

Verificação de uma parede de retenção com uma linha de ancoragens

Programa: Verificação de Contenções

Arquivo: Demo_manual_06.gp2

Neste capítulo, vamos mostrar como verificar o dimensionamento de uma parede de contenção. Vamos verificar o seu dimensionamento, a estabilidade interna das ancoragens e a estabilidade global da estrutura.

Tarefa

Verificar a parede de contenção dimensionada no Manual de Engenharia No. 5.



Esquema da cortina de estacas-prancha ancorada – tarefa

Resolução:

Para resolver este problema, vamos utilizar o programa GEO5 "Verificação de Contenções". Neste Manual, vamos explicar cada passo para a resolução desta tarefa:

- Etapa de construção 1: escavação de uma vala com 2.5 m de profundidade, geometria da parede
- Etapa de construção 2: ancoragem da parede
- Etapa de construção 3: escavação de uma vala com 5.0 m de profundidade
- Verificação da estabilidade interna das ancoragens, verificação da estabilidade global da estrutura e dimensionamento da secção em aço (estaca-prancha)

GEO5

Etapa de construção 1

Para facilitar a tarefa, é possível copiar os dados da tarefa anterior, quando a parede foi dimensionada no programa "Projeto de Contenções". No programa "Projeto de Contenções", clique no botão "Editar" da barra de ferramentas superior e selecionar a opção "Copiar dados".



Caixa de diálogo "Inserir dados"

De seguida, abra o programa "Verificação de Contenções", clique em "Editar", na barra de ferramentas superior, e em "Colar dados". Não vamos transferir todos os dados, dado que pretendemos definir as ancoragens manualmente na 2ª etapa de construção. Assim, temos a maior parte dos dados definidos a partir da tarefa anterior, não existindo muitos dados por inserir.

Dado	s para colar
₹	Projeto
₹	Configurações
₹	Solos
	Sismo
	Ancoragem
1	Perfil
1	Atribuir
	Terreno
✓	Nível freático
	Geometria
	✓ OK X Cancelar

Caixa de diálogo "Dados a transferir"

Na janela "Configurações", clique em "Selecionar" e verifique que está selecionada a opção No. 5 "Norma – EN 1997, DA3". Selecione a análise das pressões dependentes para "reduzir de acordo com as configurações da análise". Defina o coeficiente para a pressão mínima de dimensionamento como k = 0,2 e altere o número de elementos finitos (EFs) para 30.

1	Configurações de análises : Norma - EN 1997 - DA3			Selecionar	Análise de pressões dependentes :	reduzir de acordo com as configurações da análise 🔻
ões	Estruturas de concreto : Coeficientes EN 1992-1-1 : Estruturas em aço: Fator parcial da cap, de carga da secção transversal em aç Estruturas em madeira : Fator parcial para as propriedades da madeira : Coef. da influéncia da carga e da humidade : Coef. da influéncia da carga e da humidade :	EN 1992-1-1 (EC2) Norma EN 1993-1-1 (EC3) o: 7 _{M0} = 1.00 EN 1995-1-1 (EC5) 7 _{M =} 1.30 k _{mod} = 0.50 k _{rr} = 0.67	•	Administrador de configurações	Número do EF para discretizar a parede : — Análise de pressão ✔ Considerar a pressão mínima para dimensi Coef, para pressão mín. de dim. (σ _{a.min} =kơ ₂) :	30 onamento k = 0.20 t-1
onfiguraç	Cálculo do empuxo de terra ativo : Coulomb Cálculo do empuxo de terra passivo : Caquot-Kerisel Método da análica : preseñes danandem	tac	•	🗲 Editar		

Janela "Configurações" (Análise de pressões)

GEO5

Nota: A opção "Análise das pressões dependentes – não reduzir", permite realizar a análise das pressões limite (ativa e passiva) sem reduzir os parâmetros através de fatores parciais. Esta opção é melhor para estimar o comportamento real das estruturas. Por outro lado, não está de acordo com o descrito na Norma EN 1997-1 (Mais informações na Ajuda – F1).

Seguidamente, abra a janela "Módulo k_h " e escolha a opção "calcular – Schmitt". Este método de determinação do módulo de reação do subsolo depende do módulo edométrico e da rigidez da estrutura (Mais informações na Ajuda – F1).



Janela "Módulo k_h "

Nota: O módulo de reação do subsolo é um dado importante a introduzir para a análise da estrutura através do método das pressões dependentes (modelo elasto-plástico não linear). O módulo k_h afeta a deformação que é necessária para atingir as pressões ativas ou passivas (Mais informações na Ajuda – F1).



