INERTIX

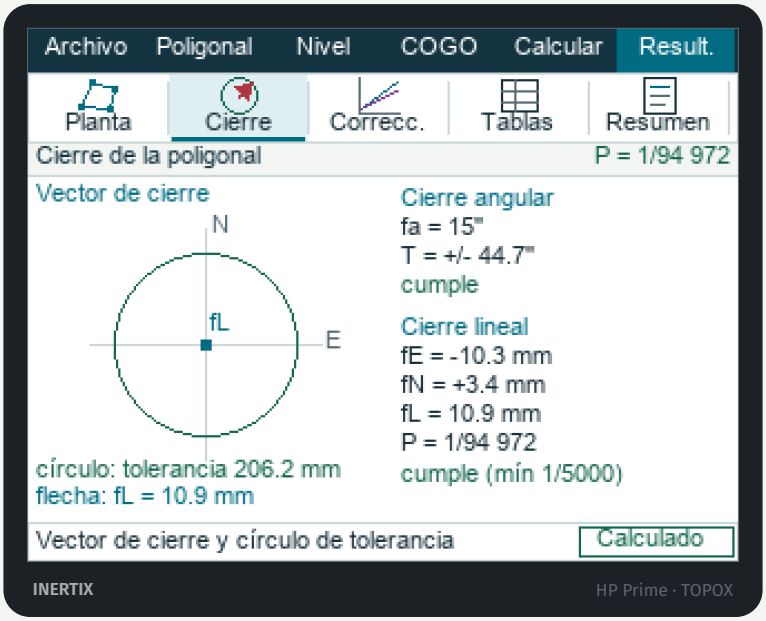
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

TOPOX

Poligonales, nivelación geométrica y COGO

Versión 1.0 **HP Prime G1 · G2** Topografía · 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 **4**

1.1. Qué calcula 4

1.2. Unidades y convenciones 5

1.3. Límites y fuera de alcance 5

2. Instalación **5**

2.1. Qué necesita 5

2.2. Copiar el programa a la calculadora 6

3. Licencia de uso **7**

4. La interfaz **8**

4.1. Teclas 8

4.2. Editar un valor y resultados pendientes 9

5. Ejemplo guiado **10**

5.1. Enunciado 10

5.2. Datos 10

5.3. Paso a paso 11

5.4. Resultados 16

5.5. Opciones importantes 17

5.6. Errores y avisos 22

6. Referencia de menús y opciones **23**

6.1. 1 · Archivo 23

6.2. 2 · Poligonal 23

6.3. 3 · Nivel 23

6.4. 4 · COGO 24

6.5. 5 · Calcular 24

6.6. 6 · Result. 25

7. Fundamento teórico breve **26**

7.1. Ángulos y azimutes 26

7.2. Cierre angular 26

7.3. Cierre lineal 26

7.4. Compensación 26
7.5. Área 26
7.6. Nivelación geométrica 27

8. Preguntas frecuentes **27**

1 Presentación y alcance

TOPOX resuelve los cálculos de gabinete de la **topografía plana** en la calculadora HP Prime: poligonales con sus cierres y compensaciones, nivelación geométrica y cálculos de coordenadas (COGO). Los datos se introducen en formularios y sobre la planta. Los resultados se ven en gráficas y tablas, y cada cálculo se desarrolla **paso a paso** para comparar con la libreta hecha a mano. Está pensado para estudiantes y profesionales que calculan poligonales de campo.

1.1 Qué calcula

- **Poligonales** de hasta 30 estaciones de cuatro tipos:
  - cerrada;
  - enlazada entre dos líneas de azimut conocido;
  - abierta libre;
  - polígono dado por coordenadas.
- **Ángulos** interiores (con el sentido de recorrido), a la derecha, a la izquierda o deflexiones, en D.MMSS o en grados decimales.
- **Cierre angular** con su tolerancia $k\sqrt{n}$; azimutes, rumbos y proyecciones.
- **Cierre lineal** f_E, f_N, f_L y precisión $1/P$.
- **Compensación** por cuatro métodos calculados a la vez: Bowditch, Tránsito, Crandall y mínimos cuadrados (con σ_0).
- **Coordenadas** de las estaciones y **área** por Gauss, comprobada por dobles distancias meridianas (DMD).
- **Nivelación geométrica** de hasta 40 tramos:
  - circuito cerrado, enlazada o abierta;
  - cotas por desniveles y por altura de instrumento;
  - tolerancia $C\sqrt{K}$ y compensación.
- **COGO**, nueve herramientas:
  - inversa 3D, radiación con offset, estación/offset;
  - intersecciones Az-Az, Az-Dist y Dist-Dist;
  - transformación de semejanza por 2 puntos;
  - taquimetría y altura inaccesible.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad	Convención
Coordenadas E, N y distancias	m	Distancias horizontales; E hacia el este, N hacia el norte
Ángulos y azimutes	D.MMSS o grados	123.4506 = 123°45′06″. Azimut desde el norte, en sentido horario
Ángulo de trabajo β	—	Ángulo a la derecha: $Z_{sig} = Z_{ant} + \beta - 180^{\circ}$
Deflexión	—	Positiva a la derecha, negativa a la izquierda
Errores de cierre	mm, segundos	Error = observado − teórico; la corrección tiene signo contrario
Cotas y lecturas de mira	m	VA vista atrás, VF vista adelante; desnivel = $VA - VF$
Tolerancia de nivelación	mm	$C\sqrt{K}$ con K en km

1.3 Límites y fuera de alcance

Límite	Valor
Estaciones de una poligonal	30
Tramos de nivelación	40
Ranuras de guardado	4
Cierre lineal admitido	mejor que 1/200; uno peor se rechaza como error de datos

> **⚠ Fuera de alcance**
> TOPOX trabaja en **trigonometría plana**: no aplica factor de escala, curvatura terrestre ni refracción. Con ángulos interiores, el sentido de recorrido es un dato: si se declara al revés, la figura sale reflejada respecto del primer lado y también cierra, de modo que el programa no puede detectarlo. Las curvas circulares se calculan en CARREX y los volúmenes de movimiento de tierras en VOLUMIX. Tampoco incluye la directa 3D, la interpolación de cotas ni el cierre de horizonte.

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

TOPOX 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 TOPOX 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: `TOPOX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_TOPOX.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 TOPOX 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, TOPOX muestra la planta de la poligonal `Cerrada de 5 lados, áng. interiores` (la del ejemplo guiado), sin calcular. La pantalla tiene siempre las mismas zonas.



