INERTIX

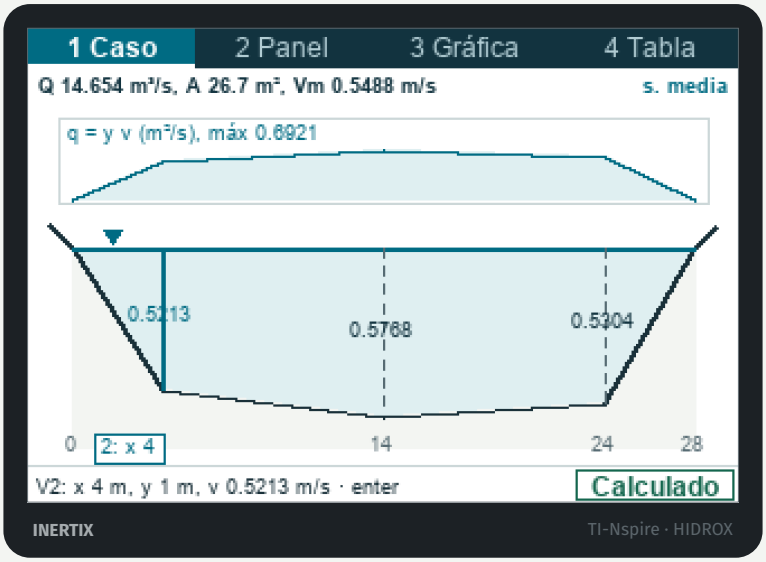
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

HIDROX

Hidrología aplicada: cuenca, lluvia, frecuencia, crecidas y aforo

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Hidráulica e hidrología · 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

4. La interfaz **7**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 8

4.2. Espacios y menú . . . 8

4.3. Teclas . . . 9

4.4. Formularios, tablas y resultados pendientes . . . 10

5. Ejemplo guiado **11**

5.1. Enunciado . . . 11

5.2. Datos . . . 11

5.3. Paso a paso . . . 12

5.4. Resultados . . . 17

6. Opciones importantes **19**

6.1. OI-1 · Frecuencia: Gumbel por parámetros, N = 30, T = 50 años . . . 19

6.2. OI-2 · Lluvia de diseño, hietograma y crecida por hidrograma unitario . . . 20

6.3. OI-3 · Crecida por isócronas: cuenca de 50 km² . . . 21

6.4. OI-4 · Tránsito Muskingum: K = 2.3 h, X = 0.15 . . . 22

6.5. OI-5 · Método racional: cuenca urbana de 1.2 km² . . . 23

6.6. OI-6 · Evapotranspiración, dato no válido y guardado . . . 24

7. Referencia de menús y opciones **26**

7.1. Archivo 26

7.2. Cuenca 26

7.3. Lluvia 27

7.4. Frecuen. 27

7.5. Crecida 27

7.6. Aforo 28

7.7. Errores y avisos 28

8. Fundamento teórico breve **28**

8.1. Cuenca 28

8.2. Lluvia y pérdidas 28

8.3. Frecuencia 29

8.4. Crecida y tránsito 29

8.5. Aforo y evapotranspiración 29

9. Preguntas frecuentes **29**

1 Presentación y alcance

HIDROX resuelve en las TI-Nspire CX y CX II los problemas habituales de **hidrología superficial**: características de la cuenca, lluvia de diseño, análisis de frecuencia de máximos, crecidas y su tránsito, aforo con molinete, consistencia de datos y evapotranspiración. Cada espacio de trabajo tiene sus formularios y tablas, un panel de resultados, una gráfica con cursor y procedimientos paso a paso con la fórmula, la sustitución y la comparación con el resultado. El motor es el de la versión HP Prime, traducido sin cambios: con los mismos datos da las mismas cifras.

1.1 Qué calcula

- **Cuenca**: pendiente, tiempo de concentración por Kirpich, California, Témez y Giandotti (o su promedio, o un valor manual) y precipitación media aritmética, de Thiessen y por isoyetas.
- **Lluvia**: curva IDF $i = a/(t+b)^c$, ajuste de a y c por mínimos cuadrados, evento de diseño por bloques (alternos, adelantado o atrasado) con pérdidas SCS-CN o coeficiente C, y consistencia de datos (dato faltante, doble masa, regresión y pluviograma).
- **Frecuencia**: Gumbel con N finito y asintótico, Normal, Log-normal y Log-Pearson III, prueba de Kolmogórov-Smirnov y riesgo de excedencia en la vida útil.
- **Crecida**: racional, pico SCS-CN, hidrograma unitario (NRCS triangular o curvilíneo, Snyder o tabulado) con convolución, isócronas y fórmula regional; tránsito por Muskingum o Puls modificado.
- **Aforo**: tarado del molinete, verticales con velocidad media o revoluciones a 0.6y o a 0.2y y 0.8y, caudal por sección media, q(x) trapecial y semisuma, y maxímetro (niveles y caudal por Manning).
- **Evapotranspiración y balances**: tanque clase A, Hargreaves-Samani, Thornthwaite mensual y anual, lisímetro y balance hídrico de cuenca.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad
Área de cuenca, longitud del cauce	km², km
Cotas, abscisas y profundidades	m
Tiempo de concentración, tiempos del hidrograma	h
Duración en la IDF y del evento	min
Intensidad, precipitación	mm/h, mm
Caudal, velocidad, volumen	m³/s (balance de cuenca: L/s), m/s, m³
Temperatura, radiación	°C, MJ/m²·d
Período de retorno, vida útil	años

Solo se trabaja en el sistema internacional; las unidades se muestran junto a cada campo y en cada lectura.

1.3 Límites y fuera de alcance

Fuera de alcance

- Solo unidades SI.
- El tránsito es hidrológico (Muskingum y Puls); no resuelve Saint-Venant ni remansos (flujo en canales: CANALIX).
- La cuenca se describe con sus datos; el programa no la traza desde un modelo de elevación.
- La evapotranspiración se limita a los métodos listados (sin Penman-Monteith).
- Las tablas tienen límites de filas (por ejemplo, 40 verticales); al llegar al máximo HIDROX lo avisa.
- Tiempo y memoria en la calculadora: **no medidos** (las convoluciones largas son la ruta más pesada).

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`HIDROX.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

HIDROX 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
`HIDROX.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 `HIDROX.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, HIDROX 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

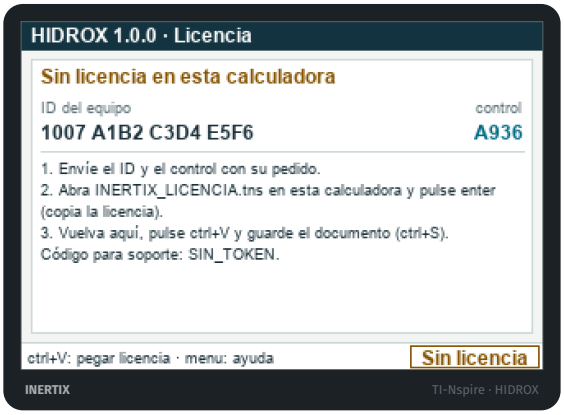
1. Abra `HIDROX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la calculadora (sección anterior), ábralo y pulse enter: aparece `Licencia copiada`.
4. Abra `HIDROX.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.

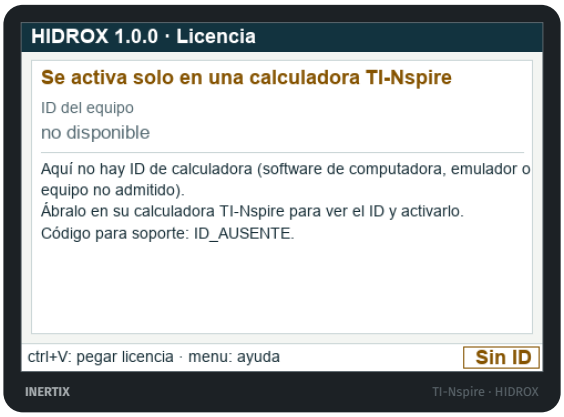
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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.



Sin licencia: pantalla Licencia, sin cálculo (ID de ejemplo).



Vista de computadora: «Se activa solo en una calculadora TI-Nspire».

