

Análisis de Capacidad de carga portante vertical y asentamiento de pilotes investigando en base a los exámenes CPT

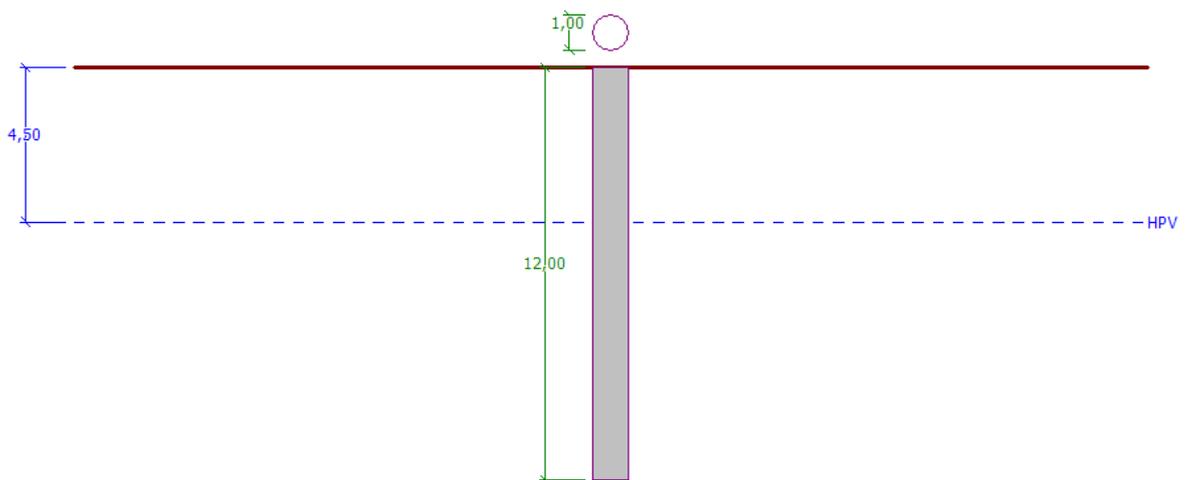
Programa: Pilote por CPT

Archivo: Demo_manual_15.gpn

El objetivo de este capítulo es explicar el uso del programa Pilote por CPT de GEO5

Especificación del problema:

En normas generales el problema se describe en el capítulo 12 (Pilotes de cimentación -. Introducción). Analiza la capacidad portante y el asentamiento de un pilote simple, o de un grupo de pilotes según la EN 1997-2.



Esquema de especificaciones del problema – pilote simple investigado según las pruebas CPT

Solución:

Vamos a aplicar el programa Pilote por CPT de GEO5 para el análisis de este problema. En el texto a continuación se describe la solución a este ejemplo paso a paso.

Haremos clic en el botón "Seleccionar Configuraciones" (en la parte inferior izquierda de la pantalla) y en el cuadro "Lista de Configuraciones" vamos a elegir como configuración de análisis "Estándar - EN 1997". El enfoque de diseño no es importante, el análisis se lleva a cabo según la norma *EN 1997-2: Diseño Geotécnico - Parte 2: Estudio del suelo y pruebas*.

Número	Nombre	Valido para
1	Estándar - Factor de seguridad	Todo
2	Estándar - Estados límite	Todo
3	Estándar - EN 1997 - DA1	Todo
4	Estándar - EN 1997 - DA2	Todo
5	Estándar - EN 1997 - DA3	Todo
6	Estándar - LRFD 2003	Todo
7	Estándar - sin reducción de parámetros	Todo
8	República Checa - antiguos estándares CSN (73 1001, 73 1002, 73 0037)	Todo
14	Alemania - EN 1997	Todo
15	Austria - EN 1997	Todo
22	Italia - EN 1997 , DA1	Todo
23	Italia - EN 1997 - DA2	Todo
24	Finlandia - EN 1997	Todo
25	Reino Unido - EN 1997	Todo
27	Reino Unido - EN 1997	Todo

Cuadro „Lista de configuraciones”

Configuración de análisis : Estándar - EN 1997 - DA2

Metodología de verificación : EN 1997-2
Tipos de análisis : EN 1997-2

Factor principal en modelo incierto : $\gamma_{cal} = 1,00$ [-]

