

## Regiones elásticas (regiones sin plasticidad)

Programa: FEM

Archivo: Demo\_manual\_34.gmk

### Introducción

Tras la carga de tensión desarrollada en el suelo, se puede superar el límite de rendimiento que provoca la aparición de deformaciones permanentes presentes en el cuerpo del suelo incluso después de la descarga. Ésta deformación permanente también se denomina deformación plástica y su evolución se puede describir con la ayuda de modelos constitutivos estándar como el modelo Mohr-Coulomb o Drucker-Prager o la adopción de modelos más avanzados como el modelo de Cam clay.

Tal como se describe a continuación, podemos intentar suprimir el desarrollo si tales deformaciones se encuentran dentro de una región, en una etapa de cálculo determinada. Esto se puede lograr explotando la función *Regiones elásticas*.

### Cuando activar las regiones elásticas

Suprimir la evolución de las deformaciones plásticas puede ser útil cuando:

- Las tensiones plásticas excesivas desarrolladas en una región determinada, típicamente pequeña, no afectan el comportamiento de la estructura analizada, pero pueden causar la pérdida de convergencia del análisis numérico no lineal.
- Las simplificaciones adoptadas en los modelos computacionales causan el inicio y la evolución de deformaciones plástica poco realistas. Esto puede aparecer por ejemplo en el remolque de un muro pantalla o en el nodo que une la raíz de un anclaje.
- Deseamos determinar cómo las deformaciones plásticas influyen en los desplazamientos y tensiones globales comparando el análisis elástico-plástico con una respuesta puramente elástica de la estructura analizada.

### ¿Qué modelos de material son aplicables con *Regiones elásticas*?

La función de regiones elásticas se pueden utilizar con los siguientes modelos.

- Mohr-Coulomb
- Modified Mohr-Coulomb
- Drucker-Prager

El comportamiento de otros modelos está activando *Regiones Elásticas* no afectadas.

### Propiedades de suelo en *Regiones Elásticas*

Los elementos de la *Región Elástica* mantienen sus propiedades determinando la rigidez elástica material, es decir, el módulo de Young, la relación de Poisson, el módulo de corte. Sin embargo, los

parámetros de resistencia del suelo, es decir, la cohesión y el ángulo de fricción interna, adoptan valores de tal forma que la tensión nunca pueda alcanzar la superficie de rendimiento y, por lo tanto, no desarrollan deformaciones plásticas.

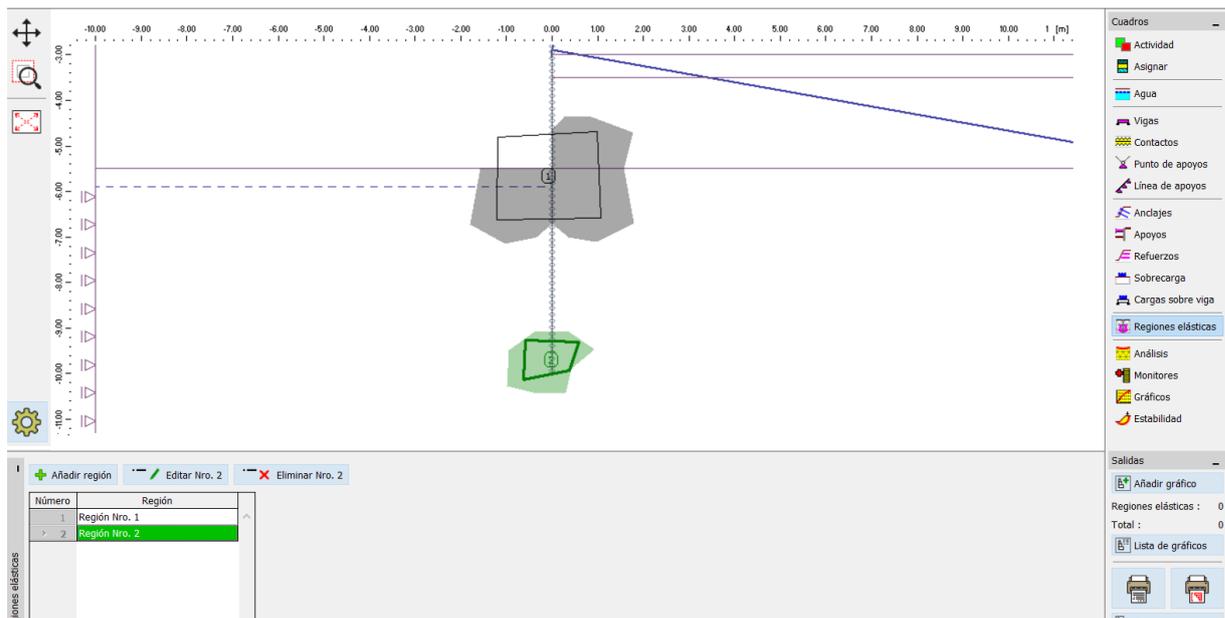
El comportamiento elástico forzado sólo tiene efecto en la etapa en la que se especifica la *Región elástica*. Dentro de esta etapa de cálculo, los elementos de la *Región elástica* no experimentarían evolución de las deformaciones plásticas, manteniendo así sus valores actuales.

