

2015

[INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS PRÁCTICA DP9]

Master en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos

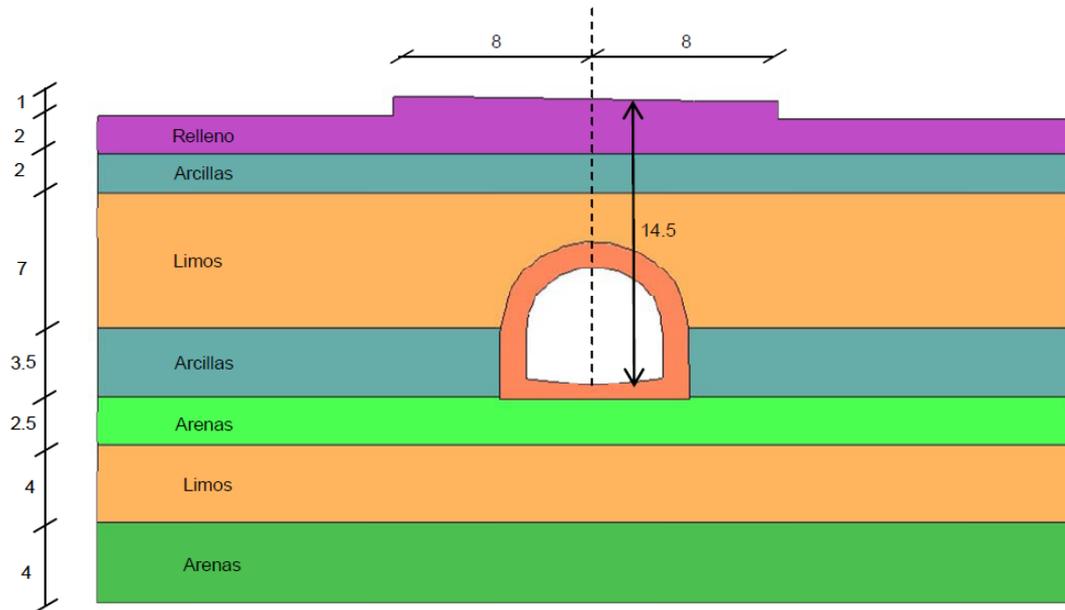
Sergio Sánchez Plumed

47934921-T

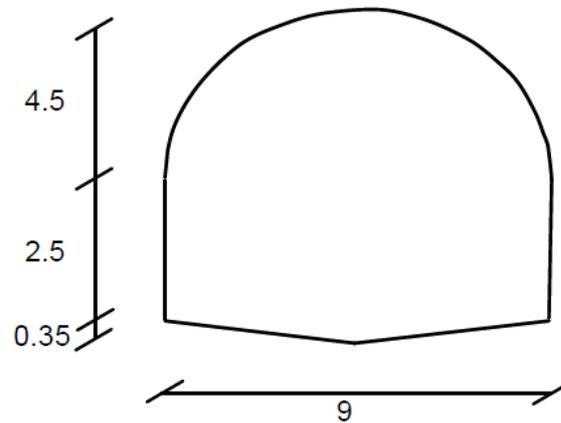
Dimensionar el espesor del refuerzo de hormigón del túnel para limitar los asentamientos en superficie por efecto del túnel a 1 cm.

El espesor de refuerzo debe ser mayor de 8 cm y las tensiones máximas compresión/tracción no deben superar los 30/25 Mpa.

Geometría:



(Todas las cotas en metros)



- Relleno: $E = 5 \cdot 10^3 \text{ kN/m}^2$; $\nu = 0.2$; $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- Arcillas: $E = 5 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2$; $\nu = 0.2$; $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Limos: $E = 4.5 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2$; $\nu = 0.25$; $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$
- Arenas: $E = 4 \cdot 10^4 \text{ kN/m}^2$; $\nu = 0.3$; $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- Hormigón: $E = 2 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$; $\nu = 0.2$; $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

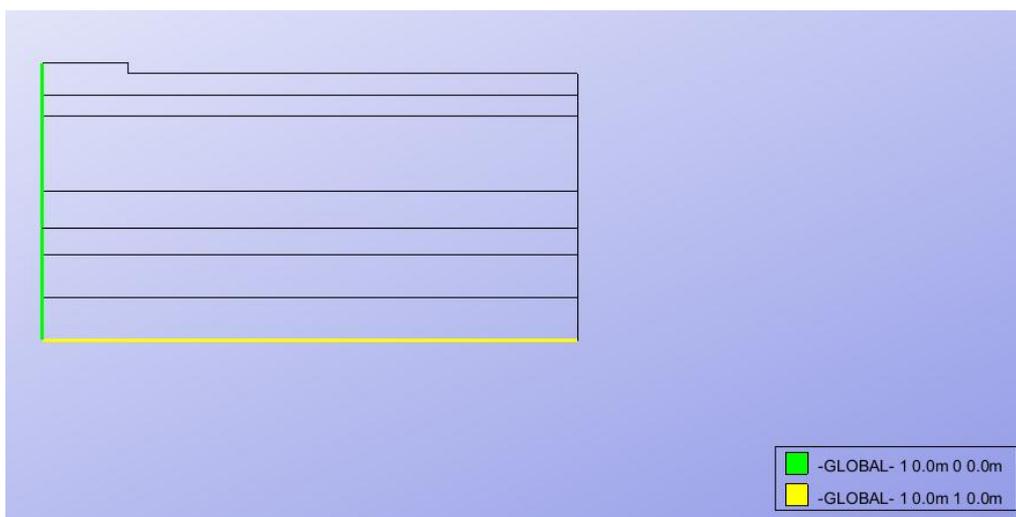
Bien el primer paso es definir qué tipo de problema estamos tratando, al tratarse de problema de un túnel haremos los cálculos con el tipo de problema de deformación plana.

