

1 OBJETO

Establecer lineamientos fundamentales que se deben cumplir para el manejo del software SLOPE, mediante el cumplimiento de los procedimientos implementados en Geotecnología.

2 ALCANCE

Este procedimiento aplica para los trabajos realizados por Geotecnología en lo relacionado a la actividad de estudios geotécnicos y análisis de estabilidad de taludes.

3 DEFINICION DE TERMINOS

- Factor de seguridad: Se emplea para que el ingeniero conozca cuál es el factor de amenaza para que el talud falle en las peores condiciones de comportamiento para el cual se diseña.
- Superficie de falla: Se utiliza para referirse a una superficie asumida a lo largo de la cual puede ocurrir el deslizamiento o la rotura del talud.

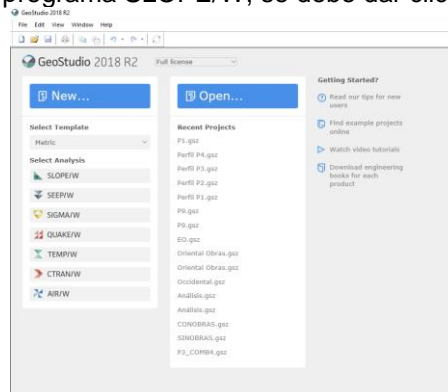
Conceptos importantes a tener en cuenta

Al momento de evaluar un talud es necesario hacerle dos chequeos: una estabilidad estática y otra pseudoestática o dinámica. Lo que indica que el talud es estable es un valor denominado el factor de seguridad. El cual tendrá que ser mayor a 1.5 para la evaluación estática y mayor a 1.05 para la evaluación dinámica. Es importante que los dos chequeos tengan un factor de seguridad igual o mayor a los valores antes mencionados.

Método Estático

1. Pantalla de inicio

Una vez se ejecute el programa de Geoestudio 2018 R2, aparecerá la pantalla de inicio del programa donde se encontrarán los archivos más recientes, sistema métrico que se quiera trabajar y los diferentes programas que ofrece GeoStudio 2018 R2. En la parte superior es importante que este seleccionado la opción "Full license", para la estabilidad de taludes se abrirá el programa SLOPE/W, se debe dar clic sobre ese icono.



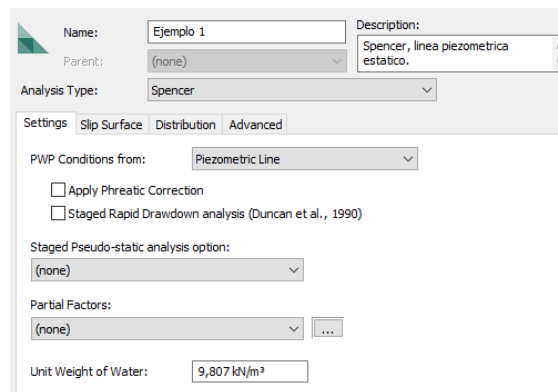
En la ventana emergente se entrarán los datos iniciales, como lo son: nombre del proyecto, descripción (información complementaria) y tipo de análisis, como también se encuentran una serie de pestañas las cuales son: “Settings”, “Slip Surface”, “Distribution” y “Advanced”

NOTA: Entre los análisis más usados se encuentra Spencer, Bishop, Ordinario (Fellenius) y Janbu.
Para este procedimiento se ejemplificara con el método de análisis de Spencer.

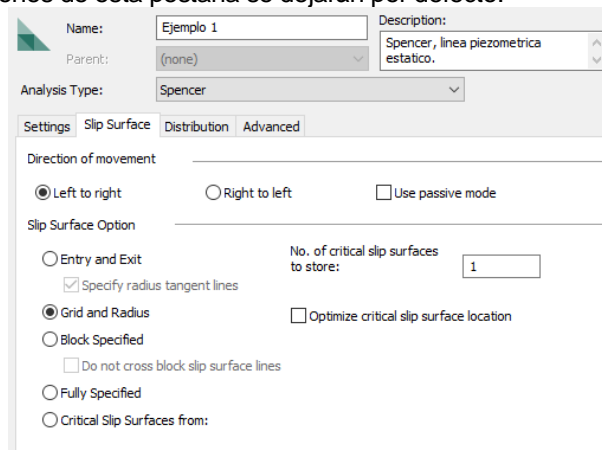
Una vez escogido el método, en la pestaña “Settings” aparecerán diferentes datos de entrada dependiendo del análisis a usar, pero en todos será necesario seleccionar la forma de representar la presión intersticial del agua en el programa SLOPE/W. Hay varias formas de hacerlo, pero el más usado es la línea piezométrica o “Piezometric Line”.

