



Aplicación del Ciclo de Gestión Riesgos(CGR): Desde el Aprendizaje Operativo al Aseguramiento de la Promesa de Negocio

Junio 2017

**Gerencia de Geometalurgia
Cía. Minera Doña Inés de Collahuasi**

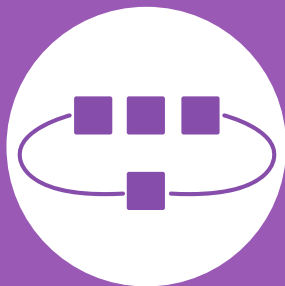


Comisión Minera, Junio 2017

Agenda

Ciclo de
Gestión de
Riesgo

1



Rol de la
Geometalúrgia

2



Aplicación del
Aprendizaje
Operacional

3

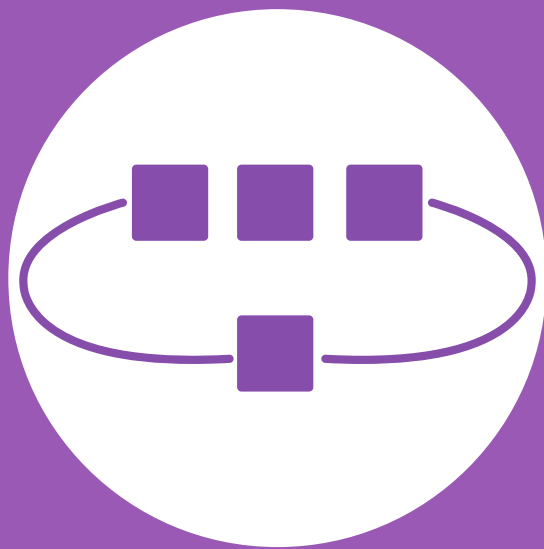


Comentarios
Finales

4



Ciclo de Gestión de Riesgo



1



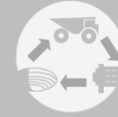


“Todo proceso es variable y cuanto menor sea la variabilidad del mismo, mayor será la calidad del producto resultante.”

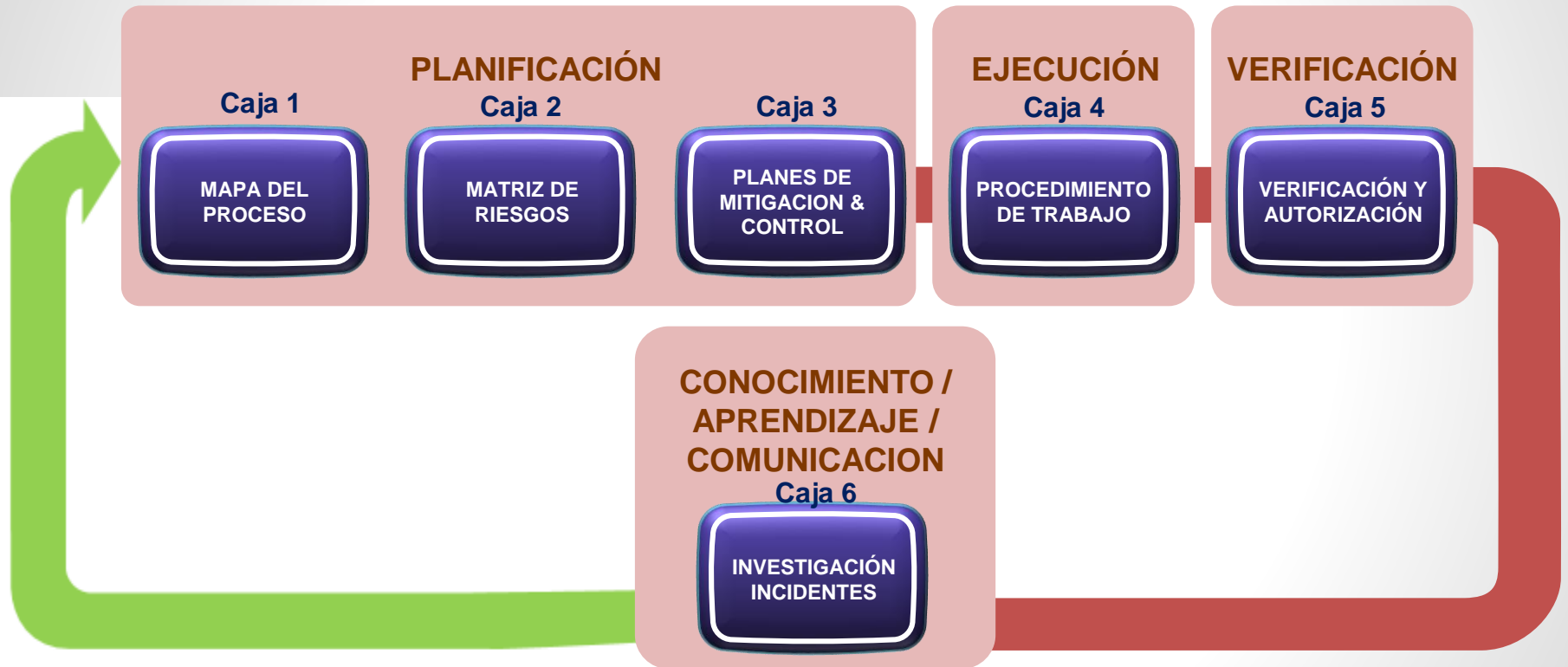


Edwards Deming





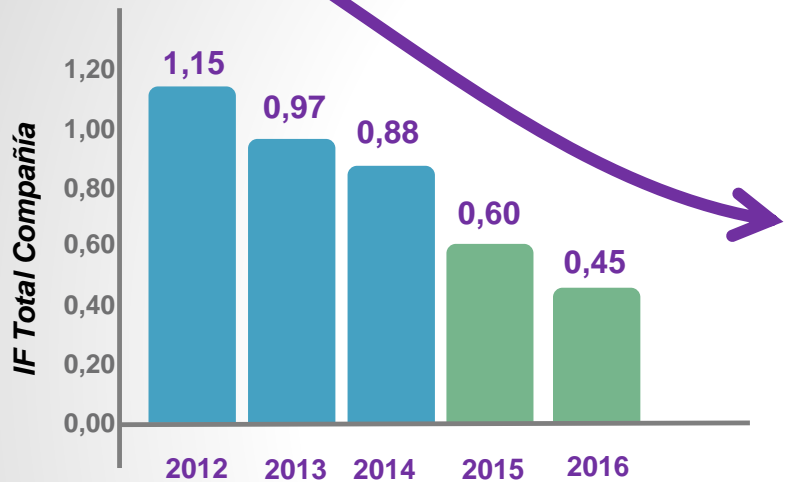
Ciclo de Gestión de Riesgo



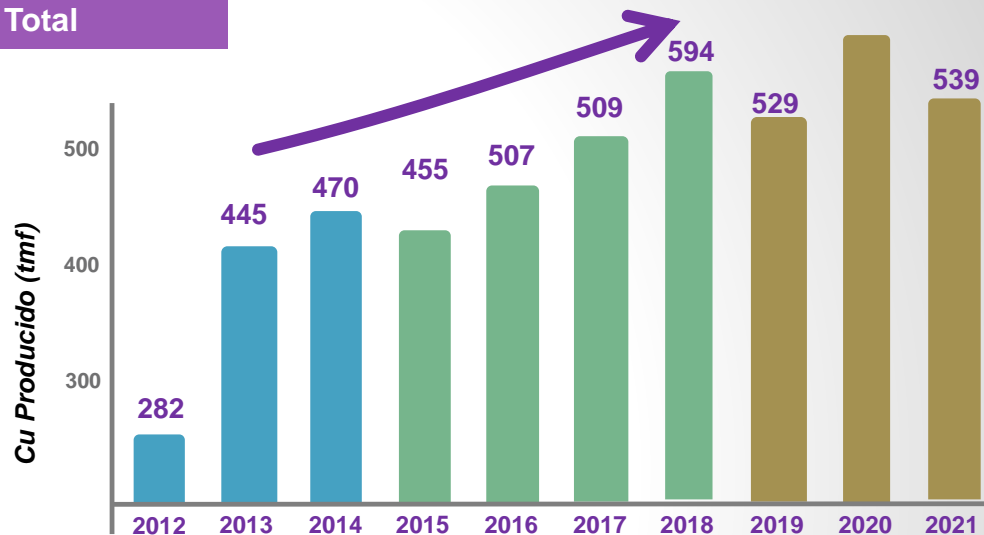
Ciclo de Gestión de Riesgo nos ha llevado a los siguientes resultados



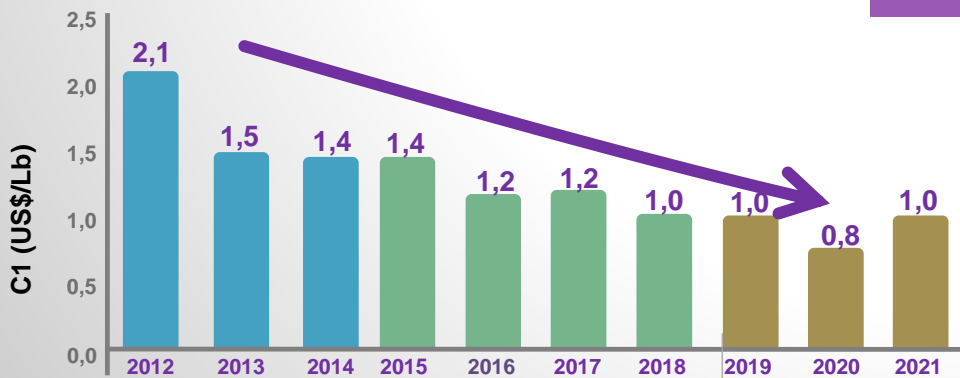
Seguridad: IF



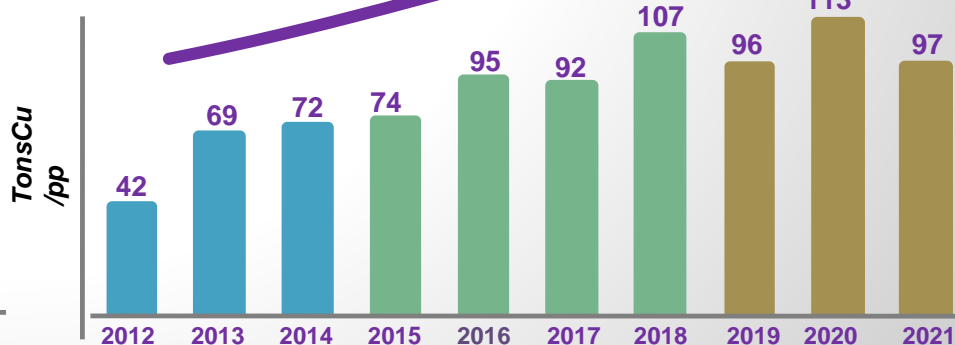
Producción Cu Total



Costos: C1



Productividad



Rol de la Geometalurgia



2





Enfoque Clásico

La Geometalurgia tradicional está enfocada en **generar y dar confiabilidad** a los modelos que serán utilizados en los procesos de **Planificación**



Campaña Anual de sondajes



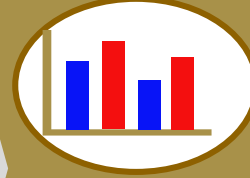
Generación de modelos Geológicos Geometalúrgicos



Conciliación de Modelos



Entrega a Planificación de Producción



Resultados de Producción

Enfoque COLLAHUASI

Geometalurgia permite **alertar y gestionar desviaciones** a la promesa del negocio, **generando aprendizaje operacional** que lleven a tomar **decisiones oportunas**.



