

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



“SELECCIÓN DE UN EQUIPO BOMBEO PARA UN SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO PARA 94.1 LITROS/SEGUNDO Y 80.1 METROS, USANDO AGUA TURBIA DE 100NTU”

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

GUILLERMO ARMANDO RAMIREZ MESCUA

PROMOCIÓN 1989-I

LIMA-PERÚ

2 014

Dedicatoria:

A mi Dios que me ha dado la fortaleza, el espíritu y la bendición para lograr cada uno de mis objetivos a cada paso que doy.

Agradecimientos:

A mi esposa Judith y a mis hijos Raquel, María Fernanda y Guillermo quienes me han prestado el valioso tiempo para poder cumplir con este objetivo. También a mis padres Marina y Elicer por su constante apoyo y aliento.

ÍNDICE

PRÒLOGO	1
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	3
1.1 ANTECEDENTES	4
1.2 OBJETIVO PRINCIPAL	7
1.3 OBJETIVOS SECUNDARIOS	8
1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	9
1.5 ALCANCES	9
1.6 RECURSOS	11
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	
2.1 BOMBAS CENTRÍFUGAS	12
2.1.1 Características	12
2.1.2 Clasificación De Bombas Centrífugas	13
2.1.3 Curvas Características De Las Bombas Centrifugas	14
2.2 CONCEPTOS BÁSICOS EN BOMBAS CENTRÍFUGAS	16
2.2.1 Caudal	16
2.2.2 Altura De Bomba	16
2.2.3 Gravedad Específica	17
2.2.4 Potencia Hidráulica	17
2.2.5 Eficiencia De La Bomba	17
2.2.6 Potencia De La Bomba	18
2.3 LEYES DE AFINIDAD EN BOMBAS CENTRÍFUGAS	19

2.4	CURVA DEL SISTEMA	20
2.4.1	Altura Dinámica Total	21
2.4.2	Punto de operación	22
2.5	VELOCIDAD ESPECÍFICA (Ns)	23
2.5.1	Velocidad Especifica, Forma Del Impulsor Y Eficiencia De La Bomba	24
2.6	PRINCIPALES FENÓMENOS QUE SE PRESENTAN EN UN SISTEMA DE BOMBEO	25
2.6.1	Cavitación	25
2.6.2	NPSH Requerido	25
2.6.3	NPSH Disponible	26
2.6.4	Sumergencia	27
2.7	TURBIDEZ DEL AGUA	29
2.7.1	Relación Entre Turbidez y PPM	31
2.8	MOTORES ELECTRICOS	32
2.8.1	Clasificación De Motores	32
2.8.2	Motores Eléctricos Para Bombas	34
2.8.3	Grados De Protección En Motores Eléctricos	36
 CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO Y DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO		
3.1	DESCRIPCIÓN DELOSEQUIPOS DE BOMBEO	38
3.1.1	Características Generales	38
3.1.2	Bombas Centrifugas Horizontales	39
3.1.3	Bombas Turbina De Eje Vertical	40

3.2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO	41
3.2.1	Características Generales	41
3.2.2	Sistema De Tratamiento De Agua	42
3.2.3	Sistema De Bombeo	43
3.2.4	Sistema De Filtrado	44
3.2.4.1	Sistema de retrolavado	45
3.2.5	Sistema De Riego	45
3.2.6	Sistema De Fertilización	46
3.2.7	Sistema De Automatización	47

CAPÍTULO IV IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

4.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	48
4.2	PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS DE TRABAJO	49
4.3	DIAGRAMA MEDIOS-FINES	51

CAPÍTULO V DESARROLLO DE LA INGENIERIA

5.1	ANALISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS DE LA ZONA Y DE LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.	52
5.1.1	Condiciones Climáticas Y Geográficas De La Zona	52
5.1.1.1	Informe de condiciones climáticas	54
5.1.1.2	Características geográficas	54
5.1.2	Requerimientos Entregados Por El Cliente	55
5.1.2.1	Datos para selección del equipo de bombeo	56

5.1.3 Especificaciones Obtenidas Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones Climáticas Y Geográficas De La Zona	59
5.2 ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN INHERENTES AL RIEGO TECNIFICADO Y A LA CALIDAD DEL AGUA.	60
5.2.1 Condiciones De Operación De La Bomba Para Riego Tecnificado Por Goteo	60
5.2.1.1 Retrolavado	61
5.2.1.2 Punto de operación de la bomba con retrolavado	62
5.2.1.3 Análisis de Alternativa de Bomba	64
5.2.2 Características Físico Químicas Del Agua	67
5.2.2.1 Análisis de muestras del agua de bombeo	68
5.2.3 Especificaciones Obtenidas Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones De Operación Inherentes Al Riego Tecnificado Y A La Calidad Del Agua	69
5.3 ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y CALCULOS PARA VALIDAR FUNCIONAMIENTO	70
5.3.1 Caseta De Bombas	70
5.3.1.1 Plano de la caseta de bombas	70
5.3.1.2 Análisis de caseta de bombas	71
5.3.2 Cálculos Hidráulicos De La Caseta De Bombas	72
5.3.2.1 Cálculo de la velocidad específica	72
5.3.2.2 Cálculo de la sumergencia	74
5.3.2.3 Calculo de la velocidad del fluido en la cámara de bombeo	75
5.3.3.4 Calculo de la distancia entre la succión de la bomba y el tabique	77
5.3.3 Especificaciones Obtenidas Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones De Instalación Y Sus Respective Cálculos	78

CAPÍTULO IV EVALUACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANÁLISIS DE COSTOS DEL CICLO DE VIDA ENTRE ALTERNATIVAS DE EQUIPOS DE BOMBEO HORIZONTAL Y VERTICAL	79
6.1.1 Análisis De Costos De Una Bomba Turbina De Eje Vertical	81
6.1.1.1 Costo del equipo de bombeo vertical	81
6.1.1.2 Costo de operación del equipo de bombeo vertical	83
6.1.1.3 Costo de mantenimiento y repuestos del equipo de bombeo vertical	84
6.1.2 Análisis De Costos De Una Bomba Centrífuga Horizontal	85
6.1.2.1 Costo del equipo de bombeo horizontal	86
6.1.2.2 Costo de operación del equipo de bombeo horizontal	87
6.1.2.3 Costo de mantenimiento y repuestos del equipo de bombeo horizontal	88
6.1.3 Indicadores De Costos Para La Selección Del Equipo De Bombeo	89

CAPÍTULO VII EVALUACIÓN DE RESULTADOS

7.1 SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO Y ELABORACIÓN DE PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA.	92
7.1.1 Selección Del Equipo De Bombeo	93
7.1.1.1 Consideraciones constructivas	94
7.1.1.2 Consideraciones hidráulicas	97
7.1.2 Elaboración De La Propuesta Técnica Y Económica.	99
7.1.3 Orden De Compra Del Cliente	99
7.1.4 Fabricación Del Equipo De Bombeo Y Prueba En Laboratorio	100
7.1.5 Puesta En Marcha Del Equipo De Bombeo Y Servicio Post Venta	102

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Partes principales de una bomba	13
Figura 2.2 Clasificación de Bombas Centrifugas	14
Figura 2.3 Curvas Características	15
Figura 2.4 Curvas de Bomba Hidrostal	15
Figura 2.5 Laboratorio de Pruebas de bombas	15
Figura 2.6 Esquema para determinar altura de la bomba	16
Figura 2.7 Perdidas en una bomba centrifuga	18
Figura 2.8 Leyes de afinidad en bombas centrifugas	20
Figura 2.9 Altura dinámica total	21
Figura 2.10 Altura dinámica total	22
Figura 2.11 Punto de operación de un bomba centrifuga	23
Figura 2.12 Formas de Impulsores en función de la velocidad especifica	24
Figura 2.13 Etapas de la burbuja de cavitación	25
Figura. 2.14 Configuraciones típicas de la succión	27
Figura 2.15 Sumergencia.	28
Figura 2.16 Cálculo de sumergencia	29
Figura 2.17 Estimación de sumergencia	29
Figura 2.18 Diseño óptico de un turbidímetro ó Nefelómetro	31
Figura 2.19 Turbidez en el agua.	31
Figura 2.20 Clasificación de motores eléctricos	34
Figura 2.21 Corte de motor eléctrico horizontal de uso general	35
Figura 2.22 Motor vertical de eje hueco	35

Figura 2.23 Motor vertical de eje sólido	35
Figura 3.1 Bombas centrífugas horizontales	40
Figura 3.2 Bombas turbina de eje vertical	41
Figuras 3.3 Sistemas de tratamiento de agua.	43
Figura 3.4 Casetas de bombas verticales	44
Figura 3.5 Sistema de filtrado de agua	45
Figura 3.6 Sistema de inyección de fertilizante	47
Figura 3.7 Esquema del sistema de automatización vía radio	47
Figura 5.1 Valle de Chao	55
Figura 5.2 Fundo Monte Grande	55
Figura 5.3 Proyecto de riego fundo Monte Grande.	57
Figura 5.4 Hoja de datos para selección de bomba	58
Figura 5.5 Caída de Presión por retrolavado	62
Figura 5,6 Grafica de las diferentes caídas de presión	63
Figura 5.7 Puntos de operación del módulo III	64
Figura 5.8 Puntos de operación del módulo III	65
Figura 5.9 Sumergencia mínima	75
Figura 5.10 Recommended Intake Structure Layout	76
Figura 6.1 Comparación de costos en los años de vida del equipo de bombeo	91
Figura 7.1 Bomba Turbina vertical con motor de eje sólido lubricada por agua	94
Figura 7.2 Características de bomba turbina vertical de eje solido Hidrostral	95
Figura 7.3 Bomba con diseño de bocina endurecida en prensaestopa.	95
Figura 7.4 Disponibilidad de impulsores semiabierto	96
Figura 7.5 Tazones de bomba turbina vertical y bocinas Duramax	100
Figura 7.6 Cajas prensaestopa con bocina endurecidas de acero Cor. 13.4	101
Figura 7.7 Prueba de bomba turbina vertical en laboratorio	101

INDICE DE TABLAS

Tabla 5.1 Geometría de impulsores de acuerdo al N_s	73
Tabla 6.1 Calculo de precios de la bomba vertical HidrostaI B14GM-03	82
Tabla 6.2 Precios de repuestos recomendados de bomba B14GM-03	85
Tabla 6.3 Calculo de precios de la bomba horizontal HidrostaI 125-400.	86
Tabla 6.4 Precios de repuestos recomendados de bomba 125-400	89

PRÓLOGO

El informe trata sobre el proceso de selección de una bomba centrífuga para abastecer un sistema de riego tecnificado por goteo, éste comprende diversos aspectos de análisis que van desde las características geográficas, hasta la presentación de las propuestas técnica y económica al cliente.

En este proceso de selección, las entradas son las condiciones de operación propias del riego tecnificado por goteo, condiciones de instalación, características del fluido, requisitos de funcionamiento del sistema y algunas especificaciones particulares del cliente.

Las técnicas y herramientas son la experiencia, conocimientos de ingeniería, recomendaciones del fabricante de bombas, catálogos técnicos e información de los fabricantes de bombas, cálculos y las normas técnicas aplicables a este aspecto.

Las salidas de este proceso son la propuesta técnica, que contiene la selección del equipo de bombeo apropiado para los requerimientos de funcionamiento del sistema, con los materiales, detalles de fabricación particulares y dimensionamiento apropiado; y la propuesta económica que recoge las características anteriormente descritas más un análisis de costos del ciclo de vida del equipo donde se incluye costos de operación y mantenimiento del equipo.

