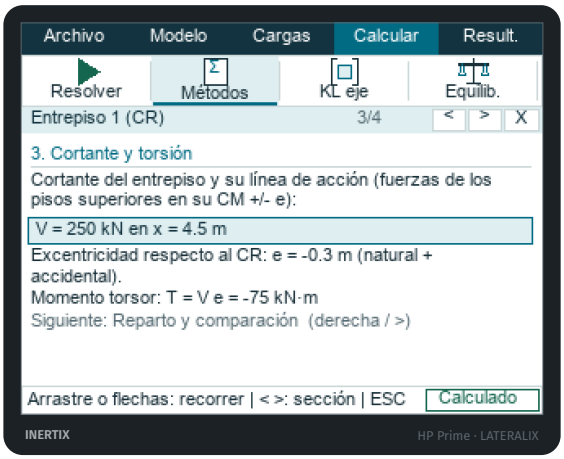
OI-4 · Método por entrepiso y centro de rigidez (edificio de corte)

Tres pisos de 3 m con *W* = 900, 900 y 700 kN y planta de 10 × 6 m. Cada eje es un `Corte` con su rigidez *k* por entrepiso: X1 (*y* = 0) 40 000/35 000/30 000, X2 (*y* = 6) 20 000/18 000/15 000, Y1 (*x* = 0) e Y2 (*x* = 10) 30 000/30 000/25 000 e Y3 (*x* = 4) 15 000/12 000/10 000 kN/m; *V* = 250 kN. En este modelo el método clásico por entrepiso es exacto y coincide con el 3N.

1. 1 **Archivo** Ejemplos, cuarto caso, y Resolver.
2. 5 **Result.** Cortante: barras del 3N con la marca del método por entrepiso.
3. 4 **Calcular** Métodos, quinto procedimiento, sección 2: centro de rigidez y K_θ.
4. ▶: cortante, excentricidad y momento torsor del piso respecto al CR.
5. ▶: reparto directo + torsional de cada eje frente al 3N.



Cortante por eje con la marca del método por entrepiso.



Cortante y torsor del piso 1.

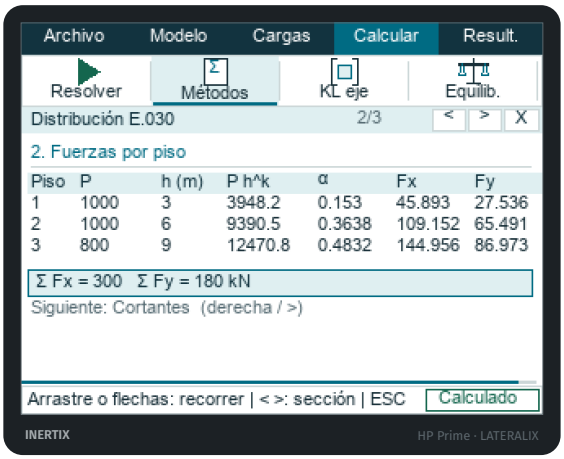
Magnitud	Valor	Comentario
CR del piso 1	(4.8; 2) m	CM en (5; 3)
K_x / K_y / K_θ del piso 1	60 000 / 75 000 kN/m / 1 992 000 kN·m/rad	Suma de los k y $\sum k\,d^2$
Cortante de X1, entrepiso 1, sismo X	166.667 − 10.040 = 156.627 kN	Directo − torsional
Cortante de X2, entrepiso 1, sismo X	83.333 + 10.040 = 93.373 kN	Directo + torsional
Deriva máxima, sismo X+e	0.00964	Relación 1.113

Cómo leerlo. El directo reparte V en proporción a k; el torsional corrige por la distancia del CM al CR. Que la marca coincida con la barra confirma que, con ejes de corte, el reparto por entrepiso es exacto.

OI-5 · Exponente k por período y fuerzas por piso

Sobre el segundo ejemplo, dos formas de definir las fuerzas: (a) el exponente k de la E.030 calculado desde el período, y (b) fuerzas por piso dadas por el usuario.