Factores parciales ξ_3, ξ_4 : estándar

Coef de reducción, ξ_3, ξ_4 (estructura rígida)

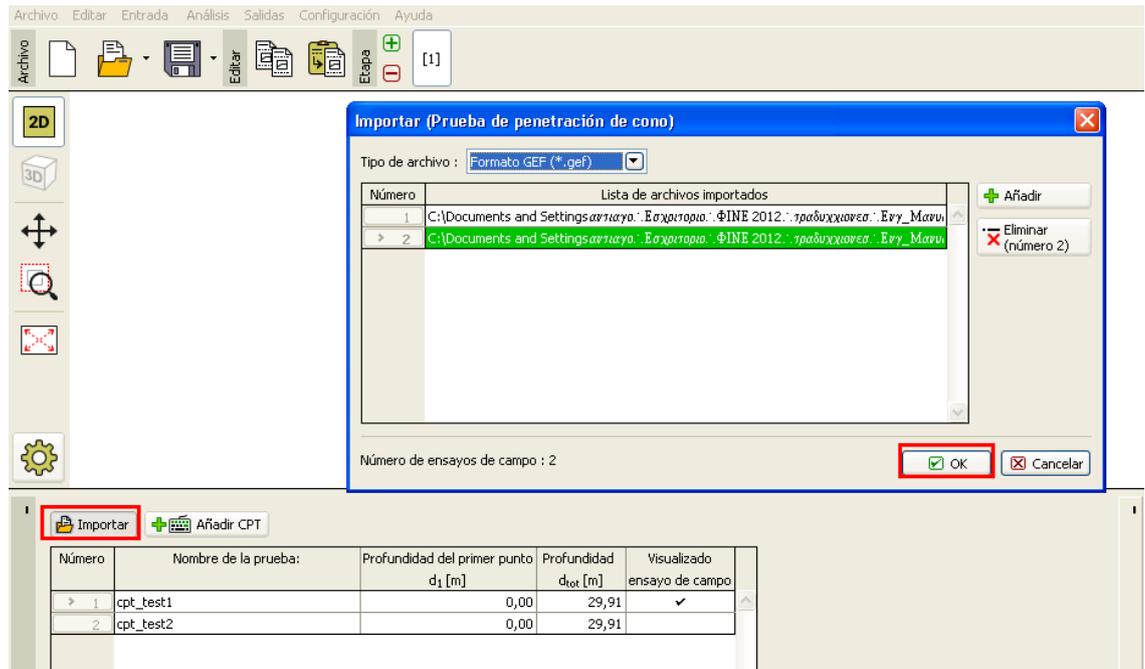
Cuadro „Configuración”

En el primer análisis se evaluará un pilote simple, por lo tanto, no vamos a especificar la reducción de los coeficientes de correlación ξ_3, ξ_4 . No vamos a tener en consideración la influencia del rozamiento negativo. En este cuadro, también es posible especificar el factor parcial del modelo incierto, que se utiliza para reducir la capacidad portante total calculada del pilote - dejaremos el valor estándar de 1,0.

En el primer cuadro, vamos a seleccionar la casilla de verificación “Llevar a cabo la clasificación del suelo”. Esto asegura que todos los parámetros de suelo son asignados automáticamente en toda la tarea según las pruebas CTP.

*Nota: Los coeficientes de correlación ξ_3, ξ_4 , incluso la capacidad portante total del pilote, dependen del número de pruebas CPT completados. Cuando tenemos más pruebas CPT terminados disponibles, la magnitud de los coeficientes de correlación es menor. Para dos ensayo completos de penetración estática los valores son , $\xi_3 = 1.35$ y $\xi_4 = 1.27$ según la **Tabla A.10 - [Coeficientes de correlación para derivar valores característicos de las capacidades del pilote a partir de pruebas en suelo](#)** presentados en la norma EN 1997-1 (Parte A.3.3.3).*

En el cuadro “Importar CPT” importamos los ensayos completas dentro del programa.