En el capítulo 1, detallamos el contexto en el cual se desarrolla este trabajo, fijando el objetivo principal y los específicos; añadimos también la justificación, los alcances y finalmente detallamos los recursos empleados.

En el capítulo 2, damos el marco teórico para la solución de del problema, que es el insumo del conocimiento de ingeniería, necesario para desarrollar el capítulo 5.

En el capítulo 3, realizamos la descripción de los equipos de bombeo requeridos por los sistemas de riego tecnificado, donde se puede apreciar la variedad y características particulares de cada caso. También se realiza una descripción de todo el sistema de riego tecnificado por goteo

El capítulo 4 trata de la identificación de la problemática de este sector de la agricultura peruana y se plantea la hipótesis de trabajo mediante la metodología de la investigación, elaborando un diagrama medios fines para la solución de esta problemática acorde con nuestra realidad.

El capítulo 5 trata la solución del problema, mediante la aplicación de la ingeniería, dando respuesta a los análisis planteados en la hipótesis, el sector agrícola requiere de soluciones ingeniosas que respondan a los requerimientos de modernidad que el contexto actual le imprime.

En el capítulo 6, realizamos un análisis económico basado en el concepto del costo de la vida útil del sistema de bombeo. Se analiza el costo del equipo de bombeo, costo de operación y costo de mantenimiento. Todo esto para las dos opciones más comunes que en la actualidad se tienen en los proyectos de riego tecnificado por goteo.

El capítulo 7 trata de la integración de todos los resultados obtenidos, que sirven para la selección del equipo de bombeo y finalmente se obtiene el propósito planteado por este trabajo. La elaboración de la propuesta técnica-económica. También se confirma los resultados con la recepción de orden compra, fabricación del equipo de bombeo y sus pruebas en laboratorio.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Ante el actual desarrollo y crecimiento de la agroindustria de exportación en nuestro país, las empresas agro exportadoras peruanas han tenido un crecimiento constante en las dos décadas pasadas, por ejemplo en el año 1990 las exportaciones sumaron US\$ 119 millones, luego US\$ 782 millones en el año 2000 y finalmente US\$ 5,000 millones el año 2013. Sustentados y potenciados por la ejecución de grandes mega proyectos de riego para este rubro por parte del estado como por ejemplo:

-Proyecto Especial Chavimochic:

Ubicado en el norte del país en el departamento de la Libertad cuya área de influencia abarca los valles de Santa, Chao, Viru, Moche, y Chicama.

Las nuevas superficies agrícolas incorporadas a la agroindustria son 66,075 hectáreas.

Primera etapa: 33,957 Has.

Segunda etapa: 12,708 Has.

Tercera etapa: 19,410 Has.

-Proyecto Especial Chinecas:

Ubicado en el norte-este del país en el departamento de Ancash, que tiene alcances en los valles de Santa, Casma, Lacramarca, Nepeña y Sechin.

Las nuevas superficies agrícolas beneficiadas son 14,450 hectáreas.

Primera etapa: 14,450 has.

-Proyecto Especial Olmos Tinajones:

Ubicado en el norte del país en el departamento de Lambayeque que incorpora 38,000 hectáreas para riego en el desértico valle de Olmos.

Y otros en cartera, como el Alto Piura, Majes-Siguas II.

También otras empresas inversionistas peruanas, e incluso extranjeras están realizando proyectos similares, para la industria de agro exportación, como por ejemplo Agrolmos 15,000Has, Maple 10,000 Has, Cerro Prieto 4,000 Has., Caña Brava 10,000 Has., etc.

Si bien es cierto ya se han implementado con riego tecnificado gran parte de ellas, aún falta por desarrollarse otra gran parte en sus etapas complementarias, ya que se ha incorporado una gran extensión de terrenos

agrícolas que requieren ser atendidas. Como tal se ha abierto una gran ventana de oportunidad en la aplicación de modernas tecnologías de riego. Motivo por el cual líderes mundiales en esta tecnología han puesto sucursales e incluso fábricas en Perú. Tales como Netafim Peru S.A.C.; Naandanjain Peru S.A.C., Ipesa Hydro S.A.C. (John Deere Water); Eurodrip Perú S.A.C. etc. Ellos estiman que aún faltan atender en el Perú más de 200,000 Has.

Nuestra área particular, motivo de estudio son los proyectos que tienen algo en común, los que traen aguas de los ríos de la sierra, por medio de grandes obras de embalse, túneles y canales que llegan a la costa peruana; los cuales, traen aguas de una característica particular, con alta turbiedad y con gran transporte de sólidos en suspensión en los meses de estiaje y mucho más acentuado aún, en los meses de avenida.

Para este caso particular las empresas de riego estiman que faltan atender unas 70,000 Has.

Es precisamente en estas zonas de la costa peruana donde se están llevando a cabo el proceso de la modernización de la agricultura, donde se está implementando sistemas de riego tecnificado por goteo, riego tecnificado por aspersión, riego tecnificado por micro aspersión, riegos por pivote, etc. Dejando atrás los tradicionales e ineficientes riegos por inundación, riego por mangas. El costo de la implementación de estos sistemas de riego incluyendo los equipos de bombeo es aproximadamente entre US\$ 15,000.00/Hectárea a US\$ 30,000 /Hectárea; dependiendo del tipo de cultivo. Donde los frutales son

los que demandan mayor inversión, sin embargo son los que tienen mejor retorno de la inversión.

Es en este contexto que el sistema de riego tecnificado, inventado en Israel a fines del siglo pasado, plantea el reto para nuestra ingeniería en varias especialidades, y es que, ésta requiere de soluciones en sistemas de bombeo capaces de operar en estas calidades de agua y a la vez cumplir con requisitos técnicos propios de esta aplicación. Los fabricantes de bombas centrifugas que dominan el mercado mundial, Goulds (USA), Flowserve (USA), KSB (Alemania), Caprari (Italia), National Pumps (USA), etc. No han sabido dar soluciones a los problemas particulares de nuestra realidad.

Sin embargo, la empresa peruana Hidrostal S.A., ha venido desarrollando tecnología propia para este rubro, adecuándose a las condiciones que plantea la agroindustria peruana en cada región; con una fábrica moderna en Lima ha captado más del 95 % del mercado en este sector.

1.2 OBJETIVO PRINCIPAL:

El objetivo principal de esta trabajo es demostrar que se puede dar solución a la problemática de seleccionar un equipo de bombeo para un sistema de riego tecnificado por goteo para un caudal de 94.10 LPS para una presión requerida de 80.1 metros de columna de agua, utilizando agua turbia de 100 NTU, capaz de cumplir con las requerimientos de funcionamiento, confiabilidad, calidad y de trabajo eficiente durante su vida útil. Para esto se elabora la propuesta técnica y económica del equipo de bombeo y se somete a una exhaustiva

evaluación por parte del cliente y sus asesores. Se comprueba el éxito de la metodología con la orden de compra del cliente. Se complementa con la prueba del equipo de bombeo en laboratorio luego de su fabricación.

1.3 OBJETIVOS SECUNDARIOS:

Debemos demostrar que como resultado del análisis de las condiciones climáticas y geográficas de la zona y de los requerimientos del cliente, se obtuvo 06 especificaciones que la bomba cumple satisfactoriamente.

Debemos demostrar que como resultado del análisis de las condiciones de operación del sistema de riego tecnificado por goteo, que implica diferentes puntos de operación requeridos por el cabezal de filtrado, así como las particularidades especiales, y las características del tipo de agua, se obtienen 04 especificaciones que la bomba puede cumplir satisfactoriamente.

Debemos demostrar que como resultado del análisis de las condiciones de instalación, se obtienen 04 características constructivas que los equipos de bombeo debe cumplir, así también debemos demostrar que los cálculos realizados nos ayudan a evaluar que el equipo de bombeo funcionará óptimamente en la caseta de bombeo proyectada, cumpliendo las normas internacionales.

Finalmente debemos demostrar con el análisis de costos del ciclo de vida de dos de las alternativas más comunes de equipos de bombeo, se obtienen 04 indicadores de costo para la selección de la mejor opción.

1.4 JUSTIFICACION DEL PROYECTO:

Se ha dado solución a la problemática de seleccionar equipos de bombeo eficientes y confiables, aplicando la ingeniería mecánica y otras áreas del conocimiento. Teniendo en consideración las necesidades particulares del sistema de riego tecnificado por goteo y de nuestra geografía, además de la utilización de agua turbia que viene por los canales de riego. La tecnología de riego tecnificado por goteo requiere agua muy limpia y un sistema de bombeo con requisitos especiales para brindar su mejor beneficio, utilización óptima del agua.

Las empresas exportadoras requieren tener procesos productivos eficientes sustentados con equipos de alta eficiencia y confiabilidad. En consecuencia se hace necesario de disponer de equipos de bombeo con estas características; el presente trabajo cumple con el aporte tecnológico de dar solución a esta problemática. Estas empresas están en constantes auditorias de parte de sus clientes, recordemos que atienden la demanda de alimentos del mercado mundial, se requiere ser competitivos y eficientes con un alto estándar de calidad. Sus proveedores también deben serlos.

1.5 ALCANCES:

En el presente trabajo no se realizan cálculos de caudal, ni de la altura dinámica total (ADT) requeridos por la bomba, puesto que resulta del diseño del sistema de riego por goteo realizado por una empresa especialista, que utiliza

software especialmente desarrollados para este fin, por ejemplo el IRRICAD, EPANET y otros.

Un proyecto de riego tecnificado por goteo incluye varios módulos de riego según su tamaño. En efecto, el presente trabajo trata sobre un módulo de un total de cuatro módulos que constituye la primera etapa, la segunda etapa incluye cuatro módulos más que completan los ocho módulos de un proyecto de 1000 Ha de cultivo de paltos. Tratamos específicamente el módulo III, en el cual se realiza el análisis respectivo y la selección del equipo de bombeo. Los demás módulos tienen el mismo procedimiento de análisis.

Se plantea la calidad de agua del canal a utilizar con 1500 NTU de sólidos en suspensión porque es lo usual en la mayoría de meses del año, en los meses de avenida esto suele incrementarse hasta niveles máximos de 30,000 NTU, en estos caso hay planes de contingencia que no es motivo de análisis del presente trabajo.

Se plantea la calidad del agua para la bomba con 100 NTU (750 ppm de sólidos en suspensión) porque es lo usual de los reservorios de bombeo luego de tratamiento, sin embargo es probable que se pueda trabajar con mayores concentraciones de sólidos en suspensión con mejoras constructivas en los equipos de bombeo y con mejores sistemas de filtración en el equipo de riego.

El cálculo y diseño de las casetas de bombeo para los sistemas de riego tecnificado son realizados por empresas especializadas, en el presente trabajo nos limitamos a evaluarlas y aprobarlas desde el punto de vista hidráulico,

según normas internacionales para garantizar la correcta operación de los equipos de bombeo

1.6 RECURSOS:

Para la ejecución de este trabajo se han realizado varias visitas a campo a fin de tomar datos reales de las características climática, calidades de agua, mediciones de caudal y presión, tomas fotográficas, etc. Las visitas fueron a los fundos de las empresas Arato Perú S.A., Sociedad Agrícola Viru S.A. en las localidades de Chao y Viru respectivamente.

Para llegar a esta zona vía caminos afirmados, se requiere de una camioneta de doble tracción, algunos tramos de la vía son de arena suelta.

