**INERTIX**

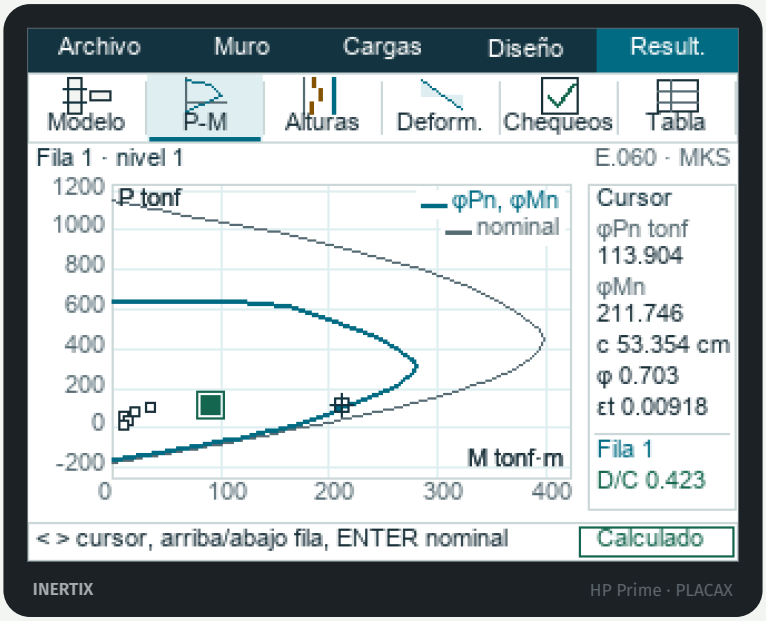
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

# PLACAX

## Muros estructurales (placas) de concreto armado, ACI 318-25 y NTE E.060

**Versión 1.0** **HP Prime G1 · G2** Estructuras de concreto armado · 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 . . . 4

**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** **6**
4.1. Teclas . . . 7
4.2. Editar un valor y resultados pendientes . . . 8
4.3. Errores y avisos . . . 9

**5. Ejemplo guiado** **9**
5.1. Enunciado y datos . . . 9
5.2. Paso a paso . . . 10
5.3. Resultados . . . 19

**6. Opciones importantes** **21**
6.1. OI-1 · Proponer el armado . . . 21
6.2. OI-2 · Elemento de borde especial . . . 23
6.3. OI-3 · Muro bajo: cuantía mínima, cortante ACI y junta . . . 23
6.4. OI-4 · Leer las gráficas . . . 24
6.5. OI-5 · Otra combinación en el mismo nivel, dato no válido y unidades . . . 25

**7. Referencia de menús y opciones** **27**
7.1. 1 · Archivo . . . 27
7.2. 2 · Muro . . . 27
7.3. 3 · Cargas . . . 28
7.4. 4 · Diseño . . . 28
7.5. 5 · Result. . . . 29

**8. Fundamento teórico breve** **29**

8.1. Flexocompresión . . . . . 29

8.2. Cortante . . . . . 30

8.3. Elemento de borde . . . . . 30

8.4. Compresión, fisuración y junta . . . . . 30

**9. Novedades de la E.030-2026** **30**

**10. Preguntas frecuentes** **31**

# 1 Presentación y alcance

PLACAX diseña y verifica **muros estructurales (placas) de concreto armado** de sección rectangular en la calculadora HP Prime, con la **NTE E.060** o el **ACI 318-25**. Se dibuja el muro en alzado y en planta, se introducen las cargas de cada nivel y el programa entrega el diagrama de interacción, el cortante amplificado, el elemento de borde, los mínimos y una lista de comprobaciones, con el procedimiento paso a paso de cada verificación. Está pensado para estudiantes y proyectistas que revisan placas de edificios.

## 1.1 Qué calcula

- **Flexocompresión:** diagrama P-M de diseño y nominal (121 puntos) por compatibilidad de deformaciones; $\phi M_n$ a $P_u$ constante, D/C y D/C radial por fila.
- **Cortante:** $\phi V_n$ según la norma y cortante de diseño amplificado $V_e$ (E.060: $M_n/M_{ua} \le R$; ACI: $\Omega_v\,\omega_v$, o un factor manual).
- **Elemento de borde:** criterio de desplazamientos o de esfuerzos, longitud, altura, $A_{sh}$ y separación de estribos.
- **Cuantías y separaciones** mínimas, número de cortinas y $\rho$ en los extremos.
- **Compresión** por el método empírico (esbeltez fuera del plano), **fisuración** ($M_n \ge 1.2\,M_{cr}$) y **junta de construcción** por fricción.
- **Propuesta automática** de armado y **memoria** del caso.

## 1.2 Unidades y convenciones

| Magnitud | Unidad y signo |
|---|---|
| Sistema SI | kN, kN·m, MPa, mm; alturas en m |
| Sistema MKS | tonf, tonf·m, kgf/cm², cm; alturas en m |
| Carga axial $P_u$ | Positiva en compresión |
| Niveles | El nivel 1 es la base; cada fila de cargas es la sección inferior de su nivel |
| E.060 | Sus coeficientes en kgf/cm² se convierten exactamente (1 kgf/cm² = 0.0980665 MPa) |

## 1.3 Límites y fuera de alcance

**Fuera de alcance**

- Solo sección **rectangular** con flexión y cortante en su plano: no hay aberturas, alas (secciones T o L), flexión biaxial ni vigas de acople.
- Hipótesis: $\varepsilon_{cu}$ = 0.003, bloque de Whitney, acero elastoplástico sin endurecimiento y descuento del concreto desplazado por las barras.
- Las demandas ($P_u$, $M_u$, $V_u$, $\delta_u$) vienen del análisis global; PLACAX no analiza el edificio.
- Traslapes, anclajes y ganchos se revisan en los planos.
- En ACI, para $h_w/l_w > 1.5$ se toma $\Omega_v$ como el mayor de $M_{pr}/M_u$ y 1.5, con $V_e \le 3\,V_u$; si su criterio es otro, use el modo `Ve/Vu manual`.

# 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: `PLACAX.hpappdir`;
  - el archivo de licencia: `LIC_PLACAX.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 `PLACAX.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*. PLACAX aparece allí con su icono.
5. Toque el icono de PLACAX 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

PLACAX 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 PLACAX 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: `PLACAX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_PLACAX.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 PLACAX 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, PLACAX muestra el ejemplo «Muro de 6 pisos» sin calcular, en MKS y con la categoría `Muro` activa. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.




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

1. **Barra de menú.** Cinco categorías; se abren con las teclas 1 a 5 o tocándolas.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Lienzo.** Alzado por niveles (con el D/C de cada nivel) y planta a escala con cortinas, barras y zonas confinadas; también tablas y gráficas.
4. **Línea de estado.** Ayuda del momento, datos del cursor y mensajes.
5. **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; Enter la activa. |
| ▲ ▼ | Alzado | Cambian de nivel; ◄ ► recorren las filas del mismo nivel. |
| Enter | Lienzo | Abre las propiedades de la parte elegida (borde o alma) o de la fila activa. |
| Enter Del + | Tabla de cargas | Editan, borran o agregan una fila. |
| ◄ ► | P-M | Mueven el cursor sobre el diagrama; ▲ ▼ cambian la fila; Enter muestra u oculta la curva nominal. |
| ▲ ▼ | Alturas, Deform. | Cambian el nivel o la fila; en Deform., ◄ ► recorren las capas. |
| ◄ ► | Visor | Cambian de sección del procedimiento. |
| Esc | Siempre | Cierra la vista o el formulario; en el lienzo pide confirmar la salida. |

**Pantalla táctil**

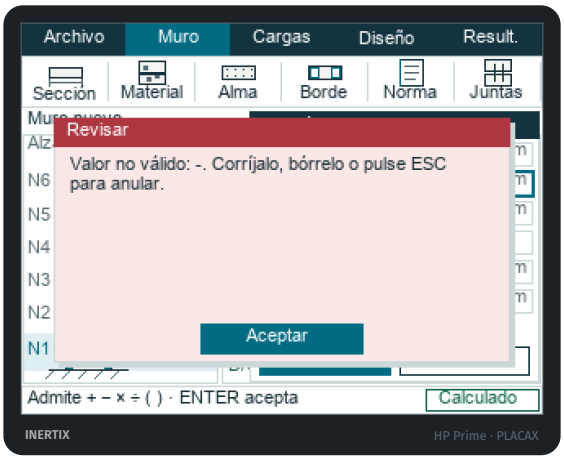
Tocar una categoría o una orden la activa. En el alzado, tocar un nivel lo selecciona; en la planta, tocar el borde o el alma lo elige, y un segundo toque abre sus propiedades. En las gráficas, tocar o arrastrar mueve el cursor. Todo el ejemplo guiado se hace con teclas.

