

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y
METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**Analysis of the Profitability of a Mining Plant Using the Theory of
Mining Reconciliation**

COURSE: PLANEAMINETO DE MINADO

AUTHOR:

**LOPEZ REQUELME GIANFRANCO
MACASSI GARCIA, GERALD NICOLA
LLERENA SANTOS, JUAN CARLOS
MARCHERA GIL, JUAN BRIAN
LUGO LOPEZ, YERSON**

PROFESORES: ING.BRAÑEZ

LIMA – PERU

30 NOVIEMBRE, 2016

RESUMEN

La reconciliación En minería es una técnica muy usada en la actualidad por el cual el rendimiento compañía minera es evaluado, basado en la comparación de la producción real con las predicciones. En la cual la clave para su exitosa aplicación es Conciliar desde el recurso hasta la entrega de un producto mineral es la clave para agregar valor durante el desarrollo de un proyecto minero.

En el caso más simple, los accionistas quieren ver una comparación entre Los ingresos netos anuales de la mina en comparación con las predicciones que se les hicieron al final del Estudio de factibilidad.

En el presente trabajo se Identifica las actividades mineras con una elevada desviación respecto al plan mediante un análisis de discrepancias y una función de reconciliación avanzada permitiendo proporcionar visibilidad a todos los indicadores de desempeño operacional.

Se da a conocer el procedimiento a seguir para obtener un sistema robusto de conciliación, errores comunes dentro de la implementación del proceso de conciliación en las operaciones y clasificando distintas inconsistencias de diferente magnitud.

Uno de los puntos analizar es Ore Grade Reconciliation Techniques en el cual se desarrolla las distintas técnicas aplicadas a la reconciliación de la ley mineral y los factores de reconciliación utilizados para la medición de la medición de las discrepancias entre la ley estimada y la real.

Otro punto analizar es Dimensionamiento Optimo del Muestreo empleando Geoestadistica el cual determina que una buena representatividad de la muestra, Un buen soporte de la muestra, Distancia óptima de muestreo son la base para Dimensionamiento óptimo de muestreo.

Un sistema de reconciliación permite la operación minera total ser visto en contexto, principales problemas y las fuentes de error que pueden identificar, tanto subestimación y sobreestimación sean supervisados críticamente, mejoras para ser probados y evaluados.

Como manera de ilustración se analiza dos casos emblemáticos de aplicación de sistemas exitosos de reconciliación, como son RECONCILIACIÓN EN KCGM OPERACIÓN FIMISTON y LA IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE RECONCILIACIÓN DE SNOWDEN - UN ESTUDIO DE CASO DE TELFER.

INDICE

I.	INTRODUCCION – PROBLEMÁTICA	4
II.	MARCO TEORICO	6
III.	MODELOS, FACTORES DE EFICIENCIA DE LA RECONCILIACION	18
IV.	METODOLOGIA DE INVESTIGACION – ESTUDIO DE CASOS.....	51
V.	ANALISIS DE CASO: IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE RECONCILIACIÓN DE SNOWDEN – MINA TELFER	53
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	60

CAPITULO I

RECONCILIACION EN MINERIA

La reconciliación en minería es una técnica muy estudiada pero poco aplicada en la actualidad por el cual el rendimiento compañía minera es evaluado, basado en la comparación de la producción real con las predicciones, si bien el enfoque propuesto es simple, tiene profundas consecuencias.

RECONCILIACION ES USADO PARA

- Aumentar la exactitud de la planificación.
- Medir desempeño de la operación vs. Objetivos – Entrega indicadores claves de desempeño.
- Mejorar el conocimiento sobre el yacimiento.
- Confirmar la precisión de la estimación de ley y tonelaje.
- Justificar mejores prácticas.
- Pronostico del metal, planificación de minas, rendimiento de la planta de proceso y optimización global de los recursos. Asegurar que la valoración de los activos es exacta.
- Explicar problemas.
- Estimación, muestreo, método minero, proceso y otros.
- Reconciliación puede ser hecha entre:
 - Reservas minerales.
 - Producción minera.
 - Inventarios de stockpiles.
 - Producción del Molino.
 - Interpretación Geológica.
 - Perímetros de control de ley.

La problemática que se tiene en las empresas mineras al no hacer reconciliación es que en el transcurso de la explotación minera, el mineral que la parte de geología cubica y

nos dice que hay en el terreno hasta que ya es procesado en planta y se tiene un concentrado o finos; pero estos no son los que se habían predicho obtener.

Esto se da ya que hay varios errores o problemas en áreas como la de estimación de recursos y reservas, explotación (perforación y voladura), carguío y acarreo, control de unidades (Dispatch – Leica), blending, tratamiento en planta (controles de parámetros fisicoquímicos, aditivos, maquinaria, etc), sistemas autónomos mal calibrados, etc; esto como se ve, es una gran cadena de valor, que al no ser estudiada en su totalidad y no haber una reconciliación de datos, procesos, procedimientos y trabajo; no se llega al óptimo que uno tiene planeado y con eso uno tiene menores márgenes de utilidades.

La reconciliación ha sido hasta ahora un "arte negro" con cada joven profesional de la minería que comienza en la industria y se enfrenta con las preguntas ubicuas: "¿Dónde han ido las toneladas de mineral? ¿Por qué el grado no es lo que se esperaba? ¿Qué le ha pasado al balance metálico?", ahí el reto.

El objetivo aquí es proporcionar alguna guía para entender qué necesita ser abordado, cómo se puede hacer y las consecuencias de hacer una buena reconciliación.

NOS PERMITE

- Identificar las áreas con una elevada desviación respecto al plan mediante un análisis de discrepancias y una función de reconciliación avanzada.
- Reunir y centralizar una gran cantidad de datos exactos
- Proporcionar visibilidad a todos los indicadores de desempeño operacional

PROYECCION

La reconciliación será cada vez más el punto de referencia por el cual el rendimiento compañía minera es evaluado, basado en la comparación de la producción real con las predicciones (promesas).

Conciliar desde el recurso hasta la entrega de un producto mineral es la clave para agregar valor durante el desarrollo de un proyecto minero.

Dar a conocer los problemas comunes y ventajas de un sistema de reconciliación

Mostrar Pautas y pasos para un sistema de reconciliación exitoso

Fomentar la aplicación de un sistema de reconciliación

CAPITULO II

MARCO TEORICO

II.1 CONCEPTOS BASICOS

a) Sistemas y Criterios de clasificación de recursos y reservas

El éxito de cualquier negocio minero depende directamente de la calidad de las estimaciones de los recursos y reservas realizadas a partir de la información generada durante las campañas de exploración. Este cálculo, como cualquier estimación basada en un número limitado de muestras está sujeto a variaciones o errores respecto al valor real. De aquí precisamente surge la necesidad de establecer clasificaciones de recursos que indican los riesgos de las estimaciones realizadas.

Los principales sistemas de clasificación que se emplean hoy en el mundo se fundamentan en la confianza geológica y en la viabilidad económica. Todos los esquemas de clasificación hacen uso del grado de confiabilidad o certidumbre como factor discriminante entre las distintas clases, entre tanto ninguno de esos sistemas muestran claramente como calcular el error asociado con cada estimación. Un elemento que complica aún más el proceso de categorización es la imposibilidad de cuantificar el error cometido en la creación del modelo geológico del yacimiento. Producto de las dificultades encontradas en cuantificar el error de estimación, los sistemas de clasificación se apoyan más en aspectos cualitativos que en medidas reales de la dispersión de los valores obtenidos. Dado este elemento de subjetividad es que se introduce en la mayoría de los sistemas de clasificación el concepto de persona competente (ver código JORC).

Los principales métodos a través de los cuales los recursos minerales pueden ser categorizados se dividen en 2 grupos: (1) Criterios tradicionales o clásicos, (2) Criterios geoestadísticos.

Métodos tradicionales de categorización

Los métodos tradicionales de categorización hacen uso de los siguientes criterios.

Continuidad geológica - La clasificación de recursos y reservas minerales depende en primer lugar de la comprensión de la génesis del yacimiento y de la valoración de la continuidad geológica del volumen mineralizado. Aquí es muy importante establecer la continuidad física o geometría de la mineralización o de las estructuras controladoras. La continuidad física o geométrica no es fácilmente cuantificable. Para establecer este tipo de continuidad es necesario interpretar los datos disponibles y establecer el modelo geológico del yacimiento sobre la base del conocimiento existente y la experiencia previa obtenida en depósitos similares.

Densidad de la red de exploración (grado de estudio) - Para las distintas categorías se recomienda un determinado espaciamiento de la red de exploración lo cual está en función del tipo de yacimiento. Las redes para cada categoría se argumentan sobre la base de la experiencia (principio de analogía) en otros yacimientos similares (tabla N°2.1)

Tabla N°2.1 Ejemplo de clasificación en función de la densidad de la red de exploración.

Tipos de yacimiento	Densidad de la red para las distintas clases de recursos		
	Medida	Indicada	Inferida
Yacimiento de carbón De Witbank (Africa del Sur)	250 x 250m	350 x 350 m	500 x 500m
Yacimiento de Oro de Saddleback (Australia)	25 x 25 m	50 x 50 m	100 x 100m
Yacimiento de Níquel Laterítico	25 x 25 m	50 x 50 m	100 x 200 m
Placeres de minerales pesados.	200 x 40 m	400 x 80 m	Continuidad geológica

Tabla N° 2.1

Interpolación contra extrapolación - Los bloques cuyos valores han sido estimados por interpolación o sea están localizados dentro de la red de muestreo son clasificados en categorías más confiables que los localizados más allá de la última línea de pozos (extrapolados). La mayoría de los sistemas de clasificación exige no incluir bloques extrapolados en la clase de recursos medidos.

Consideraciones tecnológicas - incluye determinados aspectos que pueden ser utilizados para discriminar o rechazar un recurso en una categoría dada. Como ejemplo se puede citar la presencia de elementos perjudiciales que impiden la buena recuperación o hacen extremadamente cara la extracción del componente útil durante el proceso de beneficio.

Calidad de los datos - La recuperación del testigo, el volumen de las muestras, la forma en que fueron tomadas y el método de perforación influyen directamente sobre la calidad de los datos. Los sectores donde existen problemas de representatividad o confiabilidad de los análisis deben ser excluidos de la categoría de recurso medido.

b) Geoestadística, uso en la minería

La estimación de recursos mineros se puede dividir en dos partes:

- Estimación global: interesa estimar la ley media y el tonelaje de todo el yacimiento (o de una zona grande S dentro del depósito o yacimiento)

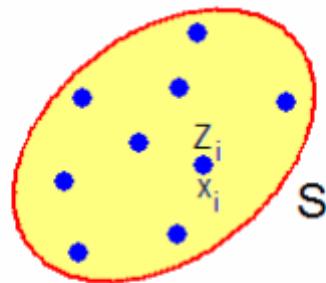


Figura I.1: Zona a estimar e información disponible.

Se tiene un conjunto de leyes z_1, z_2, \dots, z_N de mineral localizadas en los puntos x_1, x_2, \dots, x_N .

- Estimación local: interesa estimar la ley media de unidades o bloques dentro de S , con el fin de localizar las zonas ricas y pobres dentro de esta zona S .

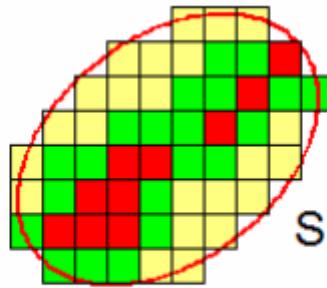


Figura I.2: Estimación local con bloque unitario o unidad básica de cálculo.

La estimación global y local están relacionadas porque se pueden obtener valores globales al componer los valores locales de los bloques V_i . A continuación estudiaremos los métodos tradicionales más importantes, desde un punto de vista crítico.

Variograma

El variograma es una función que constituye la herramienta fundamental de la geoestadística. Sean x y $x + h$ dos puntos en el espacio:

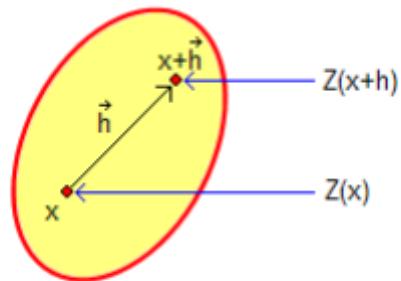


Figura III.1: Dos puntos a la distancia vectorial h .

La definición teórica de la función variograma $\gamma(h)$ es la esperanza matemática siguiente:

$$\gamma(\vec{h}) = \frac{1}{2} E \left[(Z(x + \vec{h}) - Z(x))^2 \right]$$

Sin embargo, en la práctica siempre se utiliza el algoritmo siguiente:

$$\gamma(\vec{h}) = \frac{1}{2} \text{Promedio} \left\{ \begin{array}{l} (\text{diferencias})^2 \text{ de leyes en puntos} \\ \text{que están a la distancia } \vec{h} \end{array} \right\}$$

Esta ecuación es la que hay que adaptar en cada situación práctica (mallas regulares e irregulares en el espacio de n dimensiones, $n = 1, 2, 3$). Las propiedades de $\gamma(h)$, que se deducen fácilmente de la definición son:

$$\begin{aligned}\gamma(0) &= 0 \\ \gamma(h) &\geq 0 \\ \gamma(-\vec{h}) &= \gamma(\vec{h})\end{aligned}$$

La última relación proviene del hecho que si dos leyes z_1 y z_2 están a la distancia h , entonces $(z_1 - z_2)^2 = (z_2 - z_1)^2$

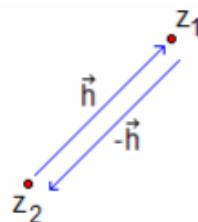


Figura III.2: La función gama de h es par.

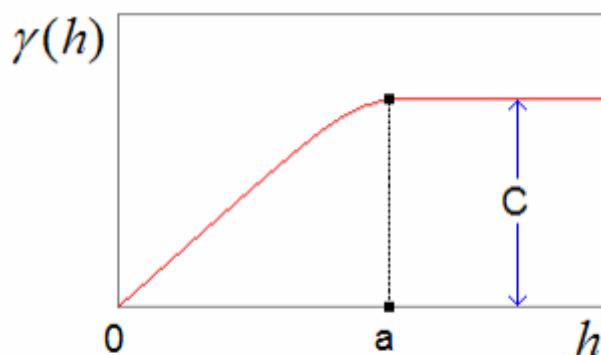


Figura III.22: Variograma con alcance a y meseta C .

La magnitud a se llama alcance y la constante C se llama meseta.

c) Reservas de mineral (predicción) Y la Reconciliación

Los modelos de recursos minerales se producen invariablemente ahora como modelos de bloques informáticos. Las limitaciones de estos son la escasez y la calidad de los datos de entrada (Cartografía geológica y logeo, preparación de muestras y ensayos, etc.) y el modelado geoestadístico subsiguiente (anisotropía, efectos de frontera, suavizado, etc.).

La conversión del recurso mineral en una reserva de mineral requiere un plan minero e incluye la consideración de varios "factores modificadores" (por ejemplo, JORC, 2012; CRIRSCO, 2013).

Muchas diferencias entre las predicciones de Reserva de Mineral y los subsiguientes componentes de Control de ley , Minería y Fresado de la cadena de reconciliación provienen de una comprensión incorrecta de cómo los conceptos geoestadísticos de tamaño de bloque,

El tamaño del panel y la unidad selectiva de minería (SMU) se relacionan con las prácticas mineras actuales. Los trabajos anteriores de los autores discuten formas de modelar tales como el enfoque de la Cadena de Minería (Khosrowshahi y Shaw, 2001)

d) Limitaciones del Control de Ley (Predicción) y la Reconciliación.

El proceso de control de ley (o control de mineral) implica la delimitación predictiva de las toneladas y la ley de mineral que será recuperado por la minería.

Las predicciones tienen una serie de características comunes en todos los tipos de mineralización y minería, desde pequeñas, bajas tasas de producción, minas subterráneas metalíferas hasta grandes pozos abiertos de clase mundial, como dos ejemplos diferentes.

