

## Capítulo 6: Conclusiones

Una vez llegado a este punto, es el momento de ver si se han alcanzado los objetivos definidos en el primer capítulo y mostrar de forma clara las conclusiones que se han extraído de esta tesina.

En referencia al punto del conocimiento adquirido durante la elaboración de todo el documento, por parte del autor, sin duda ha sido uno de los objetivos que se ha superado con creces.

Del resto de objetivos alcanzados o no alcanzados y de sus conclusiones, a continuación se comentan.

- **Entender y medir *in situ* el comportamiento del revestimiento del túnel una vez sale del amparo del escudo.**

Este también ha sido uno de los objetivos que también ha sido alcanzado, ya que gracias a las medidas combinadas de convergencia y topografía, se ha podido definir el comportamiento del revestimiento del túnel, frente las acciones del terreno, justo en el instante de abandonar la protección del escudo.

Se ha determinado que la deformación del túnel es prácticamente instantánea, una vez sale del escudo, y que la mayoría de los desplazamientos se producen en la zona de la solera del túnel.

Además, se ha podido cuantificar el valor de la contracción que experimenta (0,55%), cosa que ha demostrado, que suponer que el revestimiento se comporta como una estructura totalmente rígida, no es del todo correcto.

- **Realización de un modelo predictivo mediante el programa comercial de elementos finitos (Plaxis).**

De esta parte de la tesina se pueden extraer un conjunto de conclusiones, todas ellas sujetas a las incertidumbres que produce la utilización de un modelo de elementos finitos, ya que hay que tener en cuenta que se trata de un modelo conceptual y no de la realidad.

Además, de las limitaciones de trabajar con un modelo en dos dimensiones, sabiendo que el problema es claramente tridimensional.

Una vez dicho esto, se describen las conclusiones a las que se han llegado.

Gracias al modelo, se ha podido constatar, de forma aproximada, la importancia de cada fase constructiva en la generación de asientos.

De la primera fase, la de excavación del túnel e inyección de bentonita en el contorno del escudo, se puede decir que es un asiento que siempre se produce y donde su valor siempre es relativamente igual (asiento máximo = 0,4 cm), ya que en esa situación no hay grandes posibilidades de contrarrestar los asientos. Una posible actuación para minimizar los asientos en esta fase, sería la de inyectar un mayor volumen de bentonita, cosa que no se ha simulado con el modelo, ya que en la máquina no se controla la presión de inyección de la bentonita, parámetro muy importante para asegurarse que se está rellenado todo el GAP.

De la siguiente fase, construcción del túnel e inyección de mortero de cola, se ha podido ver la gran influencia que tiene en la generación de los asientos y como el volumen de mortero inyectado es, conjuntamente con la presión del frente (parámetro no introducido en el modelo, ya que es 2D), uno de los factores más influyentes en la formación de asientos.

Se ha obtenido una relación exponencial entre el volumen inyectado y los asientos.

De la fase en donde se introduce la contracción del túnel, una vez el terreno aplica sus cargas sobre él, se ha podido ver como los asientos producidos por esa contracción no son despreciables, en que intuitivamente parecen un poco grandes.

Otro aspecto importante que se ha visto de la contracción, es la dependencia de los asientos que produce, en función del volumen de mortero inyectado.

A igual contracción y mayor volumen de mortero inyectado, los asientos producidos por la contracción son menores que si se inyecta menos.

De la última fase representada, endurecimiento del mortero, no se ha extraído ninguna conclusión relevante, ya que con el modelo, una vez se llega a esa fase, los movimientos ya se han producido.

En la realidad, el comportamiento del fraguado es un factor muy importante, cosa que no se ha simulado en el modelo numérico.

- **Influencia de la posición de la clave (dovela K) en la generación de asientos.**

De este pequeño análisis, que se ha realizado dentro del estudio numérico, se puede concluir que, aunque se ha encontrado que la posición número 13 de la clave (dovela K, justo en la clave física del túnel) es más desfavorable que el resto, su influencia se puede considerar despreciable.

Finalmente, se puede concluir que con el estudio realizado se ha conseguido plasmar, e incluso cuantificar, un conjunto de fenómenos que ayudan a entender mejor el comportamiento del terreno, frente la construcción de un túnel mediante la utilización de una EPB, además del comportamiento del propio túnel.