

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y
METALURGICA**



**“MEJORA OPERACIONAL DE LA DISPOSICIÓN DE RELAVES, MEDIANTE LA
OPERACIÓN DEL FILTRO PRENSA, EN LA
UNIDAD MINERA CERRO LINDO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO METALURGISTA**

PRESENTADO POR:

EDWIN CELSO SOLORZANO CASTILLO

LIMA - 2012

DEDICATORIA

A mis padres, Martha y Jesús,
que a ellos les debo cuanto soy,
cada una de las letras de
este trabajo, son por Ustedes
y a mi esposa Lina
compañera y amiga.

INDICE

- RESUMEN DE LA TESIS.....	01
- INTRODUCCION.....	03

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	06
1.2	FORMULACION DEL PROBLEMA.....	08
	1.2.1 Problema Principal.....	08
	1.2.2 Problemas Secundarios.....	08
1.3	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	08
	1.3.1 Objetivo General.....	08
	1.3.2 Objetivos Específicos.....	09
1.4	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	09
	1.4.1 Hipótesis General.....	09
1.5	VARIABLES DE LA INVESTIGACION.....	09
	1.5.1 Variable Independiente.....	09
	1.5.2 Variable Dependiente.....	10
1.6	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA.....	10
	1.6.1 Justificación.....	10
	1.6.2 Importancia.....	10

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	12
2.2	MARCO HISTORICO.....	12
	2.2.1 Marco histórico sobre la Unidad de Producción.....	12
	2.2.2 Características de la Unidad Minera Cerro Lindo.....	13
	2.2.3 Disposición de Relaves en la Unidad Minera Cerro Lindo.....	14
	2.2.4 Balance de consumo de agua.....	31
	2.2.5 Disposición de Relaves en el Tiempo	33
	2.2.6 Análisis de Estabilidad de la Presa de Relaves	35
	2.2.7 Instrumentación Geotécnica	38
	2.2.8 Cortina de Inyecciones	38
2.3	MARCO TEÓRICO DEL FILTRO PRENSA	38
	2.3.1 Filtros de presión	39
	2.3.2 Principios de funcionamiento	39
	2.3.3 Deshidratación mecánica por presión	45
2.4	FILTRO PRENSA CIDELCO.....	48
	2.4.1 Especificaciones Técnicas.....	48
	2.4.2 Etapas del Ciclo de Filtrado.....	49
	2.4.3 Sistema de Lavado de Placas.....	53
	2.4.4 Placas Filtrantes Lenser.....	59

2.5	COMPACTACIÓN DE SUELO.....	63
2.5.1	Compactación; principios generales.....	63
2.5.2	Prueba Proctor Estándar	65
2.5.3	Densidad de Campo	67

CAPITULO III

MODELO PROPUESTO

3.1	METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	71
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	71
3.3	TIPO DE INVESTIGACION.....	72
3.4	FINALIDAD DE LA INVESTIGACION.....	72
3.5	PROPÓSITO DEL USO DEL FILTRO PRENSA EN EL PROCESO DE LA DISPOSICIÓN DE RELAVES	73
3.6	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION CON EL FILTRO PRENSA.....	73

CAPITULO IV

VALIDACION DEL METODO

4.1	ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN FILTROS BANDA (ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA).....	76
4.2	PRUEBAS DE FILTRACIÓN PILOTO Y PRUEBAS DE FILTRACIÓN EN LABORATORIO STANDARD	78
4.3	PRUEBAS DE ESPESAMIENTO EN LABORATORIO STANDARD.....	82
4.4	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES CON EL FILTRO PRENSA EN LA PLANTA DE FILTRADO DE RELAVES.....	83

4.5 PRUEBAS EXPERIMENTALES CON EL FILTRO PRENSA.....	84
4.6 PRUEBA LABORATORIO PROCTOR ESTANDAR.....	91

CAPITULO V

PRESUPUESTO, EVALUACIÓN ECONÓMICA

Y COSTOS DE OPERACIÓN ACTUALES

5.1 INVESTIGACIÓN, PLANEAMIENTO Y EQUIPAMIENTO.....	100
5.1.1 Investigación.....	100
5.1.2 Planeamiento	100
5.1.3 Equipamiento	101
5.1.4 Costo por Operación y Mantenimiento.....	104
5.2 EVALUACIÓN DE PROYECTOS POTENCIALES DE LA CARTERA DE PROYECTOS CON FILTRO PRENSA (APLICANDO COSTO DE OPORTUNIDAD).....	105
5.2.1 Proyecto Filtro Prensa operando con Relaves	107
5.2.2 Proyecto Filtro Prensa operando con Concentrado de Zinc	109
5.2.3 Análisis de Flujos Incrementales.....	111
5.3 COMPARACIÓN DE COSTOS ACTUALES DE DISPOSICIÓN DE RELAVES ANTERIORES Y POSTERIORES AL FILTRO PRENSA.....	117

CAPITULO VI

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

6.1 De las muestras tomadas para las pruebas de Filtración en el Laboratorio Estándar	122
6.2 Del desarrollo de las últimas pruebas experimentales en el Filtro Prensa.....	123
6.3 De las muestras tomadas para la realización de las pruebas proctor estándar...	124
6.4 Al realizar el análisis bidimensional entre los dos proyectos a diferentes escenarios.....	124
6.5 Evaluación del Costo Beneficio.....	125
6.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.6.1 Conclusiones.....	128
6.6.2 Recomendaciones.....	130
BIBLIOGRAFÍA.....	132
ANEXOS.....	133
LISTADO DE TABLAS:	
TABLA N°01: Características de la Mina.....	13
TABLA N°02: Características de la Planta Concentradora.....	13
TABLA N°03: Relación de equipos de la planta de relleno en pasta iondicando potencia y emperaje nominales.....	21
TABLA N°04: Relación de equipos de la planta de Filtrado de Relaves indicando potencia y emperaje nominales.....	25
TABLA N°05: Parámetros de la presa de relaves.....	27

TABLA N° 06 : Características del Relave	27
TABLA N° 07 : Estructura del Relave.....	28
TABLA N° 08 : Parámetros de la presa de relaves	36
TABLA N° 09 : Comparaciones Técnicas de la operación del Filtro Banda Horizontal (HBF). Referencia Laboratorio Metalúrgico.....	77
TABLA N° 10 : Las variables de proceso de un solo Filtro Banda Horizontal.....	78
TABLA N° 11 : Resultados obtenidos en las pruebas de filtración con filtro prensa...	80
TABLA N° 12 : Pruebas Proctor Standard para relaves del filtro prensa.....	92
TABLA N° 13 : Pruebas Proctor Standard para compósito de relaves.....	93
TABLA N° 14 : Pruebas Proctor Standard para Relaves de Filtro Banda.....	94
TABLA N° 15 : Pruebas de Densidad de Campo para relaves del filtro prensa.....	95
TABLA N° 16 : Pruebas de Densidad de Campo para compósito de relaves.....	96
TABLA N° 17 : Pruebas de Densidad de Campo para Relaves de Filtro Banda.....	97
TABLA N° 18 : Inversión filtro prensa para relaves	100
TABLA N° 19 : Planeamiento Mecánico-Eléctrico para la instalación del Filtro Prensa	101
TABLA N° 20 : Costos por Operación y Mantenimiento Mensual	104
TABLA N° 21 : Reducción de Costos para 3 escenarios distintos, deducidos de la hoja dinámica, en las fases que involucran movilización a botaderos y utilización de equipos por días de secado.....	107
TABLA N° 22 : Determinación del VAN y el TIR para 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves.....	108
TABLA N° 23 : Reducción de Costos para 3 escenarios distintos, por el ahorro en los fletes y reactivos tales Dewatering y Cal Viva	109

TABLA N° 24 : Determinación del VAN y el TIR para 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de Zinc.....	110
TABLA N° 25 : Determinación del VAN y el TIR para un escenario Esperado, para la operación del Filtro Prensa con Relaves	112
TABLA N° 26 : Determinación del VAN y el TIR para un escenario Optimista, para la operación del Filtro Prensa con Concentrado de Zinc.....	113
TABLA N° 27 : Tasa interna de rentabilidad de los flujos netos de caja incrementales de la operación del filtro prensa con concentrado de zinc (escenario optimista) y la operación del filtro prensa con relaves (escenario esperado).....	114
TABLA N° 27-A : Resumen de la determinación del VAN y el TIR, de los diferentes escenarios propuestos para ambos proyectos, así como de los flujos incrementales	115
TABLA N° 28 : Costo de la Disposición de Relaves sin la operación del filtro prensa	118
TABLA N° 29 : Costo de la Disposición de Relaves con la operación del filtro prensa	120
TABLA N° 30 : Etapas de un ciclo de filtrado en automático.....	123
TABLA N° 31 : Descripción de las etapas o fases de reducción de costos.....	125
TABLA N° 32 : Costo en \$/ton de relave dispuesto en las plataformas en el mes de Enero 2012.....	127
TABLA N° 33 : Disponibilidad Mecánica y Factor de Utilización de Abril a Agosto del Filtro Prensa.....	129

LISTADO DE FIGURAS:

FIGURA N° 01: Vista general del depósito, con las plataformas 1 y 2. Arriba y a la derecha en la foto observar el botadero de relaves por sobre la plataforma 1.....	07
FIGURA N° 02: Botadero de relaves. Estos relaves son depositados para que puedan secarse. También no se pueden depositar en las plataformas, debido a que los camiones no consiguen transitar.....	07

FIGURA N° 03 : Plano de Ubicación y Accesibilidad a la Unidad Minera Cerro Lindo	13
FIGURA N° 04 : Esquema de las etapas de Disposición de Relaves.....	17
FIGURA N° 05 : Espesador de 22 m de diámetro, tipo high rate compresión.	18
FIGURA N° 05-A : Diagrama de Flujo Actual de la Planta de Relleno en Pasta.....	20
FIGURA N° 05-B : Esquema de las etapas principales del Filtro Banda.....	23
FIGURA N° 05-C : Diagrama de Flujo Actual de la Planta de Filtrado de Relaves....	24
FIGURA N° 06 : Carguío de Relaves Filtrados	29
FIGURA N° 07 : Transporte y descarga en las canchas de relave.....	29
FIGURA N° 08 : Conformado y secado del relave	30
FIGURA N° 09 : Compactación del relave y pruebas de compactación in situ.....	31
FIGURA N° 10 : Balance de consumo de agua de las Operaciones Minero-Metalúrgicas de Cerro Lindo	32
FIGURA N° 11 Recuperación de agua de las operaciones Minero-Metalúrgicas.....	33
FIGURA N° 12 : Disposición de relave año 1.....	33
FIGURA N° 13 : Disposición de relave año 3.....	34
FIGURA N° 14 : Disposición de relave año 5.	34
FIGURA N° 15 : Disposición de relave año 7.....	34
FIGURA N° 16 : Disposición de relave año 10.....	35
FIGURA N° 17 : Etapa de Filtración.....	40
FIGURA N° 18 : Etapa de Compresión.....	41
FIGURA N° 19 : Etapa de Deshidratación con aire	42
FIGURA N° 20 : Etapa de Descarga de Tortas	43

FIGURA N° 21 : Etapa de Lavado de Tela	44
FIGURA N° 22 : Esquema de filtración, en el que se puede observar el medio filtrante y los sólidos que forman la torta, que a la vez ayudan al proceso.....	45
FIGURA N° 23 : Líneas de salida de filtrado y soplado	46
FIGURA N° 24 : Caída de presión y caudal vs. tiempo para las etapas de secuencia del filtrado a presión	47
FIGURA N° 25 : Diagrama de Flujo del Filtro Prensa	55
FIGURA N° 26 : Diagrama Hidráulico del Filtro Prensa	56
FIGURA N° 27 : Dimensiones Generales del Filtro Prensa	57
FIGURA N° 28 : Dimensiones Generales del Filtro Prensa	58
FIGURA N° 29 : Tecnología de las membranas.....	61
FIGURA N° 30 : Caída de presión y caudal vs. tiempo para las placas rígida y de membrana	62
FIGURA N° 31 : Principios de Compactación.....	64
FIGURA N° 31-A : Equipo mínimo de Densidad de Campo.....	68
FIGURA N° 32 : Curva Granulométrica de los Relaves Filtrados.....	73
FIGURA N° 33 : Pruebas Piloto y en Laboratorio Estándar.....	81
FIGURA N° 34 : Prueba de Espesamiento en Laboratorio	82
FIGURA N° 35 : Parámetros de Operación en el display del Filtro Prensa	85
FIGURA N° 36 : Prueba Experimentales con el Filtro Prensa.....	90
FIGURA N° 37 : Prueba de Densidad de Campo	98
FIGURA N° 38 : Prueba de la determinación de Proctor Estándar.....	99
FIGURA N° 39 : Hoja dinámica “ <i>DINAMIC FASEO DISPOSICIÓN</i> ”.....	106

FIGURA N° 40 : Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves.....	108
FIGURA N° 40-A : Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de zinc.....	110
FIGURA N° 41 : Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves y concentrado de zinc.....	111
FIGURA N° 42 : Análisis Bidimensional para los 2 escenarios: Esperado para la operación del filtro prensa con Relaves, y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de zinc.....	115
FIGURA N° 43 : Curvas de Producción de Relaves y de las diferentes fases de disposición de relaves sin la operación del filtro prensa.....	119
FIGURA N° 44 : Curvas de Producción de Relaves y las diferentes fases de disposición de relaves con la operación del filtro prensa.....	121
FIGURA N° 45 : Curvas de Producción de Relaves, mostrando las fases de disposición en los botaderos en periodos de lluvia	126

NOMENCLATURAS

γ = Peso específico húmedo.

γ_d = Peso específico seco.

E_c = Energía de compactación, depende del tipo de ensayo.

N = N° de golpes por capa.

n = N° de capas.

W = Peso del pisón.

H = Altura de caída del pisón.

V = Volumen del suelo compactado.

δ_s = densidad volumétrica de la arena (g/cm^3).

RESUMEN DEL INFORME DE SUFICIENCIA

La Planta Concentradora de Cerro Lindo a inicios del año 2007 pone en funcionamiento el Filtro Banda para filtrar relaves y a mediados del 2009 pone en funcionamiento otro filtro Banda con las mismas características y dimensiones del filtro para relleno en pasta.

A mediados del año 2009 uno de los proyectos de la Planta Concentradora fue mejorar el sistema de Filtrado y eliminar una serie de problemas que presentaban los filtros Banda, además de reducir el porcentaje final de humedad de los relaves (< 11% y por ende reducir los costos de disposición de relaves y mejorando la estructura geotécnica de la presa).

A mediados del Año 2010, se empezó con los trabajos de separación de sólidos y líquidos a nivel laboratorio “cruzando” informaciones y resultados con los representante de la firma CIDELCO, quienes son especialistas en el diseño y fabricación de equipos de filtrado, con el objetivo de diseñar un filtro prensa tipo diafragma mixto automatizado y de última generación para relaves.

Los resultados finales fueron positivos tanto operativo como económicos por lo cual se determinó la adquisición de un filtro prensa CIDELCO.

En Abril del 2011 se terminó con el montaje e instalación del filtro prensa 2000 / 2000 / 51 para los relaves con una producción de 1000 TM/día. Inmediatamente se hicieron las pruebas preliminares a nivel industrial obteniéndose humedades promedios de 8.5 %. Después de unos reajustes en la operación de este equipo, se logró disminuir la humedad de la torta a rangos promedio de 8.0 %, con densidades de compactación mayores a 95%.

Con los resultados obtenidos se dio inicio a los trabajos en la relavera. El nuevo sistema de filtración contribuyó en el proceso de reducción del total de costos de disposición de relaves en aproximadamente 0.40 US \$/TMH de relave procesado.

INTRODUCCION

La Planta Concentradora Cerro Lindo procesa minerales de cobre, plomo y zinc, y está ubicada en Chíncha - Ica, a 2000 m.s.n.m, cuenta con una capacidad actual de tratamiento de 10,000 TMS diarias, geológicamente el yacimiento es del tipo volcánico sulfuro masivo, reconocidos tres cuerpos mineralizados de sulfuros de zinc, cobre y plomo, que son explotados mediante minado subterráneo.

Este trabajo tiene como finalidad mostrar la solución planteada a los problemas en la disposición de los relaves filtrados en la Compañía Minera Milpo S.A.A. Unidad Cerro Lindo, con el uso de tecnología de punta, Filtro Prensa y Filtros Banda que permite maximizar el uso de agua en las operaciones minero-metalúrgicas, siendo un método nuevo referente al manejo de relaves; y reafirmando la política de cero vertimientos de efluentes al medio ambiente. El problema es la humedad del material que sale del filtro, la cual debe ser más baja, por lo que en el siguiente informe se exponen las ventajas de la aplicación de la tecnología del Filtro Prensa en la disposición de relaves filtrados en superficie.

El Presente Trabajo de Investigación, titulado como **“OPTIMIZACIÓN DE LA SECCIÓN DE FILTRADO DE RELAVES Y MEJORA OPERACIONAL DE LA DISPOSICIÓN DE RELAVES, MEDIANTE LA OPERACIÓN DEL FILTRO PRENSA, EN LA UNIDAD MINERA CERRO LINDO”** va a constituir una nueva Aplicación y Herramienta eficaz para la reducción de la humedad en la disposición seca de los relaves, mediante el envío de los ultrafinos captados del lavado de tela de los filtros banda en el espesador de 8m al filtro prensa, donde se analizará las ventajas y beneficios que brinda la utilización del filtro prensa.

El desarrollo del Informe de Suficiencia consta de SIETE (07) Capítulos, descritas en forma clara, sencilla y precisa, conforme se detalla:

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, donde se ha considerado la Descripción del Problema, Formulación del Problema, los Objetivos, las Hipótesis, las Variables y la Justificación e importancia de la presentación del Informe de Suficiencia.

CAPITULO II: MARCO TEORICO, donde se ha considerado los, Marco histórico de la Unidad Minera Cerro Lindo, disposición seca de los relaves, seguido del Marco Teórico del Filtro Prensa y de las ciencias metalúrgicas relacionadas con la Filtración.

CAPITULO III: MODELO PROPUESTO, en este capítulo se ha desarrollado la metodología utilizada, el diseño y tipo de Investigación, la finalidad, y propósitos del uso del Filtro Prensa, las causas que originan altas humedades en los relaves al momento de su disposición, planteamientos de Alternativas de Solución y la aprobación y autorización de las pruebas experimentales con el Filtro Prensa.

CAPITULO IV: VALIDACION DEL METODO, se han considerado antecedentes de la investigación, pruebas de Laboratorio usando equipos portátiles, las pruebas estándar en el Laboratorio de filtrado y espesamiento, y las pruebas experimentales del filtro prensa con la descarga del espesador de 8m, determinando los beneficios metalúrgicos para la elección de un filtro prensa y su ubicación en la planta de Filtrado de Relaves.

CAPITULO V: PRESUPUESTO, aquí se ha determinado el costo de la Investigación e inversión Aproximada de la instalación y operación del Filtro Prensa, el Costo/Beneficio de 2 inversiones de la cartera de proyectos.

CAPITULO VI: ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS, en este capítulo se han considerado las evaluaciones hechas de las muestra tomadas en las pruebas

de laboratorio y pruebas experimentales del filtro prensa, así como los análisis del presupuesto, del costo de operaciones, mantenimiento, inversión aproximada y ejecución, así mismo el análisis de la evaluación del Costo/Beneficio para la Compañía Minera MILPO de instalarse un Filtro Prensa.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, se han desarrollado principalmente los resultados obtenidos al instalarse un Filtro Prensa en la Unidad Minera Cerro Lindo estableciéndose las ventajas y beneficios que esta brinda a favor de la Compañía Minera MILPO.

Asimismo, como información complementaria al Estudio de Investigación, se acompaña un ANEXO y la BIBLIOGRAFIA utilizada en el trabajo.

Antes de finalizar debo expresar mi sincero y respetuoso reconocimiento a los Ingenieros que me brindaron su asesoramiento y consejos profesionales; ya que el presente trabajo de Investigación constituye un esfuerzo académico orientado a mejorar la Performance metalúrgica de la Planta de Filtrado de Relaves, de una manera simple y sencilla utilizando para ello herramientas y conocimientos obtenidos durante mi preparación universitaria.

ESC.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

El depósito opera con 3 plataformas. La plataforma 1 es la inferior; la plataforma 2 es intermedia y la plataforma 3 la superior. Las plataformas 1 y 2 son las mayores y la plataforma 3 es pequeña y sirve para ayudar en el proceso de secado.

Los relaves salen del filtro con humedad (minera = peso de agua sobre el peso total de la muestra) entre 11 y 12 %. La especificación de Golder indica que el relave filtrado debe ser compactado con grado de 95% en relación al ensayo Proctor Estándar y con humedad hasta 6.5%.

Cuando la humedad es mayor que la humedad óptima, el problema ocurre con los camiones, que no consiguen transitar sobre el depósito. Los camiones solamente transitan sobre el depósito si la humedad se queda cerca de la óptima o poco más baja y con grado de compactación alrededor de 100%.

Así, cuando la humedad está sobre la óptima, hay que volquear los relaves filtrados sobre la plataforma, esparcir con tractor en camadas con cerca de 0.35 m de espesor, y revolver varias veces para pérdida de humedad por secado al sol. En períodos de lluvia el problema es que no ocurre el secado al sol y hay, entonces, que depositar el material en otras áreas, alrededor de las plataformas, como botaderos de relaves (Figura N°1 y N°2). Además, se acumula agua sobre la superficie de las plataformas y no hay trabajo de compactación de los relaves.



Figura N°1 Vista general del depósito, con las plataformas 1 y 2. Arriba y a la derecha en la foto observar el botadero de relaves por sobre la plataforma 1.



Figura N°2 Botadero de relaves. Estos relaves son depositados para que puedan secarse. También no se pueden depositar en las plataformas, debido a que los camiones no consiguen transitar.

Durante estos períodos de lluvia, para transportar los relaves para los botaderos, hay que cruzar las plataformas. Para esto se ejecutan pistas con desmonte de mina.

Como consecuencia de la dependencia de tener material secado, con baja humedad, durante períodos de lluvia, no se puede compactar los materiales. De la misma manera, cuando se decide ampliar la producción de la planta, resulta tiempo insuficiente para secar el material esparcido en las plataformas y también, no se puede compactar los relaves.

Este es el problema principal que se presenta para solución, sea para operación normal durante período de lluvias, o para operación de la planta en caso de ampliación de la producción.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿En qué medida, el uso de un filtro prensa CIDELCO puede permitir la optimización de la sección de filtrado de relaves y por ende la disposición de los mismos en la Unidad Minera Cerro Lindo, Compañía Minera Milpo?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 Objetivo General.

Optimizar y mejorar la disposición de relaves en la Unidad Minera Cerro Lindo para hacerlo operacional con el aumento previsto de la producción, mediante el uso del Filtro Prensa. Mejorar y facilitar el control de las operaciones de la sección filtrado.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- bajar la humedad en la salida de los filtros.
- construir pistas con relave del filtro prensa, dividiendo las plataformas, por sobre las cuales los camiones transitan. Los camiones volquean los relaves filtrados al lado de la pista y el material será esparcido con tractores.
- la exigencia para compactación será mejor definida, buscando tener grado de compactación de 95%.
- reducir la cantidad de relaves para el depósito.
- disminuir los costos de operación en la sección Filtrado y por ende de la Planta Concentradora.

1.4. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis General.

Si la Unidad de Producción Cerro Lindo, hace uso de un Filtro Prensa en sus operaciones, entonces, logrará la optimización en la planta de Filtrado de Relaves en la Compañía Minera MILPO.

1.5 VARIABLES DE LA INVESTIGACION

1.5.1 Variable Independiente.

X = “Operación del Filtro prensa”

Indicadores:

X1 = Humedad

X2 = Producción

1.5.2 Variable Dependiente.

Y = “Optimización de la disposición de los relaves”

Indicadores:

Y1 = Área de Secado al Sistema

Y2 = Distribución de los relaves en el deposito

Y3 = Reducir los costos

1.6. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION.

1.6.1 Justificación.

La adquisición y operación del filtro prensa permitirá la optimización de la disposición de relaves entregando relaves con menor humedad minera reduciendo los tiempos de secado y aportando más área de disponibilidad de relave, por el aumento previsto de la producción, mediante el procesamiento de relaves finos y permitiendo procesar los relaves gruesos por el filtro banda, por lo que hacen que este estudio sea prioritario, desarrollando la investigación en ésta área.

1.6.2 Importancia

Importancia Socio-Cultural

Continuar garantizando la política de efluente cero, por lo que se optó en depositar los relaves en pasta y/o filtrados, con la finalidad de evitar la generación de drenaje ácido, minimizando los riesgos ambientales y sociales asociados a la disposición convencional de relaves en pulpa (30% de sólidos), como también la posibilidad de malas interpretaciones de grupos pseudo ambientalistas. Tecnologías que minimiza todo riesgo social, ambiental y relativamente el costo de la construcción de la presa es mínimo en relación a la disposición convencional.

Importancia Tecnológica

Aplicación de otro tipo de tecnología, con apoyo a las empresas peruanas.

Importancia Económica

El filtro permitirá minimizar los costos de operación de la disposición de relaves al diseñar e implementar un circuito de proceso que permita obtener relaves más secos.

Importancia Académica

La sustentación de tecnología nueva aunada a los Filtros Banda y Relleno en Pasta.

Importancia Operativa

Facilita la operación en el Filtro Banda, con menor contenido de lamas. Permite una mejor operatividad en la disposición de relaves.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.

Para la realización del presente Trabajo de Investigación, se ha requerido que se efectúe una revisión de diferentes informaciones y experiencias realizadas sobre el tema, con la finalidad de obtener una información histórica o presente, sobre los diferentes aspectos relacionados a la operación del Filtro Prensa, aplicados a la disposición seca de relaves, que es un método nuevo referente al manejo de relaves aplicados en la Unidad Minera Cerro Lindo Compañía Minera MILPO.

2.2 MARCO HISTORICO

2.2.1 Marco Histórico Sobre la Unidad de Producción

El área de operaciones del Proyecto Cerro Lindo se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Topará, Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Departamento de Ica, en la cordillera occidental de los Andes. Aproximadamente en línea recta a 100 Km. al sureste de la ciudad de Lima, a una altitud entre 1,820 a 2,200 m.s.n.m.

La zona es eriaza, con una precipitación media anual de 200 mm y la evaporación media anual de 1,500 mm, con una temperatura media anual de 18.5°C. Geológicamente el yacimiento es del tipo volcánico sulfuro masivo, reconocidos tres cuerpos mineralizados de sulfuros de zinc, cobre y plomo, que son explotados mediante minado subterráneo, con una producción actual de 10,000 TMH diarias.



Figura N°3 Plano de Ubicación y Accesibilidad a la Unidad Minera Cerro Lindo.

2.2.2 Características de la Unidad Minera Cerro Lindo

Tabla N° 01: Características de la Mina

Descripción	Valor/Unidad
Reservas de mineral	33.6 Mton
Vida útil de la mina	18.67 años
Producción actual diaria de mineral	10,000 TPD

Tabla Nº 02: Características de la Planta Concentradora

Descripción	Valor/Unidad
Producción actual diaria de la planta concentradora	10,000 TPD
Producción actual diaria de relaves	8,800 TPD
Producción total de relaves para la vida útil de la mina	30.24 MTon
Factor de diseño	1.2
Relación relave/mineral	0.9 aprox.
Porcentaje de relaves para disposición superficial	45%
Contenido de sólidos de los relaves de alimentación del espesador	30%
Contenido de sólidos de los relaves del underflow del espesador	78%
Contenido de sólidos de los relaves a la salida de la planta de filtrado	88%
Gravedad específica de los relaves	4.2
Densidad seca promedio de los relaves filtrados compactados	2.70 t/m ³
Relación de vacíos del relave filtrado recién depositado	0.8
Volumen total de relave a superficie	5.04 Mm ³

2.2.3 Disposición de Relaves en la Unidad Minera Cerro Lindo

En la actualidad la industria minera debe enfrentar importantes desafíos, uno de ellos es el manejo adecuado de los residuos mineros. El manejo de los relaves comúnmente se realiza con pulpas diluidas, con bajas concentraciones de sólidos en peso y representa uno de los asuntos más críticos que deben enfrentarse en el manejo de desechos las industrias mineras, puesto que estas presentan altos riesgos de afectación al medio ambiente.

La disposición de relaves en pasta está siendo cada vez más utilizada como una alternativa altamente eficiente, tanto en aspectos como la recuperación de aguas de proceso como en aquellos relativos al medio ambiente. Una pasta mineral puede ser conceptuada como un sistema coloidal o casi coloidal, que se presenta como un fluido homogéneo, en el cual no ocurre segregación granulométrica de las partículas y que al ser dispuesto suavemente sobre superficies estables, no muestra drenaje significativo de agua.

La Cía. Minera Milpo ha optado por la tecnología de pasta para disponer los relaves producidos por sus operaciones metalúrgicas como relleno de los tajeos subterráneos de las minas y la disposición de relaves filtrados en superficie, con la finalidad de disminuir los riesgos de afectación del medio ambiente y asimismo mantener la convivencia armoniosa con las poblaciones aledañas a la zona de operaciones de Cerro Lindo.

A continuación se exponen las tecnologías de disposición de relaves en pasta, y la disposición de relaves filtrados en superficie con la finalidad de utilizar óptimamente el agua, recirculándola al proceso y tener un menor impacto social y ambiental provocado por las operaciones minero-metalúrgicas.

La disposición de relaves en la Unidad Minera Cerro Lindo está constituida por las siguientes etapas:

- Espesamiento de relaves.
- Transporte de pulpa de relaves
- Filtración del relave.

- Descarga de relaves filtrados a la pila.
- Carguío de relaves filtrados a camiones.
- Transporte y descarga de relave filtrado en la zona de disposición superficial.
- Disposición para el desecado de relaves.
- Conformado y compactado del relave.
- Pruebas de compactación in situ.
- Obtención del Proctor estándar.

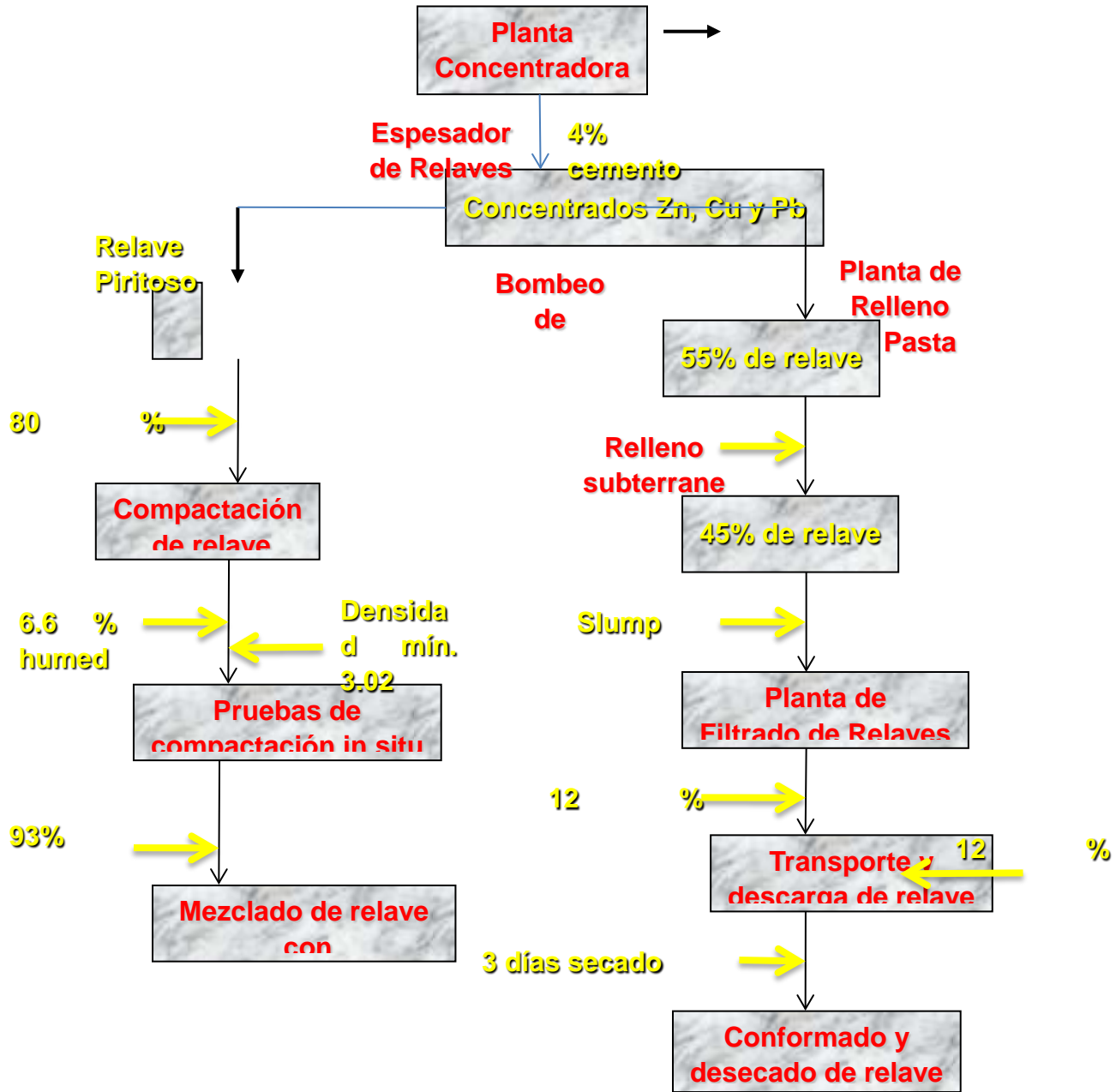


Figura N°4 Esquema de las etapas de Disposición de Relaves

- **Planta de Espesamiento de Relaves**

La planta de espesamiento de relaves es alimentada por la corriente de relaves producida en la planta concentradora a un espesador de 22 m de diámetro, tipo high rate compresión, también se tiene un espesador de 18m que opera como stand by del anterior.

