

Diseño de Muro en voladizo

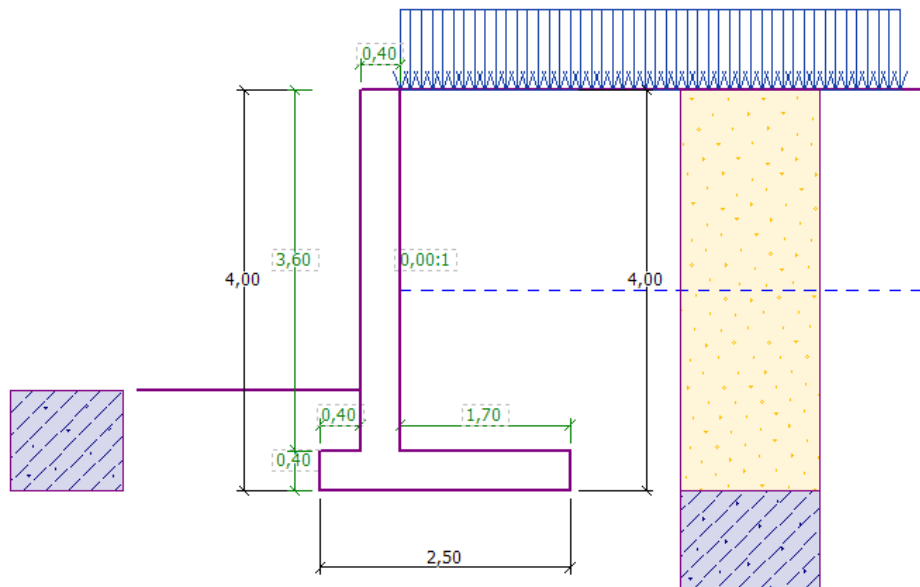
Programa: Muro en Voladizo

Archivo: Demo_manual_02.guz

En este capítulo, se describe como diseñar un Muro en voladizo y su análisis.

Tarea:

Diseñar un muro en voladizo con altura 4,0 m y analice el mismo según el estándar EN 1997-1 (EC 7- 1, Enfoque de diseño 1). El terreno detrás de la estructura es horizontal. El nivel freático del agua es 2,00 metros de profundidad. Detrás de la estructura actúa una sobrecarga tipo franja con un largo de 5,0 metros y una magnitud de 10 kN/m². El suelo de cimentación es MS- Limo arenoso, capacidad portante permitida 175kPa. El suelo detrás del muro es S-F – Arena de trazo fino. El muro en voladizo será creado con refuerzo de hormigón de clase C 20/25.



Esquema del muro en voladizo – Tarea

Los parámetros del suelo se definen de la siguiente manera:

Suelo	Perfil [m]	Unidad de peso γ [kN/m ³]	Ángulo de fricción interno ϕ_{ef} [°]	Cohesión de suelo c_{ef} [kPa]	Ángulo de fricción estructura–suelo δ [°]	Peso unitario saturado γ_{sat} [kN/m ³]
S-F	0,0 – 4,0	17,5	28,0	0,0	18,5	18,0
MS	from 4,0	18,0	26,5	5,0	17,5	18,5

Solución

Para resolver este problema, utilizamos el programa de GEO5, “Muro en voladizo”, y se explicará paso a paso como resolver este ejemplo

En el cuadro „Configuración” haga click sobre el botón „Seleccionar” y luego elija el análisis No. 3 – „Estándar EN 1997 – DA1”.

Lista de configuraciones

Número	Nombre	Válido para
1	Estándar - Factor de seguridad	Todo
2	Estándar - Estados límite	Todo
3	Estándar - EN 1997 - DA1	Todo
4	Estándar - EN 1997 - DA2	Todo
5	Estándar - EN 1997 - DA3	Todo
8	República Checa (EN1997, CSN 73 1004)	Todo
11	Eslovaquia - EN 1997	Todo
28	Reino Unido - EN 1997	Todo
29	Reino Unido - EN 1997, gamma del agua=1.0	Todo
35	USA - LRFD 2003	Todo
36	USA - LRFD	Todo
39	NCMA - SRW Design Manual	Todo
46	LRFD - Estándar	Todo
54	China - Factor de seguridad (ASD)	Todo
U 1	Standardní - EN 1997 - DA2 (2)	Todo
U 2	EN 2	Muro en voladizo