Se ha realizado visitas y coordinaciones con las diferentes empresas que participaron en la ejecución de este proyecto como la empresa Netafim Peru S.A., quienes realizaron el diseño e ingeniería de riego tecnificado, la empresa Germina S.A. quien diseñó y construyó la caseta de bombeo y demás reservorios; "La Junta de Regantes de Chavimochic", institución que aportó datos importante y finalmente la empresa Hidrostal S.A. fabricante del equipo de bombeo para la cual trabajo.

Se han empleado además, diversos recursos como cámara digital, calculadora científica, computadora portátil, etc.

Se acudió a las bibliotecas para consultar libros referentes al trabajo y definitivamente la navegación por internet, fuente abundante de información.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 BOMBAS CENTRÍFUGAS

2.1.1 Características

Hoy en día las bombas centrífugas constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, estas se encuentran disponibles en una amplia variedad de capacidades, de tal manera que el tamaño y el tipo más adecuado para una determinada aplicación, solo puede determinarse mediante un estudio del sistema de bombeo.

La función principal de una bomba centrífuga es la de producir energía cinética mediante la acción de una fuerza centrífuga donde finalmente se transforma en energía de presión. Esto con la finalidad de que el fluido se desplace por la tubería.

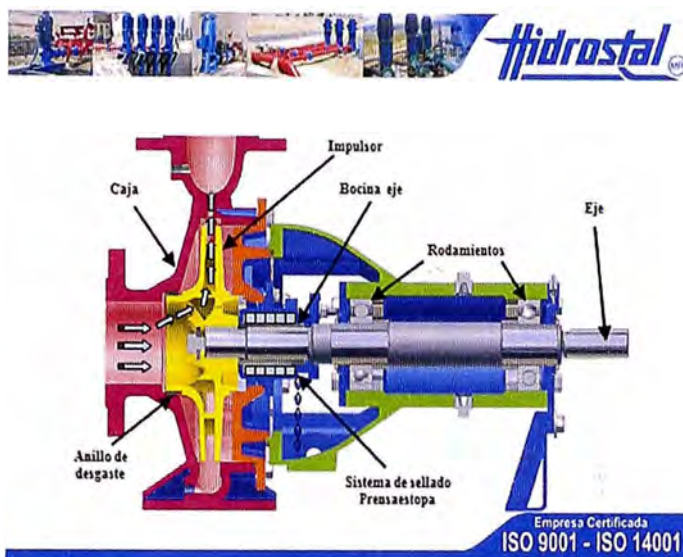


Figura. 2.1 Partes principales de una bomba.

Fuente Hidrostral S.A.

2.1.2 Clasificación De Bombas Centrífugas

Una de las clasificaciones más comunes de las bombas centrífugas se basa en el diseño del impulsor. Los impulsores pueden ser del tipo abierto, semiabierto o cerrado, cada uno de ellos responde a una aplicación.

Otra manera de clasificarlos es por la forma de instalación, horizontales y otras verticales. Una selección adecuada de la bomba podrá garantizar los requerimientos necesarios para cualquier servicio en particular de modo que resulte rentable y eficiente, faciliten las actividades de mantenimiento y se eviten fenómenos indeseables en la operación como la cavitación.

CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS



Figura 2.2 Clasificación de bombas centrífugas según Hydraulic Institute.

2.1.3 Curvas Características De Una Bomba Centrífuga

Estas curvas son proporcionadas por el fabricante para cada tipo y tamaño de bomba, el cual son obtenidas mediante ensayos realizados en un banco de pruebas donde poseen la instrumentación necesaria para medir el caudal, velocidad de giro, diferencia de presiones y el momento de torsión aplicado al eje central de la bomba con la finalidad de poder predecir su comportamiento y obtener el mejor punto de operación para la condición de servicio especificada por el cliente.

Estas curvas se construyen realizando ensayos con agua fría a 20°C como fluido estándar en las condiciones indicadas por las normas técnicas para ensayos de prueba como por ejemplo la norma ISO 9906:2000 Anexo A2; la

altura (H), la eficiencia (η), el NPSH Requerido (NPSH Requerido.), y la potencia absorbida (P). Están en función del caudal (Q).

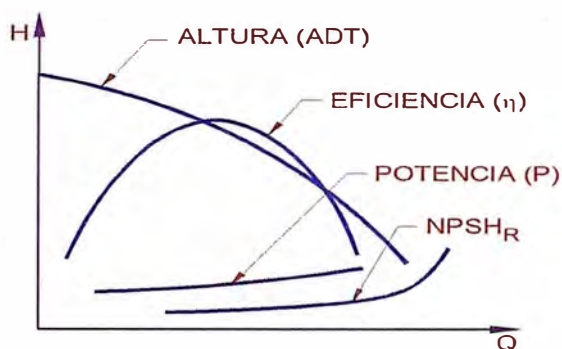


Figura 2.3 Curvas características

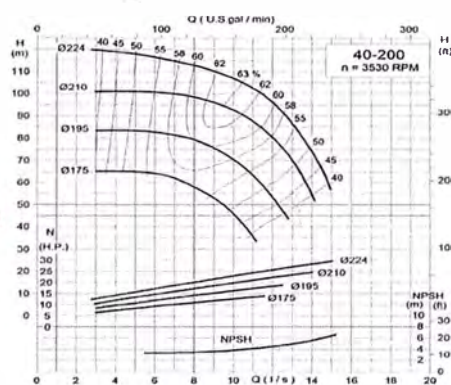


Figura 2.4. Curva de bomba Hidrostaal 40-200.



Figura 2.5 Laboratorio de pruebas de bombas

2.2 CONCEPTOS BASICOS EN BOMBAS CENTRÍFUGAS

2.2.1 Caudal (Q)

Es el volumen de líquido desplazado por la bomba en una unidad de tiempo. Las unidades más utilizadas en nuestro medio son las siguientes; litros por segundo (l/s), metros cúbicos por hora (m³/h), galones por minuto (gpm), etc. Una rápida conversión de unidades representa la siguiente ecuación.

$$1 \text{ l/s} = 3.6 \text{ m}^3/\text{h} - 15.8 \text{ gpm}$$

2.2.2 Altura De Bomba (H)

Constituye la energía neta transmitida al fluido por unidad de peso a su paso por la bomba centrífuga. Se representa como la altura de una columna de líquido a elevar. Se expresa normalmente en metros del líquido bombeado.

$$H = \Delta H + (P2 - P1) + (C2^2 - C1^2) / 2g$$

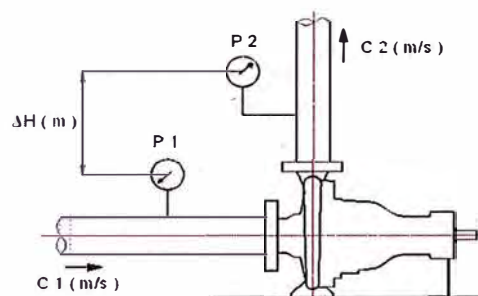


Figura 2.6 Esquema para determinar altura de bomba

2.2.3 Gravedad Específica (S)

Es la relación entre la masa del líquido bombeado (a la temperatura de bombeo) y la masa de un volumen idéntico de agua a 15.6 °C. (Relación de densidades). Se considera S=1 para el bombeo de agua.

2.2.4 Potencia Hidráulica (Ph)

Es la energía neta transmitida al fluido a su paso por la bomba para que este se desplace de una zona de menor presión o altitud a una de mayor presión o altitud, se calcula de igual modo para todas los tipos de bombas centrifugas y básicamente se originan de un balance de energía mecánica entre los puntos de succión y descarga de la bomba. Se calcula con la siguiente relación.

$$P_H = \frac{Q \times H \times S}{75}$$

Donde:

PH : Potencia hidráulica (HP)

Q : Caudal (l/s)

H : Altura (m)

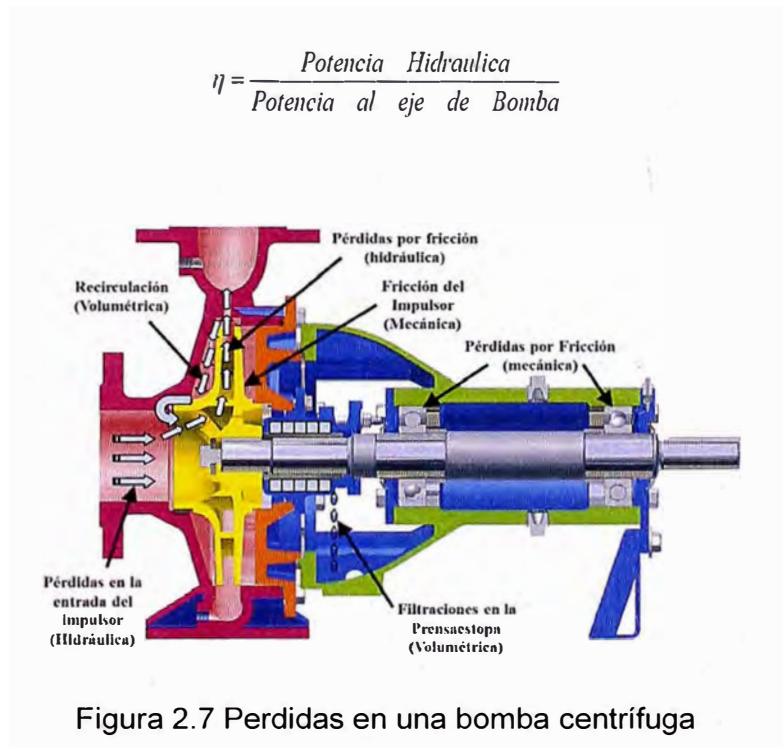
S : Gravedad específica (1 para agua limpia)

2.2.5 Eficiencia De La Bomba (η)

Representa la capacidad de la máquina de transformar un tipo de energía en otro, entendiéndose que en este proceso hay pérdidas de energía que se detallan en la figura 4.7 por consiguiente la eficiencia de la bomba incluye las

eficiencias mecánica, hidráulica y volumétrica y se calcula con la relación entre energía entregada al fluido y la energía entregada a la bomba.

Se expresa en porcentaje:



2.2.6 Potencia De La Bomba (P)

Denominado también potencia al freno o potencia al eje de la bomba; se define como la cantidad de energía mecánica necesaria para transformar una cierta cantidad de fluido en energía de presión. Este valor generalmente suele ser proporcionado por el fabricante a través de las curvas características de la bomba.

$$P = \frac{Q \times H \times S}{75 \times \eta}$$

Donde:

P	:	Potencia (HP)
Q	:	Caudal (l/s)
H	:	Altura (m)
S	:	Gravedad específica (1 para agua limpia)
η	:	Eficiencia (%)

2.3 LEYES DE AFINIDAD EN BOMBAS CENTRIFUGAS

Las leyes de semejanza en las máquinas hidrodinámicas que sirven para describir el funcionamiento de cierta máquina (por comparación con el funcionamiento experimental de otra máquina o modelo con geometría similar, o para la misma máquina)

A una de estas se le llama las leyes de afinidad que son relaciones que permiten predecir el rendimiento de una bomba a distintas velocidades.

Es decir a partir de las leyes de afinidad se tiene que, por ejemplo, si se duplicase la velocidad de una bomba, el caudal se duplicará, la presión que pueda dar se cuadruplicará y la potencia que consumirá se octuplicará.

Por consiguiente si una bomba da $Q = 10$ lps y $ADT = 20$ m con una potencia de motor de 5 hp a 1750 rpm, entonces a 3500 rpm dará un $Q = 20$ lps, un $ADT = 80$ m y necesitará un motor de 40 hp

Cuando se cambia la velocidad:

El caudal varía directamente con la velocidad.