El transporte de la descarga del Espesador depende de que alternativa se esté usando; sea esta la disposición superficial en el área de la presa por medio de bombeo, o haciendo uso de la descarga por gravedad para alimentar la planta de pasta. Los espesadores están equipados con un dispositivo para medir el torque de la rastra, sólidos en suspensión y nivel entre sólidos y agua clara.

- El relave ingresa con 30 % sólidos.
- El relave en el under flow del espesador sale con 80% sólidos.
- Volumen de agua recuperada es de 420 m³/hr.



Figura N°5 Esquema de las etapas de Disposición de Relaves

- **Planta de Relleno en Pasta**

La pulpa espesada fluye por gravedad desde el Espesador en el nivel 2112 msnm hacia un tanque agitador que alimenta al distribuidor del filtro en la planta de pasta, ubicada en el nivel 1973 msnm.

El filtro de banda horizontal se alimenta continuamente por bombeo controlado mediante un lazo de control entre el VFD de la bomba y el sensor del nivel del tanque. El tanque está equipado con un agitador para mantener en suspensión los sólidos de la pulpa. La alimentación al filtro se distribuye uniformemente sobre la banda en el extremo opuesto del rodillo de tracción del filtro-banda. El producto del equipo de filtración es una torta de aproximadamente 10-12 mm de espesor que descarga continuamente a todo lo ancho de la banda sobre una faja transportadora colocada en forma perpendicular al flujo de salida del filtro por debajo del extremo de descarga. La faja envía el relave filtrado a la puerta de entrada del mezclador de pasta. En la planta de Relleno en Pasta se elabora una pasta que consiste en una mezcla de relave, cemento tipo V, Fly ash y agua, hasta obtener la consistencia definida para poder ser bombeada y rellenada a los diferentes niveles de tajos explotados mediante una bomba de desplazamiento positivo. El relave de la planta por diseño va a ser utilizado mayormente para relleno de la mina subterránea, previo procesamiento en la planta de Relleno en pasta; aquí se mezclará el relave filtrado-95% en peso con cemento-3.5% y cenizas o escorias-1.5%. Esta pasta a una consistencia de sólidos de 83%, será bombeada a las labores de mina para el relleno de los tajeros. En la actualidad se envía un volumen de relaves a retornarse a la mina como pasta de aproximadamente un 40% del total producido.

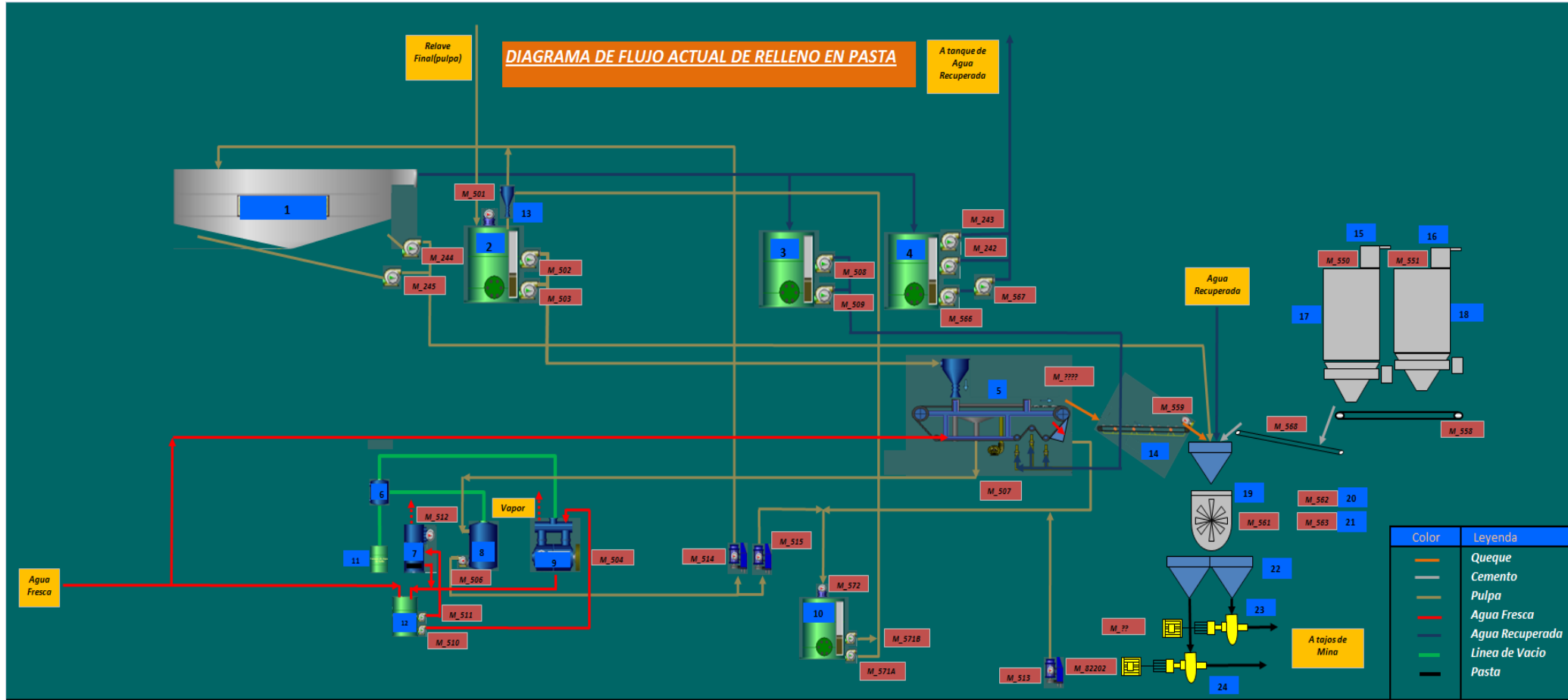


Figura N°5 Diagrama de Flujo Actual de la Planta de Relleno en Pasta

Tabla N°3 Relación de Equipos de la Planta de Relleno en Pasta indicando potencia y amperajes nominales

RELACIÓN DE EQUIPOS INDICANDO POTENCIA Y AMPERAJES NOMINALES.							
Item	Equipo	Item	Equipo	Item	Equipo	Item	Equipo
1	Espesador de 8 metros	7	Torre de Enfriamiento	13	Ciclon N 20	19	Mixer
2	Holding Tank	8	Pulmon Grande	14	Faja Cake	20	Bomba Hidráulica de la compuerta del mixer
3	Tanque de Agua para lavado de tela	9	Bomba de vacio	15	Extractor de polvos (silo de ceniza)	21	Faja de limpieza del mixer
4	Tanque de Agua de Proceso	10	Tanque Agitador de agua de lavado de tela	16	Extractor de polvos (silo de cemento)	22	Chute (pantalon) del mixer
5	Filtro Banda	11	Tanque Pie Barometrico	17	silo de ceniza	23	Bomba Putzmeister N°1
6	Pulmon Chico	12	Tanque de agua de sello	18	silo de cemento	24	Bomba Putzmeister N°2 (nueva)

Nº de motor	HP	Amperaje	Equipo	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipo
M_501	60	72	Motor agitador del holding tank	M_513	30	37	Motor bomba vertical de sumidero de bombas putzmeister
M_502	40	46	Motor bomba de alimentación al filtro	M_514	50	58	Motor bomba vertical de sumidero de filtro banda
M_503	40	46	Motor bomba de alimentación al filtro	M_515	30	37	Motor bomba vertical de sumidero de filtro banda
M_504	350	425	Motor Bomba de vacio	M_506	30	12	Motor Bomba KROGH
M_508	30	35	Motor Bomba de lavado de tela	M_??	600	73	Motor Bomba Putzmeister N°1
M_509	30	35	Motor Bomba de lavado de tela	M_507	20	25.5	Motor soplador
M_510	3	4	Motor bomba de agua de sello de bomba de vacio	M_505	60	73	Motor filtro banda
M_511	5	6.3	Motor bomba de agua de retorno a torre	M_550	1.5	2.5	Motor extractor de polvos de silo de ceniza
M_512	5	5.1	Motor ventilador torre de enfriamiento	M_551	1.5	2.5	Motor extractor de polvos de silo de cemento

Nº de motor	HP	Amperaje	Equipo	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipo
M_558	3	5.12	Motor de helicoidal de carga	M_572	7.5	10	Motor agitador de tanque receptor de lavado de tela
M_559	7.5	10	Motor faja cake	M_571 B	50	58	Motor bomba N°2 de alimentación al ciclon
M_561	125	137	Motor de helicoidal del MIXER	M_242	350	370	Motor Bomba Flow Server N°1
M_562	3	7	Motor Bomba Hidráulica de la compuerta del mixer	M_243	350	370	Motor Bomba Flow Server N°1
M_563	3	7.5	Motor Faja de limpieza del mixer	M_244	30	37	Motor Bomba N°1 de descarga del espesador de 8m
M_566	125	140	Motor Bomba N°1 HM-100	M_245	30	37	Motor Bomba N°2 de descarga del espesador de 8m
M_567	125	140	Motor Bomba N°2 HM-100	M_82202	1100	145	Motor Bomba Putzmeister N°2
M_568	7.5	10.1	Motor de helicoidal de descarga				
M_571 A	60	73	Motor bomba N°1 de alimentación al ciclon				

- **Planta de Filtrado de Relaves**

La planta de filtrado de relaves está localizado muy próxima al depósito de relaves, el mismo que está constituido por 03 filtros banda, 01 filtro prensa, bombas y tanques. La disposición en superficie de los relaves requiere un queque (torta) a la máxima deshidratación posible. La concentración de sólidos mayores a 88% permite un buen manejo en la disposición y compactación que garantiza una buena estabilidad del depósito.

La operación del filtro es idéntica a la del filtro en la Planta de Pasta. El filtrado y el agua turbia de limpieza del filtro retornan al Espesador. La operación del filtro en estado estacionario es automática por medio de un PLC desde el panel de control local. El queque descarga a una banda transportadora que arruma los sólidos en el área de carguío de los camiones que llevan el material a su disposición superficial en la presa de relaves.

Los drenajes de agua o filtraciones en la presa son retornados por bombeo al tanque de agua de proceso del filtro. Dos bombas desde el tanque de agua de proceso bombean al Espesador toda el agua recuperada en el área de la disposición superficial. En la actualidad se envía a la planta de filtrado de relaves un volumen aproximado de 60% de la totalidad del relave producido para ser filtrado en 3 filtros de banda y este relave filtrado, luego de pasar por controles granulométricos y de humedad, es transportado por volquetes a un depósito especial de relaves filtrados para su almacenamiento.

El equipamiento suministrado por Delkor para la Unidad Minera Cerro Lindo consiste en dos (3) Filtros Banda Horizontal (HBF) de 73m² que serán alimentados con pulpa

de relaves proveniente de la descarga de espesadores. Ambos HBF son idénticos y su modelo es 32B/08-30V. Las características principales de cada filtro son:

Área Filtración: 73m²

Potencia Instalada Accionamiento: 45kW

Longitud caja de vacío: 24m

Ancho de la correa: 3.2m

Modelo Bomba Vacío: Nash CL 6003

Potencia Instalada Bomba Vacío: 250kW

Presión de Vacío a 2150msnm y 25°C: -17.7" Hg (-60.0kPa)

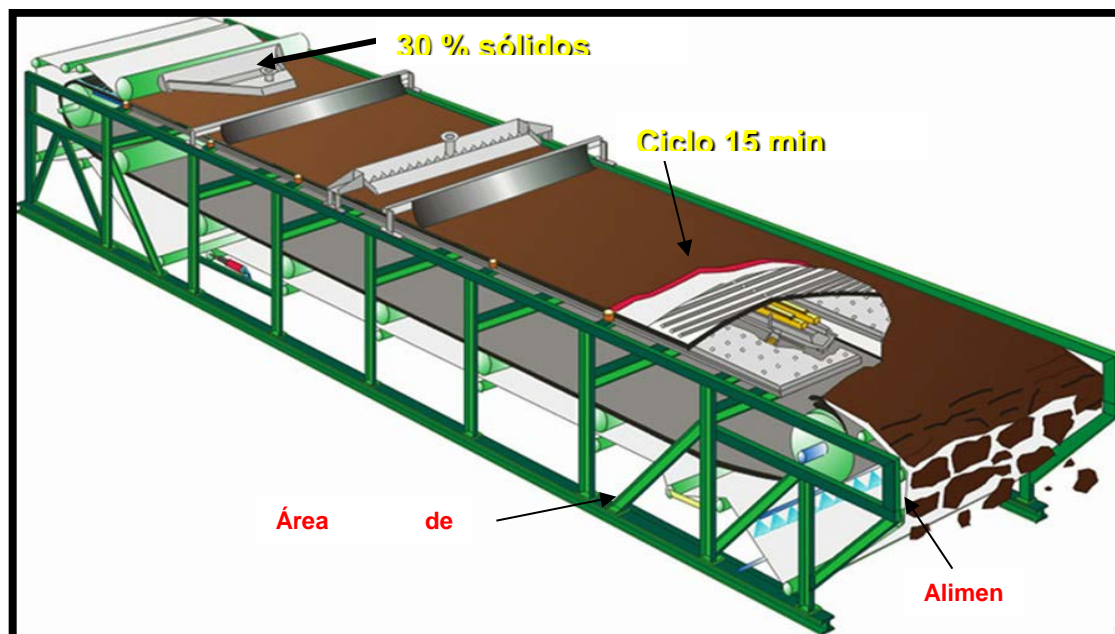


Figura N°6 Esquema de las etapas principales del Filtro Banda

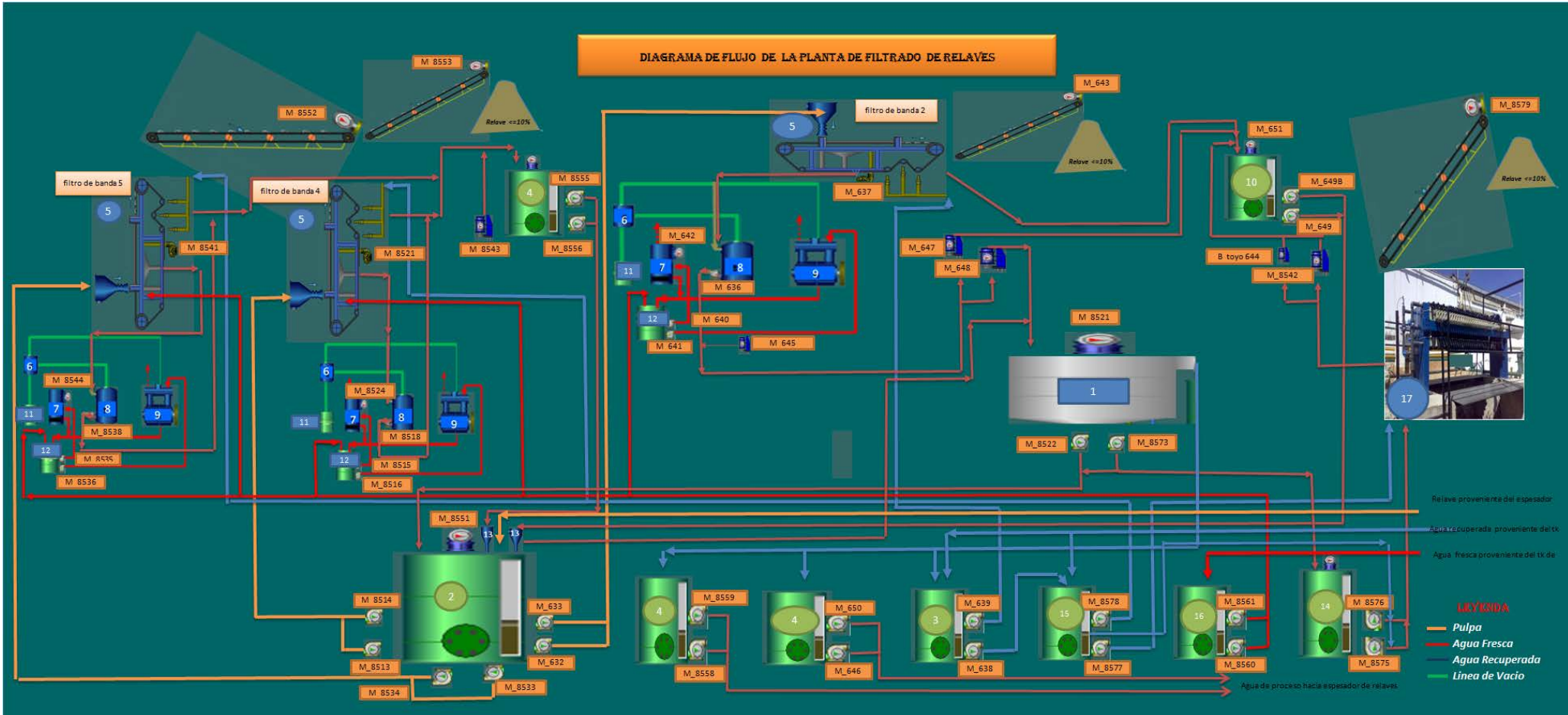


Figura N°5 Diagrama de Flujo Actual de la Planta de Filtrado de Relaves

Tabla N°4 Relación de Equipos de la Planta de Relleno en Pasta indicando potencia y amperajes nominales

Item	Equipo	Item	Equipo	Item	Equipo
1	espesador de 8 metros	7	torre de enfriamiento	13	hidrociclón D 15
2	tanques de relaves	8	pulmon grande	14	tanque de relaves del filtro cidelco
3	tanque de agua para lavado de lona	9	bomba de vacío	15	tanque de lavado de tela filtro cidelco
4	tanque de agua recuperada	10	tanque nuevo	16	tanque de agua fresca
5	filtro de banda	11	pie barométrico	17	filtro prensa cidelco
6	pulmon chico	12	tanque de agua de sello		

Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos filtro 2	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos filtro 2	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos cidelco
M_8551	350	385	motor agitador del holding tank	M_640	5	6.3	motor de bomba de alim. A la torre de enfriamiento	M_649B	60	72.5	motor de bomba de recepción de lavado de tela
M_632	75	86	motor de bomba de alimentación al filtro	M_641	5	6.3	motor de bomba de sello, bo de vacío	M_650	100	124	motor de bomba de agua de proceso
M_632	75	86	motor de bomba de alimentación al filtro	M_642	3	5.1	motor de la torre de enfriamiento	M_651	15	21	agitador del tanque nuevo
M_634	350	425	motor de bomba de vacío	M_644	5	7.5	motor de la bomba toyo	M_8572	75	83.1	motor del agitador del tanque de relaves cidelco
M_635	60	73.5	motor de filtro de banda	M_645	20	23.5	motor de la bomba del pit	M_8577	100	110	motor de la bomba de lavado de tela cidelco
M_636	10	12.6	motor de bomba de filtrado	M_646	125	141	motor de la bomba de agua de proceso	M_8578	100	110	motor de la bomba de lavado de tela cidelco
M_637	20	25.2	motor del soplador del filtro	M_647	30	37.7	motor de la bomba de sumidero	M_8575	250	285	motor de la bomba de alimentación al filtro cidelco
M_638	30	37.7	motor de lavado de tela del filtro	M_648	30	37.7	motor de la bomba de sumidero	M_8576	250	285	motor de la bomba de alimentación al filtro cidelco
M_639	15	19.5	motor de lavado de tela del filtro	M_649	60	72.5	motor de la bomba de recepción de lavado de tela	M_8579	60	67	motor de la faja transportadora

Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos filtro 4	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos filtro 5	Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos filtro 5
M_8513	75	86	motor de bomba de alimentación al filtro	M_8523	125	137	motor de bomba de lavado de tela	M_8538	10	12.6	motor de la bomba kraft
M_8514	75	86	motor de bomba de alimentación al filtro	M_8524	7.3	9.3	motor de la torre de enfriamiento	M_8541	20	24.4	motor del soplador del filtro
M_8515	30	33	motor de bomba de sello de la bomba de vacío	M_8531	1.5	2.2	motor del agitador del tk de lavado de los filtros 4y5	M_8542	25	28	motor de la bomba de sumidero
M_8516	30	425	motor de bomba de sello de la bomba de vacío	M_8532	100	119	motor del filtro de banda	M_8543	10	12.5	motor de la bomba de sumidero
M_8517	300	365	motor de bomba de vacío	M_8533	75	86	motor de la bomba de alimentación al filtro	M_8544	7.3	9.3	motor de la torre de enfriamiento del filtro
M_8518	10	12.6	motor de bomba kroggh	M_8534	75	86	motor de la bomba de alimentación al filtro	M_8552	25	31	motor de la faja transportadora
M_8512	100	119	motor del filtro de banda	M_8535	30	33	motor de la bomba de sello	M_8553	60	67.5	motor de la faja transportadora
M_8521	20	24.4	motor del soplador del filtro	M_8536	30	33	motor de la bomba de sello	M_8555	56	60	motor de la bomba receptora de lavado de tela 4 y 5
M_8522	125	137	motor de lavado de tela del filtro	M_8537	300	365	motor de la bomba de vacío	M_8556	56	60	motor de la bomba receptora de lavado de tela 4y5

Nº de motor	HP	Amperaje	Equipos motores
M_8558	350	385	motor de la bomba de agua de proceso
M_8559	350	385	motor de la bomba de agua de proceso
M_8560	33	36	motor de la bomba de agua fresca
M_8561	33	36	motor de la bomba de agua fresca

Parámetros de Control Filtro Banda			
Equipos	Densidades Kg/lt	Velocidad de Alimentación	Velocidad del Filtro
Filtro Banda N°2	2300	29	40 - 50
	2400	33	60 - 70
	2500	36	70 - 88
Filtro Banda N°4	2300	24	28 - 30
	2400	27	30 - 40
	2500	32	40 - 55
Filtro Banda N°5	2300	27	28 - 30
	2400	34	30 - 40
	2500	39	40 - 55

Parámetros de Control Filtro Banda		
TORQUE	BED MASS	DENSIDAD kg/lt
11	26	1720
12	27	1780
13	27	1810
14	27	1880
15	28	1900

OBSERVACION :Estos parámetros podrían variar de acuerdo a la granulometría del relave.

- **Presa**

Diseñada para contener la precipitación máxima probable (PMF, siglas en inglés) y para la contención de sólidos durante la vida útil del depósito de relaves. Como parte de la presa se ha considerado un aliviadero de demasías con capacidad de evacuación de la PMF y ubicado en el estribo derecho de la presa.

La presa está diseñada para una descarga de agua casi cero por lo que se ha considerado una cortina de inyecciones al pie del talud de aguas arriba y un revestimiento bituminoso en todo el talud de aguas arriba. De haber pequeñas filtraciones a través y debajo de la presa, estas son captadas por un sistema de captación de filtraciones localizado al pie de aguas abajo de la presa desde donde son recirculadas por bombeo hacia la planta de filtrado; y además la instalación de instrumentación geotécnica en el cuerpo de la presa. Aguas abajo del sistema de captación de filtraciones existe un pozo de monitoreo para el monitoreo de la calidad del agua subterránea; para el diseño de la presa se han tomado en consideración los factores de seguridad mínimos requeridos para la estabilidad estática y pseudo estática

El revestimiento bituminoso consiste en una geomembrana bituminosa de 5 mm de espesor, la misma que está anclada al plinton de la presa en el pie de talud y fijada a una zanja en la cresta de la presa; geomembrana que estará cubierta por una capa de protección, consistente en un enrocado de 0.30 m de espesor.

Tabla Nº 5: Parámetros de la presa de relaves

Descripción	Valor/Unidad
Altitud sobre nivel del mar	1850-2200 msnm
Localización	Quebrada Pahuaypite 1
Temperatura anual promedio	18.5 ° C
Precipitación anual promedio	200 mm
Evaporación anual promedio	1500 mm
Tormenta de diseño de 24 horas y 100 años de periodo de retorno	61 mm
Tormenta de diseño 500 años	75 mm
Aceleración máxima del sismo base de diseño	0.39 g.
Aceleración máxima del Sismo Máximo Creíble	0.45 g

Tabla Nº 6: Características del Relave

Descripción	Valor/Unidad
Clasificación	Limo-Arena
Tamaño máximo	0.8 mm
Porcentaje de Finos	57 %
Límite Líquido	12
Límite Plástico	NP
Gravedad específica	4.2

Descripción	Valor/Unidad
Peso específico del sólido	2,7 ton/m3

Tabla N° 7: Estructura del Relave

Descripción	Valor/Unidad
Mayor	Pirita
Moderado	Baritina
Menor	Cuarzo, Mica, clorita, plagioclasas feldespática, potasio feldespático
Trazas	Pirritita

De los estudios y resultados de los análisis se determinó que el relave tendrá un alto potencial generador de aguas ácidas.

- **Pila de Relave Filtrado y Carguío de relaves filtrados**

El relave filtrado en los filtros de banda y filtro prensa caen a una faja transportadora que lo envía a la plataforma de relaves. De esta plataforma se carga a los volquetes para su transporte a las canchas de relaves. La capacidad de la plataforma es de 10000 ton. Se realiza con volquetes de 15 m3 y 30 ton. de capacidad. Un cargador frontal de 3.8 m3 de capacidad. El carguío por volquete se da aprox. en 2 min.



Figura N°6 Carguío de Relaves Filtrados

- **Transporte y descarga en las canchas de relave**

El transporte desde el stock a la cancha de relaves se realiza en 12 min. Haciendo un ciclo total de 15 min por viaje. La descarga del relave se realiza en toda la plataforma para avanzar uniformemente cada capa.



Figura N°7 Transporte y descarga en las canchas de relave

- **Conformado y secado del relave**

Los relaves con 12% humedad son descargados y esparcidos mediante un tractor. Durante 3 días se realiza el desecado de los relaves, haciendo surcos y dando vuelta al material. Finalmente se obtendrá una humedad entre 6 -7%.



Figura N°8 Conformado y secado del relave

- **Compactación del relave y pruebas de compactación in situ**

Con la humedad requerida, se conforma el relave y se procede a la compactación con un rodillo liso de 10 toneladas. Esta compactación deberá alcanzar como mínima densidad de compactación el 95% del Proctor Estándar. Se realiza ensayos de densidad de compactación in situ (prueba del cono de arena), para verificar la densidad obtenida.



Figura N°9 Compactación del relave y pruebas de compactación in situ

2.2.4 Balance de consumo de agua

El flujo de las aguas de proceso constituye un circuito parcialmente cerrado, con adiciones de aguas producto de la desalinización de las aguas del mar por el proceso de Osmosis Inversa para suplir las pérdidas en el proceso.

Las aguas entran al proceso como resultado solamente de las aguas tratadas; por osmosis inversa y las de recuperación de la planta de espesador, planta de filtrado y planta de pasta.

El agua tratada es el agua obtenida de la planta de desalinización, bombeada desde la playa Jahuai hasta el área de proceso (45 km. A través de una tubería de 8 pulgadas de diámetro).

El agua recuperada es obtenida mediante el filtrado y/o otros mecanismos de recuperación de las operaciones minero-metalúrgicas. De ser el caso que el agua se

saturo por las continuas recuperaciones, se tiene prevista una planta de tratamiento de aguas industriales.

Este tipo de agua es de calidad aceptable en lo que se refiere a contaminantes disueltos (metales traza, acidez) es aceptable en el tratamiento metalúrgico. Este tipo de agua por el momento se encuentra en un periodo de prueba.

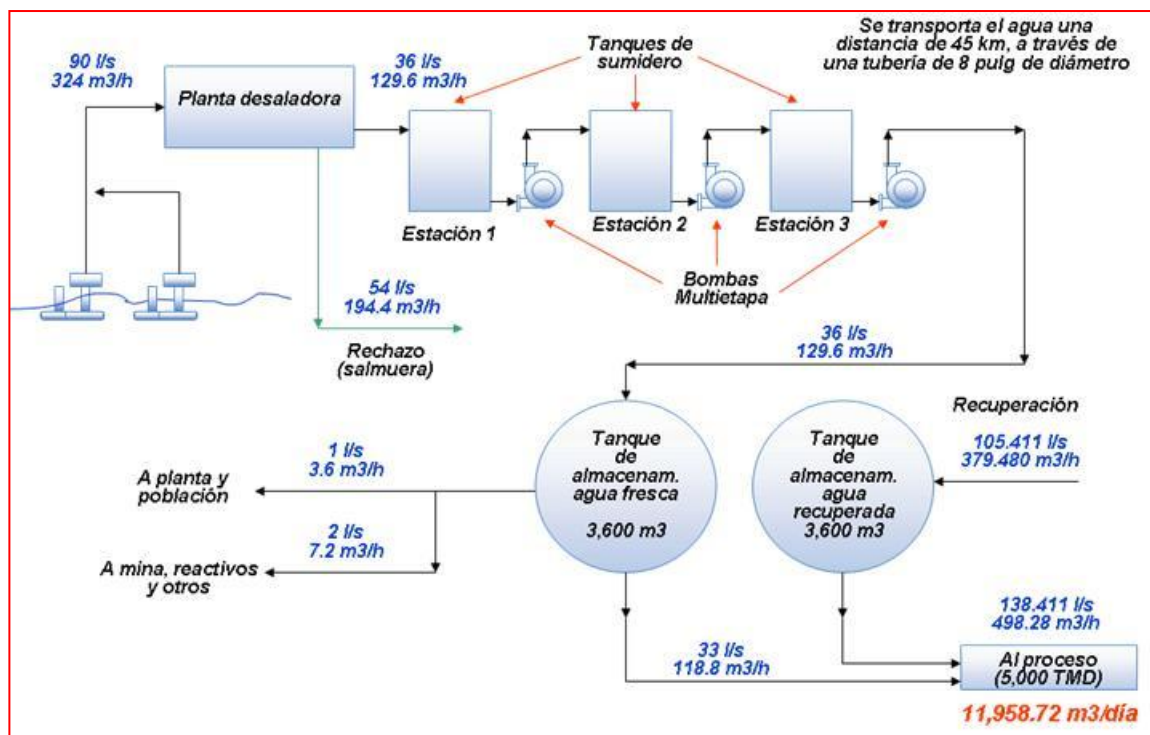


Figura Nº 10 Balance de consumo de agua de las Operaciones Minero-Metalúrgicas de Cerro Lindo.

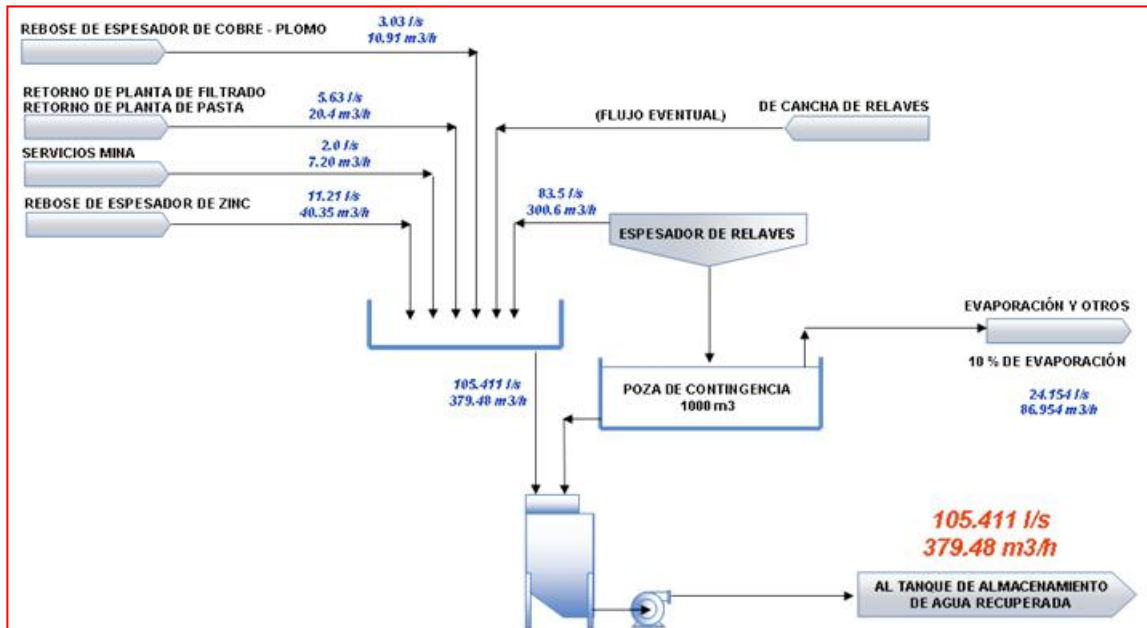


Figura N°11 Recuperación de agua de las operaciones Minero – Metalúrgicas.

