

ESTIMACIÓN DE COSTOS EN EL CIERRE DE MINAS

Dolfer Julca Zuloeta

Consultor CEPAL

Curso de Cierre de Minas

26 de enero 2021



CONTENIDO



01 Principios en la Estimación de Costos

Puntos generales sobre marco de la estimación de costos

02 Mapeo de Actividades de Cierre

Que ?, Quien ?, Cómo?, Cuándo? y Dónde? se realizaran las actividades de cierre

03 Estimación de Costos

Métodos de estimación de costos, planilla de estimación de costos, en el cierre progresivo, final y post cierre.

04 Evaluación de Costos

Principales incidencias en la estimación de costos (Ratios, precios de mercado, costos unitarios)

05 Comentarios Finales

Reflexiones respecto a la inclusión y exclusión en la estimación de costos
Tratamiento de efluentes

1. PRINCIPIOS EN LA ESTIMACIÓN DE COSTOS

Objetivos

¿ Cuales son los Objetivos del Cierre?

- Rehabilitar
- Restaurar
- Remediar

Recursos

- Contexto Económico del País
- Respaldo financiero
- Disponibilidad de Tecnología
- Innovación

Cada Mina es
única

Entorno

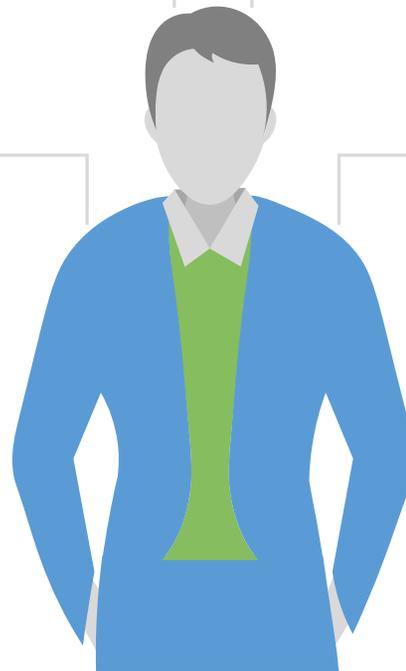
Emplazamiento de la mina:

- Ecosistemas Circundantes
- Calidad Ambiental
- Calidad escénica del Paisaje
- Entorno social
- Topografía

