

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO AUTOMÁTICO
DE AGUA RECUPERADA DE RELAVES MINEROS

INFORME DE COMPETENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECATRÓNICO
JORGE LUIS CÉSPEDES CUETO

PROMOCIÓN 2001 – II

LIMA - PERÚ

INDICE

PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I.....	3
Introducción.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Justificación	5
1.4 Alcances	5
1.5 Limitaciones	5
CAPÍTULO II.....	7
Descripción del sistema de bombeo	7
2.1 Poza de Relaves	9
2.1.1 Barcaza	12
2.1.1.1 Sistema de protección contra golpe de ariete.....	16
2.1.1.1.1 Válvula anticipadora de onda	16
2.1.1.1.2 Válvulas de venteo	16
2.1.2 Bombas de barcaza.....	18
2.1.3 Tubería hacia estación intermedia	21
2.1.4 Alimentación eléctrica.....	21
2.1.5 Líneas de comunicación y control.....	22
2.2 Estación Intermedia.....	23
2.2.1 Bombas Intermedias.....	25
2.2.2 Válvula de control de flujo.....	27
2.2.3 Sistema de protección contra golpe de ariete	28
2.2.3.1 Válvula anticipadora de onda	28
2.2.3.2 Válvula de control de bomba	28
2.2.3.3 Válvulas de venteo	29
2.2.4 Tanque Intermedio.....	29
2.2.5 Sala Eléctrica.....	29
2.2.6 Alimentación Eléctrica	34
2.2.7 Alumbrado Exterior.....	35
2.2.8 Puesta a tierra	35

III

2.2.9	Protección Contra descargas Atmosféricas	36
2.2.10	Instrumentación y control.....	36
2.2.11	Tuberías hacia WTP.....	38
2.3	Estación WTP	38
2.3.1	Tanque de recepción.....	38
2.3.2	Instrumentación y control.....	39
CAPÍTULO III.....		40
Control Automático del Sistema de Bombeo		40
3.1	Función del control automático.....	40
3.2	Descripción del Sistema de Control.....	41
3.2.1	Instrumentación.....	41
3.2.2	Controladores del Proceso	48
3.2.3	Sistema de Comunicaciones	51
3.3	Acciones de Control	54
3.3.1	Control Discreto.....	54
3.3.2	Control Continuo.....	61
CAPÍTULO IV		63
Análisis Económico del Proyecto		63
4.1	Descripción de la base estimada de costos.....	63
4.2	Bases de estimación	63
4.3	Fuentes de información.....	64
4.4	Estructura de estimación.....	64
4.4.1	Costos Directos	64
4.4.2	Costos Indirectos	64
4.4.3	Contingencia.....	65
4.4.4	Escala de precios	66
4.5	Consultores Externos.....	66
4.6	Resumen del costo de construcción.....	67
4.7	Resumen del costo obras civiles	68
4.8	Resumen del costo de obras mecánicas.....	71
4.9	Resumen del costo de obras eléctricas.....	75
4.10	Resumen del costo de obras de instrumentación.....	79
4.11	Detalle de costos Indirectos	83
CONCLUSIONES.....		84

IV

BIBLIOGRAFIA.....	85
PAGINAS WEB.....	86
PLANOS.....	87
ANEXOS.....	88

PRÓLOGO

Los sistemas de bombeo de agua son ampliamente utilizados en la minería y los caudales de agua que pueden manejar son muy variados, llegando hasta los miles de metros cúbicos por hora.

El presente informe describe la ingeniería desarrollada para un sistema automático de bombeo de agua de una mina ubicada en la sierra peruana a 4200 msnm.

Este sistema automático recuperará el agua desde una poza de relaves y lo transportará hacia un tanque de recepción ubicado en una planta de tratamiento de agua. El presente informe consta de cuatro capítulos que a continuación se escriben:

El capítulo I es una introducción que describe los puntos más importantes de la ingeniería desarrollada. Se detallan los antecedentes, objetivos, justificaciones, alcances y limitaciones.

En el capítulo II se describe el sistema de bombeo y se detallan sus componentes, tales como: poza de relaves, barcaza, bombas de barcaza, tuberías, estación intermedia, bombas intermedias, tanque intermedio, tanque de recepción, líneas de eléctricas, instrumentación y control.

En el capítulo III se presenta el control del sistema de bombeo, describe el sistema, la instrumentación, el sistema de control, sistema de comunicaciones y la filosofía de control.

En el capítulo IV se describe la base estimada de costos, fuentes de información, estructura de estimación, los costos directos e indirectos, contingencia, escala de precios. Se muestra también el resumen de costos directos de obras civiles, mecánica, electricidad e instrumentación, además de los costos indirectos.

Finalmente se muestran los planos desarrollados para este informe además de los anexos con información de catálogos que sirvieron para el desarrollo de la ingeniería.

CAPÍTULO I

Introducción

1.1 Antecedentes

La minería utiliza grandes cantidades de agua para sus procesos, la cual es almacenada en pozas para luego ser reutilizada. Otra parte del agua es devuelta al medio ambiente previamente tratada.

En ambos casos es necesario contar con sistemas de bombeo eficientes para transportar el agua desde las pozas de relaves hacia tanques de recepción de agua recuperada.

El caso que se mostrará se refiere al manejo típico de agua para su reutilización, se trata de un sistema automático de bombeo desde una poza de relaves hacia un tanque de recepción de una planta de tratamiento de agua que reemplazará a la planta existente.

En la actualidad el tratamiento del agua es realizado por unas pozas de decantación a las cuales se le agregan floculantes para acelerar la aglomeración de

los contaminantes del agua. Este proceso es lento para las expectativas de expansión de la mina y es necesario implementar una nueva planta de tratamiento de agua que cumpla con las exigencias de la mina.

Con el sistema actual, el transporte de agua hacia las pozas de decantación es realizado por canales y tuberías por acción de la gravedad. Al implementar la mina una nueva planta de tratamiento de agua, necesitará de un sistema de transporte de agua por bombas desde la poza de relaves hacia la nueva planta de tratamiento de agua.

1.2 Objetivos

El objetivo principal del presente informe es mostrar la ingeniería desarrollada para la implementación de un sistema de bombeo automático que transportará 1242 m³/h de agua desde una poza de relaves hacia un tanque de recepción perteneciente a una planta de tratamiento de agua.

El sistema estará compuesto de una barcaza para bombas ubicado en la zona con mayor profundidad de la poza de relaves y tendrá instalada 3 bombas tipo turbina vertical con capacidad de 621 m³/h y 300 hp de potencia cada una. Las bombas impulsarán el agua por una tubería de material HDPE de 20" de diámetro, hacia una estación intermedia (estación booster). La estación intermedia estará compuesta por un tanque intermedio de 621 m³ y 2 bombas de 1242 m³/h y 700 hp las cuales transportarán el agua por una tubería de material HDPE de 20" de diámetro hacia un tanque de recepción de 2484 m³ ubicado en la planta de tratamiento de agua.

1.3 Justificación

Debido a los nuevos requerimientos por la expansión de la mina, es necesario construir una nueva planta de tratamiento de agua que pueda procesar mayores caudales de agua.

La nueva planta estará ubicada en el nivel 4165 msnm mientras que el espejo de agua de la poza de relaves se encuentra más abajo en el nivel 4106 msnm. Debido a esta diferencia de cotas de nivel es necesario desarrollar un sistema de bombeo automático que transporte el agua desde la poza de relaves hacia la nueva planta de tratamiento de agua.

1.4 Alcances

Desarrollar la ingeniería para el sistema de bombeo automático desde la poza de relaves hacia el tanque recepción. El diseño involucra las disciplinas:

- Mecánica
- Tuberías
- Electricidad
- Instrumentación y control

1.5 Limitaciones

El presente informe trata de la ingeniería desarrollada durante la etapa de ingeniería básica y no mostrará la ingeniería de detalle la cual será desarrollada en la siguiente etapa mediante un contrato EPCM (Ingeniería, procura y gestión de construcción). Se excluye también la programación del PLC y desarrollo de SCADA.

Un sistema de bombeo como el que se está desarrollando es un proyecto multidisciplinario, para el presente trabajo no se analizarán y se tomarán como ya definidos las disciplinas de:

- Obras Civiles
- Estructuras
- Líneas de transmisión
- Geología
- Topografía
- Hidráulica
- Procesos

Tampoco es parte del alcance de este informe el desarrollo de la planta de tratamiento de agua la cual fue desarrollada por un equipo de otra empresa.

CAPÍTULO II

Descripción del sistema de bombeo

El sistema trata del bombeo de agua primero desde una poza de relaves segundo pasando por una estación intermedia donde es bombeada hasta llegar tercero a un tanque de almacenamiento. Con este rápido resumen se quiere describir que el proyecto de recuperación de agua será dividido en 3 zonas, para su mejor análisis, a continuación en la Figura 2.1 se muestra el sistema de bombeo con las 3 zonas:

1. Poza de Relaves: comprende la poza, la barcaza y sus componentes.
2. Estación Intermedia: la cual cuenta con la estación de bombas.
3. Estación WTP: comprende el tanque de recepción.

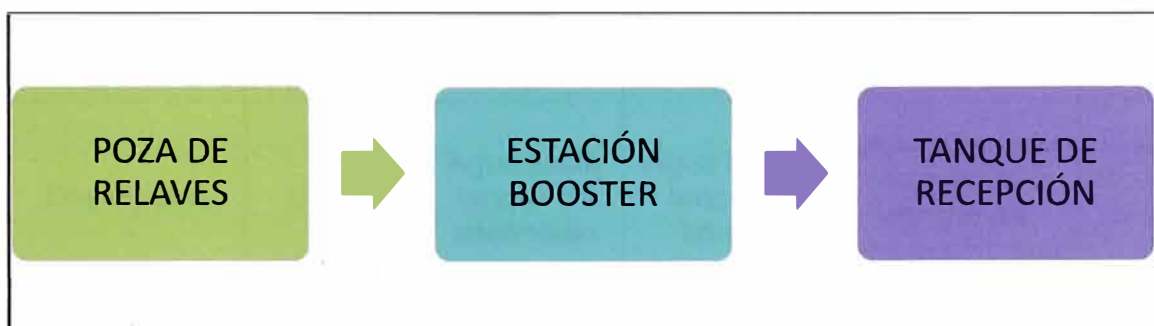


Figura 2.1 Diagrama de flujo del Proceso

En la Figura 2.2 se muestra el diagrama de flujo de proceso (PFD: Process Flow Diagram) del sistema de bombeo, en la cual el agua es tomada desde la laguna de relaves por las bombas 440-PPV-001/003 ubicadas en la barcaza 440-PPV-001 luego es impulsada por las bombas 440-PPC-001/002 ubicadas en la estación intermedia, para llegar hasta el tanque de almacenamiento 440-TKF-001 ubicado en la planta de tratamiento a 1485 metros de distancia.

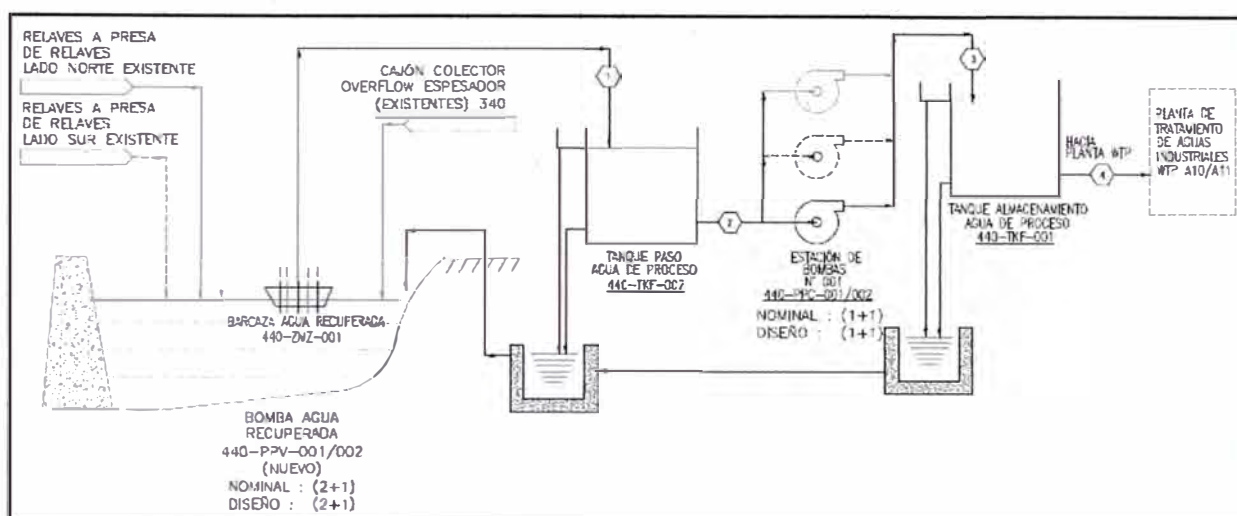


Figura 2.2 Diagrama de flujo del Proceso

En la Tabla 2.1 se muestran los valores de los caudales del sistema de bombeo, los números de flujo de la Tabla están asociados a la Figura 2.2.

Tabla N°2.1 Características de los caudales

NUMERO DE FLUJO		1	2	3	4
Descripción	Unidad	Agua hacia tanque de intermedio	Agua desde tanque a bomba	Impulsión agua recuperada a tanque de almacenamiento	Agua recuperada a planta WTP
Nominal	Agua	m ³ /h	1242	1242	1242
Diseño	Agua	m ³ /h	1242	1242	1242

2.1 Poza de Relaves

El relave viene a ser la recolección de los fluidos desechados que resultan de los procesos mineros (molienda, flotación, etc.). En el caso que se expone en este trabajo, el relave es canalizado desde la planta concentradora hacia la poza de relaves donde es almacenada.

El relave es una mezcla de fluidos que contiene gran cantidad de partículas en suspensión, las características principales se muestran en la siguiente Tabla 2.2:

Tabla N°2.2 Características del relave

Características del Relave		
Densidad de sólidos	3.2	Tn/m ³
Densidad de líquidos	1.0	Tn/m ³
Densidad del relave	136	Tn/m ³
Tamaño d80	200	µm
Tamaño d50	136	µm
Flujo Máximo	13800	m ³ /h
Temperatura pulpa	6	°C
Concentración en Peso Cw	38.8	%
Concentración en Volumen Cv	16.2	%
Presión de vapor	0.9064	KPa
Viscosidad absoluta pulpa	3.27E-03	N*s/m ²

Como se ve en la Tabla 2.2 el relave posee 38.8% de concentración en peso de sólidos, debido a esto una vez que el fluido llega a la poza este se sedimenta es decir que los sólidos siendo más pesados se depositan en la parte inferior y el agua queda en la parte superior.

El relave es transportado desde la planta concentradora utilizando tuberías de HDPE SDR 21 de 58" de diámetro con una pendiente de 1%, tal como se muestra

en la Figura 2.3, el flujo es por gravedad y la tubería trabaja como canal según los criterios de diseño de la mina al 60% del volumen de la tubería y con una velocidad menor a 4 m/s esto para reducir el desgaste de las paredes de la tubería y prolongar su vida útil.



Figura 2.3 Fotografía tomada a la tubería de conducción de los relaves mineros utilizando tubería con diámetro de 58" HDPE SDR 21

El caudal de relaves depende de muchos factores como campaña de producción, estado de operación de las máquinas de la planta concentradora, características del material y demás; de acuerdo a los reportes de producción de la mina este caudal generalmente oscila entre 8500 a 13800 m³/h.

El método de almacenamiento de relave es por las zonas Norte y Sur de la poza de tal manera que se formen playas de arena en los extremos de la poza, además de

formarse zonas profundas libres de arena al centro, donde se instalan las barcazas para bombas.

En la Figura 2.4 se muestra el arenado formado por las partículas solidas del relave. En este caso en particular se desea formar una arenado al lado norte de la laguna junto a la presa, con el propósito formar una pared y alejar el agua de esta zona.



Figura 2.4 Arenado producido por las partículas solidas en uno de los extremos de la poza de relaves, lado Norte.

En la Figura 2.5 se puede ver la zona central de la poza la cual se encuentra libre de arena con las barcazas flotando, también se muestran los cables eléctricos que conducen la corriente hasta las barcazas.



Figura 2.5 Zona profunda de agua formada al centro de la poza de relaves donde se instalan las barcazas

A continuación se describen los equipos que fueron instalados en la zona de la poza para la recuperación de agua desde la misma:

1. Barcaza
2. Bombas de barcaza
3. Tubería hacia estación Booster
4. Alimentación eléctrica
5. Comunicación y control

2.1.1 Barcaza

La plataforma flotante donde se colocan las bombas tipo turbina es una barcaza de 12.293 m x 8.559 m (largo x ancho) aproximadamente. La barcaza es un equipo que es suministrada por empresas especializadas; en el

desarrollo del presente trabajo se preparó la hoja de datos para la barcaza la misma que reúne la información con los requerimientos que debe tener la barcaza.

Las siguientes son algunas de los requisitos para la barcaza extraídas de la hoja de datos:

- Capacidad para instalarse 05 bombas tipo turbina vertical (03 bombas en esta etapa y 02 a futuro), es un requerimiento del propietario el poder instalarse 02 bombas a futuro.
- Monorriel eléctrico de 5 ton, 480 V / 60Hz; para montar y desmontar las bombas.
- Temperatura ambiente de trabajo: -0.1 a 12 °C.
- Altura geográfica: 4200 msnm.
- Manifold de tuberías en donde se conectarán las bombas.
- Iluminación en 230 / 60 Hz.
- Tablero eléctrico de fuerza
- Tablero eléctrico de control
- Ánodos de sacrificio

A continuación en la Figura 2.6 se muestra una barcaza típica utilizada en otra laguna de la misma minera. La barcaza de la Figura cuenta con el equipamiento anteriormente mencionado.



Figura 2.6 Barcaza típica

La barcaza estará instalada en la zona de mayor profundidad de la laguna (zona central), debido a que las bombas turbina tienen una longitud de 3 metros aproximadamente, además necesitan una distancia libre de 3 metros desde el fondo hasta los tazones inferiores para que no succionen partículas.

En la Figura 2.7 se muestra la batimetría de la poza de relaves donde indica en colores los niveles del fondo. La zona de mayor profundidad es la de color amarillo, el nivel del fondo en esta zona es de 4077.5 msnm y el nivel del espejo de agua es de 4091.5 msnm, teniéndose una zona libre hasta el fondo de 14 metros.

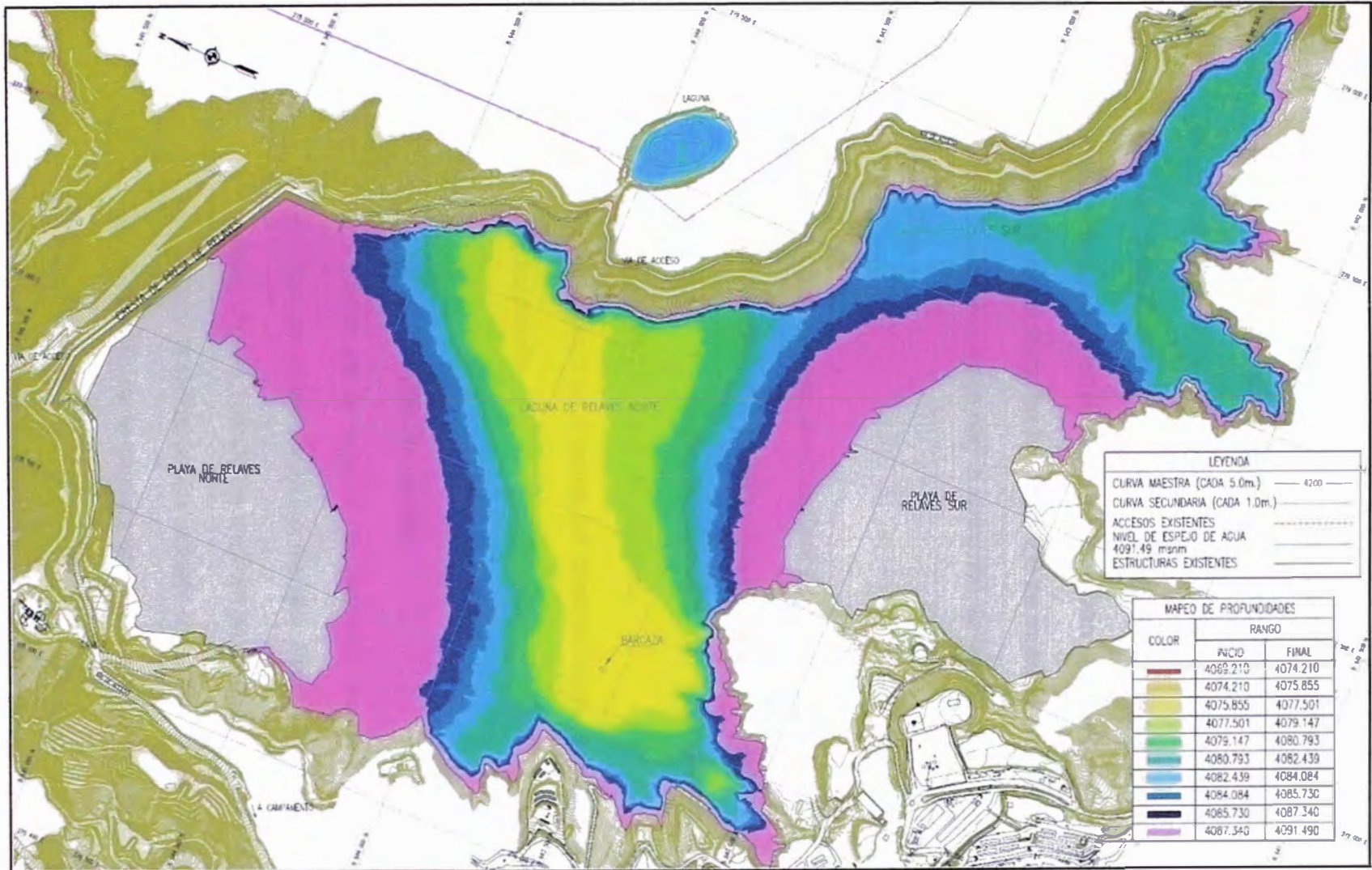


Figura 2.7 Batimetría de la poza de relaves

2.1.1.1 Sistema de protección contra golpe de ariete

Para reducir los impactos producidos por el golpe de ariete se instalarán en el manifold de la barcaza un arreglo de válvulas especiales. Las válvulas instaladas son: Válvula anticipadora de honda y válvulas de venteo, en conjunto estas válvulas garantizan una adecuada protección al sistema de bombeo. En la Figura 2.8 se muestra una vista de planta del diseño de la barcaza con la ubicación de las válvulas de protección empleadas.

2.1.1.1.1 Válvula anticipadora de onda

Para reducir los impactos producidos por el golpe de ariete se seleccionó 1 válvula anticipadora de onda Marca Bermad modelo WW-735 de 6" de diámetro.

En el Anexo 1 se muestra las características de la válvula WW-735 empleada.

2.1.1.1.2 Válvulas de venteo

A lo largo de la tubería de descarga se deben de instalar válvulas de venteo en los puntos alto. Estas válvulas permiten el ingreso de aire cuando se originen presiones negativas además de permitir la salida de aire durante el llenado de las tuberías.

En el manifold de la barcaza se instaló una válvula de venteo de doble acción de 4".

En el Anexo 3 se muestra las características de la válvulas de venteo empleadas.

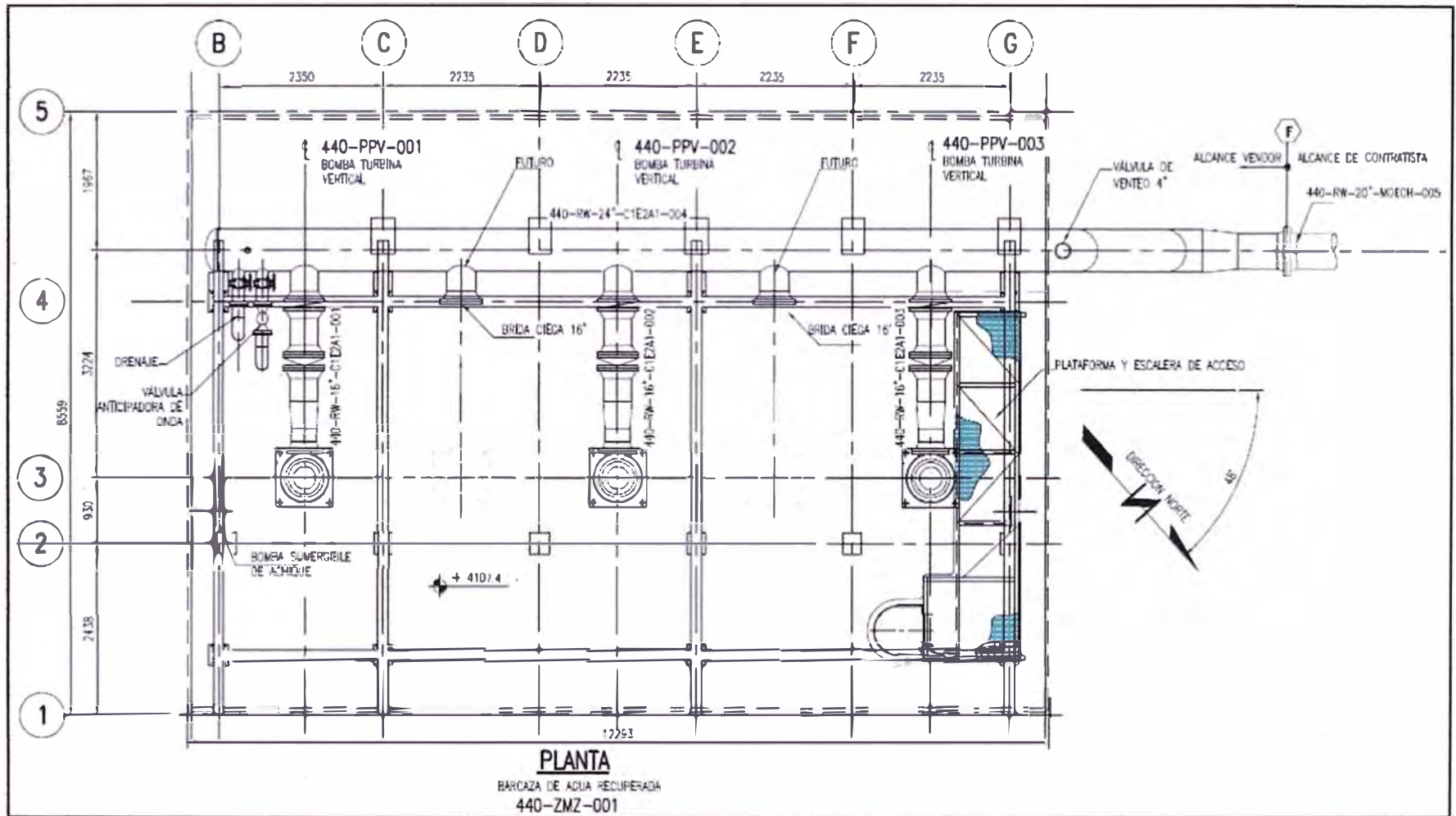


Figura 2.8 Arreglo de ubicación de las válvulas en la barcaza

2.1.2 Bombas de barcaza

El agua es recuperada utilizando bombas tipo turbina vertical, las cuales impulsan el agua desde la poza de relaves hacia la estación intermedia. Cuando el sistema empieza a operar, el nivel del espejo de agua estará en el nivel 4106 msnm y deberá bombear hasta el ingreso al tanque intermedio ubicado en el nivel 4180.2 msnm. En la Tabla 2.3 se indican las diferencias de niveles geográficos en metros sobre el nivel del mar (msnm), el nivel de la canastilla de succión de las bombas se encuentra a 4103 msnm, la tubería de ingreso al tanque se ubica en el nivel 4180.2 msnm, con esto la altura estática de descarga de las bombas es de 77.2 metros.

Tabla N°2.3 Cotas de ubicación geográficas de las bombas

Condiciones de instalación		
Nivel mínimo de espejo de agua	4106.00	m
Nivel de canastilla de succión de bomba	4103.00	m
Nivel de Manifold de distribución	4107.00	m
Nivel de tubería de ingreso a Tanque 440-TKF-002	4180.20	m
Altura estática de succión	3	m
Altura Estática Descarga	77.2	m
Altura Residual	1.76	m
Presión Atmosférica	60.78	kPa
Presión de Vapor Absoluta (6°C)	1.42	kPa
Viscosidad Dinámica , (6° C)	1.47	cP

De acuerdo a los cálculos las bombas requeridas son de tipo turbina vertical con capacidad de 621 m³/h y 85 metros de columna de agua (mca).

A continuación en la Tabla 2.4 se muestra el resumen de los resultados, donde para un caudal de 621 m³/h la potencia al freno de la bomba es de 182 kW.

Tabla N°2.4 Resumen de resultados para la selección de las bombas tipo turbina vertical ubicadas en la barcaza.