OK Cancelar

Cuadro “Lista de configuraciones”

En el cuadro „Geometría” elija la forma del muro e ingrese las dimensiones

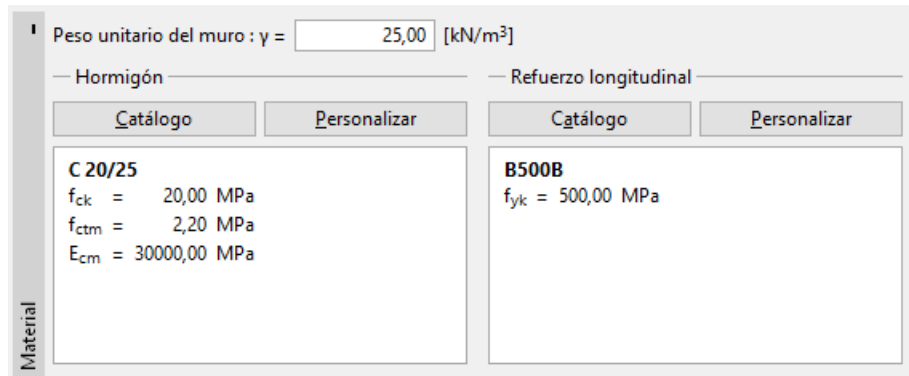
Geometría

Datos del Muro

k =	0,40 [m]	v ₁ =	0,40 [m]	s ₁ =	[-]
h =	3,60 [m]	v ₂ =	1,70 [m]	s ₂ =	0,00 [-]
h ₁ =	[m]	v ₃ =	[m]	Mango	0,40 [m]
h ₂ =	[m]	x ₁ =	[m]	x ₃ =	[m]
xx =	0,40 [m]	x ₂ =	[m]		
z ₁ =	[m]	k ₁ =	[m]		

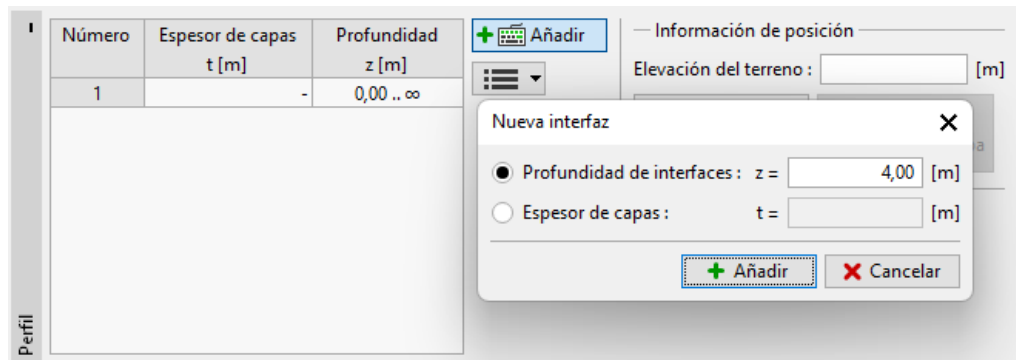
Cuadro “Geometría”

En el cuadro “Material” - ingrese las características del material del muro



Cuadro “Material” - entrada de las características del material de la estructura

En el cuadro “Perfil”, definimos una interferencia del suelo a una profundidad de 4 m.



Cuadro “Perfil”

Luego, defina los parámetros del suelo haciendo clic en "Añadir" en el cuadro "Suelos". El vástago de pared se analiza normalmente para la presión en reposo. Para el análisis de presión en reposo, seleccione "Granular".

Cuadro "Añadir Nuevo Suelo" – añadiendo el suelo S-F

Cuadro "Añadir Nuevo Suelo" – añadiendo el suelo MS

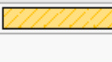
Nota: Las magnitudes de las presiones activas dependen también de la fricción entre la estructura y el suelo. El ángulo de fricción depende del material de la estructura y del ángulo de fricción interno del suelo – normalmente se ingresa en el interval

$$\delta \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{2}{3} \right) \cdot \varphi_{ef}$$

Asignamos los suelos a las capas geológicas en el cuadro "Asignar"




Asignación por click-izquierdo :
S-F

Número	Espesor [m]	Terreno asignado
1	4,00	S-F 
2		S-F 

Asignar

Cuadro "Asignar"

En el cuadro "Terreno", elige la forma del terreno horizontal .