Para que no interfiera en los resultados elegimos una longitud de terreno de 50 m. Primero realizaremos los cálculos sin el túnel, para posteriormente comparar los resultados.

- 1) Definición de la geometría, (para facilitar los cálculos utilizaremos la simetría de la figura).



- 2) Colocación de las restricciones del problema tanto la de simetría como las otras.

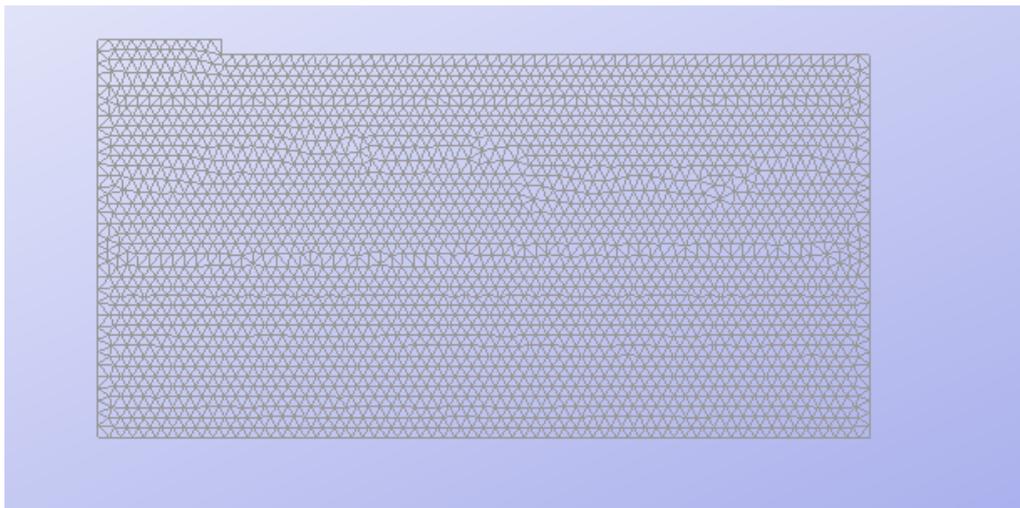


La línea verde restricciones en x, y la línea amarilla restricciones en x e y.

3) Definición de los materiales.



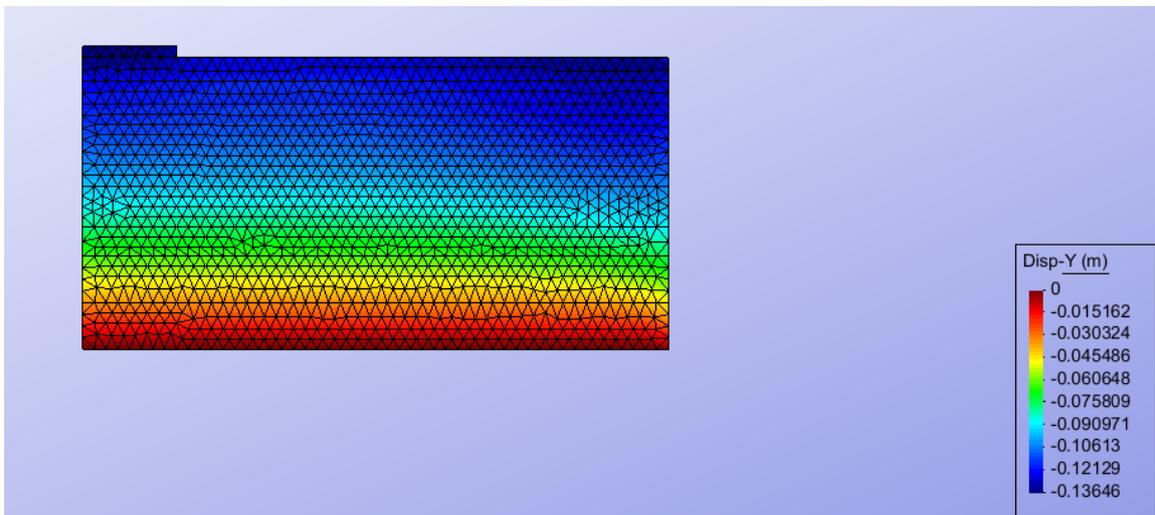
4) Mallar y calcular teniendo en cuenta como cargas únicamente el peso propio del problema.



Hemos elegido una malla triangular por motivos de rendimiento del ordenador y ya que este tipo de mallas nos da unos buenos resultados con el ordenador del que disponemos.

