INERTIX

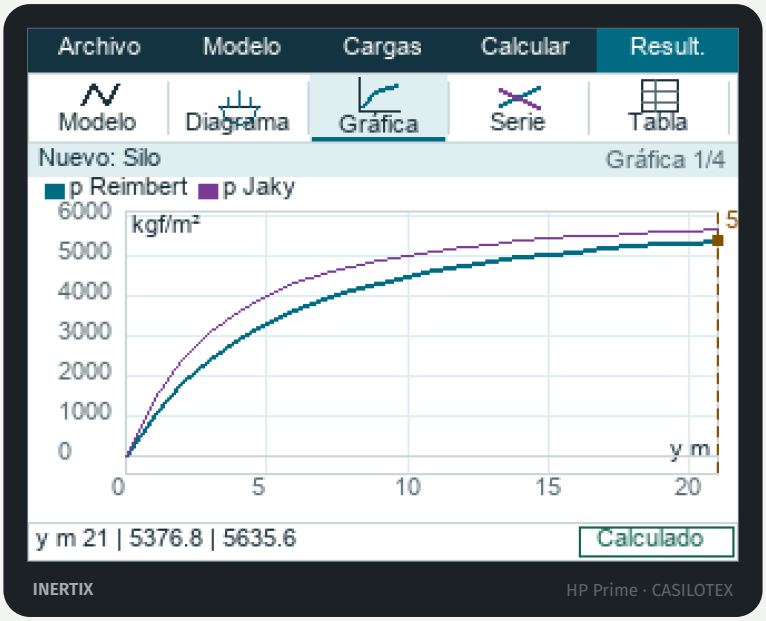
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

CASILOTEX

Losas plegadas, cúpulas, silos y tanques de hormigón armado

Versión 2026.10 **HP Prime G1 · G2** Estructuras especiales · 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. Zonas de la pantalla . . . 6

4.2. Teclas . . . 6

4.3. Editar un valor y resultados pendientes . . . 7

4.4. Ayuda integrada . . . 7

5. Ejemplo guiado **9**

5.1. Enunciado . . . 9

5.2. Datos . . . 9

5.3. Paso a paso . . . 10

5.4. Resultados . . . 16

5.5. Comprobación a mano . . . 16

5.6. Opciones importantes . . . 16

5.6.1. OI-1 · Losa plegada semiprismática 12 m . . . 17

5.6.2. OI-2 · Cúpula con linterna a 7 m . . . 17

5.6.3. OI-3 · Tanque circular D 11 m, H 5 m . . . 18

5.6.4. OI-4 · Tanque rectangular 7x11 m enterrado . . . 19

5.6.5. OI-5 · Silo rectangular 7.5x4 m: Cd interpolado y aviso de As máx . . . 20

5.6.6. OI-6 · Fisura en pared de 40 cm: dato no válido y corrección . . . 20

5.7. Errores y avisos . . . 21

6. Referencia de menús y opciones **21**

6.1. 1 · Archivo . . . 22

6.2. 2 · Modelo (según el tipo) 22
6.3. 3 · Cargas (según el tipo) 23
6.4. 4 · Calcular 23
6.5. 5 · Result. 24

7. Fundamento teórico breve **24**

8. Preguntas frecuentes **25**

1 Presentación y alcance

CASILOTEX analiza y diseña estructuras especiales de hormigón armado en la calculadora HP Prime: losas plegadas, cúpulas esféricas, silos y búnkeres para materiales granulares, tanques circulares y rectangulares, y el ancho de fisura de una pared. Cada estructura se dibuja a escala, se calcula por el método elástico clásico de las estructuras especiales y muestra diagramas, gráficas con cursor y el procedimiento completo paso a paso. Está pensado para estudiantes y profesionales de ingeniería civil.

1.1 Qué calcula

- **Losa plegada** (4 a 12 nudos, prismática o semiprismática): análisis transversal como losa continua (rigidez y tres momentos), reacciones, cargas en el plano de las placas, tensiones longitudinales sin compensar y compensadas (solución directa y tabla iterativa), y armaduras transversal, longitudinal y de distribución.
- **Cúpula esférica** completa o con linterna abierta: esfuerzos de membrana N_ϕ y N_θ por peso propio, carga viva, totales y últimos; ejes neutros; espesor; armaduras y resistencia.
- **Silo o búnker** circular, rectangular o poligonal: clasificación y flujo; presiones de Reimbert y Jaky, estáticas y dinámicas por zonas; espesor por tres criterios; armadura horizontal con efecto térmico, vertical, ancho de grietas; marco cerrado del silo rectangular y tolva cónica.
- **Tanque circular**: tabla de N_θ, M_y, M_θ y Q_y en la pared empotrada, corte, armaduras, losa de fondo y fisuración.
- **Tanque rectangular o cuadrado**: coeficientes de tabla, momentos por agua y por suelo, tracción, cortante, flecha y armaduras.
- **Fisura en pared**: ancho de fisura frente al admisible.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y signo
Longitudes	m; espesores, recubrimientos y anchos de grieta en cm o mm
Fuerzas	kgf y t (tonelada fuerza); tanques circulares en t/m y t·m/m
Tensiones y presiones	kgf/cm^2; presiones de silo en kgf/m^2
Signos	Tensiones y esfuerzos normales: + tracción, – compresión
Silos	Profundidad y medida hacia abajo desde la boca superior

1.3 Límites y fuera de alcance

⚠ Fuera de alcance

- Bóvedas cilíndricas, paraboloides y cáscaras no esféricas.
- Flexión de borde y anillo de la cúpula, carga de linterna, pandeo.
- Sismo, efecto hidrodinámico y viento.
- Normas ACI 350 y 313 y EN 1991-4.
- Losa de fondo y tapa del tanque rectangular; cimentación; flotación.

- Tolva piramidal; pretensado.
- Planos, planilla de fierros y cómputo métrico.
- Losa plegada con vigas de borde o continuidad entre vanos; elementos finitos.

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

CASILOTEX 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 CASILOTEX 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: `CASILOTEX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_CASILOTEX.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 CASILOTEX 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, CASILOTEX muestra un `Nuevo: Silo` con valores habituales y sin calcular.



4.1 Zonas de la pantalla

Zona	Para qué sirve
1 Barra de menú	Cinco categorías: Archivo, Modelo, Cargas, Calcular y Result. Se abren con 1 a 5.
2 Cinta	Órdenes de la categoría activa. Modelo y Cargas cambian según el tipo de estructura.
3 Lienzo	Dibujo a escala de la estructura, de sus diagramas o de la gráfica.
4 Línea de estado	Mensajes, valores del cursor y la tecla que conviene usar.
5 Chip de cálculo	`Calcular` (resultados pendientes) o `Calculado`. Tocarlo calcula.

4.2 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
1 … 5	Siempre	Abre la categoría y pone el foco en su cinta.
◀ ▶	Cinta	Recorre las órdenes; Enter activa la resaltada.
◀ ▶	Gráfica	Mueven el cursor sin recalcular.
▲ ▼	Gráfica o diagrama	Cambian la serie mostrada.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; ▲ ▼ desplazan.
Enter	Losa plegada	Abre el nudo seleccionado (o la sección).
Esc	Vistas	Vuelve al modelo; en el modelo, pide confirmar la salida.

