

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las estructuras de contención se clasifican en rígidas (muros ménsula, muros sótano, muros de gravedad...) y flexibles (muros pantalla).

Las estructuras de contención rígidas son aquellas que por sus dimensiones, materiales, y constitución morfológica cumplen su función sin cambiar de forma, al estar sometida a las acciones exteriores y las reacciones del terreno con el que está en contacto. Ello implica que sus movimientos serán prácticamente de giro y desplazamiento del conjunto, sin que aparezcan deformaciones apreciables de flexión o acortamiento.



Las estructuras de contención flexibles son aquellas que por sus dimensiones y morfología cumplen su función experimentando deformaciones apreciables de flexión. Los cambios de forma del elemento de contención flexible pueden influir claramente en la distribución y magnitud de los empujes del terreno, con el que están en contacto.



1. ESTRUCTURAS RIGIDAS

Las estructuras rígidas son aquellas que no cambian de forma bajo la acción de los empujes del terreno. Estrictamente hablando son aquellas que sus cambios de forma no influyen de modo importante en la magnitud y distribución de los empujes. Resisten en consecuencia las acciones que actúen sobre ella sin deformarse.

Al no sufrir deformaciones, sus movimientos serán únicamente de conjunto, es decir, giros y desplazamientos. Resisten por su propio peso; su resistencia a flexión podemos considerarla pues despreciable.

Las estructuras rígidas deben apoyar sobre suelos competentes para transmitir fuerzas de su cimentación al cuerpo del muro y de esta forma generar fuerzas de contención.

Los muros se consideran como estructuras adecuadas para mantener, conservar o crear una diferencia entre niveles de tierra existente a uno y otro lado de ellos, siempre que esas tierras no se mantengan estables por si mismas en el corte o talud ejecutado. Normalmente soportan tierra, pero también suelen soportar grano de cereales (silos), o líquidos (depósitos).

El procedimiento habitual a seguir en el proyecto de muros, consiste en la iteración de dos pasos:

- Selección de las dimensiones del muro.
Se basa en la experiencia y en tablas de dimensionado. También podemos consultar normativas existentes como la NTE-CCM, que relaciona las proporciones de las partes de un muro.
- Análisis de la estabilidad del muro frente a las fuerzas actuantes.
Primero se valoran el estado de cargas que influyen en el muro, incluido el empuje de las tierras y el peso propio del muro, y se comprueba la estabilidad a vuelco. A continuación se calcula la resistencia del suelo en contacto con la base de cimentación en cuanto al deslizamiento por el plano de la base, y también se comprueba que las fuerzas verticales, incluidos el peso del terraplén, provoquen un asiento y tensión admisibles. Por último se comprueba la estabilidad global del conjunto, a posible rotura o deslizamiento generalizado, de un talud que englobe al muro.

I.I. MUROS EN MENSULA DE HORMIGÓN ARMADO (APLICACIÓN DE CYPE)

Se considera que el muro está formado por varias partes diferenciadas:

