INERTIX

Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

SECTIX

Propiedades geométricas y tensiones de secciones compuestas

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Estructuras · Resistencia de materiales · Noviembre 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 **4**
1.1. Qué calcula . . . 4
1.2. Unidades y convenciones . . . 4
1.3. Límites y fuera de alcance . . . 5

2. Instalación **5**
2.1. Abrir en la computadora . . . 5
2.2. Transferir a la calculadora . . . 5

3. Licencia de uso **6**
3.1. Cómo funciona . . . 6
3.2. Activar en la calculadora . . . 6
3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 7
3.4. La licencia en SECTIX . . . 7

4. La interfaz **8**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 8
4.2. Vistas . . . 9
4.3. Teclas . . . 9
4.4. Formularios, tablas y resultados pendientes . . . 9
4.5. Ayuda integrada . . . 10

5. Ejemplo guiado **11**
5.1. Enunciado . . . 11
5.2. Datos . . . 11
5.3. Paso a paso . . . 12
5.4. Resultados . . . 18
5.5. Opciones importantes . . . 18

6. Referencia de menús y opciones **25**
6.1. Archivo . . . 25
6.2. Sección . . . 25
6.3. Calcular . . . 26
6.4. Result. . . . 26

6.5. Esfuerzos 27
6.6. Qué orden usar para cada tarea 27
6.7. Diferencias con la versión HP Prime 27

7. Fundamento teórico breve **28**
7.1. Sección compuesta y Steiner 28
7.2. Ejes principales y círculo de Mohr 28
7.3. Radios de giro, módulos y plástico 28
7.4. Tensiones 28
7.5. Torsión (informativa) 28

8. Errores, avisos y preguntas frecuentes **29**
8.1. Errores y avisos 29
8.2. Preguntas frecuentes 29

1 Presentación y alcance

SECTIX calcula las **propiedades geométricas de secciones compuestas** en las TI-Nspire CX y CX II. La sección se dibuja a escala en pantalla, sumando figuras de material y restando huecos, o colocando perfiles de catálogo. Con las cargas de la sección, da también las **tensiones normales y tangenciales**. Cada resultado tiene su procedimiento paso a paso. El motor es el de la versión HP Prime, traducido sin cambios: con los mismos datos da las mismas cifras. Está pensado para estudiantes de resistencia de materiales y para quienes diseñan secciones de acero o de concreto.

1.1 Qué calcula

- **Geometría exacta** de 14 figuras: rectángulo, triángulo rectángulo, círculo, semicírculo, cuarto de círculo, elipse, triángulo isósceles, semiparábola, corona, cuarto de elipse, sector circular, trapecio, enjuta parabólica y polígono de 3 a 12 vértices. Cada figura puede ser material o hueco y casi todas se pueden girar.
- **Perfiles de catálogo**: rectangular y circular macizos, tubo circular y rectangular, perfil I, I asimétrico, T, canal C, ángulo L y perfil Z.
- **Propiedades**: área, centroide, I_x, I_y, I_{xy}, momento polar J_0, ejes e inercias principales, círculo de Mohr, radios de giro, fibras extremas y módulos elásticos.
- **Capacidad**: módulo plástico y factor de forma en x e y, y núcleo central.
- **Tensiones**: Navier con axil y flexión en dos ejes (eje neutro incluido); cortante de Jourawski $\tau(y)$, $Q(y)$ y $b(y)$; torsión de Saint-Venant aproximada.
- **Validación**: rechaza los huecos que quedan fuera del material, avisa de solapes y explica cada error.
- **Procedimientos**: Steiner, contorno (Green), franjas, Mohr, módulos y núcleo, plástico, Navier, cortante y torsión.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y convenio
Longitudes	mm, cm, m o in (menu **Archivo** → `Unidad`); al cambiar, se puede `Convertir` el modelo o `Mantener` los números
Fuerzas y tensiones	kN y kN·m con tensiones en MPa, o tf y tf·m con tensiones en kgf/cm²
Ejes	x horizontal, y vertical; ángulos en grados, antihorarios
Producto de inercia	$I_{xy} = \int x\,y\,dA$, respecto al centroide
Cargas	$N > 0$ tracción; $M_x > 0$ tracciona las fibras con $y > 0$; $M_y > 0$ tracciona las de $x > 0$; V_y en la dirección $+y$
Referencia de cada figura	esquina (rectángulo, triángulos, trapecio, parábolas) o centro (círculos, elipses, sector); el polígono usa un punto de referencia propio

1.3 Límites y fuera de alcance

Fuera de alcance

- Cada hueco debe quedar dentro del material. Si dos figuras del mismo signo se solapan, SECTIX lo avisa, pero las cuenta dos veces.
- La **torsión es informativa**. Es exacta en círculo, corona, elipse y rectángulo macizo. En cajones de pared delgada (rectángulo menos rectángulo) usa Bredt, y en perfiles abiertos de paredes delgadas suma rectángulos. En las demás formas indica «no disponible». No incluye alabeo ni esquinas redondeadas.
- En figuras curvas, el ancho $b(y)$ y la tensión τ se calculan sobre un contorno poligonal, con un error relativo de hasta 2×10^{-4}. Área, centroide, inercias, módulos y fibras extremas son exactos.
- SECTIX no verifica la resistencia según una norma: da las propiedades y las tensiones; el diseño lo hace el usuario.
- El polígono admite de 3 a 12 vértices. El círculo y la corona no tienen giro.

2 Instalación

El archivo que abre el usuario es `SECTIX.tns`. Los componentes del programa se distribuyen integrados en ese documento.

Archivo	Uso
`SECTIX.tns`	Documento de la aplicación para TI-Nspire.
Guía de uso en PDF	Instrucciones y ejemplo guiado de la misma versión.
Ficha de ejemplo en PDF	Enunciado, datos y resultados de referencia.

2.1 Abrir en la computadora

1. Conserve una copia del documento recibido.
2. Ábralo en el software TI-Nspire compatible indicado en la ficha de esta guía.
3. Active la página del programa y compruebe que aparece su pantalla inicial.

2.2 Transferir a la calculadora

Con el software TI-Nspire de escritorio, la ruta documentada por Texas Instruments es conectar el equipo por USB, abrir el documento y usar **File > Save to Handheld** (Archivo > Guardar en unidad portátil). Seleccione el equipo y la carpeta de destino; después abra el documento transferido.

Referencia: Texas Instruments, solución 26210. Es la ruta general documentada por Texas Instruments para cualquier documento .tns.

Guardar un caso

Guarde una copia del documento con un nombre reconocible. El programa está diseñado para conservar los datos del caso; la guía indica qué se restaura y cuándo hay que recalcular. No presuponga que el resultado guardado sigue vigente.

3 Licencia de uso

SECTIX se entrega con una **licencia personal**: se activa una sola vez y queda ligada a **su** calculadora TI-Nspire (CX y CX II). La activación de la versión HP Prime no se aplica a la TI-Nspire.

Archivo	Uso
`SECTIX.tns`	Documento de la aplicación; el programa completo va dentro.
`INERTIX_LICENCIA.tns`	Documento con la licencia de **su** calculadora. Se recibe después de enviar el ID; una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX.

Los programas se reciben por WhatsApp en un archivo `.zip`, junto con `INERTIX_LICENCIA.tns`. Si ya tiene los programas, recibe solo `INERTIX_LICENCIA.tns`.

3.1 Cómo funciona

- Al abrir `SECTIX.tns` aparece `Verificando la licencia...` durante unos segundos (unos 7 a 8 en una TI-Nspire CX CAS). Es normal: con una licencia válida para esa calculadora, SECTIX se abre solo, con el caso guardado. Sin ella queda la pantalla `Licencia`, que solo ofrece `Licencia` (estado, pegar, copiar el ID, verificar de nuevo) y `Ayuda` (instrucciones, soporte, acerca de): **no se puede calcular**.
- La licencia es un texto firmado ligado al **ID completo** de la calculadora; enumera los programas y la versión mayor autorizados. Si se edita un carácter, deja de ser válida.
- Se verifica al abrir el documento, al pegar una licencia y al volver a la página. No se guarda un estado «activado»: un documento copiado a otra calculadora muestra `Licencia de otra calculadora`.
- En el software de computadora no hay ID de calculadora: la pantalla dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y el programa no calcula, aunque el documento traiga una licencia válida.

