INERTIX

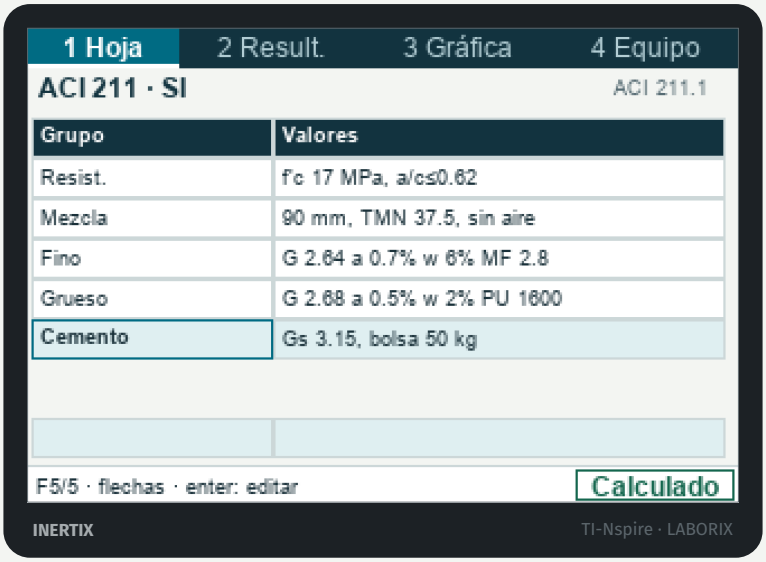
Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

LABORIX

Ensayos de suelos y agregados, y dosificación ACI 211.1

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Geotecnia · Tecnología del hormigón · 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 . . . 4

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 . . . 5
3.2. Activar en la calculadora . . . 6
3.3. Mensajes de la pantalla Licencia . . . 6

4. La interfaz **7**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 7
4.2. Teclas . . . 8
4.3. Formularios y resultados pendientes . . . 8
4.4. Ayuda integrada . . . 9

5. Ejemplo guiado **9**
5.1. Enunciado . . . 9
5.2. Datos . . . 10
5.3. Paso a paso . . . 10
5.4. Resultados . . . 16
5.5. Ejemplos incluidos . . . 17
5.6. Opciones importantes . . . 17

6. Referencia de menús y opciones **22**
6.1. Archivo . . . 22
6.2. Suelos, Hormigón y Datos . . . 22
6.3. Calcular y Result. . . . 23

7. Fundamento teórico breve 23

7.1. Granulometría . . . 24

7.2. Límites, Proctor y corte . . . 24

7.3. Combinación de agregados . . . 24

7.4. Dosificación ACI 211.1 . . . 24

7.5. Resistencia de probetas . . . 24

8. Errores, avisos y preguntas frecuentes 25

8.1. Mensajes . . . 25

8.2. Preguntas frecuentes . . . 25

1 Presentación y alcance

LABORIX reúne en las TI-Nspire CX y CX II los **ensayos de laboratorio de suelos y de agregados** y la **dosificación de hormigón**. Cada ensayo tiene su hoja de datos, sus resultados, su gráfica con cursor, el equipo dibujado y un procedimiento paso a paso. Los doce ensayos viven en un mismo documento, y cada uno conserva sus datos al cambiar a otro. El motor es el de la versión HP Prime, traducido sin cambios: con los mismos datos da las mismas cifras. Está pensado para estudiantes y técnicos que procesan ensayos y quieren ver de dónde sale cada número.

1.1 Qué calcula

- **Suelos:** granulometría por tamizado con lavado (ASTM D6913/C117): D_{10}, D_{30}, D_{60}, C_u, C_c; límites de Atterberg (D4318) por regresión o a un punto; Proctor (D698/D1557) con parábola o mínimos cuadrados y curva de saturación; corte directo (D3080) con envolvente y círculos de Mohr; clasificación **SUCS** (D2487) y **AASHTO** (M145) con índice de grupo.
- **Agregados:** granulometría del fino y del grueso (C136) con control de masa, módulo de finura, TM, TMN y bandas C33; pesos específicos y absorción (C127/C128), humedad (C566), peso unitario y vacíos (C29); combinación de agregados por MF objetivo, porcentaje directo o tamiz de control.
- **Hormigón:** dosificación **ACI 211.1** por volúmenes absolutos con sus tablas en SI, corrección por humedad y comparación con el método del peso; revenimiento (C143); resistencia de probetas (C39) con estadística ACI 214R y aceptación ACI 318.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	SI (por defecto)	MKS (Archivo › Unidades)
Masas de ensayo	g	g
Aberturas de tamiz, TMN	mm	mm
Esfuerzos de corte	kPa	kg/cm²
Resistencia f'_c	MPa	kg/cm²
Peso unitario γ_d	kN/m³	t/m³
Cargas de probetas	kN	kgf
Masas de la mezcla	kg por m³	kg por m³

El motor trabaja siempre en SI; MKS solo cambia lo que se muestra y se teclea.

1.3 Límites y fuera de alcance

⚠ Fuera de alcance

LABORIX procesa los ensayos listados; no incluye hidrómetro, consolidación, triaxial ni CBR. La dosificación sigue ACI 211.1 (hormigón de peso normal) con sus tablas en SI, transcritas de la norma y contrastadas con su ejemplo 1; conviene revisarlas contra la edición que use su curso. Criterios adoptados: si falta un tamiz de la serie normal, el MF se obtiene interpolando en escala logarítmica y se indica el origen de cada tamiz; el TMN es el tamiz inmediato superior al primero que retiene más del 10 % acumulado; con menos de 15 probetas, f'_{cr} se toma de la tabla de ACI 318 sin desviación estándar.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`LABORIX.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

LABORIX 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
`LABORIX.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 `LABORIX.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, LABORIX 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

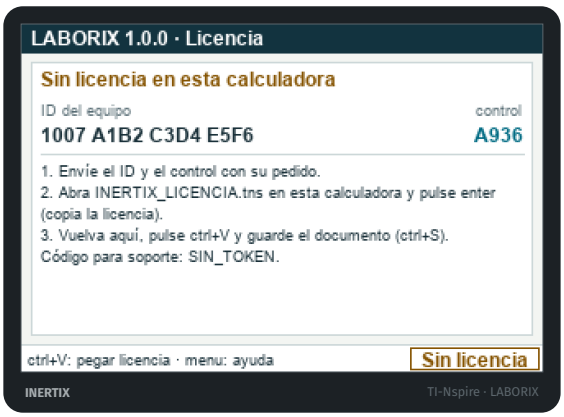
1. Abra `LABORIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la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

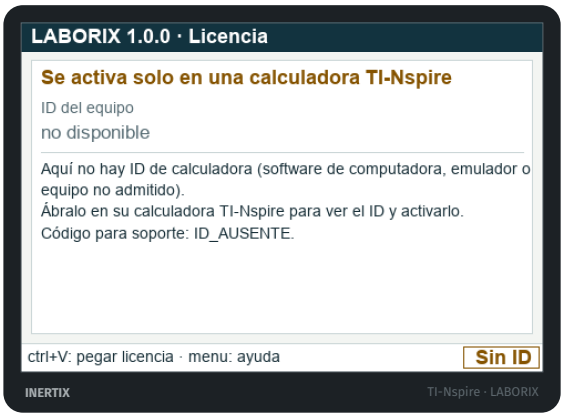
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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 en la calculadora (ID de ejemplo).



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

4 La interfaz

La primera vez que se abre, LABORIX muestra el `Laboratorio completo` (un ejemplo de los doce ensayos) con la granulometría de suelo activa y sin calcular.

