

Análisis de deformación y dimensionado de un grupo de pilotes

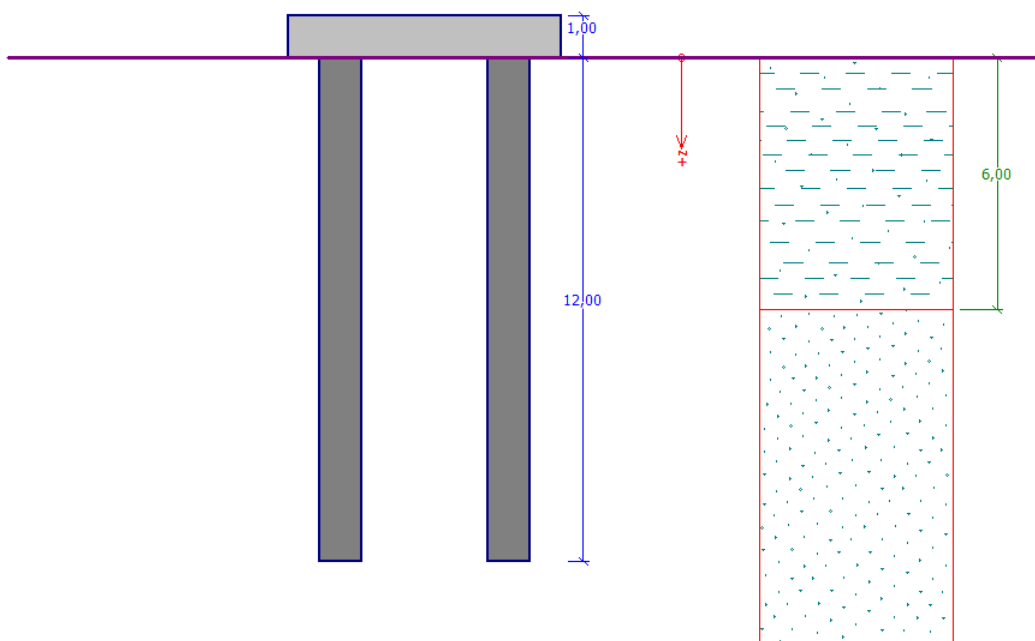
Programa: Grupo de pilotes

Archivo: Demo_manual_18.gsp

El objetivo de este capítulo es explicar el uso del programa Grupo de Pilotes de GEO 5 para el análisis de rotación angular y desplazamiento de la tapa del pilote rígida, a la determinación de las fuerzas internas a lo largo de la longitud del pilote simple y para dimensionamiento de la sección transversal del pilote.

Especificación del problema:

Las especificaciones generales del problema se describen en el capítulo 12 (*Pilotes de cimentación - Introducción*). Todos los análisis de capacidad portante vertical de un grupo de pilotes se llevarán a cabo en relación con el problema anterior 17. *Análisis de la capacidad portante vertical y asentamiento de un grupo de pilotes*. La resultante de la carga total de compresión N, M_y, H_x, H actúa en la base superior de la tapa del pilote, justo en el centro. El dimensionamiento del grupo de pilotes se llevará a cabo con la norma EN 1992-1-1 (CE 2), utilizando valores estándar de los coeficientes parciales.



Esquema Especificación del problema – Grupo de pilotes

Solución:

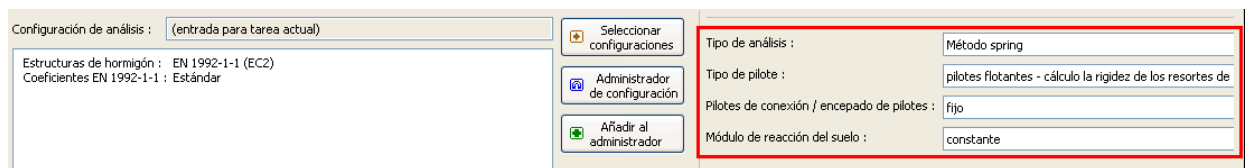
Para resolver este problema usaremos el Programa de GEO5 - Grupo de pilotes. Para la simplificación del problema y la aceleración de la configuración de los parámetros generales problema usaremos todos los datos de entrada del problema 17. *Análisis de la capacidad portante vertical del grupo de pilotes* (por medio de la importación de datos). Vamos a analizar el grupo de pilotes según el Método Spring, que modela pilotes individuales como vigas sobre una cama elástica. Cada pilote está dividido internamente en diez secciones, para el cual se calculan los valores spring horizontales y verticales. La losa de base (tapa del pilote) se considera que es infinitamente rígida. La solución en sí misma se lleva a cabo utilizando la variante de la deformación del Método de los Elementos Finitos.

