INERTIX

Programas de ingeniería civil para TI-Nspire

GUÍA DE USO

MODALIX

Análisis modal espectral de edificios

Versión 1.0.0 **TI-Nspire** Dinámica estructural y sísmica · 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

2. Instalación **6**
2.1. Abrir en la computadora . . . 6
2.2. Transferir a la calculadora . . . 6

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

4. La interfaz **9**
4.1. Zonas de la pantalla . . . 9
4.2. Teclas y entrada de datos . . . 10

5. Ejemplo guiado **11**
5.1. Enunciado . . . 11
5.2. Datos . . . 11
5.3. Paso a paso . . . 12
5.4. Resultados . . . 18
5.5. Comprobación . . . 18
5.6. Opciones importantes . . . 19
5.7. Guardar, abrir y corregir un dato . . . 24

6. Referencia de menús y opciones **26**
6.1. Archivo . . . 26
6.2. Modelo . . . 26
6.3. Espectro . . . 26
6.4. Calcular . . . 27
6.5. Modos y Result. . . . 27

7. Fundamento teórico breve **27**

8. Novedades de la E.030-2026 **29**

8.1. Espectro E.030-2026 29

9. Preguntas frecuentes **29**

1 Presentación y alcance

MODALIX hace el **análisis modal espectral** de un edificio de 1 a 12 niveles en las TI-Nspire CX y CX II: periodos y formas modales, participación de masa y respuesta sísmica combinada con SRSS, CQC y ABS, con espectro NBDS-2023, E.030-2018, E.030-2026 o una tabla propia. Es el mismo programa que en la HP Prime: el motor de cálculo se tradujo sin cambios y da las mismas cifras (diferencia relativa $\leq 10^{-12}$ en los siete casos de esta guía). La interfaz está pensada para la Nspire: cinco pestañas de vistas, órdenes en la tecla menu, formularios flotantes y gráficas que se recorren con las flechas o con el touchpad.

1.1 Qué calcula

- **Modelo:** edificio de corte (una k por entrepiso) o matriz $\mathbf{K}$ completa; asistente de rigidez con columnas ($\sum 12EI/h^3$ o $\sum 3EI/h^3$).
- **Modos:** ω, f, T y ϕ (escala por masa, máximo $= 1$ o cubierta $= 1$); Γ, masa efectiva y su porcentaje acumulado.
- **Espectro:** NBDS-2023 (con τ topográfico), E.030-2018, E.030-2026 o tabla T–S_a de diseño.
- **Respuesta:** por modo y combinada con SRSS, CQC y ABS: desplazamientos, derivas, fuerzas, cortantes y momentos de vuelco; deriva inelástica $C_d\,\Delta/h$ frente al límite.
- **Procedimientos:** el cálculo completo en ocho secciones y seis métodos comparados con el motor: Jacobi, iteración inversa (Stodola), polinomio característico ($N \leq 5$), cociente de Rayleigh, Holzer (edificio de corte) y reglas de combinación.

1.2 Unidades y convenciones

Magnitud	Unidad (SI · MKS)
Masa	t en los dos sistemas
Rigidez	kN/m · tf/cm (1 tf/cm = 980.665 kN/m)
Fuerza y cortante	kN · tf
Desplazamiento	mm · cm
Altura	m
Aceleración espectral	S_a en g; la barra de estado la da también en m/s² ($g = 9.80665$)
Niveles	Se numeran de abajo arriba; la k del nivel i es la del entrepiso que hay debajo.

El motor trabaja siempre en SI; menu **Archivo** → `Unidades` solo cambia cómo se introducen y se presentan los datos.

> **⚠ Límites de aplicación**
>
> - Masas concentradas ($\mathbf{M}$ diagonal) y un grado de libertad lateral por nivel: análisis en una dirección, **sin torsión**. De 1 a 12 niveles.
> - El polinomio característico solo está disponible con $N \leq 5$ y el método de Holzer solo con edificio de corte.
> - **No escala** el cortante modal al cortante estático equivalente ni diseña elementos.
> - F_a y F_v de NBDS-2023 salen de la tabla del programa (con suelo S5 los da el usuario). C_d y el límite

de deriva son datos que debe fijar el usuario según su norma y su sistema estructural.

2 Instalación

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

Archivo	Uso
`MODALIX.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

MODALIX 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
`MODALIX.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 `MODALIX.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, MODALIX 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

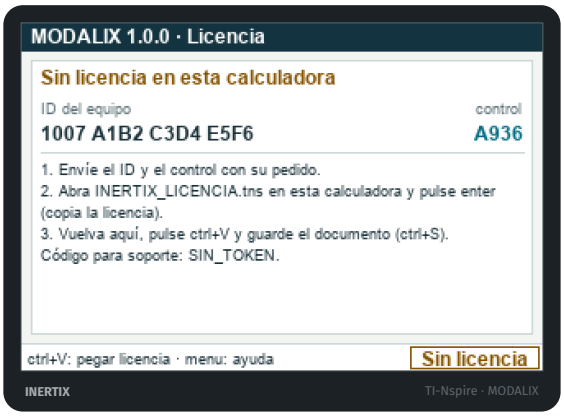
1. Abra `MODALIX.tns` en la calculadora. Anote el `ID del equipo` completo y el `control` de 4 caracteres que muestra la pantalla `Licencia` (o menu **Licencia** → `Copiar ID`).
2. Envíe ambos con su pedido por WhatsApp, por el mismo chat donde compró.
3. Copie el `INERTIX_LICENCIA.tns` recibido a la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

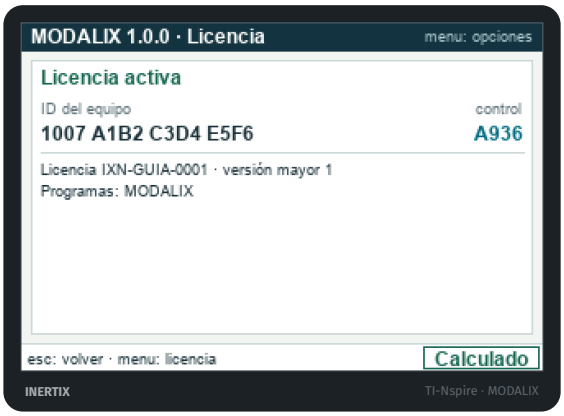
3.3 Mensajes de la pantalla Licencia

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.

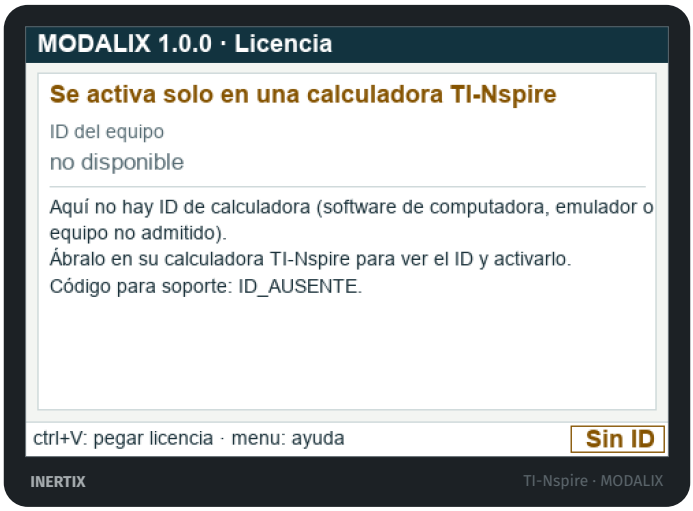


Sin licencia: solo la pantalla Licencia (ID de ejemplo).