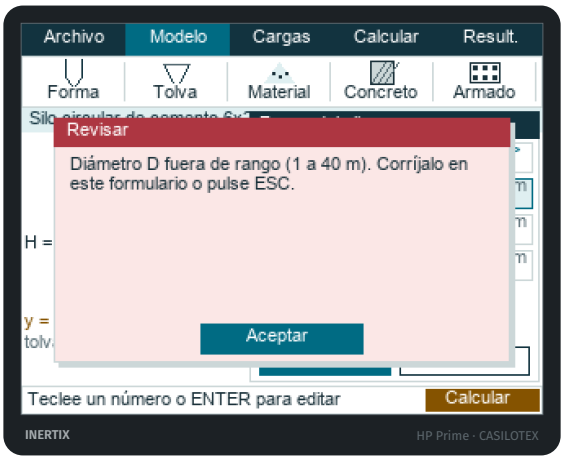
Pantalla táctil

Tocar una categoría o una orden la activa. En la losa plegada, tocar un nudo lo selecciona y tocarlo otra vez abre sus coordenadas; tocar una placa muestra su información. En las otras estructuras, tocar el dibujo abre su geometría. En una gráfica, tocar lleva el cursor a ese punto.

4.3 Editar un valor y resultados pendientes



Edición en la propia celda del formulario.

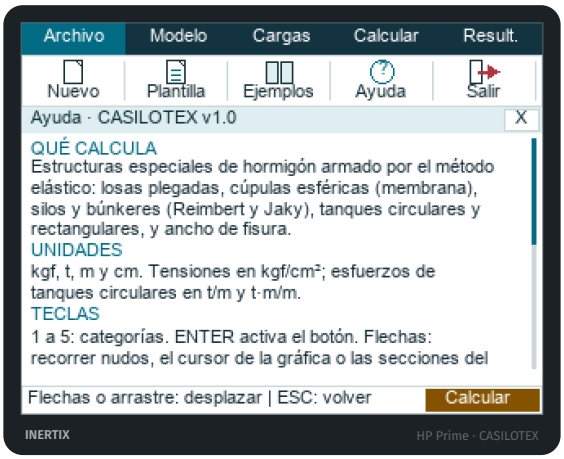


Un dato fuera de rango se avisa con su campo y su rango.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; Enter lo acepta y pasa al campo siguiente; Del borra; Esc anula.
- En los campos con < >, ◀ ▶ (o Enter) cambian la opción. Al cambiar una opción, el formulario muestra solo los campos que corresponden.
- Al aceptar, cada dato se comprueba: si está fuera de rango, el aviso dice cuál y el formulario sigue abierto para corregirlo.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**. Las vistas de resultados ofrecen calcular antes de mostrarse.

4.4 Ayuda integrada

1 **Archivo** Ayuda resume qué calcula CASILOTEX, las unidades, las teclas y el flujo de trabajo (Nuevo o Ejemplos, Modelo y Cargas, Calcular, resultados); termina con «CASILOTEX v1.0 · INERTIX».



1 **Archivo** Ayuda.



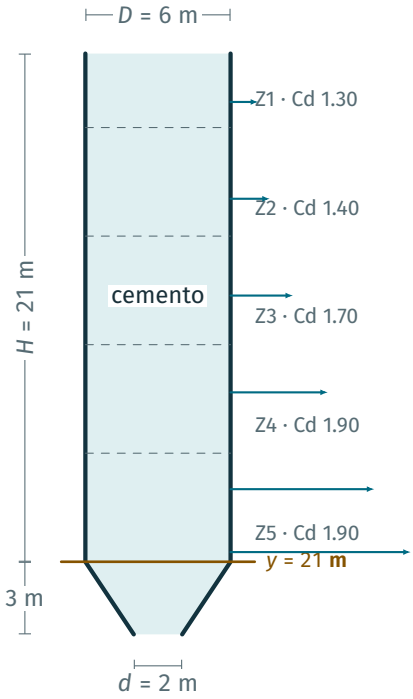
1 **Archivo** Salir: pide confirmación.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un silo circular de hormigón armado almacena **cemento portland**. Tiene diámetro D = 6 m, altura de pared H = 21 m, pared de h_p = 25 cm y una tolva de 3 m de altura con boca de 2 m. El material entra a 65 °C y el ambiente está a 10 °C.

En la base de la pared (y = 21 m) se pide: clasificar el depósito y su flujo; calcular las **presiones estáticas** por Reimbert y por Jaky y las **presiones dinámicas** con el coeficiente de sobrepresión C_d; **verificar el espesor**; diseñar la **armadura horizontal** (material más efecto térmico) y la **vertical**, y comprobar el **ancho de grietas**.



5.2 Datos

Geometría	Valor
Forma	Circular
Diámetro D	6 m
Altura de pared H	21 m
Espesor de pared h_p	25 cm
Tolva: altura h, boca d	3 m, 2 m
Profundidad de análisis y	21 m

Material almacenado	Valor
Cemento portland	γ = 1600 kgf/m^3
Ángulo de rozamiento	ϕ = 27°
Fricción con la pared	μ = 0.40 (cohesivo)

Hormigón y acero	Valor
f'_c, f_y	250 y 4200 kgf/cm^2
E_s	2.1 × 10^6 kgf/cm^2
Recubrimiento r_m	5 cm
Barras	ϕ20 horizontal, ϕ16 vertical

Criterios	Valor
Temperaturas	t_i = 65 °C, t_e = 10 °C
Coeficiente K	Envolvente (Reimbert y Jaky)
Sobrepresión C_d	Conservador (H/D = 3.5 → col. 4)

Fuente: ejemplo *Silo circular de cemento 6x21 m* de CASILOTEX (`Archivo > Ejemplos`). Ejercicio resuelto del tema «Depósitos para materiales granulares» (págs. 6-16) del material de Estructuras Especiales; los valores se verificaron con un cálculo independiente. Las pequeñas diferencias con el texto original (menos del 0.3 %) se deben a que este redondea K a tres decimales.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde Nuevo y solo con el teclado** (un único toque en el paso 11), en 17 pasos. En cada paso, la fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; ▶×2 significa pulsar la tecla dos veces.

1 Nuevo silo



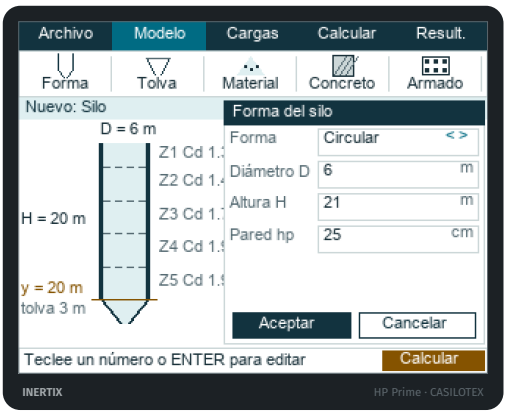
TECLAS

1 Enter ▼×2 Enter

1 **Archivo** Nuevo muestra los seis tipos de estructura; con ▼ se elige `Silo`. CASILOTEX dibuja un silo circular de cemento con valores habituales: diámetro de 6 m, tolva de 3 m y las cinco zonas de sobrepresión.

✔ **Debe verse:** Alzado de «Nuevo: Silo» con las zonas Z1 a Z5 y el chip «Calcular»

2 Forma: altura H = 21 m y pared hp = 25 cm



TECLAS

2 Enter ▼×2 2 1 Enter 2 5 Enter

2 **Modelo** Forma abre el formulario. El diámetro ya vale 6 m; se cambian la altura de pared y el espesor. El foco queda en `Aceptar`: el siguiente Enter confirma.