En HIDROX la pantalla se abre con menu **Archivo** → `Licencia`; menu **Archivo** → `Ayuda` incluye las secciones `LICENCIA` y `ACERCA DE` con la versión.

4 La interfaz

4.1 Zonas de la pantalla

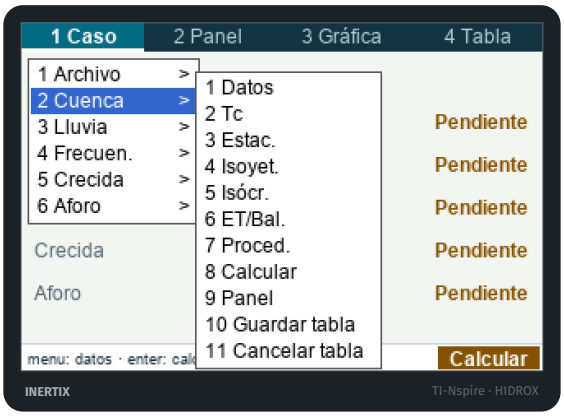


Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Caso`, `2 Panel`, `3 Gráfica`, `4 Tabla`: vistas del espacio activo. Se eligen con la cifra, con tab o con un clic.
2 Cabecera	Espacio activo (`HIDROX · Cuenca…`) o resumen de la figura con su etiqueta (`T 50 años`, `pendiente`).
3 Contenido	Croquis de la cuenca, sección de aforo, panel de resultados, gráfica o tabla.
4 Barra inferior	Lectura del cursor con unidades (`T 50 años: X 252.78 m³/s`) o ayuda del momento.
5 Insignia	`Calcular` (resultados pendientes; un clic calcula) o `Calculado`.
Menú	menu abre Archivo, Cuenca, Lluvia, Frecuen., Crecida y Aforo, las categorías de la versión HP. Elegir una orden activa su espacio. No hay `Salir`: el documento se cierra desde el sistema.

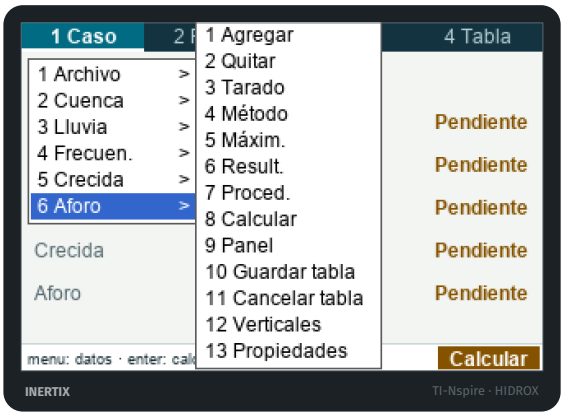
En el software TI-Nspire de computadora el programa no se activa: solo muestra la pantalla `Licencia` (sección 3).

4.2 Espacios y menú

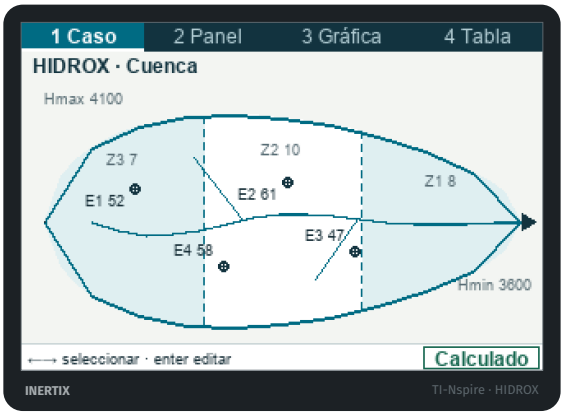
Cada categoría reúne las órdenes de la cinta HP y cuatro órdenes comunes: `Calcular` (resuelve el espacio; desde Archivo, los cinco), `Panel`, `Guardar tabla` y `Cancelar tabla`. Lluvia añade `Adoptar ajuste`; Aforo, `Verticales` y `Propiedades`.



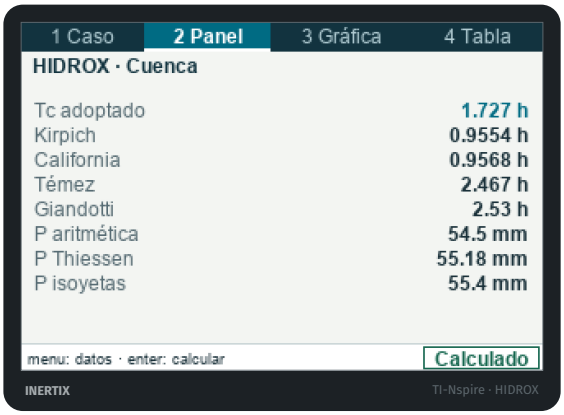
menu: Cuenca.



menu: Aforo.



Caso de Cuenca: croquis con estaciones y zonas.



Panel de Cuenca: T_c y P media.

4.3 Teclas

Control	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las órdenes.
1 a 4, tab	Fuera de edición	Cambian de vista. Panel y Gráfica preguntan si calculan cuando hay resultados pendientes.
◀ ▶, enter	Caso (Cuenca, Aforo)	Eligen estación, zona o vertical; enter abre sus propiedades (en Aforo, con resultados pendientes, calcula).
flechas, enter	Gráfica	Mueven el cursor (t, bloque, T, instante o vertical); ▲ ▼ alternan IDF/hietograma y hidrograma/tránsito (en Frecuencia, pasos largos de T); enter vuelve al valor de referencia. Un clic coloca el cursor.
flechas, enter, clear	Tabla	Eligen la celda, editan y reemplazan; admite + − × ÷ ( ) ^ E; esc deshace la celda.
+ del	Tabla	Agrega una fila después de la elegida; del pide quitarla.
◀ ▶, ▲ ▼, ( )	Procedimiento	Cambian de sección; desplazan el texto; mueven tablas anchas.
esc	—	Cierra formularios, listas, avisos, documentos y procedimientos.
ctrl S	Siempre	Guarda el documento con las entradas del caso.

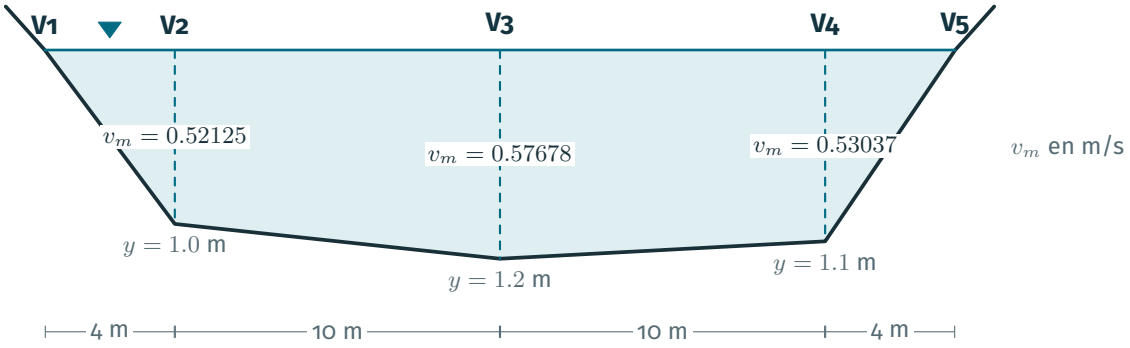
4.4 Formularios, tablas y resultados pendientes

- **Formularios.** ▲ ▼ eligen el campo; ◀ ▶ cambian la opción. clear y una cifra reemplazan el valor; enter lo guarda y pasa al campo siguiente. Tras el último campo el foco queda en `Aceptar`; desde cualquier campo, tab va a `Aceptar`. esc cierra sin cambios. Solo se muestran los campos de la opción elegida.
- **Tablas.** Se editan sobre una copia: la orden `Guardar tabla` del menu la aplica y `Cancelar tabla` la descarta. Al cambiar de vista con cambios, HIDROX pide confirmar. Para calcular hay que guardar o cancelar la tabla.
- **Pendientes.** Todo cambio deja pendiente su espacio y los que dependen de él (Cuenca: también Lluvia y Crecida; Lluvia: también Crecida). El panel dice `Resultados pendientes` y la insignia se pone ámbar; los resultados anteriores no se muestran como vigentes. La curva IDF y la sección de aforo se dibujan sin calcular porque son datos.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Se calibra un **molinete** en un canal de tarado con dos ensayos, y con él se afora un río de 28 m de ancho en **5 verticales**. En las tres verticales interiores se conoce la velocidad media; en las orillas, la profundidad y la velocidad son nulas. Calcular la **recta de tarado** $v = A\,n + B$, el **caudal** por el método de la **sección media** y compararlo con los métodos q(x) trapecial y semisuma.



