INERTIX

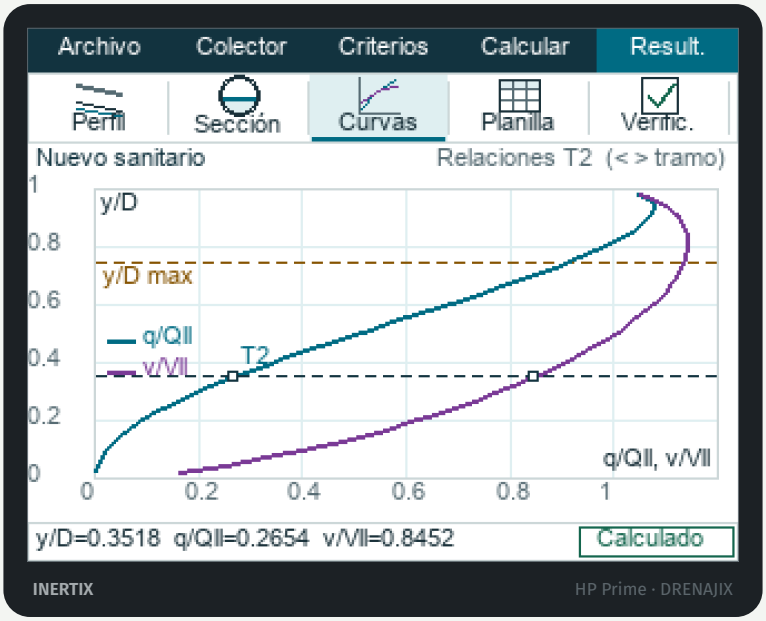
Programas de ingeniería civil para HP Prime

GUÍA DE USO

DRENAJIX

Colectores de alcantarillado sanitario y pluvial por gravedad

Versión 2026.10 **HP Prime G1 · G2** Hidráulica sanitaria · Octubre de 2026



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

CONTACTO Y SOPORTE

Asistente técnico INERTIX +591 69666824

Ing. Carlos Paredes Aguilar
+591 73842694

Ing. Samuel Huarachi Flores
+591 63562947

Contenido

1. Presentación y alcance **3**

1.1. Qué calcula . . . 3

1.2. Unidades y convenciones . . . 3

1.3. Límites y fuera de alcance . . . 4

2. Instalación **4**

2.1. Qué necesita . . . 4

2.2. Copiar el programa a la calculadora . . . 4

3. Licencia de uso **5**

4. La interfaz **5**

4.1. Zonas de la pantalla . . . 6

4.2. Teclas . . . 7

5. Ejemplo guiado **7**

5.1. Enunciado . . . 7

5.2. Datos . . . 8

5.3. Paso a paso . . . 8

5.4. Resultados . . . 18

5.5. Opciones importantes . . . 18

5.5.1. O1 · Pluvial por el método racional . . . 18

5.5.2. O2 · Diseño automático sanitario . . . 19

5.5.3. O3 · Revisión de un tramo existente . . . 21

5.5.4. O4 · Editar el colector y la serie de diámetros . . . 21

5.5.5. O5 · Avisos y errores . . . 22

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

6.1. 1 · Archivo . . . 23

6.2. 2 · Colector . . . 24

6.3. 3 · Criterios . . . 25

6.4. 4 · Calcular . . . 26

6.5. 5 · Result. . . . 26

6.6. Errores y avisos . . . 27

7. Fundamento teórico breve 27

8. Preguntas frecuentes 28

1 Presentación y alcance

DRENAJIX diseña y revisa colectores de alcantarillado por gravedad, sanitarios o pluviales, en la calculadora HP Prime. El colector se dibuja como un perfil longitudinal de pozos y tramos, y 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. Está pensado para estudiantes y proyectistas de redes de alcantarillado.

Esta revisión conserva el ejemplo guiado (los 18 pasos se comprobaron de nuevo con el programa del 28-10-2026 y no cambiaron) y añade cinco **opciones importantes**: el sistema pluvial, el diseño automático, la revisión de un tramo existente, la edición del colector con otra serie de diámetros, y los avisos y errores. La tabla de cobertura de funciones de las dos guías (HP Prime y TI-Nspire) está en `_TI_NSPIRE/GUIAS_LATEX/DRENAJIX/COBERTURA_FUNCIONES.md`.

1.1 Qué calcula

- **Modelo**: colector lineal de pozos P1…PN+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/m^2, con γ en kgf/m^3 (1 kgf/m^2 = 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 fuera de alcance

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

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

DRENAJIX 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 DRENAJIX 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: `DRENAJIX.hpappdir`;
   - el archivo de licencia: `LIC_DRENAJIX.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 DRENAJIX 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.

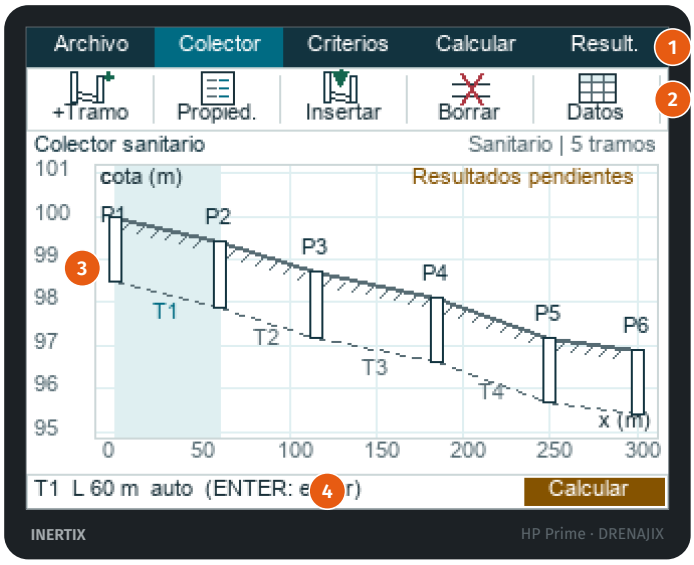
No modifique el contenido del archivo de licencia. Si el problema persiste, escriba al asistente técnico o directamente a Ing. Carlos Paredes Aguilar (+591 73842694) o a Ing. Samuel Huarachi Flores (+591 63562947).