4.1 Zonas de la pantalla

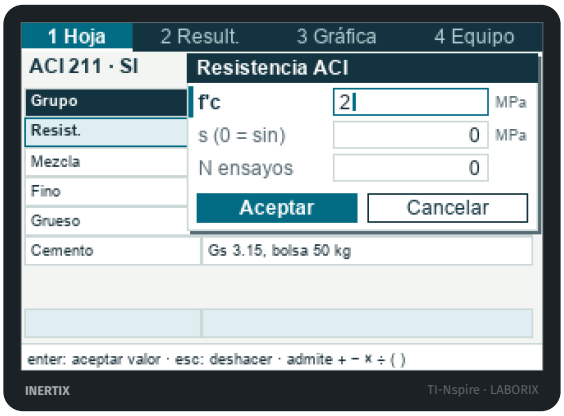


Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Hoja`, `2 Result.`, `3 Gráfica`, `4 Equipo`: vistas del mismo ensayo. Se eligen con la cifra, con tab o con un clic.
2 Cabecera	Ensayo activo, unidades y norma.
3 Hoja	Datos tal como se anotan en el laboratorio; las flechas eligen fila y columna.
4 Resultados de la hoja	Celdas calculadas; dicen `pend.` hasta recalcular.
5 Barra inferior	Ayuda del momento o lectura del cursor de la gráfica.
6 Insignia	`Calcular` (resultados pendientes; un clic resuelve) o `Calculado`.
Menú	menu abre Archivo, Suelos, Hormigón, Datos, Calcular y Result., con las órdenes de la versión HP. No hay `Salir`: el documento se cierra desde el sistema.

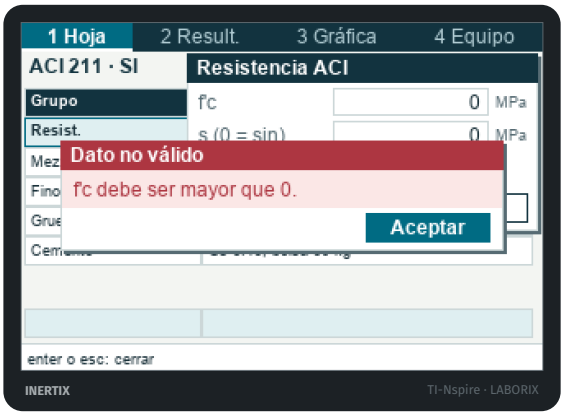
4.2 Teclas

Control	Dónde	Acción
menu	Siempre	Abre las órdenes.
1 a 4, tab	Vista principal	Cambian de pestaña. Si los resultados están pendientes, Result. y Gráfica preguntan si calcula.
flechas	Hoja	Eligen fila y columna.
enter	Hoja	Edita la celda; clear la reemplaza. Se admiten + − × ÷ ( ) ^ E.
+ / del	Hoja	Agrega una fila / pide quitarla (fuera de edición). El fondo de la granulometría y las filas de molde o criterio no se eliminan.
◀ ▶, clic	Gráfica	Mueven el cursor (tamiz, punto o ensayo).
▲ ▼	Gráfica	Alternan las dos gráficas cuando existen (Fluidez/Carta, Envolvente/Mohr, Curvas/MF(Pg)).
◀ ▶	Result.	Cambian de página.
▲ ▼, enter	Equipo	Eligen la fila y abren sus propiedades.
◀ ▶, ( )	Procedimiento	Cambian de sección; los paréntesis desplazan tablas anchas.
esc	—	Cierra formularios, listas, avisos, documentos y procedimientos sin cambiar el caso.

4.3 Formularios y resultados pendientes

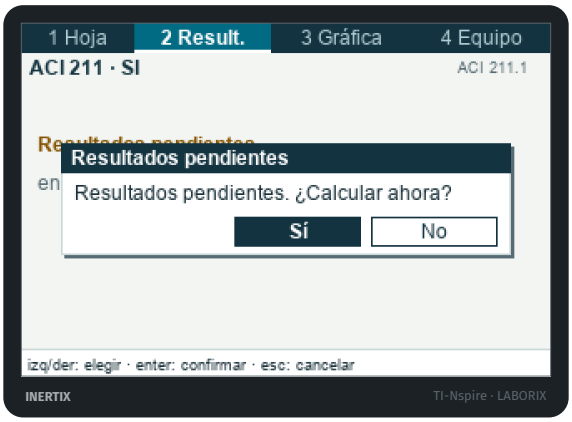


Al teclear se reemplaza el valor.



Dato rechazado: el aviso dice qué corregir.

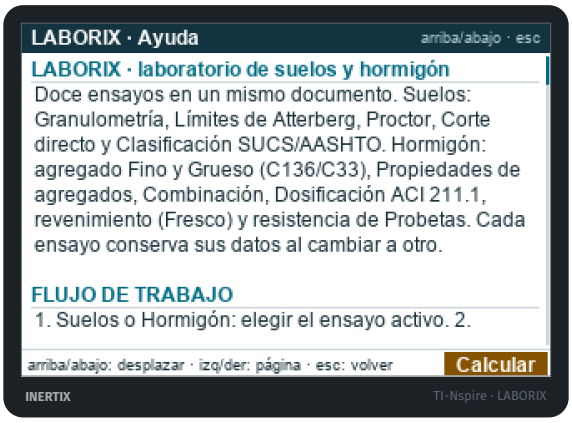
- **Formularios.** ▲ ▼ cambian de campo y ◀ ▶ la opción. Se escribe el valor y enter confirma y pasa al campo siguiente; tras el último campo el foco queda en `Aceptar`. tab lleva a `Aceptar`; desde `Aceptar`, otro tab va a `Cancelar`. esc deshace la edición de la celda; otro esc cancela sin cambios.
- **Validación.** Un dato no válido muestra el motivo; al cerrar el aviso el formulario sigue abierto y el caso **no** cambia.
- **Resultados pendientes.** Cualquier cambio deja pendiente el ensayo y los que dependen de él (la clasificación depende de la granulometría y de los límites; la combinación, de las granulometrías). Result. y Gráfica preguntan si calcula; con `No` el caso se conserva. Recorrer una gráfica **no** recalcula.



Vista de resultados con el caso pendiente.

4.4 Ayuda integrada

menu **Archivo** → `Ayuda` resume el flujo de trabajo, el menú, las vistas, la hoja, los formularios, los resultados, las gráficas, los procedimientos, las unidades y el guardado, y las normas. Se abre también sin licencia. ▲ ▼ desplazan y esc vuelve al caso sin cambiarlo.

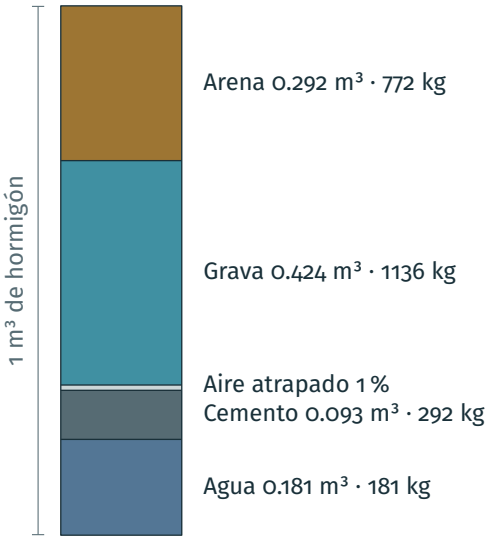


Ayuda integrada.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Se quiere dosificar **1 m³ de hormigón sin aire incorporado** con resistencia especificada $f'_c = 17$ MPa, sin registro de ensayos para estimar la desviación estándar. La obra pide un **asentamiento de 90 mm**, la grava tiene **TMN de 37.5 mm** y, por durabilidad, la relación **a/c no debe pasar de 0.62**. Con las propiedades de la arena y de la grava, se piden las masas por metro cúbico por el método de los **volúmenes absolutos** de ACI 211.1 y su corrección por la humedad de los agregados.



