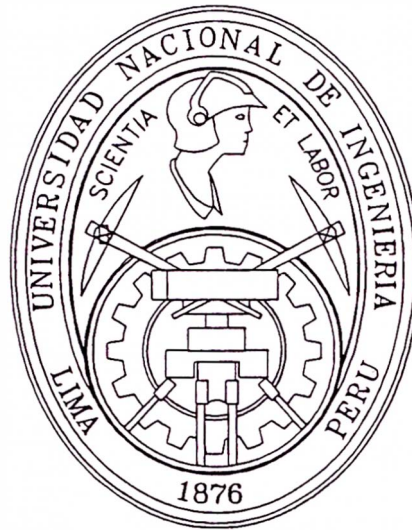


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“CÁLCULO, SELECCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE
UNA ESTACIÓN DE BOMBAS EN LA MINA AURÍFERA
SANTA ROSA “COMARSA””**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

RICARDO ELEUTERIO CANALES RIMACHI

PROMOCIÓN 1999 - II

LIMA – PERÚ

2 002

*A mis padres Rómulo e Isabel:
Por su admirable apoyo*

*A mi hermana Lida:
Por su colaboración*

INDICE

PROLOGO

CAPITULO I:	INTRODUCCIÓN	Pag.
1.1	Objetivo	3
1.2	La minería y el oro en el Perú 2001	3
1.2.1	El oro en el Perú	4
1.3	Ubicación geográfica	5
1.4	Descripción del proceso en la Mina COMARSA	7
1.4.1	Extracción del mineral	7
1.4.2	Preparación de las pilas de lixiviación	8
1.4.3	Lixiviación	9
1.4.4	Planta de procesos (ADR)	10
1.4.5	Reactivación del carbón activado	11
1.5	Alcances y limitaciones	12
CAPITULO II	DESCRIPCIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS	
2.1	Definiciones y términos comúnmente usados	13

2.2	NPSH y Cavitación en bombas centrífugas	27
2.2.1	Cabeza neta de succión positiva requerida (NPSHr)	28
2.2.2	Cabeza neta de succión positiva Disponible(NPSHa)	29
2.2.3	Cavitación en bombas centrífugas	31
2.3	Clasificación de bombas centrífugas según su aplicación	32
2.3.1	Procesos químicos	32
2.3.2	Procesos de pulpas e industrias papeleras	32
2.3.3	Procesos API	34
2.3.4	Doble succión y multietapas	34
2.3.5	Lodos abrasivos y manipulación de sólidos	36
2.3.6	Turbinas verticales	38
2.4	Consideraciones de diseño en la succión y descarga de la bomba	38
2.4.1	Características generales de la tubería	39
2.4.2	Tubería de succión	40
2.4.3	Tubería de descarga	40

CAPITULO III DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL

3.1	Sistema de bombeo actual	44
3.2	Problemática del sistema bombeo actual	45
3.2.1	Incremento de los patios de lixiviación	45
3.2.2	Tendencia negativa de la Ley	45
3.2.3	Requerimiento de Caudal y altura	45
3.2.4	Costos de mantenimiento	46

VI

3.2.5	Disminución en la producción por paradas intempestivas	46
3.3	Alternativas de solución planteadas	47
3.3.1	Evaluación técnica	47
3.3.2	Evaluación económica	49

CAPITULO IV CALCULO, SELECCIÓN Y ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO PROPUESTO

4.1	Datos requeridos para la selección de la bomba	50
4.1.1	Características del fluido a transportar	50
4.1.2	Condiciones generales del sitio	51
4.1.3	Condiciones de operación	51
4.1.4	Accionamiento	52
4.1.5	Materiales	52
4.1.6	Requerimientos especiales	52
4.2	Evaluación de la altura dinámica y perdidas	52
4.2.1	Cálculo de altura estática	53
4.2.2	Presión de descarga necesaria en los aspersores	53
4.2.3	Cálculo de perdidas	53
4.3	Evaluación del NPSH	56
4.4	Selección de la bomba	57
4.4.1	Selección previa	57
4.4.2	Características generales de la bomba	59
4.4.3	Selección de la bomba mas optima	63
4.4.4	Selección de los materiales de la bomba	66

VII

4.4.5	Selección del motor eléctrico	68
4.4.6	Selección del acople	69
4.4.7	Selección de la base para el conjunto motor bomba	70
4.4.8	Aplicación del software Winprism en la selección y la valorización del equipo	72
4.5	Válvulas y accesorios requeridos para el sistema de bombeo	72
4.5.1	Árbol de succión	72
4.5.2	Árbol de descarga	72
4.5.3	Accesorios en la línea de succión y descarga	75
4.6	Puesta en marcha la bomba	76
4.6.1	Preparación para el arranque	76
4.6.2	Arranque de la bomba	79
4.6.3	Operación	83
4.6.4	Repuestos Recomendados	85

CAPITULO V COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO PROPUESTO

5.1	Costo total de la inversión del sistema de bombeo propuesto	90
5.1.1	Costos de bombas y equipos	90
5.1.2	Costos de obras civiles	91
5.1.3	Costos de mano de obra	91
5.1.4	Costo total	92
5.2	Costo de mantenimiento del sistema de bombeo propuesto	92
5.2.1	Costo de mano de obra	92
5.2.2	Costo de repuestos para un año de operación	92

VIII

5.3	Costo de mantenimiento del sistema de bombeo actual	93
5.3.1	Costo de mano de obra	93
5.3.2	Costo de repuestos para un año de operación	94

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PROLOGO

El presente informe de suficiencia esta basado en el estudio y la ejecución del cambio de bombas en la estación principal de bombeo de la poza de solución de cianuro en la Cia. Minera Aurífera Santa Rosa "COMARSA".

Las bombas centrífugas se utilizan extensamente en la industria en general y en particular en la minería para el transporte de diversos tipos de fluidos, y es de vital importancia realizar una adecuada y óptima selección de los sistemas de bombeo ; con una inadecuada selección por mas excelente que sea el mantenimiento y la operación, la vida útil de los componentes del equipo se verán afectadas debido a diversos factores que detallaremos a lo largo del presente informe e incluso puede no dar el flujo esperado .

El trabajo presenta un procedimiento para una óptima selección del sistema de bombeo y una correcta operación de las mismas y consta de cinco capítulos:

En el capítulo I veremos los objetivos , alcances y limitaciones del presente informe, describiremos en forma breve la minería y el oro en el Perú, y el desarrollo de las actividades principales en la Mina COMARSA.

En el capítulo II veremos algunas definiciones y términos comúnmente usados en sistemas de bombeo, la cavitación en bombas centrífugas, la clasificación de bombas centrífugas según el tipo de aplicación y las recomendaciones para el diseño de la succión y descarga de la bomba

En el capítulo III realizaremos el diagnóstico del sistema de bombeo actual, describiremos el sistema de bombeo actual, su problemática y las posibles alternativas de solución

En el capítulo IV se realiza el cálculo y la selección del sistema de bombeo propuesto , selección que involucra al conjunto motor - bomba y las válvulas requeridas para la succión y descarga , describiremos las características de la bomba que será instalada en la mina y finalmente la puesta en marcha del equipo seleccionado.

En el Capítulo V se hace una evaluación de costos en el sistema de bombeo propuesto.

Finalmente veremos las conclusiones sobre el trabajo realizado

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Objetivo

El objetivo del presente informe, es lograr resultados óptimos en el sistema de bombeo mediante la sustitución de bombas con criterio técnico-económico, realizando una adecuada y óptima selección, con la finalidad de obtener un mejor costo-beneficio de operación y mantenimiento en la Cía. Minera Aurífera Santa Rosa "COMARSA".

1.2 La minería y el oro en el Perú 2001

Durante el desarrollo del ejercicio 2001 el sector minero, ha continuado como uno de los sectores más dinámicos de la economía, pese a los efectos del desarrollo cíclico generalizado en las cotizaciones de los metales, los inversionistas extranjeros mantuvieron su interés en explorar y ampliar el desarrollo de sus propiedades mineras, no obstante los diversos factores socio-político-financieros que se han desarrollado en el País.

La evolución del desarrollo del sub - sector minero es sustentada por el inicio de las operaciones del megaproyecto Antamina cuyo efecto ha causado un impacto positivo en la producción principalmente de cobre y zinc consolidándola, también se ha visto robustecida por los planes de expansión y modernización realizados en la gran minería; Mra. Barrick Miquichilca (pierina), BHP Billiton Tintaya S.A. en Quajone por Southern Perú Koper Corporación Sucursal del Perú, en Mra. Yanacocha S.A. (MYSA), y Minsur S.A. (San Rafael) ,**Cia. Minera Santa Rosa S.A.** , Mra. Iscaycruz S.A. entre otras empresas productoras de la mediana minería.

1.2.1 El Oro en el Perú

Durante el periodo 2001 la actividad aurífera mantuvo su tendencia creciente en sus volúmenes de producción alcanzando los 138 022 kgs. Que representa un aumento en 1,13% respecto al año 2000 que fue de 132 585 Kgs. Este crecimiento se explica por la mayor producción de Mra. Barrick consolidándose como segundo productor de oro y liderando la producción Mra. Yanacocha S.A. Así mismo contribuyen a este aumento la Unidad de Orcopampa perteneciente a la Cia. De Minas Buenaventura S.A. , Consorcio Mro. Horizonte S.A., **Aurífera Santa Rosa S.A.**, Aurífera Retamas S.A., Cía Mra Ares S.A.C.

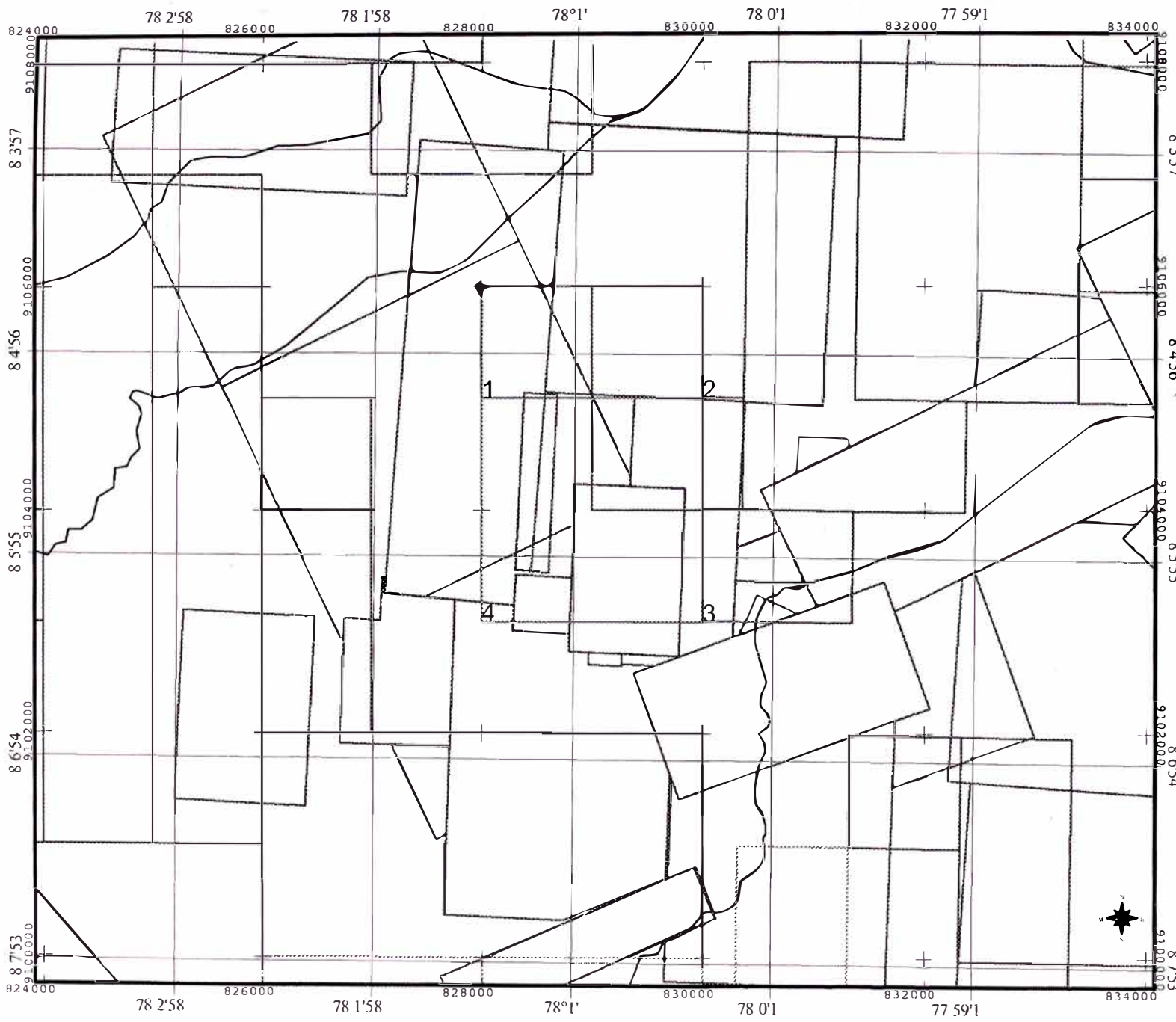
El Perú a nivel mundial se encuentra dentro de los siete primeros productores mundiales, manteniéndose en un lugar expectante, mientras que a nivel latinoamericano ocupa el primer lugar como primer productor aurífero.

1.3 Ubicación geográfica

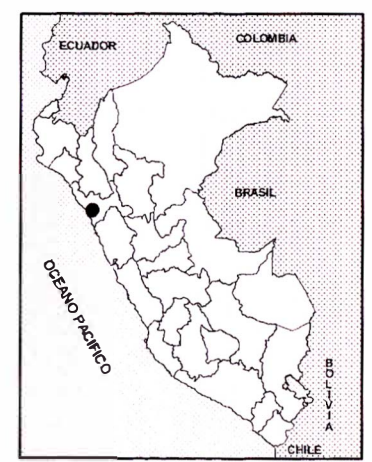
La Cía. Minera Aurífera Santa Rosa esta localizada en la cordillera occidental, en el norte del Perú ubicada en el distrito de Angasmarca, provincia de Santiago de Chuco del departamento de La Libertad a una altitud de 3 800 m.s.n.m. La posición geográfica de la concesión de beneficio cubre 400 Hectáreas y está determinada por las siguientes coordenadas UTM mostradas en la figura 1.1

Punto	Este	Oeste
NE (Punto 1)	828000.0000	9105000.0000
SE(punto 2)	830000.0000	9105000.0000
SW(Punto 3)	830000.0000	9103000.0000
NW(Punto 4)	828000.0000	9103000.0000

La vía principal de acceso es la carretera que une a las provincias de Trujillo y Santiago de Chuco, pasando por Shorey, Cachicadan hasta llegar a Angasmarca. Desde aquí existe una carretera propiedad de Comarsa que conduce hasta la mina ubicada en Pampa Larco.



- CATASTRO MINERO**
-  **VIGENTE**
 -  **TRAMITE**
 -  **EXTINGUIDO**
 -  **OTROS**
 -  **DEPARTAMENTO**
 -  **PROVINCIA**
 -  **DISTRITO**



1.4 Descripción del proceso en la Mina COMARSA

El proceso en la Mina consta de las siguientes etapas: Extracción del mineral, preparación de pilas de lixiviación, Lixiviación, Planta de procesos ADR y reactivación del carbón activado.

1.4.1 Extracción del mineral

COMARSA tiene un movimiento diario de mineral de 28 000TM con un ratio de minado de 1.26 lo que hace un movimiento de 35 000 TM de desmonte por día en las llamadas minas Tentadora, Sacalla y seductora con operaciones a cielo abierto.

1.4.1.1 Perforación y voladura:

La primera operación es la perforación de los bancos previamente preparados para el cual se cuenta con equipos de perforación los cuales se ubican en los tres tajos, estos equipos perforan hasta 10 m. Luego se cargan con explosivos "Heavy Anfo" en sus diversas mezclas y se procede a una voladura secuencial para lograr mayor eficiencia.

1.4.1.2 Cargado de mineral y/o desmonte y transporte:

Se utilizan cargadores frontales con capacidades de cuchara de 3 y 3.5m³, para el transporte se tiene una flota de camiones de volteo posterior de 15m³ de capacidad; el mineral es enviado directamente a las

pilas de lixiviación(PAD); no se tiene chancadora por lo que en el proceso de voladura se obtiene el tamaño de un rango de 2 a 5" que es el requerido para el proceso de lixiviación.

1.4.2 Preparación de las pilas de lixiviación

La preparación de pilas de lixiviación está a cargo de un Ingeniero Civil y del personal de la planta. Utilizando tractores y cargador frontal, se mueve la capa orgánica del área designada para la base, hasta lograr una pendiente entre 2 y 7% en las parte planas, y hasta 20% en los taludes. Se efectúa un refinamiento de la plataforma, eliminando pequeñas partículas de piedra para luego pasar una compactadora con un rodillo de 10TM. Concluida la preparación de la plataforma se procede a tender una geomembrana en tramos de 20m x 70m, luego son vulcanizadas con una máquina de termofusión. Sobre la geomembrana se coloca el geotextil y sobre el geotextil se deposita una cama de mineral con granulometría de 100% menos 2" con una altura de 70cm (cama de la pila de lixiviación) Sobre la cama se prepara zanjas de 40 x 100cm para la matriz principal, y zanjas de 40 x40 cm cada 6m para las submatrices. En ellas se instalan las tuberías corrugadas de 6" de diámetro (matriz principal), las cuales son conectadas a las tuberías corrugadas (perforadas) de diámetro 3" para

colectar soluciones. Luego las tuberías dentro de la zanja es rellena con mineral entre 3" y 4".

Terminada la instalación de los drenajes, se inicia el apilamiento del mineral hasta una altura de 8 m. Una vez almacenado en mineral, se nivela la superficie y se remueve con un tractor de orugas formando canaletas que ayuden a la precolación, luego se efectúa la instalación de la tubería de riego.

Las pilas e lixiviación son permanentes, una vez completado el periodo de riego, 60-90 días de lixiviación, se retira la red de tuberías de riego y se remueve la capa superficial de la pila para volver a cargar otro nivel de 8m de mineral , normalmente se realizan hasta 4 pilas de mineral.

1.4.3 Lixiviación

El "heap leaching" se realiza con el mineral tal como viene de la mina. En lo posible debe tener un tamaño máximo de 6 pulgadas. Se va depositando paulatinamente en un modulo del PAD previamente preparado, y cada vez que es descargado de los camiones un grupo de trabajadores se encarga de agregarle cal viva con cerca del 83% de cal útil, el consumo promedio de cal es de 700g/T de mineral.

Cuando se ha terminado de cargar el modulo, se colocan las tuberías de riego y los aspersores. Una línea esta separada de otra en 6m, y cada aspersor en 6m.

La solución de cianuro es preparada con barren. La concentración usual es de 150ppm a un PH de 10-11 la cual es bombeada a los PAD.

La solución cianurada de oro se colecta en los canales dispuestos en la base de los PAD, la cual por medio de tuberías es almacenada en la Poza de solución rica (Poza 9), de donde es enviada hacia la columna de adsorción.

1.4.4 Planta de procesos (ADR)

De la lixiviación en pilas se obtiene la solución de oro (pregnant), mediante riego por aspersión con soluciones de NaCN, la cual es bombeada a la planta ADR que tiene 4 etapas : Adsorción con carbón activado, Desorción (elusión) y electrodeposición, ataque ácido y fundición de oro, y finalmente Reactivación químico térmica del carbón.

En la etapa de Adsorción la solución rica pasa por unas columnas de carbón activado y dejan el oro adsorbido, cada columna tiene válvulas especiales para permitir la extracción de carbón cargado sin detener la operación de las otras columnas. La solución desgastada(sin oro) va a las pozas barren para ser recicladas, ser tratadas y ser devueltas hacia

las pilas de lixiviación por medio de bombas. Cuando el carbón ya está cargado de oro, se le extrae de las columnas de adsorción y cargándolas previamente en las columnas de elusión, se le trata con una solución de alcohol etílico y otros componentes a 80°C obteniéndose una solución concentrada en oro. Durante el circuito continuo entre las columnas de elusión y la celda electrolítica, se deposita el oro, la plata y otros metales en los cátodos de la lana de acero. Cuando se ha acumulado cierta cantidad de barro metálico, este es retirado de la celda, posteriormente se ataca químicamente con ácido sulfúrico con la finalidad de eliminar el fierro antes de la fundición y finalmente se le funde. De esta última operación se obtiene el oro bullon con cerca del 70% de oro y 30% de plata.

1.4.4.1 Reactivación del carbón activado

En el proceso de adsorción el carbón activado va perdiendo eficiencia ; en cada uso de carbón hay una disminución de su capacidad adsorbente. Para recuperar su capacidad de adsorción el carbón es reactivado química y térmicamente. Químicamente se realiza en el mismo circuito de desorción haciendo circular una solución de ácido clorhídrico diluido al 3%. Térmicamente el proceso consiste en pasar el carbón a través del horno a 375 voltios y 55 amperios, a medida que el carbón va saliendo del horno, va cayendo en la tolva de

descarga, y luego se enfría por inmersión en agua. El proceso demora 24 horas y se obtiene 1 000Kg de carbón activado térmicamente.

1.5 Alcances y limitaciones

El presente informe realiza un análisis para una correcta y optima selección de la estación principal de bombas para la Mina COMARSA. Partiendo del diagnóstico del sistema de bombeo actual en donde se plantean alternativas de solución, definimos todas las condiciones del sistema para realizar un cálculo de ingeniería y como resultado de ello determinamos el punto de operación del sistema de bombeo , luego realizamos una selección completa del sistema de bombeo con criterio técnico - económico, para este efecto aplicamos el software WINPRISM como herramienta de trabajo; realizamos la puesta en marcha del equipo tomando todas las consideraciones del caso. El presente informe no considera el diseño ni el montaje de la barcaza donde se instalará la bomba debido a que la realizo otra compañía.

Finalmente realizamos una evaluación económica del sistema de bombeo propuesto que comprende los costos de inversión y mantenimiento

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

2.1 Definiciones y términos comúnmente usados.

a) Altura:

La presión en cualquier punto del líquido se puede pensar que es causado por una columna vertical del líquido, que debido a su peso, ejerce una presión equivalente en el punto en cuestión. La altura de esta columna se llama altura estática y es expresado en metros de líquido.

La altura estática correspondiente a una presión específica es dependiente del peso del líquido de acuerdo a la siguiente formula:

$$Altura(pies) = \frac{presión(psi) * 2.31}{gravedad\ específica}$$

$$Altura(metros) = \frac{presion(kPa)}{gravedad\ específica * 9.78}$$

Una bomba centrífuga imparte velocidad al líquido. Esta energía de velocidad es transformada en gran parte en energía de presión mientras que el líquido sale de la bomba. Por lo tanto la altura desarrollada es aproximadamente igual a la energía de velocidad en la periferia del impulsor esta relación es expresada por la siguiente fórmula

$$H = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

H: altura total en pies

V: velocidad de la periferia del impulsor en pies/s.

g: 32.2 pies / s²

También:

H: altura total en metros

V: velocidad de la periferia del impulsor en m/s.

g: 9.81 m / s²

Nosotros podemos predecir aproximadamente la altura de cualquier bomba centrífuga calculando la velocidad periférica del impulsor y sustituyendo en la formula arriba mencionada, una fórmula práctica para la velocidad periférica es:

$$V = \frac{RPM * D}{229}$$

D: diámetro del impulsor en pulgadas

V: velocidad en pies/s

$$V = \frac{RPM * D}{19078.45}$$

D: diámetro en milímetros

V: velocidad en m/s

Lo antedicho demuestra porque debemos pensar siempre en términos de metros de líquido en lugar de presión cuando trabajamos con bombas centrífugas. Una bomba con un diámetro de impulsor y una velocidad dada levantará un líquido a una cierta altura sin tener en cuenta el peso del líquido, según lo demostrado en la figura 2.1

Todas las formas de energía que involucran un sistema de flujo líquido puede expresarse en términos de metros de líquido. El total de estas diferentes alturas determina la altura total del sistema o el trabajo que la bomba va ha realizar en el sistema a continuación definiremos los distintos tipos de altura:

- b) Succión negativa:** Cuando la superficie de la fuente de abastecimiento está debajo del centro de la línea de la bomba.

Así **la altura estática de succión negativa** es la distancia vertical de la línea central de la bomba al nivel libre del líquido a bombear tal como se muestra en la figura 2.2

- c) **Succión positiva:** Cuando superficie de la fuente de abastecimiento esta sobre la línea central de la bomba. Así **la altura estática de succión positiva** es la distancia vertical de la línea central de la bomba al nivel libre del líquido a bombear tal como se muestra en la figura 2.3

- d) **Altura estática de descarga:** Es la distancia vertical de la línea de la bomba y el punto libre se descarga libre o de la superficie del líquido en el tanque de descarga.

- e) **Altura estática Total:** Es la distancia vertical entre el nivel libre de la superficie de abastecimiento y el punto de descarga libre o la superficie del líquido en el tanque de descarga tal como se muestra en la figura 2.2 y 2.3.

- f) **Altura de fricción:** Es la altura requerida para vencer la resistencia del flujo en la tubería y accesorios. Esto depende del tamaño ,la condición, el tipo de tubería, la cantidad y tipos de accesorios, el caudal y la naturaleza del liquido. Las tablas de fricción se muestran en el anexo C.

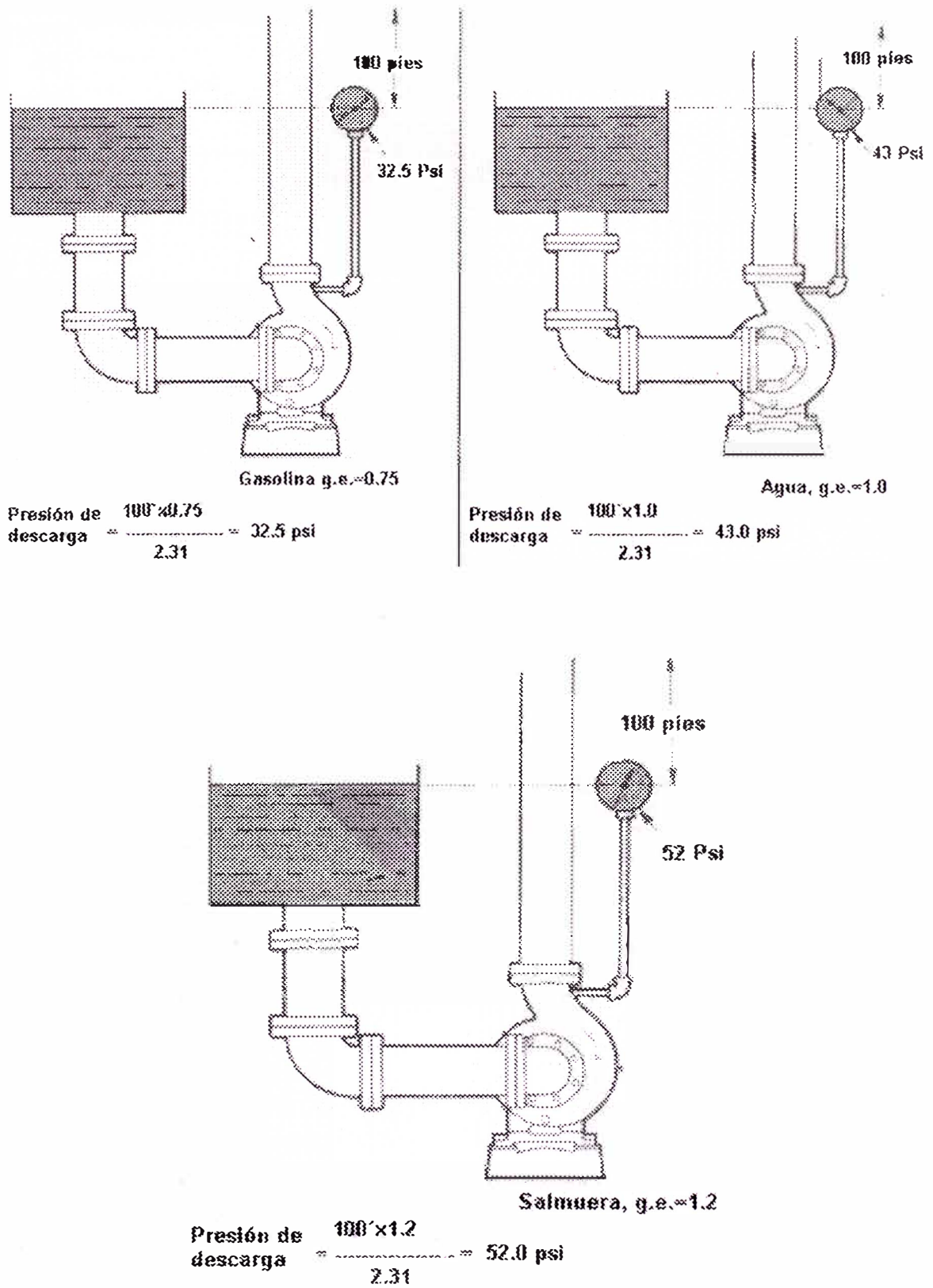


Figura 2.1: Bombas idénticas que manejan líquidos a diferentes gravedades específicas.

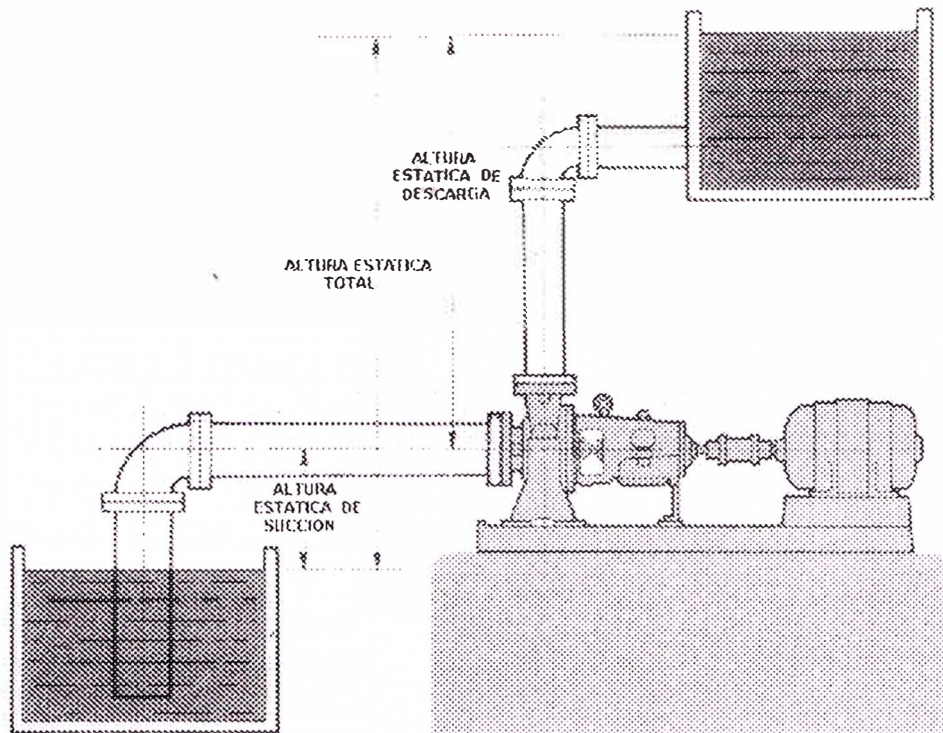


Figura 2.2: Succión negativa

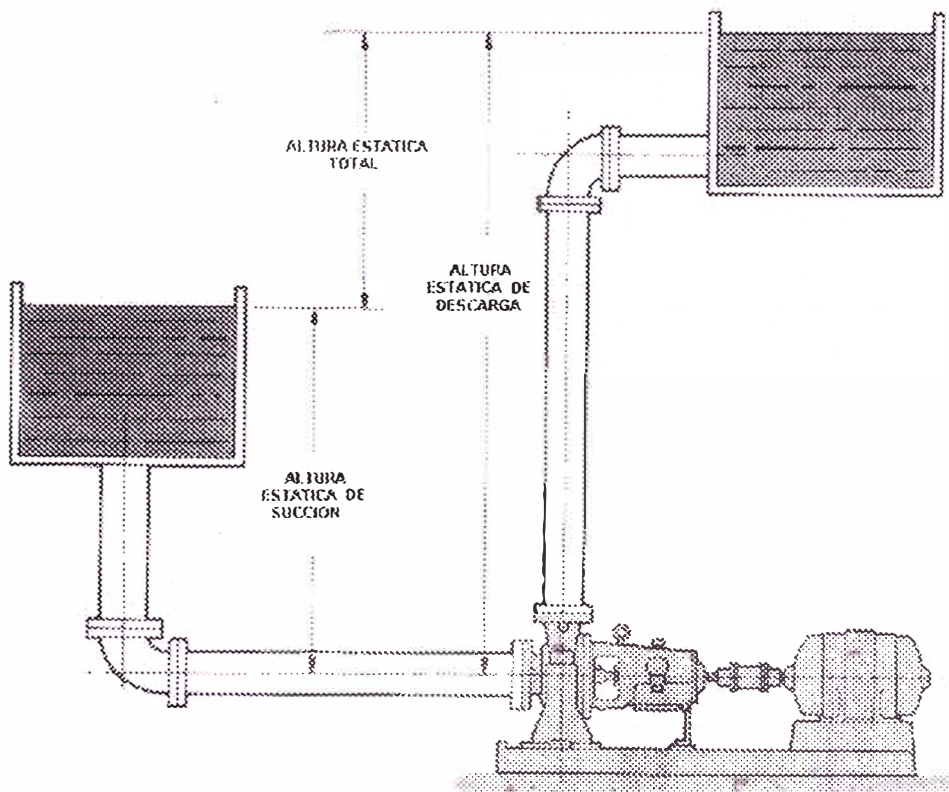


Figura 2.3: Succión positiva.

- g) Altura de velocidad:** Es la energía del líquido como resultado del movimiento a una cierta velocidad V , es la altura necesaria para acelerar el agua y puede ser calculada mediante la siguiente relación:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

g : aceleración de la gravedad = 9.81 m/s^2

V : Velocidad del líquido en m/s

La altura de velocidad es generalmente insignificante y puede ser ignorada en la mayoría de sistemas sin embargo puede ser un factor grande y debe ser considerado en sistemas de baja altura.

- h) Altura de presión:** Debe ser considerado cuando el sistema de bombeo comienza o termina en un tanque el cual esta a una presión diferente de la atmósfera. La presión en el tanque primero debe ser convertida en metros de líquido . Un vacío en el tanque de succión o una presión positiva en el tanque de descarga debe agregar a la cabeza del sistema, mientras que una presión positiva en tanque de la succión o vacío en el tanque de descarga debe ser restado.

los términos de altura arriba mencionados tales como estática, fricción, velocidad y presión, se combinan para constituir la altura total del sistema para un flujo en particular. Las siguientes son definiciones de estas combinaciones o llamadas también alturas dinámicas, términos que se aplican en bombas

- i) **Altura dinámica de succión negativa:** Es la altura estática de succión negativa menos la altura de velocidad en la brida de succión de la bomba más la altura total de fricción en la línea de succión.
- j) **Altura dinámica de succión positiva:** Es la altura estática de succión positiva más la altura de velocidad en la brida de succión menos la altura total de la fricción en la línea de succión.
- k) **Altura dinámica en la descarga:** Es la altura estática de descarga más la altura de velocidad en la brida de descarga mas la altura total de fricción en la línea de descarga.
- l) **Altura Dinámica total:** Es la Altura dinámica en la descarga menos la altura dinámica de succión positiva o más la altura dinámica en succión negativa:

Queda determinado por la siguiente relación:

$$\text{TDH} = h_{dd} + h_{ds} \text{ (con succión negativa)}$$

$$\text{TDH} = h_{dd} - h_{ds} \text{ (con succión positiva)}$$

- m) Capacidad:** Normalmente expresada galones por minuto (GPM) puesto que los líquidos son considerados esencialmente incompresibles, Hay una relación directa entre la capacidad de la tubería y la velocidad de flujo; esta relación es como sigue:

$$Q = 449 * A * V$$

Donde:

A: Area de la tubería en pies²

V: Velocidad de flujo en pies/s

Q: Capacidad en GPM

$$Q = 3600 * A * V$$

Donde:

A: Area de la tubería en m²

V: Velocidad de flujo en m/s

Q: Capacidad en m³/h

- n) Potencia y eficiencia:** El trabajo realizado por una bomba es una función de la cabeza total y del peso del líquido bombeado en un período dado. La capacidad de la bomba en GPM y la

gravidad específica del líquido se utiliza normalmente en los fórmulas en lugar del peso real del líquido bombeado.

En la entrada del bomba la potencia al freno (bhp) es la potencia real entregada al eje de la bomba. En la salida de la bomba la potencia hidráulica (whp) es la potencia entregado por la bomba al líquido . Estos dos términos son definidos por los fórmulas siguientes.

$$whp = \frac{Q * TDH * g.e.}{3960}$$

$$bhp = \frac{Q * TDH * g.e.}{3960 * \eta}$$

donde:

Q: Caudal en GPM

TDH: Altura total en pies

η : Eficiencia de la bomba

La potencia al freno en la entrada de la bomba es mayor que la potencia hidráulica en la salida de la bomba debido a las pérdidas mecánicas e hidráulicas incurridas en la bomba. Por lo tanto la eficiencia de la bomba es el cociente de estos dos valores.

$$\eta = \frac{whp}{bhp} = \frac{Q * TDH * g.e.}{3960 * bhp}$$

- o) Velocidad específica y tipo de bomba:** La velocidad específica (N_s) es un índice no dimensional de diseño usado para clasificar los impulsores de las bombas en cuanto a su tipo y dimensiones. La siguiente fórmula es usada para determinar la velocidad específica

$$N_s = \frac{N \sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

donde:

N = velocidad de la bomba en RPM

Q = capacidad en GPM en el punto de mejor eficiencia

H = Cabeza total en pies por etapa en el punto de mejor eficiencia

La velocidad específica determina la forma y clase del impulsor, según lo descrito en la figura 2.4 con el incremento de la velocidad específica el cociente de los diámetros D_2/D_1 decrece hasta llegar a 1 para impulsores de flujo axial.

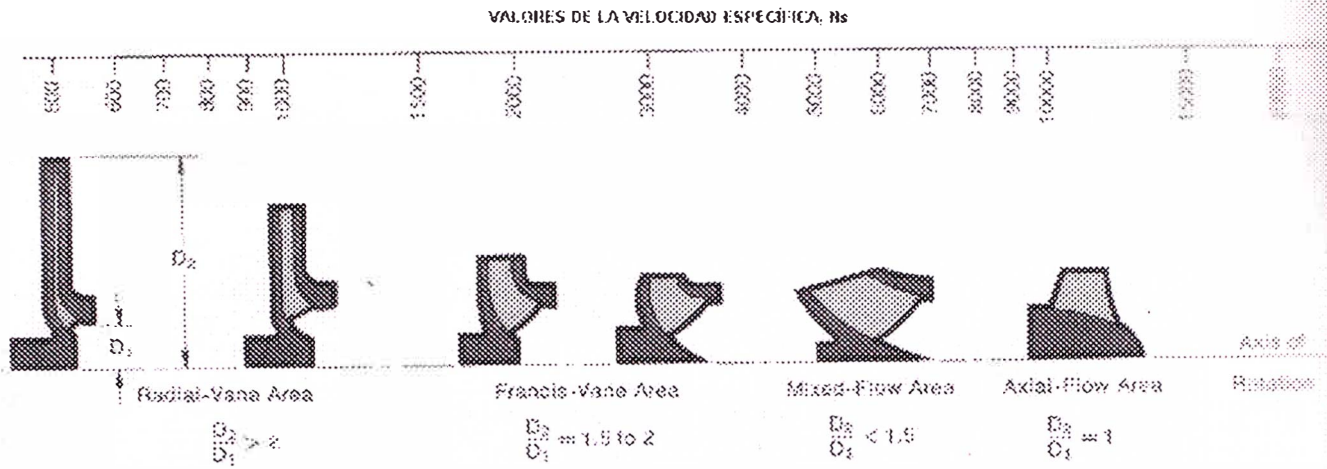


Figura 2.4: Valores de la velocidad específica.

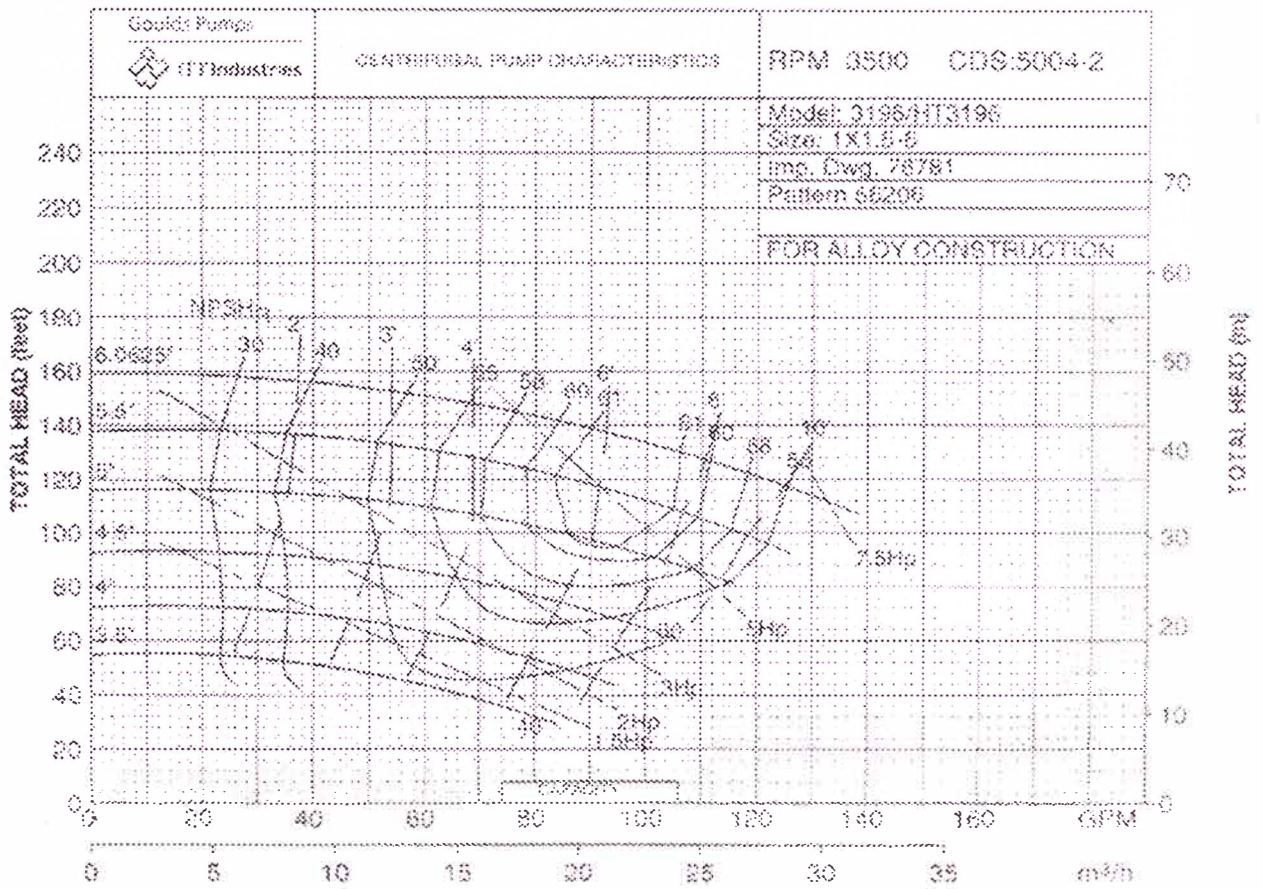


Figura 2.5: Curvas características de una bomba centrífuga.

p) Curvas características: La performance de una bomba centrífuga se puede mostrar en una gráfica denominada curva característica. La cual muestra la altura de elevación dinámica, el caudal, la potencia al freno, la eficiencia, el NPSHr y el diámetro del impulsor. Una típica curva característica dada por el fabricante para distintos tamaños de impulsor se muestra en la figura 2.5

q) Curvas de sistema: Un "sistema" es el conjunto de tuberías y accesorios tales como codos, válvulas, uniones, etc. Que forman parte de la instalación de una bomba o conjunto de bombas centrífugas.

Cuando se analiza un sistema en particular, con el propósito de seleccionar una bomba o grupo de bombas, se debe calcular con precisión la resistencia al flujo de líquido que presenta el sistema completo a través de todos sus componentes (tuberías y accesorios).

La curva de sistema es una representación gráfica de la resistencia total del sistema, que son la suma de cargas fijas y variables y tiene mucho uso en la selección de bombas.

- r) **Ley de afinidad:** Las leyes de afinidad expresan la relación matemática entre las variables que implican el funcionamiento de la bomba. Se aplican a todos los tipos de bombas de flujo centrífugo y axial y son las siguientes:

Manteniendo constante el diámetro de impulsor:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$
$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2$$
$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^3$$

Manteniendo constante la velocidad:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^3$$
$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2$$
$$\frac{BHP_1}{BHP_2} = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^5$$

donde:

Q: capacidad

H: Altura total

BHP: potencia al freno

N: velocidad de la bomba

Cuando el funcionamiento (Q_1, H_1, BHP_1) es conocido a una velocidad particular (N_1) o diámetro (D_1) , las fórmulas se pueden utilizar para estimar el funcionamiento (Q_2, H_2, BHP_2) a una cierta velocidad N_2 o diámetro D_2 . La eficiencia es casi constante para los cambios de velocidad y para los cambios pequeños de diámetro del impulsor.

2.2 NPSH y Cavitación en bombas centrífugas

Se define el NPSH (Cabeza neta de succión positiva) como la cabeza de succión total en metros absoluto, determinada en la boquilla de succión y corregida a referencia, menos la presión de vapor del líquido en metros absolutos.

Enunciado simplemente, es un análisis de las condiciones de energía en el lado de succión de una bomba para determinar si el líquido se vaporizará en el punto más bajo de la presión en la bomba.

Es obvio que si nosotros vamos a bombear un fluido en forma efectiva, debemos mantenerlo en forma líquida. Durante la operación de la bomba centrífuga, no debe permitirse que la presión en cualquier punto dentro de la bomba caiga por debajo de la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo. Debe haber siempre suficiente energía disponible en la succión de la

bomba para conseguir que el fluido ingrese al impulsor venciendo las pérdidas entre la brida de succión y la entrada al impulsor.

Deberemos diferenciar los dos valores de NPSH que se consideran en el campo de las bombas centrífugas NPSH disponible y NPSH requerido.

2.2.1 Cabeza neta de succión positiva requerida (NPSHr)

Es una función del diseño de la bomba. A medida que el líquido pasa de la succión de la bomba al ojo del impulsor, la velocidad aumenta y la presión disminuye esta caída de presión es la función de muchos factores, incluyendo la geometría del diseño, velocidad de rotación, caudal, y pérdidas por fricción. También hay pérdidas de presión debido al choque y turbulencia cuando el líquido golpea al impulsor. La fuerza centrífuga de los alabes del impulsor aumenta aún más la velocidad y disminuye la presión del líquido. El NPSH requerido es la cabeza positiva en metros absoluto requerida en la succión de la bomba para contrarrestar estas caídas de presión en la bomba y mantener la mayoría del líquido sobre su presión de vapor. El NPSH requerido varía con la velocidad y capacidad dentro de una bomba en particular. Las curvas de los fabricantes de bombas, suministran normalmente esta información.