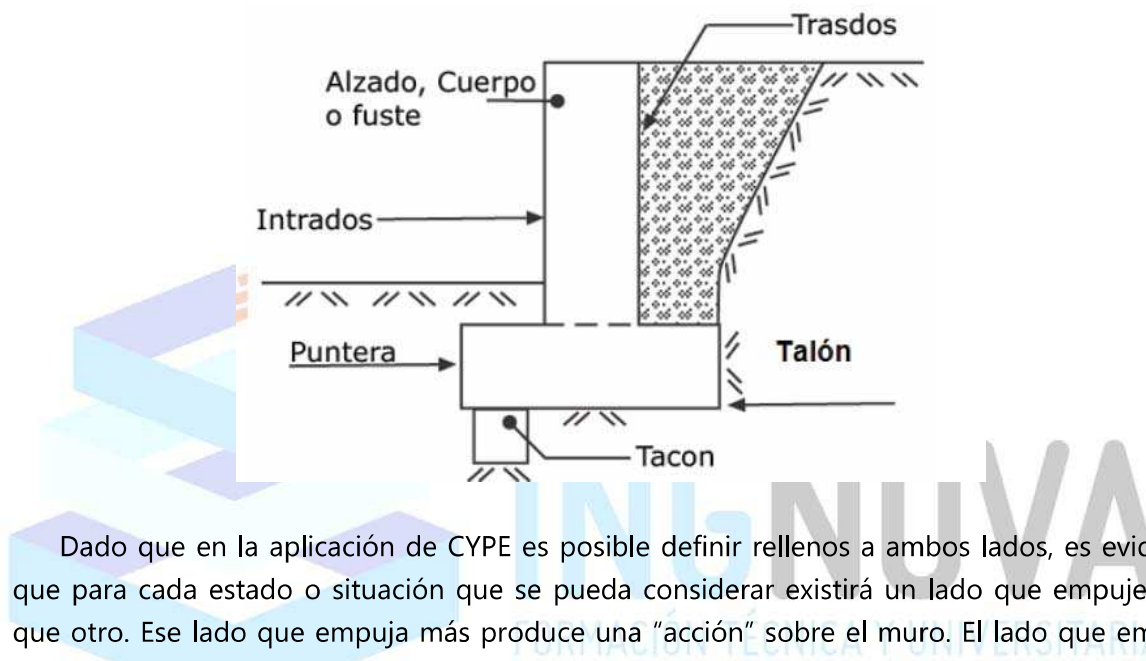
- Muro: Alzado del muro desde su arranque a coronación.
- Terrenos: Rellenos de tierra, en uno o varios estratos, en trasdós e intradós, con posible estrato rocoso y/o nivel freático.
- Cimentación: Zapata corrida bajo muro o encepado sobre pilotes. La zapata puede tener tacón o rastrillo para su estabilidad al deslizamiento.

A continuación, también definimos algunos términos utilizados para describir su geometría:

- Trasdós: Cara en contacto con el relleno.
- Intradós: Cara libre, aunque en algunos casos pueda contener algo de relleno.
- Altura: Medida vertical entre arranque y coronación.
- Espesor superior: Ancho en coronación.
- Espesor inferior: Ancho en arranque. Debe ser mayor o igual al espesor superior. Al definir la geometría de un muro, se puede fijar los espesores desde el trasdós, el intradós y el plano vertical medio, en cuyo caso los espesores se miden parcialmente a cada cara. La suma de ambos será el espesor total.
- Escalones: Tramos en altura que tienen un cambio brusco del espesor. Se realizan en sustitución de los muros de espesor variable para simplificar el encofrado. Pueden

realizarse por una sola cara o por ambas. La ferralla se interrumpe doblándose y solapándose con el tramo superior.

- Solapes: División en tramos de la armadura vertical, con solape. Se define número de tramos y su altura. La utilidad se encuentra en muros altos en los que colocar la ferralla en toda su altura resulta complejo y peligroso, y los encofrados no disponen de altura suficiente, siendo aconsejable su ejecución por tramos.