## Qué debe saber cuando se usan *Regiones Elásticas*

Cuando se utilizan regiones elásticas, debemos tener en cuenta que en los elementos seleccionados la condición de rendimiento nunca puede ser violada. Esto significa que la superficie de deslizamiento global, que puede causar la pérdida total de estabilidad, no puede atravesar esta región.

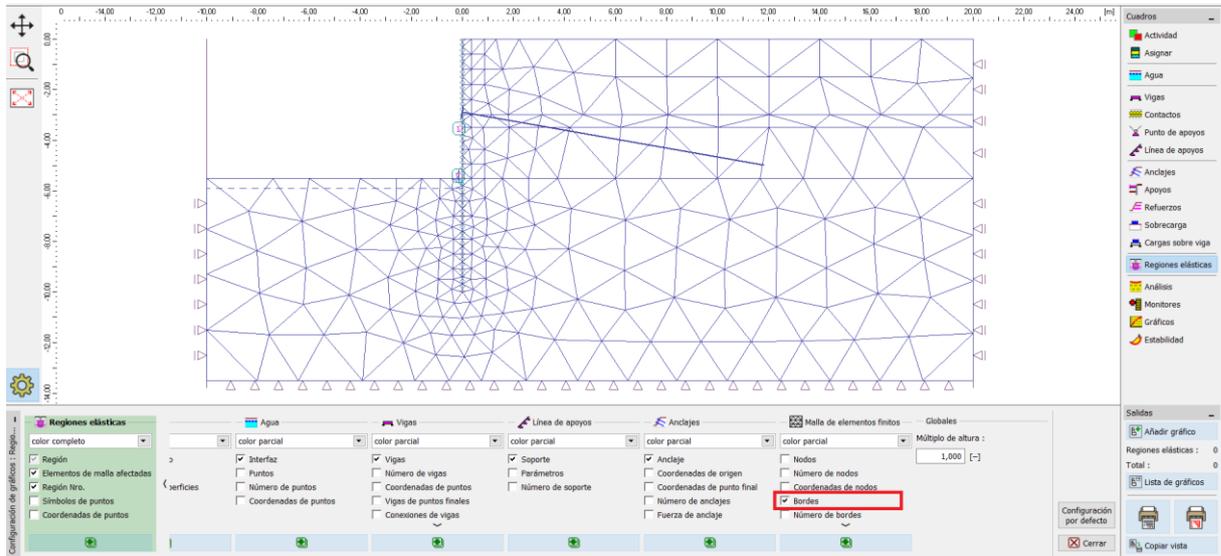
## Cómo definir *Regiones Elásticas*

La región elástica se especifica en la etapa de cálculo seleccionada como una región poligonal a través de puntos introducidos en la pantalla. Se destacan todos los elementos que pertenecen, al menos parcialmente, a esta región.