2.2.2 Cabeza neta de Succión Positiva disponible (NPSHa)

Es una función del sistema en el cual opera la bomba. Es la presión en exceso del líquido en metros absolutos sobre su presión de vapor al llegar a la succión de la bomba. La Fig. 2.6 muestra cuatro sistemas típicos de succión con las fórmulas de NPSH disponibles aplicables a cada uno de ellos. Al usar las formulas es importante corregir para la gravedad específica del líquido y convertir todos los términos a unidades de “metros absolutos”.

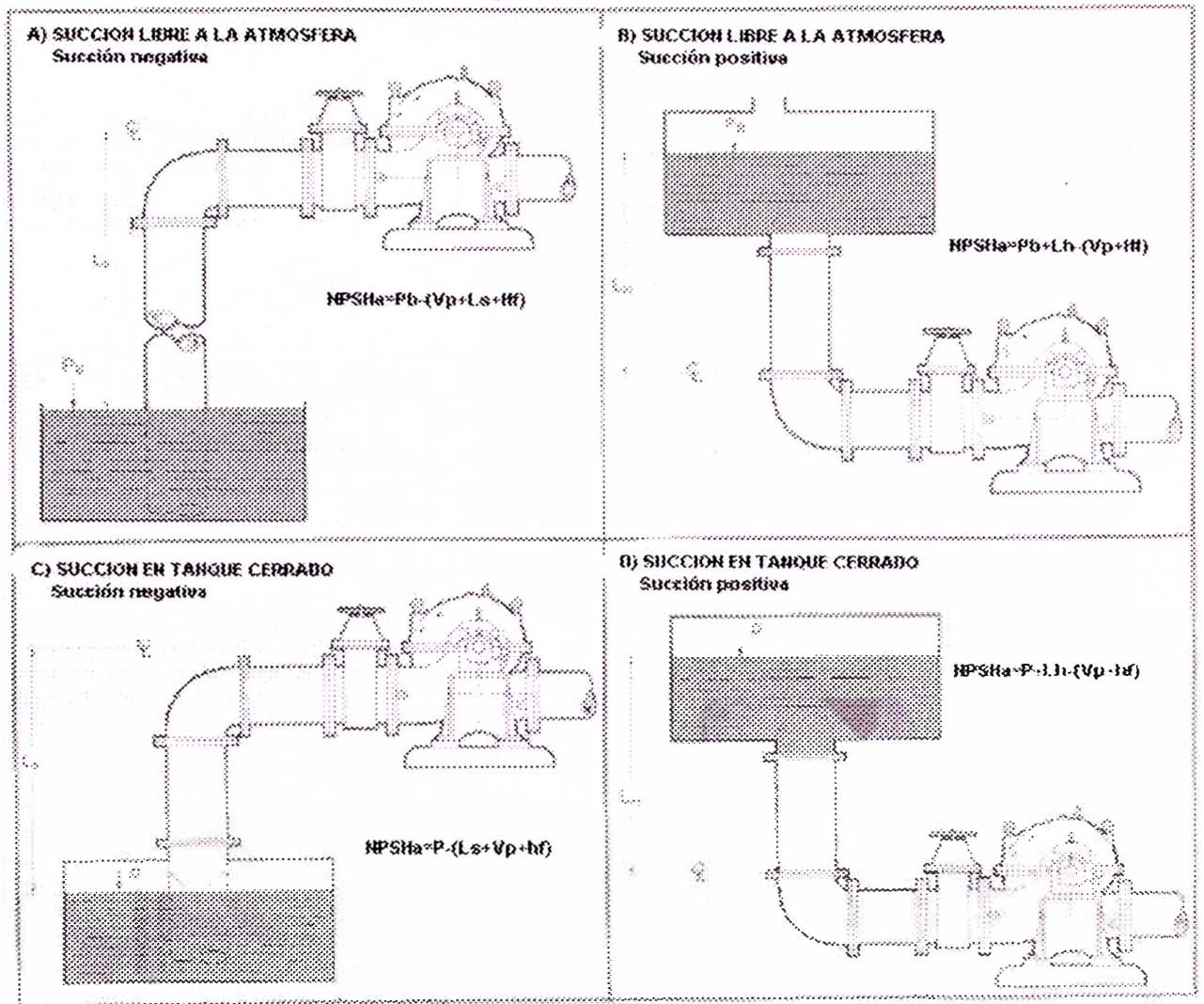


Fig.2.6: Muestra el cálculo NPSH disponible para condiciones típicas de Succión.

Donde:

P_B : Presión Barométrica en metros absolutos.

V_p : Presión de vapor del líquido a máxima temperatura de bombeo, en metros absolutos.

P : Presión en la superficie del líquido en tanque cerrado de succión, en metros absolutos

L_s : Altura máxima de succión negativa estática en metros.

L_h : Altura mínima de succión positiva estática en metros.

h_f : Pérdida por fricción en metros en la tubería de succión a la capacidad requerida.

2.2.3 Cavitación en bombas centrífugas

Es un término usado para describir el fenómeno que ocurre en una bomba cuando existe insuficiente NPSH disponible. Ocurre cuando la presión del líquido se reduce a un valor igual o por debajo de la presión de vapor, el líquido comienza a hervir y comienza a formarse pequeñas burbujas de vapor, estas burbujas colapsan rápidamente antes de salir del impulsor originando erosión del material con el que está en contacto.

El ruido acompañante es la forma más fácil de reconocer la cavitación. Además de causar posibles daños al impulsor, la cavitación reduce la capacidad debido al vapor presente en la bomba. También puede reducir la altura y/o ser inestable y el consumo de energía puede ser errático. También puede ocurrir vibración y daños mecánicos tales como falla de rodamientos. La forma de prevenir los efectos indeseables de la Cavitación en bombas centrífugas es asegurándose que la NPSH disponible en el sistema es mayor que la NPSH requerida por la bomba.

2.3 Clasificación de bombas centrífugas según su aplicación

Podemos clasificar las bombas centrífugas en 6 categorías de acuerdo al tipo de aplicación, GOULDS PUMPS cuenta con más 60 modelos diferentes para estas categorías.

2.3.1 Procesos químicos

Para servicios generales, mediana y severamente corrosivos, manipulación de sólidos con mínima degradación, servicios de flujo mínimo, líquidos de alta temperatura y fluidos peligrosos.

La figura 2.7 muestra el modelo 3196 de GOULDS PUMPS, son fabricadas en diversos materiales como fierro fundido, acero inoxidable 316SS, CD4Mcu o según requiera la aplicación. Con capacidad de hasta 1 360m³/h , alturas hasta 223 m. y temperaturas hasta 370°C. Podemos mencionar algunos otros modelos como la NM3196 (bomba no metálica en fibra de vidrio reforzado con Vinylester) para aplicaciones como transferencia de ácido sulfúrico; la CV3196 (bomba con impulsor recesado) para una mínima degradación.

2.3.2 Procesos de pulpas e industrias papeleras

Servicios de alta capacidad, sólidos no abrasivos y fibrosos, procesos de alimentos como pulpas de frutas, servicios en la industria papelera.

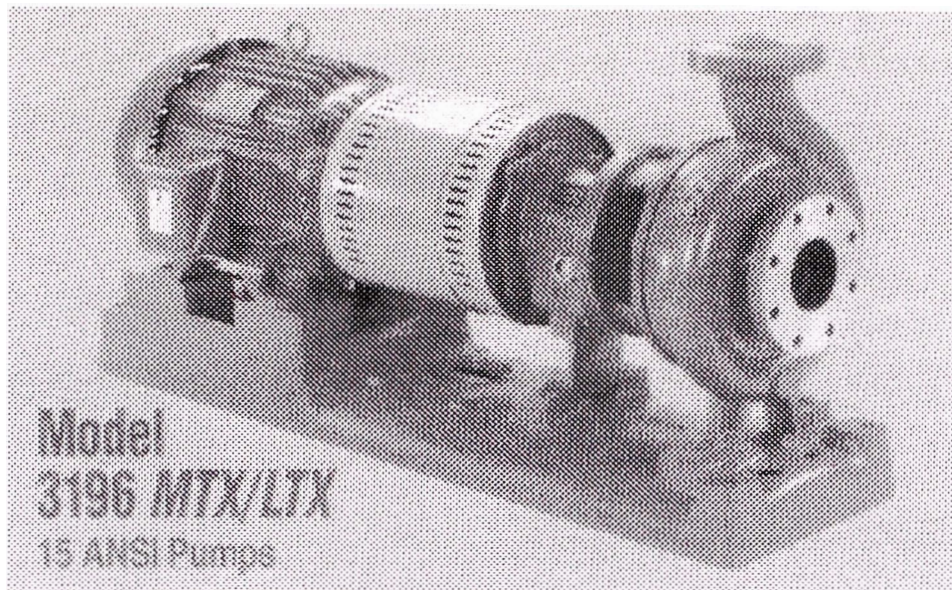


Figura 2.7 Bomba centrífuga horizontal modelo 3196

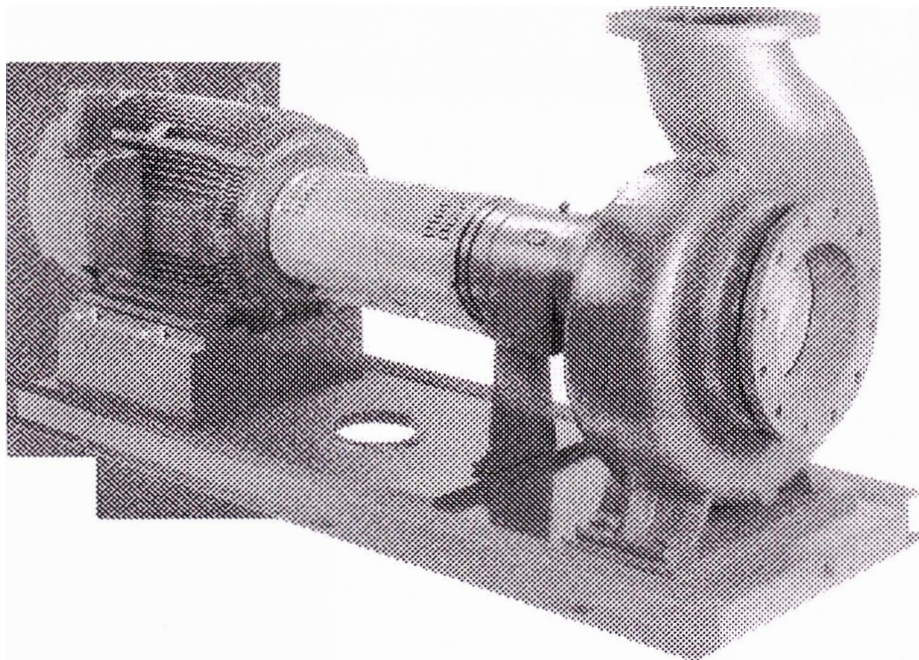


Figura 2.8 Bomba centrífuga horizontal modelo 3180

La figura 2.8 muestra el modelo 3180 que son fabricada en fierro fundido, acero inoxidable 316SS, CD4Mcu , o según requiera la aplicación. Con capacidades de hasta 6 000 m³/h , alturas hasta 125 m. y temperaturas hasta 270°C. Este tipo de bombas tienen la particularidad de llevar platos de desgaste cuando el impulsor es abierto y como opcional anillos de desgaste cuando el impulsor en cerrado.

2.3.3 Procesos API

Para aplicación en industrias petroleras con normas API, Alta temperatura y procesos de alta presión, bombas para petróleo, servicios pesados químicos.

La figura 2.9 muestra la bomba modelo 3700 que son fabricadas en acero al carbono, acero con 12% al cromo y duplex SS. Con capacidades de hasta 1 700m³/h, alturas hasta 305 m. y temperaturas hasta 427°C.

2.3.4 Doble succión y multietapas

Las bombas de doble succión y una sola etapa son diseñada para un amplio rango de caudal en la industria, servicios marinos donde se requiere grandes caudales, Servicios de medianos y grandes caudales, servicios de procesos.

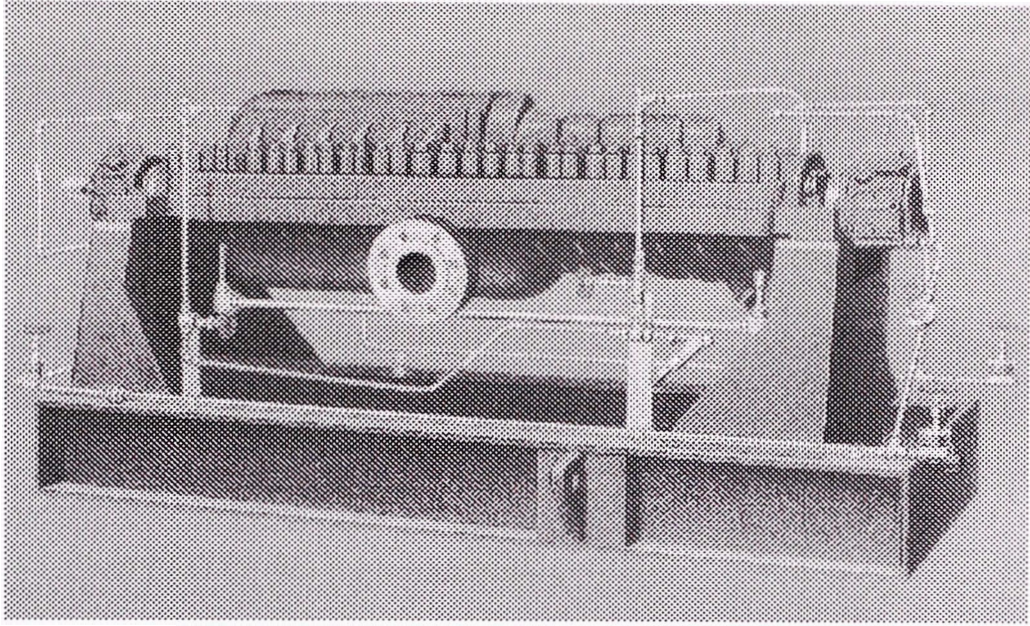


Figura 2.9 Bomba centrífuga horizontal modelo 3700

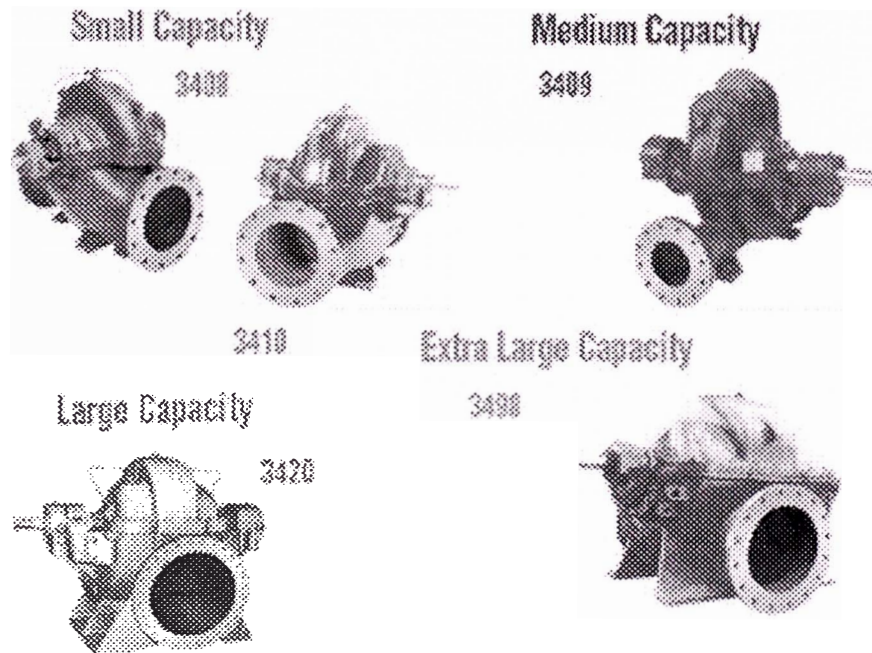


Figura 2.10 Bomba centrífuga horizontal de caja partida y doble succión series 3400

Las bombas multietapas como alimentadores de agua a alta presión, desagüe de mina a grandes altura, este tipo de bombas llegan a bombear alturas de hasta 500m

La figura 2.10 muestra las series 3400 de GOULDS PUMPS que puede bombear hasta 51 098 m³/h y están divididos de la siguiente manera:

Los modelos 3408 y 3410 con capacidad hasta 1 817 m³/h (8 000 GPM) y alturas hasta 170m.

El modelo 3409 con capacidad hasta 2 725 m³/h(12 000GPM) y alturas hasta 260m.

Modelo 3420 con capacidad hasta 14 762 m³/h(65 000 GPM) y alturas hasta 122m.

Modelo 3498 con capacidad hasta 5 1098 m³/h(225 000 GPM) y altura hasta 244m.

2.3.5 Lodos abrasivos y manipulación de sólidos

Este tipo de bombas son diseñados para llevar un amplio rango de lodos abrasivos y corrosivos, manipulación de sólidos, aguas residuales, desagüe de mina etc.

La figura 2.11 muestra el modelo JC "médium duty Slurry pumps" capaz de manipular sólidos de hasta 57mm de diámetro y hasta 20% de sólidos en suspensión, son fabricadas en materiales duros como HC600 , CD4Mcu y 316SS con

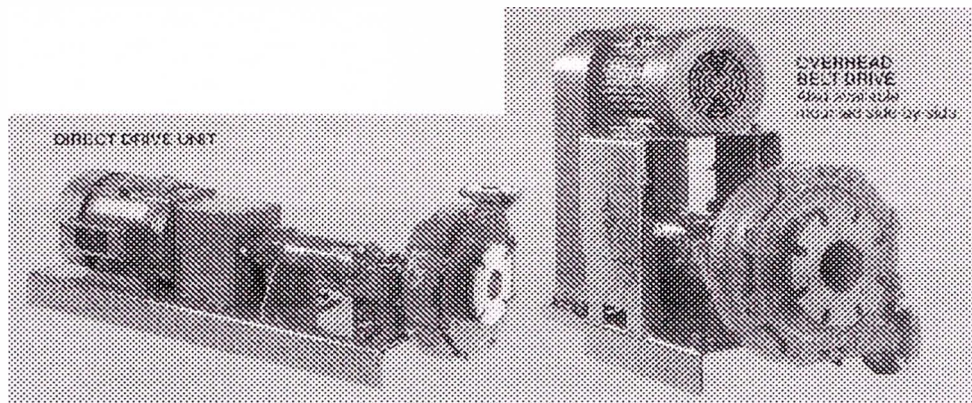


Figura 2.11 Bomba centrífuga horizontal modelo JC

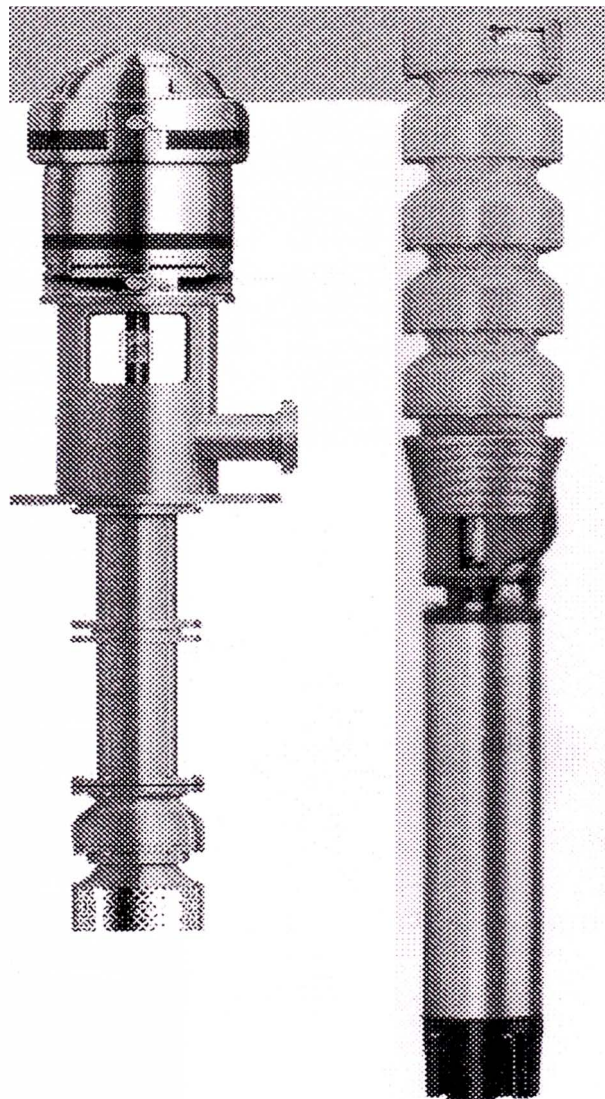


Figura 2.12 A la izquierda bomba tipo turbina, a la derecha bomba sumergible

capacidad de hasta 1600m³/h alturas hasta 70m.y temperaturas hasta 120°C,

2.3.6 Turbinas verticales

Desde bajas hasta altas alturas para agua y servicios de procesos, variedad de configuraciones para fluidos limpios y corrosivos, aplicaciones en pozos .

La figura 2.12 muestra una bomba tipo turbina y una bomba sumergible las capacidades y alturas varían de acuerdo al numero de etapas y tamaño de la bomba.

2.4 Consideraciones de diseño en la succión y descarga de la Bomba

Al diseño de tubería debe aplicarse los estándares de ingeniería, con consideración en los posibles ahorros de energía y la eliminación de la turbulencia que afectarán adversamente a la vida de la bomba, una atención particular debe darse a la tubería de succión. El diseño de sistema del tuberías tiene un efecto importante en la operación satisfactoria de las bomba centrífugas, La selección de la tubería de descarga es sobre todo una cuestión de economía, El costo de varios tamaños de tubería debe ser comparado con el tamaño de la bomba y el costo de energía requerida para superar la altura de fricción.

2.4.1 Características generales en la Tubería

- a) Toda tubería debe estar soportada independientemente de las bridas de la bomba y alineada en forma natural respecto a estas últimas
- b) Los tramos de la tubería deben ser lo más cortos posibles para reducir al mínimo las pérdidas por fricción.
- c) No conectar la tubería a la bomba hasta que la mezcla haya endurecido y se hayan ajustado los pernos de anclaje del motor.
- d) Se sugiere que las abrazaderas o juntas de expansión estén instaladas correctamente en las líneas de descarga y de aspiración cuando se manejen líquidos a elevada temperatura de modo que la expansión lineal de la tubería no provoque el desalineamiento de la bomba.
- e) Limpiar cuidadosamente todas las partes de la tubería, válvulas accesorios y secciones de la bomba antes del montaje.
- f) Precaución: Nunca se deben colocar la tubería forzando las conexiones con la bridas, ya que podrían generar tensiones peligrosas en la unidad y causar el desalineamiento entre la bomba y motor. La tensión de la tubería tendrá un efecto negativo en la fiabilidad de la bomba.

2.4.2 Tubería de succión

La instalación adecuada de la tubería de succión es un requisito para una operación de la bomba sin problemas.

- a) Debe evitarse el uso de codos cerca de la brida de succión de la bomba. Debe haber como mínimo dos diámetros de tubería en línea recta entre el codo y la boca de entrada de succión tal como se muestra en la figura 2.14. Donde se utilicen, los codos deben tener un radio largo.
- b) Utilizar la tubería de succión de un tamaño mayor que la succión de la bomba , con un reductor en la brida de succión. La tubería de succión no debe tener nunca un diámetro menor que el de la succión de la bomba.
- c) Si se utilizan los reductores, estos deben ser excéntricos.
- d) Nunca debe estrangularse la bomba en la línea de succión.
- e) Cuando se utilicen coladores en la succión, estos deben tener un área libre completa de un tamaño tres veces mayor, como mínimo, que el área de succión de la tubería.
- f) Si la succión es negativa se deberá instalar una válvula de pie tal como se muestra en la figura 2.13

2.4.3 Tubería de descarga:

- a) En la tubería de descarga deben instalarse las válvulas de compuerta y no retorno (check). Situar la válvula check entre la válvula de compuerta y la bomba permitirá la

inspección de la válvula check. La válvula de compuerta es necesaria para el cebado, regulación de flujo y para la inspección y mantenimiento de la bomba, ver esquema en la figura 2.13. La válvula check evita el deterioro de la bomba debido al flujo inverso a través de la bomba cuando se apaga el motor.

- b) Si se utilizan incrementadores estos deben ser colocados entre la bomba y la válvula check.
- c) Si en el sistema se instalan válvulas de cierre rápido, deben utilizarse dispositivos amortiguadores para proteger la bomba contra golpes de ariete y oleaje.

La libre descarga del líquido sobre la superficie de abastecimiento del tanque cerca de la succión de la bomba puede arrastrar aire hacia la entrada de la bomba, toda la línea debe estar sumergido en el tanque, y deflectores deberán ser usados en casos extremos tal como se muestra en la figura 2.15.

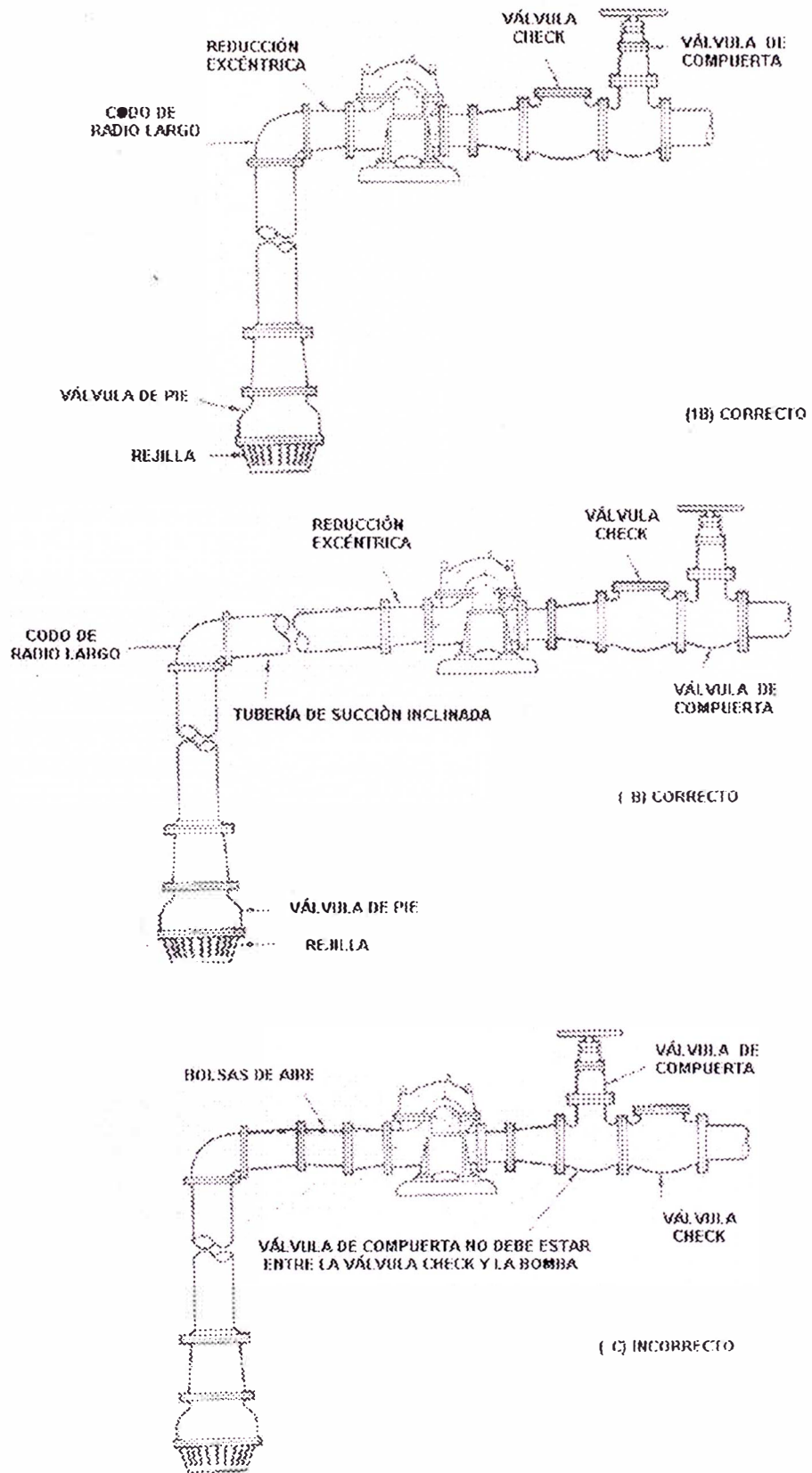


Figura 2.13: Disposición de tuberías y válvulas

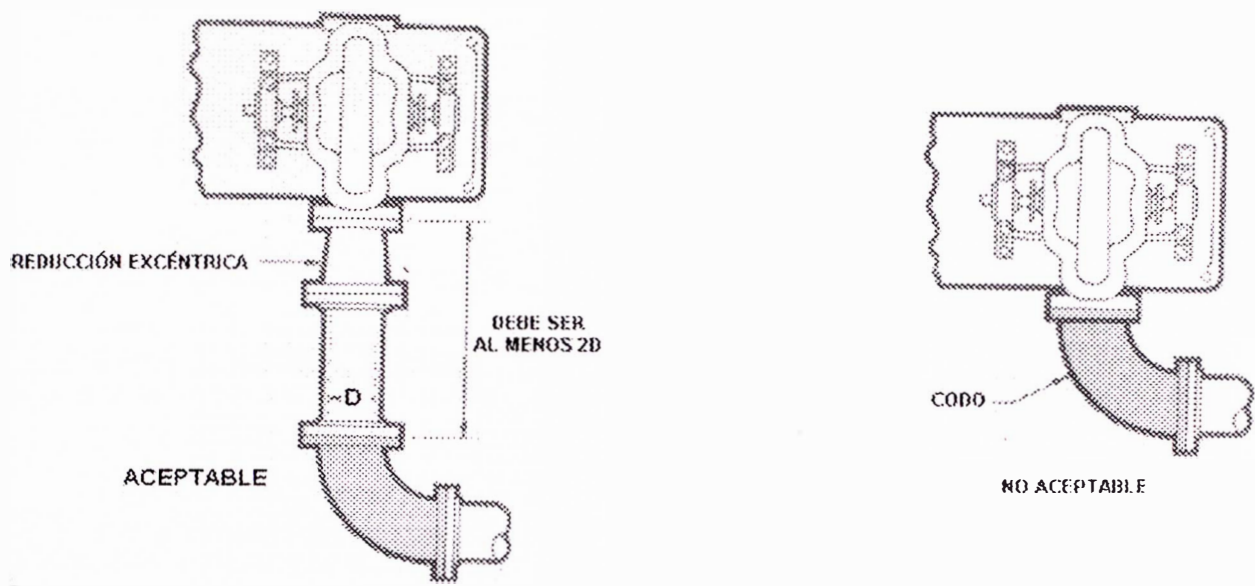


Figura 2.14: Codo en el lado de la succión

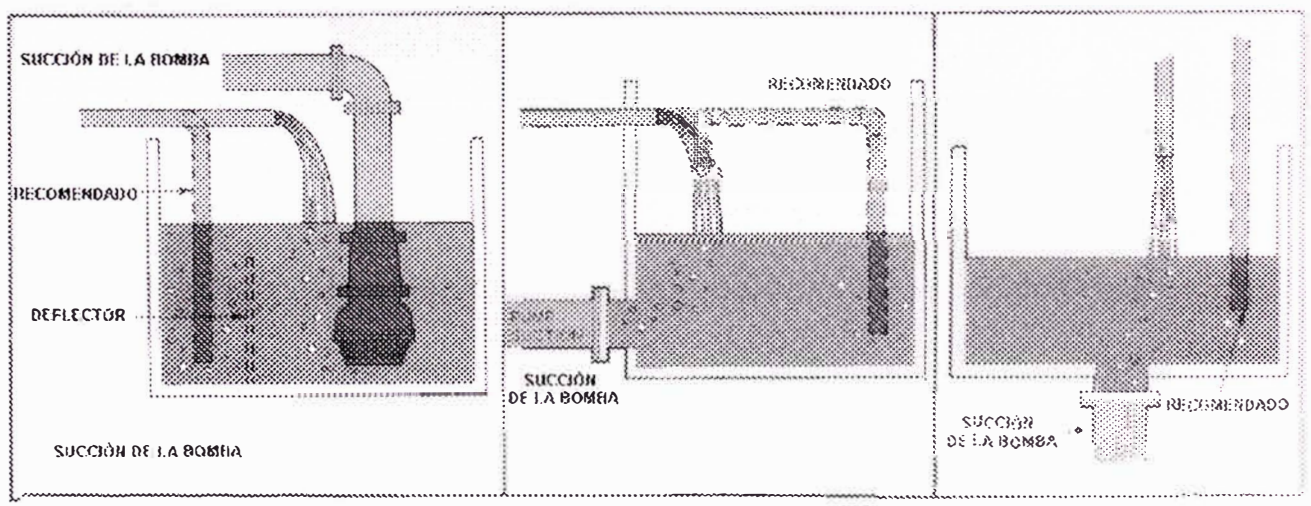


Figura 2.15: Disposición para mantener la bomba sin bolsas de aire

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL

La estación principal de bombas esta en la poza de solución cianurada, desde esta poza se bombea a los diferentes patios de lixiviación (PAD), a continuación describiremos el sistema de bombeo actual:

3.1 Sistema de bombeo actual

El sistema de bombeo para la lixiviación esta compuesto por 03 bombas sumergibles de 75 HP y una batería de bombas de menor potencia en la poza de solución cianurada; las características de estas bombas son las siguientes:

Marca: Grundfos

Tipo de bomba : sumergible

Potencia: 75 HP

Velocidad: 3600 RPM

Punto de operación 500 GPM @ 110 mts

Cantidad : 03 operando y 02 en Stand By

3.2 Problemática del sistema de bombeo actual

A continuación describiremos las causas por la cual el sistema de bombeo actual necesariamente tendrá que ser repotenciado o replanteado mediante otro sistema mas confiable

3.2.1 Incremento de patios de lixiviación

De acuerdo a las ampliaciones de operación, los nuevos patios de lixiviación se encuentran mas alejadas y a más altura, requiriendo más caudal para el riego total de estos.

3.2.2 Tendencia negativa en la Ley

La ley en la mina COMARSA está por el orden de 0.7-1 gramo de Oro por tonelada de mineral aproximadamente. Se presento una ligera tendencia de disminución en la ley la cual implica que para por lo menos mantener la producción procesar más cantidad de mineral y por consiguiente un requerimiento de más caudal de solución cianurada para la operación

3.2.3 Requerimiento de caudal y altura

Por lo mencionado en los dos puntos anteriores y de acuerdo a las proyecciones de operación el nuevo caudal requerido es de 200lps para operar en el corto plazo

3.2.4 Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento de estos equipos son elevados debido a que las condiciones de instalación y del sistema no son las adecuadas para este tipo de bombas, los factores que influyen en los costos son:

- a) Motor eléctrico sumergible: Tiempo de vida 2-3 años por bomba, por consiguiente se tiene que adquirir un motor anualmente
- b) Frecuencia de mantenimiento general: En promedio el mantenimiento general se realiza cada año debido a la pérdida de eficiencia, caída de presión o caída de caudal, la cual comprende cambio de repuestos como impulsores y tazones
- c) Complejidad en el mantenimiento: Se requiere retirar completamente el equipo de su instalación.
- d) Alto consumo de repuestos: Desgaste prematuro de los componentes debido a la velocidad de giro (3 600 RPM) y el tipo de fluido.

3.2.5 Disminución en la producción por paradas intempestivas

El departamento de mantenimiento registro paradas intempestivas en los equipos de bombeo, la inoperatividad de cualquiera de las tres bombas afecta la capacidad de riego para la lixiviación y por consiguiente una disminución en la

producción , esto es lo más crítico debido a que la Mina produce Oro y plata.

3.3 Alternativas de solución planteadas

De acuerdo a lo analizado en el punto 3.2 se requiere un sistema de bombeo más confiable con costos menores de mantenimiento y bombas adecuadas para este tipo de aplicación que satisfagan el nuevo requerimiento de caudal y altura.

3.3.1 Evaluación técnica

3.3.1.1 Alternativa usando el mismo tipo de bomba

- Bomba sumergible vertical multietápica
- Velocidad de rotación: 3 600 RPM
- Mantenimiento e inspección complicado
- Posee anillos de desgaste por cada etapa
- La instalación es complicada por el tipo de aplicación
- Requiere chaqueta para su refrigeración

3.3.1.2 Alternativa usando un nuevo tipo de bomba

- Bomba centrífuga horizontal de una sola etapa, doble succión y caja partida
- Velocidad de rotación: 1 800 RPM
- Diseño para trabajo pesado
- Gran facilidad de inspección y mantenimiento

- Poseen anillos de desgaste tanto en el impulsor como en la carcasa
- Bocinas de eje renovables que protegen al eje durante la operación

Dadas las condiciones de operación e instalación se requiere una bomba más confiable, de servicio pesado, con facilidad de mantenimiento , con buena capacidad de succión, de alta eficiencia y bajas revoluciones (1 800 RPM) para alargar la vida de los componentes.

Por tanto técnicamente se concluye que la alternativa con el nuevo tipo de bomba es la mas viable. Para este efecto de nuestras bombas de procesos la más adecuada son las bombas centrífugas de caja partida y doble succión que poseen todas las cualidades arriba mencionadas incluyendo piezas de sacrificio (anillos de desgaste) a muy bajo costo para recuperar la eficiencia y evitar posibles desgastes en la carcasa y en el impulsor .

3.3.2 Evaluación económica

Realizaremos una comparación económica por equipo unitario

3.3.2.1 Alternativa usando el mismo tipo de bomba

Costo por bomba: US\$ 21 500.00.

Costos de mantenimiento anual: US\$ 5 600.00.

Costo total por bomba: **US\$ 27 100.00**

3.3.2.2 Alternativa usando un nuevo tipo de bomba

Costo por bomba : US\$ 24 505.00

Costo de mantenimiento anual: US\$ 1 863.00

Costo total por bomba: US\$ **26 368.00**

De la comparación económica teniendo en cuenta el costo de la bomba y su mantenimiento en un año podemos observar que la alternativa usando el nuevo tipo de bomba propuesto es mas económico.

De lo que concluimos que técnica y económicamente es mejor usar el nuevo tipo de bomba propuesto.

CAPITULO IV
CALCULO , SELECCIÓN Y ARRANQUE DEL SISTEMA DE BOMBEO
PROPUESTO

4.1 Datos requeridos para la selección de la bomba

4.1.1 Características del fluido a transportar

El fluido a bombear tiene las siguientes características:

- a) Fluido: Solución de lixiviación (Cianuro de sodio 150ppm)
- b) Temperatura: 5-15°C
- c) Gravedad especifica: 1.0
- d) Rango de PH: 10-11
- e) Máximo tamaño de partículas: 0.09mm
- f) Porcentaje de sólidos en suspensión: mínimo
- g) Viscosidad: 1.22 cp.

4.1.2 Condiciones Generales del sitio

Las condiciones en donde operara la bomba es :

- a) Altitud de operación: 3 600 m.s.n.m.
- b) Temperatura ambiental: Promedio mínimo 7.3°C promedio máximo 13.5°C
- c) Ambiente Físico: clima templado-frió , Zona abierta
- d) Precipitación promedio anual: 826 mm.
- e) Fuente eléctrica disponible: 460 voltios, 3 fases, 60hz.

4.1.3 Condiciones de Operación

Las condiciones de operación son las siguientes:

- a) Servicio: Bombeo principal de la poza de solución de cianuro para la lixiviación
- b) Tipo de operación: Continua (24 horas /día)
- c) Número de unidades: 02
- d) Caudal: El caudal total para la lixiviación es de 200lps donde cada bomba entregará 100lps con tuberías independientes.
- e) Altura estática : $H_e = 119$ m.
- f) Longitud de tubería: La longitud de tubería es de 1 200 m.
- g) Diámetro de tubería: 10"
- h) Tipo de succión: Succión negativa.
- i) Altura de succión: 1m con tubería de 10".

- j) Altitud de operación: 3 600 m.s.n.m. (ver condiciones generales del sitio en 4.1.3)

4.1.4 Accionamiento

- a) Tipo de motor requerido: motor eléctrico
- a) Fuente eléctrica disponible: 460voltios/3 fases/60Hz
- b) Velocidad : 1 800 RPM
- c) Protección del motor eléctrico: Totalmente cerrado

4.1.5 Materiales

La experiencia del usuario en cuanto a materiales es un punto muy importante a tomar en cuenta

4.1.6 Requerimientos especiales del usuario

- a) Servicio de puerta en marcha.
- b) Repuestos mínimos recomendados

4.2 EVALUACIÓN DE LA ALTURA DINÁMICA Y PERDIDAS

El cálculo de la altura dinámica total del sistema es el parámetro más importante en la selección de una bomba centrífuga, por consiguiente se deberá tener mucho cuidado en determinarlo.

La altura dinámica total para nuestro caso estará dado por la siguiente relación:

$$\text{TDH} = \text{Hdd} + \text{Hds} \text{ (succión negativa)}$$

4.2.1 Cálculo de la altura estática:

Para este efecto se considera el nivel crítico inferior de la poza solución de cianuro para la lixiviación.

a) Altura estática de descarga

Cota del nivel del eje de la bomba : nivel 3 486 m.s.n.m.

Cota de la capa Nro. 11: nivel 3 605 m.s.n.m.

$$\mathbf{H_d = 3605 - 3486 = 119 \text{ m.}}$$

b) Altura estática de succión

Cota del nivel del eje de la bomba : nivel 3 487 m.s.n.m.

Cota del nivel de la poza de lixiviación: nivel 3 486 m.s.n.m.

$$\mathbf{H_s = 3487 - 3486 = 1 \text{ m.}}$$

4.2.2 Presión de descarga necesaria en los aspersores:

La presión de descarga requerida al final de la tubería en el ingreso a los aspersores es de 15 – 20 psi

4.2.3 Cálculo de las pérdidas

Para esta evaluación se esta tomando en consideración el manual de GOULDS PUMPS en particular el capítulo 7 (ver anexo C)

a) Línea de succión

La siguiente información puede ser obtenida de las curvas o tablas de las pérdidas por fricción en el anexo C-1 para tubería de 10" se tiene:

$$V = 6.51 \text{ pies/seg (1.98 m/s)}$$

$$V^2/2g = 0.659 (0.20 \text{ m})$$

$$h_f = 1.21 \text{ m. de tubería por cada } 100 \text{ m. de tubería}$$

$$h_f = 1.21 * (1/100) = 0.012 \text{ m}$$

Los coeficientes de resistencia pueden ser obtenidos de la tabla en el anexo C-2

$$\text{Válvula de pie : } K = 0.8$$

$$\text{Codo bridado : } k = 0.14$$

$$\text{Reductor(10" - 8"): } K = 0.07$$

El coeficiente de resistencia total es:

$$K_t = 0.8 + 0.14 + 0.07 = 1.01$$

Las pérdidas por fricción en los accesorios esta dado por:

$$h = K_t * v^2 / 2g = 1.01 * 0.2 \text{ m} = 0.202 \text{ m}$$

$$H_s = 1 \text{ m}$$

Por tanto:

$$H_{ds} = 1 \text{ m} + 0.012 \text{ m} + 0.202 \text{ m} = 1.21 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_{ds} = 1.21 \text{ m}}$$

b) Línea de descarga:

La siguiente información puede ser obtenida de las curvas o tablas de las pérdidas de fricción en el anexo página C-1

$$V = 6.51 \text{ pies/s (1.89 m/s)}$$

$$V^2/2g = 0.659 \text{ (0.20 m)}$$

$$h_f = 1.21 \text{ m por cada 100 m de tubería}$$

$$h_f = 1.21 * (1200/100) = 14.52 \text{ m}$$

Los coeficientes de resistencia de los accesorios pueden ser obtenidas del anexo C-2

Válvula check	2
Válvula de compuerta	0.6
Codos bridados	0.25
Difusor(6"-10")	1.23

El coeficiente de resistencia total es:

$$K_t = 2 + 0.6 + 2 * 0.25 + 1.23 = 4.33$$

Las pérdidas por fricción en los accesorios es:

$$h = K_t * V^2/2g = 4.33 * 0.2 = 0.87 \text{ m}$$

$$\text{Presión de descarga : } 20 \text{ psi} = 14.08 \text{ m}$$

$$H_{dd} = 119 + 14.52 + 0.87 + 14.08 = 148.47 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_{dd} = 148.47 \text{ m}}$$

Por tanto la altura dinámica total es de:

$$TDH = 148.47 + 1.21 = 149.68 \text{ m}$$

El punto de operación del sistema para seleccionar la bomba es de:

Caudal: 100lps

Altura dinámica total: 150 m.

4.3 EVALUACION DEL NPSH

En vista que en toda selección de bombas, un parámetro importante a considerar, sobre todo si la selección se realiza para operar a 3 600 m.s.n.s.m., es el análisis de NPSH (net positive suction head) que resulta en muchos casos un factor limitante en la selección de bombas ya que la presión atmosférica disminuye con la altitud y por consiguiente el NPSH disponible decrece.

Para la succión negativa que es nuestro caso el NPSHa está definido por la siguiente relación

$$\text{NPSHa} = P_B - (v_p + h_s + h_f)$$

Donde:

$P_B = 6.67$ m (ver anexo C-6)

$V_p = 0.215$ m a 18.3°C (ver anexo C-5)

$H_s = 1.0$ m

$H_f = 0.012 + 0.20 = 0.212$ m

Por tanto:

NPSHa= 5.24 mts.

La siguiente relación es muy usada en sistemas de bombeo para asegurar que la bomba no cavite

$$NPSHa \geq NPSHr + 2 \text{ pies}(0.61\text{mts})$$

Por tanto se tiene:

$$NPSHr \leq 4.61 \text{ mts}$$

4.4 SELECCIÓN DE LA BOMBA

4.4.1 Selección previa

Con el punto de operación calculado en el sistema, teniendo en cuenta la limitación del NPSH y las características de la instalación. Pre-seleccionamos las posibles bombas que cumplan con estos parámetros.

Ubicamos en las curvas genéricas los posibles modelos de bomba descartando a priori las bombas centrífugas tipo ANSI como por ejemplo el modelo 3196 de GOULDS, definimos la velocidad en 1800 RPM teniendo en cuenta que los desgastes por abrasión en los diferentes componentes debido a presencia de sólidos en suspensión es mucho menor que en bombas que giran a mayor velocidad

$$\text{Relación de desgaste} = \left(\frac{RPM1}{RPM2} \right)^{2.5} * \left(\frac{DUREZA1}{DUREZA2} \right)$$

Las bombas verticales tipo turbina o sumergibles fueron descartadas técnica y económicamente en la sección 3.3 por su alto costo de mantenimiento debido a las condiciones de instalación y al tipo de fluido.

Tomando en cuenta lo analizado en la sección 3.3 definimos el modelo 3410 de GOULDS PUMPS que es una bomba de caja partida y doble succión que puede succionar negativamente a 3 600 m.s.n.m sin problemas de cavitación y además permite un fácil y rápido acceso a las partes internas de la bomba sin la necesidad de desconectar la tubería de succión y descarga, incluyendo piezas de sacrificio (anillos de desgaste) a muy bajo costo para recuperar la eficiencia y evitar posibles desgastes en la carcasa y en el impulsor.

