

## Análisis de asentamiento de un pilote simple

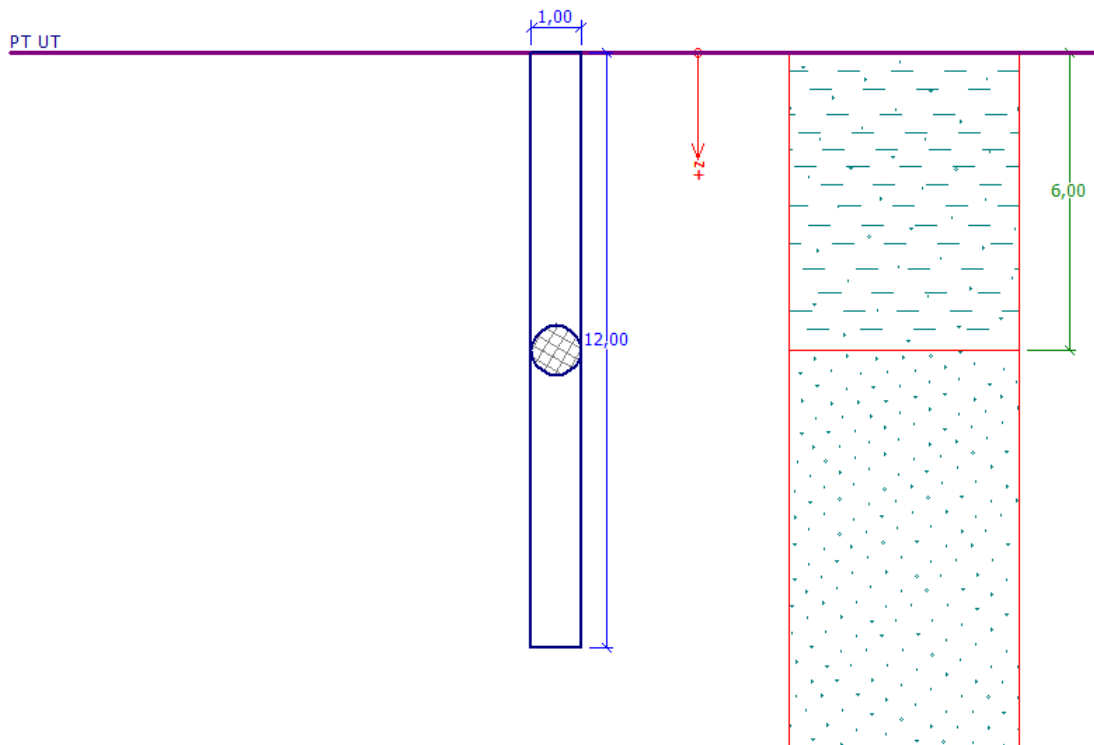
Programa: Pilote

Archivo: Demo\_manual\_14.gpi

El objetivo de este capítulo es explicar la aplicación del Programa GEO5 PILOTE para el análisis de la solución de un simple pilote en un problema práctico específico.

### Especificación del problema:

Las especificaciones de problemas generales se describen en el capítulo 12. Pilote de cimentación - Introducción. Todos los análisis de asentamiento de un simple pilote que se llevarán a cabo como seguimiento al problema anterior del Capítulo 13 "Análisis de Capacidad portante vertical en un pilote simple".



*Esquema de especificaciones del problema – Pilote simple*

### Solución:

Para el análisis de este problema vamos a utilizar el Programa de GEO5 Pilote, a continuación se describe paso a paso la solución a este ejemplo.

En este análisis vamos a calcular la solución de un pilote simple con los siguientes métodos:

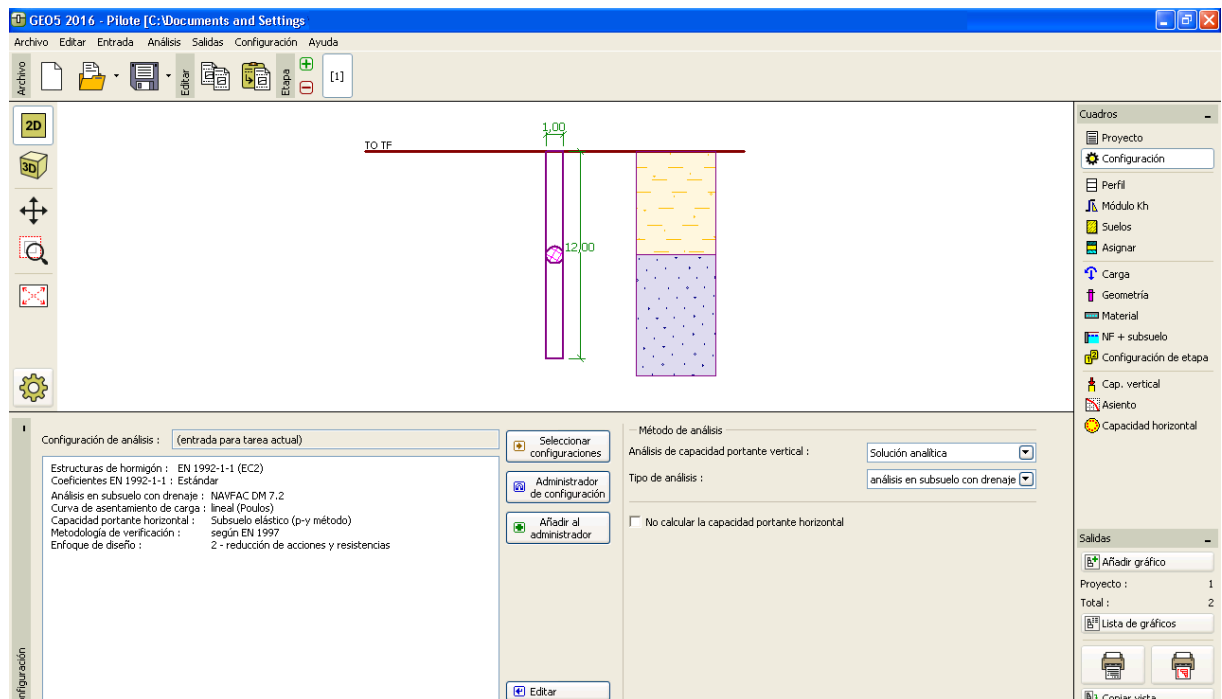
- Teoría asentamiento lineal (según Prof. **Poulos**),
- Teoría asentamiento no lineal (según **Masopust**).

**Curva de carga lineal** (solución según Poulos) se determina a partir de los resultados de cálculo de la capacidad portante vertical del pilote. La entrada fundamental en este cálculo comprende la **capacidad portante de la piel del pilote y los valores de capacidad portante de la base del pilote** -  $R_s$  y  $R_b$ . Estos valores se obtienen a partir del análisis anterior de la capacidad portante vertical de un solo pilote en función del método aplicado (NAVFAC DM 7.2, tensión efectiva, CSN 73 1002 o Tomlinson).

**Curva de carga no lineal** (solución según Masopust) se basa en la especificación utilizada en los llamados **coeficientes de regresión**. El resultado es por lo tanto independiente de los métodos de análisis de la capacidad portante y por lo tanto se puede utilizar incluso para la determinación de la capacidad portante vertical de un pilote simple, donde la capacidad portante corresponde a la solución permisible (normalmente 25 mm).

### Especificaciones de procedimiento: La teoría de solución lineal (POULOS)

Dejaremos la configuración de análisis sin cambios según el problema anterior "estándar - EN 1997 - DA2", con análisis de la capacidad portante según NAVFAC 7,2 DM. La curva de carga lineal (Poulos) ya se ha especificado para estos parámetros de análisis.



Cuadro „Configuración de Análisis“

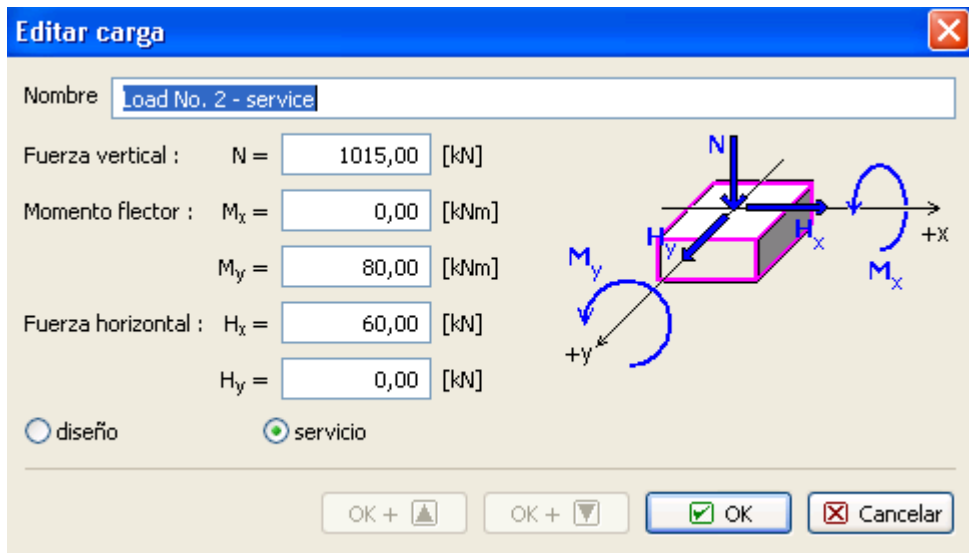
*Nota: El análisis de la curva de carga límite se basa en la teoría de elasticidad. El suelo se describe por el módulo de deformación  $E_{def}$  y la índice de Poisson  $\nu$ .*

En el siguiente paso vamos a definir las propiedades de deformación de los suelos necesarios para el análisis de asentamiento, es decir, módulo edométrico  $E_{oed}$ , o módulo de deformación  $E_{def}$  y el índice de Poisson  $\nu$ .