Archivo > Licencia sobre un caso (ID de ejemplo).

La vista de computadora del software TI-Nspire no tiene ID de calculadora: el programa muestra `Se activa solo en una calculadora TI-Nspire` y no calcula.



En el software de computadora: «Se activa solo en una calculadora TI-Nspire».

4 La interfaz

Al abrir MODALIX aparece un edificio de 5 niveles con espectro NBDS, sin calcular, listo para editarlo o para empezar uno nuevo.

4.1 Zonas de la pantalla



Zona	Uso
1 Pestañas	`1 Edif.`, `2 K`, `3 Sa`, `4 Modos` y `5 Resp.`: vistas del mismo caso. Se eligen con 1 a 5, tab o un clic.
2 Cabecera	Título de la vista; a la derecha, unidades.
3 Área de trabajo	Edificio, matriz, espectro, formas modales o perfiles de respuesta.
4 Tarjeta	Datos del nivel elegido; con el caso calculado, T_1, V_b y la masa acumulada.
5 Barra de estado	Lectura del nivel, de la celda o del cursor de la gráfica, y las teclas útiles.
6 Botón	`Calcular` (ámbar, resultados pendientes; un clic resuelve) o `Calculado` (verde).
menu	Órdenes: `Archivo`, `Modelo`, `Espectro`, `Calcular`, `Modos` y `Result.`

Vistas y órdenes

Una pestaña cambia lo que se ve; una orden del menú ejecuta una acción. En la guía, menu **Categoría** → `Orden` indica una ruta del menú. Las categorías son las mismas seis de la HP Prime, pero en la Nspire no se numeran: las cifras 1 a 5 eligen pestañas.

4.2 Teclas y entrada de datos

Control	Acción y contexto
menu	Abre las órdenes del programa.
1 a 5, tab	Eligen la pestaña, fuera de un formulario.
▲ ▼	Edificio: nivel. Modos y Resp.: nivel o piso del cursor. Formularios: campo.
◀ ▶	Sa: mueven el cursor de T. Modos: cambian de modo. Resp.: alternan desplazamiento, deriva, cortante y vuelco. Formularios: cambian una opción.
enter	Edificio: edita el nivel. K: edita la celda (K completa). Sa: salta al periodo modal siguiente. Resp.: salta al piso crítico. Formularios: confirma la celda; en `Aceptar`, acepta.
+ −	Edificio: agrega un nivel encima del elegido o lo quita (con confirmación). Tabla T-Sa: filas.
esc	En una vista vuelve al Edificio; en un formulario deshace la celda y, otra vez, cancela.
Touchpad	Un clic elige un nivel, una celda o una fila (otro clic la edita) y lleva el cursor de la gráfica.



Formulario con unidades y foco en Aceptar.



Dato no válido: el motivo y el formulario abierto.

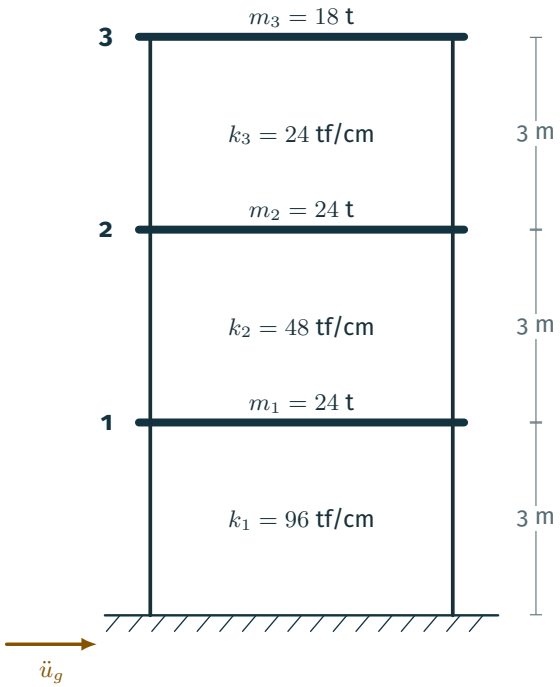
⚠ Cambiar un dato deja los resultados pendientes

Cualquier cambio del modelo, del espectro o de la combinación pone el botón en `Calcular`. Las vistas Modos y Resp. muestran `Resultados pendientes`; al pedir una tabla o un procedimiento, el programa pregunta `¿Calcular ahora?` y con `No` conserva el caso. Recorrer gráficas o tablas nunca recalcula.

5 Ejemplo guiado

5.1 Enunciado

Un edificio de **3 niveles** se modela como **edificio de corte**: losas rígidas con la masa concentrada y un desplazamiento lateral por nivel. Se piden los **periodos y formas modales**, la **participación de masa** y la **respuesta espectral** combinada con CQC (desplazamientos, derivas y cortantes) con el espectro NBDS-2023 que MODALIX propone por defecto, y se comprueba que las derivas inelásticas no superan el límite.



5.2 Datos

Nivel	h (m)	m (t)	k (tf/cm)
1	3	24	96
2	3	24	48
3 (cub.)	3	18	24

Espectro y diseño	Valor
Norma	NBDS-2023
S_0, suelo, τ	0.10 g, S3, 1
I_e, R, C_d	1, 5, 5
Deriva límite	0.007
Combinación	CQC, $\zeta = 0.05$
Modos	automático (90 % de masa)

Unidades MKS de MODALIX (menu **Archivo** → `Unidades`): masa en t, rigidez en tf/cm, fuerza en tf, desplazamiento en cm (1 tf/cm = 980.665 kN/m; $g = 9.80665$ m/s²). La k de cada nivel es la del entrepiso que hay debajo.

> **Continuidad con el ejemplo de HP**
> Es el mismo caso, con los mismos datos, unidades y resultados que la guía HP, y los mismos 17 pasos en el mismo orden. Cambian las teclas: en la Nspire las órdenes están en menu y los formularios se

aceptan con [enter] sobre `Aceptar` (o [tab] y [enter]).

5.3 Paso a paso

El modelo se construye desde cero: primero un edificio uniforme y después se corrige la rigidez de los niveles 2 y 3.

1 Elegir unidades MKS (t, tf/cm, tf, cm)



TECLAS

[menu] **Archivo** → `Unidades` [2]

[menu] **Archivo** → `Unidades` abre la lista de sistemas; [2] elige `MKS` porque los datos vienen en tf/cm. El motor trabaja siempre en SI: el cambio solo afecta a cómo se escriben y se leen los valores.

✔ **Debe verse:** Cabecera del Edificio «MKS»; k en tf/cm en la tarjeta

2 Nuevo edificio de corte de 3 niveles



TECLAS

[menu] **Archivo** → `Nuevo` [3] [enter] [▼] [2] [4] [enter] [1] [8] [enter] [9] [6] [enter] [0] [enter]

[menu] **Archivo** → `Nuevo` abre el formulario del edificio de corte. Escriba 3 niveles; [enter] confirma y pasa a la altura (se deja 3 m). Con [▼] llegue a la masa y escriba 24, 18 para la cubierta, 96 tf/cm para k y 0 de reducción. Cada [enter] confirma y avanza; tras el último el foco queda en `Aceptar`.

✔ **Debe verse:** Formulario «Nuevo edificio de corte»: N = 3, h = 3 m, m = 24 t, techo 18 t, k = 96 tf/cm, reducción 0; foco en Aceptar

3 Aceptar: tres niveles con la misma rigidez



TECLAS

enter

enter acepta: se dibuja el edificio con $k = 96$ tf/cm en los tres entrepisos. Nuevo vuelve a poner el espectro NBDS-2023 y el diseño por defecto.