Las características comunes de la predicción de control de ley en todas las operaciones son:

- Datos geológicos abundantes que pueden tener una relevancia mínima o no pueden utilizarse;
- Abundantes datos de muestreo que pueden ser de calidad relativamente pobre (por ejemplo, tienen errores de muestreo significativos); y
- Presiones de producción que requieren una rápida interpretación de los datos y pronóstico rápido de los bloques de mineral.

Antes de la minería, generalmente se lleva a cabo un programa de muestreo de "control de ley" para definir los límites de los bloques de mineral aprovechables.

La cantidad de muestreo está limitada por limitaciones prácticas y consideraciones de costos. Todos los métodos de muestreo incurren en errores y existen

Métodos de muestreo para elegir, incluyendo diferentes patrones de rejilla y espaciamientos. Incluso cuando se intentan realizar una serie de métodos de muestreo, el bloque de mineral sólo puede extraerse una vez y, por lo tanto, los efectos de los diseños de bloques de minerales alternativos, basados en diferentes métodos de muestreo, no son en realidad accesibles.

Se han propuesto varias soluciones para estimar y predecir consistentemente los límites del bloque de mineral, incluyendo las de Shaw y Khosrowshahi (2004). Cuando se basan en la simulación condicional, estos enfoques generalmente incluyen la capacidad de definir la pérdida de mineral (material por encima del grado de corte que no es económicamente recuperable) y la dilución (material por debajo del grado de corte incluido en los bloques de mineral planificados). Si se utiliza un enfoque basado en el riesgo para definir los límites de mineral, es posible utilizar la reconciliación para probar si el bloqueo de mineral y otras prácticas de control de grado son óptimas.

e) Minería (Producción) y la Reconciliación.

El proceso de extracción es fundamental para el tema de la comparación de la producción de predicciones. Esto impone un movimiento variable sobre el mineral, compuesto de componentes de la oscilación y desplazamiento lateral. Tales movimientos no son necesariamente consistentes debido a la geología local, características de los agujeros de perforación y la naturaleza dinámica de la voladura.

El diseño de bloque mineral debe ser restablecido en el mineral roto, y los errores se incurrirán en hacer esto. El mineral es entonces roto excavado utilizando los límites de bloque de mineral, y posiblemente los controles visuales sobre la mineralización, como guías. El equipo de minería puede ser grande y los límites de los bloques de mineral contendrán esquinas. Por tanto, se producirán errores de minería.

Conciliaciones rutinarias deben ser llevadas a cabo, reconociendo las dificultades en la obtención de datos fiables, éstos deben basarse en estimaciones de:

- Los volúmenes de contenido, toneladas, el grado, la densidad y la humedad del mineral extraído en realidad
- Identificación de cualquier mineral que es adicional a la prevista por el control de leyes
- Identificación de mala asignación de mineral y desmonte como desviaciones del plan de control de calidad (mineral planeado envió a los residuos, los residuos planeado enviado al molino)
- Tonelajes de camiones (a menudo sobre la base de factores de camiones)

f) Molienda (Producción) y la Reconciliación.

Definición de la producción real del metal se basa normalmente en el cálculo del balance metalúrgico en el molino.

El tratamiento del mineral es un proceso dinámico y hay una acumulación de errores debido al muestreo, y debido al retraso en el molino entre la alimentación de mineral y calculando las leyes molidas (Siddall y Baxter, 1990; Francois-Bongarcon y Gy, 2002).

La práctica común de mezclar minerales en el molino, de diferentes cuerpos de mineral, partes diferentes del mismo cuerpo de mineral, o de mineral stockeado imperfectamente conocidas,

Puede aumentar la incertidumbre de las cifras de producción en las reconciliaciones.

II.2 CLASIFICACIÓN DE LA RECONCILIACIÓN

a) RECONCILIACIÓN TEMPORAL

La reconciliación temporal, la forma más común de la reconciliación, compara el rendimiento a través de la operación minera en la secuencia basada en el tiempo.

Cubre períodos tales como turnos, días, semanas, meses, años, etc. basan tiempo de bienestar, no necesariamente se compara la información desde una perspectiva espacial, que puede variar en el corto plazo, sino que se basa en el hecho de que estas discrepancias geográficas suavizar durante períodos más largos de tiempo, normalmente de meses o años.

La reconciliación temporal permite el seguimiento de los datos a través del tiempo, por lo general, mensual o anual. También se puede aplicar sobre una base espacial; por ejemplo, desde la perspectiva de medir el rendimiento de un tajo subterráneo individuo o un banco a cielo abierto en el tiempo.

b) LA RECONCILIACION ESPACIAL

La reconciliación espacial como una forma tridimensional de la reconciliación.

Esta forma de reconciliación mide el rendimiento absoluto entre los modelos de predicción y los resultados reales determinadas mediante el mapeo y la medición de la encuesta.

Las actividades mineras podrían tener un impacto significativo en los resultados de reconciliación si las consideraciones espaciales no son tomadas en cuenta.

Es importante en situaciones en las fronteras de tipo de material se ajustan sobre la base del control visual de mineral o cuando se adopten medidas tales como pastillas que cuelgan de la pared durante la minería.

Esta información espacialmente orientado forma real de los datos que se pueden comparar con las interpretaciones geológicas originales y modelos.

c) LA RECONCILIACIÓN FÍSICA

Reconciliación física se refiere a atributos como el metal contenido, varios parámetros de calidad y volúmenes.

Es característico de las empresas mineras para combinar la reconciliación físico con datos temporales, el informe de los cuales por lo general se lleva a cabo durante períodos de tiempo largos (trimestral o anualmente).

Sin embargo, también es a menudo útil para comparar las características físicas de un modelo como el total de metal, la dilución planificada, y los resultados de calidad entre diferentes versiones de modelos de recursos y reservas.



II.3 PROCEDIMIENTOS DE CONCILIACIÓN

1. Establecer un registro de auditoría para todos los datos
2. Estar de acuerdo en informar de los resultados de forma rutinaria en un formato coherente y asegurar que hay reuniones de reconciliación en el lugar para discutir los resultados y desarrollar planes de acción
3. **Tabular los datos**
4. Variaciones informe basado en volúmenes consistentes (banco por banco, por caserones de rebaje) o (períodos mensuales, trimestrales, anuales)
5. **Representa gráficamente las variaciones (o factores) para cada parámetro para determinar las tendencias**
6. **Analizar las diferencias y anotar los gráficos para explicar las diferencias**
7. **Modificar los parámetros de entrada de forma sistemática para reducir futuras diferencias de reconciliación.**

II.4 RECONCILIACIONES MENSUALES

Estas deben proporcionar:

- Volumenes, toneladas y ley de mineral marcado y explotado
- Volumenes, toneladas y ley de mineral adicional predichos por las perforaciones de control de ley indentificadas ya sea visualmente o por remanejo del muestreo
- Topografía del pito volúmenes de hundimiento
- Movimiento del stockpile
- Producción del Molino (después del balance metalúrgico) y los llamados factores para la producción del mes.
- Reconciliación de fuentes de datos

Buena reconciliación necesita control de:

- Mina y stockpiles del molino
- Muestreo del molino
- Interpretación geológica también es necesaria.

Las diferencias (“variaciones”) son comúnmente expresadas como razón del error al valor del target.

A) Graficar las variaciones

- Para interpretar estas diferencias
- Diferencias de producción como varianzas
- La confusión con la varianza estadística sugiere que llamemos a estas “variaciones” o “diferencias”.

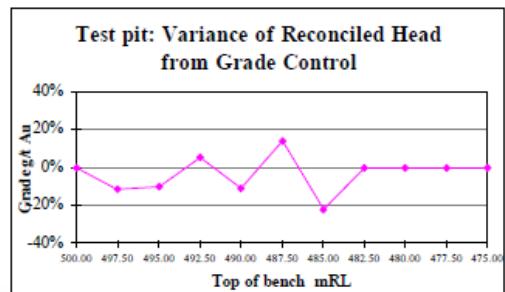
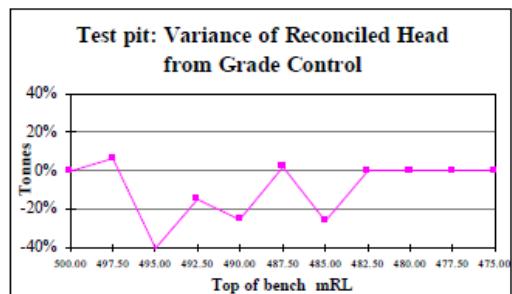
Ore Reserve		Grade Control			
Tonnes	Grade	Tonnes	Grade	Tonnes	Grade
1000	2.3	1100	2.1	10.0%	-8.7%
940	2.7	1130	2.2	20.2%	-18.5%

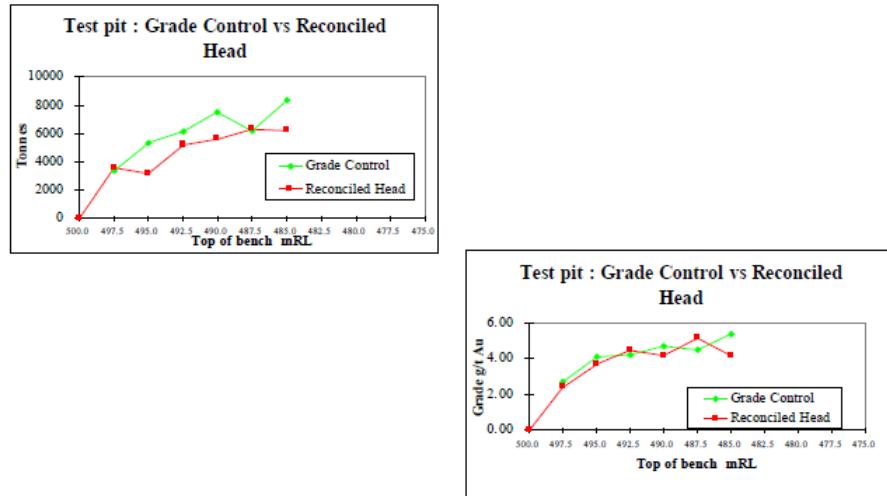
Por ejemplo:

$$\frac{1100 - 1000}{1000} = \frac{100}{1000} = +10\%$$

y comunicar
representar las

e informes de





B) Reporte y explicación de las diferencias

- Comunicación
- Reporte las diferencias y explíquelas si es posible
- Reporte cualquier investigación puesta en práctica que sea emprendida
- Actúe rápidamente para identificar o reparar los problemas pero evite decisiones de pánico.

Reconciliación de la Mina al Molino

La reconciliación de las predicciones del control de ley con el molino es una medida del funcionamiento contra los planes. Las diferencias pueden indicar:

- Ajustes incorrectos para la pérdida o la dilución del mineral
- Corte inadecuado de las leyes altas
- Explotación pobemente controlada
- Factores de densidad incorrectos
- Tonelajes incorrectos del molino

- Muestreo sesgado de cabeza y cola de los flujos del molino.

Muestreo extenso del stockpile y botadero:

Esto puede indicar un problema del control de ley:

- Control de ley es hecho demasiado tarde
- Tentativas de encontrar el mineral después de explotado
- Esfuerzos para salvar la ley
- Pérdida de toneladas y de contenido de metal
- Pronósticos de flujo de caja no fiables
- Gerencia infeliz (y accionistas)

Problemas comunes en la reconciliación:

- La alimentación del molino de múltiples fuentes de mineral hace muy difícil el seguimiento de parcelas de mineral

- L
- C
- I

F	Mine A	Grams per ton milled					
		FORECAST	CURRENT	TO DATE			
		10.4	5.1	6.2			
Problema		Solución					
Polygonal estimation		3D modelling					
Bulk density		Test work					
Assay reliability		Test work					
Stockpile adjustments		Open and close stockpiles					
Back-calculated head grade		Check metallurgical balance					
<i>2 SOURCE, BUT STILL A CHANCE</i>							
5 CORRECT FORECASTS							
(of which 3 were tailings re-treatment operations)							

C) Tome medidas

El alcance de costo –beneficio para optimización del control de ley

- Reduce la cantidad de pérdida debido a una pobre delineación del mineral y estéril antes de ser explotado
- Centra en las implicaciones económicas mirando los costos y los beneficios de tu muestreo y sus predicciones de los límites de bloque y leyes del mineral.

Enfoque recomendado para la reconciliación:

- Establecer un procedimiento de reconciliación robusto
- Monitoreo critico de subestimación y sobreestimación
- Identificar problemas
- Prueba y evaluación de mejoramientos
- Mantener documentación y comunicación clara y consistente.

CAPITULO 3

MODELOS, FACTORES DE EFICIENCIA Y CASOS EMBLEMATICOS DE RECONCILIACION

IV.1 MODELO CONCEPTUAL

PRACTICA DE RECONCILIACIÓN

Un marco coherente para los factores Mine call factors and mill call factors. Han sido utilizados en muchas minas sin una definición sistemática clara.

Harry Parker recientemente proporcionó un marco útil basado en su extenso trabajo en la estimación y auditoría de reservas de mineral. Al hacerlo Parker (2012) ha proporcionado una solución a muchos de los problemas de reconciliación de control de grado, Ya que por sus definiciones, si:

$$F1 = \frac{\text{short range model depletions}}{\text{long range model depletions}} \text{ ie } F1 = \frac{\text{GRADE CONTROL (PREDICTION)}}{\text{ORE RESERVE (PREDICTION)}}$$

and

$$F2 = \frac{\text{received at mill}}{\text{delivered to mill}} \text{ ie } F2 = \frac{\text{MILL (PRODUCTION)}}{\text{GRADE CONTROL (PREDICTION)}}$$

and

$$F3 = \frac{\text{received at mill}}{\text{long range model depletions}} \text{ ie } F3 = \frac{\text{MILL (PRODUCTION)}}{\text{ORE RESERVE (PREDICTION)}}$$

then it is now obvious that $F3 = F1 * F2$

Al garantizar que las reconciliaciones se realizan como factores (para toneladas, leyes y metales) y que cada etapa de la cadena se utiliza como numerador en comparación con el componente anterior en

La cadena, todos los diversos componentes de un esquema de reconciliación de minas pueden ser racionalizados y comparados.

Tenga en cuenta que en las fórmulas anteriores como reinterpretadas en el lado derecho en este documento,

El paso de Control de Grado (predicción) se equipara tanto con las deplecciones del modelo de corto alcance como con las de los pasos de Parker (2012).

Esto es aceptable porque las etapas intermedias del proceso de reconciliación pueden considerarse como una caja negra cuando no hay datos suficientes suficientes, de manera que el factor intermedio (F2 en este caso) puede ser limitado. La cadena de reconciliación propuesta por Parker puede ser elaborada (y con frecuencia está en minas operativas) como se muestra en la Figura 1 y la Tabla 1.

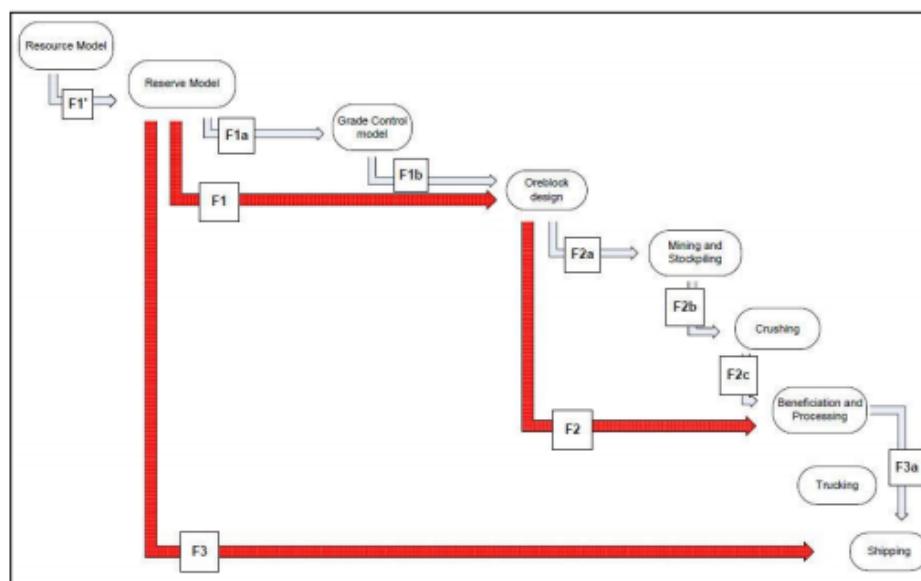


Figure 1 - Elaboration of the reconciliation process defining additional steps.