Resultados		
Pérdidas en la Descarga		
Pérdidas primarias en la descarga	9.73	m de fluido
Pérdidas secundarias en la descarga	0.2	m de fluido
Pérdidas Totales en la Descarga	9.93	m de fluido
ADT	86.2	m de fluido
Q	621	m ³ /h
NPSH _D	9.06	m de fluido
Potencias:		
Potencia Teórica de la Bomba (P _T)	145.65	kW
Eficiencia de la Bomba	80%	
Potencia al freno (P _F)	182.06	kW

A continuación en la Figura 2.9 se muestra la curva de la bomba seleccionada, la bomba es marca Weir Floway modelo 16 DKL – 3 stg, en la grafica se ha ubicado el punto de operación con 621 m³/h.

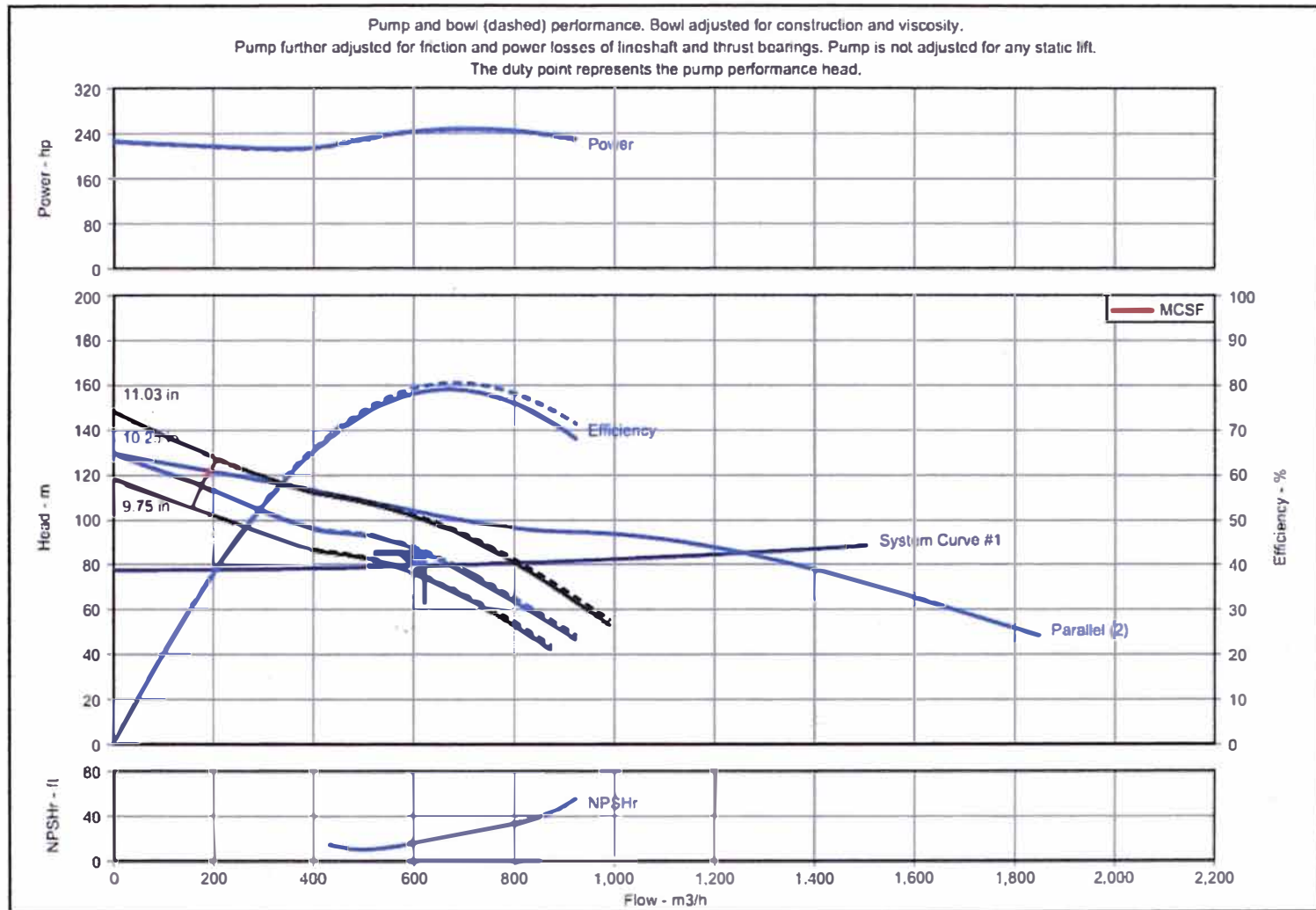


Figura 2.9 Curva Característica de la Bomba Weir Floway 16 DKL – 3 stg con su punto de operación en 621 m³/h @ 86.2 mca.

2.1.3 Tubería hacia estación intermedia

Desde la barcaza se instalará una tubería de 20" de diámetro y material HDPE SDR 17. Esta tubería tiene la resistencia y flexibilidad para soportar la presión del agua transportada.

En la siguiente Tabla 2.5 se muestran las características de la tubería HDPE SDR 17 empleada la cual soporta hasta 125 psi.

Tabla N°2.5 Características de la tubería empleada
(DriscoPlex® Municipal & Industrial & Energy Series/IPS Pipe Data)

SDR 17 125 psi			
Diámetro Nominal (pulg)	Pared Mínima (pulg)	Diámetro Promedio (pulg)	Peso (lb/ft)
20"	1.176	17.507	30.58

En la zona de la laguna de relaves la tubería flota y no es necesario colocar algún sistema de flotadores. Fuera de la laguna en tierra la tubería es instalada sobre el terreno natural con una limpieza previa, solo se requiere mantener las curvas y flechas para su dilatación y contracción para que no se generen esfuerzos en la tubería.

2.1.4 Alimentación eléctrica

Debido a los estándares de la mina, los motores de las bombas ubicados en la barcaza son en media tensión (4.16 kV). El suministro eléctrico es mediante Cable de Cobre Cableado Tripolar 8 kV con aislamiento EPR/CP tipo minero.

Los cables irán por encima de boyas flotantes, los que van desde la orilla de la laguna de relaves hasta barcaza.

Adicionalmente se requiere de una línea de baja tensión (480 V) para alimentar el monorriel y una toma libre (para alguna maquina: soldadura, taladro, etc.). Esta tensión es suministrada mediante un Cable de cobre tipo SOOW, UL, 600 V con chaqueta de caucho termoestable negro, temperatura de operación -40 °C a 90 °C, resistente a la abrasión y al agua.

2.1.5 Líneas de comunicación y control

La operación de la barcaza será de modo automático, es necesario contar con la instrumentación que se describe a continuación:

- Instalación de 03 sensor de vibración, 01 en cada motor. Este sensor sirve para monitorear el estado de vibración alto y enclavamiento en el motor de la bomba. Se solicito al vendedor de las bombas que este sensor está incluido en el suministro de los motores.
- 03 interruptores de flujo tipo térmico, instalados en la tubería de descarga de cada bomba, estos sensores son utilizados para monitorear el estado de flujo bajo y enclavamiento de protección de las bombas.
- 01 sensor/transmisor/indicador de nivel tipo capacitivo ubicado en la barcaza en la zona de succión de bombas, esto se utiliza para el monitoreo continuo del nivel y enclavamiento de protección de las bombas.
- 01 sensor/transmisor/indicador de presión tipo diafragma en el manifold de la barcaza, para el monitoreo continuo de presión.

- 03 manómetros tipo bourdon de 4 1/2", rango de escala 0-1350 kPa.
Instalados en la descarga de cada bomba.

Las señales discretas y analógicas provenientes de los instrumentos de campo indicados serán direccionados por tableros de instrumentación (TBJ Junction box) hacia un nuevo sistema de control ubicado en la sala eléctrica.

2.2 Estación Intermedia

Debido a la diferencia de cotas entre la alguna de relaves (4106 msnm) y el tanque de recepción (4248 msnm) con una diferencia de cotas de 142 m de altura no es posible bombear directamente debido a que las bombas turbina no manejan ese rango de columna de agua, además las tuberías serian de mayor espesor y rigidez. Es necesario instalar una estación intermedia de bombeo llamada también estación booster.

La estación intermedia estará ubicada sobre el nivel 4160 msnm debido a que se ha estimado que la poza de relaves en un futuro llegara hasta este nivel inundando todo lo que se encuentre debajo.

Luego de varias propuestas y coordinaciones con el personal de operaciones de mina, se ubicó la estación intermedia en el nivel 4165 msnm.

En la Figura 2.10 se muestra la vista de planta de la estación intermedia que consiste de un plataformado desarrollo por corte del terreno natural donde se ubicaron los transformadores, la sala eléctrica, el tanque intermedio, las bombas y manifold de tuberías.

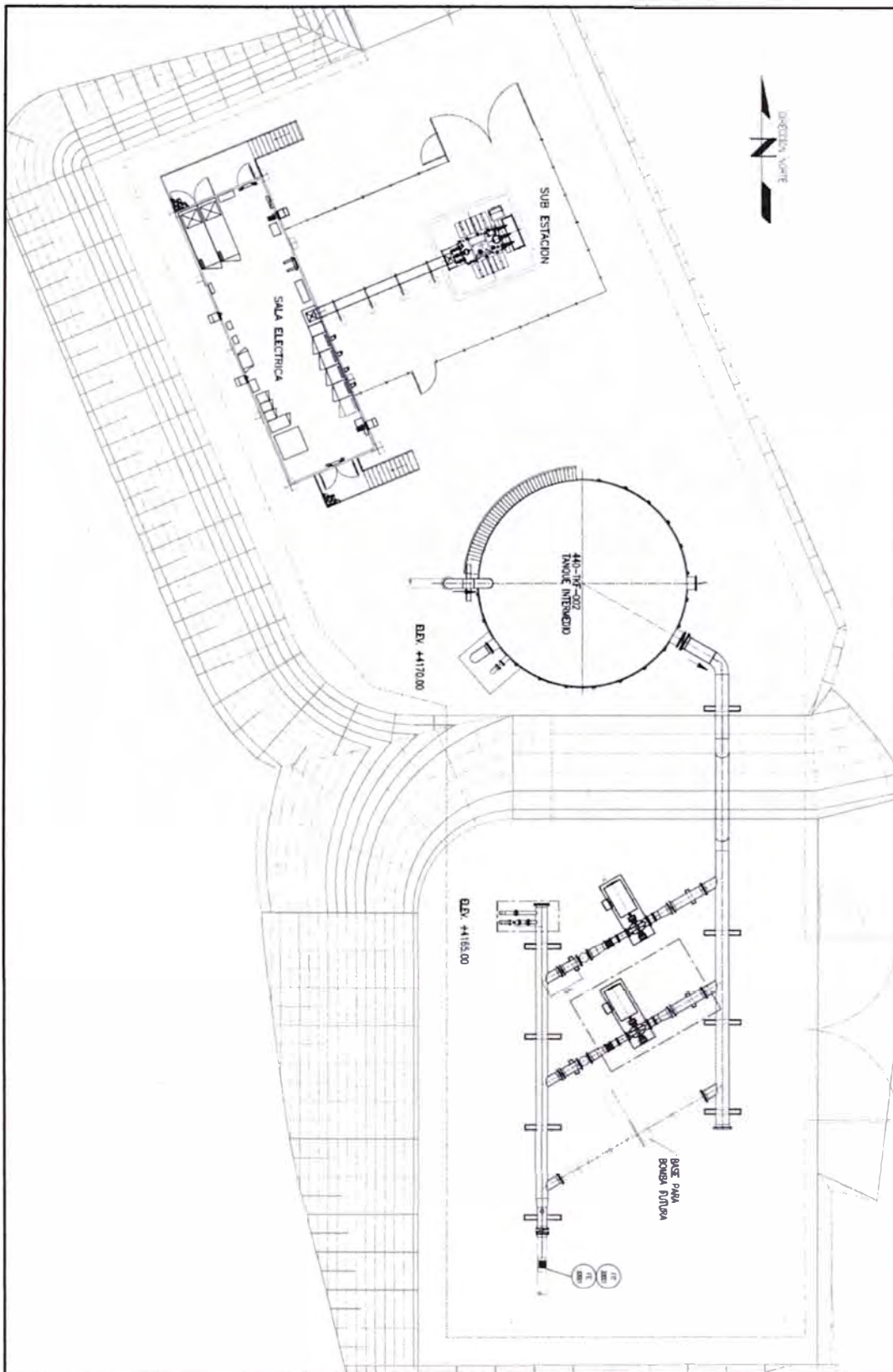


Figura 2.10 Estación Intermedia, donde se muestra la sala eléctrica, el tanque intermedio, las bombas y manifold de tuberías

2.2.1 Bombas Intermedias

Se tiene que impulsar el agua desde la estación intermedia ubicada en el nivel 4165.0 msnm hasta la estación de recepción, la diferencia de niveles y las características geográficas se muestra en la siguiente Tabla 2.6.

Tabla N°2.6 Condiciones geográficas de ubicación
de las bombas en la estación intermedia

Condiciones de instalación		
Nivel de plataforma de Tanque 440-TKF-002	4170.0	m
Nivel mínimo de agua Tanque 440-TKF-002	4171.5	m
Nivel de tubería de ingreso a Tanque 440-TKF-002	4180.2	m
Nivel de Eje de bomba 440-PPC-001 / 002	4165.9	m
Altura Estática de succión	5.6	m
Altura Estática de descarga	77.2	m
Tanque de Recepción WTP 440-TKF-001		
Nivel de plataforma de Tanque 440-TKF-001	4248	m
Nivel de tubería de ingreso a Tanque 440-TKF-001	4264.2	m
Altura estática de succión	5.59	m
Altura Estática Descarga	98.37	m
Altura Residual	1.76	m
Presión Atmosférica	60.31	kPa
Presión de Vapor Absoluta (6°C)	1.42	kPa
Viscosidad Dinámica , (6° C)	1.47	cP

En la estación se instalarán 02 bombas tipo centrifuga de capacidad 1242 m³/h y 102 metros de columna de agua (mca).

Las bombas trabajarán: 01 en operación y 01 en stand-by, en el siguiente cuadro 2.7 se muestran los resultados de los cálculos hidráulicos donde la potencia al freno es de 428.05 kW para un caudal de 1242 m³/hr.

Tabla N°2.7 Resumen de resultados de la bomba centrífuga intermedia

Pérdidas en la Descarga		
Pérdidas primarias en la descarga	6.14	m
Pérdidas secundarias en la descarga	0.36	m
Pérdidas Totales en la Descarga	6.5	m
ADT	101.3	m
Q	1242.00	m ³ /hr
NPSH _D	11.36	m
Potencia:		
Potencia Teórica de la Bomba (P _T)	342.44	kW
Eficiencia de la Bomba	80%	
Potencia al freno (P _F)	428.05	kW

A continuación se muestra en la Figura 2.11 la curva de operación de la bomba seleccionada, la cual es marca Weir Uniqlide modelo SDC 300/400, además se indica su punto de operación.

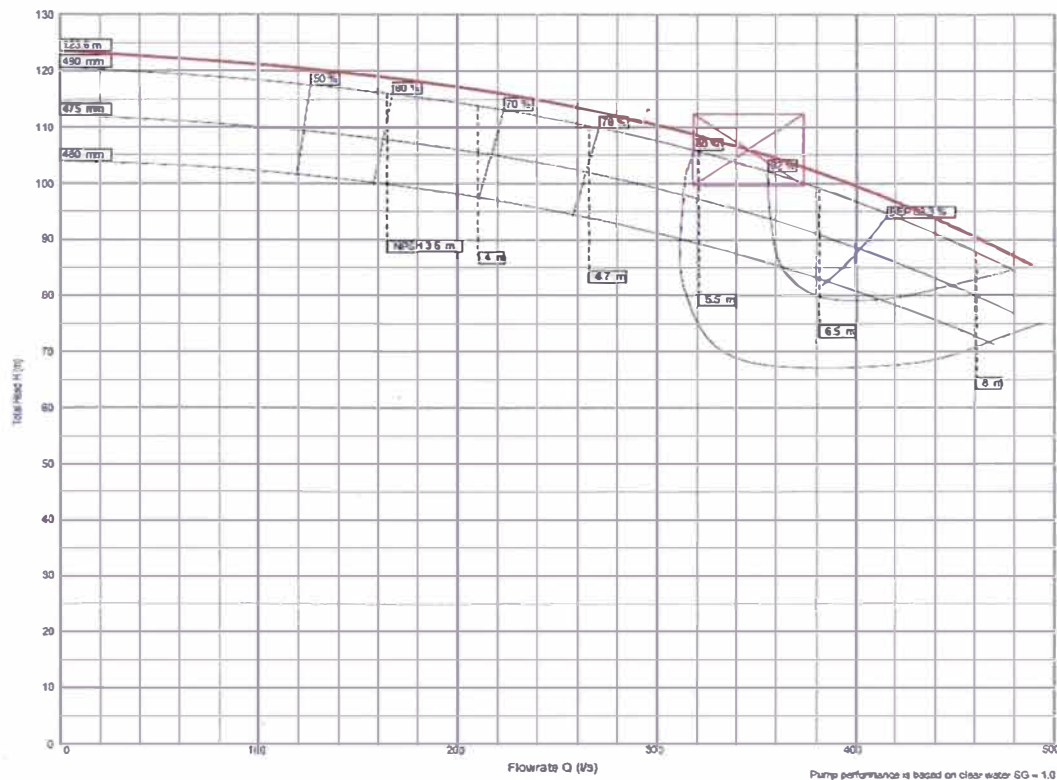


Figura 2.11 Curva de operación de la bomba Intermedia Weir Uniqlide SDC 300/400

2.2.2 Válvula de control de flujo

En principio de manera ideal la suma de los caudales de las 2 bombas de la barcaza ($2 \times 621 \text{ m}^3/\text{h}$) es igual al caudal de la bomba intermedia ($1242 \text{ m}^3/\text{h}$), el sistema de bombeo debería iniciarse con el flujo desde ambas bombas de la barcaza llenando el tanque intermedio para luego dar la señal de arranque de la bomba intermedia y así impulsar finalmente el agua hasta el tanque de recepción.

Debido a que en la práctica existen diversos factores que generan pérdidas de fricción no contempladas, además de variaciones debido a desgaste de los impulsores de las bombas, desgaste de tuberías, etc. El balance de los caudales no es tan exacto como se describió, es necesario hacer compensaciones o restricciones al flujo para mantener los niveles de los tanques operando en un nivel estable.

Es por esta razón que se eligió como método de control el adicionar una válvula de control de flujo tipo Bola Vee en el manifold del tanque intermedio.

Esta válvula esta enlazada al sensor de nivel del tanque intermedio de modo que ante un incremento o decremento del nivel del mismo tanque la válvula se abrirá o cerrará haciendo recircular el agua.

Las bombas de la barcaza no poseen ninguna válvula de control de flujo, estas bombas operan a su máximo caudal.

En la siguiente Figura 2.12 se muestra el esquema de conexión de la válvula bola Vee empleada, la cual esta enlazada al sensor de nivel del tanque intermedio.

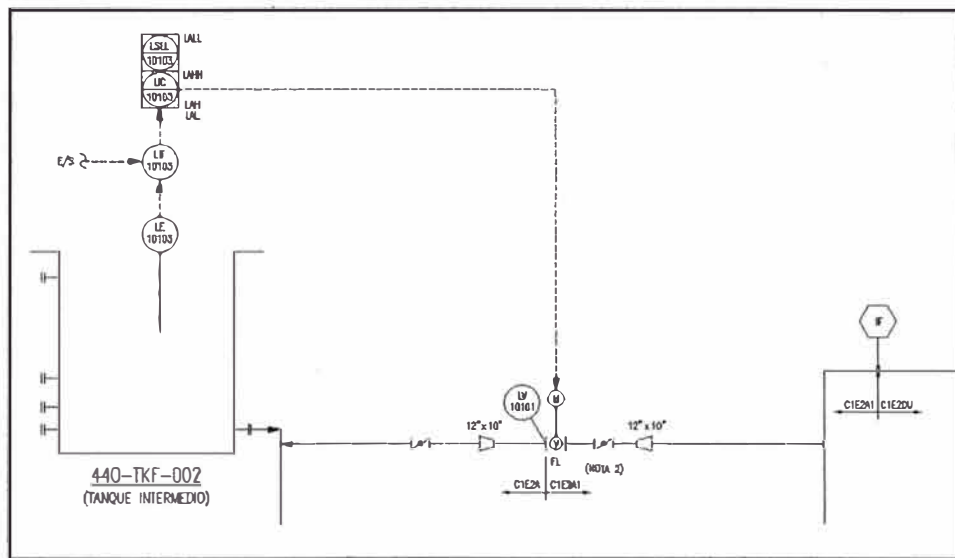


Figura 2.12 Esquema de conexión de válvula bola Vee

2.2.3 Sistema de protección contra golpe de ariete

La estación intermedia posee en el manifold un arreglo de válvulas para reducir los impactos producidos por el golpe de ariete. Las válvulas instaladas son: Válvula anticipadora de honda, válvula de control de bomba y válvulas de venteo.

2.2.3.1 Válvula anticipadora de onda

Para reducir los impactos producidos por el golpe de ariete se seleccionó 1 válvula anticipadora de onda Marca Bermad modelo WW-735 de 6" de diámetro.

En el Anexo 1 se muestra las características de la válvula WW-735 empleada.

2.2.3.2 Válvula de control de bomba

Para un arranque y parada suave de las bombas se seleccionó una válvula de control de bomba y sostenedora de presión marca Bermad modelo WW-743 de 18" instalada en cada

bomba. En el Anexo 2 se muestra las características de la válvula WW-743 empleada.

2.2.3.3 Válvulas de venteo

A lo largo de la tubería de descarga se deben de instalar válvulas de venteo en los puntos alto. Estas válvulas permiten el ingreso de aire cuando se originen presiones negativas además de permitir la salida de aire durante el llenado de las tuberías.

En el Anexo 3 se muestra las características de la válvulas de venteo empleadas.

2.2.4 Tanque Intermedio

En la estación intermedia se construirá un tanque de acero con $\frac{1}{2}$ hora de capacidad de almacenamiento (622 m³). El tanque será de 11 m de diámetro y 9 m de altura además tendrá las boquillas para: ingreso, descarga, rebose, manhold y purga de agua recuperada.

El tanque es diseñado según la norma API 650.

2.2.5 Sala Eléctrica

Para este proyecto se prevé que todo el equipamiento eléctrico estará dentro de una sala eléctrica pre fabricada tipo Shelter, la cual tendrá las medidas: 1.580 m x 5.000 m x 4.100 m (Largo x Ancho x Altura).

La sala eléctrica contará con:

- Switchgear de media tensión 23 kV el cual estará conectado a los cables provenientes del poste de la línea de transmisión.

- Centro de control de motores en media tensión 4.16 kV. Con 05 arrancadores (03 arrancadores para motores de 300 hp y 02 arrancadores para motores de 700 hp).

Las características principales del MCM (Centro de control e Motores de media tensión) de media tensión serán: 1200 A, 4.16 kV, 3 Fases, 3 Hilos, 50 kA Sym, y estará constituido por arrancadores directos (FVNR) de media tensión. Constará de 5 columnas y 01 columna de transición (La 1ra columna será para la llegada del ducto de barras, la 2da columna equipadas con 01 Feeder e instrumentos de medición y control, luego de la 3ra a la 5ta columna será equipada con 05 arrancadores para motores de 300 HP y 700 HP.

Desde este MCM de Media Tensión se suministrará energía a un Transformador seco de distribución de 225 kVA, 4.16 / 0.48 kV, que alimentará a un MCL (Centro de control e Motores de baja tensión) de baja tensión en 480 V, 800A 3 fases + tierra, 65 kA Sym, desde donde se alimentarán a los circuitos de fuerza como el panel de corriente continua, tomacorrientes en 480 V y a un transformador de alumbrado de 45 kVA, 480/400-230 V, el cual a su vez alimentará a un panel de alumbrado en 400-230 V, 3 fases + neutro + tierra, 20 kA Sym, desde donde se alimentarán los circuitos de alumbrado y tomacorrientes en 220 V.

Desde este MCL también se alimentará a un transformador monofásico seco de 12 kVA y 480/120 V, el cual alimentará un UPS de 10 kVA y este, a un Panel de Instrumentación, los cuales forman parte del equipamiento de la sala eléctrica.

La sala eléctrica se suministrará en paquete y estará equipada con todos sus servicios auxiliares, como SCI (detección y alarma), alumbrado interno y exterior de la sala, ventilación y presurización, sistema de bandejas y conduits e interconexión de los equipos en su interior, plataformas de acceso, barandas y escaleras metálicas.

En la siguiente Figura 2.13 se muestra un arreglo de distribución de la sala eléctrica, donde se indica el transformador, gabinetes, etc. La identificación de estos componentes se encuentran en la Tabla 2.8.

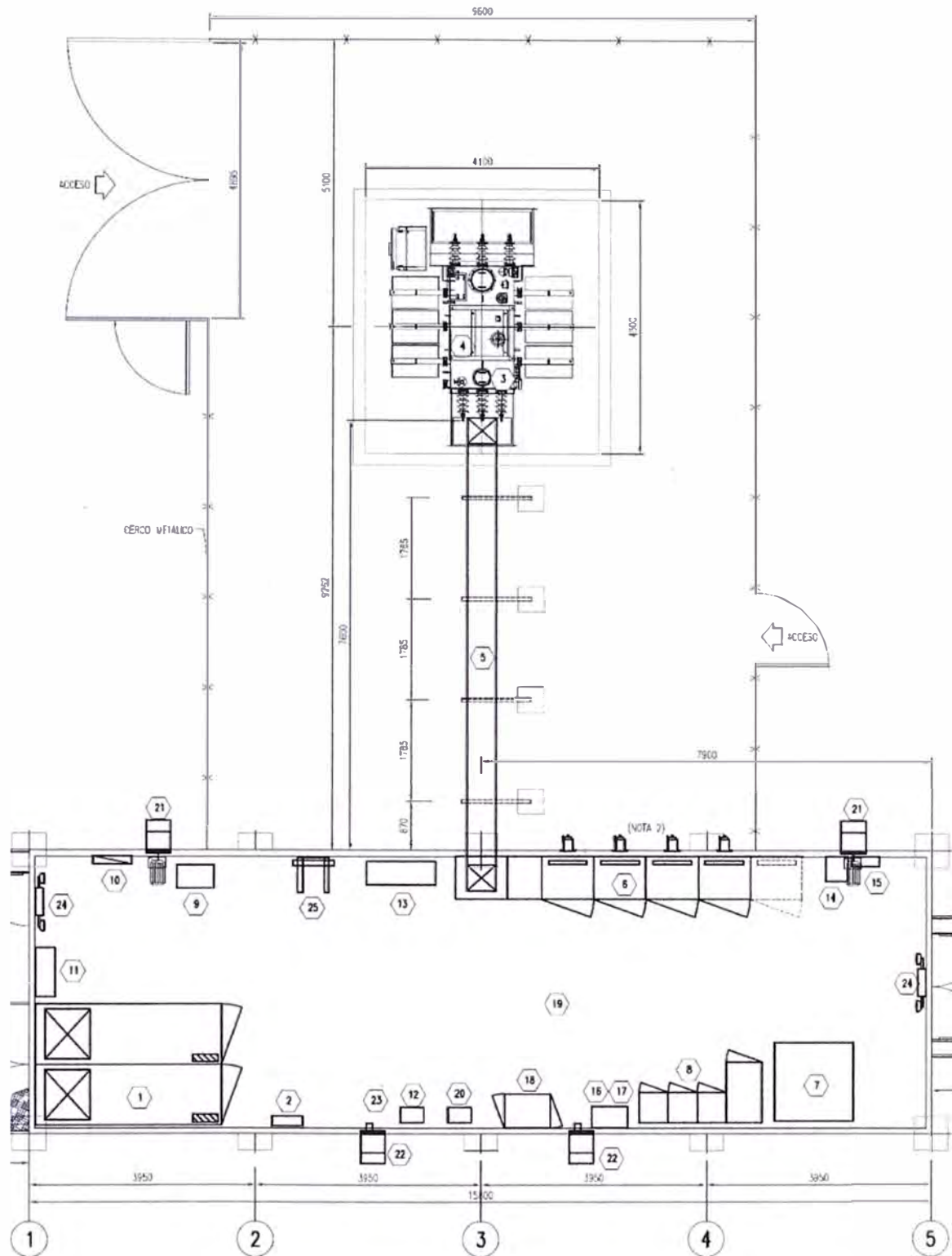


Figura 2.13 Arreglo de la sala eléctrica, con la numeración de componentes.