Identificar y Alertar Tempranamente



Generar Aprendizaje



Mejorar e Implementar herramientas predictivas



Misión Geometalurgia

Aumentar la Confiabilidad de la Promesa de Negocio

Aumentar Confiabilidad Promesa de Negocio

1

Términos de Referencia

2

Confección de la Promesa de Negocio

3

Ejecución de la Promesa de Negocio

PLANIFICACIÓN

MAPA DEL PROCESO

MATRIZ DE RIESGOS

PLANES DE MITIGACION & CONTROL

EJECUCIÓN

PROCEDIMIENTO DE TRABAJO

VERIFICACIÓN

VERIFICACIÓN Y AUTORIZACIÓN

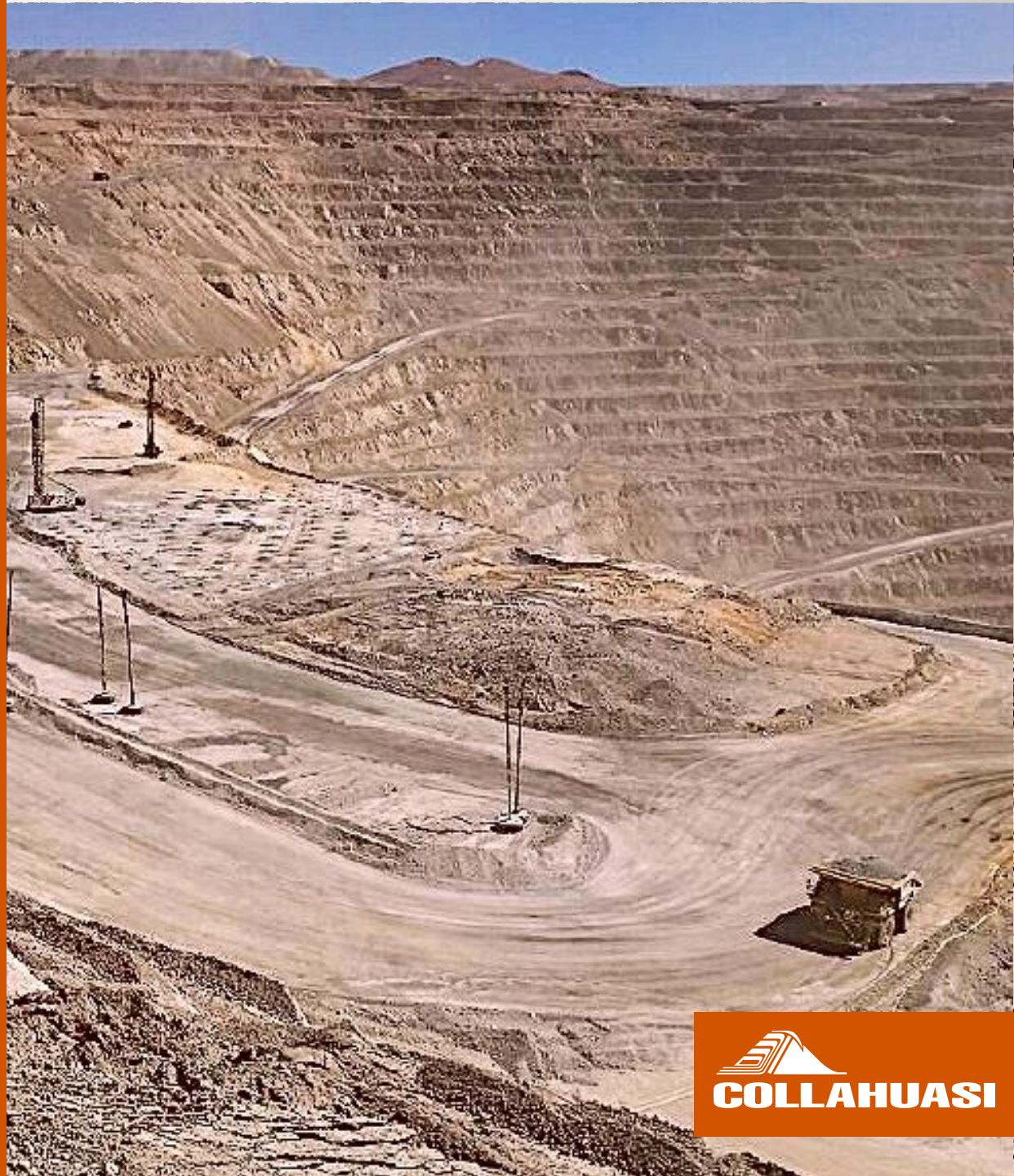
CONOCIMIENTO / APRENDIZAJE / COMUNICACION

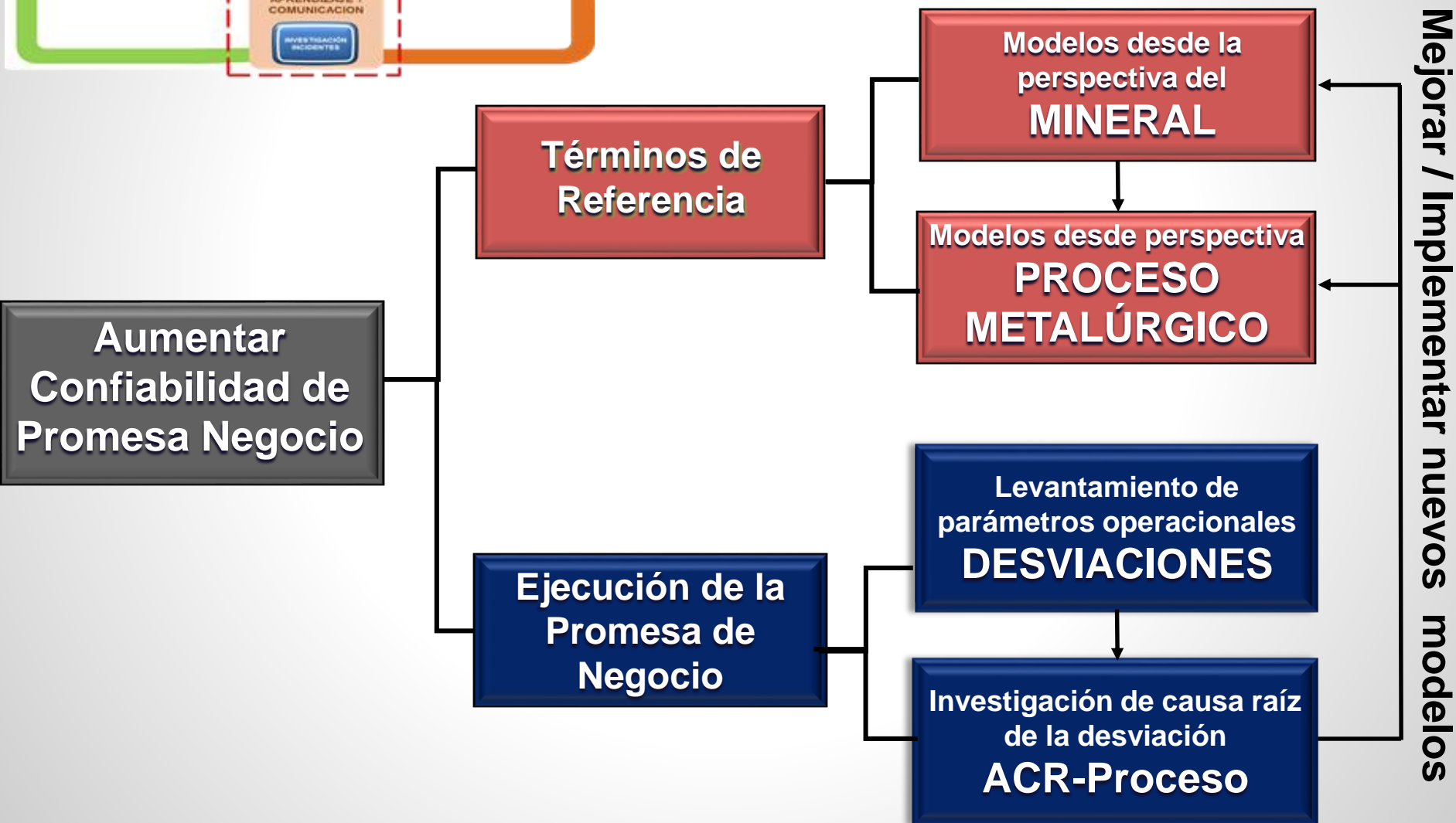
INVESTIGACIÓN E INCIDENTES

Aplicación del Aprendizaje Operacional



3







1. Implementación Modelo Arcillas Con un foco operativo

Desviaciones

Hallazgos

ACR-Procesos

Desviación en RecCu

- Aumento % Sólido

Desviación en RecMo Sel

- Aumento % ganga fina en concentrado Mo