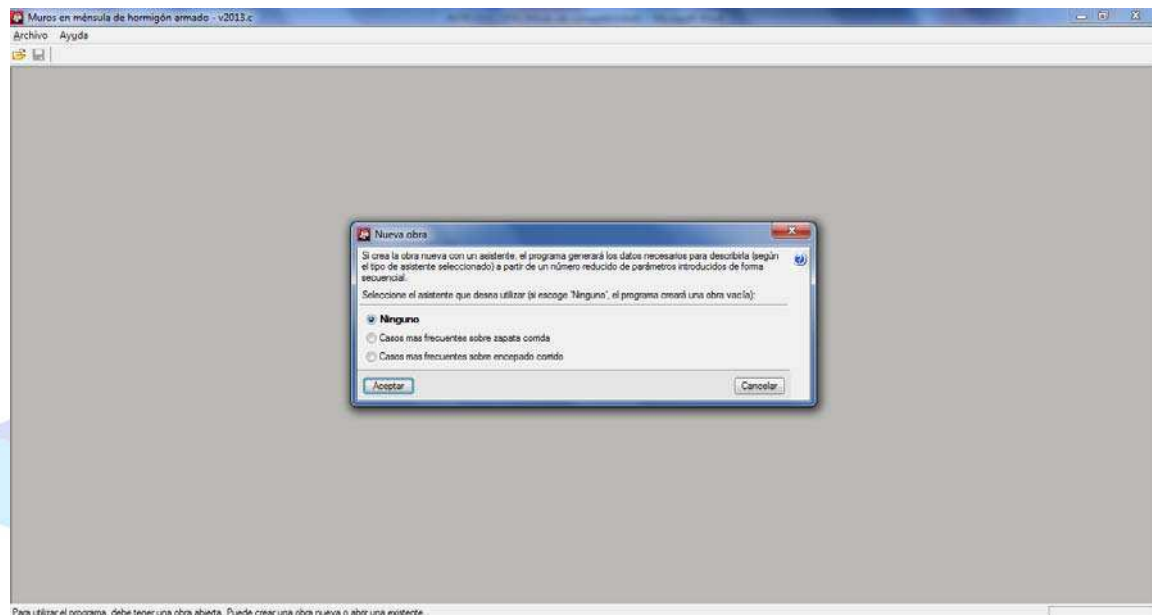
Dado que en la aplicación de CYPE es posible definir rellenos a ambos lados, es evidente que para cada estado o situación que se pueda considerar existirá un lado que empuje más que otro. Ese lado que empuja más produce una "acción" sobre el muro. El lado que empuja menos produce una "reacción" ya que el muro tiende a desplazarse hacia ese lado comprimiéndolo. Podrán desarrollarse por tanto los tipos de empuje, que se detallan:

- Empuje activo: El terreno empuja al muro permitiéndose las suficientes deformaciones en la dirección del empuje para llevar al terreno a su estado de rotura.
- Empuje al reposo: El terreno empuja pero el muro no sufre apenas deformaciones, es decir son nulas o despreciables. Es el caso de muros cuya coronación está coaccionada por otros elementos, como en muros de sótano con un forjado en coronación. No es recomendable su utilización en el programa.
- Empuje pasivo: Cuando el muro se desplaza contra el terreno, lo comprime y éste reacciona. Dependiendo del desplazamiento del muro y del tipo de terreno se puede desarrollar un % de este empuje pasivo o su totalidad.

- Sin empujes: Esta situación permite que el terreno que reacciona no desarrolle ningún tipo de empuje y sólo se considere su peso como componente vertical gravitando sobre la zapata.

Para la gestión de obras en el programa Muros en Ménsula debe dirigirse al menú Archivo >> Gestión de Archivos.

Una vez introducidos el nombre del fichero y el nombre de la obra, aparece en pantalla la ventana "Selección de asistente".