Expectativas

Qué esperan las partes involucradas en el cierre

Sociedad – Empresa- Estado

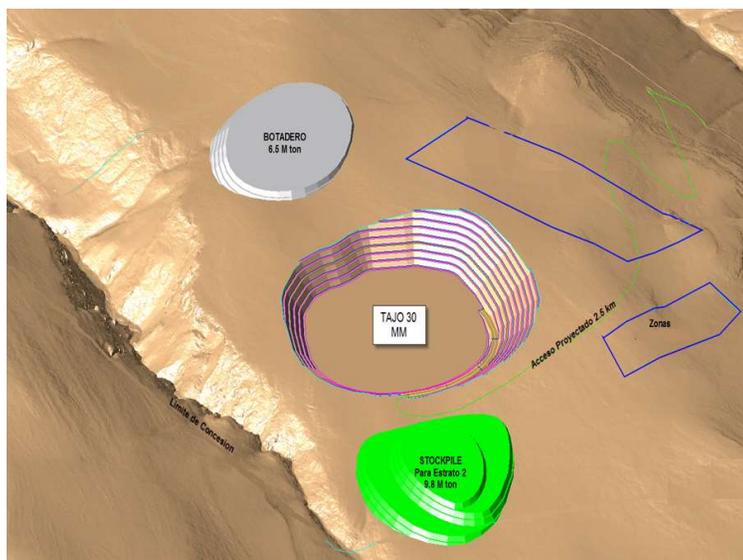


BGR

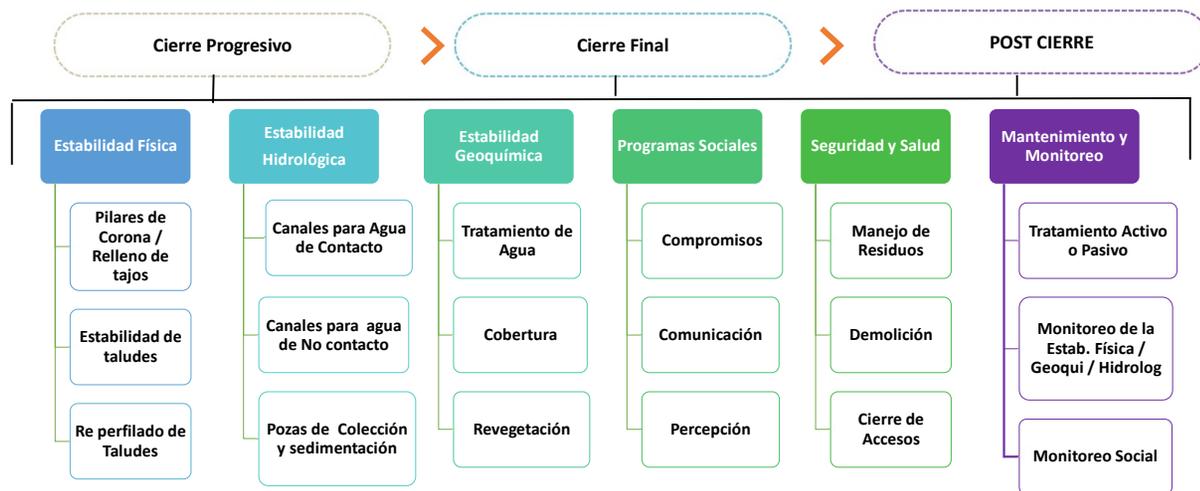
2. MAPEO DE LAS ACTIVIDADES DE CIERRE

William Thomson Kelvin a finales del siglo XIX pregonaba : “Lo que no se define no se puede medir (...)”

El Banco Mundial refiere que para calcular con precisión el nivel de seguridad financiera en las garantías asociadas al cierre de minas, las actividades de cierre deben estar claramente definidas en el plan de rehabilitación y/o plan de cierre de minas. (The World Bank, 2009, pp.1 - 13).



Elaboración Propia



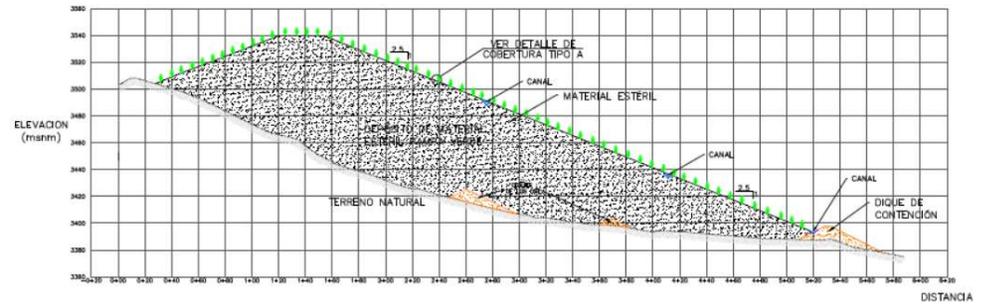
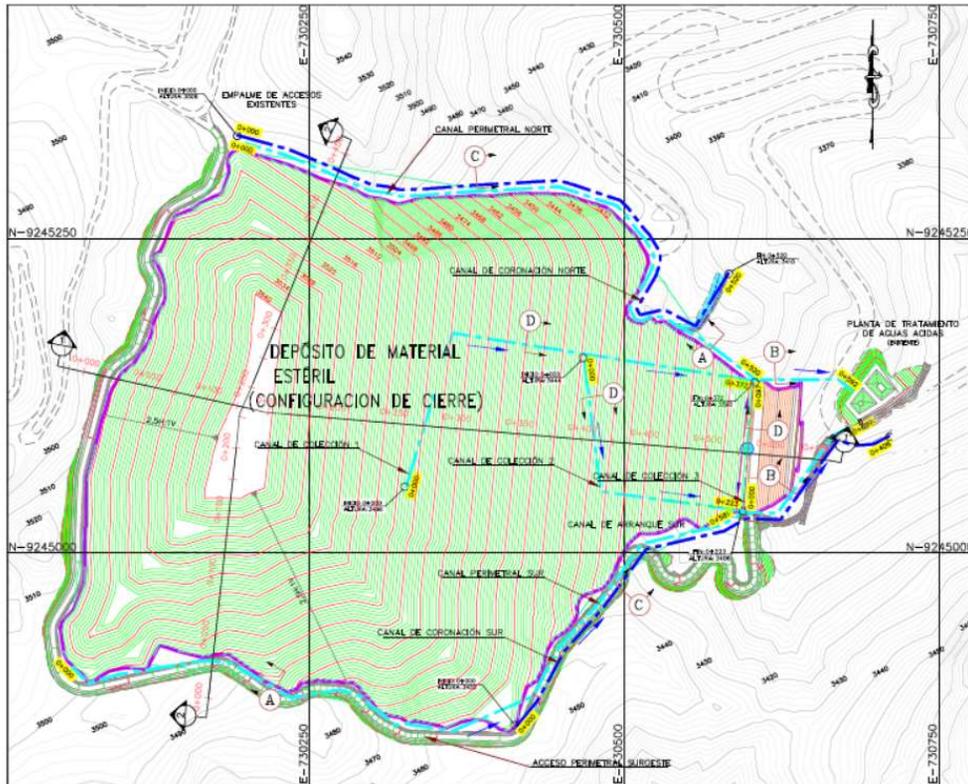
Elaboración Propia