## 4.2 Editar un valor y resultados pendientes




Edición en la propia celda del formulario.

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




Un valor no válido se avisa y se puede corregir.

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

- 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 (al inicio, el siguiente). Un campo que se confirma vacío conserva su valor.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista: barras, cortinas, norma), ◀ ▶ cambian la opción.
- `Aceptar` valida todo el formulario: si un dato está fuera de rango, el mensaje dice qué corregir y los datos anteriores se conservan.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**; las vistas de resultados piden calcular. Recorrer una gráfica **no** recalcula.

### 4.3 Errores y avisos

| Aviso | Qué significa y qué hacer |
|---|---|
| `Revisar` (fondo rojo) | Un dato está fuera de rango: $L_w$ < 500 mm o menor que 3 $t_w$, $t_w$ < 100 mm, pisos fuera de 1–40, alturas fuera de 1.5–12 m, $f_y$ fuera de 240–690 MPa, un nivel que no existe... El mensaje dice el rango; el formulario sigue abierto y el caso no cambia hasta corregirlo (caso OI-5). |
| `Valor no válido` | Lo tecleado no es un número. Corríjalo, vacíelo con Del o pulse Esc para anular. |
| Faltan las cargas | $P_u$, $M_u$ y $V_u$ son cero en todas las filas (muro nuevo). Edítelas en 3 Cargas Tabla. |
| Debe quedar al menos una fila | 3 Cargas Borrar no borra la última fila; el máximo es 30. |
| No hay acero que resista | `Proponer` no encontró solución: aumente $t_w$, $f'_c$ o las barras de borde. |
| `Resultados pendientes` | Cambió un dato después del último cálculo. Calcule de nuevo. |
| `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular` | Aparece al volver a entrar si una acción se cortó con la tecla On (nota siguiente). |

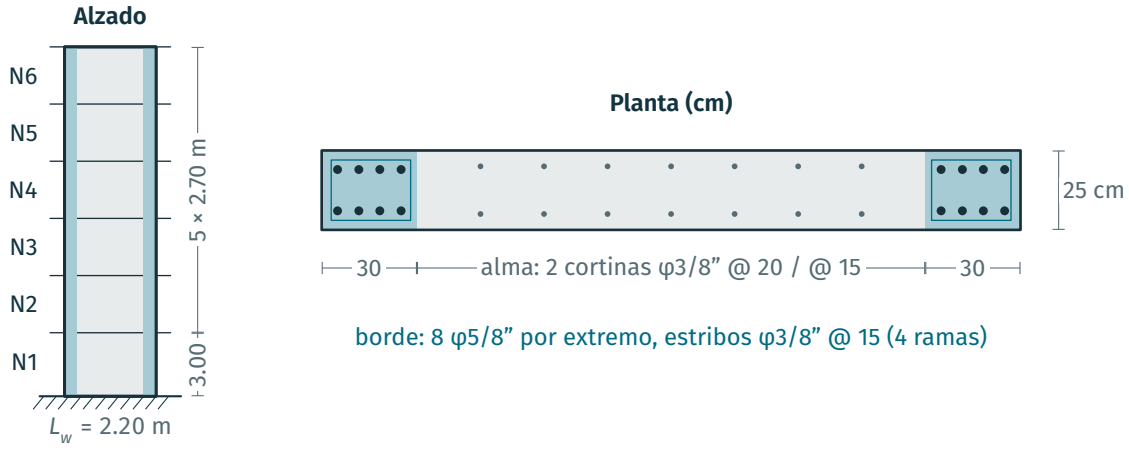
**Corte con la tecla On**

En la HP Prime, On detiene el programa en curso. Si el corte cae durante 4 Diseño Calcular, 4 Diseño Proponer, 1 Archivo Ejemplos, 1 Archivo Nuevo, al borrar una fila, al usar 3 Cargas Niveles o al aceptar un formulario, PLACAX no deja el caso a medias: al volver a entrar abre con el caso de antes de la acción, los **resultados pendientes** y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Pulse `Calcular` y repita la acción si hace falta. `Proponer` es la acción más larga, porque prueba muchas combinaciones de barras; un corte ahí deja el armado anterior. Comprobado en PC con el arnés de cortes del programa (1224 cortes en 25 acciones, ningún caso a medias); en la calculadora: pendiente.

## 5 Ejemplo guiado

### 5.1 Enunciado y datos

Un edificio de **6 pisos** tiene una placa (muro estructural) de concreto armado de $L_w$ = 2.20 **m** y $t_w$ = 0.25 **m**, con el primer piso de 3.00 m y los demás de 2.70 m. Con $f'_c$ = 210 kgf/cm², $f_y$ = 4200 kgf/cm² y la **NTE E.060** como **muro especial** (deriva $\delta_u/h_w$ = 0.003548, $R$ = 6), se pide verificar en cada nivel la **flexocompresión** (diagrama P-M), el **cortante amplificado**, la necesidad de **elemento de borde**, la **compresión** por el método empírico y el momento de **fisuración**, con las cargas de la tabla.




| Dato | Valor |
|---|---|
| Sección | $L_w$ = 220 cm, $t_w$ = 25 cm, rec. 2.5 cm |
| Alturas | 6 pisos: 3.00 m y 5 × 2.70 m |
| Materiales | $f'_c$ = 210, $f_y$ = $f_{yt}$ = 4200 kgf/cm² |
| Alma | 2 cortinas: φ3/8" @ 20 (vert.) y @ 15 cm (horiz.) |
| Borde | 8 φ5/8" en 30 cm; estribos φ3/8" @ 15, 4 ramas |
| Norma | E.060, especial, $\delta_u/h_w$ = 0.003548, $R$ = 6 |
| Juntas | $k$ = 1.0, $\mu$ = 1.0 (rugosa) |

| Nivel | $P_u$ (t) | $M_u$ (t·m) | $V_u$ (t) | $P_d$ (t) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 119.40 | 90.83 | 21.15 | 68.50 |
| 2 | 100.30 | 34.60 | 11.22 | 57.00 |
| 3 | 79.98 | 20.50 | 9.78 | 46.00 |
| 4 | 59.04 | 11.01 | 8.79 | 34.00 |
| 5 | 38.12 | 15.15 | 7.66 | 23.00 |
| 6 | 17.44 | 9.89 | 4.15 | 11.00 |

$P_u$ positivo en compresión; $P_d$ es la carga muerta de servicio (para la junta). Unidades MKS: tonf, tonf·m, kgf/cm², cm.

Fuente: Guía de diseño de placas de concreto armado PX-1 (muro de 6 niveles con la NTE E.060), niveles 1 y 2, con los valores de $M_{cr}$ y $\phi P_n$ empírico corregidos. Está en `Archivo > Ejemplos` como «Muro de 6 pisos, E.060 (MKS)». El motor se validó contra un cálculo independiente por fibras (diferencia menor que $10^{-9}$).

## 5.2 Paso a paso

El muro se construye desde `Archivo > Nuevo`, con el teclado. Como el programa arranca en MKS, el muro nuevo queda en tonf, kgf/cm² y cm. Las filas de cargas se numeran en el orden de los niveles (1 = base), porque se crean todas a la vez con `Cargas > Niveles`.