Para el ejemplo se tiene coordenadas de la línea piezométrica, por lo que se escogerá esta opción.

También se puede cambiar el peso unitario del agua de ser necesario, pero para el presente ejemplo se mantendrán las demás casillas por defecto.



En la pestaña “slip surface”, se selecciona la dirección de la posible falla del talud y la opción de la superficie de deslizamiento. Para la opción de la superficie de deslizamiento entre las opciones más conocidas están entrada y salida y también grillas y radios. Para el ejemplo del talud, se tiene un movimiento de izquierda a derecha y se escoge la opción de grilla y radio, las demás opciones de esta pestaña se dejarán por defecto.

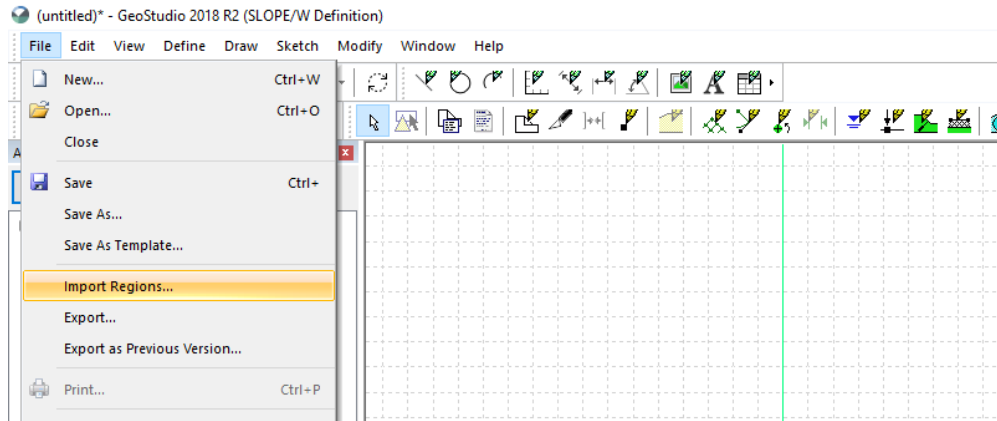


Las pestañas “Distribution” y “Advanced” se dejan por defecto.

3. Ingreso de las coordenadas del talud

En este capítulo, se expondrán las opciones de importación de los puntos al software. Se podrá hacer por dos métodos:

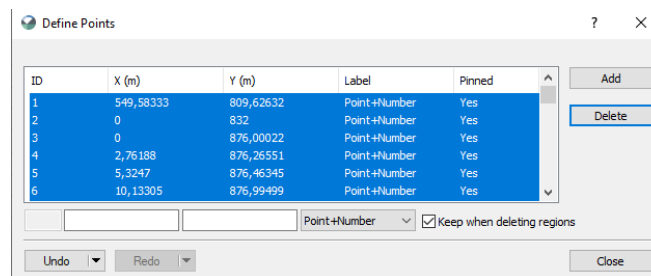
- A partir de un archivo de extensión .dxf




- A partir de coordenadas

X (m)	Y (m)
549,58333	809,62632
0	832
0	876,00022
2,76188	876,26551
5,3247	876,46345
10,13305	876,99499
11,72026	876,99499
11,80266	876,968
11,97223	876,95644
14,03451	876,56629
15,45503	876,32993
22,82411	876,56247
25,72531	876,97327
27,05797	876,98547

Para el caso de la copia de coordenadas, una vez copiadas es necesario dirigirse a la pestaña “define” y entrar en “Points”, en esta ventana se procederá a pegar las coordenadas.



