

WEBINAR RELAVES

Estado actual relave espesado Planta Delta

Oriel Marcelo Feliú Pineda
SUPERINTENDENTE PLANTA

A presentarse en dos fechas:

27 - 28 de Agosto / 03 - 04 de Septiembre

Con el gentil auspicio de:

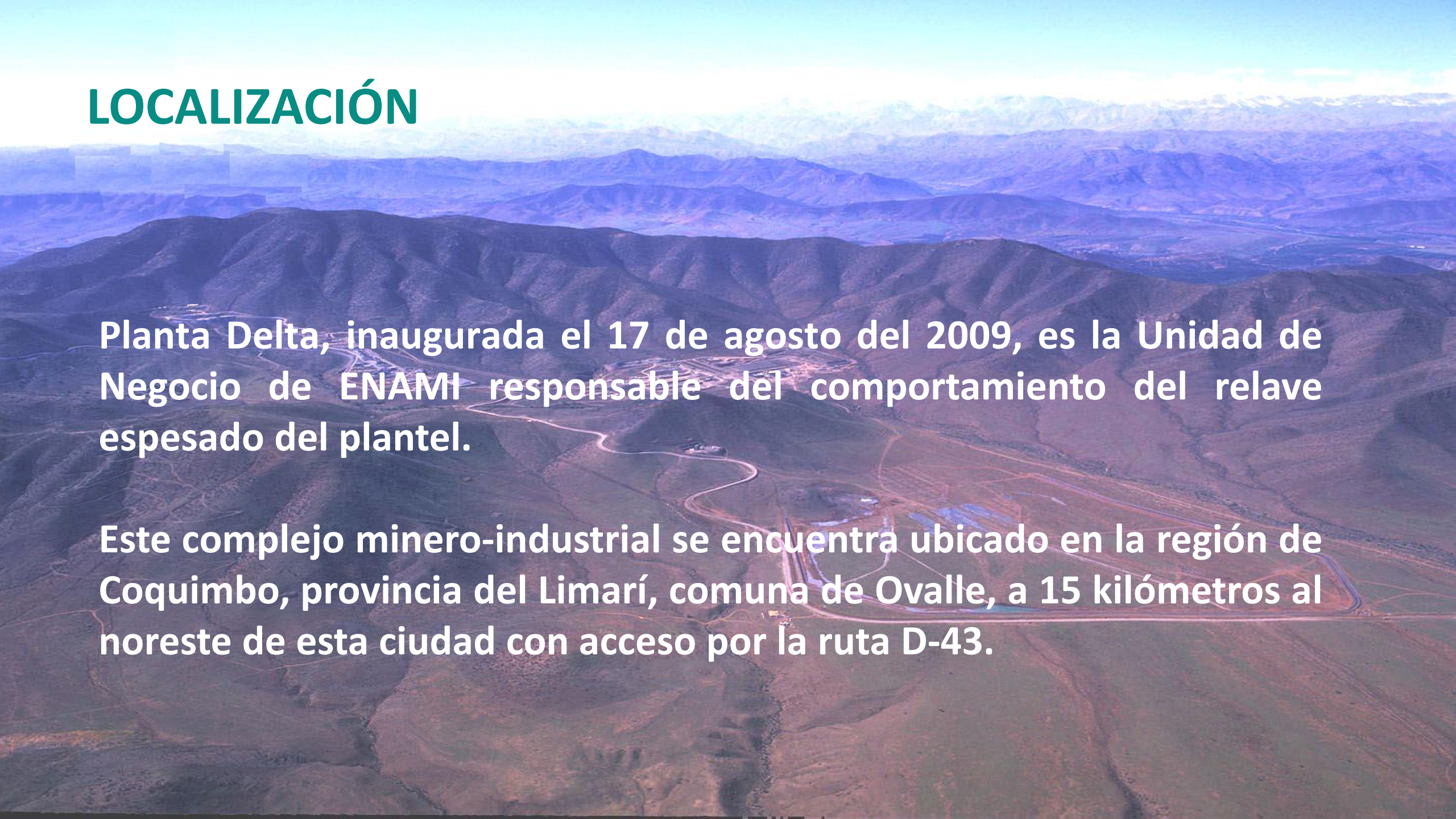


Metso:Outotec

Empírica[®]



LOCALIZACIÓN

An aerial photograph of a vast, mountainous landscape. The terrain is rugged with numerous ridges and valleys. A winding road is visible, leading towards a small industrial facility or mine located in a valley. The sky is clear and blue, and the overall scene is captured in a high-angle, wide-area shot.