1. **Barra de menú.** Seis categorías; teclas 1 a 6 o toque.
2. **Cinta.** Órdenes de la categoría activa.
3. **Rótulo.** Tipo de poligonal, estaciones, método y estado del cálculo.
4. **Lienzo.** Planta, cierre, correcciones, perfil o croquis COGO.
5. **Línea de estado.** Datos de la estación o el lado seleccionado y mensajes.
6. **Botón de cálculo.** `Calcular` si hay cambios sin resolver; `Calculado` si los resultados están al día.

4.1 Teclas

Tecla	Dónde	Acción
1 … 6	Siempre	Abre la categoría del menú y pone el foco en la cinta.
◀ ▶	Cinta	Elige la orden; en los extremos pasa a la categoría vecina.
Enter	Cinta	Activa la orden resaltada.
◀ ▶	Planta	Recorre las estaciones.
▲ ▼	Planta	Recorre los lados (la línea de estado da su rumbo).
Enter	Planta	Abre la estación seleccionada para editarla.
Del	Planta	Quita la estación seleccionada (pide confirmación).
+ − 0	Planta	Acercar, alejar y encuadrar.
◀ ▶	Correcc., perfil	Mueven el cursor; ▲ ▼ alternan E y N.
◀ ▶	Procedimiento	Sección anterior o siguiente; ▲ ▼ desplazan.
Esc	Siempre	Cierra la ventana o el visor; en la planta pide confirmar la salida.

Pantalla táctil
Tocar una categoría o una orden la activa. Tocar una estación la selecciona y tocarla otra vez la abre; tocar un lado muestra su rumbo. Arrastrar desplaza la planta, el perfil y el visor.

4.2 Editar un valor y resultados pendientes



Formulario: el campo activo resaltado y su unidad.



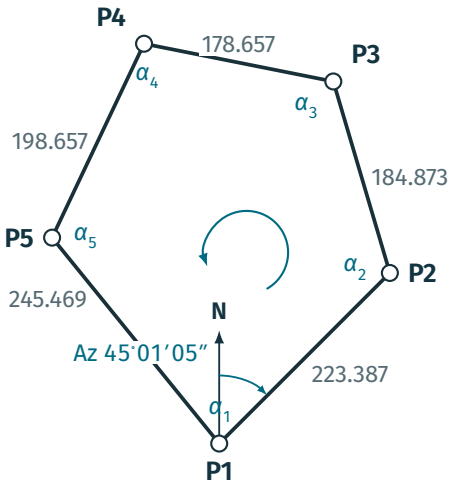
Edición en la celda, con el cursor dentro del número.

- En un formulario, ▲ ▼ cambian de campo. Teclear un número **reemplaza** el valor; Enter sobre el campo selecciona el texto para editarlo.
- ◀ ▶ mueven el cursor dentro del número y Del borra el carácter anterior al cursor. Un campo que se deja vacío conserva su valor anterior.
- Enter acepta y pasa al campo siguiente; Esc anula la edición. En los campos con < > (lista), ◀ ▶ cambian la opción.
- Los ángulos se escriben en D.MMSS: 84°05′03″ se teclea `84.0503`. Minutos o segundos de 60 o más se rechazan con un mensaje.
- Cualquier cambio deja los resultados **pendientes**; recorrer gráficas o cambiar de vista no recalcula. Vuelva a 5 **Calcular** Resolver.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

En una poligonal **cerrada** de cinco estaciones se midieron los **ángulos interiores** y las distancias horizontales, recorriéndola en sentido **antihorario**. Se conocen las coordenadas de P1 y el azimut del lado P1-P2. Se pide comprobar el **cierre angular y lineal** frente a las tolerancias, compensar la poligonal por los **cuatro métodos** (Bowditch, Tránsito, Crandall y mínimos cuadrados), y obtener las **coordenadas** de las estaciones y el **área** encerrada.



5.2 Datos

Estación	Ángulo interior (D.MMSS)	Lado	Distancia (m)
P1	84.0503 (84°05′03″)	P1-P2	223.387
P2	118.3058 (118°30′58″)	P2-P3	184.873
P3	117.4359 (117°43′59″)	P3-P4	178.657
P4	104.0555 (104°05′55″)	P4-P5	198.657
P5	115.3420 (115°34′20″)	P5-P1	245.469

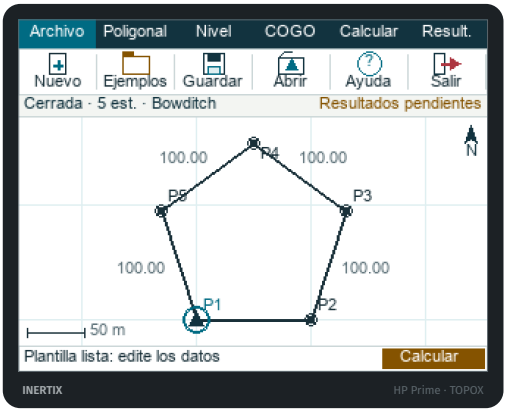
Control y tolerancias	Valor
Coordenadas de P1	E = 1000.000 m, N = 1000.000 m
Azimut P1-P2	45.0105 (45°01′05″), desde el Norte en sentido horario
Tolerancia angular	$T = 20''\sqrt{n}$
Precisión lineal mínima	1/5000
Desviaciones (mínimos cuadrados)	$\sigma_\beta = 10''$; $\sigma_L = 5$ mm +5 ppm

Fuente: ejemplo *Cerrada de 5 lados, áng. interiores* de TOPOX (`Archivo > Ejemplos`, ejemplo 1; caso 2 del AGENTS.md del programa). Caso de validación oficial de INERTIX para compensación angular y lineal de poligonales cerradas. Los métodos clásicos de corrección (Bowditch, Tránsito y Crandall) y cálculo de coordenadas definitivas se verifican analíticamente.

5.3 Paso a paso

El ejemplo se construye **desde la plantilla en blanco y solo con el teclado**, en 16 pasos. En cada paso, la fila *Teclas* es la secuencia exacta desde el final del paso anterior; Enter×2 significa pulsar la tecla dos veces. Se parte de la pantalla inicial de TOPOX.

1 Nuevo: plantilla de poligonal cerrada



TECLAS

1 Enter×2

1 **Archivo** Nuevo abre la lista de plantillas; la primera, `Poligonal cerrada (5 lados)`, se elige con Enter. Deja un pentágono regular (ángulos de 108°, lados de 100 m) que solo sirve de punto de partida: todos sus datos se reemplazan en los pasos siguientes.

✔ **Debe verse:** Pentágono regular de 5 estaciones (108°, 100 m) y «Plantilla lista: edite los datos»

2 Revisar el tipo de poligonal



TECLAS

2 Enter

2 **Poligonal** Tipo abre el formulario del tipo. La plantilla ya trae lo que pide el ejemplo: `Cerrada`, ángulos `Interior`, recorrido `Antihorario`, formato `D.MMSS` y 5 estaciones. Los campos con `< >` se cambian con ◄ ►.