Desviación en Rec Agua espesadores rel

- Baja velocidad sedimentación

Desviación tasa filtrado

- Mallas de filtros obstruidas

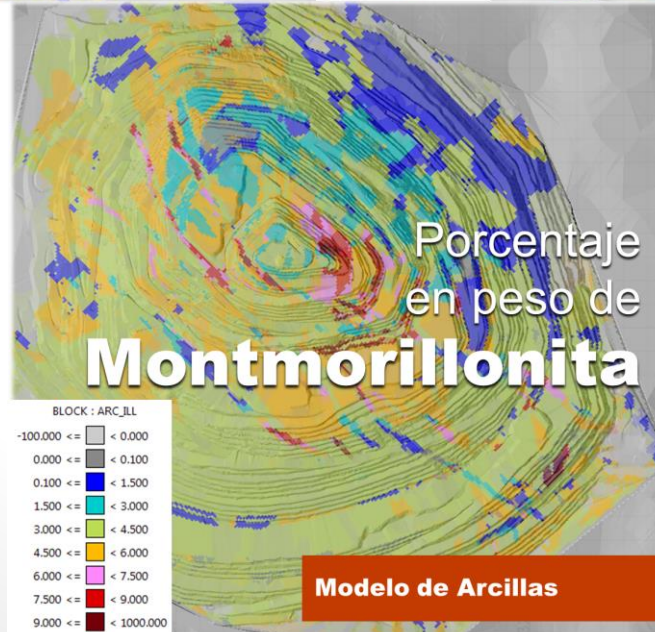
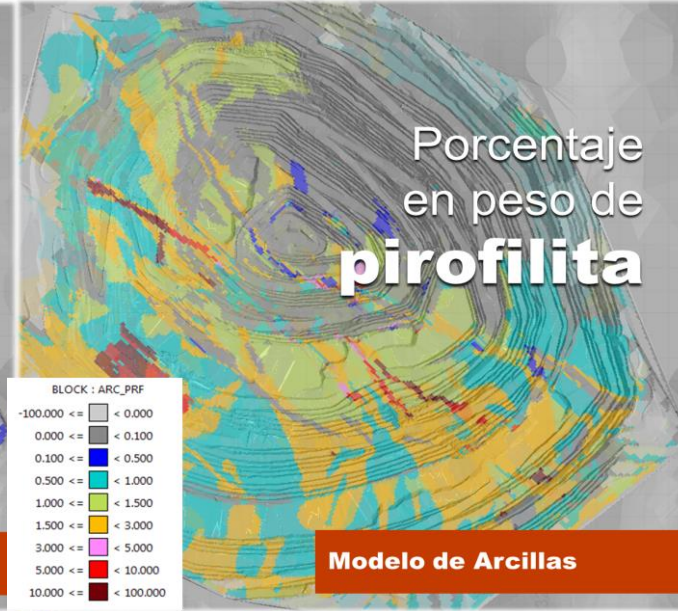
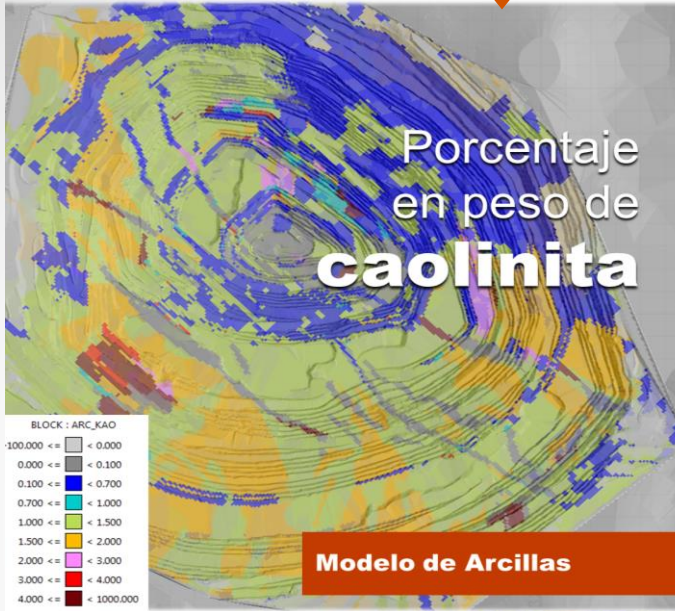
- Decisión de focalizar estudios y Base D DRY
- C...
- m...
- g...

MODELO DE ARCILLAS

SE INCLUYE DOMINIOS DE CAOLIN

PIROFILITA

MONTMORILLONITA





2. Mejoramiento Modelo de Durezas

Mejor respuesta a la variabilidad local de la dureza

Desviaciones

Desviación en TPH

- Desviación en durezas a nivel local verificado con máquina impacto

Desviación en

- Desviación local verificado con

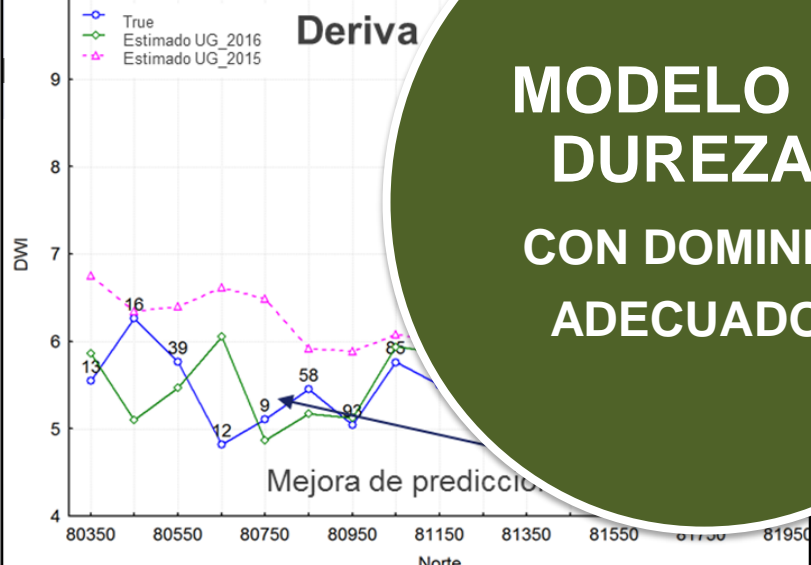
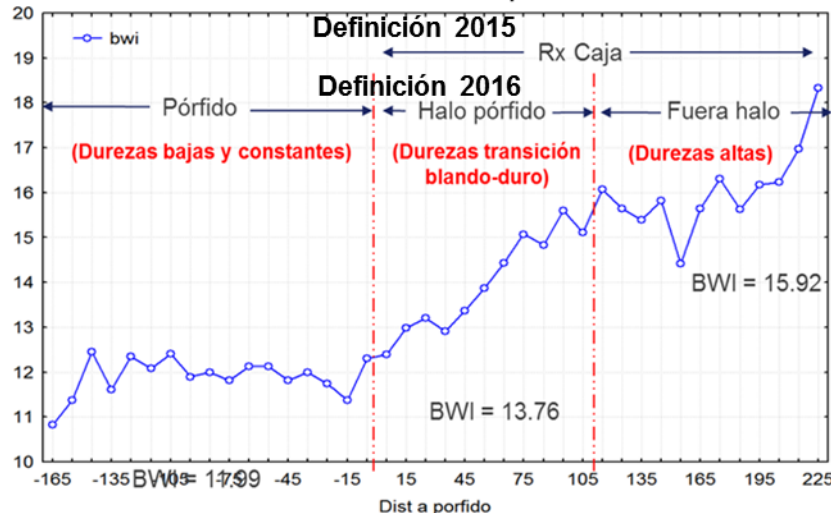
Hallazgos

ACR-Procesos

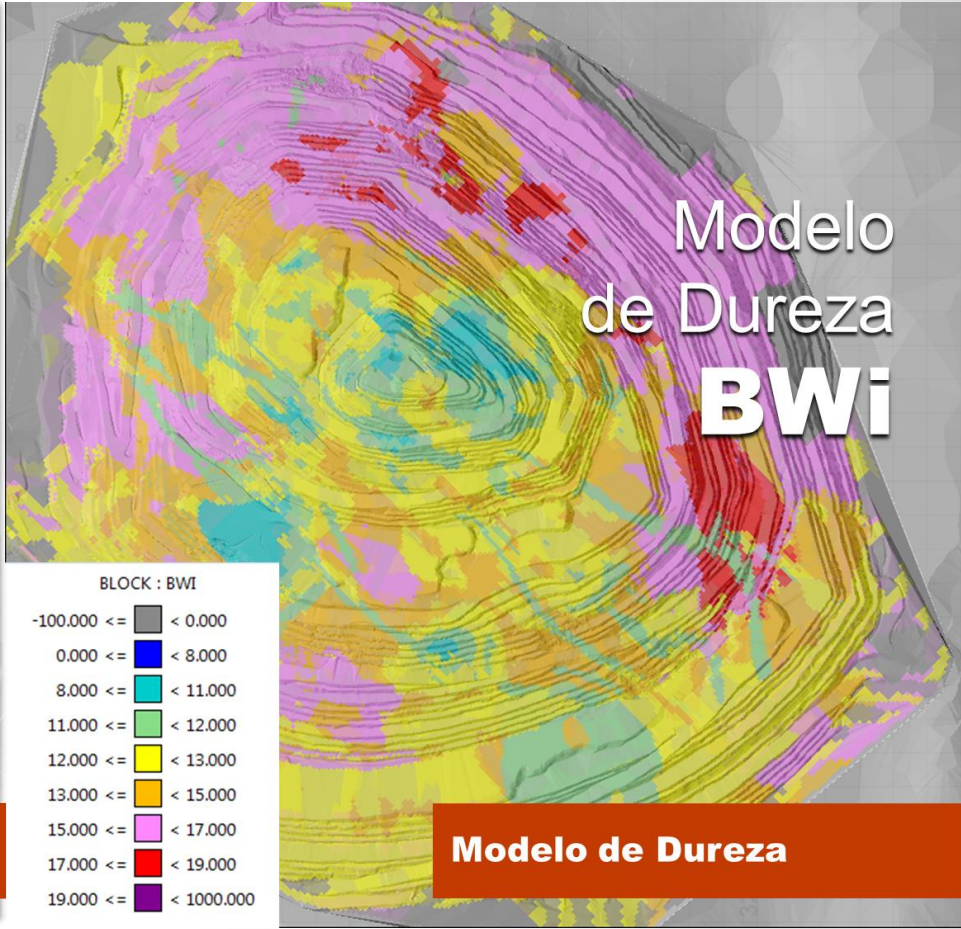
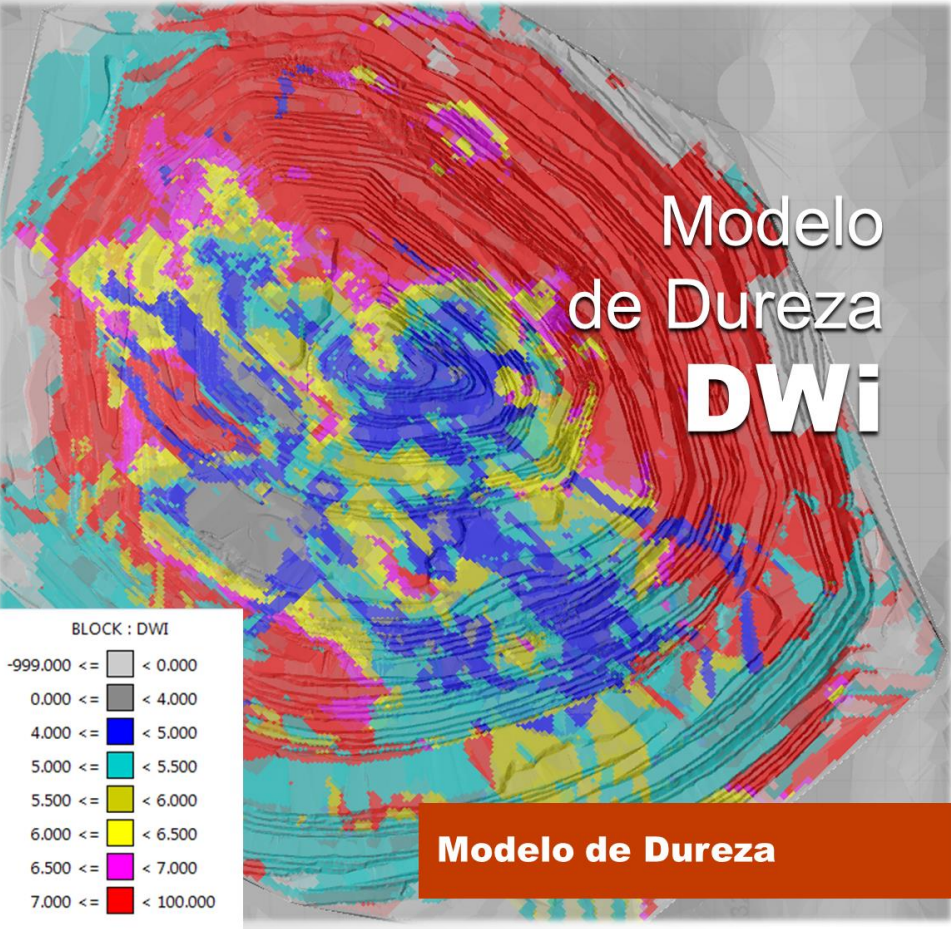
- Definición nuevos dominios estimación