Suelo (Clasificación de suelo)	Unidad de peso $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Ángulo de fricción interna $\varphi_{ef} / \varphi_u$ [°]	Cohesión del suelo $c_{ef} / c_u$ [kPa]	Índice de Poisson $\nu$ [-]	Módulo edométrico $E_{oed} =$ [MPa]
CS – Arcilla arenosa, consistencia firme	18.5	-/0,0	-/50,0	0.35	8.0
S-F – Arena de trazos finos, densidad del suelo media	17.5	29.5	0.0	0.30	21.0

Tabla de parámetros del suelo – Asentamiento de un pilote simple

A los efectos de analizar el asentamiento de un solo pilote vamos a diseñar como Estado de servicio (trabajo).

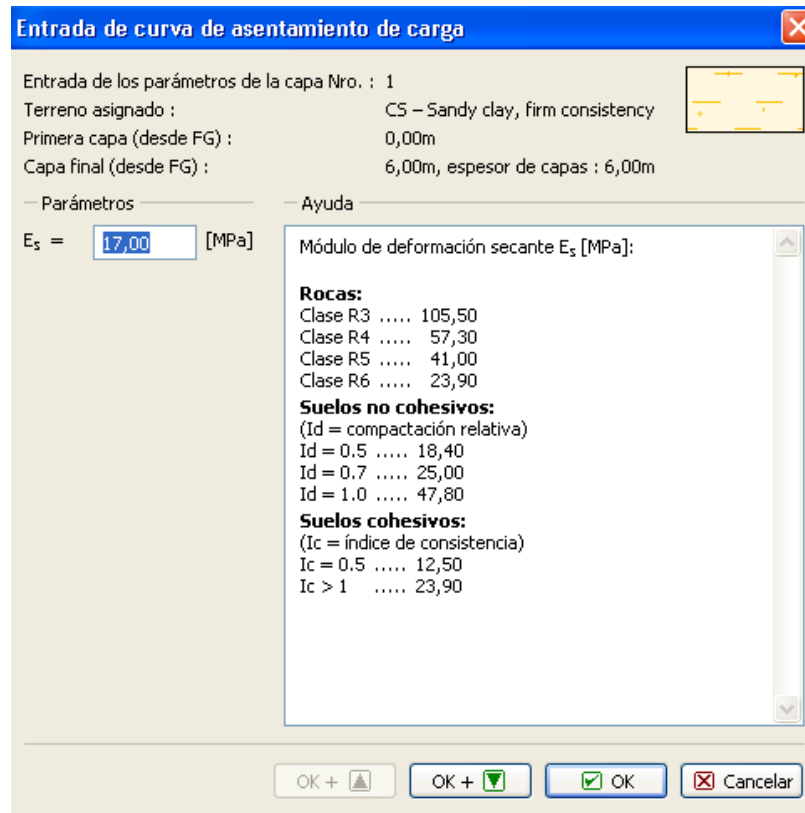


Cuadro "Nueva carga"

Dejaremos los otros cuadros sin cambios. Luego nos dirigimos hacia el análisis de los asentamientos en el cuadro de "Asiento".

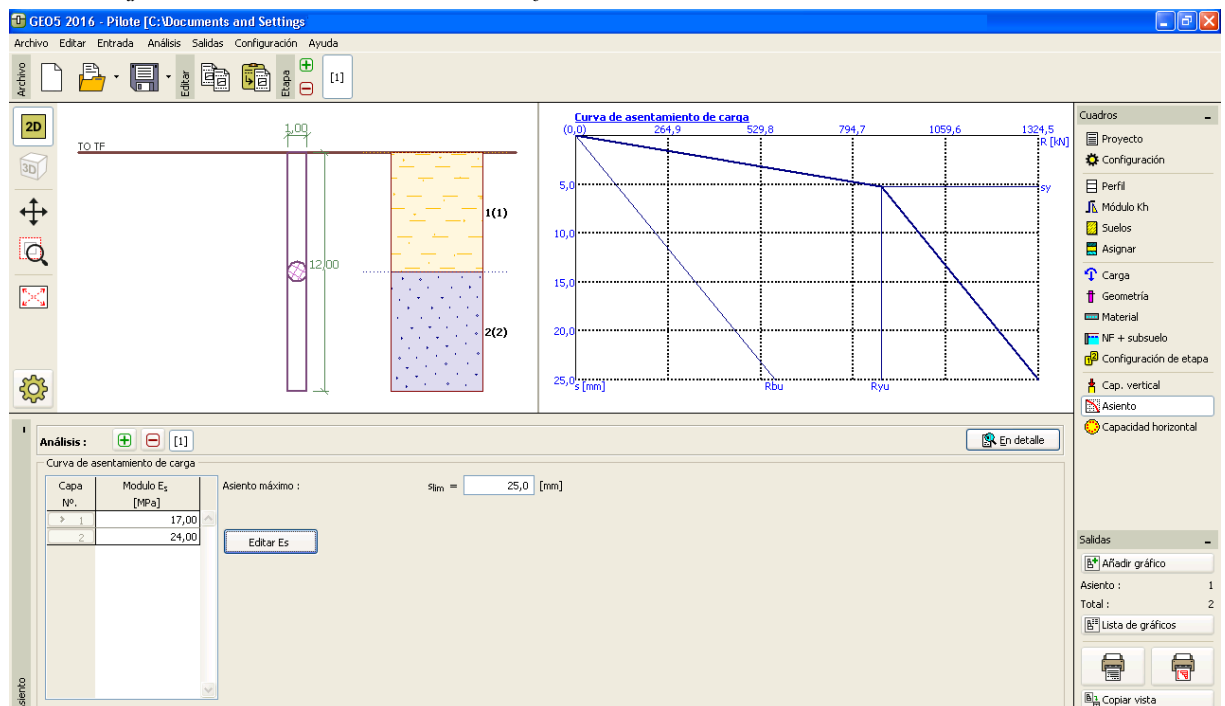
Especificamos los módulos secante de la deformación  $E_s$  [MPa]s para los suelos individuales utilizando el botón "Editar  $E_s$ ".