La altura varía en razón directa al cuadrado de la velocidad.

La potencia absorbida varía en razón directa al cubo de la velocidad.

LEYES DE AFINIDAD:

- $Q_2 = Q_1(n_2/n_1)$
 - $H_2 = H_1(n_2/n_1)^2$
 - $P_2 = P_1(n_2/n_1)^3$
- n_2, n_1 : Velocidades (rpm)

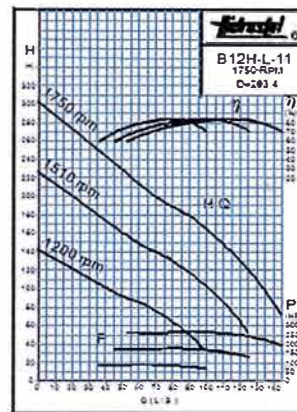


Figura 2.8 Leyes de afinidad en bombas centrífugas

Fuente Hidrostral S.A.

También podemos establecer la relación de los parámetros hidráulicos de una bomba respecto al coeficiente de similitud ($\epsilon=D'/D''$) que tienen las misma velocidad angular.

$$Q_2 = Q_1 (D'/D'')^3$$

$$H_2 = H_1 (D'/D'')^2$$

Donde D' y D'' : Diámetros de impulsor.

2.4 CURVA DEL SISTEMA

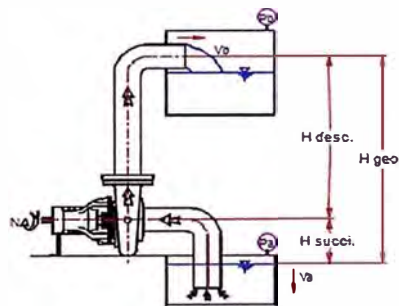
Un sistema es el conjunto de tuberías y accesorios que forman parte de la instalación de una bomba centrífuga. Cuando queremos seleccionar una bomba centrífuga debemos determinar la resistencia al flujo del líquido que ofrece el

sistema completo a través de la red de sus componentes como tuberías, válvulas, filtros y demás accesorios.

La bomba debe suministrar la energía necesaria para vencer esta resistencia que está formada por la altura estática más las pérdidas en las tuberías y accesorios. La altura estática total es una magnitud que generalmente permanece constante para diferentes caudales mientras que la resistencia de las tuberías y accesorios varían con el caudal.

2.4.1 Altura Dinámica Total (Adt)

Energía que requiere el fluido en el sistema para trasladarse de un lugar a otro.



$$ADT = H_{geo} + (P_a - P_b) + (V_a^2 - V_b^2) / 2g + \Sigma h_f$$

Fig. 2.9 Altura dinámica total.

Dónde:

H geo	:	Altura estática total (m)
(Pa - Pb)	:	Diferencia de presiones absolutas (m)
(Va ² -Vb ²)/2g	:	Diferencia de energías de velocidad (m)

Σh_f

Perdidas en las tuberías y accesorios (m)

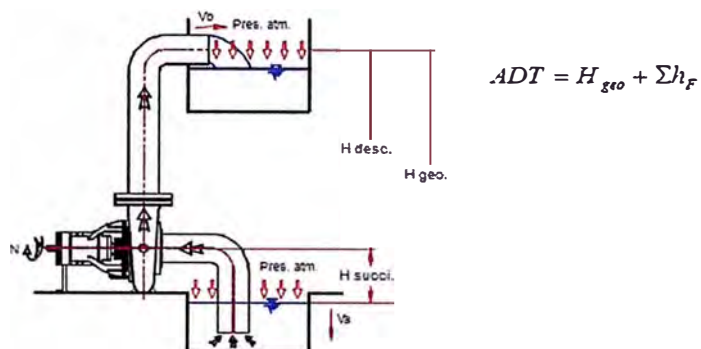


Figura. 2.10 Altura dinámica total considerando despreciable la diferencia de presión atmosférica e igualmente la diferencia de energías de velocidad en los puntos a y b.

2.4.2 Punto De Operación

El punto de trabajo llamado punto de operación de la bomba es aquel en que la altura total generada por esta es igual a la altura necesaria de la instalación: en otras palabras, el lugar donde se cruzan la curva de la bomba y la del sistema, la figura N°2.11 muestra que la intersección de ambas curvas.

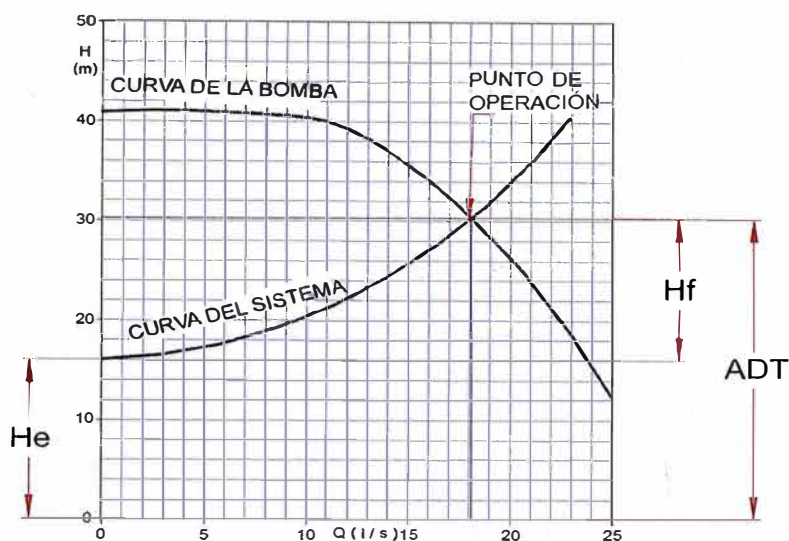


Figura. 2.11 Punto de operación de una bomba centrífuga.

2.5 VELOCIDAD ESPECÍFICA (Ns).

Un determinado punto de servicio con un caudal Q y una altura H se puede conseguir mediante bombas centrífugas con impulsores de diferentes formas, dependiendo de la velocidad. La velocidad específica Ns es el valor característico de la forma del impulsor. La velocidad específica es una herramienta de cálculo para poder seleccionar el tipo de bomba recomendada en las etapas iniciales y refiere a los datos de funcionamiento en el punto de máximo rendimiento de un impulsor a diámetro máximo.

La velocidad específica está definida mediante la siguiente ecuación:

$$N_s = (NQ^{0.5})/H^{0.75}$$

Donde:

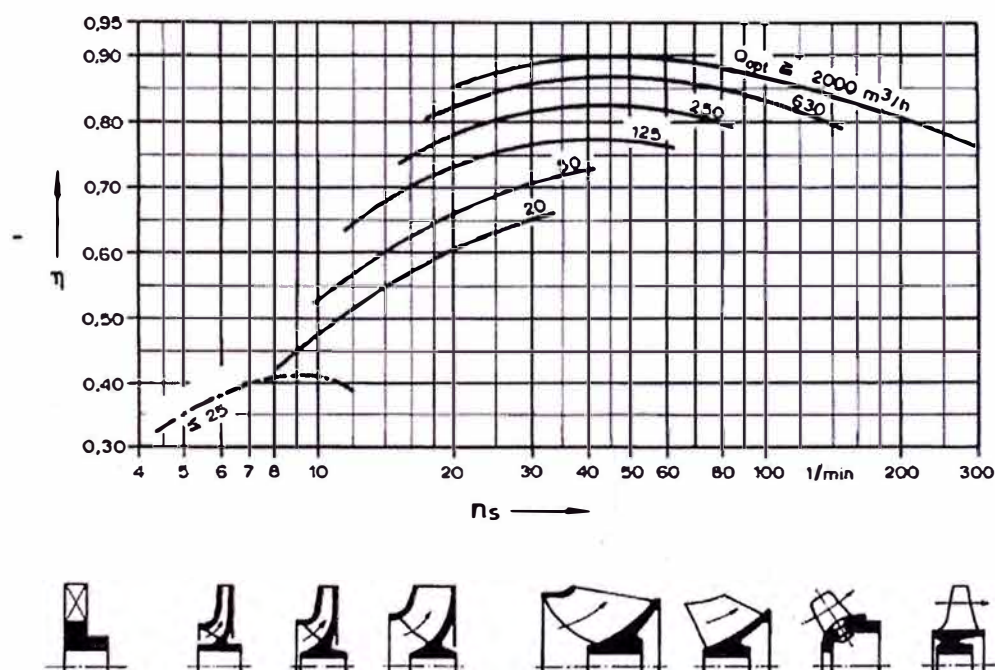
N : Velocidad de giro en RPM

Q : Caudal en m^3/s

H : Altura desarrollada por etapa.

2.5.1 Velocidad Específica, Forma Del Impulsor Y Eficiencia De La Bomba

La velocidad específica y la forma del impulsor tienen una gran influencia sobre la eficiencia de la bomba. La figura N°2.13 muestra la relación entre la velocidad específica de impulsores de varias formas y la eficiencia de la bomba.



Impulsores de paletas $n_s=4$ a 12 rpm	Impulsores de flujo radial $n_s=8$ a 45 rpm	Impulsores de flujo mixto $n_s=40$ a 160 rpm	Impulsores de flujo axial $n_s=100$ a 300 rpm
--	--	---	--

Figura 2.12 Formas de impulsores en función de la velocidad específica.

2.6 PRINCIPALES FENÓMENOS QUE SE PRESENTAN EN UN SISTEMA DE BOMBEO

2.6.1 Cavitación

Fenómeno que ocurre en el interior de la bomba cuando la presión absoluta dentro del impulsor se reduce hasta alcanzar la presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo y se forman burbujas de vapor. Estas burbujas son arrastradas a una zona de mayor presión donde implosionan, originando erosión del material con el que está en contacto. Se manifiesta como ruido, vibración, reducción del caudal y de presión en la descarga.

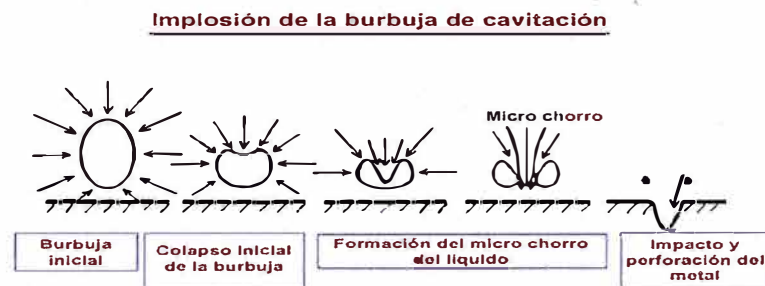


Figura 2.13 Etapas de la burbuja de cavitación

2.6.2 NPSN Requerido (NET POSITIVE SUCTION HEAD): (NPSH req.)

Energía mínima, sobre la presión de vapor, requerida en la brida de succión de la bomba para permitir un funcionamiento libre de cavitación. Se expresa en metros de columna del líquido bombeado.

Es dato proporcionado por el fabricante de la bomba y depende de:

Tipo y diseño de la bomba

Velocidad de rotación de la bomba

Caudal bombeado

2.6.3 NPSH Disponible: (NPSH disponible)

Energía disponible sobre la presión de vapor del líquido en la succión de la bomba. Se expresa en metros de columna del líquido bombeado

Depende de:

Tipo de líquido

Temperatura del líquido

Altura sobre el nivel del mar

Presión atmosférica

Altura de succión

Pérdidas en la succión.

$$NPSH_d = \frac{P_a - P_v}{S} + H_{succ} - h_F$$

Donde:

P_a Presión atmosférica (m)

P_v Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo

S Gravedad específica del líquido bombeado

H_{succ} Altura de succión (+ ó -) (m)

h_F Pérdidas por fricción en la tubería de succión (m)

Para que una bomba no Cavite se debe cumplir:

NPSH disponible > NPSH requerido.