2.1. CONFIGURACIÓN DE CIERRE

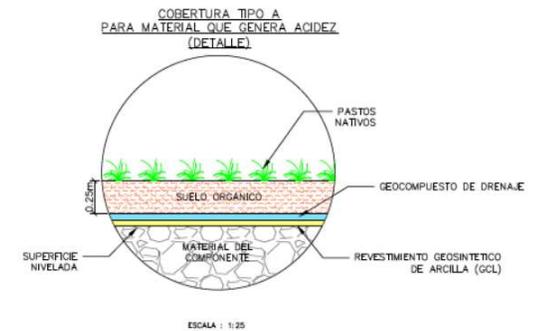
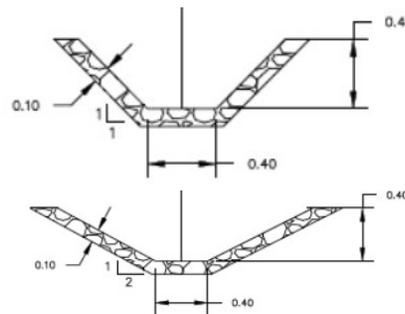
Que – Quien – Como – Cuando y Donde



Unidades de Medida: m3, m2, kg, viajes, meses, años, Km

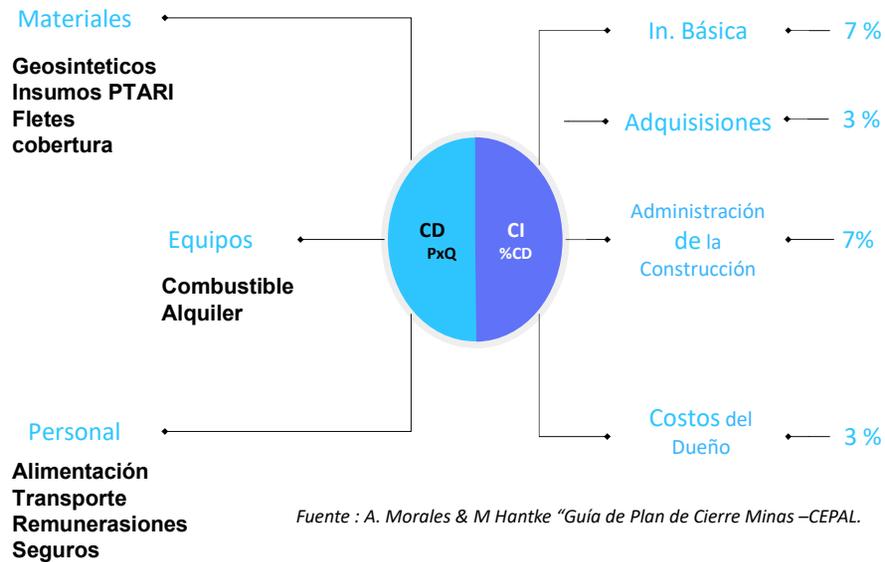


Selección de Materiales F(x): Estudios Topográficos, Geológicos, Geotécnicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Sísmico, Geoquímicos, Hidroquímicos y Simulaciones



3. ESTIMACIÓN DE COSTOS

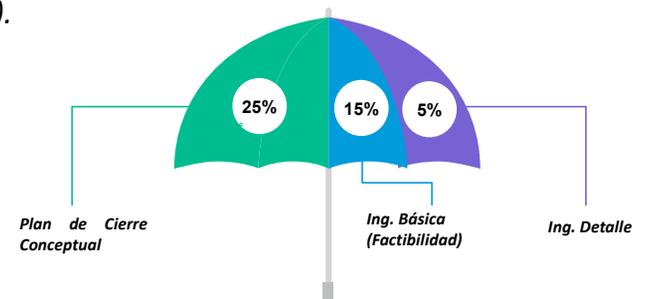
Los costos de cierre de una mina estarán determinados por las actividades descritas en el plan de cierre, siempre dentro del contexto de los riesgos y de manera diferenciada por tipo de labor minera ya sea superficial o subterránea.



Fuente : A. Morales & M Hantke "Guía de Plan de Cierre Minas –CEPAL.

El Concejo Mundial de Minería y Metales (ICMM), la estimación de costos en las actividades de cierre es inexacta dado que existe un alto grado de incertidumbre, y que estos estarían determinados por las actividades de cierre y el tiempo en el que se proponen.