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

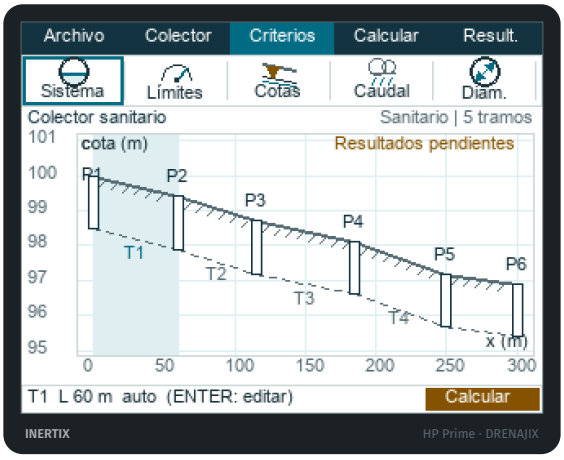
Al iniciar, DRENAJIX muestra un colector sanitario de cinco tramos sin calcular, con la categoría `Colector` activa y el tramo T1 seleccionado.



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

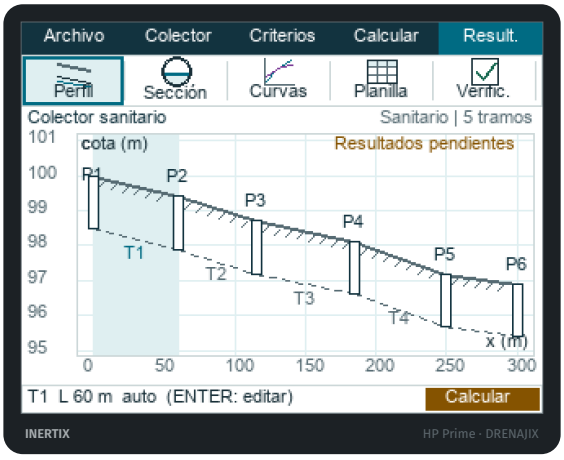
4.1 Zonas de la pantalla

Zona	Para qué sirve
1 Barra de menú	Cinco categorías: Archivo, Colector, Criterios, Calcular y Result. Se abren con las teclas 1 a 5.
2 Cinta	Órdenes de la categoría activa.
3 Lienzo	Perfil longitudinal (terreno, pozos, tubo y agua), sección del tramo o curvas de llenado. Arriba, el nombre del colector y el número de tramos.
4 Línea de estado	Datos del objeto elegido o mensajes, y el botón `Calcular` (ámbar, resultados pendientes) o `Calculado`.



3 Criterios: sistema, límites, cotas, caudal y serie de diámetros.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



5 Result.: perfil, sección, curvas, planilla y verificaciones.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

4.2 Teclas

Tecla	Acción
1 … 5	Abre la categoría y activa su cinta.
◀ ▶	En la cinta, cambian de orden. En el perfil, recorren pozos y tramos (P1, T1, P2, T2…). En la sección y en las curvas, cambian de tramo. En un procedimiento, cambian de sección. Al editar un campo, mueven el cursor del texto.
▲ ▼	En la cinta, ▼ vuelve al lienzo. En los formularios, cambian de campo. En las curvas, mueven el cursor de y/D sin recalcular. En documentos y procedimientos, desplazan el texto.
Enter	Activa la orden, abre las propiedades del objeto elegido o acepta.
Del	En el perfil, borra el tramo elegido (pide confirmación). Al editar, borra el carácter anterior al cursor; con el valor seleccionado, lo vacía.
+ - 0	En el perfil: acercar, alejar y encuadrar.
Esc	Cierra la ventana, el formulario o el documento. En el perfil pregunta si salir del programa.
Pantalla táctil	Tocar un pozo o un tramo lo selecciona; un segundo toque abre sus propiedades. Arrastrar desplaza el perfil, los documentos y los procedimientos.

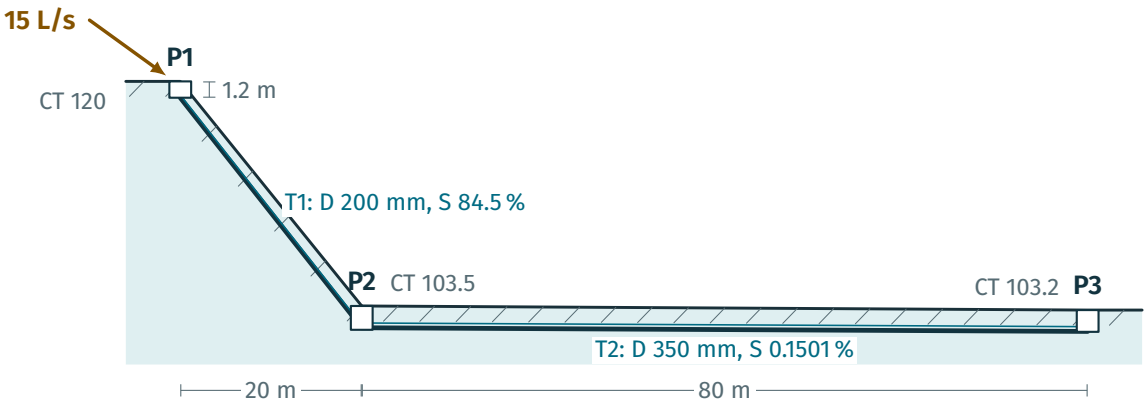
Edición en la celda

Al entrar en un campo, el valor queda seleccionado: lo que se teclea lo reemplaza. Con ◀ y ▶ se mueve el cursor sin aceptar. Un campo vacío al aceptar conserva su valor anterior. Si un dato no es válido, un mensaje dice qué corregir y el campo sigue en edición. Cualquier cambio deja los resultados pendientes hasta volver a `Resolver`.