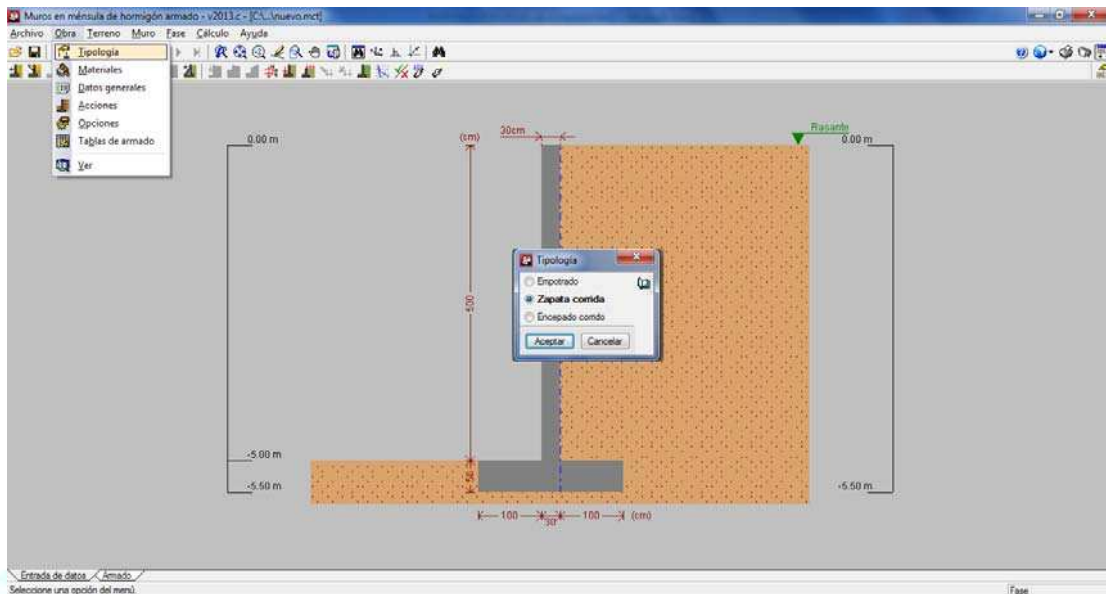


Aquí, si marcamos 'Ninguno', el programa creará una obra vacía y le mostrará de forma secuencial las ventanas donde introducirá los datos de su obra; Si marcamos 'Casos mas frecuentes sobre zapata corrida o sobre encepado corrido', el programa generará los datos necesarios para describirla, a partir de un numero reducido de parámetros introducidos de forma secuencial.

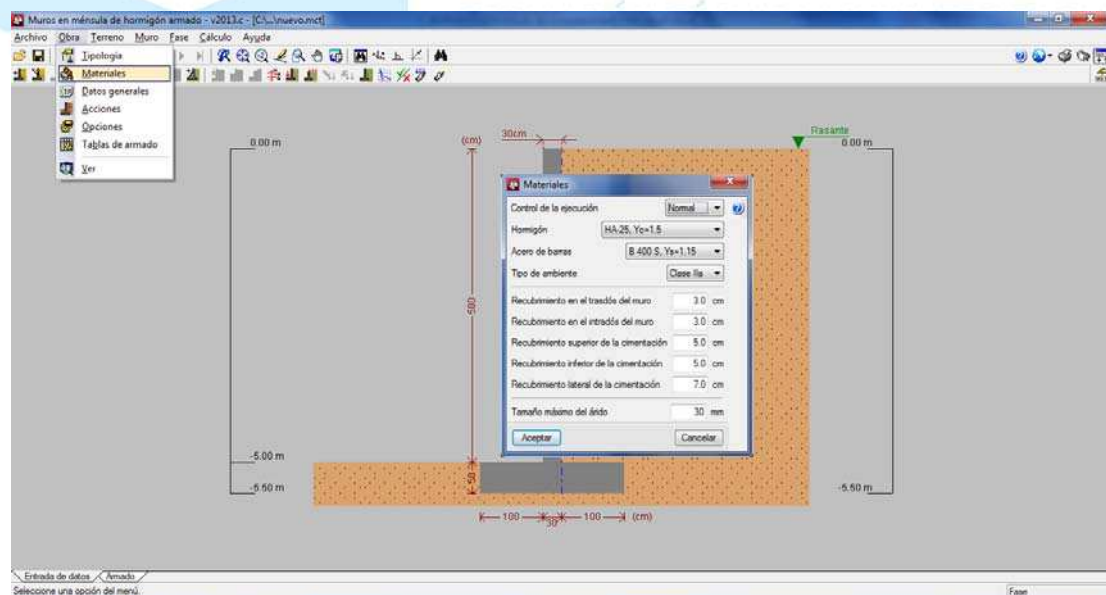
En la pestaña 'Entrada de datos', y dentro del menú 'Obra', describimos todas las opciones que le permiten consultar y modificar los datos generales de su obra ya introducidos.