Mezcla pedida

$f'_c = 17$ MPa, sin registro de s
asentamiento 90 mm
TMN 37.5 mm, sin aire incorporado
a/c máxima 0.62
arena 6 % de humedad
grava 2 % de humedad

5.2 Datos

Resistencia y mezcla	Valor
f'_c	17 MPa
s / N.º de ensayos	0 / 0 (sin registro)
Asentamiento	90 mm
TMN de la grava	37.5 mm
Aire	Sin incorporar
a/c máxima	0.62

Cemento	Valor
G_s / bolsa	3.15 / 50 kg

Agregados	Arena	Grava
G_{sb} (seco)	2.64	2.68
Absorción	0.7 %	0.5 %
Humedad	6 %	2 %
MF	2.8	—
PU varillado	—	1600 kg/m³

Fuente: ACI 211.1-91, *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*, apéndice en unidades SI, ejemplo 1. Agua, cemento, grava y agua corregida coinciden con la norma; la arena da 772 kg frente a 771 kg porque ACI redondea cada volumen a 0.001 m³ y LABORIX no redondea. En el programa es el ejemplo «Dosificación ACI 211.1: f'c 17 MPa».

5.3 Paso a paso

Es el mismo ejemplo de la guía HP Prime, con el mismo orden de pasos. La dosificación se arma desde cero; el primer paso vacía el laboratorio y después solo se cambian los datos que difieren de los valores típicos.

1 Vaciar el laboratorio



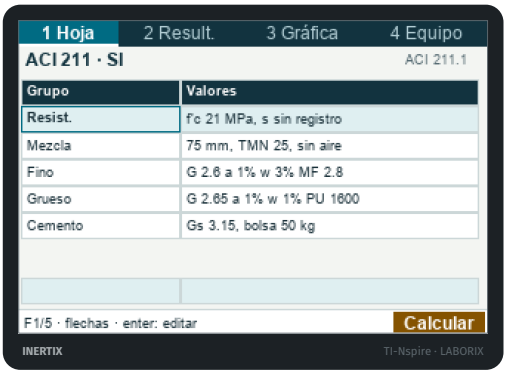
TECLAS

menu **Archivo** → `Nuevo` 2 enter

menu **Archivo** → `Nuevo` ofrece vaciar el ensayo activo o todo el laboratorio. Elija el segundo y confirme: todos los ensayos quedan con valores típicos y sin calcular.

✔ **Debe verse:** Todos los ensayos con valores típicos y sin calcular; el botón dice «Calcular»

2 Abrir la dosificación ACI 211.1



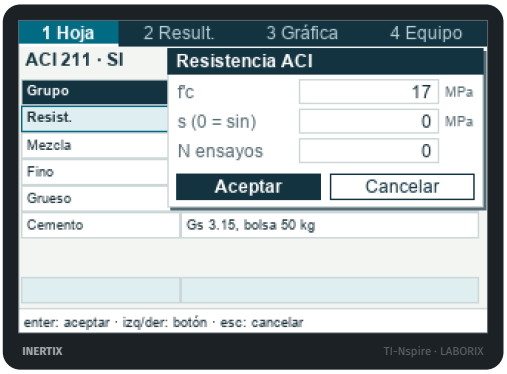
TECLAS

menu **Hormigón** → `ACI 211`

menu **Hormigón** → `ACI 211` abre la hoja. Sus cinco filas (resistencia, mezcla, fino, grueso y cemento) son los cinco grupos de datos.

✔ **Debe verse:** Hoja «ACI 211» con las cinco filas de datos (resistencia, mezcla, fino, grueso, cemento) y la columna de resultados «pend.»

3 Resistencia: f'c 17 MPa



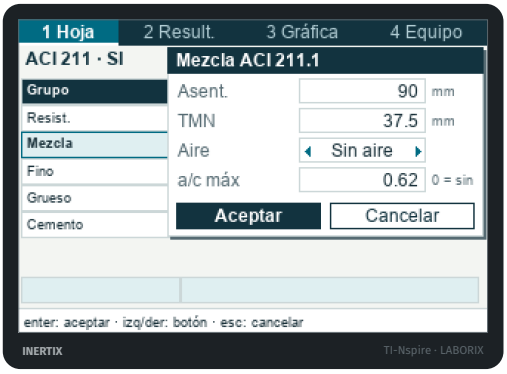
TECLAS

menu **Datos** → `Resist.` 1 7 enter tab

menu **Datos** → `Resist.` abre el formulario. Teclee $f'_c = 17$ MPa. Sin registro de ensayos, s y el número de ensayos quedan en 0: LABORIX tomará f'_{cr} de la tabla de ACI 318. tab lleva a `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Resistencia ACI»: f'c 17 MPa, s 0, N ensayos 0; foco en Aceptar

4 Mezcla: 90 mm, TMN 37.5 mm y a/c 0.62



TECLAS

enter menu **Datos** → `Mezcla` 9 0 enter 3 7 . 5 enter ▼ 0 . 6 2 enter

enter acepta. En menu **Datos** → `Mezcla`, teclee 90 mm y 37.5 mm, deje `Sin aire` y escriba la a/c máxima de 0.62 que exige la durabilidad (0 significa sin límite). Tras el último enter el foco queda en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Mezcla ACI 211.1»: asentamiento 90 mm, TMN 37.5 mm, aire «Sin aire», a/c máx 0.62

5 Agregado fino



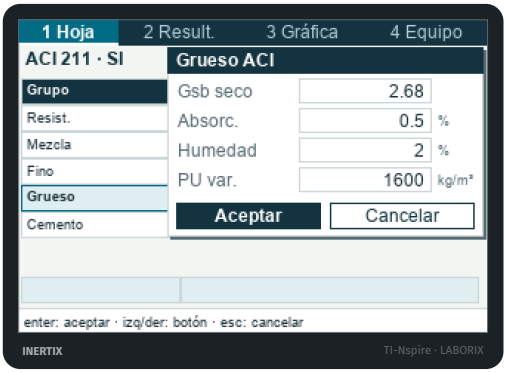
TECLAS

enter menu **Datos** → `Fino` 2 . 6 4 enter 0 . 7 enter 6 enter tab

enter acepta. En menu **Datos** → `Fino`, teclee 2.64, 0.7 % y 6 %; el MF de 2.8 ya está y fija el volumen de grava en la tabla 6.3.6.

✔ **Debe verse:** Formulario «Fino ACI»: Gsb 2.64, absorción 0.7 %, humedad 6 %, MF 2.8; foco en Aceptar

6 Agregado grueso



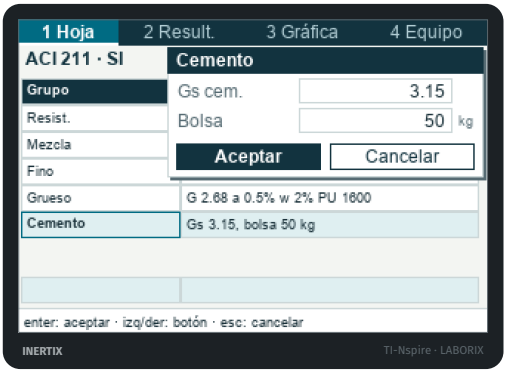
TECLAS

enter menu **Datos** → `Grueso` 2 . 6 8 enter 0 . 5 enter 2 enter tab

enter acepta. En menu **Datos** → `Grueso`, teclee 2.68, 0.5 % y 2 %; el peso unitario de 1600 kg/m³ ya está.

