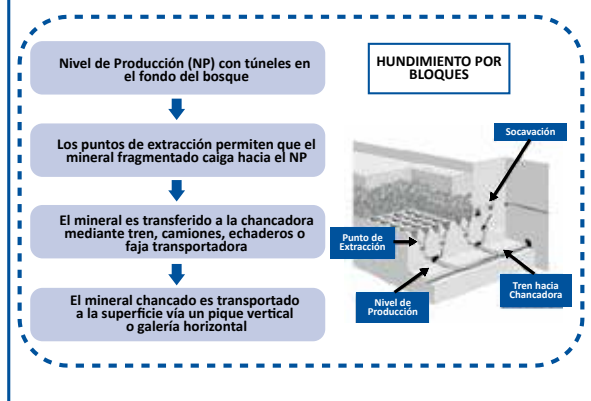
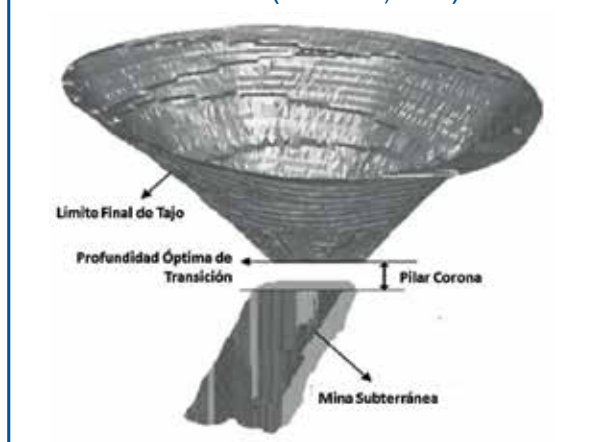


Gráfico N° 1:
Deformaciones en el macizo rocoso



En la fase de transición entre mina superficial a subterránea los parámetros de control de operación más importantes son: límite final del tajo (profundidad óptima de transición y potencial del pilar corona), ley de corte y capacidad de expansión de la etapa de procesamiento (Gráfico N°2). El diseño final debe permitir la operación en simultáneo tanto de la mina superficial como la subterránea durante cierta etapa de la vida de la mina.

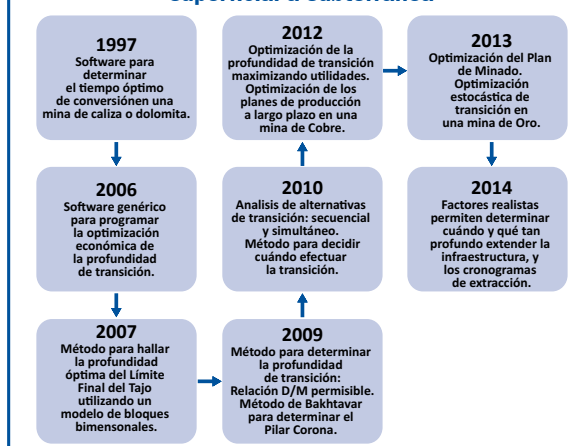
Gráfico N° 2
Esquema de la transición de mina superficial a subterránea (Bakhtavar, 2009)



Evolución de la técnica

La metodología para la transición de minas de cielo abierto a subterránea ha evolucionado considerablemente en años recientes (Gráfico N°3). Desde 1997 se han efectuado estudios para determinar el tiempo óptimo de conversión y la profundidad final del tajo. En el 2009 se realizaron algunos estudios para determinar la estabilidad del pilar corona y las alternativas de transición, esto es, secuencial o en simultáneo. Finalmente, desde el 2012 se han hecho esfuerzos para optimizar planes de producción a corto y largo plazo.

Gráfico N° 3
Evolución de la metodología de transición de superficial a subterránea



Incentivos para adoptar la transición

El principal incentivo es el económico. Con el tiempo el tajo abierto se hará más grande y profundo, y la cantidad de desmonte a remover hará la operación prohibitiva por su costo. Otra ventaja es la reducción de la "huella ambiental" gracias al reducido espacio superficial requerido por la mina subterránea. Finalmente, la escasez de yacimientos minerales cerca de la superficie hace que los depósitos a profundidad sean más atractivos.

En minería superficial, los valores típicos de relación desmonte/mineral van de 1:1 a 4:1. Los tonelajes de producción varían entre 10,000 y 90,000 Tn por día. En minería subterránea, los valores típicos de producción están entre 20,000 y 50,000 Tn diarias para hundimiento por bloques, y entre 5,000 y 15,000 Tn diarias para hundimiento por subniveles.

Los costos de capital de minado superficial (Gráfico N°4) se elevan a medida que la producción se incrementa, debido al alto costo de los equipos requeridos que son de mayor capacidad. Los costos de operación se incrementan cuando aumenta la cantidad de desmonte (mayor relación desmonte/mineral) a medida que se va profundizando hacia el límite final del tajo. Por efecto de las economías de escala, los costos de operación van reduciéndose para una mayor producción diaria.

Gráfico N° 4
Esquema de la transición de mina superficial a subterránea (Bakhtavar, 2009)