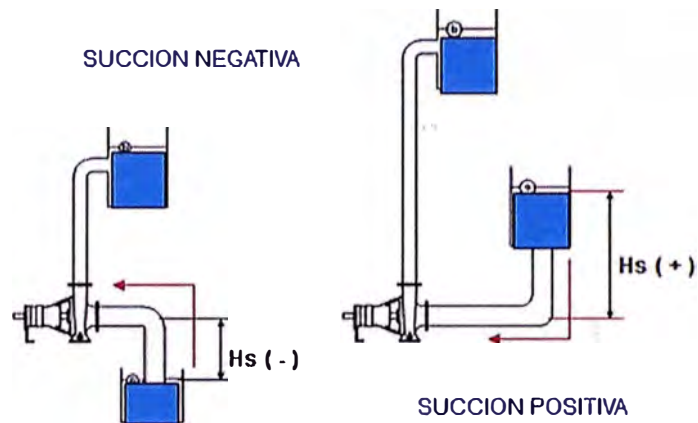


Figura 2.14 Configuraciones típicas de la succión

2.6.4 Sumergencia (S)

Es la altura de líquido, necesaria sobre la sección de entrada (válvula de pie campana, tubo, etc.), para evitar la entrada de aire en la succión cuando se trabaje con niveles bajos de líquido.

Se requiere profundidad mínima para la formación de remolinos (Vortex o vórtices) que puedan afectar al buen funcionamiento de la bomba. Si no se dieran estas condiciones, el caudal y la eficiencia se podrían ver perjudicados, en muchos casos, aparecen averías debidas a vibración o cavitación.

La sumergencia mínima puede definirse como la distancia entre la parte más baja de la boca de la campana y el nivel más bajo de agua en la cámara ó caseta de bombeo.

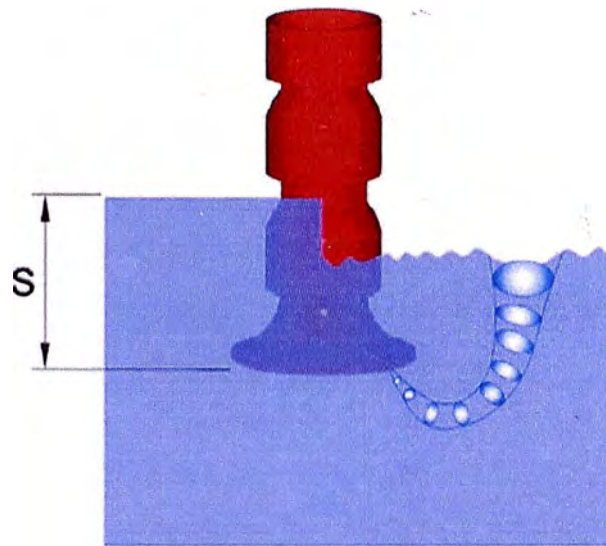


Figura 2.15 Sumergencia.

Según el Hydraulic Institute la sumergencia se puede calcular por lo siguiente.



Experimental analysis and field experience have resulted in the following empirical relationship:

$$S = D + ((0.574 * Q) / D^{1.5})$$

Where S is submergence in inches
 D is bell diameter in inches
 Q is rate of flow in gpm

The required minimum submergence can also be determined from figure 9.8.26B taken from [ANSI HI 9.8-1998 Pump Intake Design](#).

S
U
M
E
R
G
E
N
C
I
A

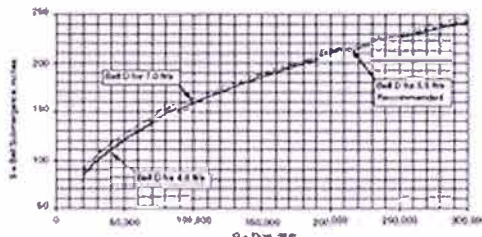


Figura 2.16 Cálculo de sumergencia según: ANSI HI-9.8-1998 Pumps IntakeDesing.



RECOMENDACIONES DE INSTALACION:

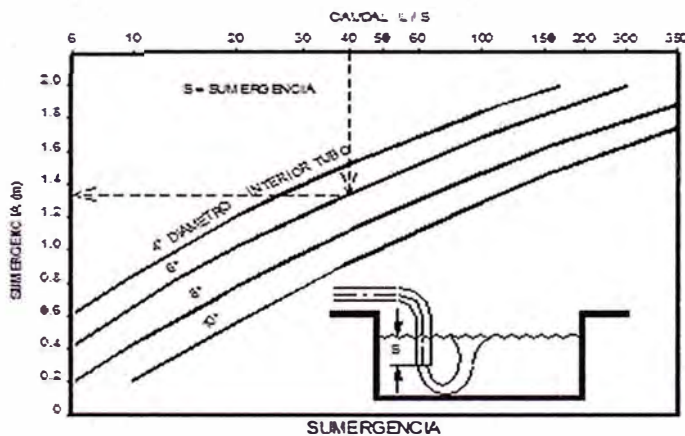


Figura 2.17 Estimación de sumergencia

(Fuente Hidrostral S.A.)

2.7 TURBIDEZ DEL AGUA

La definición más sencilla de la turbidez o turbiedad del agua es la falta de transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el líquido (generalmente se hace referencia al agua), más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua, cuanto más turbia, menor será su calidad.

La turbidez se mide en Unidades Nefelométricas de turbidez, o Nephelometric Turbidity Unit (NTU). El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

Un nefelómetro es un instrumento para medir partículas suspendidas en un líquido. Esto lo hace empleando una fotocelda colocada en un ángulo de 90° con respecto a una fuente luminosa. La densidad de partículas es entonces una función de la luz reflejada por las partículas a la fotocelda.

Turbidimeter Design

Nephelometers, or nephelometric turbidimeters, measure the light scattered at an angle of 90° from the incident light beam.

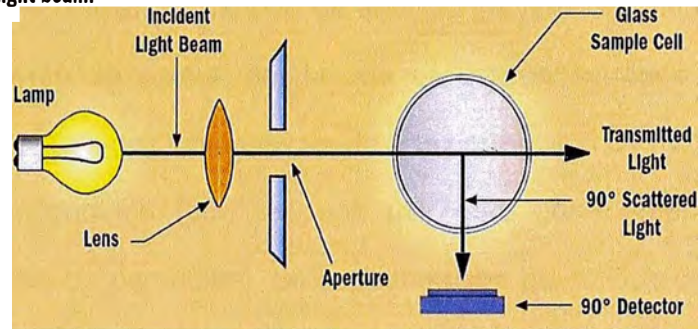


Figura 2.18 Diseño óptico de un turbidímetro ó Nefelómetro

El desempeño de los turbidímetros se comprueba o valida con frecuencia usando métodos de medición en laboratorio. Es importante notar que estos estudios de correlación deben ser evaluados a conciencia para verificar la inalterabilidad de la técnica, temperatura, color, preparación de muestreo y cualquier otro posible error de procedimiento.

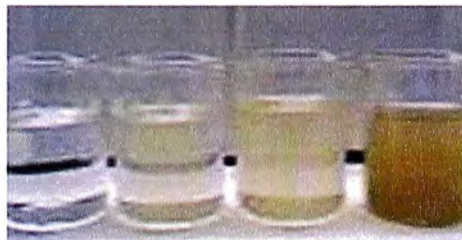


Figura 2.19 Turbidez en el agua.

2.7.1 Relación Entre Turbidez Y Sólidos En Suspensión (PPM)

Es imposible utilizar un método de análisis gravimétrico en el proceso continuo de tratamiento de aguas, por lo que se utilizan métodos indirectos como la medición de turbidez. Estableciendo una correlación de trabajo entre turbidez y sólidos suspendidos (que es más útil, pero generalmente más difícil de cuantificación de partículas). La concentración de sólidos disueltos en el agua es un parámetro sumamente importante en el proceso de selección de una bomba.

El término sólido hace referencia a la materia suspendida, la materia sedimentable, a la que se puede separar por métodos de desecación, filtración, centrifugación, etc. En consecuencia se puede obtener de manera indirecta.

La unidad de turbiedad, fue definida "como la obstrucción óptica de la luz, causada por una parte por millón de sílice en agua destilada",

1 unidad nefelométrica de turbiedad (NTU) = 7.5 ppm de SiO₂

Actualmente, la unidad utilizada es la NTU, Unidad Nefelométrica de Turbidez y que equivale a;

1 unidad nefelométrica de turbidez (NTU) = 1 ppm de formazina estándar

Para nuestro caso la primera equivalencia es más útil puesto que los sólidos suspendidos en el agua (arena, limo, etc.) Impactan más en la selección de la bomba. Que los sólidos disueltos en el agua.

Por ejemplo 100 NTU equivalen aproximadamente a 750 ppm de sólidos en suspensión.

2.8 MOTORES ELECTRICOS

El motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor.

Son utilizados en infinidad de sectores; instalaciones industriales, comerciales, particulares; como ventiladores, bombas, máquinas herramientas, aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas etc. Los motores eléctricos más grandes se usan para propulsión de trenes, compresores y aplicaciones de bombeo con potencias que alcanzan 100 megavatios. . Los pequeños motores se pueden encontrar hasta en relojes eléctricos.

2.8.1 Clasificación De Motores

Los motores eléctricos pueden ser clasificados de varias maneras por el tipo de fuente de energía eléctrica, construcción interna, aplicación, tipo de salida de movimiento, etc. Por ejemplo los motores accionados por baterías de automóviles corriente continua (DC) y por fuentes de corriente alterna (AC) bien sean directamente de la red eléctrica monofásica o trifásica. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Por el

tipo de construcción se pueden clasificar conforme a las normas de fabricación NEMA ó IEC, que son las de mayor difusión en el mundo.

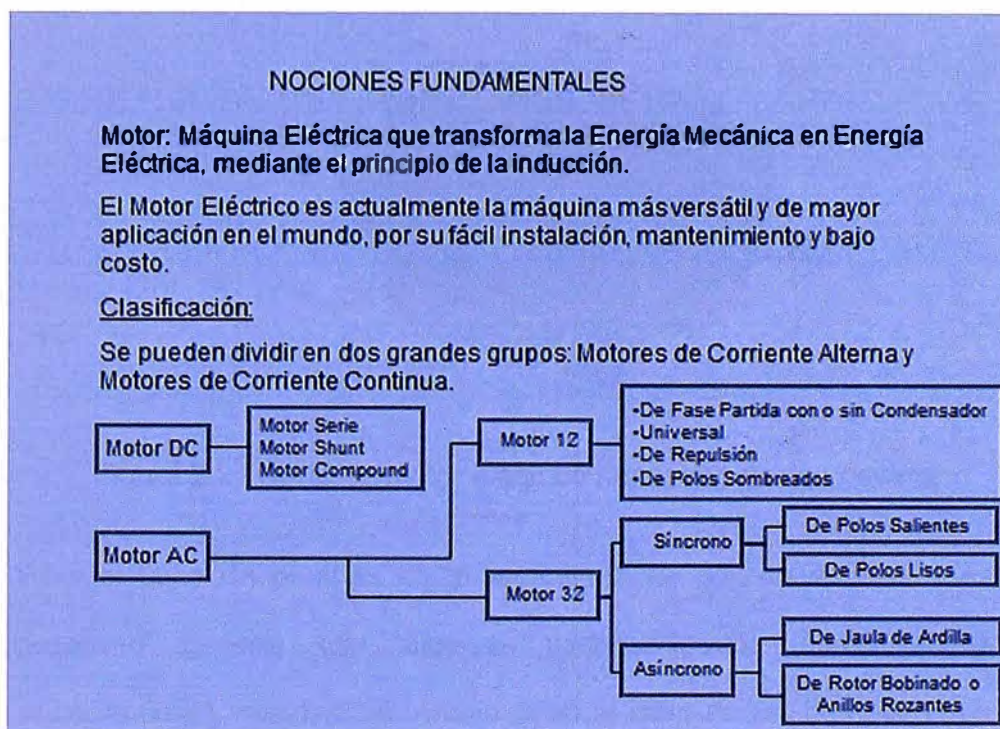


Figura 2.20 Clasificación de motores eléctricos

Respecto a las aplicaciones hoy en día se fabrican motores para diversos sectores de la industria motores que obedecen a normas de fabricación específicas como por ejemplo, para la industria química, petróleo, siderúrgicas, etc.