Table 1 - Typical inputs into the reconciliation value chain shown in Figure 1.

Reconciliation Stage	Used in Factor	Subcomponents	Data Inputs
ORE RESERVE (prediction)	F1 and F3	Mineral Resource model mine plan geometallurgical parameters expected mill recovery	resource model exploration data original topography mining surface (start) mining surface (end)
GRADE CONTROL (prediction)	F1 and F2	F1a short term model	geological mapping grade control sampling
		F1b planned ore blocks and/or designed stopes	ore block polygons stope design grade and density estimation geotechnical criteria mining widths and efficiencies
MINING (production)	F2 and F3	F2a digging	blast movement ore and waste haulage
		F2b stockpiling	truck counts and surveys
		F2c crushing	weightometer
MILLING (production)	F2 and F3	F3a beneficiation	processing records metal balance
		shipping	surveys metal sales.

Tenga en cuenta que Parker (2012) se refiere a F1a como F' Y a F1b como F''

De este enfoque se desprende que el proceso de reconciliación de cualquier operación puede analizarse sistemática y sistemáticamente.

La cadena de reconciliación puede ser diferente para diferentes operaciones, pero dentro de la cadena el uso de factores y el uso constante del denominador para la parte anterior de la cadena permiten controlar, mitigar o acumular errores y suposiciones.

La Figura 2 proporciona un ejemplo de una gráfica de la reconciliación F1 (control de ley vs reservas de mineral) para una mina de oro a cielo abierto. Observe las tolerancias de $\pm 15\%$ (líneas punteadas rojas) en toneladas, grados y onzas así como anotaciones donde las tendencias cambiantes sugieren que puede haber problemas que investigar.

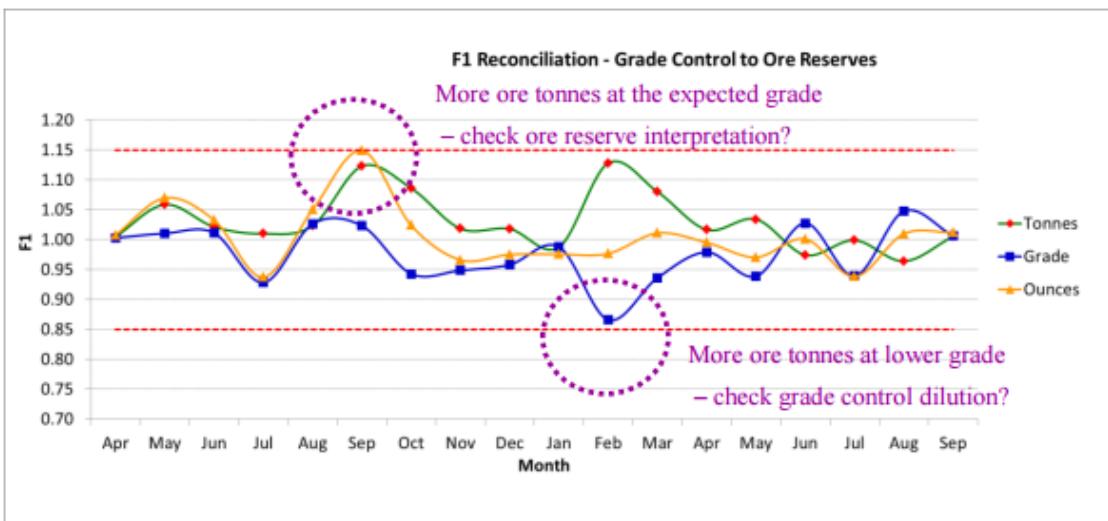


Figura 2 - Un ejemplo de un gráfico de reconciliación F1 anotado Para una mina de oro a cielo abierto.

UNA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LA INCERTIDUMBRE EN LAS RECONCILIACIONES

Depender de Las reconciliaciones basadas en datos poco claros han creado obstáculos para la evaluación objetiva y la mejora de las técnicas de control de grado en muchas minas en funcionamiento.

Pueden realizarse comparaciones de métodos, pero no se pueden probar afirmaciones acerca de los beneficios relativos de diferentes métodos.

Si se crea un modelo de un cuerpo de mineral, Los procesos de control de ley, minería y molienda pueden ser modelados.

Por ejemplo, el modelo de cuerpo mineral puede ser muestreado usando Varias estrategias de control de ley y, a continuación, estas muestras de control de ley teórico se pueden utilizar para predecir los resultados.

Tales predicciones se pueden comparar con el modelo completo (el conjunto de datos exhaustivo) del cual se extrae el conjunto de muestras. Cuando tales enfoques se basan en modelos de simulación condicionales, tienen la ventaja de que la función de transferencia utilizada para interrogar el modelo puede manipularse de manera transparente y objetiva para buscar resultados diferentes

Y proveen una manera para que los procesos de Control de ley y Minería apunten a las predicciones de Reserva de Mineral.

OTROS TIPOS DE RECONCILIACIÓN

Hay muchas comparaciones dignas de examen como parte del proceso de mejora continua, o para el caso durante una auditoría de minas.

El concepto de comparar los datos reales con predicciones y las variaciones de los informes (o más preferentemente las variaciones) se pueden aplicar a muchos aspectos del rendimiento de la mina, Incluyendo, pero no limitado a: tonelaje, grado, metal, humedad, densidad, costos, ingresos, consumo de energía, eficiencia e incluso cumplimiento de obligaciones legales.

Menos evidentes, pero también extremadamente útiles son las reconciliaciones espaciales tales como las comparaciones de la geología (mapeo vs interpretaciones tempranas)

Y la planificación de minas (las áreas realmente minadas vs áreas propuestas en el plan de la mina).

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de una reconciliación espacial de los bloques de mineral de control de grado superpuestos a las predicciones de reserva de mineral.

Es evidente a partir de esta figura que hay poca congruencia entre las formas o áreas de los polígonos de reserva de mineral (los contornos lisos de este a oeste) y los polígonos de control de ley (los bloques angulares más discretos con números de código de seguimiento en ellos).

Esto no es inusual y puede deberse a la escasez de los datos de exploración, la calidad del muestreo de control de grado y el método de interpretación de sección / plan que se utilizó para la interpretación del control de ley.

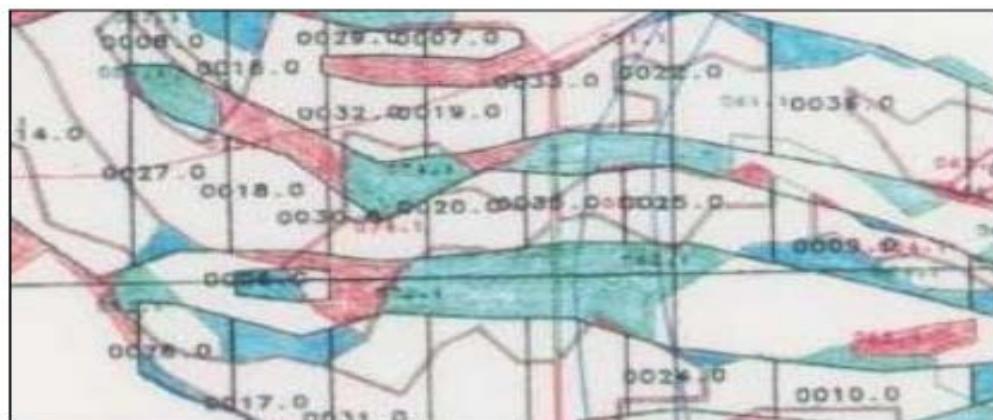


Figura 3 - Una reconciliación espacial de los bloques de control de ley predicho versus los bloques de reserva de mineral previstos.

El azul es donde el modelo predijo con éxito el mineral; Rojo es donde se ha encontrado que el mineral predicho es de grado bajo. Las regiones blancas son donde los residuos y el mineral fueron predichos incorrectamente por el modelo de reserva de mineral.

RESULTADOS DE UN ROBUSTO SISTEMA DE RECONCILIACIÓN

Las reconciliaciones deben ser monitoreadas consistentemente con el tiempo. Un enfoque predictivo exitoso puede deteriorarse debido a cambios en la geología, tipo de mineral, procedimientos de muestreo, métodos de control de grado, métodos de minería, Controles de molienda, personal, etc. La falta de reconciliación sistemática

significa que no hay controles para monitorear las predicciones y para moderar las expectativas.

Esto puede resultar en un uso no óptimo del recurso, la presión sobre el equipo de minería, los objetivos de ganancias no se cumplen y los accionistas infelices.

El reconocimiento de las tendencias puede proporcionar una visión de cómo las predicciones actuales se pueden realizar durante la producción futura.

Es útil saber que el molino está recibiendo el mineral previsto a un nivel inferior al esperado, aun cuando todavía hay incertidumbre sobre si esto se debe a problemas con La reserva de mineral (debido a datos, interpretación o estimación), Con el control de ley (debido a errores similares más pérdida de mineral y dilución), Con la minería (debido a desviaciones del plan) o con la molienda (debido a errores de muestreo o pérdidas).

Asimismo, es útil saber que la producción está excediendo las predicciones, ya que esto puede significar que el proceso de control de grado, el plan de la mina y los ingresos son todos subóptimos.

EL PROCESO DE RECONCILIACIÓN - OBSERVACIONES Y CUESTIONES PERTINENTES

El estudio identificó una serie de cuestiones que representan la realidad sobre el terreno; Revelaron desafíos prácticos a la buena reconciliación del mineral en la industria minera. Estos son: Complejidad percibida, desplazamiento de la culpa / eludiendo la responsabilidad, pobre seguimiento de materiales y Alteraciones de parámetros superfluas.

1. Complejidad Percibida

El proceso de reconciliación se considera a menudo como un proceso complejo. Establecer valores correctos para cada elemento de datos en el proceso de reconciliación con certeza absoluta es un desafío significativo para los profesionales. Blucher identifica algunas de las razones de la complejidad percibida del proceso de reconciliación:

- a. El proceso requiere demasiadas variables para gestionar o caracterizar;
- b. La falta de experiencia en el lugar; y
- c. Falta de comprensión de cómo un
Un enfoque riguroso de la reconciliación puede beneficiar a toda la operación.

2. Desplazamiento de culpa / eludiendo responsabilidades

Otra observación tiene que ver con el reto de los sistemas de reconciliación inflexibles y los puntos de vista partidistas / insulares, que conducen a un cambio de culpa o aludir responsabilidades.

Hay veces en los profesionales involucrados incluso que no pueda reconocer y actuar sobre las fallas en el sistema en su conjunto, debido al mencionado desafío.

Por lo general, se culpa a la planta por las deficiencias en lugar de ser reconocida como la fuente de información invaluable necesaria para administrar todos los aspectos de la reserva de mineral, control de ley y proceso de minería. Desafortunadamente, los practicantes generalmente no reconocen el molino como el más grande,Sistema de muestreo continuo en la mina capaz de proporcionar información de calidad para el proceso de reconciliación.

3. Rastreo de material deficiente

La entrega de mineral a la Run of Mine (ROM) a partir de múltiples fuentes y

La alimentación de material a un paso de mineral común desde múltiples paradas son cuestiones de preocupación significativa para el proceso de reconciliación.

Éstos, inadvertidamente, podrían conducir a la dificultad en seguir el material a través de los procesos de la explotación minera y de la molienda. Una consecuencia del proceso de reconciliación es la suavización de las diferencias que pueden existir entre las diversas fuentes, y posteriormente ocultar cualquier problema que pueda existir.

4. Las alteraciones de parámetros superfluos

Varias minas consistentemente cambiar densidades a granel y suelto, así como factores de camiones a fin de equilibrar sus libros. Por lo tanto, las razones subyacentes de las inconsistencias de la reconciliación se descuidan.

EL CAMINO A SEGUIR

Problemas con la reconciliación no pueden ser eliminados por completo. El hecho de que las actividades y los procesos en toda la cadena de valor (por ejemplo, muestreo y estimación de recursos). Nunca puede registrar la precisión del 100% atestigua esto.

Sin embargo, esto puede ser mitigado con esfuerzos pragmáticos. El camino a seguir para asegurar un desempeño efectivo y satisfactorio de la reconciliación se presenta a continuación:

1. Identificación de Causas en Discrepancias en el Proceso de Reconciliación

Los cuatro enfoques de la reconciliación, como se ha descrito en la parte superior, se han utilizado a lo largo de los años.

Sin embargo, los extensos estudios de reconciliación han revelado que el uso de Mine call factors o factores de corrección podrían ser engañosos.

La razón es que podría conducir al enmascaramiento de las ineficiencias inherentes en prácticas pobres.

Por lo tanto, resulta en la creación de un falso sentido de seguridad para la gestión. No fomenta la identificación y posterior corrección de las causas de los desequilibrios de reconciliación.

Se espera que un buen proceso de reconciliación identifique las discrepancias tal como son y proceda a identificar y corregir las causas subyacentes. Debe ser capaz de conducir a la cuantificación económica de la importancia de los desequilibrios / discrepancias identificados.

2. Colaboración eficaz y eficiente en toda la cadena de valor

La reconciliación eficaz y eficiente requiere el esfuerzo de colaboración tanto de los proveedores de datos de entrada como de los receptores del producto de salida al reconocer todo el proceso como un sistema que utiliza datos recopilados de diversas fuentes en diferentes marcos temporales. Por lo tanto, los datos deben resumirse en información que se relacione con el desempeño de las fuentes individuales.

Con tal colaboración, los profesionales serán adecuadamente informados de la variación inherente de cada fuente, con el tiempo. Esto conducirá además a la determinación del impacto de estas variaciones en el desempeño y el proceso de toma de decisiones subsecuente balanceado contra los requerimientos fiscales, de minería y de molienda.

Esto es esencial para mitigar la complejidad percibida asociada con el proceso de reconciliación. También ayudará a eliminar el escenario desagradable donde los practicantes de los diversos departamentos de la mina tienden a tener puntos de vista insulares, lo que lleva a la transferencia de la culpa / eludiendo de responsabilidades.

Con esto, los profesionales se vuelven proactivos en lugar de reactivos.

3. Buen Seguimiento de Material

Un buen seguimiento del material de manera oportuna ayudaría a identificar el grado de discrepancia o variación resultante de una determinada fuente.

Se aconseja que las empresas mineras, especialmente las nuevas y potenciales,

Debería tanto como sea posible Sistemas seguros de alimentación de molinos que incorporen almacenamiento de acuerdo a la fuente.

Esto, aunque puede ser una enorme carga financiera y económica para las compañías mineras establecidas, aseguraría fácilmente la gestión oportuna de los problemas a medida que surjan.

4. Optar por un enfoque integrado de muestreo, control estadístico de procesos, modelización de recursos y gestión de la calidad total

Es muy necesario que la administración adopte esfuerzos pragmáticos hacia la comprensión e implementación en profundidad del Muestreo Integrado, Control de Procesos Estadísticos (SPC), Modelación de Recursos y Gestión de Calidad Total (TQM).

Todo el proceso no debe mantenerse como programas separados manejados por diferentes departamentos que raramente se comunican; Deberían integrarse en un programa común.

La esencia consiste en permitir a la dirección elaborar una estrategia eficaz para la mina que se base en un muestreo exacto capaz de proporcionar datos confiables, evaluaciones estadísticas completas capaces de identificar las causas de la variabilidad,

Y una filosofía de Gestión de Calidad Total que proporciona una plataforma para la toma de decisiones proactiva.