Na janela "Material", selecione a classe de aço adequada para a estrutura, a partir do catálogo. Para este caso, selecione o tipo **EN 10248-1: S 240 GP**.

		1.11
	Catálogo de materiais - Aço estrutural	×
	 Selecionar do catálogo de materiais 	
I Aço estrutural Catálogo Pgrsonalizado EN 10248-1: S 240 GP Fy fy 240.00 MPa E 210000.00 MPa G 81000.00 MPa	Aço estrutural EN Aço para a estaca-prancha EN	EN 10248-1 : S 240 GP EN 10248-1 : S 270 GP EN 10248-1 : S 320 GP EN 10248-1 : S 355 GP EN 10248-1 : S 390 GP EN 10248-1 : S 430 GP
Material		✓ OK X Cancelar

Caixa de diálogo "Catálogo de materiais"

De seguida, avance para a janela "Escavação" e defina a profundidade da primeira vala como 2.50 m, na primeira etapa de construção.



Janela "Escavação" – Etapa de construção 1

Agora, abra a janela "Análises". Na parte esquerda da janela, pode visualizar o módulo de reação do subsolo; na parte direita, pode visualizar a forma da estrutura deformada, os empuxos de terra real e atual e o deslocamento (Para mais informações, veja a Ajuda – F1).



Janela "Análises" – Etapa de construção 1

Etapa de construção 2

Adicione uma nova etapa de construção, conforme descrito abaixo. Aqui, defina a ancoragem da parede. Não é possível alterar as janelas "Configurações", "Perfil", "Módulo k_h ", "Solos" e "Geometria", uma vez que estes dados são iguais em todas as etapas de construção.

Na janela "Ancoragem", clique no botão "Adicionar". Para a cortina de estacas-prancha, dimensione uma linha de ancoragens a 1.5 m de profundidade, abaixo da superfície do solo. Não vamos especificar o tipo de ancoragens, dado que a verificação destas não faz parte dos objetivos da nossa tarefa. Defina os parâmetros das ancoragens da seguinte forma:

- comprimento total da ancoragem: $l_c = 10 \text{ m}$ (comprimento livre l = 7 m, comprimento da raiz $l_k = 3 \text{ m}$)
- inclinação das ancoragens: $\alpha = 15^{\circ}$
- espaçamento entre ancoragens: b = 2.5 m

De seguida,	introduza os	parâmetros	necessário	para	calcular	a rigidez	da a	ncoragem	(diâmetro
$d = 32 \mathrm{mm} \mathrm{e}$	módulo de el	asticidade E	$= 210 \mathrm{GPa}$	ı)ea	força de	pré-esfo	rço <i>I</i>	$F = 240 \mathrm{kN}$	N .

	Nova ancoragem				×
	Tipo de ancoragem :	[nã	o definido	
	Nome :	[An	coragem 1	
	 Parâmetros da ancorag 	em			
	Prof. :	z	=	1.50	[m]
	Comp. livre :	I	=	7.00	[m] b
	Comp. da raíz :	lk	=	3.00	[m] 7
	Inclinação :	α	=	15.00	[°]
	Espaçamento :	b	=	2.50	[m]
	— Rigidez ————				
	Tipo de introdução :			inserir diâmetro	
	Diâmetro :	ds	=	32.0	[mm]
	Módulo de elasticidade :	E	=	210000.00	[MPa]
	Força de pré-esforço :	F	=	240.00	[kN]
•				ſ	🕂 Adicionar 🗙 Cancelar
-					

Caixa de diálogo "Nova ancoragem"

Nota: Para paredes ancoradas, é vantajoso introduzir as ancoragens numa etapa de construção separada e modelar a escavação na etapa seguinte. A razão para tal é a execução do processo iterativo do módulo de reação do subsolo – ao modelar as ancoragens e a escavação na mesma etapa, a análise pode não convergir e não ser possível obter uma solução.

Nota: A rigidez das ancoragens é considerada nas etapas de construção seguintes. As forças das ancoragens variam devido às deformações da estrutura (Mais informações na Ajuda – F1).



Os outros parâmetros não se alteram. Agora, execute a análise.



Janela "Análises" – Etapa de construção 2

Na imagem anterior, é visível que a ancoragem adicionada provoca um aumento do deslocamento da estrutura para o interior do solo. O empuxo de terra nas proximidades da ancoragem aumentou até atingir o valor do empuxo passivo ou a redistribuição verificada aumenta os empuxos de terra atuantes na estrutura.

Etapa de construção 3

Agora, vamos adicionar uma nova etapa de construção, em que será definida a escavação total da vala. Na janela "Escavação", altere a profundidade da vala para a sua profundidade final (5.0 m).