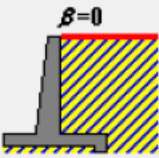








Profundidad del terreno por debajo de la parte superior del muro : h = [m]



Terreno

Cuadro "Terreno"

Las napas freáticas están a una profundidad de 2,0 metros. En el cuadro "Agua", seleccione el tipo de agua cerca de la estructura y sus parámetros

— Datos del nivel freático (NF) —

NF detrás de la estructura : $h_1 = 2,00$ [m]

NF delante de la estructura : $h_2 =$ [m]

Subpresión en el fondo de la zapata debido a dif. de NFs : No se considera

☐ Grieta de tracción

Profundidad : $h_t =$ [m]

Cuadro "Agua"

En el siguiente cuadro definimos la "Sobrecarga". Aquí, seleccione una sobrecarga permanente y de tipo franja sobre el terreno actuando como peso muerto.

Nombre : L1

Tipo : Franja

Tipo de acción : Permanente

Ubicación : sobre el terreno

Origen : $x = 0,00$ [m]

Longitud : $l = 5,00$ [m]

— Magnitud de la sobrecarga —

Magnitud : $q = 10,00$ [kN/m²]

OK + ↑ OK + ↓ OK Cancelar

Cuadro "Nueva sobrecarga"

En el Cuadro "Resistencia del suelo" seleccione la forma del terreno al frente del muro y luego definir otros parámetros de resistencia del suelo en la cara frontal.

Resistencia del suelo

— Datos de Resistencia del suelo FF (Front Face) —

Tipo de resistencia : no se considera

Suelo : MS

Añadir suelo

Espesor : h = 1,00 [m]

Cuadro "Resistencia del suelo"

Nota: En este caso, no consideramos la resistencia en la parte frontal, por lo que los resultados serán conservadores. La resistencia del suelo en la cara frontal depende de la calidad del suelo y el desplazamiento permisible de la estructura. Podemos considerar la presión en reposo para el suelo original, o un suelo bien compactado. Es posible considerar la presión pasiva si se permite el desplazamiento de la estructura. (Para más información, consulte Ayuda - F1)

Luego, en el cuadro "Configuración de etapa" seleccionar el tipo de situación de diseño. En este caso, será permanente. Además, puede seleccionar la presión que actúa sobre el muro. En nuestro caso, seleccionamos la presión activa siendo que el muro puede desplazarse.

