INERTIX

Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

DRENAJIX

Colectores de alcantarillado sanitario y pluvial por gravedad

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Hidráulica sanitaria · 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 compatibilidad comprobada . . . 5

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

3. Licencia de uso **5**
3.1. Cómo funciona . . . 6
3.2. Activar en la calculadora . . . 6
3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 7
3.4. En DRENAJIX . . . 7

4. La interfaz **7**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 8
4.2. Teclas . . . 9
4.3. Formularios . . . 9
4.4. Ayuda integrada . . . 9
4.5. Diferencias con la versión HP Prime . . . 10

5. Ejemplo guiado **10**
5.1. Enunciado . . . 10
5.2. Datos . . . 10
5.3. Paso a paso . . . 11
5.4. Resultados y comprobación . . . 17
5.5. Opciones importantes . . . 18
5.6. Guardar y abrir el documento . . . 23

6. Referencia de menús y opciones **23**
6.1. Archivo . . . 24
6.2. Colector . . . 24
6.3. Criterios . . . 24

6.4. Calcular 25
6.5. Result. 25
6.6. Errores y avisos 26

7. Fundamento teórico breve **26**
7.1. Caudal sanitario 26
7.2. Caudal pluvial 26
7.3. Sección circular parcialmente llena 27
7.4. Autolimpieza, régimen y cotas 27

8. Preguntas frecuentes **27**

1 Presentación y alcance

DRENAJIX diseña y revisa colectores de alcantarillado por gravedad, sanitarios o pluviales, en las TI-Nspire CX y CX II. El colector se dibuja como un perfil longitudinal de pozos y tramos; el programa calcula los caudales con aportes acumulados, el tirante, la velocidad y la tensión tractiva de cada tramo, y encadena las cotas de solera. Cada resultado tiene su procedimiento paso a paso. Es el mismo motor de cálculo de la versión HP Prime, traducido sin cambios: en los casos de esta guía, las cifras de las dos plataformas coinciden exactamente.

1.1 Qué calcula

- **Modelo**: colector lineal de pozos P1…P$N+1$ y tramos T1…TN, hasta 30 tramos. Cada pozo tiene cota de terreno, caída en cámara y caudal externo; P1 tiene además la profundidad de solera.
- **Caudales sanitarios**: planilla con población acumulada, dotación, coeficiente de retorno, coeficiente de punta de Harmon, infiltración por longitud, conexiones erradas, caudal mínimo y caudales externos.
- **Caudales pluviales**: método racional con áreas acumuladas, curva IDF y tiempo de concentración que crece con el tiempo de recorrido de cada tramo.
- **Hidráulica**: Manning en sección circular parcialmente llena (tirante por bisección), caudal y velocidad a tubo lleno, tirante crítico, Froude, energía y tensión tractiva.
- **Diseño automático**: menor diámetro de la serie y menor pendiente que cumplen y/D, velocidades, tensión tractiva, recubrimiento y profundidad. Primero intenta seguir el terreno; si no alcanza, profundiza. El diámetro nunca se reduce aguas abajo.
- **Revisión manual**: con D y S dados, verifica los nueve criterios de cada tramo.
- **Cotas**: soleras encadenadas desde P1, empalme por clave o por solera y caída en cámara.
- **Procedimientos**: caudal de diseño, tirante por bisección, tabla q/Q_{ll}, pendiente mínima, D por tensión tractiva, diseño automático, cotas y régimen crítico.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad y convenio
Longitudes y cotas	m (cota de terreno CT y de solera ZS)
Diámetro	mm, diámetro interior de la serie comercial elegida
Pendiente	% en los datos; positiva hacia aguas abajo
Caudal	L/s; áreas en ha, población en habitantes
Velocidad	m/s
Tensión tractiva	kgf/m², con γ en kgf/m³ (1 kgf/m² = 9.81 Pa)
Lluvia	intensidad en mm/h; tiempos en min; período de retorno en años
Criterios	valores típicos de la NB 688 como referencia; todos se pueden editar

1.3 Límites y compatibilidad comprobada

Fuera de alcance

- Flujo a presión, remanso y pérdidas de carga en los pozos.
- Redes ramificadas: un ramal se representa como caudal externo en el pozo donde llega.
- Secciones que no sean circulares.
- El coeficiente de Harmon se aplica sin tope; la infiltración se toma en L/s·km sobre la longitud acumulada.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`DRENAJIX.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

DRENAJIX 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
`DRENAJIX.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 `DRENAJIX.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, DRENAJIX 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 `DRENAJIX.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 `DRENAJIX.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.

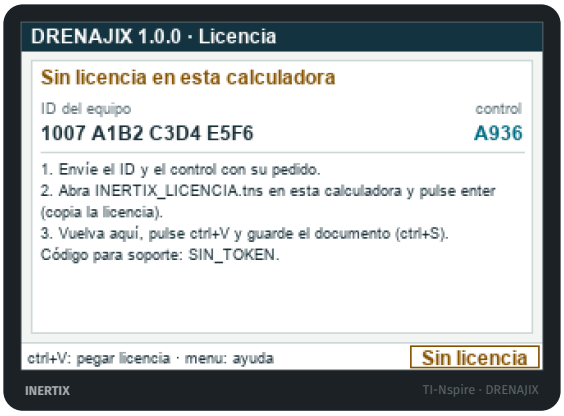
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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.

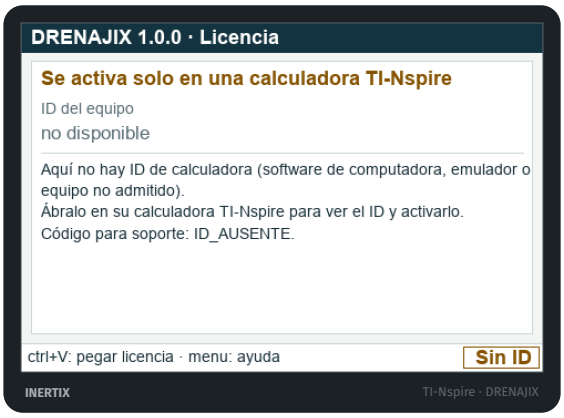
Salvo `Licencia activa`, cada mensaje muestra un `Código para soporte`. En la pantalla Licencia, menu **Ayuda** → `Soporte` reúne programa, ID, control, estado y código para enviarlos.

3.4 En DRENAJIX

Si la licencia deja de verificarse con el programa abierto (por ejemplo, otro ID), `Resolver` y los procedimientos muestran `Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.` y no calculan; el caso no se pierde.



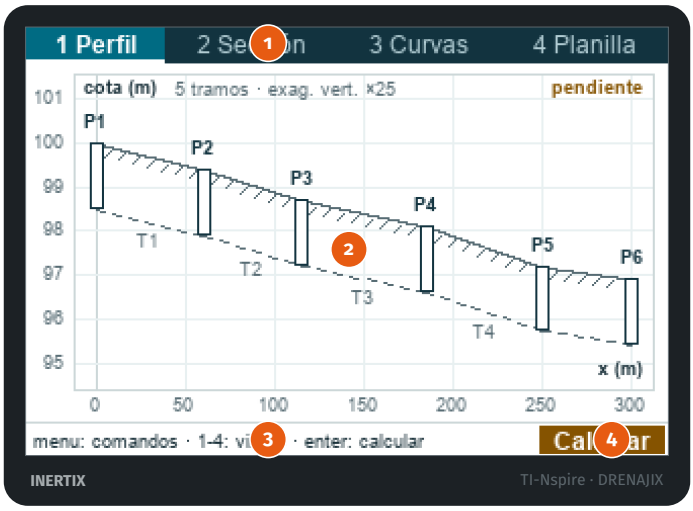
Sin licencia: ID del equipo (de ejemplo) y control.



