

## Análisis de estabilidad de taludes

Programa: Estabilidad de Taludes

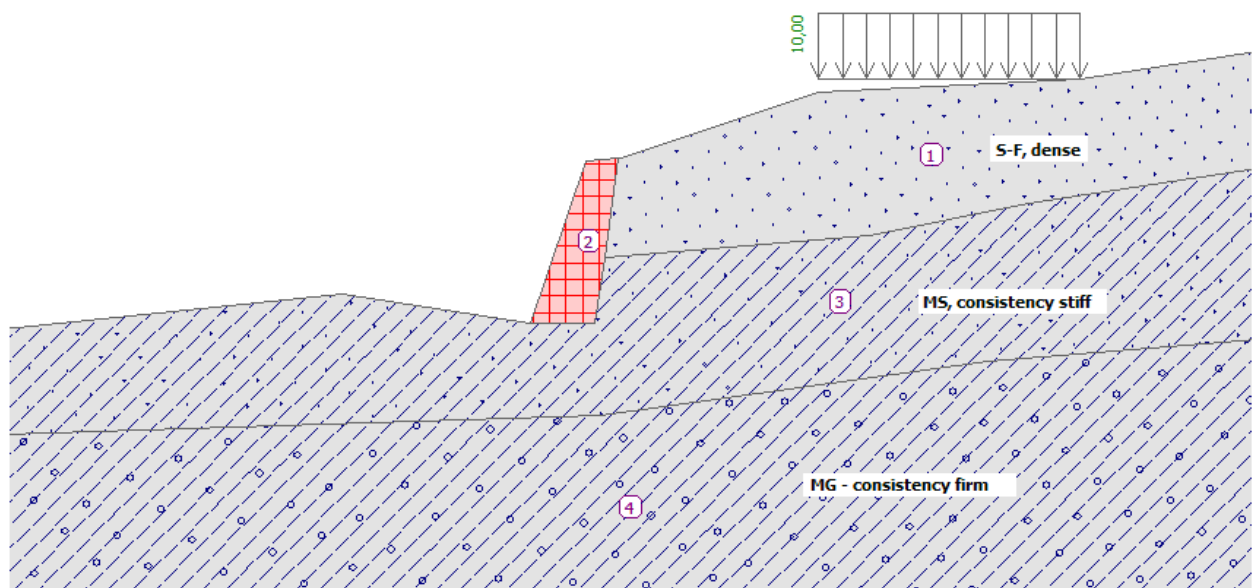
Archivo: Demo\_manual\_08.gp2

En este capítulo, vamos a mostrarle cómo verificar la estabilidad de taludes con superficies de deslizamiento circular y poligonal (utilizando su optimización), y las diferencias entre los métodos de análisis de estabilidad de taludes.

### Asignación

Realizar un análisis de estabilidad de taludes de pendiente diseñada con un muro de gravedad.

Esta es una situación permanente de diseño. El factor de seguridad requerido es  $SF = 1,50$ . No hay agua en el talud.



*Esquema de asignación*

### Solución

Para resolver este problema, vamos a utilizar el programa GEO5 „Estabilidad de taludes”. En este capítulo, vamos a explicar paso a paso como resolver este problema:

- Análisis nro. 1: optimización de la superficie de deslizamiento circular (Bishop)
- Análisis nro. 2: Verificación de la estabilidad de taludes para todos los métodos

- Análisis nro. 3: Optimización de la superficie de deslizamiento poligonal (Spencer)
- Resultado de análisis (conclusión)