✔ **Debe verse:** Edificio de 3 niveles; tarjeta del nivel 1 con k = 96 tf/cm y «pendiente»

4 Rigidez del entrepiso 2: 48 tf/cm



TECLAS

▲ enter ▼ ×2 4 8 enter ×2

▲ elige el nivel 2 y enter abre su formulario. Dos veces ▼ llevan a `Rigidez k`; escriba 48 y confirme con enter; el segundo enter acepta.

✔ **Debe verse:** Nivel 2 seleccionado; su tarjeta muestra k = 48 tf/cm

5 Rigidez del entrepiso 3: 24 tf/cm



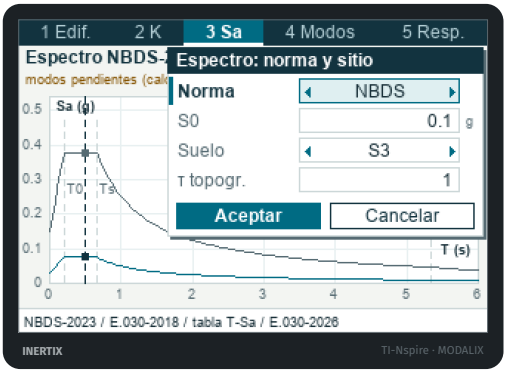
TECLAS

▲ enter ▼ ×2 2 4 enter ×2

Igual para el nivel 3 (cubierta) con 24 tf/cm. El modelo queda con $k = 96$, 48 y 24 tf/cm.

✔ **Debe verse:** Nivel 3 seleccionado; su tarjeta muestra k = 24 tf/cm

6 Revisar la norma y el sitio



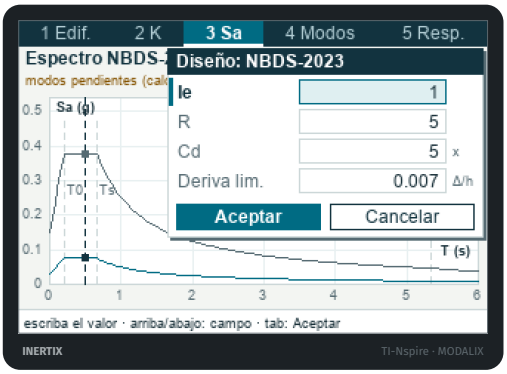
TECLAS

menu **Espectro** → `Norma`

menu **Espectro** → `Norma` muestra el espectro activo: NBDS, $S_0 = 0.1$ g, suelo S3 y $\tau = 1$. El formulario solo enseña los campos de la norma elegida (con suelo S5 añade F_a y F_v).

✔ **Debe verse:** Formulario «Espectro: norma y sitio»: NBDS, S0 = 0.1 g, suelo S3, τ = 1

7 Revisar los parámetros de diseño



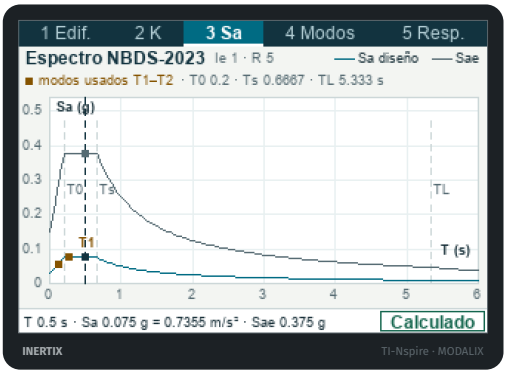
TECLAS

esc menu **Espectro** → `Diseño`

esc cierra sin cambios y menu **Espectro** → `Diseño` muestra $I_e = 1$, $R = 5$, $C_d = 5$ y el límite 0.007. Con NBDS MODALIX propone $C_d = R$; revise el valor que exige su norma.

✔ **Debe verse:** Formulario «Diseño: NBDS-2023»: Ie = 1, R = 5, Cd = 5, deriva límite 0.007

8 Resolver



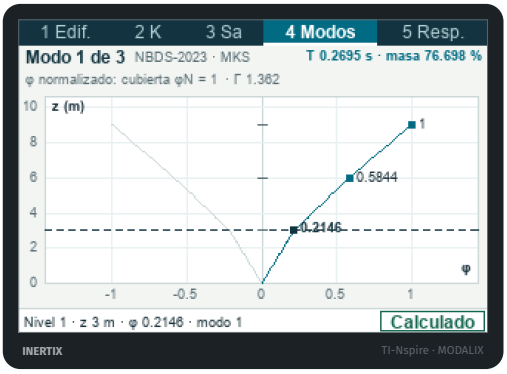
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Resolver`

menu **Calcular** → `Resolver` obtiene los modos por Jacobi, toma los modos que suman el 90 % de la masa y combina la respuesta. El botón pasa a `Calculado` y la tarjeta da T_1 y V_b.

✔ **Debe verse:** Botón «Calculado»; tarjeta con T1 = 0.2695 s y Vb = 3.842 tf (CQC)

9 Forma del modo 1



TECLAS

menu **Modos** → `Forma`

menu **Modos** → `Forma` dibuja el modo 1 con su imagen opuesta, la cubierta $= 1$. ◄ ► cambian de modo y ▲ ▼ recorren los niveles; la barra de estado lee z y ϕ.

✔ **Debe verse:** Modo 1 de 3: ϕ = 0.2146, 0.5844, 1; T 0.2695 s; masa 76.7 %; Γ 1.362

10 Masa participante



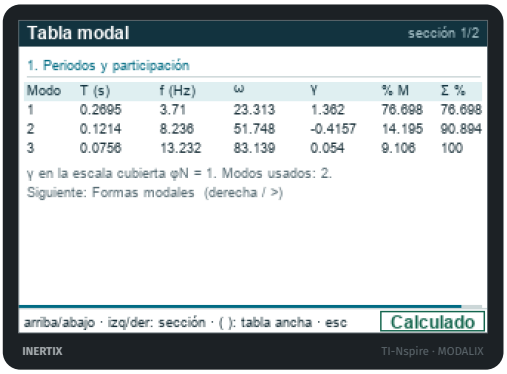
TECLAS

menu **Modos** → `Masas`

menu **Modos** → `Masas` compara la masa efectiva de cada modo con la línea del 90 %. El modo 1 moviliza el 76.7 % y con dos modos se llega al 90.9 %: por eso el cálculo usa 2 modos (barras azules).

✔ **Debe verse:** Barras de 76.7, 14.2 y 9.1 %, acumulada y línea del 90 %; «usados 1–2»

11 Tabla modal



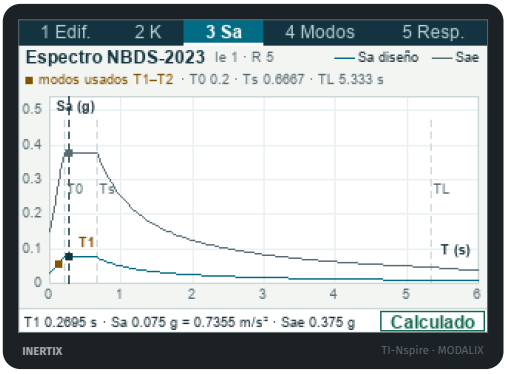
TECLAS

menu **Modos** → `Tabla`

menu **Modos** → `Tabla` reúne periodos, frecuencias, ω, Γ y masas en un documento; ► pasa a las formas.