Para este modelo de bomba de acuerdo al catalogo de curvas o el software PSS de Goulds Pumps los tamaños que cumplen con las condiciones anteriormente mencionadas son:

Modelo	Tamaño	Diam.	Velocidad	Eficiencia	NPSHr
3410	6*8-22L	531	1780	73	3.3
3410	8*10-21 L	531	1780	70	2.13

En el anexo F se muestra el reporte completo de estas bombas pre-seleccionadas

4.4.2 Características generales de la bomba

a) Características generales

El modelo 3410 será de una sola etapa y doble succión, son fabricadas en Fierro fundido, Fierro con elementos de bronce o toda en acero inoxidable 316, otras construcciones están disponibles según el requerimiento(ver anexo A). La alta eficiencia, el diseño de trabajo pesado, y las características de mantenimiento será de primera importancia tal como se describe en las siguientes especificaciones:

b) Carcasa:

Será partida horizontalmente con las mitades superior e inferior unidas con pernos. Las conexiones bridadas de descarga y succión será localizadas en la mitad inferior. El desmontaje de la mitad superior permitirá una fácil inspección, mantenimiento sin desmontar la tubería de succión o descarga, o el motor. Los asientos para los casquillos de la caja prensa-estopa serán fundidas y perforadas integralmente con la mitad inferior de la Carcasa. La carcasa será soportada por bases fundidas integralmente. La mitad superior tendrá tomas para tubería de sellado, cebado y venteo. La mitad inferior tendrá tomas

para instrumentos de medición y drenajes. La carcasa tendrá fija la placa del fabricante en acero inoxidable.

c) Impulsor

Será tipo cerrado, de doble succión para proveer equilibrio hidráulico y fundido en una sola pieza. Las superficies exteriores serán maquinadas, los pasos de agua interiores serán acabados a mano. Será balanceado dinámicamente y está sujeto mediante chaveta al eje.

d) Anillos de desgaste

Se proveerá anillos de desgaste de la carcasa para mantener una luz apropiada con los cubos del impulsor y para minimizar fugas entre las cámaras de succión y descarga de la carcasa. Se mantendrá en posición por medio de pines anti-rotación. El impulsor será diseñado para aceptar anillos de desgaste. Los anillos del impulsor se mantendrán en posición por medio de tornillo fijados axialmente.

e) Eje

Diseñado para una mínima deflexión y vibración en servicios pesados. Será totalmente sellado por empaquetaduras entre la bocina del eje y los cubos del

impulsor para asegurarse que el eje esté completamente seco durante la operación.

f) Bocina de eje

Bocinas de eje renovables que protegen al eje durante el bombeo, se mantendrán en posición por medio de prisioneros localizado fuera del área de la caja prensa-estopa.

g) Prensa estopas

Serán integrados con la carcasa. Contendrá empaquetadura y anillos linterna removible, tendrá una conexión de lavado de anillo de linterna ya sea de la carcasa o desde una fuente exterior. Los collarines serán partidos de modo que no será necesario desempernar las mitades del collarín cuando se reempaque la caja.

h) Sello mecánico

Las bombas pueden ser suministrados con sellos mecánicos simples o dobles.

i) Caja de rodamientos

Los asientos serán fundidos y perforados integralmente con la mitad inferior de la caja para asegurar un alineamiento

exacto del conjunto rotatorio sin necesidad de ajuste externo.

j) Rodamientos

Se proveerán rodamientos de bola de doble hilera en el lado de empuje; y rodamientos de bola de una sola hilera en el lado del acoplamiento. Los rodamientos de empuje se mantendrán en posición en el eje con anillos de resorte ahusados y ajustados en el alojamiento de los rodamientos. Los rodamientos radiales serán libres de flotar axialmente en el alojamiento para tomar solamente la carga radial. Los alojamientos estarán sellados completamente con sellos de labio o sellos tipo laberinto y deflectores para excluir la humedad y la suciedad, lo que hace que estas unidades son adaptables para su instalación al aire libre. Serán lubricados por grasa con desfogues para prevenir sobre-lubricación.

k) Base y acople

La placa base será de fierro fundido o acero, otras opciones estarán disponibles según la aplicación. Se suministrará acoplamiento flexible.

4.4.3 Selección de la bomba más óptima

Para la elección una de las bombas pre-seleccionadas se realiza el siguiente análisis

- a) NPSH: Las dos bombas cumplen la limitación de este parámetro ambas pueden succionar negativamente sin problemas.
- b) Eficiencia: El tamaño 6*8-22L es más eficiente
- c) Costo: El de menor tamaño es la 6*8-22L y por consiguiente la de menor costo.
- d) Diámetro de impulsor: La bomba de tamaño 8*10-21L está con el diámetro máximo de impulsor mientras que el tamaño 6*8-22L tiene el impulsor recortado (ver curva de performance en el anexo F)
- e) Potencia al eje: La bomba de tamaño 6*8-22L consume menos potencia al eje.

Luego de realizar este análisis determinamos que la bomba más óptima desde el punto de vista técnico – económico es la 6*8-22L; a continuación mostramos la curva de rendimiento



Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa
 Goulds Serial No: E242C887-1-2
 Customer P.O. No: OC-1066
 Item No: 01
 Service: SOLUCION DE LIXIVACION

341U

SIZE 6 x 8 -22	
IMP. DWG. D03004A	D03046A
PATTERN 63663	63751
EYE AREA 72.93 in ²	

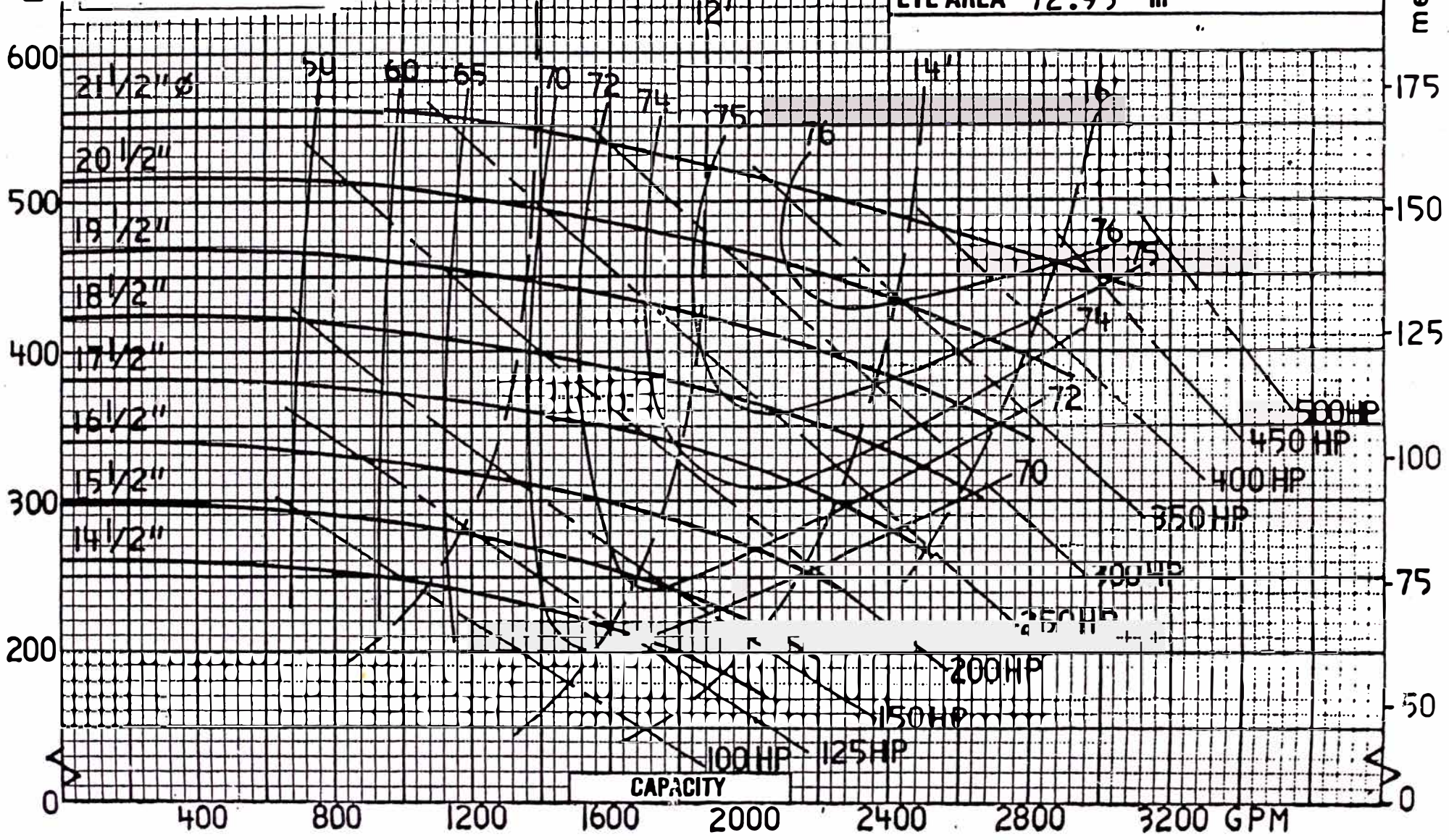
RATED CUBIC m/hr *N/A*
 RATED m *N/A*

IMP. DIA. 20 7/8"
 CERTIFIED BY: JOYCE SUTTERBY

TOTAL HEAD

FEET

metres



0 100 200 300 400 500 600 700 m³/h

CAPACITY

400 800 1200 1600 2000 2400 2800 3200 GPM

De la curva de rendimiento mostrado en la figura anterior o del anexo F obtenemos la siguiente información:

Bomba Centrifuga Horizontal de caja partida y doble succión

Marca: Goulds Pumps

Modelo: 3140

Tamaño: 6*8-22 L

Diámetro de impulsor: 530mm

Diámetro de descarga: 6"

Diámetros de succión: 8"

Velocidad: 1800 RPM

Capacidad: 100lps

Altura Total: 150 m

Eficiencia: 73%

NPSHr: 3.2 m

Potencia de consumo: 274.10 HP

Potencia del motor: 350HP

Flujo mínimo: 59 lps

Punto de mejor eficiencia: 143lps @ 76%

4.4.4 Selección de los materiales de la bomba

Teniendo en cuenta las características del fluido indicados en la sección 4.1.2 , la guía de selección de materiales del manual de Goulds Pumps anexo B-1 y B-2 en donde se toma en cuenta la selección de materiales con criterios técnico – económico , además de esto es muy importante tener en cuenta la experiencia que tiene el usuario en cuanto a materiales para éste tipo de fluido. Por el contenido de cianuro de sodio en el fluido a bombear todo elemento de bronce deberá ser descartado en la selección.

Luego de analizar todos estos parámetros se llego a determinar los siguientes materiales para la bomba

Parte /Elemento	Material	Código ASTM
Carcasa	Fierro fundido	A48 Class 30B
Impulsor	Acero inoxidable 316SS	A744 CF-8M
Anillos de desgaste en Caraza	Acero inoxidable Nitronic	
Anillos de desgaste Impulsor	Acero inoxidable 316SS	A744 CF-8M
Eje	Steel 4140	A322, Grade 4140
Bocina de Eje	Acero inoxidable 316SS	A744 CF-8M
Caja de rodamientos	Fierro fundido	A48 Class 25B
Prensaestopa	Acero inoxidable 316SS	A744 CF-8M
Empaquetadura	Packmaster 1 no asbestos	
Placa Base	Acero estructural	

Tabla 4.1: Materiales de fabricación para la bomba GOULDS 3410

4.4.5 Selección del motor eléctrico

Se requieren los siguientes parámetros

- a) Condiciones generales del sitio (ver 4.1.3)
- b) Altitud de operación 3 600 m.s.n.m.
- c) Curva de rendimiento de la bomba

Analizando la curva de rendimiento de la bomba tenemos que la potencia requerida en el punto de operación de 274.10 HP y la potencia máxima requerida en el "Run Out" que corresponde al caudal máximo es de 385.9 HP; por las condiciones del sistema la bomba no llegará al "Run out" en ningún caso salvo una mala operación en el arranque inicial de la bomba, teniendo en cuenta que se va a seleccionar un motor preparado para altura (3 600 m.s.n.m.) no será necesario corregir la potencia por la altitud de operación como normalmente se realiza en motores estándares. Por tanto la potencia del motor eléctrico es de 350 HP con factor de servicio 1.15 y ante cualquier eventualidad el motor podrá cubrir la potencia del "Run Out" (385.9 HP) sin problemas ; a continuación las características del motor eléctrico seleccionado:

Potencia: 350 HP

Marca: U.S Motors

Modelo: G366

Número de polos: 4

Velocidad: 1 750 RPM

Fase/ frec./Voltaje: 3/60Hz/460V

Encerramiento: TEFC

Clase: F

Factor Servicio: 1.15

Frame: 449T

Ver detalles del motor en el anexo (E)

4.4.6 Selección del acople

Se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Potencia de motor: 350 HP
- b) Factor servicio del motor: 1.15
- c) Velocidad de la bomba : 1750 RPM
- d) Diámetro del eje del motor : 85.725mm
- e) Diámetro del eje de la bomba: 54 mm
- f) Tipo de servicio: continuo

De acuerdo al Manual de Goulds Pumps ,anexo D, para la selección de acoplamientos tenemos la siguiente selección:

Marca : FALK

Modelo: T10 1090T

Tipo: Acople flexible sin espaciador

4.4.7 Selección de base para el conjunto motor bomba

El tamaño de la base queda determinado por el tamaño de la bomba y el "Frame" del motor, en el anexo D se muestra los distintos tamaños de bases disponibles para la elección; en cuanto al material la base será de acero estructural.

4.4.8 Aplicación del software Winprism en la selección y valorización del equipo

Goulds Pumps ha ido evolucionando en cuanto al desarrollo de programas y software para la selección y valorización de las bombas que fabrica; esta potente herramienta optimiza el proceso de selección y valorización del equipo.

La figura 4.1 muestra una parte del proceso de selección del equipo mediante el programa *Winprism* y en el anexo F se tiene el reporte completo de la selección realizada.

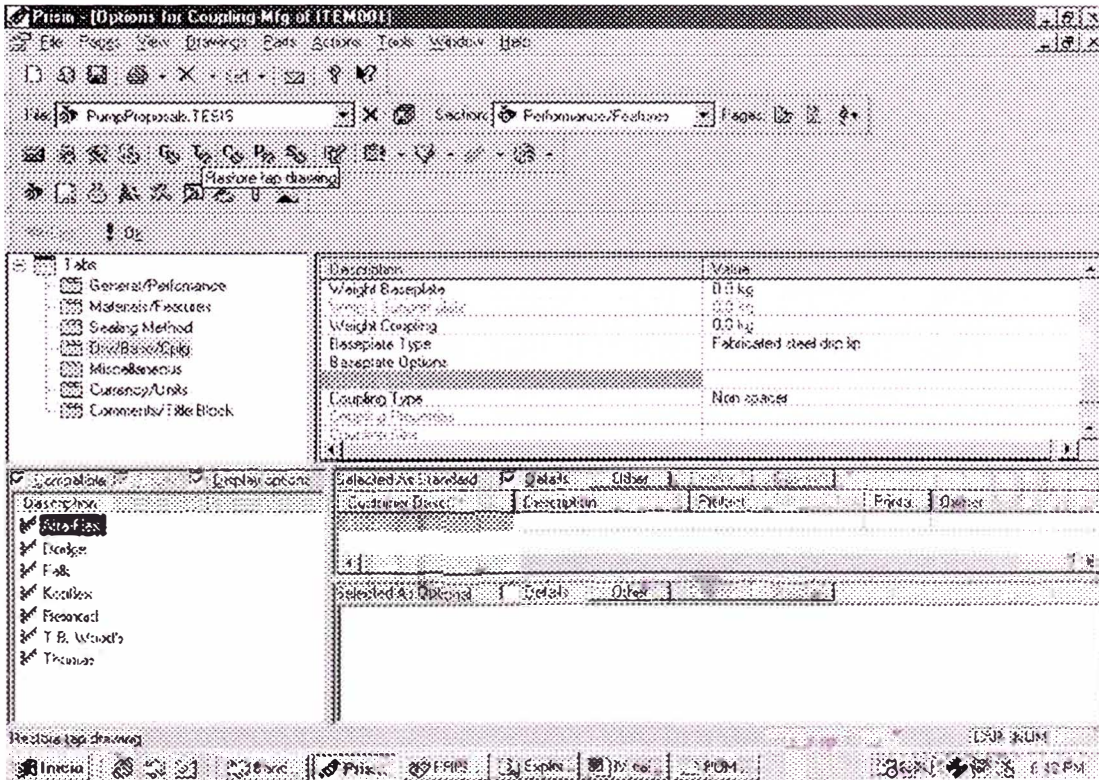
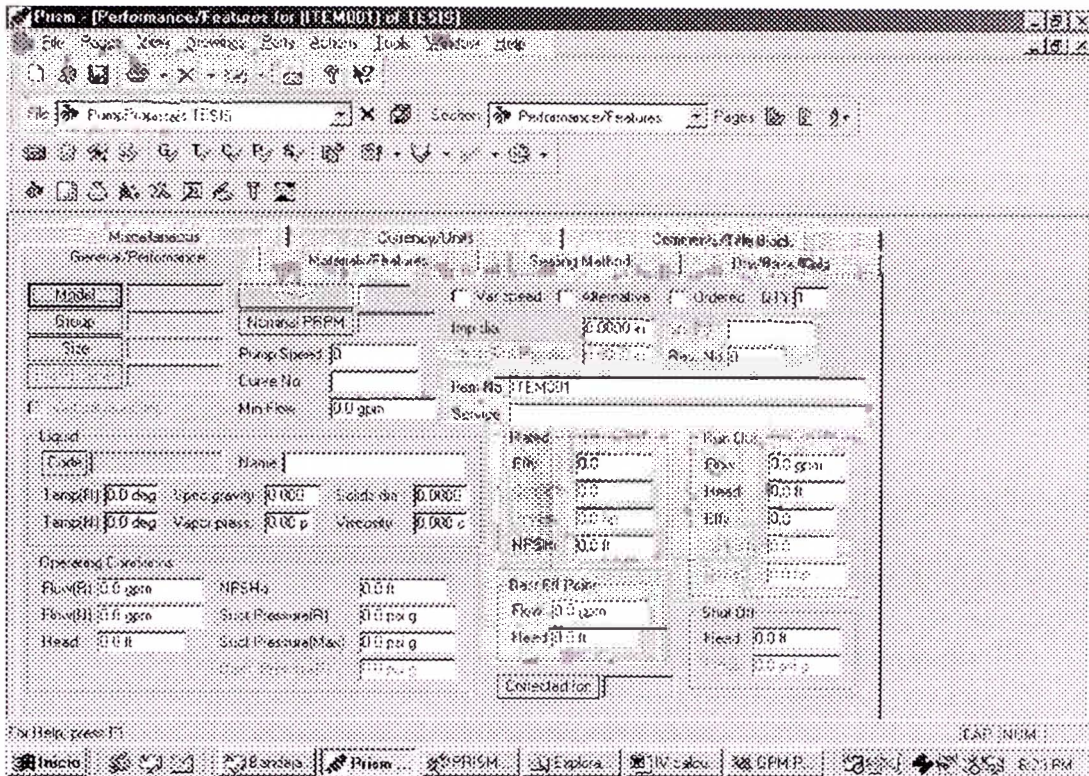


Figura 4.1 Muestra el Software winprism

4.5 VALVULAS Y ACCESORIOS REQUERIDOS PARA EL SISTEMA DE BOMBEO

La figura 4.2 muestra una típica disposición de instalación con succión negativa y las válvulas requeridas para la bomba tanto en la succión como en la descarga.

4.5.1 Arbol de succión

Estamos considerando la válvula de 10" de diámetro debido a que en la línea de succión se instalará tubería de 10"

a) **Válvula de Pie de 10" con conexión bridada**

Cuerpo: Acero estructural

Asientos de Sellado: Acero Inoxidable

Disco: acero inoxidable

Canastilla: Acero Inoxidable.

4.5.2 Arbol de descarga

Estamos considerando la válvulas de Diámetro 10"; tomando en cuenta que la tubería a instalarse será de Diam 10", pues con este, se calculó las perdidas a lo largo de la tubería y accesorios, a fin de seleccionar la bomba.

a) **Válvula de Mariposa de 10"**

Vastago: Acero Inoxidable

Disco: Acero Inoxidable

Asientos: EPDM

Conexión: Tipo Wafer ANSI 150

Accionamiento: Manual

Presión de trabajo: 220 PSI

b) Válvula Check de 10"

Tipo Wafer Con resorte externo, ANSI Clase 150

Cuerpo: Acero al Carbono ASTM A 216 – WCB

Disco: ASTM A351 – CF8M

Asiento: ASTM A240 – 304

La válvula check es el tipo resorte externo, que permite Regulación externa en el mismo lugar de operación. El principio básico de operación en este tipo de válvula se concentra en lo siguiente: La válvula inicia el proceso de cerrado cuando el flujo empieza a decrecer, con el resorte externo, es posible cerrar la válvula antes que el flujo retorne. Esto reduce o elimina el golpe de ariete y/o los problemas asociados a este fenómeno.

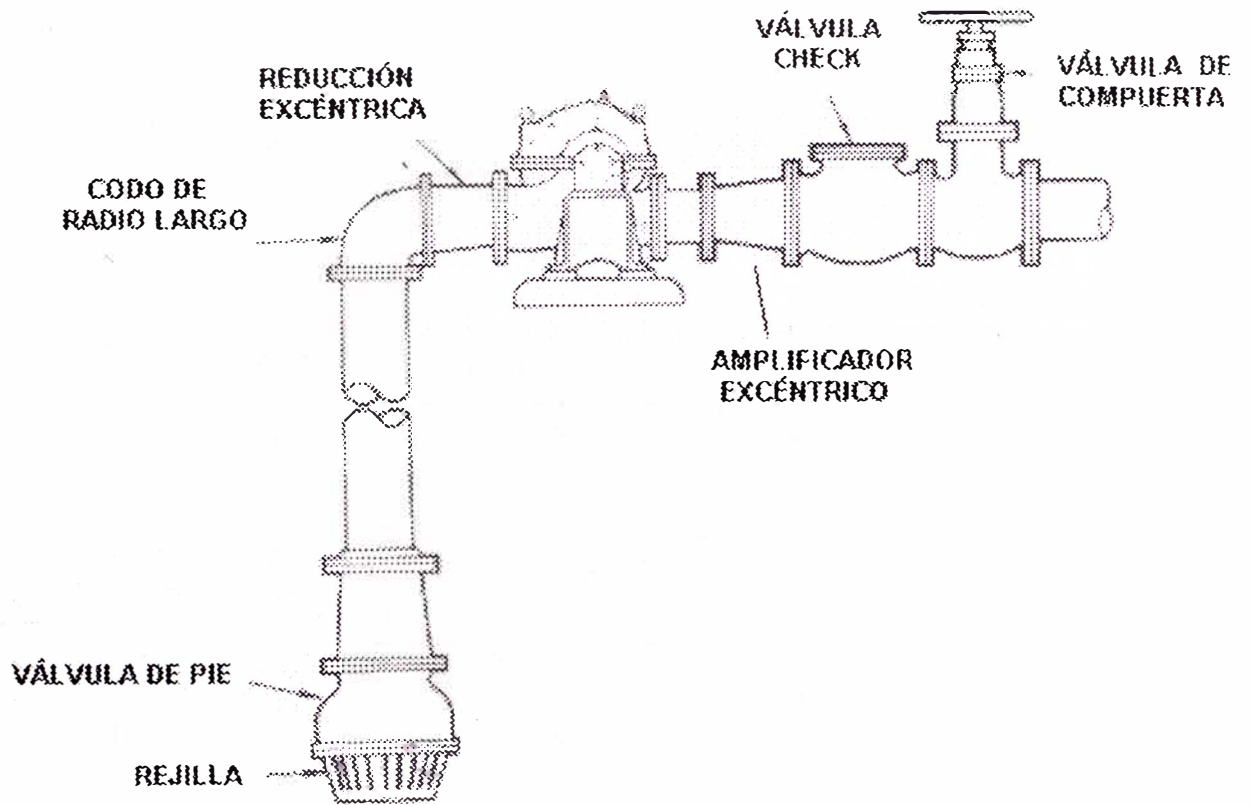


Figura 4.2: Árbol de succión y descarga.

4.5.3 Accesorios del Arbol de succión y descarga

Consta de lo siguiente

- Un (01) Carrete Bridado Diam. 10" x 70"
- Un (01) Carrete Bridado Diam. 10" x 26"
- Un (01) Carrete Bridado Diam. 10" x 10"
- Un (01) Carrete Bridado Diam. 10" x 20"
- Un (01) Carrete Bridado Diam. 6" x 17"
- Una (01) Reducción 10" a 8" Bridada
- Una (01) Difusor 6" a 10" Bridada
- Un (02) Codo Diam. 10" Bridada.

Pernos y Empaquetaduras.

Los materiales para Bridas son de Acero estructural ASTM A36 ; para carretes y accesorios ASTM A53 SCH 40, pernos de $\frac{3}{4}$ " x 3" $\frac{5}{8}$ " x 3" GR.5, y empaquetaduras de jebe enlonado de $\frac{1}{8}$ "; acabado superficial, arenado a metal blanco y pintura epóxica a 4 milímetros de espesor.

4.6 PUESTA EN MARCHA DE LA BOMBA

4.6.1 Preparación para el arranque

a) Verificación del giro

El funcionamiento de la bomba en sentido erróneo puede ocasionar un daño grave

- Desconectar la fuente de suministro de energía al motor para evitar el arranque accidental
- Asegurarse que los cubos de acople estén fijados a los ejes y no estén flojos
- Conectar el suministro de energía al motor
- La dirección de rotación está marcado en la bomba; asegurarse que todo este correcto. Mover el motor lo suficiente como para determinar la dirección del giro. Pulsar la botonera del motor para verificar el sentido de giro.
- Desconectar el suministro de electricidad al motor.

b) Acople de la bomba y motor

- Desconectar el suministro de energía del motor para evitar el giro accidental.
- Instalar y lubricar el acople según las instrucciones del fabricante.
- Instalar la protección del acople.

Nunca se debe poner en funcionamiento una bomba sin haber instalado adecuadamente la protección del acople.

c) Lubricación de Cojinetes

Los rodamientos están disponibles para ser lubricadas por grasa o por aceite; en nuestro caso la bomba esta lubricada por grasa.

- Lubricación por grasa (estándar): puede ser identificado por las graseras localizada en la caja de rodamientos; de fábrica viene con grasa suficiente para 2,000 horas de operación, remitirse al Manual de operación y mantenimiento para la lubricación futura.

d) Cierre del eje

Pueden ser de dos formas: empaque o sello mecánico; en nuestro caso la opción es caja de empaquetadura.

Las bombas se entregan sin empaquetadura, anillo linterna y prensaestopas partido. Estos accesorios están incluidos en la caja que acompaña a la bomba y deben instalarse antes del arranque a continuación los pasos a seguir para una correcta instalación

- Limpie cuidadosamente el diámetro interior de la caja de empaquetadura y asegurarse que no contenga materiales extraños

- Enrosque la empaquetadura hasta que quede alrededor del eje ver figura 4.3
- Inserte la empaquetadura colocando las juntas por separado
- La disposición de la caja por orden de instalación es: 2 anillos de empaquetadura, anillo linterna(una pieza), luego 3 anillos de empaquetadura. Asegurarse que anillo linterna esté colocado en la conexión de lavado ver figura 4.4
- Instale las mitades del prensaestopas y ajuste las tuercas a mano de modo uniforme.

Si la presión en la caja de la empaquetadura es superior a la presión atmosférica y el bombeo es limpio, generalmente un prensa estopa normal con goteo de 40 a 60 gotas por minuto resulta suficiente para lubricar y enfriar la empaquetadura, pudiendo prescindir del líquido de sellado. Es necesario el uso de un líquido de sellado de fuente externa cuando:

- Algunas partículas abrasivas pueden rayar a camisa del eje durante el bombeo
- La presión en la caja de la empaquetadura es inferior a la presión atmosférica debido al funcionamiento de la bomba con altura de aspiración o cuando la aspiración se realiza en vacío. En estas condiciones, la

empaquetadura no se enfría ni se lubrica y penetrará aire en la bomba.

En caso de que se requiera una fuente exterior de líquido limpio y compatible, la presión debe ser de 1.0 kg/cm² (15psi) sobre la presión de succión. Debe conectarse la tubería a la conexión del anillo linterna.

e) **Verificar el alineamiento del acople**

Verificar que el alineamiento horizontal , vertical, y angular estén dentro de la tolerancia indicada en el catálogo de operación y mantenimiento

4.6.2 Arranque de bomba

a) **Verificar la libre rotación:**

Rotar el eje manualmente para asegurar que los elementos roten libremente

b) **Cebado de la bomba**

Nunca arranque la bomba hasta que haya sido cebada adecuadamente. Pueden utilizarse varios métodos deferentes de cebado dependiendo del tipo de instalación y del tipo de servicio. Para el tipo de instalación con succión negativa que es nuestro caso puede utilizarse una válvula de pie y fuente exterior de líquido para cebar la bomba .

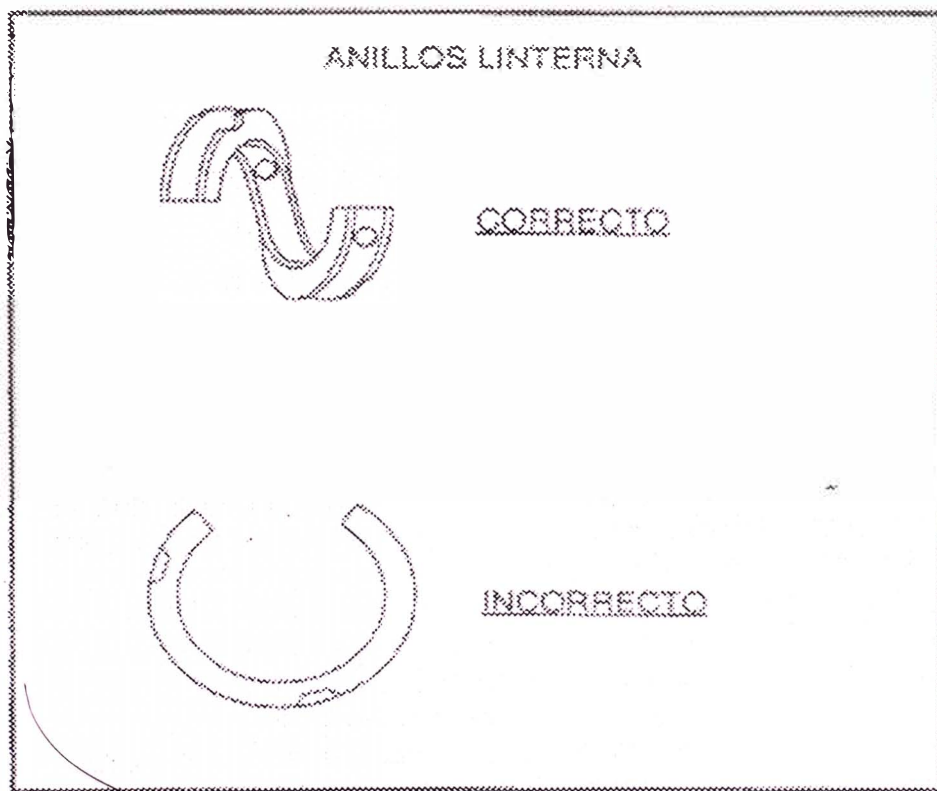
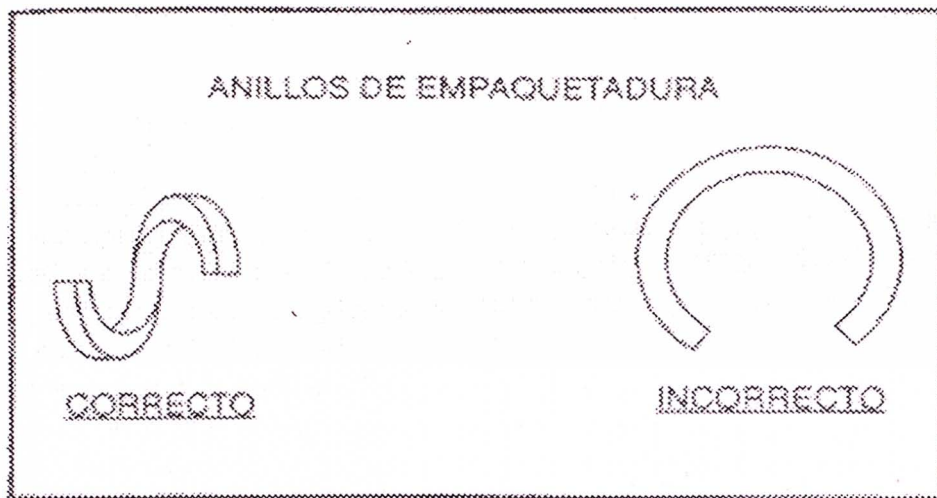


Figura 4.3: Forma correcta de insertar los anillos de empaque y linterna.

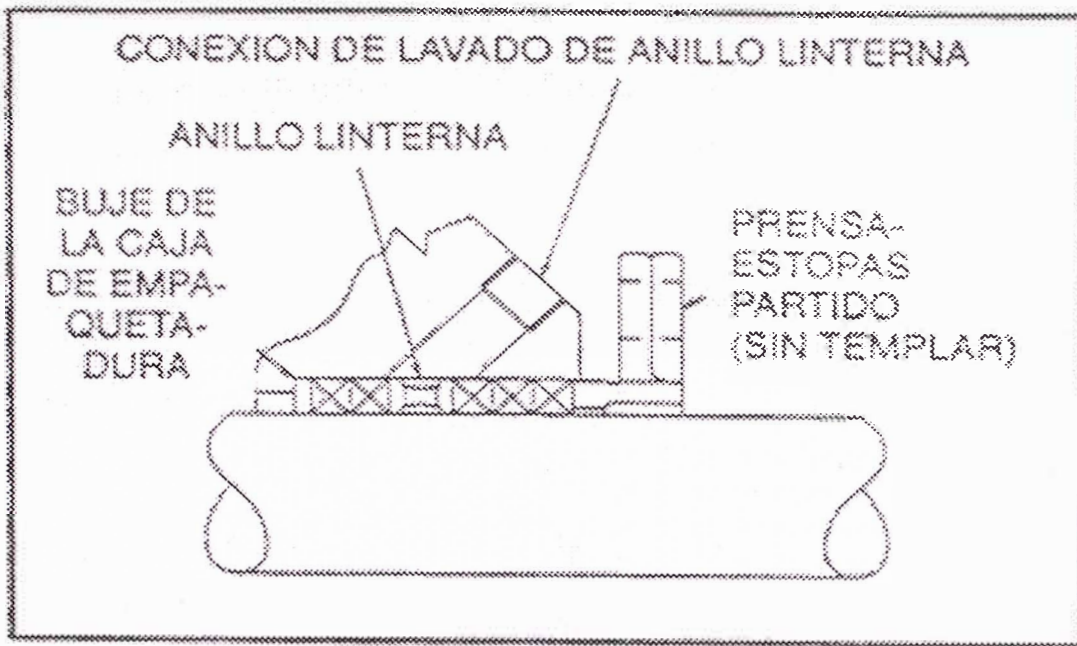


figura 4.4: Disposición de empaque y anillo linterna.

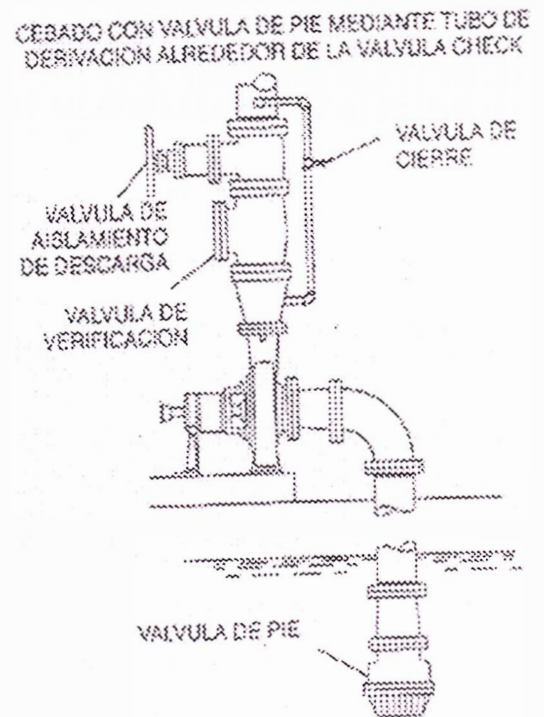
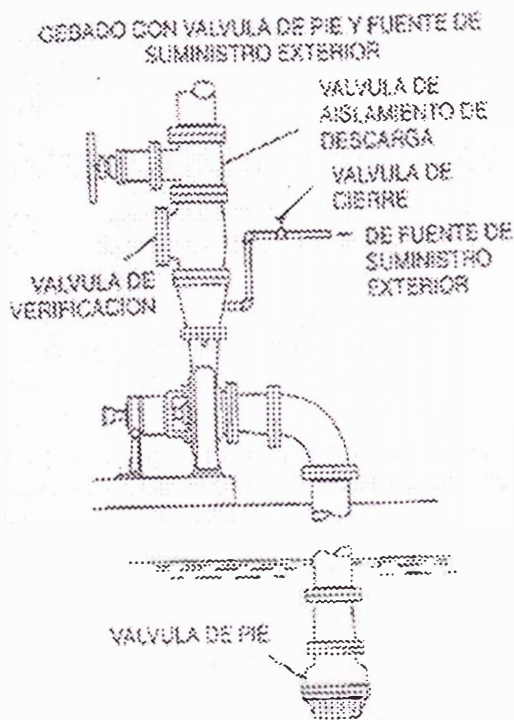


figura 4.5: Formas de cebar la bomba con succión negativa.

La fuente exterior del líquido puede proceder de una bomba de cebado, de una tubería de descarga presurizada u otra fuente de suministro exterior ver figura 4.5 y proceder de la siguiente manera:

- Cerrar la válvula de compuerta en la descarga y abrir los respiraderos de aire de la carcasa y el tapón de cebado
 - Abrir la válvula de la tubería de fuente de suministro exterior de líquido o llenar con fluido por el orificio de cebado hasta que salga solo agua de las válvula de venteo con esto aseguramos que toda la succión y la bomba esta totalmente cebada.
 - Cerrar las válvulas de venteo y luego la tubería de suministro exterior.
 - Cerrar el tapón de orificio de ventilación y el tapón de cebado
- c) Cerrar completamente la válvula de descarga o abra parcialmente tal como lo determinen las condiciones del sistema.
- d) Arranque el motor
- e) Abrir lentamente la válvula de descarga hasta obtener el flujo deseado.

f) Precauciones

- Inmediatamente después de arrancar el motor observe los medidores de presión, si no se alcanza rápidamente la presión de descarga, para el motor, vuelva a cebar e intente volver a arrancar.
- Observar los niveles de vibración de la bomba, temperatura de los rodamientos y el excesivo ruido ; si exceden los niveles normales apagar el equipo ver las causas que la originan.

4.6.3 Operación

- a) Siempre que se requiera variar la capacidad regular la válvula en la línea de descarga; Nunca estrangular el flujo en el lado de la succión
- b) El motor puede sufrir una sobrecarga si la gravedad específica del bombeo (densidad) es mayor que la originalmente supuesta, o se excede de la intensidad de flujo establecido
- c) La bomba debe funcionar siempre en las condiciones establecidas para evitar el daño que pudiera producirse por la cavitación o recirculación.

d) Nunca operar la bomba debajo del flujo mínimo o con la válvula de succión y/o descarga cerrados estas condiciones pueden producir rápidamente el fallo de la bomba; el daño se produce debido a:

- Mayores niveles de vibración: afecta a los cojinetes, cajas de empaquetaduras y sellos mecánicos.
- Mayores empujes radiales: tensiones en el eje y los cojinetes.
- Concentración de calor: La vaporización que hace que las piezas giratorias se rayen o queden agarrotadas.
- Cavitación: Daño en las superficies internas de la bomba

e) Chequear el alineamiento final

- Poner en funcionamiento la bomba bajo condiciones reales de operación durante un período de tiempo suficiente para que la bomba y el motor alcancen la temperatura de operación.
- Verificar el alineamiento de acuerdo al catalogo de operación y mantenimiento.

4.6.4 Repuestos recomendados

Los repuestos recomendados por bomba para tener de stock son:

- a) Dos (02) anillos de desgaste de carcasa.
- b) Dos (02) anillos de desgaste del impulsor.
- c) Dos (02) bocinas de eje.
- d) Un (01) eje.
- e) Un(01) set de rodamientos.
- f) Un (01) kit de empaquetadura.
- g) Un (01) set de empaques y orines.
- h) Un (01) sello laberinto lado acople.
- i) Dos (02) sellos laberinto lado empuje.



Foto Nro 1: Muestra la poza de solución de cianuro para la lixiviación



Foto Nro 2 : Muestra las barcazas y las bombas en plena instalación



Foto Nro 3: Muestra vía de acceso a la bombas Goulds Pumps

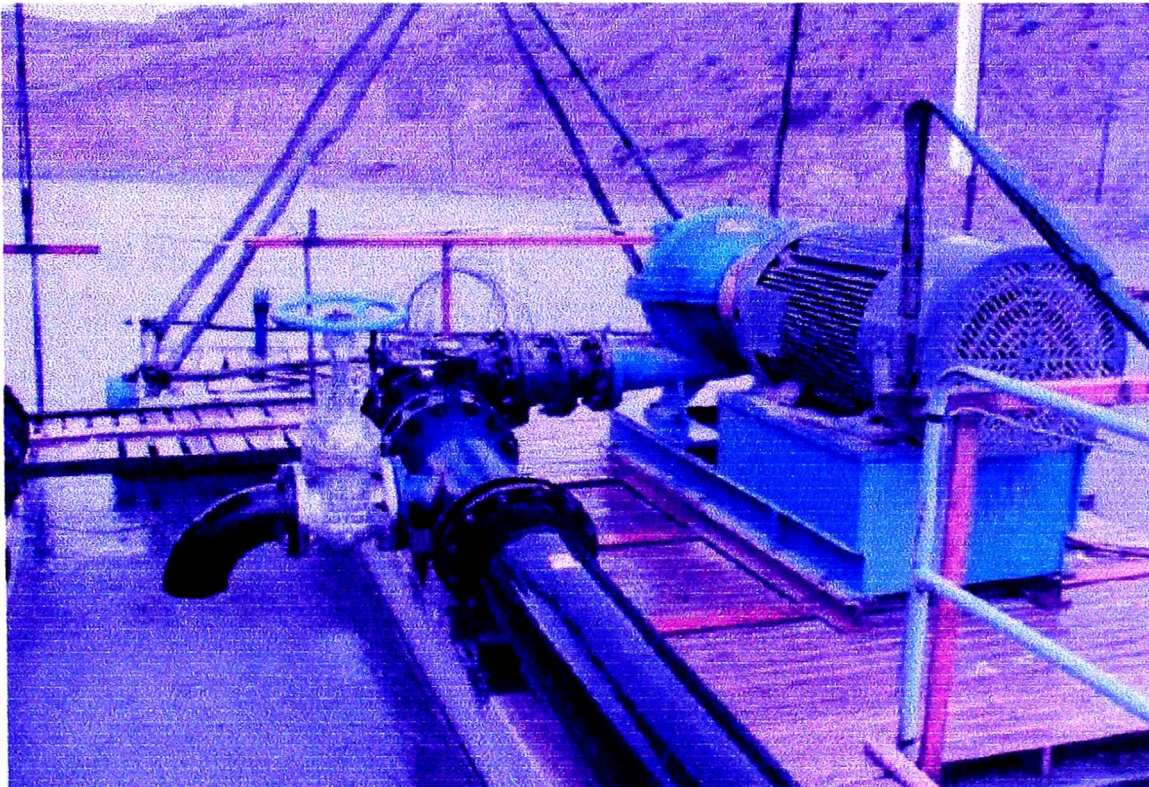


Foto Nro 4: Muestra bomba y accesorios en plena instalación



Foto Nro 5: Muestra conjunto motor bomba

CAPITULO V

COSTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO PROPUESTO

En este capítulo se mostrarán los costos asociados al proyecto, los cuales involucra los costos de inversión e instalación, los costos de mano de obra, y los costos de mantenimiento para el sistema de bombeo propuesto . Para el sistema de bombeo actual veremos los costos de mantenimiento.

Tomaremos las siguientes consideraciones:

- Los costos de instalación y obras civiles son estimados en base a consultas realizadas a la compañía que realizó el montaje.
- Para el cálculo de la mano de obra, incluyo a todo el personal que intervino en el trabajo con un promedio diario de trabajo de 12 horas y sus respectivos jornales por categoría.
- Para la evaluación de los costos de mantenimiento del sistema de bombeo actual se tomo como referencia las últimas reparaciones realizadas en la Mina.

5.1 Costo total de inversión del sistema de bombeo propuesto

5.1.1 Costo de bombas y equipos

Tenemos la siguiente descripción por equipo unitario

Descripción	Unid	Cant.	Precio unit.	Subtotal (US\$)
Bomba GOULDS PUMPS incluye (bomba, motor de 350HP, acople, guarda acople, Base común)	Pza	01	24 505.00	24 505.00
Tablero eléctrico de 350 HP	Pza	01	9 711.00	9 711.00
Válvula de pie de 10"	Pza	01	1 650.00	1 650.00
Válvula de mariposa de 10"	Pza	01	693.00	693.00
Válvula check de 10"	Pza	01	3 375.00	3 375.00
Manómetro	Pza	01	90.00	90.00
Accesorios para el árbol de succión y descarga incluye: Carrete bridado de 10" *70" Un Carrete Bridado Diam. 10" x 70" Un Carrete Bridado Diam. 10" x 26" Un Carrete Bridado Diam. 10" x 10" Un Carrete Bridado Diam. 10" x 20" Un Carrete Bridado Diam. 6" x 17" Una Reducción 10" a 8" Bridada Una Difusor 6" a 10" Bridada dos Codo Diam. 10" Bridada. Pernos y Empaquetaduras.	Jgo	01	2 403.00	2 403.00

Costo total por bomba = US\$ 42 427.00

El proyecto comprende, dos bombas en operación y una en stand by por lo tanto el costo total de inversión es:

Costo total = Numero de unidades x costo unitario

Costo total = US\$ 127 281.00

5.1.2 Costo de obras civiles (construcción de barcaza)

Costo por barcaza = US\$ 15 000.00

Costo total por tres barcazas =US\$ 45 000.00

5.1.3 Costo de mano de obra

El montaje total se efectuó en 25 días con personal de la empresa que realizó la construcción y diseño de a barcaza, del cual se deduce lo siguiente:

Personal	Cant.	Nro de horas	Costo por hora (US\$)	Total (US\$)
Supervisor	01	300	5.20	1 560.00
Capataz	01	300	3.0	900.00
Maestros mecánicos	03	900	1.5	1 350.00
Ayudantes mecánicos	03	900	1.10	990.00
Soldadores	01	300	1.5	450.00
Ayudantes soldadores	01	300	1.1	330.00

Costo total = US\$ 5 580.00

Costo total de mano de obra = US\$ 5 580.00

5.1.4 Costo total

Costo total = Costo de bombas y equipos + costo de obras civiles + costos de mano de obra

Costo total = 127 281.00 + 45 000.00 + 5 580.00 = 177 861.00

Costo total = US\$ 177 861.00

5.2 Costos de mantenimiento del sistema de bombeo propuesto

De las tres bombas que se adquieren se considera dos bombas en operación y una en stand by

5.2.1 Costos de mano de obra

Para efectuar el mantenimiento anual por bomba se requieren 02(dos) mecánicos y 01(un) supervisor.