En la computadora: sin ID y sin cálculo.

4 La interfaz

Al abrir el documento, DRENAJIX muestra un colector sanitario de cinco tramos sin calcular, en la pestaña `Perfil`.



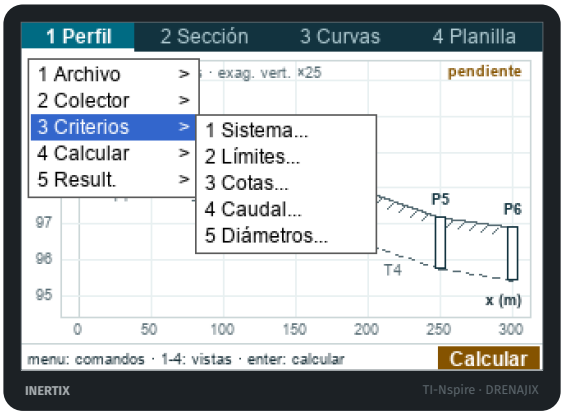
4.1 Zonas de la pantalla

Zona	Para qué sirve
1 Pestañas	Cuatro vistas: 1 Perfil, 2 Sección, 3 Curvas y 4 Planilla. Se cambian con las teclas 1 a 4, con tab o con un clic.
2 Vista	Perfil longitudinal (terreno, pozos, tubo y agua), sección del tramo con su panel de resultados, curvas de llenado o planilla por tramo. Arriba, el nombre del caso, la exageración vertical y el estado.
3 Barra de estado	Datos del objeto elegido, teclas útiles o el último aviso.
4 Botón de estado	`Calcular` (ámbar: resultados pendientes; un clic resuelve) o `Calculado`.

Los comandos están en la tecla menu, con las mismas categorías de la HP Prime: Archivo, Colector, Criterios, Calcular y Result.



menu › Colector.



menu › Criterios.

4.2 Teclas

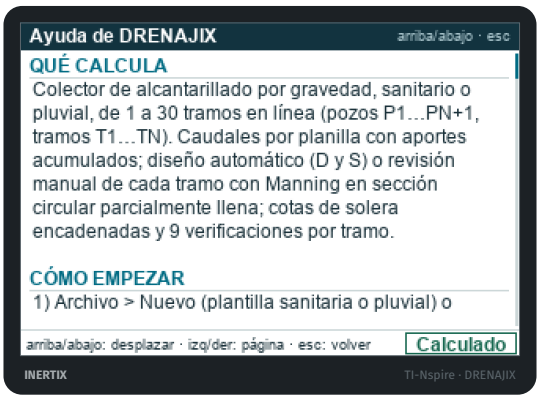
Tecla	Acción
menu	Abre los comandos.
1 … 4, tab	Cambian de vista (fuera de un formulario).
◀ ▶	En el perfil, la primera flecha activa la selección y las siguientes recorren P1, T1, P2, T2… En la sección, las curvas y la planilla, cambian de tramo (◀ ▶) o de página (planilla). En un formulario, cambian una opción.
▲ ▼	En los formularios, cambian de campo. En las curvas, mueven el cursor de y/D sin recalcular. En la planilla, eligen el tramo. En documentos y procedimientos, desplazan.
enter	Sin nada elegido y con resultados pendientes, resuelve. Con un pozo o tramo elegido, abre sus propiedades. En un formulario, acepta el campo y pasa al siguiente; en `Aceptar`, acepta el formulario.
del	En el perfil y la planilla, borra el tramo elegido (pide confirmación).
+ - 0	En el perfil: acercar, alejar y encuadrar.
esc	En el perfil, suelta la selección; en las otras vistas, vuelve al perfil; en un formulario, deshace o cierra sin cambios.
Clic (touchpad)	Selecciona un pozo o tramo; un segundo clic abre sus propiedades. En las curvas, coloca el cursor; en la planilla, elige la fila.

4.3 Formularios

Los formularios son flotantes y muestran la unidad de cada campo. Al escribir, el número reemplaza el valor; admite + - × ÷, paréntesis y potencias. enter acepta el campo y pasa al siguiente; tab lleva a `Aceptar`. En un campo de opción (por ejemplo `Diseño`), ◀ ▶ cambian la opción y ▼ pasa al campo siguiente. Si un dato no es válido, un mensaje dice qué corregir y el formulario sigue abierto sin cambiar el caso. Cualquier cambio aceptado deja los resultados pendientes.

4.4 Ayuda integrada

menu **Archivo** → `Ayuda` abre un documento desplazable con: qué calcula, cómo empezar, vistas, comandos, calcular, perfil, sección y curvas, planilla y documentos, procedimientos, caudales y diseño, formularios, avisos, límites, convenios, licencia y acerca de.



Ayuda, inicio del documento.

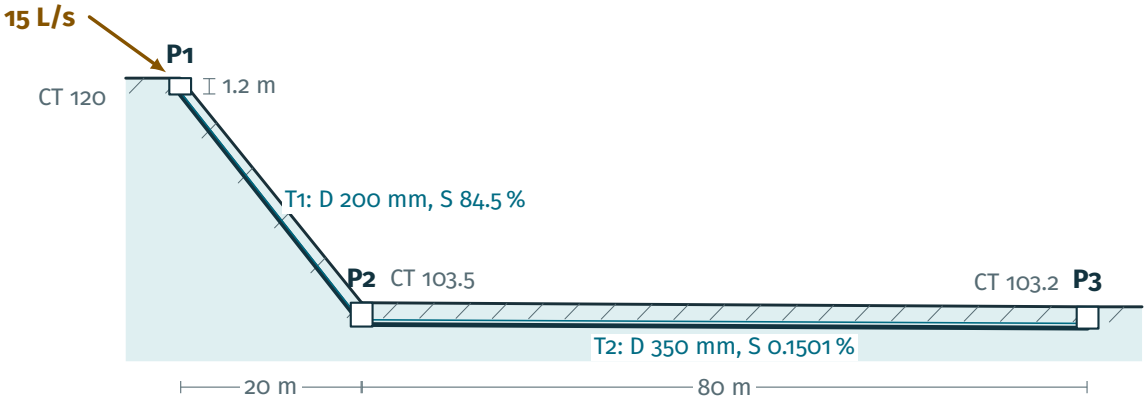
4.5 Diferencias con la versión HP Prime

- Los comandos van en menu; las cifras 1–4 cambian de vista (en HP abren categorías). La HP llama `Planilla` al documento; en la Nspire es menu **Result.** → `Planilla detallada` y, además, hay una pestaña `Planilla` con tres páginas (hidráulica, cotas y datos).
- No hay `Salir`: el caso se conserva guardando el documento (ctrl+S). Al abrirlo, los resultados quedan pendientes.
- No hay arrastre del perfil: + - 0 y la selección mueven la vista.
- No existe el corte con la tecla ON de la HP Prime.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un colector sanitario recibe en el pozo P1 un caudal de 15 L/s y baja por una ladera hasta P2, donde el terreno se vuelve casi horizontal. El primer tramo (T1, 20 m, D 200 mm) baja al 84.5 %, de modo que el agua alcanza unos 5 m/s. El segundo tramo (T2, 80 m, D 350 mm) va a la pendiente mínima de autolimpieza, la que da justo $\tau_{\text{mín}} = 0.102$ kgf/m². Se pide el **tirante**, la **velocidad** y la **tensión tractiva** de cada tramo, la **pendiente mínima por tensión tractiva** de T2 y la **verificación** de los criterios por defecto.