Este programa integrado Llevaría a la dirección a darse cuenta de que La cadena de valor de la minería, en cualquier etapa, está llena de variabilidad. Esto requiere un compromiso por parte de todas las partes interesadas de adherirse estrictamente a un plan para reducir la variabilidad de cualquier parámetro de proceso dado por una estrategia de mejora constante, después de haber realizado análisis de variabilidad apropiados. Esto se puede lograr mediante el uso de la geoestadística como herramienta para analizar la variabilidad en la mina.

La adopción de ese programa integrado también conduciría a una buena cultura de muestreo que proporcione datos confiables para mejorar el control del grado y la posterior reconciliación. Los protocolos de muestreo deben ser optimizados de acuerdo a la heterogeneidad. También existe la necesidad de cuantificar la precisión y precisión de los protocolos de muestreo y submuestreo, y las mediciones analíticas

TECNICAS APLICADAS PARA RECONCILIAR LA LEY MINERAL:

.Agotamiento por actividad minera

La disponibilidad de control de ley y los datos de producción de una parte definible de la veta hace posible la extracción de la reserva de mineral estimado para esa parte de un yacimiento del total estimado de recursos minerales. Después de haber obtenido este subconjunto, el ingeniero de recursos es capaz de realizar una comparación directa con el control de calidad, la producción minera y procesamiento de resultados

. La reconciliación de los recursos con el control de ley

Esta técnica implica el uso de datos de control de calidad en la estimación del total de la mineralización in situ por encima de un determinado grado de corte. Al hacerlo así, el ingeniero de recursos es capaz de determinar si la mineralización es de hecho presente en la cantidad y la calidad estimada en la etapa de estimación de recursos minerales.

. Reconciliaciones entre Reservas de mineral, control de ley y Producción

Las ayudas de la técnica en la identificación de las pérdidas y las discrepancias en cada etapa de la cadena de valor de la minería; y la ventaja que esto presenta es que la gestión sea capaz de asumir enfoque optimizado para un funcionamiento efectivo.

Importancia:

- Ayuda determinar supuestos inapropiados sobre el grado de selectividad durante la minería
- Permite aumentar la recuperación de mineral extraído al tener certeza y confianza en la data
- Visualiza densidades aparentes incorrecto aplicado a la mineralización, el material de ganga y / o el material de desmonte que diluye el mineral.
- Visualiza los datos no representativos de exploración y / o sesgadas
- Detecta desajustes existentes entre las técnicas utilizadas para la estimación de recursos minerales, de control de leyes

Cálculo de Factores de Reconciliación

a. Métodos Tradicionales

El uso de factores de comparación, a menudo llamado Mine Cut Factors, para la reconciliación no es nueva para la industria minera. Estos factores se han aplicado extensivamente en la realización de reconciliaciones de producción.

Se calculan con el fin de evaluar por separado las estimaciones del modelo a las estimaciones de control de la calificación diaria y para procesar las estimaciones

de la cabeza de grado. La siguiente información es necesaria para calcular con éxito estos factores: toneladas, grados y Contenido de metal del modelo a largo plazo (bloque), modelo a corto plazo, Modelo de control de ley, Y también toneladas, leyes y contenido de metal producidos por la mina durante el período.

La técnica de reconciliación puede considerar además las existencias entre la mina y el molino.

También se puede considerar el material encontrado dentro de las corrientes de trituración y molienda antes del muestrador de cabeza.

El caso de un período de comparación mensual es presentado por Rossi y Camacho. Ellos definen los Factores de Llamada a Minas de la siguiente manera:

1. Factores F1 - F1t, F1l y F1f, definidas para toneladas, leyes y contenido de metales respectivamente, se basan en las correspondientes toneladas, leyes y metal del modelo a largo plazo versus el modelo a corto plazo y se calculan genéricamente como:

$$F_1 = \frac{\text{Short-term model}}{\text{Long-term model}}$$

2. Factores F2 - F2t, F2l y F2f, definidas para toneladas, leyes y contenido de metales, respectivamente, se basan en las toneladas, leyes y contenido de metal correspondientes del modelo de control de grado versus el modelo de corto plazo y se calculan genéricamente como:

$$F_2 = \frac{\text{Grade-control model}}{\text{Short-term model}}$$

- 3) Factores F3 - F3t, F3l y F3f,

Definidas para toneladas, leyes y contenido de metales respectivamente, se basan en las toneladas, calidades y contenido de metales correspondientes del informe mensual de la mina en relación con el modelo de control de grado.

A veces, los informes de minas para el tonelaje y las calidades se toman simplemente del modelo de control de ley y se consideran como material enviado a la fábrica.

En otros casos,

Utilizan la ley proporcionado por el modelo de control de grado mientras que el tonelaje reportado se basa en el recuento de camiones o mediciones volumétricas de los avances. Si es aplicable, los factores F3 se calculan genéricamente como:

$$F_3 = \frac{\text{Mine reported}}{\text{Grade-control model}}$$

4. Los factores F4 - F4t, F4l y F4f,

Definidos para las toneladas, los grados y el contenido de metales, respectivamente, se basan en las correspondientes toneladas, grados y contenido de metal del material recibido por molienda versus la mina reportada. El factor F4 proporciona una medida directa de la pérdida de mineral y la dilución en el sistema de transporte y almacenamiento. Este factor se puede calcular genéricamente como:

$$F_4 = \frac{\text{Received at mill}}{\text{Mine reported}}$$

Estas cuatro clases de factores sirven de base para la determinación directa de varias medidas de desempeño.

Una de estas medidas cuantifica la exactitud del modelo a largo plazo (LTM) en términos de toneladas y ley de mineral entregado al molino.

Es decir, mide cuán bien el modelo de bloque de reserva predice material entregado al molino. Este factor se calcula como:

$$F_{LTM} = F_1 * F_2 * F_3 * F_4 = \frac{\text{Received at mill}}{\text{Long-term model}}$$

De una forma similar, Otra medición del rendimiento, mostrada en la siguiente ecuación, cuantifica los beneficios obtenidos, por ejemplo,

En el relleno de perforación, suponiendo que ésta es la diferencia entre un modelo a largo plazo (LTM) y un modelo a corto plazo (STM):

$$F_{STM} = F_2 * F_3 * F_4 = \frac{\text{Received at mill}}{\text{Short-term model}}$$

Vale la pena señalar que las escalas de tiempo apropiadas se consideran cuando se realiza la reconciliación a través de factores de llamada de mina.

En este sentido, los ingenieros de recursos a veces se involucran en una práctica inaceptable comparando el modelo a largo plazo con el material enviado al molino sobre una base semanal o incluso mensual.

La razón es que, el modelo a largo plazo sirve para apoyar la planificación de la mina y la programación para períodos de tiempo relativamente más largos como seis meses, Un año o más.

Por lo tanto, resulta inapropiado llevar a cabo dicha comparación en una unidad de tiempo más pequeña.

El modelo a largo plazo se basa en datos ampliamente espaciados y, por lo tanto, no se recomienda para la estimación a pequeña escala.

Por otro lado, los factores F3 y F4, Dependiendo de si existen existencias y cuán grandes son, Pueden compararse semanalmente o incluso diariamente, ya que miden el material reportado por la mina versus el material de molienda recibido.

b. Factores de reconciliación de modelos probabilísticos

La reconciliación, A través de los años, Ha sido ampliamente investigado más allá del uso de los Mine call factors.

Los investigadores han tratado de desarrollar modelos probabilísticos a partir de los cuales se pueden calcular los factores de reconciliación para el proceso de reconciliación. Uno de estos modelos es el "Modelo probabilístico de Parhizkar". En su trabajo, Parhizkar y otros investigadores investigaron los factores relacionados a la ley estimado que afectan el proceso de reconciliación. Estos factores se identificaron como las fuentes de incertidumbre en el resto de la vida de la mina.

En su investigación, los factores más importantes considerados fueron: Variabilidad inherente, incertidumbre estadística e incertidumbre sistemática. La variabilidad inherente, representada por el efecto pepita, se explica por el método de estimación (por ejemplo, kriging).

El modelo, Por lo tanto, asigna un factor de corrección para cada uno de las incertidumbres restantes a la calificación estimada para conciliarlas con la calificación real. Esto se expresa como:

$$G_a = C_r C_s G_e$$

Donde

G_a y G_e representan el grado real y estimado, respectivamente; y C_r y C_s son los factores de corrección para los errores estadísticos (aleatorios) y sistemáticos, respectivamente.

La estadística (incertidumbre aleatoria) resulta de un número limitado de muestras, mientras que la incertidumbre sistemática trata del error resultante de las diferencias entre in situ (real) y Condiciones de laboratorio debido al efecto de escala y anisotropía.

Después de continuar con el modelado, la ecuación anterior se convierte en la próxima ecuación, que representa la incertidumbre general del grado real en el proceso de reconciliación. Los investigadores expresan esto como:

$$CV_{G_a} \cong \sqrt{\frac{s_{G_e}^2}{\bar{G}_e^2} + \frac{CV_{G_e}^2}{n} + CV_{C_1}^2 + CV_{C_2}^2}$$

dónde

CV_{G_a} Es la incertidumbre global del grado real (Coeficiente de variación del grado real);

$\frac{s_{G_e}^2}{\bar{G}_e^2}$ Representa la variabilidad inherente $s_{G_e}^2$ con Siendo la varianza de la calificación estimada, y \bar{G}_e Siendo la ley media estimada;

$\frac{CV_{G_e}^2}{n}$ Representa la incertidumbre aleatoria o CV_{G_e} estadística con Siendo el

coeficiente de variación para la calificación estimada, y n, el tamaño de la muestra;

$CV_{C_1}^2$ y, $CV_{C_2}^2$ Representan la incertidumbre sistemática (con CV_{C_1}

y CV_{C_2} Haciendo referencia a los coeficientes de variación de los factores de corrección para efecto de escala y anisotropía respectivamente).

Según los investigadores, el modelo se adapta a todos los tipos de depósitos. Su validez se verificó utilizando datos reales de una mina de hierro a cielo abierto, y la implementación fue exitosa, ya que dio lugar a una mejor reconciliación.

DIMENSIONAMIENTO OPTIMO DEL MUESTREO EMPLEANDO GEOESTADISTICA

La metodología en general consiste en realizar pruebas sistemáticas de "robustez" entre un conjunto de datos a diferentes distancias o mallas de muestreo posibles.

Valor Añadido: Ya fueron aplicados a estos yacimientos: Tintaya, Cerro Verde, Quellaveco, Yanacocha, Chapi, San Vicente, Retamas, Poderosa, Calera, Michiquillay, Aurora Patricia, El Galeno, Oxapampa, etc.

Teorías indicadas

- . "Hipótesis de estacionariedad", que exige que el variograma se calcule para un dominio con un determinado patrón de distribución constante.
- . Varianza de Estimación o extensión; a un volumen mayor, mayor error habrá. Esta no depende de los valores reales de la información v utilizada sino que se expresa en función del variograma.
- . Dimensionamiento óptimo de muestreo, descansa en 3 aspectos: (1) buena representatividad de la muestra (2) un buen soporte de la muestra y (3) distancia óptima de muestreo.

Dimensionamiento óptimo de muestreo, descansa en 3 aspectos:

- Buena representatividad de la muestra.
- Un buen soporte de la muestra.
- Distancia óptima de muestreo.

TOMA DE MUESTRAS PARA PRÁCTICAS DE CONCILIACIÓN PROACTIVAS

Según Crawford, la reconciliación no debe limitarse a examinar el modelo de recurso contra las estimaciones de la producción minera. En la práctica, cada paso de la operación debe ser examinada de forma secuencial a partir del modelo de la mina, la mina a molino, molino de fundición o refinería o para las ventas finales. Este estudio se centra en el segundo paso de la reconciliación, también llamado 'mina de molino', que compara dos estimaciones: el primero basado en las muestras de control de calidad (la mía) y el segundo basado en muestras de cabeza (molino). A menudo, el control de calidad se basa en la toma de muestras de barrenos, que tiene dos ventajas principales:

1. La separación de barrenos es a menudo cerca, proporcionando una relativamente alta densidad de muestreo por tonelada de material

2. Desde los agujeros de explosión se deben perforar todos modos, hay es sin costo adicional.

Sin embargo, la mala precisión del muestreo es común con el muestreo orificio de explosión, así como la desviación de la muestra causada por tamaño de partícula y la segregación densidad. Una de las principales causas de esta tendencia es la pérdida de finos, que pueden conducir a una subestimación o sobreestimación de la grade.

Nueva metodología de muestreo

La metodología de muestreo propuesto se basa en los conceptos de Morley proactivas de conciliación, donde se toman las medidas de forma secuencial, siguiendo un proceso iterativo en el que los cambios en los protocolos de muestreo tienen por objeto reducir los errores de estimación, así como varianzas de los errores de muestreo.

Cada paso de este proceso tiene como objetivo mejorar la calidad de la muestra, en consecuencia, el aumento de su representatividad. El nuevo método de reconciliación consistió en comparar la nota media de las muestras recogidas en las plantas ("muestras de cabeza") con la nota media de las muestras recogidas en la mina ("muestras de control de calidad"). El trabajo presentado en este documento incluye cinco campañas de muestreo, se hace referencia a los cinco bloques de minería diferentes. Las muestras de control de calidad consistían en material de los agujeros de explosión, utilizando el muestreador sectorial se ha descrito anteriormente, que proporciona dos muestras de aproximadamente 3 kg cada uno. Las muestras de la cabeza, con un peso aproximado de 50 kg cada uno, consistieron en material de la correa 1 m que se refiere a su respectivo bloque, el cual, después de la minería y la trituración de las etapas, se realiza un muestreo de las cintas transportadoras que alimentan la planta de procesamiento. El procedimiento de muestreo de la correa era simple: después de detener la cinta transportadora a intervalos de 30 a 60 min, se recogió material de la correa 1 m utilizando una pala. Un total de 480 muestras fue enviado a los laboratorios para la preparación y el análisis químico, incluyendo tanto el control de ley (382 muestras de 3 kg cada una, de 191 agujeros de explosión) y las muestras de la cabeza (98 muestras de 50 kg cada uno). Todos ellos se prepararon en el mismo laboratorio y siguieron los mismos procedimientos de secado, separación y trituración. Tres partes alícuotas de 50 g cada una se tomó de cada muestra para análisis de oro por ensayo al fuego. Los resultados fueron sometidos a un análisis estadístico, basado en Pierre Gy de la teoría de muestreo.

- **Modelo Conceptual**

Table 1 Proactive reconciliation steps performed at mine/plant

Step	Data source	Changes	Objectives	Observations/results
1	Mine	Replacement of the shovel by the sectorial sampler	Minimise the delimitation and the extraction errors	Correct sampling procedure
2	Mine	Insertion of a rubber seal above sampler's cupola	Minimise sample biases caused by the loss of fines	Reduction in bias (i.e. smaller mean of the sampling error)
Plant		Sampling at the plant (crushing stage)	Calculate grade estimate errors	Not a representative value; based on 2 h sampling and 5% (mass) of block
		Greater number of increments at crushing stage	Increase reliability of grade estimates	Representative but not ideal value; 70% (mass) of block sampled
4	Mine	Exclusion of rubber seal; increase in drilling water	Eliminate bias caused by the rubber and reduce the loss of fines	The worst estimate, due to the wash of fines; greater mean of the sampling error
Plant		Greater number of increments at crushing stage	Increase reliability of grade estimates	More representative value; 90% (mass) of block sampled
	Mine	Reinsertion of the rubber seal; drilling without water	Minimise biases caused by washing the fines	Smaller error variance and mean; better estimates of average grades
5	Plant	Smaller time interval between increments collected at the plant	Increase reliability of grade estimates	The most representative value; 100% (mass) of block sampled

- Aun a sabiendas de los conceptos de la teoría del muestreo, no siempre es posible hacerlo industrialmente lo que es teóricamente correcto. El oro tiene sus peculiaridades, especialmente en relación con el efecto de segregación. la densidad del oro es alto, lo que genera fuertes fenómenos de segregación tan pronto como el oro es liberada. Además, el contenido de oro de una submuestra analítica y el contenido de oro de la muestra de la que se selecciona puede ser muy diferente. Todos estos problemas se amplifican como el grado de oro se hace más baja, como los depósitos de oro se convierten marginal, y como la distribución de oro en las rocas se convierte en irregular.
- Este estudio analizó un depósito de oro muy bajo grado, utilizando muestras de barrenos, que en la actualidad poca precisión de muestreo general y muestras sesgadas, debido al tamaño y la segregación densidad. A partir de la peor situación, este estudio tuvo como objetivo desarrollar una metodología de muestreo práctico que, al menos, podría revelar (es decir, hacer transparente) los errores involucrados, por lo que los resultados finales son aceptables para su uso en sistemas de reconciliación. Se prestó especial atención a la generación de datos fiables, o muestras representativas, respetando los fundamentos de la teoría del muestreo.
- El concepto de reconciliación proactiva se introdujo como una alternativa a la reconciliación reactivo, y los resultados muestran que:
 - (I) la varianza del error de muestreo s^2 (SE) disminuye, aumenta la precisión del muestreo
 - (II) como la media del error de muestreo m (SE) disminuye, aumenta la precisión de muestreo

(iii) como la precisión y la exactitud aumenta, tanto muestra aumento representatividad y fiabilidad de los datos de entrada.