✔ **Debe verse:** Documento «Tabla modal»: periodos, frecuencias, Γ y masas efectivas

12 Espectro de diseño con el periodo fundamental



TECLAS

esc menu **Espectro** → `Ver` enter

esc vuelve; menu **Espectro** → `Ver` dibuja el espectro con T_0, T_s, T_L y los periodos usados. enter lleva el cursor a T_1: el modo 1 cae en la meseta, $S_a = 0.075$ g.

✔ **Debe verse:** Espectro NBDS con el cursor en T1 = 0.2695 s; barra de estado: Sa 0.075 g

13 Perfil de derivas



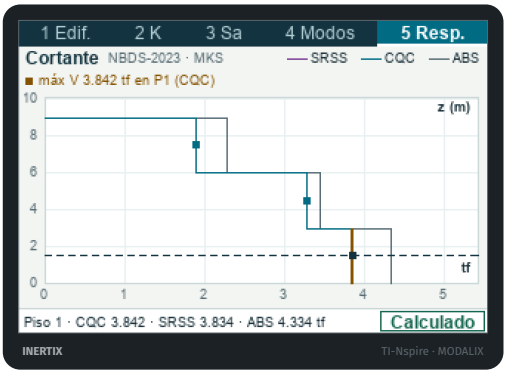
TECLAS

menu **Result.** → `Derivas`

menu **Result.** → `Derivas` dibuja la deriva inelástica de cada piso con CQC (regla de control, encima), SRSS y ABS, y el límite en rojo. La mayor es 0.00131 en el piso 3: cumple.

✔ **Debe verse:** Derivas inelásticas CQC, SRSS y ABS por piso; máx 0.00131 en P3; límite 0.007 «Cumple»

14 Perfil de cortantes



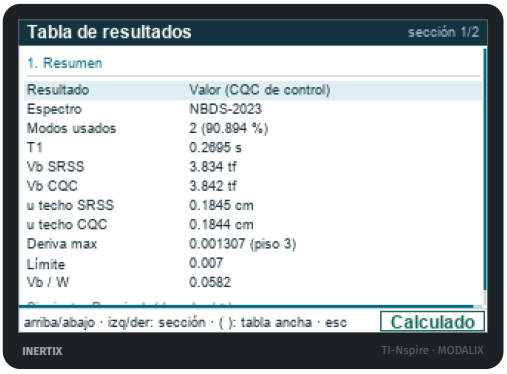
TECLAS

menu **Result.** → `Cortante`

menu **Result.** → `Cortante` da el cortante por piso; en la base $V_b = 3.842$ tf con CQC. ◄ ► pasan a las otras magnitudes sin recalcular.

✔ **Debe verse:** Cortante por piso; máx en P1 = Vb 3.842 tf (CQC)

15 Tabla de resultados



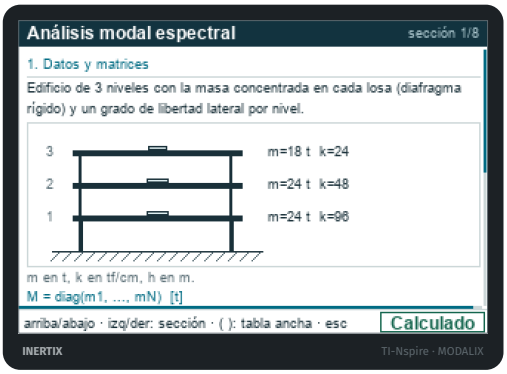
TECLAS

menu **Result.** → `Tabla`

menu **Result.** → `Tabla` reúne el resumen (modos usados, V_b SRSS y CQC, desplazamiento de cubierta, deriva máxima y V_b/W) y, en la sección 2, los valores por nivel.

✔ **Debe verse:** Resumen: modos usados, Vb, desplazamiento de techo, deriva máxima y Vb/W

16 Procedimiento de cálculo



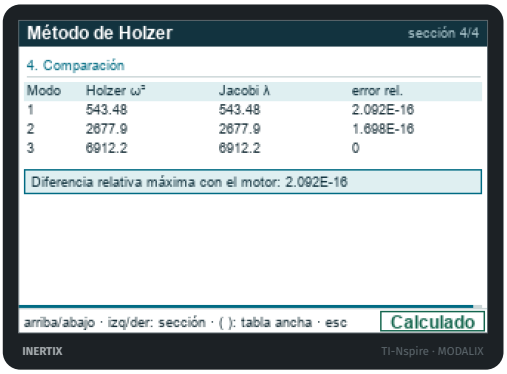
TECLAS

esc menu **Calcular** → `Procedimiento`

esc y menu **Calcular** → `Procedimiento`: ocho secciones (datos y matrices, autovalores, formas, participación, espectro, respuesta por modo, combinación y derivas). ▶ avanza; (y) mueven las tablas anchas.

✔ **Debe verse:** Procedimiento, sección 1: datos y matrices M y K

17 Verificación por el método de Holzer



TECLAS

esc menu **Calcular** → `Métodos` 5 ▶×3

esc y menu **Calcular** → `Métodos`; 5 elige `Holzer (edificio de corte)`. Tres ▶ llegan a `Comparación`: las ω^2 de Holzer coinciden con los λ de Jacobi hasta el redondeo de la máquina.

✔ **Debe verse:** «Comparación»: ω^2 de Holzer = λ de Jacobi (543.48, 2677.9, 6912.2 1/s^2)

5.4 Resultados

Magnitud	Referencia	MODALIX TI	Estado
Periodo T_1	0.2695 s	0.2695 s	Coincide
Periodos T_2, T_3	0.1214; 0.0756 s	0.1214; 0.0756 s	Coincide
Forma ϕ_1 (cubierta = 1)	0.2146; 0.5844; 1.0000	0.2146; 0.5844; 1.0000	Coincide
Factor de participación Γ_1	—	1.3617	cubierta = 1
Masa del modo 1 / acumulada (3 modos)	76.70 / 100 %	76.70 / 100.00 %	Coincide
Modos usados (90 % de masa)	—	2 (90.89 %)	—
S_a del modo 1	0.075 g (meseta)	0.075 g	Coincide
Cortante basal V_b (CQC)	—	3.842 tf	—
Desplazamiento de cubierta (CQC)	—	0.184 cm	—
Deriva inelástica máx. $C_d\,\Delta/h$	$\leq$ 0.007	0.00131 (piso 3)	Cumple

Referencia: cálculo independiente de autovalores (scipy `eigh`) y meseta NBDS; cifras redondeadas para la tabla. Sin redondear en la evidencia de la guía.

Fuente del ejemplo

Caso de validación para análisis modal espectral de edificio de corte de 3 niveles (3 GDL) (menu **Archivo** → `Ejemplos`, ejemplo 2). Las frecuencias naturales de vibración, periodos propios, vectores modales ortogonales y factores de participación modal efectiva se verifican analíticamente resolviendo la ecuación característica $|K - \omega^2 M| = 0$. Está listo para resolver en menu **Archivo** → `Ejemplos` como `Corte de 3 niveles, tf/cm`.

5.5 Comprobación

$$\mathbf{M} = \mathrm{diag}(24,\ 24,\ 18)\ \text{t}$$

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} 144 & -48 & 0 \\ -48 & 72 & -24 \\ 0 & -24 & 24 \end{bmatrix}\ \text{tf/cm} \qquad (K_{ii} = k_i + k_{i+1},\ K_{i,i+1} = -k_{i+1})$$

$$\det(\mathbf{K} - \omega^2\mathbf{M}) = 0 \ \Rightarrow\ \omega_1^2 = 543.48\ \text{s}^{-2}, \quad T_1 = 2\pi/\omega_1 = 0.2695\ \text{s}$$

Las cifras sin redondear de la Nspire coinciden con las de la HP Prime con diferencia relativa 0 (523 números de los siete casos).