5.2 Datos

Pozo	CT (m)	Solera (m)	Caída (m)	Q ext. (L/s)
P1	120.0	1.2	—	15
P2	103.5	—	0	0
P3	103.2	—	—	— (final)

Tramo	L (m)	Diseño	D (mm)	S (%)
T1	20	Manual	200	84.5
T2	80	Manual	350	0.1501

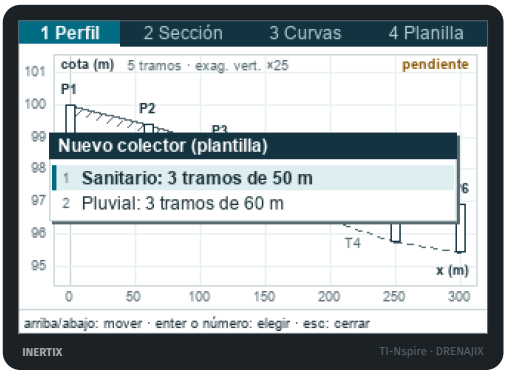
Criterio	Valor	Observación
Sistema, n de Manning, γ	Sanitario, 0.013, 1000 kgf/m³	Por defecto
Población de cada tramo	0 hab	Todo el caudal entra en P1
Infiltración, conexiones erradas	0 L/s·km, 0 %	Se anulan (el ejercicio no las usa)
Pendiente máxima	100 %	Para admitir el 84.5 % de T1
y/D máx, V mín, V_{ll} mín, V máx	0.75; 0.30, 0.60 y 5 m/s	Por defecto
$\tau_{\text{mín}}$	0.102 kgf/m² (1 Pa)	Por defecto

Fuente: ejemplo *2 tramos: pendiente fuerte y S mínima* de DRENAJIX (menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 4), el mismo de la guía HP Prime: caso de referencia 1 del programa (Ejercicio 1 del curso de alcantarillado, UTO FNI). Comprueba el tirante, la velocidad, la tensión tractiva mínima de autolimpieza y la verificación de criterios.

5.3 Paso a paso

Se parte de la plantilla sanitaria, se borra un tramo y se editan los criterios, los pozos y los tramos. La plantilla fija la numeración: pozos P1 a P3 y tramos T1 y T2, de aguas arriba hacia aguas abajo. Los pasos tienen la misma numeración que en la guía HP. El mismo caso está listo en menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 4.

1 Abrir Nuevo



TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo`

menu **Archivo** → `Nuevo` abre la lista de plantillas. Cada una es un colector típico de tres tramos con los criterios por defecto de su sistema.

✔ **Debe verse:** Lista «Nuevo colector (plantilla)» con «Sanitario: 3 tramos de 50 m» resaltado

2 Plantilla sanitaria



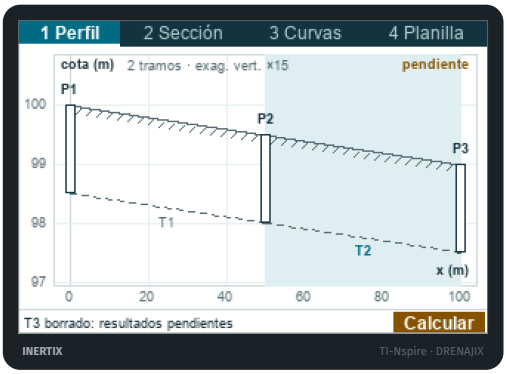
TECLAS

enter

Con `Sanitario: 3 tramos de 50 m` resaltado, enter la carga. **Reemplaza el caso actual**, incluidos los criterios y la serie de diámetros; los resultados quedan pendientes.

✔ **Debe verse:** «Nuevo sanitario»: pozos P1 a P4 y tramos T1 a T3, resultados pendientes

3 Dejar dos tramos



TECLAS

▶ ×5 del enter

En el perfil, la primera ▶ elige T1 y las siguientes recorren P2, T2, P3 y T3. Sobre T3, del pide confirmación y enter borra el tramo junto con su pozo aguas abajo.

✔ **Debe verse:** Perfil con P1 a P3 y T1, T2; abajo «T3 borrado» o el chip «Calcular»

4 Caudal sin infiltración ni conexiones erradas



TECLAS

menu **Criterios** → `Caudal` ▼ ×2 0 enter 0 enter

menu **Criterios** → `Caudal` abre los parámetros de la planilla sanitaria. El ejercicio da directamente el caudal de 15 L/s, así que la infiltración y las conexiones erradas se ponen a cero; el caudal mínimo de 1.5 L/s no influye.

✔ **Debe verse:** Formulario «Caudal sanitario» con Infiltr. = 0 L/s/km y Con. err. = 0 %

5 Pendiente máxima de 100 %



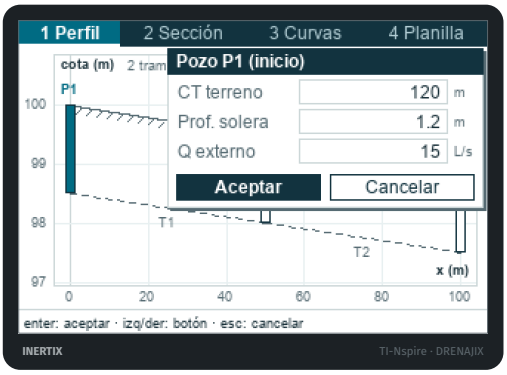
TECLAS

tab enter menu **Criterios** → Cotas ▼ 1 0 ×2 enter

tab y enter aceptan el formulario anterior. En menu **Criterios** → Cotas, la pendiente máxima por defecto (15 %) no admitiría los 84.5 % de T1: se sube a 100 % para revisar el tramo tal como está.

✔ **Debe verse:** Formulario «Pendientes y cotas» con S máx = 100 %

6 Pozo P1: terreno, solera y caudal



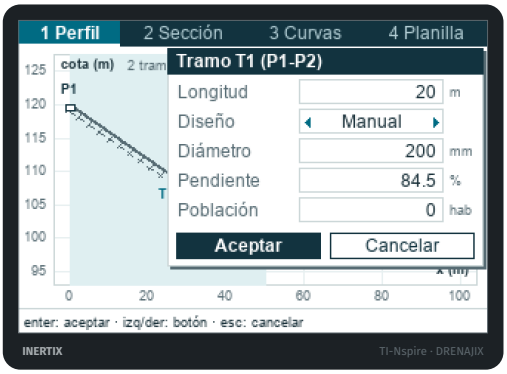
TECLAS

tab enter ◀ ×3 enter 1 2 0 enter 1 . 2 enter 1 5 enter

Se acepta y ◀ lleva la selección a P1. enter abre sus propiedades: cota de terreno 120 m, solera a 1.2 m de profundidad y los 15 L/s que entran como caudal externo.

✔ **Debe verse:** «Pozo P1 (inicio)»: CT 120 m, Prof. solera 1.2 m, Q externo 15 L/s

7 Tramo T1 en modo manual



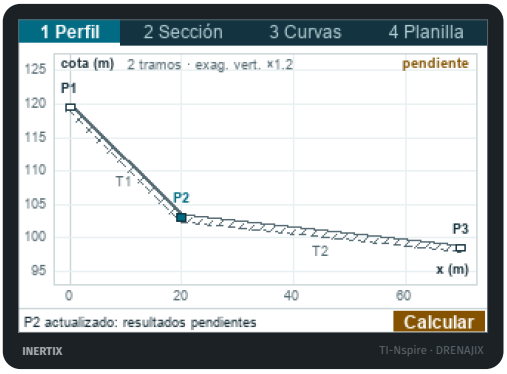
TECLAS

enter ▶ enter 2 0 enter ▶ ▼ 2 0 ×2 enter 8 4 . 5 enter 0 enter

Tras el último campo, el foco queda en Aceptar: enter acepta P1. ▶ pasa a T1 y enter lo abre. En Diseño, ▶ cambia de Auto a Manual y aparecen el diámetro y la pendiente; ▼ baja al diámetro. La población es cero porque todo el caudal viene del pozo.