Tabla N°2.8 Lista de componentes de la sala eléctrica

LISTA DE COMPONENTES	
Item	Descripción
1	Switchgear de 23 kv, 1200a, 3f, 3 hilos, 40ka, (nota 5).
2	Gabinete de pruebas de switchgear 440-sgm-0501, (nota 5).
3	Transformador de potencia 5 mva, 23/4,16 kv, 3 fases, 60 hz, z=6.5%
4	Resistencia de puesta a tierra, 2400 v, 6 ohms, 400a, 10s, (nota 7).
5	Bus bar de interconexión 1200 a (ducto de barras) (nota 5).
6	Centro de control de motores de media tensión 4.16 kv, 50 ka (nota 5).
7	Transformador seco 225 kva, 4.16/48kv, 3 fases, 60hz. (nota 5)
8	Centro control de motores en baja tensión 480v, 65 ka. (nota 5)
9	Transformador tipo seco 45 kva, 480/400-230v, 3f, 60hz (nota 5)
10	Panel de alumbrado 250 a. (nota 5)
11	Sistema de detección y alarma de incendio (nota 5)
12	Tablero de instrumentación 120 v (nota 3 y 5)
13	Banco de baterías 125 vdc 90 a-h (nota 5)
14	Cargador de baterías (nota 5)
15	Panel de corriente continua 125 vdc (nota 5)
16	Transformador seco de 12 kva 480/120 v (nota 5)
17	UPS de 10 kva (nota 5).
18	Gabinete de plc, (nota 3 y 8).
19	Sala eléctrica prefabricada
20	Gabinete de comunicaciones (nota 3 y 8)
21	Presurizador y filtro (02 unidades) (nota 5)
22	Damper motorizado, 230 vac. (02 unidades) (nota 5)
23	Panel de presurización (nota 5)
24	Luminaria de emergencia (02 unidades) (nota 5)
25	Carro de izaje (nota 5).
Notas	
1	Todas las dimensiones están indicadas en milímetros y las elevaciones en metros.
2	El proveedor de la sala eléctrica deberá suministrar e instalar los conectores macho y hembra para cables de fuerza en 4.16kv que alimentan a las 3 bombas en la barcaza.
3	Equipos especificados por la disciplina de instrumentación.
4	Este plano solo es válido para instalaciones eléctricas.
5	A ser suministrado e instalado por el proveedor de la sala eléctrica.
6	La sala eléctrica será suministrada con plataformas, barandas y escaleras metálicas.
7	Equipo suministrado e instalado por el proveedor del transformador de potencia.
8	Equipo suministrado por otros

2.2.6 Alimentación Eléctrica

La alimentación, del centro del control de motores de Media tensión, ubicada dentro de la sala eléctrica prefabricada, se realizará desde el secundario del transformador en 4.16 kV de 5 MVA, mediante un ducto de barras, el cual ingresara a la sala eléctrica hasta llegar a la primera columna por la parte superior.

El suministro eléctrico a los motores de Media Tensión, será mediante Cable de cobre cableado tripolar 8kV, con aislamiento EPR/PVC y con aislamiento EPR/CPE tipo minero, para los motores de la estación de intermedia y los motores de la barcaza respectivamente.

Para la acometida a motores eléctricos ubicados en la barcaza irán por encima de las boyas flotantes, que van desde la orilla de la presa de relaves, hasta llegar a la misma barcaza.

El suministro para las cargas en 480 V será con cable de cobre tipo SOOW, UL, 600 V, con chaqueta de caucho termoestable negro, temperatura de operación -40°C a 90°C, resistente a la abrasión y al agua.

Las cajas de paso de uso exterior, tendrán un nivel de protección Nema 4. Asimismo se considera estaciones de control en las barcazas, cerca a la ubicación de las bombas, con estaciones de control tipo 1 (apto para clase 1, división 1, UL.) conteniendo 01 pulsador color verde (Jog) - contacto momentáneo (N.O.), 01 pulsador color rojo (stop) - contacto mantenido (N.C.), 01 selector local – remoto.

2.2.7 Alumbrado Exterior

Los circuitos de alumbrado exterior se controlarán desde el tablero de distribución en 400-230 V instalado en la sala eléctrica. El control del alumbrado exterior se realizará mediante un contactor auxiliar y una célula fotoeléctrica instalada al exterior de la sala eléctrica.

El proyecto comprende el alumbrado exterior en la nueva subestación eléctrica, y estará conformado por postes metálicos tubulares con lámparas de vapor de sodio de alta presión y circuitos instalados en ductos directamente enterrados.

El cable de alumbrado usado es de cobre cableado, de temple suave, tipo XHHW-2 con aislamiento XLPE, UL, 600 V, con cubierta de PVC 90°C.

2.2.8 Puesta a tierra

Se considera la instalación de un sistema de puesta a tierra para la subestación eléctrica consistentes de mallas con cable de cobre desnudo, temple suave #4/0 AWG (120 mm²) y varillas copperweld de 3/4" y 10 pies (3 m). Las derivaciones a los equipos y estructuras se realizarán con cable de cobre desnudo #2/0 AWG (70 mm²). Las mallas cubrirán todo el perímetro de las nueva subestación así como también de la estación de rebombeo.

Todas las soldaduras serán del tipo Cadweld, y los accesorios y conectores de la marca Burndy. Este sistema estará complementado con pozos de puesta a tierra ciegos y con registro. Las derivaciones en cable de cobre desnudo #2/0 AWG, deberán estar protegidas en tuberías de PVC-SAP y

selladas con Sika Flex o similar una vez definidas sus respectivas ubicaciones. La resistencia de puesta a tierra de la malla de la subestación eléctrica deberá ser menor o igual a 5 Ohm.

2.2.9 Protección Contra descargas Atmosféricas

Para efectos de proteger las nuevas instalaciones contra descargas atmosféricas, se ha considerado el suministro e instalación de 1 pararrayos con dispositivo de cebado (PDC) y contador de descargas, de la marca Prevelectron 2, modelo "S6.60" (Marca sugerida por el propietario), dimensionados para un nivel de protección 1 (según Norma NF C 17 – 102), obteniéndose un radio de cobertura de 79 m. El pararrayos será soportado en un poste de acero de 18 m de longitud.

Para la bajada de puesta a tierra de los pararrayos se utiliza cable de cobre desnudo de temple suave 120 mm² (# 4/0 AWG) y para el aterramiento 3 pozos de puesta a tierra en formación triangular.

2.2.10 Instrumentación y control

En la estación intermedia se ha considerado el cableado de las señales discretas de status y control de los arrancadores de los motores de las bombas así como señales discretas de status del switch gear y transformador principal. Los medidores del centro de control de motores (MCC) se conectan con el sistema de control a través de comunicación Modbus/TCP.

Los gabinetes del sistema de control estarán ubicados dentro de la sala eléctrica.

La instrumentación en la estación intermedia es la siguiente:

- 2 interruptores de vibración, uno en cada bomba, esto sirve para monitorear las altas vibraciones del motor y es suministrado por el proveedor del motor.
- 2 interruptores de flujo tipo térmico, estarán ubicados en cada tubería de descarga de las bombas. Esto es utilizado para monitorear el estado de flujo bajo de las bombas.
- 2 manómetros tipo bourdon en las tuberías de descarga de las bombas, para monitoreo local de las presiones.
- 1 sensor/transmisor/indicador de presión tipo diafragma en el manifold de las bombas, esto se utiliza para el monitoreo continuo de la presión en la línea.
- 1 sensor/transmisor/indicador de nivel tipo ultrasónico para el tanque de agua recuperada. Este sensor se utiliza para el monitoreo continuo del nivel del tanque y está unido al enclavamiento de protección de las bombas.

Las señales analógicas y discretas de los instrumentos de campo indicados serán cableadas a través de los tableros TBJ hacia un nuevo sistema de control.

No es parte de este alcance desarrollar las rutinas de control para el PLC, pantallas graficas, rutinas de comunicaciones, integración lógica, configuración de señales de comunicación.

2.2.11 Tuberías hacia WTP

Se instalará una tubería que transportará el agua desde el manifold de bombas en la estación intermedia hacia el tanque de recepción en la estación WTP (Water treatment plant).

La tubería seleccionada es de 20" de diámetro y material HDPE SDR 11.

En la siguiente Tabla 2.7 se muestran las características de la tubería empleada.

Tabla N°2.7 Características de la tubería empleada
(DriscoPlex® Municipal & Industrial & Energy Series/IPS Pipe Data)

SDR 11 200 psi			
Diámetro Nominal (pulg)	Pared Mínima (pulg)	Diámetro Promedio (pulg)	Peso (lb/ft)
20"	1.818	16.146	45.54

2.3 Estación WTP

En la zona de la WTP (Water treatment plant) Planta de tratamiento de agua se ubicará el tanque de recepción además de la instrumentación necesaria.

2.3.1 Tanque de recepción

Se construirá un tanque de acero con 2 horas de capacidad de almacenamiento (2484 m³). El tanque será de 16 m de diámetro y 15 m de altura. Tendrá las boquillas para: ingreso, descarga, rebose, manhold y purga.

El tanque es diseñado según la norma API 650.

2.3.2 Instrumentación y control

En la zona del tanque de recepción se ha considerado la instalación de los siguientes instrumentos:

- 1 sensor/transmisor/indicador de flujo tipo ultrasónico, este instrumento estará ubicado en la línea que llega al tanque.
- 1 sensor/transmisor/indicador de nivel tipo ultrasónico para el tanque de recepción. Este sensor se utiliza para el monitoreo continuo del nivel del tanque y está unido al enclavamiento de protección de las bombas.

Se considera que el sistema de bombeo propuesto se integrará al existente en la planta WTP, esto se realizará con mediante un cable de fibra óptica de 48 hilos.

CAPÍTULO III

Control Automático del Sistema de Bombeo

3.1 Función del control automático

El objetivo del control automático es dar autonomía de operación al sistema de bombeo de agua recuperada. Mediante una serie de señales que llegan hasta el PLC el cual según la programación dará las ordenes para arrancaran o pararan las bombas de la barcaza y de la estación intermedia y así garantizar el llenado del tanque 440-TKF-001 ubicado en la planta de tratamiento de agua.

El sensor de nivel LE-3003 se activa cuando el nivel del tanque 440-TKF-001 se encuentra al 50% de su capacidad y se desactiva cuando el tanque se encuentra al 90% de su capacidad de almacenamiento. El sensor de nivel LE-3003 envía una señal a las bombas 440-PPC-001 / 002 en la estación intermedia para que una de las bombas se active, la activación de las bombas dependerá también del sensor de nivel LE-3002 ubicado en el tanque intermedio 440-TKF-002 además de las señales propias de las bombas (alarmas).

El sensor de nivel LE-3002 ubicado en el tanque intermedio 440-TKF-002 enviará la señal de activación a las bombas 440-PPV-001 / 002 / 003 en la barcaza 440-ZMZ-001, dependerá del sensor de nivel LE-3001 ubicado en la barcaza 440-ZMZ-001 y de las señales propias de las bombas 440-PPV-001 / 002 / 003 y de la barcaza 440-ZMZ-001 para su respectivo encendido.

3.2 Descripción del Sistema de Control

3.2.1 Instrumentación

La instrumentación en la barcaza es la siguiente:

- 3 sensores de vibración, (XSH-30001, XSH-30002, XSH-30003) uno en cada motor de las bombas (440-PPV-001, 440-PPV-002, 440-PPV-003). Este sensor sirve para monitorear el estado de vibración alto y enclavamiento en el motor de las bombas. Se solicitó al vendedor de las bombas que este sensor está incluido en el suministro de los motores.
- 3 interruptores de flujo tipo térmico, (FSL-30001, FSL-30002, FSL-30003), instalados en la tubería de descarga de cada bomba (440-PPV-001, 440-PPV-002, 440-PPV-003), estos sensores son utilizados para monitorear el estado de flujo bajo y enclavamiento de protección de las bombas. Los sensores tendrán alimentación 120 VAC/60 HZ, salida SPDT 5A @ 120 VAC, Nema 4X.

- 1 sensor/transmisor/indicador de nivel tipo capacitivo (LIT-3001) ubicado en la barcaza (440-ZMZ-001) en la zona de succión de bombas, esto se utiliza para el monitoreo continuo del nivel y enclavamiento de protección de las bombas de la barcaza. Se trata de un sensor integrado tipo capacitivo, con alimentación 24 VDC, salida 4 – 20 mA, Nema 4X.
- 1 sensor de medición de nivel (LE-3001), ubicado en la barcaza, tipo ultrasónico remoto a transmisor indicador, Nema 4X.
- 1 sensor/transmisor/indicador de presión tipo diafragma (PIT-3006) ubicado en el manifold de la barcaza (440-ZMZ-001), para el monitoreo continuo de presión. Este es un sensor integrado con alimentación 24 VDC, salida 4 – 20 mA + Hart (bus de campo), Nema 4X.
- 3 manómetros tipo bourdon, (PI-3001, PI-3002, PI-3003), fenol, tamaño de dial de 4 1/2", rango de escala 0-1350 kPa. Instalados en la descarga de cada bomba (440-PPV-001, 440-PPV-002, 440-PPV-003).

En la Figura 3.1 se muestra el diagrama de la instrumentación instalada en la barcaza.

La instrumentación en la estación intermedia es la siguiente:

- 2 interruptores de vibración, (XSH-3004, XSH-3005) uno en cada bomba (440-PPC-001, 440-PPC-002), esto sirve para monitorear las altas vibraciones del motor y es suministrado por el proveedor de las bombas.
- 2 interruptores de flujo tipo térmico (FSL-3004, FSL-3005), estarán ubicados en cada tubería de descarga de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002). Esto es utilizado para monitorear el estado de flujo bajo de las bombas. Los sensores tendrán alimentación 120 VAC/60 HZ, salida SPDT 5A @ 120 VAC, Nema 4X.
- 2 manómetros tipo bourdon, (PI-3004, PI-3005), fenol, tamaño de dial de 4 1/2", rango de escala 0-1350 kPa. Instalada en la tubería de descarga de cada bomba (440-PPC-001, 440-PPC-002), para monitoreo local de las presiones.
- 1 sensor/transmisor/indicador de presión (PIT-3007), tipo diafragma ubicado en el manifold de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002), esto se utiliza para el monitoreo continuo de la presión en la línea. Este es un sensor integrado con alimentación 24 VDC, salida 4 – 20 mA + Hart (bus de campo), Nema 4X.

- 1 sensor/transmisor/indicador de nivel (LIT-3002), tipo ultrasónico para el tanque de agua recuperada (440-TKF-002). Este sensor se utiliza para el monitoreo continuo del nivel del tanque y está unido al enclavamiento de protección de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002). Se trata de un sensor integrado con alimentación 120 VAC, salida 4 – 20 mA, Nema 4X.
- 1 sensor de medición de nivel (LE-3002), ubicado en el tanque intermedio, tipo ultrasónico remoto a transmisor indicador, Nema 4X.
- 2 válvulas de control de bomba (FV-3004, FV-3005), para un arranque y parada suave de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002) se seleccionaron 2 válvulas de control de bomba y sostenedora de presión marca Bermad modelo WW-743 de 18" de diámetro instalada una en cada bomba.
- 1 Válvula de control, (LV-3008), reguladora de flujo de agua en línea auxiliar de ingreso como realimentación a tanque intermedio (440-TKF-002). Se trata de una válvula bola Vee con actuador eléctrico, posicionador con señal de entrada 4 – 20 mA + Hart, retransmisor de posición de 4 – 20 mA, Nema 4x.

En la Figura 3.2 se muestra el diagrama de la instrumentación instalada en la estación intermedia.

La instrumentación en el tanque de recepción es la siguiente:

- 1 sensor/transmisor/indicador de nivel (LIT-3003), tipo ultrasónico para el tanque de recepción (440-TKF-001). Este sensor se utiliza para el monitoreo continuo del nivel del tanque y está unido al enclavamiento de protección de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002). Se trata de un sensor integrado con alimentación 120 VAC, salida 4 – 20 mA, Nema 4X.
- 1 sensor de medición de nivel (LE-3003), ubicado en el tanque de recepción (440-TKF-001), tipo ultrasónico remoto a transmisor indicador, Nema 4X.
- 1 Sensor de flujo (FE-3001), para la medición del flujo en la línea principal de descarga de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002). Sensor de tipo ultrasónico remoto a transmisor indicador, clamp on, Nema 4X.
- 1 Transmisor indicador de flujo (FIT-3001) instalado en la línea principal de descarga de las bombas (440-PPC-001, 440-PPC-002). Consta de un panel transmisor indicador montaje en pared, alimentación 120 VAC, salida 4-20 mA + Hart, Nema 4X.

En la Figura 3.3 se muestra el diagrama de la instrumentación instalada en el tanque de recepción.

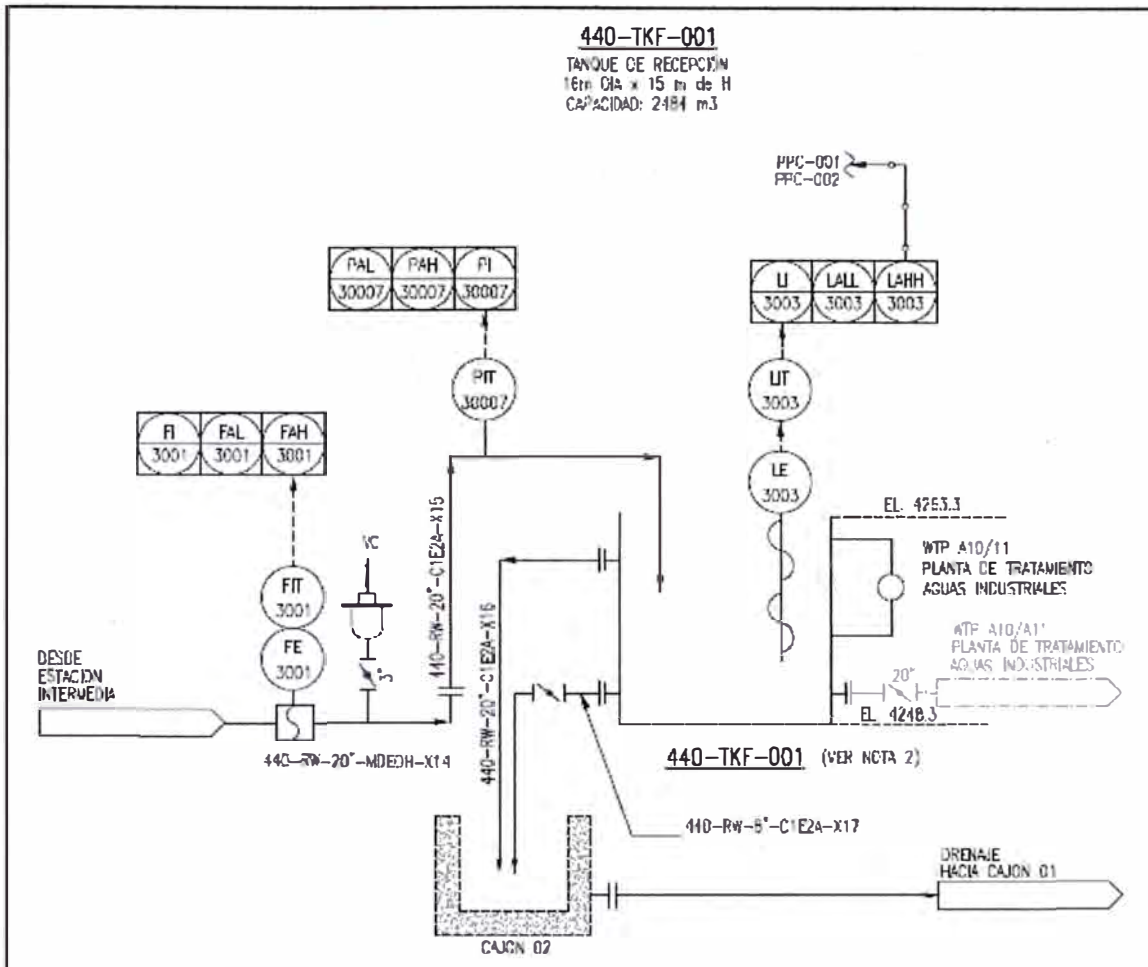


Figura 3.3 Instrumentación en el tanque de recepción.

3.2.2 Controladores del Proceso

La plataforma para el sistema de control considerada en el presente proyecto se encuentra basada en Sistemas DCS (Sistema de Control Distribuido) de ABB con tecnología Bailey y módulos I/O System 800, esto es un requerimiento del propietario.

Para los dos sistemas DCS considerados en el presente proyecto, se ha contemplado tener redundancia en controladores, fuente de alimentación y comunicación, y están conformados principalmente por módulos controladores BRC400, módulos de comunicación para la interacción con la

red existente en Infinet, así como para la interacción con los medidores del MCC en modbus TCP, y módulos I/O S800. Los módulos I/O mediante cluster módems y un gateway se enlazarán con los módulos controladores BRC400.

Para la nueva estación de bombeo intermedia se ha considerado el primer sistema DCS y estará ubicado en la sala eléctrica, para la nueva barcaza se ha considerado el segundo sistema DCS y estará ubicado en la sala eléctrica.

Referente a las técnicas de control que deben ser considerados para estos sistemas en el presente proyecto, se ha establecido dos tipos:

- Control discreto para arranque y parada secuencial en la operación de las bombas tanto en la nueva barcaza como en la nueva estación booster.
- Control continuo para la regulación de nivel de agua recuperada en el tanque de almacenamiento reubicado de la estación intermedia.

Con respecto a las funciones de supervisión a ser procesadas se deberá considerar:

- Indicación, registro y acción de alarma por vibración alta en motores de bombas verticales tipo turbina de nueva barcaza.
- Indicación, registro y acción de alarma por flujo bajo en líneas de descarga de bombas verticales tipo turbina de la nueva barcaza.
- Indicación y registro de presión en línea principal de descarga de bombas verticales tipo turbina de la nueva barcaza.

- Indicación y registro de nivel en la zona de succión de bombas verticales tipo turbina de la nueva barcaza, así como acción de alarma por nivel bajo.
- Indicación, registro y acción de alarma por vibración alta en motores de bombas centrífugas horizontales en la estación booster.
- Indicación, registro y acción de alarma por flujo bajo en líneas de descarga de bombas centrífugas horizontales de estación booster.
- Indicación y registro de presión en línea principal de descarga de bombas centrífugas horizontales de la estación booster.
- Indicación y registro de flujo en línea principal de descarga de bombas centrífugas horizontales de estación booster.
- Indicación y registro de nivel en el tanque de agua recuperada reubicado de estación booster, así como acción de alarma por nivel bajo-bajo, bajo, alto y alto-alto.
- Indicación y registro de posición de válvula de control en línea de recirculación de estación booster.
- Indicación y acción de alarma según corresponda de las señales de status del arrancador de motor para cada bomba y otros asociados, como: Parada, Tensión de Control, Listo, Funcionando, Local/Remoto, Falla, Manual/Automático, Estado de Equipo, Enclavamientos de Protección y Permisivos.
- Indicación y registro de parámetros eléctricos de los medidores y relés en los MCCs de las salas eléctricas asociadas a nueva barcaza y nueva estación booster respectivamente.
- En las Salas Eléctricas asociadas a la nueva barcaza y nueva estación booster, indicación y acción de alarma según corresponda de las

señales de status del Switchgear como es: Interruptor Cerrado, Interruptor Abierto y Lockout, así como del Transformador de Potencia como es: Presión Súbita, Imagen Térmica, Temperatura y Nivel de Aceite y Sobrepresión.

- Indicación, registro y acción de alarma por parada de proceso por enclavamiento de protección y permisivo, y por cambio de modo remoto a local.
- Indicación y registro de tiempos de operación de bombas tanto en nueva barcaza como en nueva estación booster.

3.2.3 Sistema de Comunicaciones

Los nuevos sistemas de control distribuido para el presente proyecto, de la nueva Estación de Bombeo y Nueva Barcaza deberán formar parte de la Red de Control existente de la mina, específicamente se ha contemplado adicionar ambos sistemas al Loop 2 Infinet del área de Agua Recuperada de la mina. Tal como se muestra en la Figura 3.4.

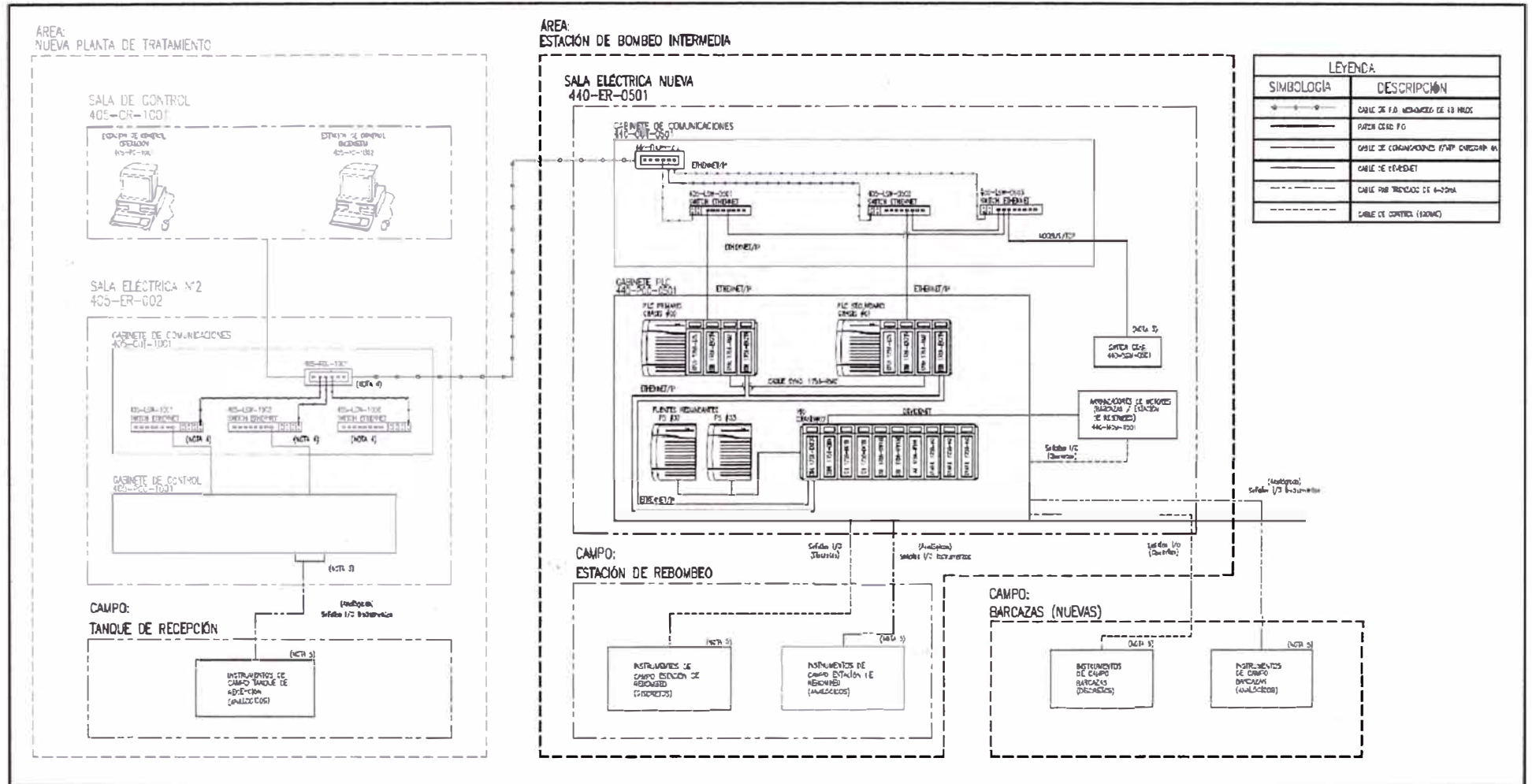


Figura 3.4 Sistema de comunicaciones.

Para la integración física hacia el Loop 2 del DCS asociado a la nueva Estación de Bombeo, se ha considerado en general la instalación de cable de fibra óptica de 24F tipo multimodo entre la nueva sala eléctrica (Estación de Bombeo) y la sala eléctrica existente, con el respectivo conexionado en la nueva unidad de distribución de fibra óptica y los FDUs de la sala eléctrica de la estación de bombeo existente. De los FDUs se tiene conexión directa de fibra óptica con los módulos redundantes de interface y procesamiento Infinet pertenecientes a los sistemas DCS.

Para la integración física hacia el Loop 2 del DCS asociado a la nueva Barcaza, se ha considerado en general la instalación de cable de fibra óptica de 24F tipo multimodo entre la nueva sala eléctrica (Barcaza) y la sala eléctrica existente de las Barcazas actuales, con el respectivo conexionado en la nueva unidad de distribución de fibra óptica (FDU) y en el FDU de la sala eléctrica de las barcazas existentes. De los FDUs se tiene conexión directa de fibra óptica con los módulos redundantes de interface y procesamiento Infinet pertenecientes a los sistemas DCS.

Así mismo para cada nuevo sistema DCS considerado en el presente proyecto, se ha contemplado establecer comunicación con los medidores del MCC respectivo en sala eléctrica para el monitoreo y registro de parámetros eléctricos, empleando como protocolo modbus TCP.