5.6 Opciones importantes

Seis casos cortos completan el ejemplo guiado con las partes que este no usa. Cada uno parte de un ejemplo de menu **Archivo** → `Ejemplos`, que reemplaza el caso abierto. Las referencias se calcularon aparte con `numpy/scipy` o con fórmulas cerradas.

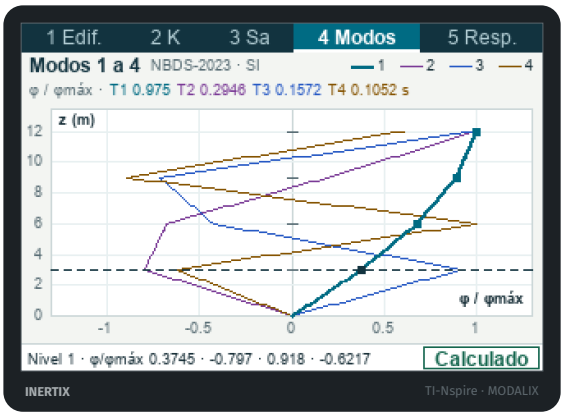
5.6.1 OI-1 · Matriz K completa de un pórtico

Objetivo y cuándo. Usar la rigidez lateral condensada de un pórtico cuando el modelo de corte no basta (vigas flexibles, acoplamiento entre pisos). **Datos.** Ejemplo 3: 4 niveles, $\mathbf{K}$ de 4×4 en kN/m, masas 12.2324 t (tres niveles) y 7.1356 t (Solanilla y Grajales).

1. **Cargar el ejemplo de 4 niveles con K completa.** La tarjeta dice `K completa`: con K completa no se agregan ni quitan niveles.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 3
2. **Ver la matriz K.** La vista K pasa a `completa · editar`; las flechas eligen la celda.
   menu **Modelo** → `Matriz`
3. **Abrir la celda K(1,2).** enter abre la celda; el valor se escribe también en la simétrica.
   ▶ enter
4. **Cancelar sin cambios y resolver.** esc cancela sin cambios; se resuelve.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Superponer los cuatro modos.** Los cuatro modos normalizados $\phi/\phi_{\text{máx}}$, el elegido más grueso.
   menu **Modos** → `Todos`



Matriz K completa en kN/m.



Modos 1 a 4 superpuestos.

Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
T_1 a T_4 (s)	0.9750; 0.2946; 0.1572; 0.1052	fuente: 0.9747; 0.2946; 0.1572; 0.1052
V_b CQC (kN)	19.86	—
Modos usados	1 (90.11 %)	90 % de masa

Cómo leerlo. La diferencia de 3×10^{-4} s en T_1 con la fuente viene del redondeo a 4 cifras de $\mathbf{K}$ en la publicación. El primer modo moviliza el 90.1 %: basta un modo para el 90 %.

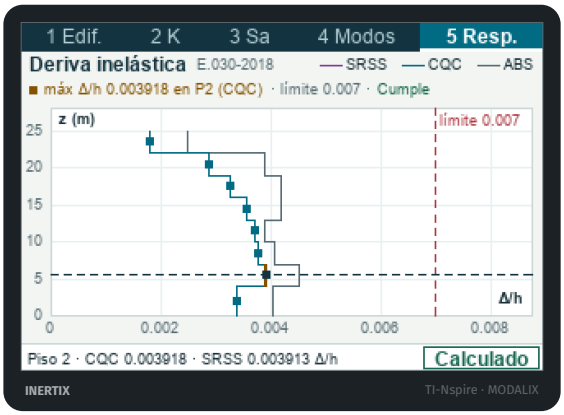
5.6.2 OI-2 · Espectro E.030-2018 y control de derivas

Objetivo y cuándo. Proyectos en Perú: $S_a = ZUCS/R$ con T_P y T_L del suelo. **Datos.** Ejemplo 5: 8 niveles, zona 4 ($Z = 0.45$), suelo S1, $U = 1$, $R = 8$, $C_d = 6$, límite 0.007.

1. **Cargar el ejemplo de 8 niveles E.030.** Edificio de 8 niveles cargado; pendiente.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 5
2. **Revisar zona y suelo.** El formulario solo muestra zona y suelo; U, R y C_d están en menu **Espectro** → `Diseño`.
   menu **Espectro** → `Norma`
3. **Resolver.** esc y se resuelve.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Leer el espectro en T1.** Cada enter salta al periodo modal siguiente; tras el último vuelve a T_1.
   menu **Espectro** → `Ver` enter ×2
5. **Perfil de derivas.** Derivas por piso y el límite en rojo, con `Cumple`.
   menu **Result.** → `Derivas`
6. **Saltar al piso crítico.** enter lleva el cursor al piso de mayor deriva.
   enter



Espectro E.030 con el cursor en T_1.



Derivas y piso crítico.

Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
T_1 (s)	0.7005	—
S_a modo 1 (g)	0.0803	ZUC_1S/R = 0.0803
V_b CQC (kN)	472.52	—
Deriva inelástica máx.	0.00392 (piso 2)	límite 0.007

Cómo leerlo. T_1 está entre $T_P = 0.4$ y $T_L = 2.5$ s, en la rama $C = 2.5\,T_P/T$. La deriva máxima (piso 2) usa ya $C_d = 6$ y queda por debajo de 0.007.

5.6.3 OI-3 · Espectro de diseño por tabla

Objetivo y cuándo. Usar un espectro de sitio o de otra norma, dado como puntos T–S_a de diseño (ya dividido por R). **Datos.** Ejemplo 6: 4 niveles, tabla de 6 filas, $R = 1$, $C_d = 4$.

1. **Cargar el ejemplo de 4 niveles con tabla.** La norma activa es `Tabla`.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 6

2. **Abrir la tabla T-Sa.** ▲ ▼ eligen fila, enter edita, + agrega y − quita (mínimo 2, máximo 40).
   menu **Espectro** → `Tabla`
3. **Abrir una fila.** Formulario de la fila: T en s y S_a en g.
   ▼ enter
4. **Cancelar y resolver.** esc cancela; se resuelve.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`
5. **Ver el espectro interpolado.** Las filas son los puntos; entre ellas S_a se interpola linealmente.
   menu **Espectro** → `Ver` enter

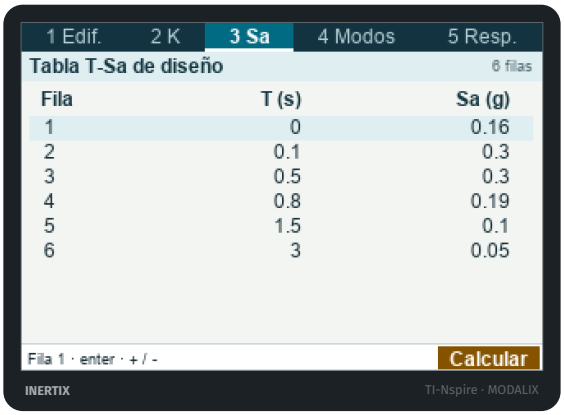


Tabla T-Sa de diseño.



Espectro de la tabla con T_1.

Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
T_1 (s)	0.4667	eigh: 0.4667
S_a modo 1 (g)	0.3000	interpolada en la tabla
V_b CQC (kN)	384.68	—

Cómo leerlo. Si T_1 supera la última fila, la nota del espectro avisa `T1 fuera de la tabla`: amplíe la tabla antes de usar el resultado.

5.6.4 OI-4 · Rigidez desde columnas y diagnóstico

Objetivo y cuándo. Estimar k de un entrepiso a partir de sus columnas cuando no se tiene la rigidez.
Datos. Ejemplo 1 (5 niveles, SI); nivel 1 con 4 columnas de 40 × 40 cm, $E = 25000$ MPa, empotradas.

1. **Cargar el edificio de 5 niveles.** Nivel 1 elegido (el asistente trabaja sobre el nivel seleccionado).
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 1
2. **Abrir el asistente de columnas.** Número de columnas, b, d, E y extremos: empotrada-empotrada ($12EI/h^3$) o empotrada-articulada ($3EI/h^3$).
   menu **Modelo** → `Columnas`
3. **Aceptar: k del entrepiso 1.** tab y enter aceptan: $k_1 = 4 \cdot 12EI/h^3$ con h del nivel.
   tab enter
4. **Diagnóstico del modelo.** Simetría y pivotes de $\mathbf{K}$: todos positivos, estructura estable.
   menu **Calcular** → `Diagnóstico`
5. **Resolver con la nueva rigidez.** esc y se resuelve con la nueva rigidez.
   esc menu **Calcular** → `Resolver`



Asistente de columnas del nivel 1.



Diagnóstico del modelo.

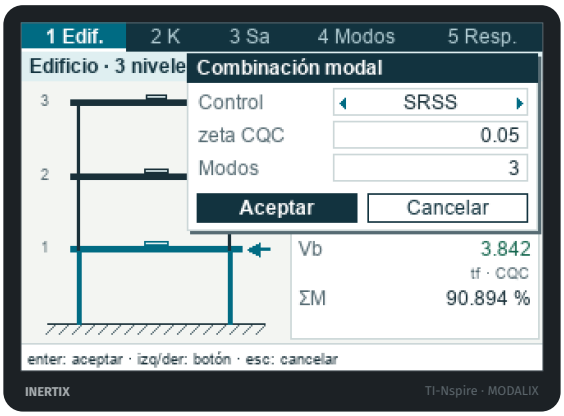
Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
k_1 (kN/m)	94814.8	$4 \cdot 12EI/h^3$
T_1 (s)	0.9029	eigh 0.9029; antes 0.8236 (eigh)
V_b CQC (kN)	496.25	—

Cómo leerlo. El asistente solo existe con edificio de corte. Al bajar k_1 de 150000 a 94815 kN/m el periodo fundamental se alarga. Un pivote no positivo en el diagnóstico indica un mecanismo o un dato erróneo.

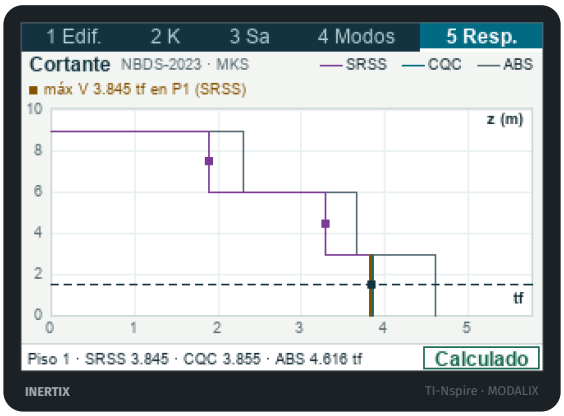
5.6.5 OI-5 · Regla de combinación y número de modos

Objetivo y cuándo. Comparar CQC con SRSS y fijar el número de modos cuando la norma lo exige. **Datos.** El ejemplo guiado; menu **Espectro** → `Combinación`.

1. **Cargar el ejemplo guiado y resolver.** Ejemplo 2 cargado y resuelto: CQC con 2 modos.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 2 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Combinación: SRSS con los 3 modos.** 2 elige SRSS; en `Modos` se escribe 3 (0 = automático, 90 % de masa).
   menu **Espectro** → `Combinación` 2 ▼×2 3 enter
3. **Aceptar y resolver.** enter acepta; los resultados quedan pendientes y se resuelve.
   enter menu **Calcular** → `Resolver`
4. **Comparar cortantes.** SRSS pasa a ser la regla de control (encima, con marcas).
   menu **Result.** → `Cortante`



Combinación modal.



Cortantes con SRSS como control.

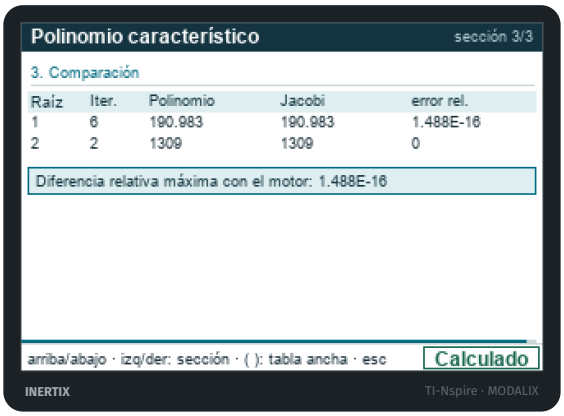
Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
V_b CQC, 2 modos (tf)	3.842	ejemplo guiado
V_b SRSS, 3 modos (tf)	3.845	—
Desplazamiento de cubierta SRSS (cm)	0.184	—

Cómo leerlo. Con periodos bien separados CQC y SRSS casi coinciden; el tercer modo añade poco. ABS es una cota superior. ζ solo interviene en CQC.

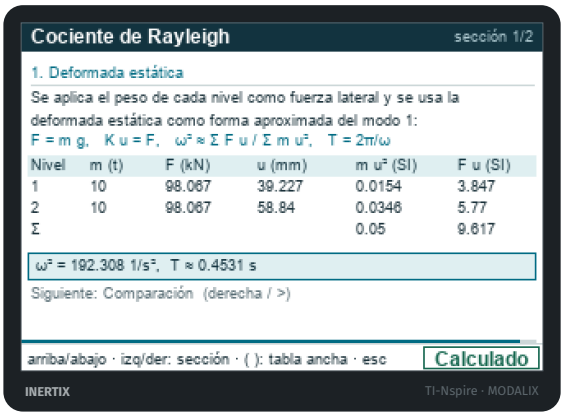
5.6.6 OI-6 · Métodos clásicos en 2 GDL

Objetivo y cuándo. Estudiar cómo se obtienen los modos a mano y comprobar el motor con una solución cerrada. **Datos.** Ejemplo 4: dos niveles iguales, $m = 10$ t, $k = 5000$ kN/m: $\omega^2 = \frac{3 \mp \sqrt{5}}{2} \frac{k}{m}$.

1. **Cargar el ejemplo de 2 GDL y resolver.** Ejemplo 4 cargado y resuelto.
   menu **Archivo** → `Ejemplos` 4 menu **Calcular** → `Resolver`
2. **Lista de métodos.** Lista de métodos; con $N \leq 5$ y corte todos están disponibles.
   menu **Calcular** → `Métodos`
3. **Polinomio característico.** 3 abre el polinomio característico (Faddeev-LeVerrier y Newton).
   3
4. **Comparación del polinomio con Jacobi.** ▶ hasta la última sección: raíces frente a Jacobi.
   ▶ ×6
5. **Cociente de Rayleigh.** Rayleigh da una cota superior de ω_1^2 con la deformada estática.
   esc menu **Calcular** → `Métodos` 4



Polinomio frente a Jacobi.