✔ **Debe verse:** Formulario «Grueso ACI»: Gsb 2.68, absorción 0.5 %, humedad 2 %, PU varillado 1600 kg/m³

7 Revisar el cemento



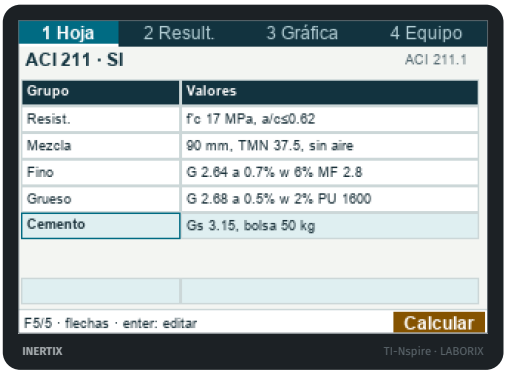
TECLAS

enter menu **Datos** → `Cemento` tab

enter acepta. menu **Datos** → `Cemento` se abre solo para comprobarlo: $G_s = 3.15$ y bolsa de 50 kg.

✔ **Debe verse:** Formulario «Cemento»: Gs 3.15 y bolsa de 50 kg (valores habituales); foco en Aceptar

8 Hoja con todos los datos



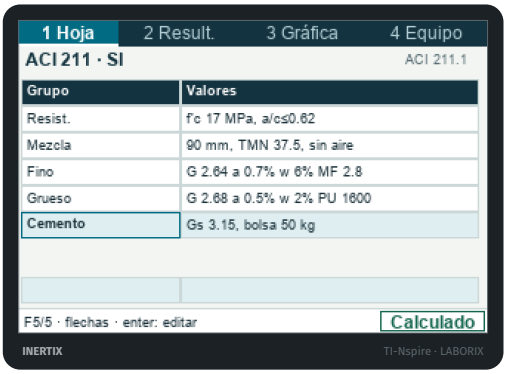
TECLAS

enter

Al aceptar, la hoja muestra los cinco grupos con los datos del enunciado. La insignia sigue en `Calcular`.

✔ **Debe verse:** Hoja con f'c 17 MPa, 90 mm, TMN 37.5, a/c $\leq$ 0.62 y los dos agregados; botón ámbar «Calcular»

9 Resolver



TECLAS

menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` calcula la mezcla. La insignia pasa a `Calculado`.

✔ **Debe verse:** Columna de 1 m³ con agua, cemento, aire, grava y arena; botón «Calculado»

10 Gráfica de volúmenes



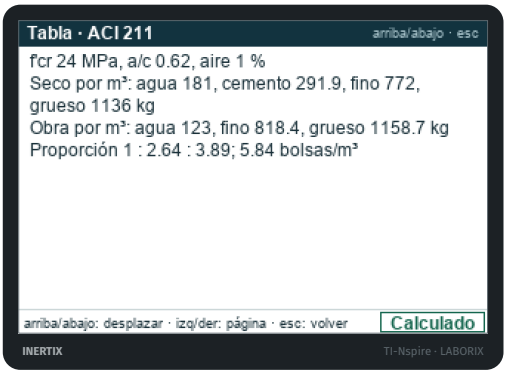
TECLAS

menu **Result.** → `Volúm.`

menu **Result.** → `Volúm.` abre la vista 3 con dos barras: el volumen absoluto de cada componente en 1 m³ y sus masas. La grava y la arena ocupan casi el 72 % del volumen.

✔ **Debe verse:** Vista 3 Gráfica: volúmenes absolutos de 1 m³ (agua, cemento, aire, grava, arena) y masas secas

11 Tabla de resultados



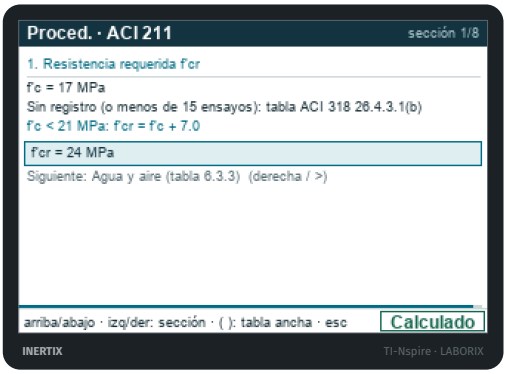
TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla` reúne f'_{cr}, agua, aire, a/c, cemento, grava y arena secas, las masas en obra y la tanda por bolsa.

✔ **Debe verse:** Documento «Tabla · ACI 211» con f'cr, agua, aire, a/c, cemento, grava y arena secas, masas en obra y tanda por bolsa

12 Procedimiento: f'cr



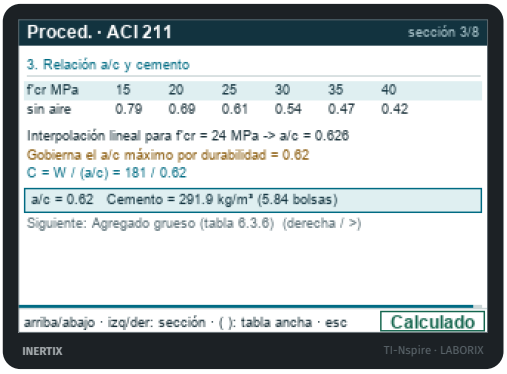
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedim.`

esc y menu **Calcular** → `Procedim.`: la sección 1 de 8 da $f'_{cr} = f'_c + 7 = 24$ MPa, sin registro de s y con $f'_c < 21$ MPa.

✔ **Debe verse:** Sección 1/8 «Resistencia requerida f'cr»: sin registro de s, f'cr = 17 + 7 = 24 MPa

13 Procedimiento: a/c y cemento



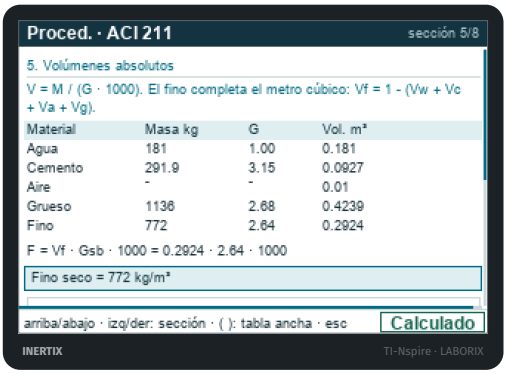
TECLAS

▶ ×2

En la sección 3, la tabla 6.3.4 da, interpolando para 24 MPa, una a/c de 0.626; gobierna la máxima de 0.62 y $C = 181/0.62 = 291.9$ kg.

✔ **Debe verse:** Sección 3/8: a/c interpolada 0.626; gobierna la máxima 0.62 → C = 181 / 0.62 = 291.9 kg

14 Procedimiento: volúmenes absolutos



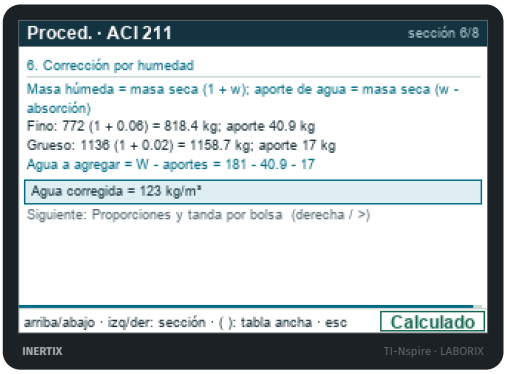
TECLAS

▶ ×2

En la sección 5 cada masa se pasa a volumen con $V = M/(G \cdot 1000)$. Agua, cemento, aire y grava suman 0.708 m³; la arena completa el metro cúbico y pesa 772 kg.