## 1 Muro nuevo




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

TECLAS

1 Enter ×2

1 Archivo Nuevo pide confirmar y deja un muro limpio: ACI 318-25, muro general, 5 pisos y una fila de cargas en cero. Conserva las unidades activas (MKS). Los datos se ajustan en los pasos siguientes.

✔ **Debe verse:** «Muro nuevo», ACI 318-25 · MKS: 5 pisos, Lw 300 cm, tw 20 cm, una fila de cargas en cero

## 2 Sección y alturas




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

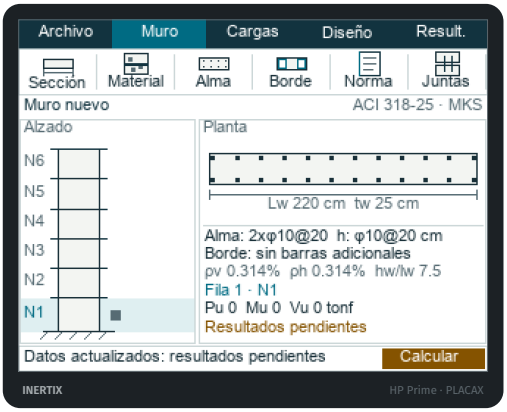
TECLAS

2 Enter 2 ×2 0 Enter 2 5 Enter ▼ 6 Enter ▼ 2 . 7 Enter

2 Muro Sección abre el formulario. Al teclear un número se reemplaza el valor del campo y Enter pasa al siguiente; ▼ salta los que ya están bien (recubrimiento 2.5 cm y primer piso de 3 m).

✔ **Debe verse:** Formulario «Sección y alturas»: Lw 220 cm, tw 25 cm, recubrimiento 2.5 cm, 6 pisos, h 3 y 2.7 m; foco en Aceptar

## 3 Aceptar la sección




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

TECLAS

Enter

Con el foco en `Aceptar`, Enter valida los datos. El alzado pasa a 6 niveles y la planta a 220 × 25 cm. Los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** Alzado de 6 niveles y planta de 220 × 25 cm; estado «Datos actualizados: resultados pendientes»

## 4 Materiales




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

TECLAS

2 ▶ Enter 2 1 0 Enter ▼ ×3 Enter

En 2 Muro Material se cambia $f'_c$ a 210 kgf/cm². $f_y$, $f_{yt}$ y $E_s$ ya tienen los valores del ejercicio, así que se baja hasta `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** f'c 210 y fy = fyt 4200 kgf/cm² aceptados

## 5 Acero del alma




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

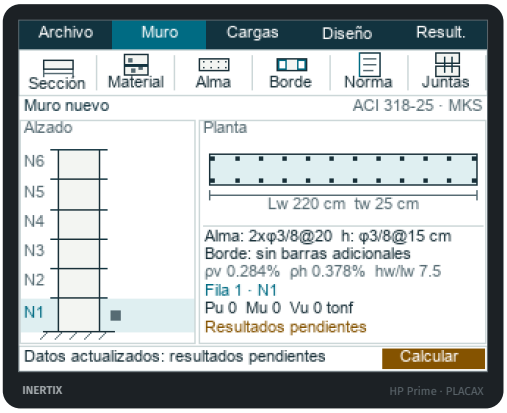
**TECLAS**

2 ▶ ×2 Enter ▼ ◀ ▼ ×2 ◀ ▼ 1 5 Enter

En 2 **Muro** Alma, los diámetros se eligen de una lista con ◀: de 10 mm a 3/8 in en las dos direcciones. Se mantienen 2 capas y la separación vertical de 20 cm, y la horizontal se cambia a 15 cm.

✔ **Debe verse:** Formulario «Acero del alma»: 2 capas, φ vertical 3/8 in @ 20 cm, φ horizontal 3/8 in @ 15 cm

## 6 Aceptar el alma




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

**TECLAS**

Enter

La planta dibuja las dos cortinas y el texto bajo ella resume el armado del alma y sus cuantías $\rho_v$ y $\rho_h$.

✔ **Debe verse:** Planta con dos cortinas φ3/8; «Alma: 2xφ3/8@20 h: φ3/8@15 cm»

## 7 Elemento de borde




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

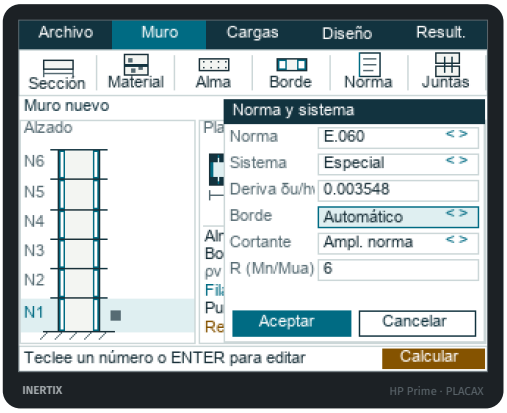
**TECLAS**

2 ▶ ×3 Enter 8 Enter ◀ ▼ 3 0 Enter
◀ ▼ 1 5 Enter ▼ Enter

2 **Muro** Borde define cada extremo: 8 barras de 5/8 in dentro de una zona confinada de 30 cm, con estribos de 3/8 in a 15 cm y 4 ramas. En la planta aparecen las dos zonas confinadas.

✔ **Debe verse:** Zonas confinadas de 30 cm en los extremos de la planta; «Borde: 8φ5/8 · lbz 30 · est.φ3/8@15»

## 8 Norma E.060 y muro especial




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

**TECLAS**

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

En 2 **Muro** Norma, ▶ cambia a `E.060` y, en el campo siguiente, a `Especial`. El formulario añade entonces la deriva, el criterio de borde, el modo de amplificación y el límite *R*. Se teclea la deriva $\delta_u / h_w$ = 0.003548.

✔ **Debe verse:** Formulario «Norma y sistema»: E.060, Especial, deriva 0.003548, borde Automático, Ampl. norma, R 6

## 9 Aceptar la norma




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

**TECLAS**

▼ ×3 **Enter**

El criterio de borde (`Automático`), la amplificación de la norma y $R$ = 6 ya son los del ejercicio. Al aceptar, el encabezado del lienzo muestra `E.060 · MKS`.

✔ **Debe verse:** Encabezado «E.060 · MKS»; los resultados siguen pendientes

## 10 Una fila de cargas por nivel




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

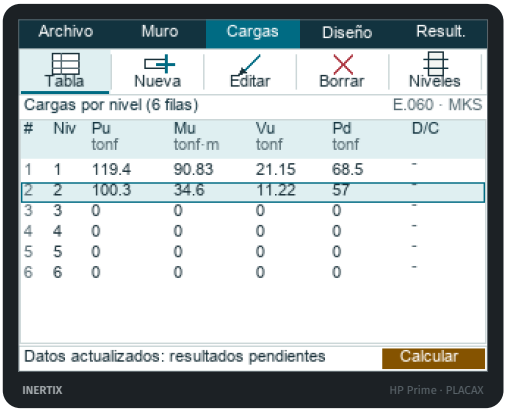
**TECLAS**

3 ▶ ×4 **Enter**

3 **Cargas** Niveles agrega una fila en cero para cada nivel que no tenga cargas (niveles 2 a 6) y abre la tabla. Así las filas quedan ordenadas del 1 (base) al 6.

✔ **Debe verse:** Tabla «Cargas por nivel (6 filas)», niveles 1 a 6 con cargas en cero; «5 filas nuevas: edite Pu, Mu, Vu»

## 11 Cargas de los niveles 1 y 2




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

**TECLAS**

[Enter] [▼] [1] ×2 [9] [.] [4] [Enter] [9] [0] [.] [8] [3]
[Enter] [2] [1] [.] [1] [5] [Enter] [6] [8] [.] [5] [Enter] ×2
[▼] [Enter] [▼] [1] [0] ×2 [.] [3] [Enter] [3] [4] [.] [6]
[Enter] [1] ×2 [.] [2] ×2 [Enter] [5] [7] [Enter] ×2

En la tabla, [Enter] edita la fila activa. Se baja desde `Nivel` y se teclean $P_u$, $M_u$, $V_u$ y $P_d$; el último [Enter] acepta. Con [▼] se pasa a la fila 2 y se repite.