1. Cargue el segundo ejemplo y abra [3] **Cargas** Sismo: exponente `Manual`, k = 1.
2. En `Exponente` cambie a `Por T` con [▶], baje a `Periodo T` y teclee 1 [Enter]: $k = 0.75 + 0.5\,T$ = 1.25.
3. `Aceptar`, resuelva y abra [4] **Calcular** Métodos, tercer procedimiento, sección 2.
4. En [3] **Cargas** Sismo cambie `Modo` a `F por piso` con [▶] y acepte: el formulario ya no pide V ni k.
5. [3] **Cargas** F piso: elija el piso con [◀] [▶], teclee F_x y F_y y acepte; repita para cada piso.



Distribución con k = 1.25.



Fuerzas por piso.

Magnitud (kN)	k = 1	k = 1.25 (T = 1 s)	Cambio
F_x pisos 1 / 2 / 3	55.556 / 111.111 / 133.333	45.893 / 109.152 / 144.956	Más fuerza arriba
V_x entrepisos 1 / 2 / 3	300 / 244.444 / 133.333	300 / 254.107 / 144.956	Mismo V basal
Deriva X del piso 2	0.00726	0.00753	Aumenta

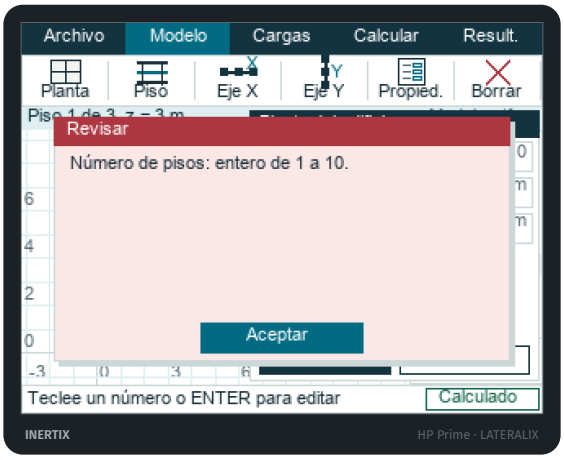
Cómo leerlo. Con T > 0.5 s el reparto se carga hacia arriba y crecen los cortantes de los pisos altos. Use `F por piso` cuando las fuerzas vengan de otro análisis (por ejemplo, modal).

OI-6 · Unidades, dato no válido y resultados pendientes

1. Cargue el segundo ejemplo y resuelva; 1 **Archivo** Unidades y elija tf, m, kgf/cm^2.
2. 5 **Result.** Tabla: las fuerzas y rigideces salen en tf y tf/m, sin recalcular.
3. 2 **Modelo** Planta con 12 pisos y `Aceptar`: aviso `Número de pisos: entero de 1 a 10.`; el formulario sigue abierto.
4. Esc×2: el modelo no cambió y los resultados siguen vigentes.



Tabla de resultados en tf.



Dato fuera de rango: el aviso explica qué corregir.

Cómo leerlo. Cambiar de unidades solo cambia la presentación; un dato rechazado no toca el modelo. Cualquier dato aceptado, en cambio, deja los resultados **pendientes** hasta Resolver.

5.6 Qué orden usar para cada tarea

Tarea	Orden
Revisar si un edificio cumple derivas	Resolver y 5 **Result.** Derivas, en los seis casos (`Caso`)
Saber cuánto cortante toma cada eje	5 **Result.** Cortante o `Planta`; la tabla da todos los entrepisos
Ver de dónde sale la rigidez de un eje	4 **Calcular** KL eje (OI-1)
Contrastar con Muto o Wilbur	Menú del eje > `Muto y Wilbur` (OI-2)
Detectar irregularidad torsional	3 **Cargas** Torsión, casos ±*e* y `Derivas` (OI-3)
Explicar el reparto a mano	4 **Calcular** Métodos, `Por entrepiso (CR)` (OI-4)
Usar fuerzas de otro análisis	3 **Cargas** Sismo en `F por piso` y `F piso` (OI-5)
Comprobar el equilibrio	4 **Calcular** Equilib.: residuo de cada caso