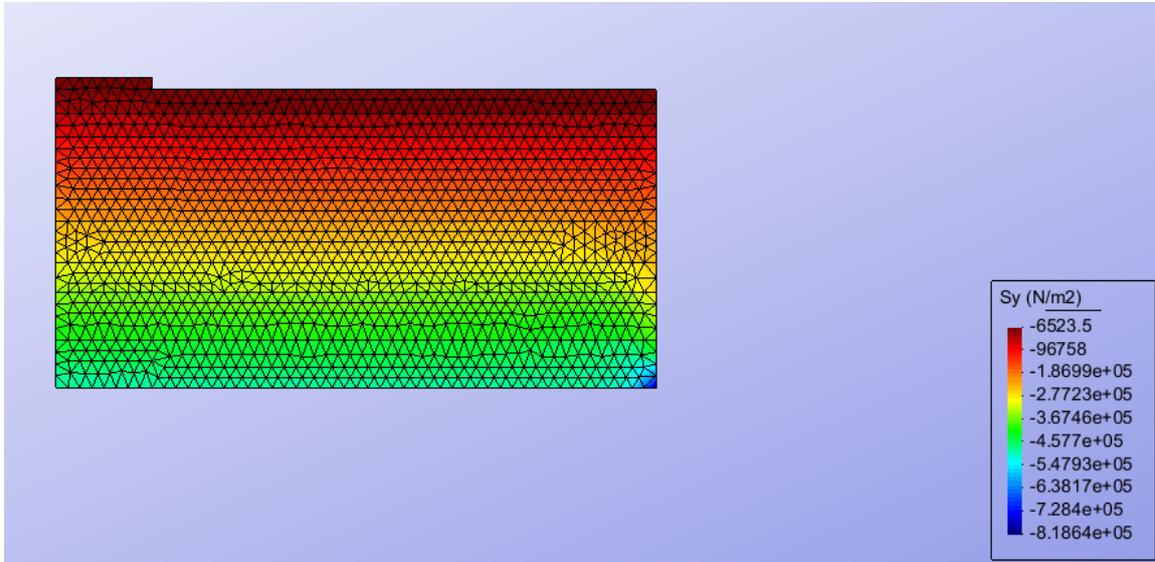
5) Resultados y postproceso.

- Deformaciones verticales



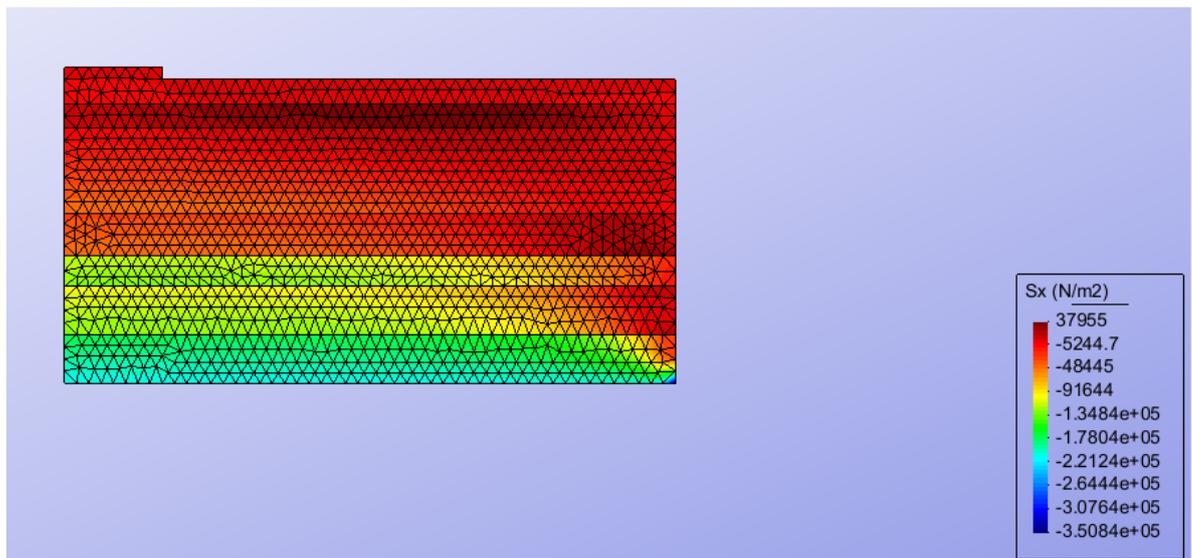
En esta imagen apreciamos donde se producen los mayores asentamientos del problema que en este caso es en la superficie (donde se esperaba) de unos 13 cm.

- Sy



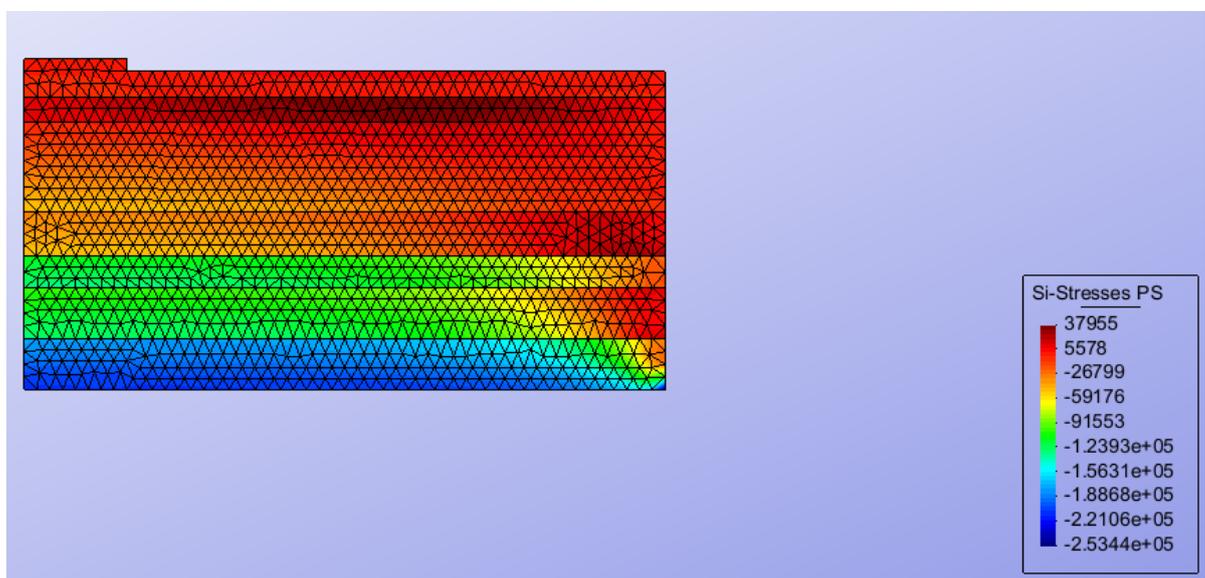
En esta imagen podemos ver donde se producen las mayores compresiones que tal como se esperaba se producen en el estrato inferior aproximadamente de 0,8 MPa.