✔ **Debe verse:** Filas 1 y 2: Pu 119.4 y 100.3 tonf, Mu 90.83 y 34.6 tonf·m, Vu 21.15 y 11.22 tonf

## 12 Cargas de los niveles 3 a 6




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

**TECLAS**

[▼] [Enter] [▼] [7] [9] [.] [9] [8] [Enter] [2] [0] [.] [5]
[Enter] [9] [.] [7] [8] [Enter] [4] [6] [Enter] ×2 [▼] [Enter]
[▼] [5] [9] [.] [0] [4] [Enter] [1] ×2 [.] [0] [1] [Enter] [8]
[.] [7] [9] [Enter] [3] [4] [Enter] ×2 [▼] [Enter] [▼] [3] [8]
[.] [1] [2] [Enter] [1] [5] [.] [1] [5] [Enter] [7] [.]
[6] ×2 [Enter] [2] [3] [Enter] ×2 [▼] [Enter] [▼] [1] [7] [.]
[4] ×2 [Enter] [9] [.] [8] [9] [Enter] [4] [.] [1] [5] [Enter]
[1] ×2 [Enter] ×2

Las otras cuatro filas se completan igual. La tabla debe coincidir con la de los datos del ejemplo.

✔ **Debe verse:** Tabla completa de 6 filas (Pd 68.5 … 11 tonf)

## 13 Calcular




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

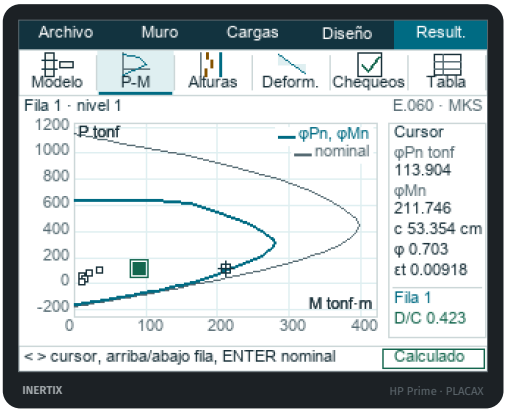
TECLAS

4 Enter

4 **Diseño** Calcular resuelve todas las filas: diagrama P-M, cortante, borde y comprobaciones. La tabla añade el D/C de cada fila y la línea de estado da el resultado global, CUMPLE con D/C máximo 0.764.

✔ **Debe verse:** Chip «Calculado»; estado «Calculado: CUMPLE (D/C max 0.764)»

## 14 Diagrama de interacción P-M




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

TECLAS

5 ▶ Enter ▲×5

5 **Result.** P-M dibuja la curva de diseño $\phi P_n$–$\phi M_n$, la nominal y las seis demandas. Con ▲ se vuelve a la fila 1, la sección crítica de la base: su punto queda dentro de la curva y el panel derecho da $\phi M_n$ y el D/C.

✔ **Debe verse:** Curva de diseño φPn–φMn con las 6 demandas; fila 1 (nivel 1, Pu 119.4 tonf) marcada

## 15 Perfiles en altura




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

TECLAS

5 ▶ ×2 Enter

5 **Result.** Alturas compara, nivel por nivel, el cortante amplificado $V_e$ con $\phi V_n$ y el momento $|M_u|$ con $\phi M_n$. Así se ve en qué nivel está más cerca el límite.

✔ **Debe verse:** Ve frente a φVn y |Mu| frente a φMn en los 6 niveles

## 16 Comprobaciones




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

TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Chequeos lista cada verificación con su valor y su límite. Las doce se cumplen y el elemento de borde especial no se requiere en este caso.

✔ **Debe verse:** Lista «CUMPLE» de E.060 · muro especial, con valor y límite de cada chequeo

## 17 Cortante E.060: verificación




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

TECLAS

4 ▶×2 Enter ▼×4 Enter ▶×2

4 Diseño Métodos abre la lista de procedimientos; `Cortante E.060` es el quinto. Con ▶ se llega a la sección `Verificación`: $V_e$ y $\phi V_n$ = 88.107 t por fila. El nivel 2 gobierna con D/C 0.764 porque su factor de amplificación llega al límite $R$ = 6.

✔ **Debe verse:** «Cortante E.060», sección Verificación: Ve frente a φVn por fila y D/C máximo

## 18 Compresión y fisuración




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

TECLAS

Esc 4 ▶×2 Enter ▼×7 Enter ▶

El octavo procedimiento, `Compresión y fisuración`, muestra en su segunda sección $M_{cr} = S\,(f_r + P_u/A_g)$ por fila. Los niveles 1 y 2 dan 102.229 y 95.225 t·m, iguales a la referencia, y $M_n/M_{cr}$ supera 1.2 en todos.

✔ **Debe verse:** «Fisuración»: Mcr = S (fr + Pu/Ag) y Mn/Mcr ≥ 1.2 por fila (Mcr 102.23 y 95.23 tonf·m en los niveles 1 y 2)

## 5.3 Resultados

**PLACAX coincide con la referencia**

El $c$ límite, el término de esbeltez, $\phi P_n$ empírico y $M_{cr}$ coinciden con la referencia corregida, y $\phi V_n$ coincide con la comprobación a mano. El muro cumple las doce comprobaciones de la E.060 como muro especial; gobierna el cortante del nivel 2 (D/C 0.764).

| Magnitud | Referencia | PLACAX | Estado |
|---|---|---|---|
| $\phi M_n$ a $P_u$, nivel 1 / D/C flexión | — | 214.61 t·m / 0.423 | Cumple |
| $M_n$ nominal ($P_n = P_u$), nivel 1 | 213.19 t·m (dato) | 272.11 t·m | Ver fuente |
| Amplificación $M_n/M_{ua}$, nivel 1 | — | 2.996 (≤ $R$ = 6) | |
| $V_e$ / D/C cortante, nivel 1 | — | 63.36 t / 0.719 | Cumple |
| $\phi V_n$ ($\varphi$ = 0.85, $d$ = 0.8 $L_w$) | 88.11 t | 88.107 t | Coincide |
| D/C cortante máximo (nivel 2) | — | 0.764 | Gobierna |
| $c$ límite (E.060) | 73.33 cm | 73.333 cm | Coincide |
| $c$ nominal, nivel 1 | — | 44.28 cm | Sin borde especial |
| $1 - (k\,l_c/32h)^2$, nivel 2 | 0.88609 | 0.8861 | Coincide |
| $\phi P_n$ empírico, nivel 1 / 2 | 382.14 / 394.02 t | 382.14 / 394.02 t | Coincide |
| $M_{cr}$, nivel 1 / 2 | 102.23 / 95.23 t·m | 102.229 / 95.225 t·m | Coincide |
| $M_n/M_{cr}$ mínimo | ≥ 1.20 | 2.662 | Cumple |
| Estado global | — | CUMPLE, D/C máx 0.764 | 12 chequeos |

«Referencia»: guía PX-1 con las correcciones indicadas en la fuente y comprobación a mano de abajo. «—»: resultado del motor sin valor independiente en la referencia.

**Diferencias con el texto de la guía PX-1**

- La guía calcula $M_{cr}$ y $\phi P_n$ empírico con $A_g$ = 0.66 m² y mezcla kgf/cm² con t/m². Aquí se usan los valores corregidos, con $A_g$ = 0.55 m².
- La guía toma $M_n$ = 213.19 t·m como dato para amplificar el cortante. PLACAX calcula $M_n$ con el armado real (272.11 t·m), por eso $V_e$ y el D/C de cortante son mayores.
- La guía separa el acero horizontal a 15.45 cm ($\phi V_n$ = 86.47 t); el ejemplo usa 15 cm ($\phi V_n$ = 88.11 t).