Planta Delta, inaugurada el 17 de agosto del 2009, es la Unidad de Negocio de ENAMI responsable del comportamiento del relave espesado del plantel.

Este complejo minero-industrial se encuentra ubicado en la región de Coquimbo, provincia del Limarí, comuna de Ovalle, a 15 kilómetros al noreste de esta ciudad con acceso por la ruta D-43.



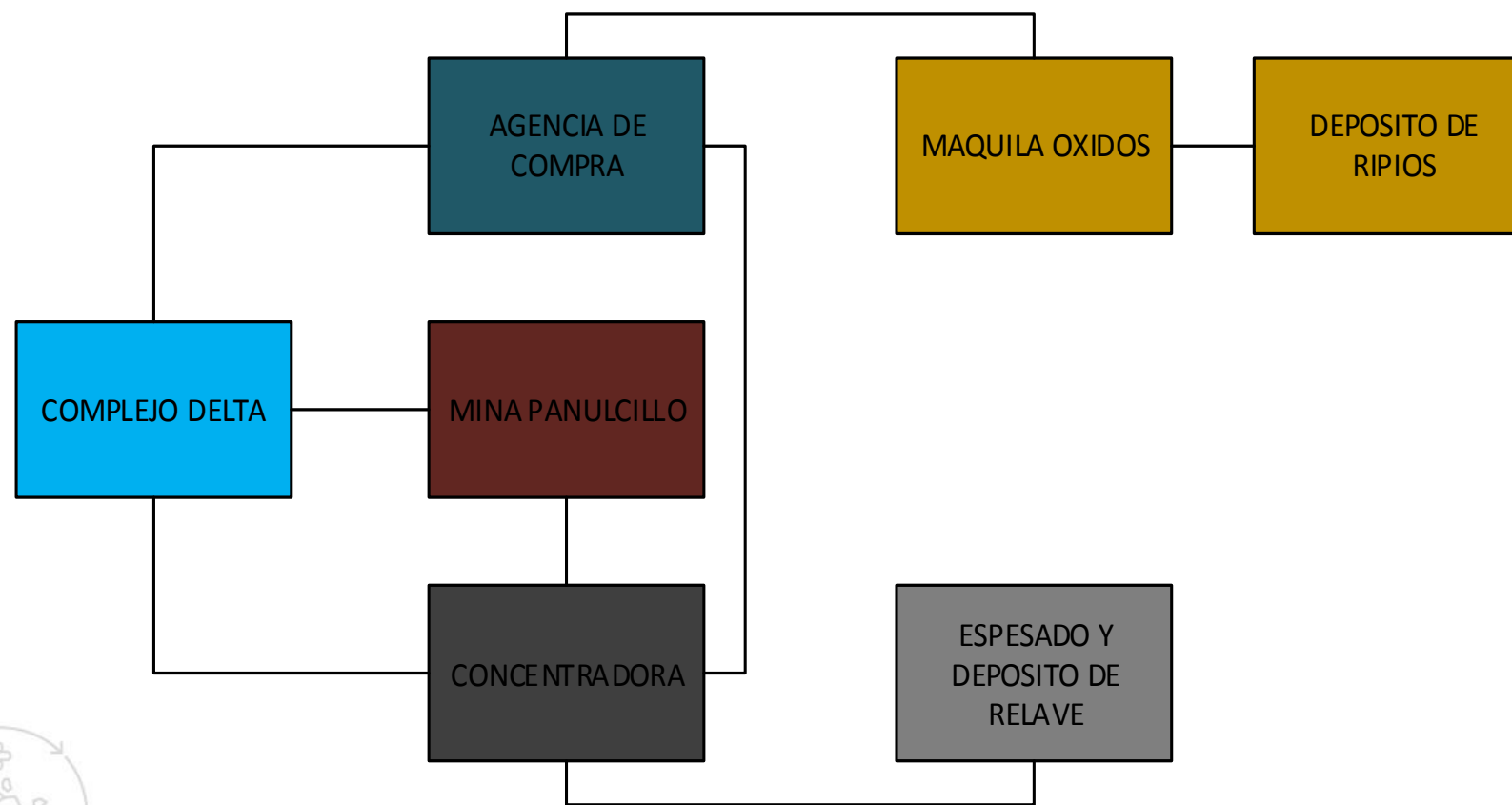
INTRODUCCIÓN

- La Empresa Nacional de Minería (ENAMI) es una empresa con administración autónoma de propiedad del Estado.
- **Planta Delta**, es una concentradora de la Empresa Nacional Minería con una capacidad instalada de procesamiento de 60.000 tms y procesa mineral Sulfuro.
- El Producto concentrado es enviado a Ventanas para su comercialización.
- El Relave es **Espesado** y se dispone en el Depósito de Relaves con una **Superficie de 102 Ha**.
- La Planta, como modelo de negocio, es una maquiladora de la comercial de ENAMI, la que recibe los minerales, ya sea comprados al sector de la pequeña, mediana minería, y extraído de la Mina Panulcillo activo propio.
- Como Maquiladora, sus ingresos son por **Cargo de Tratamiento y Margen Metalúrgico**.
- La contribución fundamental de esta presentación se focaliza en aportar la experiencia que se ha logrado en el proceso del Relave Espesado.





DIAGRAMA DE FLUJO COMPLEJO DELTA



Capacidad Instalada
de la Concentradora,
60.000 tms/mes.

Capacidad Extracción
de la Mina, 52.000
tms/mes.

Agencia con
capacidad de
Recepción de 45.000
tms/mes.

Capacidad del
Deposito Relave
Espesado de 8.5
MTMS.



FUNDAMENTO TEÓRICO DE RELAVE ESPESADO

Los depósitos de relaves espesados (TTD, Thickened Tailings Disposal) son una forma alternativa a los depósitos convencionales, en que se **extrae una cantidad considerable de agua del relave** antes de depositarlo. Este método sólo se ha utilizado en proyectos de mediana minería en el mundo.