✔ **Debe verse:** Sección 5/8: volúmenes de agua, cemento, aire y grava; el resto es arena: 772 kg

15 Procedimiento: corrección por humedad



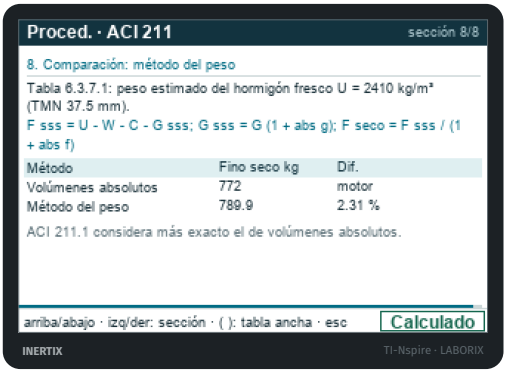
TECLAS

▶

La sección 6 pasa la dosificación a obra: arena húmeda 818.4 kg, grava 1158.7 kg y agua corregida 123 kg.

✔ **Debe verse:** Sección 6/8: arena 818.4 kg, grava 1158.7 kg y agua corregida 123 kg

16 Procedimiento: método del peso



TECLAS

▶ ×2

La última sección compara con el método del peso (tabla 6.3.7.1): la arena saldría 789.9 kg. ACI 211.1 considera más exacto el método de los volúmenes absolutos.

✔ **Debe verse:** Sección 8/8: método del peso, arena 789.9 kg frente a 772 kg por volúmenes

5.4 Resultados

LABORIX coincide con ACI 211.1

Resistencia requerida, agua, cemento, grava y agua corregida coinciden con el ejemplo 1 de ACI 211.1. La arena difiere en 1 kg porque la norma redondea los volúmenes a 0.001 m³. Las 22 magnitudes comparadas con la versión HP son iguales.

Magnitud	ACI 211.1	LABORIX TI	Estado
Resistencia requerida f'_{cr}	24 MPa	24.0 MPa	Coincide
Agua de mezclado W	181 kg	181.0 kg	Coincide
Aire atrapado	1 %	1.0 %	Coincide
Relación a/c	0.62	0.62	Gobierna la máxima
Cemento C	292 kg	291.9 kg	Coincide
Grava seca G	1136 kg	1136.0 kg	Coincide
Arena seca F	771 kg	772.0 kg	Redondeo de ACI
Arena / grava en obra	—	818.4 / 1158.7 kg	Con humedad
Agua corregida	123 kg	123.0 kg	Coincide

Tolerancias de la validación: 0.5 kg en agua, cemento y grava; 1.1 kg en la arena. Por el método del peso (tabla 6.3.7.1, $U = 2410$ kg/m³) la arena sería 789.9 kg. Cemento: 5.84 bolsas por m³.

Comprobación a mano

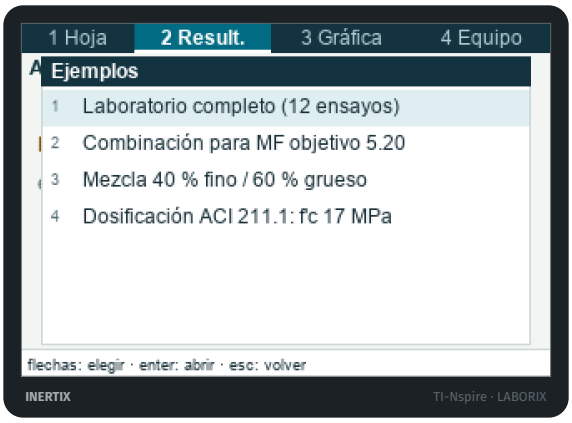
$$f'_{cr} = f'_c + 7 = 17 + 7 = 24 \text{ MPa} \qquad C = \frac{W}{a/c} = \frac{181}{0.62} = 291.9 \text{ kg} \qquad G = 0.71 \times 1600 = 1136 \text{ kg}$$

$$V_F = 1 - \frac{181}{1000} - \frac{291.9}{3150} - 0.010 - \frac{1136}{2680} = 1 - 0.7076 = 0.2924 \text{ m}^3$$

$$F = 0.2924 \times 2640 = 772.0 \text{ kg}$$

$$W' = 181 - 772.0\,(0.06 - 0.007) - 1136\,(0.02 - 0.005) = 181 - 40.9 - 17.0 = 123.0 \text{ kg}$$

5.5 Ejemplos incluidos



menu **Archivo** → `Ejemplos`.

Los ejemplos **sustituyen los datos** y quedan sin calcular.

Ensayo activo: menu **Calcular** → `Resolver`. Los doce: menu **Calcular** → `Todo`.

5.6 Opciones importantes

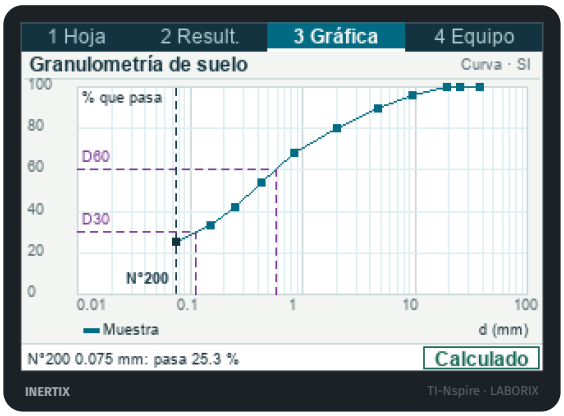
Seis casos cortos para lo que el ejemplo guiado no toca. Salvo OI-3, parten del `Laboratorio completo`. Tras menu **Calcular** → `Resolver`, cierre los avisos si aparecen.

5.6.1 OI-1 · Clasificar un suelo

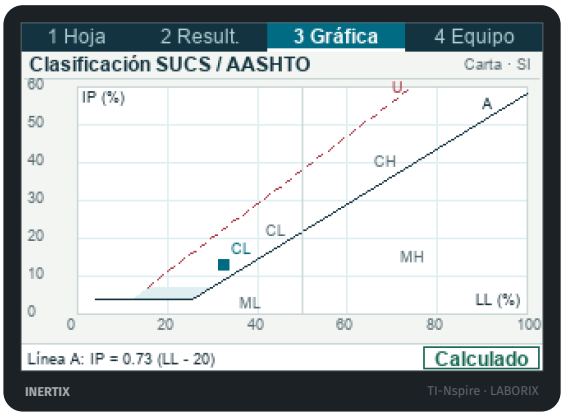
Objetivo. Pasar de la granulometría y los límites a la clasificación SUCS y AASHTO.

Datos. Granulometría con lavado (498 g tras el tamizado) y tres determinaciones de LL más LP.

1. **Cargar el laboratorio completo.** Queda activa la granulometría de suelo, sin calcular.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1
2. **Calcular la granulometría y ver la curva.** Grava 10.04 %, arena 64.66 %, finos 25.30 %.
   menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 3
3. **Llevar el cursor al tamiz N°200.** La barra dice `N°200 0.075 mm: pasa 25.3 %`.
   ▶ ×10
4. **Límites de Atterberg: curva de fluidez.** LL 32.30, LP 19.11, IP 13.20.
   menu **Suelos** → `Límites` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 3
5. **Clasificar.** La vista 4 muestra SC y A-2-6 (0).
   menu **Suelos** → `Clasif.` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 4
6. **Carta de plasticidad.** ▼ alterna Fluidez y Carta; lo mismo con las dos gráficas de otros ensayos.
   3 ▼



Cursor en N°200: pasa 25.3 %.



Carta de plasticidad.

Lectura. Con 25.3 % de finos y más arena que grava, el suelo es arenoso; el punto LL 32.3, IP 13.2 cae sobre la línea A: finos arcillosos, de ahí SC. D_{10} queda bajo el último tamiz, por eso C_u y C_c no se determinan.

5.6.2 OI-2 · Proctor y corte: leer las gráficas con el cursor

Objetivo. Obtener $\gamma_{d,\text{máx}}$, $w_{\text{ópt}}$, c y ϕ, y recorrer los puntos.

Datos. Cinco puntos de compactación y tres probetas de corte directo.