- E

Distribución dureza por dominio



MODELO DE DUREZAS CON DOMINIOS ADECUADOS





3. Mejoramiento Modelo Mineralógico Aumenta la predicción de la mena

Desviaciones

Desviación Ley Concentrado Cu-As

- Baja correspondencia con modelo menas
- Factores concentración por mena inadecuados (sulfosales)

Hallazgos

Desviación en definición zonas minerales

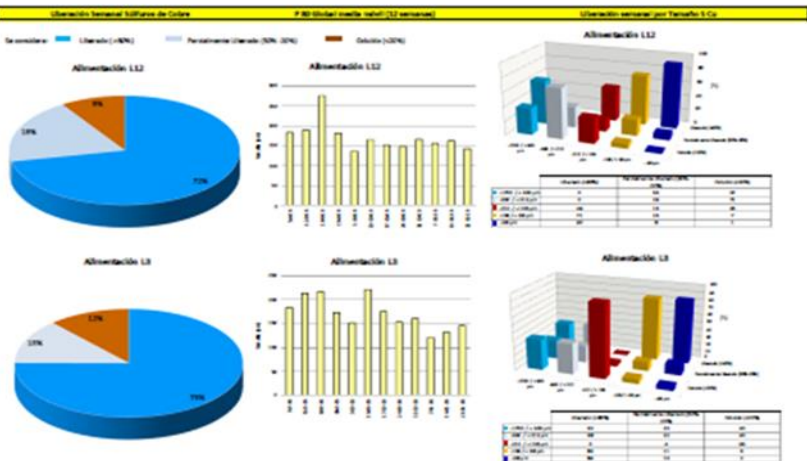
- Inconsistencia de zonas minerales con mapeo bancos / sondajes

ACR-Procesos

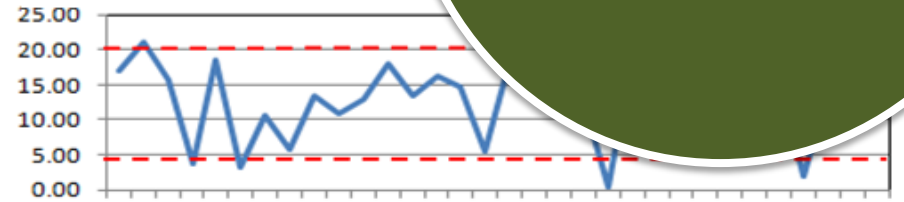
- Implementación Tecnología Qemscan: 150 datos/año
- Además: Extracción (4,000) (Cok) (150)

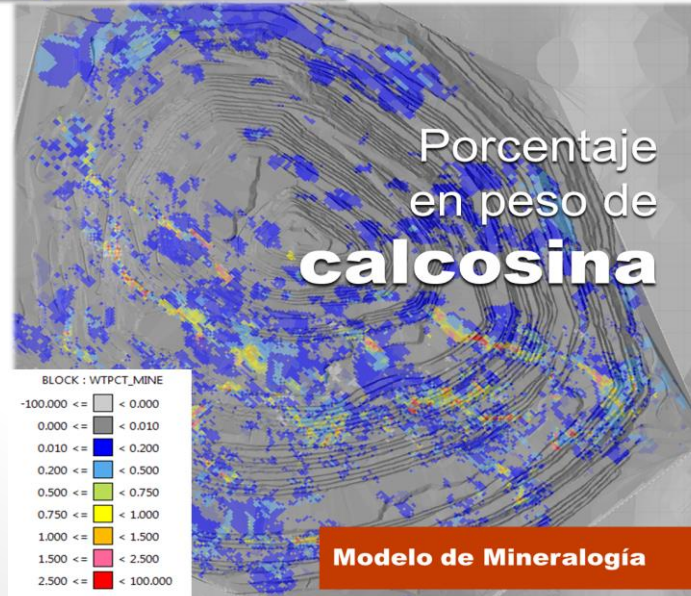
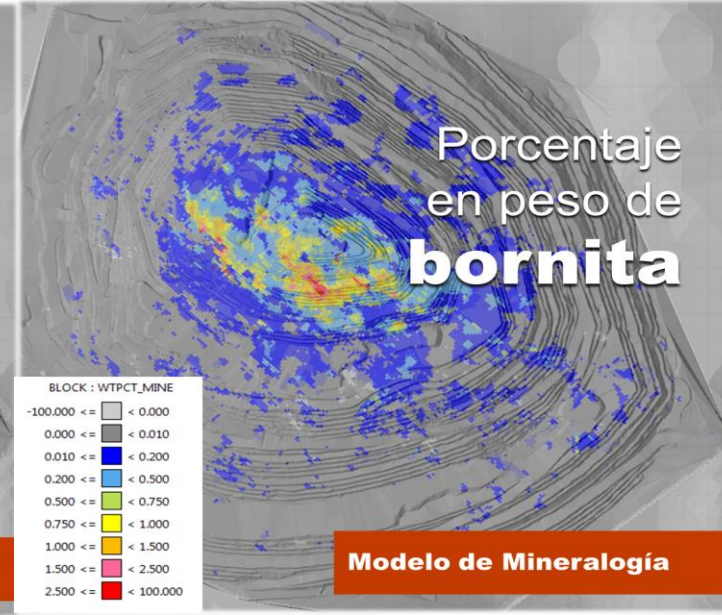
NUEVO MODELO MINERALÓGICO

Mineralogía Modal con Qemscan



Variabilidad A







4. Implementación Modelo de Grado de Liberación

- a) Dar mejor respuesta a la variabilidad de la Recuperación Cu
- b) Definir estrategias operacionales en la Molienda

Desviaciones

Desviación en RecCu

- Mineral con alto potencial obtiene baja recuperación Cu

Desviación en RecCu

- Alto P80 molienda con alta RecCu

Hallazgos

ACR-Procesos

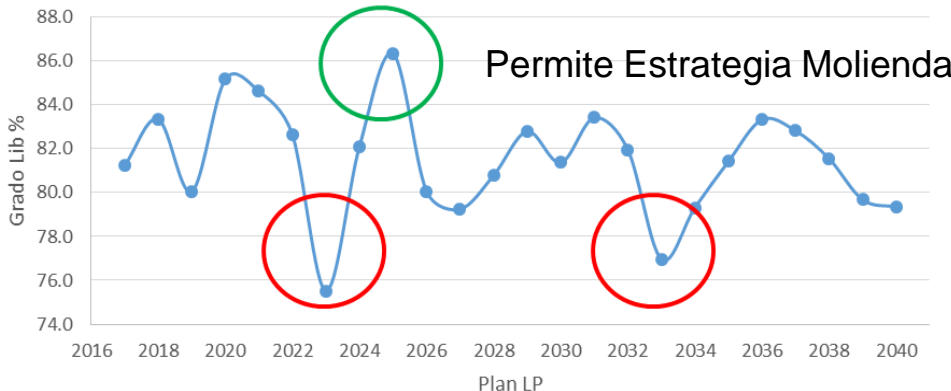
- Implementación Tecnología Qemscan

(150 datos estudio liberación)