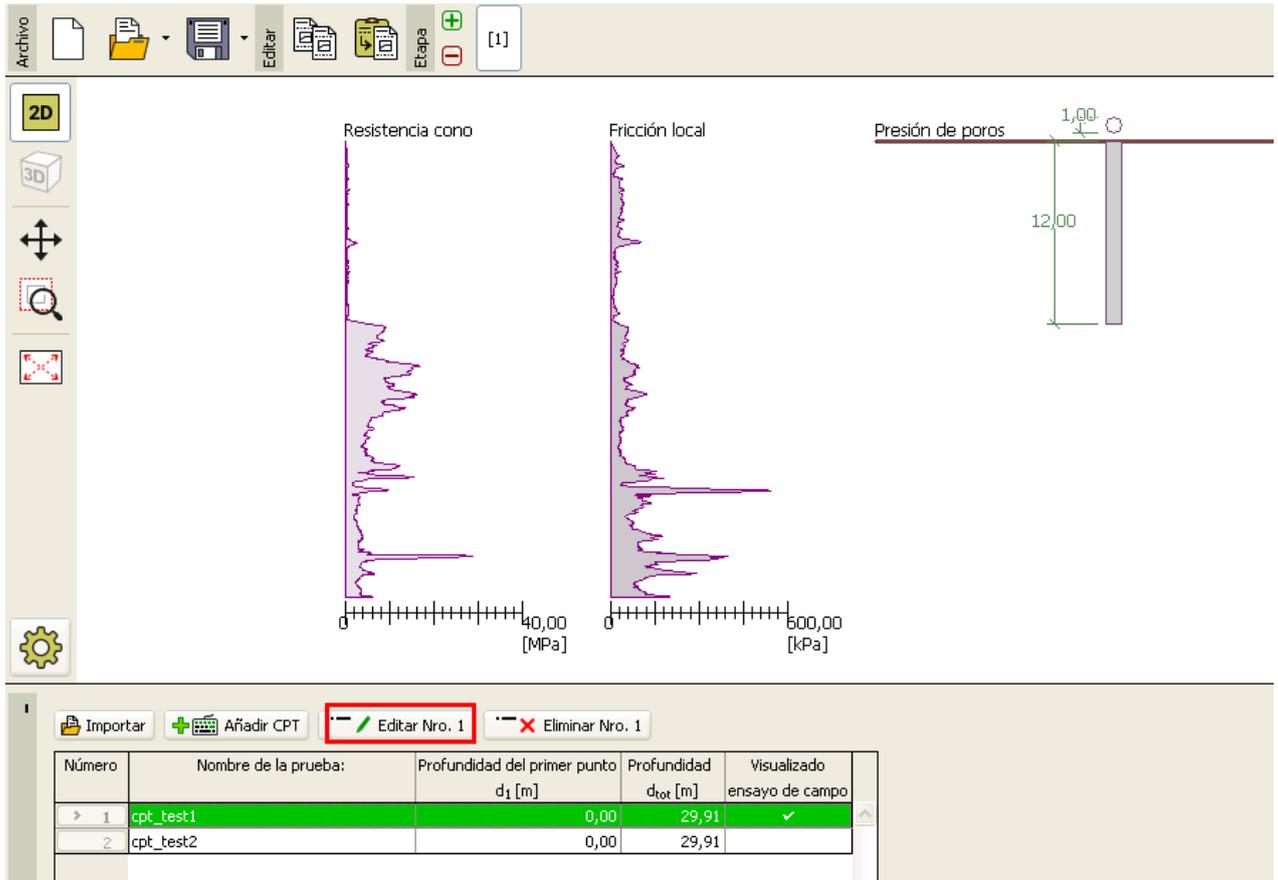


Cuadro "CPT"

Nota: Los ensayos CPT pueden ser importadas por diferentes formatos, como por ejemplo nosotros utilizamos pruebas en formato Holandés GEF. Para más información utilice la ayuda del programa presionando F1 o de forma [online](#).

Nota: Es posible ingresar los ensayos CPT de forma manual utilizando el botón "Añadir CPT". Siendo que por lo general se trata de una gran cantidad de puntos a ingresar se utiliza con mayor frecuencia la opción de importación.