5.2 Datos

Ensayo	t (s)	L (m)	N (rev)
1	7	5	47
2	5	5	65

Tarado del molinete: el aparato recorre L en el tiempo t y da N vueltas.

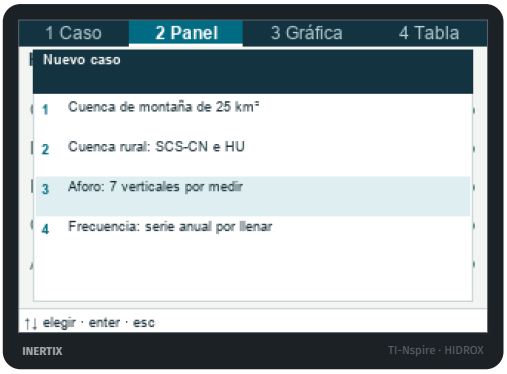
Vertical	x (m)	y (m)	v_m (m/s)	Medición
V1	0	0	0	orilla
V2	4	1.0	0.52125	v_m directa
V3	14	1.2	0.57678	v_m directa
V4	24	1.1	0.53037	v_m directa
V5	28	0	0	orilla

Método principal: `Secc. media`. Unidades SI: x e y en m, v en m/s, Q en m³/s.

> **Nota**
> Es el mismo ejemplo de la guía HP Prime, con los mismos 16 pasos en el mismo orden. Las órdenes se abren con menu; donde la HP usa la cinta y 1 a 6, aquí se indica la ruta menu **Categoría** → `Orden`. En TI las verticales se quitan en la tabla y se editan con menu **Aforo** → `Propiedades`.

5.3 Paso a paso

1 Abrir Nuevo y elegir la plantilla de aforo



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` ▼ ×2

menu **Archivo** → `Nuevo` abre la lista de plantillas; ▼ ×2 resalta `Aforo: 7 verticales por medir`, una sección y un molinete de prueba que se sustituyen en los pasos siguientes.

✓ **Debe verse:** Lista «Nuevo caso» con «Aforo: 7 verticales por medir» resaltada

2 Cargar la plantilla y abrir Aforo



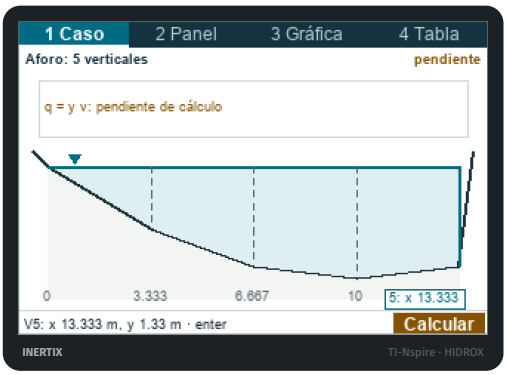
TECLAS

enter ×2

enter elige la plantilla y otro enter confirma `¿Reemplazar todos los datos por la plantilla elegida?`. HIDROX activa Aforo y muestra la sección con sus siete verticales, `pendiente`.

✓ **Debe verse:** Tras «¿Reemplazar todos los datos…?»: sección de 20 m con 7 verticales, «pendiente»

3 Dejar cinco verticales



TECLAS

menu **Aforo** → `Verticales` ▼ ×6 del enter del enter

menu **Aforo** → `Guardar tabla`

menu **Aforo** → `Verticales` abre la tabla. ▼ ×6 llega a la fila 7; del y enter la quitan, y se repite con la 6. menu **Aforo** → `Guardar tabla` aplica los cambios y vuelve a Caso. El aforo exige al menos tres verticales. (La HP quita la vertical elegida en el lienzo; en TI, menu **Aforo** → `Quitar` actúa sobre la primera fila de la tabla, por eso aquí se usa la tabla.)

✓ **Debe verse:** Tabla Verticales: se quitan las filas 7 y 6; al guardar, 5 verticales entre 0 y 13.33 m

4 Vertical 5: margen derecha en x = 28 m



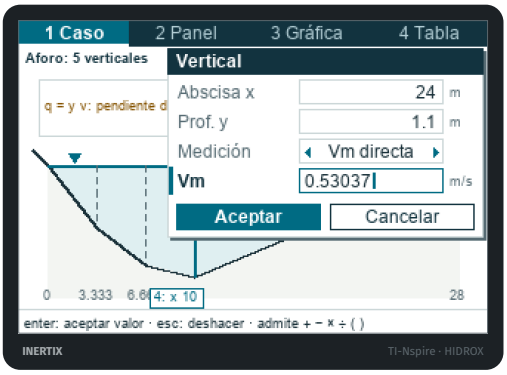
TECLAS

menu **Aforo** → `Propiedades` clear 2 8 enter clear 0 enter tab enter

Con la vertical 5 elegida, menu **Aforo** → `Propiedades`: $x = 28$, enter; $y = 0$, enter; tab y enter aceptan.

✔ **Debe verse:** La sección se extiende hasta x = 28 m

5 Vertical 4: abscisa, profundidad y velocidad media



TECLAS

◀ menu **Aforo** → `Propiedades` clear 2 4 enter clear 1 . 1 enter ▼ clear 0 . 5 3 0 3 7

◀ elige la vertical 4 y menu **Aforo** → `Propiedades`: $x = 24$ m, $y = 1.1$ m y, con `Medición` en `Vm directa`, $v_m = 0.53037$ m/s.

✔ **Debe verse:** Formulario «Vertical»: x = 24 m, y = 1.1 m, Vm directa, Vm = 0.53037 m/s en edición

6 Aceptar la vertical 4 y cargar la vertical 3



TECLAS

enter ×2 ◀ menu **Aforo** → `Propiedades` clear 1 4 enter clear 1 . 2 enter ▼ clear 0 . 5 7 6 7 8 enter ×2

Dos enter aceptan el valor y el formulario. La vertical 3 se carga igual: $x = 14$ m, $y = 1.2$ m y $v_m = 0.57678$ m/s. Cada x debe quedar entre sus vecinas: por eso se edita de derecha a izquierda.

✔ **Debe verse:** Verticales en x = 14, 24 y 28 m

7 Vertical 2



TECLAS

◀ menu **Aforo** → `Propiedades` clear 4 enter clear 1 enter ▼ clear 0 . 5 2 1 2 5 enter ×2

La vertical 2 lleva $x = 4$ m, $y = 1.0$ m y $v_m = 0.52125$ m/s. La vertical 1 ($x = 0$, orilla) ya es correcta.

✔ **Debe verse:** Sección completa con verticales en 0, 4, 14, 24 y 28 m

8 Tabla de tarado del molinete



TECLAS

menu **Aforo** → `Tarado` clear 7 enter ▶ ×2 clear 4 7 enter ▼ clear 6 5 enter

menu **Aforo** → `Tarado` abre la tabla de ensayos (t, L, N). En TI enter deja el cursor en la celda: fila 1, $t = 7$ s; ▶ ×2, $N = 47$; ▼, $N = 65$. Las distancias y el $t = 5$ s de la fila 2 ya son los del enunciado.

✔ **Debe verse:** Tabla «Tarado del molinete»: 7 s / 5 m / 47 rev y 5 s / 5 m / 65 rev

9 Guardar la tabla



TECLAS

menu **Aforo** → `Guardar tabla`

menu **Aforo** → `Guardar tabla`.
menu **Aforo** → `Cancelar tabla` la descartaría.