Configuración de etapa

Situación de diseño : permanente

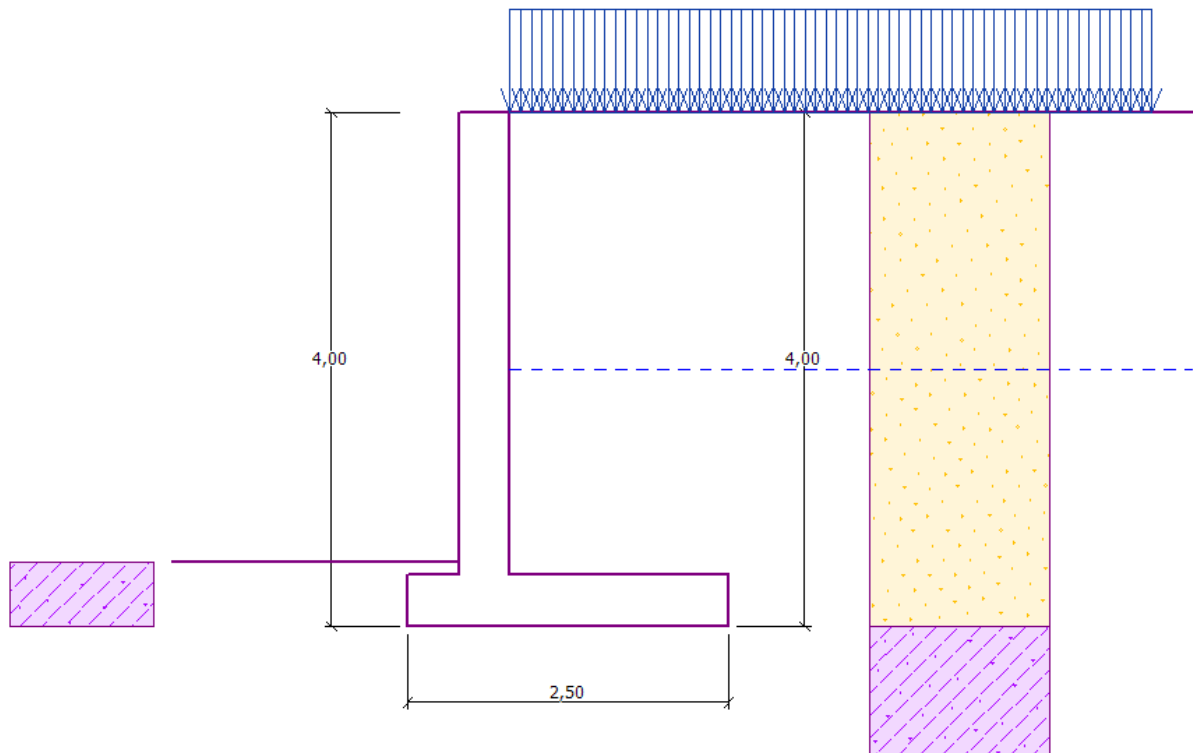
Presión activa en el muro : El muro puede desplazarse (presión activa)

Presión que actúa sobre el tallo : presión en reposo

Cuadro "Configuración de etapa"

Nota: el espolón del muro se dimensiona normalmente en la presión de la tierra en reposo, es decir, el muro no puede desplazarse. La posibilidad de evaluar el espolón y el muro por presión activa se considera sólo en casos excepcionales - tales como los efectos sísmicos (condición de diseño sísmico con un coeficiente parcial igual a 1,0).

Ahora nuestra tarea se ve de la siguiente manera:



Estructura Analizada

Ahora, abra el cuadro "Verificación", donde analiza los resultados de vuelco y deslizamiento del Muro en voladizo.

Verif. de Equilibrio	Verif. de Equilibrio : + - [1]						Verificación	
	Número	Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación		Menor carga	
					x [m]	z [m]		
	1	Peso - Muro	0,00	61,00	0,87	-1,38	☐	VUELCO : ACEPTABLE (52,5%)
	2	Peso - suelo	0,00	4,32	0,20	-0,70	☐	DESPLAZAMIENTO : INACEPTABLE (119,7%)
	3	Peso - cuña de tierra	0,00	23,55	1,31	-1,54	☐	
	4	Presión activa	-42,28	60,25	1,80	-1,46	☐	
	5	Presión de agua	-20,00	0,00	0,80	-0,67	☐	
	6	Presión de elevación	0,00	0,00	0,80	-4,00	☐	
	7	L1	-7,99	8,67	1,61	-2,08	☐	

Cuadro "Verificación de equilibrio"

Nota: el botón „En detalle” en la sección derecha de la pantalla abre el cuadro de diálogo con información detallada sobre los resultados del análisis.

Resultados del análisis:

La verificación de deslizamiento no es satisfactoria, la utilización de la estructura es:

Verificación de la estabilidad de vuelco

Momento estabilizador $M_{res} = 209,03 \text{ kNm/m}$

Momento de vuelco $M_{ovr} = 109,75 \text{ kNm/m}$

Muro para vuelco **ES SATISFACTORIA**

Verificación del deslizamiento

Fuerza horizontal resistente $H_{res} = 68,37 \text{ kN/m}$

Fuerza horizontal activa $H_{act} = 81,83 \text{ kN/m}$

Muro para deslizamiento **NO ES SATISFACTORIA**

Verificación completa - **MURO NO ES SATISFACTORIA**

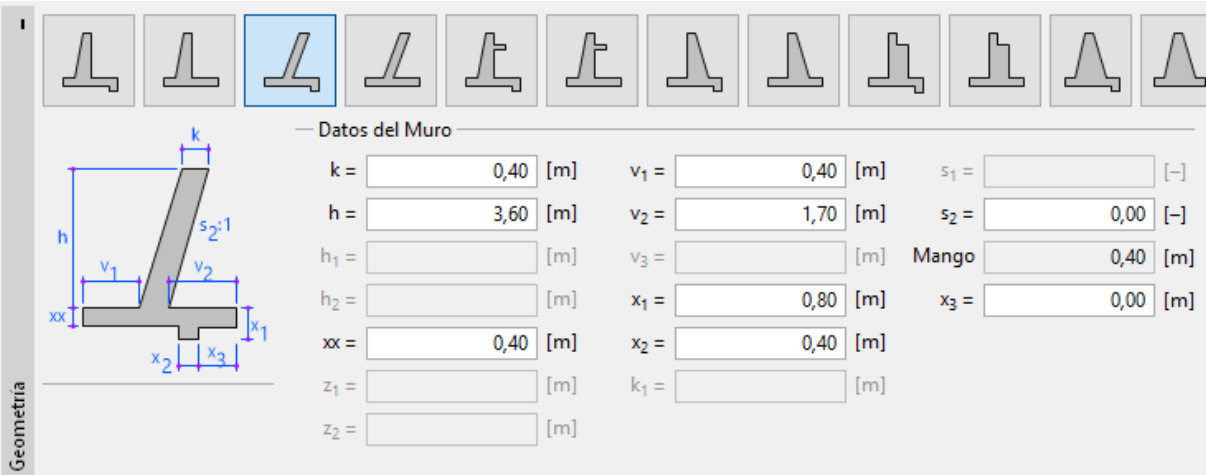
Ahora tenemos varias posibilidades para mejorar nuestro diseño. Por ejemplo, podemos:

- Utilizar un mejor suelo detrás del muro
- Anclar la base
- Aumentar la fricción inclinando la base de cimentación
- Anclar el espolón

Estos cambios podrían ser económica y técnicamente complicados, por lo que debería elegir la alternativa más fácil. La forma más eficiente es cambiar la forma del muro e ingresar un salto.

Cambio del diseño: Cambiar la geometría del muro

Ejecutar el cuadro „Geometría” y cambiar la forma del muro en voladizo. Para aumentar la resistencia contra deslizamiento ingresamos un salto base.



Geometría

Datos del Muro

k = 0,40 [m] v₁ = 0,40 [m] s₁ = [-]

h = 3,60 [m] v₂ = 1,70 [m] s₂ = 0,00 [-]

h₁ = [m] v₃ = [m] Mango = 0,40 [m]

h₂ = [m] x₁ = 0,80 [m] x₃ = 0,00 [m]

xx = 0,40 [m] x₂ = 0,40 [m]

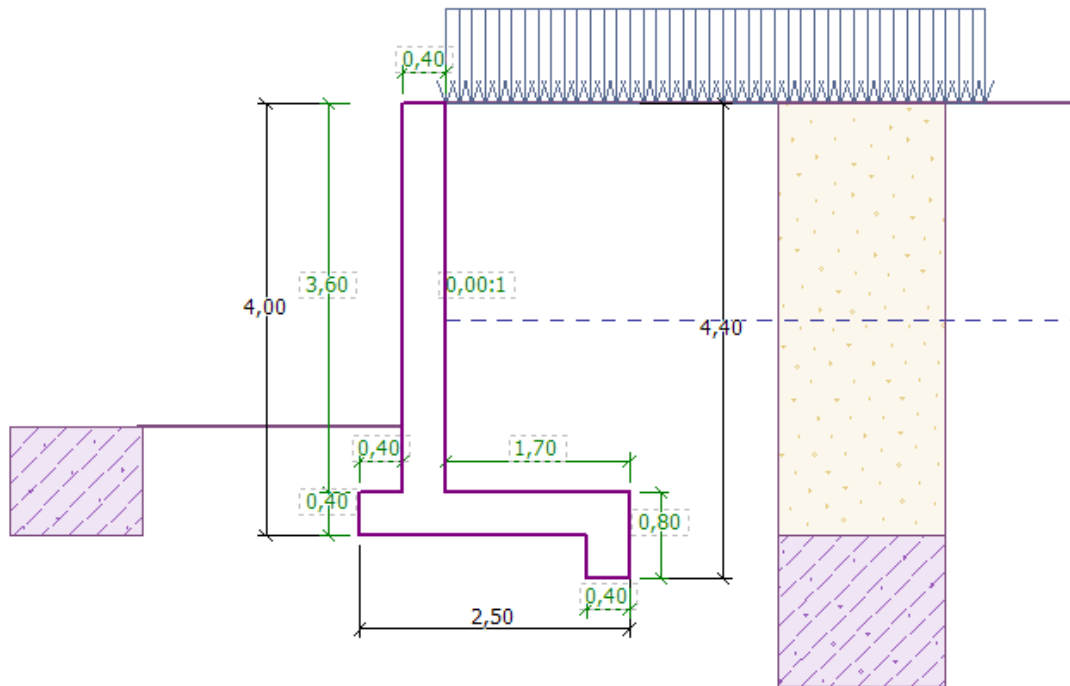
z₁ = [m] k₁ = [m]

