

POLITECNICO DI TORINO
FACOLTA' DI ARCHITETTURA 2
Corso di Laurea in Architettura
Tesi meritevoli di pubblicazione

Problemás y consecuencias del hundimiento inducidos por la excavación de galerías metropolitanas sobre edificios en albañilería. El caso del edificio *Industria* a Amsterdam

de Monica Gaude y Emanuela Guglielmi

Tutor: Stefano Invernizzi

Solucionar el problema del tráfico superficial es hoy una necesidad por muchas ciudades. Por esta razón, una de las soluciones adoptadas es realizar líneas metropolitanas subterráneas.

Es esencial mejorar las técnicas de monitorización del terreno y los edificios implicados por los trabajos de excavación de tales galerías, poniendo particular atención al perjuicio estático y estético de los edificios históricos en albañilería, más sensibles a semejantes movimientos.

En el caso específico de Amsterdam, la condición particular del terreno pone obligatoria una análisis todavía más severa.

Se estudio, en particular, el comportamiento estructural del edificio *Industria*, construido en el 1913, frente Plaza Dam, implicada por los trabajos de excavación por la realización de la nueva Línea Metropolitano Noord/Zuid, que atravesará el "corazón" histórico de la ciudad.



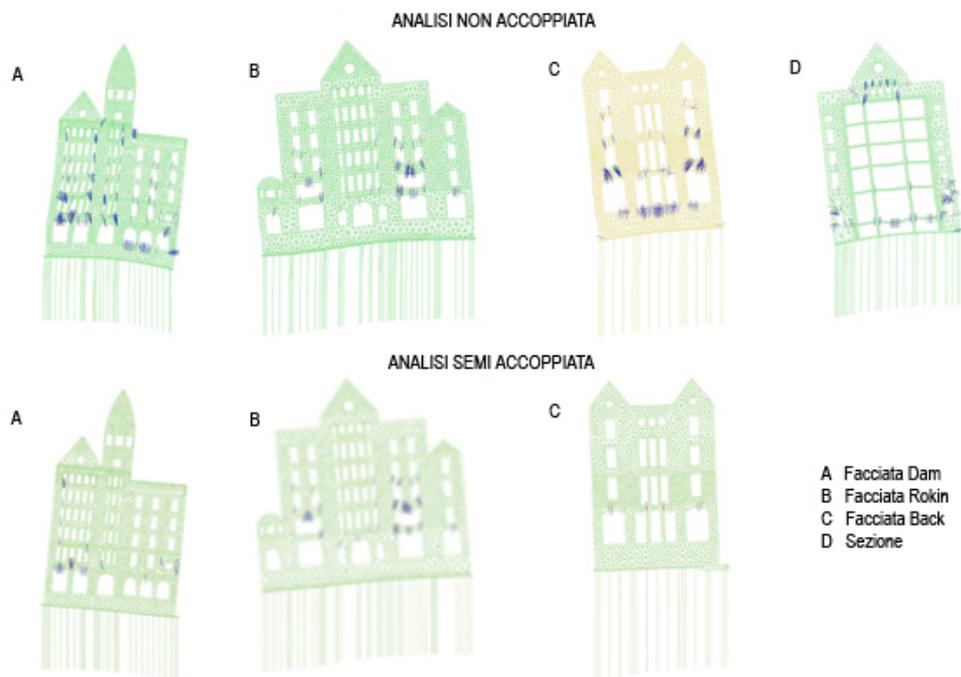
Panorama sobre Calle Rokin, a lo largo del que será realizada en subterránea el Noord/Zuidijn. Sobre el fondo el edificio *Industria*

A este objetivo, ha sido efectuada amplia análisis numérica en la forma de los clásicos modelos no-lineales a fractura dilatada (smeared crack model), valiéndose del ayuda del Código a DIANA y de algunos conocimientos teóricos de la Ciencia de las Construcciones.

La estructura del edificio ha sido analizada modelando las más importantes secciones bidimensionales, paralelas y ortogonales a la huella de los túneles. El modelo incluyee una representación de los palos de fundación, mientras que los hundimientos de los estratos profundos del terreno han sido fijados basándose en las pruebas geotecnicas.