2.2.5 Disposición de Relaves en el Tiempo

En las Figuras N° 12, 13, 14, 15 y 16 se pueden apreciar la disposición proyectada de los relaves en superficie.

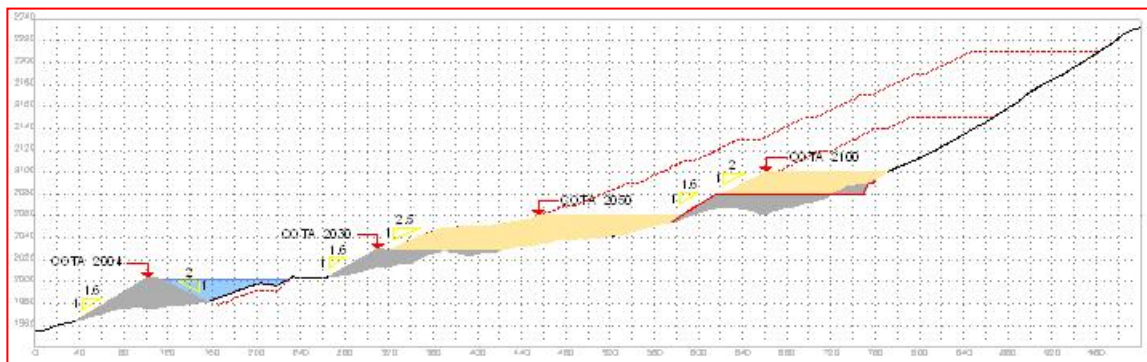


Figura N° 12: Disposición de relave año 1

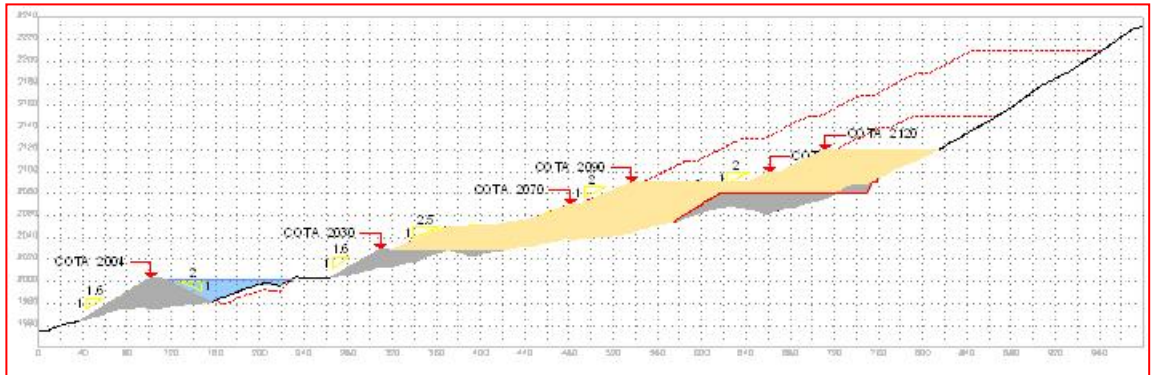


Figura Nº 13: Disposición de relave año 3

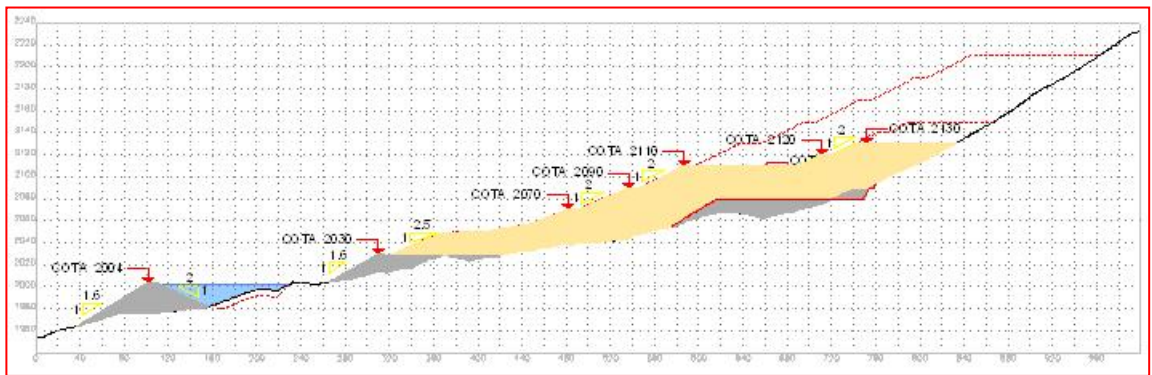


Figura Nº 14: Disposición de relave año 5

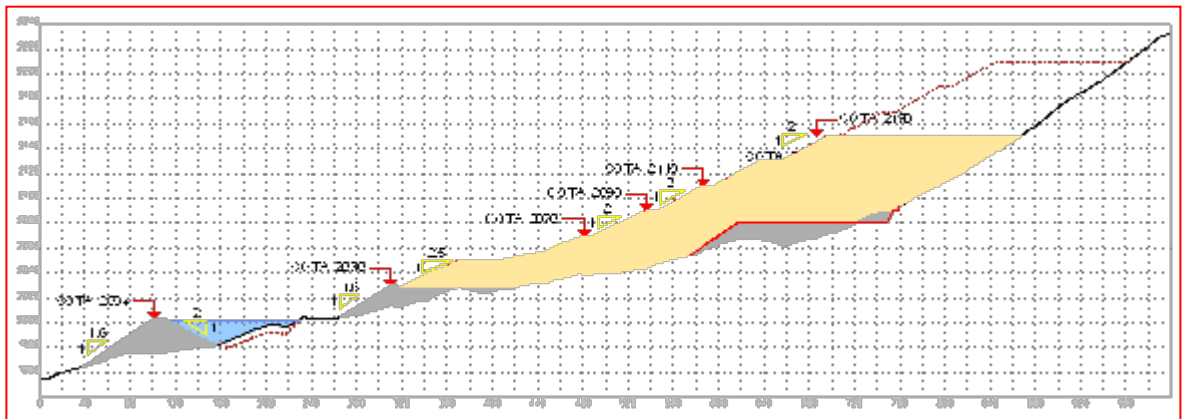


Figura Nº 15: Disposición de relave año 7

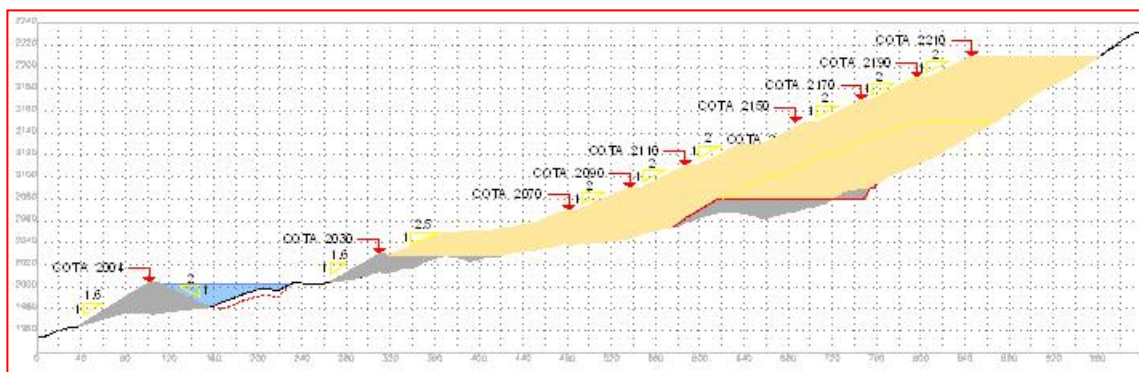


Figura N° 16: Disposición de relave año 10

2.2.6 Análisis de Estabilidad de la Presa de Relaves

El análisis de estabilidad de la presa se realizó para la sección más crítica que es la de máxima altura para lo cual se utilizó el método Morgensten-Price.

El análisis se realizó tanto para condiciones estáticas como sísmicas. Los parámetros de análisis considerados fueron los siguientes:

Los factores de seguridad promedios obtenidos en el análisis estático tanto aguas abajo como aguas arriba fueron mayores a 1.9 para las fallas circulares y en cuña. Mínimo valor aceptado es de 1.3 para condiciones estáticas.

Los factores de seguridad obtenidos en el análisis pseudoestático dan valores mínimos de 1.30 para las fallas circulares. Las fallas en cuña dan valores mayores. El mínimo valor aceptado es de 1.0

Tabla Nº 8: Parámetros de la presa de relaves

Descripción	Valor/Unidad
Capacidad de contención de sólidos para la vida útil de la mina	13.500 m ³
Capacidad de contención de lluvias para la PMF	52,500 m ³
Mínimo borde libre operacional para la PMF	1.5 m
Tipo de presa	zonificada
Cortina de inyecciones en talud aguas arriba y 30 m de profundidad	
Ancho de coronamiento	8 m
Talud de aguas arriba	2H: 1V
Talud aguas abajo	1.6H:1V
Coefficiente Sísmico para el diseño pseudo estático	0.20 g
Tipo de análisis de estabilidad	Método de equilibrio límite
Mínimo factor de seguridad de estabilidad estática	1.3
Mínimo de factor de seguridad de estabilidad pseudo estática	1.0

Se considera una presa homogénea con el talud aguas arriba de un suelo compactado de baja permeabilidad y en el talud de aguas abajo un enrocado de alta permeabilidad y entre ambos un material de transición.

Considerando lo anterior y para una capacidad de embalse de 66,000 m³ y 1.5 m de borde libre, la presa requiere alcanzar la cota 2004 m.s.n.m. de acuerdo a la curva de embalse.

Se diseñó la presa con taludes hacia aguas abajo y aguas arriba de 1.6H:1V y 2.0H:1V, respectivamente. El ancho de coronamiento de 8 m considerado toma en cuenta un ancho operacional mínimo de la presa.

La presa tiene una altura máxima de 26 metros medido en el eje de la presa.

Para impermeabilizar el talud de aguas arriba de la presa se ha considerado recubrir el talud con una geomembrana bituminosa y sobre la geomembrana bituminosa se ha considerado una capa de protección de 0.30 m de espesor de material de enrocado.

Adicionalmente la presa considera las siguientes instalaciones conexas:

- Aliviadero de demasías
- Sistema colector de filtraciones
- Pozo de monitoreo de filtraciones

A 5 metros aguas abajo del sistema colector de filtraciones está considerada la instalación de un pozo de monitoreo de filtraciones, el cual tendrá una profundidad aproximada de 30 metros y tiene como función monitorear la calidad del agua subterránea a nivel de la roca fracturada.

Eventualmente, de requerirse, puede utilizarse como pozo para la captación de aguas subterráneas.

2.2.7 Instrumentación Geotécnica

En el cuerpo de la presa y a nivel de fundación está considerada la instalación de piezómetros eléctricos de cuerda vibrante, 12 en total.

Adicionalmente se ha considerado monolitos topográficos a nivel de coronamiento de la presa (6 en total) para monitorear cualquier desplazamiento de la presa.

2.2.8 Cortina de Inyecciones

La presa cuenta con una cortina de inyecciones a todo lo largo del pie del talud de aguas arriba.

Esta cortina estará conformada por un plinton de concreto armado y de 3 líneas de inyecciones separadas 1 metro cada línea. La profundidad de las inyecciones será del orden de 30 metros.

2.3 MARCO TEÓRICO DEL FILTRO PRENSA

2.3.1 Filtros de presión:

Los filtros de presión son ampliamente utilizados en las operaciones de minería, metalúrgica y química de la industria de procesos. En aplicaciones de minería la tendencia hacia la molienda fina en Concentradoras hace más difícil la deshidratación, lo que requiere un aumento del uso de filtración a presión. Ofrece las siguientes ventajas:

- Adaptabilidad a condiciones inestables de proceso y productos variables.
- La presurización de la Membrana reduce los tiempos de ciclo y mejora los resultados del proceso. Incluso si la cámara no se llena lo suficiente

debido a las variaciones en el proceso de condiciones, el rendimiento del filtro se mantiene.

- Mayor contenido de sólidos secos en la torta del filtro se puede alcanzado con la membrana presurizada, es decir, menor consumo de energía durante el secado de la torta.
- de fácil liberación y una torta más fiable descarga de la prensa
- Especialmente diseñado placas de filtro permiten el uso de aire soplado para el desagüe adicionales y reducir al mínimo los efectos de desgaste
- técnica tiempos cortos de garantizar la máxima específica filtración de la capacidad para este tipo de equipos
- El sistema de automatización ofrece un sofisticado control de la más simple de filtro modelo de la gama.

2.3.2 Principios de funcionamiento

La secuencia típica de operación de un filtro prensa es la siguiente:

1.- Filtración

La alta presión que ejerce la bomba hidráulica bloquea el paquete de placas de filtro del filtro de prensa. El lodo entra en las cámaras del filtro a través de unos puertos de alimentación superior.

La filtración se inicia inmediatamente a ambos lados de la cámara. Los líquidos filtrados se vacía a través de los cuatro puertos que posee cada cámara.

La filtración por ambos lados agiliza la acumulación de la torta del filtro y acorta la duración de la etapa de filtración del ciclo.

A. Alimentación de lodo

B. Filtrado

C. Placa del filtro

D. Placa de la membrana

E. Tela filtrante

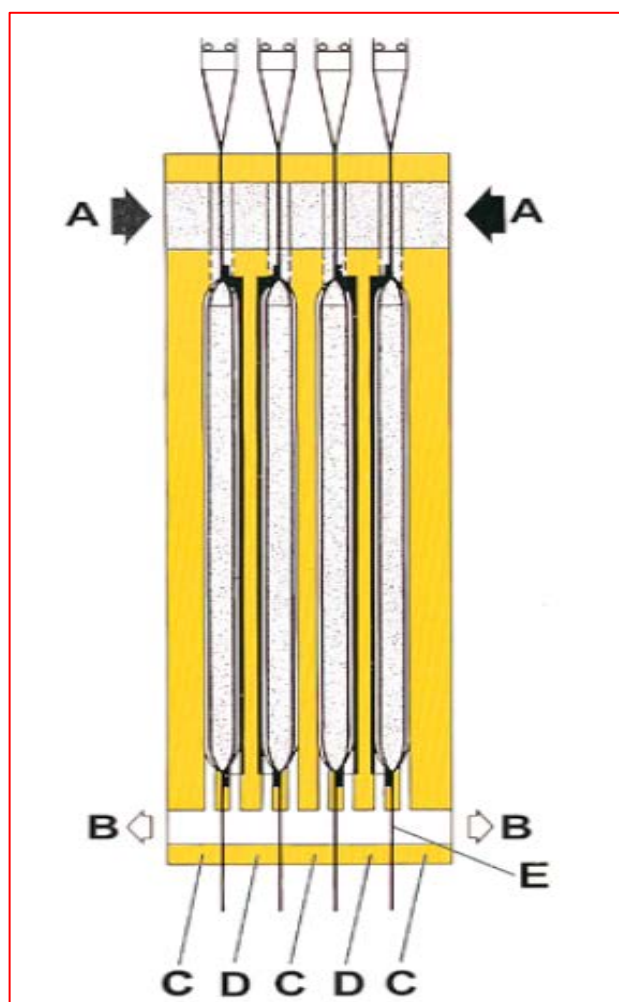


Figura N° 17: Etapa de Filtración

2.- Compresión

Una vez formada la torta, esta se estabiliza inflando la membrana de caucho a uno de

los lados de la torta. Esta suele ser una parte del ciclo que optimiza la economía del proceso de deshidratación y reduce la duración total del ciclo.

El inflado de la membrana se realiza con aire comprimido o bien, en aplicaciones que requieren una alta presión, con agua a presión.

F. Diafragma

G. Medio de presión (aire o agua)

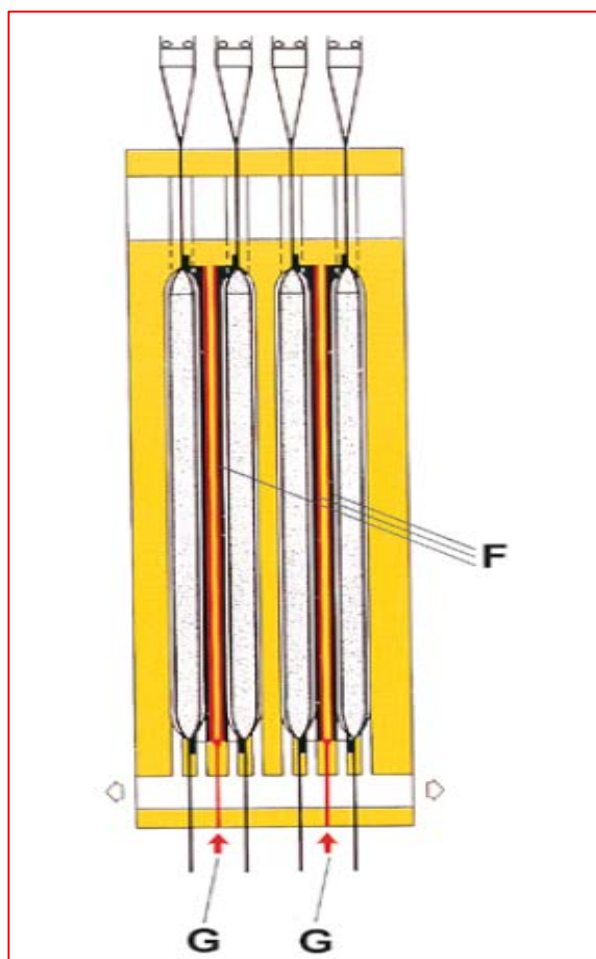


Figura N° 18: Etapa de Filtración

3.- Deshidratación con aire

Se suministra aire comprimido en el lado de la membrana de la torta del filtro que expulsa el agua de la torta hasta la descarga de filtrado que se encuentra al lado de la misma. Normalmente, se mantiene la membrana inflada para mantener un óptimo equilibrio de la torta.

Esto reduce el consumo de aire y garantiza unos niveles mínimos de humedad en la torta. El tiempo de la inyección de aire dependerá del material a deshidratar aunque, normalmente, suelen ser entre 1 y 4 minutos.

H. Aire comprimido

B. Filtrado

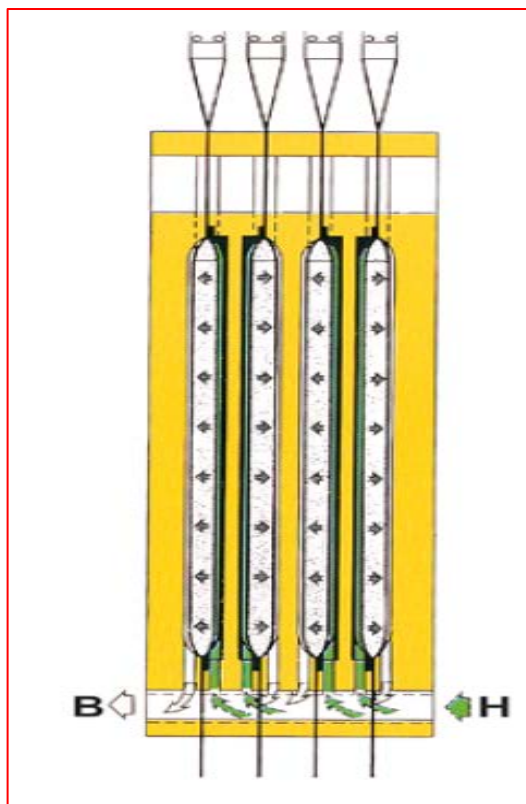


Figura Nº 19: Etapa de Filtración

4.- Descarga de tortas

Cuando las tortas están listas para su descarga, se repliega la compuerta del canal de descarga (bandeja de goteo) y se abre el filtro accionado por la alta capacidad de la bomba hidráulica. La velocidad de apertura del filtro es superior a una cámara por segundo.

Las telas cuelgan libremente en las barras de suspensión y las tortas se desprenden a la misma velocidad. En la posición de apertura completa, las telas se hacen vibrar (si es necesario) para garantizar que se desprende cualquier residuo de la torta. Esto se controla con el sistema de carga.

I. La cámara se abre

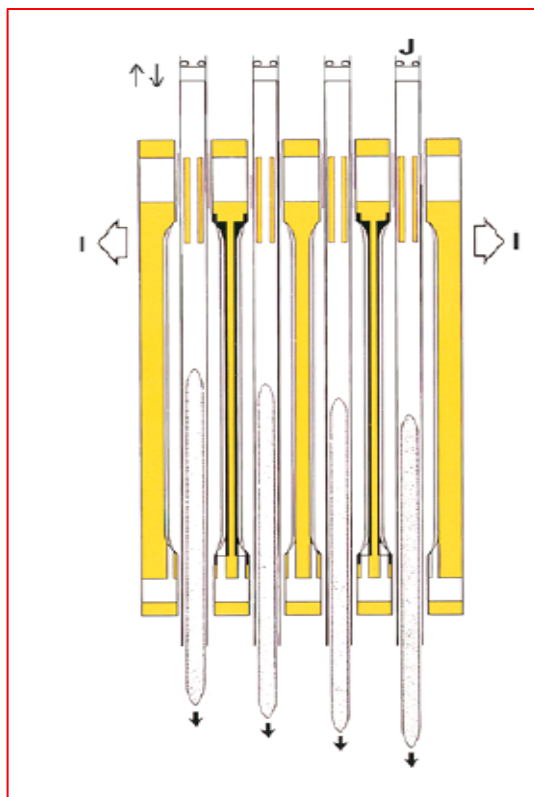


Figura N° 20: Etapa de Filtración

5.-Lavado de tela

Con el paquete de placas aún abierto, se cierra la compuerta del canal de descarga (bandeja de goteo) y las boquillas rociadoras enjuagan las telas suspendidas de sus barras. Los vibradores de las telas pueden activarse durante el lavado de las mismas.

Esta secuencia se realiza en unos 30 segundos y, transcurrido este tiempo, el filtro se cierra y el ciclo vuelve a comenzar.

K. Bandeja de goteo en posición

L. Lavado de la tela con la barra de rociado

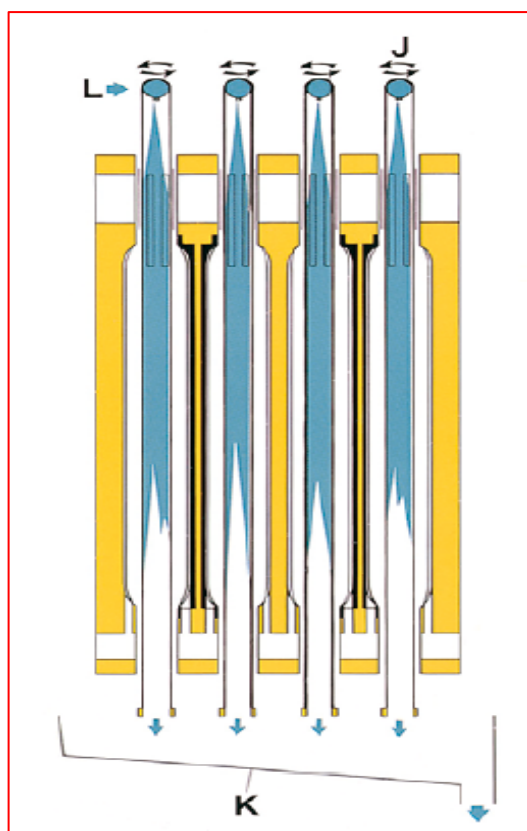


Figura N° 21: Etapa de Filtración

2.3.3 Deshidratación mecánica por presión

Conforme disminuye el tamaño de las partículas, aumenta la resistencia para eliminar el agua. Ya no se puede seguir deshidratando por gravedad, por lo que habrá que deshidratar por presión. Al crear una presión diferencial (D_p) a través de una torta de sólidos se pueden eliminar el líquido.

Compresión

“La deshidratación por compresión significa que el líquido de la torta se sustituye por partículas”.

Inyección de aire

“La deshidratación por inyección de aire significa que el agua de la torta se sustituye por aire”.

En los filtros de presión de placas verticales se utiliza el método de compresión o una combinación de compresión e inyección de aire.

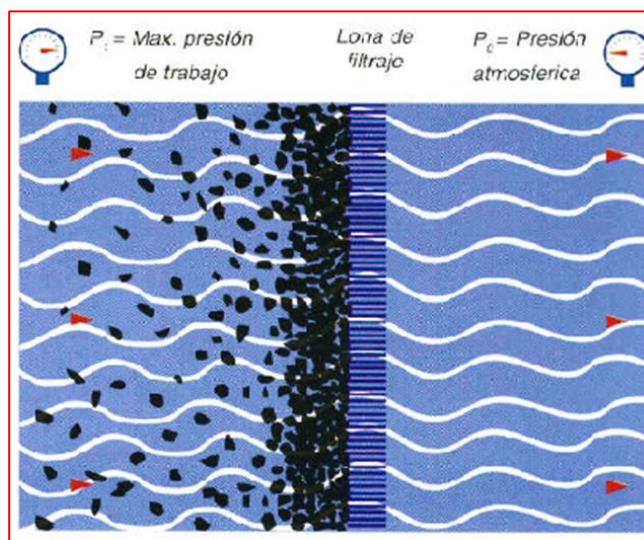


Figura N°22 Esquema de filtración, en el que se puede observar el medio filtrante y los sólidos que forman la torta, que a la vez ayudan al proceso.

El flujo de filtrado a través de la "cama empacada" de la torta puede ser descrita por una ecuación similar a la de Hagen-Poiseuille suponiendo que en los canales de la torta existe flujo laminar. El espesor de la torta puede ser relacionado con el volumen de filtrado V por medio de un balance de materia. El espesor óptimo de la torta que debe formarse en un filtro prensa depende de la resistencia ofrecida por la torta filtrante y del tiempo necesario para desmontar y habilitar de nuevo la prensa.

Aunque la producción de una torta filtrante delgada tiene como resultado una elevada velocidad media de filtración, es necesario desmontar la prensa más a menudo, perdiéndose por lo tanto más tiempo en esta operación.

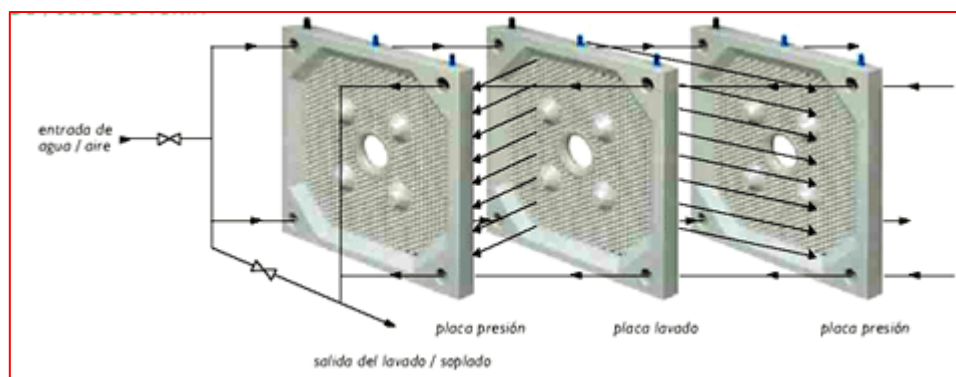


Fig. Nº 23: Líneas de salida de filtrado y soplado

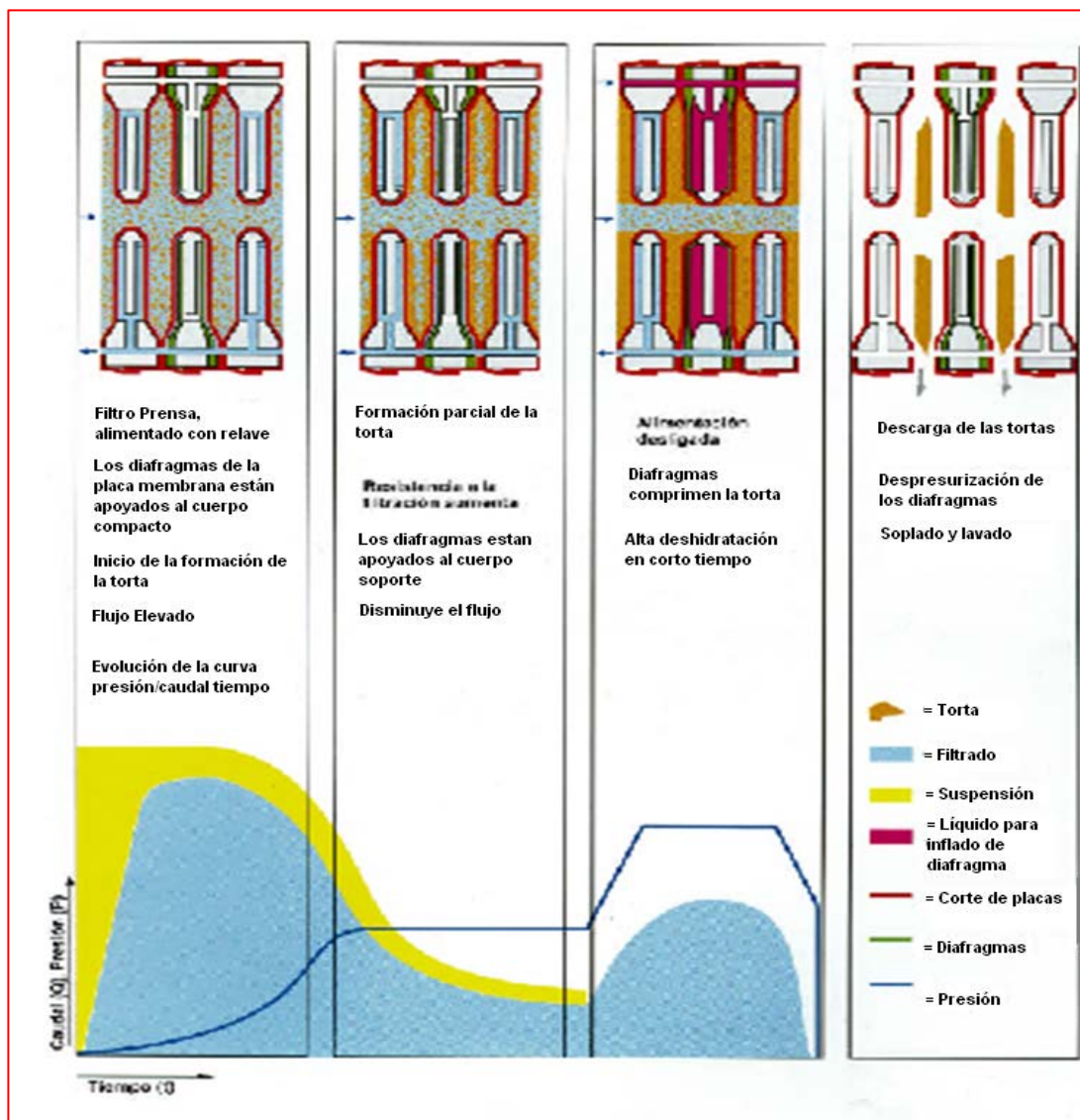


Figura Nº 24: Caída de presión y caudal vs. tiempo para las etapas de secuencia del filtrado a presión

2.4 FILTRO PRENSA CIDELCO

2.4.1 Especificaciones Técnicas

DATOS GENERALES:

Tipo:	Placas Mixtas (membranas y rígidas)
Modelo:	FPC-CLMX-50/2000/50/8226
Operación:	Estacionaria

DIMENSIONES DEL FILTRO

Largo Total:	12,754.00 mm.
Ancho:	3,260.00 mm.
Altura:	3,514.00 mm.
Peso sin carga:	50 Toneladas

DATOS DE OPERACIÓN Y PROCESO:

Tipo de producto:	Relaves de flotación.
Producción Proyectada por Ciclo:	16 TMSD.
Producción Proyectada por Día:	1000 TMSD.
Temperatura de Trabajo:	5 a 28 °C
Densidad ideal de la Pulpa:	2.00 Kg/Lt
% de sólidos en la Pulpa:	69%
Humedad esperada en la torta:	8%
Peso Específico en la Torta:	2.82 Kg/Lt
Espesor Inicial de la torta:	50 mm.
Espesor de torta después de aplicar el Inflado de Membranas:	40 mm.
Periodo de Operación diario:	24 H/día

Duración de 1 Ciclo de Filtración:	15 min/ciclo
Cantidad de ciclos / día:	96
Presión de Trabajo:	8 bar
Factor de Inflado de Membranas:	0,8
Presión de aire de Secado:	6 bar
<u>PAQUETE DE PLACAS:</u>	Diafragma Mixto
Marca:	LENSER
Material de las Lonas:	Polipropileno P-cc
Material de las Placas:	Polipropileno con cuello de Caucho
Tamaño:	2000 mm x 2000 mm.
Número de Cámaras:	50
Placas con Membrana:	25 Unidades
Placas Intermedias Rígidas:	24 Unidades
Media Placa de Cabeza :	01 Pieza
Media Placa de Cola :	01 Pieza
Superficie Filtrante :	325 m ²
Volumen del Filtro :	8,200Ltx (factor de inflado membranas 0.8)

2.4.2 Etapas del Ciclo de Filtrado

Consta de 14 etapas que son:

1.- CIERRE DEL FILTRO

La Unidad Hidráulica desplaza la Placa Móvil por medio de 4 Cilindros Hidráulicos laterales, juntando las Placas y manteniendo las cámaras cerradas con una presión de 250 bar.