## Entrada de geometría y otros parámetros

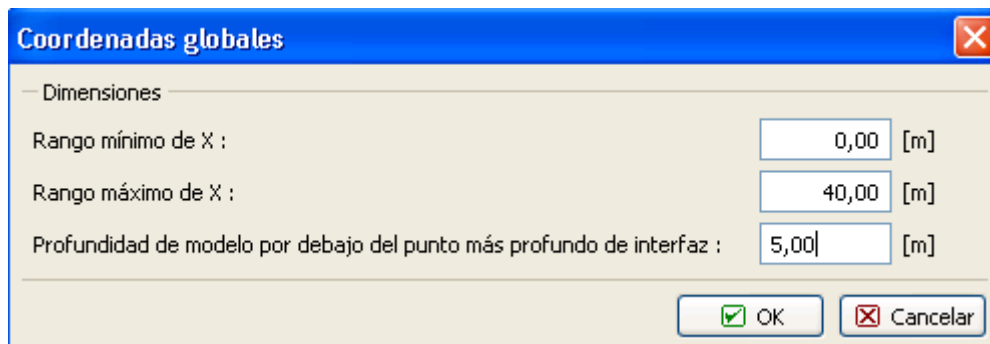
En el cuadro "Configuración" haga clic en "Seleccionar" y elija opción de nro. 1 - "Estándar -factor de seguridad".



Cuadro „Lista de configuración”

En primer lugar, en el cuadro de "Interfaz" ingresar el rango de coordenadas.

La "Profundidad del punto de interfaz más profundo" es sólo para la visualización del ejemplo - que no tiene ninguna influencia en el análisis.



Luego modelamos las capas de interfaz, respecto del terreno utilizando estas coordenadas:

	Interface 1		Interface 2		Interface 3		Interface 4	
	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]	x [m]	z [m]
1	0,00	-4,75	16,80	-4,54	19,17	-2,48	0,00	-8,07
2	10,81	-3,64	18,87	-4,57	27,61	-1,75	19,06	-7,50
3	16,80	-4,54	19,17	-2,48	32,66	-0,74	31,40	-5,77
4	18,59	0,63	19,62	0,71	40,00	0,36	40,00	-5,05
5	19,62	0,71						
6	19,71	0,71						
7	26,00	2,80						
8	34,30	3,20						
9	40,00	4,12						

*Añadiendo puntos de interfaz*

Luego, defina los parámetros del suelo, y asígnelos al perfil.