Ante la incertidumbre hay que proyectar contingencias. (A. Morales & M Hantke "Guía de Plan de Cierre Minas – CEPAL).

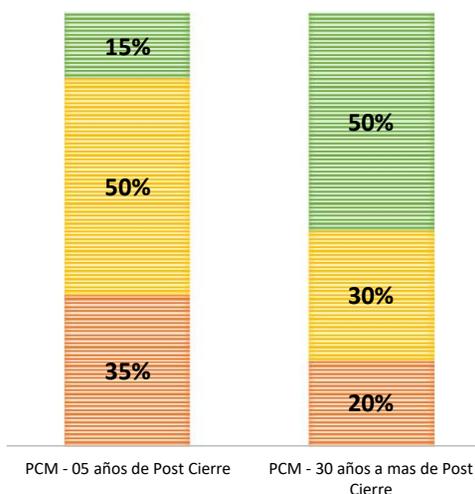


La Garantía ambiental se basa en los costos proyectados del cierre

3.1. ESTRUCTURA DE COSTOS

La estructura de costos para el estimado interno de todo titular mineros a partir de sus *Costos Propuestos*.

| 1.00 | DEPOSITO DE DESMONTE | Unidad | Metrado | P.U US\$ | Costo Total US\$ |
|--|--|--------|------------|----------|---------------------|
| 1.10 | DESMANTEAMIENTO, RECUPERACION Y DISPOSICION | | | | 978.49 |
| 1.20 | ESTABILIDAD FISICA | | | | 1,592,000.00 |
| 1.2.1 | CORTE Y RELLENO COMPENSADO | m3 | 400,000.00 | 3.78 | 1,512,000.00 |
| 1.2.2 | REFINE Y NIVELACION CON EQUIPO | m2 | 200,000.00 | 0.40 | 80,000.00 |
| 1.30 | ESTABILIDAD GEOQUIMICA | | | | 8,995,500.00 |
| 1.3.1 | COBERTURA TIPO A | | | | 8,995,500.00 |
| 1.3.2 | SUMINISTRO E INSTALACION DE GLC | m2 | 900,000.00 | 5.28 | 4,752,000.00 |
| 1.3.3 | SUMINISTRO E INSTALACION DE GEOCOMPUESTO | m2 | 900,000.00 | 3.70 | 3,330,000.00 |
| 1.3.4 | MATERIAL ORGANICO ESPESOR=0.25m | m3 | 225,000.00 | 4.06 | 913,500.00 |
| 1.40 | REVEGETACION | | | | 1,097,170.26 |
| 1.4.1 | TRANSPLANTE Y SEMBRADO DE ESPECIES NATIVAS | m2 | 937,752.36 | 1.17 | 1,097,170.26 |
| 1.50 | ESTABILIDAD HIDROLOGICA | | | | 588,947.00 |
| 1.5.1 | CANAL DE COLECC. TRAP. MAP. f'c=175kg/cm2 (b=0.4m, z=1, h=0.4m, e=0.1m) | m | 6,000.00 | 73.26 | 439,560.00 |
| 1.5.2 | CANAL DE DERIV. TRAP. MAP. f'c=175kg/cm2 (b=0.3m, z=1, h=0.3m, e=0.1m) | m | 700.00 | 59.23 | 41,461.00 |
| 1.5.3 | CANAL EN RAMPA. TRAP. MAP. f'c=175kg/cm2 (b=0.35m, z=2, h=0.35m, e=0.1m) | m | 500.00 | 93.08 | 46,540.00 |
| 1.5.4 | CANAL EN RAMPA. TRAP. MAP. f'c=175kg/cm2 (b=0.4m, z=2, h=0.4m, e=0.1m) | m | 600.00 | 102.31 | 61,386.00 |
| COSTO TOTAL DIRECTO DEL CIERRE FINAL DEL DEPOSITO DE DESMONTE | | | | | 12,274,595.5 |



Fuente : C.Rodriguez &d.Julca "Estudio técnico-legal sobre el alcance de la legislación peruana en el cierre de operaciones mineras" –CEPAL.