2.- FILTRACIÓN

La pulpa de concentrado ingresa al Filtro Prensa impulsada por la bomba de Alimentación y la apertura de las Válvulas 07 y 08, las cuales permiten el ingreso de la pulpa al Filtro. En esta etapa, los sólidos de la pulpa son retenidas en el interior de las cámaras, la torta se compacta cada vez más por la acción de la bomba de alimentación, que llega hasta una presión de 6 bar.

El líquido contenido en la pulpa es forzado a salir a través del los medios filtrantes (Lonas de Polipropileno), siendo guiados hacia los canales internos que para esta función tienen las placas del Filtro. Para que esto ocurra se abren las Válvulas 02, 03, 04, 05 y 06.

3.- PRESURIZACIÓN DE LAS MEMBRANAS.

Previo a esta etapa, ha terminado la Alimentación al Filtro, Válvulas 07 y 08 se cierran. Se introduce aire a presión de 8 bares al interior de las Membranas para comprimir las tortas en el interior de las cámaras y así, forzar aun más al líquido a salir a través del medio filtrante. Esto se produce con la apertura de la válvula 11 y cierre de la válvula 12 (ambas Válvulas son de función inversa, si una abre la otra se cierra).

Las Membranas permanecerán presurizadas durante el resto de las etapas de secado. Simultáneamente a esta etapa se recomienda realizar el lavado de la tubería de alimentación, con la finalidad de evitar atascamientos en la tubería de alimentación al inicio del ciclo siguiente. Este proceso se realiza a través del ingreso de agua por la tubería de alimentación y con la apertura de las Válvulas 08 y 09.

4.- SECADO DIAGONAL.

La apertura de la Válvula 01 permite el ingreso de aire, a una presión controlada de 5.5 a 6 bar al interior de las cámaras, con la finalidad de arrastrar las partículas de agua

por diferencia de presiones a través del medio filtrante al exterior, está conformado por las siguientes etapas de secado.

SECADO DIAGONAL 1.

El aire ingresa por las Válvulas 01, 02 y 03 (abiertas) ubicadas en el lado izquierdo de la placa válvula del filtro y saldrá por el lado derecho de dicha placa a través de las válvulas 05 y 06 (abiertas) válvula 04 cerrada.

El aire atravesará las tortas a lo largo y a lo ancho antes de salir del Filtro Prensa.

5.- SECADO DIAGONAL 2

Las Válvulas 01, 02 y 03 quedan abiertas para permitir el ingreso del aire a las cámaras. La válvula 06 también permanece abierta, esto forzará al aire a salir por la parte superior derecha de la placa válvula del filtro. Las válvulas 04 y 05 cerradas.

6.- SECADO DIAGONAL 3

La Válvula 01 abierta y la Válvula 05 abierta, forzarán al aire a atravesar las tortas de un extremo al otro en forma diagonal. Las válvulas 02, 03,04 y 06 cerradas.

7.- LIMPIEZA DEL CANAL DE ALIMENTACIÓN

La apertura de la Válvula 10 permiten el ingreso de aire comprimido a 5 bar para la limpieza del canal de Alimentación, evacuando los residuos de pulpa hacia el tanque espesador por la apertura de las válvulas 07 y 09.

8.- SECADO 4

La apertura de las Válvulas 03, 04, 05 y 10 forzarán al aire comprimido a atravesar la torta desde el canal de alimentación y salir por los drenajes inferiores izquierdo y derecho de la placa válvula del filtro.

9.- DESPRESURIZACION DE LAS MEMBRANAS

La apertura de la Válvula 12 y cierre de la Válvula 11 permite que el aire retenido en las Membranas salga al exterior dejando las membranas sin presión en su interior.

10.- PRE APERTURA

La Unidad Hidráulica despresuriza las placas para permitir un goteo previo a la apertura.

11.- APERTURA DE LA COMPUERTA DE DESCARGA

La unidad hidráulica acciona un pistón para la apertura de la compuerta permitiendo la caída libre de las tortas.

12.- APERTURA DEL FILTRO

La Unidad Hidráulica extenderá los Pistones, jalando estos la Placa Móvil y con ella las Placas Filtrantes que están unidas entre ellas, permitiendo que las tortas formadas en el interior de cada cámara caigan a la cancha.

13.- CIERRE DE LA COMPUERTA

La Compuerta es cerrada para evitar que el agua del Lavado moje la cancha de los concentrados.

14.- LAVADO DE LAS LONAS

La apertura de las Válvulas 13^a, 13B y 13C permite que el agua a presión salga por los lavadores instalados en la parte superior de las placas, lavado horizontal y vertical al final de cada guardia y lavado inferior.

Este lavado a presión permite retirar los restos de torta que pudieron quedar en las lonas de filtración.

Un lavado eficiente evitará el deterioro prematuro de las lonas y una mayor durabilidad de las Placas de Filtración.

Las aguas del lavado caerán sobre la compuerta y serán guiadas hacia la Canaleta y de ésta al Sumidero.

Luego de esta etapa el Filtro queda listo para continuar con el ciclo siguiente en el caso de una operación por ciclo continuo.

2.4.3 Sistema de Lavado de Placas.

El sistema de lavado de placas en general está distribuido de la siguiente manera; lavado horizontal, lavado vertical y lavado parte inferior de las placas, describiremos cada una de ellas:

LAVADO HORIZONTAL Y VERTICAL:

El sistema de lavado horizontal y vertical está compuesto por dos vigas provistas de cremalleras en el total de su longitud, las cuales soportan un carro móvil, sobre el van montados dos sistemas de lavado independientes; uno de ellos destinado a realizar un lavado desde la parte superior de las placas, a través de un recorrido a lo largo del filtro. El segundo diseñado para hacer un lavado placa por placa a través de un recorrido vertical descendente y ascendente dentro de cada cámaras.

El control del sistema se realiza a través sensores de posición laser, limites de carrera mecánicos, un PLC Allen Bradley y un programa diseñado por Cidelco, especialmente para este fin, el movimiento de todos los componentes se realiza con moto reductores Sew Eurodrive de 0.75 Kw. y 1.5Kw. Controlados por variadores de frecuencia Sew.

PRINCIPIO DE OPERACIÓN:

LAVADO HORIZONTAL: Está diseñado para realizar el lavado de las lonas luego de cada ciclo de filtrado y consiste en dos tuberías conformadas de acuerdo a la geometría de la parte superior de las placas, las cuales cuentan con 44 lavadores, de estas 40 lavadores son de cono lleno, cada una tiene un caudal de paso 8.4 lt/min a 10

bar de presión y los 4 lavadores que están instalados en las esquinas son especiales debido a que la proyección es con ángulo cada uno de estos consumen 7.2 Lt/min a 10 bar de presión.

Este conjunto de tuberías va montado en un carro que a su vez se desplaza sobre dos vigas que cubren la longitud total del filtro abierto.

El tiempo mínimo para el desplazamiento total es decir de ida y vuelta es de 2.5 minutos, pudiendo este tiempo reducirse con el Variador de frecuencia en función a la eficiencia requerida en lavado.

LAVADO INFERIOR:

Para complementar el lavado superior existe el lavado inferior el cual se realiza en una sola etapa de 20 segundos, cuenta con 100 puntas lavadoras a cada lado del filtro prensa el caudal requerido por cada una es de 4 lt/min a 10 bar de presión, por tanto esta será el mayor caudal requerido de 800 lt/min por cada ciclo de filtración.

LAVADO VERTICAL:

Está conformado por un conjunto de lavadores montados en un manifold que desciende y asciende entra las cámaras lavando las lonas en su totalidad en un tiempo máximo de 20 segundos por cámara mas tres segundos de desplazamiento hasta la siguiente cámara. Duración teórica del lavado 23 minutos, este lavado será realizado solo una vez por guardia, la finalidad principal es de evitar la prematura saturación de los medios filtrantes.

El movimiento de este conjunto de lavado es controlado por un Variador de frecuencia marca Sew.

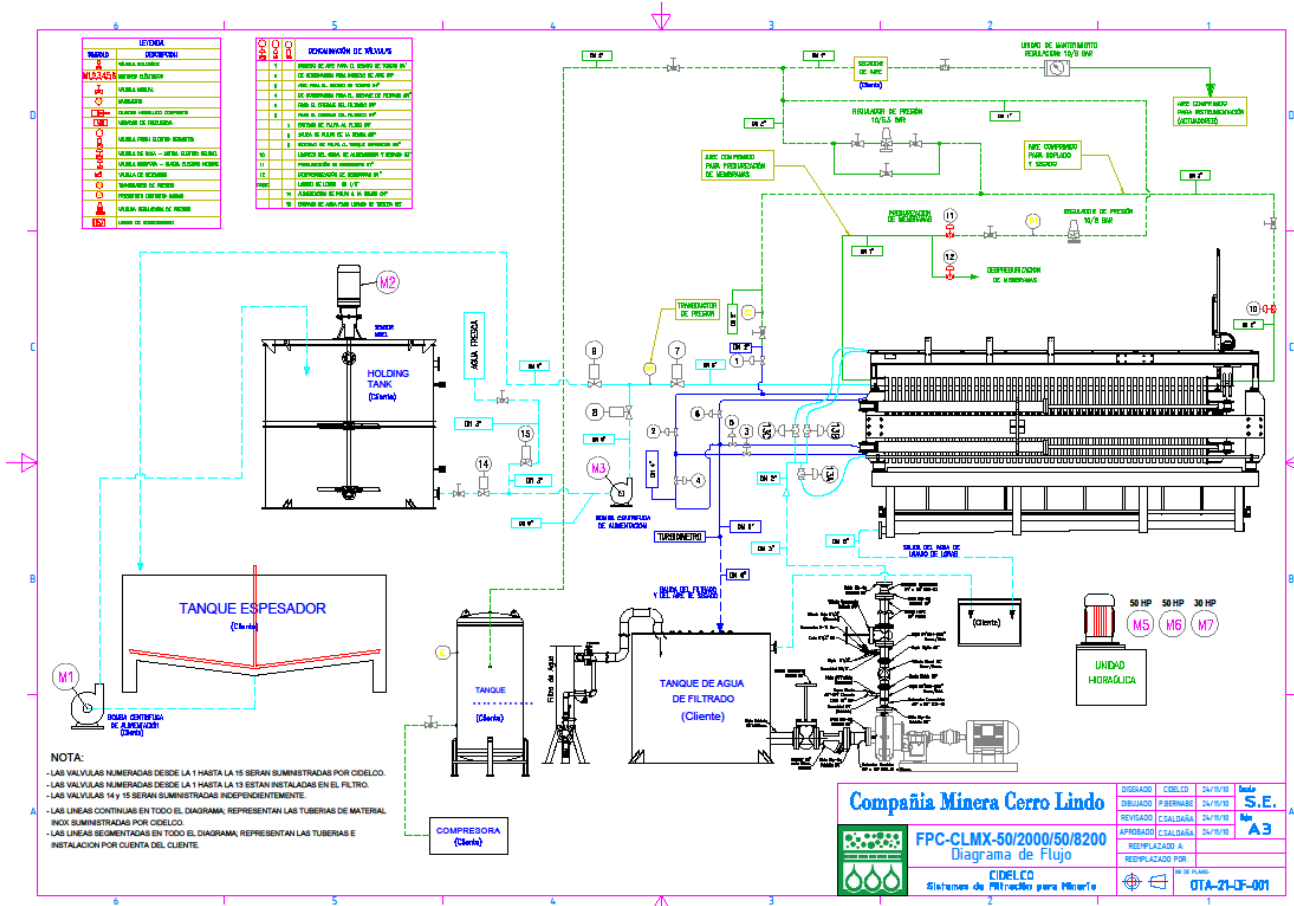


Fig. N° 25: Diagrama de Flujo del Filtro Prensa

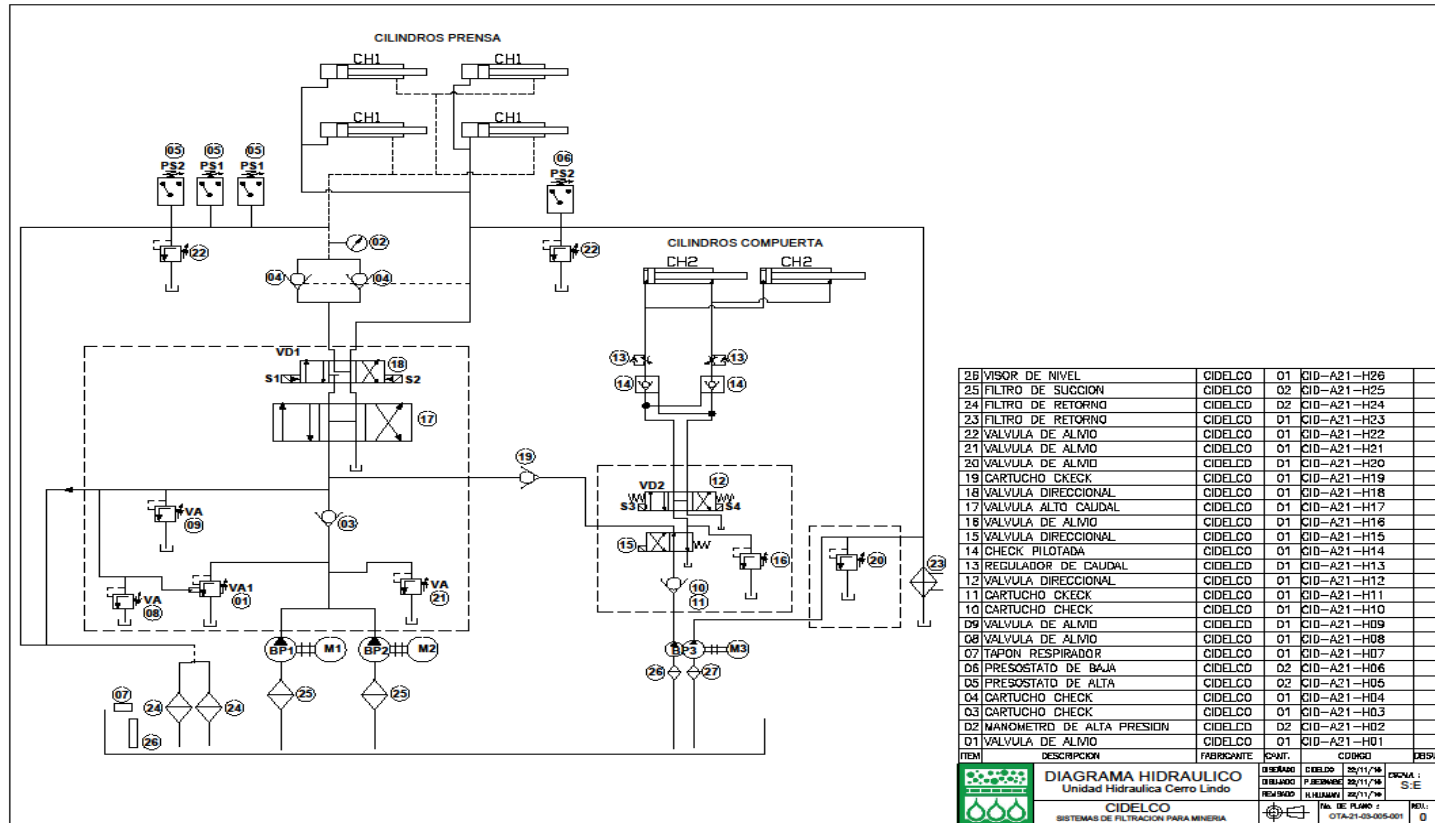


Figura N° 26: Diagrama Hidráulico del Filtro Prensa

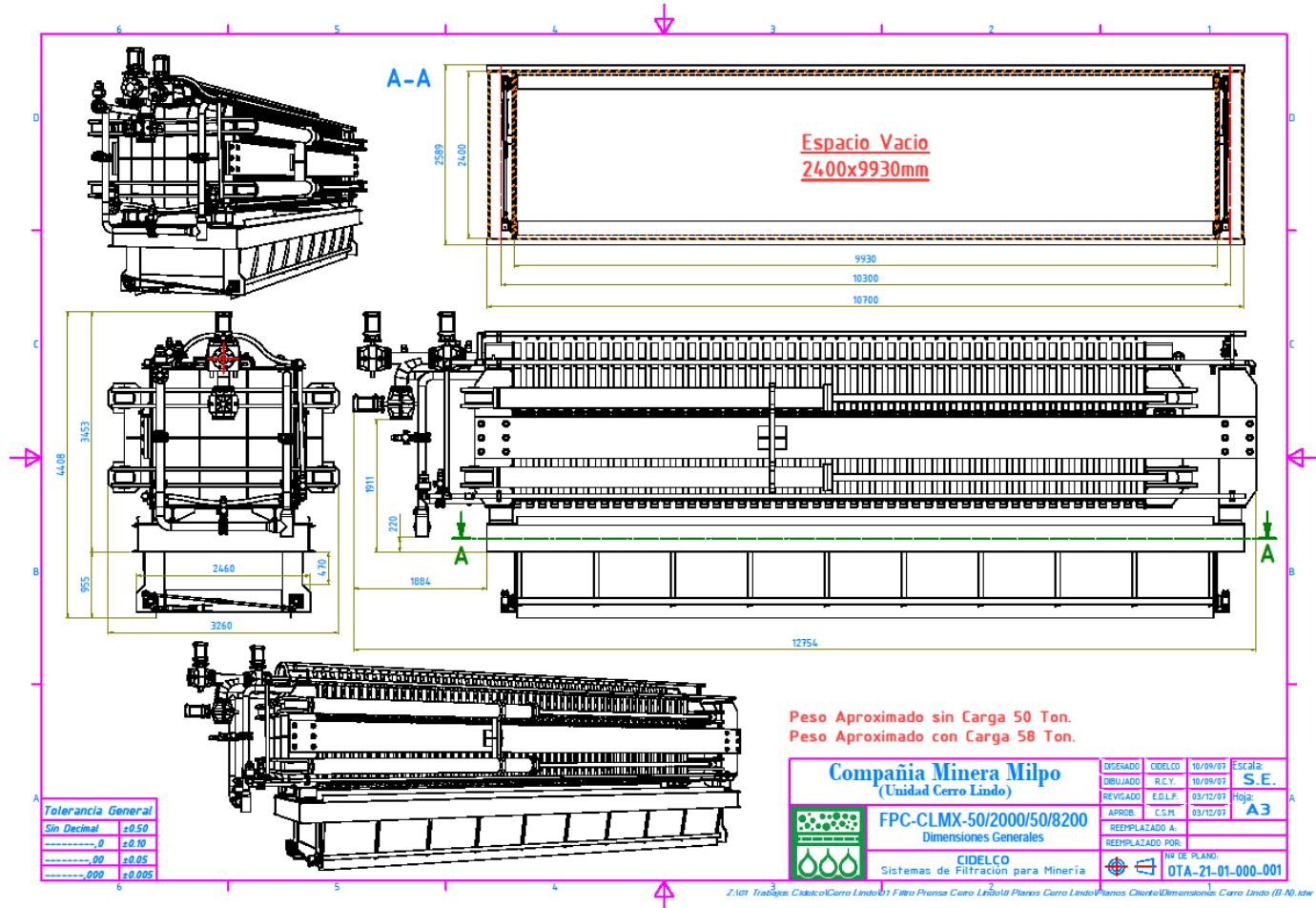


Fig. Nº 27: Dimensiones Generales del Filtro Prensa

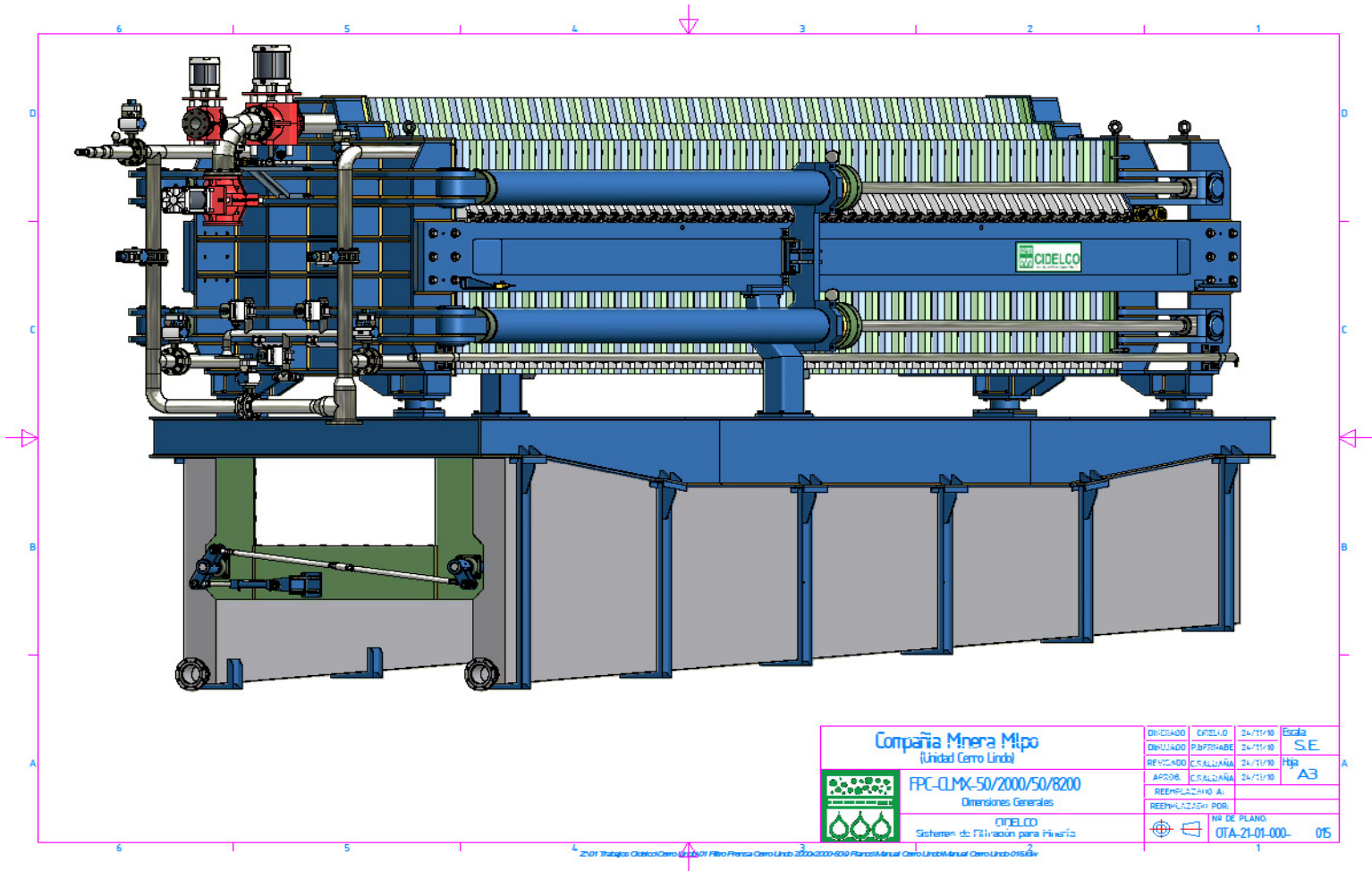


Fig. N° 28: Dimensiones Generales del Filtro Prensa

2.4.4 Placas Filtrantes Lenser

Bastantes firmas fabrican elementos filtrantes pero los más adecuados para su proceso solamente se obtendrán mediante la evaluación de diversos factores entre los que la calidad es el criterio más importante.

El elemento filtrante es la parte esencial de un sistema de filtración y no debe considerarse separado del proceso.

Su exigencia en cuanto a fiabilidad y a su resultado óptimos en el proceso de filtración serán el punto inicial para un dialogo entre Ud. Y el equipo de técnicos e ingenieros del Fabricante.

Los elementos filtrantes Lenser han demostrado su eficiencia en millones de aplicaciones en todo el mundo. Los muchos años de experiencia y un alto estándar técnico se reflejan en la cuidadosa elaboración de su amplia gama de productos. Solamente procesa materias primas de especificaciones exactamente definidas, adquiridas a fabricantes de primera línea. Esto garantiza a ustedes calidad permanente, alta seguridad de producción y larga vida útil de los elementos filtrantes.

Placas Filtrantes Rígidas o de Cámara

Las placas filtrantes Rígidas o de Cámara constituyen un equipo económico y eficiente para procesos de filtración con bajas exigencias en cuanto a contenidos de materia seca. Se pueden suministrar en diferentes tamaños para salida abierta o cerrada de filtrado. Se utilizan en ejecución estanca cuando en la filtración deben evitarse absolutamente los goteos y vapores.

Placas Filtrantes de Membrana

A diferencia de las placas filtrantes de cámara, las placas filtrantes de membrana tienen una superficie filtrante flexible (membrana). Mediante la aportación de un fluido

de presión (p.ej. aire comprimido o agua) por detrás de las membranas flexibles, se mueven éstas en dirección a la cámara del filtro. Las tortas en la cámara del filtro resultan entonces sometidas a escurrido por toda la superficie y, después del proceso de filtración propiamente dicho, se exprimen otra vez.

La ventaja es un contenido alto de materia seca. En la filtración con placas filtrantes de cámara, es preciso llenar las cámaras por completo con torta para conseguir el contenido requerido de materia seca en la torta. Con una formación creciente de torta en las cámaras, aumenta la resistencia de drenaje y disminuye en gran escala el caudal de filtración. Según sea la aplicación, la en la primera mitad de ciclo de filtración se alcanza un volumen de filtración de 70% del Total.

Por este motivo, en la segunda mitad del ciclo el filtro prensa de cámara fija funciona con baja rentabilidad.

A diferencia de ello, en un filtro prensa con membranas, debido a la profundidad variable de la cámara, la aportación del producto a filtrar se puede interrumpir al llegar al punto óptimo entre volumen filtrado y tiempo de filtración. El Contenido definitivo de materia seca de la torta se alcanza luego mediante el ya descrito escurrido mediante las membranas.

La ventaja es que los ciclos se acortan notablemente. Y, a pesar del menor aporte de materias sólidas en las cámaras del filtro, se obtiene, en suma, una capacidad de producción notablemente mayor.

Un efecto secundario de la filtración por membranas, que representa una ventaja económica, es que normalmente se puede trabajar con presiones de filtración manifiestamente menores. De esta forma se disminuye notablemente el riesgo de que al final del ciclo de filtración se originen presiones diferenciales.

La ventaja es costos más bajos para la bomba, ahorro de energía, seguridad de producción, mayor ciclo de vida de sus elementos filtrantes.

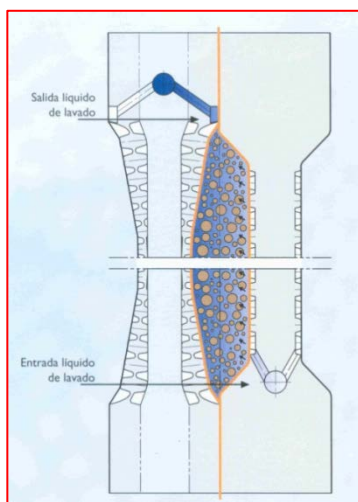


Fig. N° 29: Tecnología de las membranas

Si es necesario un lavado de la torta del filtro, también la tecnología de las membranas ofrece ventajas decisivas. Mediante la acción permanente de presión sobre las membranas durante el proceso de lavado (la presión de escurrido de la membrana conviene que sea aprox. 0.5 bares más alta que la presión del agua del lavado) las tortas se estabilizan en las cámaras; es decir, por la acción de escurrido de las membranas se evitan fisuras en las tortas.

La ventaja optimización de los resultados del lavado (mejor calidad del producto, ciclos de lavado más cortos, menor consumo del líquido del lavado).

Escurriendo nuevamente la torta después del ciclo de lavado, se consiguen también con este tipo de filtración contenidos altos de materia seca, que, de otro modo, en parte sólo se podrán obtener mediante largos tiempos de soplado.

La ventaja costos de energía reducidos.

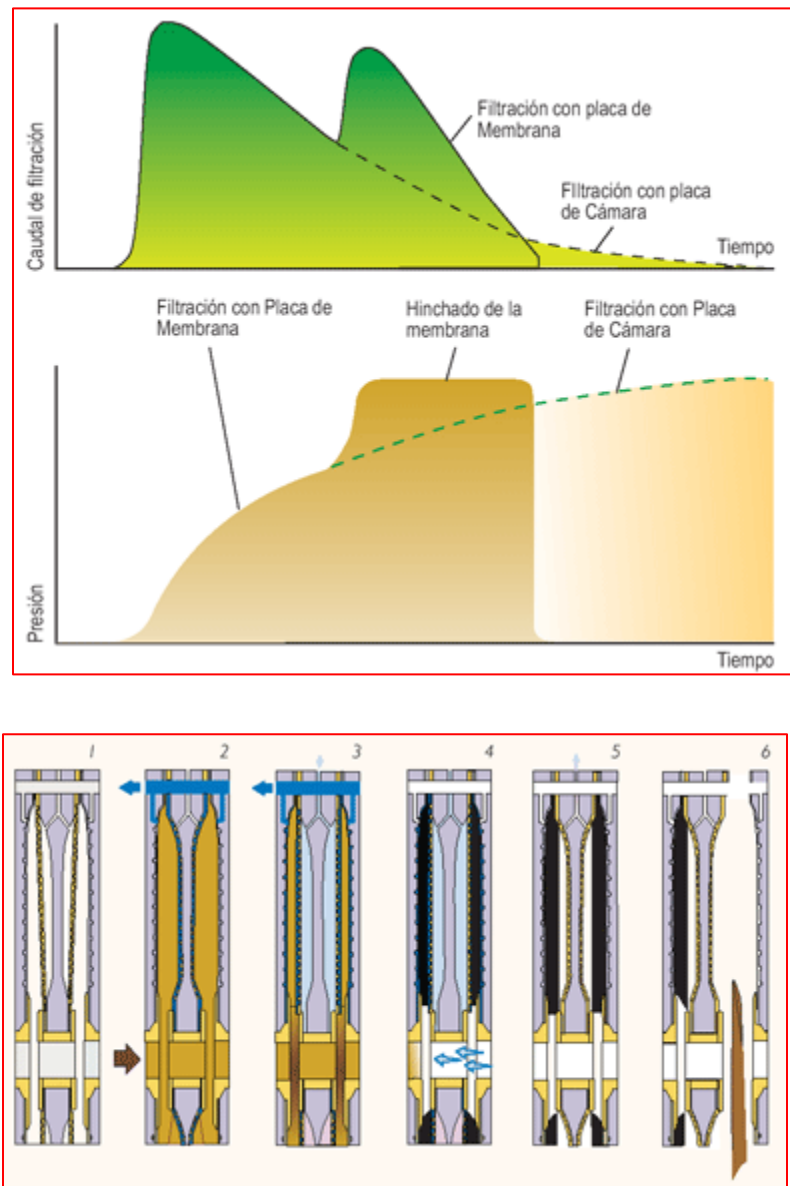


Fig. Nº 30: Caída de presión y caudal vs. tiempo para las placas rígida y de membrana

2.5 COMPACTACIÓN DE SUELO

En la construcción de terraplenes para carreteras, presas de tierra y muchas otras estructuras de la ingeniería, los suelos sueltos deben ser compactados para incrementar sus pesos específicos. La compactación incrementa las características de resistencia de los suelos, aumentando así la capacidad de carga de las cimentaciones construidas sobre ellos. La compactación disminuye también la cantidad de asentamientos indeseables de las estructuras e incrementa la estabilidad de los terraplenes. Los rodillos de ruedas lisas, los rodillos patas de cabras, los rodillos con neumáticos de hule y los rodillos vibratorios son usados generalmente en el campo para la compactación del suelo. Los rodillos vibratorios se usan principalmente para la densificación de los suelos granulares.

2.5.1 Compactación; principios generales

En general, la compactación es la desafectación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega al suelo durante la compactación, ésta actúa como un agente ablandador de las partículas del suelo, que hace deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso. El peso específico seco después de la compactación se incrementa primero conforme aumenta el contenido de agua (figura 3.1). Note que aun contenido de agua $w = 0$, el peso específico húmedo (γ) es igual al peso específico seco (γ_d), o

$$\gamma = \gamma_{d(w=0)} = \gamma_d$$

Cuando el contenido de agua es gradualmente incrementado y se usa el mismo esfuerzo compactador para la compactación, el peso de los sólidos del suelo en un volumen unitario crece en forma gradual. Por ejemplo, en $w = w_1$, el peso específico húmedo es igual a:

$$\gamma = \gamma_2$$

Sin embargo, el peso específico seco bajo esta contenido de agua está dado por:

$$\gamma_d (w=w_1) = \gamma_d (w=0) + \Delta \gamma_d$$

Mas allá de un cierto contenido de agua $w = w_2$ (Figura N°31); cualquier incremento en el contenido de agua tiende a reducir el peso específico seco, debido a que el agua toma los espacios que podrían haber sido ocupados por las partículas solidas. El contenido de agua bajo el cual se alcanza el máximo peso específico seco se llama contenido de agua óptimo.