Cociente de Rayleigh.

Magnitud	MODALIX TI	Referencia o comentario
ω_1^2; ω_2^2 (1/s^2)	190.983; 1309.017	190.983; 1309.017
T_1; T_2 (s)	0.4547; 0.1737	0.4547; 0.1737

Cómo leerlo. Las raíces coinciden con la solución cerrada. Rayleigh sobrestima ω_1^2 ligeramente (192.3 frente a 191.0): es una cota superior. Stodola se abre igual con [2].

5.7 Guardar, abrir y corregir un dato

1. **Dato no válido en un nivel.** Masa -5: el formulario muestra `La masa del nivel debe ser positiva (t)` y el caso no cambia. Corrija o cancele con [esc].

   [menu] **Modelo** → `Nivel` [▼] [-] [5] [enter] [tab] [enter]
2. **Guardar el documento.** [ctrl]+[S] guarda el documento con los datos del caso (no los resultados).

   (ctrl+S: on.save)
3. **Abrir el documento.** Al abrir el documento, el mismo caso aparece con `Calcular`: resultados pendientes.

   (abrir el .tns: on.restore)
4. **Volver a calcular.** Al resolver se obtienen los mismos periodos.

   [menu] **Calcular** → `Resolver`
5. **Pantalla Licencia sobre el caso.** [menu] **Archivo** → `Licencia` muestra el estado sobre el caso; [esc] vuelve sin cambiarlo.

   [menu] **Archivo** → `Licencia`



Documento abierto: pendiente.



Mismo caso, calculado de nuevo.

Sin corte con ON

En la HP Prime la tecla ON puede interrumpir un cálculo largo y el programa reabre con el aviso «Cálculo interrumpido». En la TI-Nspire no hay ese corte: el cálculo termina siempre y el caso se conserva.

6 Referencia de menús y opciones

6.1 Archivo

Orden	Qué hace	Condición o efecto
Nuevo	Edificio de corte uniforme: niveles, h, masa típica y de techo, k de la base y reducción por nivel (%).	Reemplaza el caso; espectro y diseño por defecto
Ejemplos	Siete casos: 5 niveles NBDS; corte de 3 niveles tf/cm; 4 niveles K completa; 2 GDL; 8 niveles E.030; 4 niveles tabla T-Sa; 8 niveles E.030-2026 Z4 S2.	Reemplaza el caso, sin calcular
Unidades	SI (t, kN/m, kN, mm) o MKS (t, tf/cm, tf, cm).	No cambia el modelo ni los resultados
Ayuda	Inicio rápido, teclas, herramientas, convenios, guardado, licencia y acerca de.	esc vuelve
Licencia	Pantalla Licencia: estado, ID, control y soporte.	esc vuelve

6.2 Modelo

Orden	Qué hace	Condición o efecto
Nivel	h, m y k del nivel elegido (con K completa, h y m).	Resultados pendientes
+Nivel / −Nivel	Copia el nivel elegido encima o lo quita tras confirmar.	Solo corte; 1 a 12 niveles
Tipo K	Corte o completa; escala de ϕ: masa, máximo $= 1$ o cubierta $= 1$.	La escala no cambia $\Gamma\phi$
Columnas	k del entrepiso con n columnas $b \times d$, E y extremos.	Solo corte
Matriz	Vista K: lectura con corte; con K completa enter edita la celda y su simétrica.	—

6.3 Espectro

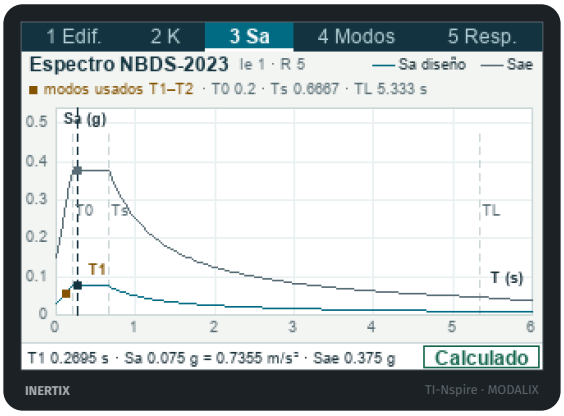
Orden	Qué hace	Condición o efecto
Norma	NBDS (S_0, suelo S0–S5, τ; F_a, F_v con S5), E.030 (zona, suelo) o Tabla.	Campos según la norma
Diseño	I_e o U, R, C_d y límite de deriva (con Tabla, C_d y límite).	C_d por defecto: R o $0.75R$
Combinación	Control CQC o SRSS, ζ de CQC y número de modos (0 = 90 %).	ABS siempre se calcula
Tabla	Filas T–S_a de diseño; si la norma no es Tabla, pregunta antes de cambiarla.	2 a 40 filas, T creciente
Ver	Pestaña Sa: espectro, esquinas, modos usados y cursor.	No recalcula

6.4 Calcular

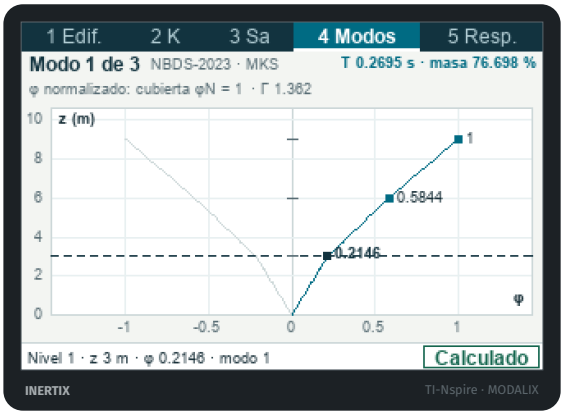
Orden	Qué hace	Condición o efecto
Resolver	Modos, espectro y combinación.	Igual que el botón Calcular
Procedimiento	Ocho secciones del cálculo con matrices y figuras.	Pide calcular si está pendiente
Métodos	Jacobi, Stodola, polinomio, Rayleigh, Holzer y reglas; cada uno termina comparando con el motor.	Polinomio $N \leq 5$; Holzer solo corte
Diagnóstico	Datos del modelo, simetría y pivotes de $\mathbf{K}$, espectro y estado.	No necesita calcular

6.5 Modos y Result.

Orden	Qué hace	Condición o efecto
Modos > Forma / Todos / Masas	Un modo con su imagen opuesta; modos 1 a 4; barras de masa, acumulada y 90 %.	Pestaña 4
Modos > Tabla	T, f, ω, Γ, masas y formas.	Documento
Result. > Desplazamientos / Derivas / Cortante / Vuelco	Perfiles por nivel con SRSS, CQC y ABS; la regla de control encima, piso crítico resaltado.	Pestaña 5
Result. > Tabla	Resumen y valores por nivel con la regla de control.	Documento



Espectro NBDS con esquinas y cursor en T_1.



Forma del modo 1 con su imagen opuesta.

7 Fundamento teórico breve

Modos. Con $\mathbf{M}$ diagonal y $\mathbf{K}$ simétrica:

$$\mathbf{K}\,\phi = \omega^2\,\mathbf{M}\,\phi, \qquad T = \frac{2\pi}{\omega}, \qquad f = \frac{1}{T} \tag{1}$$

Donde: En edificio de corte $K_{ii} = k_i + k_{i+1}$ y $K_{i,i+1} = -k_{i+1}$. MODALIX resuelve $\mathbf{M}^{-1/2}\mathbf{K}\mathbf{M}^{-1/2}$ por Jacobi y obtiene $\phi = \mathbf{M}^{-1/2}\mathbf{v}$.