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 $\tau_{mín}$ = 0.102 kgf/m^2. 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

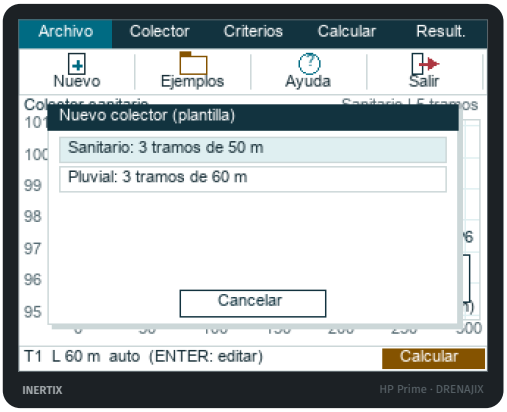
Criterio	Valor	Observación
Sistema, *n* de Manning, γ	Sanitario, 0.013, 1000 kgf/m^3	Por defecto
Población de cada tramo	0 hab	Todo el caudal entra en P1
Infiltración, conexiones erradas	0 L/s·km, 0 %	Se anulan (el ejercicio no las usa)
Pendiente máxima	100 %	Para admitir el 84.5 % de T1
y/D máx, V mín, V_{ll} mín, V máx	0.75; 0.30, 0.60 y 5 m/s	Por defecto
$\tau_{mín}$	0.102 kgf/m^2 (1 Pa)	Por defecto

Fuente: ejemplo *2 tramos: pendiente fuerte y S mínima* de DRENAJIX (`Archivo > Ejemplos`). Caso de validación para colectores sanitarios y redes de drenaje por gravedad. El diseño comprueba de forma analítica el régimen de flujo, velocidad máxima admisible, tensión tractiva mínima de autolimpieza y pendientes normativas.

5.3 Paso a paso

Se parte de la plantilla sanitaria de `Nuevo`, se borra un tramo y se editan los criterios, los pozos y los tramos con el teclado. La plantilla fija la numeración: pozos P1 a P3 y tramos T1 y T2, de aguas arriba hacia aguas abajo. El mismo caso está listo en 1 **Archivo** Ejemplos como «2 tramos: pendiente fuerte y S mínima».

1 Abrir Nuevo



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

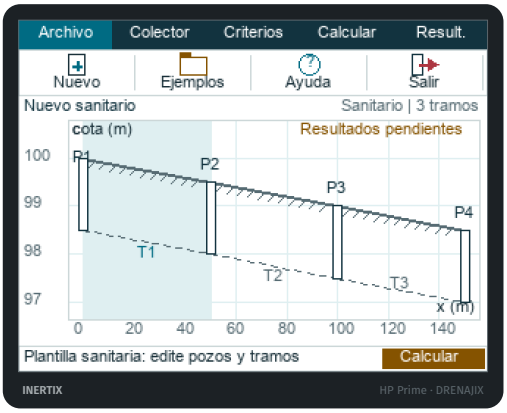
TECLAS

1 Enter

1 Archivo Nuevo abre la lista de plantillas. Cada una es un colector típico de tres tramos con los criterios por defecto de su sistema, listo para adaptar.

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

2 Plantilla sanitaria



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

Enter

Con `Sanitario: 3 tramos de 50 m` resaltado, Enter la carga. Se reemplaza todo el modelo anterior, incluidos los criterios y la serie de diámetros, y los resultados quedan pendientes.

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

3 Dejar dos tramos



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

▶ ×4 Del Enter

El ejercicio tiene dos tramos. Con ▶ la selección recorre P1, T1, 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: resultados pendientes»

4 Caudal sin infiltración ni conexiones erradas



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

3 ▶ ×3 Enter ▼ ×2 0 Enter 0 Enter

3 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, porque el caudal dado es mayor.

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

5 Pendiente máxima de 100 %



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

▼ Enter 3 ▶ ×2 Enter ▼ 1 0 ×2 Enter

Se acepta el formulario anterior y se abre 3 **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 en el ejercicio.

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

6 Pozo P1: terreno, solera y caudal



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

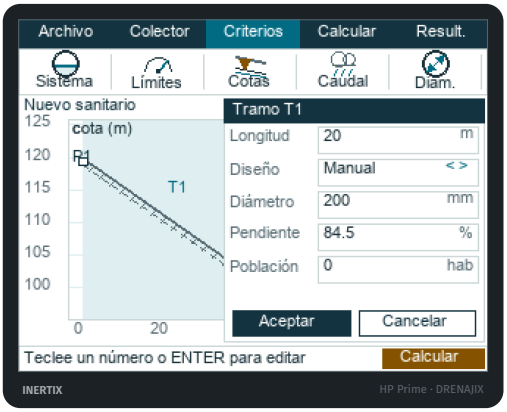
TECLAS

▼ ×4 Enter ◀ ×3 Enter 1 2 0 Enter 1 . 2 Enter 1 5 Enter

Se acepta y, en el perfil, ◀ 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