✔ **Debe verse:** Formulario «Tipo de poligonal»: Cerrada, Interior, Antihorario, D.MMSS, 5 estaciones

3 Aceptar el tipo



TECLAS

▼ ×5 Enter

Baje hasta `Aceptar` y pulse Enter. El sentido de recorrido importa: con ángulos interiores, TOPOX lo usa para pasar cada ángulo al ángulo de trabajo a la derecha.

✔ **Debe verse:** Planta del pentágono y «Datos actualizados: resultados pendientes»

4 Control: azimut del primer lado



TECLAS

2 ▶ Enter ▼ ×2 4 5 . 0 1 0 5 Enter

2 **Poligonal** Control pide las coordenadas de P1 y el azimut P1-P2. P1 ya está en (1000, 1000); baje a `Az P1-P2` y teclee 45.0105, es decir, 45°01′05″. Enter deja el foco en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Control: Cerrada»: E P1 = 1000, N P1 = 1000, Az P1-P2 = 45.0105; foco en Aceptar

5 Estación P1



TECLAS

Enter ×2 8 4 . 0 5 0 3 Enter 2 ×2 3 .
3 8 7 Enter

Enter acepta el control. En la planta está seleccionada P1; Enter abre `Estación P1`. Teclee el ángulo interior 84.0503 y la distancia al punto siguiente, 223.387 m.

✔ **Debe verse:** Formulario «Estación P1»: Ángulo = 84.0503, distancia = 223.387 m; foco en Aceptar

6 Estación P2



TECLAS

Enter ▶ Enter 1 ×2 8 . 3 0 5 8 Enter 1 8 4 . 8 7 3 Enter

Enter acepta P1, ▶ selecciona P2 y Enter la abre. Ángulo 118.3058 y distancia P2-P3 184.873 m.

✔ **Debe verse:** Formulario «Estación P2»: Ángulo = 118.3058, distancia = 184.873 m; foco en Aceptar

7 Estación P3



TECLAS

Enter ▶ Enter 1 ×2 7 . 4 3 5 9 Enter 1 7 8 . 6 5 7 Enter

Igual que antes: ángulo 117.4359 y distancia P3-P4 178.657 m. El croquis de la planta se va deformando con cada dato, porque se dibuja con los valores tal como se introducen.

✔ **Debe verse:** Formulario «Estación P3»: Ángulo = 117.4359, distancia = 178.657 m; foco en Aceptar

8 Estación P4



TECLAS

Enter ▶ Enter 1 0 4 . 0 5 ×3 Enter 1 9 8 . 6 5 7 Enter

Ángulo 104.0555 y distancia P4-P5 198.657 m.

✔ **Debe verse:** Formulario «Estación P4»: Ángulo = 104.0555, distancia = 198.657 m; foco en Aceptar

9 Estación P5



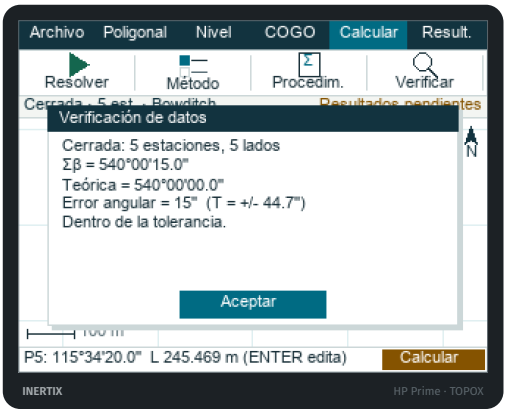
TECLAS

Enter ▶ Enter 1 ×2 5 . 3 4 2 0 Enter 2 4 5 . 4 6 9 Enter

Ángulo 115.3420 y distancia 245.469 m. En la poligonal cerrada, la distancia de la última estación es el lado de cierre: el campo se rotula `Dist. P5-P1`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Estación P5»: Ángulo = 115.3420, distancia = 245.469 m; foco en Aceptar (rótulo «Dist. P5-P1»)

10 Verificar antes de calcular



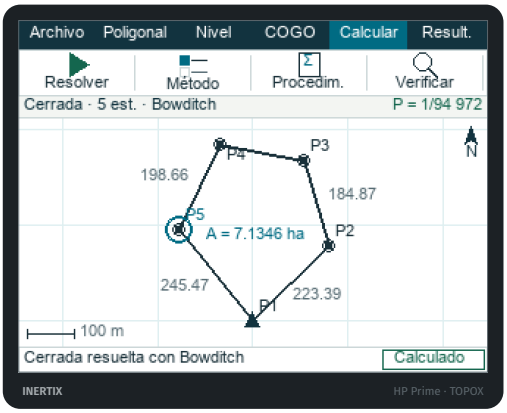
TECLAS

Enter 5 ▶ ×3 Enter

Enter acepta P5. 5 **Calcular** Verificar revisa la libreta sin resolver: la suma de ángulos 540°00′15″ frente a la teórica $(n-2)\cdot 180^\circ = 540^\circ$ da un error angular de 15″, dentro de la tolerancia $20''\sqrt{5} = 44.7''$.

✔ **Debe verse:** Ventana «Verificación de datos»: Σβ = 540° 00′15.0″, error angular 15″ (T = ±44.7″), dentro de la tolerancia

11 Resolver



TECLAS

Enter 5 Enter

Enter cierra la ventana y 5 **Calcular** Resolver calcula. TOPOX reparte el error angular, obtiene azimutes y proyecciones, compensa por los cuatro métodos y dibuja la planta con el método principal (Bowditch). El rótulo da la precisión `P = 1/94 972` y el área, 7.1346 ha.

✔ **Debe verse:** Planta compensada con A = 7.1346 ha, «Cerrada resuelta con Bowditch» y P = 1/94 972

12 Diagrama de cierre



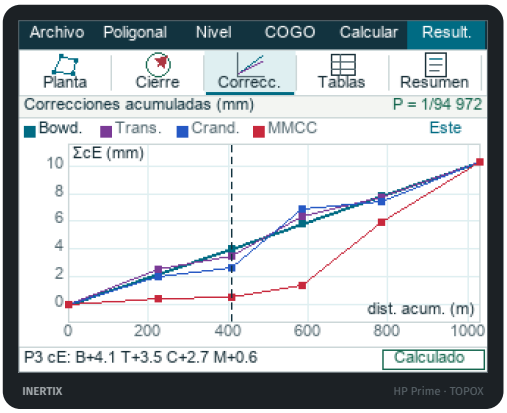
TECLAS

6 ▶ Enter

6 **Result.** Cierre dibuja el vector de error de cierre f_L dentro del círculo de tolerancia (Σ*L*· precisión mínima). El panel resume el cierre angular (f_a = 15″) y el lineal: f_E = −10.3 mm, f_N = +3.4 mm, f_L = 10.9 mm. Ambos cumplen.