Para la primera capa de suelo cohesivo (Clase CS,  $I_c = 0.5$ ) fijaremos el valor recomendado del módulo secante de la deformación  $E_s \cong 17.0$  MPa. Para la segunda capa de suelo cohesivo (Clase S3 =  $I_d = 0.5$ ), asumiremos el módulo secante con valor de deformación  $E_s \cong 24.0$  MPa según la tabla.



Cuadro "Entrada de curva de asentamiento de carga" - Módulo de deformación secante  $E_s$

Nota: El módulo de deformación secante  $E_s$  depende del diámetro del pilote y del espesor de las capas individuales del suelo. Los valores de este módulo deben ser determinados sobre la base de ensayos in situ. Su valor para suelos no cohesivos y cohesivos depende además del índice de densidad relativa  $I_d$  y de los índices de consistencia  $I_c$ , respectivamente



*Cuadro „Asiento“– Curva de carga lineal (Solución según Poulos)*

Además vamos a configurar el asentamiento límite, que es el valor del asentamiento máximo para el que se calcula la curva de carga. Haremos clic en el botón "En detalle" y se presentará el valor del asentamiento calculado para la máxima carga de servicio.

**Verificación**

**Análisis de la curva de asentamiento de carga - resultados**

Carga en el inicio de la movilización de la superficie de fricción  $R_{yu} = 875,73$  kN

El asentamiento para la fuerza  $R_{yu}$   $s_y = 5,2$  mm

Resistencia Total  $R_c = 1324,52$  kN

Asiento máximo  $s_{lim} = 25,0$  mm

El asiento para la máxima carga de servicio  $V = 1015,00$ kN es  $11,4$ mm.

Para el análisis de la capacidad portante vertical utilizando **NAVFAC DM 7.2**, la resultante del asentamiento de un pilote simple es  $s = 11.4$  mm

**Análisis de asentamiento de un pilote simple: teoría de asentamiento lineal (POULOS), los demás métodos**

Ahora volvamos a los ajustes de los datos de entrada. En el cuadro de "Configuración" seleccionar el botón "Editar". En el submenú "Pilote" para el análisis en subsuelos con drenaje vamos a seleccionar la opción "Tensión efectiva". Los demás parámetros de entrada se mantendrán sin cambios.

**Editar la configuración actual : Pilote**

Materiales y estándares | Pilote

Análisis en subsuelo con drenaje : Tensión efectiva

Análisis en subsuelos sin drenaje : Tomlinson

Curva de asentamiento de carga : lineal (Poulos)

Capacidad portante horizontal : Subsuelo elástico (p-y método)

Metodología de verificación : según EN 1997

Enfoque de diseño : 2 - reducción de acciones y resistencias

Situación de diseño permanente | Situación de diseño transitoria | Situación de diseño accidental | Situación de diseño sísmico

Factores parciales en acciones (A)

Acciones permanentes :  $\gamma_G = 1,35$  [-]  $\gamma_Q = 1,00$  [-]

Factores parciales para resistencias (R)

Pilotes perforados | Pilotes hincados | Pilotes CFA [hélice continua]

Sobre el eje de resistencia :  $\gamma_s = 1,10$  [-]

Sobre la base de resistencia :  $\gamma_b = 1,10$  [-]

Sobre la resistencia tensionada :  $\gamma_{st} = 1,15$  [-]