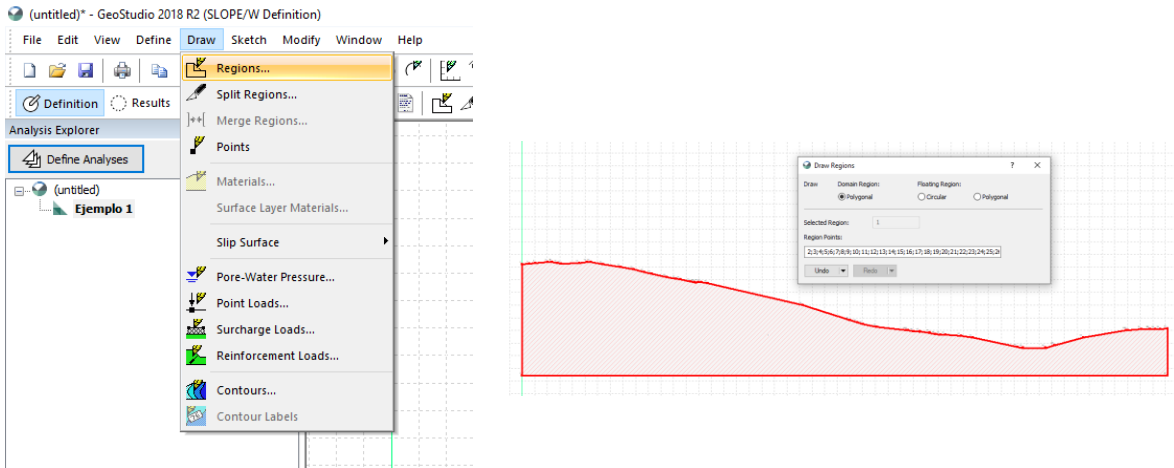
NOTA: Es posible que al momento de cerrar la ventana de puntos no se vean en el espacio de trabajo del programa, por lo que es necesario oprimir el botón  que se encuentra en la parte inferior derecha y nos llevará a la ubicación de los puntos.

4. Definir región

Para este paso, en el caso de hacerse a partir de un archivo de extensión .dxf es posible que ya la región del talud esté delimitada, pero si se hizo copiando las coordenadas es necesario delimitar las regiones, la cantidad de regiones depende de las diferentes propiedades del suelo y por consiguiente estratos que tenga el talud.

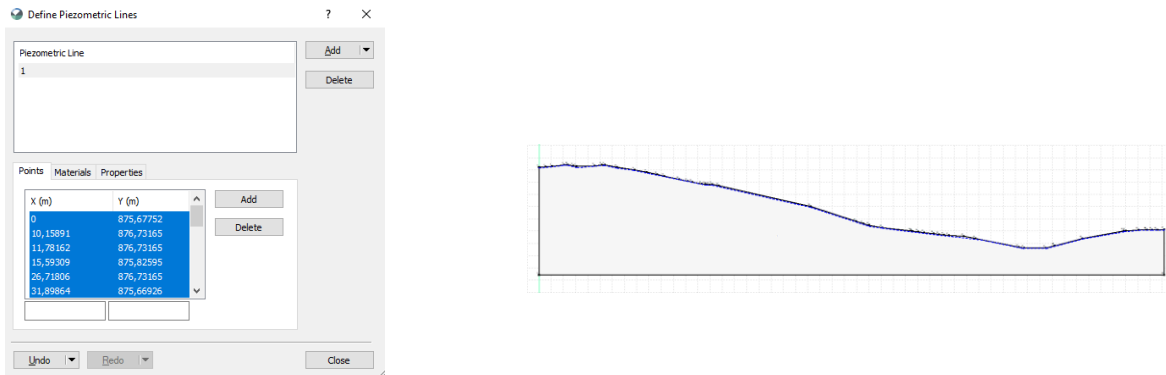
Para definir la región, es necesario ubicarse en la parte superior en la pestaña “Draw” y después dirigirse a la opción “Regions”. En ese momento ya podrá clicar con clic izquierdo sobre cada punto formando la o las regiones necesarias para el proyecto, con clic derecho se cierra la región o dándole a la tecla escape.

Para el ejemplo solo se dibujó una sola región, ya que el talud consta de un solo material.