Especificación del procedimiento:

Vamos a cambiar el tipo de análisis en el cuadro de "Configuración" a la opción "Método Spring". Tendremos en cuenta que la conexión de los pilotes a la losa base de ser **rígida**, es decir, **fija**. Se supone para esta condición límite que el momento de flexión será transferido a las cabezas del pilote.

Para pilotes soportados en la base vamos a seleccionar la opción "pilotes flotantes – cálculo de la rigidez del resorte para parámetros de suelo".

Nota: El programa ofrece varias opciones para condiciones límites posibles para pilotes soportados en dirección vertical. Para pilotes extremos, o pilotes introducidos en la roca, no se especifica la rigidez vertical de los resortes - la base del pilote se modela como una articulación o una junta deslizante. Para pilotes flotantes, es necesario definir los tamaños de los resortes verticales, tanto en la piel como en la base del pilote. El programa especifica el tamaño posible de los resortes, pero es razonable seleccionar la opción de "calcular el tamaño de los resortes". En este caso, el programa calcula los resortes según las propiedades de deformación de los suelos para el conjunto de carga típica (para más información, visite la Ayuda - F1).



Configuración de análisis : (entrada para tarea actual)	<input type="button" value="Seleccionar configuraciones"/> <input type="button" value="Administrador de configuración"/> <input type="button" value="Añadir al administrador"/>	Tipo de análisis : Método spring Tipo de pilote : pilotes flotantes - cálculo la rigidez de los resortes de Pilotes de conexión / encepado de pilotes : fijo Módulo de reacción del suelo : constante
---	---	--

Cuadro „Configuración de análisis”– Método Spring

El módulo horizontal de reacción subsuelo caracteriza el comportamiento del pilote en dirección lateral. Para este análisis consideraremos que el módulo (ambos inclusive de los parámetros que afectan a su magnitud) es idéntico al utilizado en la solución de pilote simple (véase el Capítulo 16. *Análisis de la capacidad portante horizontal de un pilote simple*). En la parte inicial de este capítulo vamos a llevar a cabo el análisis utilizando el módulo constante de reacción del subsuelo y, en la

segunda parte, vamos a comparar las diferencias entre los resultados cuando se utilizan otros métodos (lineal - según Bowles, según el CSN 73 1004 y según Vesic).

En el cuadro "Material" vamos a especificar las características de pilotes simples en el grupo, es decir, la unidad de peso de la estructura, el tipo de hormigón utilizado y refuerzo de hormigón longitudinal para el dimensionamiento del eje del pilote.

Cuadro „Material“

Luego definimos la carga. La carga de diseño se aplica al dimensionamiento de los pilotes simples en el grupo y a la determinación de las curvas de las fuerzas internas, la carga de servicio, se utiliza para el cálculo de deformaciones.

Cuadro „Editar carga“– Diseño de estado último

Cuadro „Editar carga“ – Diseño de estado de servicio

En el cuadro "Resortes vertical" seleccionamos la llamada carga típica, que se utiliza para el cálculo de la rigidez de los resortes verticales. En nuestro caso vamos a elegir la "carga nº2 - Servicio" opción.

„Resorte vertical“ – Carga típica

Nota: En el caso de la opción Carga Típica, el servicio de carga (característica) se debe aplicar, ya que caracteriza mejor el comportamiento de la estructura (para más detalles visite la Ayuda - F1). El procedimiento para el cálculo de los resortes verticales es la siguiente:

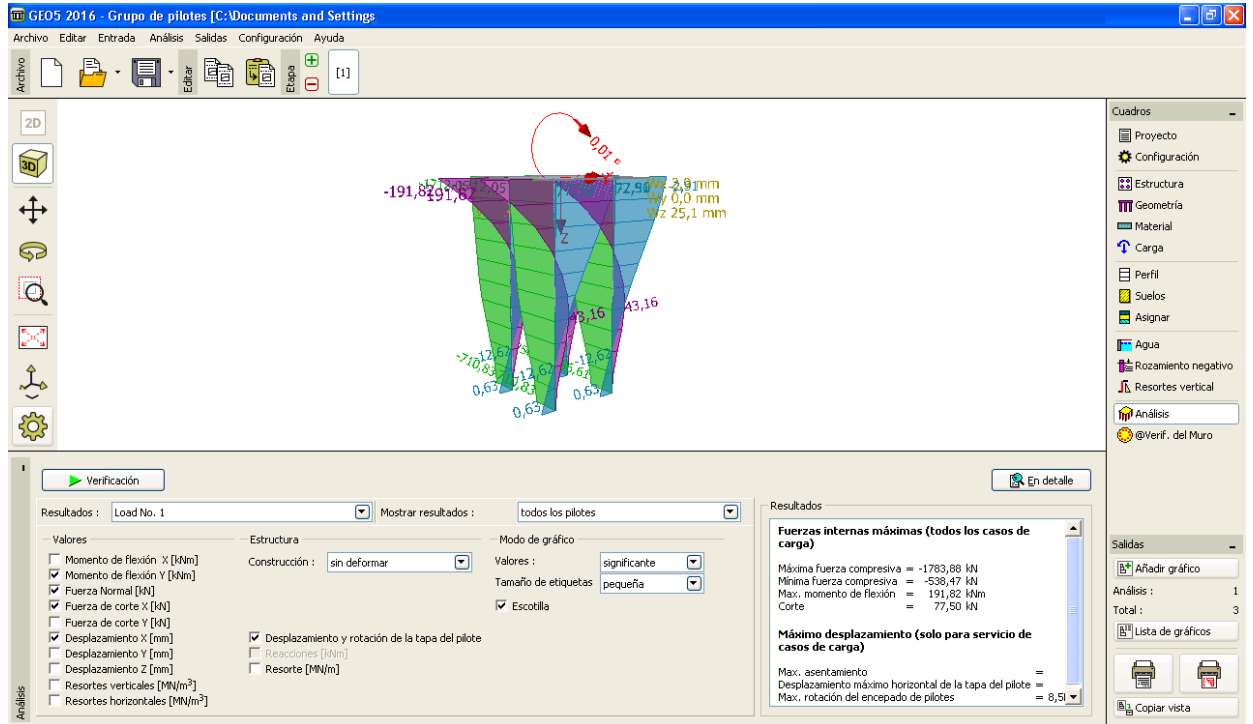
a) La carga calculada se distribuye entre pilotes simples.