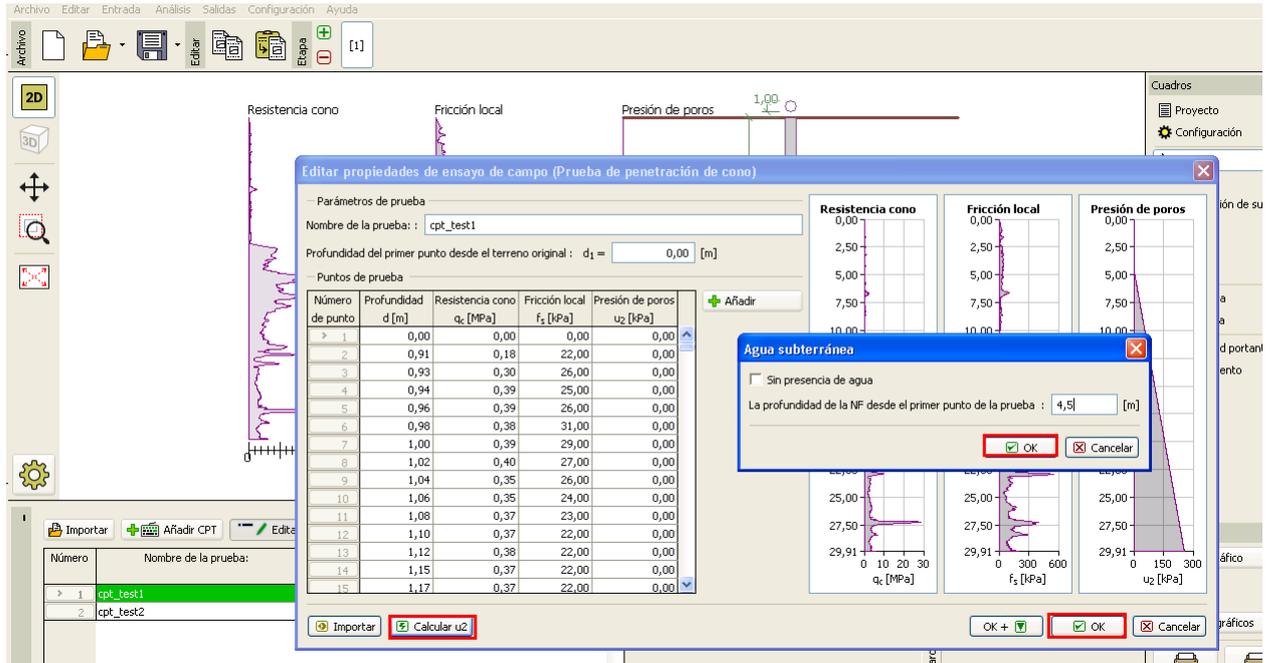
Utilizando el botón "OK", los ensayos y los gráficos se muestran en el escritorio.



Cuadro “CPT” – ensayos importados

Nota: En pocas palabras, los ensayos CPT se pueden dividir en dos tipos. Las pruebas estándar de CPT que miden la resistencia del cono (q_c) y la fricción de la piel (f_s). El segundo tipo es una prueba más detallada llamada CPT_u, que también mide la presión de poro. La prueba CPT_u tiene un costo más elevado y técnicamente es más exigente. Sin embargo, el conocimiento de la presión de los poros (u) es necesario para clasificar los suelos correctamente basado en la prueba de CPT. Si conocemos la napa freática, podemos dejar que el programa calcule la presión de poro automáticamente. Esto se explica más arriba.

Presionando el botón “Editar” aparece el cuadro de diálogo con los resultados de los detalles de la prueba seleccionada.