✔ **Debe verse:** Vuelve la sección; el tarado queda guardado

10 Elegir el método principal



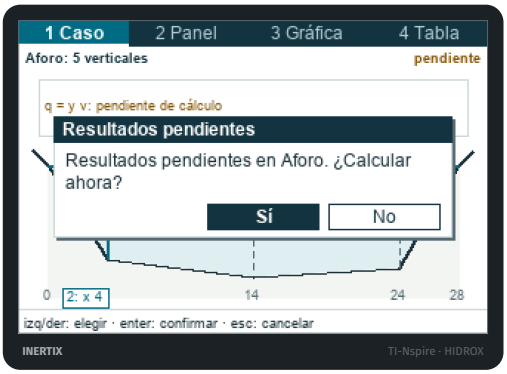
TECLAS

menu **Aforo** → `Método`

menu **Aforo** → `Método`: se deja `Secc. media`; los otros dos métodos se calculan igual y se comparan al final.

✔ **Debe verse:** Formulario «Método aforo»: Secc. media

11 Calcular



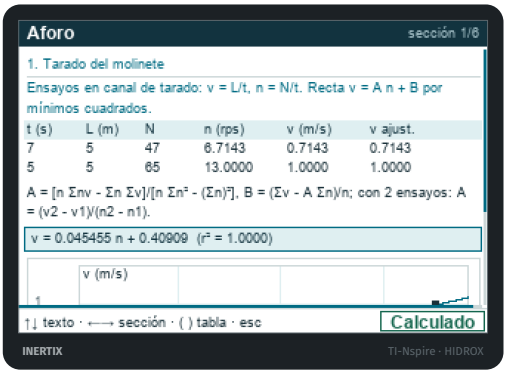
TECLAS

tab enter menu **Aforo** → `Result.`

tab y enter aceptan; menu **Aforo** → `Result.` pregunta `Resultados pendientes en Aforo. ¿Calcular ahora?` (la HP dice «¿Calcular y abrir el procedimiento?»).

✔ **Debe verse:** «Resultados pendientes en Aforo. ¿Calcular ahora?»

12 Tarado del molinete



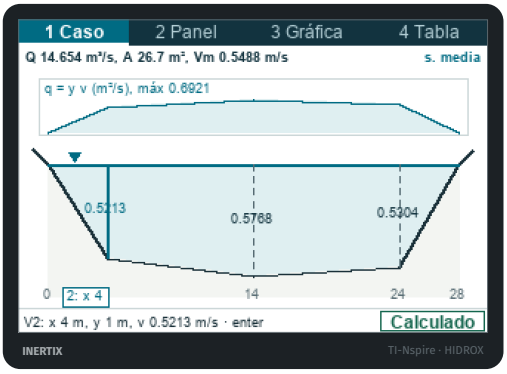
TECLAS

enter

enter calcula y abre el procedimiento en la sección 1/6: los dos ensayos convertidos a n y v y la recta $v = 0.045455\,n + 0.40909$, igual a la referencia.

✔ **Debe verse:** Procedimiento 1/6: v = 0.045455 n + 0.40909 (r^2 = 1)

13 Sección calculada



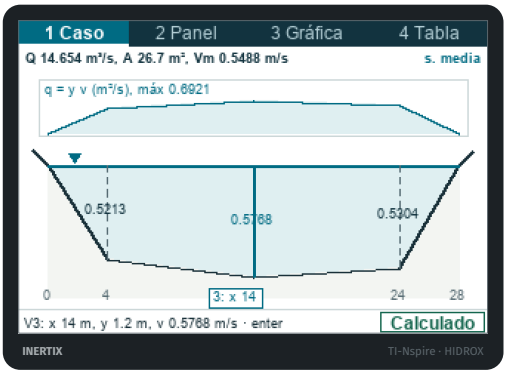
TECLAS

esc

esc vuelve a Caso, calculado: $Q = 14.654$ m³/s, $A = 26.7$ m², $V_m = 0.5488$ m/s; arriba, la banda del caudal unitario $q = y\,v$; en cada vertical, su velocidad.

✔ **Debe verse:** Q 14.654 m³/s, A 26.7 m², Vm 0.5488 m/s; banda q = y v y velocidad en cada vertical

14 Recorrer las verticales



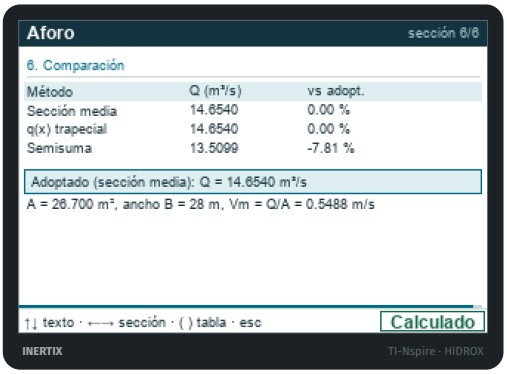
TECLAS

▶

▶ elige la vertical 3; la barra inferior da su abscisa, profundidad y velocidad. Recorrer no recalcula.

✔ **Debe verse:** Vertical 3 elegida; abajo, «V3: x 14 m, y 1.2 m, v 0.5768 m/s»

15 Comparación de métodos



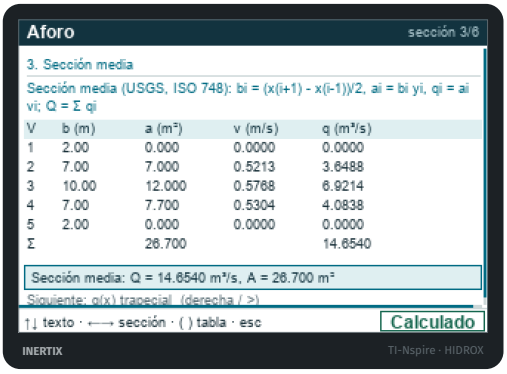
TECLAS

menu **Aforo** → `Result.` ▶ ×5

menu **Aforo** → `Result.` abre el procedimiento en la sección 1 (la HP abre la 6); ▶ ×5 llega a la comparación: sección media y q(x) trapecial dan 14.654 m³/s y la semisuma 13.510 (-7.81 %).

✔ **Debe verse:** Sección 6/6: sección media 14.654, q(x) trapecial 14.654, semisuma 13.510 m³/s

16 Procedimiento por sección media



TECLAS

◀ ×3

◀ ×3: sección 3/6, con el ancho de influencia b_i, el área a_i y el caudal parcial q_i de cada vertical y las sumas del área y del caudal.

✔ **Debe verse:** Sección 3/6: anchos, áreas y caudales parciales; Σ a = 26.700 m², Σ q = 14.654 m³/s

5.4 Resultados

HIDROX TI-Nspire coincide con la referencia y con la HP
Los valores del motor TI son idénticos, sin redondear, a los de la versión HP (diferencia relativa 0 en las 20 magnitudes comparadas).

Magnitud	Referencia	TI-Nspire	Estado
Pendiente del tarado A	0.045455 m	0.045455 m	Coincide
Ordenada del tarado B	0.40909 m/s	0.40909 m/s	Coincide
Velocidades de tarado v_1 / v_2	0.71429 / 1.00000	0.7143 / 1.0000	Coincide
Área mojada	26.700 m²	26.700 m²	Coincide
Caudal por sección media (adoptado)	14.654 m³/s	14.654 m³/s	Coincide
Caudal por q(x) trapecial	14.654 m³/s	14.654 m³/s	Coincide
Caudal por semisuma	—	13.510 m³/s	-7.81 % frente al adoptado
Velocidad media Q/A	0.5488 m/s	0.5488 m/s	Coincide

Tolerancia de la validación: 5×10^{-4} m³/s en Q y 10^{-6} en A y B. Con verticales dadas por su velocidad media, el tarado no interviene en Q; se usa cuando la medición es por revoluciones (1 punto a 0.6y o 2 puntos a 0.2y y 0.8y).