5.7 Cómo leer los resultados

- **CM y CR.** Si coinciden, el sismo sin excentricidad no hace girar el piso. Su distancia es la excentricidad estática; la accidental (±0.05 L) se suma en los casos ±e.
- **Rigidez de entrepiso.** K_x, K_y por piso; K_θ respecto al CR. Un salto grande entre pisos vecinos indica un piso blando.
- **Deriva inelástica.** 0.75 R (o 0.85 R) por la deriva elástica del borde más desfavorable, frente al límite (0.007 en concreto armado). El piso crítico va resaltado.
- $\Delta_{máx}/\Delta_{\mathbf{prom}}$**.** 1 en un edificio simétrico; más de 1.3 es irregularidad torsional y más de 1.5, extrema.
- **Cortante por eje.** Positivo en el sentido del sismo. Un eje perpendicular al sismo solo recibe cortante por torsión.

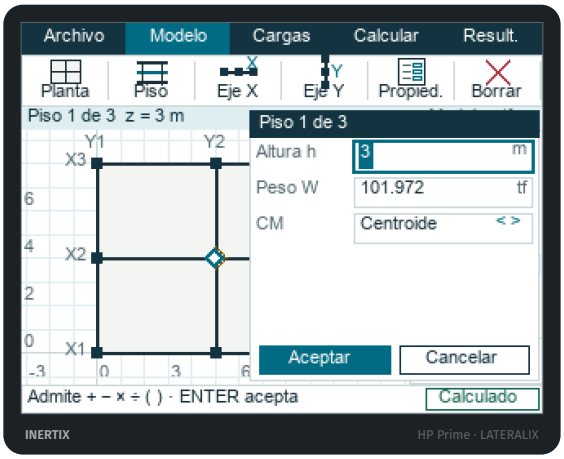
6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

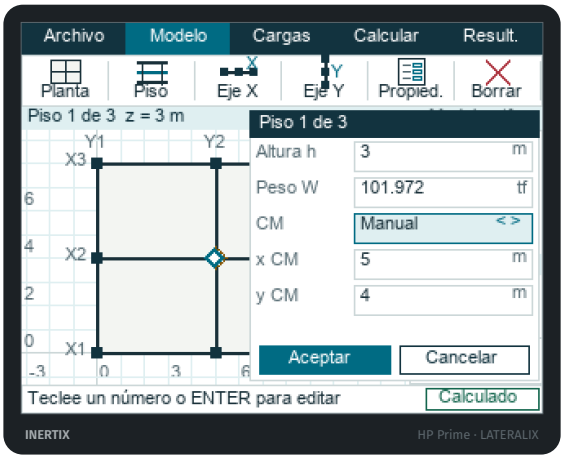
Orden	Qué hace
Nuevo	Pide confirmar y carga el **modelo base**: 3 pisos de 3 m, planta de 12 × 8 m, 3 pórticos X (3 vanos de 4 m) y 4 pórticos Y (2 vanos de 4 m), W = 900/900/700 kN y V = 250 kN; se puede calcular de inmediato y adaptar.
Ejemplos	Cuatro casos: `Pórtico de 1 piso, 1 vano`, `Edificio de pórticos, 3 pisos`, `Dual muro-pórtico asimétrico, 5 pisos` y `Edificio de corte, 3 pisos (k por piso)`.
Unidades	kN, m, MPa o tf, m, kgf/cm^2.
Ayuda	Documento desplazable con el uso, las teclas y las hipótesis.
Salir	Pide confirmación.