- Tipología
Podrá modificar la opción seleccionada en la introducción del muro, tanto si escogió la utilización del asistente, como si la creó a partir de una obra vacía. Si la modificación implica cambiar un muro sobre zapata corrida, por un muro sobre encepado, deberá

añadir al menos un tipo de pilote desde el menú Muro >> Editar tramo/cimentación, antes de realizar el cálculo.



- o Materiales
Aquí se deberá especificar los parámetros con los que se calculará la obra.



Referente al control del hormigón durante su ejecución, la EHE establece tres tipos de control:

- Control reducido: Este nivel de control externo es aplicable cuando no existe un seguimiento continuo y reiterativo de la obra y exige la realización de, al menos, una inspección por cada lote en los que se ha dividido la obra.
- Control intenso: Este nivel de control, además del control externo, exige que el constructor posea un sistema de calidad propio, y que la elaboración de la ferralla se realicen en instalaciones industriales fijas y con un sistema de certificación voluntario. Para este nivel de control, se exige la realización de, al menos tres inspecciones por cada lote de obra.
- Control normal: Este nivel de control externo es de aplicación general y exige la realización de, al menos, dos inspecciones por cada lote en los que se ha dividido la obra.

La designación del ambiente se hará según la siguiente tabla:

Tabla 3.1 Clases generales de exposición

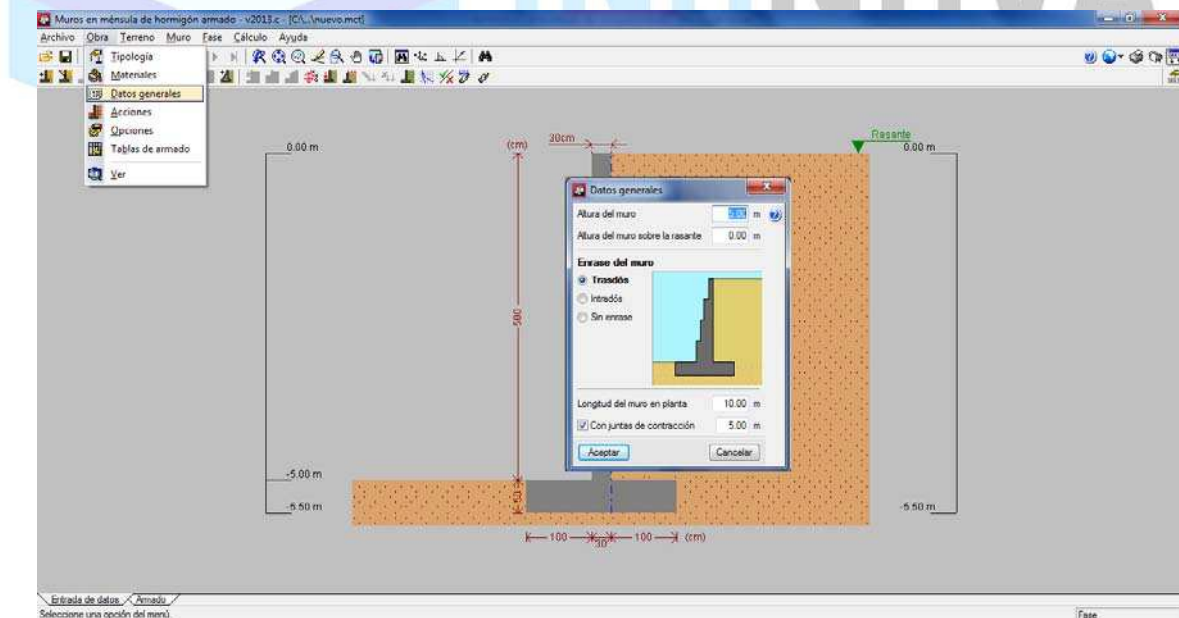
Clase y designación	Tipo de proceso	Descripción	Ejemplos
Interior No agresiva	I Ninguno	Interiores de edificios no sometidos a condensaciones	Interiores de edificios, protegidos de la intemperie
Exterior	II a Carbonatación del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal	Exteriores sometidos a la acción del agua en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.	Exteriores protegidos de la lluvia
	II b Carbonatación rápida del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal.	Interiores con humedades relativas >65% o condensaciones, o con precipitación media anual superior a 600 mm.	Exteriores no protegidos de la lluvia. Sótanos no ventilados. Cimentaciones.
Medio marino	III a Corrosión de las armaduras por cloruros. Expansión de los núcleos de cal.	Proximidad al mar por encima del nivel de pleamar. Zonas costeras	Proximidad a la costa. Pantalanes, obras de defensa litoral e instalaciones portuarias.
	III b Corrosión de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento. Expansión de los núcleos de cal.	Por debajo del nivel mínimo de bajamar permanentemente. Terrenos ricos en sulfatos.	Recorrido de marea en diques, pantalanes y obras de defensa litoral.
	III c Corrosión rápida de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento.	Zonas marinas situadas en el recorrido de carrera de mareas.	Idem III b.
Otros cloruros (no marinos)	IV Idem que III c. Sulfatación y carbonatación.	Agua con un contenido elevado de cloro. Exposición a sales procedentes del deshielo	Piscinas. Zonas de nieve (alta montaña). Estaciones de tratamiento de aguas