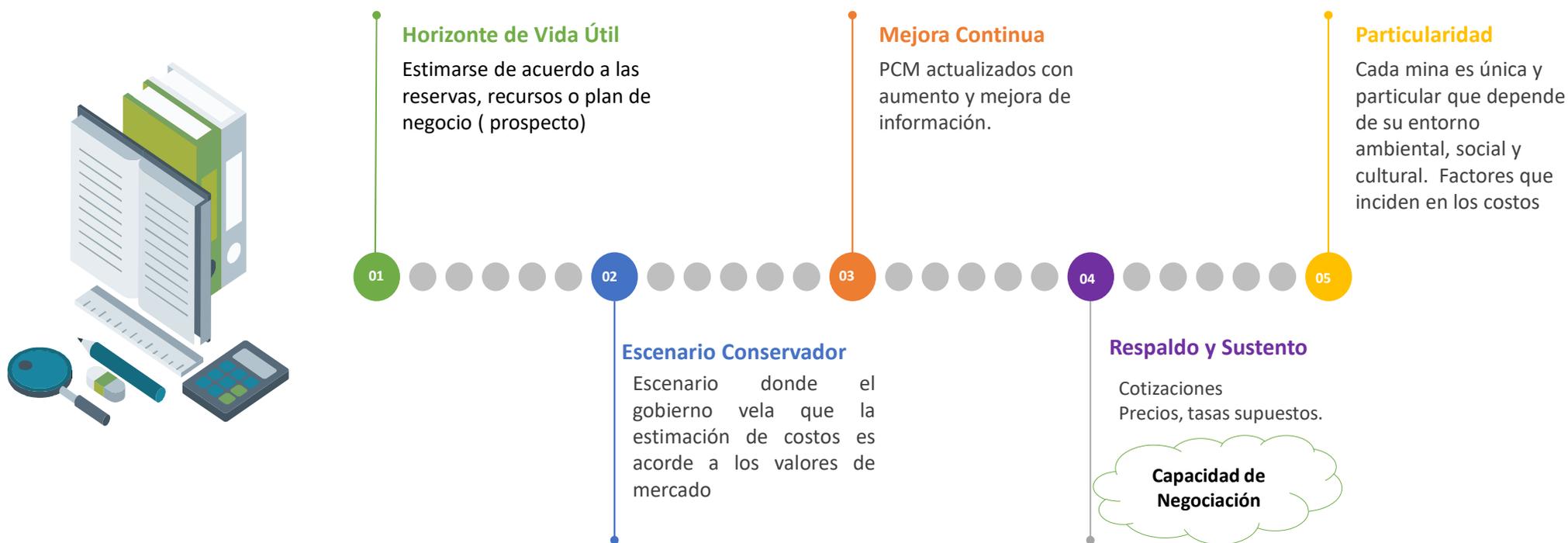
Fuente : A. Morales & M Hantke "Guía de Plan de Cierre Minas – CEPAL.

Cuanto más significativo la actividad, mayor será el detalles



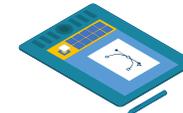
4. EVALUACIÓN DE COSTOS

El plan de cierre debe ser valorizado considerando que *los Gobiernos deben contar con los recursos para ejecutar el cierre y post cierre de una faena minera bajo un enfoque de tercerización.*