b) El tamaño de los resortes verticales en la piel del pilote y en la base se determina para pilotes individuales, en función de los parámetros de carga y el suelo.

El efecto de la carga en el cálculo de la rigidez es significativo - por ejemplo, la rigidez del resorte en la base es siempre cero para un pilote tensado. Por esa razón, puede ser ventajoso en algunos casos realizar el cálculo varias veces para varias cargas típicas.

Análisis: Método de Spring

En el cuadro "Análisis" realizamos la evaluación del grupo de pilotes para los ajustes iniciales (el módulo **constante** de reacción horizontal del subsuelo) y mostrará los resultados con las curvas de fuerza interna.



Cuadro „Análisis “– Método Spring (módulo de constantes de reacción del subsuelo)

Nota: La rigidez de los pilotes en el grupo se modifica automáticamente según su ubicación. Los pilotes en el borde y en el interior del grupo tienen los tamaños de la rigidez horizontal y la rigidez de corte de resortes reducidos en comparación con un pilote simple. Los resortes en la base del pilote no se reducen (para más información, visite la Ayuda - F1).

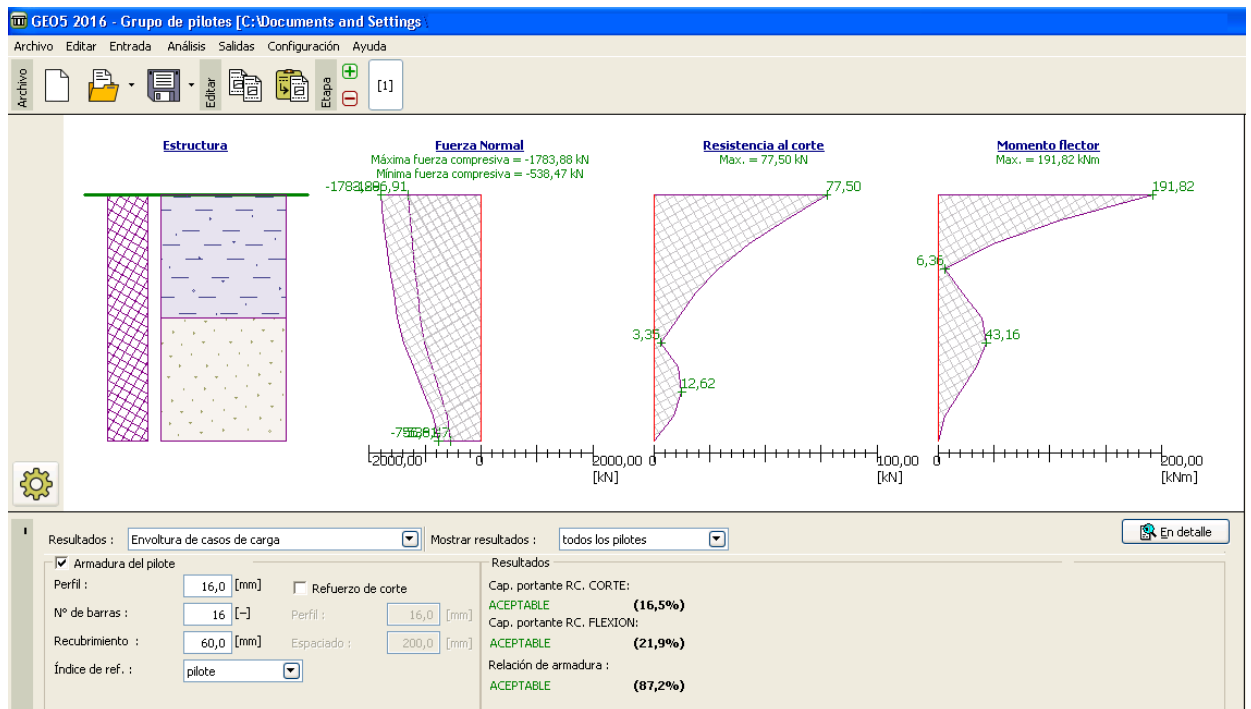
Los resultados del análisis para los ajustes iniciales (para una máxima deformación) son los siguientes:

- Asentamiento máximo: 19.2 mm
- Max. desplazamiento horizontal en la tapa del pilote: 2.3 mm
- Max. rotación en la tapa del pilote $8.5 \cdot 10^{-3} \text{ °}$

Dimensionamiento:

Luego nos dirigiremos hacia el cuadro "Dimensionamiento" y, al igual que el capítulo 16. *Análisis de la capacidad portante horizontal de un pilote simple*, vamos a proponer y evaluar el principal refuerzo estructural de los pilotes. Vamos a considerar la relación de armadura idéntica para todos los pilotes en el grupo - **16 pcs Ø 16 mm** y el recubrimiento mínimo del hormigón de **60 mm**, según el grado de exposición XC1.

La relación de armadura para un grupo de pilotes generalmente cargado, en este caso se considera según CSN EN 1536:1999 (idéntico al del *capítulo 17*). En el programa esta opción se configura como "pilote" (para más información, visite la Ayuda - F1).



Cuadro „Dimensionamiento“– Resultados de todas los pilotes en el grupo para los recubrimientos de casos de carga

Se observa la utilización de la sección transversal de todos los pilotes del grupo en términos de flexión y el estado de la relación de refuerzo mínimo del recubrimiento total de los casos de carga:

- RC capacidad portante del pilote (flexión): 21,9 % **ACEPTABLE**
- RC Capacidad portante del pilote (corte): 16,5 % **ACEPTABLE**
- Relación de armadura: 87.2 % **ACEPTABLE**

$$\rho = 0.410 > \rho_{\min} = 0.357 \%$$

Resultado del análisis

El procedimiento en el programa para otros análisis es análogo con el procedimiento aplicado a los problemas anteriores. Siempre cambiamos el método de cálculo del módulo de reacción del subsuelo en el cuadro de "Configuración" y llevamos a cabo la evaluación del grupo de pilotes en la sección "Análisis" y "Dimensionamiento". Registramos los resultados de las tablas de resumen.

Módulo de reacción del subsuelo k_h $[MN/m^3]$	Fuerza de compresión (máxima, mínima) $[kN]$	Máximo momento de flexión $[kNm]$	Máxima fuerza de corte $[kN]$
CONSTANTE	-1783.88	191.82	77.50
	-538.47		
LINEAL (Bowles)	-1800.17	224.41	77.50
	-533.10		
Según CSN 73 1004	-1794.75	213.56	77.50
	-534.91		
Según VESIC	-1805.52	235.11	77.50
	-531.35		

Cuadro de los resultados (fuerzas internas) - Verificación de un grupo de pilotes (método de Spring)

Módulo de reacción del subsuelo k_h $[MN/m^3]$	Máximo asentamiento $[mm]$	Max. Deformación horizontal $[mm]$	Max. Rotación de la tapa del pilote $[^\circ]$	RC capacidad portante del pilote $[\%]$
CONSTANTE	19.2	2.3	$8,5 \cdot 10^{-3}$	21.9
LINEAL (Bowles)	19.5	3.1	$1,4 \cdot 10^{-2}$	23.2
Según CSN 73 1004	19.4	2.9	$1,2 \cdot 10^{-2}$	22.8
Según VESIC	19.6	4.3	$1,5 \cdot 10^{-2}$	23.7

Cuadro de los resultados – desplazamientos y el dimensionamiento de un grupo de pilotes

Conclusión:

Los valores del asentamiento máximo de un grupo de pilotes, los desplazamientos de asentamiento y la rotación de de losa base están dentro de límites permisibles.

Se desprende de los resultados del análisis que los valores observados de fuerzas internas a lo largo de la longitud de los pilotes individuales y las deformaciones máximas en las cabezas de los pilotes del grupo son ligeramente diferentes, pero la influencia del método seleccionado para el cálculo del módulo de reacción del subsuelo k_h es no es tan esencial.

La jaula de refuerzo del pilote propuesta es satisfactoria. La condición principal para la relación de refuerzo de los pilotes también se cumple.