Comprobación a mano

$$n_1 = 47/7 = 6.7143 \text{ rps}, \quad v_1 = 5/7 = 0.71429 \text{ m/s}; \quad n_2 = 65/5 = 13 \text{ rps}, \quad v_2 = 5/5 = 1 \text{ m/s}$$

$$A = \frac{v_2 - v_1}{n_2 - n_1} = \frac{0.28571}{6.28571} = \frac{1}{22} = 0.045455 \text{ m}; \quad B = v_2 - A\,n_2 = 1 - \frac{13}{22} = 0.40909 \text{ m/s}$$

$$b_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2}: \quad b_2 = 7,\ b_3 = 10,\ b_4 = 7 \text{ m}; \quad a_i = b_i\,y_i: \quad 7.0 + 12.0 + 7.7 = 26.7 \text{ m}^2$$

$$Q = \sum a_i\,v_i = 7(0.52125) + 12(0.57678) + 7.7(0.53037) = 14.654 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fuente del ejemplo: ejemplo *Aforo con molinete: 5 verticales* de HIDROX (`Archivo > Ejemplos`). Caso de validación para aforo de caudales mediante molinete hidrométrico y método de la sección media. Los coeficientes de la ecuación del instrumento y la integración del caudal total ($Q = 14.654$ m^3/s) se verifican analíticamente.

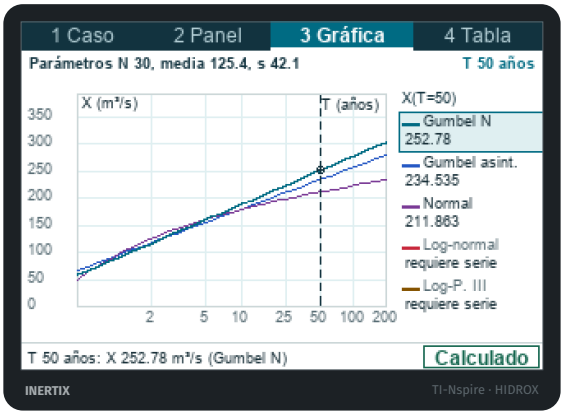
6 Opciones importantes

Seis casos cortos, los mismos de la guía HP, para lo que el ejemplo guiado no toca. Los casos con resultado conocido se cargan con menu **Archivo** → `Ejemplos`, la cifra del caso y enter (confirmar que se reemplazan los datos).

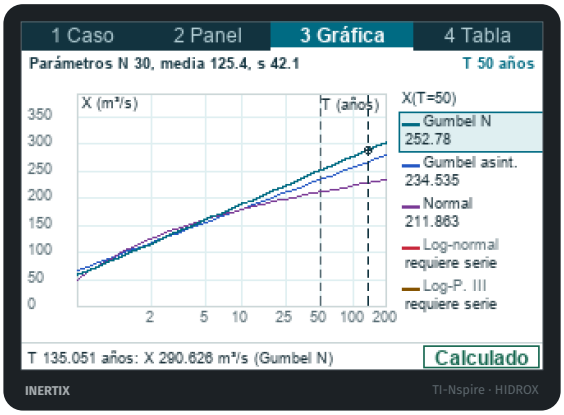
6.1 OI-1 · Frecuencia: Gumbel por parámetros, N = 30, T = 50 años

Objetivo. Caudal de diseño de una serie de máximos dada por sus parámetros y efecto de la distribución. **Datos.** Media 125.40 m³/s, $s = 42.10$ m³/s, $N = 30$, $T = 50$ años, vida útil 25 años.

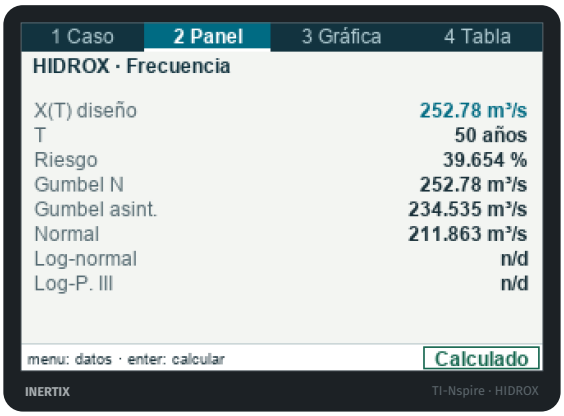
1. **Cargar el ejemplo.** Ejemplo 2. HIDROX activa Frecuencia con resultados pendientes.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2 enter
2. **Calcular y leer el Panel.** menu **Frecuen.** → `Calcular` y la cifra 2: el Panel da $X(T)$ de diseño, el riesgo y la de cada distribución.
   menu **Frecuen.** → `Calcular` 2
3. **Papel de Gumbel.** La cifra 3 abre el papel de Gumbel con el cursor en $T = 50$ años.
   3
4. **Recorrer T.** ▲×2 sube T en pasos largos (◀ ▶, en pasos cortos); la barra da $X(T)$.
   ▲×2
5. **Cambiar la distribución de diseño.** menu **Frecuen.** → `Diseño:` ▼ hasta `Distrib.`, ▶ (`G. asint.`), tab y enter.
   menu **Frecuen.** → `Diseño` ▼ ▶ tab enter
6. **Recalcular.** menu **Frecuen.** → `Calcular` y la cifra 2.
   menu **Frecuen.** → `Calcular` 2
7. **Procedimiento: Gumbel asintótico.** menu **Frecuen.** → `Proced.` y ▶×2: sección 3/8, Gumbel asintótico.
   menu **Frecuen.** → `Proced.` ▶×2



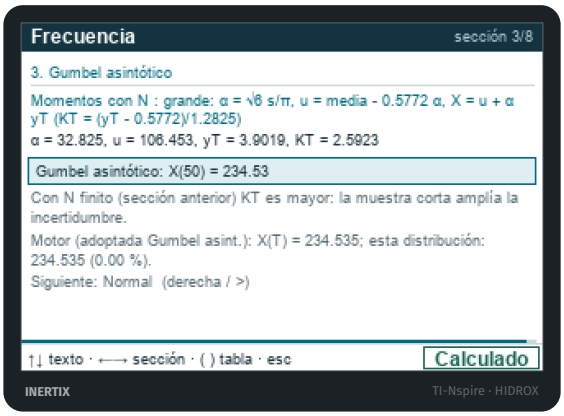
Papel de Gumbel: tres distribuciones por parámetros.



Cursor en $T \approx 135$ años.



Panel con Gumbel N finito adoptado.



Procedimiento: Gumbel asintótico.

Magnitud	Referencia	TI-Nspire	Estado
K_T Gumbel con N finito	3.0256	3.0257	Coincide
Q_{50} Gumbel con N finito	252.78 m³/s	252.78 m³/s	Coincide
Q_{50} Gumbel asintótico	234.53 m³/s	234.535 m³/s	Coincide
Q_{50} Normal	—	211.863 m³/s	Del programa
Riesgo en 25 años	$1-(1-1/50)^{25}$	39.654 %	Coincide

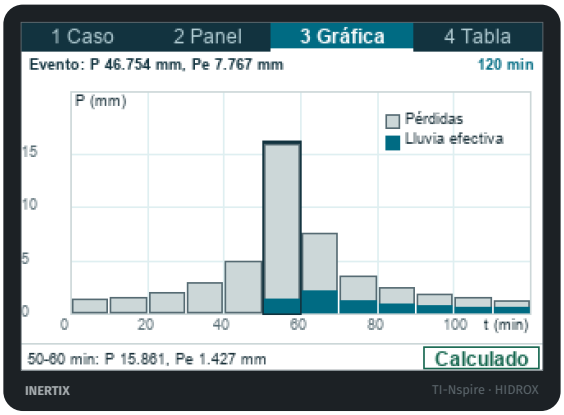
Lectura. Con 30 años, la corrección por muestra finita da un caudal un 7.8 % mayor que la forma asintótica. Log-normal y Log-Pearson III necesitan la serie (menu **Frecuen.** → `Muestra = Serie`): con parámetros el Panel dice `n/d` y la gráfica, «requiere serie».

6.2 OI-2 · Lluvia de diseño, hietograma y crecida por hidrograma unitario

Objetivo. Tormenta de diseño desde la IDF, pérdidas por SCS-CN e hidrograma. **Datos.** Plantilla `Cuenca de montaña de 25 km²`: $A = 25$ km², $L = 8$ km, CN 75, IDF $i = 900/(t+10)^{0.75}$ con $T = 25$ años; evento de 120 min en bloques de 10 min, alternos; HU NRCS triangular.