- Sx

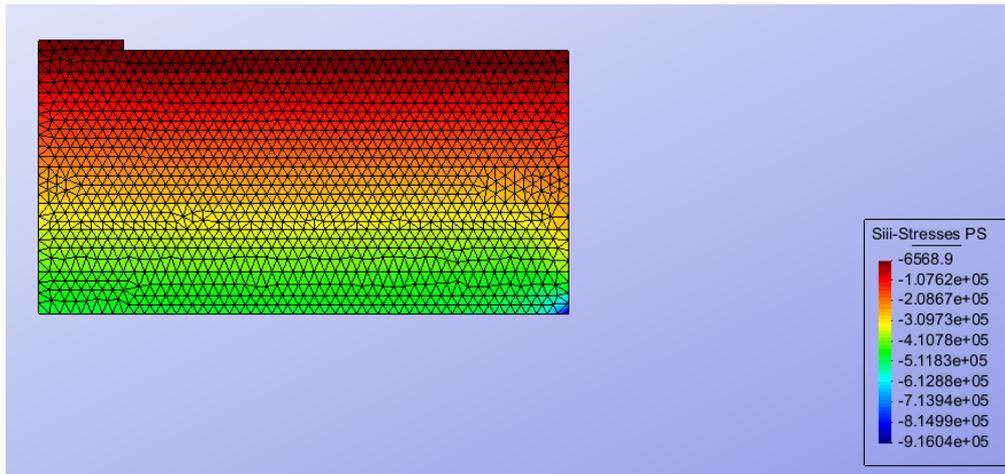


Aquí es donde podemos observar las máximas tracciones que se producen en el estrato superior aproximadamente de 0.04 MPa