✔ **Debe verse:** Vector fL dentro del círculo de tolerancia; fa = 15”, fE = −10.3, fN = +3.4, fL = 10.9 mm: cumple

13 Correcciones de los cuatro métodos



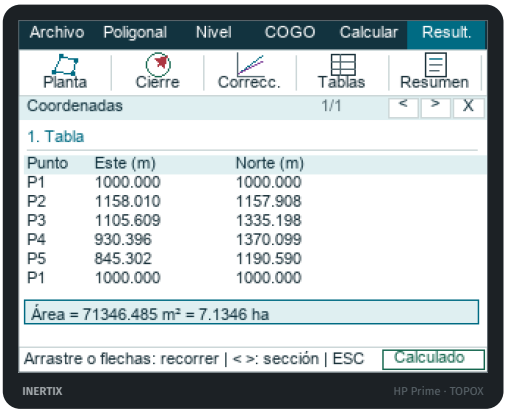
TECLAS

6 ▶ ×2 Enter ▶ ×2

6 **Result.** Correcc. grafica las correcciones acumuladas en E de los cuatro métodos frente a la distancia recorrida. ▶ ×2 lleva el cursor a P3: la línea de estado da la corrección de cada método en esa estación. ▲ o ▼ cambiarían a las correcciones en N.

✔ **Debe verse:** Correcciones acumuladas en E de Bowditch, Tránsito, Crandall y MMCC, con el cursor en P3

14 Tabla de coordenadas



TECLAS

6 ▶ ×3 Enter ▼ ×2 Enter

6 **Result.** Tablas lista las tablas disponibles; Coordenadas muestra las coordenadas compensadas del método principal y el área. Se recorre con ▲ ▼.

✔ **Debe verse:** Tabla de coordenadas compensadas (Bowditch): P3 = 1105.609, 1335.198; área 71346.485 m²

15 Procedimiento de mínimos cuadrados



TECLAS

Esc 5 ▶ ×2 Enter ▼ ×5 Enter ▶ ×4

Esc cierra la tabla. 5 Calcular Procedim. lista los procedimientos; `Mínimos cuadrados` desarrolla el ajuste en siete secciones: modelo y pesos, matriz *B*, sistema normal, iteraciones, observaciones ajustadas, coordenadas y comparación. La sección 5 da cada observación medida, su residuo *v* y su valor ajustado, y $\sigma_0 = 0.539$.

✔ **Debe verse:** Sección «Observaciones ajustadas»: valores medidos y ajustados y σ0 = 0.539

16 Comparación de los cuatro métodos



TECLAS

Esc 5 ▶ ×2 Enter ▼ ×7 Enter ▶ ×2

Esc cierra el visor. El procedimiento `Comparación de métodos` da las diferencias en E y en N de cada método respecto del principal; su `Resumen` muestra la mayor diferencia de cada uno: 0.64 mm (Tránsito), 2.82 mm (Crandall) y 4.63 mm (mínimos cuadrados).

✔ **Debe verse:** Sección «Resumen»: diferencia máxima de Tránsito, Crandall y MMCC frente a Bowditch, en mm

El orden de las estaciones

Las estaciones se numeran en el orden de recorrido, P1 a P5, y la distancia de cada estación es la del lado que sale de ella. Si el recorrido real es horario, declárelo en `Tipo`: con ángulos interiores y el sentido equivocado, la figura sale reflejada.

5.4 Resultados

TOPOX coincide con la referencia

Cierres, coordenadas de los cuatro métodos, σ_0 y área coinciden con el cálculo independiente de referencia. Los cuatro métodos cierran exactamente y solo difieren en cómo reparten el error: a lo sumo 4.63 mm, frente a un error de cierre de 10.856 mm.

Magnitud	Referencia	TOPOX	Estado
Suma de ángulos $\Sigma\beta$	540°00′15.0″	540°00′15.0″	Coincide
Error angular f_a (T = 44.7″)	+15.0″	+15.0″	Cumple
f_E / f_N	−10.308 / +3.406 mm	−10.308 / +3.406 mm	Coincide
Error de cierre f_L	10.856 mm	10.856 mm	Coincide
Precisión P (mín. 1/5000)	1/94 972	1/94 972	Cumple
P3 Bowditch (E, N)	1105.6087, 1335.1977	1105.6087, 1335.1977	Coincide
P3 Tránsito	1105.6081, 1335.1975	1105.6081, 1335.1975	Coincide
P3 Crandall	1105.6073, 1335.1991	1105.6073, 1335.1991	Coincide
P3 mínimos cuadrados	1105.6052, 1335.1987	1105.6052, 1335.1987	Coincide
σ_0 a posteriori (r = 3)	0.539	0.539	Coincide
Área (Bowditch)	71 346.485 m²	71 346.485 m²	Coincide

Coordenadas en metros. Área = 7.1346 ha. Tolerancia de la validación: 10^{-7} m en coordenadas y 10^{-6} relativo en el área.

Comprobación a mano

$$\Sigma\beta_{\text{teórica}} = (n-2)\cdot 180^\circ = 3\cdot 180^\circ = 540^\circ 00' 00''$$

$$f_a = 540^\circ 00' 15'' - 540^\circ = +15'' \;\le\; T = 20''\sqrt{5} = 44.7''$$

$$c = -f_a/n = -3'' \text{ por ángulo}$$

$$f_L = \sqrt{f_E^2 + f_N^2} = \sqrt{10.308^2 + 3.406^2} = 10.856 \text{ mm}$$

$$P = \Sigma L / f_L = 1031.043 / 0.010856 \approx 94\,972$$

5.5 Opciones importantes

Los casos siguientes son los mismos de la guía TI-Nspire (los datos salen de una fuente común a las dos guías). Cada paso indica sus teclas exactas desde el final del anterior. Los ejemplos de 1 **Archivo** Ejemplos **sustituyen** la poligonal o la libreta en uso.

OI-1 · Poligonal enlazada con ángulos a la derecha

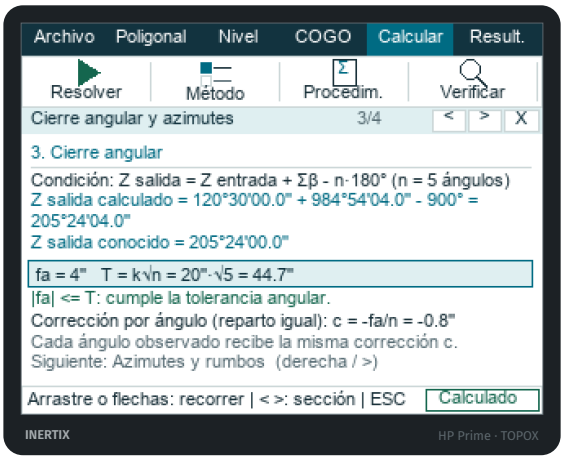
Objetivo. Ajustar una poligonal entre dos líneas de azimut conocido, con coordenadas conocidas en los extremos. **Datos.** Ejemplo 2: azimut de entrada 120°30′00″ y de salida 205°24′00″; P1 (5000, 8000) y P5 (5882.961, 7368.743).