1. **Plantilla «Cuenca de montaña de 25 km²».** menu **Archivo** → `Nuevo`, la cifra 1 y enter.
   menu **Archivo** → `Nuevo` 1 enter
2. **Revisar el evento.** menu **Lluvia** → `Evento`: duración, intervalo, patrón y pérdidas.
   menu **Lluvia** → `Evento`
3. **Calcular la lluvia.** esc, menu **Lluvia** → `Calcular` y la cifra 2: P y P_e del evento.
   esc menu **Lluvia** → `Calcular` 2
4. **Hietograma.** menu **Lluvia** → `Hietog.`: bloques con pérdidas y lluvia efectiva.
   menu **Lluvia** → `Hietog.`
5. **Recorrer los bloques.** ▶ ×6: bloque 6 (50–60 min), el de mayor lluvia.
   ▶ ×6
6. **Curva IDF.** ▲ pasa a la curva IDF (lectura en 60 min).
   ▲
7. **Crecida por hidrograma unitario.** menu **Crecida** → `Calcular` y la cifra 2: pico y comparación de los cinco métodos.
   menu **Crecida** → `Calcular` 2

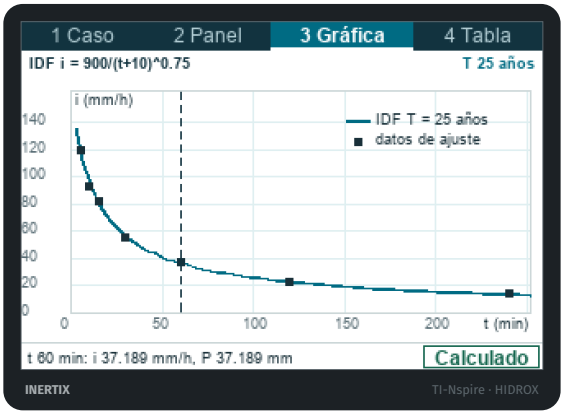
8. **Hidrograma de diseño.** menu **Crecida** → `Hidrog.` y enter: hidrograma con el cursor en el pico.
   menu **Crecida** → `Hidrog.` enter



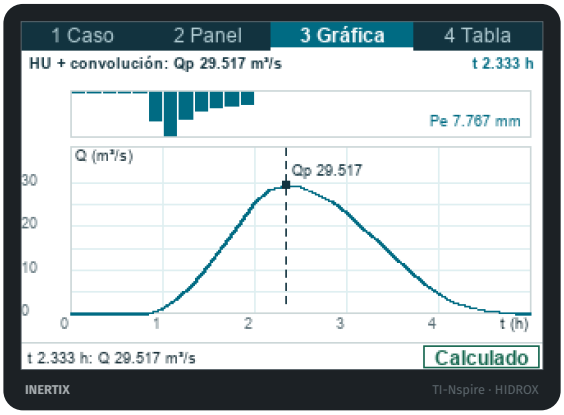
Hietograma: bloque 6, $P = 15.861$ mm, $P_e = 1.427$ mm.



Panel de Crecida: cinco métodos.



Curva IDF con los datos de ajuste.



Hidrograma por HU: $Q_p = 29.517$ m³/s.

Resultado	HIDROX TI-Nspire
Lluvia total / efectiva	46.754 mm / 7.767 mm (12 bloques)
T_c adoptado (promedio)	1.727 h
Pico por HU + convolución	29.517 m³/s a 2.333 h
Comparación (m³/s)	racional 80.869 · SCS-CN 34.776 · HU 29.517 · isócronas 83.743 · regional 36.239

Lectura. Con CN 75 solo escurre el 17 % de la lluvia; el HU queda por debajo del racional, que supone toda la cuenca aportando con la intensidad de T_c. La comparación ayuda a juzgar el método, no a promediarlo.

6.3 OI-3 · Crecida por isócronas: cuenca de 50 km²

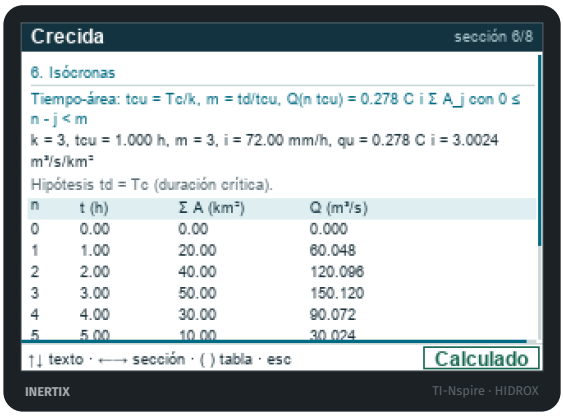
Datos. Zonas de 20, 20 y 10 km² desde la salida, $T_c = 3$ h, $C = 0.15$, $i = 72$ mm/h. Fuente: curso CIV-3333 Hidrología (Universidad Técnica de Oruro).

1. **Cargar el ejemplo.** Ejemplo 3.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3 enter

2. **Calcular la crecida.** menu **Crecida** → `Calcular` y la cifra 2.
   menu **Crecida** → `Calcular` 2
3. **Hidrograma por isócronas.** menu **Crecida** → `Hidrog.`: subida en tres escalones.
   menu **Crecida** → `Hidrog.`
4. **Procedimiento de métodos.** menu **Crecida** → `Proced.` y la cifra 1 (`Métodos de crecida`).
   menu **Crecida** → `Proced.` 1
5. **Sección de isócronas.** ▶ ×5: sección 6/8, isócronas.
   ▶ ×5



Hidrograma por isócronas.



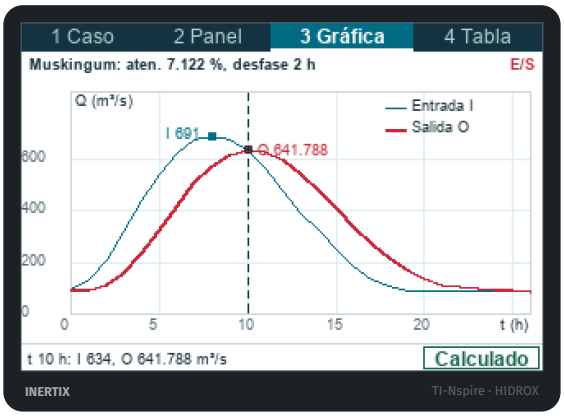
Procedimiento: áreas acumuladas y caudales.

Caudal máximo **150.12 m³/s** a las 3 h $= 0.278 \cdot 0.15 \cdot 72 \cdot 50$, igual a la referencia y a la HP. Antes de T_c solo aportan las zonas ya alcanzadas.

6.4 OI-4 · Tránsito Muskingum: K = 2.3 h, X = 0.15

Datos. Hidrograma de entrada de 20 h con pico de 691 m³/s a las 8 h, $\Delta t = 1$ h. Fuente: Chow, Maidment y Mays, *Hidrología aplicada*, ejemplo 8.4.1.

1. **Cargar el ejemplo.** Ejemplo 4.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 4 enter
2. **Ver los parámetros.** menu **Crecida** → `Tránsito`: Muskingum, entrada `Tabla`, K y X.
   menu **Crecida** → `Tránsito`
3. **Calcular.** esc y menu **Crecida** → `Calcular`.
   esc menu **Crecida** → `Calcular`
4. **Entrada y salida.** menu **Crecida** → `E/S` y enter: entrada, salida y cursor en el pico de salida.
   menu **Crecida** → `E/S` enter
5. **Procedimiento del tránsito.** menu **Crecida** → `Proced.`, la cifra 2 (`Tránsito`) y ▶: sección 2/4.
   menu **Crecida** → `Proced.` 2 ▶



E/S: atenuación 7.122 %, desfase 2 h.



Procedimiento: C_0, C_1, C_2.

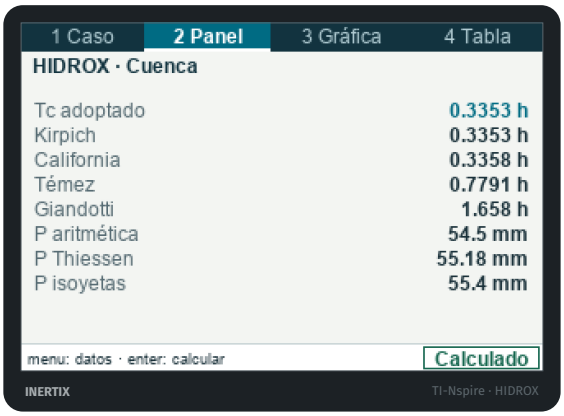
Magnitud	Referencia	TI-Nspire	Estado
C_0 / C_1 / C_2	0.0631 / 0.3442 / 0.5927	0.0631 / 0.3442 / 0.5927	Coincide
Caudal máximo de salida	641.79 m³/s	641.788 m³/s	Coincide
Atenuación / desfase	—	7.12 % / 2 h	Del programa

Lectura. $\Delta t = 1$ h está dentro de $2KX \le \Delta t \le 2K(1-X)$; los coeficientes suman 1. El Panel de Crecida muestra el método de crecida del ejemplo (regional); el tránsito se lee en `E/S`.