Hemos creído oportuno tratar primero el caso No-Acoplado, en donde no ha sido tomada en consideración la interacción suelo-estructura, y despues el Semi-Acoplado, donde han sido incluidos los elementos resortes (springs) que pueden absorber el efecto del hundimiento causado por el transito de los TBM, Tunnel Boring Machines.

En el caso de Análisis Semi-Acoplado fue comprobada una evidente reduccion de las hendiduras visibles por las fachadas consideradas. En particular se ha notado como la presencia de los elementos resortes haya comportado la rotación rígida de la entera fachada y por lo tanto del muro de fundación en hormigón, limitando así la extensión de las hendiduras.



Comparacion directa entre el comportamiento a fractura de las fachadas en el caso de Análisis No-Acoplado y Semi-Acoplado

La posición relativa de la fachada con respecto al eje de los túneles ha sido muy importante para la valutacion del daño; se han presentado en efecto dos zonas distinguidas: de hogging, más peligroso, y de sagging. Conociendo la zona dentro de la que irá a recaer la fachada se han podido determinar en forma empírico-analítica los esfuerzos de tracción.

Si la deformación es debida esencialmente a flexión, la máxima deformación de tracción se tendrá en correspondencia de las fibras extremas de la fachada, con aparición de grietas rectas: ej. en la fachada DAM. En el caso haya habido solo deformación a tajo, las deformaciones de tracción resultarán inclinadas a 45° en proximidad de las extremidades, con aparición de grietas diagonales: ej. en las fachadas BACK y SECCIÓN. En la SECCIÓN la pared en albañilería, interaccionando con la estructura interior de cemento armado ha determinado en el esquema mayor flexibilidad con consiguiente disminución de apremio de la parte en albañilería. En el caso de la fachada ROKIN, el perfil del hundimiento difiere notablemente de los casos anteriores, ya que éste corre paralelamente al eje de los túneles: la fachada padece un perjuicio progresivo. Siendo por lo tanto el hundimiento de tipo transitorio tal fachada resultará interesada por fracturas que, con el avanzar de las excavaciones, se abrirán y se cerrarán por consiguiente; por este motivo tal fachada resultará menos crítica de las otras. De la comparación entre los dos tipos de comportamiento se deduce que por valores de esbeltez (altura/longitud) inferiores a 1.5 será el comportamiento a corte a determinar los valores de umbral, (viga - maciza), mientras por esbelteces mayores resultará más importante el comportamiento de flexión (viga - esbelta); la relación de esbeltez influenciará por lo tanto en modo determinante la respuesta estructural.