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

Se acepta P1 y se pasa a T1. En `Diseño`, ▶ cambia de `Auto` a `Manual` y aparecen los campos de diámetro y pendiente. La población se pone a 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

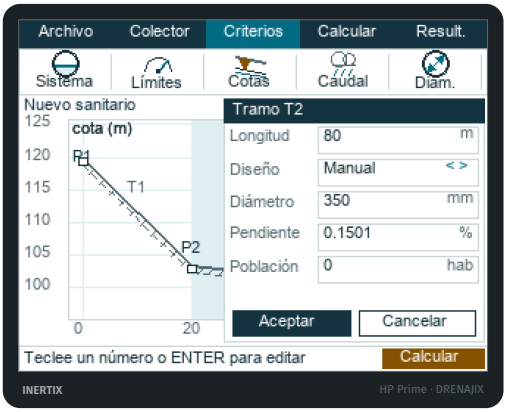
TECLAS

Enter ▶ Enter 1 0 3 . 5 Enter ▼ ×2 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

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 una pendiente de 0.1501 %, la mínima que da $\tau_{mín}$ 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

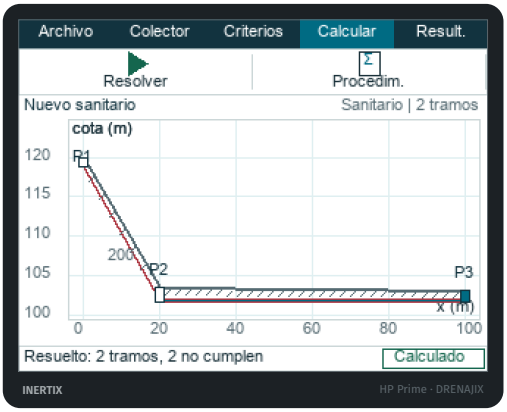
TECLAS

Enter ▶ Enter 1 0 3 . 2 Enter ×2

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

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

11 Resolver



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

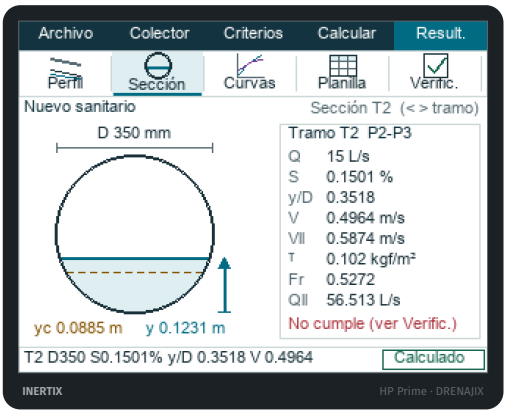
TECLAS

4 Enter

4 **Calcular** Resolver arma la planilla de caudales, resuelve cada tramo y encadena las soleras. Los dos tubos salen en rojo y la línea de estado dice `2 no cumplen`: hay algún criterio que no se satisface, y se verá cuál en el paso 16.

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

12 Sección del tramo T2



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

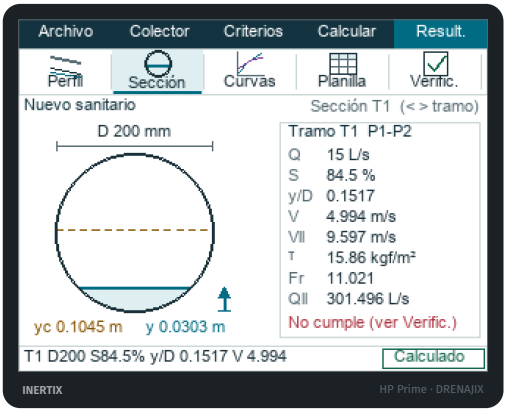
TECLAS

5 ▶ Enter

5 **Result.** Sección abre la sección del tramo elegido. En T2 el agua llena un tercio del tubo de 350 mm; el panel da y = 0.1231 m, V = 0.4964 m/s y τ = 0.102 kgf/m^2, 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

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 tirante crítico (y_c) es mayor que el normal: régimen supercrítico.

✔ **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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

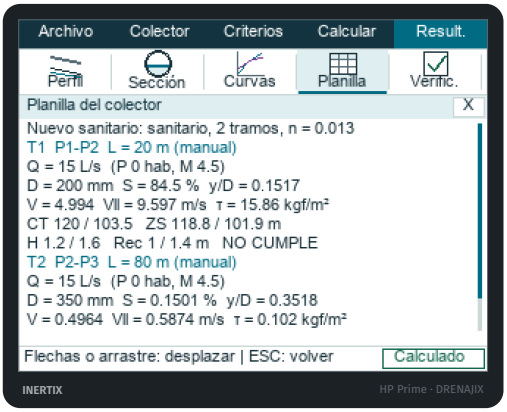
TECLAS

5 ▶ ×2 Enter ▶

5 **Result.** Curvas dibuja las relaciones 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