La prueba de laboratorio usada generalmente para obtener el peso específico seco máximo de compactación y el contenido de agua optimo es la prueba proctor de compactación (proctor, 1933).

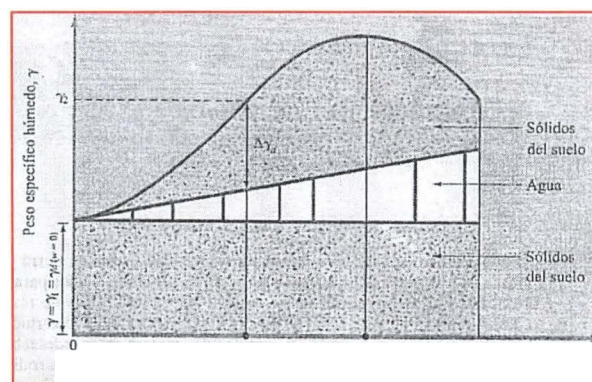


Fig. N° 31: Principios de Compactación

2.5.2 Prueba Proctor Estándar

La energía de compactación en el ensayo de laboratorio, se define como:

$$E_c = \frac{N \times n \times W \times h}{V}$$

Donde:

E c = Energía de compactación, depende del tipo de ensayo

N = N° de golpes por capa

n = N° de capas

W = Peso del pisón

H = Altura de caída del pisón

V = Volumen del suelo compactado

ASTM D 696 Proctor Estándar

E_c = Energía de Compactación = 12,300 Lb.ft/ft³.

W = Peso del martillo = 5.5 lb

h = Altura de caída del martillo = 12 pulgadas

N = Número de golpes por capas = depende del molde

n = Número de capas = 3

V = volumen del molde cm³ = depende del método de prueba

Suelo y Molde a Utilizar

Método A	Método B	Método C
Pasa la malla No. 4.	Pasa la malla 3/8"	Pasa la malla 3/4".
Molde 4 Pulg.diam.	Molde 4 pulg. Diam.	Molde 6 pulg. diam
V = 1/30 pie 3	V = 1/30 pie3	V =1/13.3 pie3
N = 25 golpes/capa	N = 25 golpes/capa	N = 56 golpes/capa

Procedimiento

- Secar el material si este estuviera húmedo, puede ser al aire libre o al horno.
- Tamizar a través de las mallas 2", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ " y N°4 para determinar el método de prueba.
- Preparar 4 ó 5 muestras de 6kg. para el método C y de 3 Kg. si se emplea el método A ó B.
- Agregar agua y mezclar uniformemente. Cada punto de prueba debe tener un incremento de humedad constante.
- Colocar la primera capa en el molde y aplicarle 25 ó 56 golpes según el método de ensayo.
- Los golpes deben ser aplicados en toda el área, girando el pisón adecuadamente.
- Cada golpe debe ser aplicado en caída libre, soltar el pisón en el tope.
- De igual forma completar las cinco capas
- La última capa debe quedar en el collarín de tal forma que luego pueda enrasarse.
- Enrasar el molde con una regla metálica quitando previamente el collarín.
- Retirar la base y registrar el peso del suelo + molde
- Luego de pesado, extraer el suelo y tomar una muestra para el contenido de humedad, como mínimo 500 gr. para material granular tomada de la parte central del molde.
- Llevar las muestras al horno para determinar la humedad.

- Repetir el procedimiento para un mínimo de 4 puntos compactados a diferentes contenidos de humedad, dos de los cuales quedan en el lado seco de la curva y los otros dos en el lado húmedo.
- Una vez determinados los contenidos de humedad de cada muestra hallar la densidad seca de cada punto

2.5.3 Densidad de Campo

La densidad es una medida del estado de empaquetamiento de las partículas del suelo y para esto la densidad seca es una de las medidas más apropiadas.

El ensayo de Densidad de Campo In – Situ se puede realizar mediante 3 métodos:

- 1. Densidad del suelo por el Cono de Arena (ASTM D 1556).**
- 2. Densidad y peso unitario por el Globo de Hule (ASTM – 2167).**
- 3. Densímetro nuclear (ASTM D 2922 y D 3017)**

4. Método Cono de Arena (ASTM D 1556)

4.1 Alcance

- Determina la densidad in – situ de suelos.
- En algún material que pueda ser excavado.
- No usar en suelos que comprometan la salud.
- Se limita a suelos saturados y muy blandos o muy sueltos.

4.2 Importancia del Uso

- El método es ampliamente usado.
- Determina densidad depósitos naturales y terraplenes.

4.3 Elementos necesarios

- Recipiente de plástico o metal (4000 cm³)
- Cono metálico
- Base metálica con un círculo hueco
- Espátula y cuchara
- Balanza (capacidad 10 k.)
- Termómetro y wincha
- Recipiente para contenido de humedad
- Arena calibrada (malla No. 10 y No. 60)
- Comba y cincel
- Bolsas plásticas.



Figura N°32 Equipo mínimo de Densidad de Campo.

4.4 Hallar el volumen del recipiente

1. Pesar el recipiente + Cono vacío. (m1)

2. Llenar de agua al recipiente hasta el nivel de la válvula.

3. Pesar recipiente + Cono vacío + agua. (m₂)

4. Tomar la temperatura del agua. (K)

Repetir el procedimiento 6 veces y promediar.

Calcular:

$$V_1 = K (m_1 - m_2)$$

V₁ = volumen del recipiente en cm³.

K = corrección T°C (cm³/g).

M_i = pesos del recipiente, Cono y agua.

4.5 Densidad volumétrica de la arena

- Colocar el aparato vacío, válvula cerrada, con el Cono hacia arriba y llenarlo con arena. Abra la Válvula.

- Llenarlo del modo anterior hasta la mitad. Abra la válvula y llenarlo totalmente.

Ciérrelo y vaciar el exceso de arena del Cono.

- Pesar arena en el recipiente + Cono (m₃)

- Calcular la densidad volumétrica de la arena.

$$m_4 = m_3 - m_1 \text{ (g)}$$

$$\delta_s = m_4 / V_1 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

m₄ = masa de arena para llenar el aparato (g)

δ_s = densidad volumétrica de la arena (g/cm³)

4.6 Calibración de la arena

- Tamizar arena seca entre las mallas No. 10 y No. 60 ó Cu < 2. Arena de tamaño uniforme y forma sub redondeada y redondeada.

- Lavar la arena en la malla No. 200 y secarla en el horno.
- Medir el volumen y pesos de la arena en el recipiente tantas veces como fuera posible de tal manera se conocerá el d y M .
- Tomar 6 muestras de arena para realizar el ensayo de gravedad específica y hallar G_s .

4.7 El ensayo

- Conocer el peso del Cono sin arena, con arena y el volumen del recipiente.
- Colocar la base en la superficie nivelada, excavar en forma cilíndrica hasta la profundidad a investigar. Pesar la muestra extraída.
- Colocar el Cono de arena. Abrir la válvula, llenar el hueco y el Cono inferior con arena. Retirar el Cono.
- Extraer la arena sobrante del Cono inferior y pesarlo con lo anterior.
- Extraer la arena del hueco y pesarlo.
- Calcular el volumen del hueco.
- Determinar la d de la capa investigada.

CAPITULO III

MODELO PROPUESTO

3.1. Metodología de la Investigación.

El presente trabajo de Investigación, por tener una naturaleza de carácter práctico, ha sido objeto del empleo del Método de ANALISIS Y SINTESIS (INDUCTIVO – DEDUCTIVO), a fin de conocer sobre el uso del Filtro Prensa, en la Unidad Minera Cerro Lindo, de la Compañía Minera MILPO, habiéndose para el efecto realizado el estudio correspondiente de las variables Independiente (formas de procesar en el filtro prensa) y Dependiente (en qué medida se optimiza la disposición).

La Investigación sobre la operación del filtro prensa, ha constituido un estudio y aplicación de Carácter EXPERIMENTAL, porque va a permitir investigar los posibles EFECTOS (Resultados) que se obtengan de las Pruebas Experimentales, con el uso del Filtro Prensa, en el proceso de ampliación que se realiza en la unidad Minera Cerro Lindo (Planta Concentradora) de la Compañía Minera MILPO.

3.2 Diseño de la Investigación.

El Diseño empleado en la presente Investigación es el de carácter CAUSA – EFECTO; metodología que permite establecer la relación existente entre la aplicación de la variable independiente en el proceso y el resultado obtenido, considerado como variable Dependiente, teniendo en cuenta para ello el problema principal planteado, y que será desarrollado dentro del contexto de la investigación como EXPERIMENTAL – CONDICIONADA.

Para cumplir con la Metodología y diseño de la investigación, el Control de las pruebas experimentales se llevó a cabo mediante una observación controlada de la variable independiente y de aquellas que intervinieron circunstancialmente y que han afectado o favorecido en los resultados de la variable dependiente.

3.3 Tipo de Investigación

Teniendo en cuenta los Objetivos de la Investigación y la naturaleza del Problema planteado, para el desarrollo del presente estudio se empleo el Tipo de Investigación “SUSTANTIVA”, porque permite responder a los problemas planteados, sobre la Optimización de la Disposición de Relaves en la Compañía Minera MILPO de la Unidad Minera Cerro Lindo, mediante el Uso del Filtro Prensa, describiendo y explicando las CAUSAS Y EFECTOS, traducidos en RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES EN EL FILTRO PRENSA.

3.4 Finalidad de la Investigación

La presente investigación, tiene por finalidad evaluar y analizar las Pruebas de Laboratorio, Piloto y Experimentales del Uso del Filtro Prensa, en la Unidad Minera Cerro Lindo (Planta Concentradora) y demostrar las bondades y ventajas que ofrece el Filtrado a presión por tortas para optimizar la filtración en la Planta de Filtrado de Relaves y la disposición de los mismos en las plataformas, permitiendo tener más área disponible con una óptima distribución de los relaves en la presa.

3.5 Propósito del uso del Filtro Prensa en el proceso de la disposición de relaves

El propósito del uso del Filtro Prensa, es obtener relaves con menor humedad, permitiendo optimizar el filtrado en los filtros banda y la disposición de los relaves en las plataformas

3.6 Planteamiento de las Alternativas de Solución con el Filtro Prensa

La humedad del filtro puede ser bajada con granulometría más gruesa de los relaves. Un análisis de granulometría completa de los relaves filtrados, preparado por una empresa de Pittsburg, USA, presenta el diámetro efectivo (D10) como 5μ y 30% bajo 30μ , o sea, hay una cantidad significativa de material fino, que perjudica la permeabilidad, el secado al sol en las plataformas y retiene la humedad.

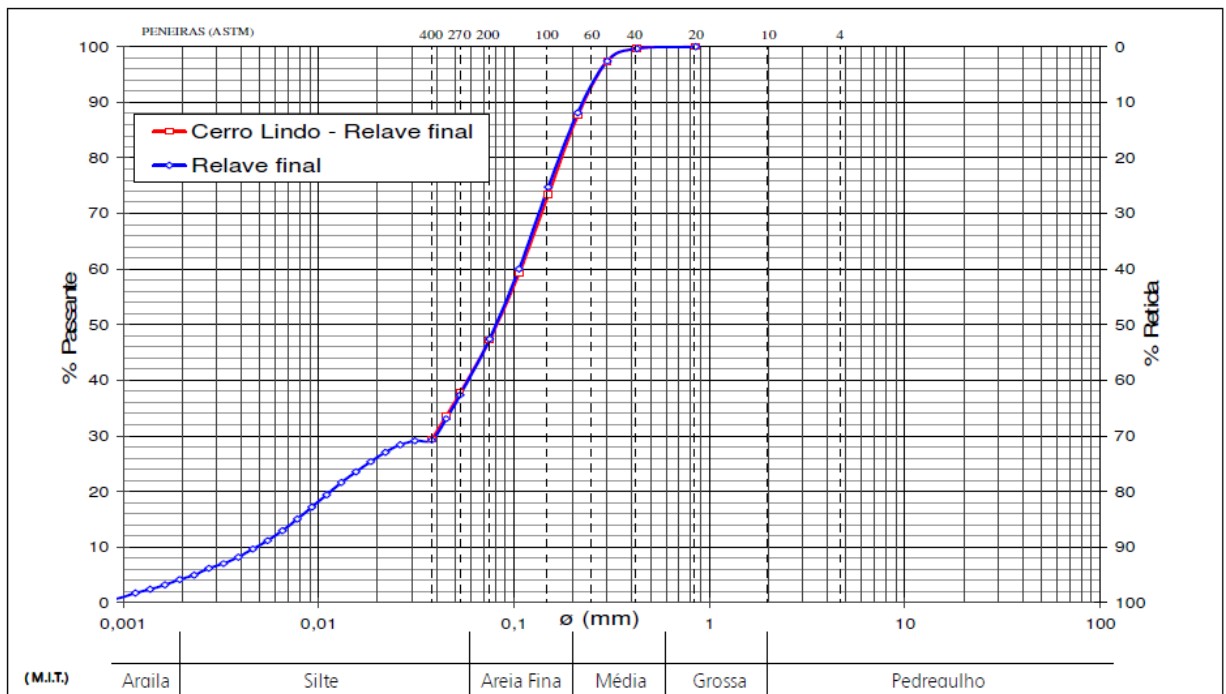


Figura N°32 Curva Granulométrica de los Relaves Filtrados.

Para que resulte una granulometría más gruesa, las alternativas son:

- Tener un cicloneo de los relaves antes de la Planta de Filtrado, de manera que el U/F de los ciclones pase a los filtros banda y el O/F sea enviado al filtro prensa o sea añadido al proceso de pasta.
- Sustituir el ciclón que opera en conjunto con la remolienda del circuito de zinc por una zaranda de alta frecuencia (ZAF). Así puede ser reducida la carga circulante de la remolienda y por consecuencia resultar en material más grueso.
- Separar los relaves del circuito scavenger cleaner II zinc, que es más fino y corresponde a 16% de la masa de relaves total, de los relaves del circuito scavenger zinc, que es más grueso y corresponde a 84% de la masa total de relaves. Estos relaves finos serían añadidos a la masa que se procesa como pasta.
- En nuestra operación actual se tiene un espesador de 8 m en la Planta de Filtrado de Relaves en donde llega el O/F ,clasificado previamente en un ciclón D-15, el agua del lavado de tela de los filtros banda (N°2, N°4 y N°5 y que posee ultrafinos (91.48% -m200), la operación de éste espesador es más la de un clarificador, debido a que el rebose de éste se utiliza en el reproceso del agua a la Planta Concentradora, éstos ultrafinos, producto de descarga del espesador de 8 m, son de nuevo alimentados al holding tank de los filtros banda, perjudicando altamente el filtrado, por el tupimiento de las telas y la disminución de la densidad de alimentación. Bajo las premisas anteriores la solución planteada a corto plazo es la adquisición de un filtro prensa, donde pueden ser tratados éstos ultrafinos. Además de que, concedores que es

mejor reducir el % de finos desde la cabeza (es decir no solo de los relaves abiertos de Zn) sino desde la molienda primaria que está produciendo un promedio de 1200 mspd con 58% de -200M, la Empresa tiene a bien la instalación de 8 ZAF, que está considerado en los proyectos de ampliación para el incremento a las 15 Kp, a mediados del 2013, evitando el incremento adicional de finos cuando operemos con hidrociclones, para las soluciones arriba planteadas, sobre todo en época de invierno que puede incrementar el ciclo de secado lo cual haría que bajemos la producción.

CAPITULO IV

VALIDACION DEL METODO

4.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN FILTROS BANDA (ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA)

Durante la operación de Molienda – Clasificación con el uso del Hidrociclón, el único Filtro Banda Horizontal en el año 2009, operaba a su máxima capacidad para mantener un tonelaje de tratamiento de 5200 TMSD. Lo que generaba que la pulpa (relave) sobre la tela filtrante se encontrara en un nivel alto; al tener menor tiempo de secado sobre la Banda el resultado era un relave filtrado (cake) con mayor humedad (12%); lo que dificultaba la disposición del relave.

El uso de 4 Zarandas de Alta Frecuencia (ZAF) permitió incrementar el tratamiento de mineral en 1400 TMSD, teniendo un efecto directo en la Distribución Granulométrica del relave final permitiendo incrementar la capacidad del Filtro Banda y disminuir el % de humedad del relave filtrado (cake).

Las mallas de corte que se usan en las ZAF son de 0.23mm dispuestas en cada piso. Los motores operan a una velocidad de 1800 rpm y la densidad de pulpa de alimentación es de 1800 g/l.

Tabla N°9. Comparaciones Técnicas de la operación del Filtro Banda Horizontal (HBF). Referencia Laboratorio Metalúrgico.

Parámetros de operación	Hidrociclón	ZAF
Carga circulante (molino):	244%	127%
Eficiencia de Clasificación	58%	82%
Alimento al HBF (TMSD)	5200	6300
Rate de Filtrado (T/hm ²)	2.96	3.6
D ₈₀ (Relave) Alimento al HBF	142μ	164μ
%m-200 (Relave)	56	48.5
Densidad pulpa (Alimento al HBF)	2400	2400
%Sólidos (Alimento al HBF)	84%	84%
%Humedad (cake)	12%	10.50%
Control Granulométrico	Variable	Eficiente

La Aplicación de las Zarandas de Alta Frecuencia (ZAF) durante operación de Molienda - Clasificación dió como resultado directo la mejora en la eficiencia del filtrado de relaves.

Al tener un material de mayor granulometría, con el Hidrociclón el D₈₀=142μ y con las ZAF el D₈₀=164μ; es posible obtener un relave filtrado (cake) con menor porcentaje de humedad (10.5%) lo que operativamente facilita la descarga del cake y la oportunidad de lavar la tela filtrante en forma más eficaz, de esta manera se puede incrementar la velocidad de la Banda aumentando su capacidad de tratamiento.

Tabla N°10 Las variables de proceso de un solo Filtro Banda Horizontal. Referencia UM Cerro Lindo.

Variable	Valor
Alimentación TMSH (sólidos):	262
% sólidos Alimentación:	81 - 84
Tamaño Partículas	28 - 30%-m325
	22 - 26%-m400
Densidad Sólido t/m ³	4.5
Densidad Líquido t/m ³ :	1
Dosificación ayuda filtrante g/t	No
Temperatura de pulpa (°C)	20 – 30
Espesor Queque mm:	13-15
Rate de filtrado (T/hm ²)	3.6
Tiempo de secado (seg)	12
Velocidad Banda m/min	18-36
Humedad del cake (%)	10 – 10.5%

4.2 PRUEBAS DE FILTRACIÓN PILOTO Y PRUEBAS DE FILTRACIÓN EN LABORATORIO STANDARD.

Entre el 25 al 28 de Agosto del 2010 presente se llevaron a cabo diez pruebas de filtración con cinco muestras (duplicados) del relave de Cerro lindo en filtro prensa; en el laboratorio de Cidelco.

Las tres muestras fueron enviadas por la unidad, en tres galoneras de 20 litros cada una, al laboratorio de Cidelco. Adicionalmente, en Cidelco se prepararon dos muestras adicionales a partir de las muestras originales; completándose cinco muestras diferentes para efectuar un total de diez pruebas de filtración por duplicado.

El objeto de estas pruebas es ver la incidencia que se tendría en la disposición de los relaves cuando éstos se fraccionan en finos y gruesos; y luego se les somete a un

manejo separado. Esta partición será posible con el uso de ciclones antes de las operaciones de espesamiento y filtrado.

El enfoque operacional que se plantea es espesar y filtrar la fracción fina por un circuito independiente y la fracción gruesa por otro. En cuanto a la sedimentación no habrá mayor diferencia puesto que se cuenta con dos espesadores que utilizan el mismo principio. Sin embargo, para la filtración sí se espera performances diferentes ya que se planea filtrar la fracción fina en filtros prensa y la fracción gruesa en filtros de banda. Finalmente, también se caracterizará cada fracción en cuanto a su compactación ya que se someterá ambos productos a un ensaye proctor standard, el cual permitirá evidenciar si se logran mejores resultados al compactarlos juntos o separadamente.

Preparación de las muestras de relaves.

Las tres muestras enviadas de la mina se obtuvieron de la siguiente manera:

El relave total de la planta fue tamizado en la malla Tyler 270, es decir en una malla de 53 micras de luz, denominándose a las muestras de la siguiente manera: relave fino, relave grueso y relave total. En Cidelco se sedimentó el relave fino y por otro lado se preparó otra muestra mezclando 75% de relave fino y 25% de relave grueso.

En resumen las cinco muestras para las pruebas de filtración fueron:

Muestra 1: Relave fino, menor a 53 micras

Muestra 2: Relave fino espesado

Muestra 3: Relave grueso, mayor a 53 micras

Muestra 4: Relave total de planta

Muestra 5: Relave mezclado, 75% grueso y 25% fino.

Ejecución de las pruebas y resultados

Los detalles de las pruebas se presentan en el informe adjunto. Sin embargo, los resultados logrados en las pruebas de filtración se han resumido en el cuadro adjunto. Lo más resaltante de este cuadro es que el relave grueso resultó difícil de manipular afrontándose muchas dificultades para el bombeo de la pulpa hacia las cámaras del filtro, llegándose finalmente a atorar los conductos hacia el filtro. Lo anterior nos da una advertencia de que lo propio podría suceder en la operación, por lo que se debe tomar precauciones para no propiciar arenamiento o atoro en la línea de bombeo industrial.

Tabla N°11 Resultados obtenidos en las pruebas de filtración con filtro prensa.

Tipo Relave	% sólidos	Ciclo minutos	Espesor mm	Humedad %
Relave Fino	17.06	103	33	12.52
Relave Fino	17.06	113	35	12.35
Relave Fino Espesado	46.4	39	50	9.23
Relave Fino Espesado	46.4	30	50	11.15
Relave Grueso	70	Arenamiento	De tuberías	
Relave Grueso	70	Arenamiento	De tuberías	
Relave Total	50	25	49.5	7.87
Relave Total	50	21	49	8.97
Relave Mezclado	58.5	29	49.5	9.77
Relave Mezclado	58.5	25	49.5	10.19

La explicación del atoro, es que este material al carecer de material fino, menores a 53 micras y por lo tanto sin partículas menores a 20 micras, resultó muy viscoso e imposible de ser transferido mediante bombeo. El yield stress de esta pulpa aunque no fue medido, sin embargo, debe haber sido demasiado alto.



Figura N°33: Pruebas Piloto y en Laboratorio Estándar

4.3 PRUEBAS DE ESPESAMIENTO EN LABORATORIO STANDARD.

Con CUSA, se realizaron pruebas con la descarga del espesador de 8m, empleando el equipo de agitadores para Pruebas de Sedimentación, las pruebas determinaron una pulpa pastosa de ultrafinos de 91.87% -m200, el principio de operación del espesador de 8m para nuestro proceso en la Planta de Filtrado de Relaves es más la de la operación de un clarificador de agua, debido a que el agua de su rebose es reprocesada a Planta Concentradora, y la descarga del espesador de 8m que posee ultrafinos son de nuevo alimentados al holding tank de los filtros banda, perjudicando altamente el filtrado, por el tupimiento de las telas y la disminución de la densidad de alimentación, incrementando la humedad exponencialmente.

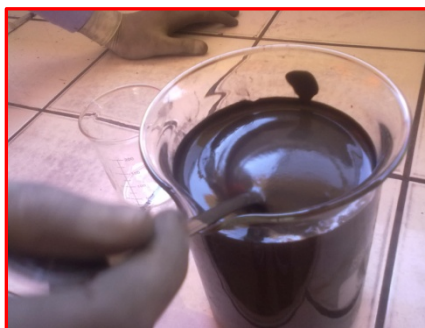


Figura N°34: Prueba de Espesamiento en Laboratorio

Con las conclusiones hechas respecto a las pruebas de Laboratorio y Piloto, así como las pruebas de sedimentación, previa evaluación económica de los beneficios de una disposición más seca, se decidió poner en marcha el montaje y posterior operación del Filtro Prensa.

4.4. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES CON EL FILTRO PRENSA EN LA PLANTA DE FILTRADO DE RELAVES.

Testes de proceso

Los testes de proceso se desarrollaron de la siguiente forma:

- a) Separar el flujo de relaves gruesos (scavenger zinc) del flujo de los relaves finos (scavenger cleaner II zinc). Los gruesos deben pasar por los filtros banda. Los finos deben pasar por el filtro prensa. Esta prueba será realizada empleando el espesador de 22m únicamente para relaves finos.

Ensayos de laboratorio:

- 3 ensayos de humedad de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de humedad de la torta del filtro prensa.
- 3 ensayos de granulometría completa de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de granulometría completa de la torta del filtro prensa;
- 3 ensayos de gravedad específica de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de gravedad específica de la torta del filtro prensa.

- b) Preparar una pulpa en el Holding Tank del filtro prensa, bombeando finos del espesador, y relave total a proporciones determinadas, con densidades promedio de entre 1990gr/lt. a 2200gr/lt.

Ejecutar ensayos de granulometría completa (tamizado y sedimentación), con gravedad específica de los sólidos, y de humedad, con muestra de las tortas de los filtros. Determinar el porcentaje de sólidos del underflow y del overflow del cicloneo.

Ensayos de laboratorio:

- 3 ensayos de humedad de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de humedad de la torta del filtro prensa.
- 3 ensayos de granulometría completa de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de granulometría completa de la torta del filtro prensa;
- 3 ensayos de gravedad específica de la torta de los filtros banda;
- 3 ensayos de gravedad específica de la torta del filtro prensa;
- 3 ensayos de porcentaje de sólidos del UF y del OF de los ciclones.

4.5 PRUEBAS EXPERIMENTALES CON EL FILTRO PRENSA

El desarrollo de las pruebas se desarrollaron teniendo como objetivo alcanzar una humedad óptima con las cargas propuestas, para eso se tuvo que variar los tiempos y presiones de cada una de las rampas, durante la alimentación de la carga al filtro, así mismo optimizar los tiempos de secado e inflado de membrana.



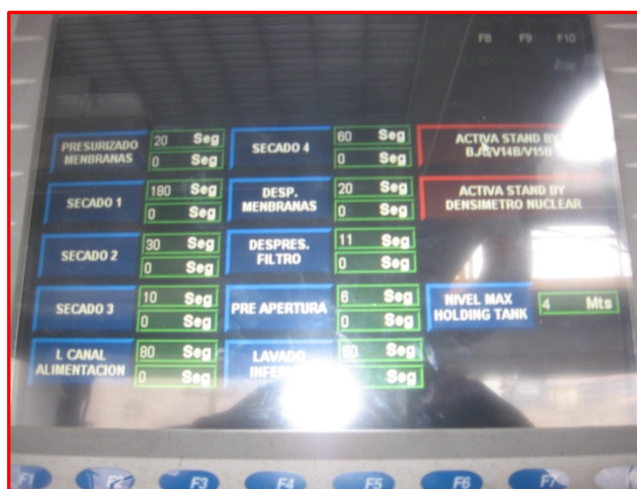


Figura N°35: Parámetros de Operación en el display del Filtro Prensa

En los primeros cinco días de realizadas las pruebas en ambas guardias, se muestra el cuadro de resumen de los resultados, para diversas tipos de carga, según los testes de proceso solicitados en el ítem 4.4.

1.- Relaves finos de Planta Concentradora (scavenger cleaner II zinc)

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/lt)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos	m-200 queque	m-400 queque
Relave Finos de Planta	86.24	63.77	1	1860	7.69	4.35	60.04	64.64	44.56
			2	1860	7.16	4.35	60.04	64.35	44.16
			3	1860	7.92	4.35	60.04	65.00	44.23
			4	1730	8.06	4.35	54.79	67.91	47.06
			5	1730	7.88	4.35	54.79	66.74	46.08

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo	presion
1 ^{era} Rampa	1100	300	1.7
2 ^{da} Rampa	1200	200	3.5
3 ^{era} Rampa	1300	60	4.5
4 ^{ta} Rampa	1350	70	5.5

2.- Carga ultrafina del espesador de 8m.

Descarga del Espesador de 8m						
Nºde Pruebas	Altura (m) Holding Tank	Vol.Pulpa (m3)	Densidad (gr/lt)	TMH	Agua m3 (Recuperado)	Agua m3 (Operación)
1	0.964	11.516	1.920	15.25	6.73	aprox. 7,00
2	0.92	10.990	1.920	14.59	6.39	aprox. 7,00
3	1.02	12.185	1.930	16.31	7.07	aprox. 7,00
4	0.86	10.273	1.950	14.15	5.75	aprox. 7,00
5	1.080	12.896	1.960	17.94	7.16	aprox. 7,00

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/lt)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos
Finos del espesador 100%	91.48	78.72	1	1600	12.82	4.35	48.69
			2	1850	12.71	4.35	59.66

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo	presion
1 ^{era} Rampa	1100	300	1.7
2 ^{da} Rampa	1200	200	3.5
3 ^{era} Rampa	1300	60	4.5
4 ^{ta} Rampa	1350	70	5.5

2.- Relave Total de Planta Concentradora

Carga de Relave Total 100%						
Nºde Pruebas	Altura (m) Holding Tank	Vol.Pulpa (m3)	Densidad (gr/lt)	TMH	Agua m3 (Recuperado)	Agua m3 (Operación)
1	1.259	15.040	1.900	19.14	9.33	aprox. 7,00
2	0.978	11.683	1.920	15.30	7.03	aprox. 7,00
3	1.09	13.021	1.890	16.57	7.92	aprox. 7,00
4	0.991	11.838	1.890	15.10	7.16	aprox. 7,00
5	1.080	12.896	1.920	17.12	7.49	aprox. 7,00
6	1.03	12.304	1.920	16.32	7.16	aprox. 7,00

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/Lt)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos
Finos del espesador 50%+Relave Total 50%	64.77	48.84	1	1.980	9.57	4.35	63.95
			2	1.970	9.28	4.35	63.94
			3	1.980	9.19	4.35	63.95
			4	1.970	8.71	4.35	63.94
			5	1.950	9.75	4.35	63.26
			6	1.950	9.09	4.35	63.26

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo	presion
1 ^{era} Rampa	1100	300	2.0
2 ^{da} Rampa	1200	90	3.7
3 ^{era} Rampa	1300	120	4.8
4 ^{ta} Rampa	1380	100	5.8

3.- Mix de carga de espesador de 8m y Relave Total (50% respectivamente).

Finos del espesador 50%+Relave Total 50%						
Nºde Pruebas	Altura (m) Holding Tank	Vol.Pulpa (m3)	Densidad (gr/Lt)	TMH	Agua m3 (Recuperado)	Agua m3 (Operación)
1	0.95	11.349	1.980	15.67	6.72	aprox. 7,00
2	0.978	11.683	1.970	16.06	6.86	aprox. 7,00
3	1.21	14.455	1.900	18.54	8.79	aprox. 7,00
4	1.003	11.982	1.970	16.62	6.87	aprox. 7,00
5	0.960	11.468	1.950	15.51	6.75	aprox. 7,00
6	1.03	12.304	1.950	16.50	7.40	aprox. 7,00

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/Lt)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos	m-200 queque	m-400 queque
Finos del espesador 50% + Relave Total 50%	60.9	47.09	1	1.950	7.48	4.35	63.26	47.9	33.7
			2	1.960	7.63	4.35	63.60	56.1	41.4
			3	1.980	8.41	4.35	63.95	58.9	43.7
			4	1.960	9.01	4.35	64.27	57.7	40.2

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo (s)	presion (bar)
1 ^{era} Rampa	1100	300	1.7
2 ^{da} Rampa	1200	115	3.5
3 ^{era} Rampa	1300	60	4.5
4 ^{ta} Rampa	1350	70	5.0

4.-Mix de carga de espesador de 8m y Relave Total (40% y 60% respectivamente).

Finos del espesador 40%+Relave Total 60%						
Nºde Pruebas	Altura (m) Holding Tank	Vol.Pulpa (m3)	Densidad (gr/lt)	TMH	Agua m3 (Recuperado)	Agua m3 (Operación)
1	1.08	12.878	1.980	17.84	7.56	aprox. 7,00
2	0.98	11.707	1.970	16.11	6.85	aprox. 7,00

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/lt)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos
Finos del espesador 40%+Relave Total 60%	52.52	36.09	1	2000	7.66	4.35	64.93
			2	2150	7.44	4.35	69.46

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo	presion
1 ^{era} Rampa	1000	300	2.0
2 ^{da} Rampa	1200	90	3.7
3 ^{era} Rampa	1300	120	4.8
4 ^{ta} Rampa	1350	100	5.8

4.- Mix de carga de espesador de 8m y Relave Total (30% y 70% respectiv.)