3.2 Activar en la calculadora

1. Abra `SECTIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `SECTIX.tns` y pulse ctrl+V (o menu menu **Licencia** → `Pegar licencia`).
5. Con `Licencia activa`, guarde el documento con ctrl+S para conservarla.

Con la licencia activa, menu **Archivo** → `Licencia` muestra el estado, el ID y el control sobre el caso, y esc vuelve sin cambiarlo.

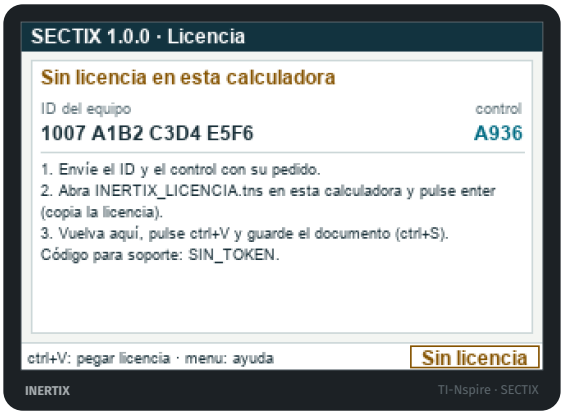
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

Mensaje	Qué hacer
Verificando la licencia…	Espere unos segundos; el programa se abre solo si la licencia es válida.
Licencia activa	Nada; guarde el documento si acaba de pegarla.
Sin licencia en esta calculadora	Siga los pasos anteriores.
Licencia no válida	El texto está incompleto o alterado: vuelva a abrir `INERTIX_LICENCIA.tns`, pulse enter y pegue de nuevo.
Licencia de otra calculadora	La licencia es de otro ID. Pida soporte con el ID y el control de esta calculadora.
Programa o versión no incluidos	La licencia no incluye este programa o esta versión mayor.
Se activa solo en una calculadora TI-Nspire	Software de computadora o emulador: abra el documento en su TI-Nspire CX y CX II.
No se pudo verificar	Pida soporte con el código que muestra la pantalla.

Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.

3.4 La licencia en SECTIX

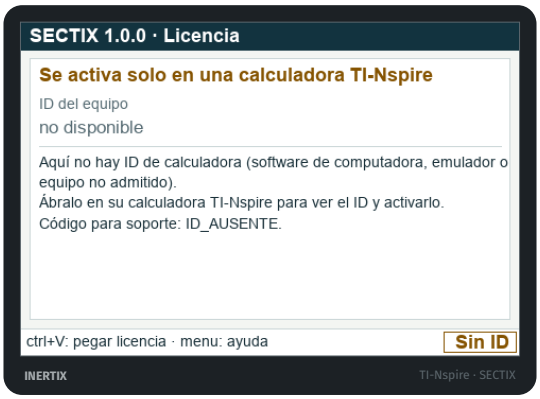
- menu **Archivo** → `Licencia` muestra la pantalla Licencia sobre el caso: estado, ID del equipo, control y programas incluidos. esc vuelve a la sección sin cambiarla.
- Sin licencia válida para esta calculadora, SECTIX solo muestra la pantalla Licencia: no hay vistas, menú del programa ni cálculo. Si una orden llega a ejecutarse, avisa `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.` y no calcula. El caso guardado en el documento se conserva.
- Una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX; se pega (ctrl+V) en el documento de cada uno y se guarda el documento (ctrl+S).



Sin licencia: ID del equipo (de ejemplo), control e instrucciones.



Licencia activa abierta desde menu **Archivo** → `Licencia` (ID de ejemplo).



En la computadora no hay ID: no se activa y no hay cálculo.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

Al abrir el documento, SECTIX muestra un perfil I de 20 × 30 cm en la vista Sección, con los resultados pendientes.



Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Sección`, `2 Figuras`, `3 Ejes`, `4 Gráfica` y `5 Tabla`: vistas del mismo caso. Se eligen con la cifra, con tab o con un clic.
2 Lienzo	La sección a escala sobre una rejilla, con las figuras numeradas y el centroide tras calcular.
3 Panel	Datos del caso o, tras calcular, las propiedades principales.
4 Barra inferior	Teclas del momento o lectura del resultado.
5 Insignia	`Calcular` (resultados pendientes; un clic resuelve) o `Calculado`.
Menú	menu abre Archivo, Sección, Calcular, Result. y Esfuerzos, con las órdenes de la versión HP. No hay `Salir`: el documento se cierra desde el sistema.

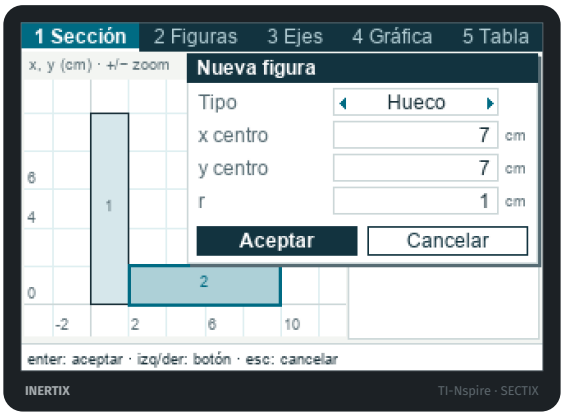
4.2 Vistas

Vista	Contenido
1 Sección	Dibujo y panel. Se eligen figuras y se abren sus propiedades.
2 Figuras	Tabla editable de todas las figuras: signo, posición, parámetros y giro.
3 Ejes	Centroide, ejes principales y fibras extremas.
4 Gráfica	La última elegida: Mohr, Núcleo, Plástico, Navier o Cortante.
5 Tabla	Propiedades, módulos y tensiones máximas, una por fila.

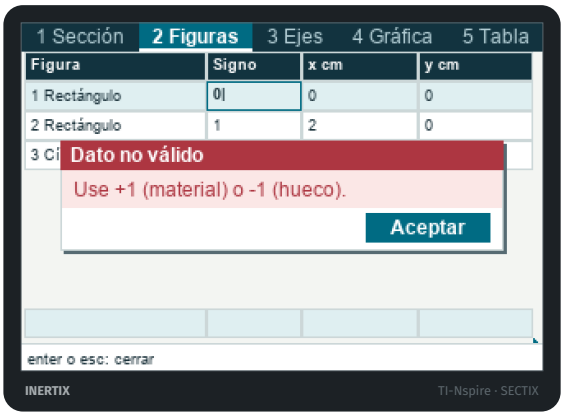
4.3 Teclas

Control	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las órdenes.
1 a 5, tab	Fuera de edición	Cambian de vista. Con resultados pendientes, las vistas 3 a 5 preguntan si calcula.
◀ ▶	Sección	Eligen la figura anterior o la siguiente.
▲ ▼	Sección	En un polígono, recorren sus vértices.
enter	Sección	Abre la figura o el vértice elegido; sin figura elegida, calcula.
del / m	Sección	Borra con confirmación / abre Mover o girar.
+ − f	Dibujos	Acercar, alejar y encuadrar.
Flechas, enter	Mohr	Giran 5° (◀ ▶) o 1° (▲ ▼); enter vuelve a θ_p.
Flechas, enter	Cortante	▲ ▼ mueven el corte; ◀ ▶ alternan τ, Q y b; enter va al máximo.
Flechas	Navier	Mueven el punto consultado.
clic	Sección, gráficas	Elige figura y, otra vez, abre sus propiedades; en gráficas fija θ, el corte o el punto.
esc	—	Cierra formularios, tablas, listas, avisos, documentos y procedimientos; en una vista, quita la selección.

4.4 Formularios, tablas y resultados pendientes



Formulario del círculo, propuesto como hueco.