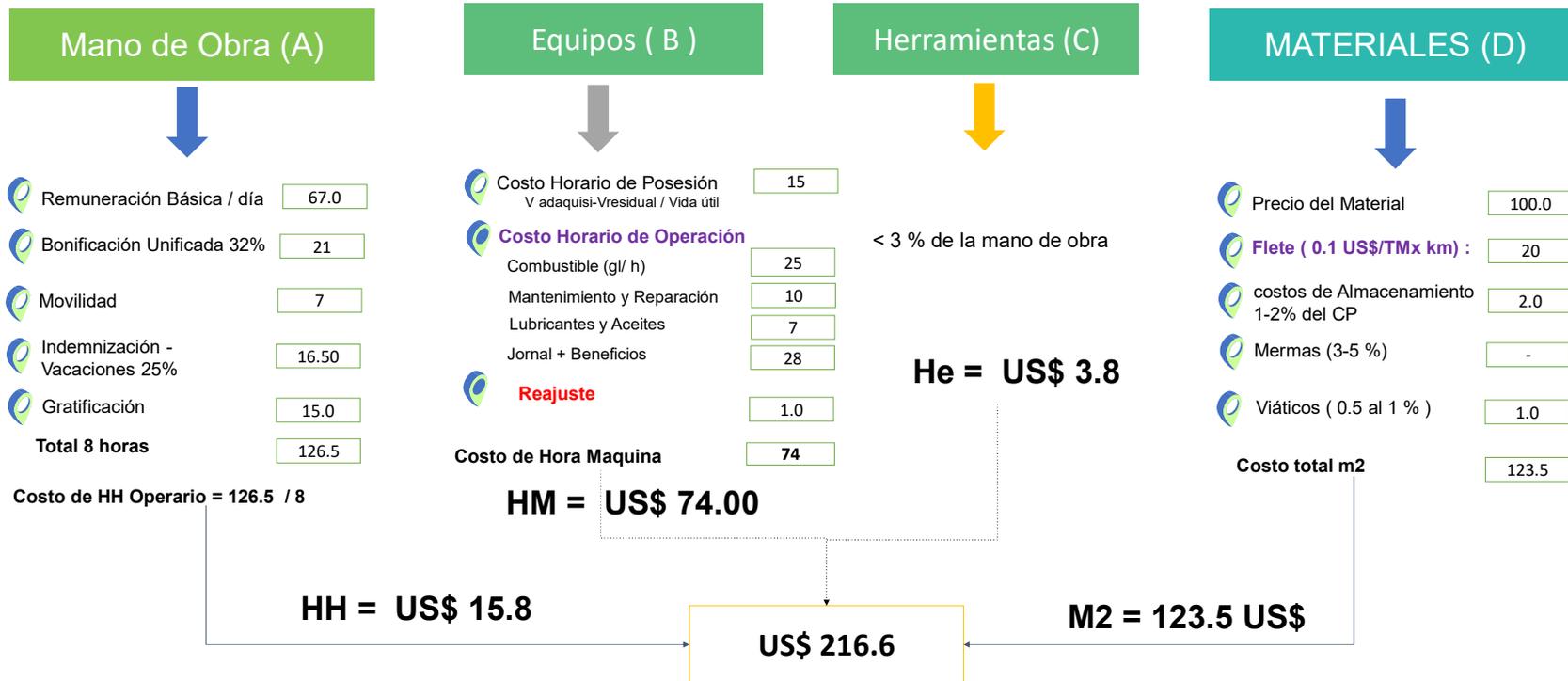


4.1 EVALUACIÓN DE COSTOS : ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

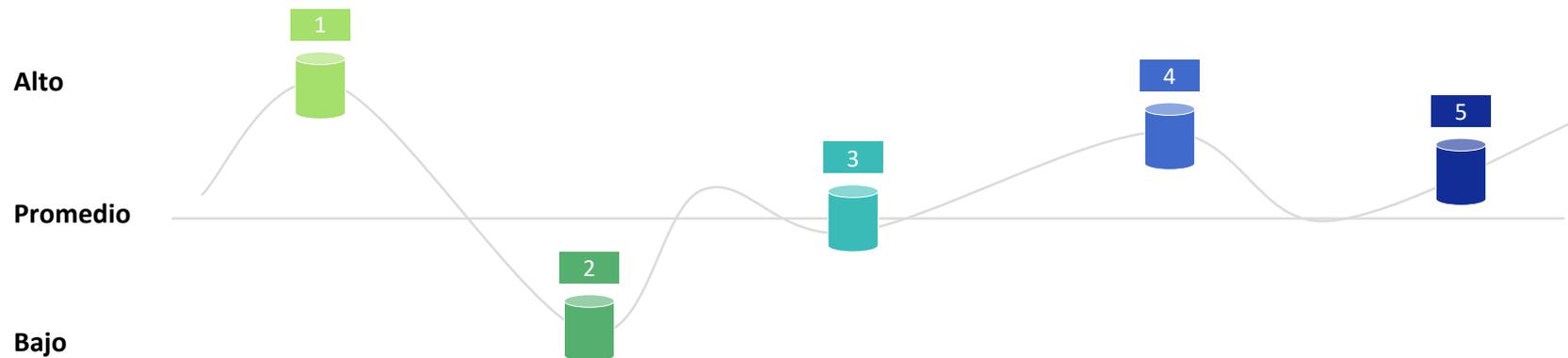
$$C. U = Aw + Bx + Cy + Dz$$



w;x,y; z son los costos
A,B,C,D son cantidades en detalle



4.2 EVALUACIÓN DE COSTOS : RATIOS Y RENDIMIENTOS



Costos y Rendimientos Equipos

- Tipo de Equipo
- Producción Teórica
- **Factor de Corrección**
 - ✓ Altitud
 - ✓ Visibilidad
 - ✓ Terreno
 - ✓ Tipo de material

Provisión

Establcer un ratio de la incetidumbre que aplica los titulares mineros por región y Cumplimiento de CP

Nota: disponibilidad de información

Precios de Mercado

Listado de precio de los principales productos que inciden en el cierre

Rendimiento Personal

- Terreno
- Tipo de material
- Pericia

Costos Potenciales

- Valuación del Riesgo

4.3 EVALUACIÓN DE COSTOS : EL VALOR DEL CIERRE EN EL TIEMPO



Elaboración Propia

$$VP = \sum_{k=0}^n VF * ((1 + i)^{\# años})$$

Donde :