6.2 2 · Modelo

Orden	Qué hace
Planta	Número de pisos (1 a 10) y dimensiones L_x, L_y. Al cambiar los pisos, los nuevos copian los datos del último.
Piso	Piso activo: altura h, peso W y CM (`Centroide` o `Manual` con x, y).
Eje X / Eje Y	Herramientas: cada toque en la planta crea un pórtico en esa cota (redondeada a 0.25 m), con las secciones del último pórtico de esa dirección.
Propied.	Menú del eje seleccionado (también con Enter sobre el eje).
Borrar	Herramienta: cada toque borra el eje tocado, con confirmación.



Menú de un pórtico.

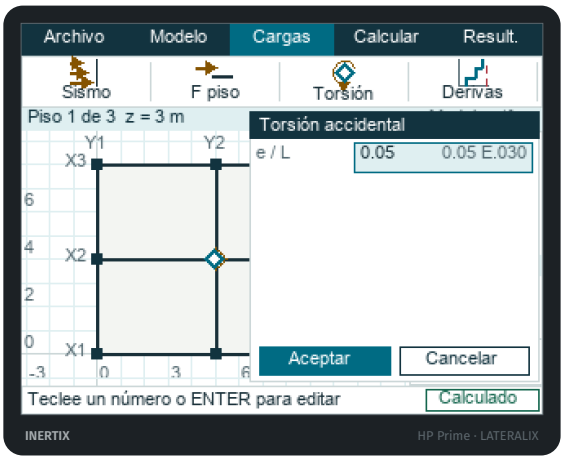


Secciones por piso: «Todos» o un piso.

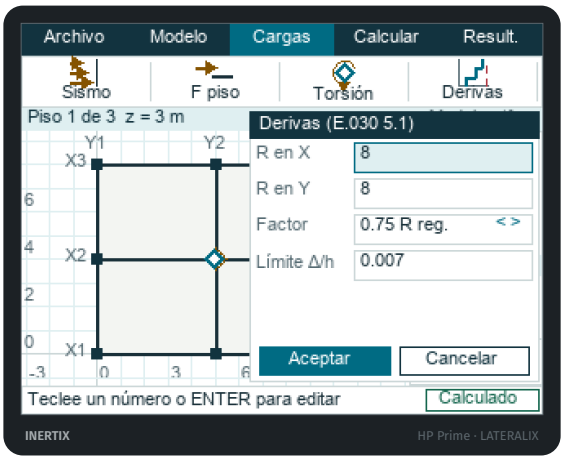
Menú del eje	Qué hace
Geometría y material	Tipo (`Pórtico`, `Muro`, `Corte`), dirección, cota, inicio y, según el tipo, base empotrada o articulada, E, largo del muro L_w o largo dibujado.
Vanos	Pórticos: número de vanos (1 a 5) y luz de cada uno.
Secciones por piso	Pórtico: columnas y vigas $b \times h$; muro: espesor y Poisson; corte: k. `Aplicar a = Todos` cambia solo el campo editado en todos los pisos.
Procedimiento KL	Condensación del eje paso a paso (también 4 **Calcular** KL eje).
Muto y Wilbur	Comparación con los métodos aproximados (solo pórticos).
Eliminar eje	Borra el eje, con confirmación.

6.3 3 · Cargas

Orden	Qué hace
Sismo	Modo `V basal` (V_x, V_y y exponente k `Por T` o `Manual`) o `F por piso`.
F piso	Fuerzas F_x, F_y de cada piso (solo en el modo `F por piso`).
Torsión	Excentricidad accidental e/L (0.05 en la E.030).
Derivas	R en X e Y, factor 0.75 R (regular) o 0.85 R (irregular) y límite Δ/h.