Finos del espesador 30%+Relave Total 70%						
Nºde Pruebas	Altura (m) Holding Tank	Vol.Pulpa (m3)	Densidad (gr/lt)	TMH	Agua m3 (Recuperado)	Agua m3 (Operación)
1	0.91	10.871	1.980	15.11	6.33	aprox. 7,00
2	0.95	11.349	1.970	15.55	6.72	aprox. 7,00

Tipo de Carga	m-200 pulpa	m-400 pulpa	Nºde Pruebas	Densidad (gr/lit)	Humedad (%)	G.e.	% de sólidos
Finos del espesador 30%+Relave Total 70%	48.99	33.99	3	2220	7.06	4.35	71.36
			4	2230	7.21	4.35	71.62

Parámetros de Operación del Filtro Prensa			
Rampas	rpm	tiempo	presion
1 ^{era} Rampa	1000	300	2.0
2 ^{da} Rampa	1200	90	3.7
3 ^{era} Rampa	1300	120	4.8
4 ^{ta} Rampa	1350	100	5.8



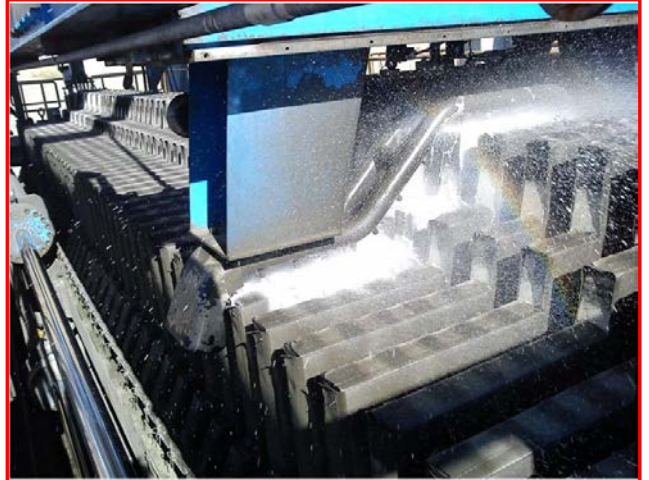
Lavado de Tela



Cake



Sistema Automático de Operación



Caída de la torta



Sistema de Lavado

Figura N°36: Prueba Experimentales con el Filtro Prensa

4.6 PRUEBA LABORATORIO PROCTOR ESTANDAR

Al tener una conclusión final de los ensayos que estamos realizando tanto en las pruebas de campo como para los testes, hemos realizado los ensayos de compactación.

Durante las pruebas de campo se recolectaron cerca de 100 Kg. de muestra de los relaves depositados, de cada fracción de los filtros.

En cuanto a su compactación ambos productos se sometieron a un ensaye proctor standard, el cual permitirá evidenciar si se logran mejores resultados al compactarlos juntos o separadamente.

Se realizó ensayos para obtener la densidad de campo, siguiendo diversos escenarios en cuanto: pasadas con tractor, días de secado y pasadas con rodillo.

Tabla N°12: Pruebas Proctor Standard para relaves del filtro prensa

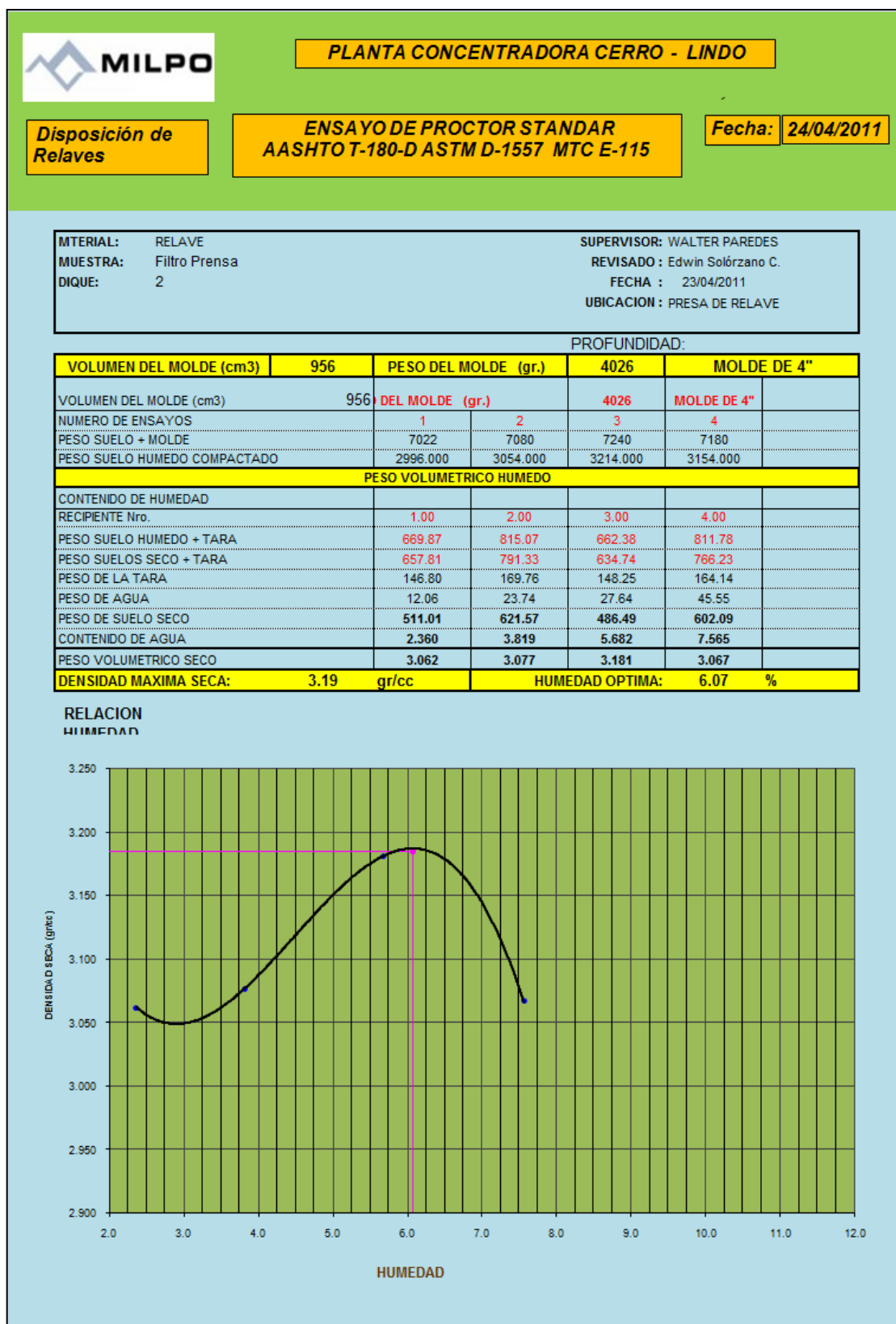


Tabla N°13: Pruebas Proctor Standard para compósito de relaves

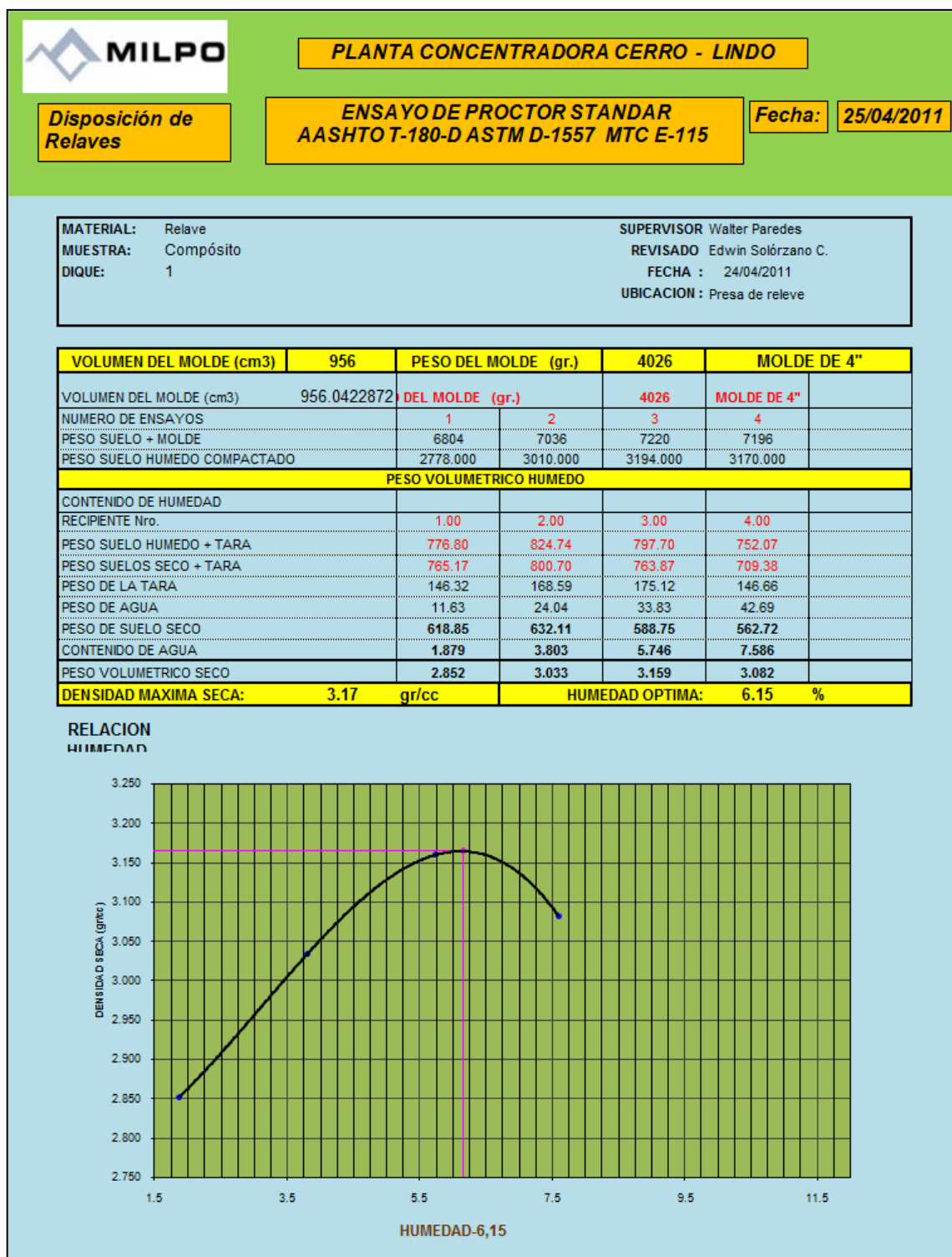


Tabla N°14: Pruebas Proctor Standard para Relaves de Filtro Banda

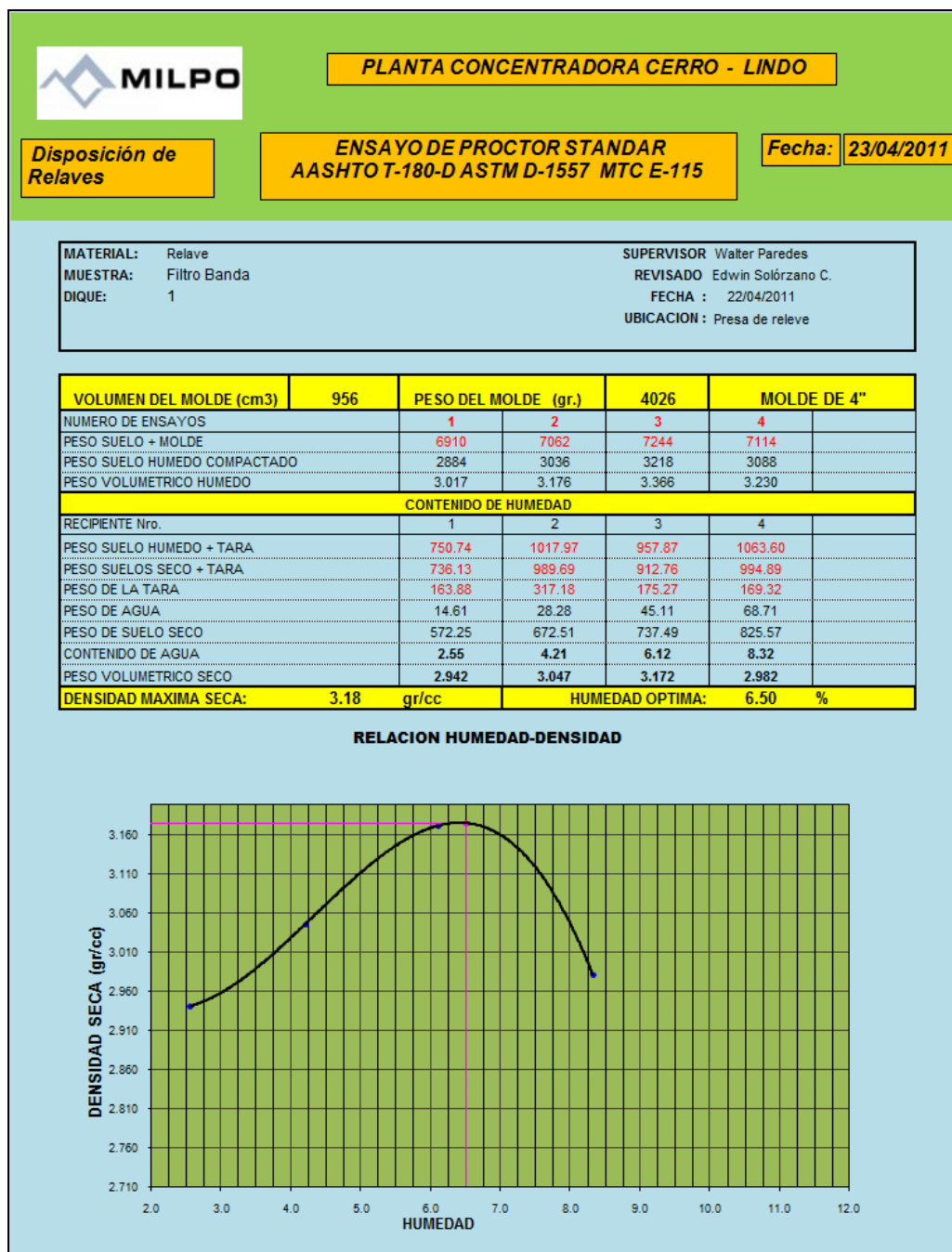


Tabla N°15: Pruebas de Densidad de Campo para relaves del filtro prensa


 MILPO DENSIDAD DE CAMPO Ensayo de cilindro metálico				
AREA MINA:	Disposición de Relaves	Fecha muestreo:	26/04/2011	
LUGAR:	Plataforma N°1	Ubicación Muestra:	Plataforma N°1	
REALIZADO POR:	WALTER PAREDES	Revisado:	Edwin Solórzano C.	
FECHA DE ENSAYO:	27/04/2011			
MATERIAL / TIPO	Relave			
ENSAYO N°		1	2	3
1	Peso de cilindro metálico + suelo húmedo (gr.)	5438.00	5442.00	5398.00
2	Peso de cilindro metálico (gr.)	2266.00	2266.00	2266.00
3	Peso del suelo húmedo (1) – (2) (gr)	3172.00	3176.00	3132.00
4	Volumen de cilindro metálico (cc)	947.85	947.85	947.85
5	Densidad del suelo húmedo (3/4) (gr/cc)	3.35	3.35	3.30
6	Humedad del suelo con horno (%)	8.42	7.97	8.18
7	Densidad del suelo seco (gr/cc)	3.09	3.10	3.05
8	Máxima densidad determinada en curva (gr/cc)	3.19	3.19	3.19
9	Porcentaje de compactación (7/8)x100 (%)	96.76	97.29	95.75
10	Compactación especificada (%)	95%	95%	95%
11	Espesor de la capa (m)	0.33	0.33	0.33
12	PASA (P) / FALLA (F)	P	P	P
CONTROL DE HUMEDAD				
1	Recipiente Nro.	1	2	3
2	Peso recipiente + suelo húmedo (gr.)	873.06	929.92	755.86
3	Peso recipiente + suelo seco (gr.)	818.42	873.30	709.78
4	Peso del agua (gr.)	54.64	56.62	46.08
5	Peso del recipiente (gr.)	169.57	162.81	146.71
6	Peso suelo seco (gr.)	648.85	710.49	563.07
7	Porcentaje de humedad (%)	8.42	7.97	8.18
OBSERVACIONES :				
Los ensayos se realizaron con material salido del filtro prensa+ 2 ciclos de tractor + 1 día de secado				
1)	1 Pasadas dobles con tractor		3) 3 pasadas dobles con rodillo	
2)	2 Pasadas dobles con tractor			

Tabla N°16: Pruebas de Densidad de Campo para compósito de relaves


 MILPO DENSIDAD DE CAMPO Ensayo de cilindro metálico				
AREA MINA:	Disposición de Relaves	Fecha muestreo:	26/04/2011	
LUGAR:	Plataforma N°1	Ubicación Muestra:	Plataforma N°1	
REALIZADO POR:	WALTER PAREDES	Revisado:	Edwin Solórzano C.	
FECHA DE ENSAYO:	27/04/2011			
MATERIAL / TIPO	Relave			
ENSAYO N°		1	2	3
1	Peso de cilindro metálico + suelo húmedo (gr.)	5468.00	5442.00	5448.00
2	Peso de cilindro metálico (gr.)	2266.00	2266.00	2266.00
3	Peso del suelo húmedo (1) – (2) (gr)	3202.00	3176.00	3182.00
4	Volumen de cilindro metálico (cc)	947.85	947.85	947.85
5	Densidad del suelo húmedo (3/4) (gr/cc)	3.38	3.35	3.36
6	Humedad del suelo con horno (%)	9.96	9.46	9.85
7	Densidad del suelo seco (gr/cc)	3.07	3.06	3.06
8	Máxima densidad determinada en curva (gr/cc)	3.17	3.17	3.17
9	Porcentaje de compactación (7/8)x100 (%)	96.91	96.57	96.41
10	Compactación especificada (%)	95%	95%	95%
11	Espesor de la capa (m)	0.33	0.33	0.33
12	PASA (P) / FALLA (F)	(P)	(P)	(P)
CONTROL DE HUMEDAD				
1	Recipiente Nro.	1	2	3
2	Peso recipiente + suelo húmedo (gr.)	872.08	918.51	736.66
3	Peso recipiente + suelo seco (gr.)	808.42	853.20	683.78
4	Peso del agua (gr.)	63.66	65.31	52.88
5	Peso del recipiente (gr.)	169.57	162.81	146.71
6	Peso suelo seco (gr.)	638.85	690.39	537.07
7	Porcentaje de humedad (%)	9.96	9.46	9.85
OBSERVACIONES :				
Los ensayos se realizaron con el compósito de ambos filtros+ 3 ciclos de tractor + 3 días de secado				
1)	1 Pasadas dobles con tractor	3) 3 pasadas dobles con rodillo		
2)	2 Pasadas dobles con tractor			

Tabla N°17: Pruebas de Densidad de Campo para Relaves de Filtro Banda


 MILPO DENSIDAD DE CAMPO Ensayo de cilindro metálico				
AREA MINA:	Disposición de Relaves	Fecha muestreo:	26/04/2011	
LUGAR:	Plataforma N°1	Ubicación Muestra:	Plataforma N°1	
REALIZADO POR:	WALTER PAREDES	Revisado:	Edwin Solórzano C.	
FECHA DE ENSAYO:	27/04/2011			
MATERIAL / TIPO	Relave			
ENSAYO N°		1	2	3
1	Peso de cilindro metálico + suelo húmedo (gr.)	5444.00	5460.00	5410.00
2	Peso de cilindro metálico (gr.)	2266.00	2266.00	2266.00
3	Peso del suelo húmedo (1) – (2) (gr)	3178.00	3194.00	3144.00
4	Volumen de cilindro metálico (cc)	947.85	947.85	947.85
5	Densidad del suelo húmedo (3/4) (gr/cc)	3.35	3.37	3.32
6	Humedad del suelo con horno (%)	10.70	10.04	9.78
7	Densidad del suelo seco (gr/cc)	3.03	3.06	3.02
8	Máxima densidad determinada en curva (gr/cc)	3.18	3.18	3.18
9	Porcentaje de compactación (7/8)x100 (%)	95.25	96.30	95.01
10	Compactación especificada (%)	95%	95%	95%
11	Espesor de la capa (m)	0.33	0.33	0.33
12	PASA (P) / FALLA (F)	P	P	P
CONTROL DE HUMEDAD				
1	Recipiente Nro.	1	2	3
2	Peso recipiente + suelo húmedo (gr.)	711.92	847.32	945.55
3	Peso recipiente + suelo seco (gr.)	657.31	785.52	875.79
4	Peso del agua (gr.)	54.61	61.80	69.76
5	Peso del recipiente (gr.)	146.82	169.83	162.74
6	Peso suelo seco (gr.)	510.49	615.69	713.05
7	Porcentaje de humedad (%)	10.70	10.04	9.78
OBSERVACIONES :				
Los ensayos se realizaron con material salido del filtro banda+ 4 ciclos de tractor + 3 día de secado				
1)	1 Pasadas dobles con tractor		3)	3 pasadas dobles con rodillo
2)	2 Pasadas dobles con tractor			



Figura N°37: Prueba de Densidad de Campo



Figura N°38: Prueba de la determinación de Proctor Estandar

CAPITULO V
PRESUPUESTO, EVALUACIÓN ECONÓMICA
Y COSTOS DE OPERACIÓN ACTUALES

5.1 INVESTIGACIÓN, PLANEAMIENTO Y EQUIPAMIENTO

5.1.1 Investigación

Las Investigaciones realizadas en los Laboratorios de CIDELCO y/o insitu en la Planta Concentradora (pruebas piloto), se hicieron usando un filtro a presión a escala cuyos gastos fueron considerados como Presupuesto de la Investigación, y cuya finalidad es obtener la parametrización y dimensiones del filtro para el tratamiento de relaves.

5.1.2 Planeamiento

El Planeamiento de Instalación de un Filtro Prensa, ha sido considerado aproximadamente en un costo total de NOVECIENTOS MIL DOLARES AMERICANOS (\$ 900,000.00), y que es detallado en el cuadro siguiente:

Tabla N°18 INVERSIÓN FILTRO PRENSA PARA RELAVES

INVERSIÓN FILTRO PRENSA RELAVE	
DETALLES DE PLANEAMIENTO	US\$
FILTRO PRENSA	603,900
COMPRESORA, 600 cfm	80,000
FAJA TRASPORTADORA	20,000
MONTAJE CIVIL	30,000
MONTAJE MECANICO	80,000
TABLEROS, CONTROL	30,000
INGENIERIA	30,000
IMPREVISTOS, OTROS 3%	26,100
TOTAL	900,000

Tabla N°19 INVERSIÓN FILTRO PRENSA PARA RELAVES

DESCRIPCIÓN		Unidad	P.U US\$	CONTRACTUAL		ACUMULADO ANTERIOR FEBRERO		ACUMULADO ANTERIOR MARZO		ACUMULADO ANTERIOR ABRIL		MAYO		ACUMULADO ACTUAL		SALDO			
				Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$	Metrado	US\$
OBRAS MECANICAS																			
Traslado de materiales almacén y zona de filtro		Glob.	1206.8	1.00	1206.8														
Habilitación de planchas bases de columnas: PL 1 1/2" x 735 mm x 735 mm (4 unid.)		Glob.	364.4	1.00	364.4														
Habilitación de crucetas para PL 1 1/2" x 200 mm x 200 mm (8 unid.)		Glob.																	
Soldadura de crucetas a planchas bases de columnas.																			
Habilitado de Vigas de arrioste de W10 x 49 de 7.10 mts (4 pza)																			
Placas de soporte de viga arrioste w10 x 49																			
Habilitado de cartelas para soporte de vigas arrioste: placas de 1/2" x 240mm x 240mm x 720 mm (8 unid)		Glob.	6901	1.00	6901														
Habilitado de cartelas para soporte de vigas arrioste: placas de 1/2" x 265 mm x 410 mm (4 unid.)																			
Habilitado de angulos de soporte de 3/8" x 2 1/2" x 445 (64 unid.)																			
Habilitado de angulos de sujeción de 3/8" x 5" x 450mm (8 unid)																			
Habilitado de angulos de sujeción de 1/2" x 4" x 250 mm (8 unid)																			
Habilitado de vigas verticales de refuerzo W8 x 31 de 2.47 mts (10 unid)		Glob.	1411.2	1.00	1411.2														
Habilitado de planchas de base superior de 3/8" x 240mm x 240mm (20 unid.)																			
Habilitado de vigas arrioste W8 x 31 de 5.00 mts promedio (24 unid)		Glob.	4704.00	1.00	4704.00														
Habilitado de Columnas W14 x90 84 pz.																			
Habilitado de largueros frontales W18x55 y W24 x 104 de 17 mts c/u dos pares		Glob.	5757.6	1.00	5757.6														
Habilitado de largueros laterales W8 x 31 y W 12 x 40 de 7.2 mts (2 unid)																			
Construcción de estructura, para piso de operaciones accesos, escaleras y baranda de protección hacia filtro prensa de zinc		Glob.	9754.00	1.00	9754.00	30%	2926.20												
Traslado y montaje del filtro prensa de zinc, con sus maniobras de rampa tirfor, teclés, estrobos nivelación de pluma de grua.			7011.20	1.00	7011.20	40%	2804.48	30%	2103.36										
Montaje de mecanismo e accesorios del filtro de zinc.			2137.10	1.00	2137.10			50%	1068.55	50%	1068.55								
Preparación e instalación de tuberías de alimentación de las bombas hacia el filtro prensa de zinc.		Glob.	1576.80	1.00	1576.80							50%	788.40						
Preparación he instalación de tuberías de descarga del filtro prensa hacia el espesador		Glob.	1412.40	1.00	1412.40							100%	1412.40						
Preparación e instalación de tubería de agua hacia el filtro prensa de zinc.		Glob.	1367.20	1.00	1367.20					40%	546.88	20%	273.44						
Preparación he instalación de tubería de aire instrumentación		Glob.	1157.60	1.00	1157.60					40%	463.04	20%	231.52						
Desmontaje de estructura de la faja del filtro disco con todos sus pisos gradas y barandas		Glob.	3034.40	1.00	3034.40	25%	758.60	50%	1517.2										
Construcción de estructura de piso, grada baranda de protección de acceso al filtro de discos hacia el filtro prensa de zinc.		Glob.	4972.80	1.00	4972.80	25%	1243.20	25%	1243.2										
Pintado de estructura en general		Glob.	4864.29	1.00	4864.29	51%	2480.79												
Prolongación del techo actual con sus respectivos accesorios y refuerzos.		Glob.	4753.60	1.00	4753.60									40%	1901.44	40%	1901.44		
COSTO DIRECTO			62386.39				10213.27		5932.31		2078.47		2705.76				1901.44		
GASTOS GENERALES 10%			6238.64				1021.33		593.23		207.85		270.58				190.14		
UTILIDAD 15%			10293.75				1685.19		978.83		342.95		446.45				313.74		
MONTO TOTAL			78918.78				12919.78		7504.37		2629.26		3422.79				2405.32		

NOTA: No incluye IGV.

5.1.3 Equipamiento.

El equipamiento para el Proyecto de Filtro Prensa, está comprendido por:

- PAQUETE DE PLACAS:** Diafragma Mixto
 Marca: LENSER
 Material de las Lonas: Polipropileno P-cc
 Material de las Placas: Polipropileno con cuello de Caucho
 Tamaño: 2000 mm x 2000 mm.

Número de Cámaras:	50
Placas con Membrana:	25 Unidades
Placas Intermedias Rígidas:	24 Unidades
Media Placa de Cabeza:	01 Pieza
Media Placa de Cola:	01 Pieza
Superficie Filtrante:	325 m ²
Volumen del Filtro:	8,200Ltx (factor de inflado membranas 0.8)

- **UNIDAD HIDRAULICA**

Marca:	CIDELCO
Presión de cierre:	mínimo 240 bar, máximo 250 bar.
Tensión de Trabajo:	440V
Frecuencia de Trabajo:	60 Hz.

- **TABLERO DE CONTROL/ELECTRONICO**

Tensión de tablero:	440V.
Tensión de Control:	24Vcc.
Protección:	IP 55
Frecuencia:	50 o 60Hz.
Control del Comando:	Programable con PLC
Panel View de LCD	
Operación:	Automático
Semiautomático (partes de ciclo)	
Tarjeta modem:	Monitoreo a Distancia
Pintura:	Base Epoxi

Color: Gris RAL 7032 (cuadro eléctrico)

Espesor: 60 µm.

- **SISTEMA DE ALIMENTACION DE FILTRO PRENSA**

La alimentación de pulpa al filtro Prensa se realiza mediante una bomba centrífuga.

Marca: Warman

Tipo: Centrífuga 6" x 5" - 150 psi.

Sello: Seco

Motor: 75 HP, Trifásico de 440 V

- **COMPUERTA DE DESCARGA**

Accionamiento Automático y manual: Electro-Hidráulico

Material de los Ejes y Soporte: Acero al Carbono

Material de las Compuertas: Acero Inoxidable

- **SISTEMA DE LAVADO DE LONAS**

Consumo de Agua: 800 Lt/ciclo

Presión de Trabajo: 10 bar.

Material de construcción (tubos y puntas): AISI 304

Potencia Eléctrica: 40 HP

Tiempo de Operación: 60 seg/ciclo

- **Asesoría de Instalación y Arranque**

- **Manuales**

5.1.4 Costo por Operación y Mantenimiento

El Costo por Operaciones y Mantenimiento Mensual del equipo ha sido calculado en NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO DOLARES AMERICANOS (\$ 9,825.00), en la que se considera lo siguiente:

- Mantenimiento de Bomba.
- Cambio de Lonas
- Consumo de energía de Bomba Warman.
- Consumo de energía del Filtro Prensa.
- Cambio de válvulas pinch y automáticas tipo mariposa.
- Servicios adicionales no previstos.

Tabla N°20 Costos por Operación y Mantenimiento Mensual

COSTOS POR MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	
Descripción	US\$ Mensuales
Lonas Consumo Mensual	6,125
Mantenimiento Mec.Elect.	1,000
Costo Respuestos	2000
Mano de obra Operador	700
TOTAL	9,825

5.2 EVALUACIÓN DE PROYECTOS POTENCIALES DE LA CARTERA DE PROYECTOS CON FILTRO PRENSA (APLICANDO COSTO DE OPORTUNIDAD).

Descargar el espesador de 8m (laminas) exclusivamente al filtro prensa y no a los filtros banda, permite tener una humedad de hasta 9.5% en los filtro banda (por la omisión de finos al holding tank) y de 8 % en el filtro prensa, permitiendo una mejor compactación durante la disposición, menor tiempo de secado y consecuentemente mayor área de disposición, principalmente por la postergación de las fases con respecto a los botaderos, permitiendo un aumento en la producción , superando problemas que puedan presentarse con la bomba putzmeister en la Planta de Relleno en Pasta.

Los costos mensuales totales ascienden a: \$17,000 y los beneficios hacen un total de \$35,000, en una primera etapa, principalmente por la postergación de fases con respecto a los botaderos.

Considerando una mayor área de disposición, con menor tiempo de secado para el conformado (por la humedad y granulometría de los relaves depositados), los costos según la hoja dinámica *DINAMIC FASEO DISPOSICIÓN* podrían verse aminorados en 0.3\$/TMS, y hasta en 0.4\$/TMS en época de lluvias con un retorno de la inversión de 3 año y medio en equipos, pero sólo es posible, garantizando un mayor % de operatividad del Filtro Prensa.