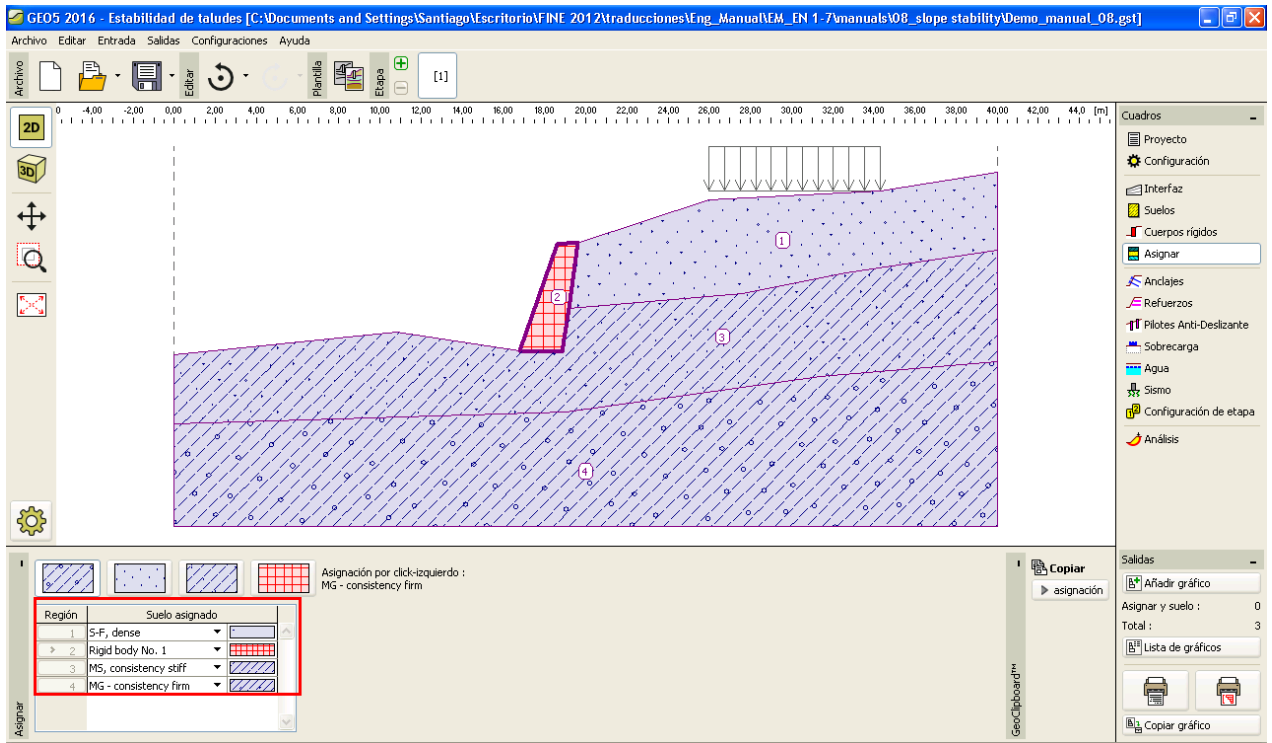
*Tabla de parámetros de suelos*

Suelo (Clasificación de suelo)	Unidad de peso $\gamma$ [ $kN/m^3$ ]	Ángulo de fricción interna $\varphi_{ef}$ [°]	Cohesión del Suelo $c_{ef}$ [ $kPa$ ]
MG – limo gravoso, Consistencia firme	19,0	29,0	8,0
S-F – Arena de trazos finos, suelo denso	17,5	31,5	0,0
MS – Limo arenoso, consistencia rígida, $S_r > 0,8$	18,0	26,5	16,0

*Nota: En este análisis, estamos verificando la estabilidad de los taludes a largo plazo. Por lo tanto estamos resolviendo esta tarea con los parámetros efectivos de la fuerza de deslizamiento de los suelos ( $\varphi_{ef}, c_{ef}$ ). Foliación de los suelos – parámetros diferentes o empeorados de suelo en una dirección - no se consideran en las tierras asignadas.*

Modelar el muro de gravedad como un cuerpo rígido con un peso unitario de  $\gamma = 23,0 \text{ kN/m}^3$ .

La superficie de deslizamiento no pasa a través de este objeto, porque es una zona con una gran rigidez. (Más información en AYUDA - F1)



Cuadro "Asignación"

En el siguiente paso, definir la sobrecarga, la cual consideramos permanente y del tipo franja ubicada en la superficie del terreno.

Nombre :

— Datos generales

Tipo :

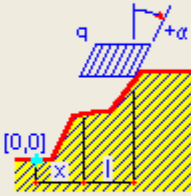
Tipo de acción :

Ubicación :

Origen : x =  [m]

Longitud : l =  [m]

Pendiente :  $\alpha$  =  [°]



Magnitud : q =  [kN/m<sup>2</sup>]

Cuadro „Nueva sobrecarga”

*Nota: Una sobrecarga se ingresa a 1 m del ancho de la pendiente. La única excepción es la sobrecarga concentrada, donde el programa calcula el efecto de la carga por el perfil analizado. Para obtener más información, consulte la ayuda (F1).*

No tenga en cuenta el cuadro "Terraplén", "Corte tierra", "Anclajes", "Refuerzos" y "Agua". El cuadro "Sismo" no tiene ninguna influencia en este análisis, debido a que la pendiente no se encuentra en la zona de actividad sísmica.

A continuación, en el cuadro "Configuración de etapa", seleccione la situación de diseño. En este caso, consideramos que la situación de diseño es "Permanente".

Situación de diseño :

Cuadro „Configuración de etapa”

## Análisis 1 - Superficie de deslizamiento circular

Ahora abra el cuadro "Análisis", donde el usuario ingresa la superficie de deslizamiento original utilizando las coordenadas del centro ( $x$ ,  $y$ ) y su radio o utiliza el mouse directamente en el escritorio - Haga clic en la interfaz para introducir tres puntos por los que la superficie de deslizamiento pasa.