2.8.2 Motores Eléctricos Para Bombas

Los motores eléctricos para bombas son por del tipo asíncrono de jaula de ardilla para uso general, solo cuando las bombas pertenecen a cierto sector

industrial específico se utilizan motores especiales como por el ejemplo para el caso de la industria petroquímica el estándar es el motor con norma de fabricación IEEE841.

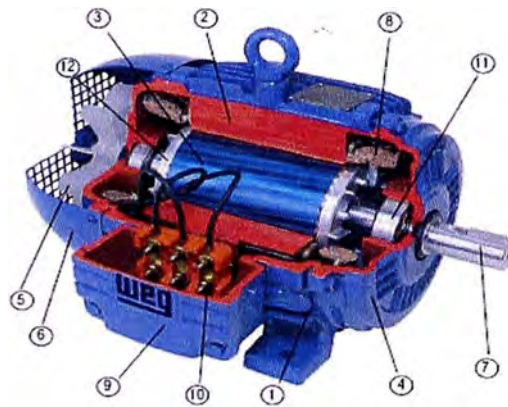


Figura 2.21 Corte de motor eléctrico horizontal de uso general

Para el caso de bombas en la agricultura se utilizan motores eléctricos de propósito general con algunas particularidades como el grado de encerramiento, posición de trabajo, y en el caso de las bombas turbina de eje vertical se utilizan motores de eje hueco.



Figura 2.22 Motor vertical de eje hueco



Figura 2.23 Motor vertical de eje sólido

2.8.3 Grados De Protección En Motores Eléctricos

El Grado de protección IP hace referencia al estándar internacional IEC 60529 “Degrees of Protection”, utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico o electrónico, en general de uso industrial como motores, sensores, medidores, controladores, etc. Especifica un efectivo sistema para clasificar los diferentes grados de protección con la que son fabricados estos equipos.

Este estándar ha sido desarrollado para calificar de una manera alfa-numérica a equipamientos en función del nivel de protección que sus materiales contenedores le proporcionan contra la entrada de materiales extraños. Mediante la asignación de diferentes códigos numéricos, el grado de protección del equipamiento puede ser identificado de manera rápida y con facilidad.

De esta manera, por ejemplo, cuando un equipamiento tiene como grado de protección las siglas: IP67.

Las letras «IP» identifican al estándar (del inglés: International Protection)

El valor «6» en el primer dígito numérico describe el nivel de protección ante polvo, en este caso: «El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia».

El valor «7» en el segundo dígito numérico describe el nivel de protección frente a líquidos (normalmente agua), en nuestro ejemplo: «El objeto debe resistir (sin filtración alguna) la inmersión completa a 1 metro durante 30 minutos».

Como regla general se puede establecer que cuando mayor es el grado de protección IP, más protegido está el equipamiento.

Para el caso nuestro en los motores eléctricos más usados para la agroindustria que funcionan generalmente a intemperie la protección mínima es el IP55ó su equivalente en la norma americana NEMA enclosure, TEFC "Totally Enclosed, Fan Cooled".

CAPITULO III ...

DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO Y DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO

3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

3.1.1 Características Generales

Los equipos de bombeo más utilizados para riego tecnificado por goteo en el Perú son básicamente dos tipos de bombas centrífugas, los equipos de bombeo horizontal y los equipos de bombeo turbina de eje vertical. Aunque se pueden encontrar algunas bombas sumergibles tipo turbina vertical, éstas son muy escasas. Por lo general operan a 1800 RPM, y se fabrican con diversas ejecuciones metalúrgicas dependiendo de la calidad del agua.

La tensión de los motores eléctricos es de 440 voltios en su mayoría, en los lugares más alejados de las ciudades del interior, predomina la tensión de 380 Voltios.

Los tableros de control más utilizados son los arrancadores de estado sólido y arrancadores por variador de velocidad, este último es imprescindible cuando se tiene varios puntos de operación.

3.1.2 Bombas Centrifugas Horizontales

Los equipos de bombeo horizontales más pequeños, los de ejecución monoblock son utilizados para pequeños proyectos, como huertos, viveros, algunos jardines, etc., cuyas capacidades oscilan entre 1 Litro/segundo (LPS) hasta 10 LPS, con presiones de 30 a 45 metros de columna de agua. Éstos son de fabricación económica y se disponen generalmente de stock, van con sello mecánico y con motor de 02 polos, es decir giran a 3600 RPM, no se requieren gran confiabilidad.

Los equipos de bombeo horizontales de mayor tamaño son de ejecución eje libre, que van acoplados a motores horizontales mediante acoplamientos flexibles y todo el conjunto en bases fabricadas de acero estructural; éstas son utilizadas en los proyectos medianos y grandes, donde se requieren en su mayoría caudales desde 15LPS a 80 LPS, con presiones moderadas de 35 a 60 metros de columna de agua. Estas bombas son fabricadas para acoplarse con motores de 4 polos a 1800 RPM, para aumentar la vida útil y disminuir los costos de mantenimiento, el sistema de sellado es por prensa estopa, para dar facilidad al mantenimiento, esto porque en campo generalmente no se cuenta con taller de mantenimiento.



Figura 3.1 Bombas centrífugas horizontales

3.1.3 Bombas Turbina De Eje Vertical

Los equipos de bombeo turbina vertical han tenido mayor acogida por sus mejores eficiencias y ventajas tanto en la instalación como en la automatización. Son aplicados a partir de los 60 LPS hasta los 300LPS, pudiendo llegar a mayores caudales si la demanda lo requiere. Estos equipos son aplicados en los grandes proyectos y mega proyectos. Las presiones de trabajo son variables pueden ir desde los 35 metros hasta más de los 100 metros de columna de agua, manteniendo la eficiencia, solo se aumentan etapas para incrementar la presión.

Una mención especial tiene las bombas turbina de eje vertical en la agricultura ya que estas son ampliamente usadas en los pozos profundos para extraer el agua de la napa freática, para el riego tradicional. Es una práctica de muchos años atrás, por esta razón, que las bombas turbina de eje vertical se han consolidado rápidamente en este nuevo contexto con una variante, ahora se

les conoce con bombas turbina de eje vertical corto, usadas para las cisternas de riego tecnificado por goteo.



Figura 3.2 Bombas turbina de eje vertical

3.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO

3.2.1 Características Generales

El sistema de riego por goteo es una de las técnicas más eficientes del riego en la actualidad, consiste en infiltrar el agua y los fertilizantes hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces. Esta aplicación, se hace mediante una red de tuberías (de conducción y distribución de PVC o Polietileno), y de laterales de riego (mangueras o cintas), con emisores o goteros, que entregan pequeños volúmenes de agua periódicamente, en función de los requerimientos hídricos del cultivo y de la capacidad de retención del suelo.

Se le denomina así, porque permite la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo en forma de "gotas" y localizada con alta frecuencia, en cantidades

estrictamente necesarias y en el momento oportuno u óptimo. A diferencia de los riegos por aspersores que riega al área de cultivo, el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración de la parcela a regar.

El sistema de riego por goteo tiene los siguientes sub sistemas, el sistema de tratamiento de agua de canal, el sistema de bombeo, el sistema de filtrado, sistema de riego, el sistema de fertilización y el sistema de automatización que relaciona a los anteriores.

3.2.2 Sistema De Tratamiento De Agua

La característica del agua de canal que se dispone de los proyectos de irrigación, es el arrastre de partículas de sólidos, aguas turbias que requieren ser tratadas en pozas de sedimentación por floculación y sedimentación, finalmente estas llegan a un reservorio final, construido en el terreno generalmente de arena y revestida con geomembrana, en la mayoría de los casos este reservorio cuenta con una construcción de concreto que viene a ser la caseta de bombas, diseñada por la empresa especialista de riego.



Figuras 3.3 Sistemas de tratamiento de agua.

3.2.3 Sistema De Bombeo

Empieza con la caseta de bombeo que debe garantizar la correcta instalación del equipo de bombeo desde el punto de vista hidráulico y mecánico, luego tenemos el equipo de bombeo que puede ser horizontal ó vertical. El equipo de bombeo tiene la función de generar la presión requerida por el sistema de riego, considerando que el agua del reservorio tiene una turbidez de 100 NTU.

En el caso de tratarse del equipo horizontal considera el árbol de succión, que consta de una válvula check de pie que debe garantizar el cebado en los casos que se tenga succión negativa, y los demás accesorios como tuberías y reducciones. Luego continúa el equipo de bombeo propiamente dicho y finalmente el árbol de descarga que se acopla al cabezal de filtrado. En este árbol de descarga se encuentran accesorios como la válvula de alivio, válvula de aire, válvula de control, manómetro.

En el caso de tratarse de un equipo de vertical, el árbol de succión está incluido en la bomba, consta de una canastilla, cuerpo de bomba, columna de descarga,

linterna de descarga. Luego esta se acopla al cabezal de filtrado mediante el árbol de descarga donde se encuentran accesorios como la válvula de alivio, válvula de aire, válvula de control y manómetro.



Figura 3.4 Casetas de bombas verticales

3.2.4 Sistema De Filtrado

Un inconveniente muy importante de este sistema, es el tapado de los goteros, y el consiguiente efecto sobre la uniformidad del riego. Esto puede ser considerado como el principal problema en riego por goteo. Por ello en este sistema de riego es muy importante el sistema de filtración implantado, que dependerá de las características del agua utilizada para nuestro caso el agua con que contamos tiene una turbidez de 100 NTU.

El cabezal de filtrado cumple la función de garantizar que el agua no sobrepase el límite establecido, en este caso 30 NTU, consiste en un sistema de filtros de agua instalados entre dos tuberías paralelas, de tal manera que reciben el agua de las bombas y la entregan filtrada a la línea.



Figura 3.5 Sistema de filtrado de agua

3.2.4.1 Sistema De Retrolavado

Tiene la función de lavar los filtros saturados de impurezas y evacúalos; por una tubería de descarga incorporada en el cabezal de filtrado. Es el denominado sistema auto limpiado periódico que consiste en un juego de válvulas dispuestas en paralelo que abren por la acción de una válvula piloto que controla el diferencial de presión ente los dos manifolds, dejando el paso de parte del agua para limpieza de los filtros, esto sucede cuando los filtros se encuentran saturados, generalmente la presión diferencial usada es de 10 PSI. Actualmente se han añadido varias mejoras y nuevas tecnologías

3.2.5 Sistema De Riego

Constituye el conjunto de red de tuberías entre ellas la principal, secundarias, distribuidoras; las mangueras, goteros y un conjunto de accesorios como válvulas de aire de control. La finalidad es aplicar el agua en forma localizada, continua, eficiente y oportunamente. La distribución del agua se realiza

uniformemente y adaptándose a cualquier suelo y condiciones topográficas diversas.