- Definición grado de liberación
- Geología

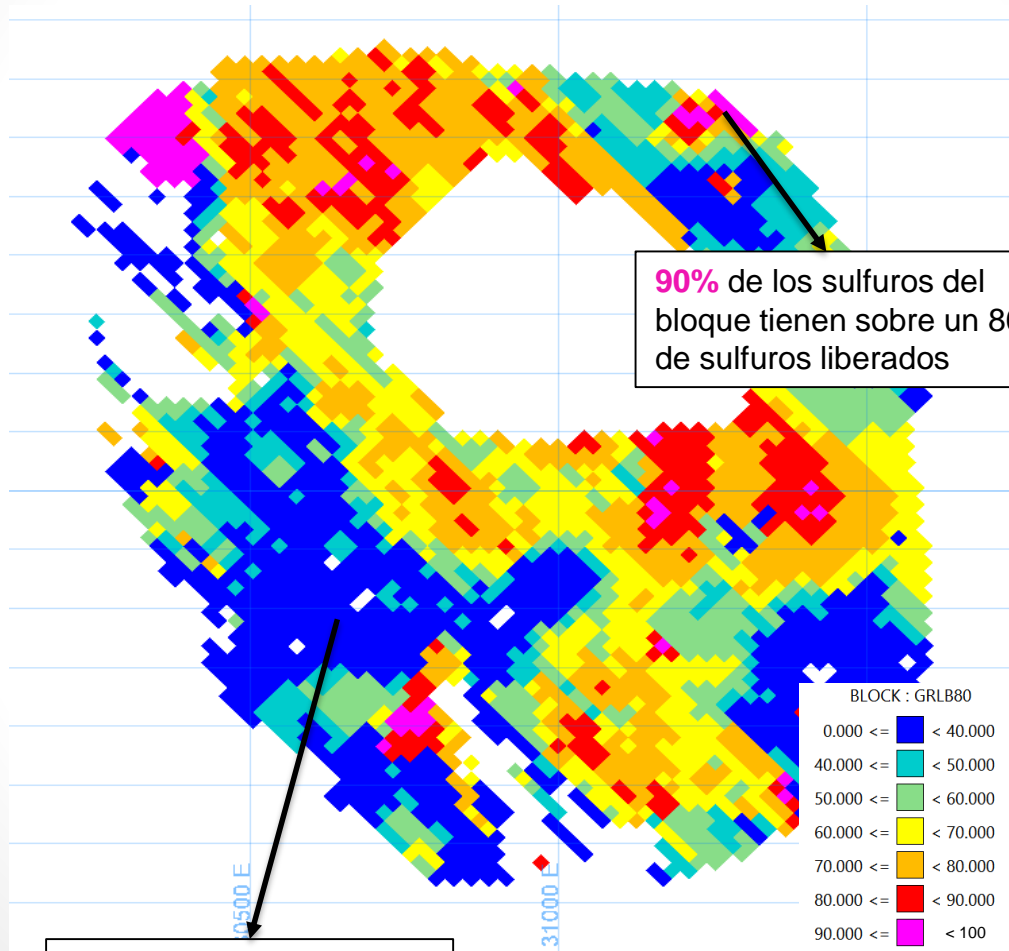


Grado Lib en plan (Cut > 0.5)





Modelo Grado Liberación



90% de los sulfuros del bloque tienen sobre un 80% de sulfuros liberados

40% de los sulfuros del bloque tienen sobre un 80% de sulfuros liberados



5. Implementación Modelo de Sedimentación Para gestionar Recuperación de Agua de Espesadores de Relaves

Desviaciones

Desviación en Recuperación agua espesadores de relaves

Hallazgos

- No es posible predecir comportamientos del mineral en espesadores de relaves

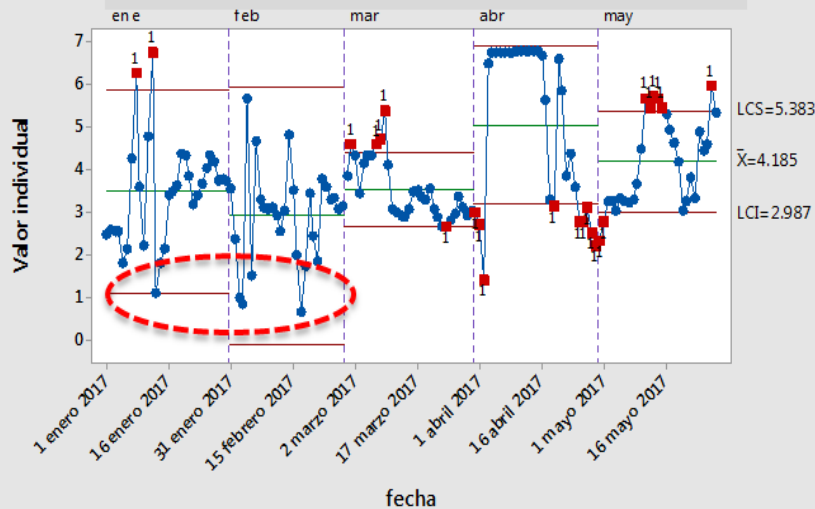
ACR-Procesos

- Se incorporan test de Sedimentación en batería de test metalúrgicos

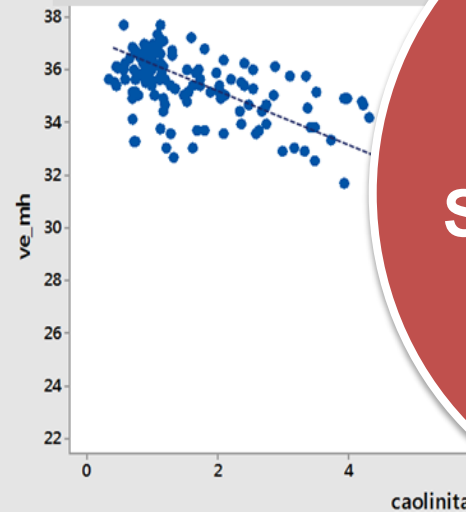
Desviación en

- No es posible predecir utilización de agua fresca frente a

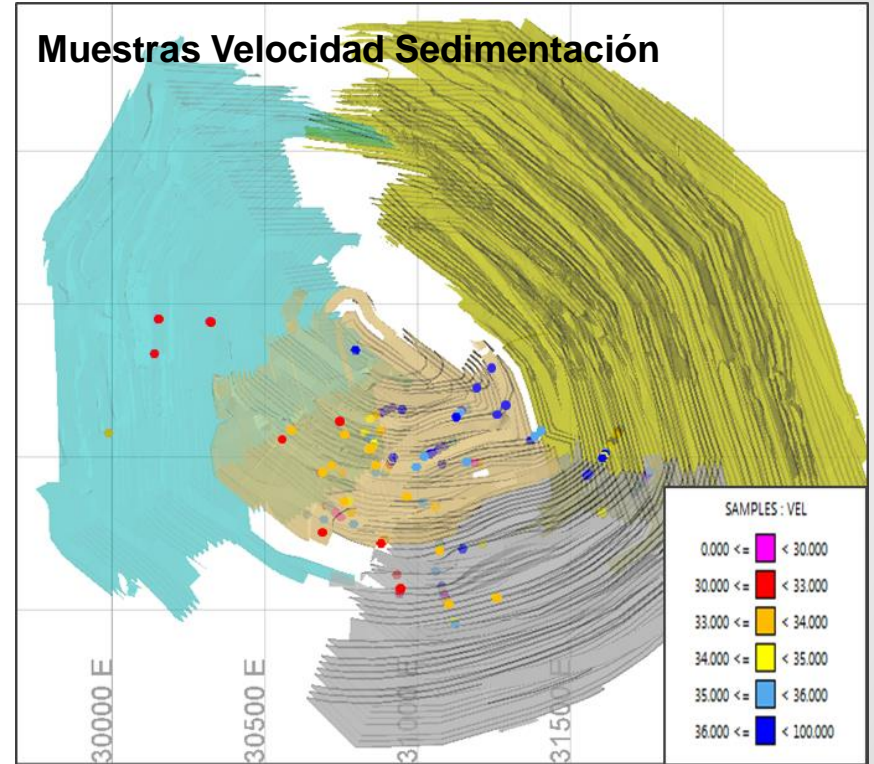
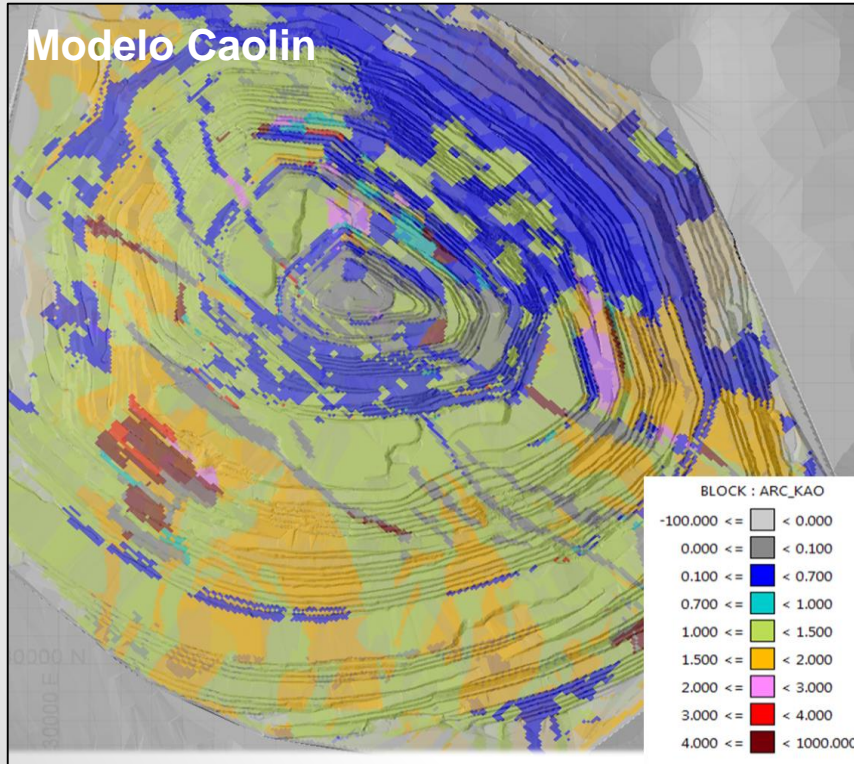
Nivel Interfaz enero-Mayo 2017 TK 2001



Scatter Velocidad Sedim



MODELO DE SEDIMENTACIÓN





6. Mejoramiento Modelo Recuperación Cu Se hace cargo del potencial de Recuperación del mineral

Desviaciones

Hallazgos

ACR-Procesos

RecCu modelo desviada respecto a real Planta

- 7% desviación mensual (5 puntos en recuperación)
- No incorpora factor de escalamiento
- No permite visualizar potencial del mineral

Modelo RecCu no permite ser usado para la predicción operativa (Corto Plazo)