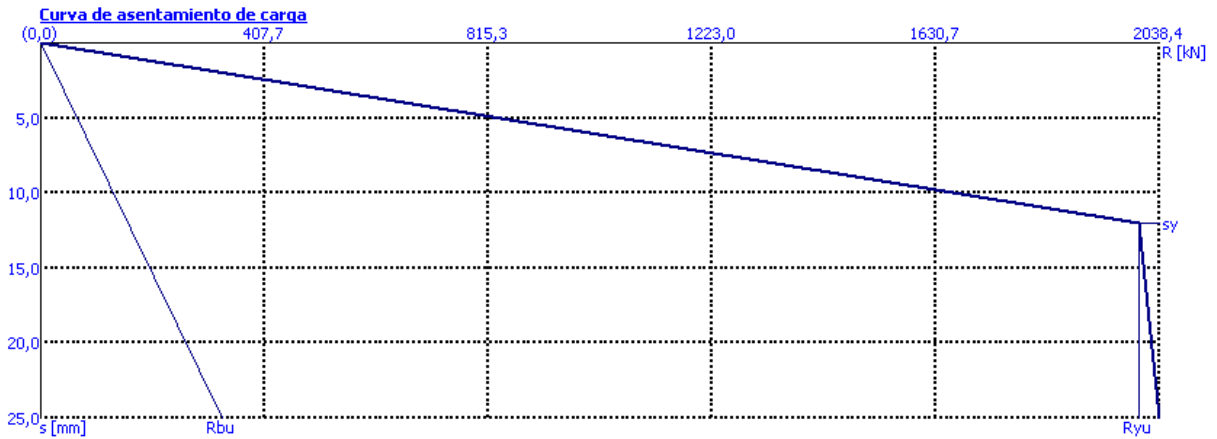
OK Cancelar

*Cuadro „Editar la configuración actual“*

Luego vamos al cuadro "Asiento", donde veremos los resultados. La magnitud del asentamiento máximo  $s_{lim}$ , el tipo de pilote y el módulo de deformación secante  $E_s$  se mantienen idénticos a los utilizados en el caso anterior.

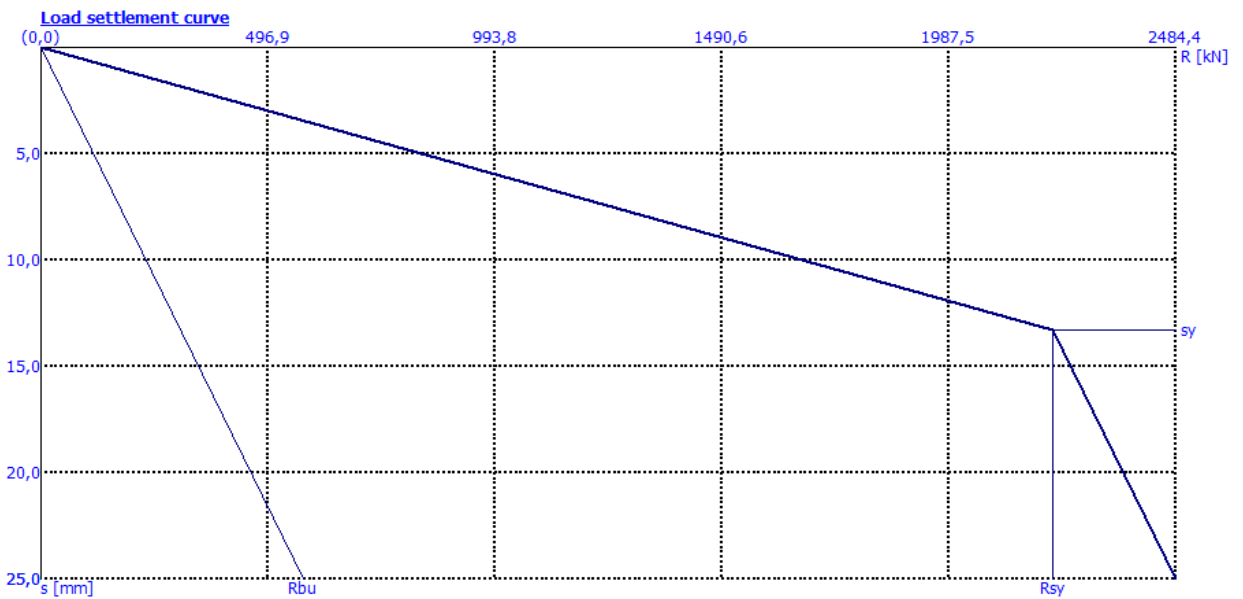
Para la capacidad portante vertical de un solo pilote determinado según el método de

**TENSIÓN EFECTIVA**, el asentamiento resultante es  $s = 6.1 \text{ mm}$



Cuadro „Asiento”– Curva de carga lineal (según Poulos) para el método de tensión efectiva

Para la capacidad portante vertical de un pilote simple que se determina con el método **CSN 73 1002**, el análisis de asentamiento del pilote  $s = 6.1 \text{ mm}$ .