- Si Stresses



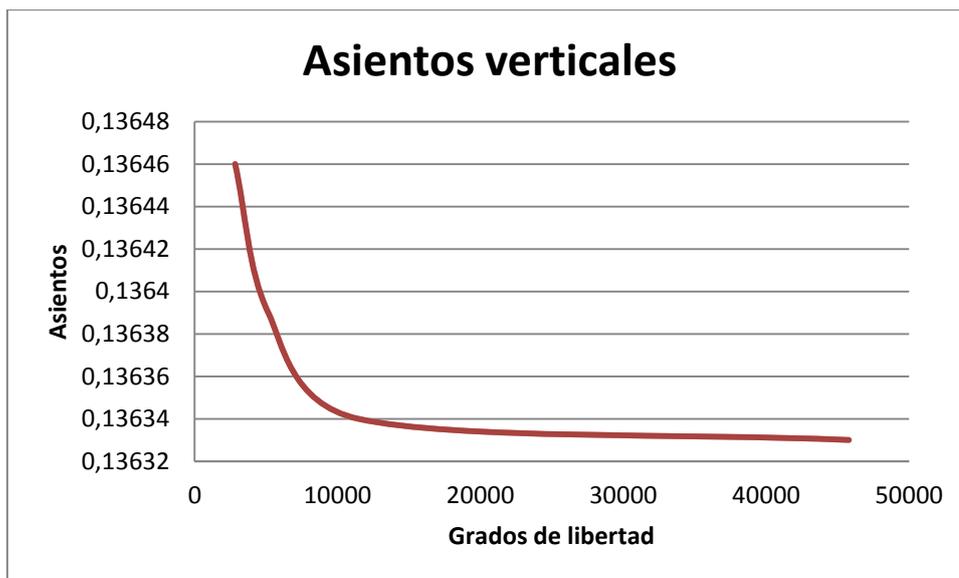
- Siii Stresses



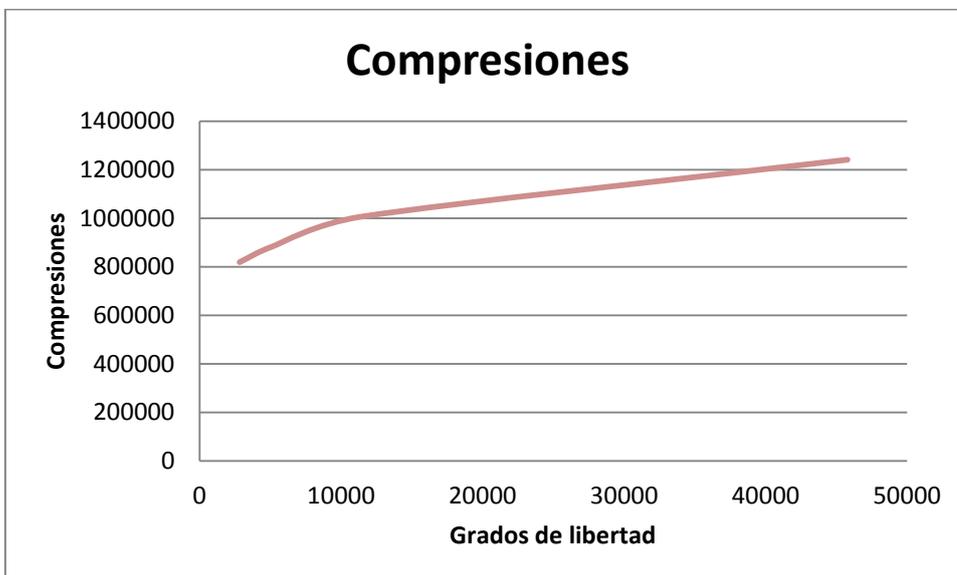
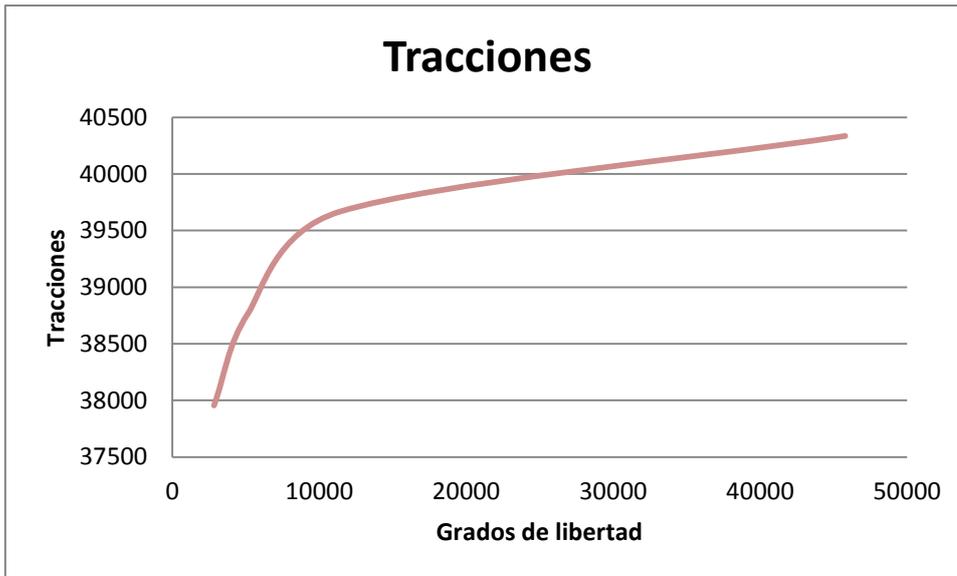
En las dos imágenes posteriores se muestran la tensiones principales más importantes para nuestro problema.

Graficas de convergencia:

Malla	n elementos	n nodos	GL	Sy strees	Sx strees	desplazamientos
1	2674	1414	2828	818640	37955	0,13646
0,75	4942	2573	5146	883200	38768	0,13639
0,5	11142	5724	11448	1006300	39669	0,13634
0,25	45182	22896	45792	1240800	40335	0,13633



Como podemos observar con este tipo de mallado llegamos a la convergencia en 13.63 cm de asentamiento vertical.



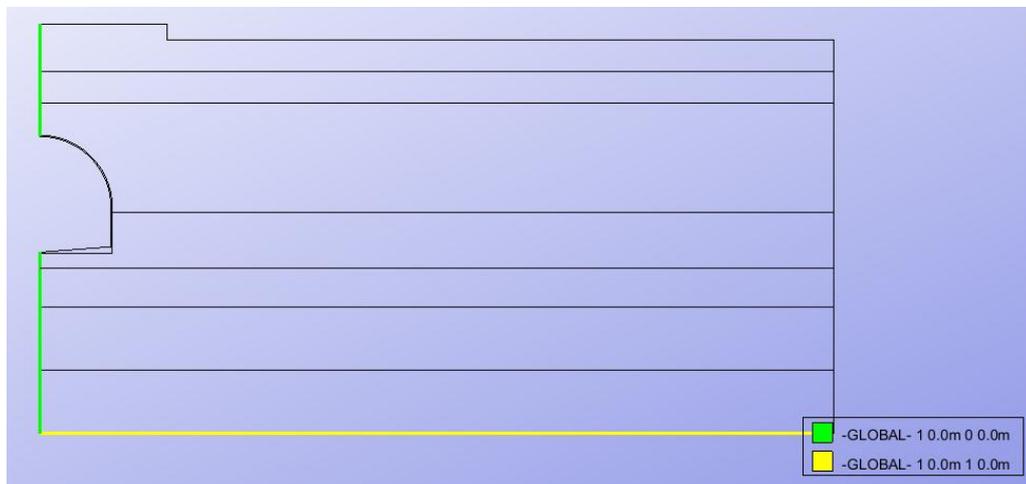
En cuanto a las tracciones y compresiones también tienden a la convergencia con este tipo de malla no obstante con la cantidad de elementos aún podríamos refinar un poco más la malla para llegar a una convergencia mayor no obstante con el ordenador del que disponemos ya ha necesitado más de 2h para realizar estos cálculos por lo tanto no procedemos a seguir mallando.