VP = Valor Presente
VF = Valor Futuro
I = tasa de descuento

- **Descuento:**
Tasa de descuento

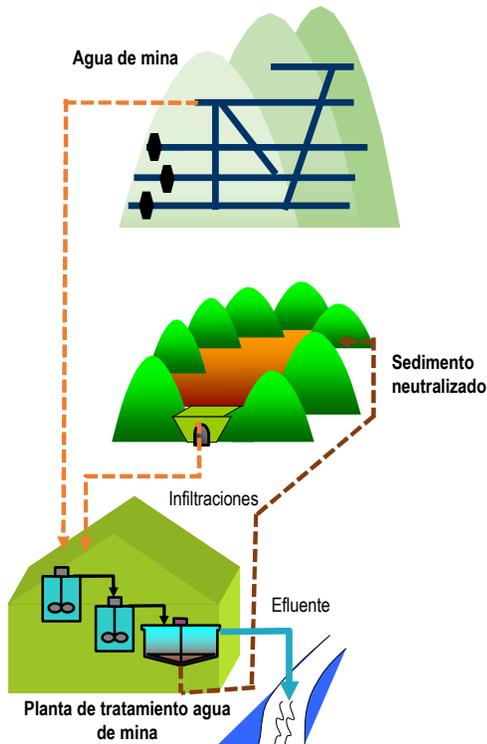
5. TRATAMIENTO DE AGUA EN EL CIERRE

Todos los Modelos presentan cierto nivel de incertidumbre entre la Realidad y la Estimación.

Cierre de galerías resistente a presión (hermético, reduce y mejora calidad del agua)

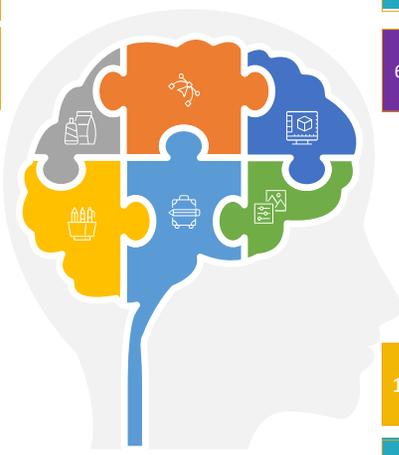
Perfilado, cobertura, revegetación, canales coronación (reducir infiltración, mejoramiento de calidad del agua, frenar derrame de relaves)

Al neutralizar, se eliminan elementos dañinos como el Cd y el As



- 1 Tiempo Proyectado
- 2 Cantidad Proyectada
- 3 Características
- 7 Cantidad de sedimento
- 8 costo de bombeo
- 9 mantenimiento

- 4 Insumos
- 5 Personal
- 6 Planta (Manto. Desgaste. Eficiencia, energía)
- 10 Monitoreo Físico , biológico
- 11 Riesgo
- 12 Contingencias