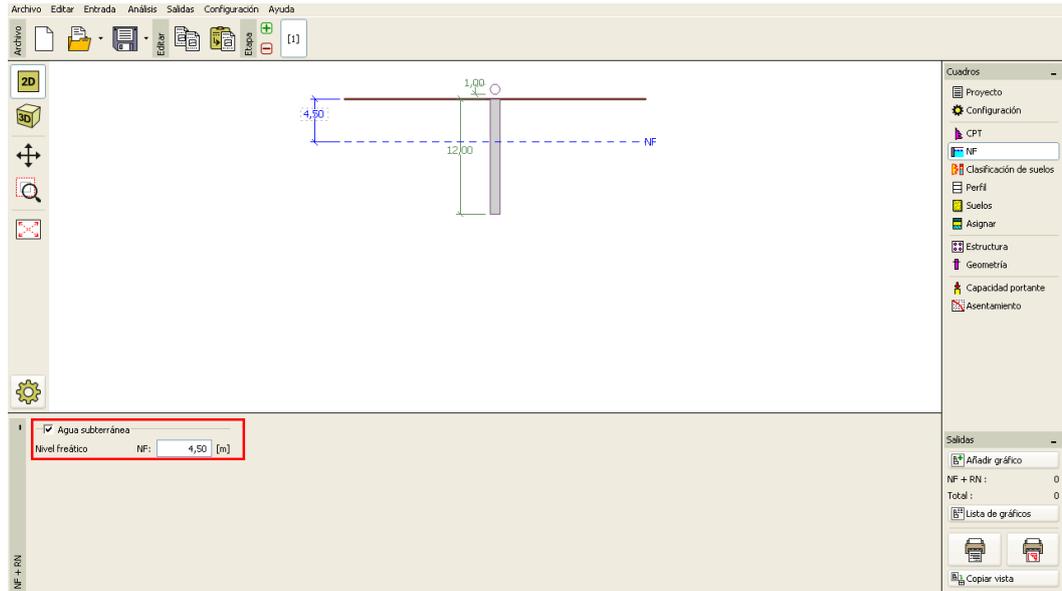


Cuadro "CPT" – cálculo de presión de poros

En esta ventana de diálogo, presionamos el botón "Calcular u2" e ingresamos el supuesto nivel freático.

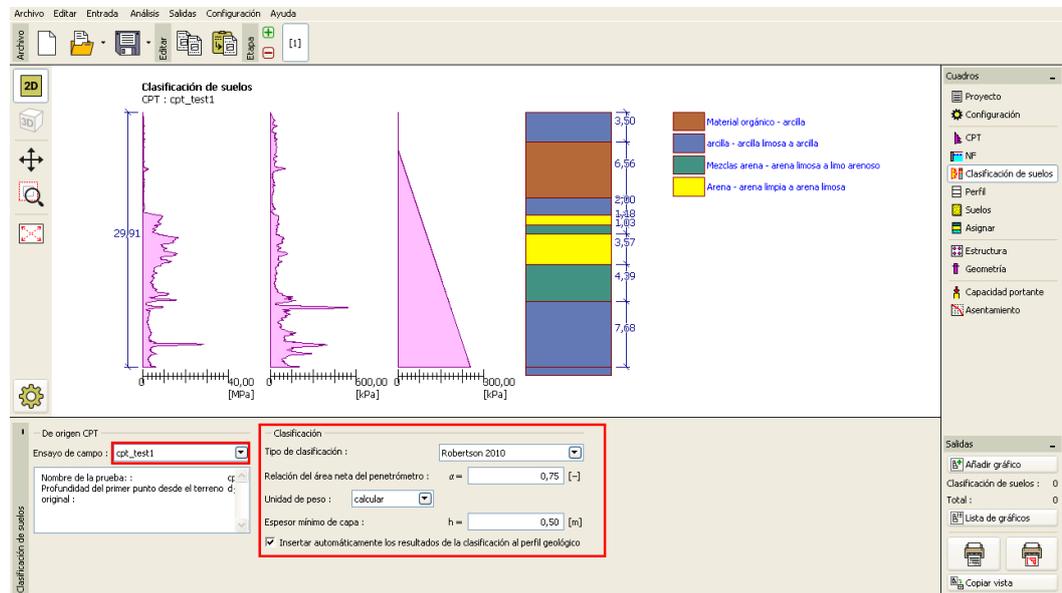
De esta manera realizamos el cálculo de la presión de poro para ambas pruebas.

También es necesario ingresar en el nivel freático en el cuadro "NF".



Cuadro "NF"

Ahora, vamos al cuadro "Clasificación de suelos"



Cuadro "Clasificación de suelos"

Seleccionamos la clasificación según Robertson (2010). La relación de área neta del penetrómetro tiene un valor estándar de 0,75 y el peso unitario se calcula utilizando los ensayos CPT. Para obtener más

información, consulte la ayuda del programa presionando F1 o a través de la ayuda [en línea](#).

Se establece el espesor mínimo de una capa en 0,5 m para obtener una imagen más clara del perfil geológico.

Nota: la clasificación de suelos siempre se realiza para una prueba CPT – Es necesario especificar lo en el cuadro "Origen CPT".