### Comprobación a mano

$$A_g = 2.20 \times 0.25 = 0.55\ \text{m}^2 \qquad I_g = \frac{0.25 \times 2.20^3}{12} = 0.221833\ \text{m}^4$$

$$S = \frac{I_g}{L_w/2} = 0.201667\ \text{m}^3$$

$$f_r = 2\sqrt{210} = 28.98\ \text{kgf/cm}^2 = 289.83\ \text{t/m}^2$$

$$M_{cr,1} = S\,(f_r + P_u/A_g) = 0.201667\,(289.83 + 119.40/0.55) = 102.23\ \text{t·m}$$

$$c_{\text{lím}} = \frac{L_w}{600\ \text{máx}(\delta_u/h_w,\ 0.005)} = \frac{220}{600 \times 0.005} = 73.33\ \text{cm}$$

$$\phi V_n = 0.85\left(0.53\sqrt{210}\,(25)(176) + \frac{1.418 \times 4200 \times 176}{15}\right)$$

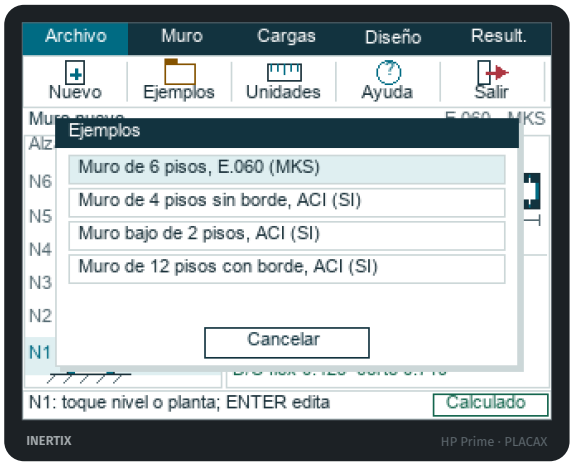
$$= 0.85\,(33.80 + 69.86) = 88.11\ \text{t}$$

$$V_{e,1} = V_{ua}\,\frac{M_n}{M_{ua}} = 21.15 \times \frac{272.11}{90.83} = 63.36\ \text{t}$$

$$\phi P_{n,1} = 0.55\,\phi\,f'_c A_g\left[1 - \left(\frac{k\,l_c}{32\,h}\right)^2\right] = 0.55 \times 0.70 \times 2100 \times 0.55 \times \left[1 - \left(\frac{3.00}{8}\right)^2\right] = 382.14\ \text{t}$$

## 6 Opciones importantes

El ejemplo guiado recorre el flujo completo de un muro especial E.060. Los casos siguientes muestran, en pocos pasos, las opciones que más se usan además de esa: la propuesta automática de armado, el elemento de borde especial, los muros bajos, la lectura de las gráficas y las combinaciones de carga. Cada paso indica sus teclas exactas desde el final del paso anterior. Los casos parten de los ejemplos de 1 Archivo Ejemplos, que **sustituyen el modelo** en uso.




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

### 6.1 OI-1 · Proponer el armado

**Objetivo.** Ver qué falla en un muro y dejar que PLACAX busque un armado que cumpla. **Datos.** Ejemplo «Muro de 4 pisos sin borde, ACI (SI)»: muro especial ACI 318-25 de $L_w$ = 3000 mm, $t_w$ = 250

mm, 4 pisos de 3 m, $f'_c$ = 28 MPa, $f_y$ = 420 MPa, alma 2 × φ16 @ 200 y φ12 @ 200 mm, sin barras de borde, deriva $\delta_u/h_w$ = 0.01 y tres combinaciones en la base.

1. **Elegir el muro de 4 pisos.** Abra la lista de ejemplos y baje hasta el segundo.

   `1` `▶` `Enter` `▼`

2. **Cargar y calcular.** `Enter` lo carga; `4` **Diseño** Calcular da REVISAR.

   `Enter` `4` `Enter`

3. **Ver qué falla.** `5` **Result.** Chequeos: el elemento de borde especial se requiere y fallan su longitud $l_{bz}$ (0 frente a 322.6 mm), $A_{sh}$ (314.2 frente a 390.9 mm²) y la separación de estribos (100 frente a 83.3 mm).

   `5` `▶`×4 `Enter`

4. **Proponer.** `4` **Diseño** Proponer pide confirmar: reemplaza cortinas, acero del alma y borde.

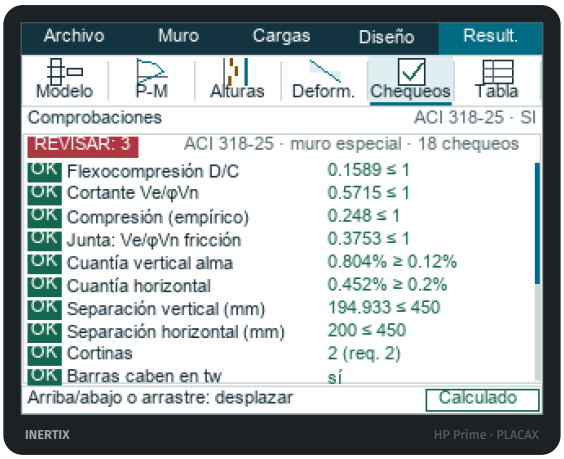
   `4` `▶` `Enter`

5. **Aceptar la propuesta.** `Enter` acepta. La planta muestra el armado propuesto y el programa recalcula.

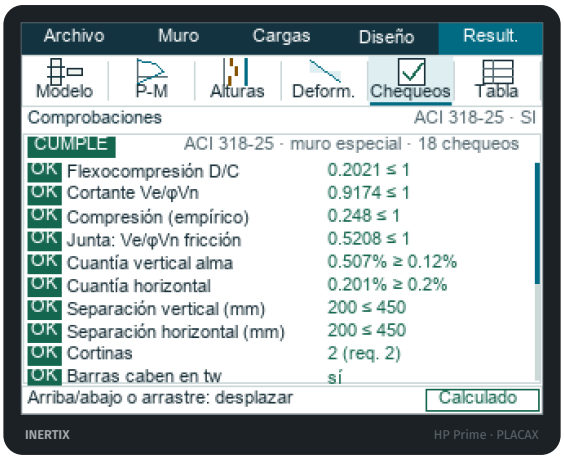
   `Enter`

6. **Comprobar.** `5` **Result.** Chequeos: CUMPLE.

   `5` `▶`×4 `Enter`




Antes: tres comprobaciones del borde fallan.




Después de Proponer: CUMPLE.

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

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

| Magnitud | Valor |
|---|---|
| Antes de proponer | REVISAR: $l_{bz}$, $A_{sh}$ y s de estribos; D/C máx 0.572 |
| Alma propuesta | Vertical 2 × φ12.7 @ 200, horizontal φ8 @ 200 mm |
| Borde propuesto | 6 φ12.7 por extremo en $l_{bz}$ = 300 mm; estribos φ10 @ 75, 4 ramas |
| Después de proponer | CUMPLE; D/C máx 0.917 (cortante) |

**Lectura.** `Proponer` busca el armado **más liviano** que cumple todas las filas, no el de más reserva: el acero horizontal baja a φ8 @ 200 y el D/C de cortante sube de 0.572 a 0.917. Si prefiere más holgura, ajuste después `2` **Muro** Alma y vuelva a calcular. Si no hay solución, el armado anterior se conserva y el mensaje dice qué aumentar ($t_w$, $f'_c$ o barras de borde).

## 6.2 OI-2 · Elemento de borde especial

**Objetivo.** Entender por qué se requiere el elemento de borde y comprobar sus dimensiones y estribos. **Datos.** Ejemplo «Muro de 12 pisos con borde, ACI (SI)»: $L_w$ = 4000 mm, $t_w$ = 300 mm, 12 pisos (4.0 m y 3.2 m), deriva 0.012; borde de 12 φ25 por extremo en 1050 mm con estribos φ12 @ 70 mm y 7 ramas; cuatro combinaciones.

1. **Cargar el muro de 12 pisos.** Cargue el cuarto ejemplo y calcule: CUMPLE.

   [1] [▶] [Enter] [▼]×3 [Enter] [4] [Enter]

2. **Chequeos del borde.** [5] [Result.] [Chequeos]: `Elemento de borde` aparece como requerido y le siguen sus comprobaciones.