Personal	Cantidad	Nro Horas	Costo por Hora	Total
Mecánicos	2	16	1.5	24
Supervisor	1	8	3	24

Total = US\$ 48.00

Costo total por dos bombas = US\$ 96.00/ Año

5.2.2 Costo de repuestos para un año de operación:

Para este tipo de bombas seleccionadas a continuación se detalla los repuestos necesarios para dos años de operación.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total US\$
Anillos de desgaste carcasa	Pza	02	650.00	1300.00
Anillos de desgaste impulsor	Pza	02	550.00	1100.00
Bocinas de eje	Pza	02	400.00	800.00
Rodamiento de empuje	Pza	02	90.00	180.00
Rodamiento lado acople	Pza	02	50.00	100.00
Kit de orines y empaquetaduras	Jgo	02	50.00	100.00
Empaque	Jgo	02	25.00	50.00

Costo total = US\$ 3 630.00

Costo total anual de repuestos por bomba = US\$ 1 815.00

Costo total anual de repuestos por dos bombas =US\$ 3 630.00

Costo total anual de mantenimiento =3 630.00 +96.00

Costo total anual de mantenimiento =US\$ **3 726.00 / Año**

5.3 Costos de mantenimiento del sistema de bombeo actual

Los costos se refieren al mantenimiento de las tres bombas que están funcionando actualmente.

5.3.1 Costo de mano de obra

Para efectuar el mantenimiento anual por bomba se requieren 03 mecánicos y un supervisor.

Personal	Cantidad	Nro Horas	Costo por Hora	Total
Mecánicos	3	48	1.5	72.00
Supervisor	1	16	3	48.00

Total US\$ = 120.00

Costo total por tres bombas US\$ = 360.00/ Año

5.3.2 Costo de repuestos para un año de operación:

Se esta considerando los repuestos para las tres bombas operando.

Descripción	unidad	Cantidad	Precio unitario	Total US\$
Impulsores	Pza	18	190.00	3 420.00
Tazones	Pza	18	210.00	3 780.00
Bocinas de eje	Pza	18	80.00	1 440.00
Rodamientos	Set	03	190.00	570.00
Kit de orines y empaque	Set	03	50.00	150.00
Motor eléctrico sumergible	Pza	01	9 500.00	9 500.00

Costo total US\$ = 18 860.00

Costo total anual =US\$ 18 860.00 +US\$ 360

Costo total anual de mantenimiento = **US\$ 19 220.00 / Año**

CONCLUSIONES

- 1 Mediante la sustitución de bombas con criterio técnico económico Se ha logrado resultados óptimos en el sistema de bombeo obteniendo un sistema mas confiable y un mejor costo beneficio de operación y mantenimiento en la Cía. Minera Aurífera Santa Rosa.
- 2 Los costos de mantenimiento del sistema de bombeo propuesto son menores a los costos de mantenimiento del sistema de bombeo actual en 15,494.00 por año de operación
- 3 La selección del nuevo sistema de bombeo satisface la nueva de demanda de caudal de 200 lps para la lixiviación de los PAD
- 4 La estación principal de bombeo propuesto optimiza el proceso de lixiviación de los PAD, esto se ve reflejado en el incremento de la producción de ORO en la Mina citada.

- 5 Los costos de no producción por paradas intempestivas en las bombas actuales son reducidas al máximo con el nuevo sistema de bombeo propuesto.
- 6 Es muy importante tener en cuenta todos los criterios y las consideraciones durante el proceso de selección, ya que de esto dependerá el éxito o no del sistema de bombeo.
- 7 Finalmente Hoy en día las herramientas computacionales ayudan y optimizan el proceso de selección y diseño de los sistemas de bombeo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 CHEMICAL ENGINEERING MAGAZINE
WILLIAM A. TOLAN B.S. M.S.
- 2 GPM GOULDS PUMPS MANUAL (6TH EDITION)
- 3 INSTALLATION, OPERATION & MANTENANCE OF 3410 MODEL
GOULDS PUMPS
- 4 PUMPS FUNDAMENTAL
[WWW. GOULDSPUMPS.COM](http://WWW.GOULDSPUMPS.COM)
- 5 PUMP & CARE MANUAL
A COLLECTION OF CENTRIFUGAL PUMP MAINTENANCE
ARTICLES
GOULDS PUMPS ITT INDUSTRIES
- 6 SALES APPLICATION MANUAL
GOULDS SLURRY PUMPS

ANEXO A

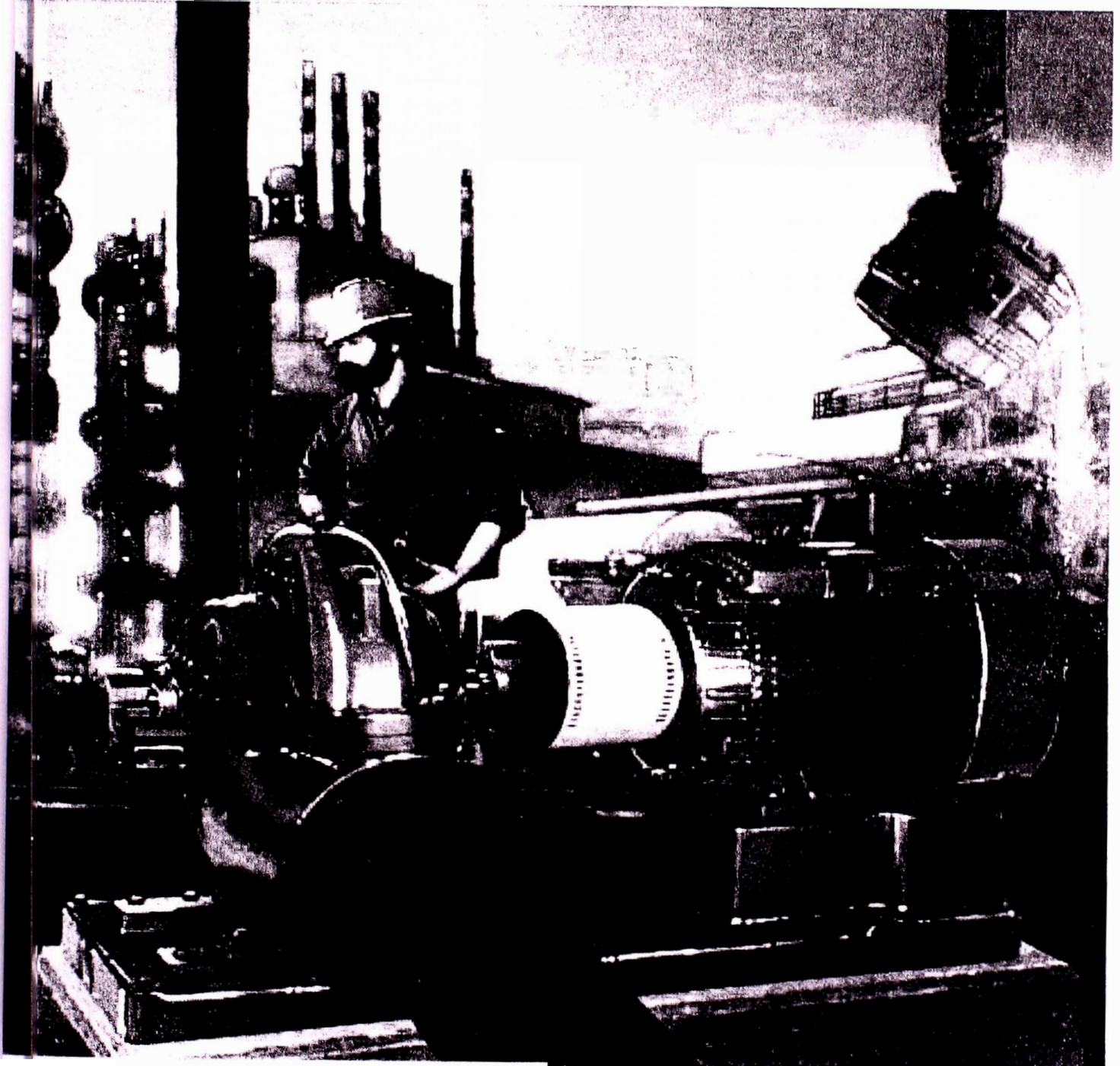
CARACTERISTICAS DE LA BOMBA GOULDS PUMPS

MODELO 3410 6X8-22L



GOULDS PUMPS

Goolds Model 3410 Single Stage, Double Suction Pumps



INTECH S.A.
DIVISION MINERIA

AV. SAN LUIS N° 2619 - PISO 5 - SAN BORJA
LIMA 41 - PERÚ
Telf. : (51-1) 224-9493
Fax. : (51-1) 224-6716
E-mail : ventas@intech-sa.com

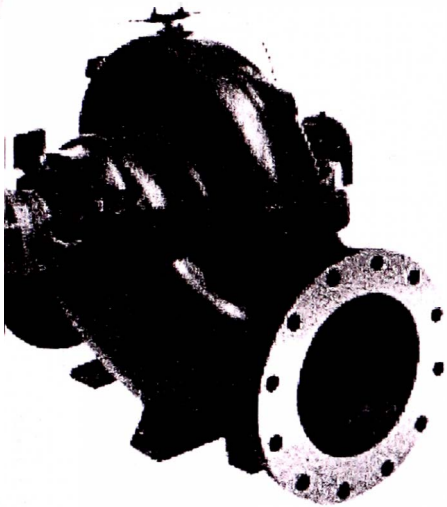
Goolds Pumps



ITT Industries
Engineered for life

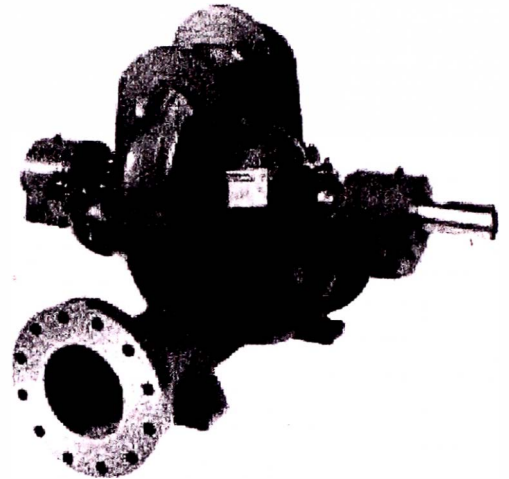
Emer Goulds Double Suction Pumps

Goulds offers double suction pumps for various services covering a wide range of capacities and heads.



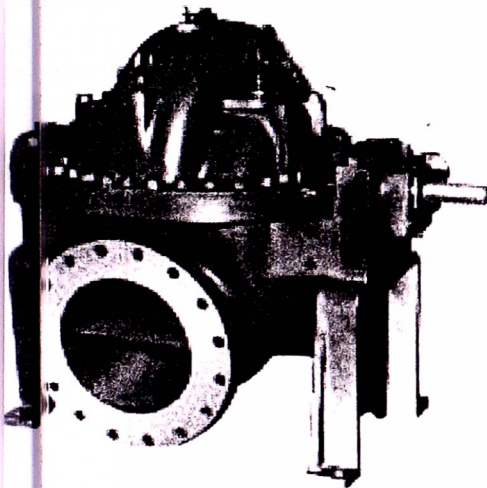
3408

Capacities to 6,000 GPM (1360 m³/h)
Heads to 570 Ft. TDH (174m)
Temperatures to 250F (120C)
Working Press. to 400PSI (2750 kPa)



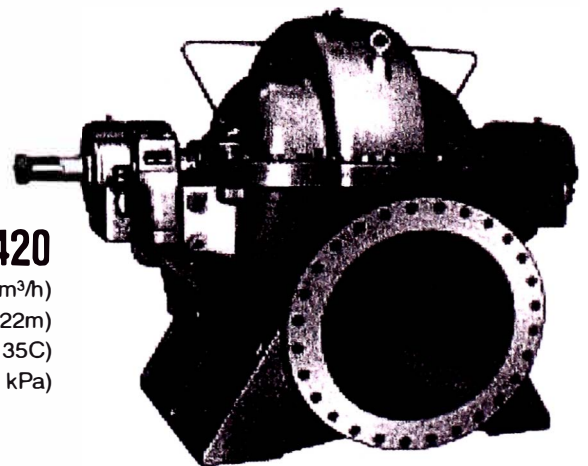
3409

Capacities to 12,000 GPM (2725 m³/h)
Heads to 850 Ft. TDH (260m)
Temperatures to 250F (120C)
Working Press. to 400PSI (2750 kPa)



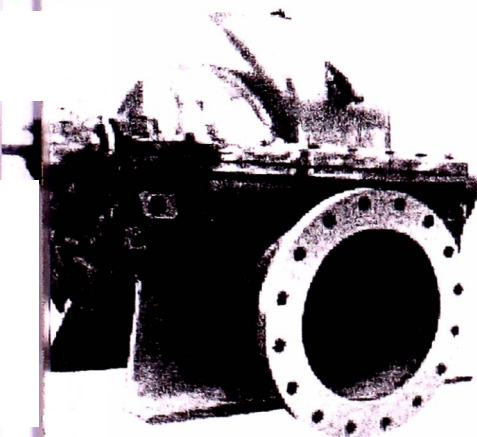
3415

Capacities to 15,000 GPM (3405 m³/h)
Heads to 570 Ft. TDH (174m)
Temperatures to 275F (135C)
Working Press. to 275PSI (1890 kPa)



3420

Capacities to 75,000 GPM (17000 m³/h)
Heads to 400 Ft. TDH (122m)
Temperatures to 275F (135C)
Working Press. to 200PSI (1380 kPa)

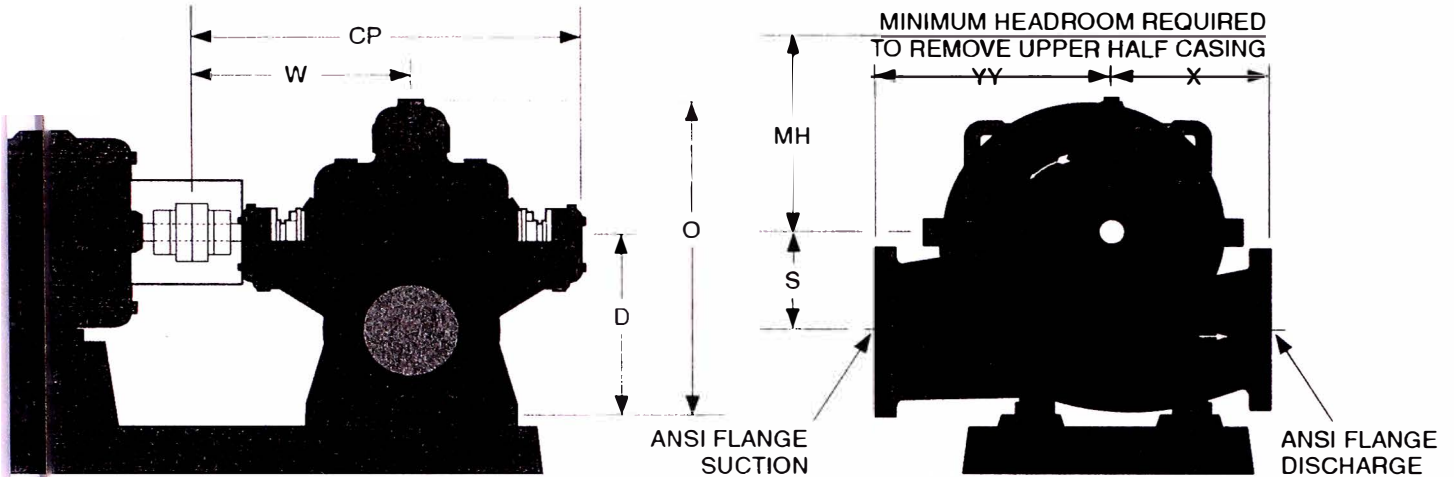


3498

Capacities to 110,000 GPM (24980 m³/h)
Heads to 800 Ft. TDH (245m)
Temperatures to 275F (135C)
Working Press. to 250PSI (1720 kPa)

Dimensions Model 3410

Dimensions in inches and (mm). Not to be used for construction.



DIMENSIONS DETERMINED BY PUMP

Disch.	Suct.	Casing	CP	W	YY	X	S	D	O	MH	Wt. Lbs. (kg)
2	3	11	26.38 (670)	14.62 (371)	9.00 (229)	7.50 (190)	7.25 (184)	11.50 (292)	18.38 (467)	12.38 (314)	330 (150)
3	4	10	26.38 (670)	14.62 (371)	10.50 (267)	9.00 (229)	7.00 (178)	11.50 (292)	18.91 (480)	12.75 (324)	333 (151)
4	6	9	26.38 (670)	14.62 (371)	10.00 (254)	8.50 (216)	6.00 (152)	11.50 (292)	17.88 (454)	10.88 (276)	334 (152)
4	6	11/H	26.38 (670)	14.62 (371)	12.38 (314)	10.50 (267)	6.00 (152)	11.50 (292)	19.22 (488)	13.25 (336)	410 (186)
4	6	13/H	26.38 (670)	14.62 (371)	13.25 (336)	11.00 (279)	6.00 (152)	11.50 (292)	20.59 (523)	15.88 (403)	472 (215)
4	6	15	31.88 (810)	18.00 (457)	14.50 (368)	10.00 (254)	9.50 (241)	16.00 (406)	25.88 (657)	17.38 (441)	637 (290)
6	8	11	31.88 (810)	18.00 (457)	14.50 (368)	12.00 (305)	9.00 (229)	16.00 (406)	26.44 (612)	16.00 (406)	692 (315)
6	8	14/H	31.88 (810)	18.00 (457)	15.50 (394)	13.00 (330)	9.00 (229)	16.00 (406)	25.75 (654)	16.75 (425)	665 (302)
6	8	17	31.88 (810)	18.00 (457)	15.75 (400)	14.25 (362)	9.00 (229)	16.00 (406)	27.88 (708)	20.62 (524)	885 (402)
8	10	11	31.88 (810)	18.00 (457)	17.00 (432)	13.25 (336)	9.00 (229)	16.00 (406)	25.50 (648)	15.25 (391)	737 (335)
8	10	12	31.88 (810)	18.00 (457)	19.50 (495)	13.00 (330)	8.75 (222)	16.00 (406)	27.31 (694)	17.38 (441)	858 (389)
8	10	14	31.88 (810)	18.00 (457)	19.50 (495)	13.88 (352)	8.75 (222)	16.00 (406)	28.50 (724)	19.50 (495)	996 (453)
6	8	22	37.28 (946)	21.00 (533)	22.00 (559)	20.50 (520)	13.50 (343)	22.00 (559)	40.50 (1029)	22.50 (572)	1495 (680)
8	10	17/H	37.28 (946)	21.00 (533)	20.00 (508)	16.50 (419)	10.00 (254)	22.00 (559)	34.06 (865)	20.88 (530)	1286 (585)
6	10	17	37.28 (946)	21.00 (533)	20.00 (508)	16.50 (419)	11.00 (279)	22.00 (559)	33.88 (860)	20.62 (524)	1015 (461)
8	10	21	37.28 (946)	21.00 (533)	20.30 (521)	17.00 (432)	13.00 (330)	22.00 (559)	36.31 (922)	24.88 (632)	1520 (691)
10	12	12	37.28 (946)	21.00 (533)	21.00 (533)	14.00 (356)	11.00 (279)	22.00 (559)	34.88 (886)	19.12 (486)	1229 (559)
10	12	14	37.28 (946)	21.00 (533)	21.00 (533)	16.75 (425)	11.00 (279)	22.00 (559)	34.00 (864)	19.25 (489)	1410 (641)
10	12	17	37.28 (946)	21.00 (533)	22.50 (572)	17.62 (448)	11.50 (292)	22.00 (559)	37.50 (952)	30.75 (781)	1709 (777)
10	12	12H	40.83 (1037)	23.19 (589)	22.00 (559)	15.00 (381)	13.00 (330)	24.00 (610)	39.50 (1003)	21.75 (552)	2168 (985)
10	12	15	40.83 (1037)	23.19 (589)	24.00 (610)	16.00 (406)	13.00 (330)	24.00 (610)	38.00 (965)	21.50 (533)	1720 (782)
12	14	15	40.83 (1037)	23.19 (589)	25.00 (635)	18.00 (457)	13.00 (330)	24.00 (610)	36.50 (927)	21.75 (552)	2500 (1136)

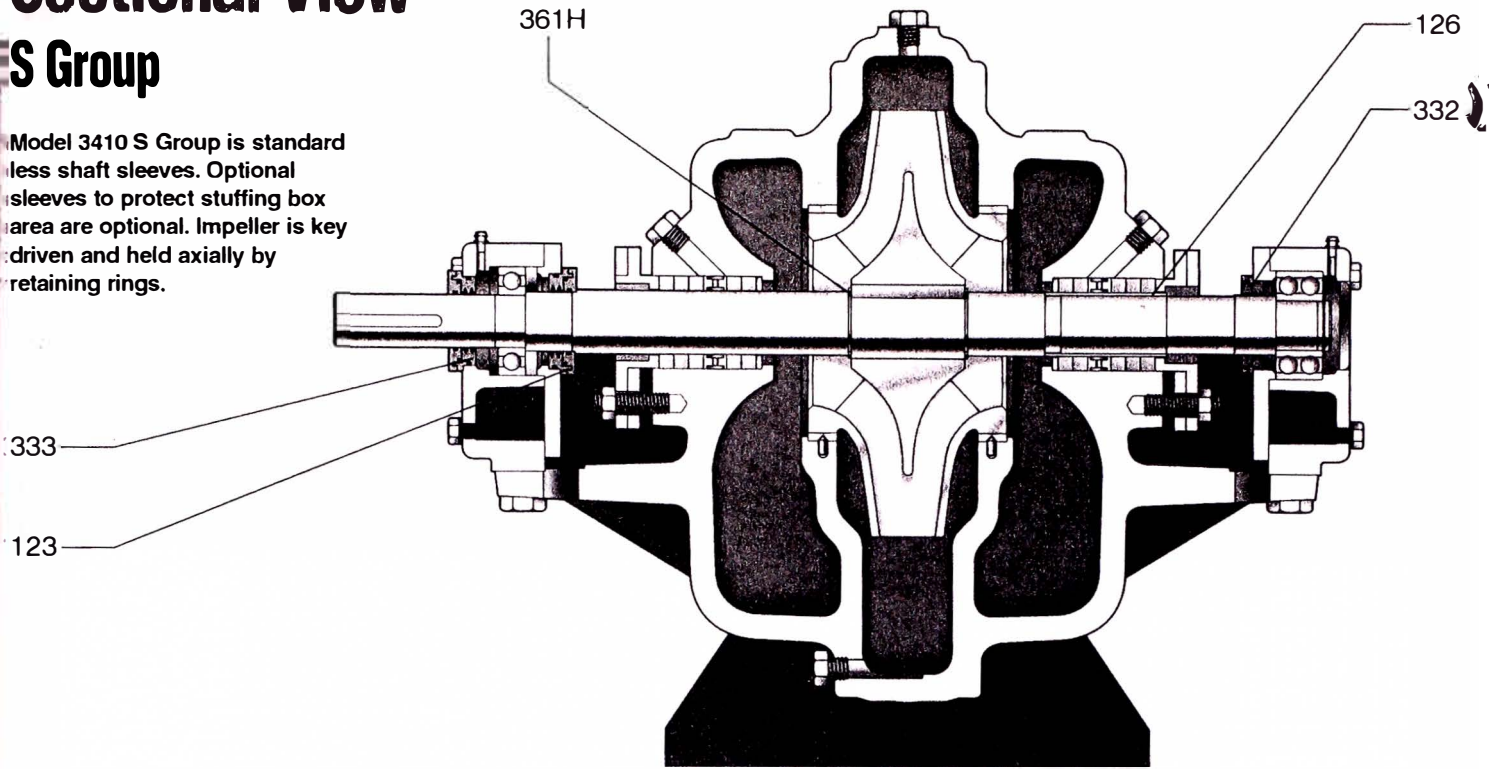
3-11, 3-11, 3x4-10, 8x10-21 & 6x8-22 are with 3 lb. discharge flange

Pumps furnished with right hand (clockwise) rotation are standard. Left hand (counter-clockwise) rotation optional.

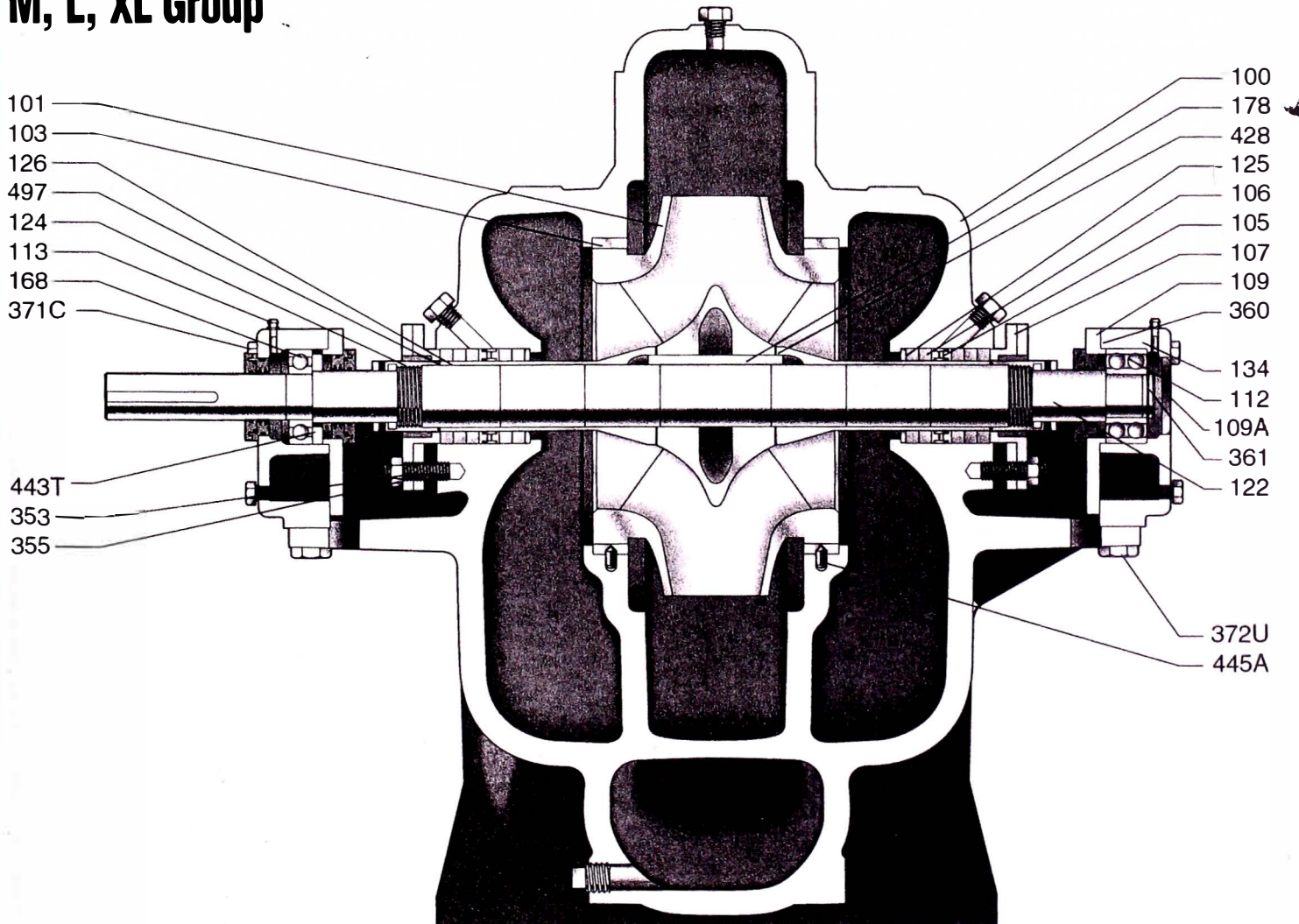
Sectional View

S Group

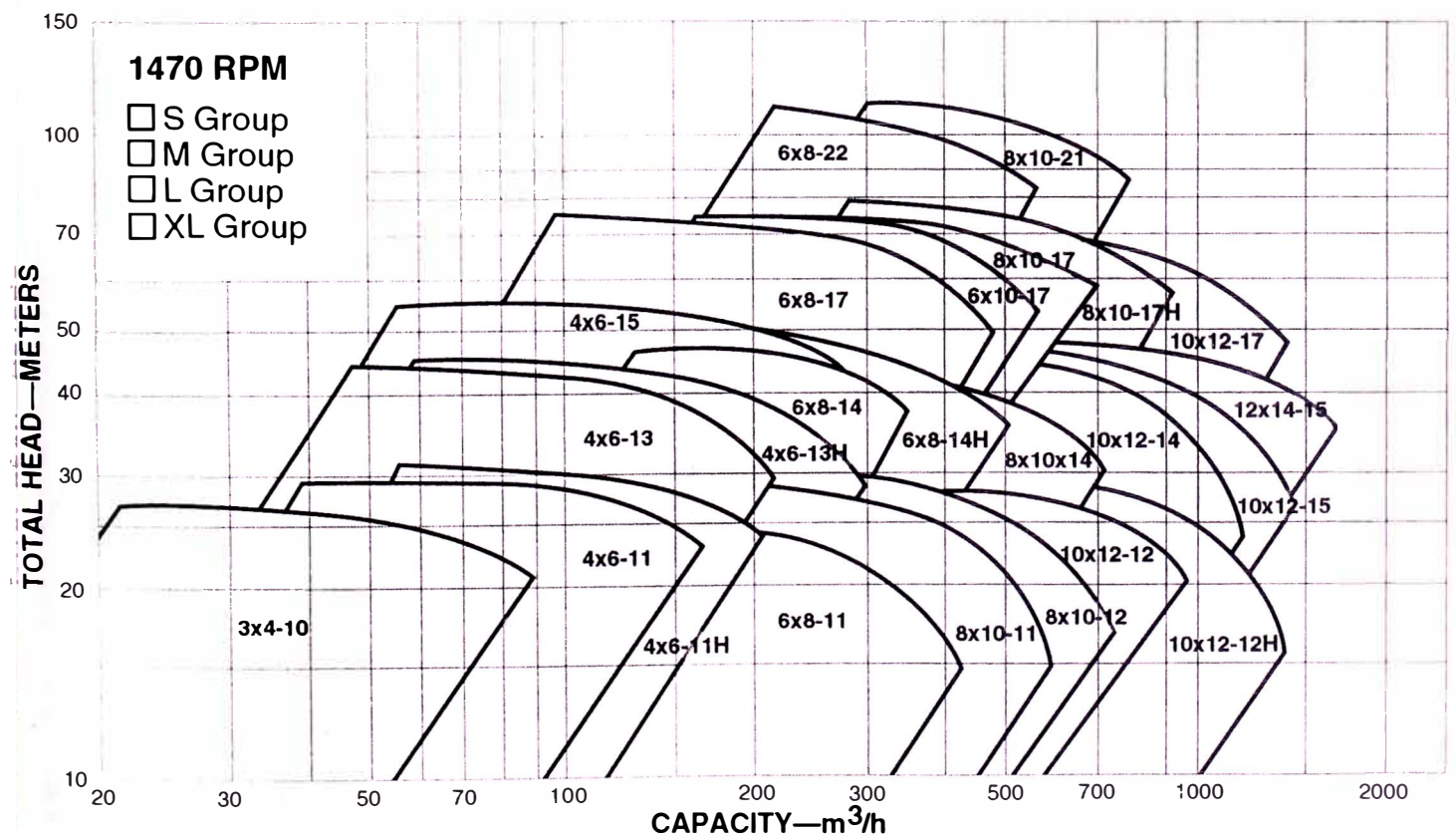
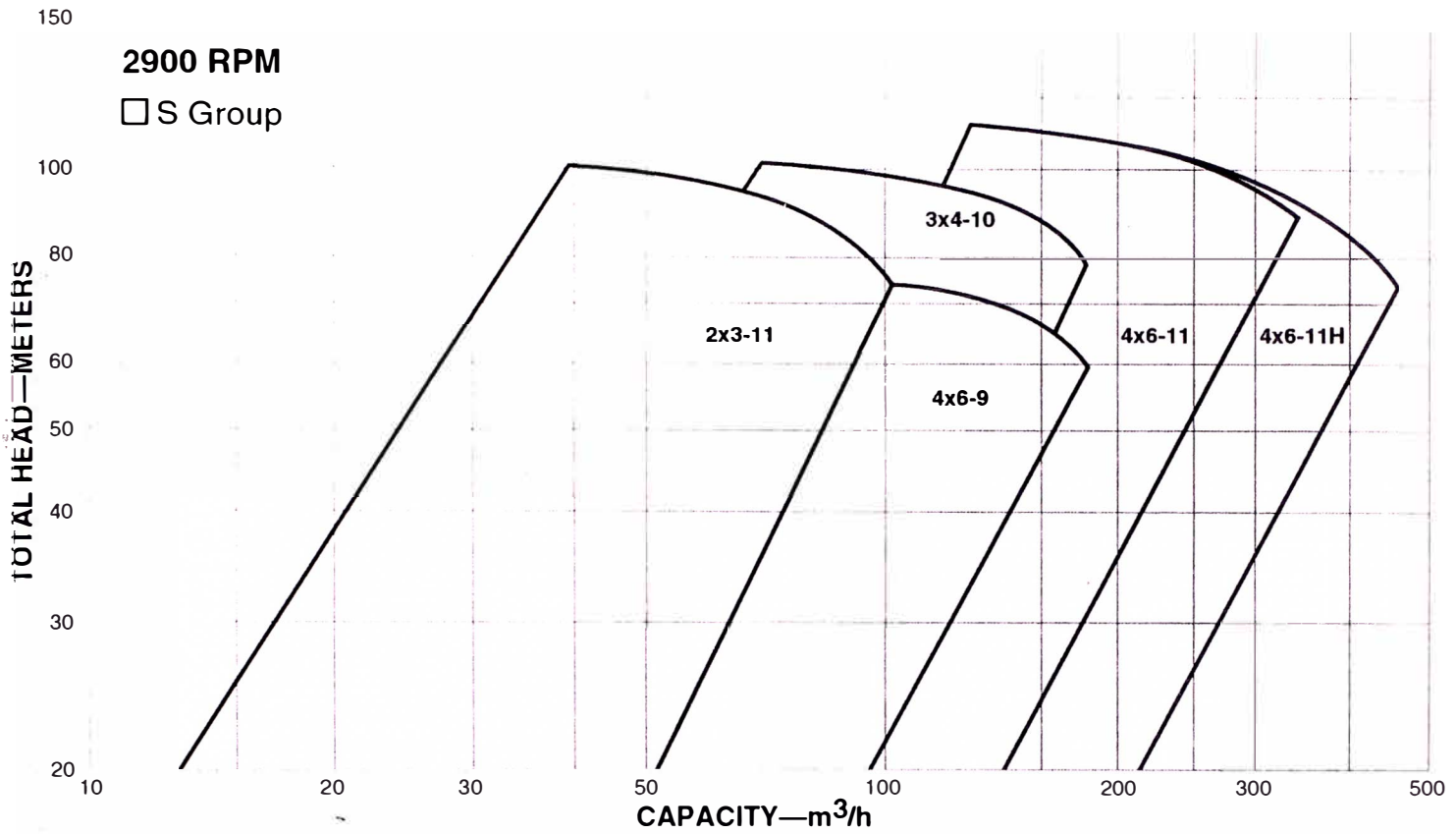
Model 3410 S Group is standard less shaft sleeves. Optional sleeves to protect stuffing box area are optional. Impeller is key driven and held axially by retaining rings.



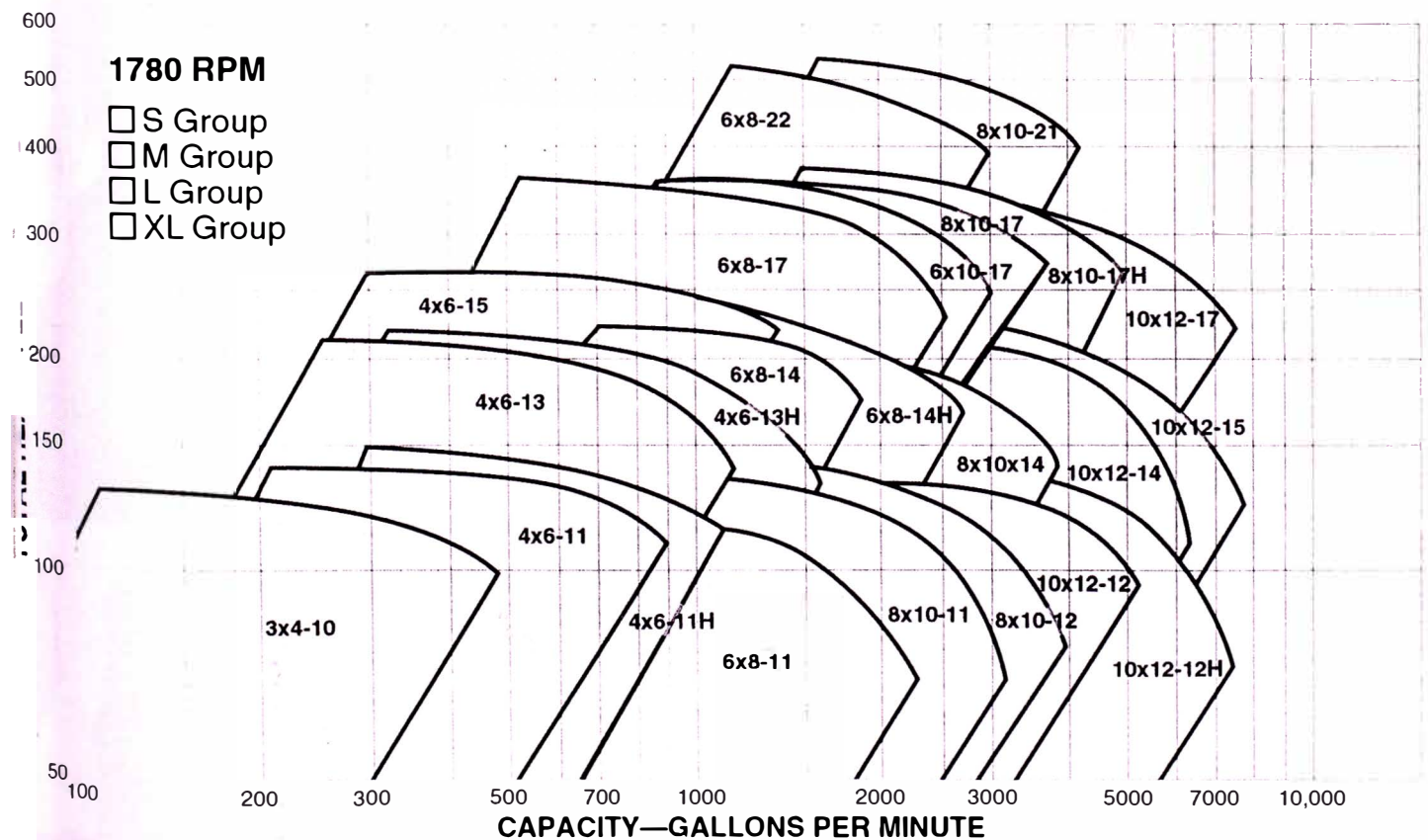
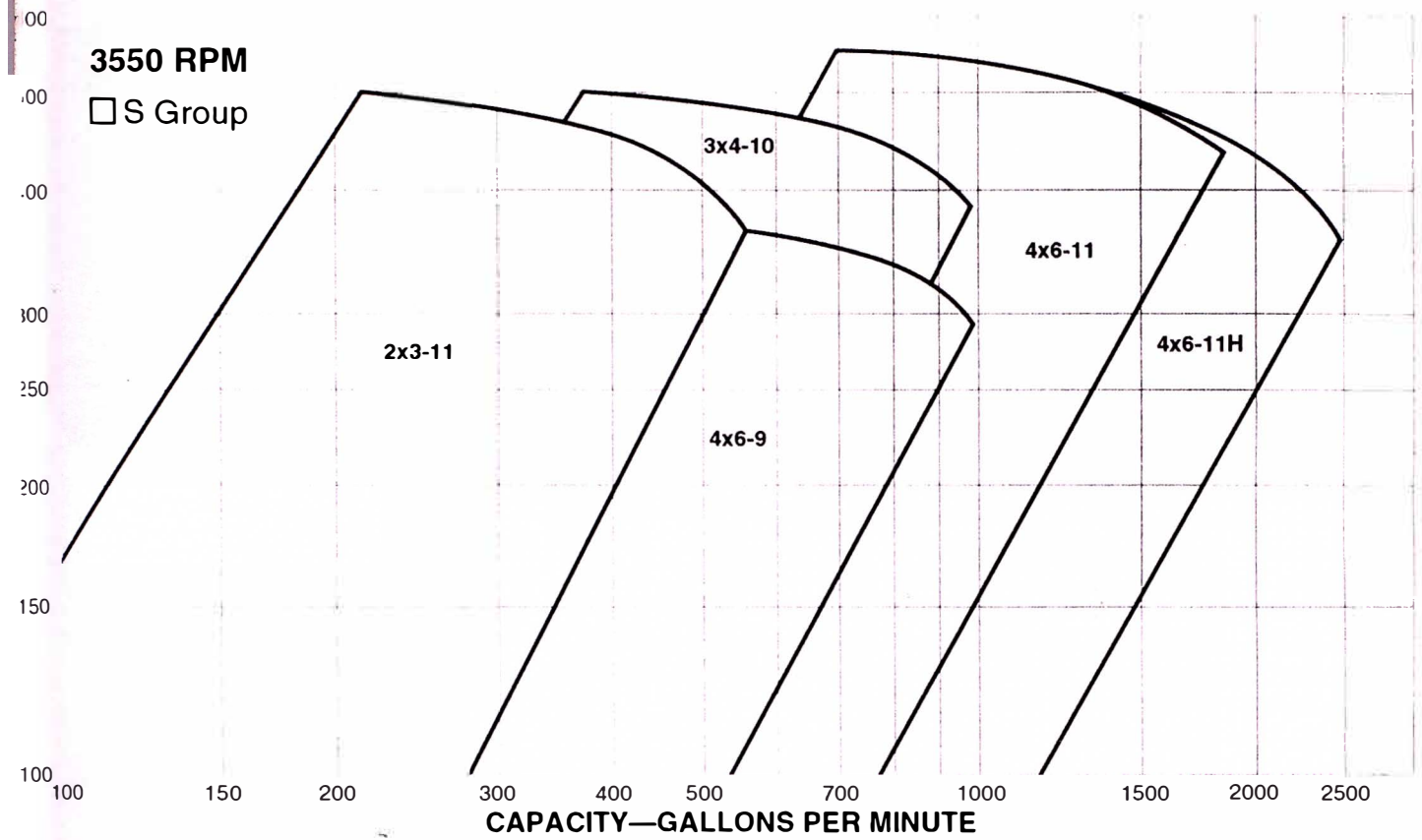
M, L, XL Group

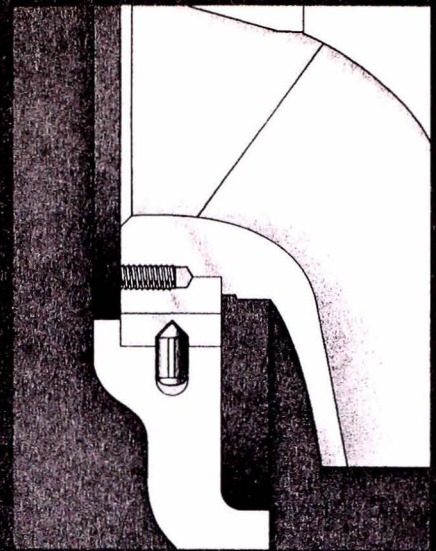


Hydraulic Coverage 50 Hz



Hydraulic Coverage 60 Hz





RENEWABLE IMPELLER WEARING RINGS

Available as an option on all sizes. Locked on impeller hub with set screws.

DOUBLE ROW THRUST BEARING

Regreasable double row thrust bearing for high axial thrust capability. Locked on shaft in bearing housing positively positions rotating element and carries any residual axial thrust. Oil lubrication with constant level oilers optional.

POSITIVE LIQUID SEALING

Shaft positively sealed from pumpage with gaskets and O-rings.

HEAVY DUTY CASING

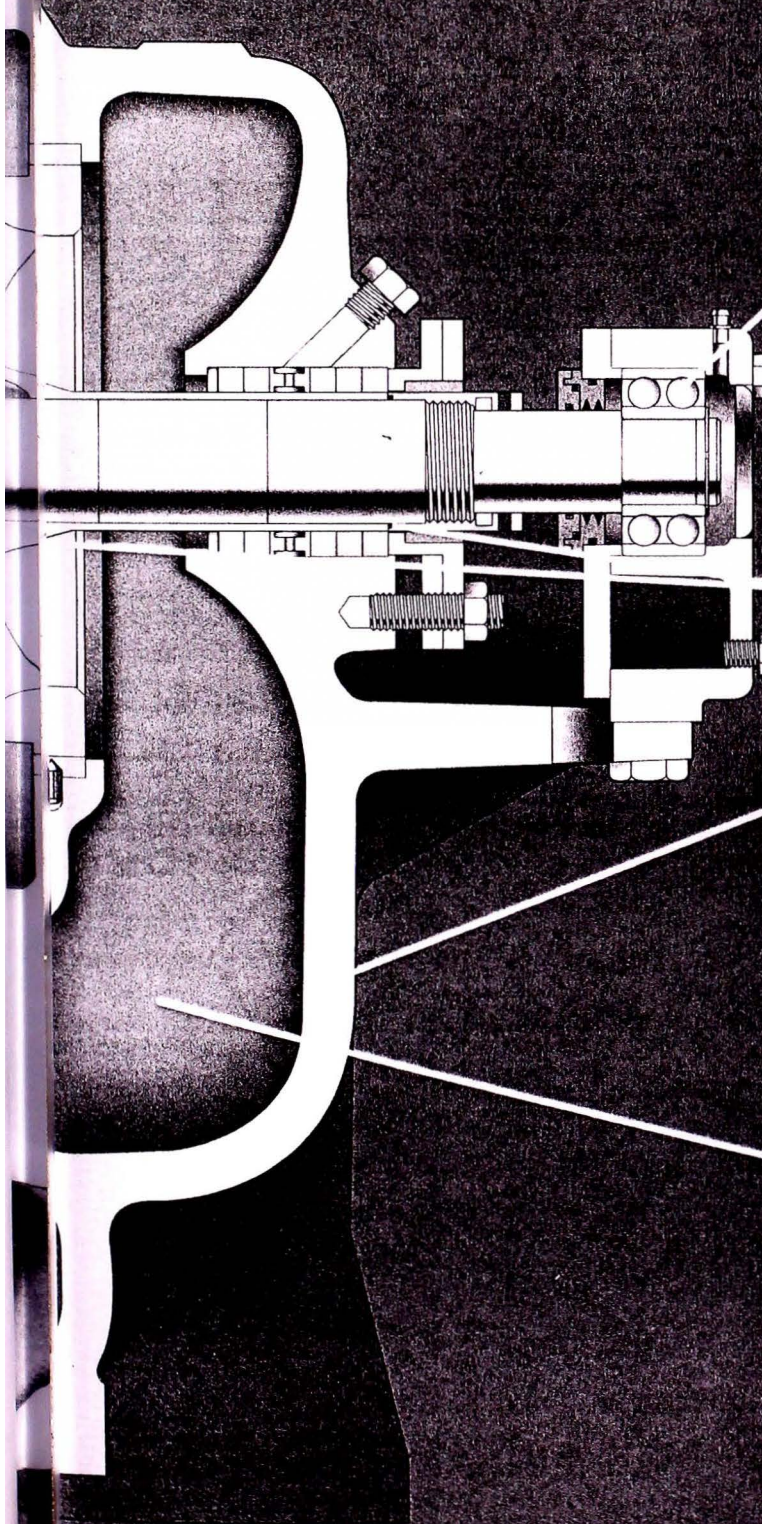
Rugged foot-mounted design to resist external forces and vibration. Casing wall designed to withstand high working pressures with minimum distortion. Both suction and discharge connections in lower half, allowing removal of upper half casing for inspection or removal of complete rotating element without disturbing piping or driver.

