En minería subterránea, los costos de capital (Gráfico N°5) aumentan para una producción diaria más elevada. Para cualquiera de los métodos, el acceso por pique es más costoso que la galería. Sin embargo, las características de diseño de esta galería (gradiente, longitud, curvatura del trazo) dependerán de la topografía de superficie. Los costos de operación por tonelada de mineral extraído (Gráfico N°6) decrecen cuando se incrementa la producción. Para cada uno de los métodos estudiados el costo por metro de pique y el costo por metro de galería no varían. Con estos criterios, los menores costos de capital y costos de operación se obtienen con el método de hundimiento por bloques, con acceso por galería.

Gráfico N°5
Costos de capital para minería subterránea

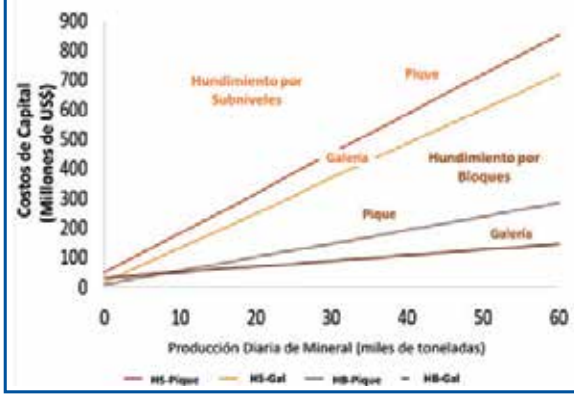
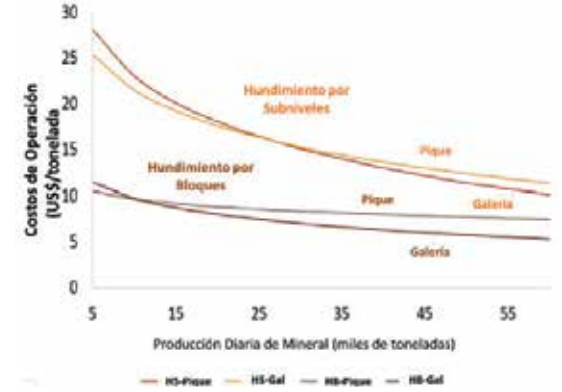


Gráfico N°6
Costos de operación para minería subterránea



En la transición de mina superficial a subterránea pueden lograrse ahorros con respecto a los casos individuales de cada método. Esto es debido a que algunos grupos de trabajo e instalaciones en la superficie pueden seguir utilizándose para las operaciones subterráneas. Gastos adicionales deberán ser considerados para el cierre de mina, la necesidad de expandir la capacidad existente de planta, temas de tipo legal y técnico por el cambio de método de minado, regulaciones gubernamentales como regalías o impuestos, y estudios de estabilidad del pilar corona.

Caso de estudio: minas en transición

Cinco principales minas fueron seleccionadas para ejemplificar la tendencia a la transición de operaciones superficiales a subterráneas que está sucediendo a nivel mundial (Gráfico N°7). Todas ellas eligieron hundimiento por bloques o por panelespara la transición. En estas minas, los rangos de producción a cielo abierto van de 40,000 a 200,000 Tn por día con una relación desmonte/mineral de 0.7 a 2.6, mientras que la producción subterránea varía entre 30,000 y 160,000 Tn diarias.

Gráfico N°7
Minas en transición de superficial a subterránea

Oyu Tolgoi

Los costos de esta mina son presentados en detalle en vista de su potencial de crecimiento y disponibilidad de datos. La producción de mineral a cielo abierto es de 40,000 Tn por día, con una relación de desmonte/mineral de 2:1. La producción subterránea está proyectada en 95,000 Tn por día, utilizando hundimiento por paneles (una variante del método de hundimiento por bloques)y cinco piques para acceder al cuerpo mineralizado. Los costos de capital y operativos proyectados para Oyu Tolgoi son, respectivamente: US$ 834 millones y US$ 7.74 por tonelada para cielo abierto, y US$ 950 millones y US$ 7.66 por tonelada para subterránea.

La producción estimada para la totalidad de la vida de la mina es de 1,000 millones de toneladas para cielo abierto y 500 millones de toneladas para subterránea. El costo de operación ponderado incluyendo la transición es de US$ 7.49 por tonelada. El Gráfico N°8 presenta la distribución del costo de operación por unidad de mineral. Los jornales, operación de equipos y suministros comprenden cerca de 80% de este costo.