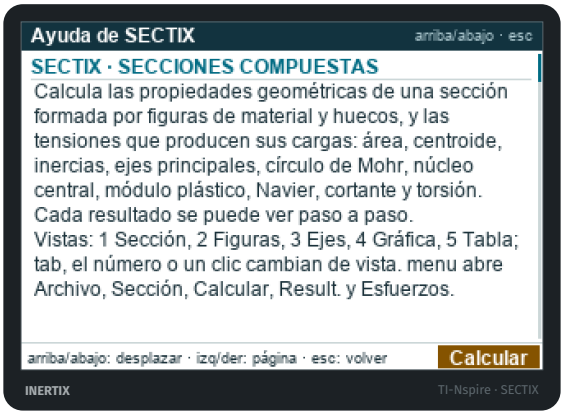


Celda rechazada: el aviso explica el motivo.

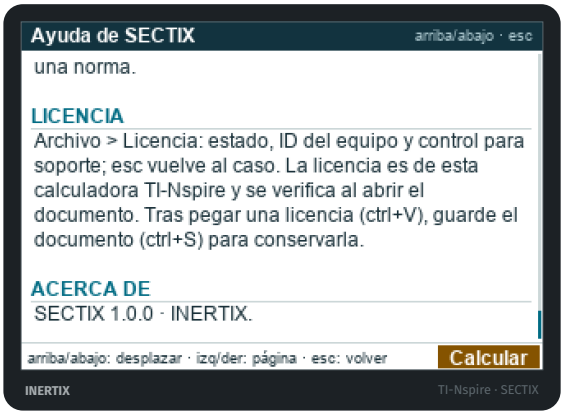
- **Formularios.** Ventana flotante sobre el caso. ▲ ▼ cambian de campo y ◀ ▶ la opción de los campos con flechas. Teclear un número (se admiten `+ − × ÷ ( ) ^`) reemplaza el valor y enter lo confirma y pasa al siguiente; tras el último campo queda en `Aceptar`. Desde otro campo, tab lleva a `Aceptar`. esc o `Cancelar` descartan el borrador.
- **Figura nueva.** Parte de (0, 0). Si ese punto ya está dentro del material, se propone `Hueco`: revise `Tipo`. El formulario muestra los campos de esa figura y dice `Sólido` donde la HP dice Material.
- **Tablas.** La vista `Figuras` y menu **Sección** → `Vértices` se editan en celdas. Las flechas las recorren; enter edita y acepta, clear reemplaza, esc deshace la edición y, sin edición, cierra Vértices. + agrega una fila y del la quita con confirmación.
- **Resultados pendientes.** Cualquier cambio de datos deja la insignia en `Calcular`. Las vistas de resultados preguntan si calcula. Recorrer una gráfica no recalcula.

4.5 Ayuda integrada

menu **Archivo** → `Ayuda` resume vistas, flujo, sección, tablas, formularios, resultados, gráficas, procedimientos, guardado, convenios, límites, `LICENCIA` y `ACERCA DE`.



Inicio de la Ayuda.

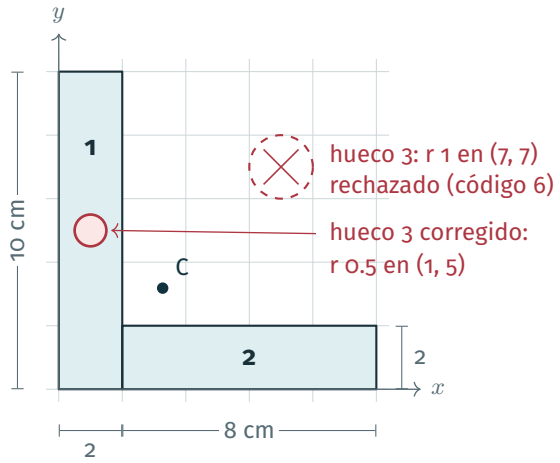


Final de la Ayuda.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un **perfil L** está formado por un ala vertical de **2 × 10 cm** y un ala horizontal de **8 × 2 cm**. Se quiere hacer en él un agujero circular. El primer intento, de **radio 1 cm en (7, 7)**, cae en la esquina vacía del L y no corta material. SECTIX debe detectarlo. El agujero se lleva luego **dentro del ala vertical**, con **radio 0.5 cm en (1, 5)**. Para esa sección, calcular el área, el centroide, las inercias centroidales y el producto de inercia, los ejes principales y el círculo de Mohr, el núcleo central y los módulos plásticos. Comprobar el resultado con el procedimiento de Steiner.



5.2 Datos

Figura	Valor (cm)	Dónde se introduce
Sección y unidad	sección vacía, en cm	menu **Archivo** → `Nuevo` (cm es la unidad al abrir)
1 · ala vertical	rectángulo: esquina (0, 0), $b = 2$, $h = 10$	menu **Sección** → `Figura`, `Rectángulo`
2 · ala horizontal	rectángulo: esquina (2, 0), $b = 8$, $h = 2$	menu **Sección** → `Figura`, `Rectángulo`, Tipo `Sólido`
3 · hueco (1.er intento)	círculo, `Hueco`: centro (7, 7), $r = 1$	menu **Sección** → `Figura`, `Círculo`
3 · hueco corregido	centro (1, 5), $r = 0.5$	menu **Sección** → `Propied.`

Fuente: Ejemplo propio de esta guía, derivado del caso de validación de SECTIX «Perfil L con hueco mal ubicado» (ficha técnica, caso 2B). Se construye desde cero con los mismos datos que en la guía HP Prime; el área, el centroide, las inercias y el producto de inercia se verifican a mano con el teorema de Steiner.

Nota

Es el mismo ejemplo de la guía HP Prime, con los mismos 18 pasos. En la HP las figuras se colocan tocando el lienzo; aquí se agregan desde el menú y sus coordenadas se escriben en el formulario. La fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior.

5.3 Paso a paso

1 Nueva sección en blanco



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` enter

menu **Archivo** → `Nuevo` pide confirmar y deja una sección vacía, con cargas nulas.

✔ **Debe verse:** Vista Sección vacía; resultados pendientes

2 Agregar la primera figura: rectángulo



TECLAS

menu **Sección** → `Figura` enter

menu **Sección** → `Figura` abre la lista de las 14 formas; enter elige `Rectángulo`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Nueva figura»: Tipo Sólido, x esq., y esq., b, h y Giro

3 Ala vertical: 2 × 10 cm en (0, 0)



TECLAS

▼ 0 enter 0 enter 2 enter 1 0 enter

Desde `Tipo` se baja a la esquina y se teclean los cuatro valores; cada enter pasa al campo siguiente. El giro queda en 0.

✔ **Debe verse:** x esq. 0, y esq. 0, b 2, h 10 cm, Giro 0

4 Aceptar y agregar la segunda figura



TECLAS

tab enter menu **Sección** → Figura enter

tab enter aceptan. Al agregar otra figura, (0, 0) ya es material y el formulario propone Hueco.

✔ **Debe verse:** Figura 1 dibujada detrás; formulario nuevo propuesto como Hueco porque (0, 0) está en el material

5 Ala horizontal: 8 × 2 cm en (2, 0)



TECLAS

◄ ▼ 2 enter 0 enter 8 enter 2 enter

◄ devuelve Sólido. La segunda ala empieza en $x = 2$, donde termina la primera, para que no se solapen.

✔ **Debe verse:** Tipo Sólido; x esq. 2, y esq. 0, b 8, h 2 cm

6 Aceptar y agregar un círculo



TECLAS

tab enter menu **Sección** → Figura ▼×2 enter

Se acepta y se elige Círculo, tercero de la lista. Esta vez el Hueco propuesto es lo que se quiere.