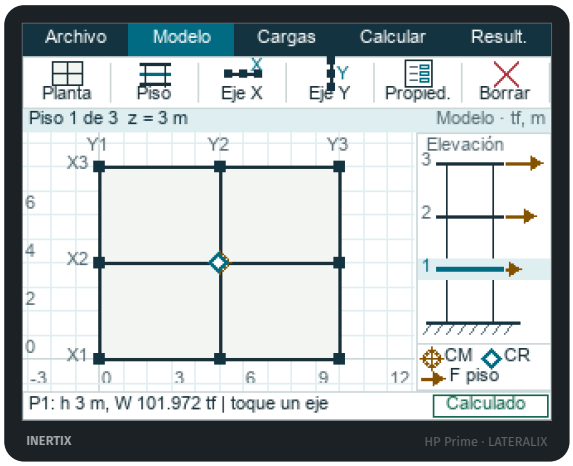
3 **Cargas** Torsión.



3 **Cargas** Derivas.

6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Condensa los ejes, arma el edificio 3N y resuelve los seis casos.
Métodos	Seis procedimientos: 1 Condensación KL del eje seleccionado, 2 Muto y Wilbur, 3 Distribución en altura E.030, 4 Matriz del edificio 3N, 5 Por entrepiso (CR) del piso activo, 6 Derivas e irregularidad. Los que no aplican dicen por qué.
KL eje	Procedimiento de condensación del eje seleccionado.
Equilib.	Residuo $\lvert \mathbf{Kd} - \mathbf{F} \rvert$ de cada caso y comparación de las fuerzas de piso con la suma de cortantes de los ejes.

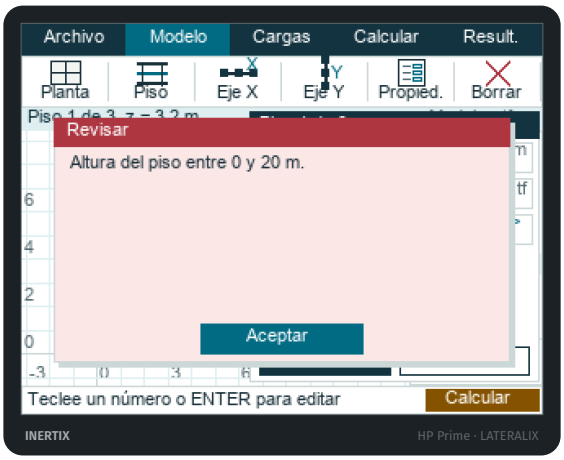


6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
Caso	Elige el caso activo: Sismo X, X+e, X−e, Y, Y+e o Y−e (no recalcula).
Planta	Planta deformada del piso activo con el cortante de cada eje y la fuerza con su excentricidad.
Derivas	Deriva inelástica (o desplazamiento del CM) por piso frente al límite, con cursor.
Cortante	Barras del cortante de cada eje en el entrepiso activo, con la marca del método por entrepiso.
Tabla	Documento con CM, CR, rigideces, cortantes, desplazamientos y el resumen de los seis casos.



1 **Archivo** Unidades.



Dato fuera de rango.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Condensación estática de un eje

Cada eje se modela con sus elementos completos (columnas y vigas, o muro de Timoshenko). Los grados de libertad se separan en traslaciones de piso **u** y giros ψ; como no hay momentos aplicados en los nudos, los giros se eliminan:

$$\mathbf{K}_L = \mathbf{K}_{uu} - \mathbf{K}_{u\psi}\,\mathbf{K}_{\psi\psi}^{-1}\,\mathbf{K}_{\psi u} \tag{1}$$

Donde: $\mathbf{K}_L$ es la matriz lateral $N \times N$ del eje. Para un pórtico de un piso y un vano con base empotrada se reduce a la fórmula cerrada $K_L = \frac{12\,EI_c}{h^3}\,\frac{1+6\gamma}{2+3\gamma}$, con $\gamma = K_v/K_c$, $K_c = EI_c/h$ y $K_v = EI_v/L$. El muro usa flexión y corte con $A_s = \frac{5}{6}\,t\,L_w$; el eje de corte suma directamente las k de entrepiso.