Cuadro „Asiento”– Curva de carga lineal (según Poulos) para el método CSN 73 1002

Los resultados del análisis de asentamiento de un pilote simple según teoría lineal (**Poulos**) dependiendo del método de análisis de la capacidad portante vertical utilizada, se presentan en la siguiente tabla:

Curva de carga lineal Método de análisis	Cargar en el inicio de la movilización la superficie de fricción  $R_{yu} \text{ [kN]}$	Resistencia total $R_c \text{ [kN]}$ para $s_{lim} = 25,0 \text{ mm}$	Asentamiento de un pilote simple  $s \text{ [mm]}$
NAVFAC DM 7.2	875.73	1324.52	11.4

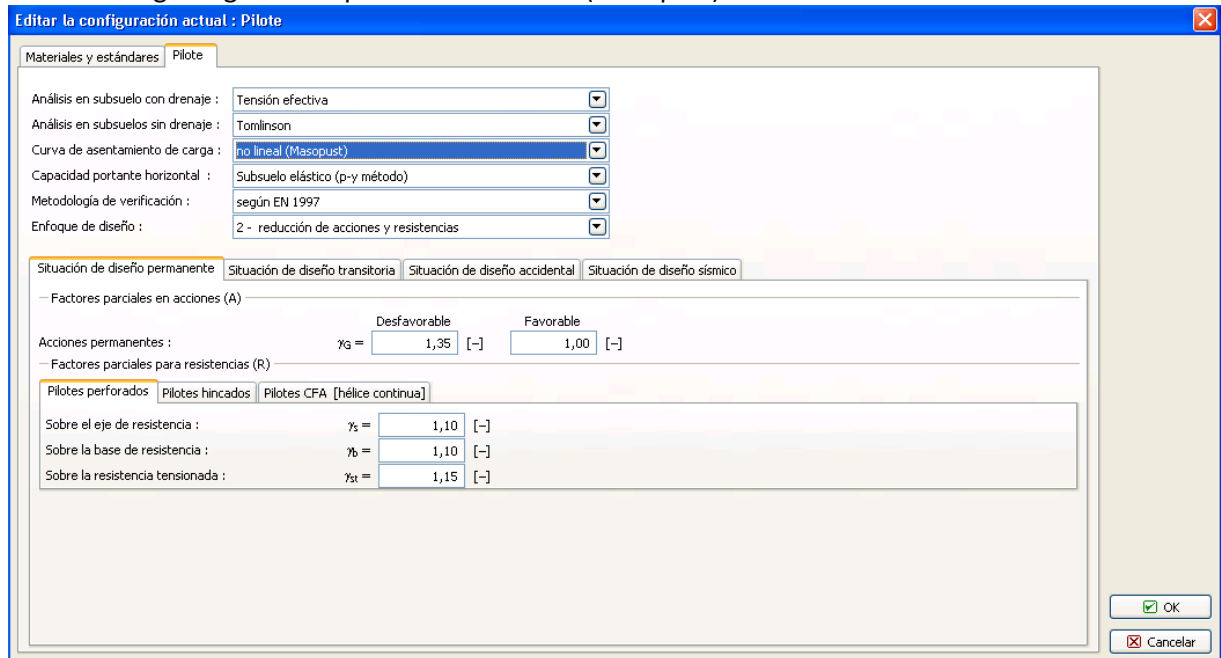
TENSIÓN EFECTIVA	2038.36	2000.47	6.1
CSN 73 1002	2215.89	2484.40	6.1

*Resumen de los resultados - Asentamiento de un pilote simple según Poulos*

**Análisis de asentamiento de un pilote simple: Teoría de asentamiento no lineal (Masopust)**

Esta solución es independiente de los análisis anteriores de capacidad portante vertical de un pilote simple. El método se basa en la solución de ecuaciones de curvas de regresión según los resultados de las pruebas de carga estática del pilote. Este método de solución se utiliza en la República Checa y Eslovaquia. Ofrece resultados fiables para las condiciones geológicas de ingeniería local.

