ANÁLISIS NUMÉRICO

NOTA TÉCNICA.

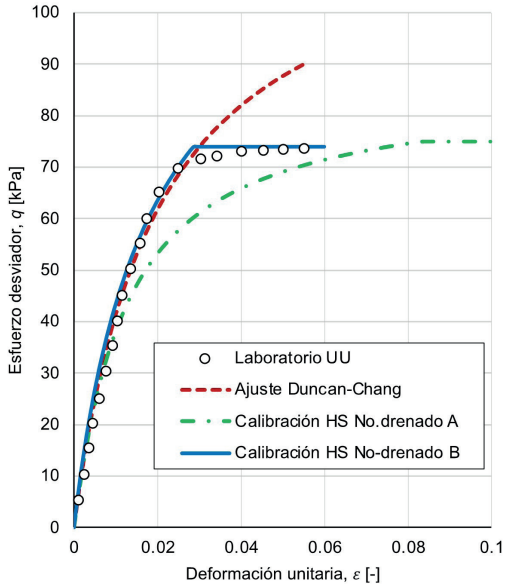
Uso de modelos constitutivos avanzados en túneles y obras subterráneas

M.I. Felipe JIMÉNEZ

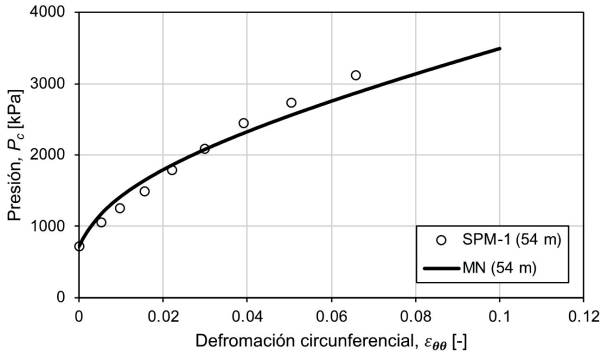
En los últimos años, el número de usuarios de programas de análisis geotécnico de elementos finitos ha aumentado considerablemente. En este sentido, es muy importante que los usuarios nuevos sepan cómo elegir los modelos constitutivos y los parámetros utilizados.

Los modelos constitutivos son modelos matemáticos con los que se intenta formular el comportamiento de los geomateriales, principalmente la relación que guardan los esfuerzos y las deformaciones. La selección del modelo constitutivo depende fundamentalmente del problema que se pretenda representar. En el caso de la simulación de obras subterráneas, se presentan principalmente descargas y se desarrollan esfuerzos desviadores. Además, el nivel de deformación cerca de donde se realizan las descargas (excavaciones) puede ser de bajo a medio. Por esta razón, es fundamental que los modelos constitutivos empleados para la simulación de este tipo de obras tomen en cuenta que la rigidez de los materiales depende del nivel de esfuerzos (mayor rigidez a mayor esfuerzo de confinamiento), del nivel de deformación (gran rigidez a niveles bajos de deformación), de la dirección (anisotropía), de la trayectoria de esfuerzos seguida (carga o descarga), entre otros; ya que estos factores influyen considerablemente en los resultados obtenidos. Otro factor importante es que, debido al desarrollo de esfuerzos desviadores, la correcta representación de la resistencia de los materiales es fundamental, como en el caso de los túneles, donde se debe verificar la estabilidad del frente.

Una vez seleccionado el modelo constitutivo, la obtención de los parámetros puede hacerse a partir de pruebas de laboratorio, pruebas de campo, o del uso de correlaciones. Sin embargo, es muy importante verificar que los parámetros utilizados sean capaces de simular el comportamiento de los materiales. Esta actividad puede realizarse en la etapa de análisis mediante la simulación de pruebas de laboratorio o de pruebas de campo, y, en caso de que la simulación no coincida con los resultados experimentales, los parámetros introducidos en el modelo deberán ser modificados hasta lograr el ajuste deseado. Las Figuras 1 y 2 muestran ejemplos de simulación de pruebas de laboratorio y de pruebas de campo, donde se aprecia un ajuste razonable de los parámetros. La correcta selección de los parámetros podrá verificarse de forma aproximada una vez que se construya el proyecto y se hayan realizado mediciones mediante instrumentación.



▲ Figura 1. Ajuste de parámetros para una muestra de arcilla localizada a 10.7 m de profundidad.



▲ Figura 2. Simulación de un ensaye presiométrico a 54 m de profundidad (modelo "*hardening soil*").