A continuación procedemos a realizar los cálculos añadiendo el túnel para el cual vamos a proceder con un espeso de 8 cm.

- 1) Definición de la geometría, (para facilitar los cálculos utilizaremos la simetría de la figura).



- 2) Colocación de las restricciones del problema tanto la de simetría como las otras.

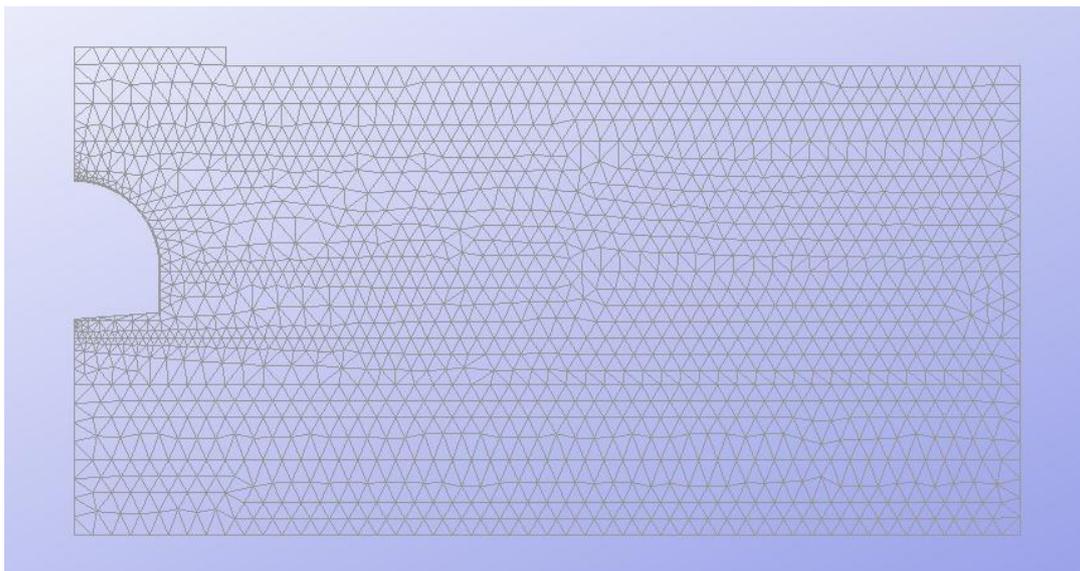


Las mismas que en el apartado anterior.

3) Definición de los materiales.



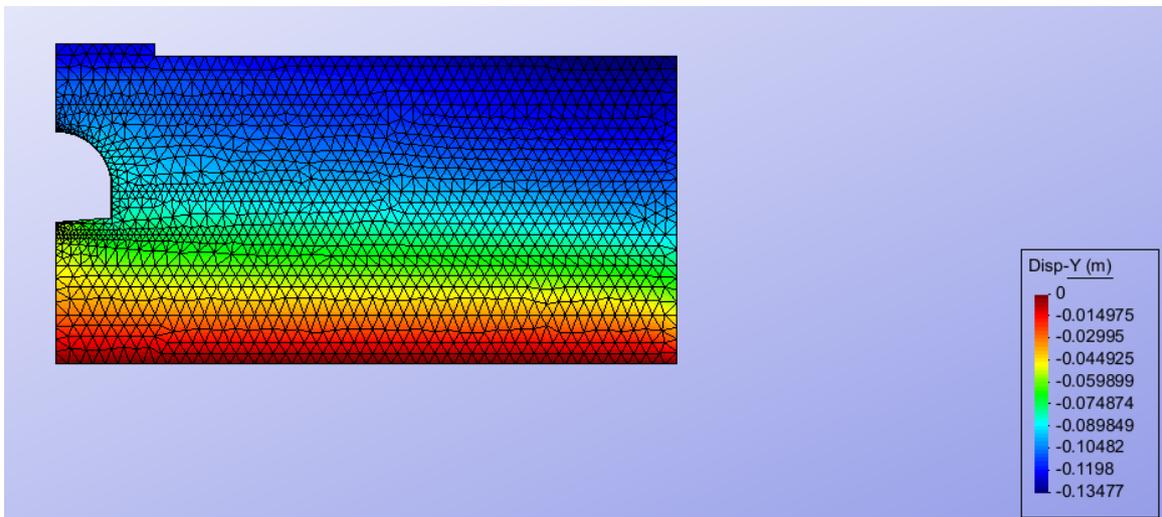
4) Mallar y calcular teniendo en cuenta como cargas únicamente el peso propio del problema.



De cara a refinar la malla vamos a realizar un refinado por zonas centrándonos en la superficie del túnel.