*Nota: En suelos cohesivos las superficies de deslizamiento de rotación se presentan con mayor frecuencia. Estos se modelan mediante superficies de deslizamiento circulares. Esta superficie se utiliza para encontrar áreas críticas de una pendiente analizada. Para suelos no cohesivos, el análisis de una superficie de deslizamiento poligonal debe realizarse también con la verificación de la estabilidad de taludes (ver HELP - F1).*

Ahora, seleccione " Bishop " como método de análisis y, a continuación, establecer el tipo de análisis como "Optimización". Luego, realice la verificación real, presionando el botón "Analizar".

**Verificación de estabilidad de taludes (Bishop)**

Suma de fuerzas activas :	$F_a = 302,48$ kN/m
Suma de fuerzas pasivas :	$F_p = 550,26$ kN/m
Momento de deslizamiento :	$M_a = 2831,23$ kNm/m
Momento estabilizador :	$M_p = 5150,45$ kNm/m
Factor de seguridad =	$1,82 > 1,50$
Estabilidad del talud	ACEPTABLE

Cuadro „Análisis” Bishop –Optimización de superficie de deslizamiento circular

*Nota: La optimización consiste en encontrar la superficie de deslizamiento circular con la estabilidad-la más pequeña - superficie de deslizamiento crítica. La optimización de las superficies de deslizamiento circulares en el programa Estabilidad de taludes evalúa toda la pendiente, y es muy fiable. Para diferentes superficies de deslizamiento iniciales, obtendremos el mismo resultado para una superficie de deslizamiento crítica.*

El nivel de estabilidad definido por la superficie de deslizamiento crítica cuando se utiliza el método de evaluación "Bishop" es ACEPTABLE

$$SF = 1,82 > SF_s = 1,50 \text{ ACEPTABLE}$$

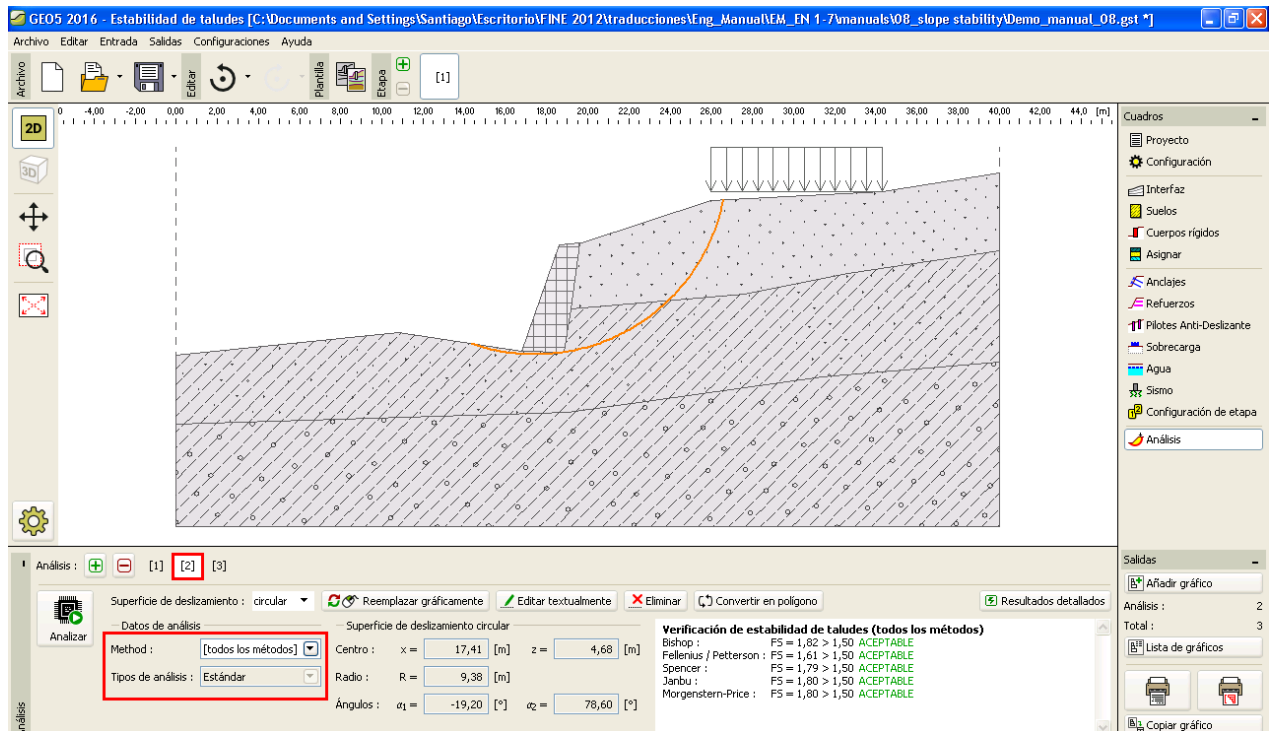
## Análisis 2 – Comparación con diferentes métodos