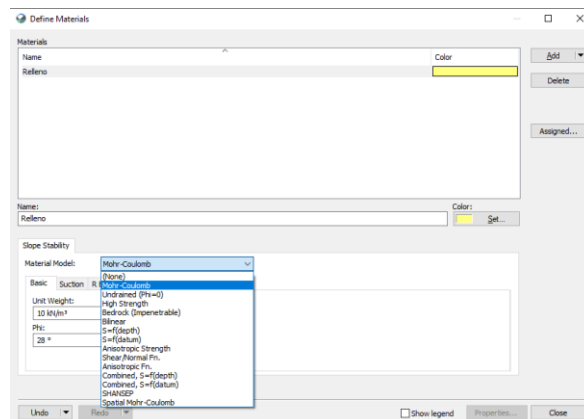
5. Ubicación del nivel freático

En este paso se realiza el mismo procedimiento de pegado de coordenadas que el paso 2, pero ahora de la línea piezométrica, en la opción **Define > Pore Water Pressure > Add**. Una vez puesto las coordenadas aparecerá una línea punteada de color rojo y después de cerrar la ventana cambiara a azul.



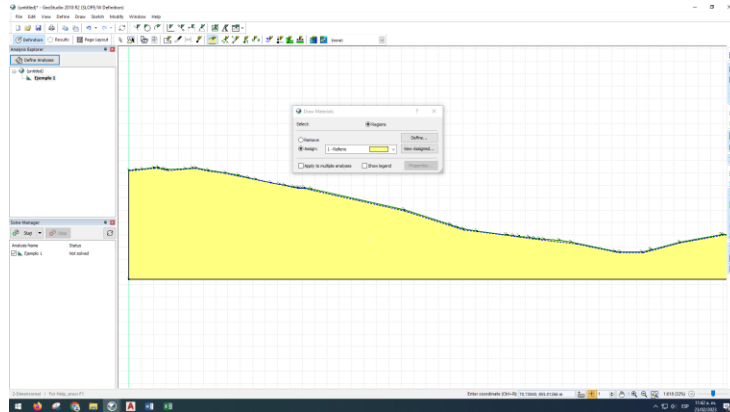
6. Definir material

Para este paso, se va a la opción **Define > Materials > Add**. Donde podrá asignar el nombre del material y el modelo para definir las propiedades del material. Para el ejemplo, se tienen las propiedades como el peso unitario, cohesión y ángulo Φ por lo que se toma el modelo de Mohr-Coulomb.



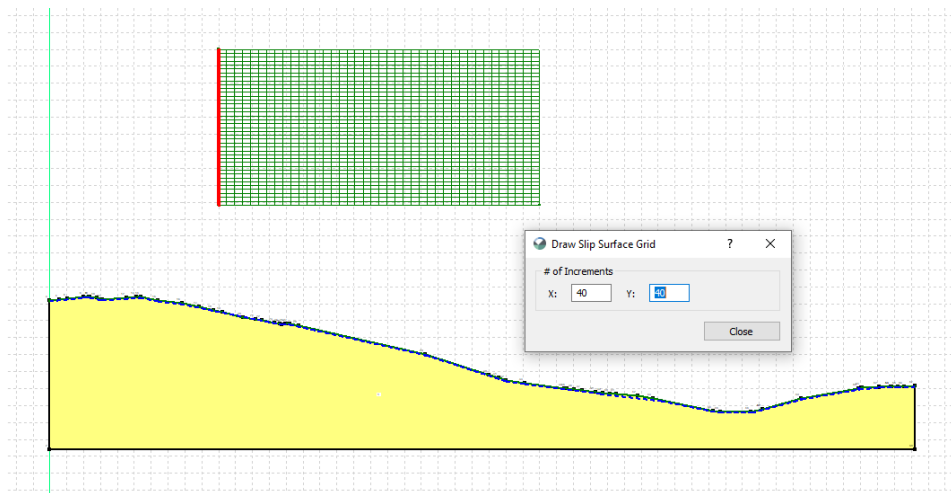
7. Asignar materiales

Ahora, se procede a asignar el o los materiales que adicionó en el paso anterior, esto depende de los estratos que tiene el talud. Para asignarlo, se sigue la siguiente ruta **Draw > Materials**, ahora se escoge el material y con clic izquierdo presiona la región o las regiones que le corresponda.