✔ **Debe verse:** Formulario «Forma del silo»: Circular, D = 6, H = 21 m, hp = 25 cm; foco en Aceptar

3 Tolva: boca d = 2 m



TECLAS

Enter 2 ▶ Enter ▼ 2 Enter ▼×2

Enter acepta la forma. `Tolva` define la altura de la tolva, la boca y, para el silo circular, el nivel *z* y el espesor con que se calculan sus esfuerzos.

✔ **Debe verse:** Formulario «Tolva»: h = 3 m, boca d = 2 m, nivel z = 0, espesor 15 cm; foco en Aceptar

4 Material almacenado: cemento



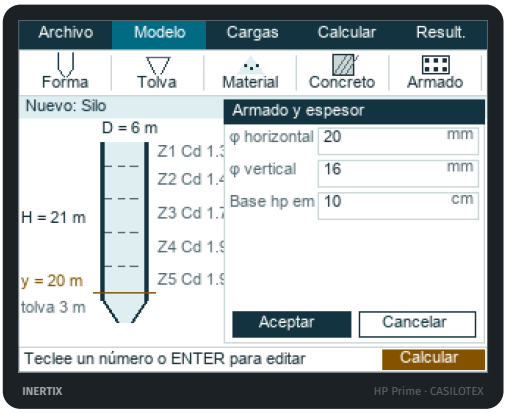
TECLAS

Enter 2 ▶×2 Enter ▼×5

El material sale de una tabla de quince materiales granulares con su peso específico, ángulo de rozamiento y fricción con la pared. El cemento ya está elegido; si se cambia un valor, el material pasa a `Personalizado`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Material almacenado»: Cemento, γ 1600 kgf/m³, φ 27°, μ 0.4, cohesivo Sí

5 Armado: φ20 horizontal y φ16 vertical



TECLAS

Enter 2 ▶×4 Enter 2 0 Enter 1 6 Enter ▼

Los diámetros de barra fijan el número de barras y la separación. `Base hp emp.` es la base de la fórmula empírica de espesor (10 cm).

✔ **Debe verse:** Formulario «Armado y espesor»: φ horizontal 20, φ vertical 16 mm, base 10 cm; foco en Aceptar

6 Profundidad de análisis y = 21 m



TECLAS

Enter 3 Enter 2 1 Enter ▼×3

3 Cargas Presión fija la profundidad donde se diseña, la altura del cono superior y el criterio de *K*. `Envolvente` toma el mayor valor de Reimbert y de Jaky.

✔ **Debe verse:** Formulario «Presión del material»: y = 21 m, hs = 0, K Envolvente, paso 1 m; foco en Aceptar

7 Efecto térmico: ti = 65 °C, te = 10 °C



TECLAS

Enter 3 ▶×2 Enter 6 5 Enter 1 0 Enter

El efecto térmico se considera cuando el material está por encima de 45 °C. Los coeficientes de sobrepresión (`Cd`) se dejan en `Conservador`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Efecto térmico»: ti = 65 °C, te = 10 °C; foco en Aceptar

8 Aceptar y calcular



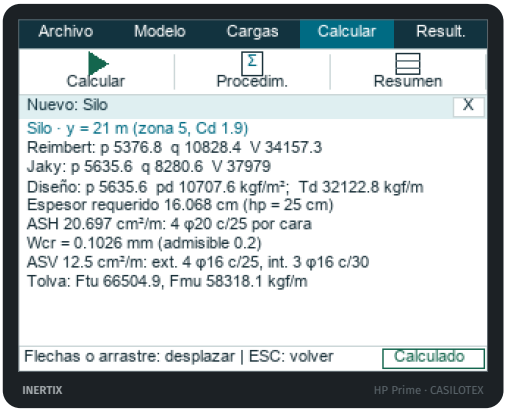
TECLAS

Enter 4 Enter

Enter acepta las temperaturas y 4 Calcular Calcular resuelve. El chip de la barra inferior pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Alzado con y = 21 m en la base y el chip «Calculado» en la barra inferior

9 Resumen de resultados



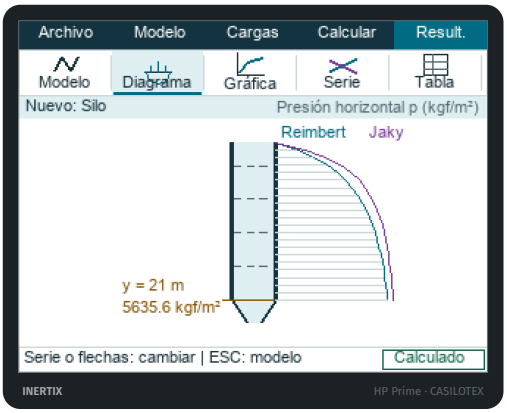
TECLAS

4 ▶ ×2 Enter

`Resumen` reúne la clasificación, las presiones de Reimbert y de Jaky, la presión de diseño, el espesor requerido, las armaduras y el ancho de grietas. Es la pantalla para comparar con la referencia.

✔ **Debe verse:** Silo · zona 5, Cd 1.9; Reimbert p 5376.8, Jaky p 5635.6; Td 32122.8; ASH 20.697; Wcr 0.1026 mm

10 Diagrama de presión horizontal



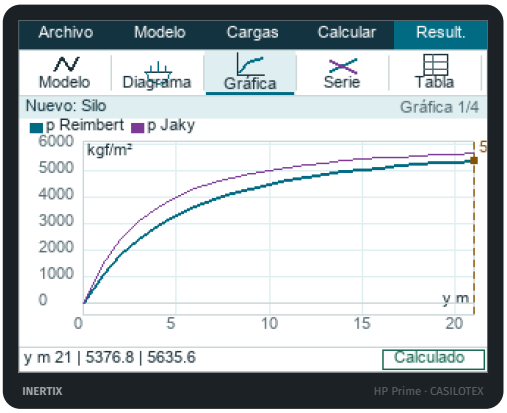
TECLAS

Esc 5 ▶ Enter

Esc cierra el resumen. 5 **Result.** Diagrama dibuja la presión *p* sobre la pared, con Reimbert y Jaky en colores distintos y el valor de diseño en *y* = 21 m.

✔ **Debe verse:** Presión p de Reimbert y de Jaky dibujada sobre la pared

11 Gráfica p–y con el cursor en y = 21 m



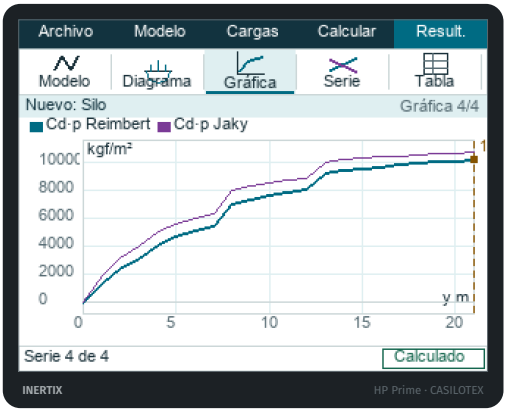
TECLAS

5 ▶ ×2 Enter el extremo derecho de la gráfica

`Gráfica` muestra *p* frente a la profundidad. Un toque en el extremo derecho lleva el cursor a *y* = 21 m (también se llega con ▶). La barra inferior da los dos valores.

