

GEOLOGICAL MODELS MODIFYING THE APPLICATION OF THE TERM DISCONTINUITY AND ITS IMPORTANCE IN REDUCING COSTS IN TUNNEL SUPPORT

Wagdi NAIME YEHIA¹ y Roque GARCÍA RUIZ²

Abstract

While rock mechanics traditionally groups bedding, foliation, and joints as "discontinuities," this study focuses on their differentiated impact on tunnel support costs through stress-aware modeling. Building on established principles (e.g., joint development depends on stress redistribution), we demonstrate how explicitly accounting for this relationship in numerical models (FEM) enables cost-efficient design. Refraction microseismic tests map the decompressed zone (near-excavation) by tracking joint prevalence via seismic velocity gradients, revealing stress-dependent zonation. Our models incorporate strength recovery with distance from the excavation, proving that support costs can be reduced by 80% (3 m tunnels) and 30% (12 m tunnels) compared to conventional methods. Critical thresholds emerge: beyond 0.5D (3 m tunnels) to 1.0D (9 m tunnels), minimal support is needed as stress confinement restores Critical decompressed zone thresholds were identified: for zones extending beyond 0.5D (3 m tunnels) to 1.0D (9 m tunnels), additional increases in decompressed zone size no longer necessitate thicker supports, as confirmed by stabilization of lining thickness requirements in numerical analyses. This approach replaces lithology-based assumptions with stress-adaptive zonation, where support intensity aligns with mechanically verified zones—eliminating overdesign without compromising safety.

Resumen

Aunque la mecánica de rocas agrupa tradicionalmente la estratificación, la foliación y las diaclasas como "discontinuidades", el presente estudio se centra en su impacto diferenciado sobre los costos del sostenimiento de túneles mediante modelos que consideran el estado de esfuerzos. Con base en principios establecidos (por ejemplo, el desarrollo de diaclasas depende de la redistribución de esfuerzos), se demuestra cómo la consideración explícita de

esta relación en modelos numéricos (MEF) permite un diseño eficiente en términos de costos. Los ensayos de microsísmica de refracción delimitan la zona descomprimida (próxima a la excavación) mediante el seguimiento de la prevalencia de diaclasas a través de gradientes de velocidad sísmica, revelando una zonificación dependiente de los esfuerzos. Los modelos incorporan la recuperación de la resistencia con la distancia a la excavación, y se comprueba que los costos de sostenimiento pueden reducirse en un 80 % (túneles de 3 m) y un 30 % (túneles de 12 m) en comparación con los métodos convencionales. Se identificaron umbrales críticos: para zonas descomprimidas que se extienden más allá de 0,5D (túneles de 3 m) hasta 1,0D (túneles de 9 m), los incrementos adicionales en el tamaño de la zona descomprimida ya no requieren sostenimientos más gruesos, tal como lo confirma el análisis de diseño de los espesores de revestimiento requeridos mediante análisis numéricos. Este enfoque reemplaza las suposiciones basadas en la litología por una zonificación adaptativa a los esfuerzos, donde la intensidad del sostenimiento se alinea con zonas verificadas mecánicamente, eliminando el sobredimensionamiento sin comprometer la seguridad.

Forma de citar:

Naime, W., Marcial, D., & Páez, V. (2026). Geological models modifying the application of the term discontinuity and its importance in reducing costs in tunnel support. *Proceedings of the 21st ICSMGE – Geotechnical Challenges in a Changing Environment*, Pistrol, J., Adam, D. & Schweiger, H. F. (eds.), Vienna, Austria, 14 – 19 June 2026, Austrian Society for Geomechanics, 1321-1326.
<https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1384>

El artículo se puede descargar en:

<https://doi.org/10.53243/ICSMGE2026-1384>

¹ Central University of Venezuela, Caracas, Venezuela. Correo-e.: wagdin@gmail.com

² Andres Bello Catholic University, Caracas, Venezuela