8. Dibujar grillas y radios

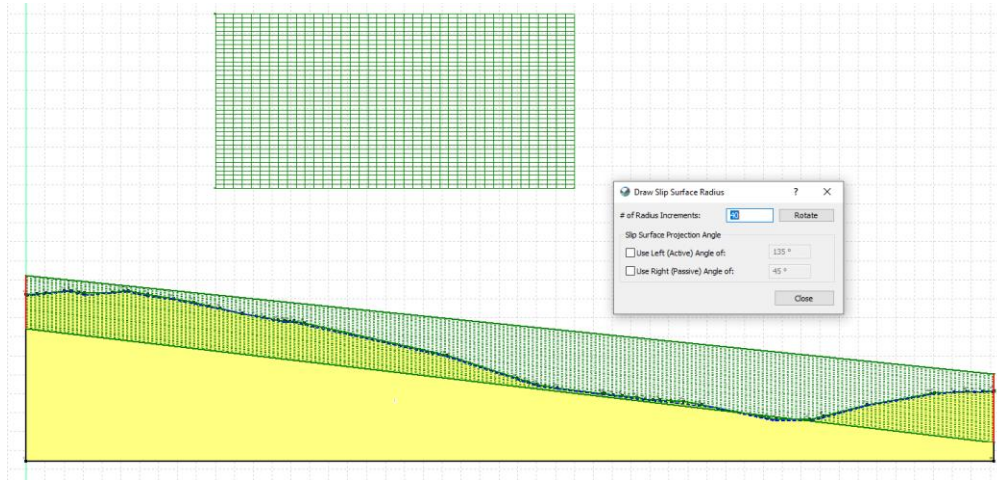
En esta etapa se debe recordar que desde el paso 1 (entrada de datos), se escogió el método de grillas y radios. Por lo que se iniciara situando la grilla en la parte superior del talud, la ruta para realizar dicha grilla es **Draw > Slip Surface > Grid**. El número de líneas dependerá de la cantidad de los círculos o superficies de fallas se quieran analizar. Para el ejemplo se harán con 40 líneas en el eje X y 40 líneas en el eje Y.



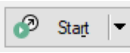
Después, se iniciará dibujando el radio a lo largo de la superficie del terreno para abarcar una posible falla en cualquier sitio del talud. La ruta para dibujar los radios es **Draw > Slip Surface > Radius**.

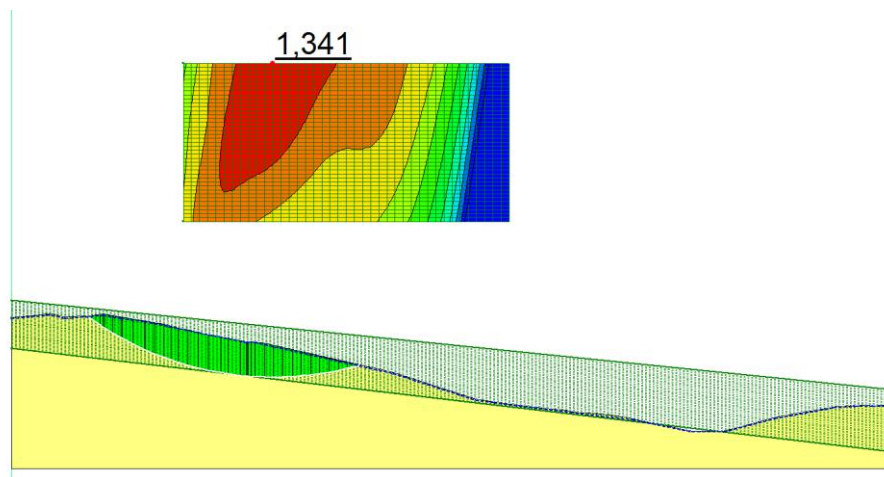
Se dibuja la zona de radios a lo largo de todo el terreno y también se escribe la cantidad de radios, esto al igual que la grilla dependerá de la cantidad de superficies de falla que se quieran analizar. Siguiendo con el ejemplo, se harán 40 radios a lo largo de la superficie.

En este punto es importante que los radios en lo posible estén a lo largo de todo el terreno.