7.2 Edificio con diafragma rígido

$$\mathbf{K} = \sum_{\text{ejes}} \mathbf{A}^T\,\mathbf{K}_L\,\mathbf{A} \qquad \mathbf{a} = (1,\,0,\,-y)\ \text{(eje X)} \qquad \mathbf{a} = (0,\,1,\,x)\ \text{(eje Y)} \tag{2}$$

Donde: Tres grados de libertad por piso (ux, uy y giro). La rigidez de entrepiso de cada eje es el cortante del eje aislado dividido por su deriva. Con ellas, $x_{CR} = \sum k_i\,x_i / \sum k_i$ y $K_\theta = \sum k_i\,d_i^2$, con d_i la distancia del eje al CR.

7.3 Fuerzas sísmicas y casos

$$F_i = \alpha_i\,V \qquad \alpha_i = \frac{P_i\,h_i^k}{\sum P_j\,h_j^k} \qquad k = 1\ (T \le 0.5\ \text{s}) \qquad k = 0.75 + 0.5\,T \le 2\ (T > 0.5\ \text{s})$$

$$V_i = \sum_{j \ge i} F_j \qquad e_{\text{acc}} = \pm\,0.05\,L$$

Donde: La fuerza de cada piso se aplica en el CM desplazado $\pm e_{\text{acc}}$, con L la dimensión de la planta perpendicular al sismo. Cada dirección se analiza por separado (seis casos).

7.4 Derivas e irregularidad torsional

$$\frac{\Delta_i}{h_i} = 0.75\,R\,\frac{\Delta_{e,i}}{h_i} \le \text{límite} \qquad \frac{\Delta_{\text{máx}}}{\Delta_{\text{prom}}} > 1.3\ \text{(irregular)},\quad > 1.5\ \text{(extrema)} \tag{3}$$

Donde: $\Delta_{e,i}$ es la deriva elástica del borde más desfavorable; con estructura irregular el factor es $0.85\,R$. La relación torsional usa las derivas de los dos bordes del piso y solo se evalúa si la deriva supera el 50 % del límite (E.030-2026, Tabla 12).

7.5 Métodos de comparación

$$D = a\,\frac{12\,E I_c}{h^3} \qquad a = \frac{\bar{k}}{2+\bar{k}}\ \text{(pisos superiores)} \qquad a = \frac{0.5+\bar{k}}{2+\bar{k}}\ \text{(piso 1 empotrado)} \qquad (4)$$

Donde: Muto: $\bar{k}$ es la rigidez relativa de las vigas que llegan a la columna frente a la de la columna. Wilbur da la rigidez de entrepiso del pórtico con sus fórmulas de piso tipo y primer piso. Los dos suponen puntos de inflexión a media altura, por eso se alejan en el primer y el último piso; la condensación es exacta para el modelo.

Cómo se verifica el cálculo

Cada procedimiento de 4 Calcular Métodos rehace el cálculo de otra forma y lo compara con el motor: la fórmula cerrada y los límites del pórtico de un vano, Muto y Wilbur, la suma de fuerzas igual al cortante basal, el residuo |**Kd** − **F**| y el reparto clásico por entrepiso frente al 3N.

8 Errores, avisos y preguntas frecuentes

8.1 Mensajes y qué hacer

Los mensajes salen en la barra inferior (rojo si es un error, ámbar si es un aviso). Un dato rechazado deja el formulario abierto y el modelo sin cambios.