CONCILIACION EN MINERIA SUBTERRANEA: PROCEDIMIENTOS Y APLICACIONES

Los principales objetivos son medir el rendimiento de la operación, apoyar el inventario del mineral, validar la estimación de recursos y reservas minerales para de esta manera proporcionar indicadores claves de performance de corto y largo plazo, así como minimizar las perdidas

Valor Añadido: Bajo la idea de que “Usted no puede controlar lo que no se puede mejorar”, sacada del Control Operativo, que es muy aplicable a la conciliación en minera y en particular a todo lo relacionado a la data de entrada del muestreo para las estimaciones y las distintas mediciones. Entendimiento, cuantificación, controlar e informar correctamente estos resultados, es una parte integral del monitoreo con éxito del rendimiento de las operaciones mineras.

CONCEPTOS USADOS:

- Modelo Recursos de Largo Plazo (MRLP), se refiere al recurso mineral estimado sobre una base anual y se utiliza para establecer un inventario global de los recursos, se utiliza para la planificación minera de largo plazo. El recurso mineral de largo plazo proporciona una estimación pobre localmente sin embargo presenta una buena precisión a nivel de tendencias globales. Aunque mostró como utilizando simulaciones condicionales podemos mejorar la precisión a nivel local al mismo tiempo.
- Reserva Mineral, La parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Medido o Indicado, muestra por lo menos un estudio preliminar de viabilidad. Una reserva mineral incluye materiales de dilución, previsión por pérdidas que puedan ocurrir al extraer el material y la aplicación de otros factores del tipo operativo.
- Modelo Reservas Largo Plazo (MReLP), Deriva del Mineral de MRLP y se utiliza para planear la extracción mineral en forma anual y la vida de la mina.
- Modelo Recursos Corto Plazo (MRCP), se refiere al recurso mineral estimado sobre una base mensual utilizando la información más reciente de las muestras, también es denominado modelo de Control de Ley. El recurso mineral corto plazo proporciona una buena estimación local y se utiliza para la planificación minera de corto plazo

Relación entre variables dependientes e independientes

Conciliate Produced Payable vs Concentrate Dispatched							
% Difference: Conc Dispatched vs Conc Produced Payable							
		Concentrate Produced Payable (Pb + Zn Conc)	Concentrate Dispatched (Pb + Zn Conc)				
		TOTAL Concentrate Produced	Metal Content (kg)	TOTAL Concentrate Dispatched	Metal Content (kg)	Tonnes/Grade	Metal Content (kg)
Concentrate Pb	Tonnes	3,458		3,395		-1.8%	
	Ag (g/t)	4856	16,790	4872	16,541	-1.5%	
	Au (g/t)	4.71	16.29	4.61	15.65	-4.0%	
	Pb (%)	51.07	1,765,665	51.03	1,732,551	-1.9%	
	kg-metal		1,782,471		1,909,401	7.1%	
Concentrate Zn	Tonnes	5,764		5,881		2.0%	
	Ag (g/t)	77	442	76	449	1.7%	
	Zn (%)	51.38	2,961,523	51.41	3,023,248	2.1%	
	kg-metal		2,961,968		3,023,697	2.1%	
	All	9,222		9,277		0.6%	
Concentrate All	Tonnes	1869	17,232	1832	16,990	-1.4%	
	Ag (g/t)						
	kg-metal		4,744,437		4,933,098	4.0%	

Figura 14. Comparación CP vs CD por tipo de concentrado

- El proceso de conciliación son un conjunto de actividades complejas que requieren de datos de entradas de muchas áreas de la operación y que como resultado brinda índices confiables, los cuales son posibles de auditar.

Tabla 1 Resumen de acciones detalladas de la reconciliación y la frecuencia de entrada.

Performance	Acciones	Informar Frecuencia	Entrada 1	Entrada 2
Performance del Modelo a Largo Plazo	Modelo de Recursos Largo Plazo vs. Mineral In-situ (excluyendo desmonte)	Cada 6 Meses	Datamine modelo de bloques Largo Plazo, toneladas y leyes por encima del cutoff excluyendo la dilución y la recuperación reportada a escala SMU.	Modelo de control de ley de mineral estimada del mineral in-situ, toneladas/ley por encima del cutoff usando muestras de canales y mapeo geológico subterráneo. Reportado a escala SMU.
	Modelo de Reservas Largo Plazo vs. Mineral Extraído (incluyendo dilución)	Cada 6 Meses	Datamine modelo de bloques Largo Plazo incluye con dilución y recuperación esperada.	Modelo de control de leyes estimadas del mineral extraído toneladas/ley usando canales de muestreo y datos de survey.
Performance del Modelo a Corto Plazo	Modelo de Recursos Corto Plazo vs. Mineral in-situ (excluyendo desmonte)	Mensual	Datamine modelo de bloques Corto Plazo, toneladas y ley por encima del cutoff descartando la dilución y reporte de recuperación a escala SMU.	Modelo de control de ley estimada del mineral in-situ, toneladas/ley por encima del cutoff usando muestras de canales y mapeo geológico subterráneo. Reportado a escala SMU.
	Modelo de Reservas Corto Plazo vs. Mineral Extraído (incluye la dilución)	Mensual	Datamine modelo de bloques Corto Plazo de la reserva planeada prevista por encima del cutoff.	Modelo de control de ley estimada del mineral extraído toneladas/ley usando canales de muestreo y data survey teniendo en cuenta el material estéril que se deja bajo tierra como relleno.
	Modelo de Recursos LP vs. Modelo de Recursos CP	Cada 6 Meses	Datamine modelo de bloques de recursos Largo Plazo (Como se describe anteriormente)	Datamine modelo de bloques de recursos Corto Plazo (Como se describe anteriormente)
	Modelo de Reservas vs. CP Modelo de Reservas	Cada 6 Meses	Datamine modelo de bloques de reservas Largo Plazo (Como se describe anteriormente)	Datamine modelo de bloques de reservas Corto Plazo (Como se describe anteriormente)
Performance de Mina	Mineral enviado a Planta vs. Mineral de cabeza	Mensual	Estimación de toneladas/ley de mineral extraído y enviado directamente a planta y toneladas/ley enviado a Stockpiles.	Estimación de toneladas/ley que ingresa a planta a través del monitoreo del transporte por bascula y muestreo de la ley de cabeza.
Performance de Planta	Mineral de Cabeza vs. Concentrado Producido	Mensual	Estimación de toneladas/ley ingresa a planta a través del monitoreo de bascula a las fajas transportadoras y la ley de cabeza del muestreo.	Concentrado producido toneladas/ley. Volver a calcular las toneladas molidas y ley de cabeza del molino y ensayo del contenido de los metales resumido el producto (en toneladas del productos de calidad de productos X) y los relaves (colas toneladas/ley)
	Concentrado Producido vs. Concentrado Despachado	Mensual	Cálculo de la suma del contenido metálico del producto.	Toneladas/ley del concentrado determinado a partir de la cuenta de camiones ensayando cada carga de camión producido.
	Concentrado Despachado vs. Concentrado Vendido	Mensual	Toneladas y leyes de concentrado que es producido.	Toneladas/ley de concentrado vendido.

CONCILIACIÓN: PROBLEMAS MÁS COMUNES EN EL PROCESO DE RECONCILIACION

Dentro de la implementación del proceso de conciliación en las operaciones hemos encontrado y clasificado distintas inconsistencias de diferente magnitud, a continuación detallamos los problemas más comunes dentro de cada uno de los grupos de la Tabla 1, así como también las medidas correctivas recomendadas.

GRUPO I

A.- Modelo Recursos Largo Plazo (MRLP) vs. Mineral In Situ (MI)

En esta comparación los problemas más comunes están relacionados a la estimación del MI, un problema común es realizar la evaluación del MI en función de contorneos 2D, los cuales delimitan en planta el sector considerado como económico; a continuación se realiza una estimación del volumen en función del área promedio, el buzamiento de la veta y la altura promedio del corte.

Al comparar un MRLP en 3D y un contorno de MI en 2D siempre vamos a tener problemas en cuanto al verdadero volumen del MI ya que considera que el corte es prácticamente un paralelepípedo cuando en realidad la topografía es irregular y el buzamiento de la veta es variable. Una solución al problema es mantener modelos de MI 3D actualizados de manera quincenal o mensual. La Figura 7 muestra como una proyección hecha en base a un contorno 2D sale fuera de los límites de la topografía.

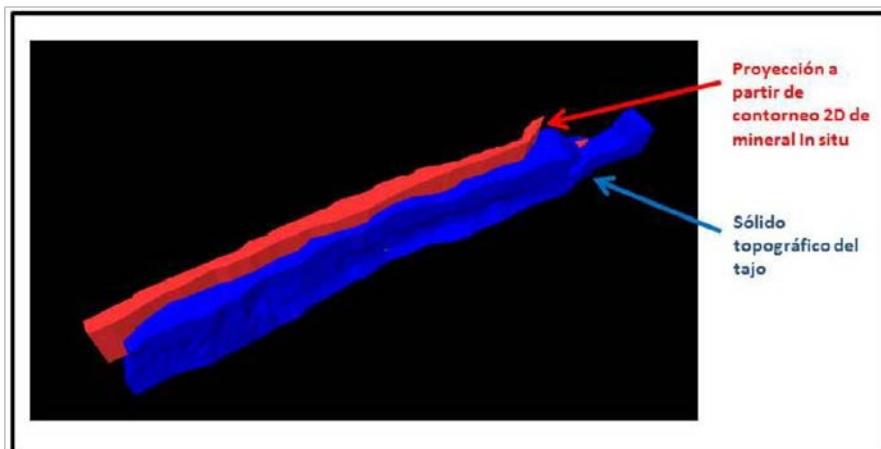


Figura 7. Comparación sólido Mineral In situ en base a proyección contorno y sólido topográfico

B.- Modelo Reservas Largo Plazo (MReLP) vs Mineral Extraído (ME)

En esta comparación tenemos dos problemas muy importantes relacionados a la definición del tonelaje del ME. El primer problema es considerar sectores de material estéril como ME, esto ocurre por delimitar los bordes del ME en base a una poco adecuada selección de los canales a lo largo del eje del tajo, o considerar ME a un sector que quedó como relleno. El segundo, es no considerar los diferentes tipos de

minado dentro de los sólidos de los tajos, un error usual es utilizar sólidos de toda la abertura independientemente del tipo de minado, por ejemplo considerar un sólido de toda la abertura cuando utilizamos realce o sircado de la veta. La Figura 8 muestra los diferentes escenarios del mes 2, como podemos apreciar las diferencias en área en evaluación son notorias entre la abertura completa y la abertura que representa el mineral extraído.

Aunque en el trabajo de [7] se propone una metodología probabilística que busca aplicar un factor de corrección a las estimaciones del MReLP y el ME de un depósito sedimentario de Fe, no hemos encontrado trabajos similares para vetas

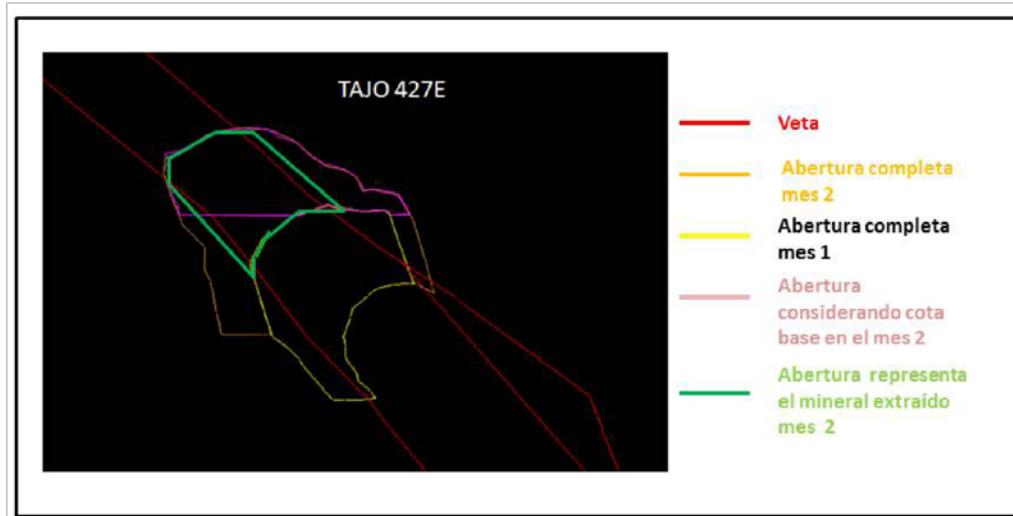


Figura 8. Comparación entre sólidos topográficos de abertura final y la abertura que representa el ME para el mes 2

GRUPO II

A.- Modelo Recursos Corto Plazo (MRCP) vs. Mineral In Situ (MI)

Tanto el MRCP como el MI deben ser delimitados considerando el mismo criterio ya sea económico u operativo, un problema común es aplicar un criterio diferente en el modelamiento del sólido de la veta y otro diferente en la delimitación del MI. Así como también el caso mostrado en la Figura 7.

Un punto a tomar en consideración es la aplicación de un Top Cut o capping o una reducción del elipsoide de búsqueda de las leyes altas al momento de estimar el MRCP y MI, de lo contrario muestras con leyes pepitica causaran grandes alteraciones en el resultado. Hay distintas metodologías para la determinación del Top Cut y su efectividad va depender del tipo de yacimiento, independientemente del tipo de metodología es recomendable realizar este proceso de manera trimestral y en función de la información de los últimos 6 meses. La Figura 9 muestra una de las metodologías más usadas al momento de determinar el valor máximo de la ley.

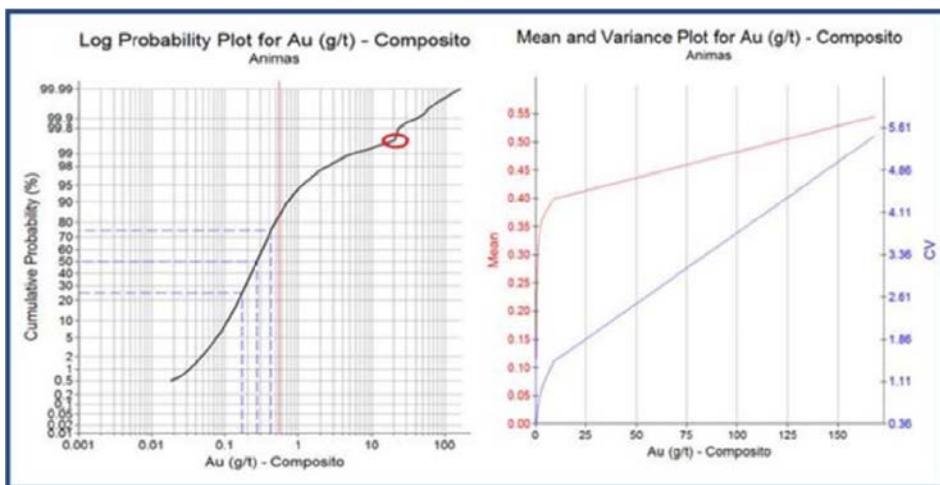


Figura 9. Izquierda, Curva logarítmica de probabilidades, derecha evaluación del coeficiente de variación y media a diferentes leyes de corte

B.- Modelo Reservas Corto Plazo (MReCP) vs Mineral Extraído (ME)

Las inconsistencias encontradas en esta comparación se deben a la existencia de sólidos de extracción mensual mal definidos o incompletos, sobre todo cuando se realizan más de dos cortes en un mismo mes, así como el caso mostrado en la Figura 8.