El agua se extrae mediante sedimentación en Estanques Espesadores y/o filtrado en equipos mecánicos de Filtros o Prensa (Troncoso, 1992), permitiendo recuperar desde un 79% a 85% del agua utilizada en el proceso (Capone, 2009). Por esta razón, tiene una mayor densidad que el relave convencional, logrando una mayor capacidad de almacenamiento, y eventualmente menores riesgos de infiltración y de licuefacción (Robinsky, 1999). Luego de espesar el relave, éste se transporta por cañería hacia un punto central del Depósito desde donde se va descargando por zonas.



COMPORTAMIENTO RELAVE PLANTA DELTA MINERAL SULFURO IV REGIÓN

La **Reología** se afecta con la caracterización mineralógica de rocas finas conocido como **Limo**, formado por **arcillas** ($2\ \mu\text{m}$ - $3.9\ \mu\text{m}$) , **lodo y arenas finas** ($6.25\ \mu\text{m}$) (<https://es.wikipedia.org/wiki/Limo>), peso específico, porcentaje de sólido, banda granulométrica.

La influencia del pH es fundamental en el comportamiento de relaves con **Filosilicatos**, estos contienen fundamentalmente en su estructura OH, están formados por grupos de arcillas, serpentinas, mica, clorita, http://ocw.uniovi.es/pluginfile.php/730/mod_resource/content/1/1C_C11812_A/contenidos%20en%20pdf%20para%20descargar/27-5.pdf), pues regula la formación de estructuras en estos minerales, afectando de gran manera, la viscosidad y límite de fluencia (yield stress) de las suspensiones las variables propuestas como determinantes del comportamiento reológico de relaves ricos en filosilicatos efectivamente son útiles para estimar con buena precisión la viscosidad y límite de fluencia de éstos. (<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141074/Estudio-reologico-de-relaves-basado-en-tecnicas-de-caracterizacion-avanzada-de-minerales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)



Caso Delta: Relave de mineral de la Mina Panulcillo, el YS oscila entre 25 a 45 Pa y respecto a sulfuros del sector minero, oscila entre 30 a 50 Pa.