✔ **Debe verse:** Curvas p de Reimbert y Jaky; barra inferior: y m 21 | 5376.8 | 5635.6

12 Serie dinámica Cd·p



TECLAS

▼ ×3

▼ cambia la serie: presión vertical, fricción y, la cuarta, la presión dinámica $C_d\,p$, con los saltos de cada zona. Recorrer la gráfica no recalcula ni cambia los datos.

✔ **Debe verse:** Curvas Cd·p de Reimbert y Jaky con los saltos de cada zona (Cd 1.3 a 1.9)

13 Tabla de presiones cada metro



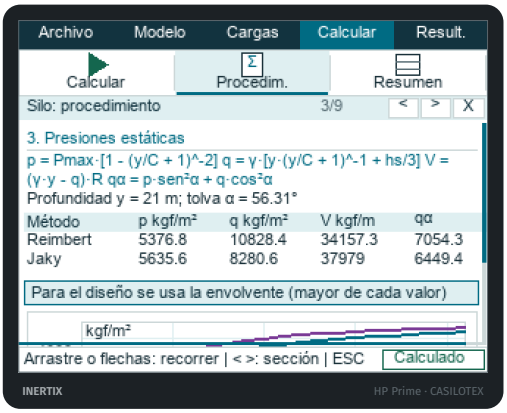
TECLAS

5 ▶ ×4 Enter

`Tabla` añade al resumen las presiones de Reimbert y de Jaky cada metro con su C_d.

✔ **Debe verse:** Resumen más la tabla y, p, q, V de Reimbert y de Jaky, y Cd

14 Procedimiento: presiones estáticas



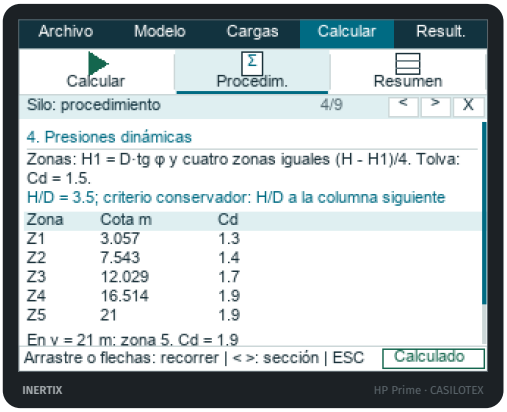
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter ▶ ×2

4 **Calcular** Procedim. abre el cálculo en nueve secciones. Con ▶ se llega a la 3: fórmulas de Reimbert y tabla con p, q, V y q_α por los dos métodos.

✔ **Debe verse:** Sección 3/9: fórmulas de Reimbert y tabla con p, q, V y qα

15 Presiones dinámicas



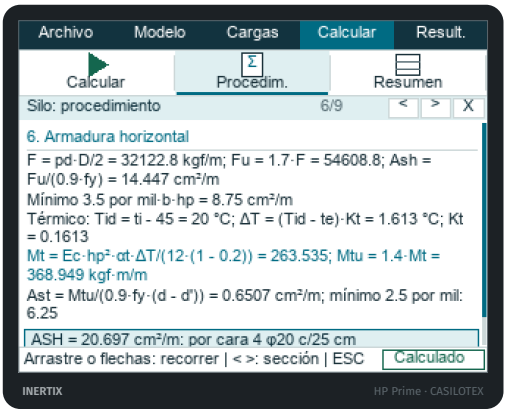
TECLAS

▶

La sección 4 muestra las cotas de las zonas, la columna de la tabla según H/D = 3.5 y el C_d de cada zona; en y = 21 m, zona 5 y C_d = 1.90.

✔ **Debe verse:** Sección 4/9: zonas, cotas y Cd; en y = 21 m zona 5, Cd 1.9

16 Armadura horizontal



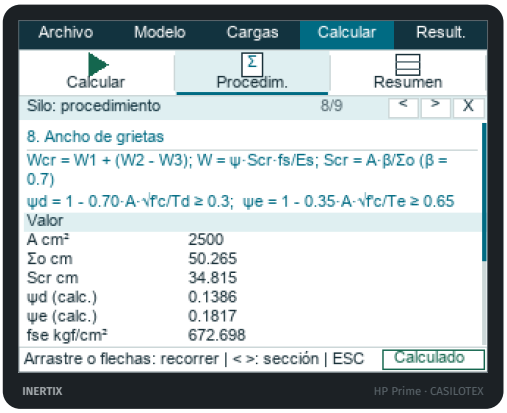
TECLAS

▶ ×2

La sección 6 suma la armadura por la tracción del material y la del efecto térmico (que aquí gobierna por mínimo): 20.697 cm^2/m, 4 ϕ20 c/25 en cada cara.

✔ **Debe verse:** Sección 6/9: F, Fu, Ash 14.447, efecto térmico y ASH = 20.697: 4 φ20 c/25 por cara

17 Ancho de grietas



TECLAS

▶ ×2

La sección 8 calcula la separación de grietas y el ancho total: 0.1026 mm, por debajo del admisible de 0.2 mm.

✔ **Debe verse:** Sección 8/9: Scr 34.815 cm y Wcr = 0.1026 mm ≤ 0.2 mm: cumple

5.4 Resultados

Resultados del ejemplo
Los valores de CASILOTEX coinciden con la referencia en todas las magnitudes.

Magnitud	Referencia	CASILOTEX	Estado
Clasificación ($1.5\sqrt{A}$ = 7.976 m)	Silo	Silo	Coincide
Flujo (h/d = 1.5 ≤ 2.5)	Embudo	Embudo	Coincide
Reimbert: p (kgf/m^2)	5376.8	5376.8	Coincide
Reimbert: q (kgf/m^2)	10828.4	10828.4	Coincide
Reimbert: V (kgf/m)	34157.3	34157.3	Coincide
Jaky: p (kgf/m^2)	5635.6	5635.6	Gobierna
Zona y C_d en y = 21 m	5 · 1.90	5 · 1.90	Coincide
$p_d = C_d\,p$ (kgf/m^2)	10707.6	10707.6	Coincide
Tracción $T_d = p_d D/2$ (kgf/m)	32122.8	32122.8	Coincide
Espesor mecánico (cm)	16.07	16.07	≤ 25 cm, cumple
A_{sh} material (cm^2/m)	14.447	14.447	Coincide
A_{st} térmico calc. / adoptado	0.651 / 6.25	0.651 / 6.25	Manda el mínimo
A_{SH} total (cm^2/m)	20.697	20.697	4 ϕ20 c/25 por cara
A_{SV} total (cm^2/m)	12.50	12.50	ext. 4 ϕ16 c/25, int. 3 ϕ16 c/30
Ancho de grieta W_{cr} (mm)	0.1026	0.1026	≤ 0.2 mm, cumple

Presiones en la base de la pared (y = 21 m). Para el diseño se toma el mayor de Reimbert y Jaky en cada magnitud (envolvente). Tolerancia de la validación: 10^{-6} relativo.