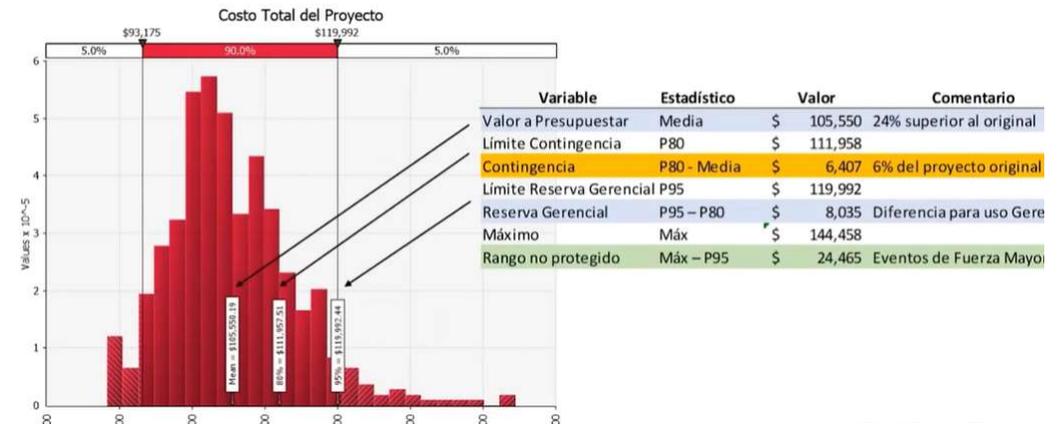
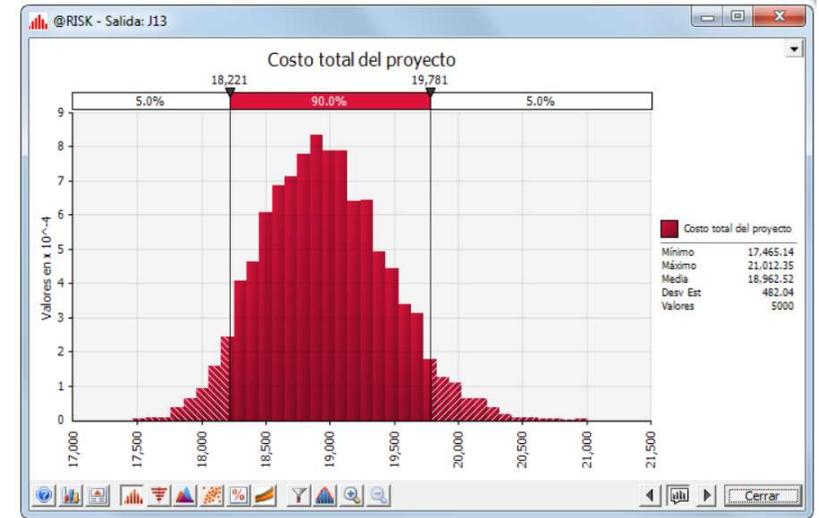
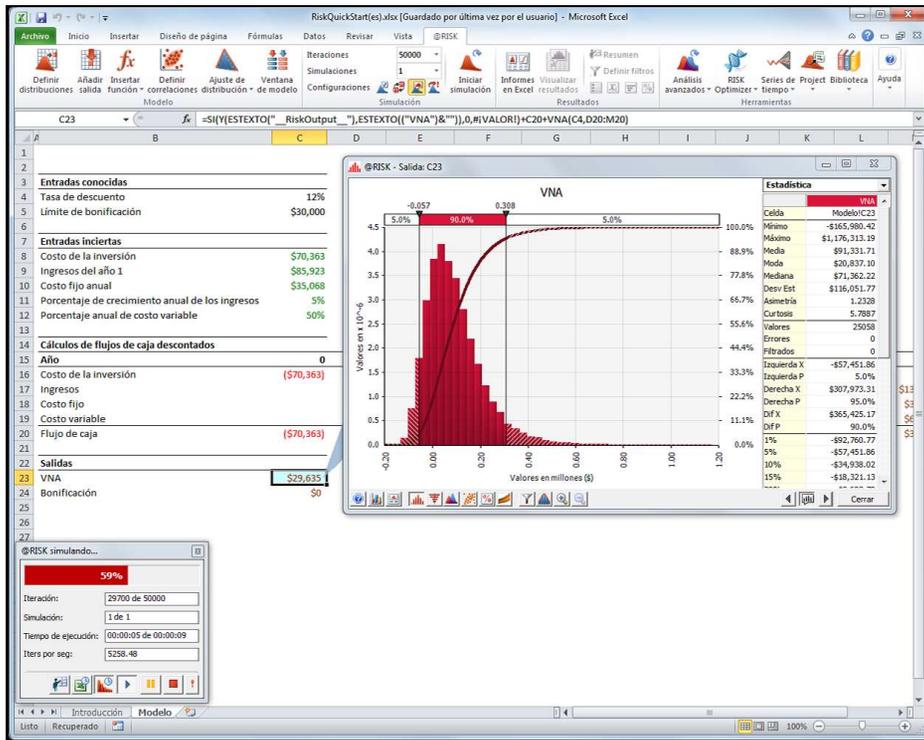
6. REFLEXIÓN



| | Perú | Chile |
|------------------------|--|--|
| Estructura de Costos | Costos Directos Costos Indirectos Contingencias Impuesto | Costos Directos Costos Indirectos Contingencias Impuesto (IVA) |
| Calculo de Costos | $\sum_i P_i \times Q_i$ <p>P_i: precio unitario Q_i: quitar material</p> | $\sum_i P_i \times Q_i \times F_g \times F_a \times F_p$ <p>P_i: precio unitario Q_i: quitar material F_g = factor de área geográfica F_a = factor de altitud geográfica F_p: factor proveedor urbano</p> |
| Costos Indirectos | $P_i \times Q_i + 15\% \text{ CD}$ | 20 % |
| Costos Post Cierre | VAN (costos anuales) > 5 años | VAN (costos anuales) |
| Contingencia Impuestos | 10% del CD IGV = 18% | Según nivel de Ingeniería IVA = 19% |

Fuente : Lopez Andrés & Toro Rene & Paredes Álvaro (2017)
 Guía de Plan de Cierre de Minas Perú (2006)
 Mnual interno para la estimación de costos de planes de cierre . Ministerio de Minería Chile (2017)
 Guía Metodológica Presentación de Planes de Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras Procedimiento de Aplicación General (2020)

6. REFLEXIÓN



PREGUNTAS ! REFLEXIONES !



GRACIAS

D O L F E R J U L C A Z .

E-MAIL

Dolfer.julca@sugle.com.pe

dojulca@gmail.com

Móvil

+51 979377518