El otro problema común es no tener valores de gravedad específica (GE) de diferentes partes de la estructura mineralizada así como también de las cajas, ya que muchas de las diferencias en tonelajes se deben a considerar que las cajas tienen la misma GE de la veta. La Figura 10 muestra el caso de una densidad diferente por tipo de material.

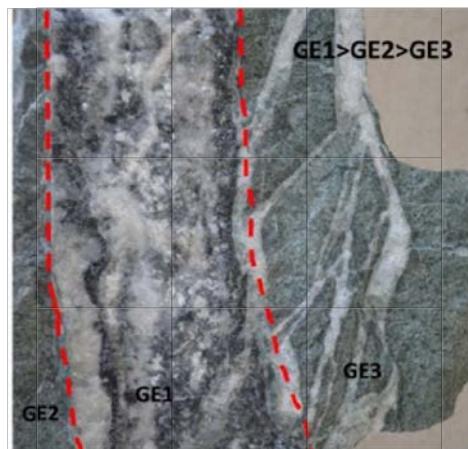


Figura 10. Diferentes densidades dentro de la estructura Bonanza (Mina Cuzcatlán – México).

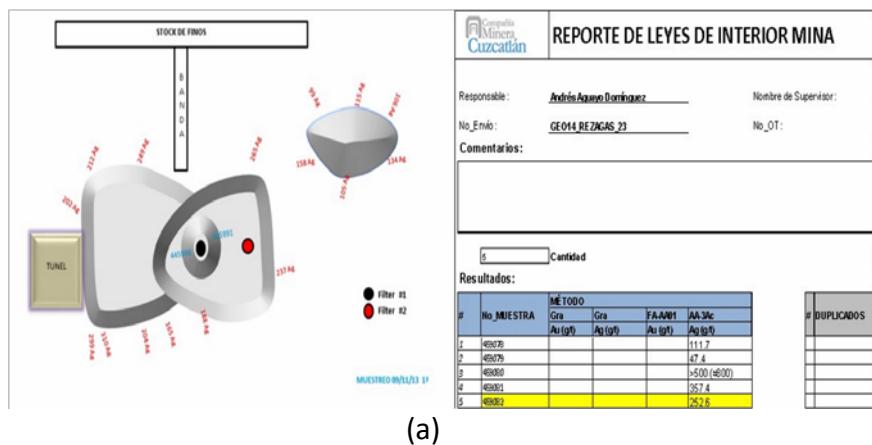
GRUPO III

A.- Mineral Enviado a Planta (MEP) vs Mineral Cabeza Planta (MCP)

Como sabemos el MEP considera material proveniente de las canchas, por tal motivo los principales problemas están relacionados al monitoreo e inventario de las canchas. Una inconsistencia común es generada por la falta de muestreo en las canchas el mismo día que realizan el levantamiento topográfico mensual, debido a ello no pueden hacer

una evaluación mensual de lo que había al final del mes anterior en tonelaje y ley y lo que tenemos al final del presente mes.

Otro caso muy común es la falta de levantamiento topográfico y muestreo de canchas temporales (aun sabiendo que el error en el muestreo de stockpiles es grande). En ocasiones este material ya paso por la balanza y es ingresado con posterioridad al mes de extracción.



(a)



(b)

Figura 11. (a) diagrama del Stockpile; (b) formato de reporte de análisis, abajo foto del Stokpile de finos (Mina Cuzcatlán – México).

Además es necesario mantener una adecuada calibración de la balanza por parte del área encargada de administrarla, es común que la balanza vaya perdiendo precisión con el correr del tiempo, en base a la experiencia es recomendable calibrarla como mínimo cada 3 meses. La Figura 12 muestra una imagen de la zona de balanza.



Figura 12. Proceso de pesaje de los camiones de mineral. (Mina Cuzcatlán - México)

En cuanto a MCP, es importante que las balanzas ubicadas en las fajas alimentadoras de los molinos nos permitan obtener pesos acumulados de manera mensual y no tener que estimar los tonelajes que han ingresado a la planta en base a ratios reportados por hora.

GRUPO IV

A.- Mineral Cabeza Planta (MCP) vs Concentrado Producido (CP)

La comparación se realiza entre el contenido metálico de la cabeza y el concentrado producido. La evaluación de los índices debe ser hecho tomando en consideración la recuperación planeada de largo plazo. Por ejemplo la Figura 13 nos muestra la diferencia en contenido metálico, para la Ag, Pb y Zn la recuperación planeada fue de 82%, 92% y 88% respectivamente y los porcentajes de discrepancia para el mes de marzo son mejores a lo planeado. Un problema común es que cada tres meses la ley en el concentrado aumenta pues se realiza una limpieza de finos.

Conciliation Report		2014	Month :	3		
Plant Feed vs Concentrate Produced						
Item	Unit	Plant (Head)	Metal Content(Kg)	Concentrates	Metal Content(Kg)	% Difference:
tonnes	t	40358.31		3101.63		
Ag	g/t	173.60	7,006	1955.68	6,066	-13.4
Au	g/t	0.35	14	2.23	7	-50.5
Pb	%	1.62	653,058	19.65	609,427	-6.7
Zn	%	2.70	1,087,714	33.33	1,033,791	-5.0
Cu	%	0.16	63,758	1.85	57,331	-10.1
Kg-Metal			1,811,551		1,706,622	-5.8

Figura 13. Comparación Mineral de Cabeza vs Concentrado producido.

B.- Concentrado Producido (CP) vs Concentrado Despachado (CD)

Un problema común es intentar comparar tonelajes y leyes totales del concentrado producido y el concentrado despachado. En esos casos es mejor realizar una comparación por tipo de concentrado, por ejemplo la Figura 14 muestra que para el concentrado despachado de Pb solamente se ensayan muestras por Ag, Pb y Au (elementos pagables), mientras que para el concentrado de Zn solamente se ensaya Ag y Zn (elementos pagables). La única comparación total que se realiza es en Ag y tonelaje.

Concentrate Produced Payable vs Concentrate Dispatched						
	Concentrate Produced Payable (Pb + Zn Conc)		Concentrate Dispatched (Pb + Zn Conc)		% Difference: Conc Dispatched vs Conc Produced Payable	
	TOTAL Concentrate Produced	Metal Content (kg)	TOTAL Concentrate Dispatched	Metal Content (kg)	Tonnes/Gra de	Metal Content (kg)
Concentrate Pb	Tonnes	3,458		3,395		-1.8 %
	Ag (g/t)	4856 16,790	4872 16,541			-1.5 %
	Au (g/t)	4.71 16.29	4.61 15.65			-4.0 %

	Pb (%)	51.07	1,765,665	51.03	1,732,551	-1.9 %
	kg-metal		1,782,471		1,909,401	7.1 %
Concentrato Zn	Tonnes		5,764		5,881	2.0 %
	Ag (g/t)	77	442	76	449	1.7 %
	Zn (%)	51.38	2,961,523	51.41	3,023,248	2.1 %
	kg-metal		2,961,965		3,023,697	2.1 %
Concentrato All	Tonnes		9,222		9,277	0.6 %
	Ag (g/t)	1869	17,232	1832	16,990	-1.4 %
	kg-metal		4,744,437		4,933,098	4.0%

Figura 14. Comparación CP vs CD por tipo de concentrado

C.- Concentrado Despachado (CD) vs Concentrado Vendido (CV)

Generalmente las leyes del CD (resultados ensayos de laboratorio de la unidad) y las leyes del CV (resultado de ensayo del laboratorio elegido por el comprador) no coinciden completamente, si las diferencias son importantes el procedimiento comúnmente estipula realizar una “Dirimensia”, donde los muestreos son enviados a un tercer laboratorio independiente. Un problema común dentro de la comparación es utilizar datos extraoficiales del concentrado vendido (resultado de ensayo del laboratorio elegido por el comprador), es necesario utilizar los resultados definitivos reportados por el tercer laboratorio, de lo contrario podríamos generar distorsión en la comparación.

La fórmula propuesta para evaluar el performance de los procesos está representada por la ecuación (1).

$$\text{Ratio Performance (\%)} = [\text{PROCESO 1} - \text{PROCESO 2}] * 100 / [\text{PROCESO 1}](1)$$

Es recomendable diseñar un diagrama fácil de entender el cual nos muestre los resultados de cada una de las etapas del proceso de Conciliación. La siguiente tabla resume los criterios recomendados para evaluar los ratios (Ecuación 1) en cada etapa de la conciliación.



Figura 15. Carguío de concentrado para su despacho (Mina Bateas – Perú)

	Aceptable		Regular		Bajo	
	Color	Ratios	Color	Ratios	Color	Ratios
Modelo Recurso Corto Plazo & M. In Situ (*)		De 0 a +/- 10%		De +/-10 % a +/- 15%		Mayor a +15% o Menor a -15 %
Modelo de Recursos Largo Plazo & M. In situ (*)		De 0 a +/- 10%		De +/-10 % a +/- 15%		Mayor a +15% o Menor a -15 %
Reserva Planeado CP & Mineral Extraido (*)		De 0 a +/- 10%		De +/-10 % a +/- 15%		Mayor a +15% o Menor a -15 %
Reserva Planeado LP & Mineral Extraido (*)		De 0 a +/- 10%		De +/-10 % a +/- 15%		Mayor a +15% o Menor a -15 %
Mineral Extraido & Alimentacion Planta (*)		De 0 a +/- 10%		De +/-10 % a +/- 15%		Mayor a +15% o Menor a -15 %
Alimentacion Planta & Conc. Producido (**)		De 0 a +/- 3% de la recuperación planeada		De +/-3 % a +/- 5 % de la recuperación planeada		Mayor a 5% o Menor a -5% de la recuperación planeada

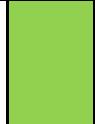
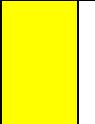
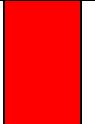
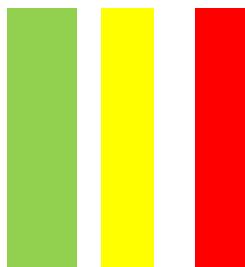
Conc. Producido & Conc. Despachado (*)		De 0 a +/- 3%		De +/-3 % a +/- 5%		Mayor a 5% o Menor a -5%
---	---	---------------	---	--------------------	---	--------------------------

Tabla 2. Criterios para evaluar los ratios (KPIs) en cada etapa de la conciliación.



(*) Comparación de tonelaje y leyes

(**) Comparación entre contenido metálico.

MEJORA DEL ANÁLISIS DE RECONCILIACIÓN USANDO LA TECNOLOGÍA

El éxito de la gestión de la planificación y las operaciones de extracción de recursos minerales se basa en una comprensión sólida de la distribución espacial de las toneladas de mineral y grados en el depósito. El conocimiento sobre el depósito a menudo se basa en los datos de exploración y normalmente capturado en un modelo de recurso digital en 3D. Los datos de exploración se reunieron en las campañas antes de la operación, que eran hace décadas a menudo llevadas a cabo. La separación de la muestra está diseñada para capturar las características principales del depósito con el nivel previsto de la precisión y reducir al mínimo los gastos. Aunque los modelos de recursos se crean usando técnicas de modelado geoestadísticas sofisticados, tales como diferentes tipos de kriging o simulación condicional, pueden exhibir localmente desviaciones significativas en las características del recurso in situ. Programación de la producción a corto plazo en las operaciones mineras se basa en el modelo de recursos y tiene como objetivo definir una secuencia de extracción que cumpla con los objetivos de producción a corto plazo en términos de tonelaje de mineral producido y grados asociados.

El flujo de información, y en consecuencia la toma de decisiones a lo largo de la cadena de la minería desde la exploración hasta de beneficio, se produce normalmente de forma discontinua durante lapsos prolongados. Además, debido a la naturaleza incierta de los conocimientos sobre los depósitos y la distribución espacial inherente de las características del material, el rendimiento de la producción real en términos de las leyes de mineral producidos y la cantidad y la eficiencia proceso de extracción a menudo se

desvían de las expectativas. El trabajo de reconciliación para ajustar los modelos de reserva mineral y supuestos de planificación se realizan con desfases puntuales de semanas, meses o incluso años.

Con el desarrollo de las modernas de información y tecnología de comunicación durante la última década, una avalancha de datos sobre diferentes aspectos del proceso de producción está disponible en una forma en tiempo real. Por ejemplo, la tecnología de sensores permite la caracterización en línea de las características del material geoquímico, mineralógico y físico sobre cintas transportadoras o en frentes de trabajo. La capacidad de utilizar esta información adicional y alimentar de nuevo en modelos de bloques de reserva y los supuestos de planificación abre nuevas oportunidades para controlar continuamente las decisiones tomadas en la planificación de la producción para aumentar la recuperación de recursos y la eficiencia del proceso. Esto conduce a un cambio en el paradigma de un método discontinuo a la reconciliación de reserva en tiempo casi real y actualización de modelos, que exige metodologías de modelización y optimización adecuados para cuantificar el conocimiento previo en el modelo de reserva, procesar e integrar información de diferentes fuentes de sensores, de vuelta a propagar la ganancia de la información en los modelos de reserva y eficiente optimizar las decisiones operativas en tiempo real.

Sensores basados en tiempo real para la mejorar el control de producción de mina

Un gran avance hacia una "mina de auto-aprendizaje" que utiliza todos los datos disponibles para el control de retroalimentación en tiempo real y optimización de procesos requiere una integración rápida y tratamiento de los datos, una copia de la propagación de la información del proceso en los modelos y soporte de decisiones en tiempo real. Un marco similar fue desarrollado recientemente en el manejo de yacimientos de petróleo (Jansen et al, 2009), lo que demuestra un aumento de la eficiencia de los procesos en el orden de seis a nueve por ciento. Este documento presenta un marco nuevo e innovador para la reconciliación en tiempo real y la optimización de las reservas extraíbles en las operaciones de minería continua. Consiste en un enfoque de ciclo cerrado (Figura 2), que se alimenta de nuevo los datos del sensor en los modelos de recursos y optimiza las decisiones operativas para dar cuenta de la información en tiempo real obtenida durante la producción. En primer lugar, el concepto se describe y la evolución reciente de los principales pilares del marco está documentados. Entonces, determinados aspectos del marco se demuestran en un estudio de caso ilustrativo.