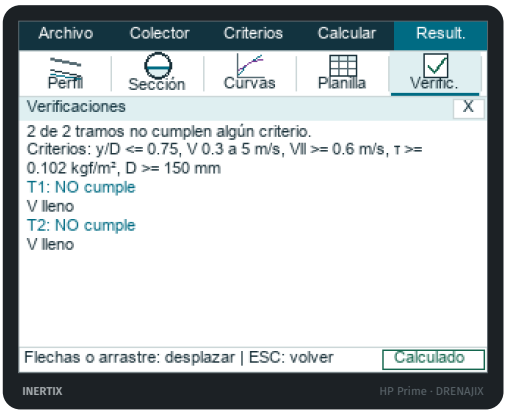
TECLAS

5 ▶ ×3 Enter

5 **Result.** Planilla 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

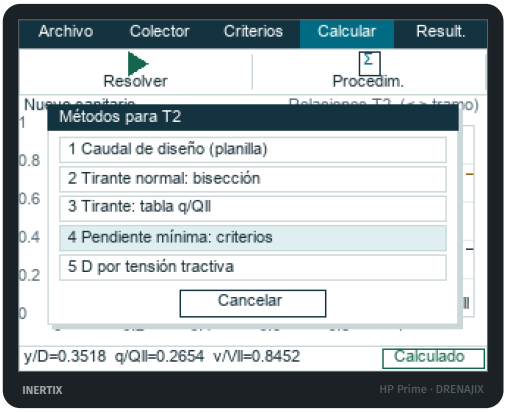
TECLAS

Esc 5 ▶ ×4 Enter

5 **Result.** Verific. 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 es 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



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

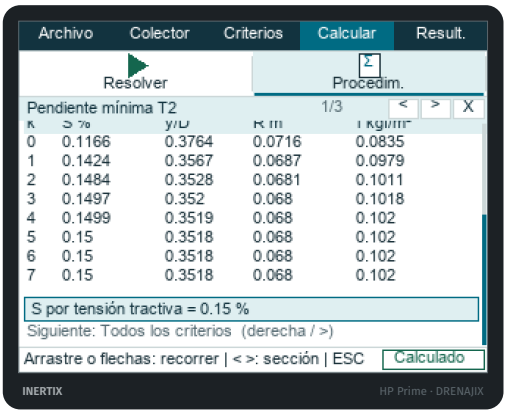
TECLAS

Esc 4 ▶ Enter ▼×3

4 **Calcular** Procedim. lista los métodos disponibles para el tramo elegido. Se baja hasta `4 Pendiente mínima: criterios`.

✔ **Debe verse:** Lista «Métodos para T2» con «4 Pendiente mínima: criterios» resaltado

18 Pendiente mínima por tensión tractiva



Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

TECLAS

Enter ▼×4

La primera sección del procedimiento resuelve $S = \tau_{mín}/(\gamma R)$ 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

Magnitud	Referencia	DRENAJIX	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/m^2	0.102 kgf/m^2	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/m^2 (1 kgf/m^2 = 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

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

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

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

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

5.5 Opciones importantes

Cinco casos cortos para las funciones que el ejemplo guiado no toca. Cada uno empieza desde el perfil y carga sus propios datos, así que se pueden hacer en cualquier orden. Las cifras de la columna «DRENAJIX HP» salen del programa; la referencia, de la ficha técnica del programa (`AGENTS.md` y `EJEMPLOS_ORIGEN.md`).

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.** 1 Archivo Ejemplos, `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.

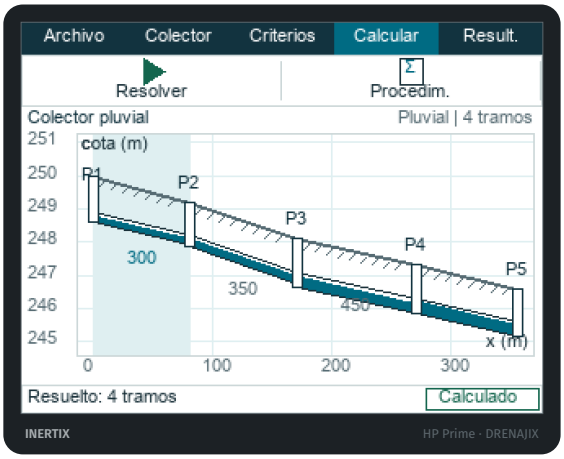
1. **Cargar el ejemplo pluvial.** El ejemplo reemplaza el modelo; los aportes pasan a área (ha) y C.
   1 ▶ Enter ▼ Enter
2. **Lluvia de diseño (IDF).** 3 Criterios Caudal muestra la lluvia de diseño en lugar de la dotación.
   3 ▶×3 Enter

3. **Resolver.** Esc cierra sin cambios y 4 Calcular Resolver diseña los cuatro tramos.

   Esc 4 Enter

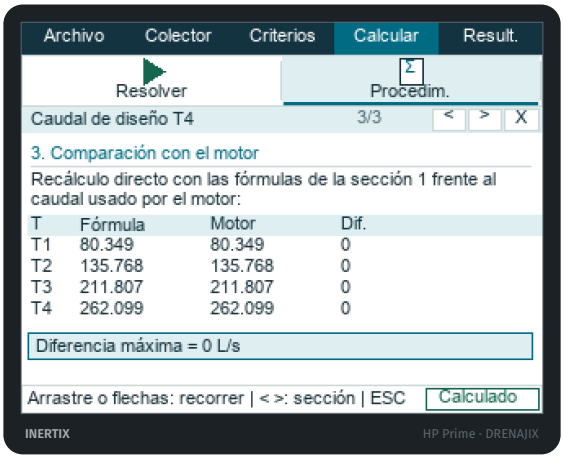
4. **Caudal de diseño de T4.** Se elige T4 en el perfil y se abre el procedimiento 1, `Caudal de diseño`, hasta la comparación con el motor.

   ▶ ×7 4 ▶ Enter ×2 ▶ ×2



Perfil resuelto: diámetros elegidos.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Caudal de diseño de T4 frente al motor.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

Magnitud	Referencia	DRENAJIX HP	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/m^2)	1.127	1.1267	Coincide

Tramo	T1	T2	T3	T4
Q de diseño (L/s)	80.35	135.77	211.81	262.10
D adoptado (mm)	300	350	450	450

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.** 1 Archivo Ejemplos, `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 (infiltración 0.5 L/s·km, 5 % de conexiones erradas). Es también el caso con el que arranca el programa.