Los cuadros "Peril", "Suelos", "Asignación de suelos" pueden ignorarse, todo se completará de forma automática basándose en los valores de los ensayos CPT.

En el cuadro "Estructura" vamos a seleccionar la opción de "pilote único". A continuación, vamos a ingresar en la magnitud máxima de carga vertical que actúa sobre el pilote. La carga de diseño se utiliza para el análisis capacidad portante del pilote y la carga de servicio para el análisis de asentamiento del pilote.

Tipo de construcción:	<input type="text" value="pilote único"/>
Diseño de carga : F_{s_d} =	<input type="text" value="700,00"/> [kN]
Servicio de carga : F_s =	<input type="text" value="300,00"/> [kN]

Cuadro "Estructura"

En el cuadro "Geometría" vamos a ingresar el material del pilote y sección transversal, y a especificar las dimensiones básicas, es decir, el diámetro del pilote y la longitud en el terreno. A continuación vamos a definir la tecnología del pilote de ejecución. En este caso particular, tenemos pilotes perforados, con el pozo de sondeo sin entubar o estabilizado con lodo de perforación.

El coeficiente de capacidad portante de la base del pilote α_p , se calcula automáticamente.

Sección transversal del pilote:	circular	Material del pilote:	hormigón
Tipo de pilote:	pilote perforado (lodo de perforación, pozo sin entubar)		
Coef. de la cap. port. de la base del pilote α_p :	calcular		
Geometría		Pilote circular	
Longitud del pilote en el terreno: l =	12,00 [m]	Diámetro del Pilote: d =	1,00 [m]
Altura del pilote fuera del terreno v =	0,00 [m]		
Finalizar terreno: h =	0,00 [m]		

Cuadro "Geometría"

Ahora vamos a verificar un pilote simple utilizando el cuadro "Capacidad portante", en el que vamos a comprobar los resultados del cálculo.

Verificación de la capacidad portante vertical - resultado
 Análisis llevado a cabo para todas las pruebas.

Mínima resistencia del pilote en compresión	$R_{c,min}$	= 1359,29 kN
Coefficiente	β_4	= 1,27
Resistencia principal del pilote en compresión	$R_{c,mean}$	= 1548,98 kN
Coefficiente	β_3	= 1,35
Características de capacidad portante del pilote.	R_c	= 1070,31 kN

Cuadro „Capacidad portante“

Al hacer clic en el botón "En detalle" tendremos además los resultados intermedios para el análisis de

la capacidad portante vertical del pilote.

Verificación de la capacidad portante del pilote vertical - resultados intermedios

Diámetro del pilote	$d_{eq} = 1,00$ m
Diámetro del pilote en la base	$d_{s,eq} = 1,00$ m
Área del pilote en la base	$A_b = 0,79$ m ²
Coef. de reduc. de la capacidad portante del bulbo del pilote	$\alpha_p = 0,50$
Coef. de influencia de la forma del pilote	$s = 1,00$
Coef. de influencia del bulbo ampliado del pilote	$\beta = 1,00$

Verificación de la capacidad portante vertical - resultado

Análisis llevado a cabo para todas las pruebas.

Mínima resistencia del pilote en compresión	$R_{c,min} = 1359,29$ kN
Coefficiente	$\xi_4 = 1,27$
Resistencia principal del pilote en compresión	$R_{c,mean} = 1548,98$ kN
Coefficiente	$\xi_3 = 1,35$
Características de capacidad portante del pilote.	$R_c = 1070,31$ kN

Diseño de capacidad portante del pilote	$R_{cd} = 1070,31$ kN
Diseño de carga	$F_{s,d} = 700,00$ kN

$$R_{cd} = 1070,31 \text{ kN} > F_{s,d} = 700,00 \text{ kN}$$

Verificación de la capacidad portante del pilote **ES ACEPTABLE**

Cuadro Verificación (detallada) - „Capacidad portante Vertical”