   [5] [▶]×4 [Enter]

3. **Método del elemento de borde.** [4] [Diseño] [Métodos], sexto procedimiento: `Elemento de borde`. La primera sección compara $c$ con $c_{lím}$.

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

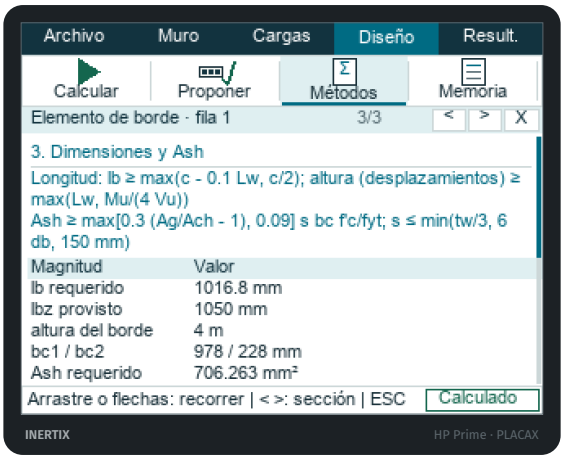
4. **Dimensiones y Ash.** [▶] dos veces: sección `Dimensiones y Ash`.

   [▶]×2




Borde requerido; sus comprobaciones cumplen.

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




Longitud requerida y $A_{sh}$.

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

**Lectura.** En la fila 1, $c$ = 1416.8 mm supera $c_{lím} = L_w/(600 \cdot 1.5\,\delta_u/h_w) = 4000/10.8 = 370.4$ mm: hace falta borde especial. Su longitud debe ser al menos máx($c$ – 0.1 $L_w$, $c/2$) = 1016.8 mm (hay 1050), $A_{sh}$ = 791.7 ≥ 706.3 mm² y $s$ = 70 ≤ 72 mm. Gobierna la flexocompresión (D/C 0.817). Con $l_{bz}$ = 0 el programa supone las barras de borde en la capa extrema y no hay zona confinada (caso OI-1).

## 6.3 OI-3 · Muro bajo: cuantía mínima, cortante ACI y junta

**Objetivo.** Ver cómo cambia la cuantía vertical mínima en un muro bajo y qué verificación gobierna. **Datos.** Ejemplo «Muro bajo de 2 pisos, ACI (SI)»: muro general de $L_w$ = 6000 mm, $t_w$ = 200 mm, 2 pisos de 3.5 m ($h_w/l_w$ = 1.17), alma 2 × φ10 @ 250 mm, tres combinaciones.

1. **Cargar el muro bajo.** Cargue el tercer ejemplo y calcule: CUMPLE.

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

2. **Cuantías.** 5 **Result.** Chequeos: la cuantía vertical mínima es 0.29 % y no 0.25 %.

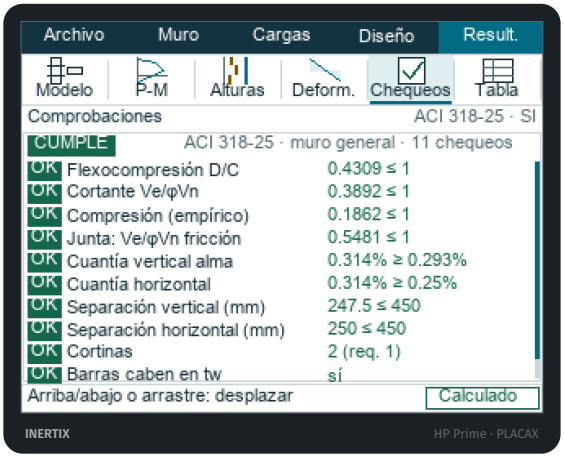
   5 ▶×4 Enter

3. **Cortante ACI.** 4 **Diseño** Métodos, cuarto procedimiento: `Cortante ACI`, con $\alpha_c$ y $V_c$.

   Esc 4 ▶×2 Enter ▼×3 Enter

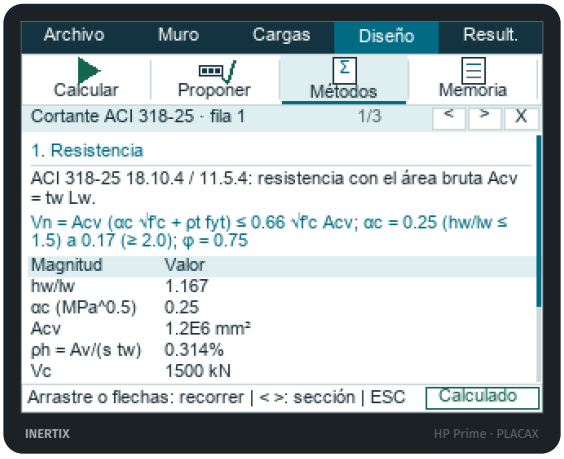
4. **Junta de construcción.** Esc y el noveno, `Junta de construcción`: $V_n$ por fricción.

   Esc 4 ▶×2 Enter ▼×8 Enter




Cuantías y D/C de cada verificación.

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




Cortante ACI: $\alpha_c$ = 0.25 para $h_w/l_w \le 1.5$.

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

**Lectura.** Para $h_w/l_w \le 2.5$ el ACI exige $\rho_v \ge 0.0025 + 0.5\,(2.5 - h_w/l_w)(\rho_h - 0.0025) = 0.00293$; el alma da 0.00314. El cortante usa $\alpha_c$ = 0.25 ($V_c$ = 1500 kN, $\phi V_n$ = 2312.5 kN, D/C 0.389). Gobierna la **junta** de construcción (D/C 0.548): en muros bajos y anchos el cortante por fricción en la base suele controlar antes que la flexión (0.431).

## 6.4 OI-4 · Leer las gráficas

**Objetivo.** Obtener lecturas de las gráficas sin recalcular ni cambiar el caso. **Datos.** Ejemplo «Muro de 6 pisos, E.060 (MKS)», el del ejemplo guiado, calculado.

1. **Cargar y calcular el muro de 6 pisos.** Cargue el primer ejemplo y calcule.

   1 ▶ Enter×2 4 Enter

2. **Diagrama P-M.** 5 **Result.** P-M: curvas de diseño y nominal, las seis filas y el cursor.

   5 ▶ Enter

3. **Recorrer la curva.** ◀ mueve el cursor por la curva; el panel lee $\phi P_n$, $\phi M_n$, $c$, $\phi$ y $\varepsilon_t$ del punto. Los resultados siguen al día.

   ◀×10

4. **Curva nominal.** Enter oculta la curva nominal (vuelve con otro Enter).

   Enter

5. **Deformaciones de la fila 1.** 5 **Result.** Deform.: deformaciones de la fila 1 con $\varepsilon_{cu}$ = 0.003, $\varepsilon_y$ y el eje neutro.

   5 ▶×3 Enter

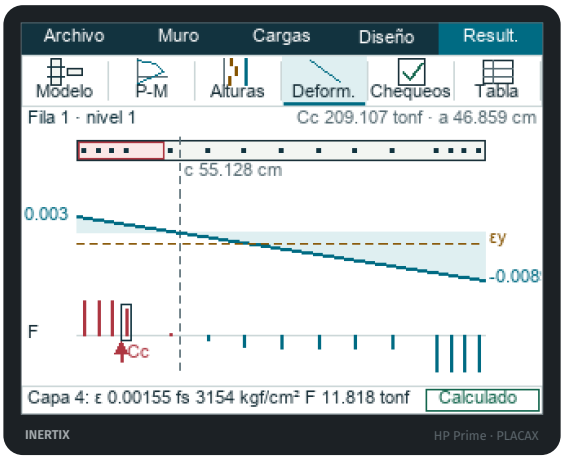
6. **Recorrer las capas.** ▶ recorre las capas de barras; la línea de estado da $\varepsilon$, $f_s$ y $F$.

   ▶×3




Cursor sobre la curva de diseño.

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




Deformaciones y fuerzas por capa, fila 1.