z₂ = [m]

Cuadro „Geometría” (cambio de dimensiones en el muro en voladizo)

Nota: un salto base es normalmente analizado como un base de cimentación inclinada. Si la influencia en el salto base se considera como resistencia de la cara frontal, entonces el programa lo

analiza con una base de cimentación recta, pero la resistencia en la cara frontal de la construcción es analizada hasta la profundidad de la parte más baja del salto de la base (para más información diríjase a la AYUDA – F1)



Nueva forma de la estructura

Luego realizamos el análisis de la nueva estructura contra vuelco y deslizamiento.

Verif. de Equilibrio: [1]							Verificación	
Número	Fuerza	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Pto. aplicación		Menor carga		
				x [m]	z [m]			
1	Peso - Muro	0,00	65,00	0,95	-1,28	☐	VUELCO:	ACEPTABLE (47,6%)
2	Peso - suelo	0,00	4,32	0,20	-0,70	☐	DESPLAZAMIENTO:	ACEPTABLE (93,5%)
3	Peso - cuña de tierra	0,00	23,55	1,31	-1,54	☐		
4	Presión activa	-47,11	61,78	1,82	-1,29	☐		
5	Presión de agua	-28,80	0,00	0,80	-0,40	☐		
6	Presión de elevación	0,00	0,00	0,80	-4,00	☐		
7	L1	-9,28	9,07	1,65	-1,76	☐		

Cuadro „Verificación de equilibrio”

Ahora, el vuelco y el deslizamiento del muro son satisfactorios (Utilización: 47.6% y 93.5%)

Luego, en el cuadro „Verificación de Cap. Portante”, se lleva a cabo el análisis para el diseño con capacidad portante del suelo de cimentación igual a 175kPa.

— Cálculo de la capacidad de portante de suelo de cimentación —

☒ Introducir la capacidad portante de suelo de cimentación

☐ Analizar la capacidad portante por el programa "Zapata"

☐ Analizar la capacidad portante por el programa "Zapata CPT"

☐ No calcular

Tensión en el fondo de la zapata : Rectángulo

Capacidad portante max del terreno de cimentación : R = 175,00 [kPa]

Longitud total de los cimientos: [m]

Ejecutar el programa

— Verificación —

EXCENTRICIDAD: ACCEPTABLE (66,0%)

CAPACIDAD PORTANTE : ACCEPTABLE (89,1%)

Cuadro “Verificación de Cap. Portante”

Nota: En este caso, analizamos la capacidad portante del suelo de cimentación como un valor de entrada, el cual podemos obtener a partir de los datos geológicos o de estándares. Estos valores normalmente conservativamente altos, por lo que generalmente es mejor analizar la capacidad portante de suelos de cimentación con el programa „Zapata” que toma en cuenta otras influencias como la inclinación de carga, profundidad de cimentación, etc.