Mensaje	Causa y solución
`Número de pisos: entero de 1 a 10.`	LATERALIX admite hasta 10 pisos (OI-6).
`Máximo 12 ejes resistentes.`	Borre un eje antes de crear otro.
`Coordenadas fuera de rango (+/-200 m).`	La cota del eje o del CM se teclea en metros.
`Falta al menos un eje en dirección X` (o Y)	Cree un eje en la dirección que falta.
`Edificio inestable (GDL …)`	En algún piso los ejes de una dirección faltan o concurren en un punto: revise que haya ejes en X e Y no concurrentes.
`…: matriz de giros singular`	Un pórtico con secciones nulas o vanos de largo cero.
`El CM debe quedar dentro de la planta`	El CM manual va entre 0 y L_x, 0 y L_y.
`El exponente k va de 1 a 2`	Con exponente `Manual`, $1 \le k \le 2$ (E.030-2026 Art. 35.2).
`El periodo T debe ser positivo.`	Con exponente `Por T`, teclee $T > 0$ (OI-5).
`Sección mayor que 3 m: use metros`	Las secciones van en metros (0.40, no 40).
`Poisson fuera de rango (0 a 0.49).`	Corrija ν en las secciones del muro.
`Seleccione primero un eje`	4 **Calcular** KL eje y el menú de eje piden un eje seleccionado (◀ ▶ o toque su línea).
`Resultados pendientes`	El modelo cambió: 4 **Calcular** Resolver.

Interrumpir un cálculo

La tecla On detiene un cálculo largo. LATERALIX lo indica con `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`: los resultados anteriores no se muestran como vigentes y basta con volver a 4 **Calcular** Resolver. Esta interrupción es propia de la HP Prime.

8.2 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque el modelo cambió después del último cálculo. LATERALIX no muestra resultados de una solución anterior: acepte calcular en el aviso o use 4 **Calcular** Resolver.

¿Cómo agrego un eje?

Active 2 **Modelo** Eje X o `Eje Y` y toque la planta en la cota deseada; luego Enter sobre el eje abre su menú para ajustar tipo, vanos y secciones.

¿Por qué no puedo resolver?

El mensaje dice qué falta: hace falta al menos un eje en X y otro en Y, tres ejes no concurrentes y datos positivos. Un edificio inestable suele tener todos los ejes de una dirección en la misma línea.

¿Por qué la deriva sale por encima del límite?

Los ejes de esa dirección son poco rígidos para el cortante dado. Aumente secciones o agregue ejes; el programa no cambia los datos por su cuenta.

¿De dónde saco el cortante basal V?

Del análisis sísmico ($V = ZUCS\,P/R$ en la E.030), por ejemplo con ESPECTRIX. LATERALIX lo toma como dato y lo distribuye en altura.

¿Muto y Wilbur no aparecen para mi eje?

Solo aplican a pórticos; en un muro o un eje de corte la lista lo indica.

¿Cómo trabajo en toneladas fuerza?

Con 1 **Archivo** Unidades elija tf, m, kgf/cm^2; los datos se convierten y los resultados se muestran en tf y tf/m.

¿Cuándo uso el exponente «Por T» y cuándo «Manual»?

La E.030 fija $k = 1$ si $T \le 0.5$ s y $k = 0.75 + 0.5\,T \le 2$ si el período es mayor. Con `Por T` basta teclear el período fundamental y LATERALIX calcula k; use `Manual` solo si otra norma o el proyectista fija el exponente (OI-5).

¿Puedo usar las fuerzas de un análisis modal?

Sí: en 3 **Cargas** Sismo cambie el modo a `F por piso` y teclee F_x y F_y de cada piso en 3 **Cargas** F piso. El programa ya no reparte un cortante basal; el resto (torsión accidental, derivas y reparto entre ejes) es igual.

¿Por qué un eje en Y recibe cortante con el sismo en X?

Por la torsión: si el CM y el CR no coinciden, o en los casos $\pm e$, el piso gira y los ejes perpendiculares al sismo toman una parte. Es normal y suele ser pequeño en edificios regulares (OI-3, OI-4).

¿Qué diferencia hay entre Muto, Wilbur y la condensación?

La condensación usa el modelo completo del pórtico y es la que emplea el cálculo; Muto y Wilbur son aproximaciones de texto para revisar el orden de magnitud y difieren sobre todo en el primer y el último piso (OI-2).

¿Cambiar de unidades borra los resultados?

No. Las unidades solo cambian cómo se muestran los datos y resultados; el caso sigue calculado. Un dato fuera de rango tampoco cambia el modelo: el aviso dice qué corregir (OI-6).