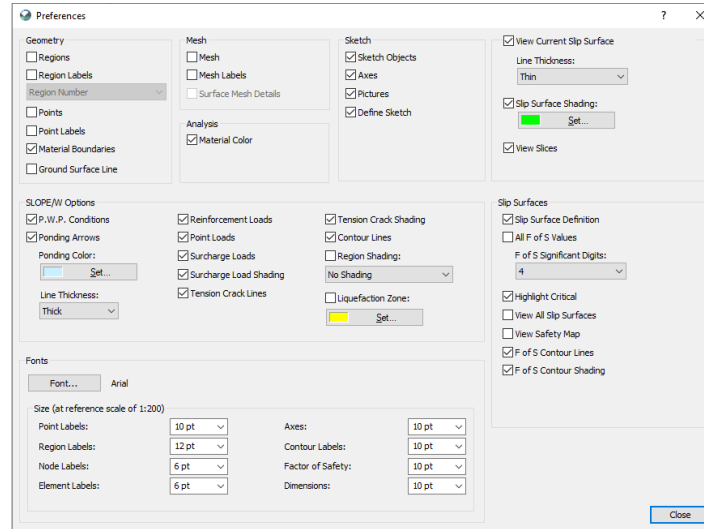


9. Correr el programa

Una vez hecho los pasos anteriores, se da clic en el botón  ubicado en la parte izquierda del programa, y dejamos que cargue para que muestre la falla más crítica, con su respectivo factor de seguridad. Si en este punto no ha guardado el archivo anteriormente, aparecerá una ventana en donde podrá guardarlo.



Después de correr el programa, aparecerá la falla más crítica del talud y el factor de seguridad que representa la estabilidad. Es posible que el tamaño de letra del factor de seguridad sea pequeño, por lo que se recomienda ir a la ruta **View > Preference**, donde aparecerá lo siguiente:



Allí se podrá corregir el tamaño de etiquetas, factor de seguridad, ejes, como también quitar o poner etiquetas de los puntos y regiones, entre otras muchas funciones.

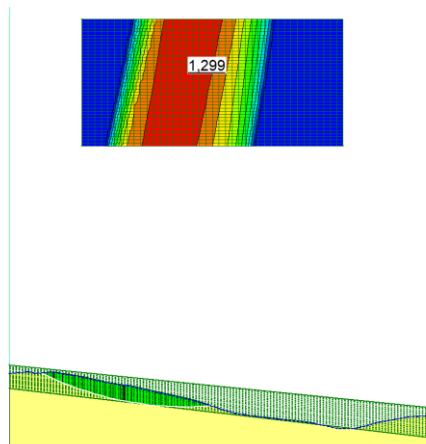
Es posible que el factor de seguridad esté en la periferia o borde de la grilla, esto quiere decir que la grilla no está puesta en el punto más crítico y se necesita moverla.

Antes de modificar la grilla o cualquier parámetro, se necesita salir del apartado de resultados, para esto es necesario darle clic en el botón **Definition** ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla.

De esta manera ya se podrá modificar cualquier parámetro entre ellos la grilla.

Para mover la grilla es necesario dirigirse a **Modifay > Object**, darle clic sobre la grilla y así cambiar de lugar la grilla hasta que el factor de seguridad no quede en el borde de esta. Una vez movida la grilla se corre de nuevo el programa y se verifica que el factor de seguridad no quede en el borde, este procedimiento se hace las veces que sean necesarias hasta que el factor de seguridad cumpla con lo antes mencionado.

Esta función es útil no solo para mover objetos, también es beneficioso para eliminar objetos en el programa.

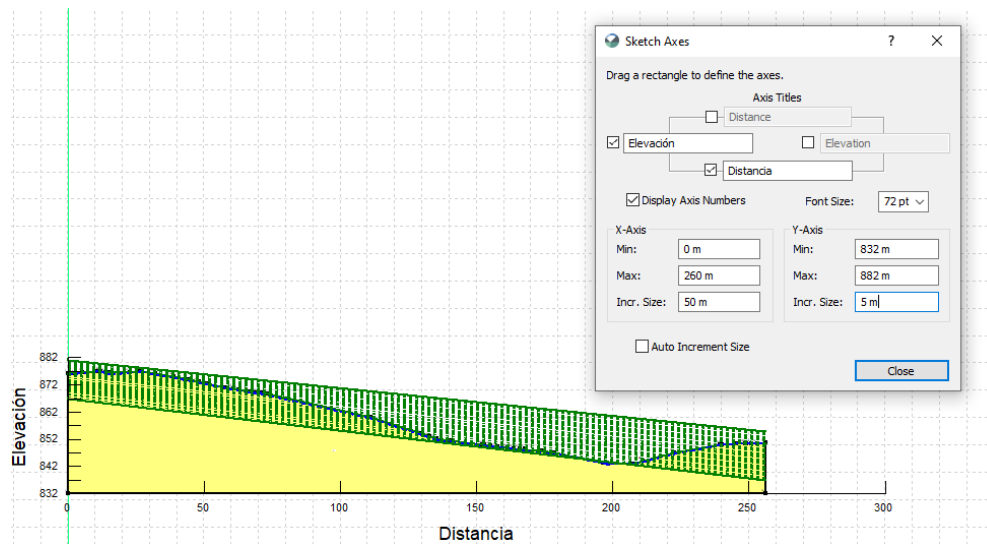


10. Componentes complementarios

Una vez hecho los pasos anteriores se puede poner ejes al talud, texto y cuadros de información del material.