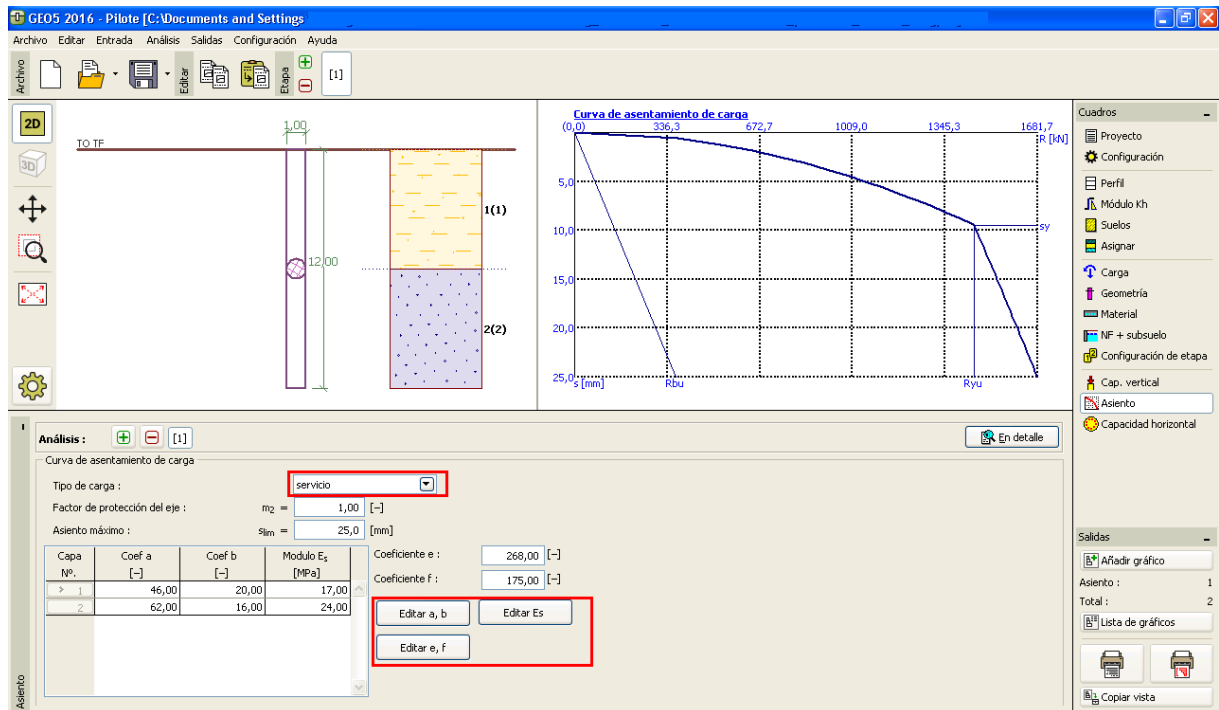
Hacemos clic en el botón "Editar" en el cuadro "Configuración". En la solapa "Pilote" para la curva de carga elegimos la opción de "no lineal" (Masopust)



*Cuadro "Editar la configuración actual"*

Los demás datos no se modifican. Luego nos dirigiremos hacia el cuadro "Asiento".

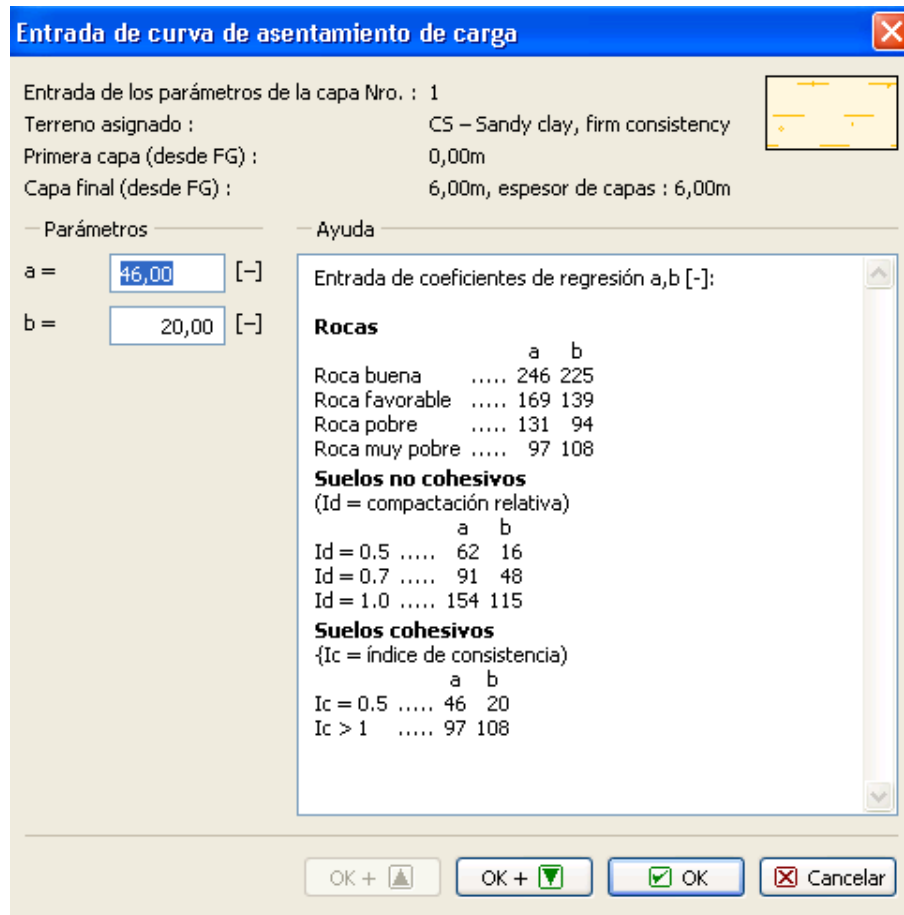
Consideramos la *carga de servicio* para la curva de carga límite no lineal porque este es un caso del análisis según con los estados límite de capacidad de servicio. Dejaremos el valor del factor de protección en  $m_2 = 1.0$ , por lo tanto, no vamos a reducir el valor resultante de la capacidad portante vertical del pilote respecto a la tecnología de instalación. Dejaremos los valores del asentamiento permisible (máximo)  $s_{lim}$  y el módulo de deformación secante  $E_s$ , idénticos a los utilizados en los análisis anteriores.