5.5 Comprobación a mano

$$K_R = \frac{1-\sin 27^\circ}{1+\sin 27^\circ} = 0.3755, \qquad C = \frac{D}{4\mu K} = \frac{6}{4(0.40)(0.3755)} = 9.986 \text{ m}$$

$$P_{max} = \frac{\gamma D}{4\mu} = \frac{1600(6)}{4(0.40)} = 6000 \text{ kgf/m}^2, \qquad p = P_{max}\left[1-\left(\frac{21}{9.986}+1\right)^{-2}\right] = 5376.8 \text{ kgf/m}^2$$

$$K_J = 1-\sin 27^\circ = 0.5460, \qquad C = 6.868 \text{ m}, \qquad p = 5635.6 \text{ kgf/m}^2$$

$$T_d = C_d\,p\,\frac{D}{2} = 1.90(5635.6)(3) = 32122.8 \text{ kgf/m}$$

$$A_{sh} = \frac{1.7\,T_d}{0.9 f_y} = \frac{54608.8}{3780} = 14.447 \text{ cm}^2/\text{m}$$

5.6 Opciones importantes

Seis casos cortos, uno por cada tipo de estructura que el ejemplo guiado no toca, más el silo rectangular y los errores habituales. Se cargan desde 1 Archivo Ejemplos; cada paso tiene sus teclas exactas desde el final del anterior y se comprobó contra el programa (pasos 18 a 49 del guion de teclas). Los mismos casos están en la guía TI-Nspire, con sus teclas propias.

5.6.1 OI-1 · Losa plegada semiprismática 12 m

Objetivo. Leer el análisis transversal y la compensación de tensiones longitudinales. **Datos.** Ejemplo 5: seis nudos, vano de 12 m con voladizos de 1 m, t = 12 cm, carga viva de 200 kgf/m^2 (tema «Losas plegadas», págs. 3-17).

1. **OI-1 · Cargar el ejemplo 5.** El ejemplo carga los datos sin calcular.

   `1` `▶`×2 `Enter` `▼`×4 `Enter`

2. **OI-1 · Calcular.** `4` **Calcular** Calcular.

   `4` `Enter`

3. **OI-1 · Diagrama de momento transversal.** `5` **Result.** Diagrama: momento transversal en las aristas.

   `5` `▶` `Enter`

4. **OI-1 · Tensiones longitudinales.** `Serie`: tensiones longitudinales.

   `5` `▶`×3 `Enter`

5. **OI-1 · Procedimiento: compensación.** `4` **Calcular** Procedim., sección 6: reparto entre placas y tensiones finales.

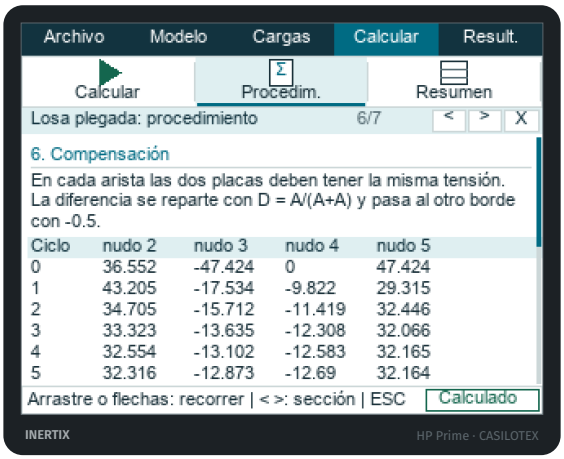
   `4` `▶` `Enter` `▶`×5

6. **OI-1 · Armaduras.** Sección 7: armaduras transversal, longitudinal y de distribución.

   `▶`



Momento transversal.



Compensación de tensiones.

Lectura. Momento en la arista interior −256.41 kgf·m/m; reacción 1162.59 kgf/m; tensiones finales −34.36, +32.17 y −12.75 kgf/cm^2; armadura longitudinal de la placa 2: 17.46 cm^2. En el modelo, tocar un nudo lo selecciona y tocarlo otra vez abre sus coordenadas; tocar una placa muestra su información. Si dos placas seguidas quedan paralelas, el cálculo se detiene con «el nudo no es un pliegue».

5.6.2 OI-2 · Cúpula con linterna a 7 m

Objetivo. Esfuerzos de membrana, eje neutro y resistencia. **Datos.** Ejemplo 8: radio 7 m, t = 7 cm, ϕ = 90°, linterna de 3.5 m, carga viva de 300 kgf/m^2.

1. **OI-2 · Cargar el ejemplo 8 y calcular.** Cargue y calcule.

   `1` `▶`×2 `Enter` `▼`×7 `Enter` `4` `Enter`

2. **OI-2 · Diagrama Nφ y Nθ.** `Diagrama`: N_ϕ y N_θ sobre el meridiano, con el eje neutro.

   5 ▶ Enter

3. **OI-2 · Gráfica frente a φ.** `Gráfica`: los dos esfuerzos frente a ϕ.

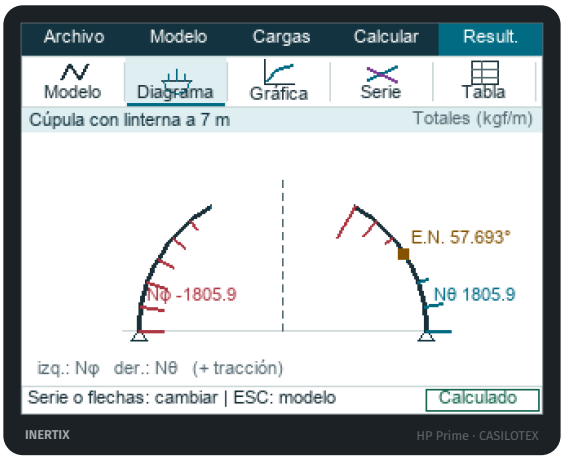
   5 ▶×2 Enter

4. **OI-2 · Procedimiento: totales y eje neutro.** Procedimiento, sección 4: totales y eje neutro.

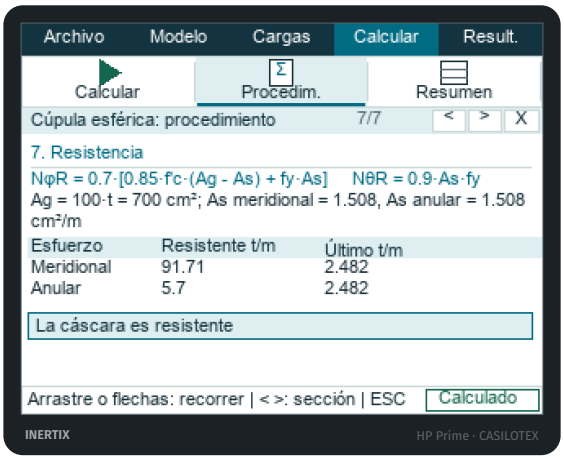
   4 ▶ Enter ▶×3

5. **OI-2 · Resistencia.** Sección 7: resistencias meridional y anular.

   ▶×3



N_ϕ y N_θ en el meridiano.



Verificación por resistencia.

Lectura. ϕ_0 = 30°; en el borde N_ϕ = −1805.9 y N_θ = +1805.9 kgf/m; eje neutro a 57.69°; espesor requerido 1.07 cm; $N_{\phi R}$ = 91.7 t: la cáscara resiste.

5.6.3 OI-3 · Tanque circular D 11 m, H 5 m

Objetivo. Recorrer los esfuerzos de la pared. **Datos.** Ejemplo 9: pared de 35 cm, losa de 50 cm, sobrepresión 1.3 (tema «Reservorios», págs. 1-7).

1. **OI-3 · Cargar el ejemplo 9 y calcular.** Cargue y calcule.

   1 ▶×2 Enter ▼×8 Enter 4 Enter

2. **OI-3 · Gráfica Nθ.** `Gráfica`: N_θ en altura.