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

   `1` `▶` `Enter` ×2

2. **Resolver.** Todos los tramos en modo auto.

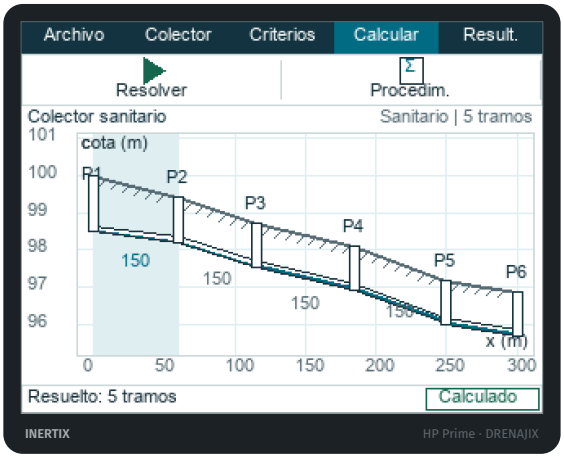
   `4` `Enter`

3. **Planilla del colector.** `5` `Result.` `Planilla` reúne caudales, diámetros, pendientes y cotas.

   `5` `▶` ×3 `Enter`

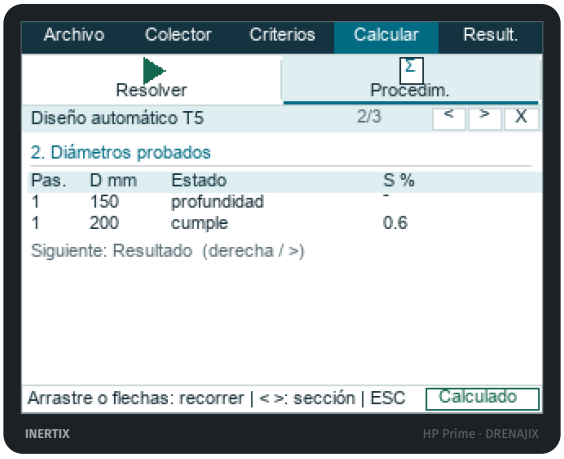
4. **Diseño automático de T5.** T5 elegido en el perfil y procedimiento 6, `Diseño automático`.

   `Esc` `▶` ×8 `4` `▶` `Enter` `▼` ×5 `Enter` `▶`



Colector sanitario resuelto.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Diámetros probados en T5.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

Magnitud	Referencia	DRENAJIX HP	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/m^2)	0.289	0.2890	Coincide

Tramo	T1	T2	T3	T4	T5
Q de diseño (L/s)	1.907	3.450	8.540	10.344	11.517
D adoptado (mm)	150	150	150	150	200
S adoptada (%)	0.4847	1.1985	0.8571	1.3846	0.6000

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.** [1] Archivo Ejemplos, `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.

   [1] [▶] Enter [▼]×2 Enter

2. **Resolver y ver la sección.** Resolver y abrir la sección del tramo.

   [4] Enter [5] [▶] Enter

3. **Tirante por bisección.** Procedimiento 2: el tirante normal por bisección.

   [4] [▶] Enter [▼] Enter

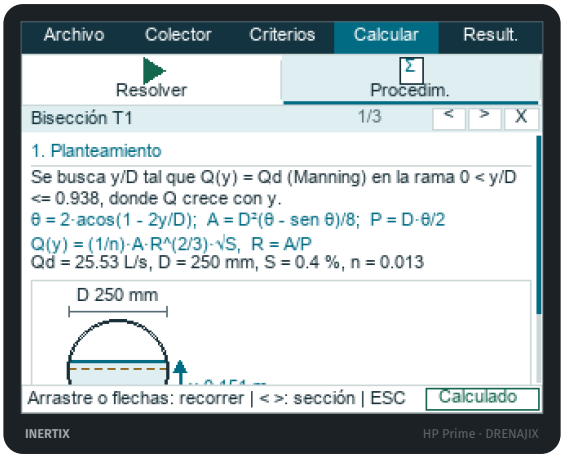
4. **Diseño automático no aplica.** El procedimiento 6 no se ofrece: el tramo es manual.

   Esc [4] [▶] Enter [▼]×5 Enter



Sección: el tramo cumple.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Iteraciones de la bisección.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

Magnitud	Referencia	DRENAJIX HP	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/m^2)	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/m^2 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.** [1] 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, con T1 elegido.

   [1] Enter×2

2. **Insertar un tramo tras T1.** 2 **Colector** Insertar abre el formulario del tramo nuevo; la longitud pasa a 30 m.

   2 ▶×2 **Enter** 3 0 **Enter**

3. **Aceptar: 4 tramos.** ▼ hasta `Aceptar`: el nuevo tramo es T2 y los siguientes se renumeran.

   ▼×2 **Enter**

4. **Resolver con la serie por defecto.** Resolver con la serie por defecto (PVC 150 a 630 mm).

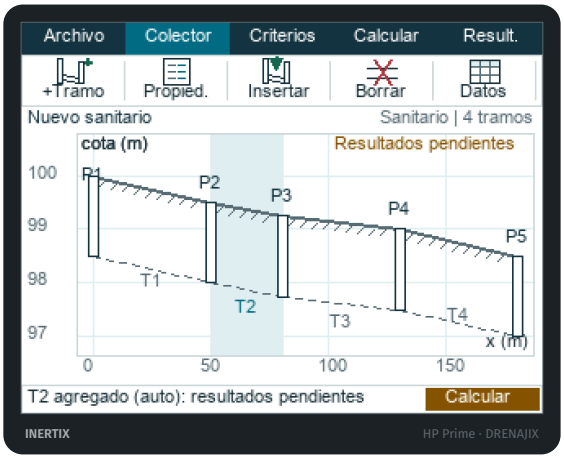
   4 **Enter**

5. **Elegir otra serie de diámetros.** 3 **Criterios** Diám., segunda serie: `Hormigón 200 a 2000 mm`.