El proveedor de los nuevos sistemas DCS redundantes tendrá la responsabilidad sobre éstos de proporcionar los servicios que correspondan,

referentes al desarrollo de las aplicaciones (control, supervisión y comunicaciones), configuraciones, integración a la red de control existente de La mina, comunicación con los MCC asociados, pruebas y puesta en marcha.

3.3 Acciones de Control

El sistema automático debe ser capaz de tomar acción según los eventos que se presenten. Es así que se desarrollaron las acciones de control.

De acuerdo al tipo de la señal, el control desarrollado para el sistema de bombeo se puede clasificar en dos tipos: Control Discreto y Control Continuo.

3.3.1 Control Discreto

Para el control discreto, todos los mandos de arranque/parada y las secuencias de operación consideradas para las bombas de nueva barcaza y de la nueva estación de bombeo son programados y actualizados en los DCS. Los equipos mecánicos (bombas) que intervienen directamente en el bombeo de agua recuperada tendrán la capacidad de ser operados en forma local o remota, y contarán con los enclavamientos respecto a las condiciones de operación y elementos de protección asociados. En la Figura 3.5 se muestra la secuencia de las señales discretas.

Los componentes de protección y operación a las bombas como instrumentación de campo básicamente lo constituyen: Interruptores de vibración y de flujo bajo, así como instrumentos de medición de nivel continuo, en donde los interruptores de nivel según la condición requerida serán generados por software mediante la comparación de la medición continua de nivel con un valor predeterminado y programable desde el panel de operador.

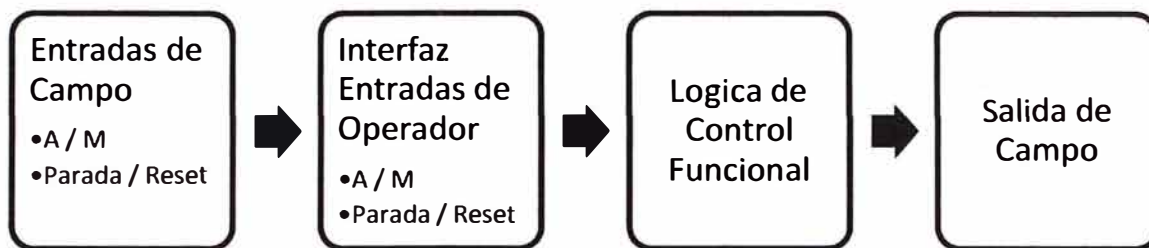


Figura 3.5 Secuencia de datos señales Discretas.

El sistema de control considera estados, enclavamientos y comandos remotos cableados.

La estrategia de control para esta parte, debe considerar lo siguiente:

- El sistema será normalmente controlado por un operador.
- Las bombas podrán ser arrancadas y operadas de forma remota o local, dependiendo de la posición del selector (Local/Remoto) ubicado en la botonera de campo.
- En modo local se puede emplear la botonera de campo para operar la bomba asociada.
- Por razones de seguridad el mando de parada local y remota siempre deben estar habilitados.
- El cambio de modo remoto a local detendrá previamente la operación de la bomba.
- Los enclavamientos del sistema de control serán divididos en:
 - Enclavamiento por seguridad o protección de equipos.

- Enclavamientos condicionales permisivos según operación del proceso.
- Los enclavamientos permisivos según operación de proceso se mantienen deshabilitados en modo local. Los enclavamientos de seguridad o protección de equipos se deberán mantener habilitados todo el tiempo.
- En modo remoto las bombas deberán ser arrancados de manera secuencial. Los enclavamientos detendrán la operación hasta que la causa del enclavamiento haya sido superado o rectificado.

Las secuencias de operación para los equipos principales (bombas) del nuevo sistema de bombeo de agua recuperada, debe considerar una secuencia de arranque en condiciones normales, una secuencia de parada en condiciones normales y una secuencia de parada en condiciones de emergencia. Así mismo las secuencias de operación de las bombas deben contemplar tener en principio la prioridad de ser realizada en forma manual remota, y según el requerimiento y decisión del operador tener la posibilidad de ser llevada a cabo en forma remota automática.

Para el arranque y parada de las bombas en forma remota manual, el operador establecerá las secuencias requeridas considerando todas las condiciones necesarias para la correcta operación de los equipos principales del sistema.

Para el inicio de la secuencia de arranque en forma remota automática del Sistema de Bombeo de Agua Recuperada en condiciones normales, se debe verificar y cumplir previamente lo siguiente:

- En nueva barcaza:
 - Todas las bombas deben tener la condición de lista para operar.
 - Todas las bombas deben tener la condición de estar en modo remoto/automático.
 - No tener la condición de nivel bajo en la zona de succión de las bombas.
 - No tener la condición de nivel alto-alto en el tanque de agua recuperada de la nueva estación de bombeo.
 - Se genere la orden de arranque de secuencia por el operador.

- En nueva estación intermedia:
 - Todas las bombas deben tener la condición de lista para operar.
 - Todas las bombas deben tener la condición de estar en modo remoto/automático.
 - No tener la condición de nivel bajo-bajo en el tanque de agua recuperada.
 - No tener la condición de nivel alto-alto en el tanque principal existente de Concentradora y que recepcionará el agua recuperada de la nueva estación de bombeo.
 - Previo inicio y operación normal de bombas en nueva barcaza.
 - Se genere la orden de arranque de secuencia por el operador.
 - Condiciones normales de funcionamiento de la planta.

Para el inicio a la secuencia de parada en forma remota automática del Sistema de Bombeo de Agua Recuperada, en condiciones normales, se debe verificar y cumplir que se genere la orden de parada de secuencia por el operador.

Para el inicio a la secuencia de parada en forma remota automática del Sistema de Bombeo de Agua Recuperada, en condiciones de emergencia, se debe verificar y cumplir alguno de los siguientes casos:

- En nueva barcaza:
 - Tener la condición de falla ó activación de enclavamiento por protección en dos o más bombas mediante la verificación de estado del equipo.
 - Tener la condición de nivel bajo en la zona de succión de las bombas.
 - Tener la condición de nivel alto-alto en el tanque de agua recuperada de la nueva estación de bombeo 3B.

- En nueva estación intermedia:
 - Tener la condición de falla ó activación de enclavamiento por protección en dos o más bombas mediante la verificación de estado del equipo.
 - Tener la condición de nivel bajo-bajo en el tanque de agua recuperada.
 - Tener la condición de nivel alto-alto en el tanque principal existente de Concentradora y que recepcionará el agua recuperada de la nueva estación de bombeo.

Respecto al orden para las secuencias de arranque y parada en forma remota automática de las bombas en condiciones normales, se debe considerar:

- En nueva barcaza:

Arranque

- Bomba 440-PPV-001
- Bomba 440-PPV-002
- Bomba 440-PPV-003

Parada

- Bomba 440-PPV-003
- Bomba 440-PPV-002
- Bomba 440-PPV-001

- En nueva estación de bombeo:

Arranque

- Bomba 440-PPC-001
- Bomba 440-PPC-002

Parada

- Bomba 440-PPC-002
- Bomba 440-PPC-001

En la secuencia de arranque y parada de las bombas en remoto automático y en condiciones normales, se debe considerar un tiempo de espera (Retardo) recomendado de 2 segundos aproximadamente para arrancar ó parar una

bomba luego del arranque ó parada de la bomba precedente, según el orden establecido.

Si durante la secuencia de arranque en remoto automático se presenta el caso que alguna bomba no sea posible su arranque por condiciones de protección u otro evento, se deberá abortar la secuencia y realizar la parada de las bombas de forma manual remota ó local.

Para las bombas indicadas anteriormente asociadas a la nueva barcaza y en modo remoto-automático, se ha considerado una bomba en stand by, la cual deberá arrancar si se presenta en una bomba la condición de falla ó activación de enclavamiento por protección, verificando esta condición mediante la señal de estado de equipo. Para la secuencia de parada en condiciones normales, esta bomba de stand by en caso se haya encontrado operando, deberá ser la primera en orden en detenerse.

Así mismo para las bombas mencionadas anteriormente asociadas a la nueva estación de bombeo y en modo remoto-automático, se ha considerado una bomba en stand by (440-PPC-002), la cual deberá arrancar si se presenta en una bomba la condición de falla ó activación de enclavamiento por protección, verificando esta condición mediante la señal de estado de equipo.

Para la secuencia de parada en condiciones normales, esta bomba de stand by en caso se haya encontrado operando, deberá ser la primera en orden en detenerse.

Los valores de tiempo indicados son referenciales debiendo ser ajustados según requerimiento del operador y resultados de campo durante la etapa de pruebas y puesta en marcha del sistema.

3.3.2 Control Continuo

Este tipo de control se encuentra relacionado al nivel en el tanque de agua recuperada (440-TKF-002) ubicado en la nueva estación de bombeo, en donde se ha considerado emplear un control PID (Proporcional Integral Derivativo), teniendo como variable de proceso el nivel en el tanque, cuyo valor será obtenido a través del instrumento de medición de nivel por ultrasonido que se ha contemplado instalar, y como variable manipulada la salida del actuador electromecánico para la modulación de la válvula de control asociada (LV-3008), se trata de una válvula de control tipo bola de la marca Valbart modelo TMCBV.

La función principal de este lazo cerrado de control es mantener la variable de proceso según el valor de consigna (set point) establecido por el operador, mediante una regulación de flujo (incremento ó decremento) a través de la válvula de control en la línea de recirculación considerada. Esta línea de recirculación se encuentra comprendida desde la línea principal de descarga de las bombas hacia la línea principal de succión de las mismas.

El operador en caso requiera manejar el lazo de control de nivel en modo manual, tendrá la posibilidad de establecer directamente, según lo deseado, el valor de la variable manipulada. En esta situación se deberá considerar hacer un seguimiento del valor de la variable de proceso para asegurar que a

la salida del controlador se genere un menor salto cuando el lazo sea transferido nuevamente al modo automático.

Los valores de referencia de nivel que se deberán considerar para establecer las alarmas correspondientes (alto-alto, alto, bajo y bajo-bajo) y la banda proporcional para el controlador PID, deberán ser coordinados con el área de Control de Procesos de la minera, tomando como base aplicaciones similares existentes y condiciones finales establecidas en la etapa de construcción, siendo ajustados estos valores en caso necesario, durante las etapas de pruebas pre operativas y puesta en marcha del sistema.

CAPÍTULO IV

Análisis Económico del Proyecto

4.1 Descripción de la base estimada de costos

El objetivo del presente capítulo es precisar las variables de estimación con las que se ha calculado el costo para construcción del proyecto, las excepciones y condiciones que pudieran incrementar este costo y establecer el nivel de confiabilidad de -15% a +20% del costo estimado para ejecutar el proyecto.

4.2 Bases de estimación

- Los costos de los equipos y materiales nacionales e importados, han sido tomados de cotizaciones actuales.
- Los costos de la ingeniería, diseño, supervisión de campo y de seguridad se han calculado de acuerdo al contrato marco entre la empresa y la mina.
- Los costos de elaboración de los planos As Built están dentro del presupuesto del Contratista; y su revisión dentro de los costos de Ingeniería.

4.3 Fuentes de información

- Memoria descriptiva del proyecto
- Metrado del proyecto
- Coordinaciones con el cliente
- Planos desarrollados en el proyecto

4.4 Estructura de estimación

4.4.1 Costos Directos

Los costos directos incluyen lo siguiente:

- Mano de obra directa
- Materiales a cuenta del Contratista (incluido flete a obra)
- Materiales suministrados por el cliente (incluyen flete a obra)
- Gastos Generales del Contratista
 - Gastos Generales Fijos: administración, seguros, gastos legales, financieros, elaboración de planos as built, etc.
 - Gastos Generales Variables: personal profesional, administrativo, alimentación, alojamiento, movilización, equipos de gastos generales, equipos de seguridad, oficina en obra, pruebas de control de calidad, etc.
- Utilidad del Contratista.

4.4.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos incluyen lo siguiente:

- Ingeniería. Asesoramiento para la construcción. Elaboración de documentos de licitación. Evaluación de las ofertas, supervisión del

proceso de licitación y absolución de consultas hasta completar el proyecto. Preparación del expediente de entrega del proyecto al Cliente. Movilidad del personal de ingeniería.

- Supervisión por el cliente. Gerenciamiento del proyecto, dirección de obra y control de presupuesto, administración de los contratos de obra de los Contratistas. Supervisión de campo de los trabajos, control de valorizaciones, control de suministros, control de avances, programación, supervisión en campo de seguridad, medio ambiente y prevención de riesgos de los trabajos. Supervisión en pruebas, revisión de planos As Built.
- Supervisión externa de obra. Supervisión de los trabajos en campo, control de suministros, control de avances, programación, supervisión en pruebas, revisión de los planos As Built existentes, supervisión en campo de seguridad, medio ambiente y prevención de riesgos de los trabajos.

4.4.3 Contingencia

La contingencia se ha estimado considerando que:

- El proyecto se encuentra en etapa de ingeniería.
- Aunque los alcances están bien definidos, hay algunas partidas en condiciones variables.

Las contingencias consideradas son:

- 10% sobre el Costo Directo por variaciones en la propuesta definitiva del Contratista, trabajos no previstos o vicios ocultos y condiciones permitidas en el Contrato.

- 10% sobre el Costo Indirecto por mayores alcances de los mismos.

4.4.4 Escala de precios

Para los proyectos que van a realizarse en los próximos 12 meses, debido a la duración de los mismos y a la situación estable del país no se está considerando escalamiento de precios. Sin embargo se están experimentando incrementos consecutivos en los precios.

4.5 Consultores Externos

De requerir la mina, la empresa consultora, ofrece sus servicios durante la etapa de construcción y post-construcción hasta la entrega del proyecto al cliente.

4.6 Resumen del costo de construcción

En el resumen de costos de incluyen los costos directos e indirectos con una contingencia de 10%. El costo estimado de toda la obra es de \$ 13,517,099 (trece millones quinientos diecisiete mil noventainueve dólares americanos).

Ítem	Descripción	SUMINISTRO				SUB-TOTAL MATERIALES (C/C)	INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
		POR PROPIETARIO		POR CONTRATISTA			CONTRATISTA		
		Parcial \$ (S/C)	Contingencia \$	Parcial \$ (S/C)	Contingencia \$		Parcial \$ (S/C)	Contingencia \$	
1	COSTO DIRECTO		10.0%		10.0%			10.0%	
1.1	Obras Civiles	0.0	0.0	191,911.2	19,191.1	211,102.3	2,854,375.3	285,437.5	3,350,915.1
1.2	Obras Mecánicas	2,913,488.2	291,348.8	559,440.0	55,944.0	3,820,221.1	1,431,685.1	143,168.5	5,395,074.6
1.3	Instalaciones Eléctricas	1,787,130.1	178,713.0	95,026.8	9,502.7	2,070,372.5	774,808.8	77,480.9	2,922,662.2
1.4	Instrumentación	199,715.5	19,971.6	22,200.0	2,220.0	244,107.1	137,143.9	13,714.4	394,965.3
	SUB-TOTAL COSTO DIRECTO	4,900,333.8	490,033.4	868,578.0	86,857.8	6,345,802.9	5,198,013.0	519,801.3	12,063,617.3
2	COSTO INDIRECTO								
2.1	Ingeniería	476,500.0	47,650.0			524,150.0			524,150.0
2.2	Procura	110,149.0	11,014.9			121,163.9			121,163.9
2.3	Supervisión por Propietario	374,400.0	37,440.0			411,840.0			411,840.0
2.4	Supervisión Externa de Obra	140,000.0	14,000.0			154,000.0			154,000.0
2.5	Consultoría Externa	220,298.1	22,029.8			242,327.9			242,327.9
	SUB-TOTAL COSTO INDIRECTO	1,321,347.1	132,134.7			1,453,481.8			1,453,481.8
	COSTO TOTAL (US\$)	\$6,221,680.9	\$622,168.1	\$868,578.0	\$86,857.8	\$7,799,284.7	\$5,198,013.0	\$519,801.3	\$13,517,099.1

4.7 Resumen del costo obras civiles

Los costos de las obras civiles se detallan en los siguientes cuadros.

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.1	OBRAS PRELIMINARES										
1.1.1	Movilización y Desmovilización	glb	1.0		0.0		0.0	0.0	8,000.0	8,000.0	8,000.0
1.1.2	Trazo y Replanteo	glb	1.0		0.0		0.0	0.0	3,000.0	3,000.0	3,000.0
1.1.3	Oficina y Almacén	glb	1.0		0.0		0.0	0.0	4,500.0	4,500.0	4,500.0
	Sub-total 1.1						0.0	0.0		15,500.0	15,500.0
1.2	Sub-Estación Eléctrica										
1.2.1	Movimiento de Tierras masivo										
1.2.1.1	Excavación	m3	4,670.0		0.0		0.0	0.0	15.0	70,050.0	70,050.0
1.2.1.2	Relleno	m3	15.0		0.0		0.0	0.0	12.0	180.0	180.0
1.2.1.3	Eliminación	m3	5,818.8		0.0		0.0	0.0	5.0	29,093.8	29,093.8
1.2.2	Movimiento de Tierras localizado										
1.2.2.1	Excavación	m3	135.0		0.0		0.0	0.0	44.7	6,039.5	6,039.5
1.2.2.2	Relleno	m3	102.0		0.0		0.0	0.0	64.9	6,619.8	6,619.8
1.2.2.3	Eliminación	m3	41.3		0.0		0.0	0.0	5.5	226.9	226.9
1.2.3	Obras de concreto simple										
1.2.3.1	Solado e=50mm	m2	53.0		0.0	270.0	14,310.0	14,310.0	174.9	9,271.3	23,581.3
1.2.4	Obras de concreto armado										
1.2.4.1	Concreto f'c=280 kg/cm2	m3	45.0		0.0	594.0	26,730.0	26,730.0	589.4	26,521.4	53,251.4
1.2.4.2	Encofrado y desencofrado	m2	130.0		0.0	9.7	1,263.6	1,263.6	16.8	2,184.0	3,447.6
	Sub-total 1.2						42,303.6	42,303.6		150,186.6	192,490.2

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
Item	Descripción	Und	Cant.								
1.3	Tanque intermedio y manifold										
1.3.1	Movimiento de Tierras masivo										
1.3.1.1	Excavación	m3	7,095.0		0.0		0.0	0.0	15.0	106,425.0	106,425.0
1.3.1.2	Relleno	m3	0.0		0.0		0.0	0.0	12.0	0.0	0.0
1.3.1.3	Eliminación	m3	8,868.8		0.0		0.0	0.0	5.0	44,343.8	44,343.8
1.3.2	Movimiento de Tierras localizado										
1.3.2.1	Excavación	m3	161.0		0.0		0.0	0.0	44.7	7,202.7	7,202.7
1.3.2.2	Relleno	m3	107.0		0.0		0.0	0.0	64.9	6,941.1	6,941.1
1.3.2.3	Eliminación	m3	67.6		0.0		0.0	0.0	5.5	371.6	371.6
1.3.3	Obras de concreto simple										
1.3.3.1	Solado e=50mm	m2	48.3		0.0	270.0	13,041.0	13,041.0	174.9	8,449.1	21,490.1
1.3.4	Obras de concreto armado										
1.3.4.1	Concreto f'c=280 kg/cm2	m3	50.6		0.0	594.0	30,056.4	30,056.4	589.4	29,821.9	59,878.3
1.3.4.2	Encofrado y desencofrado	m2	144.9		0.0	9.7	1,408.4	1,408.4	16.8	2,434.3	3,842.7
	Sub-total 1.3						44,505.8	44,505.8		205,989.4	250,495.2

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
Item	Descripción	Und	Cant.								
1.4	Tanque de Recepción										
1.4.1	Movimiento de Tierras masivo										
1.4.1.1	Excavación	m3	61,700.0		0.0		0.0	0.0	15.0	925,500.0	925,500.0
1.4.1.2	Relleno	m3	0.0		0.0		0.0	0.0	12.0	0.0	0.0
1.4.1.3	Eliminación	m3	77,125.0		0.0		0.0	0.0	5.0	385,625.0	385,625.0
1.4.2	Movimiento de Tierras localizado										
1.4.2.1	Excavación	m3	261.1		0.0		0.0	0.0	44.7	11,678.6	11,678.6
1.4.2.2	Relleno	m3	180.6		0.0		0.0	0.0	64.9	11,717.7	11,717.7
1.4.2.3	Eliminación	m3	92.6		0.0		0.0	0.0	19.8	1,833.0	1,833.0
1.4.3	Obras de concreto simple										
1.4.3.1	Solado e=50mm	m2	86.3		0.0	270.0	23,287.5	23,287.5	174.9	15,087.7	38,375.2
1.4.4	Obras de concreto armado										
1.4.4.1	Concreto f'c=280 kg/cm2	m3	80.5		0.0	594.0	47,817.0	47,817.0	589.4	47,443.9	95,260.9
1.4.4.2	Encofrado y desencofrado	m2	207.0		0.0	9.7	2,012.0	2,012.0	16.8	3,477.6	5,489.6
	Sub-total 1.4						73,116.5	73,116.5		#####	1,475,480.0
	SUB TOTAL COSTO DIRECTO						159,926.0	159,926.0		#####	1,933,965.4
	GG y UTILIDAD				0.1	0.0	0.2	31,985.2	0.6	975,721.7	1,007,706.9
	Charla de Inducción									13,203.7	13,203.7
	Alimentación y hospedaje									91,410.4	91,410.4
	HH								60,940.3		
	COSTO TOTAL (US\$)				0.0		191,911.2	191,911.2		#####	3,046,286.5

4.8 Resumen del costo de obras mecánicas

Los costos de los equipos y obras mecánicas se detallan en los siguientes cuadros.

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO				SUB-TOTAL MATERIALES	INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA			CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.1	OBRAS PRELIMINARES										
1.1.1	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	1.0					8,000.0	8,000.0	8,000.0	
1.1.2	TRAZO Y REPLANTEO	Glb	1.0					3,000.0	3,000.0	3,000.0	
1.1.3	OFICINA Y ALMACÉN	Glb	1.0					5,000.0	5,000.0	5,000.0	
	Sub-total 1.1								16,000.0	16,000.0	
1.2	TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS										
1.2.01	Ø 2" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	5.0	7.3	36.5		0.0	36.5	39.0	195.0	231.5
1.2.02	Ø 3" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	2.0	15.9	31.8		0.0	31.8	54.0	108.0	139.8
1.2.03	Ø 6" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	9.0	38.8	349.2		0.0	349.2	65.0	585.0	934.2
1.2.04	Ø 8" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	12.0	59.1	709.2		0.0	709.2	67.0	804.0	1,513.2
1.2.05	Ø 12" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	4.0	100.0	400.0		0.0	400.0	110.0	440.0	840.0
1.2.06	Ø 14" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	2.0	120.0	240.0		0.0	240.0	120.0	240.0	480.0
1.2.07	Ø 16" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	12.0	140.0	1,680.0		0.0	1,680.0	129.0	1,548.0	3,228.0
1.2.08	Ø 18" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	8.0	150.0	1,200.0		0.0	1,200.0	129.0	1,032.0	2,232.0
1.2.09	Ø 20" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	73.0	168.0	12,264.0		0.0	12,264.0	293.0	21,389.0	33,653.0
1.2.10	Ø 24" Pipe, A53-B-E, ERW, StdWt, BBE	m	24.0	240.0	5,760.0		0.0	5,760.0	336.0	8,064.0	13,824.0
1.2.11	Ø 28" Pipe, API 5L-B, ERW, StdWt BBE	m	25.0	320.0	8,000.0		0.0	8,000.0	450.0	11,250.0	19,250.0
1.2.12	Ø 20" Pipe, PE D3350, PE, SDR 17	m	1,900.0	120.0	228,000.0		0.0	228,000.0	105.0	199,500.0	427,500.0
1.2.13	Ø 20" Pipe, PE D3350, PE, SDR 11	m	1,200.0	190.0	228,000.0		0.0	228,000.0	126.0	151,200.0	379,200.0
1.2.14	Ø 24" El, 45Deg, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	2.0	250.0	500.0		0.0	500.0	395.0	790.0	1,290.0
1.2.15	Ø 28" El, 45Deg, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	3.0	350.0	1,050.0		0.0	1,050.0	450.0	1,350.0	2,400.0

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
Item	Descripción	Und	Cant.	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.2.16	Ø 6" EI, 90Deg, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	5.0	75.0	375.0		0.0	375.0	274.0	1,370.0	1,745.0
1.2.17	Ø 20" EI, 90Deg, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	7.0	220.0	1,540.0		0.0	1,540.0	350.0	2,450.0	3,990.0
1.2.18	Ø 8" EI, 90Deg, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	2.0	40.0	80.0		0.0	80.0	347.0	694.0	774.0
1.2.19	Ø 20" EI, 90Deg, PE D3350, SDR 17	Pza	1.0	750.0	750.0		0.0	750.0	773.0	773.0	1,523.0
1.2.20	Ø 20" EI, 45Deg, PE D3350, SDR 13.5	Pza	6.0	800.0	4,800.0		0.0	4,800.0	773.0	4,638.0	9,438.0
1.2.21	Ø 20" EI, 90Deg, PE D3350 SDR 11	Pza	1.0	980.0	980.0		0.0	980.0	773.0	773.0	1,753.0
1.2.22	Ø 20" EI, 45Deg, PE D3350 SDR 11	Pza	6.0	850.0	5,100.0		0.0	5,100.0	773.0	4,638.0	9,738.0
1.2.23	Ø 20 x 16" RedEcc, A234-WPB, StdWt	Pza	2.0	875.0	1,750.0		0.0	1,750.0	900.0	1,800.0	3,550.0
1.2.24	Ø 16 x 14" RedCon, A234-WPB, StdWt	Pza	3.0	120.0	360.0		0.0	360.0	882.0	2,646.0	3,006.0
1.2.25	Ø 24 x 20" RedCon, A234-WPB, StdWt	Pza	2.0	620.0	1,240.0		0.0	1,240.0	900.0	1,800.0	3,040.0
1.2.26	Ø 18 x 12" RedCon, A234-WPB, StdWt	Pza	2.0	120.0	240.0		0.0	240.0	882.0	1,764.0	2,004.0
1.2.27	Ø 24" Cap, BW, A234-WPB, StdWt	Pza	1.0	620.0	620.0		0.0	620.0	900.0	900.0	1,520.0
1.2.28	Ø 2" Cplg, FNPT, A197, CL300	Pza	1.0	2.0	2.0		0.0	2.0	143.0	143.0	145.0
1.2.29	Ø 24x 1/2" Thredolet, A105, CL3000	Pza	1.0	15.0	15.0		0.0	15.0	143.0	143.0	158.0
1.2.30	Ø 24x 3" Thredolet, A105, CL3000	Pza	2.0	25.0	50.0		0.0	50.0	143.0	286.0	336.0
1.2.31	Ø 20 x 2" Thredolet, A105, CL3000	Pza	2.0	20.0	40.0		0.0	40.0	143.0	286.0	326.0
1.2.32	Ø 16" Vlv-Chk, WfrTyp, A216WCB, CL150	Pza	3.0	8,000.0	24,000.0		0.0	24,000.0	453.0	1,359.0	25,359.0
1.2.33	Ø 1/2" Vlv-Bal, EEntry, 600WOG, FNPT	Pza	3.0	80.0	240.0		0.0	240.0	25.0	75.0	315.0
1.2.34	Ø 2" Vlv-Bal, EEntry, 600WOG, FNPT	Pza	4.0	115.0	460.0		0.0	460.0	30.0	120.0	580.0
1.2.35	Ø 6" Vlv-Bfly, TpdLug, A216WCB, CL150	Pza	3.0	765.0	2,295.0		0.0	2,295.0	89.0	267.0	2,562.0
1.2.36	Ø 16" Vlv-Bfly, TpdLug, A216WCB, CL150	Pza	3.0	5,434.0	16,302.0		0.0	16,302.0	415.0	1,245.0	17,547.0
1.2.37	Ø 18" Vlv-Bfly, TpdLug, A216WCB, CL150	Pza	2.0	7,016.0	14,032.0		0.0	14,032.0	453.0	906.0	14,938.0
1.2.38	Ø 20" Vlv-Bfly, TpdLug, A216WCB, CL150	Pza	2.0	10,000.0	20,000.0		0.0	20,000.0	500.0	1,000.0	21,000.0
1.2.39	Ø 8" Vlv-Bfly, TpdLug, A216WCB, CL150	Pza	2.0	950.0	1,900.0		0.0	1,900.0	95.0	190.0	2,090.0
1.2.40	Ø 3" Vlv-Bfly, WfrTyp, A216WCB, CL150	Pza	3.0	481.0	1,443.0		0.0	1,443.0	69.0	207.0	1,650.0