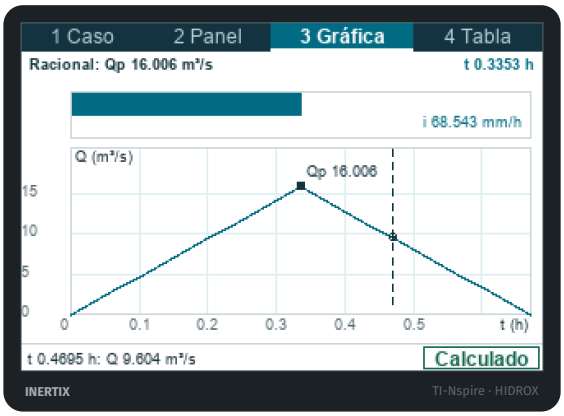
6.5 OI-5 · Método racional: cuenca urbana de 1.2 km²

Datos. $A = 1.2$ km², $L = 1.5$ km, cotas 2650 y 2600 m, $C = 0.7$, IDF $i = 1100/(t+12)^{0.8}$, T_c de Kirpich.

1. **Cargar el ejemplo.** Ejemplo 5.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 5 enter
2. **Tiempo de concentración.** menu **Cuenca** → `Calcular` y la cifra 2: T_c por las cuatro fórmulas.
   menu **Cuenca** → `Calcular` 2
3. **Curva IDF.** menu **Lluvia** → `Curva`; HIDROX pregunta si calcula la lluvia: enter (Sí).
   menu **Lluvia** → `Curva` enter
4. **Caudal pico.** menu **Crecida** → `Calcular` y la cifra 2.
   menu **Crecida** → `Calcular` 2
5. **Hidrograma triangular.** menu **Crecida** → `Hidrog.`: hidrograma triangular.
   menu **Crecida** → `Hidrog.`



T_c: Kirpich 0.3353 h (adoptado).



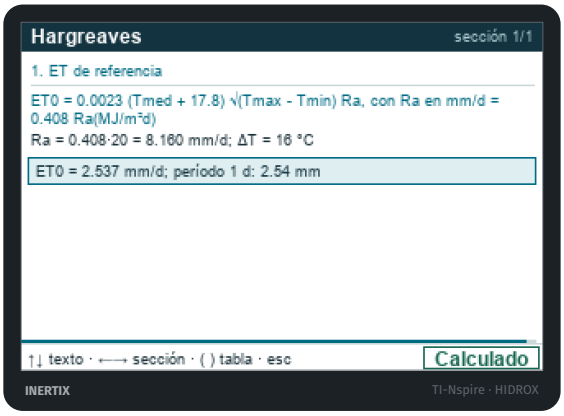
Racional: $Q_p = 16.006$ m³/s.

$T_c = 0.3353$ h (20.1 min), $i(T_c) = 68.54$ mm/h, $Q_p = 0.278 \cdot 0.7 \cdot 68.54 \cdot 1.2 = \mathbf{16.01}$ m³/s. Témez (0.779 h) y Giandotti (1.658 h) darían otra intensidad: en cuencas pequeñas la elección de T_c domina el resultado.

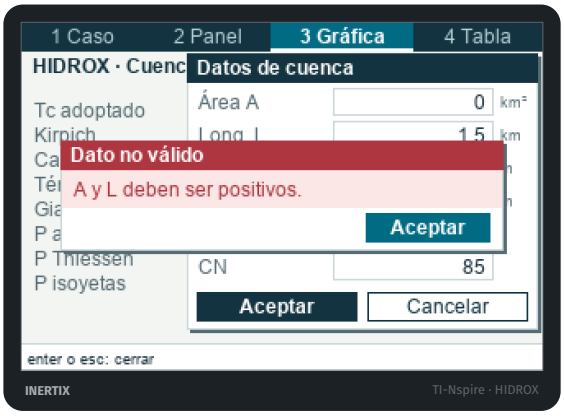
6.6 OI-6 · Evapotranspiración, dato no válido y guardado

Datos. Hargreaves-Samani: $T_{\text{mín}} = 8$, $T_{\text{máx}} = 24$, $T_{\text{med}} = 16$ °C, $R_a = 20$ MJ/m²·d, 1 día (valores iniciales). Parte del ejemplo 5.

1. **Hargreaves-Samani.** menu **Cuenca** → `ET/Bal.` y la cifra 2: formulario de Hargreaves-Samani.
   menu **Cuenca** → `ET/Bal.` 2
2. **Aceptar: ET de referencia.** tab y enter: procedimiento con ET_0.
   tab enter
3. **Temperatura media fuera de rango.** esc; repita con $T_{\text{med}} = 30$ °C: el procedimiento dice «No disponible: Hargreaves: se requiere Tmin <= Tmed <= Tmax.».
   esc menu **Cuenca** → `ET/Bal.` 2 ▼×2 clear 3 0 enter tab enter
4. **Dato no válido en la cuenca.** menu **Cuenca** → `Datos`, área 0, enter, tab y enter: HIDROX rechaza el dato.
   menu **Cuenca** → `Datos` clear 0 enter tab enter
5. **Documento guardado y reabierto.** ctrl S guarda; al reabrir el documento vuelve el mismo caso con resultados pendientes.



$ET_0 = 2.537$ mm/d.



«A y L deben ser positivos.»

Lectura. Un dato de cuenca no válido no cambia el caso: el aviso dice qué corregir y el formulario

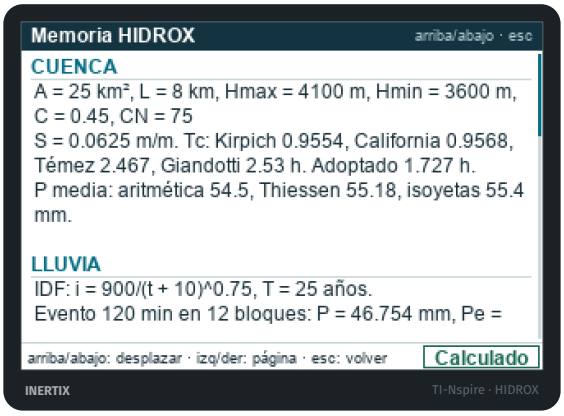
sigue abierto. Las calculadoras de `ET/Bal.` aceptan el formulario e informan el dato fuera de rango en su procedimiento. El guardado conserva las entradas, no los resultados. La TI-Nspire no tiene el corte con la tecla ON de la HP; si se cierra el documento sin guardar, se conserva el último caso guardado.

7 Referencia de menús y opciones

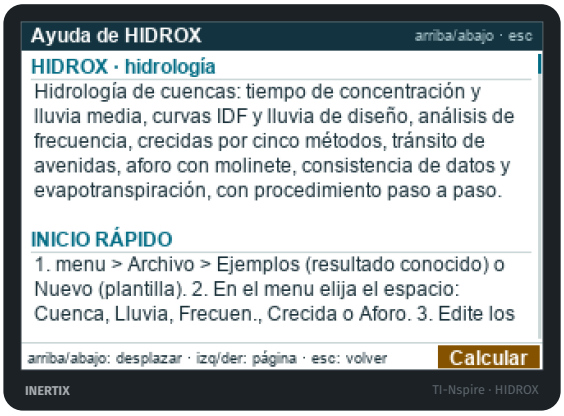
Las órdenes que abren un procedimiento con resultados pendientes preguntan si calculan.