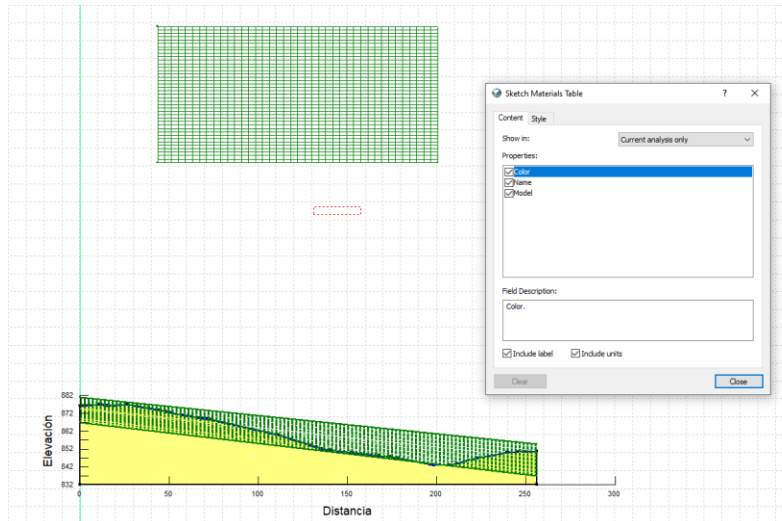
- Ejes

Para agregarle los ejes de referencia, se debe seguir la ruta **Sketch > Axes**. Allí se podrá modificar nombre de los ejes, tamaño de la fuente, coordenada de inicio y fin e intervalo entre distancias.



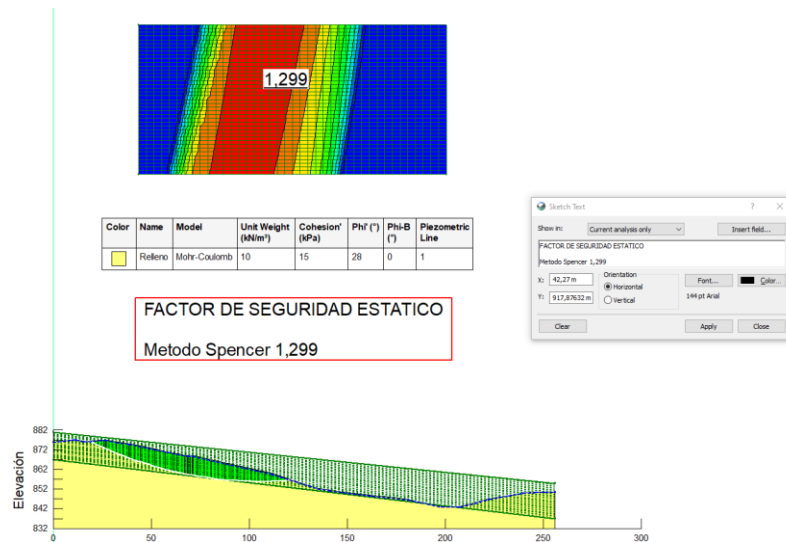
- Cuadros

Con el ánimo de ilustrar lo relacionado con el o los materiales usados en el talud. Se podrá hacer con un cuadro de propiedades. Para ello es necesario dirigirse a **Sketch > Table > Materiales**. En la ventana emergente se dará a escoger las propiedades del material que se quiera mostrar en el cuadro, una vez los seleccione se da clic sobre la zona en que quiera situar el cuadro.



- Textos


Para el caso de que se quiera agregar texto es necesario seguir la ruta **Sketch > Text**. Allí se podrá escribir en el recuadro blanco el texto, también se puede cambiar de orientación, cambiar la altura y fuente de la letra y el color. Una vez se tenga escrito y se haya definido fuente y color de la letra, se da clic en el espacio de trabajo donde se quiera ver el texto.