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
Item	Descripción	Und	Cant.								
1.2.64	Ø 28" FlgBlnd, A105, CL150, FF, B16.5	Pza	1:0	650.0	650.0		0.0	650.0	200.0	200.0	850.0
1.2.65	Ø 20" FlgAdt, PE D3350, PE	Pza	13:0	280.0	3,640.0		0.0	3,640.0	410.0	5,330.0	8,970.0
1.2.66	Ø 20" FlgAdt, PE D3350, PE	Pza	8:0	280.0	2,240.0		0.0	2,240.0	410.0	3,280.0	5,520.0
1.2.67	Ø 20" FlgBkg, A536, CL150, FF	Pza	21:0	130.0	2,730.0		0.0	2,730.0	148.0	3,108.0	5,838.0
1.2.68	Ø 20 x 2" Steel Tapping Sleeve Branch	Pza	1:0	913.0	913.0		0.0	913.0	251.0	251.0	1,164.0
1.2.69	Ø 20 x 3" Steel Tapping Sleeve Branch	Pza	2:0	913.0	1,826.0		0.0	1,826.0	317.0	634.0	2,460.0
1.2.70	Gasket, FlatFF, Non Asb , 1/8", CL150	Pza	3:0	13.5	40.5		0.0	40.5	20.0	60.0	16,740.0
1.2.71	Perneria, StdBlt, A193B7/2H	Pza	80:0	4.8	384.0		0.0	384.0	8.0	640.0	32,363.0
Sub-total 1.2					662,886.2			662,886.2		464,123.0	1,174,987.7
1.3	EQUIPOS										
1.3.1	Barcaza	Und.	1:0	750,000.0	750,000.0		-	750,000.0	25,000.0	25,000.0	775,000.0
1.3.2	Bomba turbina vertical Q=621 m3/hr @ 86 mca 300 HP	Und.	3:0	250,000.0	750,000.0		-	750,000.0	15,000.0	45,000.0	795,000.0
1.3.3	Tanque de recepción de 2484 m3, Ø16 x 15 m	Und.	1:0		-	340,200.0	340,200.0	340,200.0	226,800.0	226,800.0	567,000.0
1.3.4	Bomba centrifuga Q=1242 m3/hr@102mca, 700HP	Und.	2:0	280,000.0	560,000.0		-	560,000.0	15,000.0	30,000.0	590,000.0
1.3.5	Tanque de recepción de 621 m3, Ø11 x 9 m	Und.	1:0		-	126,000.0	126,000.0	126,000.0	84,000.0	84,000.0	210,000.0
Sub-total 1.3					2,060,000.0		466,200.0	2,526,200.0		410,800.0	2,937,000.0
SUB TOTAL COSTO DIRECTO					2,722,886.0		466,200.0	3,189,086.2		890,923.0	4,127,987.7
GG y UTILIDAD				7.0%	190,602.0	20.0%	93,240.0	283,842.0	55.0%	490,007.7	773,849.7
Charla de Inducción										8,425.3	8,425.3
Alimentación y hospedaje										58,329.1	58,329.1
HH										38,886.1	
COSTO TOTAL (US\$)					2,913,488.2		559,440.0	3,472,928.2		1,431,685.1	4,952,591.8

4.9 Resumen del costo de obras eléctricas

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
Item	Descripción	Und	Cant.								
1.1	OBRAS PRELIMINARES										
1.1.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	1.0						6,000.0	6,000.0	6,000.0
1.1.02	TRAZO Y REPLANTEO	Glb	1.0						900.0	900.0	900.0
1.1.03	OFICINA Y ALMACÉN	Glb	1.0						1,200.0	1,200.0	1,200.0
	Sub-total 1.1									8,100.0	8,100.0
1.2	CABLES Y ACCESORIOS										
1.2.01	Cable unipolar de cobre 3 -(1A1# 2/0 AWG)	m	75.0	30.0	2,250.0		0.0	2,250.0	7.5	562.5	2,812.5
1.2.02	Cable Tripolar de cobre 1B3# 2/0 AWG)	m	160.0	22.0	3,520.0		0.0	3,520.0	5.5	880.0	4,400.0
1.2.03	Cable Minero, tripolar 1B3# 2/0 AWG	m	3,600.0	52.0	187,200.0		0.0	187,200.0	13.0	46,800.0	234,000.0
1.2.04	Terminales, 35 kV, 2/0 - 500 MCM	Jgo	2.0	560.0	1,120.0		0.0	1,120.0	140.0	280.0	1,400.0
1.2.05	Terminales, 5 kV, 1 - 40/ MCM	Jgo	2.0	560.0	1,120.0		0.0	1,120.0	140.0	280.0	1,400.0
1.2.06	Cable Tripolar, de cobre 1P3# 2 AWG	m	80.0	12.0	960.0		0.0	960.0	3.0	240.0	1,200.0
1.2.07	Cable Portatil de cobre 1P3#12 AWG	m	5,000.0	3.8	19,000.0		0.0	19,000.0	1.0	4,750.0	23,750.0
1.2.08	Cable Portatil de cobre 1P3# 2 AWG	m	1,200.0	10.5	12,600.0		0.0	12,600.0	2.6	3,150.0	15,750.0
1.2.09	Cable Portatil de cobre 1P3# 8 AWG	m	1,200.0	2.1	2,520.0		0.0	2,520.0	0.5	630.0	3,150.0
1.2.11	Cable Portatil de cobre 1C9#14 AWG	m	3,600.0	4.1	14,760.0		0.0	14,760.0	1.0	3,690.0	18,450.0
1.2.12	Cable de Control, de cobre 1C3#12 AWG.	m	400.0	2.2	880.0		0.0	880.0	0.6	220.0	1,100.0
1.2.13	Cable Multi Triadas 1E12T#16 AWG	m	210.0	8.5	1,785.0		0.0	1,785.0	2.1	446.3	2,231.3
1.2.14	Cable Portatil de cobre 1L4#4 AWG	m	1,200.0	12.0	14,400.0		0.0	14,400.0	3.0	3,600.0	18,000.0
	Sub-total 1.2				262,115.0		0.0	262,115.0		65,528.8	327,643.8
1.3	CONDUITS & ACCESORIOS										
1.3.1	CONDUITS & ACCESORIOS	Glb	1.0			10,536.0	10,536.0	10,536.0	2,634.0	2,634.0	13,170.0
	Sub-total 1.3				0.0		10,536.0	10,536.0		2,634.0	13,170.0

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.4	BANDEJAS Y ACCESORIOS										
1.4.01	Bandeja Metálica de 300 x 150mm x 6 m	EA	2.0		0.0	180.0	360.0	360.0	45.0	90.0	450.0
1.4.02	Curva horizontal 90°, de 300 x 150mm	EA	2.0		0.0	220.0	440.0	440.0	55.0	110.0	550.0
1.4.03	Curva vertical interior 90°, de 300 x 150mm	EA	1.0		0.0	220.0	220.0	220.0	55.0	55.0	275.0
1.4.04	Curva vertical exterior 90°, de 300 x 150mm	EA	1.0		0.0	220.0	220.0	220.0	55.0	55.0	275.0
	Sub-total 1.4				0.0		1,240.0	1,240.0		310.0	1,550.0
1.5	LUMINARIAS Y TOMACORRIENTES										
1.5.01	Artefacto de vapor de sodio de alta presión hps-150w	EA	8.0		0.0	420.0	3,360.0	3,360.0	126.0	1,008.0	4,368.0
1.5.02	Tomacorriente industrial 63a, 600vac, 60hz, 3p, 4h.	EA	2.0		0.0	195.0	390.0	390.0	58.5	117.0	507.0
1.5.03	Tomacorriente industrial de 15a, 230vac, 60hz, 2p, 3h	EA	2.0		0.0	85.0	170.0	170.0	25.5	51.0	221.0
1.5.04	Estacion de control con: 1 selector (local - remoto), 1 pulsador start, 1 pulsador stop	EA	5.0		0.0	400.0	2,000.0	2,000.0	120.0	600.0	2,600.0
	Sub-total 1.5				0.0		5,920.0	5,920.0		1,776.0	7,696.0
1.6	PROTECCIÓN ATMOSFÉRICA										
1.6.01	Pararrayo ionizante de proteccion reforzada, prevectorn.	EA	1.0		0.0	5,100.0	5,100.0	5,100.0	1,275.0	1,275.0	6,375.0
1.6.02	Contador de descargas	EA	1.0		0.0	910.0	910.0	910.0	227.5	227.5	1,137.5
1.6.03	Poste metálico de 18 m, para pararrayo	EA	1.0		0.0	2,900.0	2,900.0	2,900.0	725.0	725.0	3,625.0
	Sub-total 1.6				0.0		8,910.0	8,910.0		2,227.5	11,137.5
1.7	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA										
1.7.1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	m	1.0		0.0	42,893.0	42,893.0	42,893.0	10,723.3	35,897.0	78,790.0
	Sub-total 1.7				0.0		42,893.0	42,893.0		35,897.0	78,790.0

				SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
Item	Descripción	Und	Cant.								
1.8	EQUIPOS										
1.8.1	SUB ESTACION UNITARIA										
1.8.1.01	Transformador de potencia 5000 KVA, 22.9 / 4.16 KV, 3F, DYN1, 60 HZ, Z= 6.5%.	EA	1:0	300,000.0	300,000.0		0.0	300,000.0	75,000.0	75,000.0	375,000.0
1.8.1.02	Resistencia de neutro a tierra 400 A, 6 OHM, 2400 V.	EA	1:0	50,000.0	50,000.0		0.0	50,000.0	12,500.0	12,500.0	62,500.0
1.8.2	SALA ELÉCTRICA										
1.8.2.01	Sala eléctrica (shelter 5000x15800x4100 mm) incluye: Switchgear, Centro De Control De Motores En Media Tensión, Centro De Control De Motores En Baja Tensión, UPS, Transformadores secos, etc.	EA	1:0	768,000.0	768,000.0		0.0	768,000.0	192,000.0	192,000.0	960,000.0
1.8.2.02	Ducto de barras 1200 A, 15KV, 3F	EA	1:0	220,000.0	220,000.0		0.0	220,000.0	55,000.0	55,000.0	275,000.0
	Sub-total 1.8				1,338,000		0.0	1,338,000.0		334,500.0	1,672,500.0
1.9	LÍNEA DE TRANSMISIÓN 23 KV.										
1.9.01	Conductor de aluminio AAAC, cableado concéntricamente, 3 - 1H# 240 mm ²	m	2,800:0	2.8	7,840.0		0.0	7,840.0	0.7	1,960.0	9,800.0
1.9.02	Cable de guarda de acero galvanizado, EHS 38mm ²	m	930:0	0.5	465.0		0.0	465.0	0.1	116.3	581.3
1.9.03	Aislador Estándar de porcelana, de 146 mm x 254 mm, 70 kN	Und.	240:0	15.0	3,600.0		0.0	3,600.0	3.8	900.0	4,500.0
1.9.04	Suministro, Traslado e izaje manual de postes de madera de 70pies Clase 1	Und.	11:0	2,500.0	27,500.0		0.0	27,500.0	1,250.0	13,750.0	41,250.0
1.9.05	Sistema de Puesta a Tierra	Und.	11:0	252.0	2,772.0		0.0	2,772.0	63.0	693.0	3,465.0
1.9.06	Retenidas	Und.	36:0	558.0	20,088.0		0.0	20,088.0	139.5	5,022.0	25,110.0

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.9.07	Cable unipolar de cobre # 1/0 AWG + SHIELD	m	150.0	15.0	2,250.0		0.0	2,250.0	3.8	562.5	2,812.5
1.9.08	1 - 1/0 AWG Kit con tres terminales termocontraible para cable unipolar en 35 kV, shielded, para exterior.	JGO	1.0	85.0	85.0		0.0	85.0	21.3	21.3	106.3
1.9.09	Ensamblaje de Cadena de Aisladores de Suspensión - Línea de transmisión 23 kV	Und.	12.0	0.0	0.0	62.0	744.0	744.0	9.3	111.6	855.6
1.9.10	Ensamblaje de Cadena de Aisladores de Anclaje Simple - Línea de transmisión 23 kV	Und.	36.0	0.0	0.0	94.0	3,384.0	3,384.0	14.1	507.6	3,891.6
1.9.11	Ensamblaje de Suspensión de Cable de Guarda - Línea de transmisión 23 kV	Und.	6.0	0.0	0.0	52.0	312.0	312.0	7.8	46.8	358.8
1.9.12	Ensamblaje de Anclaje Doble de Cable de Guarda - Línea de transmisión 23 kV	Und.	4.0	0.0	0.0	75.0	300.0	300.0	11.3	45.0	345.0
1.9.13	Ferretería para estructuras de postes de madera	Und.	11.0	0.0	0.0	450.0	4,950.0	4,950.0	67.5	742.5	5,692.5
1.9.14	Equipos de Protección de línea: Seccionadores Cut Out, Seccionadores de línea bajo carga, Pararrayos.	EA	1.0	5,500.0	5,500.0		0.0	5,500.0	1,375.0	1,375.0	6,875.0
	Sub-total 1.9				70,100.0		9,690.0	79,790.0		25,853.5	105,643.5
	SUB TOTAL COSTO DIRECTO				1,670,215		79,189.0	1,749,404.0		476,826.8	2,226,230.8
	GG y UTILIDAD			0.1	116,915.1	0.2	15,837.8	132,752.9	0.6	262,254.7	395,007.6
	Charla de Inducción									4,509.3	4,509.3
	Alimentación y hospedaje									31,218.0	31,218.0
	HH								20,812.0		
	COSTO TOTAL (US\$)				1,787,130		95,026.8	1,882,156.9		774,808.8	2,656,965.6

4.10 Resumen del costo de obras de instrumentación

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO					INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA		SUB-TOTAL MATERIALES	CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.1	OBRAS PRELIMINARES										
1.1.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	Glb	1.0						6,000.0	6,000.0	6,000.0
	Sub-total 1.4.1				0.0		0.0	0.0		7,200.0	7,200.0
1.2	INSTRUMENTOS										
1.2.01	Transmisor Indicador de Nivel, Sensor integrado tipo Capacitivo, Alimentación 24 VDC, salida 4-20mA.	EA	1.0	2,000.0	2,000.0		-	2,000.0	600.0	600.0	2,600.0
1.2.02	Interruptor de Flujo Bajo, tipo térmico, alimentación 120 VAC/60HZ, salida SPDT 5A @ 120VAC.	EA	5.0	2,500.0	12,500.0		-	12,500.0	3,750.0	18,750.0	31,250.0
1.2.03	Manómetro tipo bourdon, fenol, tamaño de dial 4 1/2", rango de escala 0 a 1000kpa, unidades kpa y psi.	EA	5.0	450.0	2,250.0		-	2,250.0	675.0	3,375.0	5,625.0
1.2.04	Transmisor Indicador de presión, Sensor tipo diafragma, alimentación 24VDC, salida 4-20ma+Hart.	EA	2.0	4,000.0	8,000.0		-	8,000.0	2,400.0	4,800.0	12,800.0
1.2.05	Sensor de nivel tipo ultrasónico remoto a Transmisor Indicador, conexión a proceso roscada de 1" NPT.	EA	2.0	3,000.0	6,000.0		-	6,000.0	1,800.0	3,600.0	9,600.0
1.2.06	Transmisor indicador de nivel, remoto a panel indicador, alimentación 120VAC, salida 4-20ma.	EA	2.0	2,000.0	4,000.0		-	4,000.0	1,200.0	2,400.0	6,400.0
1.2.07	Válvula de control tipo ON/OFF, con posicionador.	EA	2.0	6,500.0	13,000.0		-	13,000.0	3,900.0	7,800.0	20,800.0
1.2.08	Sensor de flujo tipo ultrasónico remoto a Transmisor Indicador, clamp on.	EA	1.0	10,000.0	10,000.0		-	10,000.0	3,000.0	3,000.0	13,000.0
1.2.09	Transmisor Indicador de flujo, Panel Indicador, alimentación 120VAC, salida 4-20ma + Hart.	EA	1.0	2,000.0	2,000.0		-	2,000.0	600.0	600.0	2,600.0
	Sub-total 1.2				59,750.0		0.0	59,750.0		44,925.0	104,675.0

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO				SUB-TOTAL MATERIALES	INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA			CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.3	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES										
1.3.01	Gabinete PLC, 2000x1200x600, NEMA 12, incluye: 2 controladores redundantes, modulos de comunicación ethernet/ip, modulos de sincronismo, 1 chasis rio con fuentes de alimentación, modulos de comunicación ethernet/ip y devicenet, módulos de entradas y salidas discretas y analógicas.	EA	1.0	50,000.0	50,000.0		-	50,000.0	15,000.0	15,000.0	65,000.0
1.3.02	Gabinete de comunicaciones, adosado NEMA 12 incluye: 3 switch ethernet capa 2 administrable, 8 puertos rj45 10/100 mbps, 04 puertos de f.o. tipo 1000base-sx, 1000base-lx, 100-240 vac y 50/60hz, 1 unidad de distribución de fibra óptica para montaje en pared NEMA 12, 48 fibras.	EA	1.0	5,000.0	5,000.0		-	5,000.0	1,500.0	1,500.0	6,500.0
	Sub-total 1.3				55,000.0		0.0	55,000.0		16,500.0	71,500.0
1.4	CABLES, CONDUCTORES Y ACCESORIOS										
1.4.01	Cable de Fibra Optica Monomodo de 48 fibras (incluye conectores y accesorios de instalación aérea).	m	1,500.0	5.0	7,500.0		-	7,500.0	0.0	0.0	7,500.0
1.4.02	Cable de alimentación 1-5/C#10AWG+GRD, Clase B, bare copper, aislamiento EPR, UL, Tipo SOW, 600V, chaqueta de NEOPRENE, Resistente al agua, retardante a la flama y resistente al sol.	m	500.0	30.0	15,000.0		-	15,000.0	0.0	0.0	15,000.0
1.4.03	Cable de Control 1-24/C#12AWG+GRD, Clase B, bare copper, aislamiento EPR, UL, Tipo SOW, 600V, chaqueta de NEOPRENE. Resistente al agua y al sol, retardante a la flama.	m	500.0	50.0	25,000.0		-	25,000.0	12.5	6,250.0	31,250.0

Item	Descripción	Und	Cant.	SUMINISTRO				SUB-TOTAL MATERIALES	INSTALACIÓN		TOTAL SUMINISTRO + INSTALACIÓN
				POR PROPIETARIO		CONTRATISTA			CONTRATISTA		
				Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	Costo Unitario, \$	PARCIAL \$		Costo Unitario, \$	PARCIAL \$	
1.4.04	Cable de Instrumentación 4P/16AWG+SH, 300V, Aislamiento EPR, Tipo SOW, UL, apantallado, retardante a flama y resistente al sol.	m	450.0	14.0	6,300.0		-	6,300.0	3.5	1,575.0	7,875.0
1.4.05	Cable de Instrumentación 1P/16AWG+SH, 300V, PVC Insulation, chaqueta de PVC 105°C, NEC, PLTC, UL, totalmente shielded, retardante a flama y resistente al sol.	m	600.0	2.5	1,500.0		-	1,500.0	0.6	375.0	1,875.0
1.4.06	Cable de Control 1-15/C#14AWG, Clase B, bare copper, aislamiento XLPE/XHHW-2, UL, Tipo TC, 600V, chaqueta de PVC 90°C, retardante de flama, resistente al sol.	m	500.0	20.0	10,000.0		-	10,000.0	5.0	2,500.0	12,500.0
	Sub-total 1.4				65,300.0		0.0	65,300.0		10,700.0	76,000.0
1.5	TABLEROS, MISCELANEOS, PRUEBAS Y CALIBRACION										
1.5.01	Suministro, montaje y conexionado de Junction BoxGabinete para montaje 380x380x210 (HxWxD) en pared, NEMA 4X	EA	3.0	2,200.0	6,600.0	0.0	0.0	6,600.0	550.0	1,650.0	8,250.0
1.5.02	Cajas de Protección para Transmisores/Indicadores. Incluye soporte y pintado	Glb	1.0	0.0	0.0	2,500.0	2,500.0	2,500.0	625.0	625.0	3,125.0
1.5.03	Ferretería, soportería, conduit flexible, borneras, y accesorios	Glb	1.0	0.0	0.0	2,000.0	2,000.0	2,000.0	500.0	500.0	2,500.0
1.5.04	Pruebas Pre Operacionales, calibraciones y Puesta en Marcha	Glb	1.0	0.0	0.0	14,000.0	14,000.0	14,000.0	3,500.0	3,500.0	17,500.0
	Sub-total 1.5				6,600.0		18,500.0	25,100.0		6,275.0	31,375.0

Resumen costos instrumentación

Los costos del equipamiento y obras de instrumentación se detallan en el siguiente cuadro

	SUB TOTAL COSTO DIRECTO			186,650.0		18,500.0	205,150.0		84,400.0	289,550.0	
	GG y UTILIDAD		7.0%	13,065.5		20.0%	3,700.0	16,765.5	55.0%	46,420.0	63,185.5
	Charla de Inducción									798.2	798.2
	Alimentación y hospedaje									5,525.7	5,525.7
	HH									3,683.8	
	COSTO TOTAL (US\$)			199,715.5		22,200.0	221,915.5		137,143.9	359,059.4	

4.11 Detalle de costos Indirectos

Item	Descripción	Und	Cant.	RECURSOS				TOTAL
				CMA/CONTRATISTA		CONTINGENCIA		
				Costo Unitario \$	PARCIAL \$	%	PARCIAL \$	
1.0	Ingeniería							
1.1	Desarrollo de Ingeniería							
	a. Ingeniería Básica	Glb.	1.0	190,000.0	190,000.0			190,000.0
	b. Ingeniería de Detalle	Glb.	1.0	250,000.0	250,000.0			250,000.0
	c. Soporte de Licitación	Glb.	1.0	4,500.0	4,500.0			4,500.0
1.2	Licitación							
	a. Ingeniero proyectista	h-h	300.0	40.0	12,000.0			12,000.0
1.3	Consultas durante la construcción							
	a. Ingeniero proyectista	h-h	500.0	40.0	20,000.0			20,000.0
					476,500.0			476,500.0
2.0	Procura (Propietario)							
(**)	Gestion de Procura	glb	1.0	110,149.0	110,149.0			110,149.0
					110,149.0			110,149.0
3.0	Supervision por Antamina							
	a. Supervisor de Campo	mes	6.0	57,200.0	343,200.0			343,200.0
	b. Supervisor de Seguridad	mes	6.0	5,200.0	31,200.0			31,200.0
					374,400.0			374,400.0
4.0	Supervisión Externa de Obra							
	a. Supervisión Integral	mes	4.0	35,000.0	140,000.0			140,000.0
					140,000.0			140,000.0
5.0	Consultoría Externa							
	a. Estudios varios	Glb	1.0	220,298.1	220,298.1			220,298.1
					220,298.1			220,298.1
SUB TOTAL COSTO INDIRECTO					1,321,347.1			1,321,347.1
COSTO TOTAL (US\$)					1,321,347.1			1,321,347.1

CONCLUSIONES

1. En el presente informe se logró desarrollar la ingeniería para el sistema de bombeo de agua recuperada de 1242 m³/h.
2. El método de control de caudal elegido que consiste en una válvula de control, es el más adecuado para esta aplicación, debido a su simplicidad y economía. Con este método no se emplearon variadores de velocidad para las bombas debido al alto costo de estos equipos además de los sensores que se requiere.
3. Los sistemas de protección de las bombas (válvulas de control de bomba, anticipadora de onda y venteos) fueron seleccionados en conjunto con las empresas proveedoras, en la actualidad estos métodos están siendo implementados en sistemas similares dentro de la compañía minera.
4. Todos los diseños fueron realizados respetando los criterios de diseño de la compañía minera los cuales están basados en normas internacionales reconocidas como: ANSI, ASME, API, NEC, NEMA, etc.
5. Para obtener un buen resultado el proyecto fue realizado con múltiples disciplinas (Civil, estructuras, mecánica, tuberías, electricidad, instrumentación, geología, etc.) y en coordinación con los proveedores de los diversos equipos además de la aéreas internas de la mina (Operaciones Mina, Ingeniería y Proyectos, Mantenimiento, Aguas y Relaves).

BIBLIOGRAFIA

1. Instrumentación Industrial - 6ta Edición 1998 - Antonio Creus Solé.
2. Flujo de Fluidos en Válvulas Accesorios y Tuberías – Crane.
3. API Standard 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage – 11TH Edition.
4. The Performance pipe Field Handbook – 1ST Edition August 2009 - Chevron Phillips Chemical Company.
5. ASME B31.4 - 2006 Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons and Other Liquids – ASME.

PAGINAS WEB

1. <http://www.bermadperu.com/>
2. <http://www.jjlingenieria.com/>
3. <http://www.performancepipe.com/>
4. <http://www.caid.com/jalbum/CAID/Mining/slides/Pump%20barge.html>

PLANOS

1. 440-DWG-C-101 Batimetría.
2. 440-DWG-E-201 Sala Eléctrica.
3. 440-DWG-F-101 P&ID Diagrama de Tuberías e Instrumentación.
4. 440-DWG-F-102 PFD Diagrama de Flujo de Proceso.
5. 440-DWG-J-101 Diagrama de Bloques.
6. 440-DWG-J-102 Arreglo General de Comunicaciones.
7. 440-DWG-J-103 Ubicación de Instrumentos – Estación de Bombeo.
8. 440-DWG-J-104 Ubicación de Instrumentos – Tanque de Recepción.
9. 440-DWG-M-101 Arreglo General.
10. 440-DWG-M-201 Barcaza.
11. 440-DWG-M-202 Estación Intermedia.
12. 440-DWG-M-203 Tanque de Recepción.
13. 440-DWG-M-204 Tanque Intermedio.
14. 440-DWG-P-202 Tubería de impulsión desde barcaza a estación intermedia.
15. 440-DWG-P-203 Tubería de impulsión desde estación intermedia a estación de recepción.

ANEXOS

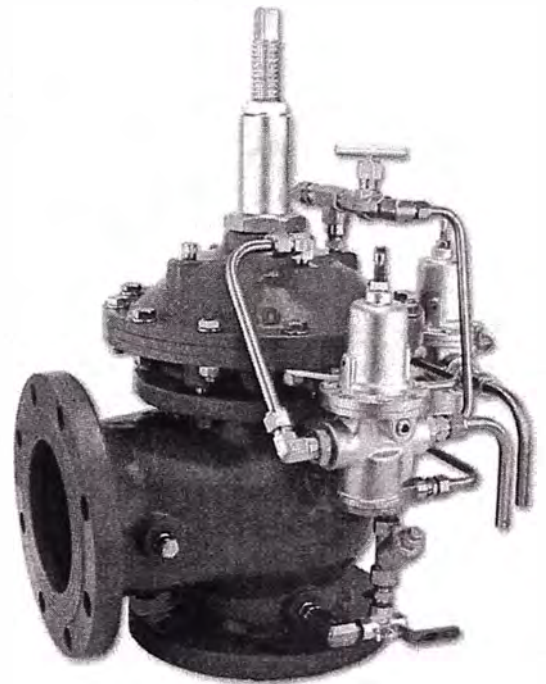
1. Anexo 1 - Válvula Anticipadora de Onda (WW-735-M-Spanish)
2. Anexo 2 - Válvula de Control de Bomba (WW-740-Spanish)
3. Anexo 3 - Válvula de Venteo (SPD-060HF NS
4. Anexo 4 - Tuberías de HDPE - HDPE 4710 IPS Size - Dimension
5. Anexo 5 - Technical Bulletin-VLENTB0068
6. Anexo 6 - Bombas Turbina
7. Anexo 7 - Bombas estación intermedia

Válvula de control anticipadora de onda

Modelo 735-M

- Elimina el golpe de ariete en todos los sistemas de bombas:
 - Impulsoras (booster) y pozos profundos, velocidad constante y variable
- Elimina el golpe de ariete en todas las redes de distribución:
 - Municipales, rascacielos, alcantarillado, climatización, riego
 - Sistemas de difícil mantenimiento, alejados y antiguos

La válvula anticipadora de onda Modelo 735-M es una válvula instalada fuera de la línea, de operación hidráulica y accionada por diafragma. La válvula se abre en reacción a la caída de presión generada por la súbita parada de la bomba. Mediante la preapertura de la válvula se disipa la onda de alta presión de retorno y así se elimina el golpe de ariete. La válvula modelo 735-M se cierra con suavidad y herméticamente en cuanto lo permite la función de alivio, evitando la onda de cierre. Esta válvula sirve también para aliviar la presión excesiva en el sistema.



Características y ventajas

- **Sustituye a los tanques de aire**
 - ↳ Alivio de la onda de presión, apertura segura
 - ↳ Mínimo mantenimiento
 - ↳ Economía de espacio
 - ↳ Menos inversiones y gastos de mantenimiento
 - ↳ Especialmente económica para altas presiones nominales
- **Impulsada por la presión en la línea**
 - ↳ Operación independiente
 - ↳ No se requiere motor
 - ↳ Cierre hermético y a prueba de goteo de larga duración
 - ↳ Accionamiento hidráulico ajustable
- **Cámara doble**
 - ↳ Cierre moderado (sin golpes de ariete)
 - ↳ Diafragma protegido
- **Mantenimiento sencillo en línea**
- **Cavidad libre de obstáculos** – Absoluta confiabilidad
- **Disco de cierre balanceado** – Alta capacidad de caudal

Principales características adicionales

- Control de solenoide – **735-55-M**
- Diafragma sensor (para aguas residuales) – **735-Md**
- Preferencia de operación eléctrica para protección contra incendios – **FP-730-59**
- Válvula de alivio rápido de presión – **73Q**

Consulte las publicaciones pertinentes de BERMAD.