*Definición de Regiones Elásticas*

*Nota: Al definir una región elástica, es útil mostrar la malla de elementos finitos seleccionando: Ajustes de dibujo -> Malla de elementos finitos -> Bordes, vea la figura.*



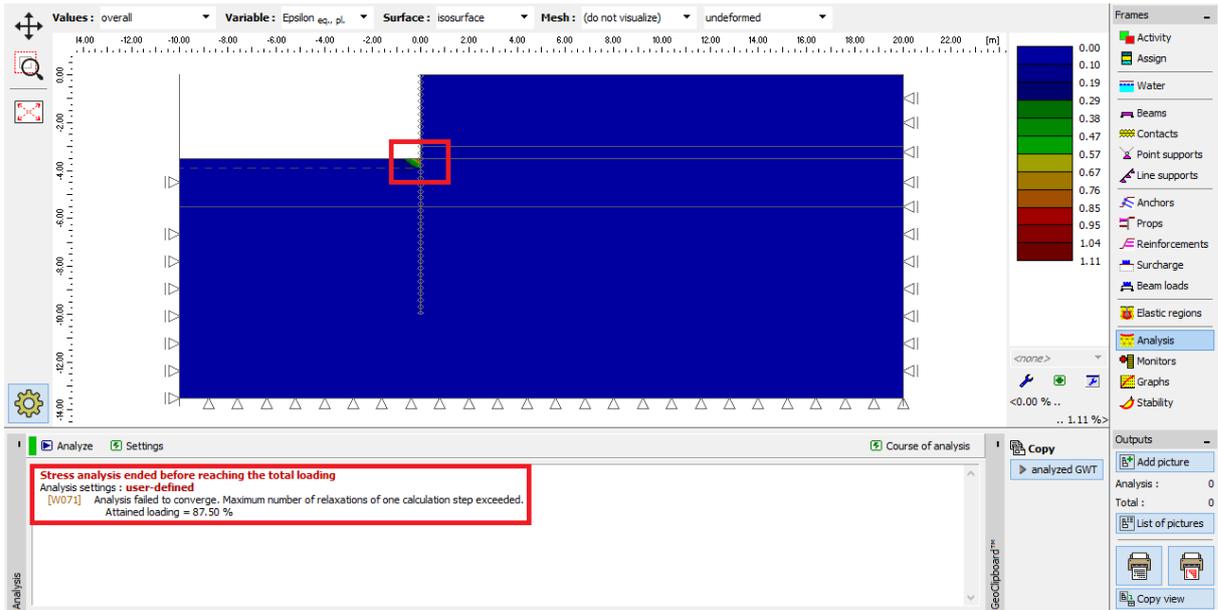
*Configuración de visualización de la malla de elementos finitos*

La región elástica permanece activa también en etapas posteriores, pero puede desactivarse. La eliminación de la región elástica en la etapa de cálculo posterior permite nuevamente la evolución de las deformaciones plásticas en elementos respectivos. Esto significa que la eliminación de una región elástica da lugar a la redistribución de tensión y, por consiguiente, al aumento de las deformaciones plásticas incluso si no se especifica ninguna carga.

### **Ejemplo de aplicación de la *Región elástica***

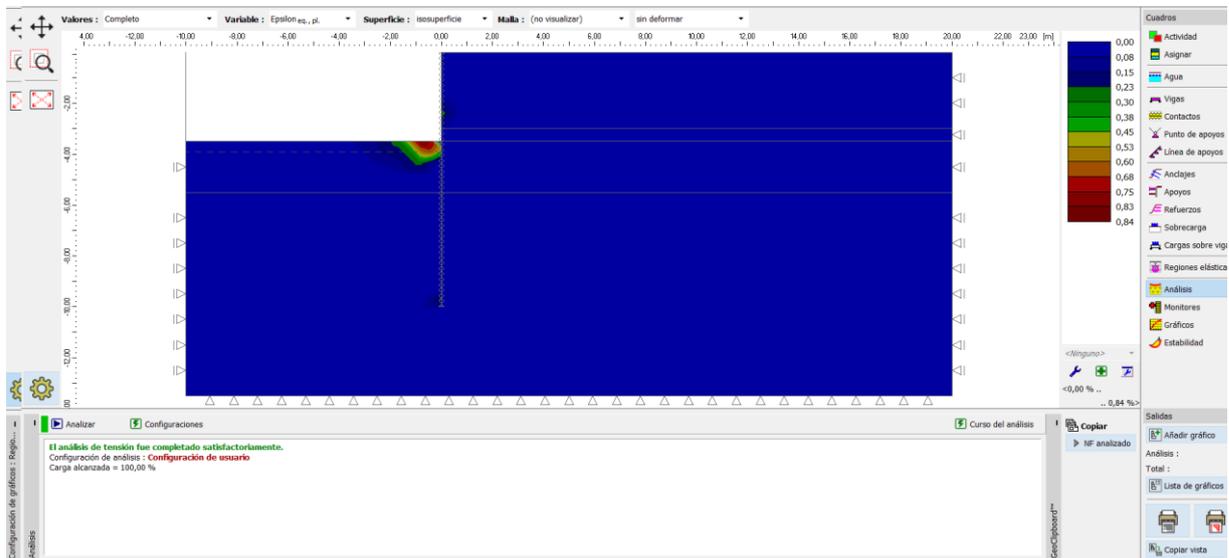
La aplicación de regiones elásticas puede ser ilustrada en el análisis de muros pantalla anclados. La geometría, el perfil del suelo y las etapas de cálculo se especifican en el archivo Demo\_manual\_34.gmk. La primera etapa sirve para determinar la tensión geostática. En la segunda etapa de construcción introducimos el elemento de viga realizado por elementos de interfaz y realizamos la excavación del suelo en la zanja de construcción desactivando los elementos respectivos hasta el nivel de los anclajes. Los anclajes se introducen en la tercera etapa de construcción junto con la excavación de los suelos hasta el final del fondo de la zanja.