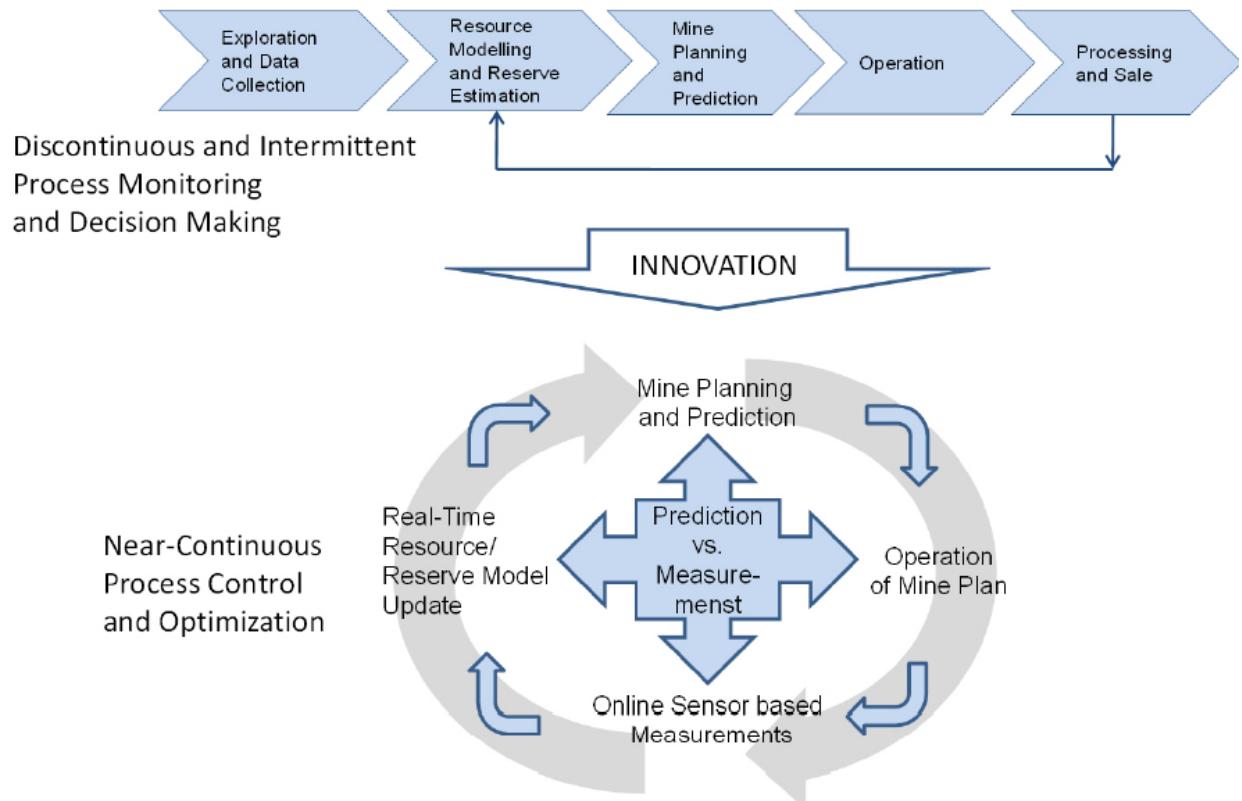


FIG 2 – Closed-loop concept for near-continuous process control and optimisation.

HACIA LA GESTIÓN DE RESERVA EN TIEMPO REAL

La Figura 3 ilustra el concepto de bucle cerrado para la gestión de reserva en tiempo real (RTRM), que se define por las siguientes seis pasos:

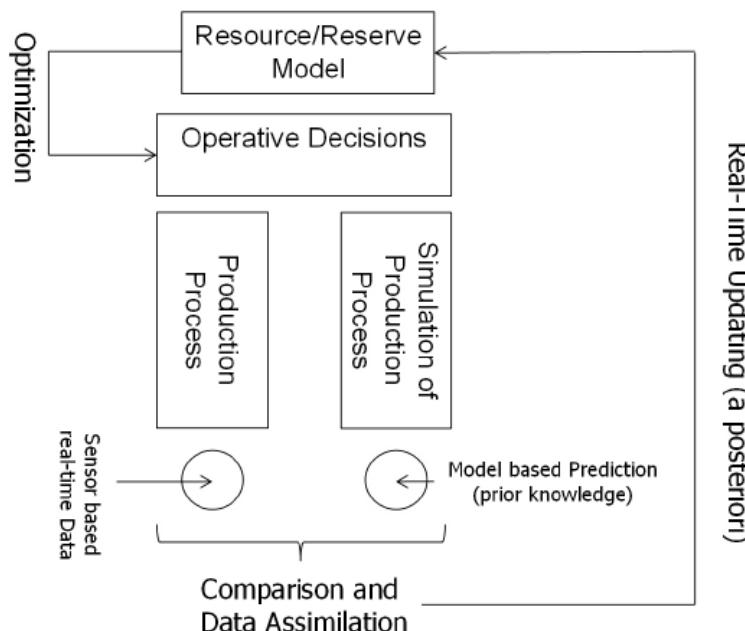


FIG 3 – Flow chart of real-time reserve management.

1. Sobre la base de los datos de exploración disponibles, se genera un modelo de recursos y reservas se evalúan como base para la planificación de la mina a corto plazo y el control de la producción. Este modelo se denomina un modelo anterior. En general, las técnicas pueden implicar la estimación geoestadística, así como la simulación.
2. planificación minera de corto plazo y las decisiones operativas se han optimizado para asegurar que la producción se alcanzan más eficientemente los objetivos. Estas tareas de optimización se pueden realizar usando técnicas de optimización matemática como la programación entera mixta (MIP), programación estocástica o métodos metaheurísticos, o técnicas de optimización basada en la simulación de sistemas más complejos.
3. Sobre la base de estas decisiones optimizadas y la utilización de los indicadores de eficiencia de los procesos de recursos esperados / modelo de reserva, basado en modelos y características de los materiales se pueden predecir en diferentes lugares en el proceso de manipulación de extracción y material.
4. Cuando se realice el plan de la mina, las mediciones del sensor derivado acerca de la eficiencia del proceso y la calidad del material se pueden tomar en estos diferentes lugares.
5. Diferencias entre la predicción basada en modelos (paso 3) y las mediciones reales (paso 4) pueden tener dos causas diferentes: un error de modelo de recurso / reserva y un error de medición. Las técnicas modernas de la asimilación de datos se utilizan para separar la influencia de estos dos causas y utilizar esta información de la diferencia para actualizar el modelo antes de recurso / reserva (paso 1) para obtener un modelo posterior.
6. Volver al paso 2 y optimizar a corto plazo y las decisiones operativas basadas en el modelo de recurso / reserva posterior actualización.

El concepto propuesto de la gestión de reservas en tiempo real es el sujeto de la investigación actual y el desarrollo técnico. Su maduración para aplicaciones industriales requiere un mayor desarrollo en tres pilares principales:

1. Caracterización material a base de sensor
2. un circuito de retroalimentación en tiempo real de los datos de los sensores para el modelo de recurso / reserva actualización
3. Optimización basada en la simulación para la planificación de la producción a corto plazo y control de la producción.

Las tres subsecciones siguientes proporcionan una visión general de los acontecimientos recientes en las áreas de los tres pilares principales y proponen soluciones algorítmicas y áreas para el desarrollo futuro.

Caracterización de la materia prima basada en sensores en línea para la actualización en tiempo real del modelo de reserva y la mía optimización, se requieren datos del sensor derivado de identificar y discriminar las propiedades de las materias primas tales como la textura, mineralogía, geoquímica y las propiedades físicas antes y durante la extracción. técnicas de sensores específicos que tienen el potencial de ser utilizado para satisfacer estos requisitos incluyen espectroscopía de descomposición inducida por láser (LIBS), visible en el infrarrojo cercano (VisNIR) e infrarrojo de onda corta (SWIR) de imágenes de la determinación de texturas y la mineralogía; fluorescencia de rayos X (XRF) para la geoquímica e infrarrojo térmico y de onda media y de infrarrojos de onda larga (LWIR) para evaluar el contenido de sílice. Se requieren técnicas de imagen para el tamaño, el volumen y la determinación de la forma. Estos pueden contribuir a la determinación de masa y densidad. El infrarrojo (VisNir, SWIR y LWIR), fluorescencia de rayos X, espectroscopia Raman y LIBS métodos no requieren preparación previa de la muestra. técnicas espectrales de infrarrojos pueden utilizarse para determinar los parámetros mineralógicos para materiales geológicos a través del uso de diferentes rangos espectrales, incluyendo VisNIR (rango de longitud de onda de 0,4 a 0,7 micras) y SWIR (longitud de onda rango de 0,7 a 2,6 micras). SWIR es una gama importante para proporcionar la identificación de minerales de hidroxilo, el agua y los minerales de carbonato que devengan. Las aplicaciones comerciales están disponibles, incluyendo los escáneres en el aire, la evaluación en tiempo real de los materiales en cintas transportadoras y monitoreo de material durante la programación.

Para todos los tipos de sensores, técnicas de imagen pueden ser necesarios para el tamaño, el volumen y la determinación de la forma. Estos contribuirán a la determinación de masa y densidad. Resolución del sensor y la capacidad de discriminar diferentes para cada uno de los diferentes tipos de sensores. Diferentes tipos de sensores generan diferentes salidas de datos en términos de respuesta, la precisión, la exactitud y el formato.

Un sensor específico no puede satisfacer todos los requisitos. No hay aplicación actual que integra las combinaciones de estos sensores para la caracterización de materiales integral y la discriminación en un entorno altamente variable y de gran rendimiento. Actividades de investigación y desarrollo en curso de esta tecnología permitirán en tiempo real circuitos de retroalimentación para la actualización de reserva. En conclusión, La capacidad de incorporar los datos del sensor en línea derivados durante el proceso de producción en los modelos de recurso / reserva y la optimización en tiempo casi real subsiguiente de variables de decisión operacionales a corto plazo o promete un gran potencial de mejora de la eficiencia en cualquier tipo de operación minera.

Este es especialmente el caso cuando la variabilidad de las calificaciones o los parámetros de calidad inherentes en el depósito es de tamaño mediano a grande.

El marco que se presenta de gestión de reservas en tiempo real (RTRM) es un concepto que actualmente se está desarrollando a partir de un nivel de prueba de concepto experimental a un nivel de demostración del prototipo del sistema en un entorno operativo para demostrar la viabilidad industrial.

El enfoque particular se encuentra en la maduración de las tecnologías de sensores, la superación de los límites de los algoritmos de retroalimentación en términos de convergencia como una función de la complejidad del sistema y los datos disponibles. Además de los grados o los parámetros de calidad, los parámetros que la eficiencia de la influencia y la recuperación también se pueden integrar en el modelo de reserva (por ejemplo, mediante el uso de sensores GPS y grabaciones de consumo de energía en excavadoras). Esto requerirá algoritmos de fusión de datos eficientes. Técnicas de optimización basada en la simulación se desarrollarán posteriormente, para la optimización eficiente en tiempo real de las variables de control de la producción de la mina a medida que se disponga de nuevos datos.

Con un marco implementado, más preguntas se pueden contestar, como por ejemplo: "¿Qué implicaciones tiene el conocimiento obtenido tiene en la planificación a largo plazo y el nivel necesario de exploración"? ¿Qué es una red de monitoreo eficiente para el sistema? o el último cuestión es particularmente interesante, ya que investiga la utilización de los datos de los sensores adicionales para la planificación minera y sugiere que el nivel de exploración "tradicional" se puede reducir en el futuro. Nuevas estrategias de exploración para una "mina de auto-aprendizaje" tienen que ser desarrollados que incorporan el tiempo-efecto de la información disponible y maximizar el uso de la misma.

CAPITULO IV

METODOLOGIA DE INVESTIGACION – ESTUDIO DE CASOS

El estudio de casos es un método de investigación cualitativa que se ha utilizado ampliamente para comprender en profundidad la realidad y la magnitud de la relevancia del caso a estudiar.

La particularidad más característica de ese método es el estudio intensivo y profundo de un/os caso/s o una situación con cierta intensidad, entiendo éste como un “sistema acotado” por los límites que precisa el objeto de estudio, pero enmarcado en el contexto global donde se produce

Para ser más concreto, llamamos casos a aquellas situaciones que merecen interés de investigación.

En virtud de esta definición, es necesario precisar que el estudio de casos puede incluir tanto estudios de un solo caso como de múltiples casos (según sea una o varias las unidades de análisis) pero su propósito fundamental es comprender la particularidad del caso, en el intento de conocer cómo funcionan todas las partes que los componen y las relaciones entre ellas para formar un todo

Características del estudio de casos:

Es particularista: Se caracteriza por un enfoque claramente idiográfico, orientado a comprender la realidad singular. El cometido real del estudio de casos es la particularización no la generalización. Esta característica le hace especialmente útil para descubrir y analizar situaciones únicas.

Es descriptivo: Como producto final de un estudio de casos se obtiene una rica descripción de tipo cualitativo. La descripción final implica siempre la consideración del contexto y las variables que definen la situación, estas características dotan al estudio de casos de la capacidad que ofrece para aplicar los resultados.

Es Heurística: porque puede descubrirle nuevos significados, ampliar su experiencia o bien confirmar lo que ya sabe, es una estrategia encaminada a la toma de decisiones.

Es Inductivo: se basa en el razonamiento inductivo para generar hipótesis y descubrir relaciones y conceptos a partir del sistema minucioso donde tiene lugar el caso. Los observaciones detalladas permiten estudiar múltiples y variados aspectos, examinarlos en relación con los otros y al tiempo verlos dentro de sus ambientes.

MODALIDADES DE ESTUDIOS DE CASOS

Los estudios de casos pueden clasificarse a partir de diferentes criterios. Atendiendo al objetivo fundamental que persiguen Stake identifica tres modalidades:

- **El estudio intrínseco de casos:** su propósito básico es alcanzar la mayor comprensión del caso en si mismo. Queremos aprender de él en si mismo sin generar ninguna teoría

ni generalizar los datos. El producto final es un informe básicamente descriptivo. (ejemplo: un profesor llama a un asesor o investigador para resolver un problema en el aula)

- **El estudio instrumental de casos:** su propósito es analizar para obtener una mayor claridad sobre un tema o aspecto teórico (el caso concreto sería secundario). El caso es el instrumento para conseguir otros fines indagatorios (ejemplo: en el caso anterior del problema en el aula nos interesaría el porque se produce dicho problema en el aula)

El estudio colectivo de casos: el interés se centra en indagar un fenómeno, población o condición general a partir del estudio intensivo de varios casos. El investigador elige varios casos de situaciones extremas de un contexto de objeto de estudio. Al maximizar sus diferencias, se hace que afloren las dimensiones del problema de forma clara. Este tipo de *selección* se llama *múltiple*: se trata de buscar casos muy diferentes en su análisis pero que al menos al principio serán relevantes.

EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN DE UN ESTUDIO DE CASOS

Stake (1998) señala que por sus características, el estudio de casos es difícil de estructurar con unos pasos delimitados pero la propuesta de Montero y León (2002) desarrolla este método en cinco fases:

- 1º La selección y definición del caso.
- 2º Elaboración de una lista de preguntas.
- 3º La localización de las fuentes de datos.
- 4º El análisis e interpretación.
- 5º La elaboración del informe.

1. La selección y definición del caso:

Se trata de seleccionar el caso apropiado y además definirlo. Se deben identificar los ámbitos en los que es relevante el estudio, los sujetos que pueden ser fuente de información, el problema y los objetivos de investigación.

2. Elaboración de una lista de preguntas:

Después de identificar el problema, es fundamental realizar un conjunto de preguntas para guiar al investigador. Tras los primeros contactos con el caso, es conveniente realizar una pregunta global y desglosarla en preguntas más variadas, para orientar la recogida de datos.

3. Localización de las fuentes de datos:

Los datos se obtienen mirando, preguntando o examinando. En este apartado se seleccionan las estrategias para la obtención de los datos, es decir, los sujetos a examinar, las entrevistas, el estudio de documentos personales y la observación, entre otras. Todo ello desde la perspectiva del investigador y la del caso.

4. Análisis e interpretación:

Se sigue la lógica de los análisis cualitativos. Tras establecer una correlación entre los contenidos y los personajes, tareas, situaciones, etc., de nuestro análisis; cabe la posibilidad de plantearse su generalización o su exportación a otros casos.

5. Elaboración del informe:

Se debe contar de manera cronológica, con descripciones minuciosas de los eventos y situaciones más relevantes. Además se debe explicar cómo se ha conseguido toda la información (recogida de datos, elaboración de las preguntas, etc.). Todo ello para trasladar al lector a la situación que se cuenta y provocar su reflexión sobre el caso.