Dinamic Faseo_DRF - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista

Arial 8 General Formato condicional Dar formato como tabla Estilos de celda Insertar Eliminar Formato Autosuma Rellenar Ordenar y filtrar Buscar y seleccionar

P4

DEPOSITO DE RELAVES FILTRADOS - CERRO LINDO

Precio de petróleo (US\$/gln): **\$3.73**

NOTA: ACTUALIZAR CON TODOS LOS DATOS EL FILTRO ANTES DE USARLO

DIA	PERIODO	PROVEEDOR	DEPOSITO DE RELAVES	EQUIPO	PLACA / MODELO	CODIGO	CA P	VIAJES	LAMPONES	VOL (M3)	H	M	HRS	HRS S/T	FASE	P.U. (US\$/HM)	TOTAL (US\$)	P.U. REAL (US\$/HN)	COSTO EQUIPO (US\$)	COMB. (gln)	COSTO COMB. (US\$)	T U		
197	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-932	V-04	7		67.74			2.18		D1	\$34.00	\$74.12	\$34.00	\$74.12		\$0.00	DIA	Transporte	
198	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-932	V-04	9		87.10			2.30		D2	\$34.00	\$78.20	\$34.00	\$78.20		\$0.00	DIA	Transporte	
199	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-934	V-05	7		67.74			2.18		D1	\$34.00	\$74.12	\$34.00	\$74.12		\$0.00	DIA	Transporte	
200	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-934	V-05	9		87.10			2.30		D2	\$34.00	\$78.20	\$34.00	\$78.20		\$0.00	DIA	Transporte	
201	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-935	V-06	7		67.74			2.18		D1	\$34.00	\$74.12	\$34.00	\$74.12		\$0.00	DIA	Transporte	
202	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-935	V-06	9		87.10			2.30		D2	\$34.00	\$78.20	\$34.00	\$78.20		\$0.00	DIA	Transporte	
203	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V-200	CF-01									\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Transporte	
204	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-02						5.60		E1	\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
205	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-03									\$60.00	\$236.00	\$60.00	\$236.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
206	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-03									\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
207	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-04									\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
208	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Excavadora	320DL	EX-01									\$70.00	\$0.00	\$70.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
209	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Tractor sfonugas	D7R	TR-01						3.00		C2	\$80.00	\$240.00	\$80.00	\$240.00		\$0.00	DIA	Conformac	
210	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Tractor sfonugas	D6T	TR-02									\$70.00	\$0.00	\$70.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Conformac	
211	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Rodillo liso vibr.	CS533	RL-01									\$45.00	\$0.00	\$45.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Conformac	
212	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Rodillo liso vibr.	CS533	RL-01						3.00		C2	\$45.00	\$135.00	\$45.00	\$135.00		\$0.00	DIA	Conformac	
213	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Camión volquete	XP-6789	V-01									E2	\$34.00	\$0.00	\$34.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Stand by
214	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Camión volquete	V/IG-933	V-02	16		154.94			4.46		D4	\$34.00	\$195.64	\$34.00	\$195.64		\$0.00	DIA	Transporte	
215	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Camión volquete	V/IG-934	V-03	17		164.52			4.70		D2	\$34.00	\$193.80	\$34.00	\$193.80		\$0.00	DIA	Transporte	
216	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-932	V-04	16		154.94			2.18		D4	\$34.00	\$74.12	\$34.00	\$74.12		\$0.00	DIA	Transporte	
217	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-934	V-05	16		154.94			5.10		D4	\$34.00	\$173.40	\$34.00	\$173.40		\$0.00	DIA	Transporte	
218	28-ene-11	23-ene-11	MULTICOSEILOR	DR	Camión volquete	V/II-935	V-06	16		154.94			5.10		D4	\$34.00	\$173.40	\$34.00	\$173.40		\$0.00	DIA	Transporte	
219	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V-200	CF-01						2.70		E1	\$60.00	\$162.00	\$60.00	\$162.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
220	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-02									\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
221	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-03						10.20		E1	\$60.00	\$612.00	\$60.00	\$612.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
222	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-03									\$60.00	\$0.00	\$60.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
223	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Cargador Frontal	V/A-470	CF-04						9.80		E1	\$60.00	\$588.00	\$60.00	\$588.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
224	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Excavadora	320DL	EX-01						5.20		E1	\$70.00	\$364.00	\$70.00	\$364.00		\$0.00	DIA	Trabajos er	
225	28-ene-11	23-ene-11	ARABE	DR	Tractor sfonugas	D7R	TR-01						5.00		C2	\$80.00	\$400.00	\$80.00	\$400.00		\$0.00	DIA	Conformac	
226	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Tractor sfonugas	D6T	TR-02									\$70.00	\$0.00	\$70.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Conformac	
227	28-ene-11	23-ene-11	MILPO	DR	Rodillo liso vibr.	CS533	RL-01									\$45.00	\$0.00	\$45.00	\$0.00		\$0.00	DIA	Conformac	

DATA-HRS HRST VOL X FASE HOR MAQ DIA Costo x maq costo x fase Hrs ST x Periodo Ciclos Para RD Costos Costos Planta Horas fases Precio HM

Figura N°39 Hoja dinámica “*DINAMIC FASEO DISPOSICIÓN*”

Debido a una cartera amplia y diversa de proyectos, por ser una Unidad relativamente nueva, es que se somete también a una evaluación económica, el proyecto de filtrado de concentrado de Zinc en el Filtro Prensa y es que no sólo es importante implantar los proyectos que sean “buenos”, interesa elegir a los mejores tomando la mejor decisión de inversión. En Proyectos de inversión simple, tanto el criterio del VAN como de la TIR conducen a la misma decisión de aceptación/rechazo, pero estos criterios pueden no coincidir cuando se trata de ordenar o jerarquizar una lista de oportunidades de

inversión. A continuación se detallan a través de las tablas el cálculo del VAN y el TIR para ambos proyectos, en escenarios distintos.

5.2.1 Proyecto Filtro Prensa operando con Relaves

Tabla N°21 Reducción de Costos para 3 escenarios distintos, deducidos de la hoja dinámica, en las fases que involucran movilización a botaderos y utilización de equipos por días de secado.

%reducción de costos		ESPERADO		
-65%	verano		invierno	
	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS
A7	0.06508	0.0228	0.08661	0.0303
C4	0.04461	0.0156	0.05273	0.0185
C5	0.03776	0.0132	0.08788	0.0308
D4	0.16341	0.0572	0.30184	0.1056
D5	0.04293	0.0150	0.07222	0.0253
F3	0.04454	0.0156	0.04295	0.0150
%reducción de costos		PESIMISTA		
-35%	verano		invierno	
	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS
A7	0.06508	0.0423	0.08661	0.0563
C4	0.04461	0.0290	0.05273	0.0343
C5	0.03776	0.0245	0.08788	0.0571
D4	0.16341	0.1062	0.30184	0.1962
D5	0.04293	0.0279	0.07222	0.0469
F3	0.04454	0.0289	0.04295	0.0279
%reducción de costos		OPTIMISTA		
-85%	verano		invierno	
	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS	Costo \$/TMS
A7	0.06508	0.0098	0.08661	0.0130
C4	0.04461	0.0067	0.05273	0.0079
C5	0.03776	0.0057	0.08788	0.0132
D4	0.16341	0.0245	0.30184	0.0453
D5	0.04293	0.0064	0.07222	0.0108
F3	0.04454	0.0067	0.04295	0.0064

*Referencia valida de la hoja excel data faseo

Tabla N°22 Determinación del VAN y el TIR para 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves.

Proyecto Relave	Esperado Relave		Pesimista Relave		Optimista Relave	
	-65%		-35%		-85%	
Tasa de Descuento	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
-2.4%	\$ 1,181,671	1.47%	\$ 62,984	-2.12%	\$ 1,927,462	3.18%
-2.1%	\$ 1,037,921	1.47%	-\$ 4,790	-2.12%	\$ 1,733,061	3.18%
-1.8%	\$ 906,064	1.47%	-\$ 66,911	-2.12%	\$ 1,554,715	3.18%
-1.5%	\$ 785,022	1.47%	-\$ 123,897	-2.12%	\$ 1,390,968	3.18%
-1.2%	\$ 673,818	1.47%	-\$ 176,211	-2.12%	\$ 1,240,504	3.18%
-0.9%	\$ 571,570	1.47%	-\$ 224,275	-2.12%	\$ 1,102,134	3.18%
-0.6%	\$ 477,482	1.47%	-\$ 268,469	-2.12%	\$ 974,782	3.18%
-0.3%	\$ 390,831	1.47%	-\$ 309,137	-2.12%	\$ 857,477	3.18%
0.0%	\$ 310,965	1.47%	-\$ 346,590	-2.12%	\$ 749,335	3.18%
0.3%	\$ 237,292	1.47%	-\$ 381,110	-2.12%	\$ 649,560	3.18%
0.6%	\$ 169,276	1.47%	-\$ 412,952	-2.12%	\$ 557,428	3.18%
0.9%	\$ 106,430	1.47%	-\$ 442,348	-2.12%	\$ 472,282	3.18%
1.2%	\$ 48,312	1.47%	-\$ 469,508	-2.12%	\$ 393,526	3.18%
1.5%	-\$ 5,477	1.47%	-\$ 494,623	-2.12%	\$ 320,621	3.18%
1.8%	-\$ 55,302	1.47%	-\$ 517,866	-2.12%	\$ 253,074	3.18%
2.1%	-\$ 101,494	1.47%	-\$ 539,394	-2.12%	\$ 190,439	3.18%
2.4%	-\$ 144,355	1.47%	-\$ 559,350	-2.12%	\$ 132,308	3.18%

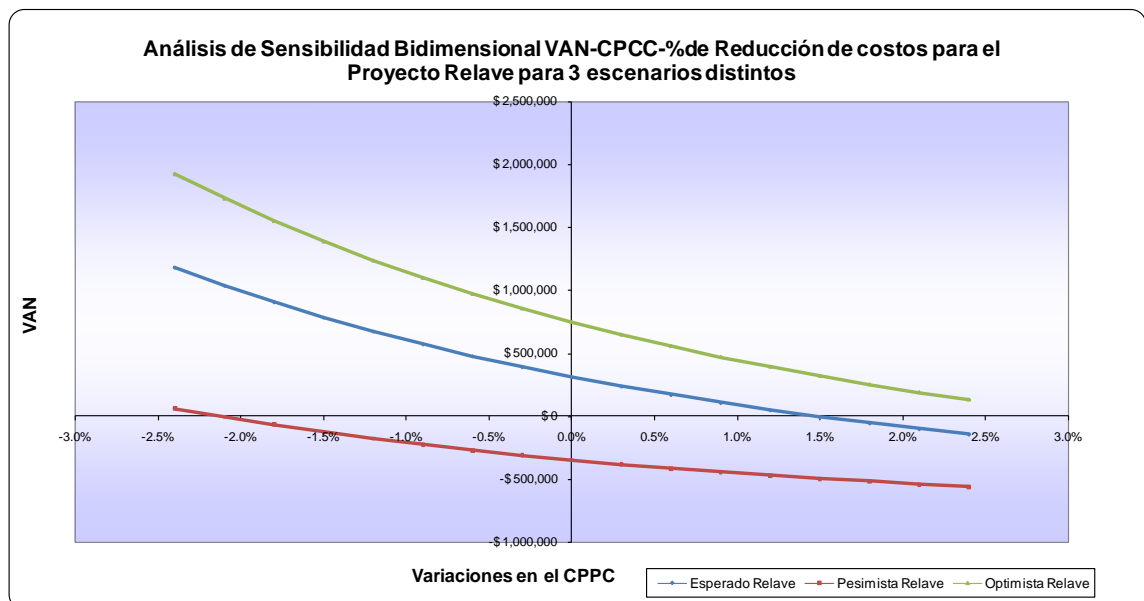


Figura N°40 Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves.

5.2.2 Proyecto Filtro Prensa operando con Concentrado de Zinc

Tabla N°23 Reducción de Costos para 3 escenarios distintos, por el ahorro en los fletes y reactivos tales Dewatering y Cal Viva

Escenario Optimista

DEWATERING	3.8	US\$/Kg	0.001	kg/TMS
			0.0006	kg/TMS

CAL VIVA	0.25	US\$/Kg	0.900	kg/TMS
			0.6000	kg/TMS

FLETE	42.0	\$/TMHConc.
Humedad antes	9.7	%
Humedad después	7.0	%

Escenario Esperado

DEWATERING	3.8	US\$/Kg	0.0010	kg/TMS
			0.0008	kg/TMS

CAL VIVA	0.25	US\$/Kg	0.900	kg/TMS
			0.7500	kg/TMS

FLETE	42.0	\$/TMHConc.
Humedad antes	9.7	%
Humedad después	8	%

Escenario Pesimista

DEWATERING	3.8	US\$/Kg	0.0010	kg/TMS
			0.0009	kg/TMS

CAL VIVA	0.25	US\$/Kg	0.900	kg/TMS
			0.8500	kg/TMS

FLETE	42.0	\$/TMHConc.
Humedad antes	9.7	%
Humedad después	8.8	%

Tabla N°24 Determinación del VAN y el TIR para 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de Zinc.

Proyecto Conc.	Esperado Conc.		Pesimista Conc.		Optimista Conc.	
	-25%		-15%		-40%	
Tasa de Descuento	VAN	TIR	VAN	TIR	VAN	TIR
-2.4%	\$ 164,622	-1.73%	-\$ 600,353	-6.15%	\$ 1,242,135	1.45%
-2.1%	\$ 87,295	-1.73%	-\$ 624,285	-6.15%	\$ 1,089,599	1.45%
-1.8%	\$ 16,500	-1.73%	-\$ 646,123	-6.15%	\$ 949,846	1.45%
-1.5%	-\$ 48,361	-1.73%	-\$ 666,063	-6.15%	\$ 821,710	1.45%
-1.2%	-\$ 107,830	-1.73%	-\$ 684,281	-6.15%	\$ 704,137	1.45%
-0.9%	-\$ 162,394	-1.73%	-\$ 700,936	-6.15%	\$ 596,176	1.45%
-0.6%	-\$ 212,494	-1.73%	-\$ 716,171	-6.15%	\$ 496,966	1.45%
-0.3%	-\$ 258,529	-1.73%	-\$ 730,116	-6.15%	\$ 405,729	1.45%
0.0%	-\$ 300,861	-1.73%	-\$ 742,887	-6.15%	\$ 321,760	1.45%
0.3%	-\$ 339,816	-1.73%	-\$ 754,591	-6.15%	\$ 244,421	1.45%
0.6%	-\$ 375,690	-1.73%	-\$ 765,324	-6.15%	\$ 173,133	1.45%
0.9%	-\$ 408,752	-1.73%	-\$ 775,171	-6.15%	\$ 107,372	1.45%
1.2%	-\$ 439,245	-1.73%	-\$ 784,213	-6.15%	\$ 46,662	1.45%
1.5%	-\$ 467,391	-1.73%	-\$ 792,519	-6.15%	-\$ 9,428	1.45%
1.8%	-\$ 493,390	-1.73%	-\$ 800,155	-6.15%	-\$ 61,292	1.45%
2.1%	-\$ 517,423	-1.73%	-\$ 807,178	-6.15%	-\$ 109,286	1.45%
2.4%	-\$ 539,658	-1.73%	-\$ 813,643	-6.15%	-\$ 153,733	1.45%

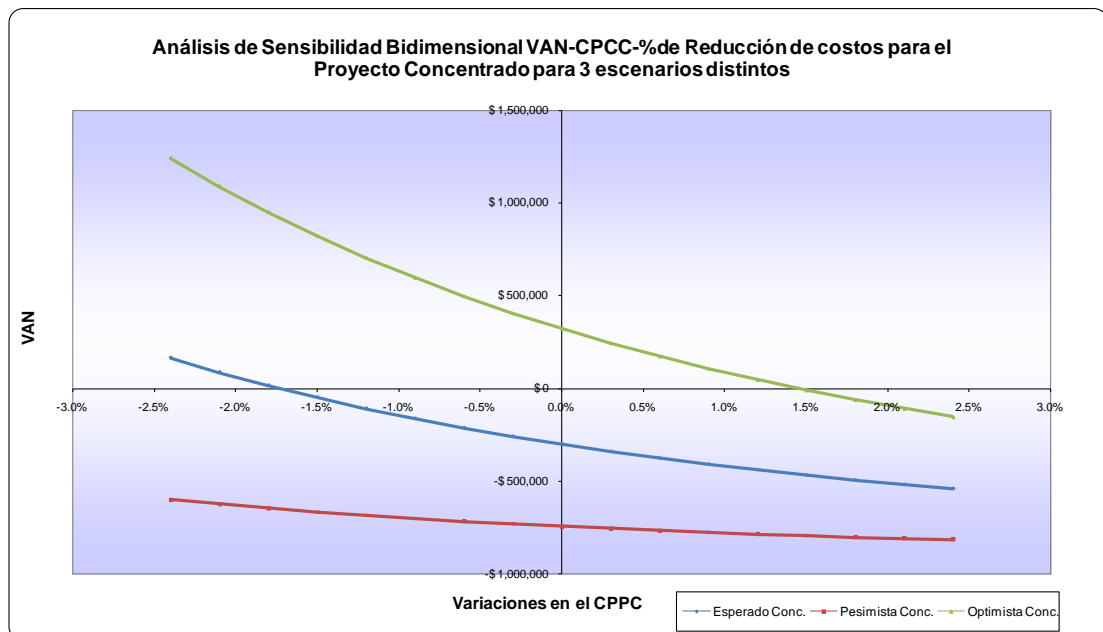


Figura N°40 Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de zinc

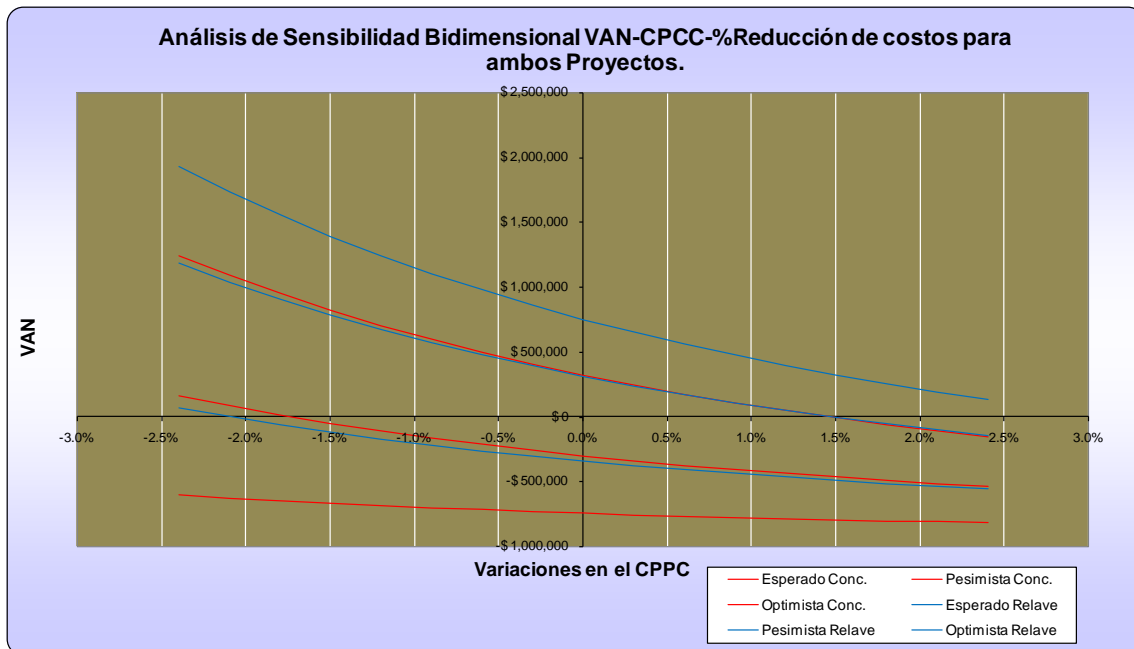


Figura N°41 Análisis Bidimensional para los 3 escenarios: Esperado, Pesimista y Optimista para la operación del Filtro Prensa con relaves y concentrado de zinc

5.2.3 Análisis de Flujos Incrementales

Al realizar el análisis bidimensional entre los dos proyectos a diferentes escenarios se encuentran dos escenarios (un escenario esperado con relaves y un escenario optimista con concentrado de zinc) en donde, tanto el criterio del VAN como de la TIR conducen a la misma decisión de aceptación, por lo que es necesario analizar la tasa interna de rentabilidad de los flujos netos de caja incrementales.

Tabla N°25 Determinación del VAN y el TIR para un escenario Esperado, para la operación del Filtro Prensa con Relaves

VAN-TIR PROYECTO DE INSTALACIÓN DE FILTRO PRESNA PARA LA DISPOSICIÓN DE RELAVES (Escenario Esperado)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	Meses	may-11	jun-11	jul-11	ago-11	sep-11	oct-11	nov-11	dic-11	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13	oct-13	nov-13	dic-13	ene-14	feb-14	mar-14	abr-14	TOTAL U.S.S																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
INVERSIONES	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292

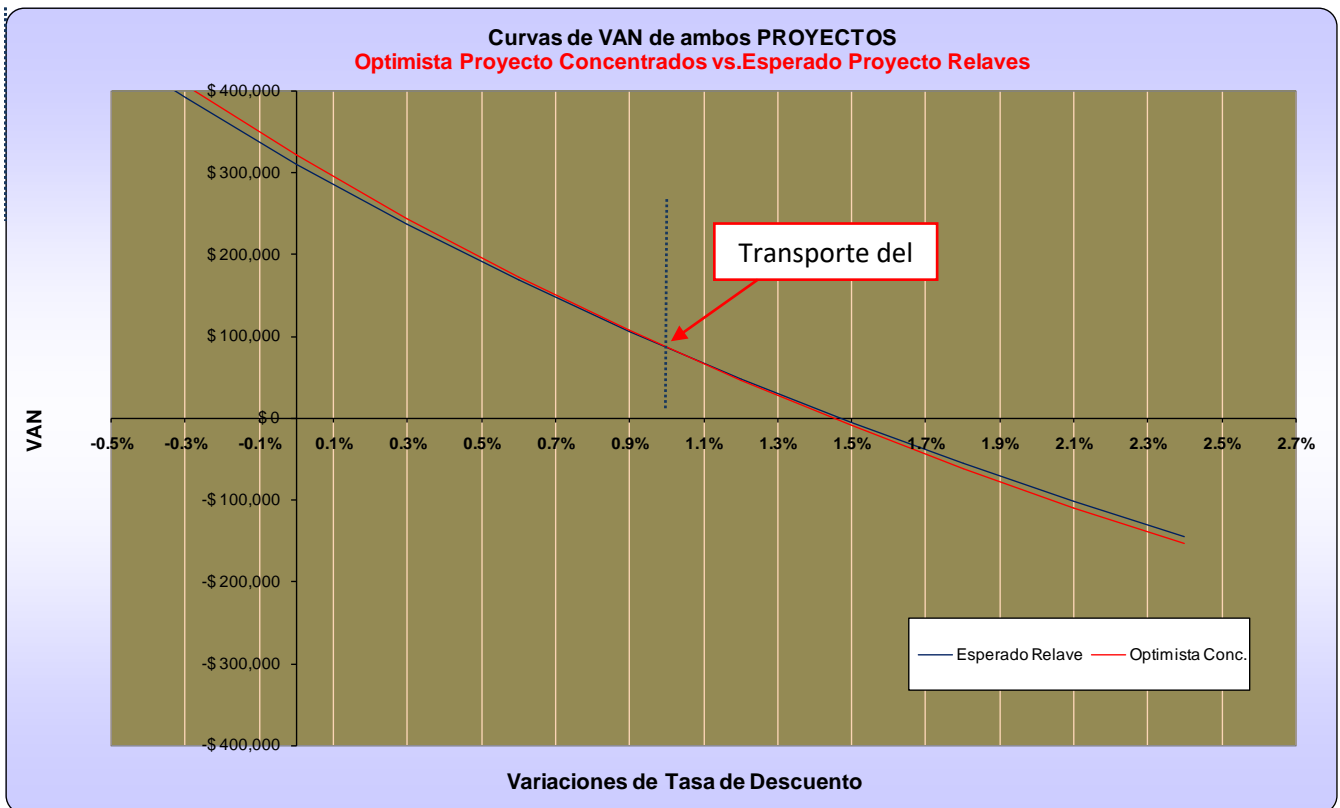


Figura N°42 Análisis Bidimensional para los 2 escenarios: Esperado para la operación del filtro prensa con Relaves, y Optimista para la operación del Filtro Prensa con concentrado de zinc. □

Tabla N°27 Resumen de la determinación del VAN y el TIR, de los diferentes escenarios propuestos para ambos proyectos, así como de los flujos incrementales.

Resumen de escenario PROYECTOS RELAVES		Escenario Esperado	Escenario Pesimista	Escenario Optimista
		A	B	C
Tasa de Decrecimiento de Costo		-65%	-35%	-85%
VAN		131,329	-430,705	506,019
TIR		1.47%	-2.12%	3.18%

Resumen de escenario PROYECTOS CONCENTRADOS		Escenario Esperado	Escenario Pesimista	Escenario Optimista
		D	E	F
Tasa de consumo y reducción de humedad		-25%	-15%	-40%
VAN		-395,663	-771,278	133,414
TIR		-1.73%	-6.15%	1.45%

F - A	VAN	TIR	Orden VAN	Orden TIR
PROYECTOS RELAVES	131,329	1.47%	2	1
PROYECTOS CONCENTRADOS	133,414	1.45%	1	2
VP Flujo Incremental	132,386.20			
TIR Flujo Incremental		1.005%		
Costo de Oportunidad de Capital		0.778%		

Como $k=0.778\%$, y es menor a la tasa de Fisher (1.005%), los proyectos A y B no ordenan igual.

Como son mutuamente excluyentes, ¿por cuál se debe acometer la empresa?

El proyecto con mayor VAN es el que se debería elegir. Pero la rentabilidad del proyecto F es inferior a la del proyecto A ($TIR_F < TIR_A$).

Las TIR respectivas resultan ser el 1.47% y el 1.45% . Por lo tanto, de acuerdo con el criterio de la TIR, el proyecto A parece preferible al F.

Si el coste de oportunidad de capital es del 0.78% se obtienen los VAN 131,329 y 133,414 respectivamente. En consecuencia, el criterio del VAN hace preferible el proyecto F, en contradicción aparente con la conclusión anterior. Para dilucidar esta

cuestión se empezará por deducir como varia el VAN de cada proyecto con la tasa de actualización aplicada. En la Figura N°42 se aprecia que se obtienen dos curvas monótonas decrecientes, que se cortan. Para valores bajos de la tasa de actualización el VAN del proyecto F es mayor que el del A, pero el VAN del proyecto F disminuye más rápidamente que el de A, hasta llegar a igualarse para una tasa del 1.005% (Tasa de Fisher). Por encima de este valor, el VAN del proyecto A pasa a ser el mayor. Estos hechos significan que, con el criterio del VAN, como el coste de oportunidad de capital de la empresa es menor que el 1.005%, se preferirá el proyecto F.

Como el proyecto A es rica en ideas y oportunidades, su coste de oportunidad es elevada y descuenta fuertemente los ingresos futuros. Tiende así a rechazar el proyecto F cuya rentabilidad dependa de ingresos elevados a largo plazo, con peores oportunidades, por lo que se inclinaría por el F, para el caso de los escenarios comparados.

5.3 COMPARACIÓN DE COSTOS ACTUALES DE DISPOSICIÓN DE RELAVES ANTERIORES Y POSTERIORES AL FILTRO PRENSA

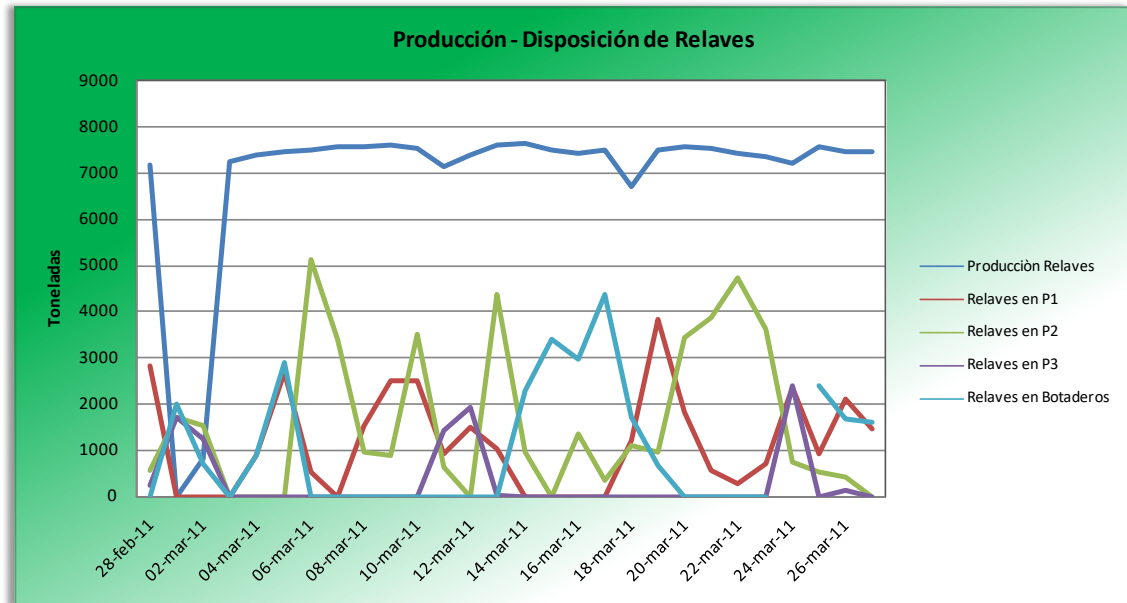
A continuación se detallan los costos actuales anteriores y posteriores a la instalación del filtro prensa, este costo está calculado en función a las fases que se desarrollan durante el carguío de relaves, para los cuadros mostrados se detallan costos en los meses que no corresponden a temporadas de lluvias, antes de la ampliación a las 10,000 TMH ocurrido en el mes de Octubre del 2011.

Tabla N°28: Costo de la Disposición de Relaves sin la operación del filtro prensa**4.4 Costo de Equipos por fases *****

Fase	Costo US\$
A6	6,460.00
A7	8,936.00
C1	13,365.50
C4	1,470.00
C5	1,606.00
D1	9,776.81
D2	17,689.22
D4	4,279.58
D5	6,023.10
E1	1,998.20
F1	19,680.16
F3	3,800.00
C2	16,300.50
C3	3,407.00
D3	2,124.42
Total general	116,916.50

4,5 Costo Promedio Mensual por Tonelada Transportada de Cono a Plataformas + Botaderos:

Relave Mensual Transportado (Ton)	US \$ / Mes	US\$ / Ton
115,342.50	116,916.50	1.01



Ratios de Producción:

Producción Día Promedio de Relave (Ton):	6,957.14
Producción Día Promedio de Relave Filtrado (Ton):	4,000.51
Relave Promedio Día depositado en PC (Ton):	1,197.00
Relave Promedio Día depositado en PC (Ton):	1,696.63
Relave Promedio Día depositado en PC (Ton):	305.38
Relave Promedio Día depositado en Botaderos (Ton):	956.77

- El promedio de días de secado durante operación normal (días sin lluvia) es de 5 días.

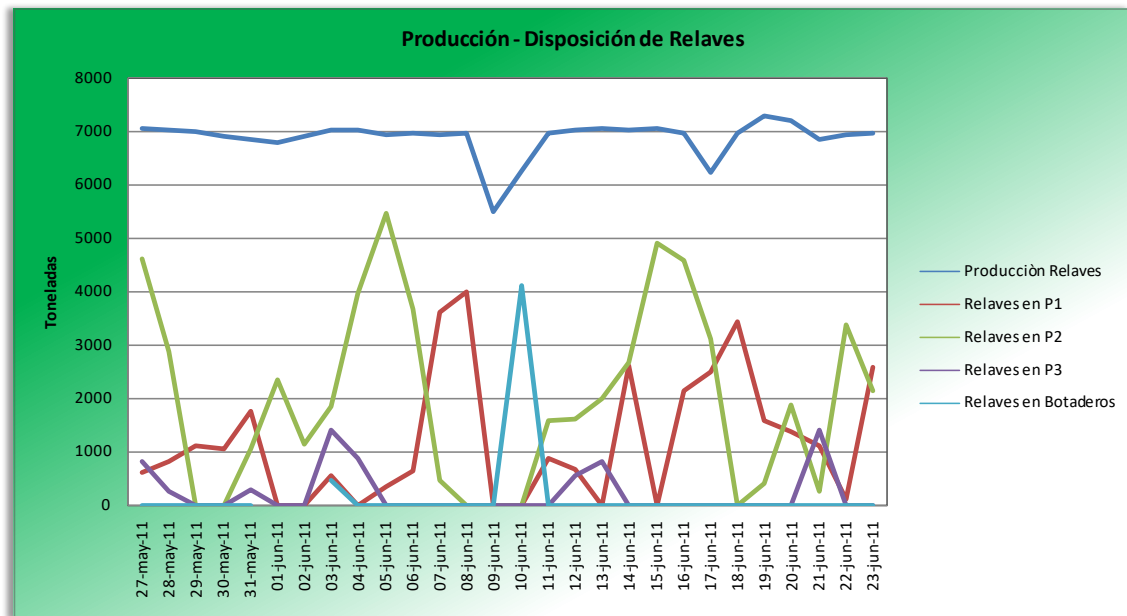
Fig. N°43: Curvas de Producción de Relaves y de las diferentes fases de disposición de relaves sin la operación del filtro prensa.

Tabla N°29: Costo de la Disposición de Relaves con la operación del filtro prensa**4.4 Costo de Equipos por fases *****

Fase	Costo US\$
A7	2,425.00
C1	12,721.00
D1	8,829.96
D2	13,372.99
D4	2,345.69
D5	1,282.69
F1	16,866.00
F3	2,148.00
C2	12,512.50
C3	8,001.50
D3	2,837.70
C4	246.00
E1	2,056.00
A6	8,124.00
Total general	93,769.01

4,5 Costo Promedio Mensual por Tonelada Transportada de Cono a Plataformas + Botaderos:

Relave Mensual Transportado (Ton)	US \$ / Mes	US\$ / Ton
123,716.25	93,769.01	0.76



Ratios de Producción:	
Producción Día Promedio de Relave (Ton):	6,901.02
Producción Día Promedio de Relave Filtrado (Ton):	3,606.42
Relave Promedio Día depositado en P1 (Ton):	1,250.69
Relave Promedio Día depositado en P2 (Ton):	2,116.09
Relave Promedio Día depositado en P3 (Ton):	205.77
Relave Promedio Día depositado en Botaderos (Ton):	158.41
<i>- El promedio de días de secado durante operación normal (días sin lluvia) es de 3 días.</i>	

Fig. N°44: Curvas de Producción de Relaves y las diferentes fases de disposición de relaves con la operación del filtro prensa.