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

**Lectura.** En la fila 1, $c$ = 55.13 cm, $\varepsilon_t$ = 0.0088 y $\phi$ = 0.70: con $P_u$ = 119.4 t por encima de 0.1 $f'_c A_g$ = 115.5 t, la E.060 no permite aumentar $\phi$. La curva nominal sirve para leer $M_n$, que es el que amplifica el cortante.

## 6.5 OI-5 · Otra combinación en el mismo nivel, dato no válido y unidades

**Objetivo.** Agregar una combinación con poca carga axial (por ejemplo 0.9 $D \pm S$), ver un mensaje de dato fuera de rango y cambiar de unidades sin perder el caso. **Datos.** El ejemplo 1 calculado (final de OI-4) y una fila nueva en el nivel 1: $P_u$ = 60 t, $M_u$ = 90.83 t·m, $V_u$ = 21.15 t, $P_d$ = 68.5 t. Primero se escribe, por error, el nivel 7.

1. **Nueva fila con nivel 7.** 3 **Cargas** Nueva, nivel 7 y los cuatro valores; al aceptar aparece `Revisar`: `Nivel entero entre 1 y 6 (1 = base).` La tabla no cambia.

   3 ▶ Enter 7 Enter 6 0 Enter 9 0 . 8 3 Enter 2 1 . 1 5 Enter 6 8 . 5 Enter ×2

2. **Corregir el nivel.** Enter cierra el aviso; el formulario sigue abierto. Suba al nivel, escriba 1 y acepte.

   Enter ▲ ×5 1 Enter ▼ ×4 Enter

3. **Calcular.** 4 **Diseño** Calcular: CUMPLE con 7 filas.

   4 Enter

4. **Diagrama P-M de la fila 7.** 5 **Result.** P-M: la fila 7 queda dentro del diagrama, más abajo que la 1.

   5 ▶ Enter

5. **Unidades SI.** 1 **Archivo** Unidades, SI: todo pasa a kN y kN·m; los resultados no se recalculan ni cambian.

   1 ▶ ×2 Enter ×2




Nivel fuera de rango: el formulario sigue abierto.

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




Fila 7 en SI: $\phi P_n$ 617.7 kN en el cursor.

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

**Lectura.** Con menos compresión el muro resiste menos momento: la fila 7 da $\phi M_n$ = 189.97 t·m y D/C de flexión 0.478, mayor que el 0.423 de la fila 1 con el mismo $M_u$. Su $V_e$ = 52.65 t (factor 2.49) da D/C de cortante 0.598. El caso sigue gobernado por el cortante del nivel 2 (0.764). En SI, $\phi V_n$ = 864.0 kN (88.107 t).

# 7 Referencia de menús y opciones

## 7.1 1 · Archivo

| Orden | Qué hace |
|---|---|
| Nuevo | Muro limpio (ACI 318-25, general, 5 pisos de 3 m, una fila de cargas en cero); conserva las unidades. |
| Ejemplos | Carga uno de los cuatro ejemplos: «Muro de 6 pisos, E.060 (MKS)», «Muro de 4 pisos sin borde, ACI (SI)», «Muro bajo de 2 pisos, ACI (SI)» y «Muro de 12 pisos con borde, ACI (SI)». |
| Unidades | SI (kN, MPa, mm) o MKS (tonf, kgf/cm², cm). |
| Ayuda | Documento desplazable: menús, lienzo, cargas, gráficas y convenios. |
| Salir | Termina el programa (pide confirmación). |

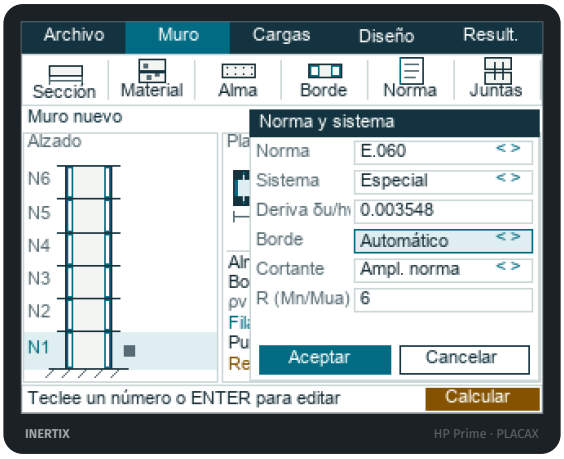
## 7.2 2 · Muro

| Orden | Qué hace |
|---|---|
| Sección | $L_w$, $t_w$, recubrimiento, número de pisos (1 a 40) y alturas del primer piso y típica. |
| Material | $f'_c$, $f_y$ vertical, $f_{yt}$ horizontal y $E_s$. |
| Alma | 1 o 2 cortinas; diámetro y separación del acero vertical y horizontal. |
| Borde | Por extremo: número y diámetro de barras, longitud $l_{bz}$ de la zona confinada (0 = barras en la capa extrema), diámetro, separación y ramas de los estribos. |
| Norma | ACI 318-25 o E.060; muro general o especial; en especial, deriva $\delta_u/h_w$, criterio de borde (automático, desplazamientos o esfuerzos), amplificación (de la norma o $V_e/V_u$ manual) y $R$. |
| Juntas | Factor $k$ de longitud efectiva (0.8, 1.0, 2.0) y coeficiente de fricción $\mu$ (1.4, 1.0, 0.6). |




2 **Muro** Juntas.

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




2 **Muro** Norma en muro especial.

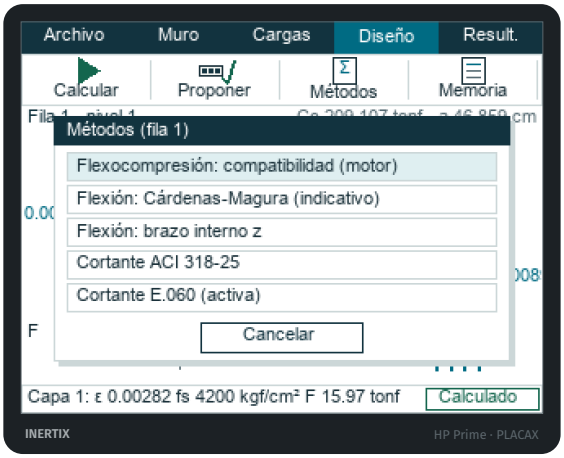
*Captura ADAPTADA (SIMULADA): render del programa en PC, no de la HP Prime*

## 7.3 3 · Cargas

| Orden | Qué hace |
|---|---|
| Tabla | Muestra las filas (nivel, $P_u$, $M_u$, $V_u$, $P_d$) y, tras calcular, su D/C. |
| Nueva | Agrega una fila (hasta 30; puede haber varias combinaciones por nivel). |
| Editar | Abre la fila activa. |
| Borrar | Borra la fila activa (debe quedar al menos una). |
| Niveles | Agrega una fila en cero para cada nivel sin cargas. |

## 7.4 4 · Diseño

| Orden | Qué hace |
|---|---|
| Calcular | Resuelve todas las filas y las comprobaciones. |
| Proponer | Busca el armado de alma y borde de menor cuantía que cumple todas las filas; si no lo encuentra, conserva el armado anterior. |
| Métodos | Procedimientos de la fila activa: compatibilidad (motor), Cárdenas-Magura (indicativo con barras de borde), brazo interno *z*, cortante ACI, cortante E.060, elemento de borde (solo muro especial), cuantías, compresión y fisuración, junta de construcción. |
| Memoria | Datos, resultados, comprobaciones y alcance del caso. |




4 **Diseño** Métodos.

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

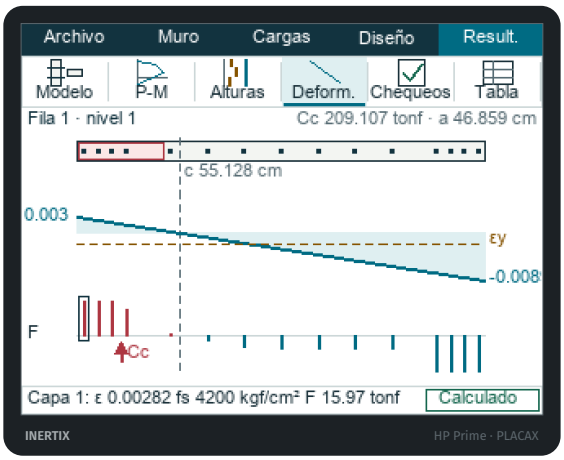



4 **Diseño** Memoria.