Si no se realiza ninguna acción, el análisis en la 2ª etapa de construcción se termina en el 87,5% de la carga total, que es la carga máxima para la cual se alcanzó el equilibrio. Observe, sin embargo, que las deformaciones plásticas evolucionan en un solo elemento sin más redistribución, vea la Figura.



### Análisis divergente en la segunda etapa de construcción

Dado que no se produce ninguna evolución de la superficie de falla global en el modelo, podemos atribuir este resultado a la inestabilidad numérica en lugar de estructural. Como solución aprovechamos la función de *Regiones elásticas*. Este elemento se especifica como una región elástica y el análisis se ejecuta de nuevo. En este caso, hemos sido capaces de acomodar toda la carga, que fue acompañada por la redistribución de las deformaciones plásticas en los elementos vecinos, véase la figura.

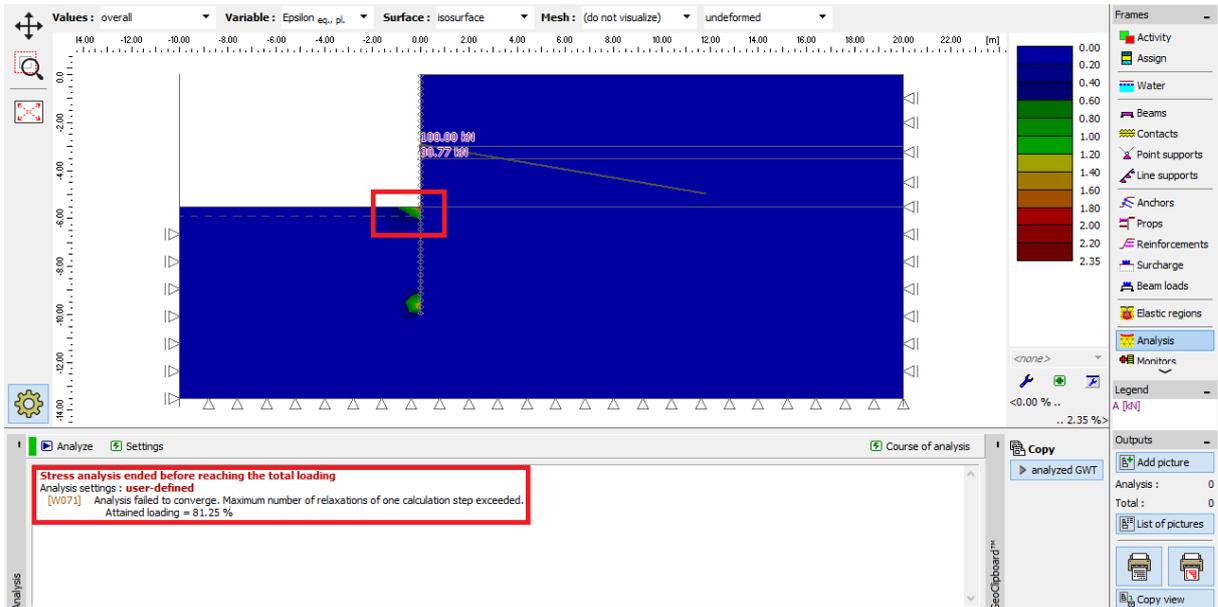


### Alcanzando el equilibrio usando la región elástica que contiene un solo elemento

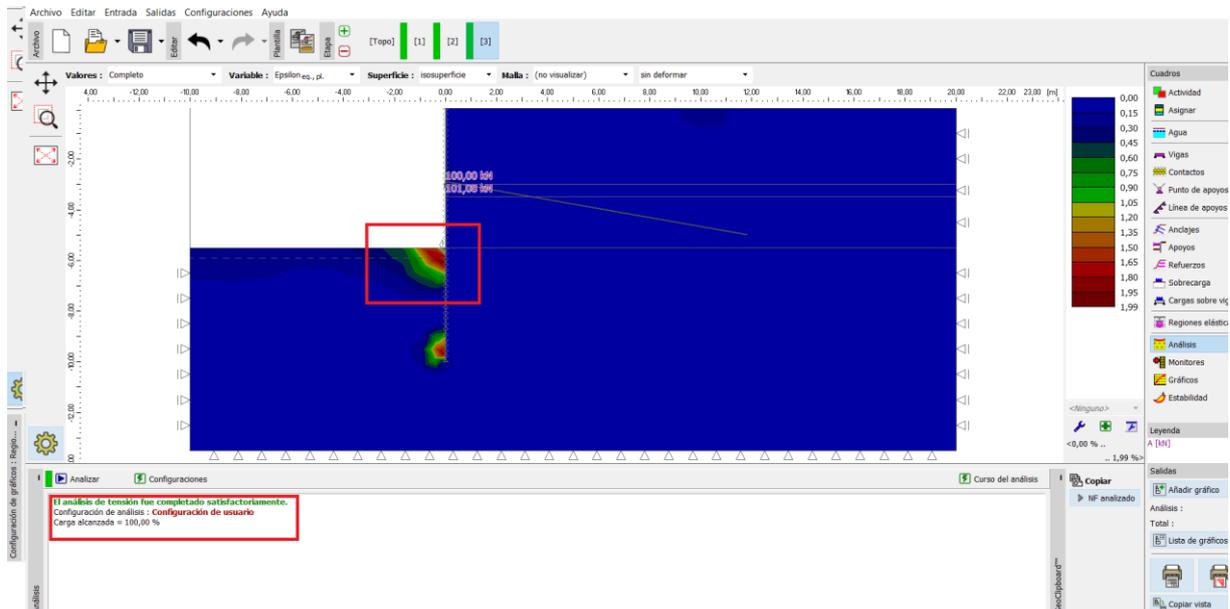
*Nota: El elemento problemático se carga en una dirección horizontal (lleva una reacción horizontal del muro pantalla causada por la presión activa en el suelo a la derecha detrás del muro). Por otra parte, este elemento es descargado en la dirección vertical. Una diferencia significativa entre la tensión vertical y horizontal provoca el aumento significativo de la tensión desviadora y consecuentemente el inicio de deformaciones plásticas equivalentes.*

En la tercera etapa de cálculo el resultado es similar - el equilibrio para la carga total no se logra

debido a tensiones plásticas localizadas en un solo elemento en el fondo de la zanja. Esto se puede evitar nuevamente incluyendo este elemento en una región elástica.



*Equilibrio para la carga total no alcanzada en la 3ª etapa de construcción - no se produce redistribución de las tensiones plásticas, análisis es divergente*



*Equilibrio logrado en la tercera etapa de construcción con la ayuda de la Región elástica*

## Conclusión

La función regiones elásticas permite imponer un comportamiento elástico del suelo en elementos seleccionados y, como tal, suprimir la evolución de las deformaciones plásticas en estos elementos. Este enfoque proporciona una solución para los casos en que no se puede alcanzar el equilibrio para la carga especificada. Sin embargo, esta estrategia sólo puede utilizarse si la pérdida de convergencia o la aparición de oscilaciones está ligada a razones numéricas, es decir, las deformaciones plásticas localizadas no sugieren la pérdida global de estabilidad estructural.