   3 ▶×4 **Enter** ▼ **Enter**

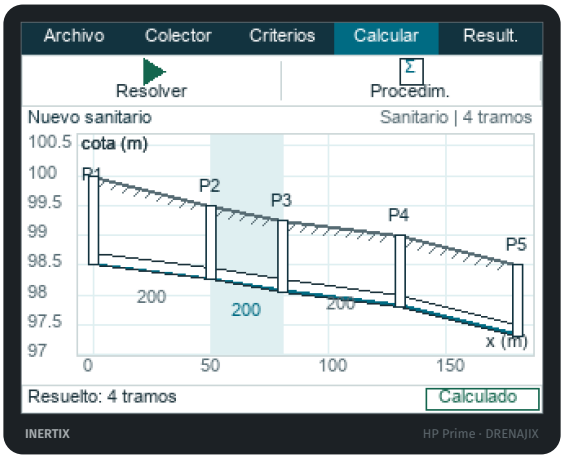
6. **Resolver con la nueva serie.** Resolver de nuevo.

   4 **Enter**



Cuatro tramos, resultados pendientes.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Resuelto con la serie de hormigón.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

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 las propiedades de T1, longitud 0 y después *D* = 150 mm.

1. **Revisión D 250 mm calculada.** El tramo de 250 mm cumple.

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

2. **Longitud 0: dato no válido.** Longitud 0 al aceptar: `La longitud del tramo debe ser positiva.` El formulario sigue abierto y el modelo no cambia.

   `2` `▶` `Enter` `0` `Enter` `▼`×4 `Enter`

3. **Diámetro 150 mm en manual.** Se corrige la longitud (50 m) y se pone 150 mm: el formulario acepta, porque el dato es válido.

   `Enter` `▲`×5 `5` `0` `Enter` `▼` `1` `5` `0` `Enter` `▼`×2 `Enter`

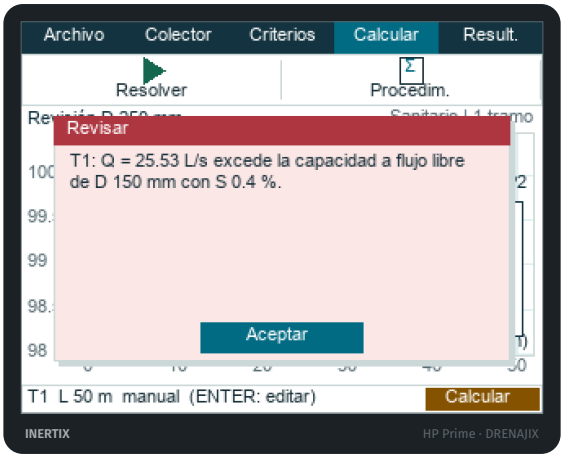
4. **Resolver: error del motor.** Al resolver, el motor responde que 25.53 L/s exceden la capacidad a flujo libre de D 150 mm con S 0.4 %, y no hay resultados.

   `4` `Enter`



Dato no válido: el formulario sigue abierto.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Error del motor: el tubo no conduce el caudal.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

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.

6 Referencia de menús y opciones

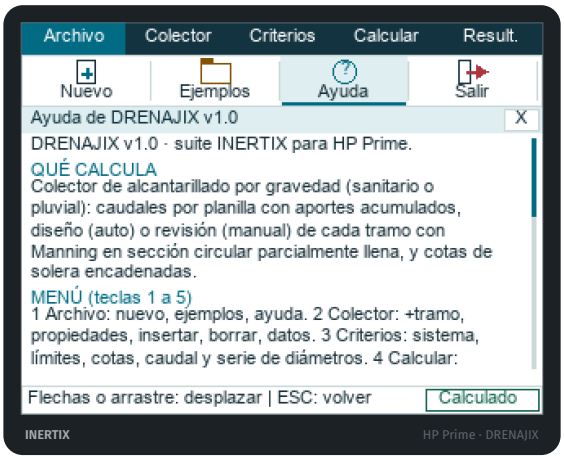
6.1 1 · Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	Plantillas «Sanitario: 3 tramos de 50 m» y «Pluvial: 3 tramos de 60 m». Reemplazan el modelo y restauran los criterios por defecto.
Ejemplos	Cuatro colectores resueltos: sanitario de 5 tramos con diseño auto, pluvial de 4 tramos por el método racional, revisión de un tramo D 250 mm al 0.4 % y el ejemplo guiado.
Ayuda	Documento desplazable con el alcance, el menú, el uso del perfil y las fórmulas de caudal.
Salir	Pide confirmación y cierra el programa. El modelo se conserva para la próxima vez.