✔ **Debe verse:** «Tramo T1»: Longitud 20 m, Diseño Manual, Diámetro 200 mm, Pendiente 84.5 %, Población 0

8 Pozo P2



TECLAS

enter ▶ enter 1 0 3 . 5 enter tab enter

Se acepta T1, se elige P2 y se le da la cota de terreno de 103.5 m. El perfil ya muestra el fuerte desnivel del primer tramo.

✔ **Debe verse:** Perfil con el desnivel de T1 y P2 a 103.5 m

9 Tramo T2 a la pendiente mínima



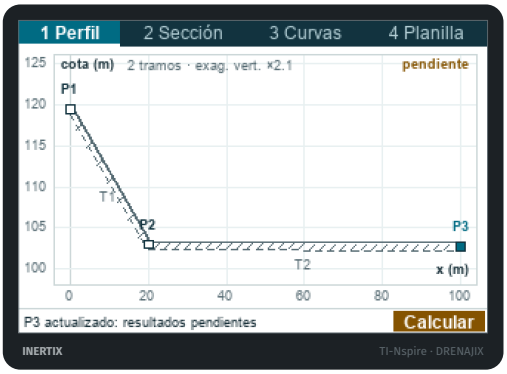
TECLAS

▶ enter 8 0 enter ▶ ▼ 3 5 0 enter 0 . 1 5 0 1 enter 0 enter

En T2 se repite lo mismo: 80 m, modo manual, 350 mm y 0.1501 %, la pendiente que da $\tau_{\text{mín}}$ en el ejercicio. Su población también es cero.

✔ **Debe verse:** «Tramo T2»: 80 m, Manual, 350 mm, 0.1501 %, Población 0

10 Pozo P3 y modelo completo



TECLAS

enter ▶ enter 1 0 3 . 2 enter ×2

Se acepta T2 y se da la cota de P3, el pozo final. El botón `Calcular` recuerda que los resultados están pendientes.

✔ **Debe verse:** Perfil completo P1–P3, T1–T2; chip «Calcular»

11 Resolver



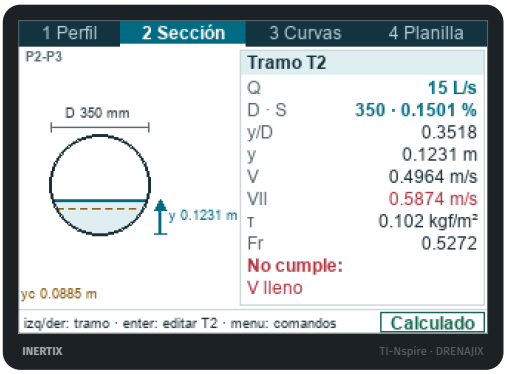
TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` arma la planilla de caudales, resuelve cada tramo y encadena las soleras. Los dos tubos salen en rojo y la barra dice `2 no cumplen`: algún criterio no se satisface; el paso 16 dice cuál.

✔ **Debe verse:** Tubos en rojo y «Resuelto: 2 tramos, 2 no cumplen»; chip «Calculado»

12 Sección del tramo T2



TECLAS

2

La tecla 2 abre la sección del tramo de la selección (T2, aguas arriba de P3). El agua llena un tercio del tubo de 350 mm; el panel da $y = 0.1231$ m, $V = 0.4964$ m/s y $\tau = 0.102$ kgf/m², justo la tensión mínima de autolimpieza.

✔ **Debe verse:** Círculo de 350 mm con el agua; y = 0.1231 m, V = 0.4964 m/s, τ = 0.102 kgf/m²

13 Sección del tramo T1



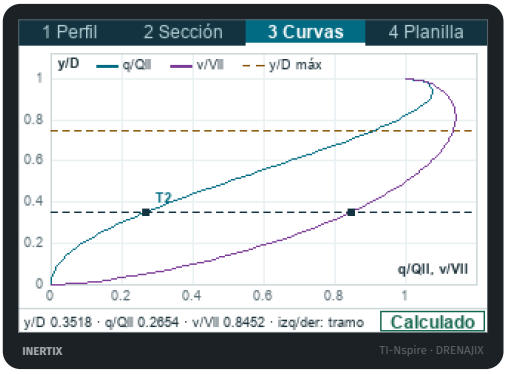
TECLAS

◄

◄ pasa a T1 sin recalcular. Con 84.5 % de pendiente, el agua es una lámina de 30 mm que corre a casi 5 m/s, como pide el ejercicio. El panel termina con los criterios que no cumple.

✔ **Debe verse:** Tubo de 200 mm casi vacío: y = 0.0303 m, V = 4.994 m/s, Vll = 9.597 m/s

14 Curvas de llenado de T2



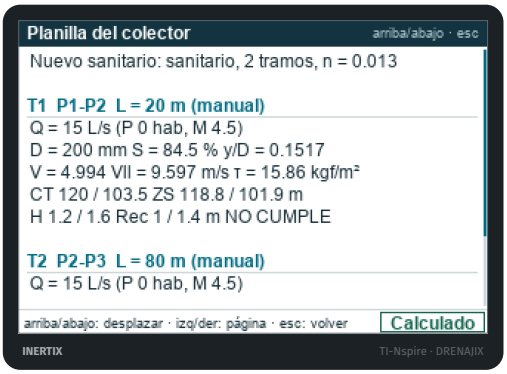
TECLAS

3 ▶

La tecla 3 dibuja q/Q_{ll} y v/V_{ll} contra y/D; ▶ elige T2 y el cursor se coloca en su tirante. ▲ y ▼ mueven el cursor para leer otras alturas sin cambiar el cálculo.

✔ **Debe verse:** Curvas q/Qll y v/Vll; cursor en y/D = 0.3518 de T2

15 Planilla del colector



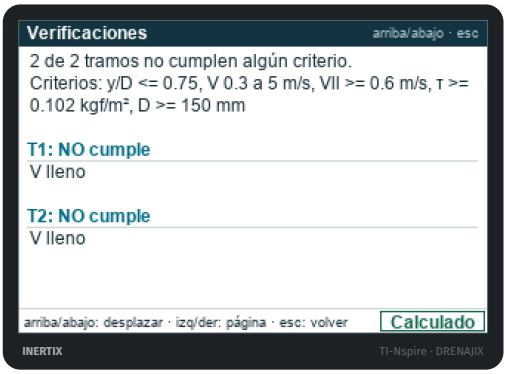
TECLAS

menu **Result.** → `Planilla detallada`

menu **Result.** → `Planilla detallada` reúne por tramo el caudal, el diámetro, la pendiente, el tirante, las velocidades, la tensión tractiva, las cotas de terreno y de solera y los recubrimientos.

✔ **Debe verse:** Documento con Q, D, S, y/D, V, τ y cotas de T1 y T2

16 Verificaciones



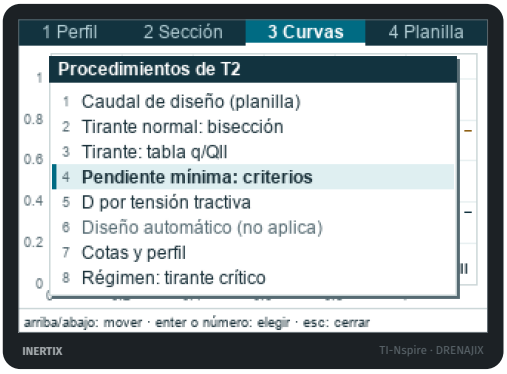
TECLAS

esc menu **Result.** → `Verificaciones`

esc y menu **Result.** → `Verificaciones` explica qué falla: en los dos tramos, la velocidad a tubo lleno. En T1 es de 9.6 m/s, por encima de los 5 m/s admisibles; en T2, de 0.587 m/s, por debajo de 0.60 m/s.