Con respecto a los goteros hay tecnología que evoluciona constantemente, como por ejemplo ahora tenemos goteros autocompensantes que dan un caudal más o menos fijo dentro de unos márgenes de presión. Es útil para que los goteros del final del tubo no den menos agua que los del principio debido a la caída de presión por el rozamiento. También son útiles cuando el tubo va en cuesta. Los goteros más bajos soportaran más presión y si no son adecuados pueden perder demasiada agua. También hay goteros auto limpiantes que pueden tener un sistema para eliminar pequeñas partículas que puedan atascarlos.

3.2.6 Sistema De Fertilización

Una de las grandes ventajas del riego por goteo es que permite aplicar agua y fertilizante cuando la planta lo requiere lo cual favorece significativamente el desarrollo de las planta y producción, también se utiliza esta sistema para el control de plagas, ahorrando tiempo y jornales.

Consiste en un sistema de tanques con un sistema de bombeo para la dilución del fertilizante que usualmente se comercializa granulados en sacos y se disuelve en agua; a través de la recirculación se logra una mezcla uniforme que luego es almacenada para su posterior inyección al sistema. Una vez preparada la solución, es inyectada directamente por una bomba centrífuga especial a la

tubería principal en la zona del PVC. Hay una variante de inyección con un tubo venturi y una bomba centrífuga estándar para generar la presión.



Figura 3.6 Sistema de inyección de fertilizante con venturi

3.2.7 Sistema De Automatización

Es el sistema que puede integrar todo el sistema de riego para ampliar las habilidades de manejo del campo, lograr la optimización del funcionamiento de cada área. Consta de una amplia gama de productos de monitoreo y control, controladores, interface, válvulas automáticas, sensores de humedad, etc. Que son controlados vía telemetría, señales de radio para la gestión de riego, monitoreo del clima, control de nutrición, corrección del plan de riego, etc.

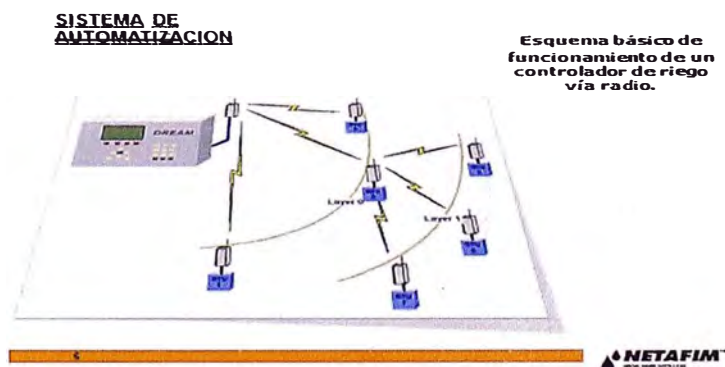


Figura 3.7 Esquema del sistema de automatización vía radio

CAPITULO IV

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

Para el desarrollo del presente trabajo planteamos la metodología de la investigación, ya que en los tiempos actuales ha adquirido un rol muy importante, como tal se diseña un diagrama medios fines que se desarrollará en adelante.

4.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

¿Será factible analizar las condiciones climáticas y geográficas de la zona de aplicación del equipo de bombeo y de los requerimientos entregadas por el cliente?

¿Será factible analizar las condiciones de operación inherentes al riego tecnificado y a la calidad del agua?

¿Será factible analizar las condiciones de instalación del equipo de bombeo?

¿Será factible realizar el análisis económico de alternativas de equipos de bombeo?

¿Será factible comprobar la selección del equipo de bombeo, solicitado por el cliente con la elaboración de la propuesta técnica- económica y validar a su vez con la orden de compra?

4.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS DE TRABAJO

Es factible analizar las condiciones climáticas y geográficas de la zona de aplicación del equipo de bombeo y los requerimientos entregadas por el cliente, esta hipótesis se postula debido a que se puede realizar lo siguiente:

Se puede disponer de las características climáticas del lugar así como las características geográficas de la zona.

También porque se dispone los requerimientos técnicos del equipo de bombeo planteadas por el cliente.

Se puede obtener las especificaciones técnicas para la selección del equipo de bombeo, así como su factibilidad de fabricación.

Es factible analizar las condiciones de operación inherentes al riego tecnificado y a la calidad del agua, esta hipótesis se postula debido a que se puede realizar lo siguiente:

Se puede obtener las características de operación inherentes al riego tecnificado por goteo, frente al equipo de bombeo.

Se puede obtener las características físicas y químicas del agua con la que funcionará el equipo de bombeo.

Se puede obtener las especificaciones técnicas para la selección del equipo de bombeo, así como su factibilidad de fabricación.

Es factible analizar las condiciones de instalación del equipo de bombeo y realizar cálculos para validar funcionamiento, esta hipótesis se postula debido a que se puede realizar lo siguiente.

Se puede obtener el plano de la caseta de bombeo.

Se puede realizar los cálculos para validar la correcta operación del equipo de bombeo.

Se pueden obtener las características constructivas del equipo de bombeo requerido así como su factibilidad de fabricación.

Es factible realizar el análisis económico mediante el concepto de costo del ciclo de vida de los equipos de bombeo para las dos alternativas más comunes, esta hipótesis se postula debido a que se puede realizar lo siguiente.

Se pueden obtener los precios de dos alternativas de equipos de bombeo, horizontal y vertical.

Se pueden estimar los costos de operación y mantenimiento de las bombas horizontal y vertical.

Se puede obtener indicadores de costos para tomar la mejor alternativa económica.

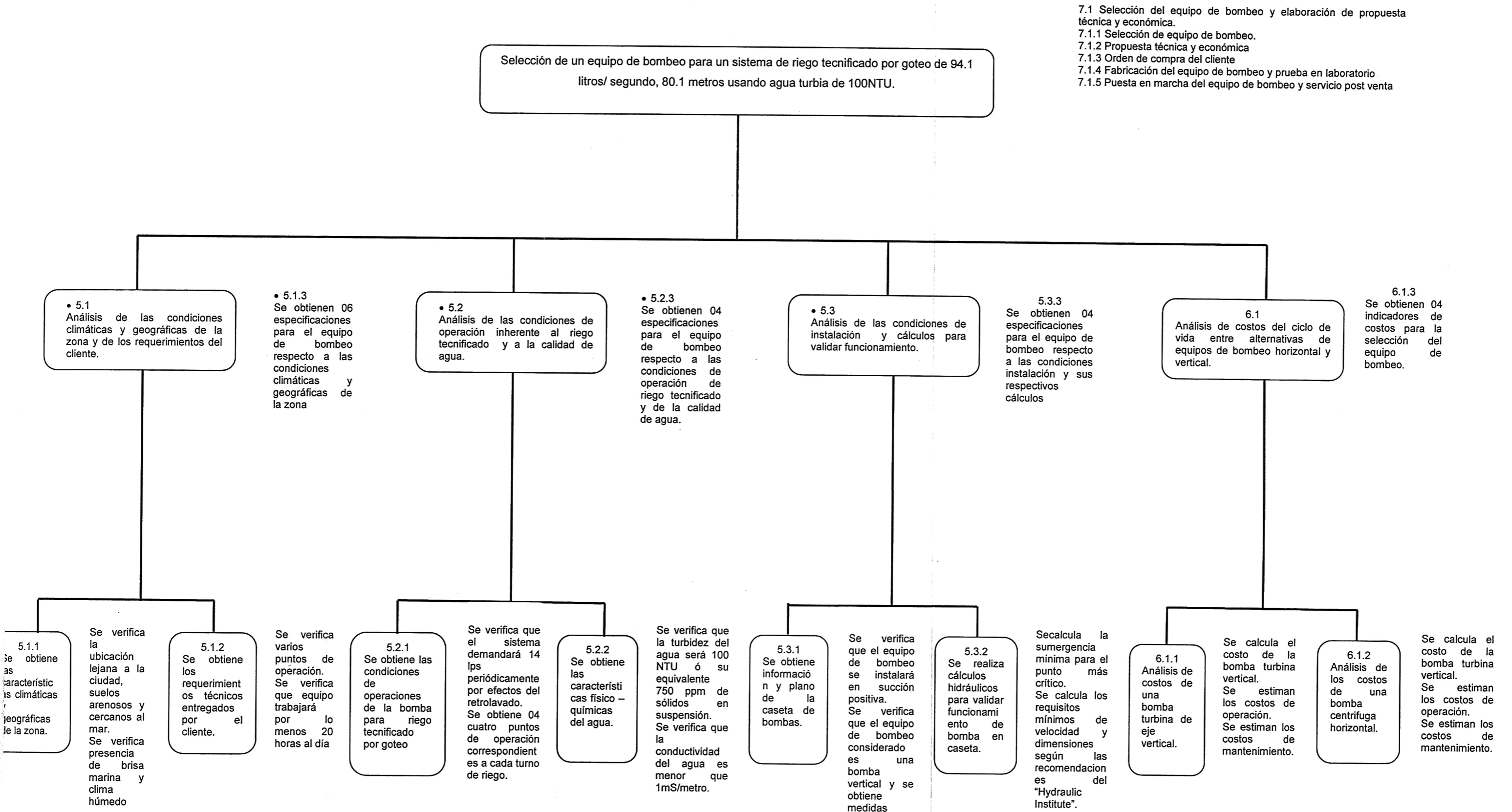
Es posible comprobar la selección del equipo de bombeo solicitado por el cliente con la elaboración de la propuesta técnica y económica.

Es posible validar la correcta selección del equipo de bombeo con la orden de compra del cliente.

Es posible también obtener los documentos de internamiento para la fabricación y los protocolos de prueba de laboratorio, además de la puesta en marcha de equipo de bombeo.

4.3 DIAGRAMA MEDIOS-FINES

DIAGRAMA MEDIOS – FINES



CAPITULO V

DESARROLLO DE LA INGENIERÍA

La solución del problema consiste en seleccionar un equipo de bombeo para un sistema de riego tecnificado por goteo de 94.10 litros por segundo y 80.10 metros de columna de agua, para agua de 100 NTU, y esto se comprobará con la elaboración de la propuesta técnica y económica de un fabricante de bombas, y se validará con la orden de compra del cliente y la fabricación del equipo de bombeo.

5.1 ANALISIS DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS Y GEOGRÁFICAS DE LA ZONA, Y DE LOS REQUERIMIENTOS ENTREGADOS POR EL CLIENTE.

5.1.1 Condiciones Climáticas Y Geográficas De La Zona.

Se obtuvo las condiciones climáticas de la zona de influencia de este trabajo. Que abarca la costa norte del Perú, cuyo clima es subtropical desértico, templado-cálido y promedia los 25 °C. Se trata de una línea delgada de desierto arenoso que se extiende de sur a norte, desde el Océano Pacífico a la cordillera de los Andes. Este último evita que las nubes de la selva amazónica alcancen la costa y traigan más lluvias. La región este de Lambayeque, toda Piura presentan precipitaciones oscilan entre los 50 y los 150 mm solamente durante los veranos. Los inviernos son templados pero húmedos, rara vez la

temperatura baja de los 22 °C durante el día. Por las noches donde se incrementa la humedad la temperatura baja hasta los 13 °C.