Cuadro „Asiento“ – Solución según la teoría de asentamiento no lineal (Masopust)

Ahora vamos a configurar los valores de los coeficientes de regresión utilizando los botones "Editar a, b" y "Editar e, f". Cuando la edición se lleva a cabo, se muestran los valores de los coeficientes de regresión recomendados para los distintos tipos de suelos y rocas en la ventana de diálogo.





Cuadros “Entrada de curva de asentamiento de carga” – Coeficientes de regresión a,b (e,f)

*Nota: La superficie de fricción específica depende de los coeficientes de regresión "a, b". La tensión sobre la base de pilote (en la superficie de fricción totalmente movilizada) depende de los coeficientes de regresión "e, f". Los valores de estos coeficientes de regresión se obtuvieron de las ecuaciones de curvas de regresión determinadas sobre la base de un análisis estadístico de resultados de unas 350 pruebas de carga estática de pilote en República Checa y Eslovaquia (para más información, visita Ayuda - F1). Para suelos no cohesivos y cohesivos, estos valores dependen del índice de densidad relativa  $I_d$  y del índice de consistencia  $I_c$ , respectivamente (para más información, visita Ayuda - F1).*

El asentamiento del pilote para la carga de trabajo específica es  $s = 4.6 \text{ mm}$

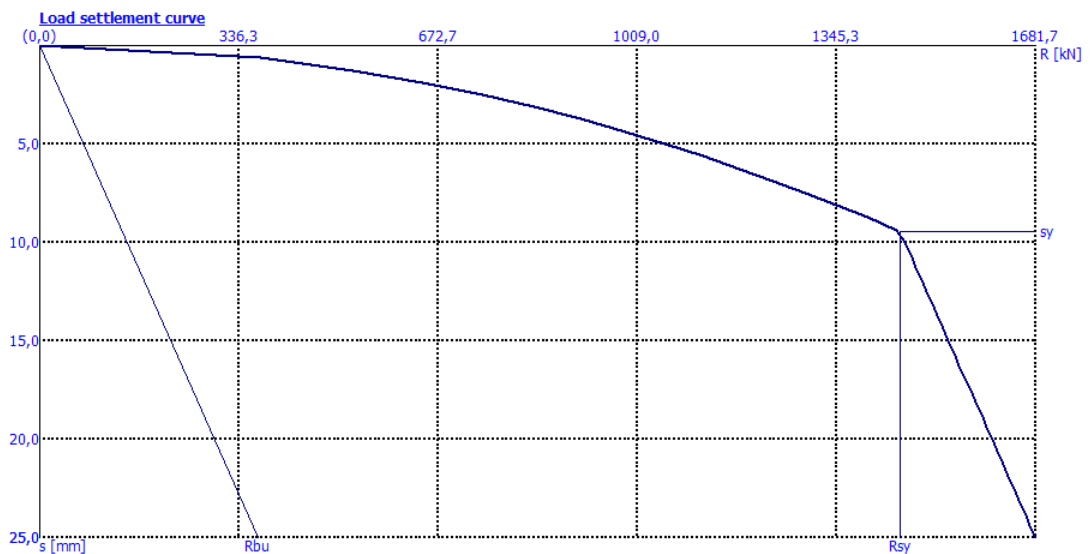
**Verificación**

**Análisis de la curva de asentamiento de carga - resultados**

Carga en el inicio de la movilización de la superficie de fricción	$R_{yu} = 1452,93 \text{ kN}$
El asentamiento para la fuerza $R_{yu}$	$s_y = 9,5 \text{ mm}$
Capacidad portante correspondiente al asentamiento a 25,0 mm :	
Capacidad portante del bulbo	$R_{bu} = 368,06 \text{ kN}$
Resistencia Total	$R_c = 1681,67 \text{ kN}$

Cargando  $Q = 1015,00 \text{ kN}$  asentamiento del pilote 4,6 mm

*Resultado del asentamiento - curva no lineal*



Cuadro "Asiento" - curva de carga no lineal (según Masopust)

*Nota: Este método se utiliza incluso para el análisis de la capacidad de carga portante del pilote, donde el programa calcula por sí mismo la capacidad portante del pilote para el asiento límite (normalmente 25 mm).*

Total de capacidad de carga portante para  $R_c = 1681.67 \text{ kN} > V_d = 1015.0 \text{ kN}$  **ACEPTABLE**

### Conclusión:

El programa calcula el asentamiento del pilote para la carga de servicio especificada dentro del rango de 4.6 a 11.4 mm (dependiendo del método utilizado). Este asentamiento es más pequeño que el asentamiento máximo permisible – el pilote por lo tanto es satisfactorio desde el 2do. punto de vista de Estados límite.