7.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Plantillas: «Cuenca de montaña de 25 km²», «Cuenca rural: SCS-CN e HU», «Aforo: 7 verticales por medir» y «Frecuencia: serie anual por llenar».
Ejemplos	Cinco casos con resultado conocido: el aforo guiado, OI-1, OI-3, OI-4 y OI-5.
Memoria	Resumen de datos y resultados de todos los espacios.
Ayuda	Inicio rápido, espacios, teclas, tablas, gráficas, unidades, avisos, licencia y versión.
Licencia	Pantalla Licencia sobre el caso; esc vuelve.
Panel	Estado de cada espacio: `Calculado` o `Pendiente`.



menu **Archivo** → `Memoria`.



menu **Archivo** → `Ayuda`.

7.2 Cuenca

Orden	Qué hace
Datos	Área, longitud del cauce, cotas máxima y de salida, coeficiente C y CN.
Tc	Método del tiempo de concentración (Kirpich, California, Témez, Giandotti, promedio o manual) y cota media.
Estac.	Tabla de estaciones: precipitación, área de Thiessen y normal.
Isoyet.	Tabla de franjas entre isoyetas con su área.
Isócr.	Áreas de las zonas isócronas desde la salida.
ET/Bal.	Tanque clase A, Hargreaves-Samani, Thornthwaite mensual y anual (tabla de 12 meses), lisímetro y balance de cuenca; cada uno abre su procedimiento.
Proced.	Pendiente, T_c por cuatro fórmulas, T_c adoptado, P media por tres métodos y comparación.

7.3 Lluvia

Orden	Qué hace
IDF	Parámetros a, b, c y período de retorno.
Ajuste · Adoptar ajuste	Tabla de pares (t, i); `Adoptar ajuste` calcula a y c y pide confirmar.
Evento	Duración, intervalo, patrón y pérdidas.
Curva · Hietog.	Abren la gráfica IDF o el hietograma.
Consist.	Dato faltante, doble masa (tabla y fila de quiebre), regresión (tabla y X a estimar) y pluviograma.
Proced.	IDF, ajuste, bloques, ordenamiento, pérdidas y resumen.

7.4 Frecuen.

Orden	Qué hace
Serie	Tabla de máximos anuales (al menos 5 años).
Muestra	Serie o parámetros (media, desviación y N).
Diseño	Período de retorno, distribución adoptada y vida útil.
Gráfica	Papel de Gumbel con el cursor de T.
Tabla · Proced.	Estadísticos, cada distribución, K-S y comparación con el riesgo (8 secciones).

7.5 Crecida

Orden	Qué hace
Método	Racional, SCS-CN pico, HU + convolución, isócronas o regional, con su formulario.
Tránsito	Ninguno, Muskingum (K, X) o Puls, con el hidrograma calculado o una tabla de entrada.
Tablas	HU tabulado, lluvia efectiva manual, hidrograma de entrada y curva almacenamiento-salida.
Hidrog. · E/S	Gráfica del hidrograma de diseño o de la entrada y salida del tránsito.
Result.	Hidrograma de diseño y tránsito, como procedimiento.
Proced.	Métodos de crecida (8 secciones) o tránsito (4 secciones).

7.6 Aforo

Orden	Qué hace
Verticales · Propiedades	Tabla de verticales (x, y, modo y lecturas) o formulario de la vertical elegida en Caso.
Agregar · Quitar	Abren la tabla de verticales y agregan después de la primera fila o piden quitarla. Para actuar sobre otra vertical, use la tabla: elija la fila y pulse + o del.
Tarado	Tabla de ensayos del molinete (t, L, N).
Método	Sección media, q(x) trapecial o semisuma.
Máxim.	Niveles anuales, cauce rectangular (b, n, S) y procedimiento con caudales por Manning.
Result. · Proced.	Tarado, velocidad por vertical, los tres métodos y comparación (6 secciones).

Modos de medición: 1 = v_m directa; 2 = revoluciones a 0.6y y tiempo; 3 = revoluciones a 0.2y y 0.8y y tiempo. Los modos 2 y 3 usan la recta de tarado.

7.7 Errores y avisos

Situación	Qué hace HIDROX
Dato no válido	El aviso dice qué corregir; el formulario sigue abierto y el caso no cambia. En una tabla, el valor rechazado no se aplica.
Dato fuera de rango en ET/Bal.	El procedimiento muestra «No disponible: …».
Calcular en Archivo	Se calculan los cinco espacios; si uno falla, el aviso lo nombra y los demás quedan calculados.
Tabla en edición	Calcular pide `Guarde o cancele la tabla antes de calcular`; al cambiar de vista se pide descartar.
Licencia	Sin licencia válida de esta calculadora no hay cálculo: ver la sección 3.

8 Fundamento teórico breve

8.1 Cuenca

$$S = \frac{H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}}{1000\,L} \qquad T_{c,\text{Kirpich}} = 0.06628\,\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

$$T_{c,\text{Giandotti}} = \frac{4\sqrt{A} + 1.5\,L}{0.8\sqrt{H_m - H_{\text{mín}}}} \qquad \bar{P}_{\text{Thiessen}} = \frac{\sum P_i\,A_i}{\sum A_i}$$

Donde: A en km², L en km, cotas en m, T_c en h; H_m cota media.

8.2 Lluvia y pérdidas

$$i = \frac{a}{(t+b)^c} \qquad P_e = \frac{(P - 0.2\,S_r)^2}{P + 0.8\,S_r}, \quad S_r = \frac{25\,400}{CN} - 254$$

Donde: t en min, i en mm/h; P y P_e en mm; bloques ordenados por el método de los bloques alternos.

8.3 Frecuencia

$$X_T = \bar{x} + K_T\, s \qquad K_T = \frac{y_T - \bar{y}_n}{\sigma_n}, \quad y_T = -\ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]$$

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \qquad D_{\text{máx}} = \max\left|F_{\text{emp}}(x) - F(x)\right|$$

Donde: $\bar{y}_n$, σ_n para N datos (asintótico: 0.5772 y $\pi/\sqrt{6}$); R riesgo en n años; $D_{\text{máx}}$ estadístico de Kolmogórov-Smirnov.

8.4 Crecida y tránsito

$$Q_p = 0.278\, C\, i\, A \qquad O_{j+1} = C_0\, I_{j+1} + C_1\, I_j + C_2\, O_j$$

$$C_0 = \frac{\Delta t/2 - KX}{D'} \qquad C_1 = \frac{\Delta t/2 + KX}{D'}, \quad C_2 = \frac{K(1-X) - \Delta t/2}{D'}$$

Donde: $D' = K(1-X) + \Delta t/2$. La convolución suma los hidrogramas unitarios desplazados y escalados por cada bloque de P_e.

8.5 Aforo y evapotranspiración

$$v = A\, n + B, \quad n = N/t \qquad Q = \sum b_i\, y_i\, v_i, \quad b_i = \frac{x_{i+1} - x_{i-1}}{2}$$

$$Q_{\text{Manning}} = \frac{1}{n_M}\, A\, R^{2/3}\, S^{1/2} \qquad ET_0 = 0.0023\,(T_{\text{med}} + 17.8)\sqrt{T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}}}\; 0.408\, R_a$$

Donde: A, B por mínimos cuadrados; q(x) trapecial integra $q = y\,v$ por trapecios; R_a en MJ/m²·d.

9 Preguntas frecuentes

¿Por qué la insignia dice Calcular?

Se cambió un dato y los resultados de ese espacio (y de los que dependen de él) quedaron pendientes. Un clic en la insignia, menu **Categoría** → `Calcular` o enter en la vista calculan.

¿Cómo quito una vertical concreta?

En menu **Aforo** → `Verticales`, elija la fila y pulse del; después menu **Aforo** → `Guardar tabla`.

No me deja cambiar la abscisa de una vertical.

Cada x debe quedar entre la anterior y la siguiente. Edite de derecha a izquierda o quite y agregue verticales.

¿Qué distribución de frecuencia adopto?

La de menu **Frecuen.** → `Diseño`. Con la serie completa, el procedimiento compara las cinco con la prueba K-S.

¿Se guardan los resultados en el documento?

No: se guardan las entradas. Al abrir el documento los resultados quedan pendientes; calcule de nuevo.

¿Funciona en el software de computadora?

La vista de computadora sirve para revisar el documento, pero no tiene ID de calculadora: la pantalla Licencia dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y no hay cálculo.