   5 ▶×2 Enter

3. **OI-3 · Recorrer con el cursor.** ▶ mueve el cursor de muestra en muestra; el caso no cambia.

   ▶×4

4. **OI-3 · Siguiente gráfica.** ▼: siguiente gráfica (M_y).

   ▼

5. **OI-3 · Procedimiento: esfuerzos en la pared.** Procedimiento, sección 2: tabla de N_θ, M_y, M_θ y Q_y.

   4 ▶ Enter ▶



N_θ con el cursor.

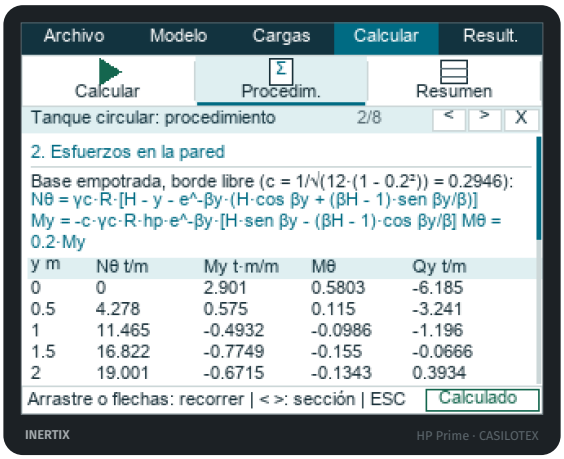


Tabla de esfuerzos.

Lectura. β = 0.9389 1/m; N_θ máximo 19.07 t/m en y = 2.15 m (entre las muestras cada 0.5 m); $M_y(0)$ = 2.901 t·m/m; $Q_y(0)$ = −6.185 t/m; armadura de la losa 13.72 cm²/m.

5.6.4 OI-4 · Tanque rectangular 7x11 m enterrado

Objetivo. Empuje de agua y de suelo. **Datos.** Ejemplo 12: H = 3.5 m, pared de 40 cm, K = 1/3.

1. **OI-4 · Cargar el ejemplo 12.** Cargue el ejemplo.

   `1` `▶`×2 `Enter` `▼`×11 `Enter`

2. **OI-4 · Revisar el suelo exterior.** `3` **Cargas** Suelo: enterrado, γ del suelo y K.

   `3` `▶` `Enter`

3. **OI-4 · Cancelar y calcular.** `Esc` cancela sin cambios; calcule.

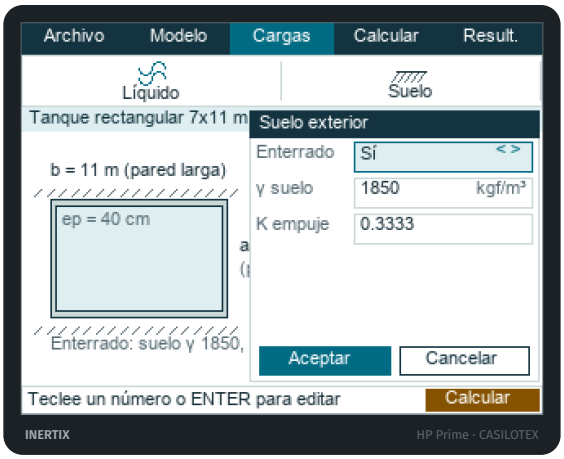
   `Esc` `4` `Enter`

4. **OI-4 · Valores por pared.** `Diagrama`: momentos, cortante y tracción de cada pared.

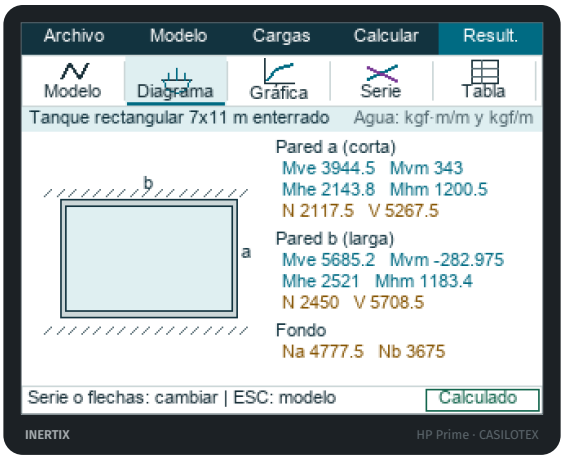
   `5` `▶` `Enter`

5. **OI-4 · Procedimiento: armaduras.** Procedimiento, sección 6: armaduras por cara.

   `4` `▶` `Enter` `▶`×5



Suelo exterior.



Valores por pared.

Lectura. M_{ve} 3944.5 (pared corta) y 5685.2 kgf·m/m (larga); tracción por agua 2117.5 y 2450 kgf/m (la fuente usa el γ del suelo); A_{svi} = 9.20 cm²/m.

5.6.5 OI-5 · Silo rectangular 7.5x4 m: Cd interpolado y aviso de As máx

Objetivo. Leer un aviso de diseño y corregirlo. **Datos.** Ejemplo 2, h_p = 25 cm.

1. **OI-5 · Cargar el ejemplo 2.** Cargue el ejemplo.

   `1` `▶`×2 `Enter` `▼` `Enter`

2. **OI-5 · Criterio de sobrepresión.** `3` **Cargas** Cd: el caso usa `Interpolado`.

   `3` `▶` `Enter`

3. **OI-5 · Cancelar y calcular.** `Esc` y calcule.

   `Esc` `4` `Enter`

4. **OI-5 · Resumen con el aviso.** `Resumen`: «As requerido mayor que As máx: aumente hp.»

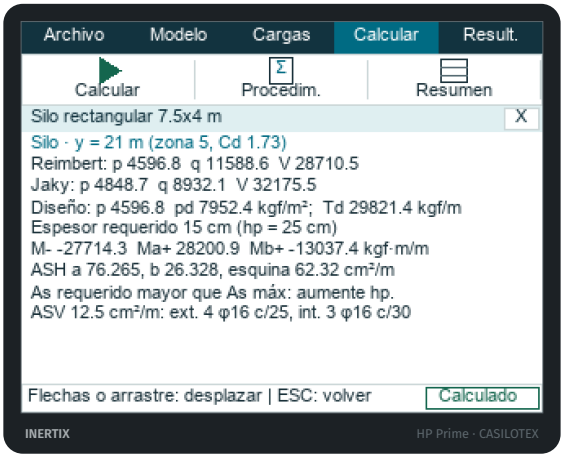
   `4` `▶`×2 `Enter`

5. **OI-5 · Aumentar hp a 35 cm.** `2` **Modelo** Forma: h_p = 35 cm y aceptar.

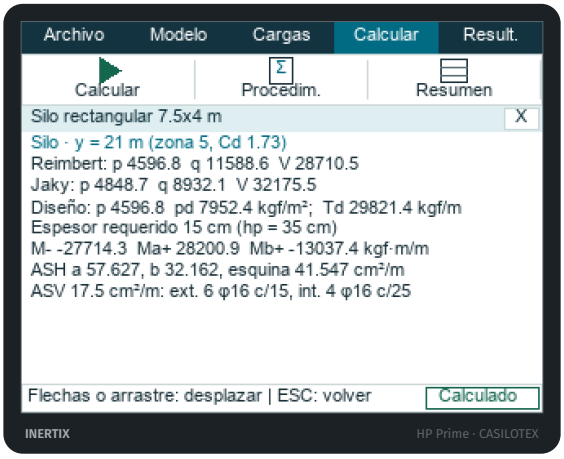
   `Esc` `2` `Enter` `▼`×4 `3` `5` `Enter`×2

6. **OI-5 · Recalcular y revisar.** Recalcule y abra el Resumen: el aviso desaparece.