✔ **Debe verse:** Perfil L de 2 figuras; formulario del círculo, de nuevo propuesto como Hueco

7 Hueco de r = 1 cm en (7, 7)



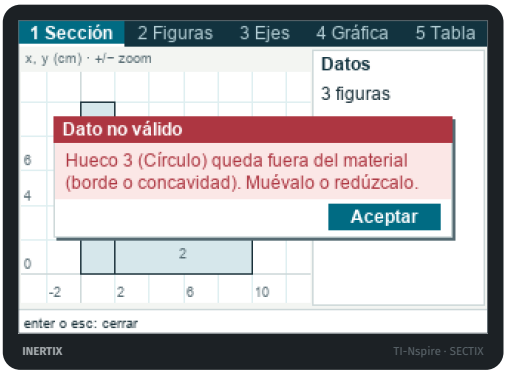
TECLAS

▼ 7 enter 7 enter 1 enter

Se escriben el centro y el radio. Este hueco está, a propósito, fuera del material. Tras el último valor, el foco queda en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Tipo Hueco; x centro 7, y centro 7, r 1 cm

8 Aceptar y calcular: el hueco se rechaza



TECLAS

enter menu **Calcular** → `Resolver`

enter acepta y menu **Calcular** → `Resolver` valida antes de calcular. Un hueco que no corta material daría un área sin sentido: SECTIX lo rechaza, lo nombra y deja los resultados pendientes.

✔ **Debe verse:** Aviso: «Hueco 3 (Círculo) queda fuera del material (borde o concavidad). Muévalo o redúzcalo.»

9 Cerrar el aviso y abrir las propiedades del hueco



TECLAS

enter menu **Sección** → `Propied.`

Tras el aviso, el hueco 3 queda **elegido**.
menu **Sección** → `Propied.` abre su formulario, `Figura 3`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Figura 3»: x centro 7, y centro 7, r 1; el hueco sigue elegido

10 Mover el hueco dentro del ala: r = 0.5 cm en (1, 5)



TECLAS

▼ 1 enter 5 enter 0 . 5 enter

El centro pasa al eje del ala vertical y el radio se reduce a 0.5 cm para que el hueco quede entero dentro del ala de 2 cm.

✔ **Debe verse:** x centro 1, y centro 5, r 0.5 cm

11 Aceptar y calcular



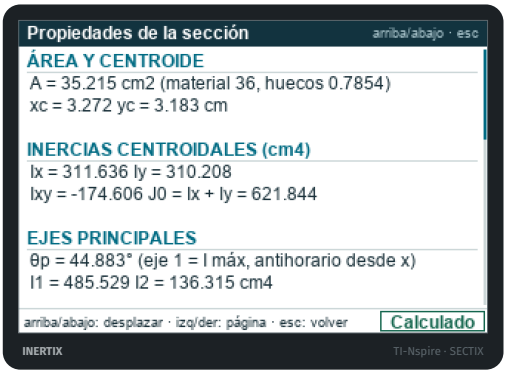
TECLAS

enter menu **Calcular** → `Resolver`

Ahora la validación pasa. Se ve el hueco dentro del ala, el centroide marcado y el panel con los resultados. La insignia pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Hueco dentro del ala, centroide marcado, panel con A = 35.21 e insignia Calculado

12 Tabla de propiedades



TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla` reúne área (material y huecos), centroide, inercias, J_0, ejes principales, radios de giro, fibras extremas y módulos.

✔ **Debe verse:** Informe: A, centroide, inercias, θp, I1, I2 y módulos

13 Centroide y ejes principales



TECLAS

esc menu **Result.** → `Ejes`

esc y menu **Result.** → `Ejes` dibujan los ejes 1 y 2 girados $\theta_p = 44.9°$. Como I_x e I_y casi coinciden y I_{xy} es grande, quedan cerca de 45°.

✔ **Debe verse:** Vista 3 Ejes: ejes 1 y 2 girados 44.9° desde C

14 Círculo de Mohr



TECLAS

menu **Result.** → `Mohr`

menu **Result.** → `Mohr`: el círculo pasa por X e Y y sus extremos son I_1 e I_2. Las flechas giran U y V; en θ_p, $I_{uv} = 0$.

✔ **Debe verse:** Barra: Iu=485.529 Iv=136.315 Iuv=0

15 Núcleo central



TECLAS

menu **Result.** → `Núcleo`

menu **Result.** → `Núcleo`: zona donde una compresión no produce tracciones en ninguna fibra.

✔ **Debe verse:** Barra: ex -1.558 a 2.692, ey -1.515 a 2.781

16 Ejes neutros plásticos



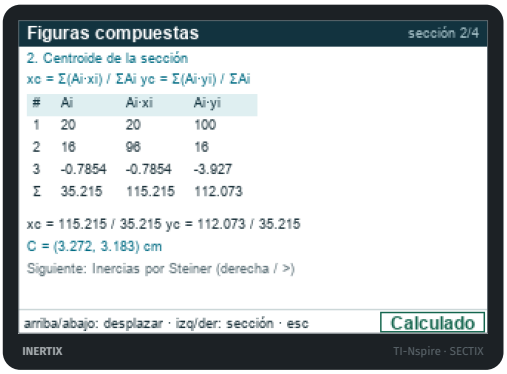
TECLAS

menu **Result.** → `Plástico`

menu **Result.** → `Plástico`: los ejes neutros plásticos dividen la sección en dos áreas iguales; salen Z y $f = Z/S$.

✔ **Debe verse:** Barra: fx=1.774 fy=1.799 (Z/S mín); Zx 81.071 y Zy 82.956 en el dibujo

17 Procedimiento de Steiner: centroide



TECLAS

menu **Calcular** → `Procedim.` enter ▶

menu **Calcular** → `Procedim.` lista los nueve métodos; enter abre Steiner y ▶ pasa a la tabla de áreas y momentos estáticos. El hueco entra con área negativa.

✔ **Debe verse:** Sección 2 de 4: tabla Ai, Ai·xi, Ai·yi (el hueco con −0.7854); C = (3.272, 3.183) cm

18 Steiner: resultado y comprobación



TECLAS

▶ ×2

La última sección suma las inercias trasladadas y las compara con el contorno, método independiente. La diferencia es 0 %.

✔ **Debe verse:** Sección 4 de 4: Ix 311.636, Iy 310.208, Ixy −174.606 cm^4; comprobación por contorno: dif. 0 %

5.4 Resultados

SECTIX coincide con la referencia
El rechazo del hueco mal ubicado, el área, el centroide, las inercias, el producto de inercia y los ejes principales coinciden con el cálculo a mano.

Magnitud	Referencia	SECTIX	Estado
Hueco en (7, 7)	rechazo, código 6	rechazo, código 6	Coincide
Área A (cm²)	35.2146	35.215	Coincide
Centroide x_c / y_c (cm)	3.2718 / 3.1826	3.272 / 3.183	Coincide
I_x / I_y (cm⁴)	311.636 / 310.208	311.636 / 310.208	Coincide
I_{xy} (cm⁴)	-174.606	-174.606	Coincide
θ_p	44.883°	44.883°	Coincide
I_1 / I_2 (cm⁴)	485.529 / 136.315	485.529 / 136.315	Coincide
r_x / r_y (cm)	2.975 / 2.968	2.975 / 2.968	Coincide

Además, SECTIX da: fibras extremas $c_{sup} = 6.817$ y $c_{inf} = 3.183$ cm; núcleo central con e_x de -1.558 a 2.692 cm y e_y de -1.515 a 2.781 cm; módulos plásticos $Z_x = 81.071$ y $Z_y = 82.956$ cm³, con factores de forma 1.774 y 1.799.