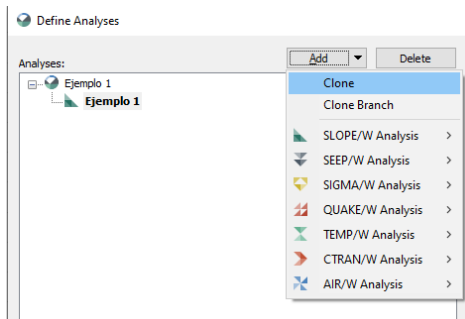


MÉTODO PSEUDOESTÁTICO (DINÁMICO)

Una vez terminado los 10 pasos anteriores, el método estático estará terminado. Ahora se procede a iniciar con la evaluación del talud para el método pseudoestático o dinámico, para esto se tendrá que seguir los siguientes pasos:

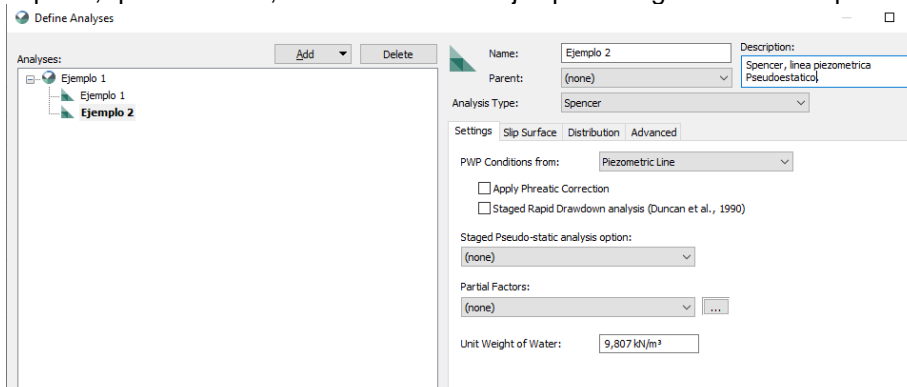
1. Clonar el archivo estático

Para este paso es necesario dirigirse a el botón  **Define Analyses** ubicado en la parte superior izquierda. Se selecciona el archivo actual y se presiona **Add > Clone**, esto con el fin de duplicar el archivo.



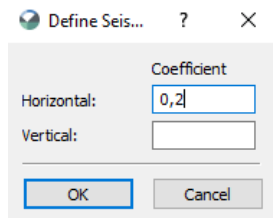
2. Definir datos de entrada

Como en el paso 2 del análisis estático, se podrán cambiar datos para este nuevo archivo, como lo son nombre del nuevo archivo, descripción, tipo de análisis, entre otros. Para el ejemplo se seguirá realizando por el método de Spencer.

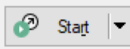


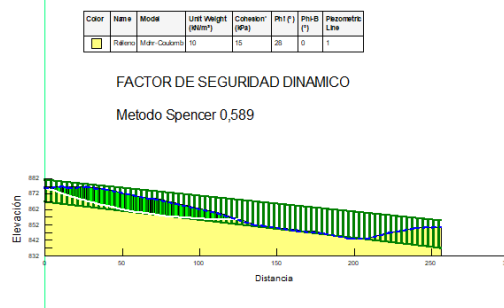
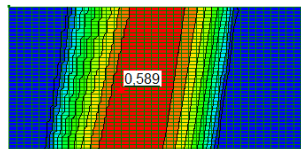
3. Definir carga sísmica

Para definir la carga que simulará un posible sismo en el talud, se debe seguir la siguiente ruta **Define > Sismic Load**. Y se agregará la carga horizontal de acuerdo a la zona sísmica en donde se encuentre el talud, este tema se expone en el capítulo A de la NSR-10. Para el ejemplo se hará con un valor de 0,2.



4. Correr el programa

Una vez hecho los pasos anteriores, se da clic en el botón  Start, ubicado en la parte izquierda del programa, y dejamos que cargue para que muestre la falla más crítica, con su respectivo factor de seguridad. De ser necesario se tendrá que seguir lo explicado en el numeral 1.9 para mover la rejilla o cualquier objeto en caso de ser necesario.



FIN DEL DOCUMENTO