1. **Cargar la enlazada.** 1 **Archivo** Ejemplos, segundo ejemplo.
   1 ▶ Enter ▼ Enter
2. **Revisar el control.** 2 **Poligonal** Control: en la enlazada se piden también E y N finales y el azimut de salida.
   2 ▶ Enter
3. **Resolver.** Esc y 5 **Calcular** Resolver: P = 1/59 957.
   Esc 5 Enter

4. **Cierre.** 6 **Result.** Cierre: f_L = 18.8 mm dentro del círculo de tolerancia.
   6 ▶ **Enter**
5. **Cierre angular con azimutes.** 5 **Calcular** Procedim., primero, sección 3: azimut de salida calculado frente al conocido.
   5 ▶×2 **Enter**×2 ▶×2



Control de la enlazada.



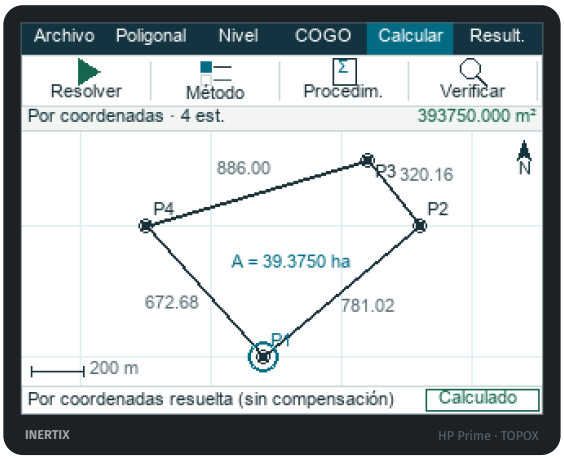
Cierre angular por azimutes.

Lectura. $f_a = Z_{\text{entrada}} + \Sigma\beta - n \cdot 180^\circ - Z_{\text{salida}} = 4''$; f_L = 18.789 mm y precisión 1/59 957, que cumple 1/5000.

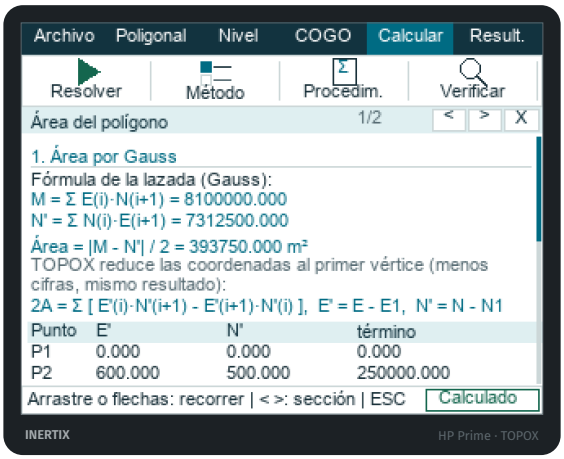
OI-2 · Área de un polígono por coordenadas (Gauss y DMD)

Objetivo. Área de un predio con vértices ya coordenados. **Datos.** Ejemplo 3: P1 (1200, 1000), P2 (1800, 1500), P3 (1600, 1750) y P4 (750, 1500).

1. **Cargar el polígono.** 1 **Archivo** Ejemplos, tercer ejemplo.
   1 ▶ **Enter** ▼×2 **Enter**
2. **Resolver.** 5 **Calcular** Resolver: área 39.3750 ha.
   5 **Enter**
3. **Área por Gauss.** 5 **Calcular** Procedim., segundo.
   5 ▶×2 **Enter** ▼ **Enter**
4. **Área por DMD.** ▶: el mismo valor.
   ▶



Polígono resuelto: 39.3750 ha.



Área por Gauss.

Lectura. M = 8 100 000, N' = 7 312 500; área = $|M - N'|/2$ = 393 750.000 m², igual por DMD.

OI-3 · Poligonal abierta con deflexiones

Objetivo. Coordenadas de una poligonal abierta medida por deflexiones, sin control de cierre. **Datos.** Ejemplo 4: cuatro estaciones desde P1 (2000, 3000), azimut inicial 30°, deflexiones 0, +25°30′, −40°15′ y +12°; P5 es el punto final.

1. **Cargar la abierta.** 1 **Archivo** Ejemplos, cuarto ejemplo.

   1 ▶ Enter ▼×3 Enter

2. **Revisar el tipo.** 2 **Poligonal** Tipo: Abierta, ángulos Deflexión.

   2 Enter

3. **Resolver.** Esc y 5 **Calcular** Resolver: sin compensación.

   Esc 5 Enter

4. **Coordenadas del punto final.** 6 **Result.** Tablas, Coordenadas: P5 = (2212.211, 3364.399).

   6 ▶×3 Enter ▼×2 Enter

5. **Método: no aplica.** Esc y 5 **Calcular** Método: aviso, no hay cierre que repartir.

   Esc 5 ▶ Enter



Tipo: abierta con deflexiones.



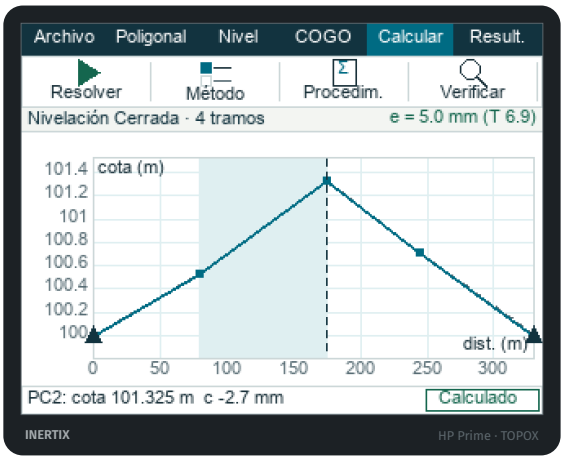
Coordenadas; P5 es el punto final.

Lectura. Con deflexiones $\beta = 180° + d$. Sin condición de cierre, un error de campo no se detecta.

OI-4 · Nivelación geométrica en circuito

Objetivo. Comprobar el cierre de una nivelación en circuito y compensar las cotas. **Datos.** Ejemplo 5: BM 100.000 m; tramos de 80, 95, 70 y 85 m; C = 12 mm$\sqrt{K}$.