CAPITULO VI

ANALISIS Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

6.1 De las muestras tomadas para las pruebas de Filtración en el Laboratorio Estándar se llegó a establecer:

- Las humedades obtenidas al filtrar la fracción fina (partículas menores a 53 micras) a la densidad normal de 17% de sólidos es alta, superior a 12.3%. Sin embargo, este nivel mejora notoriamente, hasta 9.23% H₂O, cuando la pulpa se le espesa hasta 46% de sólidos, pudiendo mejorar más, si se le llevara a una mayor consistencia de sólidos en un espesador.
- El filtrado de la fracción fina, precisa de un mayor tiempo de filtrado por lo que el ciclo dura 50% más que para el caso del relave total. Esto implica que el filtro prensa caerá drásticamente en capacidad de filtrado, cuando opere con solo los finos del relave; ver tabla.
- Al filtrar el relave entero o global, es decir sin separar finos de gruesos, el filtro prensa es capaz de producir muy buenos niveles de humedad cuando el producto se le sedimenta en un espesador, por encima del 50% de sólidos. En estas condiciones se obtuvieron humedades en el rango de 7.87 a 10.19% de H₂O.
- La fracción gruesa del relave (mayor a 53 micras) presentó serias dificultades para el bombeo, no lográndose impulsar la pulpa hacia el interior de las cámaras de filtrado. Al no haber partículas finas, la pulpa gruesa se queda prácticamente sin el facilitador para poder desplazarse por la tubería. Es conocido el efecto “lubricante” que proporcionan las partículas finas en el bombeo de las pulpas.

6.2 Del desarrollo de las últimas pruebas experimentales en el Filtro Prensa

establecidas en el mes de Abril (para una mayor continuidad de los ciclos y mejor humedad) y luego de haber superado algunas dificultades electrónicas y mecánicas, se ha definido operativamente acondicionar pulpa en el Holding Tank del filtro prensa, bombeando finos del espesador, (densidad: 1600-1800gr/lt) y relave total (densidad: 2350-2450gr/lt) a una proporción de 30% y 70% respectivamente, para una densidad promedio de 2280gr/lt. Con ésta densidad, y los nuevos parámetros de tiempo (ver Tabla N°30), para éste tipo de carga se está obteniendo una humedad promedio de 7.5 %, en el filtro banda.

Tabla N°30: Etapas de un ciclo de filtrado en automático

	ETAPAS DE UN CICLO DE FILTRADO EN AUTOMATICO	Tiempo/seg
1	Cierre	150
2	Presurización del Filtro	20
3	Alimentación con pulpa al filtro	140
4	Inflado de membranas con aire comprimido y lavado de tubería de alimentación con agua.	30
5	Secado diagonal 1	60
6	Secado diagonal 2	20
7	Secado diagonal 3	30
8	Limpieza de canal de alimentación	40
9	Secado diagonal 4	20
10	Despresurizado de membranas y lavado de tubería	20
11	Pre-apertura	8
12	Goteo/abre compuerta	3
13	Descarga total del filtro	180
14	Cerrar Compuerta	5
15	Lavado total de lonas	360
	Duración total del ciclo / minutos	17 min

Con ello siendo conservadores deberíamos estar realizando hasta 33 ciclos por guardia, totalizando una producción diaria de aproximadamente 1100 TMH.

El concepto original de las 1500 TMH, no es posible debido a la implementación del nuevo diseño del sistema de lavado de las lonas, implementado por parte de CIDELCO para su operación en Filtrado de Relaves, el anterior modelo de lavado se hacía en 1 minuto, el actual dura 6 min.

6.3 De las muestras tomadas para la realización de las pruebas proctor estándar para cada tipo de relave producido por los filtros banda, filtro prensa y compuesto de ambas se obtuvieron la Densidad Máxima y Humedad óptima de compactación.

Las pruebas de campo iniciales de compactación, fueron realizadas mediante el ensayo del Cono de Arena, y los relaves fueron ensayados variando los ciclos de tractor, días de secado y pasadas de rodillo, de tal forma que entreguen un suelo óptimo para la disposición. Los resultados para el compuesto fueron: 96.91%, 96.57%, 96.41%, todos están por encima del 95% de Proctor Estándar requerido.

6.4 Al realizar el análisis bidimensional entre los dos proyectos a diferentes escenarios se encuentran dos escenarios en donde, tanto el criterio del VAN como de la TIR conducen a la misma decisión de aceptación, por lo que es necesario analizar la tasa interna de rentabilidad de los flujos netos de caja incrementales.

De los análisis hechos, significan que, con el criterio del VAN, como el coste de oportunidad de capital de la empresa es menor que el 1.005%, se preferirá el proyecto de filtrado de concentrado de zinc para un escenario optimista, pero como el proyecto A es rica en ideas y oportunidades, su coste de oportunidad es elevada y descuenta fuertemente los ingresos futuros. Tiende así a rechazar el proyecto de filtrado de

concentrado de zinc cuya rentabilidad dependa de ingresos elevados a largo plazo, con peores oportunidades, por lo que se inclinaría por el proyecto de filtrado de relaves.

6.5 Evaluación del Costo Beneficio. Los costos mensuales ascienden a: \$17,000 y los beneficios hacen un total de \$35,000 principalmente por la reducción de costos en las fases que se detallan en la Tabla N°31.

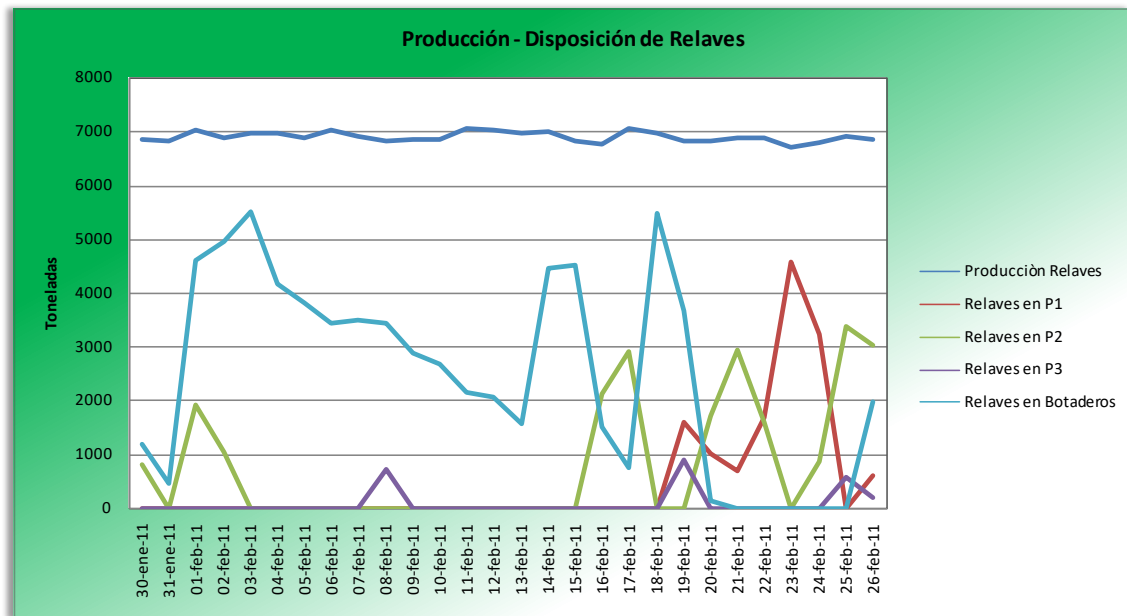
Tabla N°31, Descripción de las etapas o fases de reducción de costos

Descripción	ETAPAS
Trabajo en remoción de material botadero	A7
Conformación en botadero	C4
Conformación y/o mantenimiento de accesos	C5
Transporte de relaves de planta filtrado a botadero	D4
Transporte de relaves de botadero a plataformas	D5
Carguío de relaves a volquetes en botadero	F3

Considerando una mayor área de disposición, con menor tiempo de secado para el conformado (por la humedad y granulometría de los relaves depositados), y habiendo aumentado el procesamiento en la Planta, los costos se han visto aminorados en aprox. 0.3\$/TMS, con un retorno de la inversión de 3 año y medio en equipos.

En períodos de lluvia el problema es que no ocurre el secado al sol y hay, entonces, que depositar el material en otras áreas, alrededor de las plataformas, como botaderos de relaves. Además, de esperar varios días para el secado, redundando en costos hasta 1.4\$/ton por la creación de accesos con desmontes de Mina, hacia los botaderos, mayores horas maquinas para el esparcimiento de los relaves para el

secado, etc. En la Figura N°44, se muestra la disposición de relaves hacia los botaderos antes de la instalación del filtro prensa en periodos de lluvia.



Ratios de Producción:	
Producción Día Promedio de Relave (Ton):	6,911.61
Producción Día Promedio de Relave Filtrado (Ton):	3,316.45
Relave Promedio Día depositado en P1 (Ton):	479.18
Relave Promedio Día depositado en P2 (Ton):	801.20
Relave Promedio Día depositado en P3 (Ton):	86.19
Relave Promedio Día depositado en Botaderos (Ton):	2,469.28
<p>- Producción de Relaves tendencia constante.</p> <p>- En los días de lluvia (del 31.Ene al 18.Feb.) solo se deposito relave en botaderos temporales.</p> <p>- La disposición de relaves filtrados en Plataforma 2, muestra claramente que el tiempo de secado es de 5 días (en días sin lluvias).</p>	

Fig. N°44: Curvas de Producción de Relaves, mostrando las fases de disposición en los botaderos en periodos de lluvia

Con la adquisición del filtro prensa, el relave producido por el filtro prensa con humedad hasta de 7.0% ha sido utilizado para la formación de los accesos, así mismo en su conjunto el composito de ambos relaves determina un menor tiempo en días de secado y no llegar a esperar hasta 6 días, en época de lluvias, los días se acortan hasta 3 días. En la tabla N°32, se muestran los costos correspondientes al mes de Enero de este año, un mes de periodo de lluvia y se puede apreciar un aumento del costo promedio en periodos de clima normal, pero menor al costo de operación en periodos de lluvia, hasta antes de la instalación del filtro prensa.

Tabla N°32, Costo en \$/ton de relave dispuesto en las plataformas en el mes de Enero 2012

PROVEEDOR	EQUIPO	MARCA	TARIFA X HORA	HORAS TRABAJADAS EN OCTUBRE	COSTO MES \$
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA B1I-934	\$26,50	89,30	2366,45
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA B1I-935	\$26,50	203,90	5403,35
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA B1I-932	\$26,50	239,90	6357,35
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA B6G-826	\$26,50	176,00	4664,00
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA366	\$26,50	26,40	699,60
MULTICOSAILOR S.A.C	rodillo		\$54,59	31,80	1735,96
MULTICOSAILOR S.A.C	VOLQUETE	PLACA X08660	\$26,50	189,60	5024,40
EL ARABE S.A	EXCAVADORA	EXCAVADORA	\$55,00	50,50	2777,50
EL ARABE S.A	VOLQUETE	WLQ-894	\$27,00	277,52	7493,04
EL ARABE S.A	VOLQUETE	WLQ-893	\$27,00	291,75	7877,25
EL ARABE S.A	VOLQUETE	XP 6788	\$27,00	261,58	7062,66
EL ARABE S.A	VOLQUETE	XP 6789	\$27,00	124,22	3353,94
TOTAL ALQUILER DE EQUIPOS				Alquiler EEE	54.815,50
TOTAL COSTO DE PAGO DE OPERADORES				Pago Oper.	21.273,00
TOTAL COSTO DE PAGO DE SUPERVISION				Pago Super.	8.350,00
TOTAL ALQUILER DE EQUIPOS MILPO				Alquiler M-CL	44.626,50
COSTO DE COMBUSTIBLE EQUIPOS MILPO				Combustible	50.810,66
					179.875,66

Relave trasladado de Planta de Filtrado (Tn)	
	171.145,80
Costo Mensual (\$)	
	172.235,14
Costo por Ton (\$/Tn) sin IGv	
	1,01

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

1.- Obtener la humedad óptima o un poco menor es una dificultad enorme, que requiere cerca de 5 días de exposición al sol para ser conseguida. Con el aumento de producción, a 10,000 tmh, este tiempo tenía que ser reducido, para liberar áreas de deposición de los relaves filtrados. Descargar del espesador de 8m (lamas) exclusivamente al filtro prensa y no a los filtros banda, permite tener una humedad de hasta 9% en los filtros banda (por la omisión de finos al holding tank) y de 7.5% en el filtro prensa, permitiendo una mejor compactación durante la disposición, menor tiempo de secado y consecuentemente mayor área de disposición, permitiendo un aumento en la producción y superar problemas que puedan presentarse en la bomba putzmeister, eso se ve reflejado principalmente en la postergación de las fases con respecto a los botaderos.

2.- Los resultados de las Pruebas experimentales, con el Filtro Prensa han establecido ventajas y beneficios como:

- bajar la humedad en la salida de los filtros.
- construir pistas con relave del filtro prensa, dividiendo las plataformas, por sobre las cuales los camiones transitan. Los camiones volquean los relaves filtrados al lado de la pista y el material será esparcido con tractores.

- la exigencia para compactación será mejor definida, buscando tener grado de compactación de 95%.
- reducir la cantidad de relaves para el depósito.
- disminuir los costos de operación en la sección Filtrado y por ende de la Planta Concentradora.

3.- Considerando una mayor área de disposición, con menor tiempo de secado para el conformado (por la humedad y granulometría de los relaves depositados), y habiendo aumentado el procesamiento en la Planta, los costos se han visto aminorados en aprox. 0.3\$/TMS, con un retorno de la inversión de 3 año y medio en equipos.

4.- En la Tabla N°33, se puede observar la disponibilidad mecánica y factor de utilización mensual, correspondiente al equipo de filtro prensa.

Tabla N°33, Disponibilidad Mecánica y Factor de Utilización de Abril a Agosto del Filtro Prensa.

<i>Parámetros</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>
<i>Disponibilidad Mecánica (%)</i>	79%	0%	67%	64%	47%
<i>Factor de Utilización (%)</i>	40%	0%	26%	39%	52%

Los primeros meses la disponibilidad mecánica del filtro prensa, como todo equipo nuevo que entra en operación, se vió afectado sobre todo por la falta de stock de partes críticas, reparación de válvulas automáticas, reparación de tuberías con soldadura, reparación de sensor de presión en la línea de alimentación, reparación de bomba hidráulica, reparación de placas.

Se debe cumplir con los costos de mantenimiento programados, además de tener un stock de partes para la reparación.

El factor de utilización en Agosto ha sido del 52%, debido principalmente a:

Cambios de guardia, Limpieza, Bajos parámetros en el espesador de 18m (Arranque Nueva bomba Putzmeister) y falta de operador.

Pero como se puede apreciar se tiene un aumento del factor de utilización desde el arranque del equipo.

7.2 RECOMENDACIONES

- Otras alternativas para bajar la humedad son de disponer de áreas más amplias para secado al sol, esta posibilidad es baja debido a la condición topográfica del valle en donde se ubica en depósito y su alrededor (sin embargo se han llegado a formar otras plataformas pequeñas). Otro depósito está en proceso de ingeniería de detalle, para ser construido, pero no se puede considerar como una solución de corto plazo.
- Otras Alternativas para distribución de los relaves en el depósito es que los relaves filtrados podrían ser depositados en las plataformas con uso de fajas transportadoras.
- Otras Alternativas para reducir la masa de relaves para el depósito es enviar más relaves en forma de pasta para la mina subterránea. La partición de masa para pasta y depósito filtrado debería ser de 55% - 45%, respectivamente, pero

hoy en día está al reverso. La puesta en marcha de la nueva Planta de Relleno en Pasta es urgente para poder destinar más relaves en pasta para la mina subterránea, o sea, cuanto menor la cantidad de relaves filtrados, mejor la situación de disposición en depósitos, por lo menos hasta que el nuevo depósito esté en operación, añadiendo más área de secado al sistema.

LEMA

Reducir costos no significa quitar o eliminar gastos dentro del proceso productivo, sino significa incrementar gastos que impacten en el desarrollo y la mejora de un proceso, para que finalmente se logre un menor costo unitario.

BIBLIOGRAFIA

- FERNANDO CONCHA A. Ph.D. CENTRO DE TECNOLOGÍA MINERAL, CETTEM UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN, Manual de Filtración y Separación. Edición Julio 2001, Editorial Margarita Menéndez G. P 419-432.
- HIDROSAT – MILPO, Estudio de Impacto Ambiental para la instalación de las tuberías de vertimiento y captación de agua de mar, Marzo del 2007. P 3-11.
- GOLDER ASSOCIATES PERU S.A., Informe Final Ingeniería de detalle del depósito de relaves filtrados del proyecto Cerro Lindo, Setiembre 2006. P 19-30.
- AUSENCO PERU S.A.C. Memorándum Técnico de Evaluación de Estabilidad del Depósito Pahuaypite Actualización del Manual de Operaciones Referencia PEVC00299. P 419-432.
- CIDELCO MANUAL DE OPERACION FILTRO PRENSA FPC-CLMX-50/2000/50/8226. P 12-41.
- GERENCIA FINANCIERA Luis Ángel Piazzon Gallo, Ph.D. Presentación Sesión N°1.

ANEXOS

Procedimiento :	Rev :
Fecha de Emisión:	
Actualización :	
Aprobado :	

INSTRUCTIVO OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

1.0 OBJETIVO

La finalidad del procedimiento de instrucciones es ofrecer información al operario del equipo sobre cómo manipular y utilizar el Filtro Prensa. Es importante la difusión y seguimiento de las normas de operación descritos en éste procedimiento a todos los involucrados en la operación y mantenimiento del equipo.

2.0 ALCANCE

Este instructivo se aplica cada vez que se realicen las operaciones de Filtrado, mantenimiento y/ o reparación, y servirá también como guía para la consulta y entrenamiento de personal.

3.0 DEFINICIONES

Unidad Hidráulica Tiene por finalidad realizar los movimientos de apertura y cierre de los cilindros hidráulicos en el filtro prensa así como el mantenimiento de la presión hasta la culminación del proceso de filtrado.

Placa Soporte Soporta el sistema de cierre con el conjunto hidráulico.

Placa Válvula Contiene las conexiones del manifold de tuberías para el proceso de alimentación y secado del producto a filtrar.

Placa Móvil Ubicada sobre los bastidores y se desplaza a largo de ellos por accionamiento de los cilindros hidráulicos.

Bastidores Brazos longitudinales que sostienen el paquete de placas de filtración y sirve de guía para el deslizamiento longitudinal de la placa móvil.

Placas Filtrantes de Membrana Estas placas filtrantes de membrana tienen una superficie filtrante flexible (membrana), que mediante la aportación de un fluido de presión por detrás de las membranas flexibles, se mueven éstas en dirección a la cámara del filtro.

Placas Filtrantes Rígidas o de Cámara Constituyen un equipo económico y eficiente para procesos de filtración con bajas exigencias en cuanto a contenidos de materia seca.

4.0 DOCUMENTOS A CONSULTAR

Operaciones de Filtrado
Control del Ruido.
Control de Polvo en la Planta Concentradora
Operación de Grúas

Requisito 4.4.6 de la Norma ISO 14001:2004

Requisito 4.4.6 de OHSAS 18001:2007

5.0 RESPONSABILIDADES

5.1 Supervisor de Filtrado de Relaves y Relleno en Pasta

Es responsable de la correcta operación e inspección de los parámetros del Filtro Prensa, como también es responsable del orden, limpieza, seguridad y cuidado del medio ambiente de toda el área de trabajo.

5.2 Operador de Filtrado de Relaves

Es el responsable directo de las operaciones en el Filtro Prensa través de la correcta aplicación de este procedimiento, aplica las medidas preventivas y correctivas para mantener el orden, limpieza y seguridad durante la guardia.

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

5.2 Personal de mantenimiento eléctrico y mecánico

Son responsables de mantener la operatividad del Filtro Prensa través de la correcta aplicación de este procedimiento, están encargados de la supervisión constante de las bombas, motores, agitadores de los tanques, unidad hidráulica, equipos de control y alarmas.

6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 Generalidades

Éste equipo ha sido suministrado utilizando técnicas constructivas modernas y de alto nivel, por ello para ofrecer el buen funcionamiento y llegar a la vida útil esperada, es necesario seguir las normas de operación y mantenimiento descritos en éste procedimiento.

6.1.1 Arranque y Operación del Filtro Prensa

Antes de poner el equipo en funcionamiento se deberán observar detenidamente los siguientes puntos:

a) Verificar que la válvula de aire de instrumentación esté abierta y que la válvula reguladora de presión indique 6.0 bar.

b) Arrancar el motor eléctrico de la compresora y verificar que alcance 8.5 bar en el manómetro instalado en el tanque pulmón.

c) El Holding Tank deberá estar energizado y en movimiento el sistema de agitación.

Verificar que esté completamente lleno de pulpa, a una densidad promedio de 1950 a 2000 gr/lt.(30% de finos y 70% de relave).

e) La secuencia de encendido y puesta en marcha de la unidad hidráulica es la siguiente:

- Verificar el nivel de aceite en el tanque hidráulico de la unidad.

- El encendido de la unidad hidráulica se logra energizando los 2 motores de 50HP y motor de 30 HP, luego operando las válvulas direccionales respectivas de los cilindros hidráulicos de la prensa VD1 y de la compuerta VD2-VD3.

- Los presostatos de la línea de alta presión PS1 está regulado en 250 bar y PS2 está regulado en 50 bar.

f) Seleccionar operación: SEMIAUTOMÁTICO O AUTOMÁTICO.

OPERACIÓN SEMIAUTOMÁTICO: Permite la operación POR ETAPAS DEL CICLO DE FILTRADO.

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

TABLA N°1: ETAPAS DE LA OPERACIÓN MANUAL DEL FILTRO PRENSA.

ETAPA		V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	M1	M2	M3	M4
1	CIERRA FILTRO	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	E	E	DES	DES
2	ALIMENTACION DEL FILTRO	C	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	A	C	A	C	DES	DES	DES	E
3	LAVADO DE TUBERIA	C	A	A	A	A	A	C	A	A	C	C	A	C	C	A	DES	DES	DES	E
4	INFLADO DE LAS MEMBRANAS	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
5	SECADO 1	A	A	A	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
6	SECADO 2	A	A	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
7	SECADO 3	A	C	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
8	LIMPIEZA DEL CANAL DE ALIM.	C	C	C	C	C	C	A	C	A	A	C	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
9	SECADO 4	C	C	A	A	A	C	C	C	C	A	C	C	C	C	C	DES	DES	DES	DES
10	DES INFLADO DE LAS MEMB.	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	DES	DES	DES	DES
11	PRE APERTURA DEL FILTRO	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	E	E	DES	DES
12	APERTURA DE LA COMPUERTA	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	DES	E	DES	DES
13	APERTURA DEL FILTRO PRENSA	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	E	E	DES	DES
14	CIERRE DE LA COMPUERTA	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	C	C	C	DES	E	DES	DES
15	LAVADO DE LONAS	C	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	A	C	C	DES	DES	E	DES

C	CERRADO
A	ABIERTO
DES	DES ENERGIZADO
E	ENERGIZADO

M1	Motor Electrico Bomba HidraulicaH1
M2	Motor Electrico Bomba Hidraulica H2
M3	Electrobomba Lavado de Lonas
M4	Motor Electrico Bomba de Alimentacion

OPERACIÓN AUTOMÁTICA: A través de ésta función, el filtro realizará el ciclo completo de filtrado en forma automática en un tiempo total aproximado de 21 minutos.

- Seleccionar para un solo ciclo en continuo.

- Pulsador ARRANQUE: Al realizar esta secuencia, el filtro iniciará su programa y realizará todos los pasos del ciclo de filtrado. (Ver Tabla N°2).

OBSERVACIÓN:

Las condiciones únicas e indispensables para que el ciclo automático se inicie son las siguientes:

FILTRO ABIERTO: Indicador luminoso en el tablero de operación manual encendido.

COMPUERTA CERRADA: Indicador luminoso en el tablero de operación manual encendido.

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

TABLA N°2: ETAPAS DE UN CICLO DE OPERACIÓN DEL FILTRO PRENSA.

	ETAPAS DE UN CICLO DE FILTRADO	Tiempo/seg
1	Cierre	150
2	Presurización del Filtro	30
3	Alimentación con pulpa al filtro	170
4	Inflado de membranas con aire comprimido y lavado de tubería de alimentación con agua.	20
5	Secado diagonal 1	40
6	Secado diagonal 2	20
7	Secado diagonal 3	10
8	Limpieza de canal de alimentación	20
9	Secado diagonal 4	30
10	Despresurizado de membranas y lavado de tubería	20
11	Pre-apertura	10
12	Goteo/abre compuerta	6
13	Descarga total del filtro	180
14	Cerrar Compuerta	5
15	Lavado total de lonas	390
	Duración total del ciclo / minutos	21 min

6.1.2 Parada del Filtro Prensa

a) Parada de Emergencia (botonera roja y hand swith en la parte lateral del filtro).

6.1.3 Limpieza de las Lonas de Filtración

Durante el Proceso:

Mantener limpias las lonas de filtración en las áreas de trabajo y sobre los apoyos internos de cada placa a cada inicio de ciclo, cuando se perciben residuos de productos adheridos (torta) en éstas áreas.

Cuando limpiar:

- Después de un determinado tiempo de filtración, los poros de las lonas son obstruidos.

Factores Indicativos de obstrucción de poros:

- Subida rápida de presión.
- Aumento de tiempo de filtración.
- Aumento del % de humedad de la torta.

OBSERVACIONES:

-Para la limpieza de lona montada en el filtro prensa, no use espátulas con lámina de acero. Solamente es necesario, utilizar espátulas de material plástico y con cantos bien redondeados.

-El lavado de lonas según las condiciones de operación después de un determinado número de ciclos deberá hacerse por inmersión en solución de detergente neutro (sin solvente) o solución de ácido muriático o ácido clorhídrico

Procedimiento	: PL-P-13	Rev : 04
Fecha de Emisión:	26/04/04	
Actualización	:30/07/08	

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

(HCL) en concentración máxima del 5%, con un tiempo de inmersión conforme sea la necesidad.

6.1.4 Consideraciones Operativas de Seguridad y Mantenimiento

1. Revisar diariamente el nivel de aceite antes de la puesta en marcha promedio del indicador de nivel y temperatura ubicado en un lado del tanque.

2.- Luego verificar el estado del filtro de retorno, mediante el indicador visual ubicado en la tapa del mismo.

Cambiar el aceite cada 3000 horas de trabajo o cada 9 meses, cualquiera que ocurra primero.

EL NIVEL DEL ACEITE HIDRAULICO EN EL TANQUE NO DEBE DESCENDER DEL INDICADOR Y DEBE OSCILAR ENTRE LAS LINEAS MARCADAS DENTRO DEL MISMO.

3.- Durante el desarrollo de la limpieza de las lonas es importante siempre tener activado la parada de emergencia ya que por cualquier motivo podría activarse el hidráulico y presionar las placas, por ello se debe advertir de no dejar objetos de limpieza en la parte superior de las cámaras que puedan caer entre las cámaras y presionarse perjudicando las lonas y la integridad física del operador.

DETENER LA OPERACIÓN EN CASO DE:

- Realizar cualquier trabajo de mantenimiento y limpiezas en manual en el filtro prensa.

7.0 REGISTROS / ANEXOS

MANUAL DE OPERACIÓN DEL PANEL DE OPERADOR

Procedimiento :	Rev :
Fecha de Emisión:	
Actualización :	
Aprobado :	

INSTRUCTIVO OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

MANUAL DE OPERACIÓN DEL PANEL DE OPERADOR

VENTANAS DEL PANEL DEL OPERADOR

Esta consta de 9 ventanas principales que son las siguientes:

1.- VENTANA PRINCIPAL

- En la ventana principal nos podemos dirigir directamente a modo SEMIAUTOMATICO, AUTOMATICO, Y MANUAL, CONFIGURACIÓN, ALARMAS, FALLAS Y HOROMETROS.
- La forma de ingresar a las ventanas ya mencionadas es presionando encima del recuadro donde aparece el nombre de la ventana.

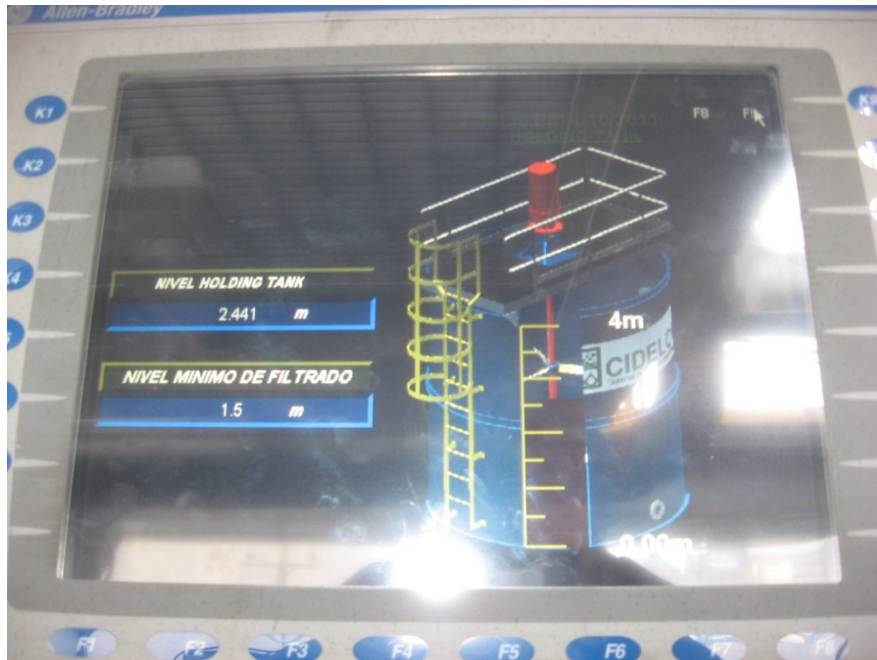


2.- VENTANA CONFIGURACIÓN

- La forma de ingresar a esta ventana es mediante la VENTANA PRINCIPAL, debemos presionar el recuadro con el nombre CONFIGURACION
- En la ventana CONFIGURACIÓN podemos visualizar lo siguiente:

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

VENTANA Nivel del Holding Tank (metros).



VENTANA Configuración de tiempo en segundos de las Etapas



OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

VENTANA Rampas de Alimentación



3.- VENTANA SEMIAUTOMATICO

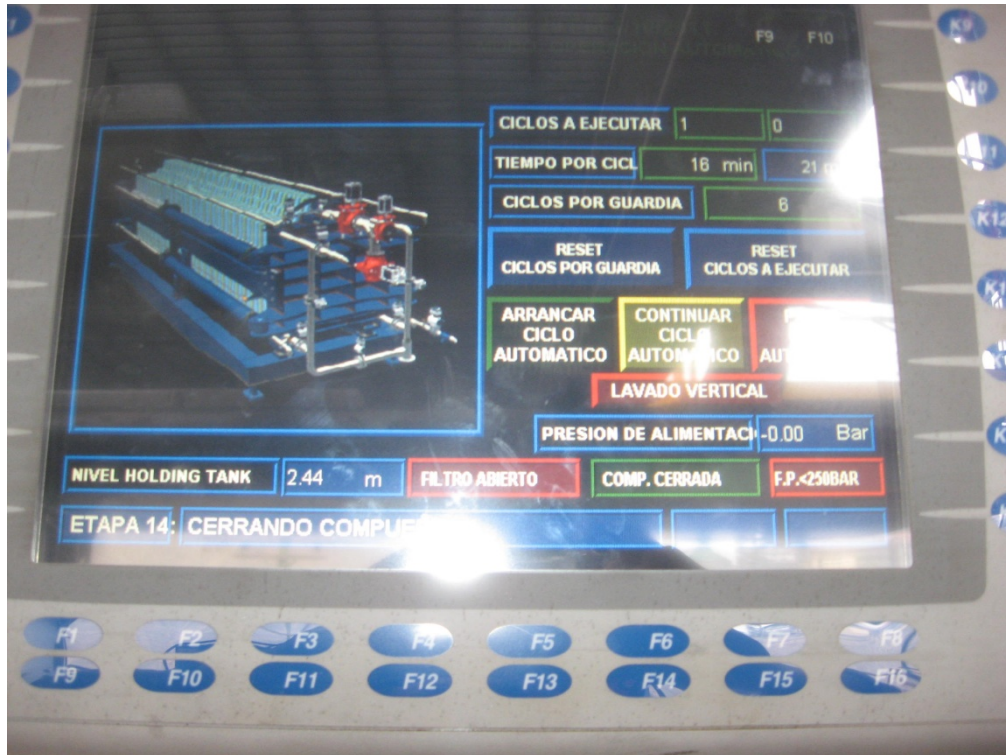
- En esta ventana podemos visualizar el estado de cada ETAPA del filtro prensa, así como el arranque y parada de cada etapa.



OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

4.- VENTANA AUTOMATICO

- En esta ventana podemos visualizar los ciclos a ejecutar, así como el arranque, pausa y parada del ciclo automático. Para resetear se para y luego se continua el ciclo automático.



5.- VENTANA FALLAS

- Con esta ventana podemos descartar fallas pues esta nos indica que válvula no esta comportándose correctamente, si una válvula entra en falla el recuadro con el mensaje FALLO se pone rojo.. Para el Equipo.

OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA



6.- VENTANA ALARMAS

- Con esta ventana podemos descartar alarmas pues esta nos indica que válvula no está comportándose correctamente, si una válvula entra en alarma el recuadro con el mensaje FALLO se pone rojo. Se resetea de inmediato, no para el equipo.



OPERACIÓN DE FILTRO PRENSA

4.- VENTANA HOROMETROS