✔ **Debe verse:** «2 de 2 tramos no cumplen»: T1 y T2 fallan en V a tubo lleno

17 Métodos para T2



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedimientos` ▼×3

menu **Calcular** → `Procedimientos` lista los ocho métodos para el tramo elegido; los que no aplican lo indican. Se baja hasta `Pendiente mínima: criterios`.

✔ **Debe verse:** Lista «Procedimientos de T2» con «Pendiente mínima: criterios» resaltado

18 Pendiente mínima por tensión tractiva



TECLAS

enter ▼×4

La primera sección del procedimiento resuelve $S = \tau_{\mathrm{mín}}/(\gamma R)$ por punto fijo, porque R depende del tirante y este de S. Con ▼ se llega al resultado: 0.15 %, la pendiente del ejercicio. Las secciones siguientes (▶) suman los demás criterios y comparan con el motor.

✔ **Debe verse:** Iteraciones de punto fijo hasta τ = 0.102 y «S por tensión tractiva = 0.15 %»

5.4 Resultados y comprobación

Magnitud	Referencia	TI-Nspire	Estado
T1 · tirante y	0.0303 m	0.0303 m	Coincide
T1 · velocidad V	5.000 m/s	4.994 m/s	Coincide (Q 15 frente a 14.99 L/s)
T1 · V a tubo lleno V_{ll}	—	9.597 m/s	Supera V máx = 5 m/s
T2 · tirante y	0.1230 m	0.1231 m	Coincide
T2 · radio hidráulico R	0.06794 m	0.0680 m	Coincide
T2 · velocidad V	0.496 m/s	0.4964 m/s	Coincide
T2 · tensión tractiva τ	0.102 kgf/m²	0.102 kgf/m²	Autolimpieza justa
T2 · S por tensión tractiva	0.1501 %	0.1500 %	Coincide
T2 · V a tubo lleno V_{ll}	—	0.5874 m/s	Menor que 0.60 m/s
Verificación	—	2 no cumplen	Ambos por V a tubo lleno

τ en kgf/m² (1 kgf/m² = 9.81 Pa). El fallo por V a tubo lleno también aparece en el ejercicio original: T1 es muy empinado para 200 mm y T2, a la pendiente mínima tractiva, no llega a 0.60 m/s con la sección llena.

Comprobación a mano

T1: $\theta = 2\arccos(1 - 2\cdot 0.0303/0.200) = 1.5992$ rad

$A = \frac{0.200^2}{8}(1.5992 - \sin 1.5992) = 0.002998$ m² $\Rightarrow\ Q = A\,V = 0.002998 \cdot 5 = 14.99$ L/s

T2: $S = \dfrac{\tau_{\text{mín}}}{\gamma\, R} = \dfrac{0.102}{1000 \cdot 0.06794} = 0.001501 = 0.1501\,\%$

$V = \frac{1}{n} R^{2/3}\sqrt{S} = \frac{1}{0.013}\,0.06794^{2/3}\sqrt{0.001501} = 0.496$ m/s

$V_{ll} = \frac{1}{n}(D/4)^{2/3}\sqrt{S} = \frac{1}{0.013}\,0.0875^{2/3}\sqrt{0.001501} = 0.587$ m/s < 0.60

Las cifras de la columna TI-Nspire están redondeadas como en pantalla. Sin redondear, coinciden exactamente con las de la HP Prime.

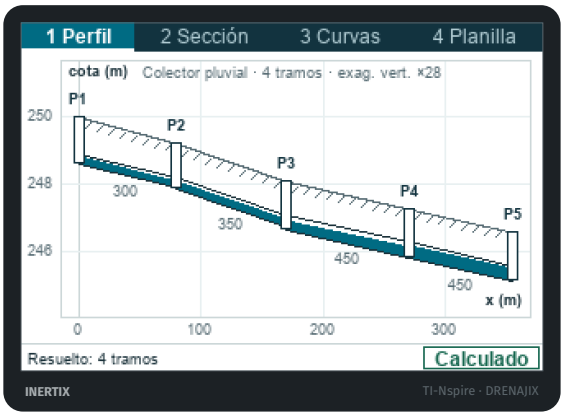
5.5 Opciones importantes

Los mismos cinco casos de la guía HP, con las rutas de la Nspire. Cada uno parte del perfil y carga sus propios datos. Las referencias son las mismas; los valores de la columna «DRENAJIX TI-Nspire» son los que muestra el programa. En las listas, la cifra elige la opción directamente.

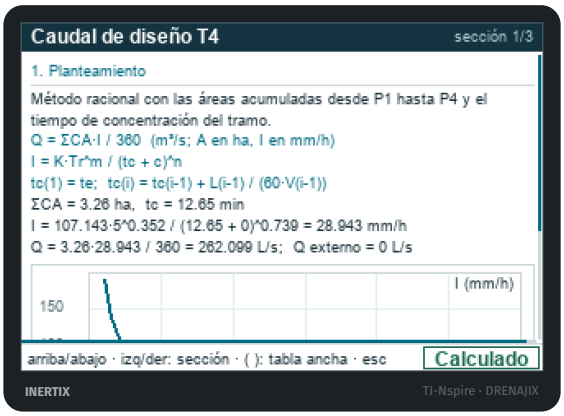
5.5.1 O1 · Pluvial por el método racional

Objetivo y cuándo. Colectores de aguas de lluvia: el caudal sale del área de aporte, del coeficiente de escurrimiento y de la intensidad de la curva IDF para el tiempo de concentración de cada tramo. **Datos.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 2, `Pluvial: 4 tramos, método racional`: tramos de 80, 90, 100 y 85 m con 1.2, 0.9, 1.5 y 1.1 ha propias, IDF por defecto ($I = 107.143\,T_r^{0.352}/(t_c+0)^{0.739}$, T_r = 5 años, t_e = 10 min) y diseño automático.

1. **Cargar el ejemplo pluvial.** El ejemplo reemplaza el caso; los aportes pasan a área (ha) y C.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2
2. **Lluvia de diseño (IDF).** menu **Criterios** → `Caudal` muestra la lluvia de diseño en lugar de la dotación.
   menu **Criterios** → `Caudal`
3. **Resolver.** esc cierra sin cambios y menu **Calcular** → `Resolver` diseña los cuatro tramos.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Caudal de diseño de T4.** Vista Sección, ▶ hasta T4 y menu **Calcular** → `Procedimientos`, opción 1.
   2 ▶×3 menu **Calcular** → `Procedimientos` 1



Perfil resuelto: diámetros elegidos.



Caudal de diseño de T4.

Magnitud	Referencia	DRENAJIX TI-Nspire	Estado
Tramos que no cumplen	0	0	Coincide
T1 · D (mm)	300	300	Coincide
T1 · Q (L/s)	80.35	80.349	Coincide
T4 · D (mm)	450	450	Coincide
T4 · Q (L/s)	262.1	262.099	Coincide
T4 · y/D	0.832	0.8319	Coincide
T4 · V (m/s)	1.854	1.8535	Coincide
T4 · τ (kgf/m²)	1.127	1.1267	Coincide

Cómo leerlo. El caudal crece aguas abajo con el área acumulada, pero menos que el área: el tiempo de concentración aumenta con el recorrido y la intensidad baja. El procedimiento 1 muestra $\sum CA$, t_c e I del tramo. T3 y T4 comparten 450 mm porque el diámetro nunca se reduce y el de T3 ya basta.