CAPITULO V

ANALISIS DE CASO: IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE RECONCILIACIÓN DE SNOWDEN – MINA TELFER

APLICANDO EL PROCESO DE INVESTIGACION DE UN ESTUDIO DE CASOS

1 LA SELECCIÓN Y DEFINICIÓN DEL CASO.

Hemos decidido seleccionar el estudio del caso **IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE DE RECONCILIACIÓN DE SNOWDEN – MINA TELFER** – Australia , puesto que es un claro ejemplo de grandes beneficios que se puede obtener de la aplicación correcta de un sistema robusto de reconciliación .

El cual actualmente es un productor de clase mundial de oro y cobre , situada en el Desierto Great Sandy, en el noroeste de Occidental Australia.

La mina tiene una serie de características distintivas, tales como una de las minas más remotas de Australia, estar dentro de 270 km de la ciudad más caliente en el hemisferio sur (Marble Bar) y después de haber sido cerrado y vuelto a abrir después de un estudio de viabilidad de dos años.

La construcción de una nueva planta y la reapertura de la mina dieron la oportunidad de revisar sus prácticas de minería y sistemas, incluyendo la oportunidad de incorporar la reconciliación como un proceso central.

Telfer es ahora bien en el camino de ser uno de los más grandes de oro y cobre concentrado productores de Australia.

1.1 AMBITO QUE ES RELAVANTE ESTUDIO

Es importante estudiar este caso concreto desde la determinación de recursos hasta la obtención del producto final a través de toda la cadena minera.

Teóricamente es simple pero se requiere que todas las partes de la cadena minera se comprometan al cumplimiento de las pautas del sistema de reconciliación.

1.2 FUENTES DE INFORMACION

Típicamente los datos pueden ser obtenidos de :

- Los modelos de recurso y de reserva;
- recolecciones de la encuesta de la actividades mineras reales;
- Observaciones de personal minero de las actividades mineras;
- Las fuentes de alimentación de la planta, tales como básculas y tometers muestradores automotrices;
- Los indicadores de rendimiento de la planta, como la energía trituradora, consumo, rendimiento ciclon, etc;
- cálculos de balance metalúrgico de planta; y los datos reales de la planta, tales como mercancía producida, rechazan y volúmenes de relaves y ensayos.

1.3 PROBLEMA

En este punto , vamos a tratar el análisis de nuestro caso, COMO LLEVAR A CABO UN SISTEMA DE RECONCILIACION PARA QUE SEA EXITOSO.

En definitiva , las características que vamos a estudiar , son las relacionadas con el ambiente donde se lleva a cabo la explotación y la forma de interrelacionarse de las distintas fuentes de datos.

1.4 OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

Nuestro objetivo en esta investigación es identificar las características , pautas y pasos requeridos para un sistema de reconciliacion exitoso como el alcanzado en MINA TELFER.

2. ELABORACION DE LISTA DE PREGUNTAS

QUE PATRONES CARACTERIZAN A UN SISTEMA DE RECONCILIACION EXITOSO ?

- a) Cuales son las principales fuentes de datos y como se interrelacionan entre ellos
- b) Cual es el diagrama esquemático de la reconciliacion en MINA TELFER
- c) Cuales son los pasos y pautas aplicados en un sistema de reconciliacion
- d) Que papel juega el recurso humano en la eficiencia del sistema de reconciliacion

3. LOCALIZACION DE LA FUENTE DE DATOS

La estrategia de obtención de información que hemos utilizado para nuestro estudio son:

-ENCUESTAS , ENTREVISTA , REPORTES de papers publicados por profesionales que laboran o laboraron en MINA TELFER.

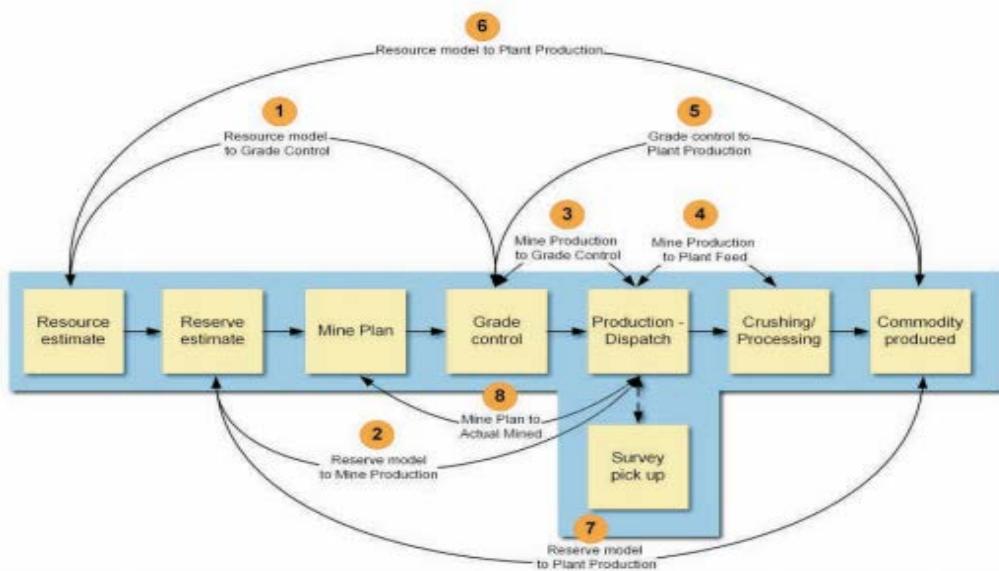
Tipos de informes que se producen por el sistema de reconciliación en Telfer.

Report type	Description	
Reconciliation	Reserve (plan)/grade control/mill (actual)	
Material movement	Pit depletion by:	Material type Date range Destination
	Tonnage comparisons by:	Grade control Trucking Crushing
	Crusher feed by:	Direct feed Rehandle
Stockpile tracking	Tonnes and grade available	
Engineering	Tonnes by equipment	
	Production by stage (performance against plan)	

4. ANALISIS E INTERPRETACION

En nuestro estudio del caso MINA TELFER, SE DESTACA DE SU SISTEMA DE RECONCILIACION

DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE DATOS UTILIZADAS EN LA RECONCILIACIÓN Y SUS RELACIONES.



SE OBSERVA:

- 1) Para poder corroborar mi recurso estimado se requiere conocer el grade control , para con ello poder conocer con exactitud el volumen y la ley de mis recursos y hacer el ajuste respectivo con el recurso estimado predicho .(dicho ajuste es la reconciliacion de recursos)
- 2) Para poder corroborar mi reserva estimada requiero production , con lo cual podre determinar y ajustar mis reservas predichas.
- 3) Para poder hacer un ajuste de grade control se requiere saber cuanto es production, con ello se podra hacer el ajuste respectivo al grade control predicho.
- 4) Para poder ajustar production se requiere conocer cuanto mineral entra a planta (crushing) , para luego poder hacer un ajuste de la production predicha.

OTRO PUNTO A RESALTAR:

El muestreo de materiales en partículas es siempre una operación aleatoria. Siempre habrá un margen de error en cualquier medida y éstos deben ser estimado y considerado en los resultados. **La captura de la información de forma automática y electrónicamente de la fuente alivia un aspecto de error; el componente humano.** Otras fuentes de error pueden incluir

- Problemas de precisión o exactitud de muestreo como se detalló anteriormente;
- Errores de la encuesta, en particular con respecto a existencias mineral;
- Modelado de ley de existencias;
- cualquier estimación de las reservas asociada con Sub level o Block Caving

La dilución del mineral, bajo / sobre carga de camiones, incorrecto el seguimiento de los movimientos de material y equipos sin calibrar son sólo algunos de los otros factores que contribuyen a la cual afectar de forma inadvertida la reconciliación.

SISTEMA DE RECONCILIACIÓN APLICADA POR MINA TELFER:

Cuando la mina reabrió en junio de 2003, Telfer promovió implementación del software Reconcilor de Snowden.

El sistema está diseñado y construido específicamente para la reconciliación, está basada en web e incorpora una base de datos del servidor SQL, importadores y herramientas de información para recoger, procesar e información de la minería presente de nuevo a usuarios para el análisis. Un estudio detallado de alcance se completó a Telfer que consistía en trabajar con el personal del sitio para definir los datos, / requisitos de exportación de importación y formatos, para definir el flujo del proceso de reconciliación y optimizado todos los requisitos de información.

Un diagrama esquemático de la arquitectura de la reconciliación Telfer

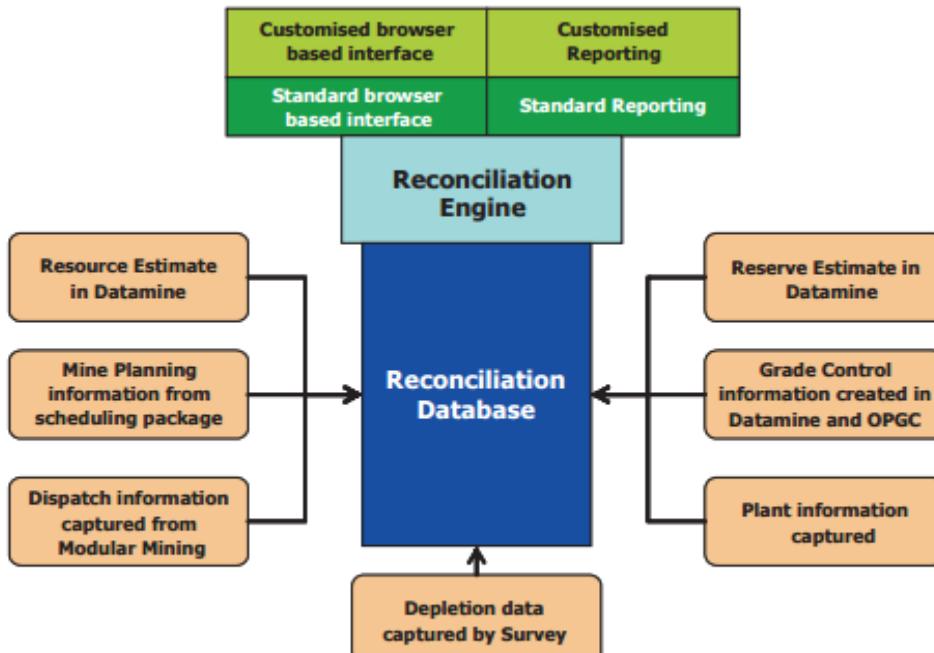


FIG 5 - Architecture of the reconciliation system implemented at Telfer (Morley, 2003).

ESTE SISTEMA DE RECONCILIACION fue seleccionado por Newcrest(TELFER) sobre la base de la funcionalidad, facilidad de uso y costo - eficacia.

CONCLUSIONES

- Un sólido sistema de reconciliación permite ver la operación minera total en su contexto, identificando los principales problemas y fuentes de error, tanto la subestimación como la sobreestimación deben ser monitoreadas críticamente, las mejoras deben ser probadas y evaluadas y la presentación de informes a la administración y la comunicación a los accionistas. Ser claros y consistentes.
- Un sistema de reconciliación robusta permite la operación minera total visualizar , los principales problemas y las fuentes de error que pueden identificar, tanto la subestimación y la sobreestimación a controlar en forma crítica, las mejoras a ser probados y evaluados, y los informes de gestión y comunicación a los accionistas a ser clara y consistente. Conciliar desde el recurso hasta la entrega de un producto mineral es la clave para agregar valor durante el desarrollo de un proyecto minero.
- La reconciliación tiene un rol importante en el contexto de los códigos para declarar recursos y reservas, demostrando la exactitud y confiabilidad de la información de la empresa. Los beneficios son claros y obvios a corto y largo plazo de un sistema de reconciliación eficaz para el éxito de cualquier operación minera.
- La investigación y la tecnología hace posible hoy día generar planes de minado confiables generándolos rápida y eficazmente, pero el entender claramente los fundamentos técnicos nos llevan a generar un buen planeamiento de minado.
- Los sistemas de reconciliación establecidos a Telfer son fáciles de usar y proporcionan el acceso al derecho del usuario a través del sitio. Esto, combinado con la automatización del manejo de datos y el uso de un único conjunto de números para el seguimiento de las minas ha proporcionado el personal con la capacidad de identificar las áreas de mejora en los costos, la pérdida de mineral, dilución, trayectos de tratamiento y parámetros de estimación de recursos y reservas.

RECOMENDACIONES

- Impulsar su aplicación en la minería peruana, con incidencia en subterránea debido a que la reconciliación proporciona un enlace integrado entre la operación de minería y el procesamiento. Esto permite movimiento entre, y acceso a, datos validados relevantes. Consolidación de los datos al final de los periodos de producción es el tiempo tradicional consumo, y el potencial para los errores de la hoja de extensión es alto. El producto reconciliado proporciona a la industria con un medio confiable de almacenamiento, validación y referencia a los datos de minería y procesamiento del período de producción.
- Las empresas tienen que preparar su proceso de reconciliación con el objetivo de medir el rendimiento de la operación contra los objetivos. Confirmar la precisión en la estimación de tonelajes y leyes de los recursos y reservas de mineral. Asegurar una valoración exacta de las reservas mineras. Proporcionar indicadores clave de rendimiento en la operación. Los procesos de reconciliación pondrán al descubierto los problemas en la estimación de tonelajes y leyes, en los procesos de muestreo, en los métodos de extracción, problemas de procesamiento y una serie de otros problemas técnicos (Crawford, 2003). Estos problemas pueden ser analizados a fin de implementar medidas orientadas a la resolución de los mismos; **“el resultado esperado de este ciclo será la mejora continua”**
- Análisis de datos - un tiempo real, Snap Shot o una página de destino que contiene indicadores clave de rendimiento general, así como algunos elementos específicos seleccionados por los usuarios individuales que quieren controlar (que será diferente por usuario - mientras que la página de inicio sería el mismo para todas). En la ficha Análisis del usuario también será capaz de perforar en más detalle y hacer algunos análisis - aquí es donde los cubos OLAP se vuelven particularmente útil.
- Las mejoras futuras que nos brinda el sistema de reconciliación y los procesos a Telfer son dinámicos y en constante proceso de mejora. Proyectos en curso o previstas incluyen la posibilidad de que el Departamento de Procesamiento de usar Reconcilor para estimar la trayectoria de procesamiento óptima y maximizar los márgenes de beneficio.
- Un sólido sistema de reconciliación permite ver la operación minera total en su contexto, identificando los principales problemas y fuentes de error, tanto la subestimación como la sobreestimación deben ser monitoreadas críticamente, las mejoras deben ser probadas y evaluadas y la presentación de informes a la administración y la comunicación a los accionistas. Ser claros y consistentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **RECONCILIATION – DELIVERING ON PROMISES** / Autor: William J Shaw, Corresponding author, Principal Mining Consultant, Ore Control, Perth, WA.
- **SEMINARIO “COMPETENCIAS EN RECURSOS Y RESERVAS MINERAS” RECONCILIACIÓN ENTRE LO PROMETIDO Y LO OBTENIDO** / Autor: Juan Pablo González.
- **SAMPLING FOR PROACTIVE RECONCILIATION PRACTICES** / Autor: A. C. Chieregati , H. Delboni JR y J. F. Coimbra Leite Costa.
- **SENSOR-BASED REAL-TIME RESOURCE MODEL RECONCILIATION FOR IMPROVED MINE PRODUCTION CONTROL–A CONCEPTUAL** / Autor: Framework J Benndorf, M Buxton and M S Shishvan.
- **RECONCILIATION – DELIVERING ON PROMISES** / Autor: William J Shaw, Corresponding author, Principal Mining Consultant.
- **RECONCILIATION AT KCGM FIMISTON OPERATION** / Autor: R McCormack and T Berryman.
- **ORE GRADE RECONCILIATION TECHNIQUES** / Autor: Richard Amoako - Mining Engineering, He's a member of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- **CONCILIACION EN MINERIA SUBTERRANEA: PROCEDIMIENTOS Y APLICACIONES** / Autor: J. Gutiérrez, A. Delgado, C. Cerdán, E. Chapman.
- file:///D:/CAPSTONE%20FINAL%20PLANNING/Estimaci%C3%B3n%20de%20Recursos%20Mineros%203.pdf.