Ahora seleccione otro análisis en la barra de herramientas en la esquina superior derecha de su cuadro de Análisis de GEO5.



*Barra de herramientas "Análisis"*

En el cuadro análisis, cambiar el tipo de análisis a "Estándar" y como método seleccionar "Todos los métodos". A continuación, haga clic en "Analizar".



Cuadro „Análisis” – Todos los métodos – tipos de análisis estándar

*Nota: Utilizando este procedimiento, la superficie de deslizamiento creada para todos los métodos se corresponde con la superficie de deslizamiento crítica de la etapa de análisis previa utilizando el método Bishop. Para obtener mejores resultados el usuario debe elegir el método y luego realizar una optimización de las superficies de deslizamiento.*

Los valores del nivel de estabilidad de taludes son:

– Bishop:	$SF = 1,82 > SF_s = 1,50$	SATISFACTORIO
– Fellenius / Petterson:	$SF = 1,61 > SF_s = 1,50$	SATISFACTORIO
– Spencer:	$SF = 1,79 > SF_s = 1,50$	SATISFACTORIO
– Janbu:	$SF = 1,80 > SF_s = 1,50$	SATISFACTORIO
– Morgenstern-Price:	$SF = 1,80 > SF_s = 1,50$	SATISFACTORIO



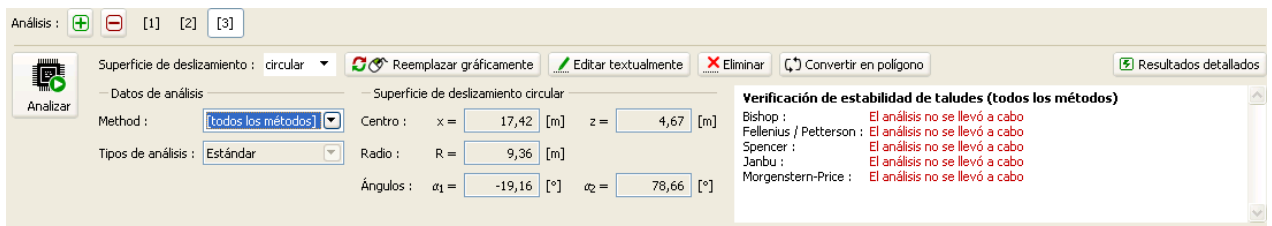
*Nota: la selección del método de análisis depende de la experiencia del usuario. Los métodos más conocidos son el método de cortes, de los cuales el más utilizado es el método Bishop. El método Bishop devuelve resultados conservadores.*

*Para pendientes reforzadas o ancladas son preferibles otros métodos más rigurosos (Janbu, Spencer y Morgenstern-Price). Estos métodos más rigurosos reúnen todas las condiciones de equilibrio, y describen mejor el comportamiento real de la pendiente.*

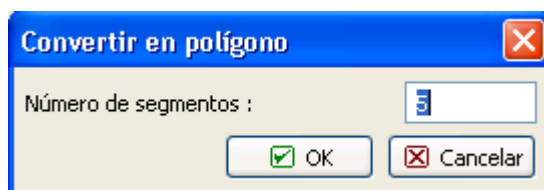
*No es necesario (o correcto) analizar una pendiente con todos los métodos de análisis. Por ejemplo, el método sueco Fellenius - Petterson produce resultados muy conservadores, por lo que los factores de seguridad podrían ser excesivamente bajos en el resultado. Debido a que este método es reconocido y en algunos países requeridos para el análisis de estabilidad de taludes, forman parte del software GEO5.*

### Análisis 3 - Superficie de deslizamiento poligonal

En el último paso del análisis ingresar la superficie de deslizamiento poligonal. Como método de análisis, seleccione "Spencer", como el tipo de análisis, seleccione "optimización", introduzca una superficie de deslizamiento poligonal y realizar el análisis.