1. **Cargar la nivelación.** `1` **Archivo** Ejemplos, quinto ejemplo: perfil preliminar.
   `1` `▶` **Enter** `▼`×4 **Enter**
2. **Libreta de campo.** `3` **Nivel** Libreta.
   `3` `▶`×5 **Enter**
3. **Resolver.** `Esc` y `5` **Calcular** Resolver: e = 5.0 mm, T = 6.9 mm.
   `Esc` `5` **Enter**
4. **Perfil compensado.** `▶` dos veces: cursor en el segundo punto.
   `▶`×2
5. **Cierre y tolerancia.** `5` **Calcular** Procedim., sección 3.
   `5` `▶`×2 **Enter** `▶`×2



Perfil compensado.



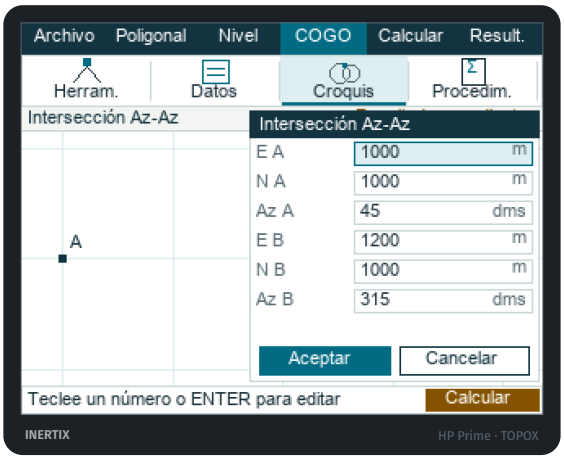
Cierre y tolerancia.

Lectura. e = 100.005 − 100.000 = +5.0 mm ≤ T = 12$\sqrt{0.330}$ = 6.89 mm: cumple; la cota final compensada vuelve a 100.000 m. El ejemplo 6 (nivelación enlazada entre dos BM) da e = 7.0 mm frente a T = 9.30 mm.

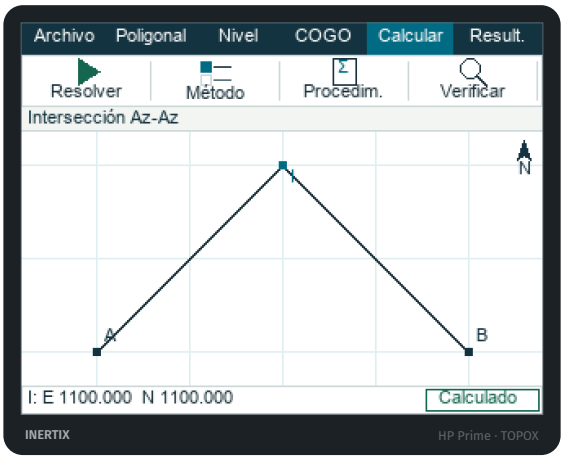
OI-5 · COGO: intersección Az-Az

Objetivo. Punto de corte de dos visuales con azimut conocido. **Datos.** A (1000, 1000), azimut 45°; B (1200, 1000), azimut 315° (los que trae la herramienta).

1. **Elegir la herramienta.** `4` **COGO** Herram., cuarta: datos de A y B.
   `4` **Enter** `▼`×3 **Enter**
2. **Resolver.** `Esc` cierra los datos sin cambiarlos y `5` **Calcular** Resolver dibuja el croquis.
   `Esc` `5` **Enter**
3. **Procedimiento.** `4` **COGO** Procedim., sección `Resultado`.
   `4` `▶`×3 **Enter** `▶`×2



Datos de la intersección Az-Az.



Croquis y punto de corte.

Lectura. Punto (1100.000, 1100.000), a 141.421 m de A y de B: triángulo rectángulo isósceles sobre AB.

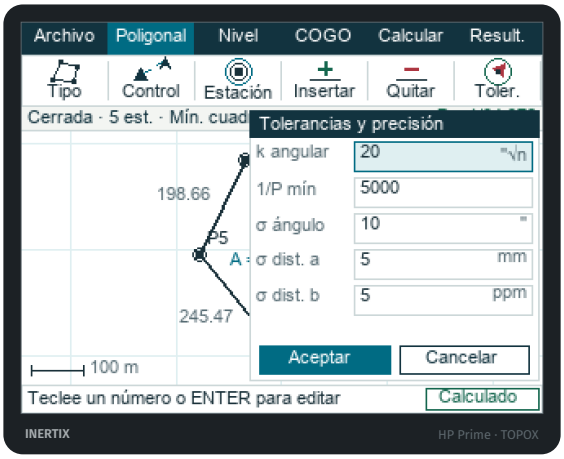
OI-6 · Método principal, tolerancias y ranuras

Objetivo. Cambiar el método principal sin perder el caso, revisar tolerancias y usar las ranuras. **Datos.** Ejemplo 1, resuelto.

1. **Ejemplo 1 resuelto.** 1 **Archivo** Ejemplos, primero, y 5 **Calcular** Resolver.
   1 ▶ **Enter** ×2 5 **Enter**
2. **Guardar en la ranura 1.** 1 **Archivo** Guardar y **Enter**.
   1 ▶ ×2 **Enter** ×2
3. **Método principal.** 5 **Calcular** Método, mínimos cuadrados: resultados pendientes.
   5 ▶ **Enter** ▼ ×3 **Enter**
4. **Resolver.** 5 **Calcular** Resolver: planta y área con las coordenadas ajustadas.
   5 **Enter**
5. **Tolerancias.** 2 **Poligonal** Toler.: k, $1/P$ mín., σ_β, σ_L.
   2 ▶ ×5 **Enter**
6. **Abrir la ranura 1.** **Esc** y 1 **Archivo** Abrir: vuelve el caso (Bowditch), pendiente.
   Esc 1 ▶ ×3 **Enter** ×2



Método cambiado: resultados pendientes.



Tolerancias y precisión.

Lectura. El principal solo decide qué coordenadas se dibujan y con cuáles se calcula el área: P3 pasa de (1105.6087, 1335.1977) con Bowditch a (1105.6052, 1335.1987) con mínimos cuadrados. Las σ solo intervienen en mínimos cuadrados.

5.6 Errores y avisos

Aviso	Qué significa y qué hacer
Dato no válido	Ángulo D.MMSS con minutos o segundos ≥ 60, distancia no positiva, estaciones fuera de rango. El formulario sigue abierto y el caso no cambia.
Calculado con advertencias	Error angular o precisión fuera de tolerancia: se compensa igual; revise las observaciones.
Cierre peor que 1/200	Se toma como error de datos y no se resuelve.
No aplica (abierta libre)	Sin condición de cierre no hay error que repartir (OI-3).
Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular	Se pulsó On durante un cálculo largo. Al volver a entrar, TOPOX abre con el caso intacto y los resultados pendientes: vuelva a 5 **Calcular** Resolver.