LARGE INLET AREAS

Reduce NPSH requirement and assure smooth flow to impeller eye for efficient, quiet operation.

MAXIMUM INTERCHANGEABILITY

Entire 3410 line utilizes just four shafts, two bearing assemblies.





Model 3410 Single Stage, Double Suction

Design Features for Wide Range of Industrial, Municipal

RENEWABLE CASE WEARING RINGS

Permits easy maintenance of proper running clearances. Locked in place by anti-rotation pins.

DOUBLE SUCTION IMPELLER

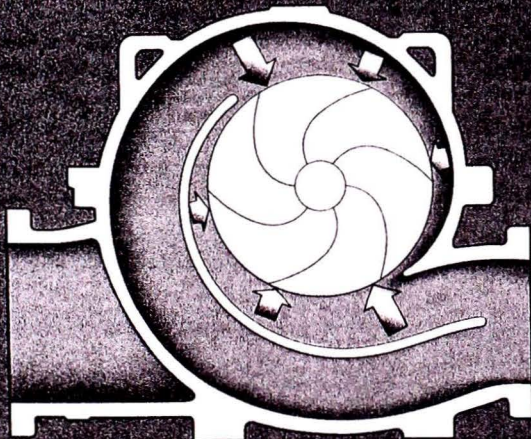
Minimizes axial thrust. Polished waterways and fully machined exterior surfaces assure highly efficient, smooth performance.

HEAVY DUTY SHAFT

Designed for minimum deflection in toughest services. Renewable shaft sleeves protect shaft from pumpage.

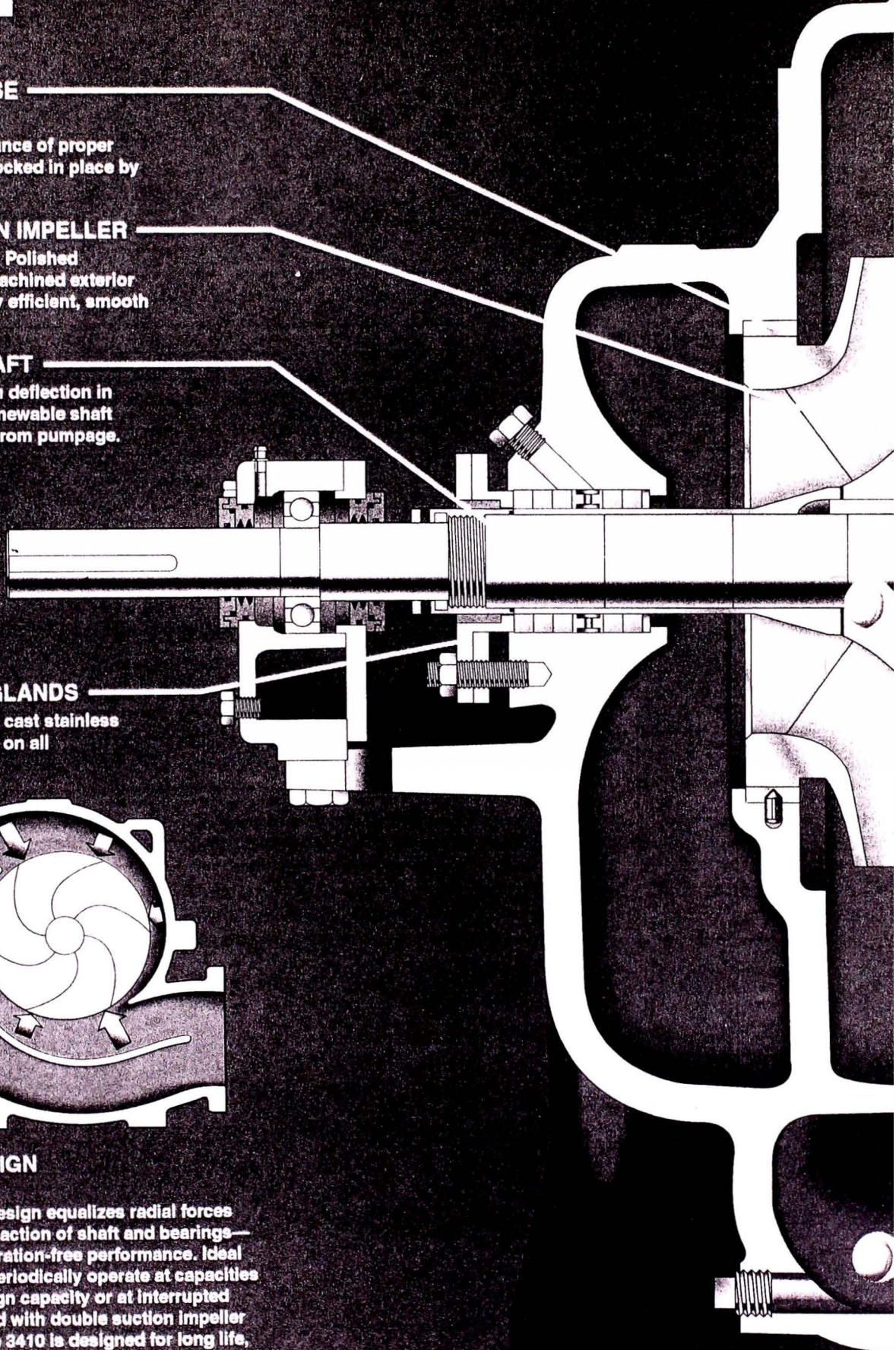
STUFFING BOX GLANDS

Two-piece investment cast stainless steel glands standard on all constructions.



BALANCED DESIGN

Dual volute casing design equalizes radial forces and lessens radial reaction of shaft and bearings—assures smooth, vibration-free performance. Ideal when pumps must periodically operate at capacities above or below design capacity or at interrupted high head. Combined with double suction impeller for axial balance, the 3410 is designed for long life, low maintenance.



Parts List and Materials of Construction

Item No.	No Req'd Per Pump	Part Name	Material			
			Bronze-Fitted	All Iron	All Iron/ 316 Rot. El.	All 316SS
1C	1 Upper 1 Lower	Casing	1003	1003	1003	316
1C	1	Impeller	1101	1000	316	316
1C	2	Seal Tubing (Optional)	Brass	Steel		316
1C	2	Wear Ring, Casing	1104	1000	316	
1C	2	Lantern Ring	Glass-Filled Teflon			
1C	1 set	Stuffing Box Packing	Square Non-Asbestos (Die-Formed S&M Groups)			
1C	2	Stuffing Box Gland	AISI 316			
1C	2	Bearing End Cover	1000			
1C	1	Bearing End Cover, Thrust	Steel			
1	1	Ball Bearing, Thrust	Steel			
1	2	Grease Fitting	Steel			
1	2	Breather, Oil Lubrication Only	Steel			
1	1	Shaft	AISI 4140*			
1	2	Deflector	Laminated Plastic			
1	2	Sleeve Nut (M,L and XL only)	1104	1000	316	
1	2	Stuffing Box Bushing	316			
1	2	Shaft Sleeve(Optional on S Group)	1104	1000	316	
1	2	Bearing Housing	1000			
1	2	Wear Ring, Impeller (Not Illustrated)	1104	1000	316	
1	1	Ball Bearing, Coupling	Steel			
1	1	Impeller Key	AISI 1018**			
1	2	Sight Oiler (Optional Oil Lubrication)	White Metal and Glass			
1	6	Retaining Set Screw, Impeller Wear Ring (Not Illustrated)	303 SS			
1	1	Labyrinth Seal, Outboard	Graphite Filled Teflon			
1	2	Labyrinth Seal, Inboard	Graphite Filled Teflon			
1	1	Casing Gasket, Parting (Not Illustrated)	1/32" Non-Asbestos			
1	4	Gland Studs	316			
1	4	Hex Nuts	304			
1	2	Gasket, End Cover to Bearing Housing	Kraft Paper			
1	1	Retaining Ring, Thrust Bearing	Steel			
1	2	Retaining Ring, Impeller (S Group Only)	Steel	Stainless Steel		
1	8	Hex Cap Screw	Steel			
1	4	Hex Cap Screw	Steel			
1	2	Gasket, Sleeve to Impeller	1/32" Non-Asbestos			
1	1	Bearing Spacer (XL Group Only)	Steel			
1	2	Anti-Rotation Pin, Case Wear Ring	AISI 420		AISI 316	
1	2	O-ring, Sleeve Nut	Buna Rubber			

* up AISI 420 (All Iron & Bronze-Fitted Construction).

** AISI 316 (All 316 & 316 Trim Construction)

up AISI 303

Materials of Construction

Code	Specification
1000	Cast Iron—ASTM A48 Class 25B
1003	Cast Iron—ASTM A48 Class 30B
1101	Bronze—ASTM B584-93A C875
1104	Bronze—ASTM B271-3B, Cent. Cast
304	Wrought Stainless—ASTM A276, Type 304
AISI 1018	ASTM A108, Grade 1018—B1112
AISI 420	ASTM A276, Type 420
AISI 4140	ASTM A322, Grade 4140

Construction Details

All dimensions in inches and (mm), weights in Lbs. and (kg).

	GROUP S							GROUP M							GROUP L							GROUP XL					
	2x3-11	3x4-10	4x6-9	4x6-11**	4x6-11H**	4x6-13	4x6-13H	4x6-15	6x6-11**	6x6-14**	6x6-14H**	6x6-17	6x10-11	6x10-12**	6x10-14**	6x6-22	6x10-17	6x10-17**	6x10-17H**	6x10-21**	10x12-12**	10x12-14**	10x12-17**	10x12-12H**	10x12-15**	12x14-15**	
PUMP	Weight Bronze Fitted Bare Pump	330 (150)	333 (151)	334 (152)	410 (186)	410 (186)	450 (205)	472 (215)	637 (290)	692 (315)	665 (302)	665 (302)	885 (402)	737 (335)	856 (389)	996 (453)	1495 (680)	1015 (461)	1286 (585)	1306 (594)	1520 (691)	1229 (559)	1410 (641)	1709 (777)	2168 (985)	1720 (782)	2500 (1136)
	Weight, Upper Half Casing	63 (29)	66 (30)	59 (27)	84 (38)	84 (38)	88 (40)	88 (40)	143 (65)	150 (68)	139 (63)	139 (63)	200 (91)	151 (69)	189 (86)	235 (107)	320 (145)	210 (95)	254 (115)	371 (169)	286 (130)	305 (139)	388 (175)	493 (224)	369 (168)	605 (275)	
	Weight, BF Ref. Element	70 (32)	63 (29)	62 (28)	75 (34)	75 (34)	80 (36)	104 (47)	132 (60)	104 (47)	120 (55)	120 (55)	180 (82)	113 (51)	111 (50)	135 (61)	250 (112)	228 (104)	244 (111)	264 (120)	270 (123)	178 (81)	210 (95)	250 (114)	218 (99)	282 (128)	
	Minimum Wall Thickness	3/8 (10)	3/8 (10)	3/8 (10)	3/8 (10)	3/8 (10)	3/8 (10)	7/16 (11)	1/2 (13)	1/2 (13)	1/2 (13)	1/2 (13)	1/2 (13)	1/2 (13)	5/8 (16)	9/16 (14)	1/2 (13)	1/2 (13)	9/16 (14)	1/2 (13)	1/2 (13)	5/8 (16)	5/8 (16)	5/8 (16)	5/8 (16)	5/8 (16)	
	Max. Dia. Spherical Solids	5/16 (8)	5/16 (8)	1/2 (13)	5/8 (16)	5/8 (16)	3/8 (10)	3/8 (10)	7/16 (11)	13/16 (21)	15/16 (21)	1-1/16 (27)	9/16 (14)	3/4 (19)	1-1/8 (29)	1-1/16 (27)	5/8 (16)	5/8 (16)	1-1/16 (27)	1-1/16 (27)	11/16 (17)	1-3/16 (30)	15/16 (24)	1-1/4 (32)	1-1/8 (29)	1-3/8 (35)	1-1/2 (38)
	Casing Cap Gal. (L)	1.7 (6.4)	3.8 (12.1)	3.2 (12.1)	5.8 (22.0)	5.8 (22.0)	8.2 (23.5)	6.2 (23.5)	9.9 (37.5)	10.0 (37.9)	12.0 (45.4)	12.0 (45.4)	17.3 (65.5)	14.0 (53.0)	22.0 (83.3)	20.6 (78.0)	18.0 (68.1)	23.4 (88.6)	23.4 (88.6)	32.5 (123)	33.0 (128)	20.8 (78.7)	40.2 (152)	48.5 (176)	43.0 (163)	65.7 (249)	
STUFFING BOX	Stuffing Box Bore	2-1/2 (64)†							2-7/8 (73)†							3-3/4 (95)†							4 (102)†				
	Stuffing Box Depth to Bushing	2-5/8 (67)							2-5/8 (67)							3-5/8 (92)							3-5/8 (92)				
	Packing Size	318 x 318 (10 x 10)							318 x 318 (10 x 10)							1/2 x 1/2 (13 x 13)							1/2 x 1/2 (13 x 13)				
	No. of Packing Rings	5							5							5							5				
	Width of Lantern Ring	5/8 (16)							5/8 (18)							7/8 (22)							1 (25)				
SHAFT AND BEARINGS	Dia. of Shaft in Impeller	1-13/16 (46)							1-15/16 (49)							2-9/16 (65)							2-13/16 (71)				
	Dia. of Shaft in Sleeve	(w/ Optional Sleeve)* 1-1/2 (33)							1-7/8 (48)							2-1/2 (65)							2-3/4 (70)				
	Dia. of Shaft in Coupling	1-3/8 (35)							1-3/8 (35)							2-1/8 (54)							2-1/8 (54)				
	O.D. of Shaft Sleeve	(w/ Optional Sleeve) 1-3/4 (45)							2-1/8 (54)							2-3/4 (70)							3 (76)				
	Bearing Span	20-1/8 (511)†							24-1/2 (622)							28-7/8 (708)							31-9/18 (802)				
	Bearing Coupling End	6207							6207							6211							6211				
	Bearing Thrust End	5306							5306							5309							5309				
	Max. BHP per 100 RPM	9.72 (7.25 kW)							9.72 (7.25 kW)							35.87 (26.76 kW)							35.87 (26.76 kW)				
GENERAL	Max. Allow. Sucl. Press.	75 PSIG (527 kPa)																									
	Parting Gasket Thickness	1/32 (8)																									
	Max. Liquid Temp w/o cooling	250°F (121°C)																									
	Max. Liquid Temp w/cooling	350°F (177°C)																									

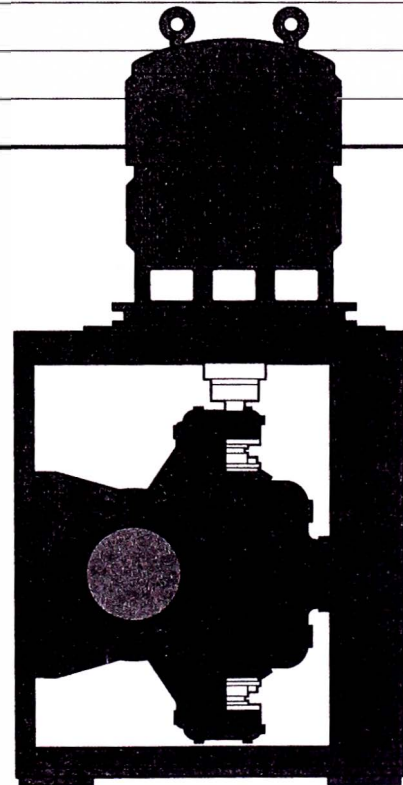
NOTES:

- † Dimensions shown are for packed box only.
- * O.D. of shaft through stuffing box is 1-3/4 in. in standard S Group sleeveless construction.
- ** Dual Volute Casings

Vertical Versatility

Goolds Model 3410 is available in a vertical configuration (3410 V). This design is ideal for applications with limited space, such as shipboard service. A rugged cast-iron frame supports the pump and drive, and a machined lift for positive alignment is available. Standard P-base or C-Face motors.

Model 3410 V



Maximum Interchangeability

S Group

2x3- 3x4-10 4x6-9 4x6-11 4x6-11H 4x6-13 4x6-13H



M Group

4x6-15 6x8-11 6x8-14 6x8-14H 6x8-17 6x10-11 8x10-12 8x10-14



L Group

6x8- 6x10-17 8x10-17 8x10-17H 8x10-21 10x12-12 10x12-14 10x12-17



XL Group

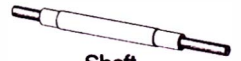
10x12-12H 10x12-15 12x14-15



Casing



Impeller and Wear Rings



Shaft, Sleeves*, Glands

*Optional on S Group

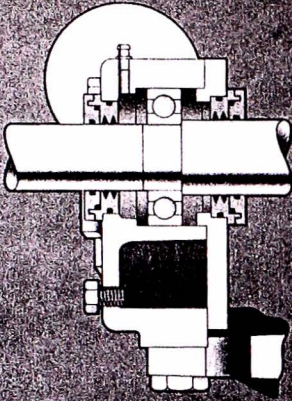


Bearing Assembly

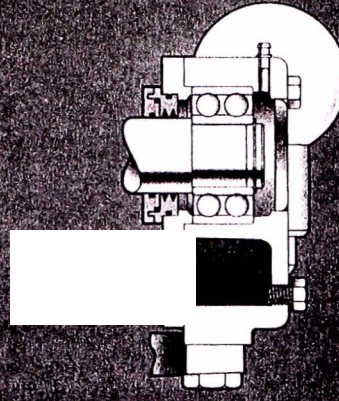
Optional Features/Application Flexibility

Optional Oil Lubrication

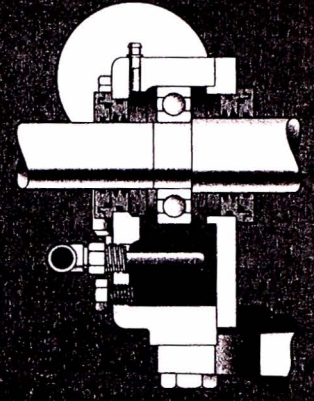
Field convertible with no remachining required.



Oil Lubricated
Coupling End Bearings



Oil Lubricated
Thrust End Bearings

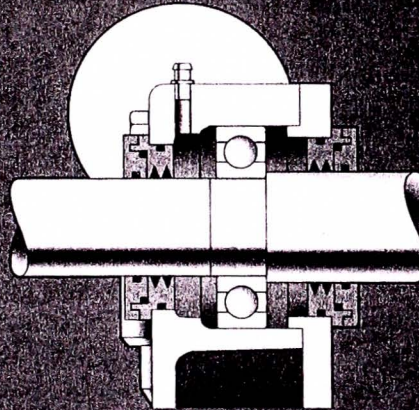


Water Cooled Bearings

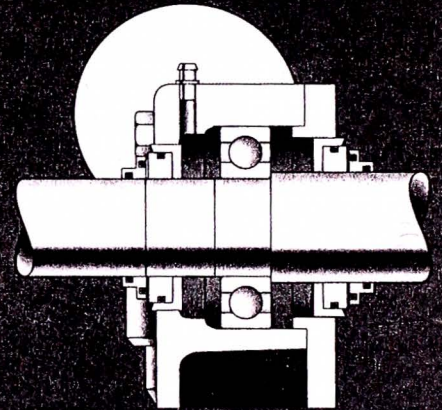
Custom Oil Seals

Metallic Labyrinth Seals
Ideal for eliminating contaminants and providing long life with no shaft wear or heat generation.

Magnetic Face Seals
Provides a totally sealed bearing housing eliminating contamination and leakage.



Metallic Labyrinth Oil Seals

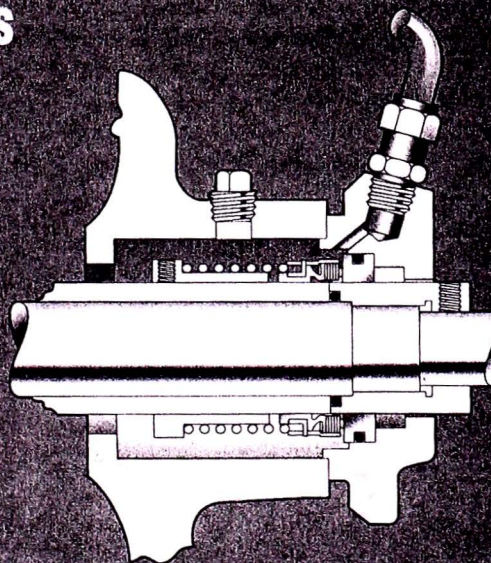


Magnetic Face Oil Seals

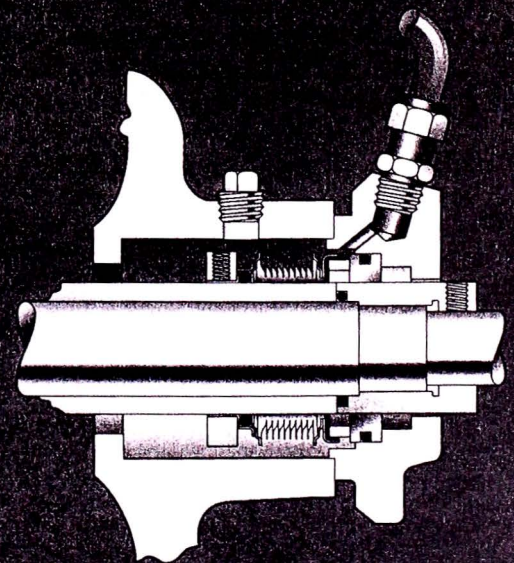
Mechanical Seals

A wide variety of mechanical seals are readily available for maximum sealing flexibility.

Factory installed mechanical seals feature enlarged stuffing box bores for improved seal lubrication and cooling; extended seal life.



Single Unbalanced Seal



Single Balanced Seal

Specifications Model 3410

General Pump shall be single stage, double suction design. Materials shall be (cast iron, bronze-fitted, all bronze, 316 stainless steel trim or all 316SS). High efficiency, heavy duty design and maintenance features shall be of primary importance as described in following specifications.

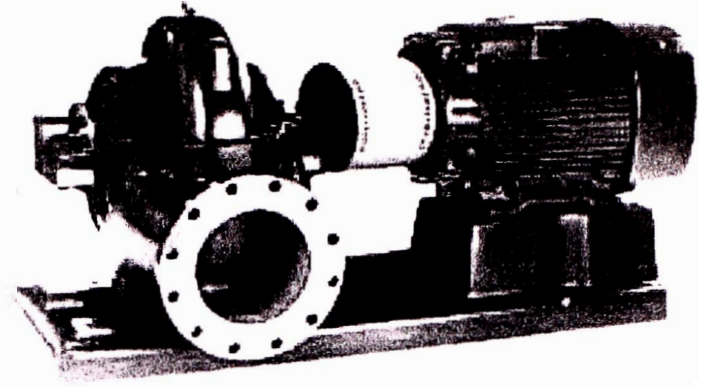
Casing Shall be horizontally split with upper and lower halves bolted together. Flanged suction and discharge connections shall be located in lower half. Removal of upper half shall permit inspection, maintenance or removal of entire rotating element without disturbing suction or discharge piping or driver. Seats for stuffing box bushing shall be cast and bored integrally with lower half casing. Casing shall be supported by integrally cast feet. Upper half shall have taps for seal piping, priming and vents. Lower half shall have taps for gauges and draining. Casing shall have permanently fixed stainless steel nameplate.

Impeller Shall be enclosed, double suction to provide hydraulic balance, and cast in one piece. Exterior surfaces shall be machined, interior water ways hand finished. Shall be dynamically balanced and keyed to shaft.

Wearing Rings Case wear rings shall be supplied to maintain proper running clearance with impeller hubs and to minimize leakage between suction and discharge chambers of casing. Shall be held in position by anti-rotation pins. Impeller shall be designed to accept impeller wear rings. Impeller rings shall be held in position by axial set screws.

Shaft Shall have as short a span as possible to minimize deflection and vibration. Shall be completely sealed by gaskets between the shaft sleeves and impeller hubs to assure shaft is completely dry during operation.

Shaft Sleeves (Except S Group) Shall be held in position by sleeve nuts located outside the stuffing box area. Shall be key driven at the impeller end. An O-ring seal shall be provided to prevent leakage between sleeves and sleeve nuts.



Stuffing Boxes Shall be integral with casing. Shall contain die-formed packing, split, removable lantern rings and renewable stuffing box throat bushings. Shall have tapped openings for water sealing either from casing or from outside source. Glands shall be split so it will be unnecessary to unbolt gland halves when repacking box.

Mechanical Seals Pump shall be furnished with (single, double balanced, cartridge) mechanical seals.

Bearing Housings Seats shall be cast and bored integrally with lower half casing to assure accurate alignment of rotating assembly without need for external adjustment.

Bearings Double row ball bearing shall be provided on thrust end; single row deep groove ball bearing on coupling end. Thrust bearing shall be held in position on shaft with tapered snap ring and locked in bearing housing. Radial bearing shall be free to float axially in housing to take radial load only. Housings shall be completely sealed by labyrinth seals and deflectors to exclude moisture and dirt making units suitable for outdoor installation. Shall be grease lubricated with reliefs to prevent over lubrication.

Bedplate and Coupling Bedplate shall be cast iron with drip collection chamber, tapped drain connection and opening for grouting. Flexible coupling shall be supplied.

Specifications Model 3410

Design Pump shall be single stage, double suction. Materials shall be (cast iron, bronze-fitted, all bronze, 316 stainless steel trim or all 316SS). High efficiency, heavy duty design and maintenance features shall be of primary importance as described in following specifications.

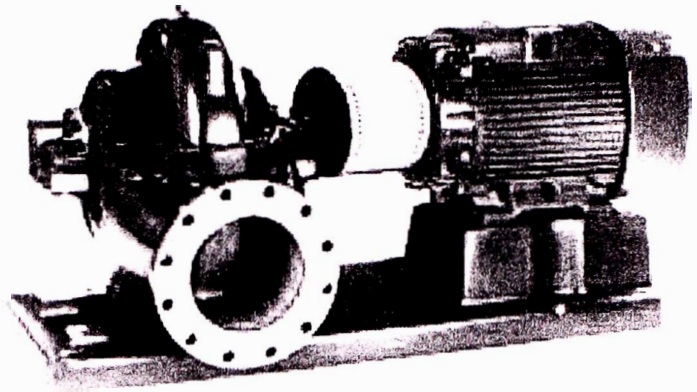
Construction Shall be horizontally split with upper and lower halves bolted together. Flanged suction and discharge connections shall be located in lower half. Removal of upper half shall permit inspection, maintenance or removal of entire rotating element without disturbing suction or discharge piping or driver. Seats for stuffing boxes shall be cast and bored integrally with lower half casing. Casing shall be supported by integrally cast feet. Upper half shall have taps for seal piping, priming and vents. Lower half shall have taps for gauges and drain. Casing shall have permanently fixed stainless steel nameplate.

Impeller Shall be enclosed, double suction to provide dynamic balance, and cast in one piece. Exterior surfaces shall be machined, interior water ways hand finished. Shall be dynamically balanced and keyed shaft.

Wear Rings Case wear rings shall be supplied to maintain proper running clearance with impeller hubs and minimize leakage between suction and discharge chambers of casing. Shall be held in position by anti-rotation pins. Impeller shall be designed to accept impeller wear rings. Impeller rings shall be held in position by axial set screws.

Shaft Shall have as short a span as possible to minimize deflection and vibration. Shall be completely sealed by gaskets between the shaft sleeves and impeller hubs to assure shaft is completely dry during operation.

Shaft Sleeves (Except S Group) Shall be held in position by sleeve nuts located outside the stuffing box. Shall be key driven at the impeller end. An O-ring shall be provided to prevent leakage between sleeves and sleeve nuts.



Stuffing Boxes Shall be integral with casing. Shall contain die-formed packing, split, removable lantern rings and renewable stuffing box throat bushings. Shall have tapped openings for water sealing either from casing or from outside source. Glands shall be split so it will be unnecessary to unbolt gland halves when repacking box.

Mechanical Seals Pump shall be furnished with (single, double balanced, cartridge) mechanical seals.

Bearing Housings Seats shall be cast and bored integrally with lower half casing to assure accurate alignment of rotating assembly without need for external adjustment.

Bearings Double row ball bearing shall be provided on thrust end; single row deep groove ball bearing on coupling end. Thrust bearing shall be held in position on shaft with tapered snap ring and locked in bearing housing. Radial bearing shall be free to float axially in housing to take radial load only. Housings shall be completely sealed by labyrinth seals and deflectors to exclude moisture and dirt making units suitable for outdoor installation. Shall be grease lubricated with reliefs to prevent over lubrication.

Bedplate and Coupling Bedplate shall be cast iron with drip collection chamber, tapped drain connection and opening for grouting. Flexible coupling shall be supplied.

Goulds Model 3410

Double Suction Pumps Designed for a Wide Range of Industrial, Municipal, and Marine Services.

- Capacities to 8,000 GPM (1815 m³/h)
- Heads to 530 feet (162 m)
- Temperatures to 350° F (117° C)
- Pressures to 250 PSIG (1724 kPa)

Design Features

Double Suction/Dual Volute Design assures axial and radial balance for long life, low maintenance.

Horizontally Split Casing Suction and discharge nozzles in lower half casing for ease of inspection/maintenance.

Wear Rings Easily replaceable wear rings protect against impeller, casing wear.

Sealing Flexibility Choice of packing or wide range of mechanical seals.

Maximum Parts Interchangeability Entire line uses just four rotating assemblies (exclusive of impellers and wear rings).

Services

Process Quench water, stripper bottoms, reboiler circulation, cooling tower

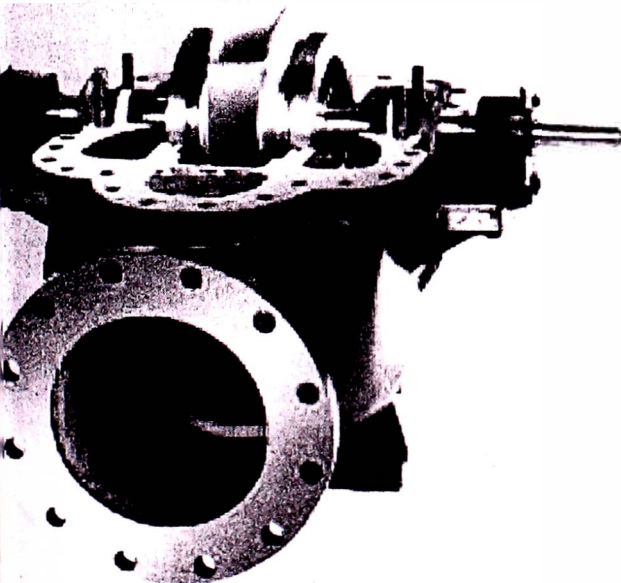
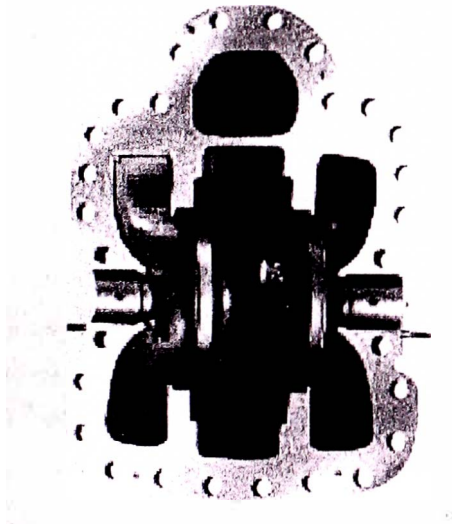
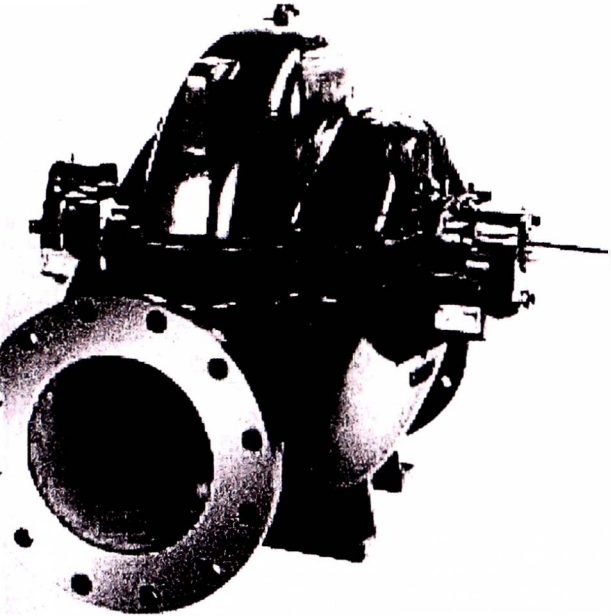
Pulp & Paper Primary and secondary cleaner, filtrate, mill water supply' shower, fan pump

Primary Metals Cooling water, quench and leaching

Municipal High lift, low lift, wash water, waste water, raw water

Utilities Cooling tower, component cooling, service water

Marine Bilge and ballast, cargo, cooling water, fire pump



Goulds Model 3410

Double Suction Pumps Designed for a Wide Range of Industrial, Municipal, and Marine Services.

- ▣ Capacities to 8,000 GPM (1815 m³/h)
- ▣ Heads to 530 feet (162 m)
- ▣ Temperatures to 350° F (117° C)
- ▣ Pressures to 250 PSIG (1724 kPa)

Design Features

Double Suction/Dual Volute Design assures axial and radial balance for long life, low maintenance.

Horizontally Split Casing Suction and discharge nozzles in lower half casing for ease of inspection/maintenance.

Wear Rings Easily replaceable wear rings protect against impeller, casing wear.

Sealing Flexibility Choice of packing or wide range of mechanical seals.

Maximum Parts Interchangeability Entire line uses just four rotating assemblies (exclusive of impellers and wear rings).

Services

Process Quench water, stripper bottoms, reboiler circulation, cooling tower

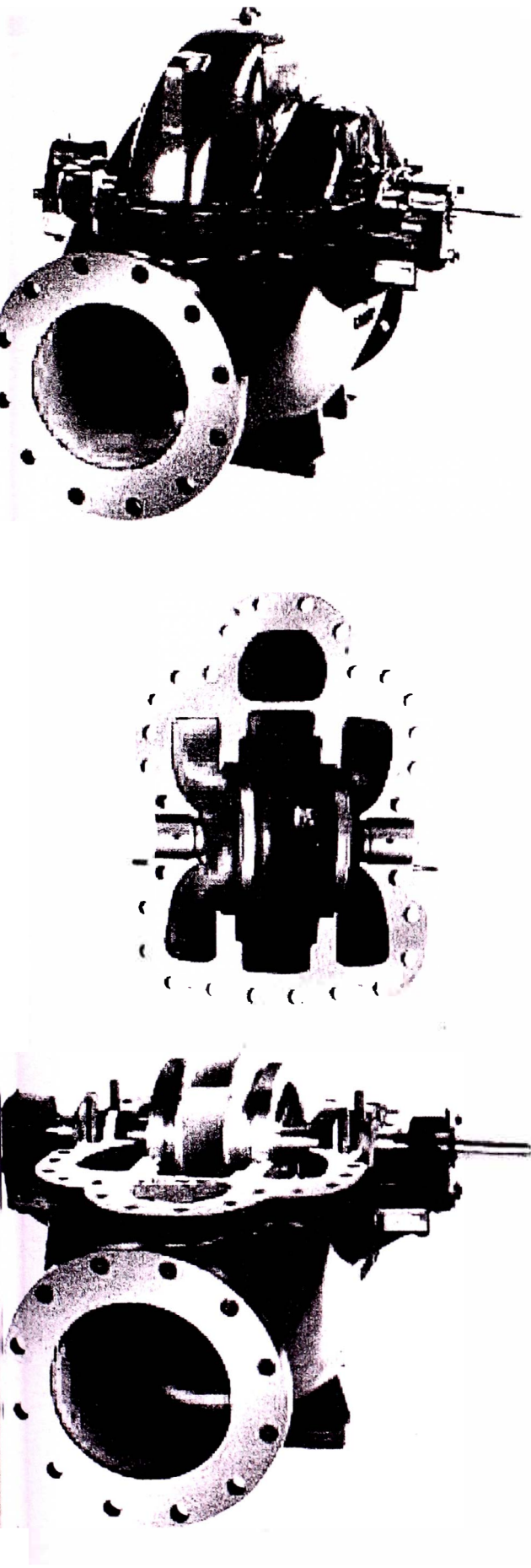
Pulp & Paper Primary and secondary cleaner, filtrate, mill water supply, shower, fan pump

Primary Metals Cooling water, quench and leaching

Municipal High lift, low lift, wash water, waste water, raw water

Utilities Cooling tower, component cooling, service water

Marine Bilge and ballast, cargo, cooling water, fire pump



GOULDS PUMPS ITT Industries

SENECA FALLS, NEW YORK 13148

HYDROSTATIC TEST REPORT

PUMP SERIAL NO. E242C887-1-2

MODEL 3410L

SIZE 6X8-22

PART NAME Casing

Customer Data

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Customer P.O. No: OC-1056

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION

A SATISFACTORY HYDROSTATIC TEST HAS BEEN PERFORMED
AT STATED PRESSURE AND AMBIENT TEMPERATURE IN ACCORDANCE
WITH THE REFERENCED QUALITY CONTROL PROCEDURE:

Quality Control Procedure Number: QCP 550 REV 17

Pressure: 375 PSIG 10 MIN
2586 kPa

Additional Information:

GOULDS Q.A. REPRESENTATIVE:


Patti Shaw

QA Auditor

CUSTOMER WITNESS:

CERTIFICATION DATE:

September 19, 2000



Goulds Pumps

INDUSTRIAL PRODUCTS GROUP
SENECA FALLS OPERATIONS

CERTIFIED FOR CONSTRUCTION PURPOSES ONLY WHEN SIGNED.

SIGNATURE: P. RAHDALL DATE: 08-22-00

DATE	BY	CHKD
08-22-00	PAR	PAR

AI-242887

REV.

0

CUSTOMER: CIA MINERA AURIFERA
CUST. P.O. NO: OC-1066

ITEM NO: 01
SERVICE: SOLUCION DE LIXIVACION

ORDER NO.: 242C887
MODEL: 3410 L SIZE: 6X8-22
ROTATION: RIGHT HAND
FABRICATED STEEL BEDPLATE

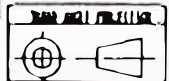
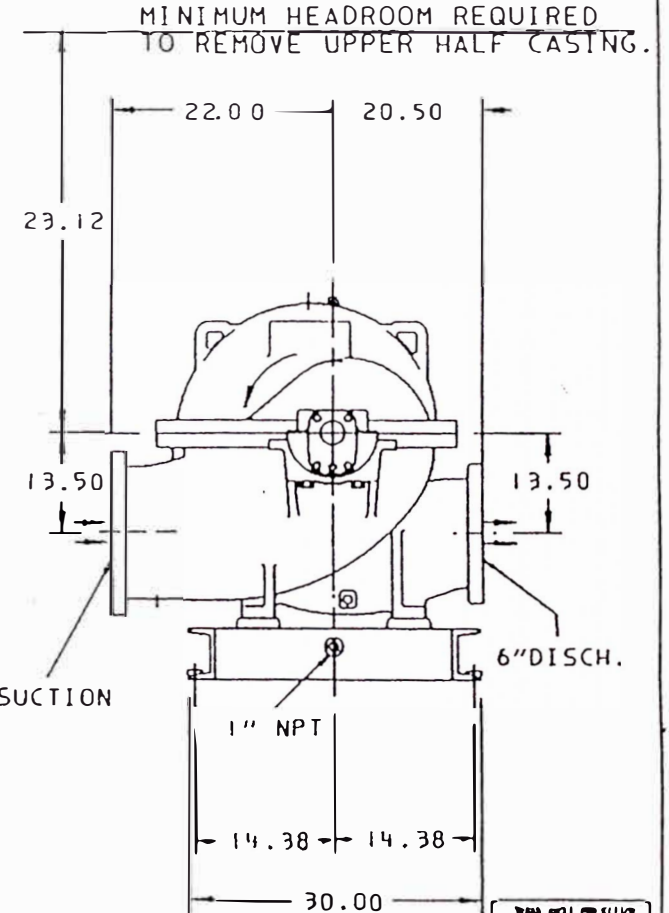
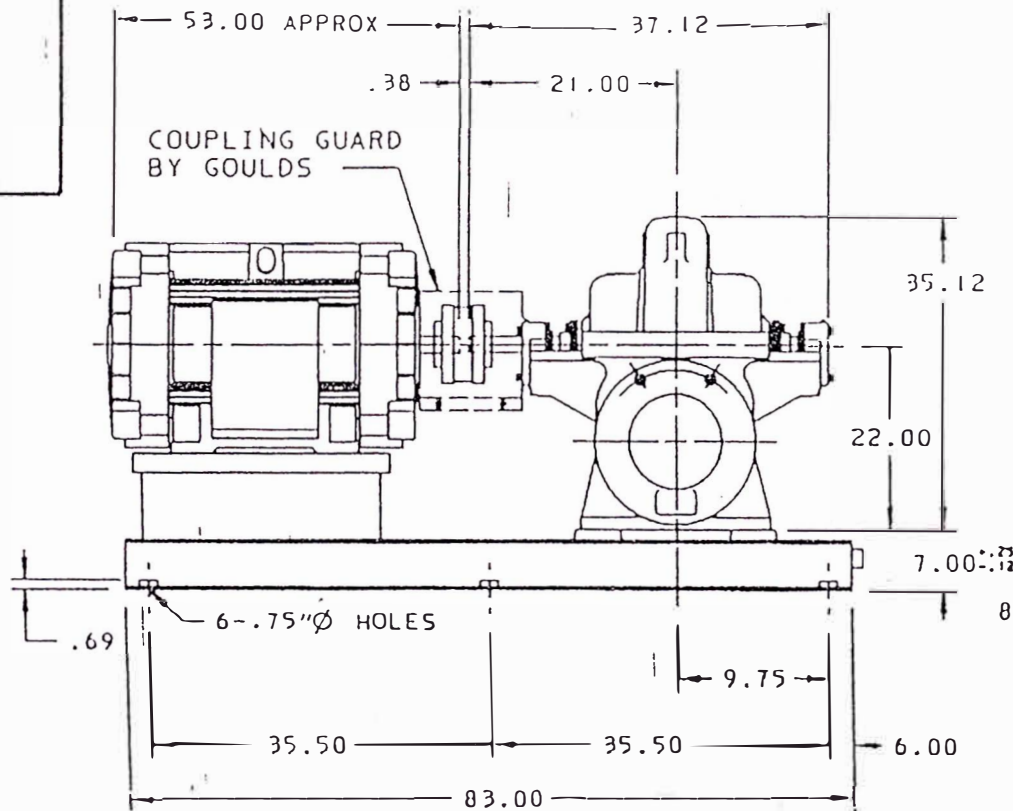
FLANGES CONFORM TO ANSI 125H F.F.
DIMENSIONS, BOLT HOLES STRADDLE C

NOTE:

DRAWING IS NOT TO SCALE.
ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES.
INSTALL FOUNDATION BOLTS IN PIPE
SLEEVES. ALLOW .75 TO 1.50 FOR
GROUTING.