Comprobación a mano

$$
\begin{aligned}
A &= 20 + 16 - \pi\,(0.5)^2 = 36 - 0.7854 = 35.2146 \text{ cm}^2 \\
x_c &= \frac{20 \times 1 + 16 \times 6 - 0.7854 \times 1}{35.2146} = 3.2718 \text{ cm} \\
y_c &= \frac{20 \times 5 + 16 \times 1 - 0.7854 \times 5}{35.2146} = 3.1826 \text{ cm} \\
I_x &= \left(\tfrac{2 \cdot 10^3}{12} + 20 \times 1.8174^2\right) + \left(\tfrac{8 \cdot 2^3}{12} + 16 \times 2.1826^2\right) \\
&\quad - \left(\tfrac{\pi\, 0.5^4}{4} + 0.7854 \times 1.8174^2\right) = 311.636 \text{ cm}^4 \\
I_{xy} &= 20\,(-2.2718)(1.8174) + 16\,(2.7282)(-2.1826) \\
&\quad - 0.7854\,(-2.2718)(1.8174) = -174.606 \text{ cm}^4
\end{aligned}
$$

5.5 Opciones importantes

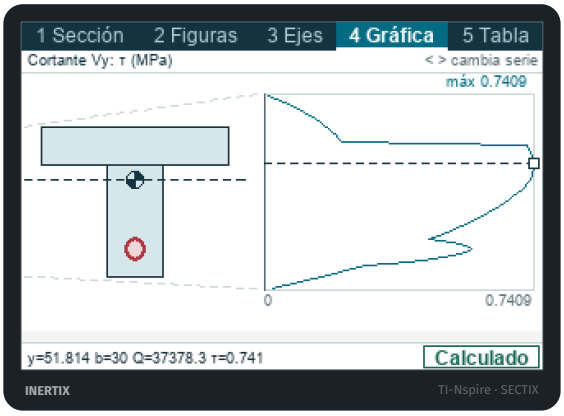
Seis casos cortos muestran lo que el ejemplo guiado no toca. Son los mismos de la guía HP Prime; cada uno tiene sus teclas exactas y parte de menu **Archivo** → `Ejemplo` o de una sección nueva.

OI-1 · Viga T con ducto: Navier, cortante y plástico

Para qué. Leer las tensiones de una sección simétrica en x con un hueco, y su reserva plástica.

Datos. Ejemplo 5, en cm. Ala 100 × 20, alma 30 de ancho, canto 80, ducto de 10 de diámetro. $N = 0$, $M_x = -150$ kN·m, $M_y = 0$, $V_y = 120$ kN.

1. **Cargar y calcular el ejemplo 5.** menu **Archivo** → `Ejemplo`, quinta opción, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼×4 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Ver las cargas.** menu **Esfuerzos** → `Cargas` muestra las cuatro cargas; se cierra sin cambiarlas.
   menu **Esfuerzos** → `Cargas`
3. **Navier.** menu **Esfuerzos** → `Navier` colorea la sección según σ y traza el eje neutro.
   esc menu **Esfuerzos** → `Navier`
4. **Consultar σ en un punto.** Un clic en el alma da σ en ese punto. Con el punto 20 cm sobre el centroide en el alma, σ es negativa: esa zona está comprimida.
   Clic o touchpad: el alma, sobre el centroide
5. **Cortante en el máximo.** menu **Esfuerzos** → `Cortante` y enter llevan el corte al máximo.
   menu **Esfuerzos** → `Cortante` enter
6. **Serie Q(y).** ▶ cambia la serie a $Q(y)$.
   ▶
7. **Plástico.** menu **Result.** → `Plástico` da los ejes neutros plásticos, Z y f.
   menu **Result.** → `Plástico`
8. **Procedimiento de Jourawski.** menu **Calcular** → `Procedim.`, octavo método: Jourawski.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×7 enter



Cortante en el máximo.



Plástico.

Resultado	SECTIX
A / y_c	3721.46 cm² / 51.814 cm
$\sigma_{\text{máx}}$ / $\sigma_{\text{mín}}$	3.852 / -2.095 MPa
$\tau_{\text{máx}}$	0.741 MPa en $y = 51.814$ cm, $b = 30$ cm
Z_x / Z_y	70 271.7 / 63 333.3 cm³
f_x / f_y	1.805 / 1.758

Cómo leerlo. Con $M_x < 0$ se comprime el ala y se tracciona el borde inferior del alma: $\sigma_{\text{máx}}$ positiva abajo. La τ máxima cae en el centroide porque allí Q es máximo y el ancho vale 30 cm; el salto de la curva está en la unión del ala con el alma. $f = 1.805$ indica cuánto momento adicional hay entre la primera fluencia y la rótula plástica, si el material lo admite.

OI-2 · Perfil I con cubreplaca: flexión esviada y torsión

Para qué. Ver cómo se combina el axil con dos momentos y qué informa la torsión.

Datos. Ejemplo 6, en mm. Perfil I 200 × 300 (alma 8, alas 12) con cubreplaca 250 × 16. $N = -200$ kN, $M_x = 120$ kN·m, $M_y = 15$ kN·m, $V_y = 250$ kN.

1. **Cargar y calcular el ejemplo 6.** menu **Archivo** → `Ejemplo`, sexta opción, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼×5 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Navier.** menu **Esfuerzos** → `Navier`: el eje neutro queda inclinado.
   menu **Esfuerzos** → `Navier`
3. **Torsión.** menu **Esfuerzos** → `Torsión`: constante J y método.
   menu **Esfuerzos** → `Torsión`
4. **Quitar la flexión en y.** menu **Esfuerzos** → `Cargas`: $M_y = 0$. Aceptar deja los resultados pendientes.
   esc menu **Esfuerzos** → `Cargas` ▼×2 0 tab enter
5. **Volver a Navier: pregunta y calcula.** menu **Esfuerzos** → `Navier` pregunta si calcula; con Sí, el eje neutro queda horizontal.
   menu **Esfuerzos** → `Navier` enter
6. **Procedimiento de torsión.** menu **Calcular** → `Procedim.`, noveno método: torsión.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×8 enter



Navier con $M_y = 15$.



Navier con $M_y = 0$.

Resultado	SECTIX
A / y_c	11 008 mm² / 57.413 mm
$\sigma_{máx}$ / $\sigma_{mín}$ con $M_y = 15$	106.229 / -199.29 MPa
$\sigma_{máx}$ / $\sigma_{mín}$ con $M_y = 0$	55.341 / -158.579 MPa
J (sección abierta)	595 496.3 mm⁴

Cómo leerlo. Los 15 kN·m en el eje débil añaden 51 MPa a la fibra más traccionada: M_y pesa porque I_y es casi cinco veces menor que I_x. La J de un perfil abierto es muy pequeña frente a J_0: no use el momento polar como constante de torsión.

OI-3 · Cajón de puente: polígono, núcleo y métodos independientes

Para qué. Trabajar con un polígono y comprobar el resultado por tres caminos.

Datos. Ejemplo 7, en cm. Polígono de 8 vértices y 800 cm de ancho, con dos celdas trapeciales como huecos. $M_x = -5000$ kN·m, $V_y = 2000$ kN.

1. **Cargar y calcular el ejemplo 7.** menu **Archivo** → `Ejemplo`, séptima opción, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼×6 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Elegir el polígono y ver sus vértices.** ▶ elige el polígono y menu **Sección** → `Vértices` abre sus coordenadas locales, en una tabla con título.
   ▶ menu **Sección** → `Vértices`
3. **Cerrar la tabla y recorrer un vértice.** esc cierra la tabla y ▲ ▼ recorren los vértices.
   esc ▲
4. **Núcleo central.** menu **Result.** → `Núcleo`.
   esc menu **Result.** → `Núcleo`
5. **Procedimiento de contorno.** menu **Calcular** → `Procedim.`, segundo método, hasta la comparación con el motor.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼ enter ▶×2
6. **Procedimiento de franjas.** Tercer método: franjas horizontales.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×2 enter
7. **Procedimiento de módulos y núcleo.** Quinto método: módulos, radios y núcleo.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×4 enter
8. **Torsión no disponible.** menu **Esfuerzos** → `Torsión` indica que no está disponible.
   menu **Esfuerzos** → `Torsión`