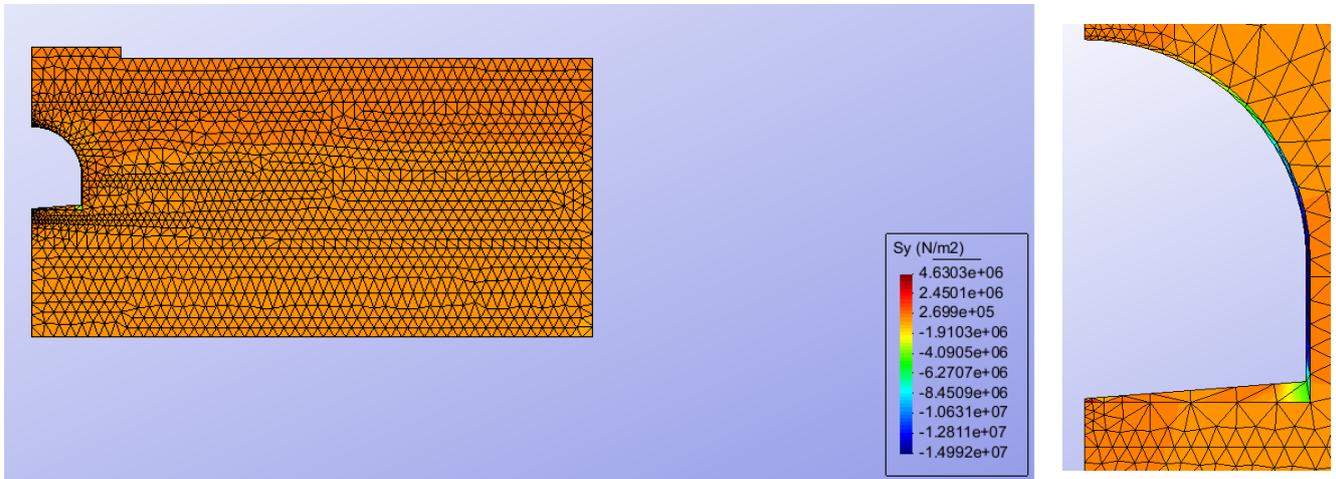
5) Presentación de los resultados

- Deformaciones verticales

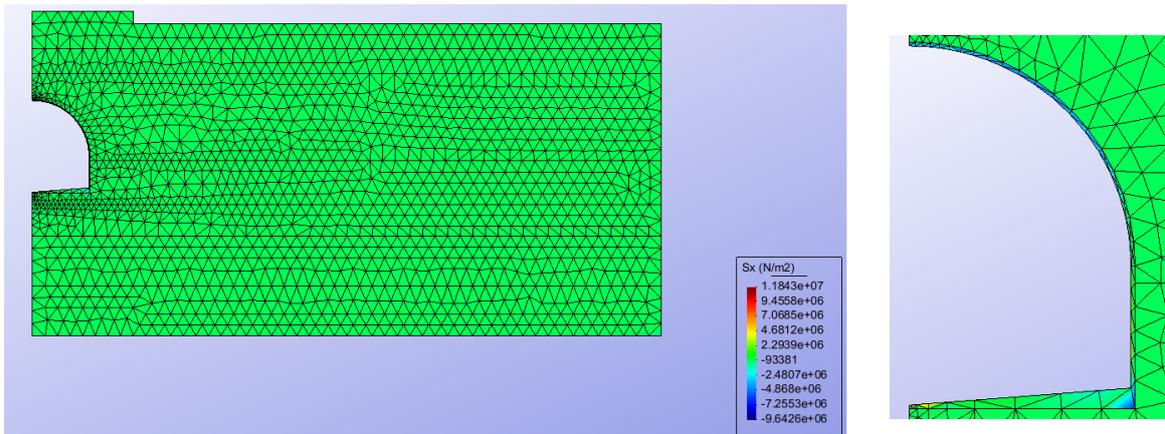


Los máximos asientos como se espera se siguen produciendo en la superficie, del terreno.

- S_y



- Sx



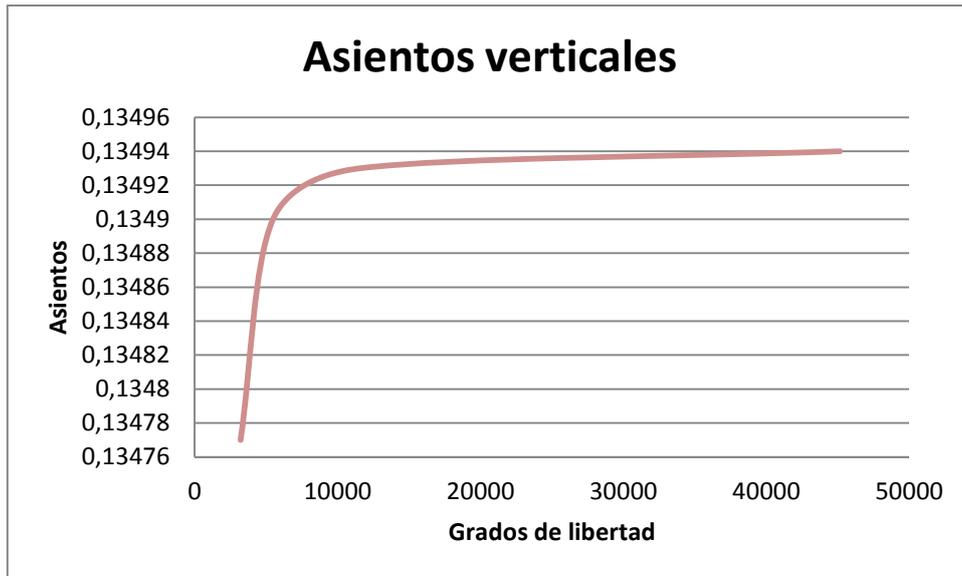
Para explicar mejor estas imágenes vamos a ampliarla en la zona del túnel de hormigón ya que es la parte que nos interesa y muestra unas tracciones y compresiones más dispares por ese motivo parece que el terreno tenga las mismas tensiones.