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

### 7.5 5 · Result.

| Orden | Qué hace |
|---|---|
| Modelo | Alzado y planta con el D/C de cada nivel. |
| P-M | Diagrama de diseño y nominal con cursor y las demandas de cada fila. |
| Alturas | Perfiles $V_e$ frente a $\phi V_n$ y $\lvert M_u \rvert$ frente a $\phi M_n$. |
| Deform. | Deformaciones y fuerzas por capa de la fila activa, con cursor. |
| Chequeos | Lista de comprobaciones con valor, límite y estado. |
| Tabla | Resultados por fila en texto. |




5 **Result.** Deform.

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




5 **Result.** Tabla.

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

## 8 Fundamento teórico breve

### 8.1 Flexocompresión

Cada capa de barras *i* a la distancia $x_i$ de la fibra comprimida se deforma según el eje neutro *c*:

$$\varepsilon_i = 0.003\,\frac{c - x_i}{c}, \qquad f_{si} = E_s\,\varepsilon_i,\ \lvert f_{si} \rvert \le f_y, \qquad a = \beta_1\,c$$

$$P_n = 0.85\,f'_c\,t_w\,a + \sum A_{s,i}\,f_{si}, \qquad M_n = 0.85\,f'_c\,t_w\,a\left(\frac{L_w}{2} - \frac{a}{2}\right) + \sum A_{s,i}\,f_{si}\left(\frac{L_w}{2} - x_i\right)$$

Donde: Para cada fila se busca por bisección el *c* que da $\phi P_n = P_u$. ACI: $\phi = 0.65$ si $\varepsilon_t \le \varepsilon_{ty}$ y 0.90 si $\varepsilon_t \ge \varepsilon_{ty}+0.003$. E.060: $\phi = 0.70$, que sube hasta 0.90 cuando $\phi P_n$ baja de mín(0.1 $f'_c A_g$, 0.70 $P_b$) a cero. $\phi P_{n,\text{máx}} = 0.80\,\phi P_0$.

### 8.2 Cortante

$$\text{ACI:}\quad V_n = A_{cv}\left(\alpha_c\sqrt{f'_c} + \rho_t f_{yt}\right) \le 0.66\sqrt{f'_c}\,A_{cv},\quad A_{cv} = t_w L_w,\ \phi = 0.75$$

$$\text{E.060:}\quad V_n = \alpha_c\sqrt{f'_c}\,t_w d + \frac{A_v f_y d}{s} \le 2.6\sqrt{f'_c}\,t_w d,\quad d = 0.8\,L_w,\ \phi = 0.85$$

Donde: $\alpha_c$ varía de 0.25 a 0.17 (MPa) en ACI y de 0.80 a 0.53 (kgf/cm²) en E.060, según $h_w/l_w$. Cortante de diseño en muro especial: E.060, $V_e = V_u\,M_n/M_{ua}$ con $1 \le M_n/M_{ua} \le R$; ACI, $V_e = \Omega_v\,\omega_v\,V_u \le 3\,V_u$.

### 8.3 Elemento de borde

$$\text{Desplazamientos:}\quad c \ge c_{\text{lím}} = \frac{L_w}{600\,(1.5\,\delta_u/h_w)}\ \text{(ACI)},\qquad \frac{L_w}{600\,\delta_u/h_w}\ \text{(E.060)},\quad \delta_u/h_w \ge 0.005$$

$$\text{Esfuerzos:}\quad \sigma = \frac{P_u}{A_g} + \frac{|M_u|\,L_w/2}{I_g} \ge 0.2\,f'_c$$

$$l_b \ge \text{máx}\left(c - 0.1\,L_w,\ c/2\right)$$

### 8.4 Compresión, fisuración y junta

$$\phi P_n = 0.55\,\phi\,f'_c\,A_g\left[1 - \left(\frac{k\,l_c}{32\,t_w}\right)^2\right]$$

$$M_{cr} = S\left(f_r + \frac{P_u}{A_g}\right),\quad S = \frac{I_g}{L_w/2},\quad f_r = 2\sqrt{f'_c}\ \text{(kgf/cm²)} = 0.62\sqrt{f'_c}\ \text{(MPa)}$$

$$V_n = \mu\,(0.9\,P_d + A_{st} f_y) \le \text{límite de la norma}$$

Donde: E.060 exige $M_n \ge 1.2\,M_{cr}$; en ACI es informativo. En la junta, $A_{st}$ es todo el acero vertical que la cruza y $f_y \le 420$ MPa.

## 9 Novedades de la E.030-2026

La NTE E.030 «Diseño Sismorresistente» se modificó con la RM 183-2026-VIVIENDA (El Peruano, 3 de mayo de 2026). Los proyectos con licencia o expediente en trámite siguen con la versión anterior (disposición transitoria); por eso, donde aplica, el programa conserva la E.030-2018 y agrega la 2026 como opción aparte. PLACAX diseña el muro con las demandas que recibe; no calcula la acción sísmica. Para la E.030-2026 tenga en cuenta:

- Edificios de muros de ductilidad limitada (EMDL): espesor ≥ 10 cm, refuerzo vertical en una capa, sin extremos confinados y densidad de muros > 2.5 % por piso. Máximo 5 pisos (antes 8), $R_0 = 3.5$ (antes 4) y deriva ≤ 0.004 (antes 0.005) (Tablas 8, 10 y 14).
- Las demandas $P_u$, $M_u$, $V_u$ y $\delta_u$ deben venir del análisis con la E.030-2026 (por ejemplo, ESPECTRIX), incluido el sismo 100 % + 30 % en direcciones ortogonales.

El texto del procedimiento de PLACAX ya cita las tres normas (NBDS-2023, E.030-2018 y E.030-2026).

# 10 Preguntas frecuentes

### ¿Por qué los resultados se ven pendientes después de cambiar un dato?

Cualquier edición deja los resultados pendientes para no mostrar valores que ya no corresponden. Pulse `Calcular` en la barra inferior o 4 **Diseño** Calcular.

### ¿Cómo meto varias combinaciones en el mismo nivel?

Con 3 **Cargas** Nueva: cada fila lleva su nivel y puede haber varias filas con el mismo nivel (hasta 30 en total).

### ¿Puedo cambiar de SI a MKS sin perder el modelo?

Sí. 1 **Archivo** Unidades solo cambia cómo se muestran y se introducen los datos; el modelo se guarda internamente en SI.

### ¿Por qué el cortante de diseño es mayor que el de la guía de referencia?

PLACAX amplifica con el $M_n$ que calcula con el armado real del muro. Si su texto usa otro $M_n$, el factor $M_n/M_{ua}$ cambia; puede fijar el factor con el modo `Ve/Vu manual` de 2 **Muro** Norma.

### ¿Qué hago si un dato no se acepta?

El mensaje dice qué dato está fuera de rango y en qué pantalla se corrige; el formulario sigue abierto y conserva los datos anteriores.

### ¿Por qué **Proponer** empeoró el D/C de cortante?

Porque busca el armado más liviano que cumple todas las filas, no el de más reserva (caso OI-1). Ajuste después el alma si quiere más holgura.

### ¿Qué diferencia hay entre **Métodos** y **Memoria**?

`Métodos` abre el procedimiento de una verificación para la fila activa (con métodos alternativos como Cárdenas-Magura o el brazo interno $z$, que sirven de comparación). `Memoria` resume datos, resultados y comprobaciones de todo el caso.

### ¿Qué pasa si corto un cálculo con la tecla On?

Al volver a entrar, PLACAX abre con el caso de antes de la acción, los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Calcule de nuevo.

### ¿La propuesta automática reemplaza mi armado?

Sí, reemplaza cortinas, acero del alma y detalle de borde, después de pedir confirmación. Si no encuentra una solución, deja el armado anterior.