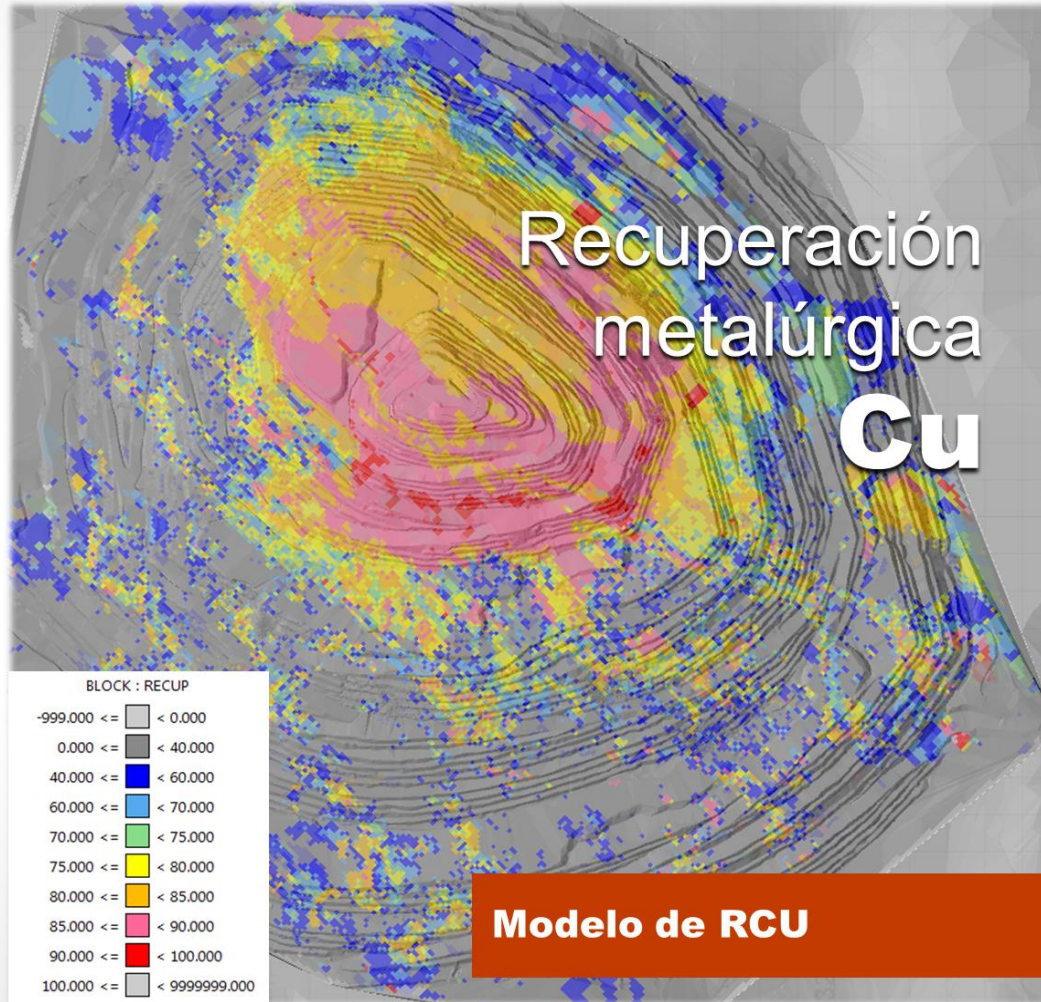
- Test con perfil granulométrico no ajustado a actual Planta
- Utiliza p80 constante
- Utiliza UGM que limita variabilidad local (grandes volúmenes)

Nuevo modelo considera:

- Test flotaciones estándares (agua, P80, perfil granulométrico Planta actual, celdas y ranuras)
- C

MODELO RECUPERACIÓN COBRE MODIFICADO

- Rec
- minera





7. Mejoramiento Modelo Tratamiento Planta Considera condiciones actuales de la Planta

Desviaciones

TPH modelo desviado respecto a real Planta

Hallazgos

- 10% desviación mensual
- No es sensible a dureza DWI

ACR-Procesos

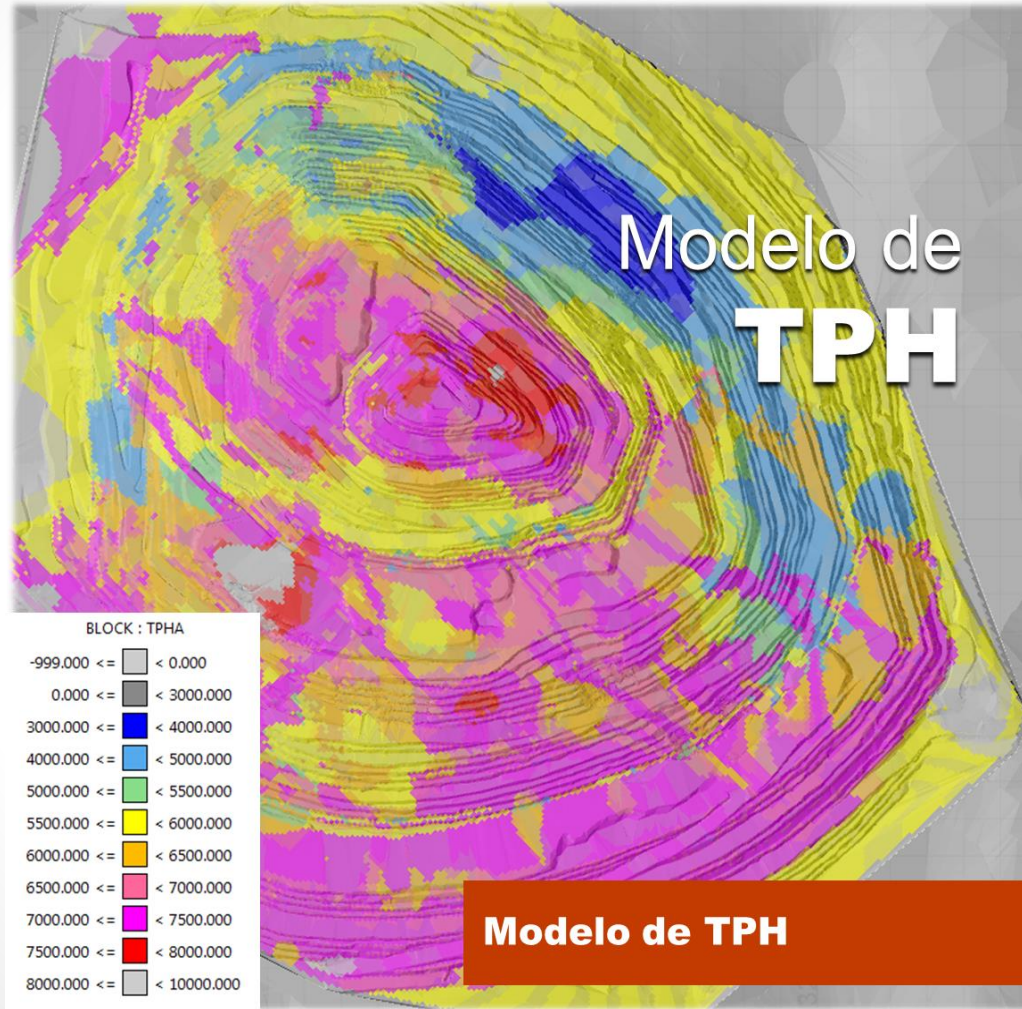
Modelo TPH no permite ser usado para la predicción operativa (Corto Plazo)

- Se necesita ajustar con parámetros operacionales Planta
- Asume constante granulometría alimentación SAG
- Asume P80 constante

- Nuevo modelo independiente de P80
- Construido sobre muestra (representativa)
- Incluye...
- Fr...
- g...
- al...
- Ut...

MODELO TRATAMIENTO PLANTA MODIFICADO





Comentarios Finales



4



- **El Ciclo de Gestión de Riesgos es la herramienta clave en el enfoque actual de la Geometalurgia en CMDIC**
- **El aprendizaje desde las desviaciones operacionales ha permitido mejorar/desarrollar modelos que den respuesta a contingencias operacionales.**
- **Este Modo de Trabajar nos permite dar Confiabilidad a la Promesa de Negocio desde la experiencia operativa.**

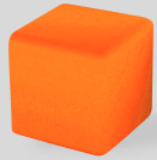
GRACIAS

BACK UP



Conceptualización Nuevo Modelo de RecCu En función de P80 del mineral

Desde test de laboratorio



Bloque A

$RCu_{200\mu m} = 92\%$

$RCu_{230\mu m} = 87\%$

$P80_m = 210\mu m$

$RCu_m = 91\%$

RCu

91

92

87

200 μm

230 μm

210 μm



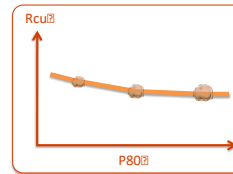
Bloque B

$RCu_{200\mu m} = 88\%$

$RCu_{230\mu m} = 85\%$

$P80_m = 220\mu m$

$RCu_m = 87\%$



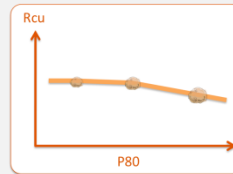
Bloque N

$RCu_{200\mu m} = 87\%$

$RCu_{230\mu m} = 85\%$

$P80_m = 240\mu m$

$RCu_m = 83\%$



Alimentación Planta

$RCu_m \text{ periodo}_n = 88\%$

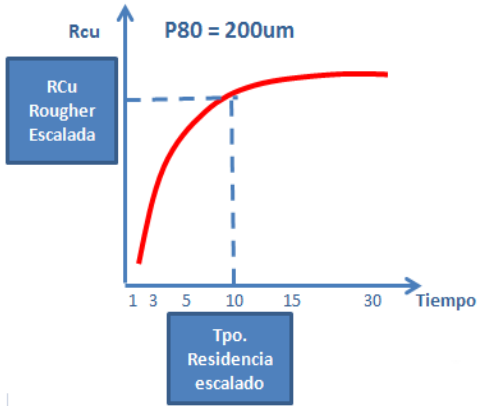
$P80_m \text{ periodo}_n = 225\mu m$



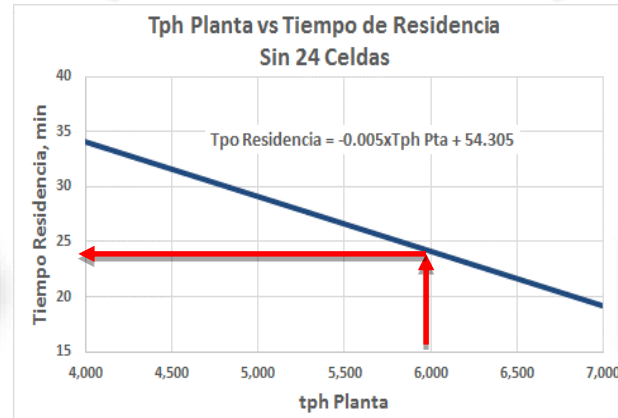
Determinación Rcu Global

Para determinar Rcu escalada a P80 200 y 230 um a tiempo residencia bloque

Recuperación Rougher vs Tiempo Residencia



PLANTA



ESCALAMIENTO

Tiempo de Residencia

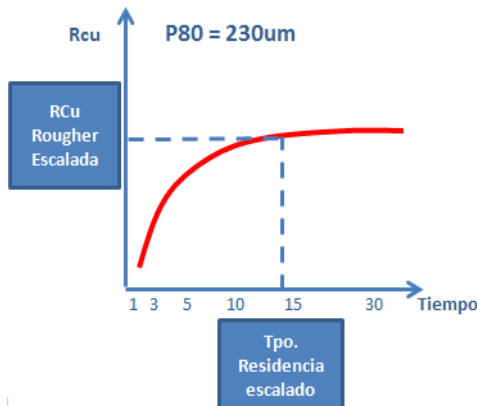
Desde Tiempo Residencia escalado se obtienen Rcu escaladas a P80=200 y 230 um