   `4` `Enter` `4` `▶`×2 `Enter`



Aviso con h_p = 25 cm.



Sin aviso con h_p = 35 cm.

Lectura. C_d = 1.73; M^- = −27714 y M_a^+ = 28201 kgf·m/m. Con 25 cm la pared *a* pide 76.27 cm²/m frente a un máximo de 38.71: CASILOTEX no recorta la armadura. Con 35 cm pide 57.63 frente a 58.06 y cumple (35 cm es un cálculo de esta guía, no de la fuente).

5.6.6 OI-6 · Fisura en pared de 40 cm: dato no válido y corrección

Objetivo. Ver cómo se protege el caso. **Datos.** Ejemplo 13: *N* = 46 t, 20 barras ϕ12, *t* = 40 cm.

1. **OI-6 · Cargar el ejemplo 13 y calcular.** Cargue y calcule: a_f = 0.234 mm > 0.20, no cumple.

   `1` `▶`×2 `Enter` `▼`×12 `Enter` `4` `Enter`

2. **OI-6 · Gráfica af frente a las barras.** `Gráfica`: a_f frente al número de barras, con la admisible.

   `5` `▶`×2 `Enter`

3. **OI-6 · Barras = 99 (fuera de rango).** `2` **Modelo** Datos, barras = 99: aviso «fuera de rango (2 a 60)»; el formulario sigue abierto.

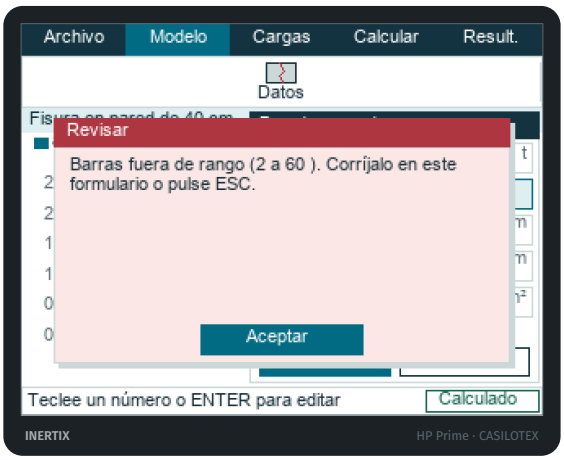
   `2` `Enter` `▼` `9`×2 `Enter` `▼`×3 `Enter`

4. **OI-6 · Corregir a 23 barras.** Esc dos veces y vuelva a abrir; escriba 23 y acepte.

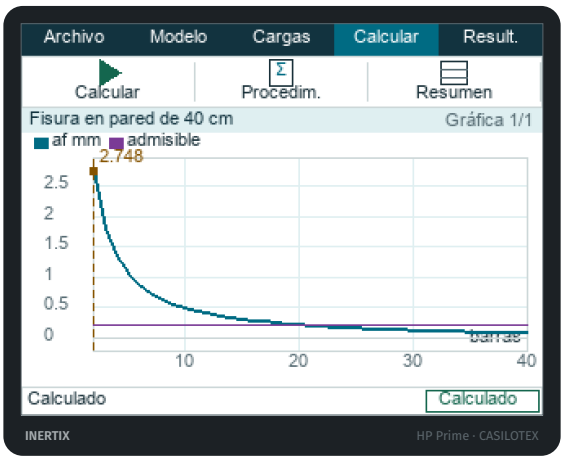
   Esc ×2 2 Enter ▼ 2 3 Enter ▼ ×3 Enter

5. **OI-6 · Recalcular.** Recalcule: a_f = 0.198 mm, cumple.

   4 Enter



Dato fuera de rango.



23 barras: cumple.

Lectura. σ_a = 2033.6 kgf/cm^2 con 20 barras. 23 barras es el primer número que cumple (cálculo de esta guía).

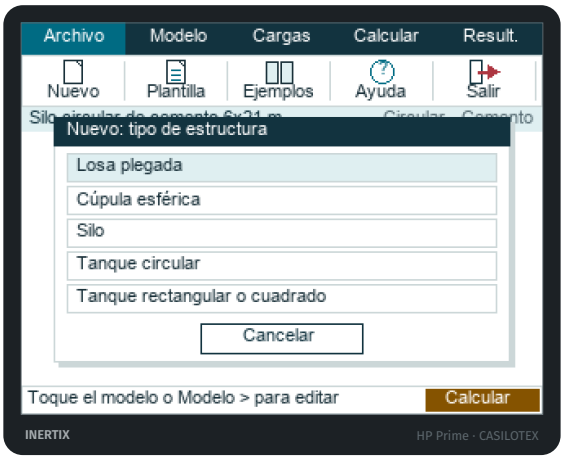
5.7 Errores y avisos

- **Dato fuera de rango.** El aviso dice el campo, su rango y dónde corregirlo; el formulario sigue abierto y Esc conserva el valor anterior (OI-6).
- **No se pudo calcular.** El mensaje indica qué dato revisar (por ejemplo, placas paralelas en la losa).
- **Avisos de diseño.** «As requerido mayor que As máx» pide más espesor (OI-5); un ancho de grieta o de fisura mayor que el admisible se marca como «no cumple».
- **Corte con la tecla ON.** Si un cálculo o una carga se interrumpe con ON, al volver a entrar el programa abre con el caso intacto (el anterior completo si se cortó una carga), los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Basta con calcular de nuevo.
- **Resultados pendientes.** Cualquier cambio de datos borra los resultados hasta calcular; las vistas de resultados ofrecen calcular antes de mostrarse.

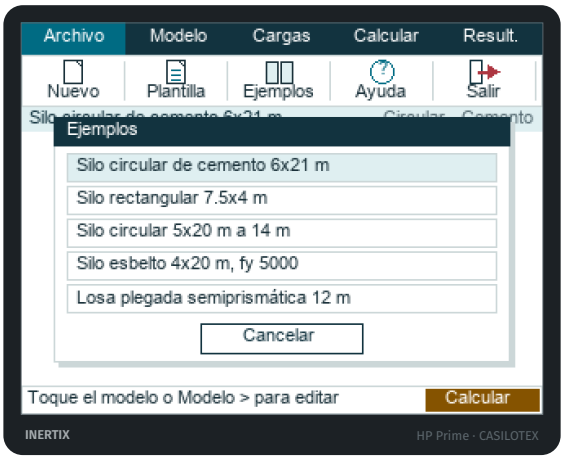
6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Elige el tipo: losa plegada, cúpula, silo, tanque circular, tanque rectangular o cuadrado, o fisura en pared. Deja valores habituales.
Plantilla	Diez casos típicos que se adaptan cambiando pocos datos.
Ejemplos	Trece ejercicios resueltos con resultados de referencia; cargan datos sin calcular.
Ayuda	Qué calcula, unidades, teclas y flujo de trabajo.
Salir	Pide confirmación y cierra el programa.



Tipos de estructura.



Ejemplos.