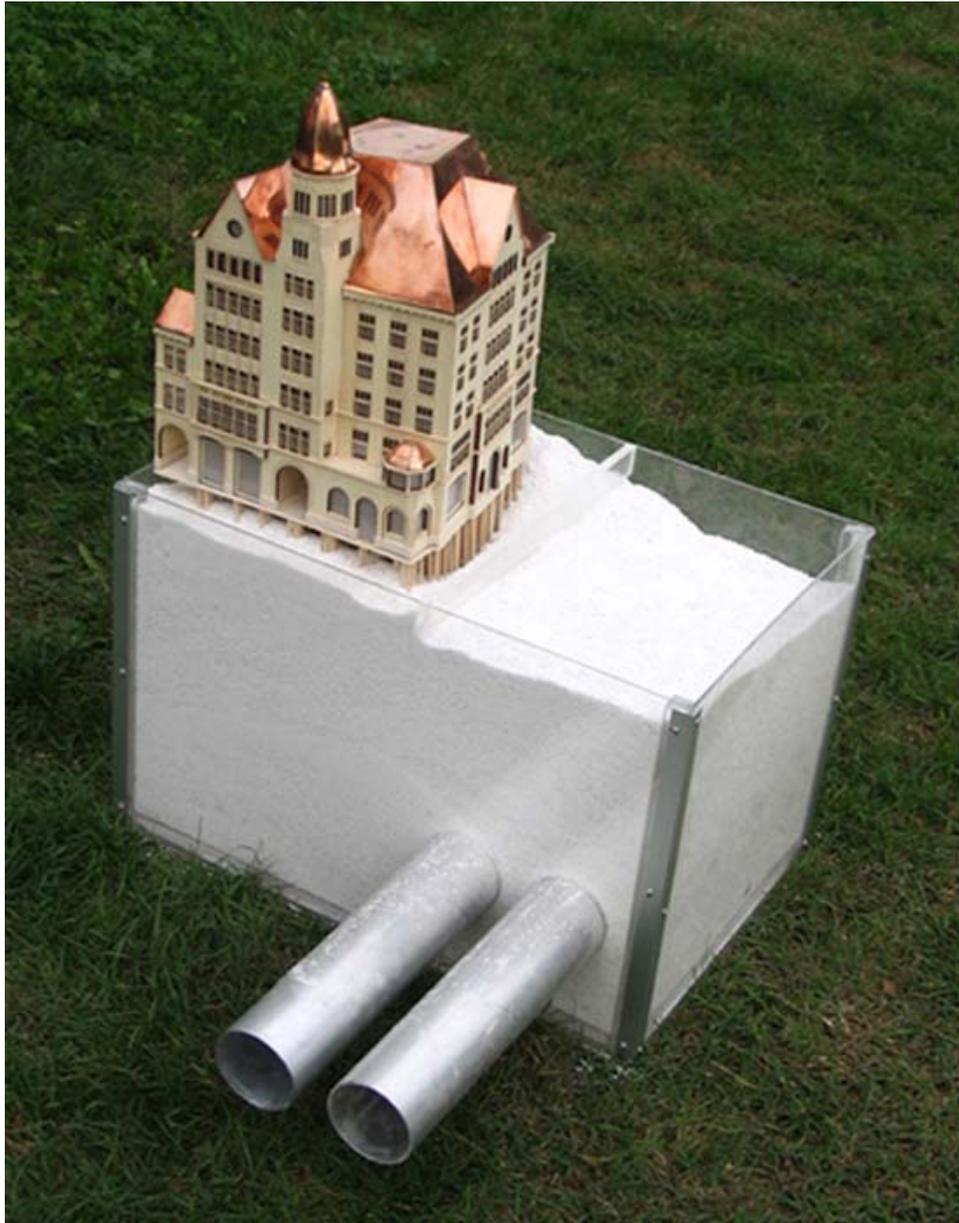
En el caso analizado, la presencia de un muro de fundación profundo en hormigón ha influenciado el comportamiento de la zona superior en albañilería.

Fundamentalmente el muro en hormigón se encorva bajo el efecto del movimiento del terreno, comportando como una viga revés.

Los resultados conseguidos por la simulación numérica permiten de establecer la distorsión angular crítica más allá del que se ponen necesarias algunas contramedidas de contención para impedir las fracturaciones de la fachada. Tal valor puede ser comparado con aquel previsto, y con los resultados conseguidos por la monitorización a tiempo real durante la excavación de los túneles.

Cómo aplicación del método empírico de valoración del daño, se ha referido allí a la literatura inglesa; se ha propuesto el caso estudio Ritz Hotel, sitio en proximidad del paso del Jubilee Line y comparable con el edificio Industria, por: composición geométrica, materiales de construcción y posición relativa con respecto de la huella del túnel.

La realización de la Línea 1 a Turín, tema de actualidad por su inauguración a corto plazo, nos ha hecho también considerar el enfoque de análisis adoptado en Nuestra ciudad. Las similitudes halladas en este caso conciernen principalmente en las técnicas de puesta en obra de las estaciones y construcción de las galerías a través de los TBM.



Modelo realizado para simular la pérdida de volumen al avanzar de las excavaciones y la interacción con el edificio sobresaliente

Para más informaciones, e-mail:

Monica Gaude: monica_gaude@yahoo.it

Emanuela Guglielmi: manugugli@hotmail.it

Servizio a cura di:
CISDA - HypArc, e-mail: hyparc@polito.it