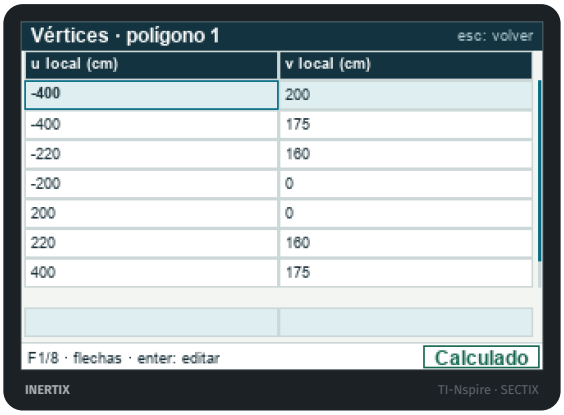
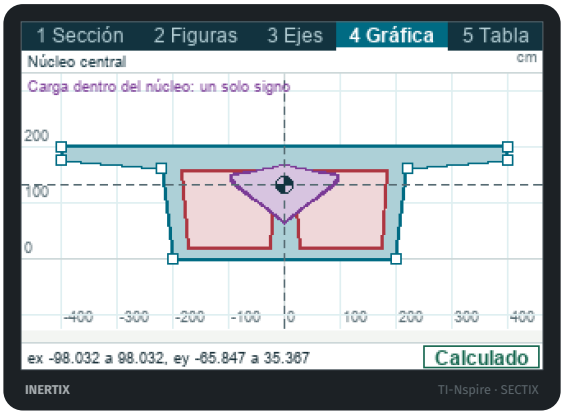


Tabla de vértices.



Núcleo central.

Resultado	SECTIX
A / y_c	53 300 cm² / 130.114 cm
I_x / I_y	2.453E8 / 1.855E9 cm⁴
Núcleo e_x	-98.032 a 98.032 cm
Núcleo e_y	-65.847 a 35.367 cm
Contorno frente al motor	diferencia 0 %
J	no disponible; $J_0 = 2.101$E9 cm⁴

Cómo leerlo. Con lados rectos, el contorno (Green) es exacto y debe coincidir con el motor; si difiriera, habría un error de datos. Las franjas son una aproximación que converge al refinar. El núcleo indica dónde puede actuar una compresión sin traccionar ninguna fibra, dato útil en pretensado. SECTIX no da J de un cajón multicelular: solo cubre rectángulo menos rectángulo.

OI-4 · Ángulo L: Mohr con inercias rotadas

Para qué. Obtener inercias respecto a ejes girados en una sección asimétrica.

Datos. Ejemplo 4, en mm. Ángulo L 100 × 80 × 10 con agujero de 8 de diámetro.

1. **Cargar y calcular el ejemplo 4.** menu **Archivo** → `Ejemplo`, cuarta opción, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼×3 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Mohr en θp.** menu **Result.** → `Mohr` abre en θ_p, donde $I_{uv} = 0$.
   menu **Result.** → `Mohr`
3. **Girar 5°.** ▶ gira 5°: cambian I_u, I_v e I_{uv}.
   ▶
4. **Volver a θ = 0.** enter vuelve a θ_p.
   enter
5. **Procedimiento de Mohr.** menu **Calcular** → `Procedim.`, cuarto método: ejes principales y Mohr.
   menu **Calcular** → `Procedim.` ▼×3 enter



Mohr en θ_p.



Cinco grados más.

Resultado	SECTIX
A	1649.73 mm²
x_c / y_c	31.668 / 21.972 mm
I_x / I_y / I_{xy}	938 737.6 / 1 670 620.5 / $-746\,696.7$ mm⁴
I_1 / I_2 / θ_p	2 136 225.3 / 473 132.8 mm⁴ / 58.054°
En $\theta = 63.054°$	I_u 2.124E6, I_v 485 765.9, I_{uv} 144 396.5

Cómo leerlo. $I_{xy} \neq 0$ significa que x e y no son ejes principales: una carga vertical también flecta fuera de su plano. $I_u + I_v$ no cambia al girar. Recorrer el círculo no recalcula ni altera la sección.

OI-5 · Perfil de catálogo, giro y solape

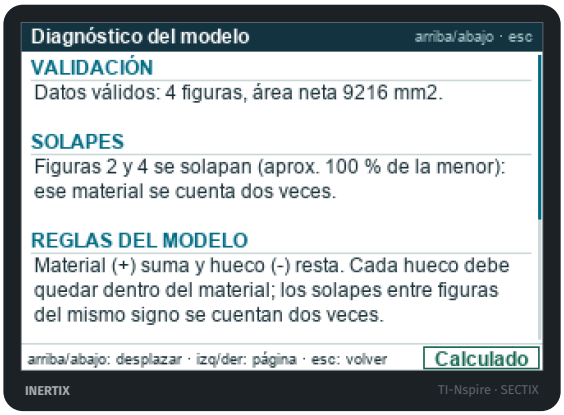
Para qué. Usar un perfil de catálogo, girar toda la sección y entender el aviso de solape.

Datos. Sección nueva con perfil I 200 × 300, alma 8, alas 12 mm (la unidad es la que dejó el caso anterior).

1. **Sección vacía y perfil I.** menu **Archivo** → `Nuevo`, enter, menu **Sección** → `Perfil` y `Perfil I`. Sus medidas se revisan en el formulario.
   menu **Archivo** → `Nuevo` enter menu **Sección** → `Perfil` ▼ ×4 enter
2. **Aceptar y calcular.** Se acepta y se resuelve: tres figuras que forman un perfil.
   tab enter menu **Calcular** → `Resolver`
3. **Mover / girar 90° toda la sección.** menu **Sección** → `Mover` con Aplicar en Sección y Giro 90°.
   ▶ m ▶ ▼ ×3 9 0 tab enter
4. **Calcular de nuevo.** Al resolver, I_x e I_y se intercambian.
   menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Duplicar una figura y abrir la copia.** menu **Sección** → `Duplic.` copia el alma a la derecha; menu **Sección** → `Propied.` abre la copia.
   menu **Sección** → `Duplic.` enter menu **Sección** → `Propied.`
6. **Colocar la copia sobre el original y calcular.** Se escribe en la copia la misma x del alma y se resuelve: SECTIX calcula, pero avisa.
   ▼ 1 3 8 . 0 tab enter menu **Calcular** → `Resolver`
7. **Diagnóstico.** menu **Calcular** → `Diagnóst.` detalla el solape.
   esc menu **Calcular** → `Diagnóst.`



Giro aplicado: resultados pendientes.



Diagnóstico con el solape.

Resultado	SECTIX
A	7008 mm²
I_x / I_y antes	113 606 784 / 16 011 776 mm⁴
I_x / I_y a 90°	16 011 776 / 113 606 784 mm⁴
A con el solape	9216 mm² (mal: alma contada dos veces)

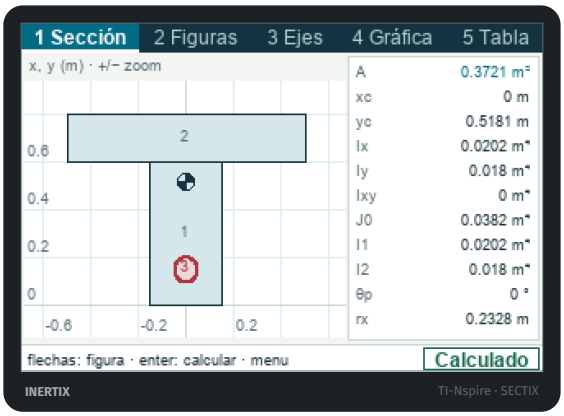
Cómo leerlo. El giro de un cuerpo rígido solo intercambia inercias, una comprobación rápida. El solape no es un error de cálculo sino de modelo: el material común se cuenta dos veces, de modo que el área sube y los resultados dejan de valer. Corrija las medidas antes de usarlos.