6.2 2 · Modelo (según el tipo)

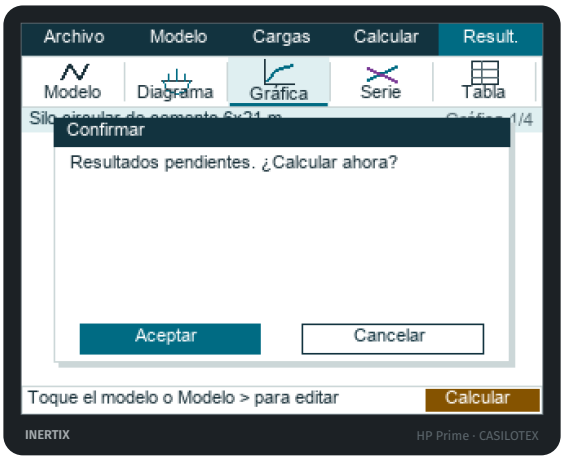
Tipo	Órdenes
Losa plegada	`Selec.` (nudos y placas), `Nudo+`, `Nudo-`, `Sección` (t, rm, f'c, fy, barras), `Luz` (L, voladizo, γ).
Cúpula	`Geometría` (a, t, φ, linterna), `Material`, `Armado`.
Silo	`Forma` (circular, rectangular, poligonal), `Tolva`, `Material`, `Concreto`, `Armado`.
Tanque circular	`Geometría` (R, H, hp, hf), `Material`, `Armado`.
Tanque rectangular	`Geometría` (a corto, b largo, H, ep, ef), `Material` (fs de flexión y de tracción).
Fisura en pared	`Datos`: tracción N, barras, diámetro, espesor, Es.

6.3 3 · Cargas (según el tipo)

Tipo	Órdenes
Losa plegada	`Cargas`: acabados (sobre la placa) y carga viva (en planta).
Cúpula	`Cargas`: impermeabilización y carga viva en planta.
Silo	`Presión` (γ, hs, K, paso de tabla), `Cd` (conservador, interpolado o manual; columna H/D ≥ 4 opcional), `Térmico`.
Tanque circular	`Líquido` (γ, sobrepresión, paso), `Losa` (34 % o 40.8 %·P·R, sobrecarga).
Tanque rectangular	`Líquido` y `Suelo` (enterrado, γs, K).
Fisura en pared	`Límite`: ancho admisible.



Criterio de sobrepresión Cd.



Vista con resultados pendientes.

6.4 4 · Calcular

Orden	Qué hace
Calcular	Resuelve el modelo; si un dato es inválido, avisa cuál y dónde corregirlo.
Procedim.	Procedimiento paso a paso: 7 secciones en losa y cúpula, 7 a 9 en silos, 8 en tanque circular, 6 en tanque rectangular y 2 en fisura.
Resumen	Resultados principales y verificaciones.

6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
Modelo	Vuelve al dibujo de la estructura.
Diagrama	Resultados sobre el dibujo: momento, tensiones y cargas en placas (losa); N_ϕ y N_θ (cúpula); p y $C_d\,p$ (silo); N_θ, M_y, Q_y (tanque circular); valores por pared (tanque rectangular).
Gráfica	Curva con cursor: tensiones y convergencia (losa), esfuerzos frente a ϕ (cúpula), presiones frente a y (silo), esfuerzos en altura (tanque circular), coeficientes de tabla (tanque rectangular) y ancho de fisura frente al número de barras.
Serie	Cambia la curva o el diagrama mostrado.
Tabla	Resumen y tablas completas de resultados.

7 Fundamento teórico breve

Silos: Reimbert y Jaky

$$K = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}\ \text{(Reimbert)}, \qquad K = 1-\sin\phi\ \text{(Jaky)}$$

$$C = \frac{D}{4\mu K} - \frac{h_s}{3}, \qquad P_{max} = \frac{\gamma D}{4\mu}, \qquad R = \frac{D}{4}$$

$$p = P_{max}\left[1-\left(\frac{y}{C}+1\right)^{-2}\right], \qquad q = \gamma\left[y\left(\frac{y}{C}+1\right)^{-1} + \frac{h_s}{3}\right], \qquad V = (\gamma y - q)\,R$$

$$q_\alpha = p\sin^2\alpha + q\cos^2\alpha, \qquad p_d = C_d\,p, \qquad T_d = p_d\,\frac{D}{2}$$

Donde: γ, ϕ, μ del material; h_s altura del cono superior; C_d coeficiente de sobrepresión de la zona. En silos rectangulares, cada pared usa sus propias C, P_{max} y R.

$$A_{sh} = \frac{1.7\,T_d}{0.9\,f_y}, \qquad M_t = \frac{E_c\,h_p^2\,\alpha_t\,\Delta T}{12(1-\nu)}, \qquad A_{st} = \frac{1.4\,M_t}{0.9\,f_y\,(d-d')}$$

$$W_{cr} = W_1 + (W_2 - W_3), \qquad W = \psi\,S_{cr}\,\frac{f_s}{E_s}, \qquad S_{cr} = \frac{A\,\beta}{\Sigma_o}$$

Losas plegadas

$$q_T = q\cos^2\alpha, \qquad M_{k-1}L_{k-1} + 2M_k(L_{k-1}+L_k) + M_{k+1}L_k = -\frac{q_{T,k-1}L_{k-1}^3}{4} - \frac{q_{T,k}L_k^3}{4}$$

$$\sigma = \pm\frac{P\,(L^2/8 - a^2/2)}{t\,h^2/6}, \qquad D_{ij} = \frac{A_i}{A_i + A_j}\ \text{(compensación, transmisión } -0.5)$$

Cúpulas (membrana)

$$N_\phi = -\frac{g\,a}{1+\cos\phi}, \qquad N_\theta = g\,a\left(\frac{1}{1+\cos\phi} - \cos\phi\right) \qquad \text{(peso propio, cúpula completa)}$$

$$N_\phi = -\frac{p\,a}{2}, \qquad N_\theta = -\frac{p\,a}{2}\cos 2\phi \qquad \text{(carga viva en planta)}$$

Donde: Con linterna abierta de ángulo ϕ_0 se usan las expresiones con $\cos\phi_0$ y $\sin\phi_0$ que muestra el procedimiento.

Tanques

$$\beta = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{h_p^2 R^2}\right]^{1/4}, \qquad N_\theta = \gamma_c R\left[H - y - e^{-\beta y}\left(H\cos\beta y + \frac{\beta H - 1}{\beta}\sin\beta y\right)\right]$$

$$M_y(0) = \frac{\gamma_c R\,h_p}{\sqrt{12(1-\nu^2)}}\left(H - \frac{1}{\beta}\right), \qquad M = \alpha\,q\,h^2 \text{ (tanque rectangular, tablas)}$$

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué los resultados difieren un poco de los del ejercicio original?

Algunos ejercicios redondean coeficientes ($K = 0.376$, la constante 0.295 de los tanques). CASILOTEX usa los valores exactos; las diferencias son menores del 0.3 %.

¿Qué columna de la tabla de sobrepresión usa?

Por defecto, la conservadora: H/D se lleva a la columna siguiente. En 3 Cargas Cd se puede interpolar, dar valores manuales o usar la columna $H/D \geq 4$.

El silo rectangular avisa «As requerido mayor que As máx».

La pared necesita más espesor: aumente h_p en `Forma`. CASILOTEX no recorta la armadura.

Al editar un dato desaparecen los resultados.

Es intencional: quedan pendientes hasta pulsar `Calcular`, para no mostrar valores de una solución anterior.

La losa plegada da «placas paralelas».

Dos placas seguidas con la misma inclinación no forman un pliegue: mueva el nudo intermedio o bórrelo con `Nudo-`.