PROCESO PRODUCTIVO

En Planta Delta, se procesa mineral sulfuro proveniente de la Mina Panulcillo y de la compra del sector minero, el mineral con atractivo económico fundamentalmente es la calcopirita.

El proceso del tratamiento del mineral comprende las siguientes etapas: Recepción, Chancado, Molienda, Flotación, Espesado y Filtrado de concentrado y Relave Espesado. El producto final concentrado, es enviado a fundición y el Relave es impulsado 2,4 km desde el área de flotación al punto mas lejano de descarga del Spigots.

N° 1 y 2 de la Etapa-2

DISTANCIA ENTRE ESPESADOR Y DEPOSITO RELAVE

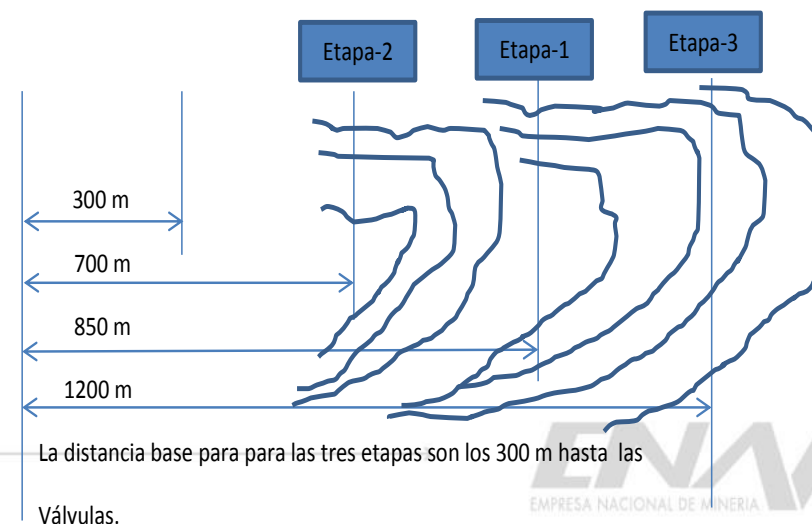
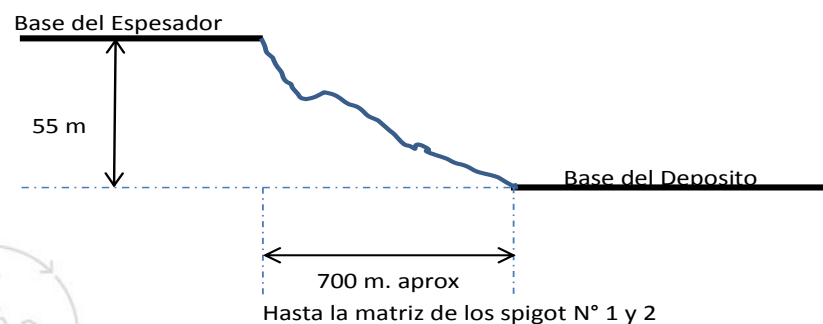
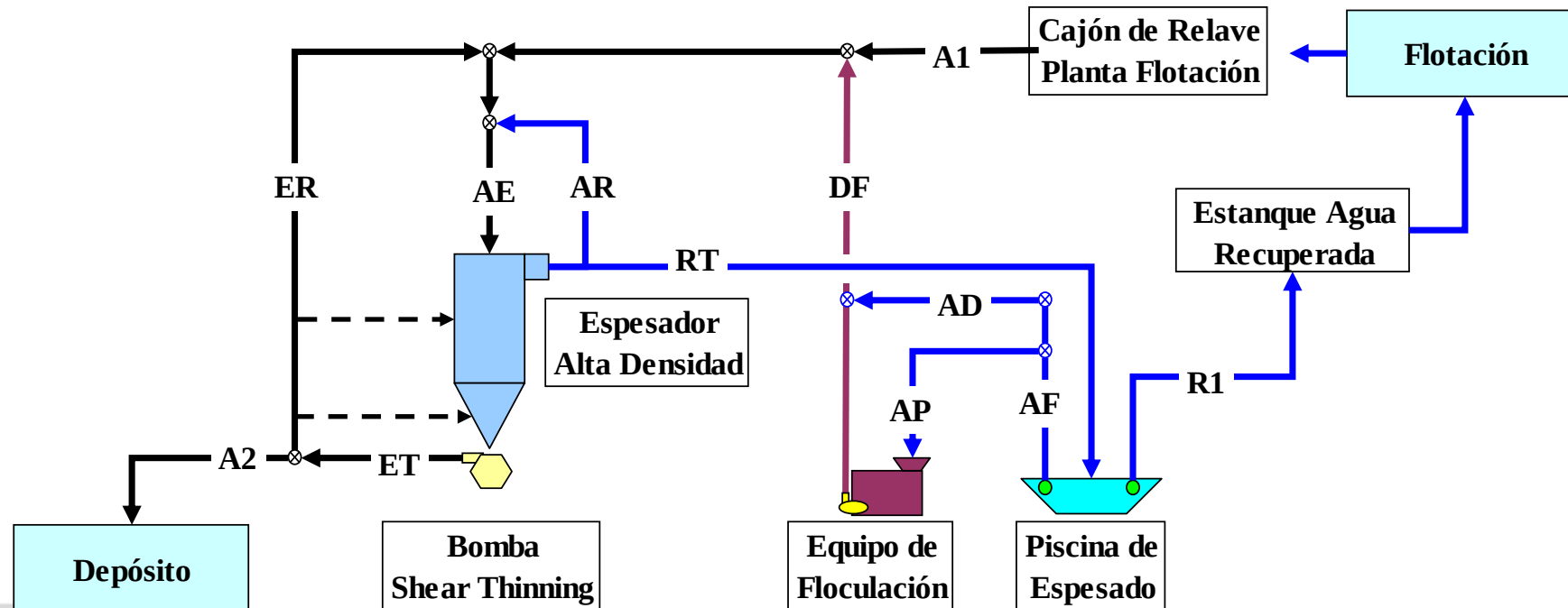