Como se puede observar las máximas compresiones se producen en las paredes verticales del túnel siendo estas de 15 MPa mientras que las mayores tracciones se producen en la esquina inferior del túnel siendo estas de 12MPa

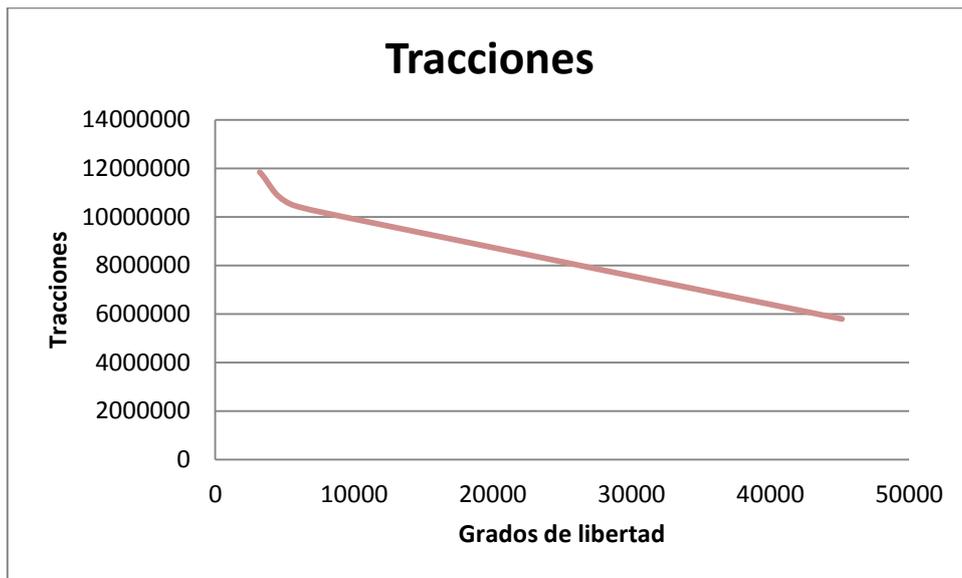
Al ser tan parecidas las tensiones principales hemos optado por no ponerlas en este caso.

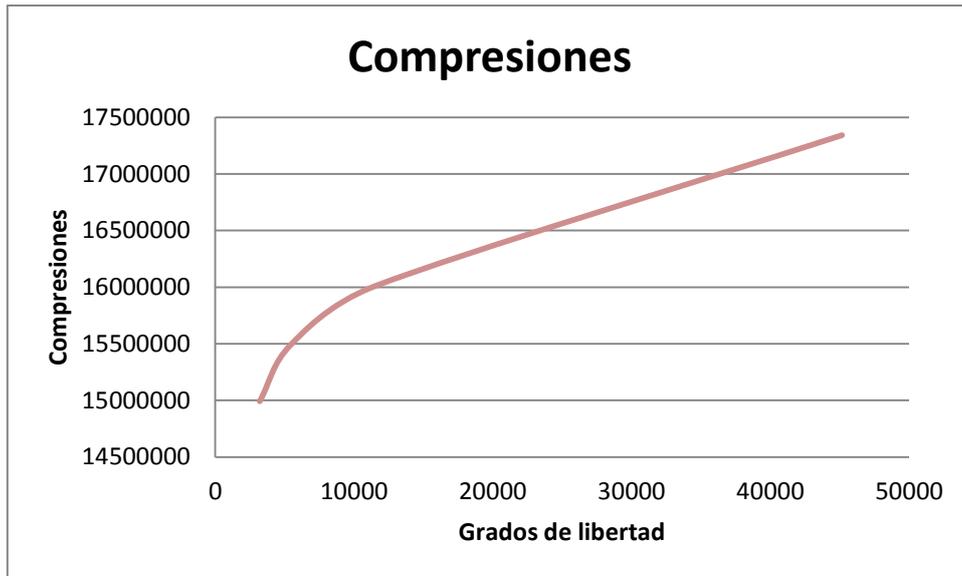
- Graficas de convergencia.

mallá	n elementos	n nodos	GL	Sy strees	Sx strees	desplaza
1	3014	1604	3208	14992000	11843000	0,13477
0,75	5236	2740	5480	15495000	10512000	0,1349
0,5	11223	5787	11574	16012000	9726200	0,13493
0,25	44496	22585	45170	17342000	5789800	0,13494



Como podemos observar los asientos siguen convergiendo con este tipo de malla sin que se requiera seguir refinando el modelo.





Las tracciones y compresiones siguen sin acabar de converger del todo y sobre todo las compresiones aumentan tras cada mallado de forma significativa.

Conclusiones del estudio.

De cara al diseño del túnel y como se puede observar tanto las tracciones como las compresiones tienen un aumento muy significativo en comparación al estudio realizado sin el túnel.

Esto nos hace ver que al no acabar de converger del todo tendríamos problemas con este diseño del relleno para la estabilización de las tensiones por lo tanto para quedarnos del lado de la seguridad consideramos que los 8 cm de relleno mínimo no serán suficientes para este objetivo, ya que tampoco es un diseño muy erróneo consideramos que con un relleno de 10 cm sería suficiente.

Para los asientos, el añadir el túnel hace que los asientos se reduzca en la superficie del terreno donde se coloca el túnel, las causas de esto es que al eliminar parte del terreno por un elemento más rígido, como es el hormigón, reducimos los asientos producidos en la superficie del terreno.