1. **Proctor del laboratorio completo.** $\gamma_{d,\text{máx}} = 18.138$ kN/m³ y $w_{\text{ópt}} = 12.19$ %.
   menu **Suelos** → `Proctor` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
2. **Curva de compactación.** Curva, máximo rotulado y saturación $S = 100$ %.
   3
3. **Recorrer los puntos.** `w 8.2 %: γd 17 S 40 %`. Recorrer no recalcula ni cambia los datos.
   ◀ ×2
4. **Corte directo: envolvente.** Los tres ensayos y la envolvente.
   menu **Suelos** → `Corte` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 3
5. **Círculos de Mohr.** Círculos y línea de falla, con la misma escala en σ y τ.
   ▼
6. **Leer c y ϕ.** $c = 18.5$ kPa y $\phi = 28.05°$.
   2



Curva con el cursor en otro punto.



Círculos de Mohr.

Lectura. Los mínimos cuadrados dan 18.077 kN/m³ y 12.12 %, frente a 18.138 kN/m³ y 12.19 % de la parábola: la diferencia indica cuánto depende el máximo del método. En corte, los dos puntos extremos dan 18.33 kPa y 28.07°.

5.6.3 OI-3 · Combinar arena y grava

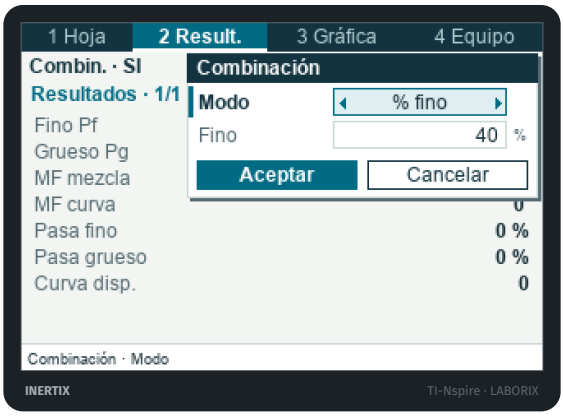
Objetivo. Hallar la proporción para un MF objetivo, o el MF de una proporción fija.

Datos. Arena MF 2.95 y grava MF 7.00. Fuente: Antezana, *Tecnología del Hormigón*, pp. 75–76.

1. **Cargar «Combinación para MF objetivo 5.20».** Modo `MF objetivo` con 5.20.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2
2. **Resolver y leer las proporciones.** $P_f = 44.44$ %, $P_g = 55.56$ %.
   menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
3. **Recta MF(Pg).** Use menu **Result.** → `MF(Pg)` (ver el aviso de abajo).
   menu **Result.** → `MF(Pg)`
4. **Cargar «Mezcla 40 % fino / 60 % grueso».** Modo `% fino` con 40 %.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3
5. **Resolver: MF de la mezcla.** MF de la mezcla 5.38.
   menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
6. **Ver el modo en el formulario.** El formulario muestra solo los campos que aplican.
   menu **Datos** → `Modo`



MF objetivo 5.20: recta MF(P_g).



Formulario del modo.

Lectura. Ambos resultados coinciden con la fuente. El tercer modo, tamiz de control, sigue el mismo flujo: se fija un tamiz y el porcentaje que debe pasar, y necesita las dos granulometrías calculadas. En Result., `Curva disp. 0` indica que no hay curva de mezcla, y `MF curva` y los porcentajes que pasan quedan en 0, porque estos ejemplos parten solo de los MF.

> **⚠ Ejemplos sin granulometría**
> Con los ejemplos 2 y 3, que no traen granulometrías, la gráfica `Curvas` produce un error de dibujo. Use menu **Result.** → `MF(Pg)`. Los resultados no se ven afectados.

5.6.4 OI-4 · De los agregados a la dosificación

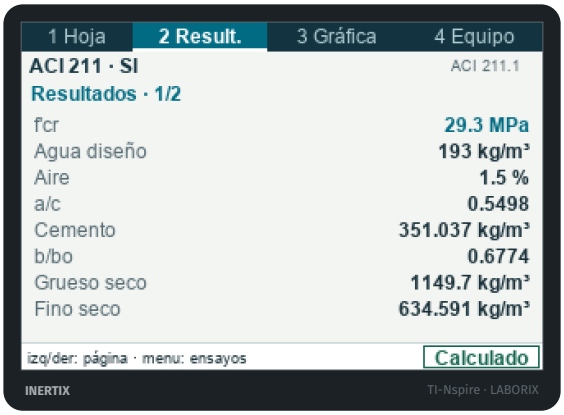
Objetivo. Procesar los ensayos de agregados y usar sus valores en ACI 211.1 sin volver a teclearlos.

Datos. Arena de 500 g (suma 496 g), grava de 5000 g (suma 4980 g) y sus pesos específicos, humedad y peso unitario.

1. **Cargar el laboratorio completo y abrir el fino.** Hoja del agregado fino.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 menu **Hormigón** → `Fino`
2. **Resolver el fino.** MF 2.726; error de masa 0.81 %. `Control masa 1` significa que cumple.
   menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
3. **Curva con el huso C33.** Curva y huso C33.
   3
4. **Grueso y propiedades.** G_{sb} 2.569 y 2.652, absorción 2.00 y 1.01 %.
   menu **Hormigón** → `Grueso` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)*
   menu **Hormigón** → `Propied.` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
5. **Importar en la dosificación.** `9 valores copiados de los ensayos`: ACI 211 queda pendiente.
   menu **Hormigón** → `ACI 211` menu **Datos** → `Importar`
6. **Resolver la mezcla con los valores importados.** a/c 0.55, cemento 351.0 kg, grava 1149.7 kg y arena 634.6 kg secas.
   menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2



Arena y huso C33.



Mezcla con los valores importados.

Lectura. La arena cumple el control de masa (≤ 3 %), y la grava, de TMN 25 mm y MF 7.008, también (0.402 %, ≤ 1 %).

5.6.5 OI-5 · Revenimiento y probetas

Objetivo. Registrar el hormigón fresco y aceptar la resistencia con ACI 318.

Datos. Cono de 300 mm con altura final de 215 mm; 14 probetas de 150 mm de siete ensayos, $f'_c = 21$ MPa a 28 días.

1. **Revenimiento del laboratorio completo.** Revenimiento 85 mm, válido. `Consistencia 3` es la clase de 50 a 100 mm.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 menu **Hormigón** → `Fresco` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2
2. **Cono de Abrams.** Croquis del cono y del asentamiento.
   4

3. **Probetas: resolver.** 6 ensayos, media 25.26 MPa, $s = 1.536$ MPa, CV 6.08 %, mínimo 23.09 MPa: `cumple`.

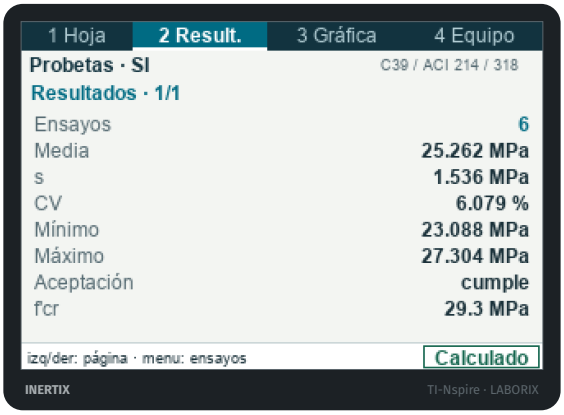
   menu **Hormigón** → `Probetas` menu **Calcular** → `Resolver` *(cerrar avisos si aparecen)* 2

4. **Gráfico de control.** Resultado por ensayo, promedio de tres y límites.

   3

5. **Recorrer los ensayos.** `Ens. 3: 23.09 prom3 24.69 MPa`.