DIAGRAMA DE FLUJO ESPESADO DE RELAVE





DESCRIPCIÓN GENERAL ESPESADO DE RELAVE

- De acuerdo con : [DOCUMENTO N° 1050-IB-PR-IT-01-Rev.A DICIEMBRE 2006](#), la planta de espesado tiene como objetivo fundamental, aumentar la concentración de sólidos de la pulpa de relaves fresco desde 34,5% a 74% Cp. Este último valor de descarga al depósito, fue determinado en los ensayos de pendiente de depositación, los cuales indican que este relave tiene un comportamiento de no segregación a estas concentraciones haciéndolo apto para la aplicación del sistema TTD.
- Como antecedente real, el espesador cumple con espesar relaves alimentados al espesador del orden de Cp 29% +/- 2% y los descarga a rango de Cp 65% < Cp <69% +/- 1%.
- **EL ESPESADOR**, es del tipo cono profundo con un Diámetro de 12 m, y una altura total de 10,5 m. Su área unitaria según diseño es de 0.0556 m²/TMpd.
- El sistema motriz de la Rastra considera dos motores de 10 Hp cada uno.
- La caracterización del espesador permite procesar hasta un 65.000 tms/mes alcanzando la rastra un torque cercano a 48% del torque de diseño (66.384 kg-m), según el fabricante este puede operar con 60% (39.830,4 kg-m) con alta probabilidad de embancamiento, por lo que, se considera por seguridad operar con carga hasta un 50% (33.192 kg m) según fabricante (FLSMIDTH).
- Alimentación de diseño de 83,5 tph, en la practica se ha llevado a 95 tph disminuyendo el tiempo de residencia en 1% a 2% del cp en la descarga, se ha mejorado con el aumento de dosificación de floculantes.





OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

OPERACIÓN ESPESADO – ESPESADOR CONO PROFUNDO



POTENCIA INSTALADA: 2 motores de 10 HP c/u.