5.5.2 O2 · Diseño automático sanitario

Objetivo y cuándo. Proyectar un colector nuevo: el programa elige diámetro y pendiente de cada tramo. **Datos.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 1, `Sanitario: 5 tramos con diseño auto`: tramos de 60, 55, 70, 65 y 50 m con 400, 350, 500, 450 y 300 habitantes propios, 3 L/s externos en P3 y criterios sanitarios por defecto. Es también el caso con el que abre el programa.

1. **Cargar el ejemplo sanitario.** El primer ejemplo de la lista.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1
2. **Resolver.** Todos los tramos en modo auto.

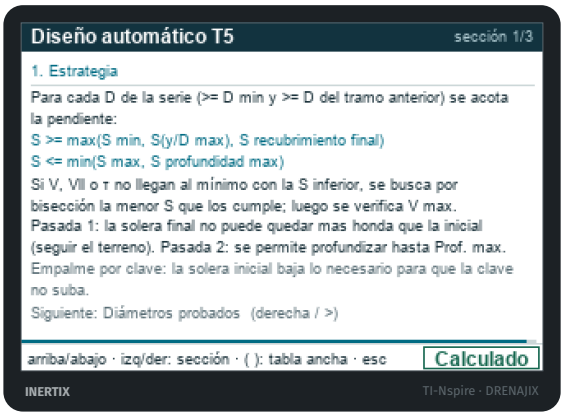
   menu **Calcular** → `Resolver`
3. **Planilla por tramo.** La pestaña 4 Planilla muestra caudal, D, S, y/D, V y cumplimiento por tramo; ▼ elige T5. ◀ ▶ pasan a las páginas de cotas y datos.

   4 ▼×4
4. **Diseño automático de T5.** menu **Calcular** → `Procedimientos`, opción 6, para T5.

   menu **Calcular** → `Procedimientos` 6



Pestaña Planilla con T5 elegido.



Diámetros probados en T5.

Magnitud	Referencia	DRENAJIX TI-Nspire	Estado
Tramos que no cumplen	0	0	Coincide
T1 · D (mm)	150	150	Coincide
T1 · S (%)	0.485	0.4847	Coincide
T1 · Q (L/s)	1.907	1.907	Coincide
T5 · D (mm)	200	200	Coincide
T5 · S (%)	0.6	0.6000	Coincide
T5 · Q (L/s)	11.517	11.517	Coincide
T5 · y/D	0.472	0.4723	Coincide
T5 · V (m/s)	0.789	0.7889	Coincide
T5 · τ (kgf/m²)	0.289	0.2890	Coincide

Cómo leerlo. T1 a T4 quedan en el diámetro mínimo sanitario (150 mm) y el programa ajusta la pendiente; el salto de caudal en T3 incluye los 3 L/s externos de P3. En T5 el diseño pasa a 200 mm: el procedimiento 6 lista los diámetros probados y el adoptado.

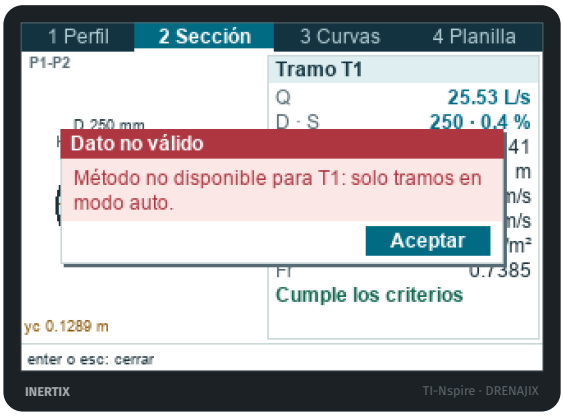
5.5.3 O3 · Revisión de un tramo existente

Objetivo y cuándo. Comprobar un colector construido o propuesto, con D y S fijos, bajo un caudal dado. **Datos.** menu **Archivo** → `Ejemplos`, opción 3, `Revisión de tramo D 250 mm, S 0.4 %`: un tramo manual con n = 0.013 y 25.53 L/s externos en P1, sin infiltración (caso de referencia 2 del programa).

1. **Cargar la revisión D 250 mm.** El tercer ejemplo de la lista.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3
2. **Resolver y ver la sección.** Resolver y abrir la vista Sección.
   menu **Calcular** → `Resolver` 2
3. **Tirante por bisección.** Procedimiento 2: el tirante normal por bisección.
   menu **Calcular** → `Procedimientos` 2
4. **Diseño automático no aplica.** El procedimiento 6 está marcado como no aplicable; elegirlo explica el motivo.
   esc menu **Calcular** → `Procedimientos` 6



Sección: el tramo cumple.



Diseño automático: no aplica a un tramo manual.

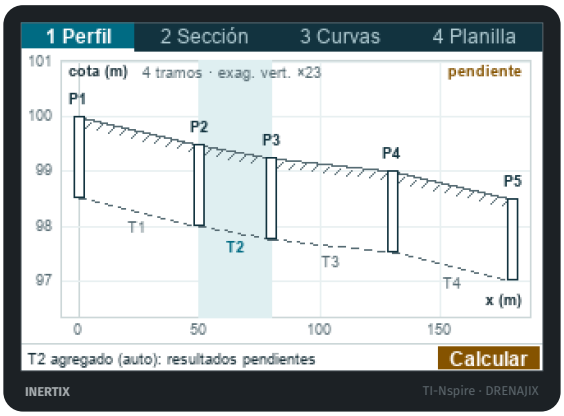
Magnitud	Referencia	DRENAJIX TI-Nspire	Estado
Tramos que no cumplen	0	0	Coincide
T1 · y/D	0.604	0.6041	Coincide
T1 · V (m/s)	0.824	0.8235	Coincide
T1 · τ (kgf/m²)	0.279	0.2786	Coincide

Cómo leerlo. Con y/D = 0.604 por debajo de 0.75, V = 0.82 m/s entre 0.30 y 5 m/s y τ = 0.279 kgf/m² por encima de 0.102, el tramo cumple. En modo manual el programa no cambia D ni S: solo verifica; por eso el diseño automático no aplica.

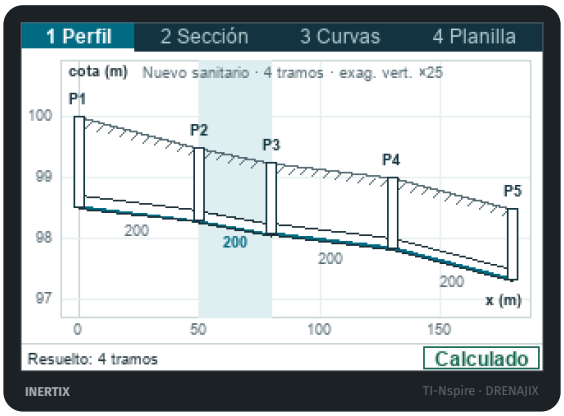
5.5.4 O4 · Editar el colector y la serie de diámetros

Objetivo y cuándo. Adaptar una plantilla a un trazado real: insertar un tramo y probar otra serie comercial. **Datos.** menu **Archivo** → `Nuevo`, `Sanitario: 3 tramos de 50 m`; un tramo de 30 m insertado después de T1, con la cota de terreno y la población que propone el formulario.