OI-6 · Unidades, dato no válido y ranuras

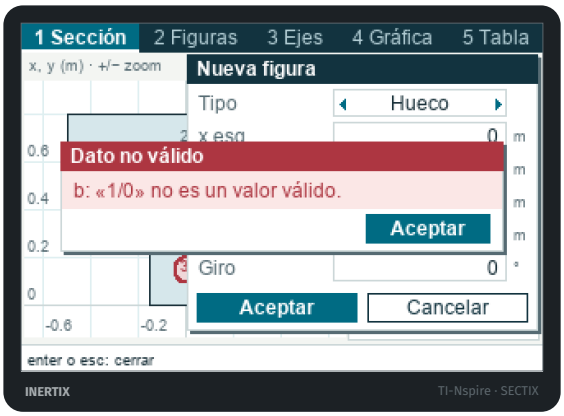
Para qué. Cambiar de sistema sin alterar la sección, ver cómo se rechaza un dato y conservar casos.

Datos. Viga T del ejemplo 5, de cm y kN a m y tf, y de vuelta.

1. **Ejemplo 5 calculado en cm y kN.** menu **Archivo** → `Ejemplo`, quinta opción, y menu **Calcular** → `Resolver`.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼×4 enter menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Unidades: m (Convertir) y tf.** menu **Archivo** → `Unidad`: m, Convertir y tf.
   menu **Archivo** → `Unidad` ▶ ▼×2 ▶ tab enter
3. **Calcular.** Al resolver, la misma sección da otras cifras.
   menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Dato no válido.** Un dato no válido en un formulario: el aviso lo explica y el campo sigue editable.
   menu **Sección** → `Figura` enter ▼×3 1 / 0 enter
5. **Volver a cm y kN.** De vuelta a cm y kN, y se resuelve.
   menu **Archivo** → `Unidad` ◀ ▼×2 ◀ tab enter menu **Calcular** → `Resolver`
6. **Guardar en la ranura 1.** menu **Archivo** → `Guardar`, ranura 1.
   menu **Archivo** → `Guardar` enter
7. **Cargar otro ejemplo y abrir la ranura.** Otro ejemplo y menu **Archivo** → `Abrir`, ranura 1: la viga vuelve con resultados pendientes.
   menu **Archivo** → `Ejemplo` ▼ enter menu **Archivo** → `Abrir` enter
8. **Guardar y reabrir el documento.** ctrl+S guarda el documento con el caso y las seis ranuras; al reabrirlo, los resultados quedan pendientes.



Viga T en m y tf.



Dato no válido.

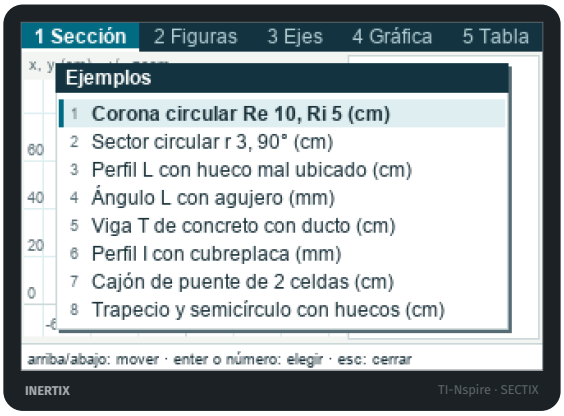
Resultado	SECTIX
A	3721.46 cm² = 0.37215 m²
I_x	2 017 725.4 cm⁴ = 0.020177 m⁴
M_x / V_y en tf	-15.296 tf·m / 12.237 tf
$\sigma_{\text{máx}}$	3.852 MPa = 39.278 kgf/cm²

Cómo leerlo. Con Convertir, la sección física no cambia: las cifras se relacionan por el factor de la unidad. Con Mantener se conservan los números y la sección cambia de tamaño. Los ángulos nunca se convierten. Una ranura guarda datos, no resultados: al abrirla hay que calcular.

6 Referencia de menús y opciones

6.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Pide confirmar y deja una sección vacía, con cargas nulas. Conserva la unidad elegida.
Ejemplo	Ocho secciones: corona, sector de 90°, perfil L con hueco mal ubicado, ángulo L con agujero, viga T con ducto, perfil I con cubreplaca, cajón de 2 celdas y trapecio con semicírculo y huecos.
Guardar / Abrir	Seis ranuras, que se guardan con el documento.
Unidad	Longitud (mm, cm, m, in), `Convertir` o `Mantener` al cambiar, y fuerzas en kN o tf.
Ayuda	Resumen de uso; disponible también sin licencia.
Licencia	Solo en builds con licencia: estado, ID y control.



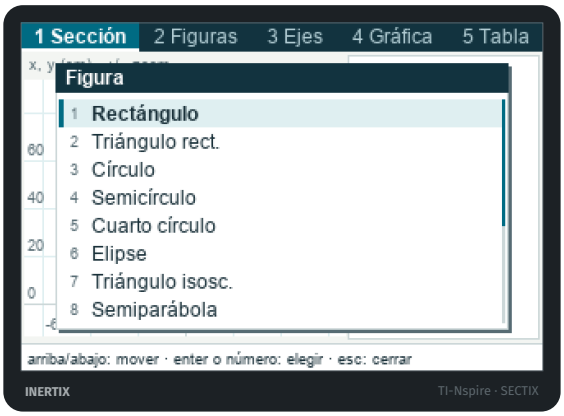
menu **Archivo** → `Ejemplo`.



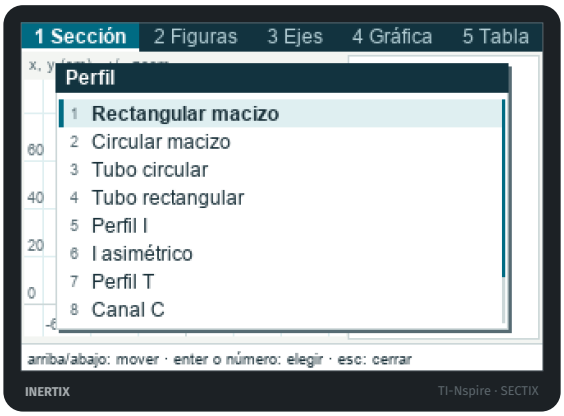
menu **Archivo** → `Unidad`.

6.2 Sección

Orden	Qué hace
Selecc.	Lista para elegir una figura.
Figura	Lista de las 14 formas y su formulario.
Perfil	Catálogo de 10 perfiles; se crea centrado en (0, 0).
Propied.	Formulario de la figura elegida.
Mover	Desplaza o gira la figura, el perfil o toda la sección.
Duplic.	Copia la figura o el perfil a la derecha.
Borrar	Borra la figura, el perfil o toda la sección.
Vértices	Tabla de coordenadas locales del polígono elegido.
Tabla editable	Va a la vista Figuras.



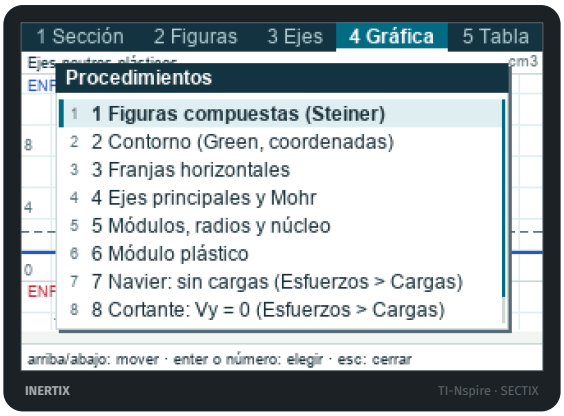
menu **Sección** → `Figura.`



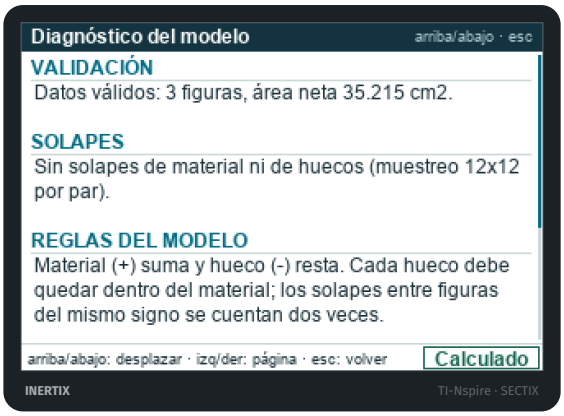
menu **Sección** → `Perfil.`

6.3 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Valida y calcula. Si hay un error, lo explica y elige la figura culpable.
Procedim.	Nueve métodos: Steiner, contorno (Green), franjas, ejes principales y Mohr, módulos y núcleo, plástico, Navier, cortante y torsión. Los que no aplican figuran como no disponibles.
Diagnóst.	Validación, solapes, reglas y estado de cada figura.



menu **Calcular** → `Procedim.`



menu **Calcular** → `Diagnóst.`

6.4 Result.

Orden	Qué hace
Tabla	Informe de todas las propiedades.
Ejes	Vista 3: centroide, ejes principales y fibras extremas.
Mohr / Núcleo / Plástico	Vista 4 con esa gráfica.
Figuras	Área y centroide de cada figura.