La cobertura completa de funciones de las dos plataformas está en el registro de cobertura de la guía TI-Nspire de TOPOX.

6 Referencia de menús y opciones

6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Lista de plantillas limpias: • Poligonal cerrada (5 lados), Poligonal enlazada (4 lados), Poligonal abierta libre (3 lados); • Polígono por coordenadas (4 vért.); • Nivelación cerrada (4 tramos), Nivelación enlazada (4 tramos). Cada una reinicia solo su espacio de trabajo: una plantilla de poligonal no borra la libreta de nivelación.
Ejemplos	Carga un caso resuelto de antemano: • Cerrada de 5 lados, áng. interiores; Enlazada de 4 lados, áng. a la derecha; • Área por Gauss: 4 vértices; Abierta de 4 lados con deflexiones; • Nivelación en circuito (4 tramos); Nivelación entre dos BM (5 tramos).
Guardar / Abrir	Cuatro ranuras en memoria con la poligonal, la nivelación y los datos COGO.
Ayuda	Documento desplazable con menús, teclas, convenios y tolerancias.
Salir	Pide confirmación. Los datos quedan en memoria para la próxima vez.

6.2 2 · Poligonal

Orden	Qué hace
Tipo	Tipo (cerrada, enlazada, abierta, por coordenadas), tipo de ángulo (interior, derecha, izquierda, deflexión), recorrido (solo con interiores), formato (D.MMSS o decimal) y número de estaciones. Los campos cambian según el tipo.
Control	Coordenadas de P1 y azimut inicial. En la enlazada, además, coordenadas de Pn y azimut de salida.
Estación	Ángulo y distancia al punto siguiente de la estación seleccionada; en el polígono por coordenadas, Este y Norte del vértice.
Insertar / Quitar	Añade una estación después de la seleccionada o quita la seleccionada con su lado.
Toler.	k angular (segundos), precisión mínima $1/P$, y desviaciones σ_β, $\sigma_L = a$ mm + b ppm para mínimos cuadrados.

6.3 3 · Nivel

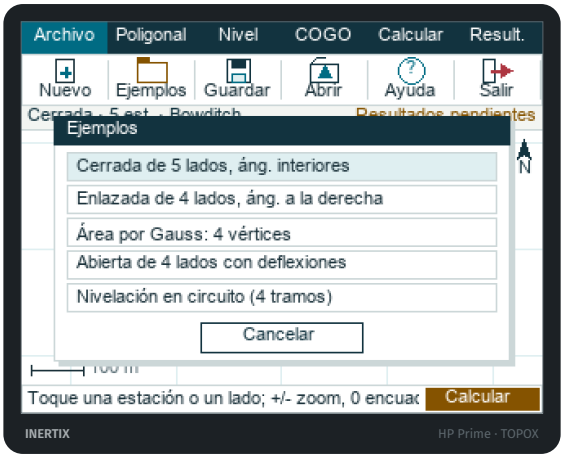
Orden	Qué hace
Config.	Tipo (cerrada, enlazada o abierta), cota inicial, cota final conocida (enlazada), compensación por distancia o por tramo, coeficiente C (mm$\sqrt{K}$) y número de tramos.
Tramo	Vista atrás, vista adelante y distancia del tramo seleccionado.
Insertar / Quitar	Añade o quita un tramo.
Perfil	Perfil de cotas preliminares y compensadas, con cursor por punto y la cota de control.
Libreta	Tabla de la libreta con desniveles y cotas.

6.4 4 · COGO

Orden	Qué hace
Herram.	Elige una de las nueve herramientas: • inversa (2 puntos), radiación + offset, estación / offset; • intersección Az-Az, Az-Dist y Dist-Dist; • transformación 2D, taquimetría y altura inaccesible.
Datos	Formulario de la herramienta activa (en dos o tres etapas en transformación y taquimetría).
Croquis	Croquis de la herramienta con los resultados.
Procedim.	Datos, cálculo y resultado paso a paso.



4 COGO Herram.: las nueve herramientas.



1 Archivo Ejemplos.

6.5 5 · Calcular

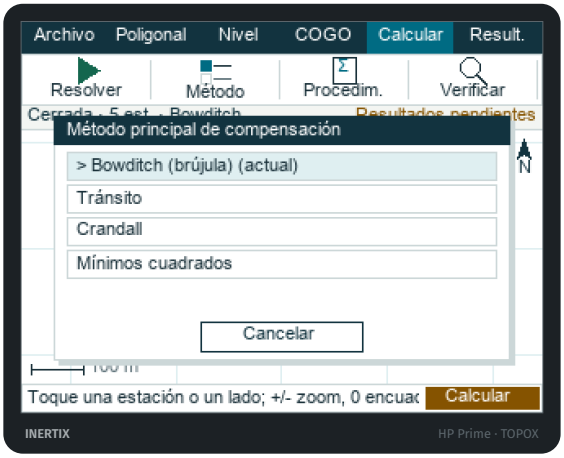
Orden	Qué hace
Resolver	Resuelve el espacio de trabajo activo: poligonal, nivelación o COGO.
Método	Elige el método principal (Bowditch, Tránsito, Crandall o mínimos cuadrados): el que se usa en la planta, las coordenadas y el área. Los cuatro se calculan siempre.
Procedim.	Lista de procedimientos paso a paso (tabla siguiente).
Verificar	Revisa los datos sin resolver: cierre angular previo o cota final preliminar.

Procedimiento	Contenido
Cierre angular y azimutes	Datos y convenio, ángulos de trabajo, cierre angular, azimutes y rumbos.
Proyecciones y cierre lineal	$\Delta E = L \sin Z$, $\Delta N = L \cos Z$; f_E, f_N, f_L y precisión.
Bowditch (brújula) / Tránsito	Fórmula, correcciones, coordenadas y comparación con el método principal.
Crandall	Planteamiento, sistema normal 2 × 2, correcciones, coordenadas y comparación.
Mínimos cuadrados	Modelo y pesos, matriz B, sistema normal, iteraciones, observaciones ajustadas, coordenadas y comparación.
Coordenadas y área	Área por Gauss con coordenadas reducidas a P1 y comprobación por DMD.
Comparación de métodos	Diferencias en E y en N, y resumen.