VELOCIDAD PERIFERICA DE LA RASTRA: 2,3 m/min

RPM= 0,06.

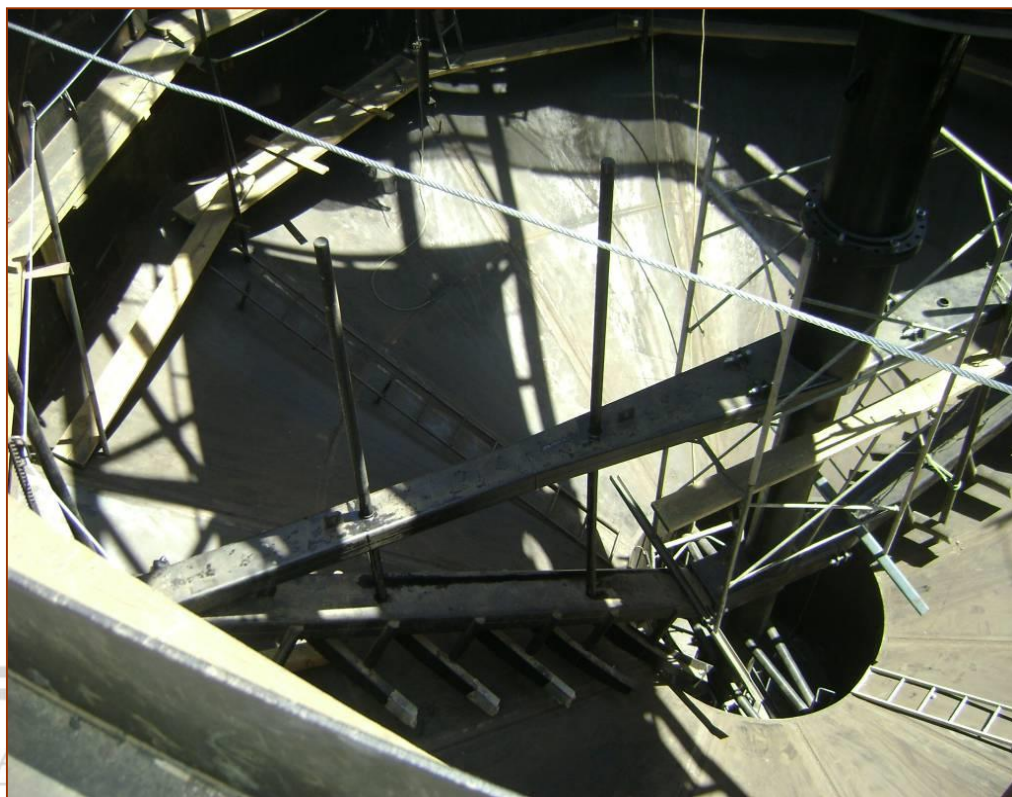
VOLUMEN EFECTIVO = 720 m³

TORQUE DE DISEÑO: 480.000 lb*ft ó 66.384 kg*m



PARÁMETROS DE CONTROL OPERACIÓN ESPESADO

OPERACIÓN ESPESADO – CONO PROFUNDO



TORQUE RASTRA OPERACIÓN: entre 35% a 48% respecto al de diseño.

NIVEL DE CAMA AGUA Y SOLIDO: 2,5 a 3 (m) y 7 a 8 (m).

DENSIDAD DE PULPA IN/OUT: 1,21 a 1,24 (Kg/cm³) y 1,7 a 1,8 (Kg/cm³).

FLUJO DE PULPA IN/OUT: 200 a 250 (m³p h) y 40 a 90 (m³ph).

Cp IN/OUT: 28 % a 30 % y 65 % a 68 %.