Janela "Escavação" – Etapa de construção 3

Agora, execute a análise de forma a visualizar a distribuição das forças internas e deslocamentos da estrutura ancorada.



Janela "Análises" – Etapa de construção 3



Janela "Análises" – Etapa de construção 3 (Forças internas)



Janela "Análises" – Etapa de construção 3 (Deslocamento e empuxo de terra na estrutura)

Verificação do material e da secção transversal da estaca-prancha:

Seguidamente, abra a janela "Dimensionamento". O momento máximo observado na estrutura é 101.86 kNm/m. A utilização global da estaca-prancha tipo **VL 602**, em aço EN 10248-1: S 240 GP, é **50.2 %**. O deslocamento máximo da estrutura (21.2 mm) também é satisfatório.



Janela "Análises" – Etapa de construção 3 (Utilização total da estaca-prancha tipo VL 602)



Verificação da estabilidade da ancoragem

Agora, abra a janela "Estabilidade interna". Como pode verificar, a estabilidade interna das ancoragens não está satisfatória (a utilização total é **141.6** %). Isto significa que a ancoragem pode ser arrancada do solo.

	A CONTRACTOR OF	Modos _
		Atribuir
30		±∫ Escavação
~~		Terreno
↓ ↑ ↓		Nível freático
*		Sobrecarga
Q		🛓 Forças aplicadas
		🚣 Ancoragem
×		4 Apoios
		Suportes
		sismo
		🚰 Configurações da etapa
		Análises
		-됫 Estabilidade interna
	Par -	🖑 Estab. externa
-		d Dimensionamento
		-
No. A Força da ancoragem Força máxima permitida Utiliz. Verificação	Resultados	
[kN] [kN] [%]	Verificação da linha de ancoragens decisiva : 🚯 Em detalhe	Resultados _
	Ancoragem No. : 1	B* Adicionar imagem
	Força de ancoragem específicada = 314,46 kN	Estabilidade interna : 0
	Força de ancoragem máxima permitida = 222,77 kN	Total : 4
etta	NAO SATISFAZ	🔠 Lista de imagens
e int		
idad		
tabi		Bt Conjar figura
<u>u</u>		- Copier rigura

Janela "Estabilidade interna" – Etapa de construção 3 (resultados não satisfatórios)

A razão para estes resultados é a ancoragem ser demasiado curta. Então, na janela "Ancoragem" (na Etapa de construção 2), altere o comprimento livre para 9.5 m. O comprimento total da ancoragem passa a ser 12.5 m.

Editar ancoragem			×
Tipo de ancoragem :	nã	o definido	T
Nome :	An	coragem 1	
— Parâmetros da ancorage	m —		
Prof. :	z =	1.50	[m]
Comp. livre :	=	9.50	
Comp. da raíz :	k =	3.00	[m]
Inclinação : d	α =	15.00	[°]
Espaçamento :	b =	2.50	[m]
— Rigidez —			
Tipo de introdução :		inserir diâmetre	
Diâmetro : d	s =	32.0	[mm]
Módulo de elasticidade :	E =	210000.00	[MPa]
Força de pré-esforço :	F =	240.00	[kN]
OK + 1		OK + √	✓ OK X Cancelar

Caixa de diálogo "Editar ancoragem" – Etapa de construção 2



De seguida, volte à 3ª etapa de construção, execute a análise e abra novamente a janela "Estabilidade interna". A imagem seguinte mostra que a nova ancoragem satisfaz os requisitos da estabilidade interna (a utilização total é **71.37** %).



Janela "Estabilidade interna" – Etapa de construção 3 (resultados satisfatórios)

A última verificação necessária é a estabilidade global da estrutura. Clique no botão "Estabilidade externa". Este botão abre o programa "Estabilidade de Taludes". Na janela "Análises", clique em "Analisar". É possível verificar que a estabilidade global da estrutura é aceitável. Saia do programa "Estabilidade de Taludes" através do botão "Guardar e sair".



Janela "Estabilidade externa"

Resultados da análise

Ao ajustar o comprimento da ancoragem para $l_c = 12,5 \text{ m}$, verifica-se uma variação nas forças internas, deformações e empuxos de terra. Na última etapa de construção, com base nos resultados anteriores, os resultados obtidos são os seguintes:



Janela "Análises" – Etapa de construção 3 (após alterar o comprimento da ancoragem)

A cortina de estacas-prancha dimensionada é satisfatória para todas as verificações realizadas:

-	Utilização da secção metálica:	51.8 %		ОК
_	Estabilidade interna:	71.37 %		ОК
_	Estabilidade global:	82.0 %	Método – <i>Bishop</i> (otimização)	ОК