MOTOR: USEM
FRAME: 449T

WEIGHTS (APPROX)	
PUMP	2500
BASEPLATE	830
COUPLING	54
MOTOR	2260



DATE 11-10-77

DATE

GOULDS PUMPS, INC.
SENECA FALLS, NEW YORK 13148

CENTRIFUGAL PUMP CHARACTERISTICS

RPM 1780 GDS 2702

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

MODEL 3410

Customer P.O. No: OC-1066

SIZE 6 x 8 - 22

Item No: 01

Servicio: SOLUCION DE LIXIVACION

IMP. DWG. D03004A

D03046A

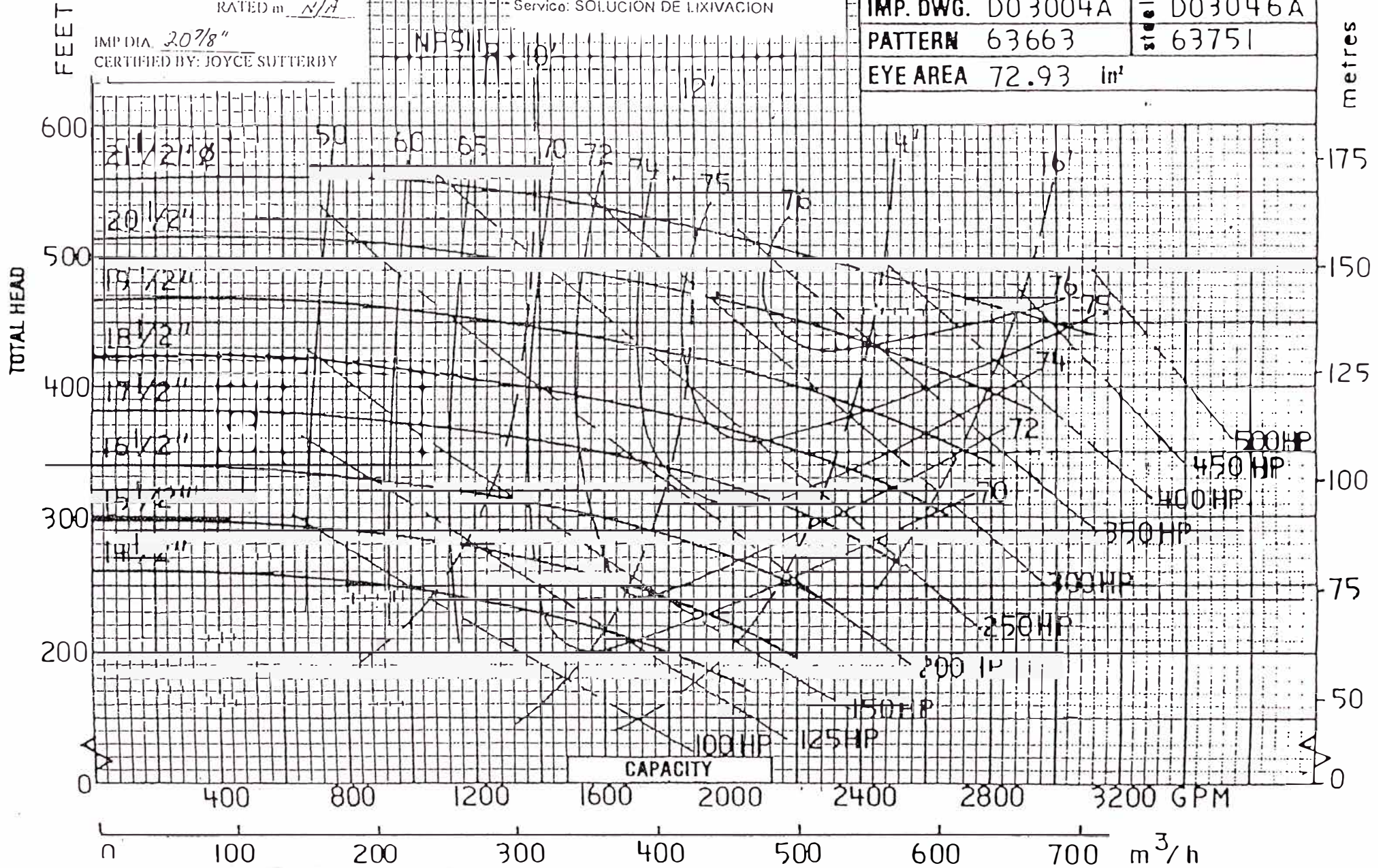
PATTERN 63663

63751

EYE AREA 72.93 in²

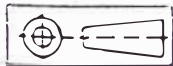
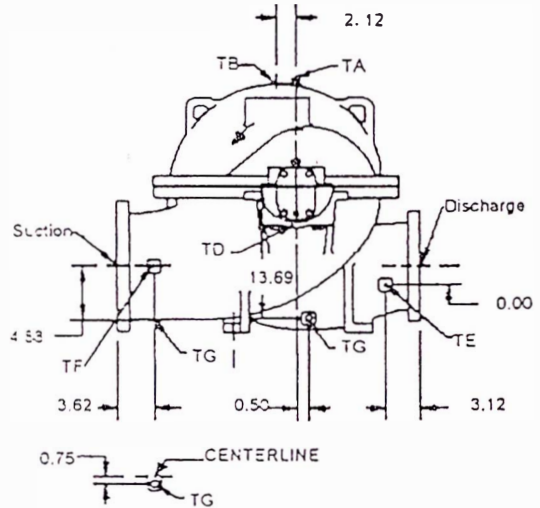
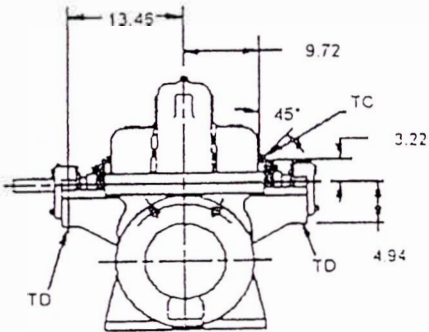
RATED CUBIC m/hr N/A
RATED m N/A

IMP DIA. 20 7/8"
CERTIFIED BY: JOYCE SUTTERBY



TAPPED OPENINGS MODEL 3410 L 6x8-22

NO.	SIZE	QTY.	PURPOSE	FURNISHED		NO.	SIZE	QTY.	PURPOSE	FURNISHED	
				YES	NO					YES	NO
TA	3/8	1	CASING VENT	YES		TH	1/4	2	OIL DRAIN		YES
TB	3/4	1	CASING PRIME CONN	YES		TJ	1/4	4	BEARING COOLING CONN		NO
TC	3/8	2	STUFF. BOX SEAL RING CONN	YES		TK	3/8	2	GLAND FLUSH CONN		NO
TD	3/4	2	STUFF. BOX OVERFLOW CONN	NO		TL	1/4	2	GLAND VENT CONN		NO
TE	3/8	1	DISCH. GAUGE CONNECTION	NO		TM	3/8	2	GLAND DRAIN CONN		NO
TF	3/8	1	SUCTION GAUGE CONNECTION	NO		TN	3/8	4	GLAND QUENCH CONN		NO
TG	3/4	2	CASING DRAIN CONN	YES							



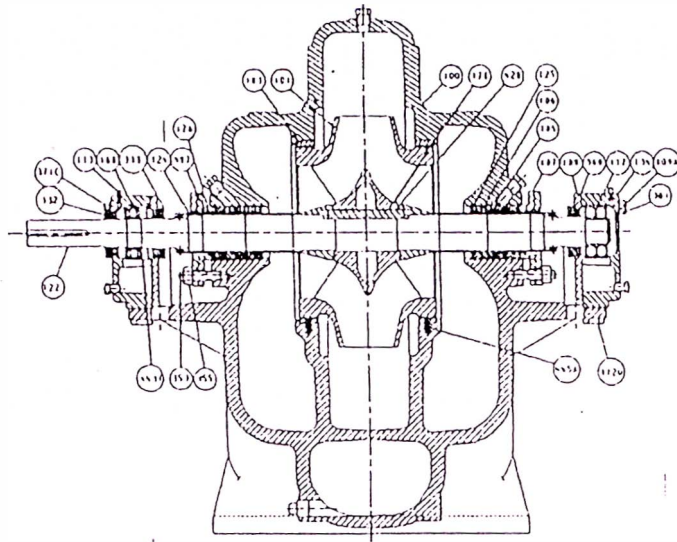
All dimensions are in inches.
Drawing is not to scale

DIMENSIONS ARE CERTIFIED FOR CONSTRUCTION BY: _____
 Joyce Sutterby _____ DATE Aug 18, 2000

Customer: CIA MINERA AURIFERA SANTA ROSA SA
 Customer P.O. No: OC-1066
 Item No: 01
 Service: SOLUCION DE LIXIVACION

DRAWING NO A242887T Rev. 0 Date: Aug 15, 2000
 SUPERSEDES ANY PREVIOUS DRAWINGS

GREASE LUBRICATION

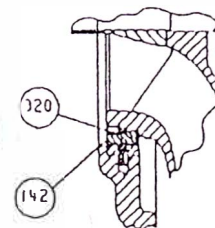


* Recommended spare parts
Items not illustrated

BILL OF MATERIAL

ITEM	QTY	PART NAME	MATERIAL	ASTM #
100	1	CASING	IRON GRAY	A48
101	1	IMPELLER WITH RINGS	STAINLESS STEEL 316 TYPE	A743A744
103	2	WEARING RING	STAINLESS STEEL INTRONIC	
105	2	LANTERN RING	GLASS-FILLED TEFLON	
106	1	PKG STUFF BOX	PACKMASTER 1	
107	2	GLAND - STUFF BOX	STAINLESS STEEL 316 TYPE	A743A744
109	2	BRG. END COVER	IRON GRAY-45	A48
109A	1	BRG. END COV. THRUST	CARBON STEEL	
112	1	BALL BEARING - THRUST	METALLIC CASES	
113	2	GREASE FITTING	HIGH GRADE STEEL, ZINC PLATED	
122	1	SHAFT ASSEMBLY	STEEL 4140	A434
124	2	SLV NUT W/SET SCRW-RING	STAINLESS STEEL 316 TYPE	A743A744
125	2	RUSHING - THROAT	STAINLESS STEEL AISI 316-TP 316	A240 87
126	2	SHAFT SLEEVE	STAINLESS STEEL 316 TYPE	A743A744
134	2	BEARING HOUSING	IRON GRAY-45	A48
142	2	WEAR RING - IMPLR	STAINLESS STEEL 316 TYPE	A743A744
168	1	BALL BEARING - CPLG	METALLIC CASES	
178	1	KEY - IMPELLER	TYPE 303 STAINLESS STEEL BAR	A502-91
2220	4	# SET SCREW	STAINLESS STEEL	A276-91A
320	6	SET SCREW-IMPLR	STAINLESS STEEL	A276-91A
332	1	* OIL SEAL - OUTBOARD	TEFLON/GRAPHITE	
333	2	* OIL SEAL INBD	TEFLON/GRAPHITE	
3510	1	* GSK CASE DISCH	BLUE GUARD 3000 NON-ASBESTOS	
351S	1	* GSK CASE SUCT	BLUE GUARD 3000 NON-ASBESTOS	
353	4	STUD - GLAND	STAINLESS STEEL	A276-91A
355	4	HEX NUT - GLAND	STAINLESS STEEL	A276-95
360	2	* GASKET - END COVER	VELLUMOID-P3313B	D-1170
361	1	* RETAIN. RING - THRST BRG	CARBON SPRING STEEL	
371C	8	HI CAP SCREW	CARBON STEEL	A567
372U	4	HI CAP SCREW	CARBON STEEL	A567
400	1	# CPLG END KEY	CARBON STEEL-1018/1020	A108
408B	2	# PLUG PIPE	CARBON STEEL	A567
409C	2	# PLUG PIPE	CARBON STEEL	A567
424A	4	# PIN		
428	2	GASKET - SLV TO IMPL	NON-ASBESTOS GARLOCK BLUE	
443T	1	SPACER, BEARING	CARBON STEEL	A567
445A	4	ANTI-ROT PIN, CASE WRING	STAINLESS STEEL	A276-91A
497	2	O RING - (SLV NUT)	NITRILE (DUHAN)	
497F	1	* O-RING OUTBOARD ROTARY	VITON - FLUOROCARBON	
497G	1	* O-RING OUTBOARD STA	VITON - FLUOROCARBON	
497H	1	* O-RING INBOARD RTRY	VITON - FLUOROCARBON	
497J	1	* O-RING INBOARD STA	VITON - FLUOROCARBON	
549	1	# NAMEPLATE		
549A	2	# NAMEPLATE		

IMPELLER W/ RINGS



Customer: CIA MINERA AURIFERA SANTA ROSA SA

Customer P.O. No: OC-1066

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION

DRAWING NO A242887C Rev. 0 Date: Aug 15, 2000
SUPERSEDES ANY PREVIOUS DRAWINGS

ANEXO B

GUÍA DE SELECCIÓN DE MATERIALES



Section TECH-B

Pump Application Data

TECH-B-1 Corrosion & Materials of Construction

Selecting the right pump type and sizing it correctly are critical to the success of any pump application. Equally important is the selection of materials of construction. Choices must be made between metals and/or non-metals for pump components that come into contact with the pumpage. In addition, gaskets and O-ring material selections must be made to assure long leak-free operation of the pump's dynamic and static sealing joints. To assist in proper selection, included in this section is a brief discussion of specific types of corrosion and a general material selection guide.

Corrosion

Corrosion is the destructive attack of a metal by chemical or electrochemical reaction with its environment. It is important to understand the various types of corrosion and factors affecting corrosion rate to properly select materials.

TYPES OF CORROSION

(1) **Galvanic corrosion** is the electro-chemical action produced when one metal is in electrical contact with another more noble metal, with both being immersed in the same corroding medium called the electrolyte. A galvanic cell is formed and current flows between the two materials. The least noble material called the anode will corrode while the more noble cathode will be protected. It is important that the smaller wearing parts in a pump be of a more noble material than the larger more massive parts, as in an iron pump with bronze or stainless steel trim.

Following is a galvanic series listing the more common metals and alloys.

Corroded End (Anodic, or least noble)	Nickel base alloy (active)
Magnesium	Brasses
Magnesium Alloys	Copper
Zinc	Bronzes
Aluminum 2S	Copper-Nickel Alloy
Cadmium	Monel
Aluminum 175T	Silver Solder
Steel or Iron	Nickel (Passive)
Cast Iron	Nickel Base Alloy (Passive)
Stainless Steel, 400 Series (Active)	Stainless Steel, 400 Series (Passive)
Stainless Steel, Type 304 (Active)	Stainless Steel, Type 304 (Passive)
Stainless Steel, Type 316 (Active)	Stainless Steel, Type 316 (Passive)
Lead-tin Solders	Silver
Lead	Graphite
Tin	Gold
Nickel (Active)	Platinum Protected End (Cathodic, or most noble)

(2) **Uniform Corrosion** is the overall attack on a metal by a corroding liquid resulting in a relatively uniform metal loss over the exposed surface. This is the most common type of corrosion and it can be minimized by the selection of a material which offers resistance to the corroding liquid.

(3) **Intergranular corrosion** is the precipitation of chromium carbides at the grain boundaries of stainless steels. It results in the complete destruction of the mechanical properties of the steel for the depth of the attack. Solution annealing or the use of extra low carbon stainless steels will eliminate intergranular corrosion.

(4) **Pitting Corrosion** is a localized rather than uniform type of attack. It is caused by a breakdown of the protective film and results in rapid pit formation at random locations on the surface.

(5) **Crevice or Concentration Cell Corrosion** occurs in joints or small surface imperfections. Portions of the liquid become trapped and a difference in potential is established due to the oxygen concentration difference in these cells. The resulting corrosion may progress rapidly leaving the surrounding area unaffected.

(6) **Stress Corrosion** is the failure of a material due to a combination of stress and corrosive environment, whereas the material would not be affected by the environment alone.

(7) **Erosion-Corrosion** is the corrosion resulting when a metal's protective film is destroyed by high velocity fluids. It is distinguished from abrasion which is destruction by fluids containing abrasive solid particles.

pH VALUES

The pH of a liquid is an indication of its corrosive qualities, either acidic or alkaline. It is a measure of the hydrogen or hydroxide ion concentration in gram equivalents per liter. pH value is expressed as the logarithm to the base 10 of the reciprocal of the hydrogen ion concentration. The scale of pH values is from zero to 14, with 7 as a neutral point. From 6 to zero denotes increasing hydrogen ion concentration and thus increasing acidity, and from 8 to 14 denotes increasing hydroxide ion concentration and thus increasing alkalinity.

The table below outlines materials of construction usually recommended for pumps handling liquids of known pH value

pH Value	Material of Construction
10 to 14	Corrosion Resistant Alloys
8 to 10 6 to 8 4 to 6	Iron, Stainless Steel, Bronze, Carbon Steel
0 to 4	Corrosion Resistant Alloys

The pH value should only be used as a guide with weak aqueous solutions. For more corrosive solutions, temperature and chemical composition should be carefully evaluated in the selection of materials of construction.

TECH-B-2 Material Selection Chart

This chart is intended as a guide in the selection of economical materials. It must be kept in mind that corrosion rates may vary widely with temperature, concentration, and the presence of trace elements or abrasive solids. Blank spaces in the chart indicate a lack of accurate corrosion data for those specific conditions. In general, the chart is limited to metals and non-metals regularly furnished by ITT-Goulds.

Note: Maximum temperature limits are shown where data is available. Contact a Goulds representative for temperature limits of all materials before final material selection.

Code:
 A Recommended
 B Useful resistance
 X Unsuitable
 Steel Carbon steel, cast iron and ductile iron
 Brz Bronze
 316 Stainless steel
 A-20 Carpenter stainless
 CD4MCu CD4MCu stainless steel
 Alloy 2205 Alloy 2205 stainless steel
 C-276 Wrought Hastelloy® C-276 alloy
 Ti Titanium unalloyed
 Zr Zirconium
 ETFE Ethylenetetrafluoroethylene (Tefzel®)
 FP Fluoropolymers (e.g.,

Teflon®) including perfluoroalkoxy (PFA), polytetrafluoroethylene (PTFE) and fluorinated ethylene propylene (FEP)
 FRP Fiber-reinforced plastic (vinylester resin)
 EPDM Ethylenepropylene rubber (Norden®)
 FKM1 Standard grades; dipolymers of hexafluoropropylene (HFP) and vinylidene fluoride (VF₂) (Viton®)
 FKM2 Specialty grades; terpolymers comprising at least three of the following: HFP, VF₂, tetrafluoroethylene (TFE), perfluoromethylvinyl ether

(PMVE) or ethylene (E). Specialty grades may have significantly improved chemical compatibility compared to standard grades in many harsh chemical environments (Viton®).
 FFKM Copolymer of TFE and PMVE (Kalrez®)
 PVDF Polyvinylidene fluoride (Kynar®, Solef®)

¹Compatibility is dependent on specific freon. Contact elastomer manufacturer.

Corrosive	Steel	Brz	316	A-20	CD4MCu	ALLOY 2205	C-276	Ti	Zr	ETFE	FP	FRP	EPDM	FKM1	FKM2	FFKM	PVDF
Acetaldehyde, 70°F	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	A	X	X	A	X
Acetic acid, 70°F	X	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	A	X	B	A	A
Acetic acid, <50%, to boiling	X	B	A	A	B	A	A	A	A				A	X	B	A	B
Acetic acid, >50%, to boiling	X	X	B	A	X	A	A	A	A	104°C	A	X	B	X	B	A	X
Acetone, to boiling	A	A	A	A	A	A	A	A	A	104°C	A	X	A	X	X	A	X
Aluminum chloride, <10%, 70°F	X	B	X	B	X	B		B	A	A	A	A	A	A	A	A	
Aluminum chloride, >10%, 70°F	X	X	X	B	X	B		B	A	A	A	A	A	A	A	A	A (to 40°C)
Aluminum chloride, <10%, to boiling	X	X	X	X	X	X		X	A	104°C	A	X	A	A	A	A	A
Aluminum chloride, >10%, to boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	A	104°C	A	X	A	A	A	A	A (to 40°C)
Aluminum sulphate, 70°F	X	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Aluminum sulphate, <10%, to boiling	X	B	B	A	B	A	A	A	A	104°C	A		A	A	A	A	A
Aluminum sulphate, >10%, to boiling	X	X	X	B	X	B	B	X	B	104°C	A		A	A	A	A	A
Ammonium chloride, 70°F	X	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ammonium chloride, <10%, to boiling	X	X	B	B	X	B	A	A	A	104°C	A		A	A	A	A	A
Ammonium chloride, >10%, to boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	104°C	A		A	A	A	A	A
Ammonium fluosilicate, 70°F	X	X	X	B	X	B	X	X	X								A
Ammonium sulphate, <40%, to boiling	X	X	B	B	X	B	B	A	A	104°C	A		A	X	B	A	A
Aspic acid, to 225°F	X	X	X	B	X	B				A	A		A	A	A	A	A
Bromine chloride, 70°F <30%	X	B	X	B	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Bromine chloride, <5%, to boiling	X	B	X	B	X	B	B	A	A	104°C	A		A	A	A	A	A
Bromine chloride, >5%, to boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	104°C	A		A	A	A	A	A
Bromine hydroxide, 70°F	B	X	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Bromine nitrate, to boiling	X	X	B	B	B	B		B	B	104°C	A						A
Bromine sulphide, 70°F	X	X	B	B	B	B		A	A	A	A	A	A	B	A	A	A
Bzoic acid	X	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A		X	A	A	A	110°C
Boric acid, to boiling	X	X	B	B	B	B	A	B	B	104°C	A		A	A	A	A	A
Boron trichloride, 70°F dry	B	B	B	B	B	B	B										A
Boron trifluoride, 70°F 10%, dry	B	B	B	A	B	A	A						X	X	X	B	A
Boric (acid), 70°F	X	X	X	X	X	X	B	B		A	A	A	A	A	A	A	A
Benzene (dry), 70°F	X	X	X	X	X	X	B	X	X	A	A	X	X	A	A	A	A
Benzene (wet), 70°F	X	X	X	X	X	X	B	X	X	A	A	X	X	B	A	A	A
Cadmium bisulphite, 70°F	X	X	B	B	B	B	B	A	A	A	A		X	A	A	A	A
Cadmium bisulphite	X	X	X	B	X	B	X	A	A	A	A		X	A	A	A	95°C
Cadmium chloride, 70°F	B	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Cadmium chloride <5%, to boiling	X	X	B	B	B	B	A	A	A	104°C	A		A	A	A	A	A
Cadmium chloride >5%, to boiling	X	X	X	B	X	B	A	B	B	104°C	A		A	B	A	A	A
Cadmium hydroxide, 70°F	B	B	B	B	B	B	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A
Cadmium hydroxide, <30%, to boiling	X	B	B	B	B	B	A	A		104°C	A		A	B	A	A	A
Cadmium hydroxide, >30%, to boiling	X	X	X	X	X	X	B	A		104°C	A		A	B	A	A	A

Corrosive	Steel	Brz	316	A-20	CD4MCu	ALLOY 2205	C-276	Ti	Zi	ETFE	FP	FRP	EPDM	FKM1	FKM2	FFKM	PVDF
Calcium hypochlorite, <2%, 70°F	X	X	X	X	X	X	A	A	A	A	A	X	B	A	A	A	A
Calcium hypochlorite, >2%, 70°F	X	X	X	X	X	X	B	A	B	A	A	X	B	A	A	A	A
Carbolic acid, 70°F (phenol)	X	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A		B	B	A	A	50°C
Carbon bisulphide, 70°F	B	B	A	A	A	A		A		A	A		X	A	A	A	
Carbonic acid, 70°F	B	X	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A
Carbon tetrachloride, dry to boiling	B	B	A	A	A	A	B	A	A	104°C	149°C		X	B	A	A	A
Chloric acid, 70°F	X	X	X	B	X	B	X			A	A					A	A
Chlorinated water, 70°F	X	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A		A	A	A	A	
Chloroacetic acid, 70°F	X		X	X		X		A	B	A	A	A	A	X	B	A	X
Chlorosulphonic acid, 70°F	X	X	X	X	X	X	A	B	X	A	A	A	X	X	X	A	X
Chromic acid, <30%	X	X	X	B	X	B	B	A	A	65°C	A	X	X	A	A	A	80°C
Citric acid	X	X	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Copper nitrate, to 175°F	X	X	B	B	B	B	X	B		A	A	A				A	A
Copper sulphate, to boiling	X	X	X	B	X	B	A	A	A	104°C	A		A	A	A	A	A
Cresylic acid	X	X	B	B	B	B	B			A	A		X	A	A	A	65°C
Cupric chloride	X	X	X	X	X	X	X	B	X	A	A			A	A	A	A
Cyanohydrin, 70°F	X		B	B	B	B				A	A	A		X	X	A	
Dichloroethane	X	B	B	B	B	B	B	A	B	65°C	A			B	A	A	A
Diethylene glycol, 70°F	A	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A		A	B	A	A	A
Dinitrochlorobenzene, 70°F (dry)	X	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A			X	B	A	A
Ethanolamine, 70°F	B	X	B	B	B	B		A	A	A	A		B	X	X	A	X
Ethers, 70°F	B	B	B	A	A	A	B	A	A	A	A		X	X	X	A	B
Ethyl alcohol, to boiling	A	A	A	A	A	A	A	A	A	104°C	A		A	B	A	A	A
Ethyl cellulose, 70°F	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A		B	X	X	A	
Ethyl chloride, 70°F	X	B	B	A	B	A	B	A	A	A	A	X	X	B	A	A	A
Ethyl mercaptan, 70°F	X	X	B	A	B	A	B			A	A	X	X	B	B	A	A
Ethyl sulphate, 70°F	X	B	B	A	B	A				A	A	X		X	X	A	
Ethylene chlorohydrin, 70°F	X	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	X	B	A	A	A	A
Ethylene dichloride, 70°F	X	B	B	B	B	B	X	A	A	A	A	X	X	A	A	A	A
Ethylene glycol, 70°F	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Ethylene oxide, 70°F	X	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A		X	X	X	A	A
Ferric chloride, <5%, 70°F	X	X	X	X	X	X	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Ferric chloride, >5%, 70°F	X	X	X	X	X	X	B	B	X	A	A	X	A	A	A	A	A
Ferric nitrate, 70°F	X	X	B	A	B	A	B			A	A	A	A	A	A	A	A
Ferric sulphate, 70°F	X	X	X	B	X	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Ferrous sulphate, 70°F	X	X	X	B	X	B	B	A	A	A	A	A		A	A	A	A
Formaldehyde, to boiling	B	B	A	A	A	A	B	A	A	104°C	A		A	X	B	A	X
Formic acid, to 212°F	X	X	X	A	B	A	A	X	A	A	A		A	X	X	A	A
Freon, 70°F	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		AX ¹	AX ¹	AX ¹	AB ¹	A
Hydrochloric acid, <1%, 70°F	X	X	X	B	X	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Hydrochloric acid, 1% to 20%, 70°F	X	X	X	X	X	X	A	X	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Hydrochloric acid, >20%, 70°F	X	X	X	X		X	A	X	B	A	A	X	A	B	A	A	A
Hydrochloric acid, <1/2%, 175°F	X	X	X	X	X	X	A	X	A	A	A	X	X	B	A	A	A
Hydrochloric acid, 1/2% to 2%, 175°F	X	X	X		X		A	X	A	A	A	X	X	B	A	A	A
Hydrocyanic acid, 70°F	X	X	X	B	X	B	X			A	A	A	A	A	A	A	A
Hydrogen peroxide, <30%, <150°F	X	X	B	B	B	B	B	A	A	A	A		B	B	A	A	A
Hydrofluoric acid, <20%, 70°F	X	B	X	B	X	B	A	X	X	A	A		X	B	A	A	A
Hydrofluoric acid, >20%, 50°F	X	X	X	X	X	X	B	X	X	A	A		X	B	A	A	A
Hydrofluoric acid, to boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	B	A	B
Hydrofluorosilicic acid, 70°F	X		X	B	X	B	B			A	A		B	A	A	A	A
Lactic acid, <50%, 70°F	X	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A		A	A	A	A	A
Lactic acid, >50%, 70°F	X	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A		A	A	A	A	A
Lactic acid, <5%, to boiling	X	X	X	B	X	B	B	A	A	104°C	A		X	B	A	A	50°C
Lime slurries, 70°F	B	B	B	B	A	B	B	B	B				A	A	A	A	
Magnesium chloride, 70°F	X	X	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Magnesium chloride, <5%, to boiling	X	X	X	B	X	B	A	A	A	104°C	A		A	A	A	A	140°C
Magnesium chloride, >5%, to boiling	X	X	X	X	X	X	B	B	B	104°C	A		A	A	A	A	140°C

Compound	Steel	Brz	316	A-20	CD4MCu	ALLOY 2205	C-276	Ti	Zr	ETFE	FP	FRP	EPDM	FKM1	FKM2	FFKM	PVDF
Magnesium hydroxide, 70°F	B	A	B	B	A	B	B	A		A	A	A	A	A	A	A	A
Magnesium sulphate	X	X	B	A	B	A	X	B	B	A	A		A	A	A	A	35°C
Maleic acid	X	X	B	B	B	B	B	A		A	A		B	A	A	A	20°C
Menthol	A	X	A	A	A	A				A	A			X	B	A	A
Mercuric chloride, <2%, 70°F	X	X	X	X	X	X	B	A	A	A	A		A	A	A	A	A
Mercurous nitrate, 70°F	X	X	B	B	B	B	C			A	A			A	A	A	A
Methyl alcohol, 70°F	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A		A	X	A	A	A
Naphthalene sulphonic acid, 70°F	X	X	B	B	B	B	B			A	A					A	A
Naphthoic acid	X	X	B	B	B	B	B			A	A		X	A	A	A	A
Nickel chloride, 70°F	X	X	X	B	X	B		B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
Nickel sulphate	X	X	B	B	B	B	B			A	A	A		A	A	A	A
Nitric acid	X	X	B	B	B	B		B	B				X	X	B	A	70%, 50°C
Nitrobenzene, 70°F	A	X	A	A	A	A	B	A		A	A	X	A	B	A	A	A
Nitroethane, 70°F	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	B	X	X	A	A
Nitropropane, 70°F	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	X	X	X	X	A	B
Nitrous acid, 70°F	X	X	X	X	X	X				A	A	A		X	X	A	
Nitrous oxide, 70°F	X	X	X	X	X	X	X			A	A			B	B	A	X
Oleic acid	X	X	B	B	B	B	X	X	X	A	A	X	B	B	B	A	20°C
Oleic acid, 70°F	B	X	B	B	B	B	B	B		A	A	X	X	B	A	A	X
Oxalic acid	X	X	X	B	X	B	B	X	A	A	A	X	A	A	A	A	50°C
Palmitic acid	B	B	B	A	B	A				A	A		B	A	A	A	20°C
Phenol (see carboric acid)										A	A		B	B	A	A	50°C
Phenol, 70°F	X	X	B	B	B	B	B			A	A			X	X	A	A
Phosphoric acid, <10%, 70°F	X	X	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Phosphoric acid, >10% to 70%, 70°F	X	X	A	A	A	A	X	B	B	A	A	X	A	A	A	A	A
Phosphoric acid, <20%, 175°F	X	X	B	B	B	B	A	X	B	A	A	X	A	A	A	A	A
Phosphoric acid, >20%, 175°F, <85%	X	X	X	B	X	B	X	X	X	A	A	X	A	A	A	A	A
Phosphoric acid, >10%, boil, <85%	X	X	X	X	X	X	X	X	X				A	A	A	A	A
Phthalic acid, 70°F	X	B	B	A	B	A	B	A	A	A	A			B	B	A	A
Phthalic anhydride, 70°F	B	X	A	A	A	A	A			A	A			B	B	A	
Picric acid, 70°F	X	X	X	B	X	B	B			A	A		B	A	A	A	A
Potassium carbonate	B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A		A	A	A	40°C
Potassium chlorate	B	X	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A		A	A	A	95°C
Potassium chloride, 70°F	X	X	B	A	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Potassium cyanide, 70°F	B	X	B	B	B	B	B			A	A	A	A	A	A	A	A
Potassium dichromate	B	B	A	A	A	A	B	A	A	A	A		A	A	A	A	40°C
Potassium ferricyanide	X	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A			B	B	A	40°C
Potassium ferrocyanide, 70°F	X	B	B	B	B	B	B		B	A	A	A		B	B	A	A
Potassium hydroxide, 70°F	X	X	B	A	B	A	X	B	A	A	A	A	A	X	B	A	X
Potassium hypochlorite	X	X	X	B	X	B	B	A		A	A			X	X	A	95°C
Potassium iodide, 70°F	X	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A			A	A	A	A
Potassium permanganate	B	B	B	B	B	B	B			A	A	A		B	B	A	20°C
Potassium phosphate	X	X	B	B	B	B		B	B	A	A	A		A	A	A	
Seawater, 70°F	X	B	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodium bisulphate, 70°F	X	X	X	B	X	B	B	B	A	A	A	A		A	A	A	A
Sodium bromide, 70°F	B	X	B	B	B	B	B			A	A	A		A	A	A	A
Sodium carbonate	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	A	A		A	A	A	40°C
Sodium chloride, 70°F	X	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sodium cyanide	B	X	B	B	B	B		B		A	A		A	A	A	A	35°C
Sodium dichromate	B	X	B	B	B	B		B		100°C	A			A	A	A	95°C
Sodium ethylate	B	A	A	A	A	A				A	A					A	A
Sodium fluoride	X	X	B	B	B	B	X	B	B	A	A			A	A	A	40°C
Sodium hydroxide, 70°F	B	B	B	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	X
Sodium hypochlorite	X	X	X	X	X	X	B	A	B	A	A	X	B	B	A	A	40%, 95°C
Sodium lactate, 70°F	B	X	X	X	X	X	X			A	A	A				A	A

Corrosive	Steel	Brz	316	A-20	CD4MCu	ALLOY 2205	C-276	Ti	ZI	ETFE	FP	FRP	EPDM	FKM1	FKM2	FFKM	PVDF
Stannic chloride, <5%, 70°F	X	X	X	X	X	X	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Stannic chloride, >5%, 70°F	X	X	X	X	X	X	X	B	B	A	A		A	A	A	A	A
Sulphite liquors, to 175°F	X	X	B	B	B	B	B	A					B	A	A	A	A
Sulphur (molten)	B	X	A	A	A	A	A	A					A	A	A	A	120°C
Sulphur dioxide (spray), 70°F	X	X	B	B	B	B	B	X		A	A		A	A	A	A	A
Sulphuric acid, <2%, 70°F	X	X	B	A	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Sulphuric acid, 2% to 40%, 70°F	X	X	X	B	X	B	A	X	A	A	A	A	B	A	A	A	A
Sulphuric acid, 40%, <90%, 70°F	X	X	X	B	X	B	A	X	X	A	A	X	B	B	A	A	A
Sulphuric acid, 93% to 98%, 70°F	B	X	B	B	B	B	A	X	X	A	A	X	X	B	A	A	A
Sulphuric acid, <10%, 175°F	X	X	X	B	X	B	A	X	B	A	A	A	X	A	A	A	A
Sulphuric acid, 10% to 60% & >80%, 175°F	X	X	X	B	X	B	X	X	X	A	A	X	B	A	A	A	A
Sulphuric acid, 60% to 80%, 175°F	X	X	X	X	X	X	B	X	X	A	A	X	X	B	A	A	A
Sulphuric acid, <1/4%, boiling	X	X	X	B	X	B	A	X	B				X	B	A	A	120°C
Sulphuric acid, 3/4% to 40%, boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	B				X	B	A	A	120°C
Sulphuric acid, 40% to 65% & >85%, boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	B	A	B
Sulphuric acid, 65% to 85%, boiling	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	B	A	95°C
Sulphurous acid, 70°F	X	X	X	B	X	B	B	A	B	A	A	A	X	X	B	A	A
Titanium tetrachloride, 70°F	X		X	B	X	B	X			A	A		X	B	B	B	A
Tirchloroethylene, to boiling	B	X	B	B	B	B	B	A	A				X	B	A	A	A
Urea, 70°F	X	X	B	B	B	B	X	B	B	A	A			B	A	A	A
Vinyl acetate	B	B	B	B	B	B	B			A	A			B	B	A	120°C
Vinyl chloride	B	X	B	B	B	B	B	A		A	A		X	A	A	A	95°C
Water, to boiling	B	A	A	A	A	A	A	A	A				A	A	A	A	A
Zinc chloride	X	X	B	A	B	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	140°C
Zinc cyanide, 70°F	X	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A					A	A
Zinc sulphate	X	X	A	A	A	A	X	A		A	A	A	A	A	A	A	140°C

Elastomer Selection Guide

Please use the following chart as a general guide only. Refer to detailed selection tables or the factory for specific elastomer recommendations.

Elastomer	Shore (A) Hardness	Max Temp Limit	pH Range	Abrasion	Resistance to Moderate Chemicals	Oils Hydrocarbons
Natural Rubber	40	154 F	5 - 12	E	G (1)	P
Polyurethane	81	149 F	3 - 11	E (2)	G (1)	E
Neoprene	60	212 F	3 - 12	G	G (1)	G
Nitrile	60	220 F	4 - 12	G	G (1)	E
Hypalon	55	230 F	1 - 14	G	E	G
Chlorobutyl	50	300 F	3 - 12	G	E	P

- (1) Poor for oxidizing chemicals and strong acids.
(2) Fine particles only (200 mesh or less).

E = Excellent
G = Good
P = Poor

ANEXO C

DATOS DEL FLUIDO



Section TECH-C

Water Data

TECH-C-1 Friction Loss for Water - Sched 40 Steel Pipe

U.S. Gallons per Minute	1/8 In. (0.269" I.D.)			1/4 In. (0.364" I.D.)			3/8 In. (0.493" I.D.)			1/2 In. (0.622" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V (Ft./Sec.)	V ² /2g	h _f (Ft./100 ft.)	V	V ² /2g	h _f	V	V ² /2g	h _f	V	V ² /2g	h _f	
0.2	1.13	0.020	2.72										0.2
0.4	2.26	0.079	16.2	1.23	0.024	3.7							0.4
0.6	3.39	0.178	33.8	1.85	0.053	7.6	1.01	0.016	1.74				0.6
0.8	4.52	0.317	57.4	2.47	0.095	12.7	1.34	0.028	2.89				0.8
1.0	5.65	0.495	87.0	3.08	0.148	19.1	1.68	0.044	4.30	1.06	0.017	1.86	1.0
1.5	8.48	1.12	188	4.62	0.332	40.1	2.52	0.099	8.93	1.58	0.039	2.85	1.5
2.0	11.3	1.98	324	6.17	0.591	69.0	3.36	0.176	15.0	2.11	0.069	4.78	2.0
2.5				7.17	0.923	105	4.20	0.274	22.6	2.64	0.108	7.16	2.5
3.0				9.25	1.33	148	5.04	0.395	31.8	3.17	0.156	10.0	3.0
3.5				10.79	1.81	200	5.88	0.538	42.6	3.70	0.212	13.3	3.5
4.0				12.33	2.36	259	6.72	0.702	54.9	4.22	0.277	17.1	4.0
4.5				13.87	2.99	326	7.56	0.889	68.4	4.75	0.351	21.3	4.5
5				15.42	3.69	398	8.40	1.10	83.5	5.28	0.433	25.8	5
6							10.1	1.58	118	6.34	0.624	36.5	6
7							11.8	2.15	158	7.39	0.849	48.7	7
8							13.4	2.81	205	8.45	1.11	62.7	8
9							15.1	3.56	258	9.50	1.40	78.3	9
10							16.8	4.39	316	10.6	1.73	95.9	10
12										12.7	2.49	136	12
14										14.8	3.40	183	14

U.S. Gallons per Minute	3/4 In. (0.824" I.D.)			1 In. (1.049" I.D.)			1 1/4 In. (1.3880" I.D.)			1 1/2 In. (1.610" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V	V ² /2g	h _f	V	V ² /2g	h _f	V	V ² /2g	h _f	V	V ² /2g	h _f	
4	2.41	0.090	4.21	1.48	0.034	1.29							4
5	3.01	0.141	6.32	1.86	0.053	1.93							5
6	3.61	0.203	8.87	2.23	0.077	2.68	1.29	0.026	0.70				6
7	4.21	0.276	11.8	2.60	0.105	3.56	1.50	0.035	0.93				7
8	4.81	0.360	15.0	2.97	0.137	4.54	1.72	0.046	1.18	1.26	0.025	0.56	8
9	5.42	0.456	18.8	3.34	0.173	5.65	1.93	0.058	1.46	1.42	0.031	0.69	9
10	6.02	0.563	23.0	3.71	0.214	6.86	2.15	0.071	1.77	1.58	0.039	0.83	10
12	7.22	0.810	32.6	4.45	0.308	9.62	2.57	0.103	2.48	1.89	0.056	1.16	12
14	8.42	1.10	43.5	5.20	0.420	12.8	3.00	0.140	3.28	2.21	0.076	1.53	14
16	9.63	1.44	56.3	5.94	0.548	16.5	3.43	0.183	4.20	2.52	0.099	1.96	16
18	10.8	1.82	70.3	6.68	0.694	20.6	3.86	0.232	5.22	2.84	0.125	2.42	18
20	12.0	2.25	86.1	7.42	0.857	25.1	4.29	0.286	6.34	3.15	0.154	2.94	20
25	15.1	3.54	134	9.29	1.34	37.4	5.37	0.448	9.66	3.94	0.241	4.50	25
30	18.1	5.06	187	11.1	1.93	54.6	6.44	0.644	13.6	4.73	0.347	6.26	30
35				13.0	2.62	73.3	7.52	0.879	18.5	5.52	0.473	8.38	35
40				14.8	3.43	95.0	8.58	1.14	23.5	6.30	0.618	10.8	40
45				16.7	4.33	119	9.66	1.45	29.5	7.10	0.783	13.5	45
50				18.6	5.35	146	10.7	1.79	36.0	7.88	0.965	16.4	50
60				22.3	7.71	209	12.9	2.57	51.0	9.46	1.39	23.2	60
70				26.0	10.5	283	15.0	3.50	68.8	11.0	1.89	31.3	70
80							17.2	4.58	89.2	12.6	2.47	40.5	80
90							19.3	5.79	112	14.2	3.13	51.0	90
100							21.5	7.15	138	15.8	3.86	62.2	100
120							25.7	10.3	197	18.9	5.56	88.3	120
140										22.1	7.56	119	140

U.S. Gallons per Minute	2 In. (2.067" I.D.)			2½ In. (2.469" I.D.)			3 In. (3.068" I.D.)			3½ In. (3.548" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
30	2.87	0.128	1.82	2.01	0.063	0.75							30
35	3.35	0.174	2.42	2.35	0.085	1.00							35
40	3.82	0.227	3.10	2.68	0.112	1.28							40
50	4.78	0.355	4.67	3.35	0.174	1.94	2.17	0.073	0.66				50
60	5.74	0.511	6.59	4.02	0.251	2.72	2.60	0.105	0.92	1.95	0.059	0.45	60
80	7.65	0.909	11.4	5.36	0.447	4.66	3.47	0.187	1.57	2.60	0.105	0.77	80
100	9.56	1.42	17.4	6.70	0.698	7.11	4.34	0.293	2.39	3.25	0.164	1.17	100
120	11.5	2.05	24.7	8.04	1.00	10.0	5.21	0.421	3.37	3.89	0.236	1.64	120
140	13.4	2.78	33.2	9.38	1.37	13.5	6.08	0.574	4.51	4.54	0.321	2.18	140
160	15.3	3.64	43.0	10.7	1.79	17.4	6.94	0.749	5.81	5.19	0.419	2.80	160
180	17.2	4.60	54.1	12.1	2.26	21.9	7.81	0.948	7.28	5.84	0.530	3.50	180
200	19.1	5.68	66.3	13.4	2.79	26.7	8.68	1.17	8.90	6.49	0.655	4.27	200
220	21.0	6.88	80.0	14.7	3.38	32.2	9.55	1.42	10.7	7.14	0.792	5.12	220
240	22.9	8.18	95.0	16.1	4.02	38.1	10.4	1.69	12.6	7.79	0.943	6.04	240
260	24.9	9.60	111	17.4	4.72	44.5	11.3	1.98	14.7	8.44	1.11	7.04	260
280	26.8	11.1	128	18.8	5.47	51.3	12.2	2.29	16.9	9.09	1.28	8.11	280
300	28.7	12.8	146	20.1	6.28	58.5	13.0	2.63	19.2	9.74	1.47	9.26	300
350				23.5	8.55	79.2	15.2	3.57	26.3	11.3	2.00	12.4	350
400				26.8	11.2	103	17.4	4.68	33.9	13.0	2.62	16.2	400
500				33.5	17.4	160	21.7	7.32	52.5	16.2	4.09	25.0	500
600							26.0	10.5	74.8	19.5	5.89	35.6	600
700							30.4	14.3	101	22.7	8.02	48.0	700
800							34.7	18.7	131	26.0	10.5	62.3	800
1000										32.5	16.44	96.4	1000

U.S. Gallons per Minute	4 In. (4.026" I.D.)			5 In. (5.047" I.D.)			6 In. (6.065" I.D.)			8 In. (7.981" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
140	3.53	0.193	1.16	2.25	0.078	0.38							140
160	4.03	0.253	1.49	2.57	0.102	0.49							160
180	4.54	0.320	1.86	2.89	0.129	0.61							180
200	5.04	0.395	2.27	3.21	0.160	0.74	2.22	0.077	0.30				200
240	6.05	0.569	3.21	3.85	0.230	1.03	2.66	0.110	0.42				240
280	7.06	0.774	4.30	4.49	0.313	1.38	3.11	0.150	0.56				280
320	8.06	1.01	5.51	5.13	0.409	1.78	3.55	0.196	0.72				320
360	9.07	1.28	6.92	5.77	0.518	2.22	4.00	0.240	0.90				360
400	10.1	1.58	8.47	6.41	0.639	2.72	4.44	0.307	1.09	2.57	0.102	0.28	400
450	11.3	2.00	10.5	7.23	0.811	3.42	5.00	0.388	1.37	2.89	0.129	0.35	450
500	12.6	2.47	13.0	8.02	0.999	4.16	5.55	0.479	1.66	3.21	0.160	0.42	500
600	15.1	3.55	18.6	9.62	1.44	5.88	6.66	0.690	2.34	3.85	0.230	0.60	600
700	17.6	4.84	25.0	11.2	1.96	7.93	7.77	0.939	3.13	4.49	0.313	0.80	700
800	20.2	6.32	32.4	12.8	2.56	10.2	8.88	1.23	4.03	5.13	0.409	1.02	800
900	22.7	8.00	40.8	14.4	3.24	12.9	9.99	1.55	5.05	5.77	0.518	1.27	900
1000	25.2	9.87	50.2	16.0	4.00	15.8	11.1	1.92	6.17	6.41	0.639	1.56	1000
1200	30.2	14.2	72.0	19.2	5.76	22.5	13.3	2.76	8.76	7.70	0.920	2.20	1200
1400	35.3	19.3	97.6	22.5	7.83	30.4	15.5	3.76	11.8	8.98	1.25	2.95	1400
1600				25.7	10.2	39.5	17.8	4.91	15.4	10.3	1.64	3.82	1600
1800				28.8	12.9	49.7	20.0	6.21	19.4	11.5	2.07	4.79	1800
2000				32.1	16.0	61.0	22.2	7.67	23.8	12.8	2.56	5.86	2000
2400							26.6	11.0	34.2	15.4	3.68	8.31	2400
2800							31.1	15.0	46.1	18.0	5.01	11.2	2800
3200							35.5	19.6	59.9	20.5	6.55	14.5	3200
3600										23.1	8.28	18.4	3600
4000										25.7	10.2	22.6	4000

U.S. Gallons per Minute	10 in. (10.020" I.D.)			12 in. (11.938" I.D.)			14 in. (13.124" I.D.)			16 in. (15.000" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
800	3.25	0.165	0.328										800
900	3.66	0.208	0.410	2.58	0.103	0.173							900
1000	4.07	0.257	0.500	2.87	0.128	0.210	2.37	0.087	0.131				1000
1200	4.88	0.370	0.703	3.44	0.184	0.296	2.85	0.126	0.185				1200
1400	5.70	0.504	0.940	4.01	0.250	0.395	3.32	0.171	0.247				1400
1600	6.51	0.659	1.21	4.59	0.327	0.609	3.79	0.224	0.317	2.90	0.131	0.163	1600
1800	7.32	0.834	1.52	5.16	0.414	0.636	4.27	0.283	0.395	3.27	0.166	0.203	1800
2000	8.14	1.03	1.86	5.73	0.511	0.776	4.74	0.349	0.483	3.63	0.205	0.248	2000
2500	10.2	1.62	2.86	7.17	0.799	1.19	5.93	0.546	0.738	4.54	0.320	0.377	2500
3000	12.2	2.32	4.06	8.60	1.15	1.68	7.11	0.786	1.04	5.45	0.461	0.535	3000
3500	14.2	3.13	5.46	10.0	1.55	2.25	8.30	1.07	1.40	6.35	0.627	0.718	3500
4000	16.3	4.12	7.07	11.5	2.04	2.92	9.48	1.40	1.81	7.26	0.820	0.921	4000
4500	18.3	5.21	8.88	12.9	2.59	3.65	10.7	1.77	2.27	8.17	1.04	1.15	4500
5000	20.3	6.43	10.9	14.3	3.19	4.47	11.9	2.18	2.78	9.08	1.28	1.41	5000
6000	24.4	9.26	15.6	17.2	4.60	6.39	14.2	3.14	3.95	10.9	1.84	2.01	6000
7000	28.5	12.6	21.1	20.1	6.26	8.63	16.6	4.28	5.32	12.7	2.51	2.69	7000
8000	32.5	16.5	27.5	22.9	8.17	11.2	19.0	5.59	6.90	14.5	3.28	3.498	8000
9000	36.6	20.8	34.6	25.8	10.3	14.1	21.3	7.08	8.7	16.3	4.15	4.38	9000
10,000				28.7	12.8	17.4	23.7	8.74	10.7	18.2	5.12	5.38	10,000
12,000				34.4	18.3	24.8	28.5	12.6	15.2	21.8	7.38	7.69	12,000
14,000				40.1	25.0	33.5	33.2	17.1	20.7	25.4	10.0	10.4	14,000
16,000							37.9	22.4	26.8	29.0	13.1	13.5	16,000
18,000							42.7	28.3	33.9	32.7	16.6	17.2	18,000
20,000										36.3	20.5	21.2	20,000

U.S. Gallons per Minute	18 in. (16.876" I.D.)			20 in. (18.812" I.D.)			24 in. (22.624" I.D.)			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
2000	2.87	0.128	0.139							2000
3000	4.30	0.288	0.297	3.46	0.186	0.174				3000
4000	5.74	0.512	0.511	4.62	0.331	0.298	3.19	0.158	0.120	4000
5000	7.17	0.799	0.781	5.77	0.517	0.455	3.99	0.247	0.181	5000
6000	8.61	1.15	1.11	6.92	0.745	0.645	4.79	0.356	0.257	6000
8000	11.5	2.05	1.93	9.23	1.32	1.11	6.38	0.633	0.441	8000
10,000	14.3	3.20	2.97	11.5	2.07	.70	7.98	0.989	0.671	10,000
12,000	17.2	4.60	4.21	13.8	2.98	2.44	9.58	1.42	0.959	12,000
14,000	20.1	6.27	5.69	16.2	4.06	3.29	11.2	1.94	1.29	14,000
16,000	22.9	8.19	7.41	18.5	5.30	4.26	12.8	2.53	1.67	16,000
18,000	25.8	10.4	9.33	20.8	6.71	5.35	14.4	3.21	2.10	18,000
20,000	28.7	12.8	11.5	23.1	8.28	6.56	16.0	3.96	2.58	20,000
22,000	31.6	15.5	13.9	25.4	10.0	7.91	17.6	4.79	3.10	22,000
24,000	34.4	18.4	16.5	27.7	11.9	9.39	19.2	5.70	3.67	24,000
26,000	37.3	21.6	19.2	30.0	14.0	11.0	20.7	6.69	4.29	26,000
28,000	40.2	25.1	22.2	32.3	16.2	12.7	22.3	7.76	4.96	28,000
30,000	43.0	28.8	25.5	34.6	18.6	14.6	23.9	8.91	5.68	30,000
34,000				39.2	23.9	18.7	27.1	11.4	7.22	34,000
38,000				43.9	29.9	23.2	30.3	14.3	9.00	38,000
42,000							33.5	17.5	11.0	42,000
46,000							36.7	20.9	13.2	46,000
50,000							39.9	24.7	15.5	50,000

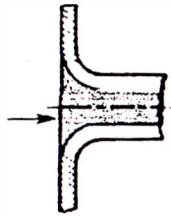
Reprinted from PIPE FRICTION MANUAL, Third Edition.
Copyright 1961 by Hydraulic Institute.