FLOCULANTE: Mathifloc-2030 - Dosif.: 28 a 40 gr/tm

YIELD STRESS: Sulfuro: Mina 26,5 a 41,9 Pa - Agencia 71 a 73 Pa

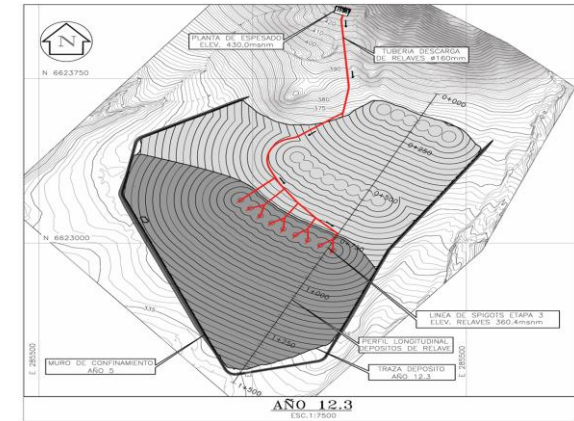
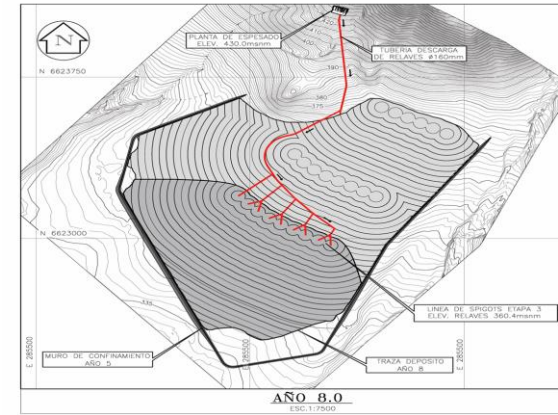
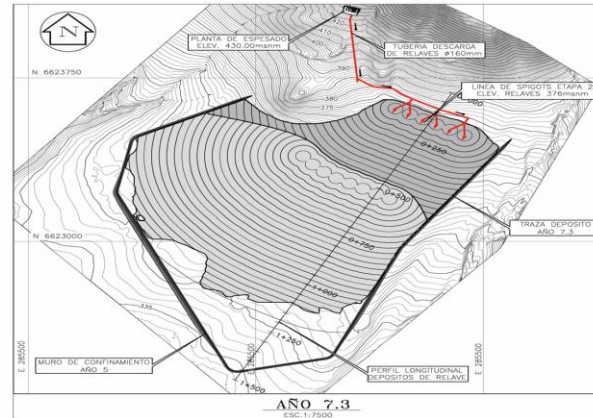
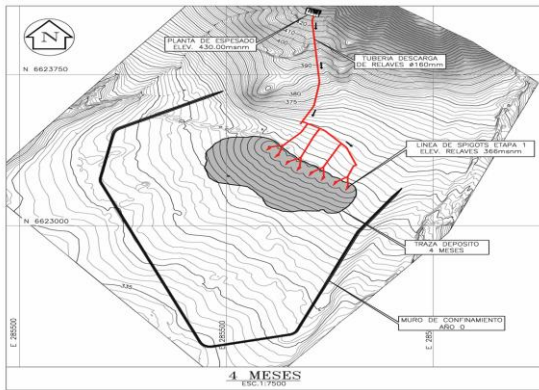
Control Ph: $9 < Ph < 11$, fuera de los rangos aumenta la Turbiedad.





OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

ETAPAS DISPOSICIÓN DEL RELAVE



El depósito de relaves se emplazará en una ladera de cerro con una pendiente natural de aproximadamente 2% a 3 %. La disposición del relave ha generado una pendiente según topografía de 3% a 4%.

La disposición de relave se compone de tres etapas con un total de 8,5 MTMS.





OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

DISPOSICIÓN DEL RELAVE

Generalidades

- Con el objetivo de aplicar el sistema TTD en el depósito del proyecto DELTA, se diseñó un sistema de descargas que permitiera alcanzar la vida útil requerida y que lograra aprovechar al máximo las condiciones de secado por evaporación y densificación por secado.
- El depósito de relaves se emplaza en una ladera de cerro con una pendiente natural de aproximadamente 2 a 3 %.
- La distancia de impulsión desde la Concentradora al Espesador es de 1.614 m y de este a los puntos de descarga mas lejanos de los Spigots son; a Etapa un (E-1) 850 m, a Etapa dos (E-2) 700 m y a Etapa tres 1.250 m.
- La densidad de la pulpa ingreso al espesador es del orden de 1.2 a 1.3 kg/cm³, mientras que a la salida es de 1.7 a 1.8 kg/cm³..