El tamaño máximo del árido es un dato necesario para poder realizar las comprobaciones de separaciones mínimas entre barras. En la siguiente tabla se indican valores orientativos:

<i>Dimensión mínima de la sección del elemento</i>	<i>Tipo de elemento y tamaño máximo del árido</i>			
	<i>Vigas, pilares y muros armados</i>	<i>Muros sin armar</i>	<i>Losas muy armadas</i>	<i>Losas poco armadas o sin armar</i>
De 5 a 10 cm	De 10 a 20 mm	20 mm	De 15 a 25 mm	De 20 a 40 mm
De 15 a 30 cm	De 20 a 40 mm	40 mm	40 mm	De 40 a 80 mm
De 40 a 80 cm	De 40 a 80 mm	80 mm	De 40 a 80 mm	80 mm
Más de 80 cm	De 40 a 80 mm	160 mm	De 40 a 80 mm	De 80 a 160 mm

- Datos generales

Selección de parámetros de geometría referentes al muro con que se calcula la obra.



La altura total del muro es la medida desde el arranque hasta la coronación.

En general, la altura sobre la rasante del muro será cero, siendo positiva cuando se necesite apoyar sobre el muro algún elemento estructural.

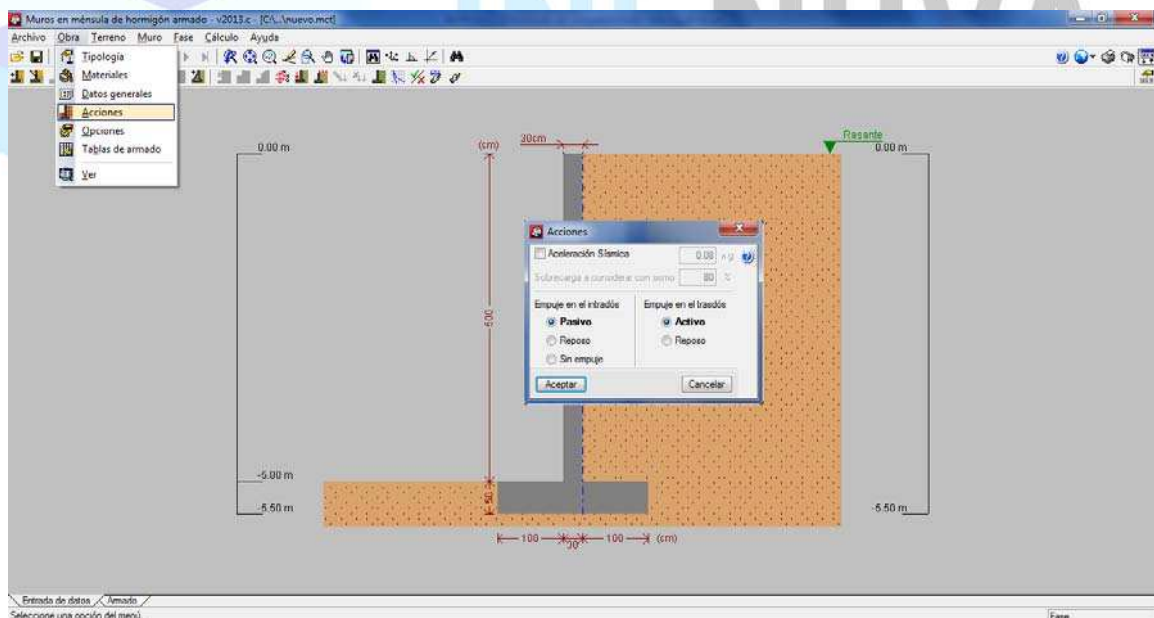
Referente al enrase del muro, si el espesor es constante es indiferente la elección entre los tres tipos de muro que aparecen. Si el espesor es variable, deberá elegir si el muro está enrasado en el trasdós, enrasado en el intradós o bien con espesores diferentes a cada lado.

La longitud del muro en planta se utiliza únicamente para obtener las mediciones totales de hormigón y acero.

Se recomienda colocar juntas verticales de contracción en el muro para controlar las deformaciones producidas por la retracción y cambios de temperatura. Se aconseja para muros con altura $H \leq 2.4$ m, separación 3H; muros con altura $2.4 \leq H \leq 3.6$ m, separación 2H; muros con altura $H > 3.6$ m, separación H. Es conveniente no colocar juntas de contracción con separaciones superiores a 7.5 m.