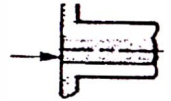
S. Gallons per Minute	30 in.			36 in.			42 in.			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
5,000	2.43	0.0917	0.0535							5,000
6,000	2.91	0.132	0.0750							6,000
7,000	3.40	0.180	0.100							7,000
8,000	3.89	0.235	0.129	2.52	0.0988	0.0442				8,000
9,000	4.37	0.297	0.161	2.84	0.125	0.0551				9,000
10,000	4.86	0.367	0.196	3.15	0.154	0.0670				10,000
11,000	5.83	0.528	0.277	3.78	0.222	0.0942	2.78	0.120	0.0441	12,000
12,000	6.80	0.719	0.371	4.41	0.303	0.126	3.24	0.163	0.0591	14,000
13,000	7.77	0.939	0.478	5.04	0.395	0.162	3.71	0.213	0.0758	16,000
14,000	8.74	1.19	0.598	5.67	0.500	0.203	4.17	0.270	0.0944	18,000
15,000	9.71	1.47	0.732	6.30	0.618	0.248	4.63	0.333	0.115	20,000
16,000	12.1	2.29	1.13	7.88	0.965	0.378	5.79	0.521	0.176	25,000
17,000	14.6	3.30	1.61	9.46	1.39	0.540	6.95	0.750	0.250	30,000
18,000	17.0	4.49	2.17	11.03	1.89	0.724	8.11	1.02	0.334	35,000
19,000	19.4	5.87	2.83	12.6	2.47	0.941	9.26	1.33	0.433	40,000
20,000	21.9	7.42	3.56	14.1	3.13	1.18	10.42	1.69	0.545	45,000
21,000	24.3	9.17	4.38	15.8	3.86	1.45	11.6	2.08	0.668	50,000
22,000	29.1	13.2	6.23	18.9	5.56	2.07	13.9	3.00	0.946	60,000
23,000	34.0	18.0	8.43	22.1	7.56	2.81	16.2	4.08	1.27	70,000
24,000	38.9	23.5	11.0	25.2	9.88	3.66	18.5	5.33	1.66	80,000
25,000				28.4	12.5	4.59	20.8	6.75	2.08	90,000
26,000				31.5	15.4	5.64	23.2	8.33	2.57	100,000
27,000				37.8	22.2	8.05	27.8	12.0	3.67	120,000
28,000							32.4	16.3	4.98	140,000
29,000							37.1	21.3	6.46	160,000
30,000							41.7	27.0	8.12	180,000

U.S. Gallons per Minute	48 in.			54 in.			60 in.			U.S. Gallons per Minute
	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	V	$\frac{V^2}{2g}$	h_f	
16,000	2.84	0.125	0.0391							16,000
17,000	3.19	0.158	0.0488							18,000
18,000	3.55	0.195	0.0598	2.80	0.122	0.0333				20,000
19,000	4.43	0.305	0.0910	3.50	0.191	0.0504	2.84	0.125	0.0301	25,000
20,000	5.32	0.440	0.128	4.20	0.274	0.0713	3.40	0.180	0.0424	30,000
21,000	6.21	0.598	0.172	4.90	0.374	0.0958	3.97	0.245	0.0567	35,000
22,000	7.09	0.782	0.222	5.60	0.488	0.124	4.54	0.320	0.0730	40,000
23,000	7.98	0.989	0.278	6.30	0.618	0.155	5.11	0.405	0.0916	45,000
24,000	8.87	1.221	0.341	7.00	0.762	0.189	5.67	0.500	0.112	50,000
25,000	10.64	1.76	0.484	8.40	1.098	0.267	6.81	0.720	0.158	60,000
26,000	12.4	2.39	0.652	9.81	1.49	0.358	7.94	0.980	0.213	70,000
27,000	14.2	3.13	0.849	11.21	1.95	0.465	9.08	1.28	0.275	80,000
28,000	16.0	3.96	1.06	12.6	2.47	0.586	10.21	1.62	0.344	90,000
29,000	17.7	4.89	1.30	14.0	3.05	0.715	11.3	2.00	0.420	100,000
30,000	21.3	7.03	1.87	16.8	4.39	1.02	13.6	2.88	0.600	120,000
31,000	24.8	9.57	2.51	19.6	5.98	1.38	15.9	3.92	0.806	140,000
32,000	28.4	12.5	3.26	22.4	7.81	1.80	18.2	5.12	1.04	160,000
33,000	31.9	15.8	4.11	25.2	9.88	2.26	20.4	6.48	1.32	180,000
34,000	35.5	19.5	5.05	28.0	12.2	2.77	22.7	8.00	1.62	200,000
35,000				35.0	19.1	4.32	28.4	12.5	2.52	250,000
36,000				42.0	27.4	6.19	34.0	18.0	3.60	300,000
37,000							39.7	24.5	4.88	350,000

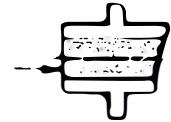
TECH-C-2 Resistance Coefficients for Valves and Fittings



BELL-MOUTH
INLET OR REDUCER
K = 0.05

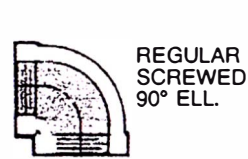


SQUARE EDGED INLET
K = 0.5

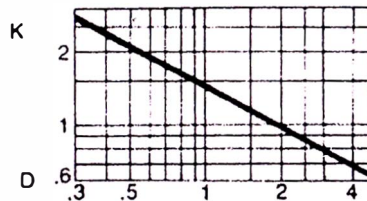


INWARD PROJECTING PIPE
K = 1.0

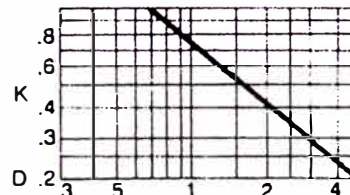
NOTE: K DECREASES WITH
INCREASING WALL THICKNESS OF
PIPE AND ROUNDING OF EDGES



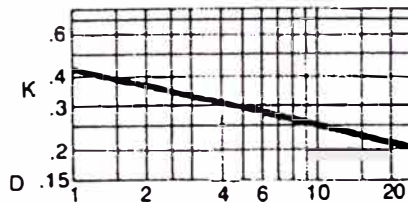
REGULAR
SCREWED
90° ELL.



LONG
RADIUS
SCREWED
90° ELL.



REGULAR
FLANGED
90° ELL.



LONG
RADIUS
FLANGED
90° ELL.

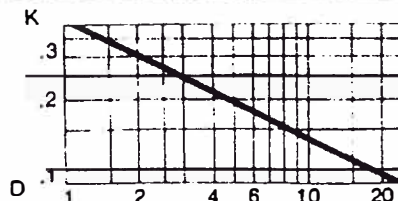


Chart 1

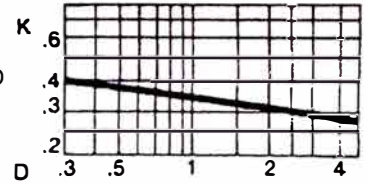
Where:

h = Frictional Resistance in Feet of Liquid

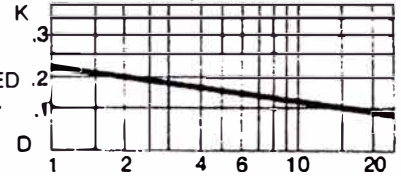
V = Average Velocity in Feet/Second in a Pipe of Corresponding Diameter



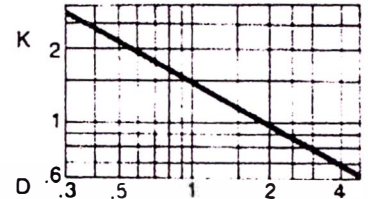
REGULAR
SCREWED
45° ELL.



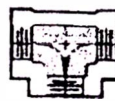
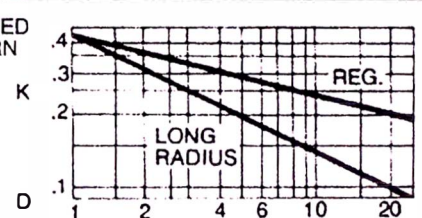
LONG
RADIUS
FLANGED
45° ELL.



SCREWED
RETURN
BEND

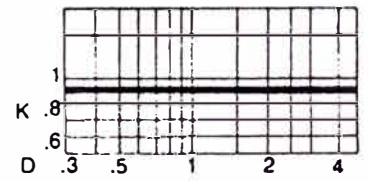


FLANGED
RETURN
BEND

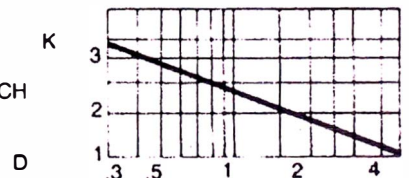


SCREWED
TEE

LINE
FLOW

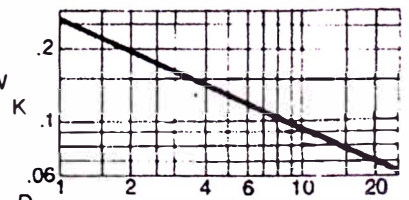


BRANCH
FLOW

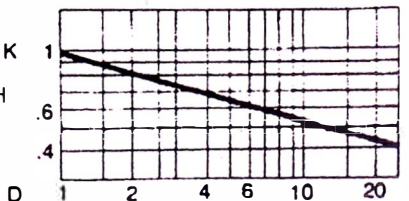


FLANGED
TEE

LINE
FLOW



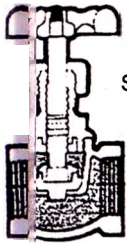
BRANCH
FLOW



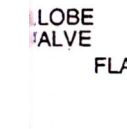
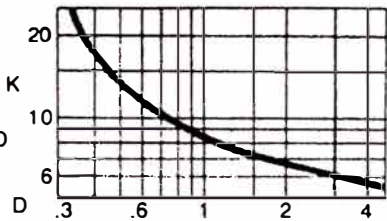
$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

g = 32.17 Feet/Second/Second

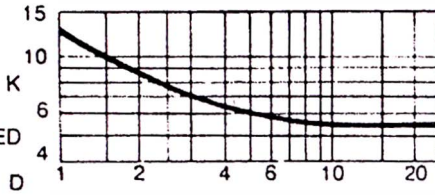
K = Resistance Coefficient For Valve or Fitting



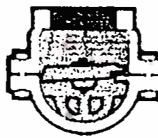
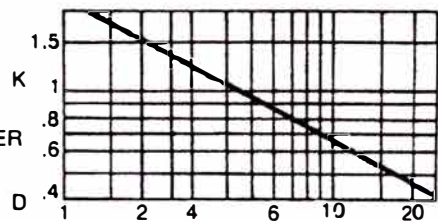
SCREWED



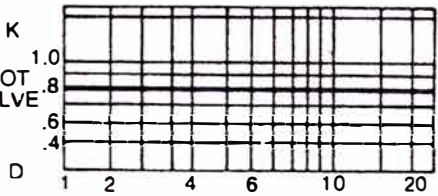
FLANGED



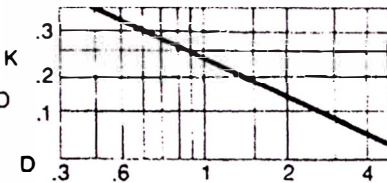
BASKET STRAINER



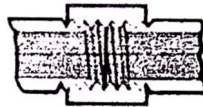
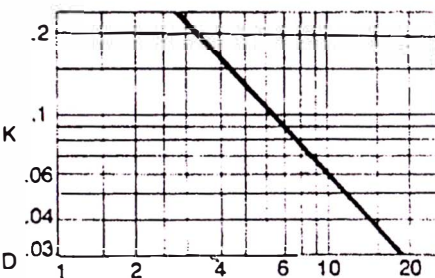
FOOT VALVE



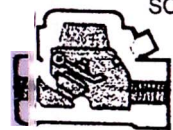
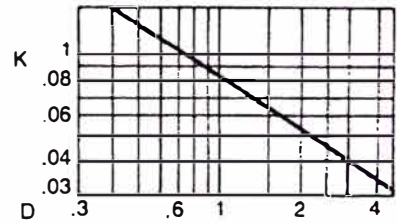
SCREWED



FLANGED

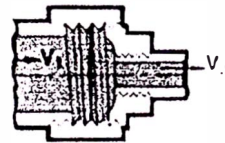
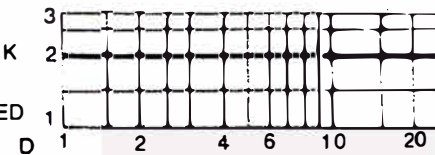
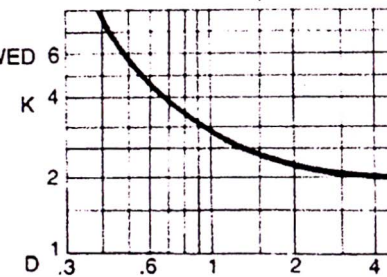


COUPLINGS AND UNIONS



SWING CHECK VALVE

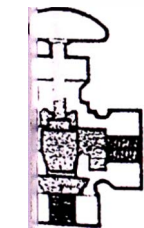
SCREWED



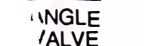
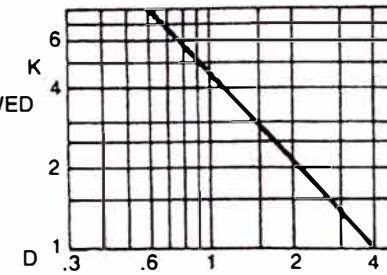
REDUCING BUSHING AND COUPLING

$$h = K \frac{V_2^2}{2g}$$

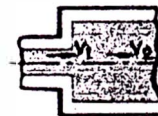
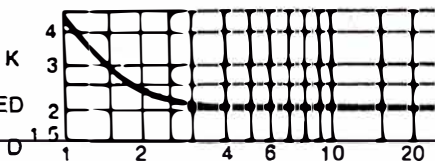
USED AS A REDUCER $K = 0.05 - 2.0$
 SEE ALSO FIG. 3
 USED AS INCREASER LOSS IS UP TO 40% MORE THAN THAT CAUSED BY A SUDDEN ENLARGEMENT



SCREWED



FLANGED



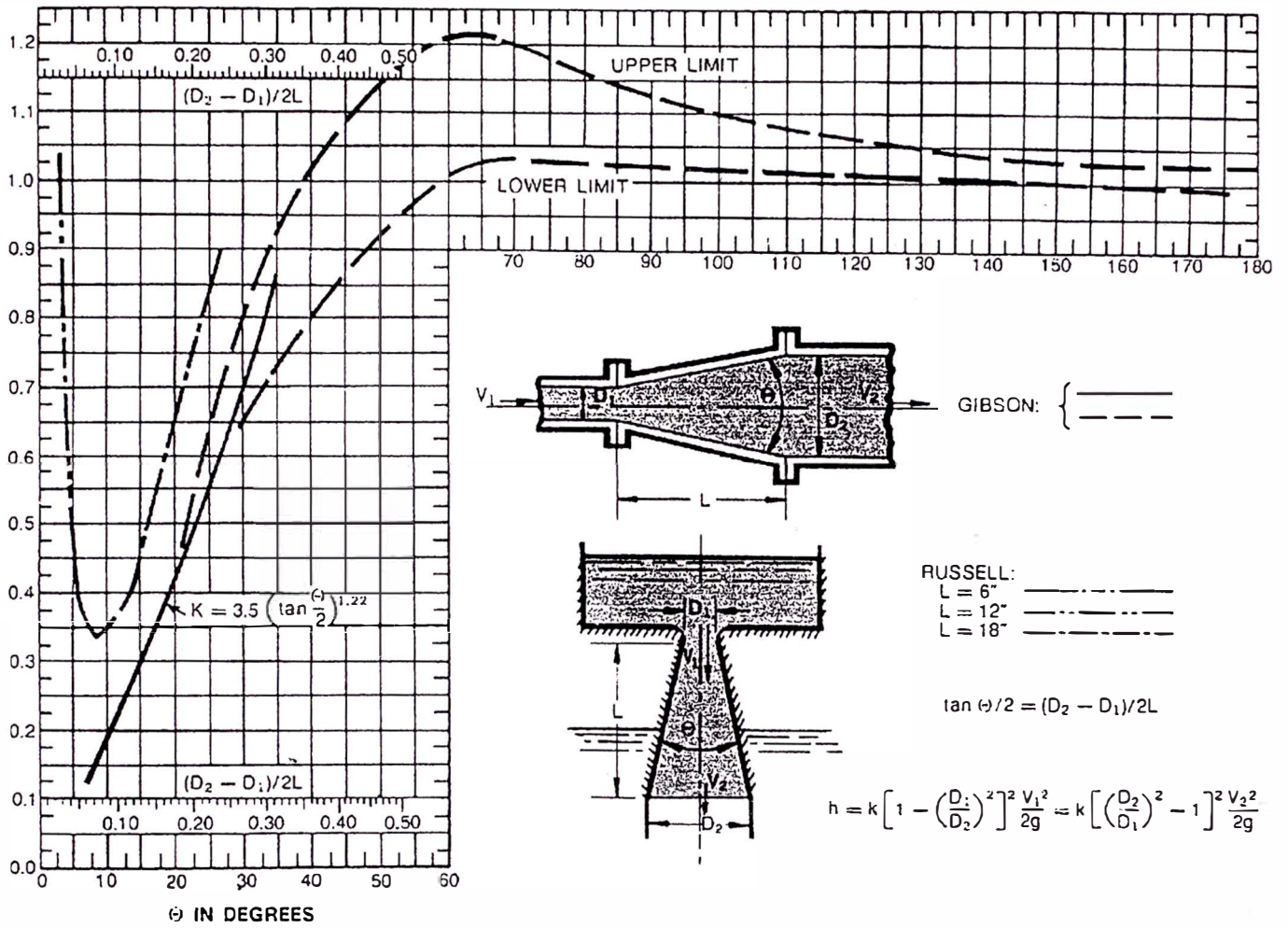
SUDDEN ENLARGEMENT

$$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} \text{ FEET OF FLUID}$$

SEE ALSO EQUATION(5)
 IF $A_2 \rightarrow \infty$ SO THAT $V_2 = 0$
 $h = V_1^2 \text{ FEET OF FLUID}$

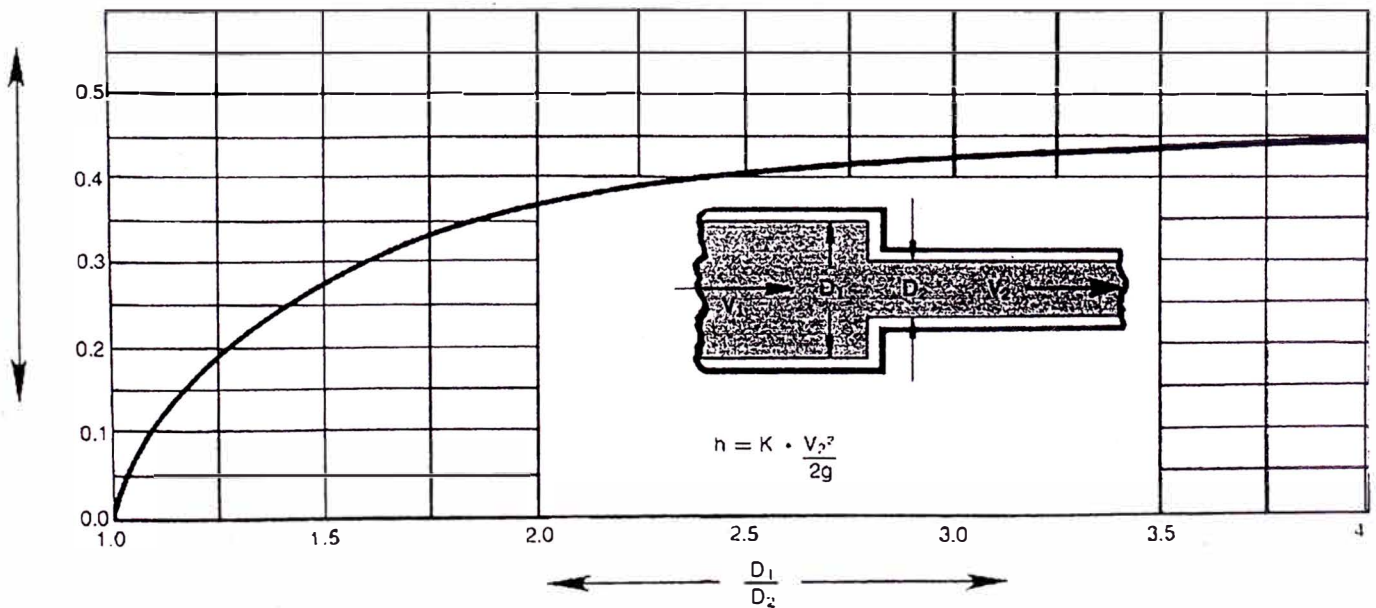
$$h = K \frac{V^2}{2g}$$

TECH-C-3 Resistance Coefficients for Increasesers and Diffusers



Reprinted from PIPE FRICTION MANUAL, Third Edition. Copyright 1961 by Hydraulic Institute.

TECH-C-4 Resistance Coefficients for Reducers



Reprinted from PIPE FRICTION MANUAL, Third Edition. Copyright 1961 by Hydraulic Institute.

TECH-C-5 Properties of Water at Various Temperatures from 32° to 705.4°F

Temp. F	Temp. C	SPECIFIC GRAVITY 60 F Reference	Wt. in Lb/Cu Ft	Vapor Pressure Psi Abs	Vapor Pressure* Feet Abs. (At Temp.)
32	0	1.002	62.42	0.0885	0.204
40	4.4	1.001	62.42	0.1217	0.281
45	7.2	1.001	62.40	0.1471	0.340
50	10.0	1.001	62.38	0.1781	0.411
55	12.8	1.000	62.36	0.2141	0.494
60	15.6	1.000	62.34	0.2653	0.591
65	18.3	.999	62.31	0.3056	0.706
70	21.1	.999	62.27	0.3631	0.839
75	23.9	.998	62.24	0.4298	0.994
80	26.7	.998	62.19	0.5069	1.172
85	29.4	.997	62.16	0.5959	1.379
90	32.2	.996	62.11	0.9682	1.167
95	35.0	.995	62.06	0.8153	1.890
100	37.8	.994	62.00	0.9492	2.203
110	43.3	.992	61.84	1.275	2.965
120	48.9	.990	61.73	1.692	3.943
130	54.4	.987	61.54	2.223	5.196
140	60.0	.985	61.39	2.889	6.766
150	65.5	.982	61.20	3.718	8.735
160	71.1	.979	61.01	4.741	11.172
170	76.7	.975	60.79	5.992	14.178
180	82.2	.972	60.57	7.510	17.825
190	87.7	.968	60.35	9.339	22.257
200	93.3	.966	60.13	11.526	27.584
212	100.0	.959	59.81	14.696	35.353
220	104.4	.956	59.63	17.186	41.343
240	115.6	.948	59.10	24.97	60.77
260	126.7	.939	58.51	35.43	87.05
280	137.8	.929	58.00	49.20	122.18
300	148.9	.919	57.31	67.01	168.22
320	160.0	.909	56.66	89.66	227.55
340	171.1	.898	55.96	118.01	303.17
360	182.2	.886	55.22	153.04	398.49
380	193.3	.874	54.47	195.77	516.75
400	204.4	.860	53.65	247.31	663.42
420	215.6	.847	52.80	308.83	841.17
440	226.7	.833	51.92	381.59	1056.8
460	237.8	.818	51.02	466.9	1317.8
480	248.9	.802	50.00	566.1	1628.4
500	260.0	.786	49.02	680.8	1998.2
520	271.1	.766	47.85	812.4	2446.7
540	282.2	.747	46.51	962.5	2972.5
560	293.3	.727	45.3	1133.1	3595.7
580	304.4	.704	43.9	1325.8	4345.
600	315.6	.679	42.3	1524.9	5242.
620	326.7	.650	40.5	1786.6	6341.
640	337.8	.618	38.5	2059.7	7689.
660	348.9	.577	36.0	2365.4	9458.
680	360.0	.526	32.8	2708.1	11878.
700	371.1	.435	27.1	3039.7	16407.
705.4	374.1	.319	19.9	3206.2	23187.

* Vapor pressure in feet of wate (Abs.) Converted from PSIA using sp. gr. at temperature.

TECH-C-6 Atmospheric Pressure, Barometer Reading and Boiling Point of Water at Various Altitudes

Altitude		Barometric Reading		Atmos. Pressure		Boiling Pt. Of Water °F
Feet	Meters	In. Hg.	Mm. Hg.	psia	Ft. Water	
— 1000	— 304.8	31.0	788	15.2	35.2	213.8
— 500	— 152.4	30.5	775	15.0	34.6	212.9
0	0.0	29.9	760	14.7	33.9	212.0
+ 500	+ 152.4	29.4	747	14.4	33.3	211.1
+ 1000	304.8	28.9	734	14.2	32.8	210.2
1500	457.2	28.3	719	13.9	32.1	209.3
2000	609.6	27.8	706	13.7	31.5	208.4
2500	762.0	27.3	694	13.4	31.0	207.4
3000	914.4	26.8	681	13.2	30.4	206.5
3500	1066.8	26.3	668	12.9	29.8	205.6
4000	1219.2	25.8	655	12.7	29.2	204.7
4500	1371.6	25.4	645	12.4	28.8	203.8
5000	1524.0	24.9	633	12.2	28.2	202.9
5500	1676.4	24.4	620	12.0	27.6	201.9
6000	1828.8	24.0	610	11.8	27.2	201.0
6500	1981.2	23.5	597	11.5	26.7	200.1
7000	2133.6	23.1	587	11.3	26.2	199.2
7500	2286.0	22.7	577	11.1	25.7	198.3
8000	2438.4	22.2	564	10.9	25.2	197.4
8500	2590.8	21.8	554	10.7	24.7	196.5
9000	2743.2	21.4	544	10.5	24.3	195.5
9500	2895.6	21.0	533	10.3	23.8	194.6
10000	3048.0	20.6	523	10.1	23.4	193.7
15000	4572.0	16.9	429	8.3	19.2	184.0

ANEXO D

TABLA DE SELECCIÓN DE ACOPLE Y PLACA BASE



Accessories

List Prices - Flexible Couplings (Non-Spacer)

761.B2A

December 1, 2000
(Sup. 1/1/00)

Size	Max. Bore (In.)	Horsepower Rating - @ RPM ⁽¹⁾							Goulds List	Wt Lbs
		3500	2850	1750	1450	1150	860	690		
Falk - T10										
1020T	1 $\frac{1}{8}$	23.5	19.1	11.7	9.7	7.7	5.7	4.6	\$168	4.5
1030T	1 $\frac{3}{8}$	66.4	54.2	33.2	27.5	21.8	16.3	13.1	206 *	5.5
1040T	1 $\frac{1}{2}$	110.4	90.3	55.5	46.0	36.5	27.3	21.8	247 *	7.5
1050T	1 $\frac{3}{4}$	194.2	158.2	97.3	80.6	63.9	47.8	38.3	296 *	12
1060T	2 $\frac{1}{8}$	305.7	248.6	153	127	100.3	75.1	60.2	341 *	16
1070T	2 $\frac{1}{2}$	444.6	361.7	222	184	146.4	108.7	87.6	490 *	23
1080T	3	916.9	746.9	458	380	301.8	225.4	181	663	40
1090T	3 $\frac{1}{2}$	1666.2	1356.3	833	690	547.5	409.2	328.7	793	57
1100T	4		2280.1	1400	1160	920.0	688	552	1,128 *	96
1110T	4 $\frac{1}{2}$		3391.6	2082	1725	1368.2	1023	821	1,359	124
1120T	5			3062	2538	2013	1504.5	1207	1,709	183
1130T	6			4445	3638	2921	2184.6	1752	2,235	274
1140T	7 $\frac{1}{4}$			6388	5292	4197	3138.5	2516	3,350	402
Falk Series 1000G - G20(Exposed Bolt)										
1010	1 $\frac{1}{8}$	420	342	210	174	138	103	82	401	10
1015	2 $\frac{1}{8}$	945	769	472	391	310	232	186	515	20
1020	2 $\frac{3}{8}$	1750	1425	875	725	575	430	345	673	35
1025	3 $\frac{1}{8}$	3150	2565	1575	1305	1035	774	621	854	65
1030	4 $\frac{1}{8}$	5250	4275	2625	2175	1725	1290	1035	1,105	95
1035	4 $\frac{3}{8}$	8050	6555	4025	3335	2645	1978	1587	1,486	150
1040	5 $\frac{1}{4}$	12250	9975	6125	5075	4025	3010	2415	1,874	215
1045	6 $\frac{1}{2}$		13680	8400	6960	5520	4128	3312	2,495	300
1050	7			11375	9425	7475	5590	4485	3,087	420
1055	7 $\frac{3}{4}$			14875	12325	9775	7310	5865	4,669	550
Kop-Flex - B⁽²⁾										
1	1 $\frac{1}{8}$	368	299	184	152	121	90	72	741 *	6
1 1/2	1 $\frac{3}{8}$	648	527	324	268	213	159	128	843 *	10
2	2 $\frac{1}{8}$	1278	1040	639	529	420	314	252	970 *	16
2 1/2	2 $\frac{3}{8}$	2170	1767	1085	899	713	533	428	1,214 *	25
3	3 $\frac{1}{8}$	3850	3135	1925	1595	1265	946	759	1,613 *	45
3 1/2	3 $\frac{3}{8}$	6510	5301	3255	2697	2139	1600	1283	2,055 *	62
Kop-Flex - Std. Forged Steel⁽²⁾										
1 1/2	1 $\frac{3}{8}$	945	770	470	390	310	232	186	950	17
2	2 $\frac{1}{8}$	1750	1425	875	750	575	430	345	1,138	27
2 1/2	2 $\frac{3}{8}$	3140	2560	1570	1300	1030	770	620	1,344	48
3	3 $\frac{1}{8}$	5600	4560	2800	2320	1840	1376	1104	1,761	69
3 1/2	3 $\frac{3}{8}$	8225	6697	4112	3407	2702	2021	1621	2,282	108
4	4 $\frac{1}{4}$	13125	10687	6562	5437	4312	3225	2587	2,746	170
4 1/2	4 $\frac{3}{8}$	17675	14392	8837	7322	5807	4343	3484	3,498	225
5	5 $\frac{1}{2}$	24500	19950	12250	10150	8050	6020	4830	4,356	335
5 1/2	5 $\frac{3}{8}$		26220	16100	13340	10580	7912	6348	6,524	400
6	6 $\frac{1}{2}$		34342	21087	17472	13857	10363	8314	8,970	500
7	8					21160	15824	12696	12,862	750

*These sizes stocked in most popular bores.
See notes at the end of this section.

Selectable by Configurator or Standard Bill of Materials Indexes
Engineering required

Drive Assemblies (Baseplates & Couplings - Motor Drive)

Group	Motor Frame	Falk Steelflex Coupling	Woods Duraflex Coupling	Woods Sureflex Coupling	Wt/ Lbs	Baseplate & Coupling Guard		Extra Over CI for Fab. Steel Drip Lip Baseplate	
						Dwg. No.	Allowance or Selling Price		
L	254T, 256T	1060T10	E10	8S	847	D00094A	\$2,473	\$1,257	
	284TS, 286TS	1060T10	E10	9S	847	D00094A	2,473	1,257	
	284T, 286T, 324TS	1060T10	E10	9S	847	D00094A	2,473	1,257	
	326TS, 324T, 326T	1060T10	E20	10S	847	D00094A	2,473	1,257	
	364TS	1060T10	E20	10S	847	D00094A	2,473	1,257	
	365TS	1060T10	E30	11S	847	D00094A	2,473	1,257	
	364T	1070T10	E20	10S	847	D00094A	2,473	1,257	
	365T	1070T10	E30	11S	847	D00094A	2,473	1,257	
	404TS	1060T10	E30	12S	1030	D00095A	2,640	941	
	405TS	1060T10	E40	12S	1030	D00095A	2,640	941	
	404T	1080T10	E30	12S	1030	D00095A	2,640	941	
	405T	1080T10	E40	12S	1030	D00095A	2,640	941	
	444TS, 445TS	1070T10	E40	N/A	1030	D00095A	2,640	941	
	444T	1090T10	E40	N/A	1030	D00095A	2,640	941	
	445T	1090T10	E50	N/A	1050	D00095A	2,640	941	
	447TS	1070T10	E40	N/A	1050	D00095A	2,640	941	
	Non-Nema Max D 12 1/2" B 27 1/2" Motor Dimension A 25 1/2" AB 37 1/2"		Use Coupling from 761.B2			1021	D00062A	2,640	884
	Non-Nema Max D 14 1/2" B 28 1/2" Motor Dimension A 28 1/2" AB 39 1/2"		Use Coupling from 761.B2			1110	D00069A	2,718	196
	Non-Nema Max D 17" B 37" Motor Dimension A 34" AB 49"		Use Coupling from 761.B2			1300	D00075A	3,171	131
	XL	254T, 256T	1060T10	E10	8S	850	D03189A	2,800	496
284TS, 286TS		1060T10	E10	9S	850	D03189A	2,800	496	
284T, 286T, 324TS		1060T10	E10	9S	850	D03189A	2,800	496	
326TS, 326T		1060T10	E20	10S	850	D03189A	2,800	496	
364TS		1060T10	E20	10S	850	D03189A	2,800	496	
365TS		1060T10	E30	11S	850	D03189A	2,800	496	
364T		1070T10	E20	10S	850	D03189A	2,800	496	
365T		1070T10	E30	11S	850	D03189A	2,800	496	
404TS		1060T10	E30	12S	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
405TS		1060T10	E40	12S	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
404T		1080T10	E30	12S	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
405T		1080T10	E40	12S	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
444TS, 445TS		1070T10	E40	N/A	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
444T		1090T10	E40	N/A	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
445T		1090T10	E50	N/A	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
447TS		1070T10	E40	N/A	1050	D03190A	3,528	215 DEDUCT	
Non-Nema Max D 12 1/2" B 27 1/2" Motor Dimension A 25 1/2" AB 37 1/2"		Use Coupling from 761.B2				STEEL	3,360		
Non-Nema Max D 14 1/2" B 28 1/2" Motor Dimension A 28 1/2" AB 39 1/2"		Use Coupling from 761.B2				STEEL	3,507		
Non-Nema Max D 17" B 37" Motor Dimension A 34" B 39"		Use Coupling from 761.B2				STEEL	3,662		

NOTE:
 Non-Nema motors baseplates affect leadtime. Please contact EPD Materials Department for exact capability.
 * See Section 761.B2A for Coupling prices

Selectable by configurator or Standard Bill of Materials Indexes
Engineering Required

ANEXO E

CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO

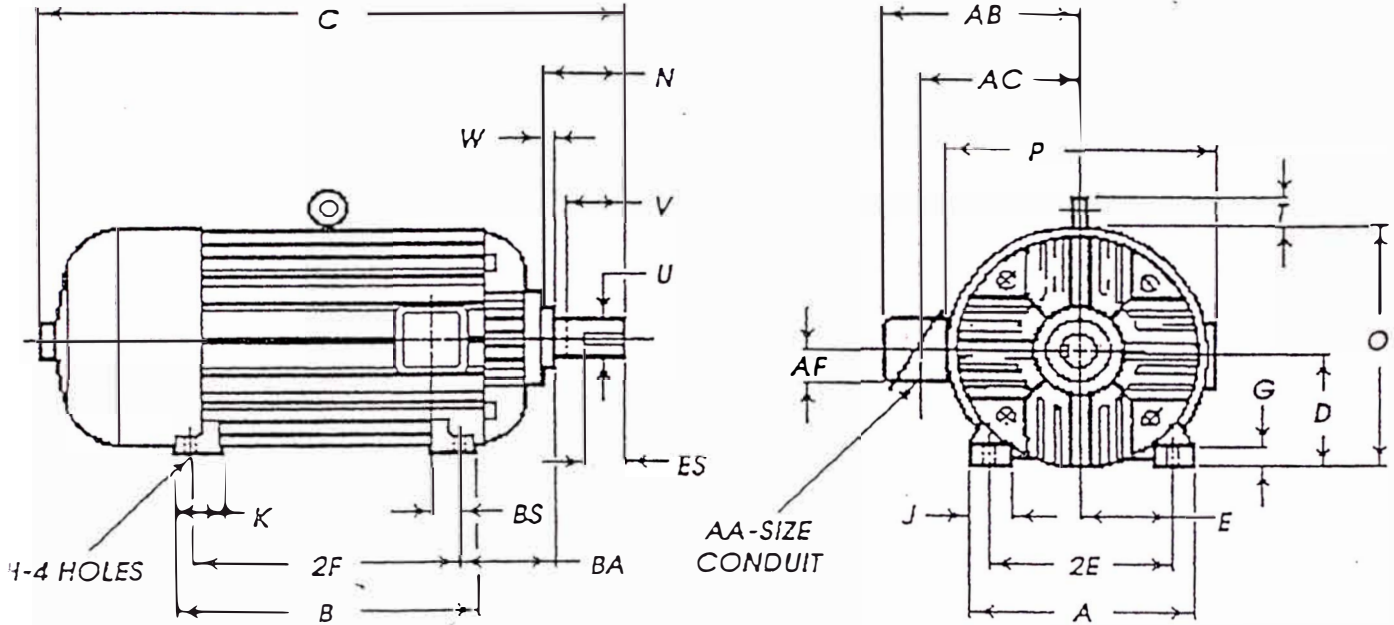


HORIZONTAL MOTORS

FRAMES 449T THRU 449TS
TYPE J

SECTION: 205
PAGE: 18.5
EFFECTIVE: 05-01-91
SUPERCEDES: 10-15-88

STANDARD F-1 ASSEMBLY



ALL DIMENSIONS ARE IN INCHES

B	D	E	2E	2F	G	H	J	K	O	P*	T	W
28	11	9	18	25	1-1/2	13/16	4	5	24-1/16	27-1/8	2-7/8	1/8

	BA	BS
1/2	7-1/2	12-1/2

CONDUIT BOX DIMENSIONS

VOLTS	AB	AC	AF
460, 2300	23-15/16	18-7/16	8-1/16
4160	24-13/16	19-9/16	10

FRAME	C	N	U -.001	V MIN.	ES MIN.	SQ. KEY
449T	55-1/8	8-5/8	3-3/8	8-1/4	7	7/8
449TL	57-1/8	10-5/8	4-3/8	10-1/4	8-1/2	1
449TM	51-3/8	4-7/8	2-7/8	4-1/2	3-5/8	3/4
449TS	51-3/8	4-7/8	2-3/8	4-1/2	3-1/8	5/8

* Largest motor width.

Dimension "D" will never be exceeded, but may be less than values shown. When exact dimensions are required, shims up to 1/16" may be necessary.

All non-machined dimensions may vary by 1/4" due to casting and/or fabrication variations.

Conduit box opening may be located in steps of 90°. Standard as shown with conduit opening down.

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Customer P.O. No: OC-1066

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION



U. S. ELECTRICAL MOTORS
DIVISION OF EMERSON ELECTRIC CO.



DO NOT USE FOR CONSTRUCTION PURPOSES UNLESS CERTIFIED

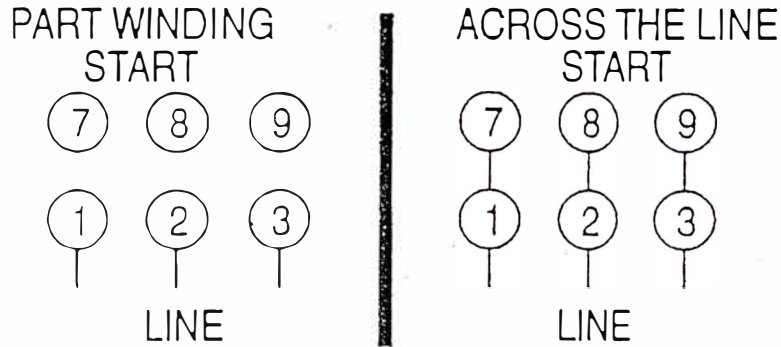


Motor Wiring Diagram

Single Voltage, Wye or Delta Connection, Part Winding Start (PWS)

or

Full Winding - Across the Line Start



EACH LEAD MAY CONSIST OF ONE OR MORE CABLES HAVING THE SAME LEAD NUMBER.

Per NEMA MG1 1998-1.75, "A Part-winding Start motor is one in which certain specially designed circuits of each phase of the primary winding are initially connected to the supply line. The remaining circuit or circuits of each phase are connected to the supply in parallel with initially connected circuits, at a predetermined point in the starting operation." This is intended to limit the inrush current required to start the motor. NEMA MG1 1998-14.38 states that the motor may not accelerate to full speed in part-winding and may be noisier than when on full winding.

Motors designed by US Motors for Part-winding Start may also be used for across the line starting using only the full winding connection. Damage will occur if the motor is operated with load for more than 30 seconds on Part-winding without transition to full winding.

To reverse direction of rotation, interchange leads 1 & 2.

Each lead may have one or more cables comprising that lead. In such case, each cable will be marked with the appropriate lead number.

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Connection Plate: 165975

Customer P.O. No: OC-1066

Connection Decal: 377836(OBS), 416281

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION

Revised: 12/13/99 REP

MOTOR PERFORMANCE

MODEL NO.	CATALOG NO.	PHASE	TYPE	FRAME
G366	H350S2S	3	J	449T

ORDER NO.	LINE NO.	MPI
-----	---	30829

HP:	350
POLES:	4
VOLTS:	460
HZ:	60
SERVICE FACTOR:	1.15
EFFICIENCY (%):	
S.F.	94.6
FULL	95.0
3/4	95.1
1/2	94.4
1/4	90.8
POWER FACTOR: (%)	
S.F.	88.7
FULL	89.2
3/4	89.0
1/2	85.9
1/4	72.6
NO LOAD	9.6
LOCKED ROTOR	21.1
AMPS:	
S.F.	449
FULL	387
3/4	290
1/2	202
1/4	124
NO LOAD	78.2
LOCKED ROTOR	2406.9
NEMA CODE LETTER	F
NEMA DESIGN LETTER	B
FULL LOAD RPM	1785
NEMA NOMINAL EFFICIENCY (%)	95.0
GUARANTEED EFFICIENCY (%)	94.1
MAX KVAR	53
AMBIENT (°C)	40
ALTITUDE (FASL)	3300
SAFE STALL TIME-HOT (SEC)	30
SOUND PRESSURE (DBA @ 1M)	90

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Customer P.O. No: OC-1066

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION

SOUND PRESSURE (DBA @ 1M)	90
TORQUES:	
BREAKDOWN{% F.L.}	241
LOCKED ROTOR{% F.L.}	124
FULL LOAD{LB-FT}	1030.8

The Above Data Is Typical, Sinewave Power Unless Noted Otherwise



Home Email

Copyright © 2000 U.S. Electrical Motors, All rights reserved

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Customer P.O. No: OC-1066

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION

NAMEPLATE DATA

CATALOG NUMBER:				H35052S				
MODEL	G366	FR	449	T	TYPE	J	ENCL	TE
SHAFT END BRG		6226-J/C3			OPP END BRG		6220-J/C3	
	3	MAX AMB	40°C	ID#				
INSUL CLASS		F			DUTY			CONT
350		RPM		1785		HP		RPM
VOLTS	460					VOLTS		
FL AMPS	387.0					FL AMPS		
SF AMPS	449.0					SF AMPS		
S	1.15	DESIGN	B	CODE		F		
NEMA NOM EFFICIENCY	95.0	NOM PF	89.2					
GUARANTEED EFFICIENCY	94.1	MAX KVAR	53.0	HZ		60		
						NEMA NOM EFFICIENCY		NOM PF
						GUARANTEED EFFICIENCY		MAX KVAR
								HZ

UL DATA (IF APPLICABLE):

DIVISION	CLASS I	GROUP I
TEMP CODE	CLASS II	GROUP II

VFD DATA (IF APPLICABLE):

VOLTS		TORQUE 1		TORQUE 2	
AMPS		VFD LOAD TYPE 1		VFD LOAD TYPE 2	
		VFD HERTZ RANGE 1		VFD HERTZ RANGE 2	
		VFD SPEED RANGE 1		VFD SPEED RANGE 2	

		WD=165975
	2D-4D	



U.S. ELECTRICAL MOTORS
DIVISION OF EMERSON ELECTRIC COMPANY
ST. LOUIS, MO



TYPICAL NAMEPLATE DATA
ACTUAL MOTOR NAMEPLATE LAYOUT MAY VARY
SOME FIELDS MAY BE OMITTED

Customer: Cia Minera Aurifera Santa Rosa Sa

Customer P.O. No: OC-1066

Item No: 01

Service: SOLUCION DE LIXIVACION



Home Email

Copyright © 2000 U.S. Electrical Motors, All rights reserved

ANEXO F

REPORTE DEL PROGRAMA

PSS Y WINPRISM

PUMP SELECTION LIST
 Goulds Process Pumps 60 Hz

Selection file: MIN98A01.UFS
Catalog: PRCESS60.MPC v 5.1

Design Point: Flow: 100 l/s
 Head: 150 m

Fluid: SOLUCION DE Temperature: 15.6 °C
 SG: 1

NPSHr: --- m

Viscosity: 1.121 cP
 Vapor pressure: 1.776 kPa_a
 Atm pressure: 101.4 kPa_a

Motor: IEC Standard TEFC Enclosure
 sized for Max Power on Design Curve

Piping: System: ---
 Suction: --- mm
 Discharge: --- mm

Type	Size	Speed rpm	Dia m	Head m	Shutoff m	Eff %	BEP %	NPSHr m	Pwr kW	NOL Pwr	Motor kW	Frame
3410	6x8-22 L	1780	531	145	152	73	~ 76	3.3	196	278	300	355M
3410	8x10-21 L	1780	531	151	153	70	~ 81	2.13	211	373	375	355L

Model:3410

Size:6X8-22

Group:

60 Hz

RPM:1785

Stages:1

Job/Inq. No.