1. **Plantilla sanitaria.** La plantilla.
   menu **Archivo** → `Nuevo` enter
2. **Insertar un tramo tras T1.** menu **Colector** → `Insertar tramo` abre `Nuevo tramo tras T1`; la longitud pasa a 30 m.
   menu **Colector** → `Insertar tramo` 3 0 enter
3. **Aceptar: 4 tramos.** tab y enter: el nuevo tramo es T2 y los siguientes se renumeran.
   tab enter
4. **Resolver con la serie por defecto.** Resolver con la serie por defecto (PVC 150 a 630 mm).
   menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Elegir otra serie de diámetros.** menu **Criterios** → `Diámetros`, opción 2: `Hormigón 200 a 2000 mm`.
   menu **Criterios** → `Diámetros` 2
6. **Resolver con la nueva serie.** Resolver de nuevo.
   menu **Calcular** → `Resolver`



Cuatro tramos, resultados pendientes.



Resuelto con la serie de hormigón.

Tramo	Caudal	Serie por defecto	Serie 2
T1 · Q (L/s)	1.500	D 150 · S 0.485	D 200 · S 0.479
T2 · Q (L/s)	2.793	D 150 · S 0.525	D 200 · S 0.702
T3 · Q (L/s)	4.085	D 150 · S 0.500	D 200 · S 0.500
T4 · Q (L/s)	5.337	D 150 · S 1.000	D 200 · S 1.000

Cómo leerlo. Los caudales no dependen de la serie. Con PVC el diseño usa 150 mm, el D mínimo sanitario; con hormigón el menor diámetro disponible es 200 mm. La pendiente adoptada no baja siempre con el tubo mayor: en T2 sube de 0.53 a 0.70 % para cumplir los criterios con 200 mm; el procedimiento 4 de ese tramo muestra cuál manda. Insertar un tramo deja los resultados pendientes y no toca los demás datos.

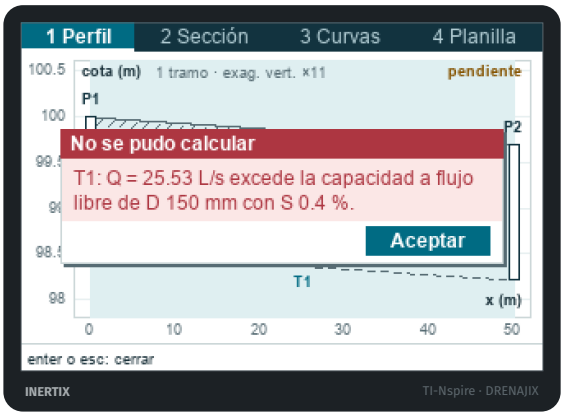
5.5.5 O5 · Avisos y errores

Objetivo y cuándo. Distinguir un dato rechazado por el formulario de un caso que el motor no puede resolver. **Datos.** El ejemplo 3 calculado; luego, en menu **Colector** → `Propiedades` de T1, longitud 0 y después D = 150 mm.

1. **Revisión D 250 mm calculada.** El tramo de 250 mm cumple.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Longitud 0: dato no válido.** Longitud 0 al aceptar: `La longitud del tramo debe ser positiva.` El formulario sigue abierto y el caso no cambia.
   menu **Colector** → `Propiedades` 0 enter tab enter
3. **Diámetro 150 mm en manual.** enter cierra el mensaje; ▲ vuelve a la longitud (50 m) y en el diámetro se pone 150 mm: el formulario acepta, porque el dato es válido.
   enter ▲ ×5 5 0 enter ▼ 1 5 0 enter tab enter
4. **Resolver: error del motor.** Al resolver, el motor responde que 25.53 L/s exceden la capacidad a flujo libre de D 150 mm con S 0.4 %, y no hay resultados.
   menu **Calcular** → `Resolver`



Dato no válido: el formulario sigue abierto.

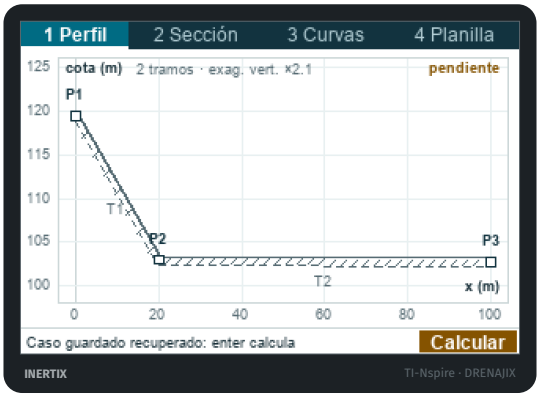


Error del motor: el tubo no conduce el caudal.

Cómo leerlo. El formulario controla el rango de cada dato; el motor controla que el caso tenga solución. En modo manual un tubo que no puede conducir el caudal no se agranda solo: hay que cambiar D o S, o pasar el tramo a `Auto`. Con 250 mm otra vez, el caso se resuelve como en O3.

5.6 Guardar y abrir el documento

El caso (criterios, serie de diámetros, pozos, tramos, nombre y vista) se guarda con el documento: ctrl + S. Al abrirlo de nuevo, la barra dice `Caso guardado recuperado: enter calcula` y los resultados quedan pendientes hasta resolver: un resultado guardado no se da por vigente. `Nuevo` y `Ejemplos` reemplazan el caso sin preguntar; guarde antes una copia si lo necesita.



Ejemplo 4 guardado y vuelto a abrir: resultados pendientes.

6 Referencia de menús y opciones

6.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Plantillas «Sanitario: 3 tramos de 50 m» y «Pluvial: 3 tramos de 60 m». Reemplazan el caso y restauran los criterios por defecto.
Ejemplos	1 sanitario de 5 tramos con diseño auto, 2 pluvial de 4 tramos por el método racional, 3 revisión de un tramo D 250 mm al 0.4 % y 4 el ejemplo guiado.
Ayuda	Documento desplazable (sección 4.4).
Licencia	Solo en las ediciones con licencia: estado, ID del equipo y control (sección 3).

6.2 Colector

Orden	Qué hace
+ Tramo al final	Añade un tramo al final (en modo auto) con su longitud, aporte y cota de terreno del pozo nuevo.
Propiedades	Abre el pozo o tramo elegido (igual que enter en el perfil).
Insertar tramo	Inserta un tramo nuevo después del tramo elegido; los siguientes se renumeran.
Borrar tramo	Borra el tramo elegido y su pozo aguas abajo; el colector conserva al menos un tramo.
Datos	Documento con todos los datos: criterios, serie de diámetros, tramos y pozos.

Formulario	Campos
Pozo P1 (inicio)	CT terreno (m), Prof. solera (m), Q externo (L/s).
Pozo intermedio	CT terreno (m), Caída en cámara (m, 0 a 5), Q externo (L/s).
Pozo final	CT terreno (m).
Tramo	Longitud (m, hasta 1000), Diseño (Auto/Manual), Diámetro (mm) y Pendiente (%) solo en manual; Población (hab) en sanitario o Área (ha) y C escurr. en pluvial.

6.3 Criterios

Orden	Qué hace
Sistema	Tipo (sanitario o pluvial), n de Manning y γ del agua. Al cambiar el tipo ofrece cargar los criterios típicos de ese sistema.
Límites	y/D máx, V mín, V_{ll} mín, V máx, $\tau_{\text{mín}}$ y diámetro de sedimento para la velocidad de Camp.
Cotas	S mín, S máx, recubrimiento mínimo, profundidad máxima (0 = sin límite), D mín y empalme (clave o solera).
Caudal	Sanitario: dotación, C de retorno, infiltración, conexiones erradas y Q mín. Pluvial: lluvia IDF (T_r, K, m, n, c) y tiempo de entrada.
Diámetros	Serie comercial: PVC 150 a 630 mm, hormigón 200 a 2000 mm o serie completa 150 a 2000 mm.