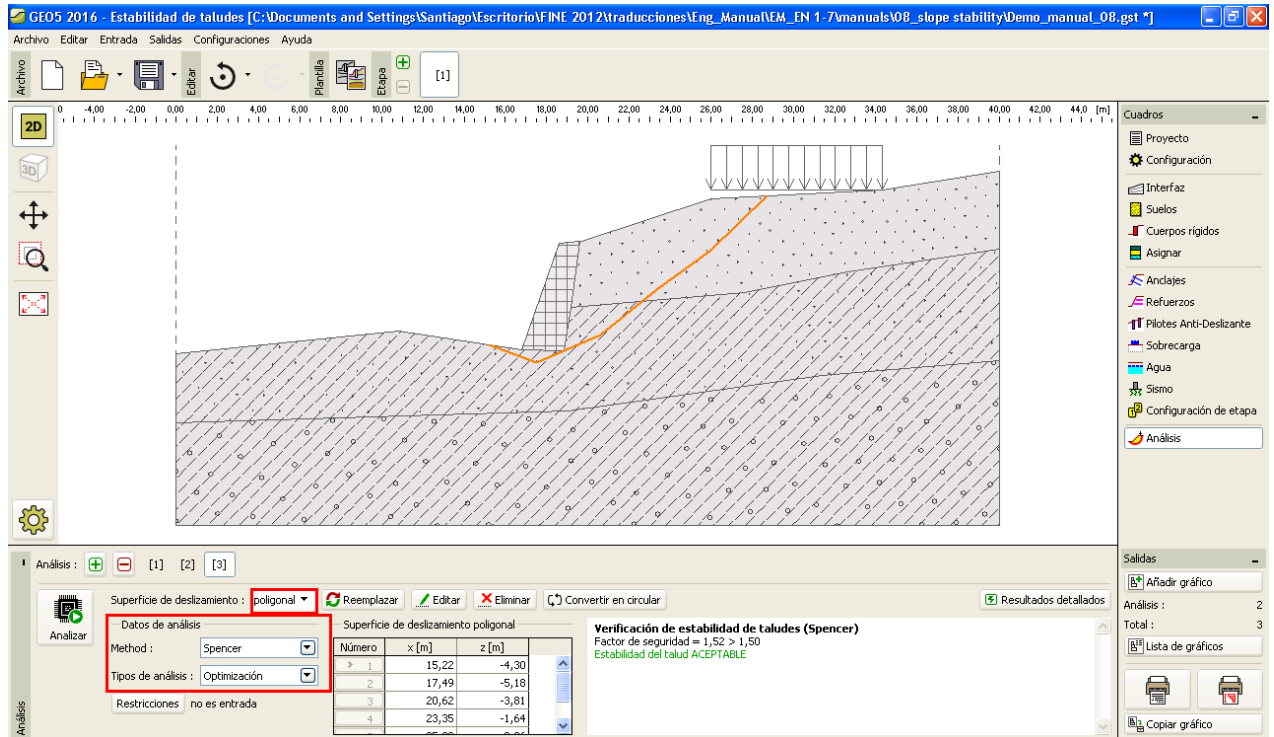


Cuadro „Análisis” – Spencer - Optimización de superficie de deslizamiento poligonal



Cuadro de diálogo “Convertir en polígono”

Como método de análisis seleccionar “Spencer”, como Tipo de análisis “Optimización”, ingrese superficie de deslizamiento poligonal y realice el análisis.