Condiciones Planta:

- Volumen celdas = Cte
- %sólido flotación= 30% cte
- TPH bloque (desde modelo)
- Con esto se obtiene Tiempo Residencia en función del TPH definido por una ecuación de la recta (lineal)

Factor de Escalamiento = 2.4
(validado por Yianatos)

Recuperación Rougher vs Tiempo Residencia



Tiempo de Residencia Escalado

$Tpo\ lab = tpo\ res\ planta / 2.4$



Conceptualización Modelo P80 mineral

Permite determinar RecCu mineral en función de P80

Restricciones del mineral en molienda

$$\text{CEE Molienda de Bolas Planta} = \frac{\text{KWh}}{t} = 10 \times \text{WI} \times \text{K} \left(\frac{1}{\text{P80}^{1/2}} - \frac{1}{\text{F80}^{1/2}} \right)$$

Factor de escalamiento

$$\text{P80 modelo} = \left[\frac{\text{KW} \times \text{h}}{t} \times \frac{1}{\text{WI} \times 10 \times \text{K}} + \frac{1}{\text{F80}^{1/2}} \right]^2$$

KW

Sumatoria de potencia disponible en los Molinos de Bolas (constante)

t/h

Rendimiento Planta del bloque de Modelo, dado por el Modelo JKSimmet

WI

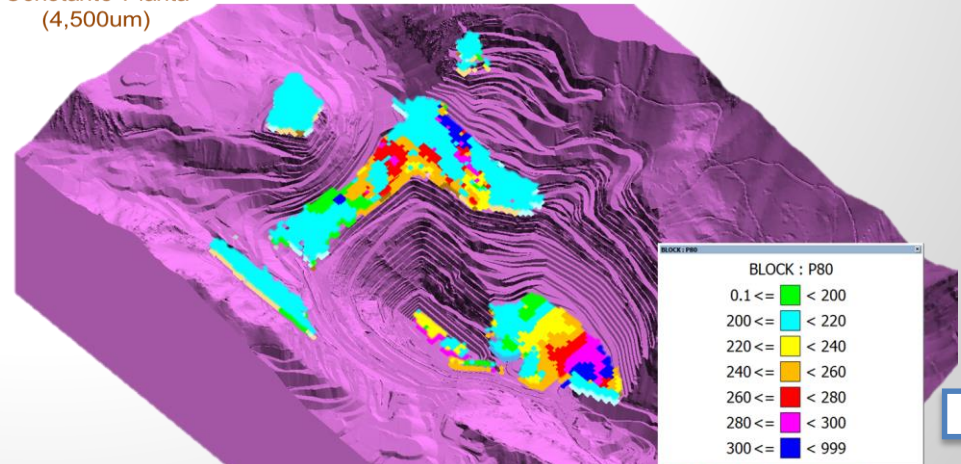
Work Index de Bond del bloque, dado por Modelo Durezas

K

Constante de Laboratorio a Planta

F80

Se asume Constante Planta (4,500um)





Implementación Nuevo Modelo de Tratamiento Planta

Considera muestreos Planta, simulaciones, modelamiento matemático

Fase 1

Planificación Proyecto:

- ✓ Presentación Proyecto
- ✓ Recolección datos
- ✓ Ident. tipos mineral
- ✓ Puntos Muestreo
- ✓ Logística

Fase 2

Muestreo Mina-Pta:

- ✓ Tronadura
- ✓ Fragmentación
- ✓ Conminución

Fase 3

- ✓ Tratamiento de datos
- ✓ Análisis estadístico
- ✓ Modelación matemática

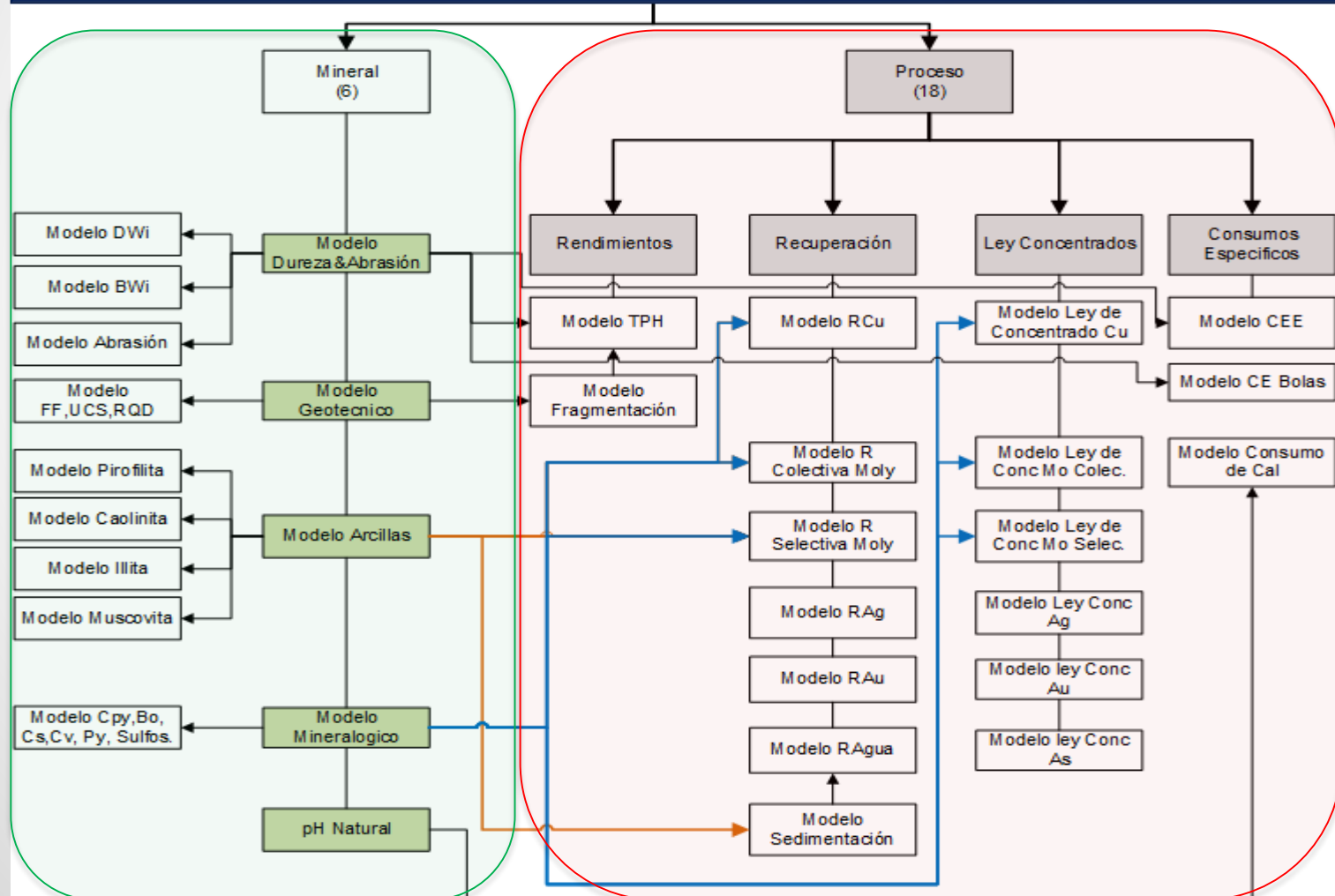
Fase 4

- ✓ Simulación escenarios
- ✓ Detección cuellos botella
- ✓ Pronóstico tonelaje
- ✓ Validaciones
- ✓ Puesta en marcha



Nuestros Modelos Geometalúrgicos

Como Factores modificantes de nuestras Reservas





3



Descripción
de Procesos



Modelamiento Geometalúrgico



1

Aplicando el CGR, detectamos desviaciones y generamos aprendizaje

2

Con el aprendizaje operacional determinamos qué parámetros / modelos necesitamos mejorar o implementar

3

Siempre, debemos controlar la calidad de nuestro proceso de modelamiento geometalúrgico



Controles de Calidad del Modelamiento Geometalúrgico

Desde la muestra metalúrgica hasta la reconciliación

Control
Calidad test
metalúrgicos

Validaciones
estimación
Geoestadística

Reconciliación

- Muestras representativas
- QAQC test
- ITO laboratorio
- protocolos estándar
- Escalamiento

Validación Derivas
Predicción

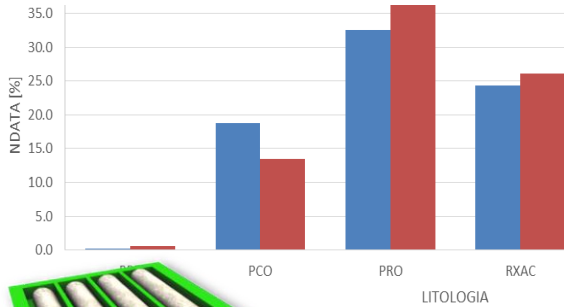
Mensual, trimestral,
aprendizaje de
desviaciones