Criterio por defecto	Sanitario	Pluvial
y/D máx	0.75	0.90
V mín / V_{ll} mín / V máx (m/s)	0.30 / 0.60 / 5.0	0.60 / 0.75 / 5.0
$\tau_{\text{mín}}$ (kgf/m²)	0.102	0.153
D mín (mm)	150	200
S mín / S máx (%)	0.10 / 15	0.10 / 15
Recubrimiento mín / Prof. máx (m)	1.0 / 5.0	1.0 / 5.0

6.4 Calcular

Orden	Qué hace
Resolver	Planilla de caudales, diseño o revisión de cada tramo y cotas. Marca en rojo los tramos que no cumplen.
Procedimientos	Ocho métodos para el tramo elegido: 1 caudal de diseño, 2 tirante por bisección, 3 tabla q/Q_{ll}, 4 pendiente mínima, 5 D por tensión tractiva, 6 diseño automático (solo tramos auto), 7 cotas y perfil y 8 régimen crítico. Cada uno termina comparando con el motor; ◄ ► cambian de sección.

6.5 Result.

Orden	Qué hace
Perfil, Sección, Curvas, Planilla	Las cuatro vistas (también con 1–4). Con resultados pendientes, las vistas de resultados preguntan si calcula; con No, el caso se conserva.
Planilla detallada	Documento con caudales, hidráulica y cotas por tramo.
Verificaciones	Criterios que no cumple cada tramo.

6.6 Errores y avisos

Mensaje o señal	Qué significa y qué hacer
Botón `Calcular` en ámbar	Hay datos cambiados y los resultados están pendientes. Resuelva de nuevo.
Mensaje de un formulario (p. ej. `La longitud del tramo debe ser positiva.`)	El dato está fuera de rango; el formulario sigue abierto y el caso no cambia.
`Ti: Q = ... excede la capacidad a flujo libre de D ... con S ...`	Tramo manual que no conduce el caudal. Aumente D o S, o pase el tramo a `Auto`.
`Ti: ningun diametro de la serie cumple ...`	El diseño automático no encuentra D y S dentro de los criterios y cotas. Revise S máx, la profundidad máxima o la serie, o use el modo manual.
`Máximo 30 tramos por colector.` / `El colector debe conservar al menos un tramo.`	Límites del modelo.
`Método no disponible para Ti: ...`	El procedimiento no aplica a ese tramo.
`Licencia no verificada en esta calculadora. Vea Archivo > Licencia.`	La licencia dejó de verificarse (por ejemplo, otra calculadora); no se calcula. Vea la sección 3.
Tramo en rojo	No cumple algún criterio; menu **Result.** → `Verificaciones` dice cuál.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Caudal sanitario

$$Q_{md} = \frac{C\,Dot\,P}{86\,400} \qquad M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P/1000}}$$

$$Q_d = \max\left(Q_{\min},\; M\,Q_{md} + q_i \sum L + \%_{ce}\,M\,Q_{md} + Q_{ext}\right)$$

Donde: P población acumulada (hab), Dot dotación (L/hab/d), C coeficiente de retorno, M coeficiente de Harmon, q_i infiltración (L/s·km) sobre la longitud acumulada, $\%_{ce}$ conexiones erradas y Q_{ext} caudales externos acumulados.

7.2 Caudal pluvial

$$Q = \frac{\sum C A\, I}{360} \qquad I = \frac{K\,T_r^{m}}{(t_c + c)^{n}}$$

$$t_c(1) = t_e \qquad t_c(i) = t_c(i-1) + \frac{L(i-1)}{60\,V(i-1)}$$

Donde: Q en m³/s, A en ha, I en mm/h, t_c y t_e en min, L en m y V en m/s.

7.3 Sección circular parcialmente llena

$$\theta = 2\arccos\left(1 - \frac{2y}{D}\right) \qquad A = \frac{D^2}{8}(\theta - \sin\theta) \qquad P = \frac{D\,\theta}{2} \qquad R = \frac{A}{P}$$

$$Q = \frac{1}{n}\,A\,R^{2/3}\sqrt{S} \qquad Q_{ll} = \frac{1}{n}\,\frac{\pi D^2}{4}\left(\frac{D}{4}\right)^{2/3}\sqrt{S}$$

Donde: El tirante normal se obtiene por bisección de $Q(y) = Q_d$ en $0 < y/D \le 0.938$, donde el caudal crece con el tirante. $V = Q/A$ y $V_{ll} = Q_{ll}/(\pi D^2/4)$.

7.4 Autolimpieza, régimen y cotas

$$\tau = \gamma\,R\,S \qquad S_\tau = \frac{\tau_{\text{mín}}}{\gamma\,R(y)}\ \text{(punto fijo)} \qquad D_\tau = \left[\frac{Q\,n}{a\,r^{1/6}\sqrt{\tau/\gamma}}\right]^{6/13}$$

$$Q^2\,T = g\,A^3\ \text{(crítico)} \qquad T = D\sin(\theta/2) \qquad Fr = \frac{V}{\sqrt{g\,A/T}} \qquad E = y + \frac{V^2}{2g}$$

$$Z_{Sf} = Z_{Si} - S\,L \qquad Z_{Si}(i) = Z_{Sf}(i-1) - \text{caída}$$

$$Z_{Si}(i) = \text{mín}\{\ldots,\ Z_{Sf}(i-1) + D(i-1) - D(i)\}\ \text{(empalme por clave)}$$

Donde: $a = A/D^2$ y $r = R/D$ a la y/D máx; Z_S cota de solera; profundidad $H = CT - Z_S$ y recubrimiento $H - D$. La velocidad de autolimpieza de Camp usa $k = 0.04$ y $S_s = 2.65$.

> **Nota**
> En diseño automático, para cada diámetro de la serie se acota la pendiente entre $\text{máx}(S_{\text{mín}}, S_{y/D}, S_{\text{recubrimiento}})$ y $\text{mín}(S_{\text{máx}}, S_{\text{profundidad}})$, y se busca por bisección la menor S que cumple V, V_{ll} y τ. Se adopta el primer diámetro que da una pendiente válida.

8 Preguntas frecuentes

¿Por qué el ejemplo guiado dice que no cumple?

Porque con los criterios por defecto ninguno de los dos tramos alcanza la velocidad a tubo lleno admisible. Es un resultado del propio ejercicio; DRENAJIX lo señala en rojo y lo explica en menu **Result.** → `Verificaciones`.

¿Cómo represento un ramal que llega a un pozo?

Como `Q externo` en ese pozo. DRENAJIX calcula colectores lineales; el ramal se resuelve aparte y su caudal se suma aquí.

¿Qué diferencia hay entre diseño Auto y Manual?

En `Auto` el programa elige el diámetro y la pendiente; en `Manual` usted los da y el programa verifica los nueve criterios.

¿Recorrer las curvas o la planilla cambia el cálculo?

No. El cursor de `Curvas` y el cambio de tramo solo leen resultados; el cálculo solo cambia al editar datos y volver a `Resolver`.

¿Por qué al abrir el documento los resultados están pendientes?

El caso se guarda con sus datos, no con los resultados: al abrirlo, enter o `Calcular` los vuelven a obtener con el motor actual.

¿Puedo usar el programa en la computadora?

La licencia se activa solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II). En el software de computadora la pantalla Licencia dice `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y no se calcula.

¿Una licencia sirve para varios programas?

Una misma licencia puede incluir varios programas INERTIX de la misma calculadora. Se pega en cada documento (ctrl + V) y se guarda en cada uno; no se activa sola en los demás documentos.