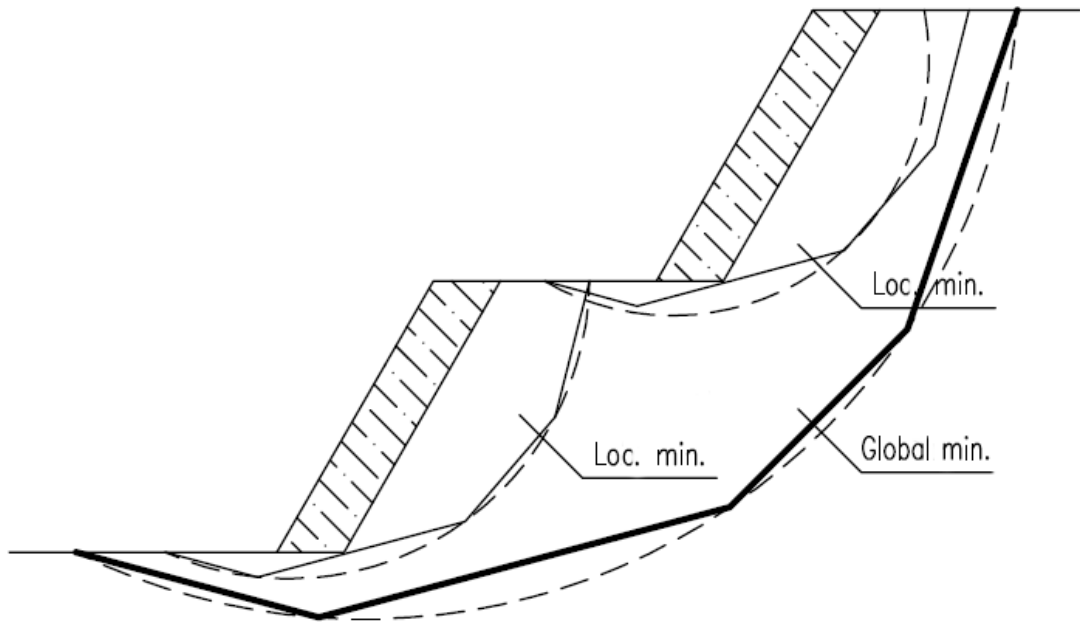


Cuadro “Análisis” – Spencer – Optimización de la superficie de deslizamiento poligonal

El valor del nivel de la superficie de deslizamiento para una superficie de deslizamiento poligonal es:

$$SF = 1,53 > SF_s = 1,50 \quad \text{SATISFACTORIO}$$

*Nota: La optimización de una superficie de deslizamiento poligonal es gradual y depende de la ubicación de la superficie de deslizamiento inicial. Esto significa que es recomendable hacer varios análisis con diferentes superficies de deslizamiento iniciales y con diferente número de secciones. La optimización de superficies de deslizamiento poligonales puede ser también afectada por mínimos locales de factor de seguridad. Esto significa que no es necesario encontrar la superficie crítica real. A veces es más eficiente para el usuario ingresar la superficie de deslizamiento poligonal inicial a partir de una forma y ubicación similar a una superficie de deslizamiento circular optimizada.*



*Mínimos locales – Superficie de deslizamiento circular y poligonal*

*Nota: Comentarios de usuarios: La superficie de deslizamiento después de la optimización "desaparece".*

*Para suelos no cohesivos, donde  $c_{ef} = 0 \text{ kPa}$  la superficie de deslizamiento crítica es la misma que la línea más inclinada de la superficie de la pendiente. Por lo que en este caso, el usuario debe cambiar los parámetros del suelo o introducir restricciones en donde la superficie de deslizamiento no pueda pasar.*

### Conclusión

La estabilidad del talud luego de la optimización es:

- Bishop (circular - optimización):  $SF = 1,82 > SF_s = 1,50$  **SATISFACTORIO**
- Spencer (poligonal - optimización):  $SF = 1,53 > SF_s = 1,50$  **SATISFACTORIO**

La pendiente diseñada con un muro de gravedad satisface los requisitos de estabilidad.