Archivo › Ejemplos.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



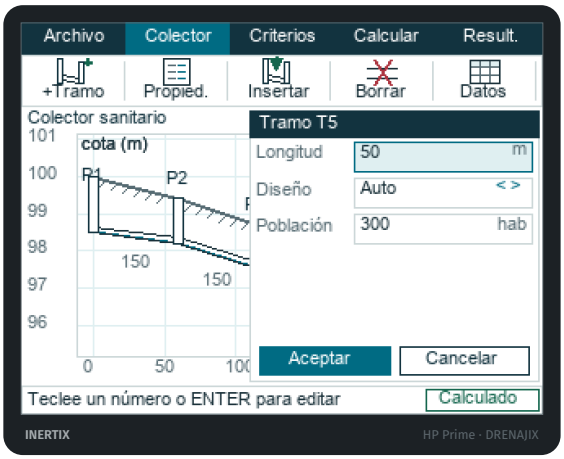
Archivo › Ayuda.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

6.2 2 · Colector

Orden	Qué hace
+Tramo	Añade un tramo al final (en modo auto) con su longitud, aporte y cota de terreno del nuevo pozo.
Propied.	Abre las propiedades del pozo o tramo elegido (igual que Enter en el perfil).
Insertar	Inserta un tramo nuevo después del tramo elegido; los siguientes se renumeran.
Borrar	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), Q externo (L/s).
Pozo final	CT terreno (m).
Tramo	Longitud (m), Diseño (Auto/Manual), Diámetro (mm) y Pendiente (%) solo en manual; Población (hab) en sanitario o Área (ha) y C escurr. en pluvial.



Propiedades de un tramo en diseño auto.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

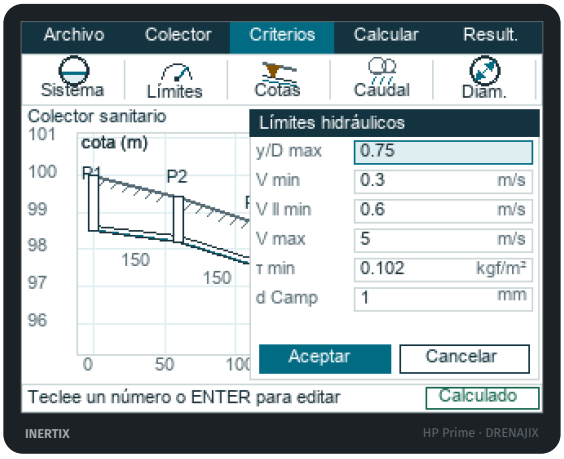


Dato no válido: el formulario sigue abierto.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

6.3 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 (a tubo lleno), *V* máx, $\tau_{mín}$ 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 (por clave o por solera).
Caudal	Sanitario: dotación, C de retorno, infiltración, conexiones erradas y *Q* mín. Pluvial: curva IDF (T_r, *K*, *m*, *n*, *c*) y tiempo de entrada.
Diám.	Serie comercial: PVC 150 a 630 mm, hormigón 200 a 2000 mm o serie completa 150 a 2000 mm.



Criterios › Límites hidráulicos.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora



Criterios › Diám.: series.

Captura ADAPTADA: render del programa en PC, no captura de la calculadora

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
$\tau_{mín}$ (kgf/m^2)	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 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.
Procedim.	Lista de 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.

6.5 5 · Result.

Orden	Qué hace
Perfil	Terreno, pozos, tubo y agua; los diámetros adoptados sobre cada tramo.
Sección	Sección del tramo con y e y_c y panel de resultados: Q, S, y/D, V, V_{ll}, τ, Froude y Q_{ll}.
Curvas	q/Q_{ll} y v/V_{ll} contra y/D, con la línea de y/D máx y un cursor.
Planilla	Documento con caudales, hidráulica y cotas por tramo.
Verific.	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 modelo no cambia. Corrija el dato o cancele.
`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 de diámetros, o use el modo manual.
`Máximo 30 tramos por colector.` / `El colector debe conservar al menos un tramo.`	Límites del modelo al agregar o borrar tramos.
Método marcado como no disponible	El procedimiento no aplica al tramo: el diseño automático, solo en tramos auto; el régimen crítico, solo si existe tirante crítico.
Tramo en rojo	No cumple algún criterio; 5 **Result.** Verific. dice cuál.

> **⚠ Corte con la tecla ON**
> Si se pulsa On mientras el programa trabaja (al calcular, cargar un ejemplo o una plantilla, borrar un tramo o aceptar un formulario), la HP Prime detiene el programa. Al volver a entrar, DRENAJIX abre con el **caso intacto** (los datos anteriores a la acción cortada), los **resultados pendientes** y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`. Basta con repetir la acción o resolver de nuevo. Comprobado con el arnés de cortes del programa en PC; en la calculadora, no ejecutado.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Caudal sanitario

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

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

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 m^3/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

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

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

$$Z_{Sf} = Z_{Si} - S\, L \qquad Z_{Si}(i) = Z_{Sf}(i-1) - \text{caída} \;\; \text{(por clave: mín}\{\ldots,\, Z_{Sf}(i-1) + D(i-1) - D(i)\}\text{)}$$

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 máx($S_{\text{mín}}, S_{y/D}, S_{\text{recubrimiento}}$) y 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 5 Result. Verific..

¿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.

¿Por qué el diámetro no baja aguas abajo?

El diseño automático nunca adopta un diámetro menor que el del tramo anterior, como exige la práctica de alcantarillado.

¿Recorrer las curvas cambia el cálculo?

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

¿Por qué la tensión tractiva sale en kgf/m²?

Es la unidad habitual de la NB 688 y de los cursos de la región. El valor en Pa es 9.81 veces mayor; el procedimiento de pendiente mínima muestra ambos.

¿Qué pasa si interrumpo un cálculo con ON?

El caso no se pierde: al volver a entrar, DRENAJIX muestra los datos anteriores, los resultados pendientes y el aviso `Cálculo interrumpido: vuelva a Calcular`.

¿Puedo usar tubos de hormigón?

Sí: 3 **Criterios** Diám. cambia la serie comercial. El diseño automático solo elige diámetros de la serie activa (opción O4).

¿Se pierde el colector al salir?

No. El modelo queda en la calculadora y aparece al volver a abrir DRENAJIX. `Nuevo` y `Ejemplos` sí lo reemplazan.