6.5 Esfuerzos

Orden	Qué hace
Cargas	N, M_x, M_y y V_y en el centroide.
Navier	Mapa de tensiones, extremos y eje neutro.
Cortante	$\tau(y)$, $Q(y)$ y $b(y)$ con un corte que se mueve.
Torsión	Constante J y método, o el motivo por el que no está disponible.

6.6 Qué orden usar para cada tarea

Quiero	Orden
Área, centroide e inercias	menu **Result.** → `Tabla`
Inercias en ejes girados	menu **Result.** → `Mohr` (OI-4)
Saber dónde puede actuar una compresión sin tracciones	menu **Result.** → `Núcleo` (OI-3)
Reserva plástica	menu **Result.** → `Plástico` (OI-1)
Tensión normal en un punto	menu **Esfuerzos** → `Navier` (OI-1, OI-2)
Tensión tangencial en un corte	menu **Esfuerzos** → `Cortante` (OI-1)
Comprobar por otro método	menu **Calcular** → `Procedim.` (OI-3)
Revisar solapes	menu **Calcular** → `Diagnóst.` (OI-5)

6.7 Diferencias con la versión HP Prime

Tema	TI-Nspire
Colocar figuras	Por menú, con coordenadas en el formulario; en la HP, tocando el lienzo. Por eso la figura nueva parte de (0, 0).
Vistas	Cinco pestañas; en la HP, categorías numeradas con cinta. Las cifras cambian de vista, no de categoría.
Tablas	Vista Figuras y tabla Vértices, propias de esta versión.
Editar vértices	Con la tabla o el formulario de vértice; en la HP, también tocando.
Corte de cálculo	No hay corte con ON ni su aviso.
Salir	No existe: el documento se cierra desde el sistema.
Guardado	Las seis ranuras y el caso viajan en el documento (ctrl + S).

7 Fundamento teórico breve

7.1 Sección compuesta y Steiner

Cada figura i aporta su área A_i (negativa si es hueco), su centroide (x_i, y_i) y sus inercias propias.

$$A = \sum A_i, \qquad x_c = \frac{\sum A_i\, x_i}{A}, \qquad y_c = \frac{\sum A_i\, y_i}{A}$$
$$I_x = \sum \left(I_{x,i} + A_i\, d_{y,i}^2\right), \qquad I_y = \sum \left(I_{y,i} + A_i\, d_{x,i}^2\right), \qquad I_{xy} = \sum \left(I_{xy,i} + A_i\, d_{x,i}\, d_{y,i}\right)$$

Donde: $d_{x,i}$, $d_{y,i}$ distancias del centroide de la sección al de la figura; $J_0 = I_x + I_y$.

7.2 Ejes principales y círculo de Mohr

$$\tan 2\theta_p = \frac{-2\, I_{xy}}{I_x - I_y}, \qquad I_{1,2} = \frac{I_x + I_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + I_{xy}^2}$$
$$I_u = \frac{I_x + I_y}{2} + \frac{I_x - I_y}{2}\cos 2\theta - I_{xy}\sin 2\theta, \qquad I_{uv} = \frac{I_x - I_y}{2}\sin 2\theta + I_{xy}\cos 2\theta$$

7.3 Radios de giro, módulos y plástico

$$r_x = \sqrt{I_x/A}, \qquad S_x = \frac{I_x}{c}, \qquad Z_x = \frac{A}{2}\,(\bar{y}_t + \bar{y}_c), \qquad f = \frac{Z}{S_{\text{mín}}}$$

Donde: c distancia del centroide a la fibra extrema; $\bar{y}_t$, $\bar{y}_c$ distancias de los centroides de cada mitad al eje neutro plástico, que divide la sección en dos áreas iguales.

7.4 Tensiones

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{(M_x I_y - M_y I_{xy})\, y + (M_y I_x - M_x I_{xy})\, x}{I_x I_y - I_{xy}^2} \tag{1}$$

Donde: x, y medidas desde el centroide. Con $I_{xy} = 0$ queda $\sigma = N/A + M_x y/I_x + M_y x/I_y$. El eje neutro es la recta donde $\sigma = 0$.

$$\tau(y) = \frac{V_y\, Q(y)}{I_x\, b(y)} \tag{2}$$

Donde: $Q(y)$ momento estático del área por encima del corte; $b(y)$ ancho del corte. SECTIX usa la forma general cuando $I_{xy} \neq 0$.

7.5 Torsión (informativa)

$$J_{\text{círculo}} = \frac{\pi r^4}{2}, \qquad J_{\text{Bredt}} = \frac{4\, A_m^2}{\sum s/t}, \qquad J_{\text{abierto}} \approx \sum \frac{b\, t^3}{3}$$

Donde: A_m área encerrada por la línea media del cajón; s, t longitud y espesor de cada pared.

> **Nota**
> El núcleo central se obtiene a partir de las tangentes al contorno: para cada recta tangente, la carga que la convierte en eje neutro es un vértice del núcleo. En el procedimiento 5 se ve la tabla completa.

8 Errores, avisos y preguntas frecuentes

8.1 Errores y avisos

Mensaje	Qué hacer
`Hueco n (...) queda fuera del material`	El hueco no corta material o se sale por un borde. La figura queda elegida: muévala o redúzcala.
`Figuras a y b se solapan`	Se calcula, pero el material común se cuenta dos veces. Corrija las medidas (OI-5).
`Resultados pendientes. ¿Calcular ahora?`	Hubo un cambio de datos. Con No, el caso se conserva sin resultados.
`Seleccione primero una figura`	La orden actúa sobre la figura elegida: elija una.
`J no disponible`	La forma no entra en los métodos de torsión de SECTIX; J_0 no la sustituye.
`No se pudo completar el cálculo por franjas`	Revise solapes y figuras muy delgadas.

8.2 Preguntas frecuentes

¿Por qué SECTIX rechaza mi hueco?

Porque una parte del hueco queda fuera del material (en un borde o en una concavidad). El mensaje nombra el hueco y lo deja seleccionado: menu **Sección** → `Propied.` permite moverlo o reducirlo.

¿Cómo hago una figura hueca, como un tubo?

Coloque la figura de material y, encima, otra con Tipo `Hueco`. Si el punto (0, 0) cae dentro del material, SECTIX ya la propone como hueco. Para un tubo, use la corona o el perfil `Tubo circular`.

¿Qué pasa si dos figuras se solapan?

SECTIX calcula, pero avisa: el área común se cuenta dos veces. Vea menu **Calcular** → `Diagnóst.` y corrija las medidas.

¿Cambiar de unidad cambia mi sección?

Con `Convertir`, las medidas se pasan a la nueva unidad y la sección no cambia. Con `Mantener`, se conservan los números y la sección cambia de tamaño. Los ángulos nunca se convierten.

¿Por qué la torsión dice «no disponible»?

Porque SECTIX solo da J en las formas en que su método es fiable: círculo, corona, elipse, rectángulo, cajón rectangular y perfiles abiertos de rectángulos.

¿Recorrer el círculo de Mohr cambia los resultados?

No. Las flechas solo mueven el cursor; los resultados cambian únicamente al editar la sección y volver a calcular.