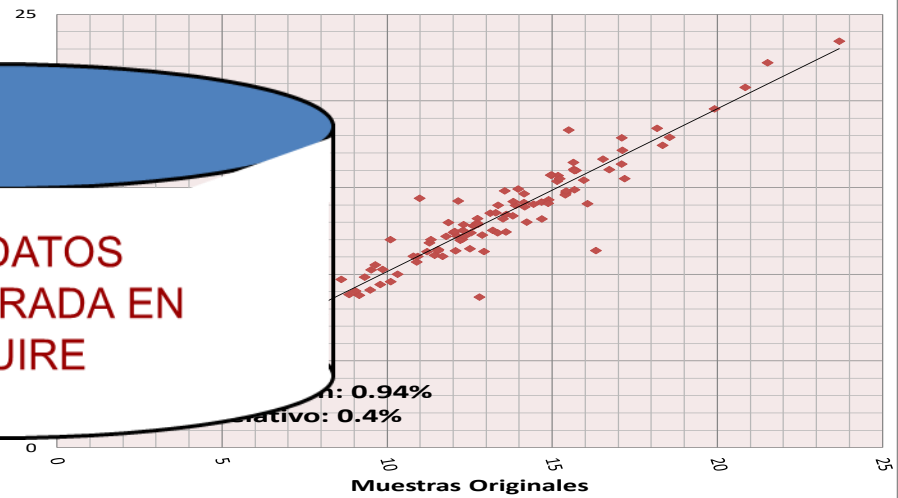
Las muestras metalúrgicas son representativas

El dato del test metalúrgico es confiable (QAQC)

Número muestras vs proporción Litología en modelo Quinquenio

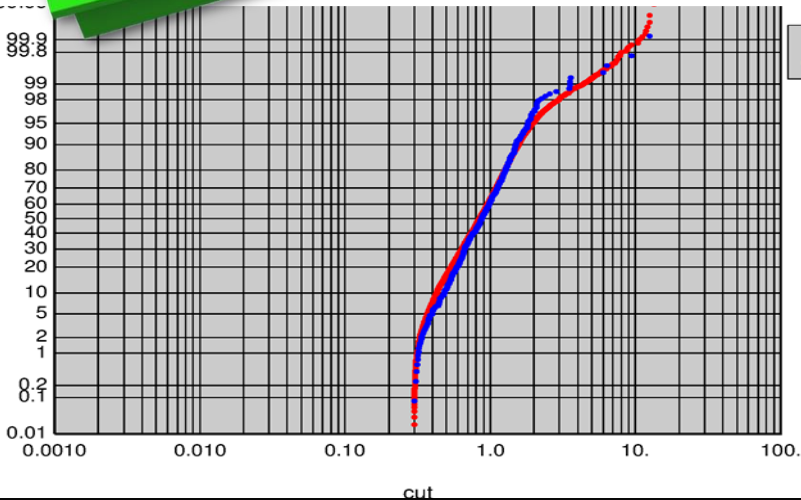


Variable BWI Dato original vs Duplicado

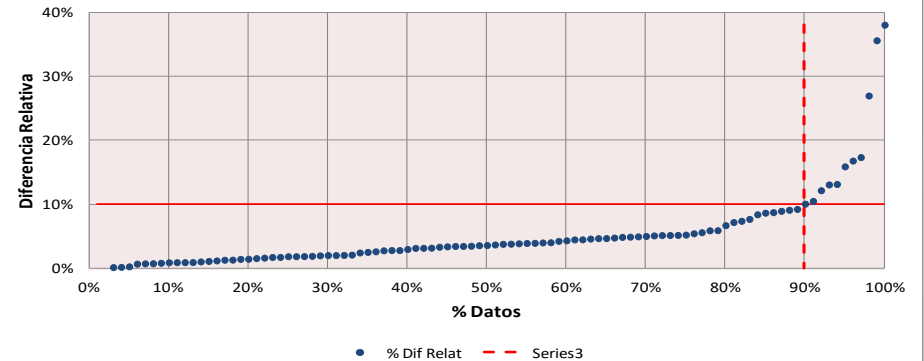


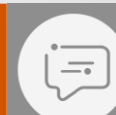
BASE DATOS ADMINISTRADA EN ACQUIRE

Distribución de leyes de muestras vs bloques



% Diferencia Relativa - Variable BWI





Test metalúrgicos protocolizados por experto

Escalamiento Laboratorio – Planta validado por experto

INFORME

PROYECTO

COMENTARIOS PROCEDIMIENTO FLOTACIÓN LABORATORIO
CMDIC

Collahuasi

Solicitado por: : Sr. Carlos Jara, Gerente de Metalurgia

Preparado por: : Juan Ylanatos B.
Luis Vinnett P.
Isabel Panire N.

Fecha: : Septiembre, 2016

INFORME

PROYECTO

EVALUACIÓN DE METODOLOGÍAS DE ESCALAMIENTO PARA EL
PROYECTO DE EXPANSIÓN DE COLLAHUASI

Collahuasi

Solicitado por: Sr. Carlos Jara, Gerente de Metalurgia

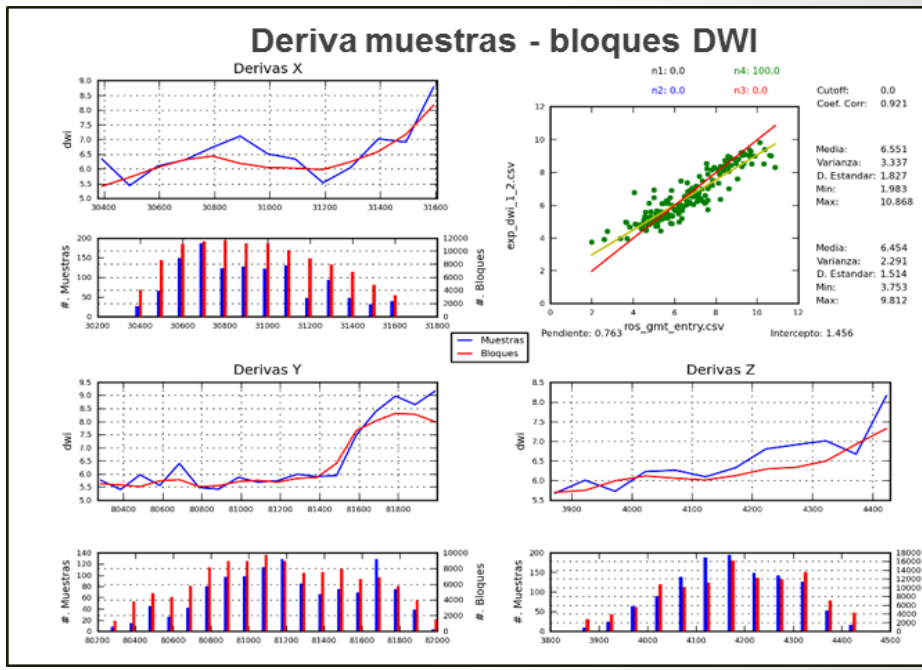
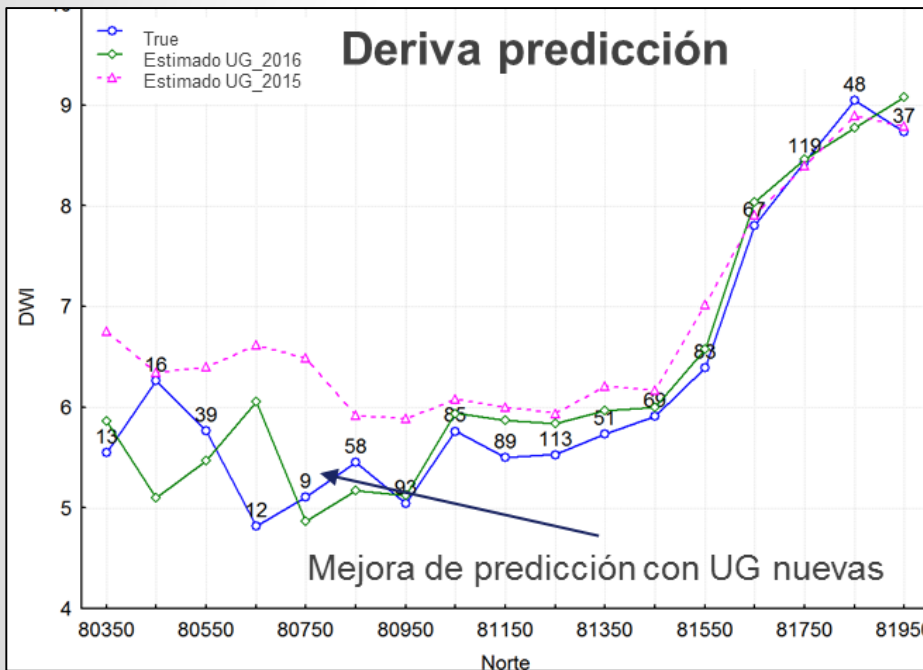
Preparado por: Juan Ylanatos B.
Luis Vinnett P.
Isabel Panire N.

Fecha: Julio, 2016



La estimación geoestadística es adecuada y está validada

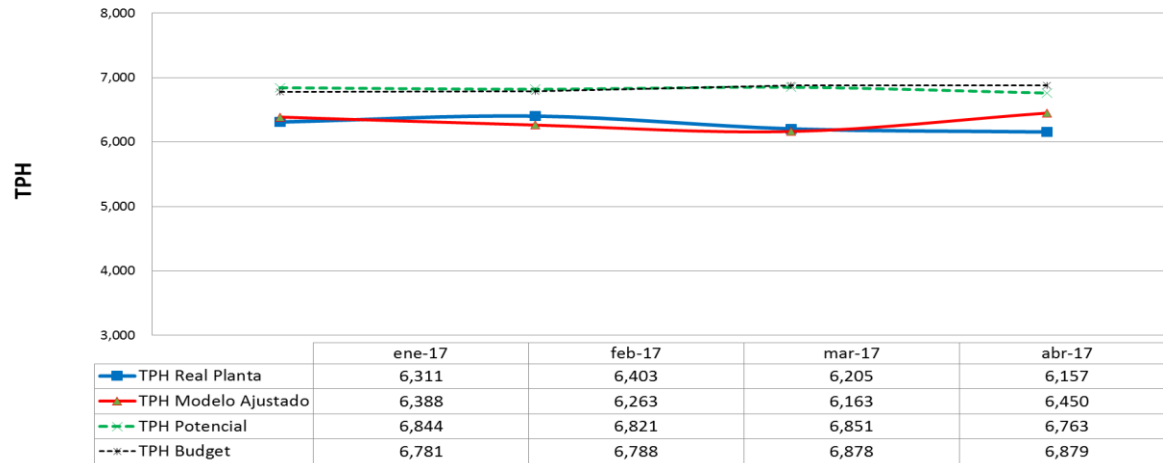
La estimación geoestadística honra los datos (muestras)





Nuestros modelos son reconciliados generando aprendizaje de las desviaciones

Reconciliación TPH Real Planta versus TPH Modelo Ajustado (2017)



WF Restricciones TPH /Q1 2017