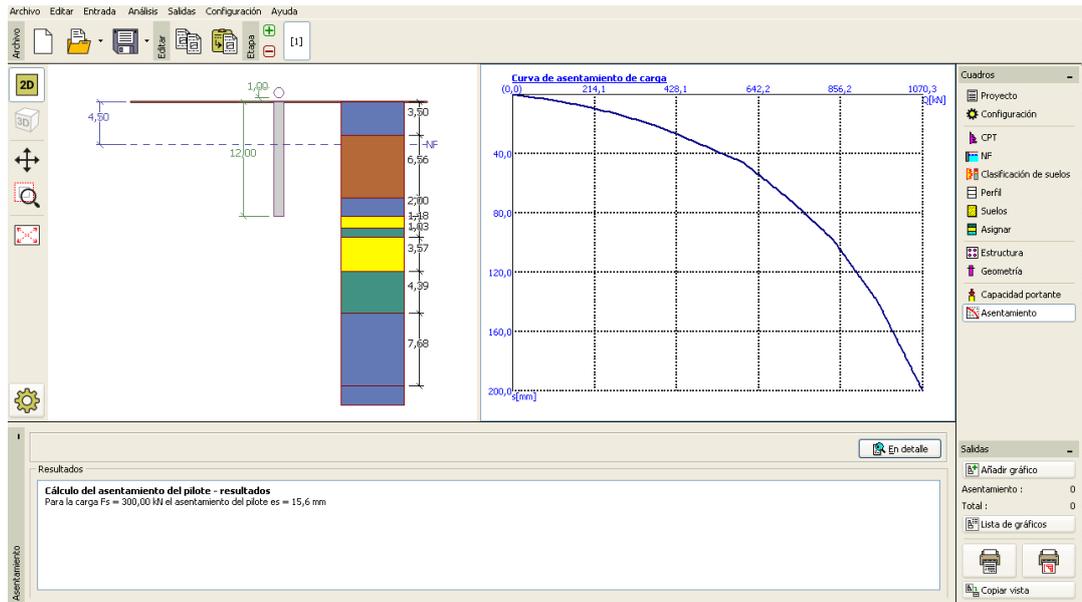
Nota: El análisis e la capacidad portante puede llevarse a cabo una prueba CPT específica o para todas.

La capacidad portante vertical de un pilote $R_{c,d}$, consiste en la suma de rozamiento y la resistencia en la base del pilote (para más información, visite la Ayuda - F1). Para cumplir con la condición de fiabilidad, su valor debe ser mayor que la magnitud de la carga de diseño $F_{s,d}$.

- EN 1997-2: $R_{c,d} = 1070,31 \text{ kN} > F_{s,d} = 700,0 \text{ kN}$

SATISFACTORIO.

Posteriormente en el cuadro "Asentamiento", se muestra la curva de carga máxima del pilote y los resultados del asentamiento se muestra en pantalla. Asentamiento total del pilote $w_{1,d} = 15,6 \text{ mm}$ para la carga de servicio $F_s = 300 \text{ kN}$.



Cuadro "Asentamiento" – Curva de carga definitiva (diagrama de trabajo) para un pilote

Los resultados detallados están disponibles presionando el botón "En detalle"

Cálculo del asentamiento:

Servicio de carga	F_s	=	300,00 kN
Capacidad portante superficial	R_s	=	119,11 kN
Capacidad portante en el bulbo	R_b	=	180,89 kN
Asentamiento del bulbo del pilote	w_{base}	=	15,4 mm
Deformación elástica del pilote	$w_{el,d}$	=	0,2 mm
Asentamiento total	$w_{1,d}$	=	15,6 mm

Cálculo del asentamiento del pilote - resultados

Para la carga $F_s = 300,00$ kN el asentamiento del pilote es = 15,6 mm

Cuadro "En Detalle"

Grupo de pilote

Ahora vamos a llevar a cabo la evaluación de un grupo de pilotes con una malla rígida. En el cuadro de "Configuración" vamos a elegir la opción de "Coeficiente de reducción ξ_3, ξ_4 (estructura rígida)".