Luego, en el cuadro „Verificación del muro” elegimos verificación del espolón del muro. Diseñar el refuerzo principal dentro del espolón - 10 pcs. $\varnothing 12\text{ mm}$, el cual satisface en el punto de capacidad portante de todos los principios de diseño.

Verif. del Muro: G 11

— Ubicación de dimensionamiento —

☐ Verificación del tallo del muro - refuerzo frontal

☒ Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero ACCEPTABLE (86,4%)

☐ Verificación del salto del muro

☐ Verificación del talón del muro.

Ancho de la sección transversal : b = 1,00 [m]

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero

Datos para dimensionamiento

Recubrimiento : 30,0 [mm]

Número de barras : 10,00 [pcs]

Diámetro de barra : 12,0 [mm]

Refuerzo adicional

Número	Distancia h ₁ [m]	Distancia h ₂ [m]	Nro. de barras [pcs]	Perfil [mm]

Área de refuerzo

Área de refuerzo requerida : 970,2 mm²

Área de refuerzo ingresada : 1131,0 mm²

☐ Análisis de ancho de fisura ☐ Bajo la influencia de la fuerza normal

Ancho de la grieta máximo : w_{max} = 0,300 [mm]

Número	Fuerza	F ₁ [kN/m]	F ₂ [kN/m]	Pto. aplicación x [m]	z [m]	Menor carga
1	Peso - Muro	0,00	35,99	0,20	-1,80	☐
2	Presión en reposo	-53,68	0,00	0,40	-1,28	☐
3	Presión de agua	-12,78	0,00	0,40	-0,53	☐
4	Presión de elevación	0,00	0,00	0,40	-3,60	☐
5	L1	-17,15	0,00	0,40	-1,94	☐

Verificación del tallo del muro - refuerzo trasero

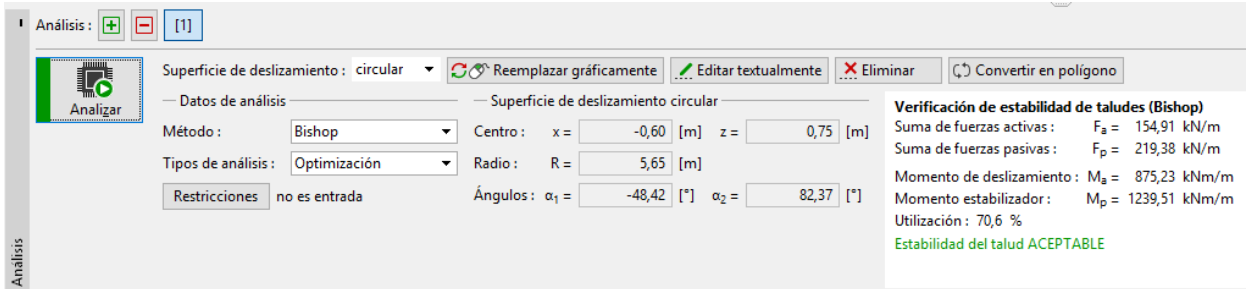
CORTE : ACCEPTABLE (80,7%) Profundidad = 3,60 m

FLEXIÓN : ACCEPTABLE (86,4%) Profundidad = 3,60 m

☒ PRINCIPIOS DE DISEÑO : ACCEPTABLE (41,8%)

Cuadro „Verificación del muro”

Luego, abra el cuadro „Estabilidad” y analice la estabilidad global del muro. En nuestro caso, utilizaremos el método „Bishop”, el cual devuelve resultados conservadores. Realice el análisis con **optimización de superficie de deslizamiento circular** y luego abandone el programa presionando el botón „OK”. Los resultados o imágenes se mostrarán en el reporte del análisis de programa „Muro en voladizo”.



Programa „Estabilidad de taludes”

Conclusión/ Resultados del análisis – Capacidad portante

- | | |
|--|-----------|
| – Vuelco: 47.6 % | ACEPTABLE |
| – Deslizamiento: 93.5 % | ACEPTABLE |
| – Capacidad portante: 89.1 % | ACEPTABLE |
| – Verif. del espolón del muro: 86,4 % | ACEPTABLE |
| – Estabilidad global: 70.6 % Method – Bishop (optimización) | ACEPTABLE |

El muro en voladizo es **ACEPTABLE**