Válvula de control de bomba impulsora

Válvula de retención activa

Modelo 740

- Aísla al sistema de los efectos del arranque y parada de la bomba para:
 - Bombas únicas de velocidad constante
 - Baterías de bombas de velocidad constante (al arranque y/o cambio de bomba)
 - Baterías de bombas de velocidad variable (al arranque de la bomba)

La válvula de control de bombas impulsoras modelo 740 es una válvula de retención activa de operación hidráulica, activada por diafragma, que se abre completamente o se cierra en respuesta a señales eléctricas. La válvula aísla a la bomba del sistema durante el arranque y la parada, para evitar los efectos de la sobrepresión en la tubería.



Características y ventajas

- **Impulsada por la presión en la línea**
 - Operación independiente
 - No se requiere motor
 - Cierre hermético y a prueba de goteo de larga duración
- **Control de solenoide**
 - Cableado poco costoso
 - Amplia gama de presiones y voltajes
 - Normalmente abierta o Normalmente cerrada
- **Válvula de retención (a resorte)**
 - Sustituye a la válvula de retención del tamaño de la línea
 - Cierre mecánico a prueba de fallas
- **Mantenimiento sencillo en línea**
- **Cámara doble**
 - Apertura (opción "B") y cierre totalmente propulsados
 - Prevención del golpe de ariete (non-slam) a la apertura y al cierre
 - Diafragma protegido
- **Disco de cierre balanceado** – Alta capacidad de caudal
- **Diseño flexible** – Permite incorporar funciones hidráulicas

Principales características adicionales

- Sostenedora de presión – 743
- Reductora de presión – 742
- Control de caudal – 747-U
- Control de circulación de bomba – 748
- Válvula de control eléctrica para pozos profundos – 745
- Apertura y cierre totalmente propulsados – 740-B
- Control electrónico – 740-18
- Sostenedora y reductora de presión – 743-2Q

Consulte las publicaciones pertinentes de BERMAD.

D-060-C HF NS PN 16

D-062 HF NS PN 25

D-014 HF NS PN 40

Válvula de aire combinada para grandes caudales amortiguadora del golpe de cierre

Descripción

En esta válvula de aire para grandes caudales, amortiguadora del golpe de cierre, se combinan una válvula cinética, una válvula automática y un mecanismo de salida lenta y controlada del aire (NS = "no slam"). El mecanismo consiste en una válvula unidireccional (Normalmente abierta) instalada en la abertura de salida del aire de la válvula. La válvula combinada libera aire durante el llenado de la tubería, permite la introducción de aire mientras el sistema se vacía, y libera el aire atrapado en el sistema presurizado. La válvula protege al sistema contra los golpes de ariete en caso de separación de la columna de agua o cuando la tubería se llena con mucha rapidez.

Aplicaciones

- Redes de abastecimiento de agua susceptibles a los golpes de cierre y de ariete
- Puntos elevados en tuberías con declives pronunciados
- Puntos susceptibles a la separación de la columna de agua

Operación

La válvula modelo D-060 HF NS atenúa el golpe de ariete y evita los golpes de cierre en un proceso de tres etapas. Cuando se detiene el bombeo y el agua sale de la tubería se forma vacío; la válvula de aire interrumpe el vacío introduciendo grandes volúmenes de aire en la línea. Cuando el aire sale, la válvula distingue entre la salida lenta, que no pone a la línea en peligro, y una salida rápida, que puede provocar un golpe de ariete a la llegada del agua a la válvula de aire. En tal caso el mecanismo NS se activa (se cierra) para reducir el caudal de aire que sale y, mediante el aire restante, aminora la velocidad de avance de la corriente de agua, así atenúa también el golpe provocado por la variación de velocidad del agua que llega a la válvula de aire.

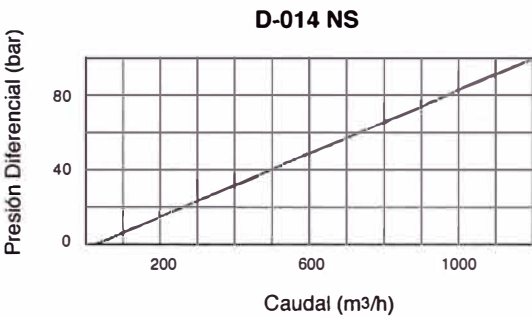
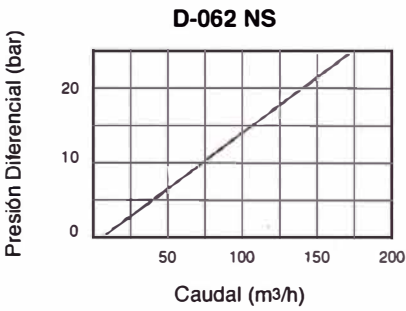
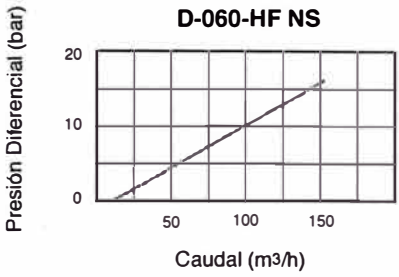
Especificaciones técnicas

- Se fabrica en diámetros de 2, 3, 4, 6, 8, 10 y 12 pulgadas.
- Presión de trabajo:
D-060 HF NS y D-060-C HF NS de 0,2 a 16 bar (prueba a 25 bar)
D-062 HF NS de 0,2 a 25 bar (prueba a 40 bar).
- Temperatura de trabajo 60° C.
Máxima temperatura momentánea de trabajo 90° C.
- El cierre suave, lento y silencioso en tres etapas aminora el golpe de ariete en el entorno de la válvula.
- El diseño aerodinámico de la válvula asegura altos caudales de aire.
- El cuerpo de fundición del componente cinético es resistente al golpe de ariete y está revestido de poliéster curado al horno.
- En la selladura de la válvula cinética, el componente de bronce soporta la presión y el componente de goma proporciona el cierre hermético; esta combinación asegura la resistencia por mucho tiempo.
- El amplio orificio de 12 mm² del componente automático purga grandes caudales de aire y no se taponan.
- El cuerpo de la válvula automática es de materiales plásticos de alta calidad, muy resistentes al golpe de ariete, y las piezas internas son resistentes a la corrosión.
- En los modelos D-060-C HF NS y D-062 HF NS la envoltura de fundición le otorga a la válvula una completa protección en sitios con riesgo de manipulación indebida y resistencia al golpe de ariete.

Opciones

- Puede adquirirse con rosca (2") o con bridas conformes a todas las normas.
- Para obtener una máxima compatibilidad, se recomienda definir la composición de los fluidos y los requisitos del sistema.
- Para determinar el modelo y su ubicación, consulte la hoja de recomendaciones y al departamento de comercialización.
- No olvide mencionar en su pedido el modelo, la medida, la presión de trabajo, las normas aplicables a roscas/bridas y los revestimientos especiales.

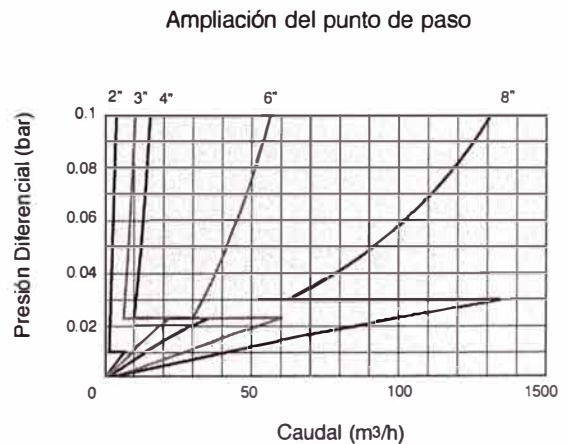
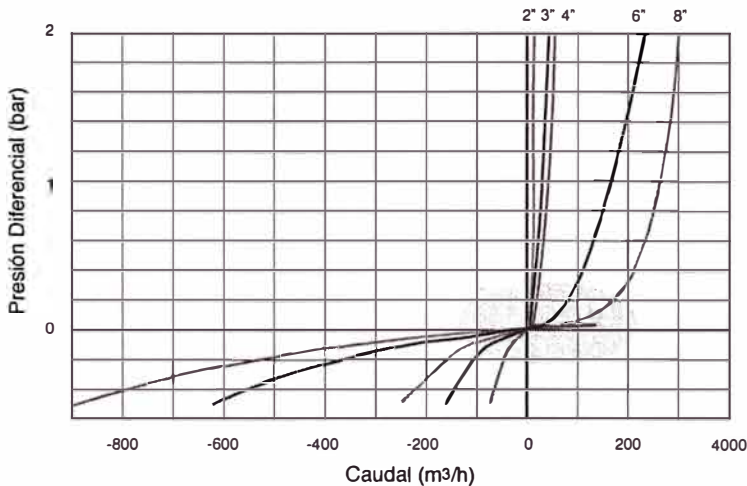
PURGA DE AIRE DEL ORIFICIO AUTOMATICO PIEZAS



No.	Pieza	Material
1.	S-050 Cuerpo	Nylon reforzado
	S-050-C Cuerpo	Fundición de hierro gris ASTM A-48 CL35B
	S-052 Cuerpo	Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
	S-014 Cuerpo	Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
2.	Tornillo y tuerca	Acero inoxidable SAE 304
3.	Tapa de malla	Fundición de hierro gris ASTM A-48 CL35B
4.	Malla	Acero inoxidable SAE 304
5.	Anillo	2"-4" Acero inoxidable SAE 316
		6"-10" Acero DIN ST-37
6.	Conector	2"-4" Acero inoxidable SAE 316
		6"-8" Fundición de hierro gris ASTM A-48 CL35B
7.	Clapeta	Acero galvanizado al cobalto
8.	Tornillo y tuerca	Acero galvanizado al cobalto
9.	Tapa	16 bar 2"-4" 8" Fundición de hierro gris ASTM A-48 CL35B
		16 bar 6" Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
		25 bar 2"-8" Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
		40 bar 2"-6" Cast Steel ASTM A216 WCB
		40 bar 8" Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
10.	Junta tórica (anillo en O)	BUNA-N
11.	Asiento de boquilla 2"-8"	Bronce ASTM B-62 B-271
		10" Acero inoxidable SAE 304/316
12.	Selladura de boquilla	E.P.D.M.
13.	Flotador	2"-8" Policarbonato
		10" Acero inoxidable SAE 304
14.	Cuerpo	16 bar Fundición de hierro gris ASTM A-48 CL35B
		25 bar Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18
		40 bar 2"-6" Cast Steel ASTM A216 WCB
		40 bar 8" Fundición esferoidal ASTM A-536-60-40-18

* Option: for different materials, consult with us.

CAUDALES DE AIRE DEL ORIFICIO CINETICO





Revised 04-07-2009
PE4710 (PE3408)

IPS Size and Dimension Data

DriscoPlex[®] Municipal & Industrial & Energy Series/IPS Pipe Data

Pressure Ratings are calculated using 0.63 design factor for HDS at 73°F as listed in PPI TR-4 for PE 4710 materials.
Temperature, Chemical, and Environmental use considerations may require use of additional design factors.

Pressure Rating		317 psi DR 7.3			250 psi DR 9.0			200 psi DR 11.0			160 psi DR 13.5			IPS Pipe Size
IPS Pipe Size	Nominal OD (in)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	
1 1/4"	1.660	0.227	1.179	0.45	0.184	1.270	0.37	0.151	1.340	0.31	0.123	1.399	0.26	1 1/4"
1 1/2"	1.900	0.260	1.349	0.59	0.211	1.453	0.49	0.173	1.533	0.41	0.141	1.601	0.34	1 1/2"
2"	2.375	0.325	1.686	0.92	0.264	1.815	0.77	0.216	1.917	0.64	0.176	2.002	0.53	2"
3"	3.500	0.479	2.485	1.99	0.389	2.675	1.66	0.318	2.826	1.39	0.259	2.951	1.16	3"
4"	4.500	0.616	3.194	3.29	0.500	3.440	2.75	0.409	3.633	2.31	0.333	3.794	1.92	4"
6"	6.625	0.908	4.700	7.12	0.736	5.065	5.96	0.602	5.349	5.00	0.491	5.584	4.15	6"
8"	8.625	1.182	6.119	12.07	0.958	6.594	10.11	0.784	6.963	8.47	0.639	7.270	7.04	8"
10"	10.750	1.473	7.627	18.75	1.194	8.219	15.70	0.977	8.679	13.16	0.796	9.062	10.93	10"
12"	12.750	1.747	9.046	26.38	1.417	9.746	22.08	1.159	10.293	18.51	0.944	10.749	15.38	12"
14"	14.000	1.918	9.934	31.81	1.556	10.701	26.63	1.273	11.301	22.32	1.037	11.802	18.54	14"
16"	16.000	2.192	11.353	41.55	1.778	12.231	34.78	1.455	12.915	29.15	1.185	13.488	24.22	16"
18"	18.000	2.466	12.772	52.58	2.000	13.760	44.02	1.636	14.532	36.89	1.333	15.174	30.65	18"
20"	20.000	2.740	14.191	64.91	2.222	15.289	54.34	1.818	16.146	45.54	1.481	16.860	37.84	20"
22"	22.000	3.014	15.610	78.55	2.444	16.819	65.75	2.000	17.760	55.10	1.630	18.544	45.79	22"
24"	24.000	3.288	17.029	93.48	2.667	18.346	78.25	2.182	19.374	65.58	1.778	20.231	54.49	24"
26"	26.000				2.889	19.875	91.84	2.364	20.988	76.96	1.926	21.917	63.95	26"
28"	28.000				3.111	21.405	106.51	2.545	22.605	89.26	2.074	23.603	74.17	28"
30"	30.000				3.333	22.934	122.27	2.727	24.219	102.47	2.222	25.289	85.14	30"
32"	32.000							2.909	25.833	116.58	2.370	26.976	96.87	32"
34"	34.000							3.091	27.447	131.61	2.519	28.660	109.36	34"
36"	36.000							3.273	29.061	147.55	2.667	30.346	122.60	36"
42"	42.000										3.111	35.405	166.88	42"
48"	48.000													48"
54"	54.000													54"

Pipe weights are calculated in accordance with PPI TR-7. Average inside diameter is calculated using nominal OD and Minimum wall plus 6% for use in estimating fluid flows. Actual ID will vary. When designing components to fit the pipe ID, refer to pipe dimension and tolerances in the applicable pipe manufacturing specification.

Visit www.performancepipe.com for the most current literature.



Revised 04-07-2009

IPS Size and Dimension Data

PE4710 (PE3408)

DriscoPlex[®] Municipal & Industrial & Energy Series/IPS Pipe Data

Pressure Ratings are calculated using 0.63 design factor for HDS at 73°F as listed in PPI TR-4 for PE 4710 materials.
Temperature, Chemical, and Environmental use considerations may require use of additional design factors.

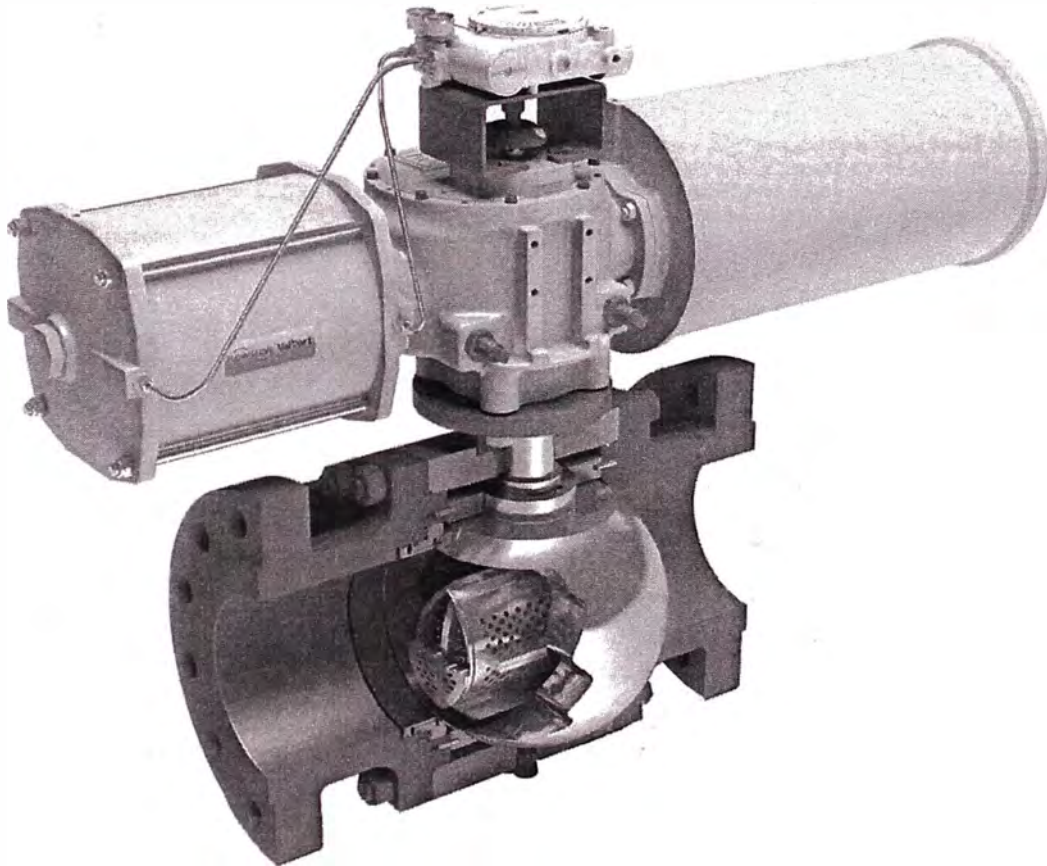
Pressure Rating		125 psi DR 17.0			100 psi DR 21.0			80 psi DR 26.0			63 psi DR 32.5			IPS Pipe Size
IPS Pipe Size	Nominal OD (in)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	Minimum Wall (in)	Average ID (in)	Weight (lbs/ft)	
1 1/4"	1.660													1 1/4"
1 1/2"	1.900													1 1/2"
2"	2.375	0.140	2.078	0.43										2"
3"	3.500	0.206	3.063	0.94										3"
4"	4.500	0.265	3.938	1.55	0.214	4.046	1.27							4"
6"	6.625	0.390	5.798	3.36	0.315	5.957	2.75	0.255	6.084	2.24	0.204	6.193	1.81	6"
8"	8.625	0.507	7.550	5.69	0.411	7.754	4.66	0.332	7.921	3.80	0.265	8.063	3.07	8"
10"	10.750	0.632	9.410	8.83	0.512	9.665	7.24	0.413	9.874	5.91	0.331	10.048	4.77	10"
12"	12.750	0.750	11.160	12.43	0.607	11.463	10.19	0.490	11.711	8.31	0.392	11.919	6.71	12"
14"	14.000	0.824	12.253	14.98	0.667	12.586	12.28	0.538	12.859	10.02	0.431	13.086	8.09	14"
16"	16.000	0.941	14.005	19.57	0.762	14.385	16.04	0.615	14.696	13.09	0.492	14.957	10.56	16"
18"	18.000	1.059	15.755	24.77	0.857	16.183	20.30	0.692	16.533	16.57	0.554	16.826	13.37	18"
20"	20.000	1.176	17.507	30.58	0.952	17.982	25.07	0.769	18.370	20.45	0.615	18.696	16.50	20"
22"	22.000	1.294	19.257	37.00	1.048	19.778	30.33	0.846	20.206	24.75	0.677	20.565	19.97	22"
24"	24.000	1.412	21.007	44.03	1.143	21.577	36.10	0.923	22.043	29.45	0.738	22.435	23.76	24"
26"	26.000	1.529	22.759	51.67	1.238	23.375	42.36	1.000	23.880	34.57	0.800	24.304	27.89	26"
28"	28.000	1.647	24.508	59.93	1.333	25.174	49.13	1.077	25.717	40.09	0.862	26.173	32.34	28"
30"	30.000	1.765	26.258	68.80	1.429	26.971	56.40	1.154	27.554	46.02	0.923	28.043	37.13	30"
32"	32.000	1.882	28.010	78.28	1.524	28.769	64.17	1.231	29.390	52.36	0.985	29.912	42.24	32"
34"	34.000	2.000	29.760	88.37	1.619	30.568	72.44	1.308	31.227	59.11	1.046	31.782	47.69	34"
36"	36.000	2.118	31.510	99.07	1.714	32.366	81.21	1.385	33.064	66.27	1.108	33.651	53.46	36"
42"	42.000	2.471	36.761	134.84	2.000	37.760	110.54	1.615	38.576	90.20	1.292	39.261	72.77	42"
48"	48.000	2.824	42.013	176.12	2.286	43.154	144.38	1.846	44.086	117.81	1.477	44.869	95.05	48"
54"	54.000				2.571	48.549	182.73	2.077	49.597	149.10	1.662	50.477	120.29	54"

Pipe weights are calculated in accordance with PPI TR-7. Average inside diameter is calculated using nominal OD and Minimum wall plus 6% for use in estimating fluid flows. Actual ID will vary. When designing components to fit the pipe ID, refer to pipe dimension and tolerances in the applicable pipe manufacturing specification.

TECHNICAL BULLETIN

TMCBV

Trunnion-Mounted Control Ball Valve



High range of control with superior flow capacity for severe service applications in a smaller footprint.

The TMCBV leverages technology from the leaders of trunnion-mounted ball valves and control valves for severe service applications. The TMCBV is available in the widest range of sizes and pressure ratings, thanks to its lower operating torques even at very high pressures.

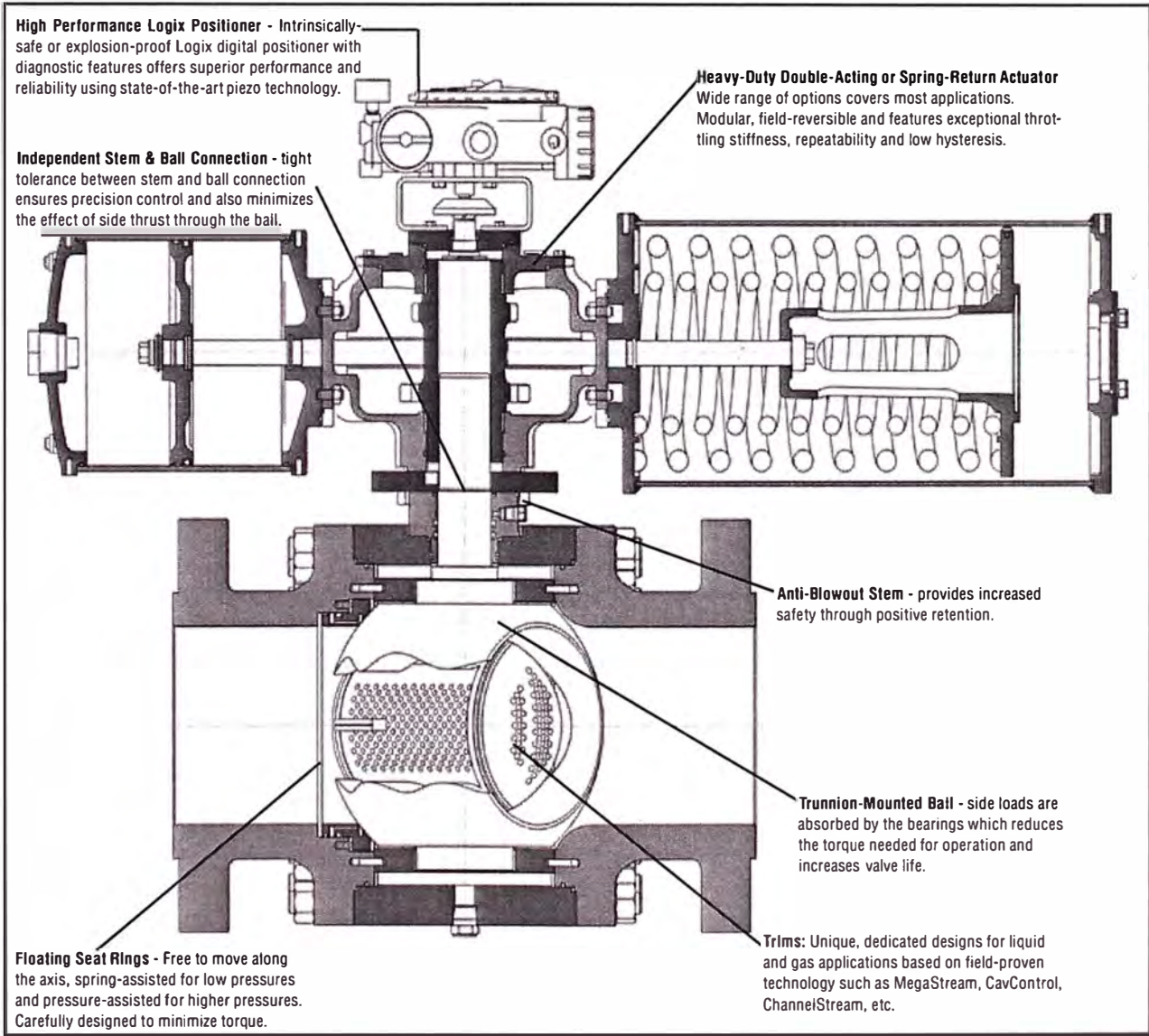
As a result of its inherent higher rangeability combined with its increased flow capacity, the TMCBV can be smaller in size and dimensional envelope for a given process condition, thus becoming the most economical solution when compared with traditional control valve offerings.

Metal-seated TMCBV has tungsten carbide coating on ball and seat, which enhances the life of the valve by ensuring class IV or Class V tight shut-off even after prolonged usage in service.

Carefully designed rotary seals, precision machining, and accurate trunnion guiding, all contribute to zero external leakage ensuring that the TMCBV meets all environmental standards.

The TMCBV has exclusive trims designed for liquid and gas applications based on field-proven technologies such as MegaStream, CavControl, ChannelStream, etc. to ensure that no compromise is made when dealing with unique challenges associated with cavitation control and noise attenuation.

Operated by a heavy-duty pneumatic/hydraulic double-acting or spring-return actuator through a high-performance Logix digital positioner, the TMCBV maintains high positioning accuracy, repeatability, controlled high speed and reliable response. With the advanced diagnostic solutions which can be seamlessly integrated into a host control and/or plant asset management system, the TMCBV is the most economical integrated control valve with state-of-the-art features and performance.