   ▶ ×2



Probetas: resultados.

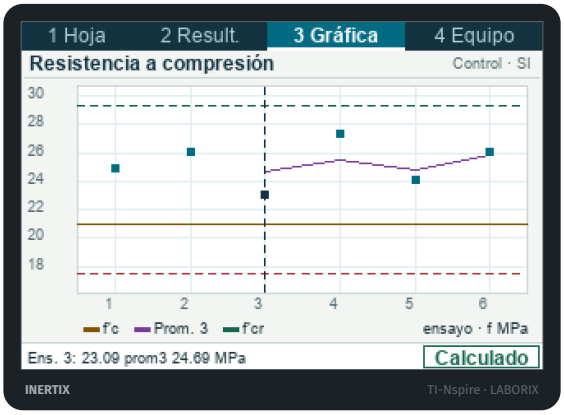


Gráfico de control con el cursor.

Lectura. El séptimo ensayo, a 7 días, no cuenta. $f'_{cr} = 29.3$ MPa es la resistencia que se pediría a una mezcla nueva con menos de 15 ensayos, no el criterio de aceptación. Las clases de consistencia son: 1, menos de 25 mm; 2, menos de 50 mm; 3, hasta 100 mm; 4, hasta 175 mm; 5, más de 175 mm.

5.6.6 OI-6 · Unidades MKS, calcular todo, informe y guardado

Objetivo. Trabajar en kg/cm², resolver el laboratorio de una vez y conservar el trabajo.

Datos. `Laboratorio completo`.

1. **Cargar el laboratorio y cambiar a MKS.** La cabecera dice MKS.

   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1 menu **Archivo** → `Unidades` 2

2. **Calcular todo.** `12 calculados, 0 con errores`.

   menu **Calcular** → `Todo`

3. **Corte directo en MKS.** $c = 0.1886$ kg/cm².

   esc menu **Suelos** → `Corte` 2

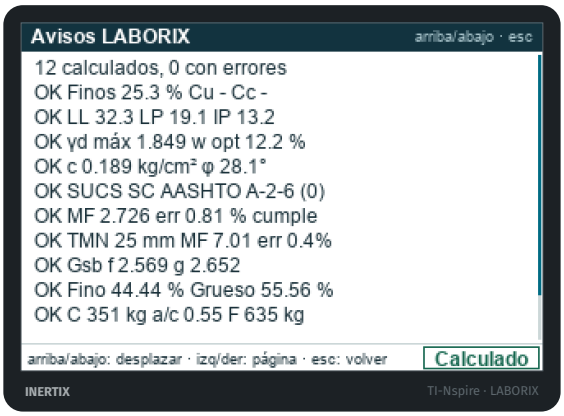
4. **Informe del laboratorio.** Todos los ensayos calculados.

   menu **Result.** → `Informe`

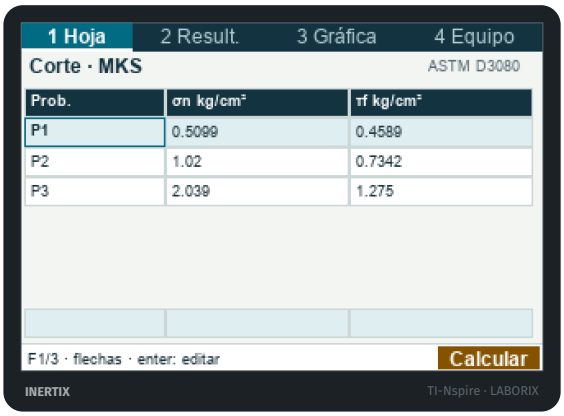
5. **Guardar y volver a abrir.** esc, ctrl S y abra de nuevo el documento: datos y ensayo activo son los mismos, con los resultados pendientes.

6. **Volver a SI.** La cabecera vuelve a SI.

   menu **Archivo** → `Unidades` 1



Calcular todo: resumen.



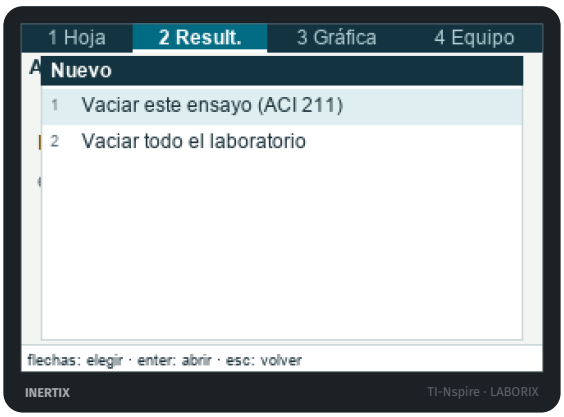
Tras abrir: mismos datos, resultados pendientes.

Lectura. El motor sigue en SI y solo cambia la presentación. El documento guarda las entradas, no los resultados. Los datos de suelos del laboratorio completo se crearon para el programa; sus resultados se verificaron con implementaciones independientes de cada método.

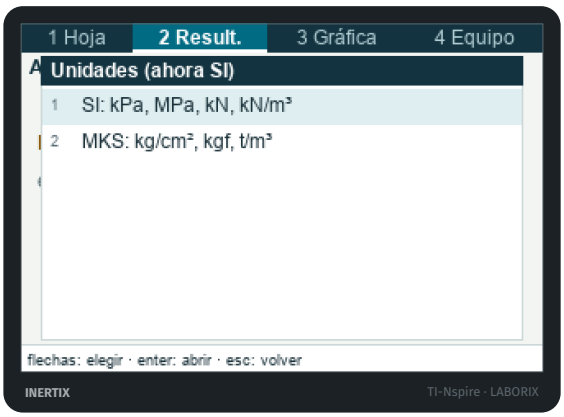
6 Referencia de menús y opciones

6.1 Archivo

Orden	Qué hace
Nuevo	`Vaciar este ensayo` o `Vaciar todo el laboratorio`. Las granulometrías conservan su serie de tamices con masas en cero; la dosificación y la combinación quedan con valores típicos.
Ejemplos	Cuatro casos: laboratorio completo, combinación para MF 5.20, mezcla 40/60 y dosificación ACI 211.1.
Unidades	SI (kPa, MPa, kN, kN/m³) o MKS (kg/cm², kgf, t/m³).
Ayuda	Ayuda integrada.
Licencia	Estado, ID del equipo y control para soporte (builds con licencia).



menu **Archivo** → `Nuevo`.



menu **Archivo** → `Unidades`.

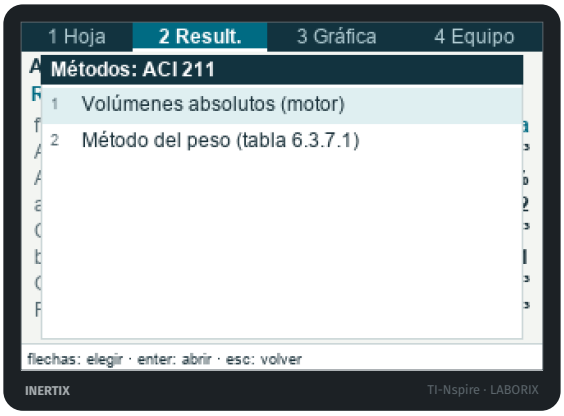
6.2 Suelos, Hormigón y Datos

Eligen el ensayo activo; el menú Datos y el menú Result. cambian con él.