DE LA OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

DISPOSICIÓN DEL RELAVE

El relave descarga del Spigots formando un cono, este permite que el escurrimiento sea cercano a un flujo laminar para evitar aumento de segregación, permite una mayor concentración de la banda granulométrica aportando una alta densificación y consolidación del relave seco lo que aporta estabilidad mecánica. Además para mejorar la estabilidad, la descarga se realiza en forma triangular.





DE LA OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

DISPOSICIÓN DEL RELAVE

En la medida que el relave depositado pierde humedad, este comienza a contraerse aumentando su densificación y resistencia mecánica alcanzando un estado no licuable y sísmicamente estable

El porcentaje de contracción esta del orden de 21 a 23%.

Las grietas observadas, se tapan con el escurrimiento de relave en la siguiente capa mejorando aun mas la estabilidad mecánica.





DE LA OPERACIÓN ESPESADO Y DISPOSICIÓN DEL RELAVE

DISPOSICIÓN DEL RELAVE



- La fotografía muestra la descarga de relave espesado por un Spigots, la altura de descarga es de 4 m y el diámetro de la tubería de 160 mm.
- Se observa la formación del cono de escurrimiento y la capa superior escurre llenando las grietas.
- En etapa terminal queda un cono de escurrimiento del relave, se encuentra en contracción por pérdida de humedad.



ENAMI



CONCLUSIÓN

Peso Específico:

La diferencia entre el peso específico del mineral sulfuro de la Mina Panulcillo y del sector minero, siendo este un 9,8% mayor que el de la mina, esta diferencia hace que:

1.1. Con el mineral de la mina Panulcillo Permite procesar en un 100% la capacidad instalada, demanda un 38% el torque según diseño.

1.2. Con el mineral de mineros varios, solo se puede procesar un 75% de la capacidad instalada alcanzando el torque de la rasta a un 48% respecto de diseño.

1.3. La cinética de sedimentación es mayor en el mineral del sector mineros versus de la mina Panulcillo, esta condición genera alta probabilidad de embancamiento.

1.4. Respecto al transporte de relaves desde el espesador al deposito, el aumento del beneficio del mineral de mineros tiende a embancarse en los tramos planos.

1.5. El Yield Stress YS, aumento en un 25% al procesar mineral de mineros respecto al procesar mineral de la mina Panulcillo aumentando la probabilidad de embancamiento.

Finos Granulométricos:

El mineral de Tarifa tiene el Cu más diseminado por lo que se debe moler más fino (un 6,25% más fino que el mineral de mina), con el aumento de la banda de finos granulométricos se encontraron dos impactos:

1.6. Hay un aumento de fino en el relave, demanda mayor consumo de floculante. Respecto a la disposición se privilegió la descarga en los spigots más alejados (mejora el transporte a mayor distancia de disposición).

1.7. Con respecto al escurrimiento desde el cono de descarga, el relave tiende a aumentar la distancia de desplazamiento.

APORTE DE AGUAS AL PROCESO:

De los 2.9 m³/tm de la demanda de agua, el actual estado del proceso de espesado y disposición de relave, a permitido alcanzar una recuperación de un 80% de agua de proceso, y una reposición de un 20% captadas de las napas.



CONCLUSIÓN

ESTABILIDAD:

La disposición de descarga por Spigots Triangulada permite mejorar la distribución de la carga, mejora el plano de sedimentación teniendo estratos más estables mecánicamente.

SEGREGACIÓN:

Controlar las velocidades de transporte hasta el punto de descarga por el Spigots, ha permitido disminuir los flujos turbulentos con una segregación menos agresiva en el escurrimiento de la pulpa en el depósito.

FLOCULANTE:

El aumento de la carga de alimentación al espesador, disminuye el $C_p(\%)$ de descarga debido a una disminución del tiempo de residencia lo que demanda un aumento del floculante.



Muchas Gracias

ORIEL MARCELO FELIÚ PINEDA
SUPERINTENDENTE PLANTA

Con el gentil auspicio de:



Metso:Outotec

Empírica®