Tomar en cuenta el rozamiento negativo
 Llevar a cabo la clasificación de suelos

Factor principal en modelo incierto : $\gamma_{cal} =$ [-]

Factores parciales ξ_3, ξ_4 :

Coef de reducción. ξ_3, ξ_4 (estructura rígida)

Cuadro „Configuración”

Luego en el cuadro "Estructura", vamos a definir los parámetros necesarios para el análisis de grupo de pilotes. Nosotros consideramos el pilote de cimentación (tapa de pilote con pilotes) como una **estructura rígida**, donde se supone que **todos los pilotes se asientan de igual forma**. Además vamos a establecer el número de pilotes como $n = 4$

Tipo de construcción:

Rigidez de construcción :

Entrada del grupo de pilotes

Número de pilotes :

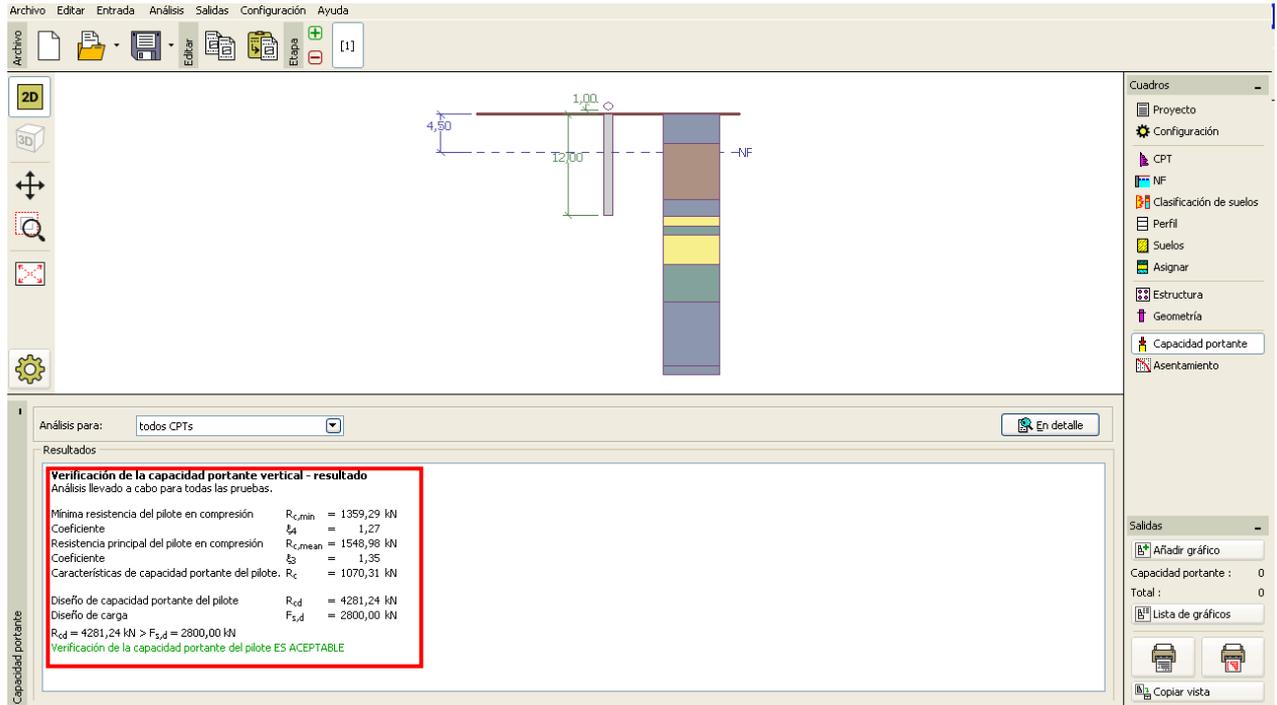
Diseño de carga : $F_{s,d} =$ [kN]

Servicio de carga : $F_s =$ [kN]

Cuadro „Estructura”

Los otros cuadros se mantienen sin cambios.

Ahora volvamos al cuadro "Capacidad portante", donde se muestran los resultados de la evaluación.



Cuadro "Capacidad portante" – Capacidad portante Vertical

– EN 1997-2: $R_{c,d} = 4709.37 \text{ kN} > F_{s,d} = 2800.0 \text{ kN}$

SATISFACTORIO

Conclusión:

La capacidad portante vertical del pilote y del grupo de pilotes evaluados es satisfactoria. La principal ventaja de las pruebas de análisis basado en ensayos CPT es su velocidad y simplicidad. Este procedimiento se describe con precisión en la norma *EN 1997-2: Diseño Geotécnico - Parte 2: Estudio del suelo y pruebas* y la definición de parámetros relacionados con la fuerza no es necesaria.