Purchaser: CIA, MINERA AURIF

User: Issued by: RICARDO CANALES RIMACHI

Item/Equip.No: Quotation No. Date: 10/2/02

Servi: Order No. Certified By:

Operating Conditions

Liquid: solución cianurada

Temp: 21.1 °C

Sp. grav: 1/1 cp

S.G./visc.: 100 l/sec

Flow: 150 m

TDH: 5 m

NPSHa: Req. solid size:

% Solids:

Vapc Press:

Pump Performance

Actual Pump Eff.: 72 % Suction Specific Speed: 9967 (m³/hr ,

Actual Pump Power: 204.6 kW Min. Cont. Stable Flow: 59 l/sec

Mech. Seal Loss: 0 kW Min. Cont. Thermal Flow:

Dyn. Seal Loss: 0 kW Non-Overloading Power: 300.7 kW

Other Power Loss: 0 kW Imp. Dia. Addtl Stg

Rated Total Power: 204.6 kW

Imp. Dia. First 1 Stg: 525 mm

NPSHr: 3.2 m

Shut off Head: 158.6 m

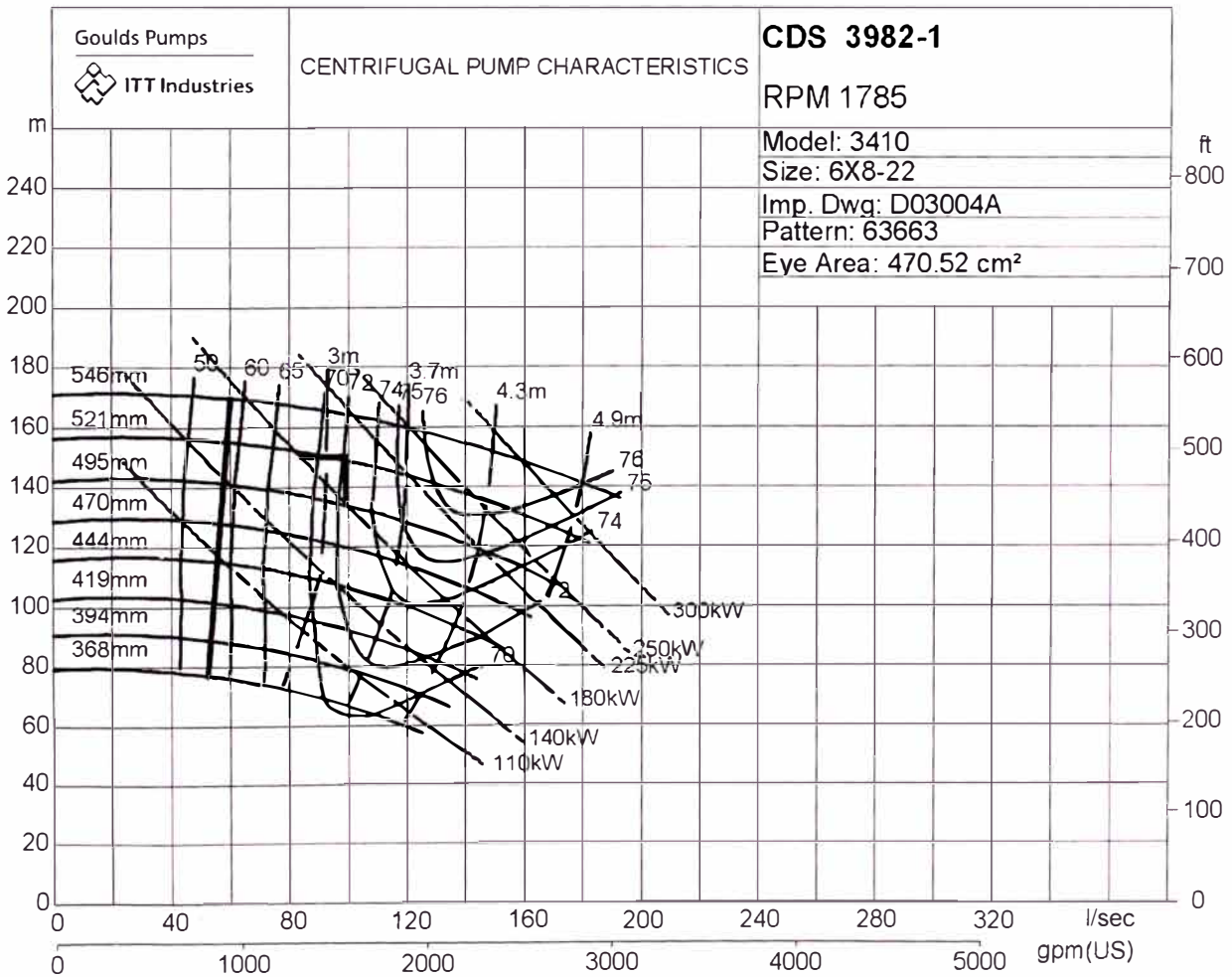
Mag. Drive Circuit Flow:

Max Drive Power:

Max Drive Temp:

Max Motor Size:

Not ::



COMPañIA MINERA AURIFERA SANTA ROSA

Proposal No: MIN98B_01

Item No: ITEM001

2. Oct, 2002

MODEL:3410 Size: 6x8-22 L QTY: 1

Operating conditions

SERVICE *BOMBEO DE SOLUCION CIANURADA*
 LIQUID *solución cianurada Temp. 21.1 deg C, SP.GR 1.000, Viscosity 1.000 cp*
 CAPACITY Norm./Rate *100.0 / 100.0 l/sec*
 HEAD *150.0 m*

Performance at 1785 RPM

PUBLISHED EFFY *72.0% (CDS)*
 RATED EFFY *72.0%*
 RATED POWER *204.01 kW (Run out 302.03 kW)*
 NPSHR *3.2 (available NPSH is 5.0) (m)*
 DISCH. PRESSURE *1468.9 (1553.0 @ Shut off) (kPa g)*
 PERF. CURVE *3982-1 (Rotation CW viewed from coupling end)*
 SHUT OFF HEAD *158.6 m*
 MIN FLOW *59.0 (l/sec)*

PRICES in USD	
Pump Unit	15,720
Driver	8,785
Boxing	
Testing	
Freight	
Accessories	
Total 1 Unit	24,505

Materials

CONSTRUCTION *All iron / 316SS*
 CASING *Cast iron max.casing.pres.@ rated temp.1723.8kPa g*
 CASING WEAR RING *Nitronic 60*
 IMPELLER *316SS - Enclosed (524 rated (mm) max=546 min=368)*
 IMPELLER WEAR RING *Cast iron*
 CASING GASKET *Non asbestos*
 SAFT *SAE 4140*
 SAFT SLEEVE *316SS*
 LUBRICATION *Regreasable bearings*
 GAND *316SS Plain*
 BARINGS *SKF 6211 (Inboard Bearing) SKF 5309 A/C3 (Outboard Bearing)*
 COUPLING *Falk-T10 1090T-*
 COUPLING GUARD *Steel*
 BESEPLATE *Fabricated steel drip lip*

Sealing Method

PACKING *Packmaster 1*

Casing connections

Typical suction and discharge gauge

Flanges

20# ASA on discharge

Frame options

Mabyrinth oil seals - Inpro

Single extended shaft

Testing

Non witnessed casing hydrostatic-test

Painting

oulds Blue water reducible coating (Strathmore)

Device: Electric motor Manufacturer: Pump mfg 's Choice

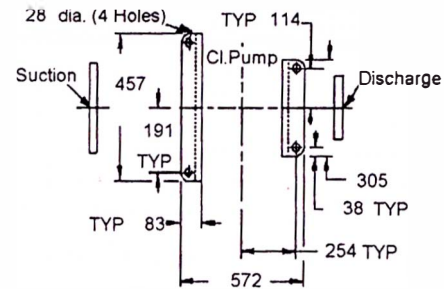
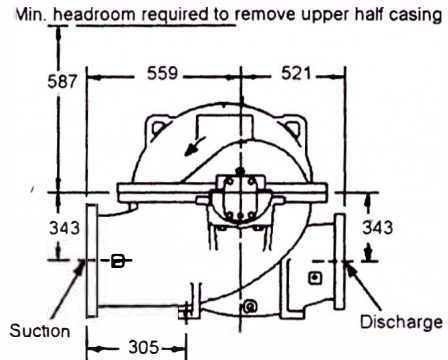
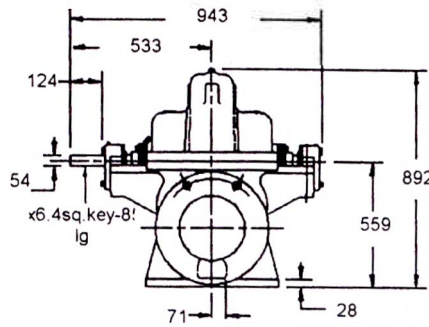
FURNISHED BY *Pump mfg*
RATING *350.00 hp (261.0 KW)*
PHASE/FREQ/VOLTS *3/60 Hz/460*
INSULATION/SF *F/1.15*

MOUNTED BY *Pump mfg*
ENCLOSURE *TEFC HIGH ALTITUDE*
SPEED *1800 RPM*
FRAME *449T*

Weights

TOTAL NET UNIT WEIGHT

1860.3kg



Pump specification

Weights and Measurements

SUCT.FLANGE SIZE 8"	DRILLING ANSI #	FACING FF	FINISH SMOOTH
DISCH.FLANGE SIZE 6"	DRILLING ANSI 250 #	FACING FF	FINISH SMOOTH
PUMP ROTATION (LOOKING AT PUMP FROM MOTOR)	CW		
TYPE OF LUBRICATION	REGREASABLE BEARINGS	COOLED	NO
TYPE OF STUFFING BOX	N/A	COOLED	NO
TYPE OF SEALING	PACKING		

PUMP	678.0 kg
MOTOR/CPLG	1156.5/25.9 kg
BASEPLATE	kg
TOTAL	1860.3 kg
GR.VOLUME w/BOX	N/A
GR.WEIGHT w/BOX	N/A

Motor specification

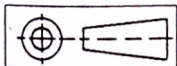
Notes and References

MOTOR BY PUMP MFG	MOUNT BY PUMP MFG	MFG. PUMP MFG'S CHOICE	
FRAME 449T	POWER	350.00 hp	RPM 1800
PHASE 3	FREQUENCY	60 Hz	VOLTS 460
INSULATION F	S.F.	1.15	
ENCLOSURE	TEFC HIGH ALTITUDE		

FOR PUMP TAPPED OPENINGS REFER TO DWG TMIN98B_01/ITEM001

Auxiliary specification

COUPLING BY PUMP MFG	CPLG TYPE FALK T10 1090T
CPL GUARD BY PUMP MFG.	CPLG GUARD MATL STEEL
BASEPLATE	FABRICATED STEEL DRIP LIP
PACKING	PACKMASTER I



All dimensions are in mm.
Drawing is not to scale
Weights (kg) are approximate

Customer:
Serial No:
Customer P.O. No:
Item No: ITEM001
Service:

DRAWING NO MIN98B_01/ITEM001

ANEXO G

ACCESORIOS



RITEPRO INC. Montreal

STANDARD SPECIFICATION SHEET

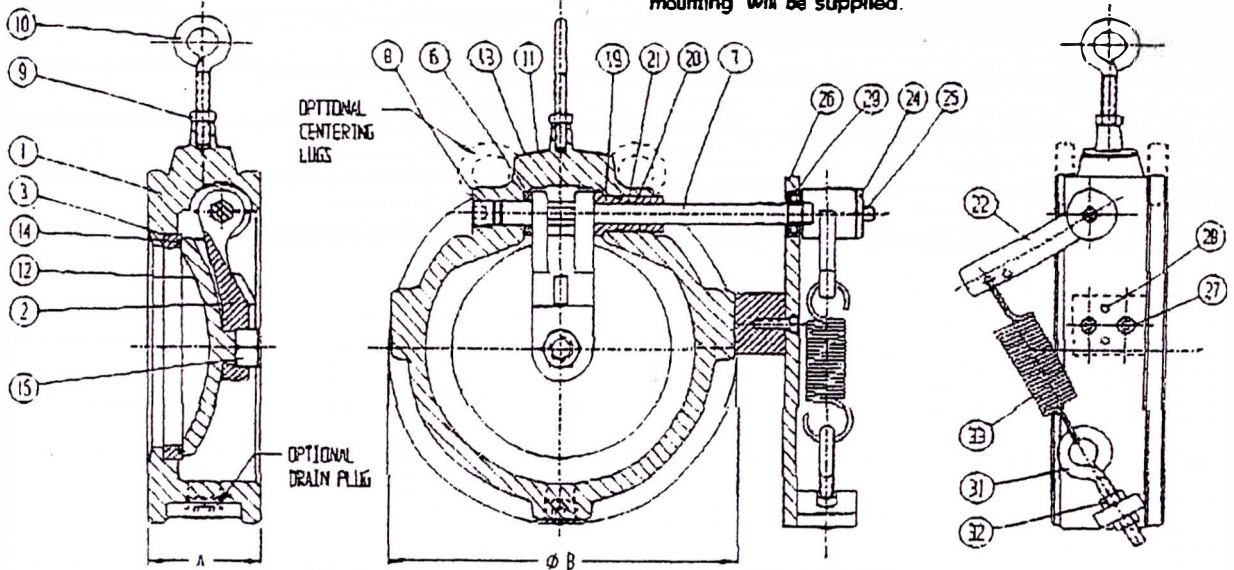
Check Rite Wafer Type Swing Check Valve With External Spring Sizes 2" to 12"

002/00
REFERENCE NO:

SA-01

CLASS 150 AND 300

Springs may be mounted on the left or right hand side. Right hand mounting is shown. If not specified on order, right hand mounting will be supplied.



Size and number of springs to be determined by application.

	VALVE SIZE								
	2"	2.5"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
A	1.75	1.88	2.00	2.25	2.50	2.75	2.88	3.13	3.38
B (150)	4.13	4.88	5.38	6.88	7.75	8.75	11.00	13.38	16.13
B (300)	4.38	5.13	5.88	7.13	8.50	9.88	12.13	14.25	16.63

Item	Description	Material
1	Body	ASTM A216-WCB **
2	Hinge	ASTM A351-CF8M
3	Seat	ASTM A240-304
6	Spacer	ASTM A479-316
7	Shaft	ASTM A564-630
8	Plug	Steel
9	Lock Nut	Steel Zinc Plated
10	Eye Bolt	Steel Zinc Plated
11	Name Plate	Aluminium
12	Disc	ASTM A351-CF8M
13	Rivet	Steel Cad. Plated
14	O-Ring *	Buna, Viton, Teflon
15	Disc Nut	Stainless Steel

Item	Description	Material
19	Seal Bushing	ASTM A479-316
20	O-Ring	Buna, Viton, Teflon
21	O-Ring	Buna, Viton, Teflon
22	Spring Adaptor	Steel
24	Retaining Plate	Steel
25	SHCS	Steel
26	Bracket	Steel
27	SHCS	Steel
28	Dowel Pin	Steel
29	Ball Bearing	Steel
31	Eye Bolt	Steel Zinc Plated
32	Nut	Steel Zinc Plated
33	Spring	Stainless Steel

* If required by customer.
 ** Other materials available: A126-CLB, A395, A351-CF8M, Monel, Alloy 20, 254 SMO.
 Valves meet the requirements of ANSI B16.34.

FOR REFERENCE PURPOSES ONLY

PROPERTY OF RITEPRO INC., MONTREAL

PREPARED BY: E.B.	APPROVED BY: P.M.	DATE: 27 February, 1997	A	B	C	D	E	PAGE:
							X	1 of 1



1) APPLICATION / PURPOSE OF MODEL SA-01 VALVES

The purpose of equipping a standard Check Rite Valve with an external spring, is to provide external control, which is field adjustable, in applications such as: multiple pumping installations terminating in common headers, where transient forces are difficult to ascertain and control.

The basic principle is to start closing the valve as soon as the flow starts to decrease. With external springs it is possible to close the valve before flow reverses. This reduces or eliminates waterhammer and the associated problems.

2) GENERAL DESCRIPTION

A Model SA-01 is a basic Check Rite Valve which has been converted, featuring a positive hexagon drive at the Hinge/Disc-Shaft mounting. The Shaft extends through the Body and is supported by a Bracket arrangement. A stainless steel bushing supports the Shaft in the Body, and a Ball Bearing supports the Shaft in the Bracket. O-Rings seal the Shaft, Bushing and the Body. One or more springs, depending on the application, mounted between the Bracket and the Shaft provide for adjustment and rapid closure.

The Disc is supplied with a non-rotating feature to prevent it from "Spinning" and creating excessive wear at the Hinge-Disc connection.

3) ADJUSTMENT OF VALVE

Valves of this sort are usually designed for a specific application. The size and number of springs are determined by flow rates and the required response of the valve. The limited adjustment of the spring allows fine tuning of the valve when it is installed. A field setting by a qualified mechanic will usually meet the expectation. To reduce valve closing time, the springs can be tightened. To increase the valve closing time, the springs can be loosened.

FOR REFERENCE
PURPOSES ONLY

PROPERTY OF RITEPRO INC., MONTREAL

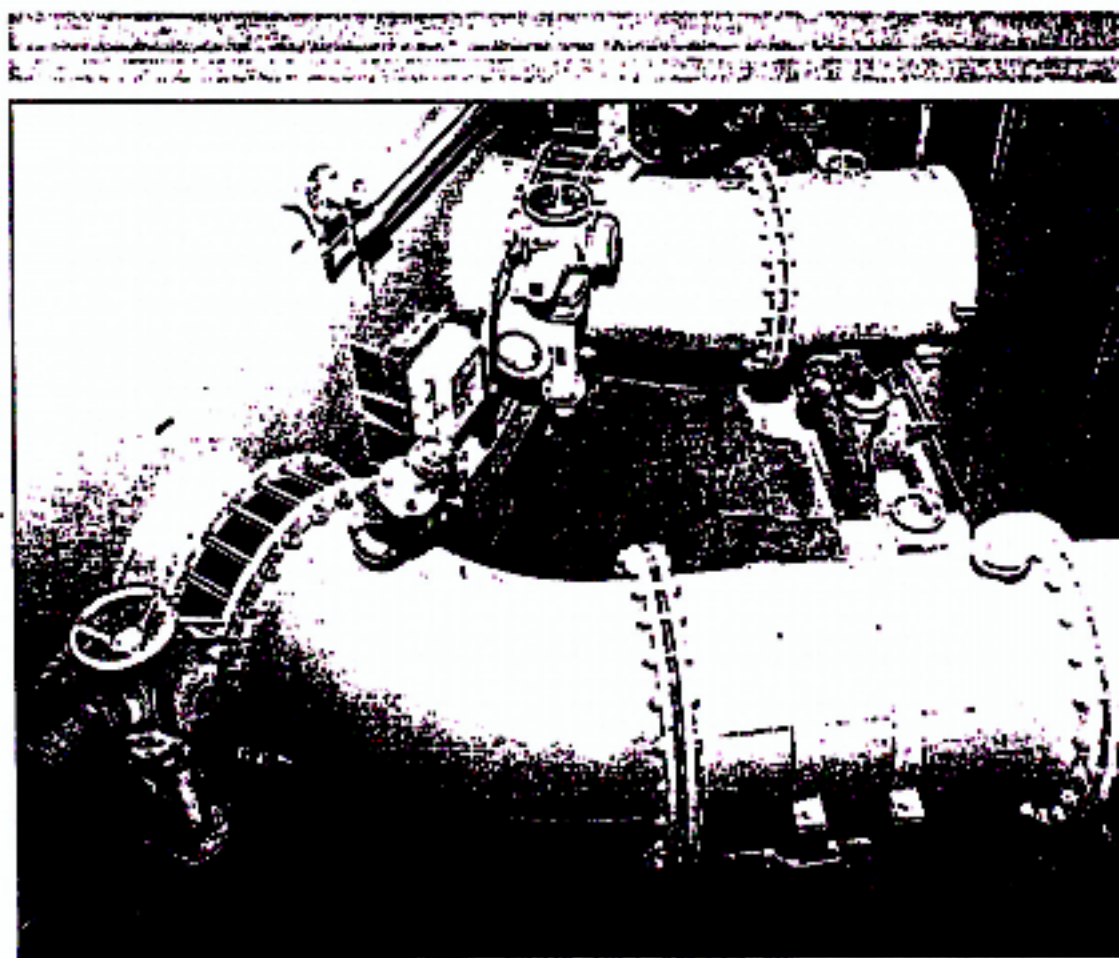
PREPARED BY: E.B.	APPROVED BY: P.M.	DATE: 1 June, 1995	A	B	C	D	E	PAGE: 1 of 1
----------------------	----------------------	-----------------------	---	---	---	---	---	-----------------

Type RS	2
	2
ons	3
ures	3
	4
	5
ons	5
ures	6
	6
	7/8
ons	8
on	9
ng	
	10
e Guide	11
	11
	12
	13
	14
	14/15

t to change



- Saunders RS Butterfly Valves are reliable, low maintenance shut-off and control valves.
- Designed for use in gas and liquid pipelines, to a maximum working pressure of 230 psi.
- An economic alternative to plug, gate and ball valves.
- Equipped to handle an operating temperature range of -30°F to +300°F



● APPLICATIONS

Saunders RS Butterfly Valves are extremely adaptable and have numerous application possibilities, including:

▼ Water treatment

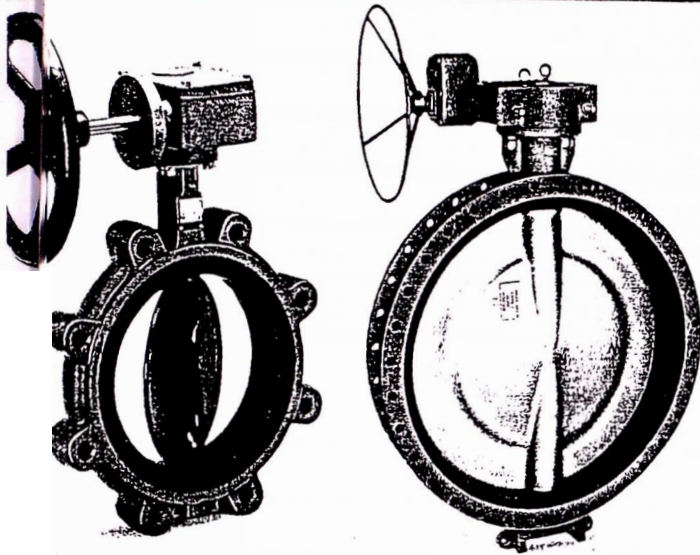
▼ Construction inc

▼ Drilling Product

▼ Heating and air conditioning

▼ Cooling water ci

STANDARD SPECIFICATIONS



- ▼ ISO 9001
- ▼ Pipe Diameters 2" to 24", ANSI 150, temperature range -30°F to + 300°F.
- ▼ Face-to-face dimensions according to API 609 and ISO 5752 series 20.
- ▼ Neck flange according to ISO 5211.
- ▼ Bubble tight shut-off ANSI class VI or better.

CHARACTERISTICS/FEATURES

Corrosion Free

The body lining and disc are the only components of the valve that come into contact with the line medium. These components come in a wide variety of materials which resist degradation from the majority of line media.

Permanently Tight Closure

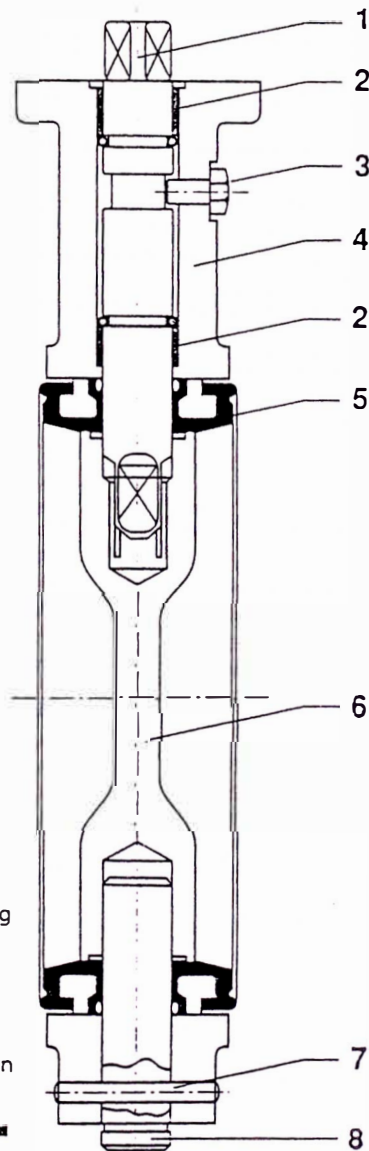
Saunders Butterfly Valves close liquid and gas tight in both flow directions.

The disc is pressed with a defined constant compression over the entire disc circumference, into the elastic body lining. The power transmission between disc and handle is effected via a square drive and provides for an axial movement and self centering of the disc, which prevents overstress and wear of the elastomer.

Suitable for Vacuum Service

The replaceable body lining consists of a firm back-up ring onto which the elastic seating material is vulcanized, thus creating a permanent ability of the seat which prevents deformation of the elastomer during closing.

The bond between elastomer and back-up ring is strong enough to enable the valve to be used with high flow rates and for vacuum service.



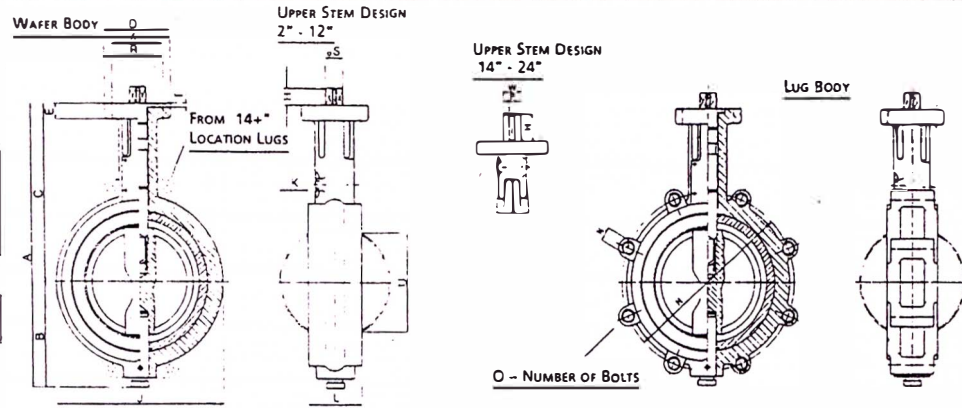
Key to Basic Construction

- 1 Upper Stem
- 2 Bushing
- 3 Stem Retaining Screw
- 4 Valve Body
- 5 Seat
- 6 Disc
- 7 Lower Stem Pin
- 8 Lower Stem

Technical Data

DIMENSIONS & WEIGHTS

▼ 2" - 24"

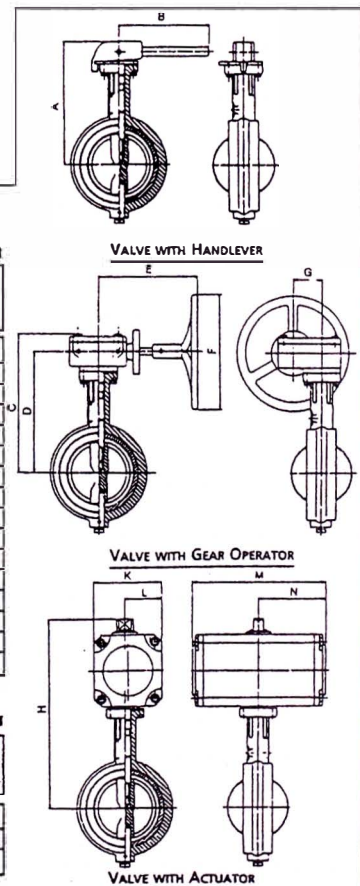


Dimensions in inches

Nominal Diameter	50 2"	65 2 1/2"	80 3"	100 4"	125 5"	150 6"	200 8"	250 10"	300 12"	350 14"	400 16"	450 18"	500 20"	600 24"	
A(1)	8.03	8.86	9.41	10.55	11.50	12.60	15.20	18.19	21.34	24.69	26.65	29.25	31.22	36.77	
A(2)	8.03	8.86	9.84	11.26	12.36	13.46	15.79	18.19	21.34	-	-	-	-	-	
B	2.91	3.11	3.35	3.98	4.41	4.92	6.14	7.56	9.53	10.91	11.89	13.43	14.41	16.69	
C	5.12	5.75	6.06	6.57	7.09	7.68	9.06	10.63	11.81	13.78	14.76	15.83	16.81	20.08	
D	2.56	2.56	2.56	2.56	3.54	3.54	3.54	4.92	4.29	6.89	6.89	6.89	6.89	8.27	
E	0.55	0.55	0.55	0.55	0.59	0.59	0.59	0.71	0.71	0.91	0.91	0.91	0.91	0.98	
H	0.63	0.63	0.63	0.63	0.75	0.75	0.75	0.94	0.94	2.56	2.56	2.56	2.56	3.15	
J	4.13	4.88	5.43	6.38	7.56	8.58	10.75	12.91	14.88	17.24	19.25	21.22	23.43	27.40	
K	0.28	0.51	0.75	1.06	1.46	1.93	2.76	3.54	4.37	5.08	5.55	6.38	7.13	8.70	
L	1.69	1.81	1.81	2.05	2.20	2.20	2.36	2.68	3.07	3.07	4.02	4.49	5.00	6.06	
M ANSI150	4.75	5.50	6.00	7.50	8.50	9.50	11.75	14.25	17.00	18.75	21.25	22.75	25.00	29.50	
N ANSI150	5/8"-11 UNC		5/8"-11 UNC		3/4"-10 UNC			7/8"-9 UNC		1"-8 UNC		1 1/8"-7 UNC		1 5/8"-7	
O ANSI150	4	4	8	8	8	8	8	12	12	12	16	16	20	20	
P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55	0.55	0.55	0.55	0.79	
R	1.38	1.38	1.38	1.38	2.17	2.17	2.17	2.76	2.76	3.94	3.94	3.94	3.94	5.12	
S	□ 0.55	□ 0.55	□ 0.55	□ 0.55	□ 0.67	□ 0.67	□ 0.67	□ 0.87	□ 0.87	-	-	-	-	-	
T	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.20	0.20	0.20	0.20	0.28	
U	1.54	2.20	2.80	3.66	4.61	5.67	7.52	9.45	11.46	12.87	14.61	16.65	18.58	22.64	
X	Ø 0.28/4 x Ø 1.97				Ø 0.35/4 x Ø 2.76				Ø 0.43/4 x Ø 4.02				Ø 0.71/4 x Ø 5.51		Ø 0.87/4 x Ø 6.5

Weights in lbs - Without Actuator

Nominal Diameter	50 2"	65 2 1/2"	80 3"	100 4"	125 5"	150 6"	200 8"	250 10"	300 12"	350 14"	400 16"	450 18"	500 20"	600 24"
Wafer body	5.3	6.6	7.1	9.9	15.4	17.6	26.7	43.7	68.8	110.2	158.7	202.8	244.7	429.9
Lug body	7.5	8.8	10.6	15.2	23.4	25.1	35.1	57.3	84.2	132.3	202.8	238.1	332.9	540.1



Dimensions in inches

Dimension (3)	Nominal Diameter													
	50 2"	65 2 1/2"	80 3"	100 4"	125 5"	150 6"	200 8"	250 10"	300 12"	350 14"	400 16"	450 18"	500 20"	600 24"
(1)	7.13	7.76	8.07	8.58	9.09	9.69	11.06	-	-	-	-	-	-	-
(2)	7.13	7.76	8.50	9.29	9.96	10.55	11.65	-	-	-	-	-	-	-
(1)	7.87	7.87	7.87	7.87	9.45	9.45	9.45	-	-	-	-	-	-	-
(2)	8.11	8.74	9.06	9.57	10.08	10.67	12.05	13.62	14.80	17.20	18.19	19.25	20.24	24.21
(1)	8.11	8.74	9.49	10.28	10.94	11.54	12.64	13.62	14.80	-	-	-	-	-
(2)	6.77	7.40	7.72	8.23	8.74	9.33	10.71	12.28	13.46	15.83	16.81	17.87	18.86	21.93
(1)	6.77	7.40	8.15	8.94	9.61	10.20	11.30	12.28	13.46	-	-	-	-	-
(2)	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	9.06	11.22	11.22	11.22	11.22	17.87
(1)	7.87	7.87	7.87	7.87	9.84	9.84	9.84	9.84	9.84	15.75	15.75	15.75	15.75	24.02
(2)	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	2.56	3.78	3.78	3.78	3.78	5.39
(1)	9.72	10.35	10.67	12.99	13.50	14.09	15.47	19.49	20.67	22.64	26.38	27.44	28.43	37.68
(2)	9.72	10.35	11.10	13.70	14.37	14.96	16.06	19.49	20.67	-	-	-	-	-
(1)	3.62	3.62	3.62	5.43	5.43	5.43	7.87	7.87	7.87	10.63	10.63	10.63	10.63	16.61
(2)	1.97	1.97	1.97	2.83	2.83	2.83	3.94	3.94	3.94	5.31	5.31	5.31	5.31	8.31
A	4.33	4.33	5.91	6.93	6.93	6.93	9.09	10.51	10.51	13.86	14.69	19.25	19.25	22.44
B	1.42	1.42	2.95	2.36	2.36	2.36	4.55	3.54	3.54	6.93	7.34	9.63	9.63	11.22

Weights in lbs

Valve with	Nominal Diameter													
	50 2"	65 2 1/2"	80 3"	100 4"	125 5"	150 6"	200 8"	250 10"	300 12"	350 14"	400 16"	450 18"	500 20"	600 24"
Hand lever	9.0	10.4	10.8	13.7	19.6	21.8	30.9	-	-	-	-	-	-	-
Gear operator	22.5	23.8	24.3	27.1	32.6	34.8	43.9	60.8	86.0	147.3	195.8	239.9	281.8	507
AS Actuator	8.8	11.9	12.3	19.2	24.7	34.8	43.9	66.6	94.4	216.1	242.5	298	384	659

1) Standard neck. 2) Long neck. 3) Figures apply to R5 Actuator with operating pressure 50psi and 150psi disc.

ANEXO H

PRODUCCIÓN DE ORO EN EL PERÚ

Anuario Minero 2001 /

Mineral Energy Yearbook 2001

PRODUCCION DE ORO, SEGUN EMPRESA MINERA, 1992 - 2001 (kgs. de contenido fino) / GOLD PRODUCTION, ACCORDING TO MINING COMPANY, 1992 - 2001 (kgs. fine content)

EMPRESA MINERA / MINING COMPANY	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
TOTAL	24 242	30 318	47 800	57 744	64 886	77 940	94 214	128 486	132 585	138 022
MINERA YANACOCHA S.R.L. 1/	0	2 535	9 521	16 620	25 201	32 764	41 350	51 528	55 054	58 657
MINERA BARRICK MISQUICHILCA S.A	0	0	0	0	0	0	1 769	25 781	25 164	28 338
CIA. MRA. ARES S.A.C.	0	0	0	0	0	0	2 513	4 881	5 200	5 211
MRA. AURIF. RETAMAS S.A.	2 050	2 292	2 899	3 057	3 911	4 729	5 024	5 224	5 238	5 177
MINAS DE ORCOPAMPA S.A	727	432	1 328	1 865	1 593	1 107	518	865	2 928	4 459
CONSORCIO MRO. HORIZONTE S.A	511	785	1 365	2 054	1 992	2 905	2 720	3 200	4 017	4 282
CIA. MRA. AURIF. SANTA ROSA S.A	0	0	0	0	540	1 628	972	2 376	3 044	3 155
CIA. MRA. PODEROSA S.A	1 636	1 364	2 106	2 187	2 076	2 558	2 999	2 058	1 984	2 314
CIA.MRA. SIPAN S.A.C.	0	0	0	0	0	888	5 795	6 565	4 827	1 404
BHP. BILLITON TINTAYA S.A	724	709	964	1 249	922	1 075	1 180	967	983	1 196
MINAS ARIRAHUA S.A	9	189	139	218	378	550	622	838	1 723	1 061
CIA. MRA. CARAVELI S.A	0	0	142	180	245	330	357	479	635	830
CIA. MRA. ARCATA S.A.	406	324	481	554	647	650	725	821	757	705
MRA. SHILA S.A.C.	206	117	722	483	491	437	431	524	696	670
CIA.MRA. ERIKA S.A	0	0	0	0	0	317	699	509	470	452
CIA.MRA. ATACOCOA S.A	190	197	171	224	194	271	292	314	318	329
MRA. AURIF. CALPA S.A	316	1 316	829	616	627	468	262	333	344	283
SOUTHERN PERU COPPER CORP.SUC.DEL PERU (REF. ILO)	100	163	175	550	268	276	554	262	214	244
CIA. MRA. NVA. CALIFORNIA S.A	36	43	62	80	79	127	120	228	261	223
VOLCAN CIA. MRA. S.A.A.	32	39	23	114	186	213	724	467	0	0
OTROS / OTHERS	1 796	2 368	2 393	3 213	3 001	3 726	2 028	2 308	2 226	2 412
ALUVIAL Y LAVADEROS ALUVIAN AND WASHING PLACES 2/	15 503	17 445	24 480	24 480	22 535	22 920	22 560	17 956	16 500	16 620
COSTA SUR (ICA AREQUIPA)	3 500	3 450	9 000	9 000	7 331	7 800	7 510	3 199	2 208	2 151
COSTA NORTE (LIBERTAD PATAZ)	1 503	525	480	480	480	480	410	360	548	377
MADRE DE DIOS	7 500	9 585	9 600	9 600	9 324	9 240	9 240	10 598	10 604	10 822
PUNO	3 000	3 885	5 400	5 400	5 400	5 400	5 400	3 799	3 140	3 270

Nota: En 1998 inició sus actividades Minera Barrick Misquichilca S.A, Minera Sipán S.A, y Minera Ares S.A.

Note: In 1998 began its activities Minera Barrick Misquichilca S.A, Minera Sipán S.A, and Minera Ares S.A

1/ Entró en producción en agosto 1993. / 1/ Began working in August 1993

2/ Datos Estimados / 2/ Estimated Data

P/ Datos Preliminares / P/ Preliminary Data

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2001. / MINISTRY OF ENERGY AND MINES - Yearbook of the Mining of Peru 2001.

Anuario Minero 2001 /

PRODUCCION DE ORO POR ESTRATOS 1992 - 2001 (kgs. de contenido fino) / GOLD PRODUCTION BY LAYERS 1992 - 2001 (kgs. fine content)

ESTRATOS/LAYERS / LAYERS/ YEARS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 P/
GRAN MINERIA / BIG MINING	966	3 588	10 790	18 567	26 525	34 294	44 964	87 969	92 251	97 470
MEDIANA MINERIA / MEDIUM MINING	7 125	7 768	10 684	12 101	13 390	18 475	24 385	21 204	23 536	23 591
PEQUENA MINERIA / SMALL MINING	648	1 517	1 845	2 595	2 436	2 252	2 304	1 357	298	342
LAVADEROS / WASHING PLACES	15 503	17 445	24 480	24 480	22 535	22 920	22 560	17 956	16 500	16 620
TOTAL	24 242	30 318	47 800	57 744	64 886	77 940	94 214	128 486	132 585	138 022

P/ Datos Preliminares / P/ Preliminary Data

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2001. / MINISTRY OF ENERGY AND MINES - Yearbook of the Mining of Peru 2001.

PRODUCCION DE ORO POR DEPARTAMENTO 1992 - 2001 (kgs. de contenido fino) / GOLD PRODUCTION BY DEPARTAMENT 1992-2001 (kgs. fine content)

DEPARTAMENTO / DEPARTMENT	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 P/
TOTAL	24 242	30 318	47 800	57 744	64 886	77 940	94 214	128 486	132 585	138 022
.CAJAMARCA	181	2 613	9 984	17 013	25 412	33 799	47 236	58 136	59 912	60 088
.ANCASH	36	43	62	80	79	127	1 889	26 012	25 424	28 561
.LA LIBERTAD	5 768	5 570	6 985	8 539	9 135	11 952	11 864	13 412	15 025	15 514
.AREQUIPA	4 895	5 985	10 208	10 768	10 908	11 457	12 686	11 645	14 148	15 496
.MADRE DE DIOS	7 500	9 585	9 618	9 600	9 324	9 240	9 240	10 598	10 604	10 822
.PUNO	3 175	4 005	5 506	5 404	5 496	5 827	5 406	3 804	3 145	3 273
.CUSCO	724	709	964	1 249	922	1 075	1 180	967	983	1 196
.AYACUCHO	0	0	0	0	25	9	2	246	995	1 002
.HUANCVELICA	188	206	343	472	283	294	163	196	250	634
.ICA	900	900	3 500	3 500	2 231	2 695	2 400	1 611	552	538
.PASCO	190	202	171	224	194	276	305	323	367	372
.MOQUEGUA	100	163	175	550	268	269	554	262	214	244
.LIMA	289	125	153	139	359	537	221	410	286	158
.APURIMAC	168	47	32	0	0	89	302	360	679	121
.JUNIN	128	165	99	205	249	295	764	504	0	3

P/ Datos Preliminares / P/ Preliminary Data

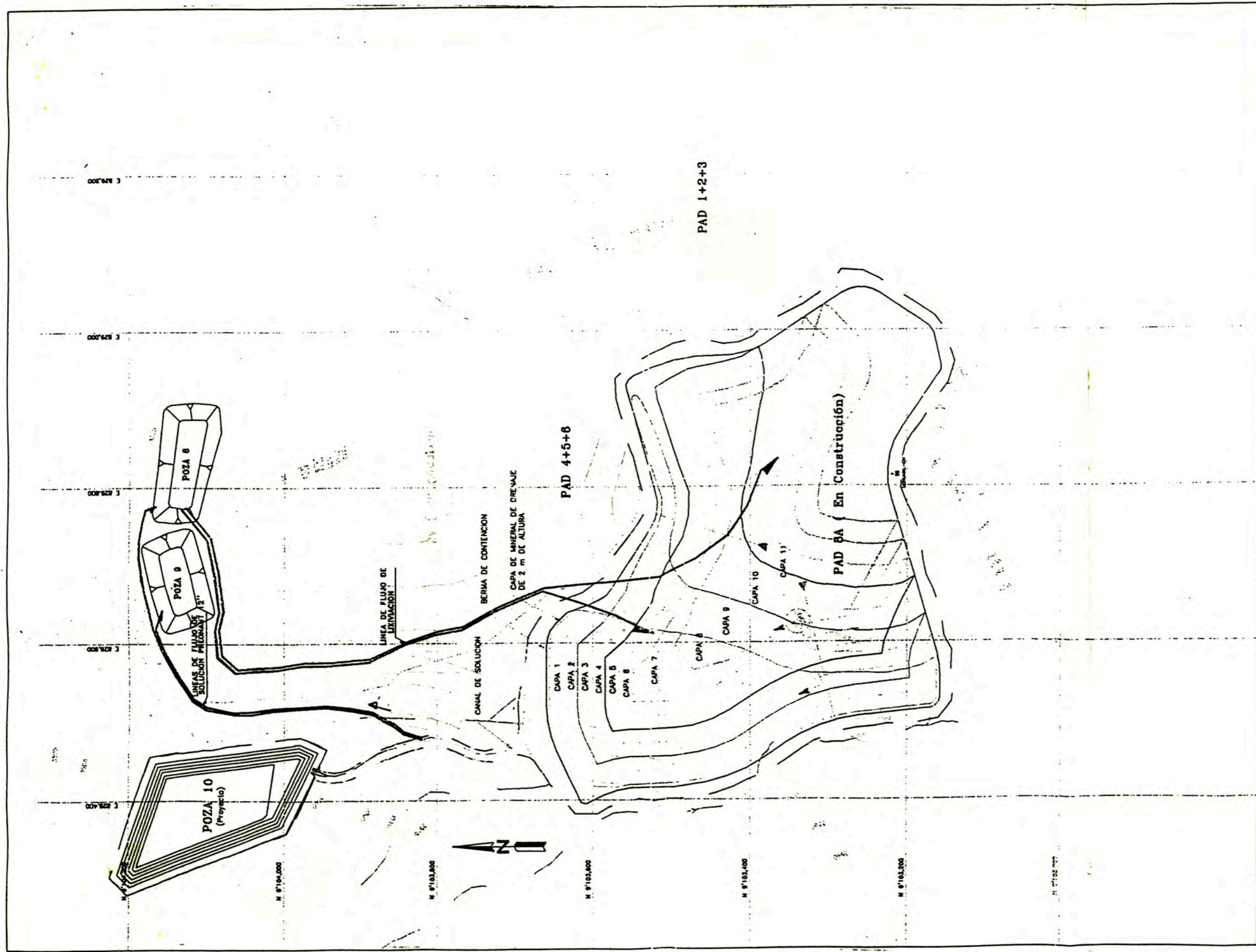
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS - Anuario de la Minería del Perú 2001. / MINISTRY OF ENERGY AND MINES - Yearbook of the Mining of Peru 2001.

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE ORO, 1992 - 2001 (miles de onzas troy) / MAIN COUNTRIES GOLD PRODUCERS (thousand of ounces troy)

PAISES / COUNTRIES	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001 P1
TOTAL	69 064	71 211	71 723	70 053	72 444	74 411	72 497	75 110	73 728	71 710
SUD AFRICA / SOUTH AFRICA	19 708	19 907	18 773	16 795	15 902	15 834	15 455	14 468	14 580	13 182
ESTADOS UNIDOS / USA	9 516	8 959	10 481	10 256	10 587	11 278	11 118	10 996	10 679	10 127
AUSTRALIA / AUSTRALIA	7 826	7 948	8 195	8 150	9 308	10 025	9 960	9 742	9 670	9 520
CANADA / CANADA	5 080	4 813	4 707	4 832	5 269	5 395	4 999	5 079	5 027	5 133
CHINA / CHINA	4 501	5 144	3 881	4 263	4 649	5 061	4 996	5 016	4 990	4 985
INDONESIA / INDONESIA	1 222	1 338	1 694	1 762	2 373	2 948	2 910	4 983	4 798	4 790
PERU / PERU	779	975	1 537	1 857	2 086	2 506	3 029	4 131	4 263	4 438
RUSIA / RUSSIA	7 073	6 969	5 083	4 569	4 270	4 405	4 308	4 437	4 388	4 370
UZBEKISTAN / UZBEKISTAN	-	2 154	2 070	2 045	2 508	2 636	3 107	2 765	2 705	2 825
BRASIL / BRASIL	2 855	2 476	2 360	2 167	2 064	1 910	1 929	1 925	1 870	1 829
GHANA / GHANA	1 071	1 244	1 431	1 678	1 743	1 826	1 752	1 755	1 664	1 660
NUEVA GUINEA / NEW GUINEA	2 289	1 948	1 945	1 765	1 704	1 878	1 775	1 780	1 750	1 648
CHILE / CHILE	965	1 061	1 392	1 559	1 813	1 678	1 614	1 612	1 592	1 590
ZIMBABWE / ZIMBABWE	588	604	700	812	806	762	731	728	668	665
COLOMBIA / COLOMBIA	1 032	868	820	775	829	762	649	645	630	630
FILIPINAS / PHILIPINE	797	503	997	913	923	720	649	647	610	605
MEXICO / MEXICO	350	367	447	653	640	563	498	501	476	480
COREA DEL NORTE / NORTH KOREA	161	161	450	450	444	392	338	335	330	315
BOLIVIA / BOLIVIA	151	296	473	514	498	392	328	325	317	310
NUEVA ZELANDIA / NEW ZELAND	327	348	341	370	379	360	318	317	294	288
OTROS / OTHERS	2 773	3 128	3 946	3 868	3 649	3 080	2 034	2 923	2 428	2 320

P1 Datos Preliminares / P1 Preliminary Data

FUENTE / SOURCE : MINISTRY OF ENERGY AND MINES - Yearbook of the Mining of Peru 2001 - U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries.



Planteamiento	Ing. Manuel Ortega R.	1/0000	Mayo del 2000
	A.M.P.		
LÍNEAS DE FLUJO DE LIXIVIACION Y SOLUCION PRECANT PAD 8A Y POZAS 8 Y 9			
Ingeniería			
Arquitectura			
Saneamiento Urbano			
La Libertad			