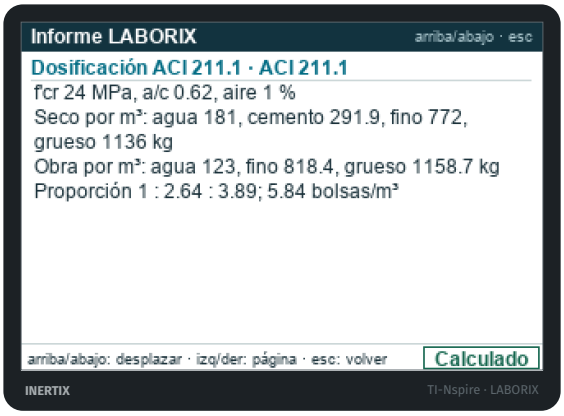
Ensayo	Norma	Órdenes de Datos
Granul.	D6913 / C117	Muestra (masa inicial y lavado), Editar, Agregar, Quitar, Serie de tamices
Límites	D4318	Editar, LL +, LP +, Quitar, w nat.
Proctor	D698 / D1557	Molde, Editar, Agregar, Quitar
Corte	D3080	Editar, Agregar, Quitar
Clasif.	D2487 / M145	Granul., Límites (abren los ensayos de los que depende)
Fino / Grueso	C136 / C33	Muestra, Editar, Agregar, Quitar, Serie
Propied.	C127 / C128 / C566 / C29	Editar, Fino, Grueso, Humedad, P.U.
Combin.	—	Modo (MF objetivo, % de fino o tamiz de control), MF, Importar
ACI 211	ACI 211.1	Resist., Mezcla (con aire incorporado aparece la exposición), Fino, Grueso, Cemento, Importar
Fresco	C143	Ensayo (alturas y forma del revenimiento)
Probetas	C39 / ACI 214R / 318	Criterio (f'_c y edad), Editar, Agregar, Quitar

6.3 Calcular y Result.

Orden	Qué hace
Resolver	Calcula el ensayo activo. También un clic en la insignia o enter en Result. y Gráfica con resultados pendientes.
Procedim.	Procedimiento del ensayo calculado, por secciones.
Métodos	Lista las secciones del ensayo y abre la elegida.
Todo	Calcula los ensayos con datos y muestra un resumen.
Result.	Abre sus gráficas (los nombres cambian con el ensayo), la Tabla del ensayo y el Informe de todos los calculados.



Métodos de la dosificación.



Informe del laboratorio.

7 Fundamento teórico breve

7.1 Granulometría

$$\%\,\text{pasa}_i = 100\,\frac{M_t - \sum_{k\le i} m_k}{M_t} \qquad e = 100\,\frac{|M_0 - M_t|}{M_t}$$
$$MF = \frac{1}{100}\sum \%\,\text{retenido acumulado en la serie normal}$$

Donde: m_k masa retenida en cada tamiz, M_t suma de las masas retenidas, M_0 masa inicial (o masa seca después del lavado). Los diámetros D_{10}, D_{30} y D_{60} se interpolan en escala logarítmica: $C_u = D_{60}/D_{10}$ y $C_c = D_{30}^2/(D_{10}\,D_{60})$.

7.2 Límites, Proctor y corte

$$w = a + b\,\log N \;\rightarrow\; LL = w(25) \qquad IP = LL - LP$$
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \qquad \gamma_{d,\text{sat}} = \frac{G_s\,\gamma_w}{1 + w\,G_s}$$
$$\tau_f = c + \sigma_n \tan\phi$$

Donde: El límite líquido sale de la recta de fluidez por mínimos cuadrados; con una sola determinación se usa la fórmula a un punto. El máximo Proctor se obtiene con la parábola de los tres puntos alrededor del máximo o por mínimos cuadrados; la curva de saturación usa G_s. La envolvente de corte se ajusta por mínimos cuadrados.

7.3 Combinación de agregados

$$MF_{\text{mezcla}} = \frac{P_f}{100}\,MF_f + \frac{P_g}{100}\,MF_g \qquad P_g = 100\,\frac{MF_{\text{obj}} - MF_f}{MF_g - MF_f} \tag{1}$$

7.4 Dosificación ACI 211.1

$$f'_{cr} = \max(f'_c + 1.34\,k\,s;\; f'_c + 2.33\,k\,s - 3.5) \quad (f'_c \le 35\ \text{MPa, con registro})$$
$$f'_{cr} = f'_c + 7\ \ (f'_c < 21) \qquad f'_c + 8.3\ \ (21 \le f'_c \le 35) \qquad 1.1\,f'_c + 5\ \ (f'_c > 35)$$
$$C = \frac{W}{a/c} \qquad G = \frac{b}{b_0}\,PU \qquad V = \frac{M}{G_s \cdot 1000} \qquad V_F = 1 - V_W - V_C - V_A - V_G$$
$$W' = W - F\,(w_f - a_f) - G\,(w_g - a_g)$$

Donde: W agua y aire de la tabla 6.3.3 según asentamiento y TMN; a/c de la tabla 6.3.4 interpolada para f'_{cr}, limitada por la a/c máxima; b/b_0 de la tabla 6.3.6 según TMN y MF de la arena; k factor por número de ensayos (15 a 29); w humedad y a absorción de cada agregado.

7.5 Resistencia de probetas

$$\bar{f} = \frac{\sum f_i}{n} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum (f_i - \bar{f})^2}{n-1}} \qquad \bar{f}_3 \ge f'_c \quad \text{y} \quad f_i \ge f'_c - 3.5\ \text{MPa} \tag{2}$$

Donde: f_i resultado de cada ensayo (promedio de sus probetas), $\bar{f}_3$ promedio de tres ensayos consecutivos. Para $f'_c > 35$ MPa el límite individual es $0.9\, f'_c$. La calificación del control usa ACI 214R.

> **Cómo se verifica el cálculo**
> Cada ensayo tiene su procedimiento en menu **Calcular** → `Procedim.`, con los datos, las fórmulas con sus valores, las tablas usadas y una última sección que compara con otro método.

8 Errores, avisos y preguntas frecuentes

8.1 Mensajes

Mensaje	Qué significa y qué hacer
`Dato no válido`	El formulario sigue abierto y el caso no cambia. Corrija lo que indica el aviso.
Avisos al calcular	El resultado queda vigente, pero conviene leer la lista: por ejemplo, LL a un punto, N fuera de 15–35 golpes, menos de 15 ensayos o MF fuera de 2.4–3.0.
`Resultados pendientes`	Los datos cambiaron después del último cálculo. `Sí` calcula; `No` conserva el caso.
Aviso con título `Licencia`	Sin licencia válida no hay cálculo. Ayuda y Unidades siguen abiertas. Abra menu **Archivo** → `Licencia`.

8.2 Preguntas frecuentes

¿Por qué aparece «Resultados pendientes»?
Porque los datos cambiaron después del último cálculo. LABORIX no muestra resultados viejos.

¿Por qué la clasificación pide calcular otra vez?
Depende de la granulometría del suelo y de los límites; si cambia cualquiera de los dos, queda pendiente.

¿Qué significan «Control masa 1» o «Consistencia 3» en Result.?
Son códigos: `Control masa 1` indica que el error de masa cumple, y la consistencia va de la clase 1 a la 5 (ver OI-5).

¿Qué pasa si falta un tamiz de la serie normal?
El MF se calcula igual, interpolando en escala logarítmica, y el procedimiento indica qué tamices se interpolaron.

¿Puedo usar los MF de mis granulometrías en la combinación o en la dosificación?
Sí: `Importar` en el menú Datos de `Combin.` o de `ACI 211` copia los valores de los ensayos ya calculados.

¿Cómo salgo del programa?
La Nspire no tiene orden Salir: cierre el documento desde el sistema. Guarde antes con ctrl S.

¿Pierdo los resultados al guardar?

Se guardan las entradas de todos los ensayos y el ensayo activo. Los resultados se recalculan: al abrir, use menu **Calcular** → `Resolver` o menu **Calcular** → `Todo`.

¿Por qué la Nspire no dice nada de cortar con ON?

Ese aviso es propio de la HP Prime.