Participación. Con $\mathbf{1}$ el vector de unos (todos los niveles se mueven con el suelo):

$$L = \phi^T \mathbf{M}\,\mathbf{1}, \qquad M^* = \phi^T \mathbf{M}\,\phi \tag{2}$$

$$\Gamma = \frac{L}{M^*}, \qquad M_{\text{ef}} = \frac{L^2}{M^*} \tag{3}$$

Espectros. NBDS-2023, con $T_0 = 0.15F_v/F_a$, $T_s = 0.5F_v/F_a$ y $T_L = 4F_v/F_a$:

$$S_{ae} = \begin{cases} \tau F_a S_0\,(1 + 1.5\,T/T_0) & T < T_0 \\ 2.5\,\tau F_a S_0 & T_0 \le T \le T_s \\ 1.25\,\tau F_v S_0/T & T_s < T \le T_L \\ 1.25\,\tau F_v S_0\,T_L/T^2 & T > T_L \end{cases} \qquad S_a = \frac{S_{ae}\,I_e}{R} \tag{4}$$

E.030-2018:

$$S_a = \frac{Z\,U\,C\,S}{R}, \qquad C = \begin{cases} 2.5 & T < T_P \\ 2.5\,T_P/T & T_P \le T \le T_L \\ 2.5\,T_P T_L/T^2 & T > T_L \end{cases} \tag{5}$$

Respuesta por modo y combinación. Para cada modo usado, con su S_a en g:

$$S_d = \frac{S_a\,g}{\omega^2}, \qquad u = \Gamma\,\phi\,S_d \tag{6}$$

$$F = m\,\Gamma\,\phi\,S_a\,g, \qquad V_i = \sum_{j \ge i} F_j \tag{7}$$

$$R_{\text{SRSS}} = \sqrt{\textstyle\sum_r R_r^2}, \quad R_{\text{ABS}} = \textstyle\sum_r |R_r|, \quad R_{\text{CQC}} = \sqrt{\textstyle\sum_i \sum_j \rho_{ij}\,R_i R_j} \tag{8}$$

$$\rho_{ij} = \frac{8\zeta^2(1+\beta)\beta^{1.5}}{(1-\beta^2)^2 + 4\zeta^2\beta(1+\beta)^2}, \qquad \beta = \frac{\omega_j}{\omega_i} \tag{9}$$

Derivas. La deriva de cada entrepiso se combina desde las derivas modales (no restando desplazamientos ya combinados) y se amplifica: $C_d\,\Delta/h \le$ límite.

Métodos. Stodola itera $\mathbf{K}^{-1}\mathbf{M}\phi$ con deflación; el polinomio usa Faddeev-LeVerrier y Newton; Rayleigh, $\omega^2 \approx \frac{\sum Fu}{\sum mu^2}$ con la deformada estática; Holzer prueba valores de ω recorriendo el edificio desde la base y cuenta los cambios de signo (Sturm). Referencias: Chopra, *Dynamics of Structures*, caps. 10–13; NBDS-2023; NTE E.030-2018.

8 Novedades de la E.030-2026

La NTE E.030 «Diseño Sismorresistente» se modificó con la RM 183-2026-VIVIENDA (El Peruano, 3 de mayo de 2026). Los proyectos con licencia o expediente en trámite siguen con la versión anterior (disposición transitoria); por eso, donde aplica, el programa conserva la E.030-2018 y agrega la 2026 como opción aparte.

8.1 Espectro E.030-2026

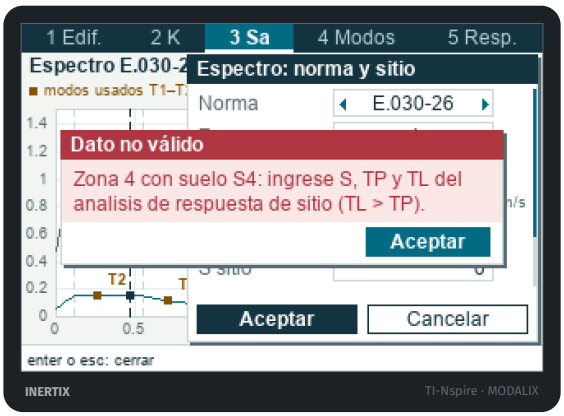
menu **Espectro** → `Norma` ofrece `E.030-2026` además de NBDS-2023, E.030-2018 y la tabla T-Sa. Pide zona, perfil So a S5 (Tabla 3), V_{s30} (0 = sin dato) y T_s; en zona 4, o con S5, también S, T_P y T_L del estudio de sitio.

- S, T_P y T_L de las Tablas 4 y 5; en S2 y S3 se interpolan con V_{s30} y, sin él, se usa el extremo blando.
- $C = 1 + 7.5\,T/T_P$ para $T < 0.2\,T_P$ (Tabla 6): la rampa inicial vale para el espectro modal, que es el que usa MODALIX. En la E.030-2018 el programa mantiene $C = 2.5$ desde $T = 0$, como antes.
- T_s: MODALIX no pide la categoría; aplica el control 14.8 en zona 4 cuando $U \geq 1.3$ (categorías A y B). Si $T_s > 0.65\,T_P$ usa el perfil siguiente con su extremo blando.
- Zona 4 con S4, y S5, exigen el estudio de sitio; sin él el cálculo no se acepta.
- La combinación direccional 100 % + 30 % (Art. 43) y la cortante mínima del 80/90 % (Art. 44) quedan fuera de MODALIX: ver ESPECTRIX.

menu **Archivo** → `Ejemplos` agrega `8 niveles, E.030-2026 Z4, S2`: el edificio de 8 niveles con $V_{s30} = 400$ m/s, que da $S = 1.075$, $T_P = 0.55$ s y $T_L = 2.125$ s.



Norma E.030-2026: zona, perfil, Vs30, Ts y estudio.



Zona 4 con S4 sin estudio: no se acepta.

9 Preguntas frecuentes

¿Qué archivo debo abrir?

`MODALIX.tns` 1.0.0. Necesita la licencia de su calculadora.

¿Por qué el cálculo usa menos modos que niveles?

Con `Modos = 0` MODALIX toma los primeros modos que suman al menos el 90 % de la masa. Para fijar otro número use menu **Espectro** → `Combinación` (OI-5).

¿Por qué cambiar las unidades no cambia los resultados?

El motor trabaja siempre en SI; SI/MKS solo cambia cómo se escriben y se leen los datos.

¿Puedo usar la matriz de rigidez de un pórtico?

Sí: menu **Modelo** → `Tipo K`, `Completa`, y edite las celdas en menu **Modelo** → `Matriz` (OI-1).

¿Por qué Holzer o el polinomio dicen «no disp.»?

Holzer requiere edificio de corte y el polinomio solo se ofrece hasta 5 niveles. Use Jacobi o Stodola.

¿MODALIX escala el cortante basal al estático?

No: hágalo aparte según su norma.

Al abrir el documento los resultados están pendientes, ¿perdí algo?

No. El documento guarda los datos del caso; vuelva a calcular (los resultados son los mismos).

En la computadora no calcula.

La licencia se activa solo en una calculadora TI-Nspire (CX y CX II); en la vista de computadora no hay ID de calculadora.

Información para soporte

Indique programa y versión (menu **Archivo** → `Ayuda`, Acerca de), el ID y el código de la pantalla Licencia, los datos del caso, el mensaje recibido y los pasos para reproducirlo.