○ Acciones

Esta opción contiene parámetros de sismo y permite la selección de los tipos de empuje que se producen en ambos paramentos.



La acción sísmica produce una variación en los empujes que actúan sobre el muro. Para obtener los empujes de tierras en la hipótesis sísmica debe introducir la aceleración horizontal

de cálculo, obtenida de la norma sismorresistente correspondiente en función de la situación de la obra.

Para el cálculo de esfuerzos en las hipótesis sísmicas se considerará únicamente la parte de sobrecarga correspondiente al porcentaje introducido.

En cuanto a los tipos de empuje:

- Empuje en el intradós: Se recomienda escoger empuje 'pasivo' sólo cuando el terreno que produzca la reacción sufra deformaciones que le permitan llegar a su estado de rotura. También se puede elegir 'Reposo' o 'Sin empuje'. La opción 'Sin empuje' considerará únicamente el peso de las tierras sobre las zapatas y sobre los muros con escalones o paramentos inclinados.
- Empuje en el trasdós: Se recomienda escoger empuje 'activo' cuando el terreno que produzca la acción sufra deformaciones suficientes que le permitan llegar a su estado de rotura. Se debe elegir empuje 'reposo' cuando se permitan deformaciones del terreno debido, por ejemplo, a una carga horizontal en la cabeza del muro en sentido opuesto al del empuje.

En la pestaña Entrada de datos >> menú Terreno describiremos todas las opciones y parámetros relacionados con el terreno; la posibilidad de introducir y describir diferentes estratos y la generación de rellenos en una misma fase o en fases diferentes.