TMCBV Advantages & Features

Features	Advantages
Wide range of trim designs based on industry-proven technologies such as MegaStream, CavControl, ChannelStream, Z-trim etc. Trims can be custom-engineered for unique applications.	Effective cavitation control and noise attenuation in the most demanding applications
Metal to Metal, tungsten carbide-coated seats can provide ANSI class IV and Class V shut-off up to class 2500 Soft seats can achieve class VI shutoff.	Tight Shut-off even after prolonged usage
Compact Design	Higher flow capacity for a given size results in a smaller size valve and actuator, thus leading to significant space, weight and cost savings.
Very high rangeability in excess of 300:1	Wide range of control
Accurate machining of stem and bonnet sealing surfaces ensures compliance with the most severe pollution control regulations.	Low emission stem seals
Geometry allows easier overlay of special alloys on wetted parts including body, seat, ball and seat pockets.	Lower cost on corrosive/erosive applications
Fewer moving parts	Higher level of reliability and performance at a lower cost
Very tight tolerances maintained in stem-to-ball and stem-to-actuator connections.	Precise Control
Actuator has Quad seals and wear rings on piston and also a precisely machined guide bar to withstand lateral loads.	Higher cycle life
Logix digital positioners are equipped with advanced diagnostics features which can be seamlessly integrated into a host control and/or plant asset management program, thus allowing for predictive and preventive maintenance.	Lower cost of maintenance and decreased downtime
QUICK-CAL™ button, DIP switches, Jog buttons and variable gain selector allow setup and calibration in minutes.	Shorter commissioning times and costs

Product Range and Specifications

Size & Class	6" thru 56" Class 150, 300, 600
	6" thru 48" Class 900, 1500
	6" thru 24" Class 2500
Design Standard	API 6D
Body Design	Side-Entry, Top-Entry, Welded
Body Style	Full Port, Reduced Port
End Connection	Integral Flange, Butt Weld
Face-to-Face	API 6D/ASME B16.10
Flange Facing	Raised Face, RTJ
Bonnet Type	Standard, Extended, Cryogenic
Overlay Options	Seat Pocket & Stem Seal
	All Seal Areas
	All Wetted Parts
Fire safe Certification	API 6FA, API 607, BS 6755 Part 2

Actuator Type	Double-acting Pneumatic/Hydraulic cylinder, Fail-safe Spring-return, or Electric Modulating
Manual Overrides	Jack screw, Bevel gear, De-clutchable worm gear, hydraulic
Fail Safe Action	Fail-to-open or Fail-to-close (field reversible)
Positioner	Intrinsically-safe, Explosion-proof HART, FOUNDATION Fieldbus <i>(for detailed positioner specification see page 23)</i>
Deadband	<0.1% full scale
Repeatability	<0.05% full scale
Linearity	<0.5% (rotary), <0.8%, (sliding stem) full scale

Weir Minerals Peru

Av. Separadora Industrial No. 2201
Urb. Vulcano, Ate
Lima 3 - Perú
T: +51 (1) 618 7575
F: +51 (1) 618 7576
W: www.weirminerals.com

E: jleon@weirminerals.com.pe
E: jdrojas@weirminerals.com.pe

Excellent
Minerals
Solutions

WEIR

2. BOMBAS VERTICALES SOBRE BALSAS

Bombas verticales tipo turbina vertical, **Weir Floway 16DKL-3Stg**, con las siguientes características

Hidráulica

Caudal@TDH	621m ³ /h@85m
Eficiencia	78.61%
Diámetro Impulsor	260mm
Diámetro Máximo	280mm
Diámetro Mínimo	248mm
Presión Shutoff	129.6m
Mínimo Flujo Continuo	176.3m ³ /h
Posición del BEP	92%

Materiales

Construcción	316SS/316SS
Bowls	316SS ASTM A743-89 GrCF8M
Impulsores	316SS ASTM A743 GrCF8M
Anillos de Desgaste (Bowl / Impellers)	316SS ASTM A743 GrCF8M (Diferencia de 50HBN en dureza)
Eje (Bowls / Lineshaft)	316SS ASTM A276-90a Tipo 316 Aplicación de cromo para endurecer las zonas de contacto con los bearings.
Columna	Acero rolado y soldado ASTM A53 / Pintura Anticorrosiva en el exterior
Cabezal de Descarga (Discharge Head)	Tipo FR, 16", Class150#, Fabricado en Acero (A36, A53 y A105). Autoalineante – No requiere alineamiento en campo

Sellado

Empaquetaduras

Brida Descarga 16", Class 150"

WARREN®
Centrifugal Slurry Pumps
VULCO®
Wear Resistant Linings
GENO®
PD Slurry Pumps
CAVEK®
Hydrocyclones
MILLIWAY®
Vertical Slurry Pump
ISOGATE®
Slurry Valves
MULTIFLO®
Mine Dewatering Pumps
HAZLETON®
Specialty Slurry Pumps
LEWIS PUMPS™
Vertical Chemical Pumps
SEEMANN
PUMPS™
Centrifugal Process Pumps

Weir Minerals Peru

Av. Separadora Industrial No. 2201
Urb. Vulcano, Ate
Lima 3 - Perú
T: +51 (1) 618 7575
F: +51 (1) 618 7576
W: www.weirminerals.com

E: jleon@weirminerals.com.pe
E: jdrojas@weirminerals.com.pe

Excellent
Minerals
Solutions

WEIR

Pruebas

Performance	Non Witness – Lab Driver Only
NPSH	Non Witness– Lab Driver Only
Hidrostático	Non Witness– Lab Driver Only
Vibración	Non Witness– Lab Driver Only

Certificados

Materiales	Bowls, Impulsores y Eje
Plano de Arreglo general	Para aprobación y As Built
Plan de Calidad	Si
Calificación de soldadores	Si
Procedimientos de Soldadura	Si

Motor Eléctrico

Marca	General Electric
Tipo	Vertical
Potencia	300 HP
RPM	1800
Voltaje / Hz	460V / 60 Hz
Frame	5809P24
Insulation	F
Rise	B
Enclosure	TEFC
S.F	1.15
Eficiencia (100% / 75% / 50%)	92.7 / 92.5 / 91.4
RTD (8 en total)	2xfase – 6 en devanados / 1xrodamiento – 2 en rodamientos
Space Heater	Incluido
Sensor de Vibración	Incluido
Sensores de Temperatura (RTDs)	Incluido
Space Heaters	Incluido
Test	Test de Rutina Completo – Non Witness

WARMAN®
Centrifugal Slurry Pumps

VULCO®
Wear Resistant Linings

GENO®
FD Slurry Pumps

CAVEK®
Hydrocyclones

FLOWAY®
PUMPS
Vertical Turbine Pumps

ISORATE®
Slurry Valves

MULTIFLO®
Mine Dewatering Pumps

HAZLETON®
Specialty Slurry Pumps

LEWIS PUMPS®
Vertical Chemical Pumps

BEBEMANN®
BLINPS®
Centrifugal Process Pumps



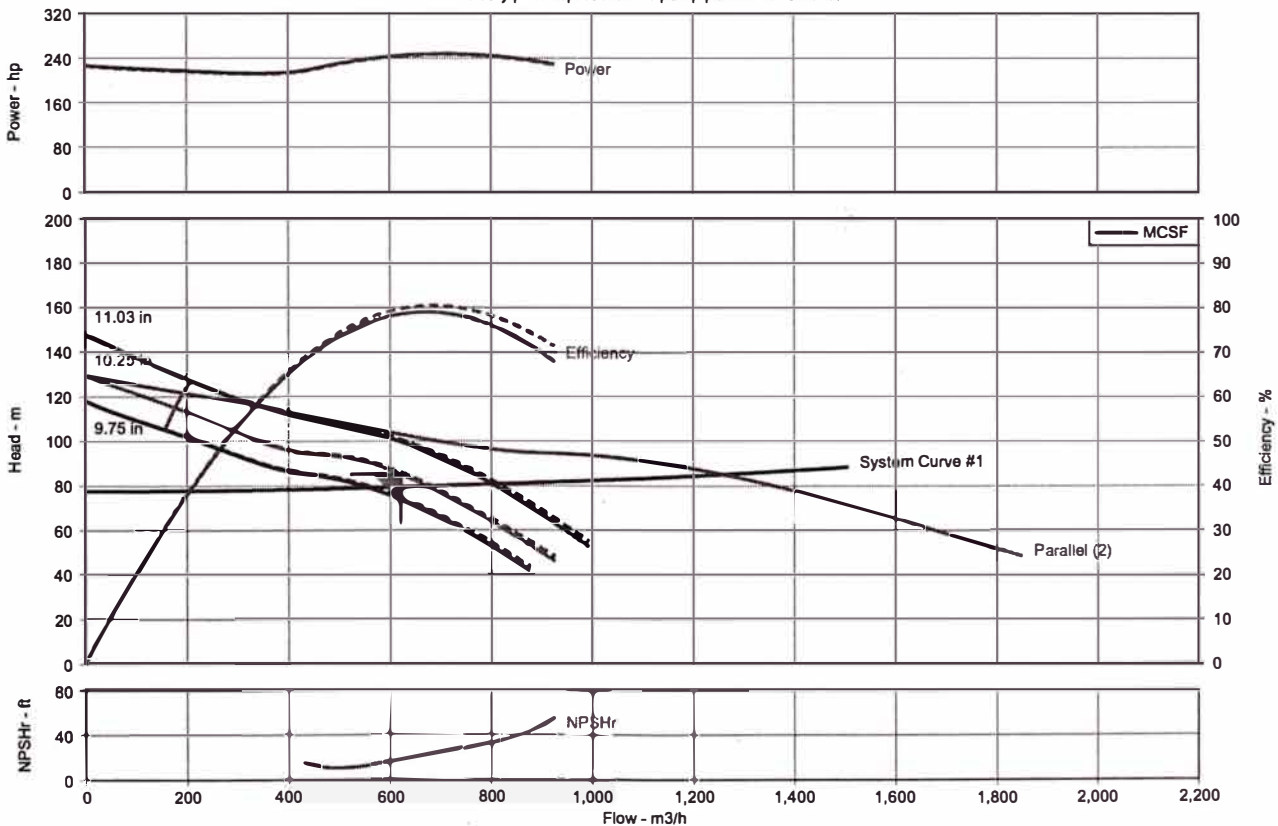
Pump Performance Datasheet

Customer	: GRANA Y MONTERO	Quote number	: 270597
Customer reference	:	Size	: 16DKL
Item number	: 002 Leo	Stages	: 3
Service	:	Based on curve number	: 16DKL 1770 Rev. 1
Quantity	: 3	Date last saved	: 04 Jun 2013 2:30 PM

Operating Conditions		Liquid	
Flow, rated	: 621.0 m3/h	Liquid type	: Water - Clean
Differential head / pressure, rated (requested)	: 85.00 m	Additional liquid description	: Fresh Water
Differential head / pressure, rated (actual)	: 85.41 m	Solids diameter, max	: 0.00 in
Suction pressure, rated / max	: 0.00 / 0.00 psi.g	Solids concentration, by volume	: 0.00 %
NPSH available, rated	: Ample	Temperature, max	: 68.00 deg F
Frequency	: 60 Hz	Fluid density, rated / max	: 1.000 / 1.000 SG
		Viscosity, rated	: 1.00 cP
		Vapor pressure, rated	: 0.00 psi.a

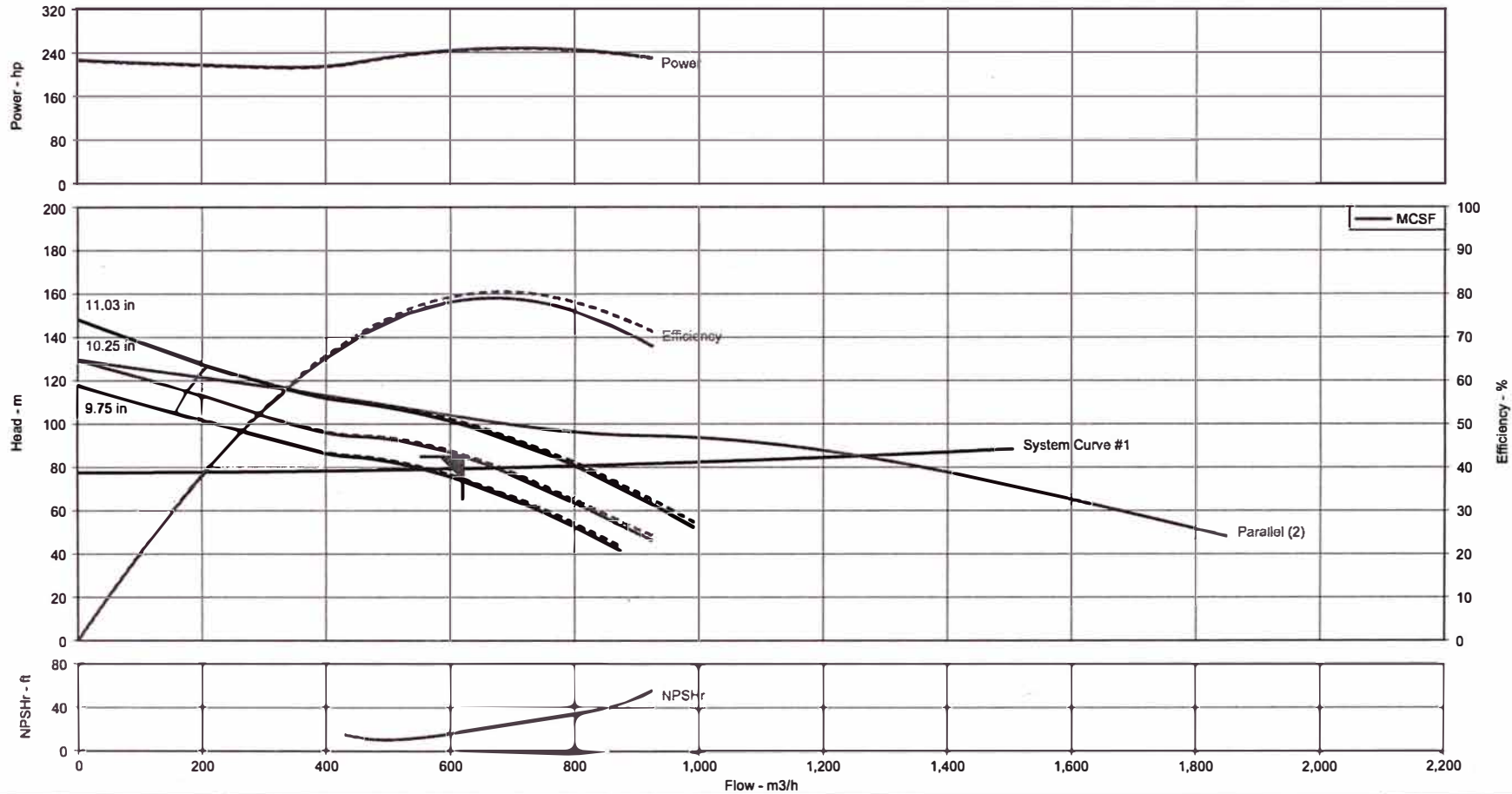
Performance		Material	
Speed, rated	: 1,770 rpm	Material selected	: 316 Stainless Steel/316 SS
Impeller diameter, rated	: 10.25 in		
Impeller diameter, maximum	: 11.03 in	Pressure Data	
Impeller diameter, minimum	: 9.75 in	Maximum working pressure	: See the Additional Data page
Efficiency (bowl / pump)	: 79.81 / 78.61 %	Maximum allowable working pressure	: See the Additional Data page
NPSH required / margin required	: 17.61 / 0.00 ft	Maximum allowable suction pressure	: N/A
Ns (imp. eye flow) / Nss (imp. eye flow)	: 3,186 / 8,341 US Units	Hydrostatic test pressure	: See the Additional Data page
MCSF	: 176.3 m3/h	Driver & Power Data	
Head, maximum, rated diameter	: 129.6 m	Driver sizing specification	: Max power + 5%
Head rise to shutoff	: 50.86 %	Margin over specification	: 0.00 %
Flow, best eff. point (BEP)	: 683.1 m3/h	Service factor	: 1.15
Flow ratio (rated / BEP)	: 90.91 %	Power, hydraulic	: 195 hp
Diameter ratio (rated / max)	: 92.91 %	Power (bowl / pump)	: 244 / 245 hp
Head ratio (rated dia / max dia)	: 85.37 %	Power, maximum, rated diameter	: 248 hp
Cq/Ch/Ce [ANSI/HI 9.6.7-2010]	: 1.00 / 1.00 / 1.00	Minimum recommended motor rating	: 300 hp / 224 kW
Selection status	: Acceptable		

Pump and bowl (dashed) performance. Bowl adjusted for construction and viscosity.
 Pump further adjusted for friction and power losses of lineshaft and thrust bearings. Pump is not adjusted for any static lift.
 The duty point represents the pump performance head.



Pump Performance Curve

Pump and bowl (dashed) performance. Bowl adjusted for construction and viscosity.
 Pump further adjusted for friction and power losses of lineshaft and thrust bearings. Pump is not adjusted for any static lift.
 The duty point represents the pump performance head.

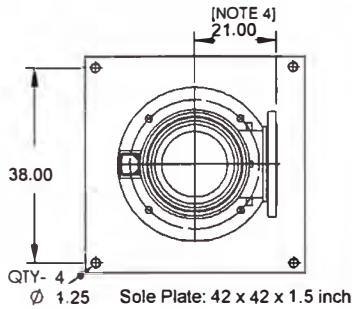


Customer : GRANA Y MONTERO	Pump Type : 16DKL	Quote number : 270597
Address : LIMA, LIMA	# of Stages : 3	Customer PO # :
Location :	Quantity : 3	CO # :
Project : ANTAMINA EXPANSION	Flow : 621.0 m3/h	Item # : 002 Leo
Tag :	Head : 85.00 m	JOL # :
Bowl/Pump :	Speed : 1,770 rpm	Serial # :
Eff (bowl / pump) : 79.81 / 78.61 %	Fluid Density : 1.000 / 1.000 SG	Drawing # :
Power (bowl / pump) : 244 / 245 hp	Viscosity : 1.00 cP	Drawn By :
NPSH required : 17.61 ft	Impeller Trim : 10.25 in	Last Modified : 04 Jun 2013 2:30 PM

The head and power may be different than that shown in accordance with Hydraulic Institute / API 610 Standards
 Copyright © Weir Floway, Inc. All Rights Reserved

NOT TO BE USED FOR CONSTRUCTION UNLESS CERTIFIED.

**GENERAL ARRANGEMENT DRAWING
VERTICAL TURBINE PUMP
16DKL ASSEMBLY**



COATING:

Bowts not coated
Carboguard 891 epoxy coating - Column - exterior only (interior not coated)
Carboguard 891 epoxy coating - Disch. head - exterior only
Carboguard 891 epoxy coating - Soleplate top side only

MATERIALS	
DISCHARGE HEAD:	A36 plt, A105 flg, A53-Gr B pipe
PACKING BOX-SEAL HSG:	-
SHAFT PACKING:	JC G57
SOLE PLATE:	A516-Gr 70
COLUMN PIPE:	ASTM A53-90a Type S Gr B
BEARING RETAINER:	ASTM A743-89 Gr CF-8M
LINESHAFT BEARING:	Styrene Butadiene Rubber(SBR)
LINESHAFT:	ASTM A276-90a Type 316
BOWL SHAFT:	ASTM A276-90a Type 316
BOWL:	ASTM A743-89 Gr. CF-8M
IMPELLER:	ASTM A743 Gr. CF-8M
IMPELLER WEAR RING:	
BOWL BEARING:	Fiberglass
BOWL WEAR RING:	
STRAINER:	316 SS
BOLTING:	ASTM F593 Gr CW1

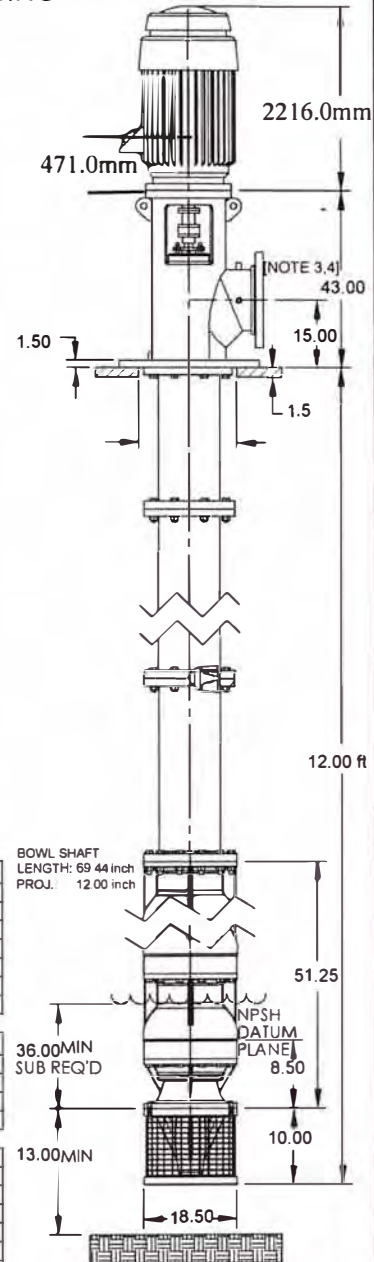
PUMP	
HEAD TYPE:	FR
HEAD SIZE:	16x24.5FR
SEAL ARRANGEMENT:	HP Pkg box
LINESHAFT DIAMETER:	2.25 in
COLUMN SIZE:	16.00 in (Nominal)
ENCLOSING TUBE SIZE:	N/A (Nominal)
LUBRICATION TYPE:	Product
BOWL MODEL:	16DKL
NUMBER OF STAGES:	3 STAGE TYPE 16DKL
RATED BOWL HEAD:	85.94 m
RATED RATE OF FLOW:	621.0 m ³ /h
NPSHR AT RATED FLOW:	5.37 m
IMPELLER TYPE:	Enclosed
STRAINER TYPE:	Clip on basket type / 16DK

LIQUID	
LIQUID:	Fresh Water
SPECIFIC GRAVITY:	1.00SG
VISCOSITY:	1.00 cP
TEMPERATURE:	68.00 deg F

WEIGHTS	
MOTOR:	6000.00 lb
DISCHARGE HEAD:	1.620.0 lb
SOLE PLATE:	490.0 lb
BARREL:	-
COLUMN ASSY:	454.3 lb
BOWL ASSY:	883.0 lb
TOTAL:	9,006.3 lb

DISCHARGE FLANGE	
SIZE AND TYPE:	16 in. 150#RF - ANSI Flange
FLANGE DIAMETER:	23.5 in. Dia. Flange
HOLE QTY-DIAMETER:	16 - 1.13 in. Dia. holes
BOLT CIRCLE DIA:	21.25 in. Bolt circle

MOTOR	
MAKE:	-
ENCLOSURE:	TEFC
TYPE:	
POWER:	300.00 hp
RPM:	1,800 rpm
VOLTAGE-PHASE-FREQ:	460V-3PH-60HZ
FRAME NUMBER:	
COUPLING TYPE:	Non spacer CPAT -



- NOTES:**
- DRAWING NOT TO SCALE.
 - ALL DIMENSIONS IN INCHES UNLESS NOTED OTHERWISE.
 - FINAL HEAD HEIGHT WILL BE DETERMINED BASED ON INTERNAL ANALYSIS AND SPECIFICATION REVIEW.
 - TYPICAL LOCATION FOR DISCHARGE NOZZLE.

CUSTOMER: GRAÑA Y MONTERO
CUSTOMER REFERENCE:
PROJECT TITLE: ANTAMINA EXPANSION
CURVE NO.: 16DKL 1770

Copyright © 2011 Weir Floway Inc. Weir Floway Inc. (the Company) is the owner of the copyright and all confidential information in this drawing. The drawing must not be copied in whole or in part, in any form or by any means, and the information in it must not be disclosed to any person, or used for any purpose other than the specific purpose for which it has been provided, without the prior written consent of the Company.



QUOTE NO.:	270597
ITEM NO.:	002 Leo
DATE:	04 Jun 2013
REV B	PUMPGA16

Weir Minerals Peru

Av. Separadora Industrial No. 2201
Urb. Vulcano, Ate
Lima 3 - Perú
T: +51 (1) 618 7575
F: +51 (1) 618 7576
W: www.weirminerals.com

E: jleon@weirminerals.com.pe
E: jdrojas@weirminerals.com.pe

Excellent
Minerals
Solutions

WEIR

1. ESTACIÓN BOOSTER

Bomba Carcasa Partida, **Weir Uniglide SDC300/400**, con las siguientes características

Hidráulica

Caudal@TDH	1242m ³ /h@104m
Eficiencia	Min 80%
Diámetro Impulsor	493mm
Diámetro Máximo	500mm
Diámetro Mínimo	460mm
Presión Shutoff	123m
Mínimo Flujo Continuo	450m ³ /h
Posición del BEP	82%

Materiales

Construcción	Cast Iron SG Gr500 / Bronze LG4
Carcasa	Cast Iron SG Gr500
Anillos de Desgaste	Bronze LG4
Impulsor	Bronze LG4
Eje	AISI 1045
Camisa de Eje	Bronze LG4
Lubricación	Grasa
Guarda	Acero Estructural
Placa Base	Acero Estructural
Acoplamiento	Flexible

Sellado

Empaquetaduras

Bridas

BS4504 / 400mm descarga – 300mm succión / Tab 40-25

Pruebas

Performance	Non Witness – Lab Driver Only
NPSH	Non Witness– Lab Driver Only
Hidrostático	Non Witness– Lab Driver Only (Casing)
Vibración	Non Witness– Lab Driver Only

WARMAN®
Centrifugal Slurry Pumps

VULCO®
Wear Resistant Linings

GENO®
PD Slurry Pumps

CAVEK®
-hydrocilones

FLOWAY®
PUMPS
Vertical Turbine Pumps

ISOGATE®
Slurry Valves

MULTIFLO®
Mine Dewatering Pumps

HAZLETON®
Specialty Slurry Pumps

LEWIS PUMPS®
Vertical Chemical Pumps

ANN

Vertical Pumps



Weir Minerals Peru

Av. Separadora Industrial No. 2201
Urb. Vulcano, Ate
Lima 3 - Perú
T: +51 (1) 618 7575
F: +51 (1) 618 7576
W: www.weirminerals.com

E: jleon@weirminerals.com.pe
E: jdrojas@weirminerals.com.pe

Excellent
Minerals
Solutions



Certificados

Materiales	Carcasa, Impulsor y Eje
Plano de Arreglo general	Para aprobación y As Built
Plan de Calidad	Si
Calificación de soldadores	Si
Procedimientos de Soldadura	Si

Motor Eléctrico

Marca	General Electric
Tipo	Horizontal
Potencia	700 HP
RPM	1800
Voltaje / Hz	4000V / 60 Hz
Frame	6811S
Insulation	F
Rise	B
Enclosure	TEFC
S.F	1.15
Eficiencia (100% / 75% / 50%)	94.7 / 94.3 / 93.1
RTD (8 en total)	2xfase – 6 en devanados / 1xrodamiento – 2 en rodamientos
Space Heater	Incluido
Sensor de Vibración	Incluido
Condensadores de Sobretensión (Surge Capacitors)	Incluido
Lightning Arresters (Pararrayos)	Incluido
Sensores de Temperatura (RTDs)	Incluido
Space Heaters	Incluido
Test	Test de Rutina Completo – Non Witness

WARMAN®
Centrifugal Slurry Pumps

VULCO®
Wear Resistant Linings

GENCO®
PD Slurry Pumps

DAVEK®
Hydrocyclones

FLOWAY®
PUMPS
V. PUMP Pumps

ISODATE®
Slurry Valves

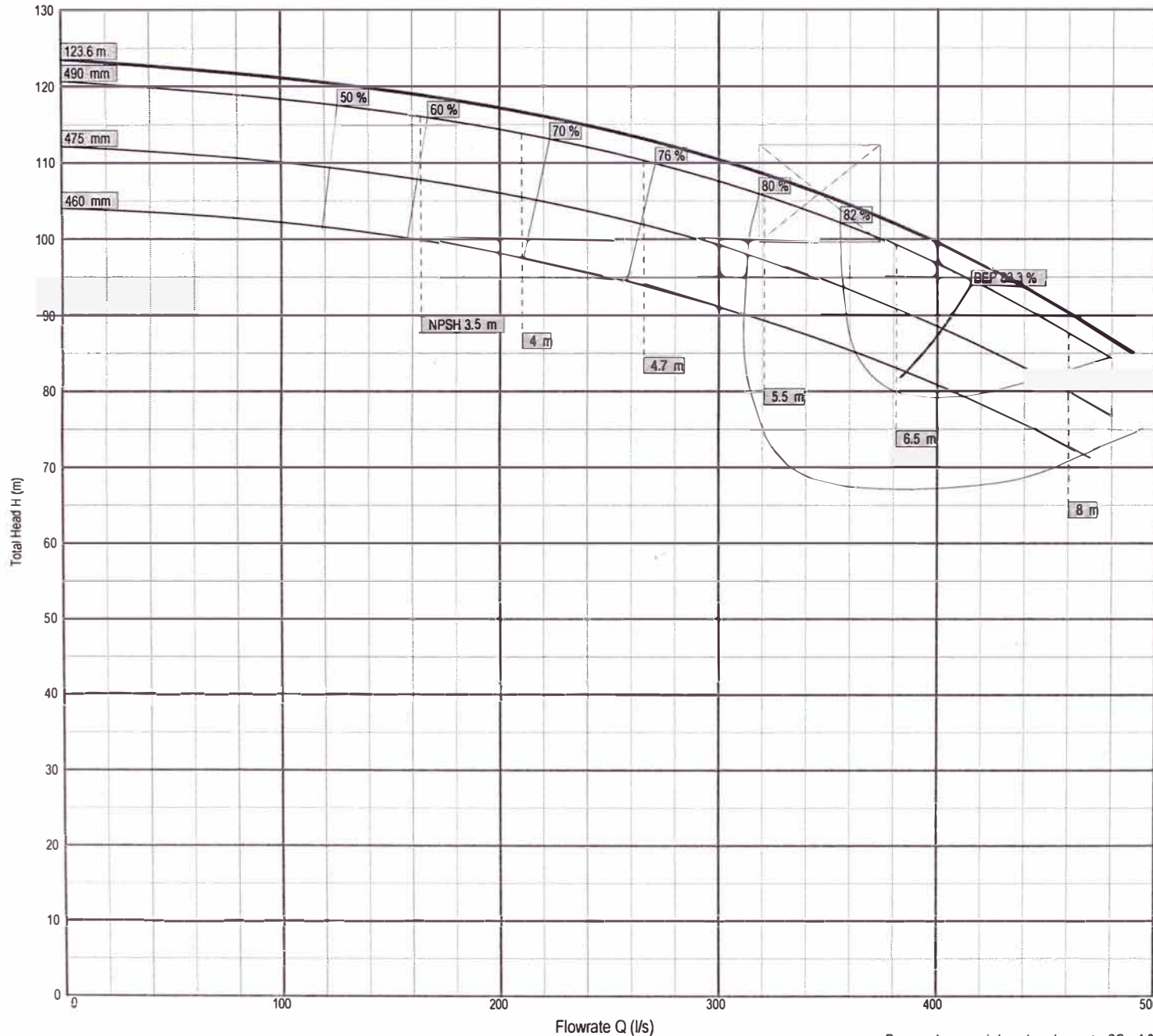
MULTIFLO®
Mine Dewatering Pumps

HAZLETON®
Specialty Slurry Pumps

LEWIS PUMPS™
Vertical Chemical Pumps

BERGEMANN
PUMPS™
Centrifugal Process Pumps



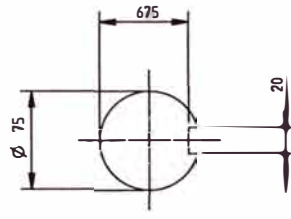


Axially split casing
 All Metal

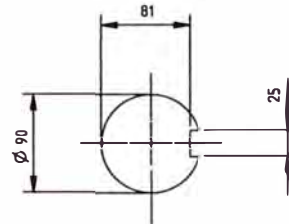
Specific Gravity SG:	1.00	1.00
Flowrate Q:	346.00	346.00 (l/s)
Total Flowrate Q:	346.00	346.00 (l/s)
Head H:	106.00	106.00 m
Total Head (1 stage):	106.00	106.00 m
Pumps in Series:	1	1
Pumps in Parallel:	1	1
P Absorbed:	441.13	441.13 kW
P Required:	507.31	507.31 kW
P Installed:	0.00	0.00 kW
Specified Safety Factor:	1.15	1.15
Actual Safety Factor:	0.00	0.00
Impeller Diameter:	495.19	495.19 m
Efficiency:	81.56	81.56 %
Impeller Tip Speed:	45.65	45.65 m/s
Position From BEP:	0.00	0.00 %
Limiting NPSH:	5.90	5.90 m
Working Pressure:	920.99	0.00 kPa
Head Ratio:		1.00
Efficiency Ratio:		1.00
Speed:		1760 r/m
Suction Diameter:	400 mm	
Discharge Diameter:	300 mm	
Max. Impeller diameter:	490 mm	
Casing Pressure Rating:	1241 kPa	
Speed:	1760 r/min	
Number of Vanes:	0	

SDC300-400A-60 rev 0

A



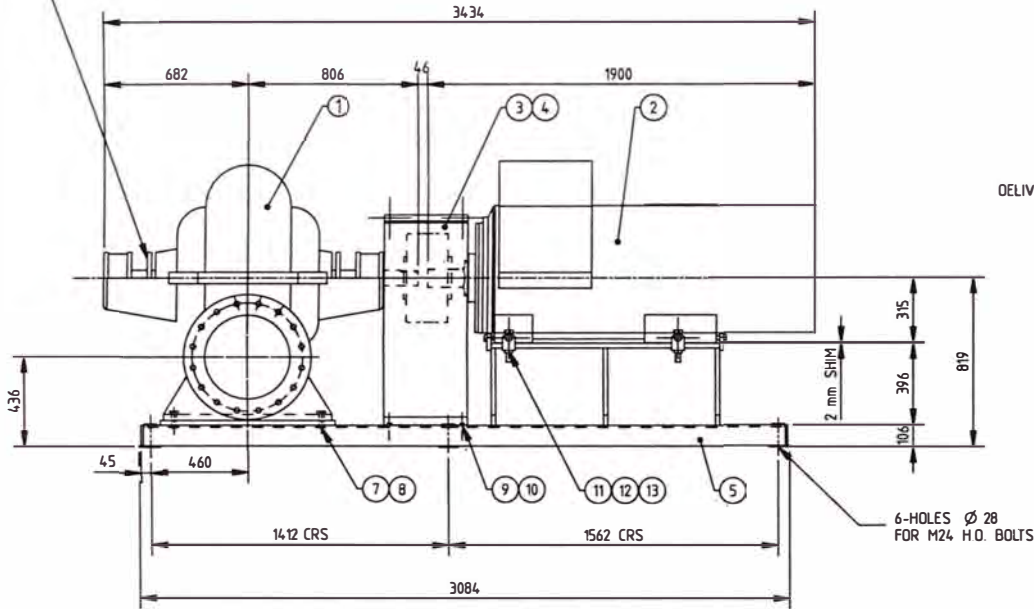
PUMP SHAFT DETAIL
NTS.