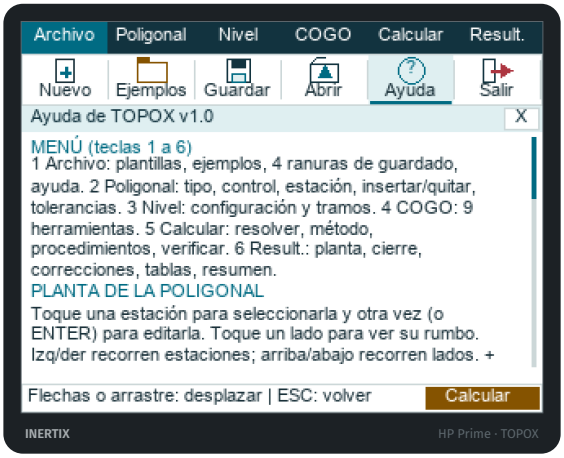
En la abierta libre, los métodos de compensación aparecen como «no aplica: sin cierre». El polígono por coordenadas tiene sus propios procedimientos (inversa del polígono y área). En el visor, ◄ ► cambian de sección, ▲ ▼ desplazan y Esc cierra.

6.6 6 · Result.

Orden	Qué hace
Planta	Planta compensada con escala, norte y área; selección de estaciones y lados.
Cierre	Vector de cierre con el círculo de tolerancia y panel angular y lineal.
Correcc.	Correcciones acumuladas de los cuatro métodos, con cursor por estación.
Tablas	Libreta de la poligonal, proyecciones y compensación, coordenadas, libreta de nivelación y resultados COGO.
Resumen	Documento con los resultados de la poligonal, la nivelación y la herramienta COGO.



5 **Calcular** Método.



1 **Archivo** Ayuda.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Ángulos y azimutes

Todo tipo de ángulo se pasa al ángulo de trabajo β (a la derecha) y se encadenan los azimutes:

$$Z_{i+1} = Z_i + \beta_{i+1} - 180^\circ \tag{1}$$

Donde: con ángulos interiores en recorrido antihorario $\beta = \alpha$; en horario y con ángulos a la izquierda $\beta = 360^\circ - \alpha$; con deflexiones $\beta = 180^\circ + d$.

7.2 Cierre angular

$$f_a = \Sigma\beta - (n-2)\cdot 180^\circ \qquad T_a = k\sqrt{n} \qquad c = -\frac{f_a}{n} \tag{2}$$

Donde: n número de ángulos, k coeficiente angular en segundos y c corrección por ángulo. En la enlazada, $f_a = Z_{\text{entrada}} + \Sigma\beta - n\cdot 180^\circ - Z_{\text{salida}}$.

7.3 Cierre lineal

$$\Delta E = L\sin Z \qquad \Delta N = L\cos Z \qquad f_L = \sqrt{f_E^2 + f_N^2} \qquad P = \frac{\Sigma L}{f_L} \tag{3}$$

Donde: f_E y f_N son las sumas de proyecciones menos su valor teórico (cero en la cerrada).

7.4 Compensación

$$\text{Bowditch: } c_{E,i} = -f_E\,\frac{L_i}{\Sigma L} \qquad \text{Tránsito: } c_{E,i} = -f_E\,\frac{|\Delta E_i|}{\Sigma|\Delta E|} \tag{4}$$

Donde: y lo mismo en N. Crandall deja fijos los azimutes compensados y corrige solo las longitudes, $\delta L_i = a\,\Delta N_i + b\,\Delta E_i$, por mínimos cuadrados con peso $1/L$ (sistema 2×2).

Los **mínimos cuadrados** ajustan a la vez ángulos y distancias con pesos $p = 1/\sigma^2$ y tres ecuaciones de condición (redundancia $r = 3$), iterando hasta que las correcciones son despreciables:

$$(\mathbf{B}\,\mathbf{Q}\,\mathbf{B}^T)\,\mathbf{k} = -\mathbf{w} \qquad \mathbf{v} = \mathbf{Q}\,\mathbf{B}^T\mathbf{k} \qquad \sigma_0 = \sqrt{\frac{\mathbf{v}^T\mathbf{P}\,\mathbf{v}}{r}} \tag{5}$$

Donde: σ_0 cercano a 1 indica que las desviaciones supuestas son coherentes con los residuos.

7.5 Área

$$2A = \left|\,\Sigma\,(E_i\,N_{i+1} - E_{i+1}\,N_i)\,\right| \qquad 2A = \left|\,\Sigma\,\mathrm{DMD}_i\,\Delta N_i\,\right| \tag{6}$$

Donde: fórmula de la lazada (Gauss) con coordenadas reducidas a P1, y dobles distancias meridianas: $DMD_1 = \Delta E_1$, $DMD_i = DMD_{i-1} + \Delta E_{i-1} + \Delta E_i$.

7.6 Nivelación geométrica

$$\Delta h = VA - VF \qquad AI = \text{cota} + VA \qquad T = C\sqrt{K}\ (\text{mm}) \qquad c_i = -e\,\frac{d_i}{\Sigma d} \tag{7}$$

Donde: e error de cierre, K longitud nivelada en km y c_i corrección del desnivel del tramo i, de longitud d_i; con compensación por tramo, $c_i = -e/n$. Comprobación aritmética: $\Sigma VA - \Sigma VF$ = cota final − cota inicial.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?

Porque algún dato cambió después del último cálculo. TOPOX no muestra resultados de una solución anterior: use 5 **Calcular** Resolver o toque `Calcular`.

¿Cómo escribo un ángulo en grados, minutos y segundos?

En formato D.MMSS: 84°05′03″ se teclea 84.0503. Si prefiere grados decimales, cambie `Formato` en 2 **Poligonal** Tipo.

La poligonal cierra, pero la figura sale al revés.

Con ángulos interiores, el sentido de recorrido es un dato. Si se declara al revés, la figura se refleja respecto del primer lado y sigue cerrando. Corrija `Recorrido` en 2 **Poligonal** Tipo.

El programa rechaza el cálculo por el cierre lineal.

Un cierre peor que 1/200 se toma como error de datos. Revise el tipo de ángulo, el sentido de recorrido, el azimut inicial y las distancias.

¿Qué método debo usar?

Los cuatro se calculan siempre. Bowditch es el habitual; Tránsito supone ángulos más precisos que las distancias; Crandall conserva los azimutes; mínimos cuadrados pondera con σ_β y σ_L. Elija el principal en 5 **Calcular** Método.

¿Por qué los métodos de compensación dicen «no aplica»?

En la poligonal abierta libre no hay condición de cierre: no hay error que repartir.

¿Considera el factor de escala o la curvatura?

No. TOPOX trabaja en trigonometría plana, con distancias horizontales.

¿Pierdo los datos al salir?

No. Quedan en memoria y reaparecen la próxima vez que abra TOPOX. Además puede guardarlos en cuatro ranuras con 1 **Archivo** Guardar.