PUMP SHAFT DETAIL
NTS.

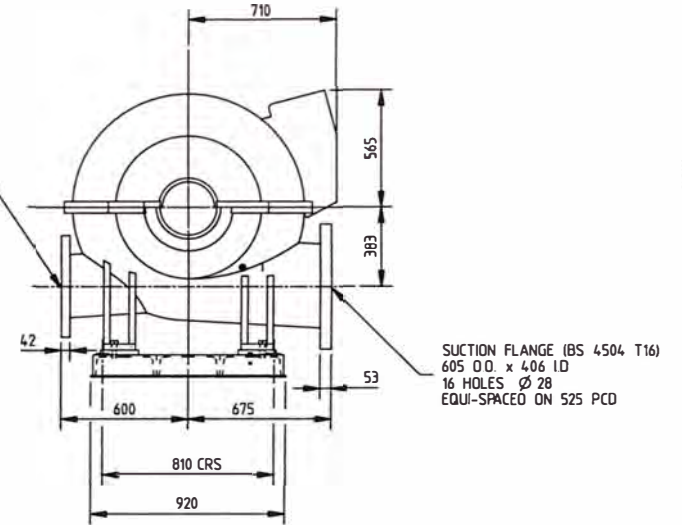
⑥
SHAFT GUARD
USE M6 x 10lg HEX. SET SCREWS,
C/W FLAT WASHERS
IN 304 STST MAT'L TO FIT
SHAFT OR STUFFING BOX GUARDS.
DRILL & TAP HOLES M6 x 10 DEEP
QTY TO SUIT SHAFT OR STUFFBOX.

B



C

DELIVERY FLANGE (BS 4504 T16)
490 O.D. x 305 I.D.
12 HOLES Ø 28
EQUI-SPACED ON 410 PCD



SUCTION FLANGE (BS 4504 T16)
605 O.D. x 406 I.D.
16 HOLES Ø 28
EQUI-SPACED ON 525 PCD

D

FOR TENDER PURPOSES ONLY
NOT FOR CONSTRUCTION

E

FORCES IN NEWTON

	Fx	Fy	Fz	Fr
SUCTION	3844	3035	4653	6681
DISCHARGE	3035	2428	3642	5264

	Mx	My	Mz	Mr
SUCTION	3331	2467	1665	4441
DISCHARGE	2776	2097	1357	3763

TAG NUMBER : TBA
SERIAL NUMBER : TBA
EQUIPMENT NAME : SDC300-400
MASS(kg) : TBA

FOR LIMITS OF UNTOLERANCED DIMENSIONS REFER TO ORG. A4-15895.



OFFICE OF ORIGIN :
ISANDO

SCALE: 1:50

CHK:

APP:

DRN: G.MAGASELA

DATE:

Copyright © Weir Minerals Africa (Pty) Ltd. 2012
Weir Minerals Africa (Pty) Ltd ("the Company") is the owner
of the copyright and all confidential information in this
drawing.

The drawing must not be copied in whole or in part, in
any form or by any means, and the information in it must
not be disclosed to any person, or used for any purpose
other than the specific purpose for which it has been
provided, without the prior written consent of the Company.

TITLE :

DRAWING No

A3-

SHEET 1 OF 1

F

REV

1

DESCRIPTION

2

3

BY

4

DATE

CHK

DATE:

5

6

7

8

REV

0

ITEM	QTY	DESCRIPTION	PART No.	MASS(kg)
1	1	PUMP	SOC 300/400	1450
2	1	MOTOR FRAME/kw.	HGF315C/O/E/4.00kw	2100
3	1	COUPLING	F180 F	84
4	1	COUPLING GUARD	4534 490376	21
5	1	BASEPLATE	4511 490376	650
6	2	SHAFT GUARD	45399230	2
7	4	SETSCREWS M20 x 90l	790041311	
8	4	FLAT WASHERS Ø20	790044482	
9	4	SETSCREWS M10 x 20l	790041425	
10	4	FLAT WASHERS Ø10	790044106	
11	4	HEX BOLTS M24 x 115l	790047772	
12	4	HEX NUTS M24	790042691	
13	4	FLAT WASHER Ø24	790044482	

UNIGLIDE
WEG 4P 525V 50Hz
FENNER
CG
BP
7084Q

A

B

C

D

E

F



- DATA SHEET -

Customer: **VULCO PERU SA** Budgetary Proposal # **13FP12595** Revision: **2** Item # **2**

Output Power	700 HP	Type	K
Number of Poles	4	Mounting	Horizontal
Voltage	4000 V	Frame (estimated)	6811S
Frequency	60 Hz	Enclosure	TEFC
Number of Phases	3	Service Factor	1.15
Synchronous Speed	1800	Insulation Class	F
Rated Speed	1782	Altitude (m)	4100
Ambient Temperature (°C)	-18/40		
Method of Temperature Measurement	RTD	Efficiency (%) - Rated Load	94.7
Temperature Rise at S.F. 1.00 (°C)	90	Efficiency (%) - 3/4 Load	94.3
Average Sound Pressure Level (dBA)	85	Efficiency (%) - 1/2 Load	93.1
Starting Method	Across the line		
Minimum Starting Voltage (%V)	80	Power Factor (%) - Rated Load	88
Maximum Consecutive Starts (Cold/Hot)	2/1	Power Factor (%) - 3/4 Load	86
Rated Current (Amps)	90	Power Factor (%) - 1/2 Load	80
Locked Rotor Current (% Rated Current)	650		
Locked Rotor Torque (% Rated Torque)	60		
Breakdown Torque (% Rated Torque)	175		
Bearing Type	Antifriction	Rotation View from ODE	Unidirectional
Lubrication	Self-cooled grease lubricated	Maximum Load WK2 (lb-ft²)	2514
Rotor Bar Construction	Copper	Rated Torque (lb-ft)	2062

- ACCESSORIES AND SPECIAL FEATURES -

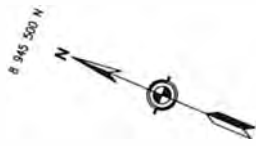
- Bearing Seals** - Labyrinth seals: Improseals or equivalent (IPW 56)
- Bearing Temperature Detector** - Single Element RTD (Pt-100 Ohms) - Qty: 1 per bearing
- Space Heater** - Standard temperature – rated for 240V/ operated at 120V
- Stator Temperature Detector** - Single Element RTD (Pt-100 Ohms); 2 per phase - Qty: 6
- Surge Capacitors**
- Lightning arresters**
- Vibration Sensing Equipment** - Seismic (Robert Shaw Model 366) - Qty: 1 per bearing
- Temperature transmitters** - output 4-20mA - Qty: 5 (3 for stator RTD's and 2 for bearing RTD's)
- Stainless steel breathers and drains**
- Stainless steel hardware**

- CERTIFICATIONS AND HAZARDOUS LOCATION -

Installation in NON-Hazardous location.

This document contains GE Confidential Information. The receipt of this proposal shall not share this document or its contents with any third party without GE's written consent.

Date: 06/05/2013 Revision: 2
Prepared by: Franco Pereira



278 000 E
8 9 000 N

8 944 500 N

D C

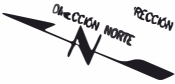
CCESO

↓ A CAMPAME

5 499

8 944 000 N

940



ACCESO



5100

9600

4100

4500

CERCO METÁLICO



9282

7600

1785

1785

1785

870

2875 (NOTA 2)

A

21

960

24

10



8

25

13



8

11



18

B

2185

1



2

23

12

20

18

16

17

8

2000

3950

3950

15

3950

1

2

3

4

RELAVES A PRESA
DE RELAVES
LADO NORTE EXISTENTE

CAJÓN COLECTOR
OVERFLOW ESPESADOR
(EXISTENTES) 340

RELAVES A PRESA
DE RELAVES
LADO SUR EXISTENTE



BARCAZA AGUA RECUPERADA
440-ZMZ-001

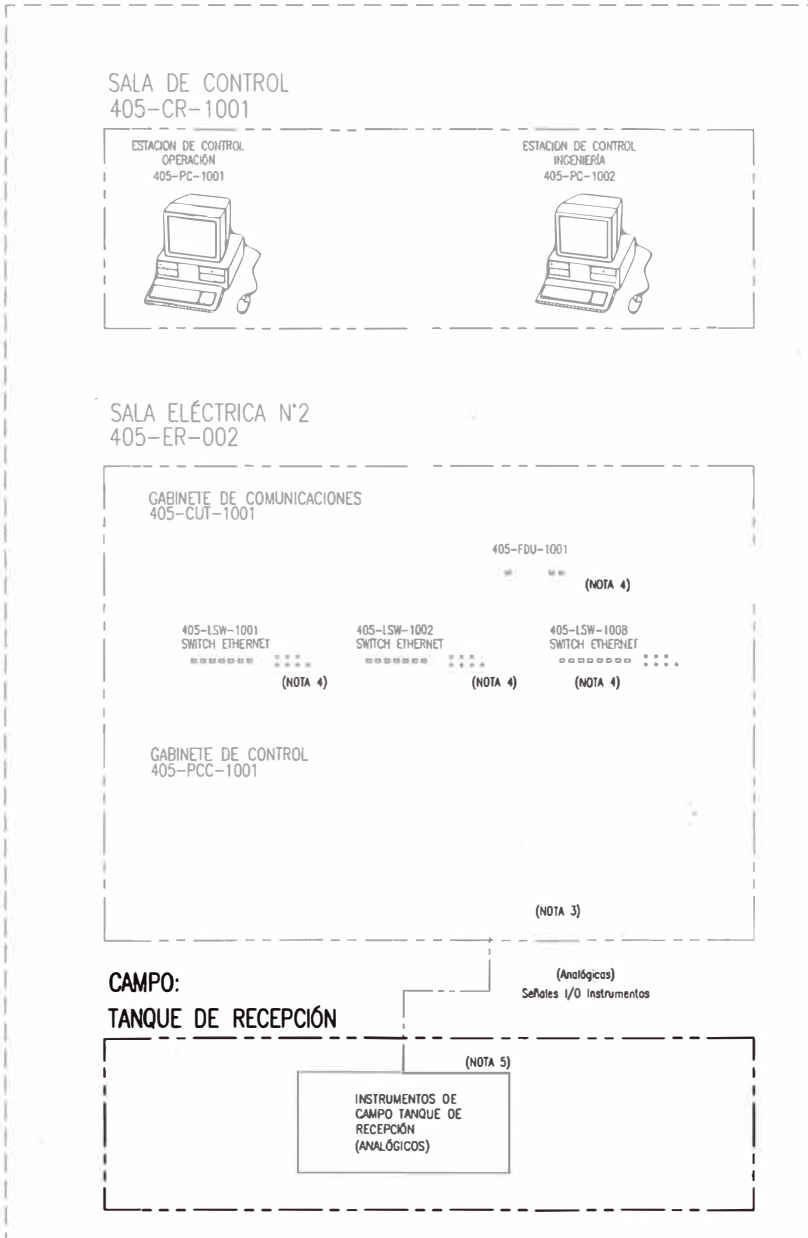
BOMBA AGUA
RECUPERADA
440-PPV-001/002
(NUEVO)
NOMINAL : (2+1)
DISEÑO : (2+1)

TANQU
AGUA DE

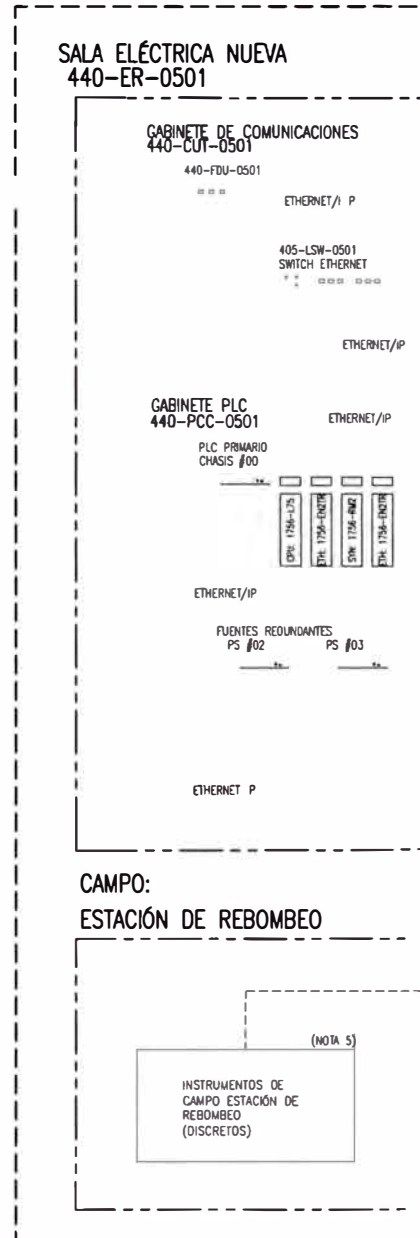
NÚMERO DE FLUJO

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DESCARGA AGUA RECUPERADA A TANQUE AGUA DE PASO
NOMINAL	AGUA	m ³ /h	1242
DISEÑO	AGUA	m ³ /h	1242
	PORCENTAJE DE SÓLIDO	%	-
	PULPA LÍQUIDO	√/m ³	1.00
	UTILIZACIÓN	%	-
	FACTOR DE DISEÑO	-	1.00

ÁREA:
NUEVA PLANTA DE TRATAMIENTO



ÁREA:
ESTACIÓN DE BOMBEO INTERMEDIA



E-275800

SALA ELECTRICA
440-ER-0501

0+850

TABLERO DE DISTRIBUCION
DE ENERGIA ELECTRICA
440-DPJ-0501

ACCESO

440-TKF-002

ESTACION DE BOMBAS
440-PPC-001
440-PPC-002
BASE PARA BOMBA FUTURA

GABINETE DE COMUNICACIONES
440-CUT-0501

GABINETE PLC
440-PCC-0501

ACION DE BOMBEO
INTERMEDIA
(PROYECTADO)

ACCESO EXISTENTE

LINEA DE TUBERIA (PROYECTADA)

0+90

0+100

0+150

LINEA ELECTRICA 23 KV (EXISTENTE)

E-275800

LINEA ELECTRICA 23 KV (EXISTENTE)

ACCESO

0+250

0+300

0+3

+400

LINEA DE FIBRA OPTICA (PROYECTADA)

440-TKF-001

0+400

JUNTION BOX
440-TBJ-0503

E-275400

TANQUES DE
MEZCLA DE ACEITE

TANQUE DE RECEPCIO
(PROYECTADO)

PROYECTADO

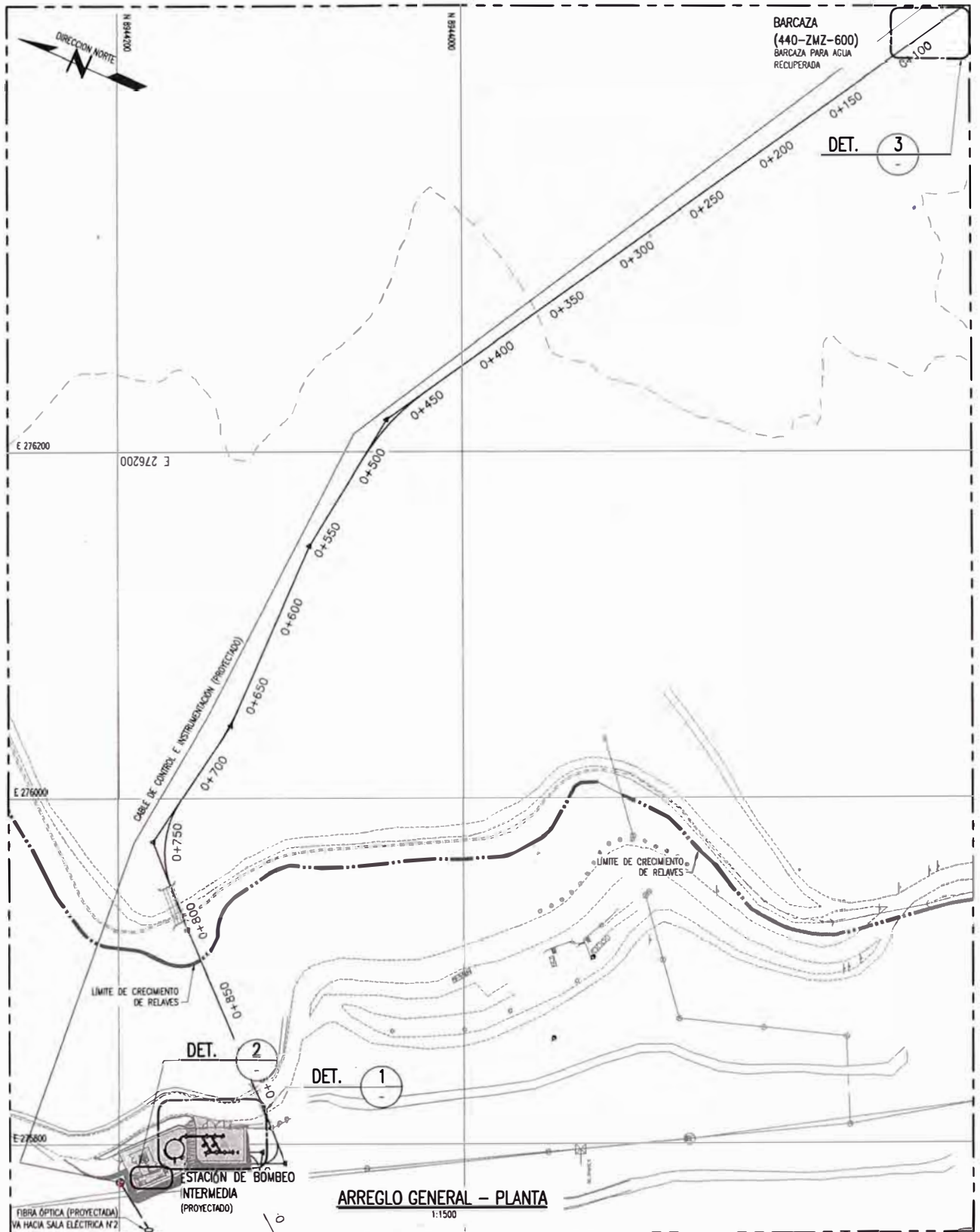
GABINETE DE COMUNICACIONES
405-CUT-1001

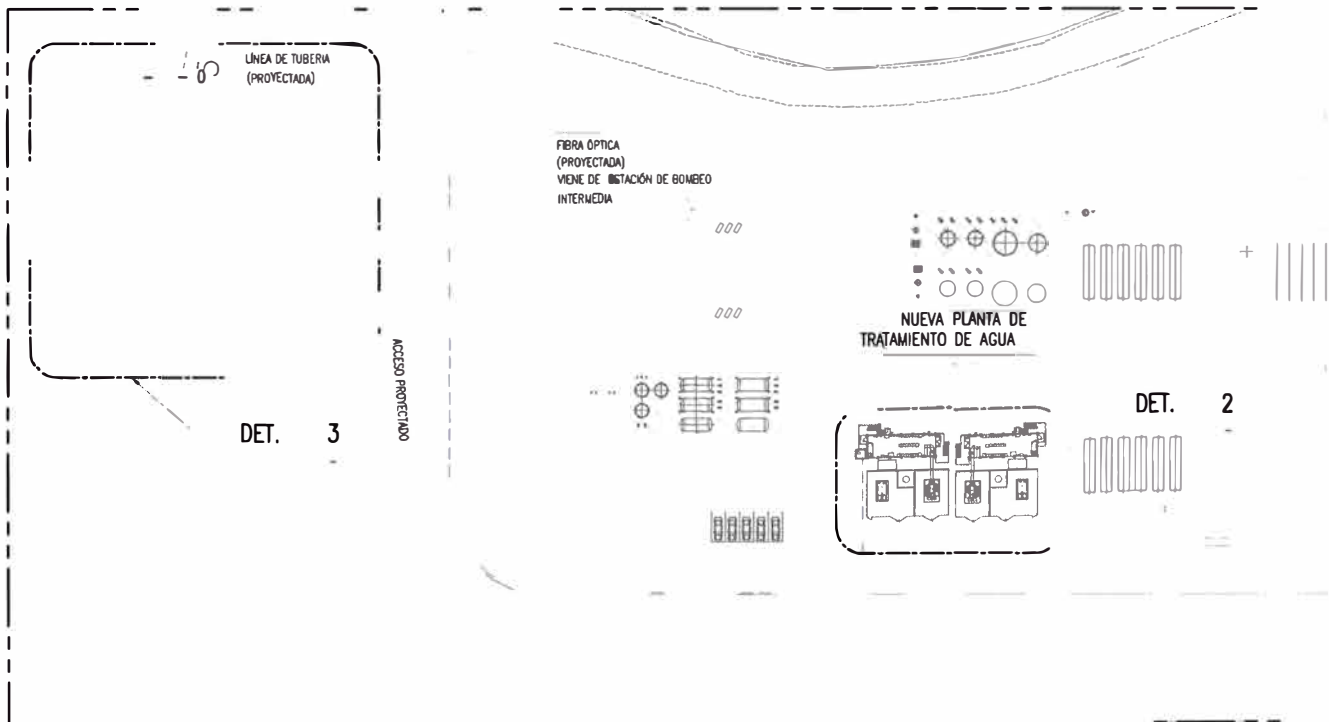
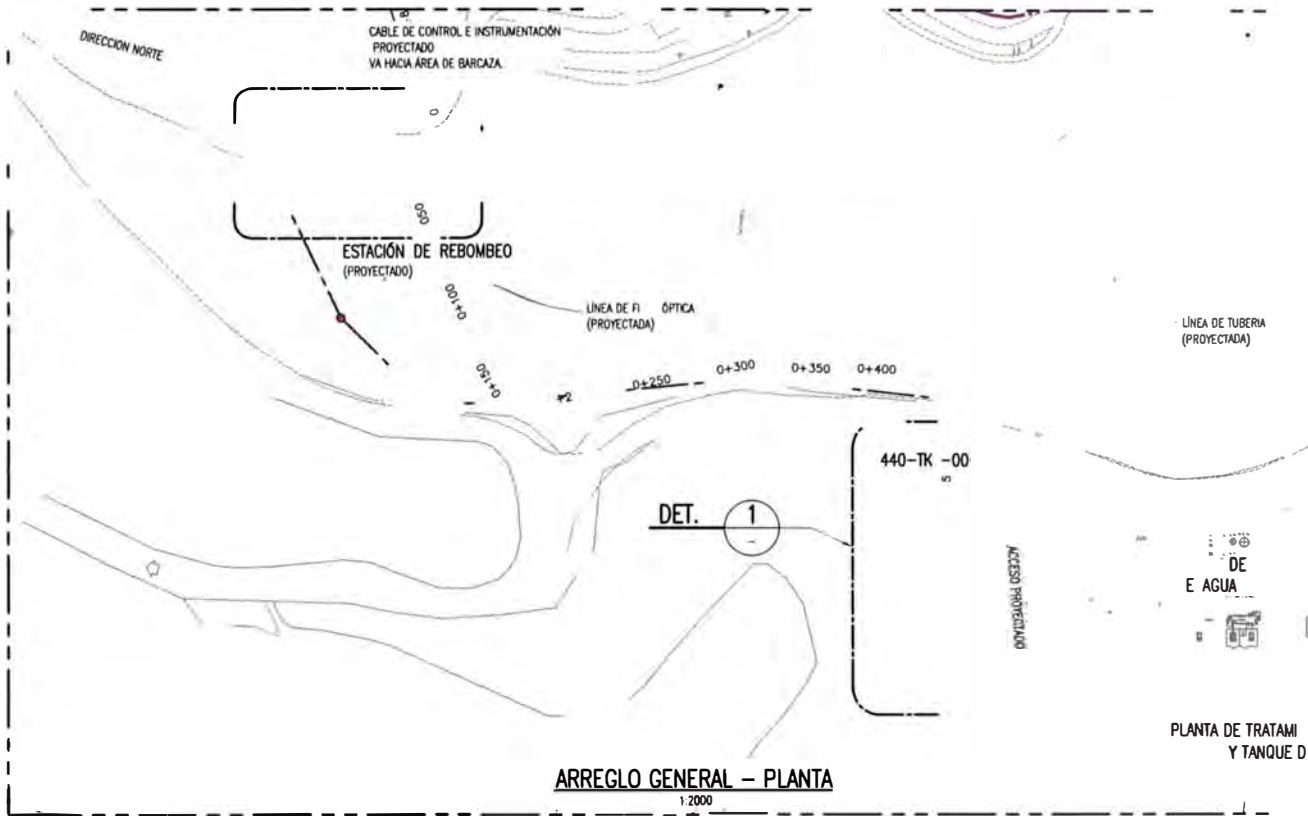
N-8544000

N-8544000

ARREGLO GENERAL - PLANTA

1:2000





DETALLE
ESCALA 1:750

1