También existe la presencia de fuertes vientos en la costa debido a la presencia de la fría Corriente de Humboldt que viene de sur a norte afectando el clima tropical que debiese manifestar a esas latitudes. Los veranos contrariamente son muy calientes y existen noches lluviosas. Las temperaturas rodean a veces los 35 °C durante la tarde y la humedad se incrementa gracias a la intervención momentánea de la cálida Corriente del Niño que viene de norte a sur entre los meses de diciembre a abril llegando a 99% de humedad relativa. La primavera y el otoño mantienen temperaturas cálidas que promedian entre 28 °C durante el día y 16 °C durante las noches.

La costa en Perú tiene cincuenta y dos pequeñas interrupciones, cincuenta y dos valles que nacen de cincuenta y dos ríos que se escaparon de la cordillera de los Andes y vinieron a conocer el mar. No obstante, las tierras que son regadas por estos ríos que casi es absolutamente desierto. No son suficientes para sostener la agricultura intensiva que se desarrolla en Perú, por esta razón se han realizado grandes proyectos para incorporar más tierras de cultivos:

-Proyecto Especial Chavimochic:

Ubicado en el norte del país en el departamento de la Libertad cuya área de influencia abarca los valles de Santa, Chao, Viru, Moche, y Chicama.

-Proyecto Especial Chinecas:

Ubicado en el norte-este del país en el departamento de Ancash, que tiene alcances en los valles de Santa, Casma, Lacramarca, Nepeña y Sechin.

-Proyecto Especial Olmos Tinajones:

Ubicado en el norte del país en el departamento de Lambayeque que incorpora 38,000 hectáreas para riego en el desértico valle de Olmos. Este último por inaugurarse el presente año.

5.1.1.1 Informe De Condiciones Climáticas

Las características climáticas de los valles de la costa norte peruana son muy similares, tal es el caso del “Fundo Monte Grande” de la empresa Arato Perú S.A., ubicado en el valle de Chao, a 68 kilómetros al sur de la ciudad de Trujillo en el departamento de La Libertad. Fundo en el cual se desarrolló este trabajo. Del cual se obtuvo un informe climático completo del lugar, que contiene el seguimiento diario y semanal por un periodo de un año. El cual está detallado en el anexo N° 01.

5.1.1.2 Características Geográficas

Las características geográficas de la costa norte peruana son una constante, desiertos arenosos con ciertas interrupciones de algunos valles regados por ríos. La misma que está muy cercana al mar. Tal es el caso del “Fundo Monte Grande” ubicado en las coordenadas Latitud 8° 30' 30" y Longitud 38°36' 5". Que se evidencian según las fotos satelitales del Google Map.



Figura 5.1 Valle de Chao



Figura 5.2 Fundo Monte Grande

5.1.2 Requerimientos Entregados Por El Cliente

La empresa Arato Perú S.A., desarrolló un proyecto de implementación de 1000 Hectáreas de cultivo de paltos en tierras arenosas a 11 kilómetros adentro del poblado menor de Chao, regados por agua del canal de Chavimochic. La ingeniería de riego e implementación del mismo la realizó la empresa Netafim Perú S.A.

En virtud a la buena performance de proyectos similares anteriormente desarrollados, fuimos convocados por el cliente (Arato Perú S.A) para realizar la selección y las respectivas propuestas técnica y económica de los equipos de bombeo requeridos por el proyecto. Es así que la empresa Hidrostal S.A., para la cual trabajo, obtuvo los requerimientos hidráulicos para las bombas elaborados por la ingeniería de la empresa de riego.

Para determinar el caudal, los datos de entrada son por ejemplo el tipo de cultivo, tipo de suelo, el área a regar; por otro lado para determinar la presión o altura de bomba los datos de entrada son por ejemplo la topografía del terreno, distancias de recorrido de tuberías, los diámetros de tuberías, etc.

Las empresas de riego cuentan con varios software desarrollados especialmente para este fin, por ejemplo el Irricad, Epanet, que son los más utilizados, hay otros con menos importancia.

Otro de los datos importantes que se obtiene del cliente es que la tensión de la línea eléctrica que han contratado para la atención del proyecto es 440 voltios, trifásica y 60Hertz.


		INGENIERÍA - FORMATO 01				NET-FOR-ING-07.06.10	
		DATOS PARA SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO				REVISIÓN B / 07.06.10	
						Página 01 de 01	
CLIENTE	ARATO				CÓDIGO PROYECTO:	529	
FUNDO	FUNDO MONTEGRANDE MODULO III				VERSIÓN:	C	
LUGAR	CHAO						
ÁREA	72.55 ha						
FORMATO 01: SELECCIÓN DE UNIDAD DE BOMBEO							
SELECCIÓN DE UNIDAD DE BOMBEO							
OPERACIONES/ TURNOS	I	II	III	IV	V	VI	
Q de Riego (m ³ /h)	298.93	346.93	304.79	358.22	0.00	0.00	
Q de Riego (lps)	83.04	96.37	84.66	94.10	0.00	0.00	
Q Sistema de Retrolavado (lps)	14.00	14.00	14.00	14.00	0.00	0.00	
Q Total del Sistema (lps)	97.04	110.37	98.66	108.10	0.00	0.00	
Altura de Succión	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.00	
Presión del Sistema*	61.00	61.00	64.20	68.80	0.00	0.00	
ADT Total del Sistema - Inc. Margen de 10% (mca)	71.5	71.5	75.0	80.1	0.0	0.0	
Tipo de Succión	A	A	A	A	A	A	
BOMBA							
Tipo	Turbina/Horizontal	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga	Centrifuga
Velocidad (RPM)							
Eficiencia (%)		75%	75%	75%	75%	75%	75%
MOTOR							
Tipo		Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico	Eléctrico
POTENCIA							
Potencia absorbida (HP)		123	140	132	154	0	0
Factor de servicio		15%	15%	15%	15%	15%	15%
Potencia requerida (HP)		141.8	161.3	151.3	177.0	0.0	0.0
Nota:							
El Tipo de Succión debe ser seleccionado según la tabla 01 y adjuntado al formato de selección.							
* Presión antes de filtros no incluye 10% de margen.							
INGENIERÍA				Enviado por: Correo Electrónico			
Preparado por: Ing. Cristian Chavez				A: Pedro Chacón.			
Observaciones: 4 Turnos de riego al día.				Fecha: 25.06.10			
Fecha: 25.05.10							

Figura N° 5.4 Hoja de datos para selección de bomba.

Analizando los datos podemos apreciar que realmente tenemos 04 puntos de operación para el módulo III del "Fundo Monte Grande" uno para cada turno de riego, dependiendo del clima cada turno de riego tiene un periodo de riego de 4 a 6 horas, lo que implica que en promedio la bomba tenga que operar 20 horas al día, durante casi todo el año.

5.1.3 Especificaciones Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones Climática Y Geográfica De La Zona

Producto del análisis de las condiciones climáticas y geográficas de la zona, y de los requerimientos entregados por el cliente se obtienen las siguientes especificaciones para la selección de la bomba.

Se requieren bobinas de calentamiento en los motores de las bombas, para evitar la condensación de la humedad dentro del motor, cuando se manifieste la diferencia de temperaturas. Esta diferencia se manifiesta cuando en el día tenemos una temperatura ambiente de 33 °C con el motor generalmente en funcionamiento y la posibilidad de que este apagado algunas horas de la noche cuando la temperatura ambiente esté en los 13 °C, con humedad relativa del 99% incluso con neblina debido a la cercanía al mar.

Se requiere motores cerrados TEFC ó su equivalente grado de encerramiento IP55, debido a que los equipos funcionaran a intemperie, con vientos de 36 Km/Hr que arrastran arena, y posibles lluvias en ciertas temporadas del año.

Se requiere equipos con alta confiabilidad y facilidad de mantenimiento, se debe trabajar con una velocidad de 1800 RPM y con motores de eje sólido. Un equipo rotativo trabajando a velocidad moderada tiene menor desgaste por consiguiente periodos más largos de mantenimiento, el mantenimiento de un motor de eje sólido es mucho más sencillo y económico que el de un motor de eje hueco. Las bombas operan más de 20 horas al día y en el campo, en una

zona retirada, en un desierto donde es muy complicado las labores de mantenibilidad

Se requiere bomba con sellado por prensa estopas, ya que se puede cambiar las estopas desgastadas sin desarmar el equipo de bombeo. Estamos en campo y un ligero goteo de agua no afecta el área de instalación.

Se requiere que el sistema de lubricación de rodamientos sea por grasa, no se reúnen las condiciones para la lubricación por aceite, los tricos que son de material plástico son frágiles para una aplicación en campo.

Se requiere bomba que opere en cuatro puntos de operación que detallamos a continuación:

Turno I Caudal=97.04 LPS; Altura dinámica total (ADT)=71.5 metros.

Turno II Caudal= 110.37 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 71.5 metros.

Turno III Caudal= 98.66 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 75 metros.

Turno IV Caudal= 108.10 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 80.1 metros.

5.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN INHERENTES AL RIEGO TECNIFICADO Y A LA CALIDAD DEL AGUA.

5.2.1 Condiciones De Operación De La Bomba

Se obtuvo una de las características de operación más importante que debe cumplir la bomba en riego tecnificado por goteo. En la práctica funciona con varios puntos de operación y por consiguiente varios regímenes de velocidad.

Tal es el caso que se menciona en la sección 5.1.2.1 donde se explica los datos para la selección del equipo de bombeo, específicamente la figura 5.3 donde se detallan los 04 puntos de operación para el módulo III del “Fundo Monte Grande”, uno para cada turno de riego. Adicionalmente en cada punto de operación debe ser capaz de entregar instantáneamente un adicional de 14 litros / segundo por el consumo del retro lavado que explicamos en adelante.

5.2.1.1 Retrolavado

El sistema de filtrado tiene una función auto limpiante que se denomina retro lavado que es un proceso que consiste en lo siguiente, al recibir una señal de diferencial de presión, el puerto de entrada se cierra y el de retrolavado se abre para invertir el flujo de agua en el filtro. El agua limpia de los otros filtros fluye hacia dentro del filtro desde el fondo, limpiando los anillos de restos de impurezas y liberando la suciedad acumulada. La suciedad es eliminada hacia afuera a través del manifold de retrolavado. Ésta eficiente tecnología da como resultado una mínima cantidad de agua en un mínimo de tiempo (segundos) y se realiza secuencialmente filtro a filtro.

A consecuencia del proceso de retrolavado hay un consumo importante de 14 litros/segundo de agua por un periodo corto de tiempo, cuya frecuencia dependerá de la suciedad de agua, agua con mayor turbidez requiere mayor frecuencia de retrolavados, ya que los filtros se ensuciaran más rápido. Este consumo instantáneo de agua afecta al equipo de bombeo y consecuentemente al sistema de riego.

5.2.1.2 Punto De Operación De La Bomba Con Retrolavado

Un consumo instantáneo de caudal origina en la bomba centrífuga una caída de presión como se muestra en la figura N° 5.5. Las empresas de riego recomiendan como máximo una caída de presión del 10% de la presión nominal de trabajo, si excedemos estos límites afectan la homogeneidad del riego en campo.

Además es preciso señalar, que las empresas de riego consideran este adicional de 14 litros/segundo requeridos por el retrolavado, como si fuese constante. Como se observa en la Figura N° 5.4. Se especifica "Caudal total del sistema". Esto se realiza con la finalidad de asegurar la performance de todo el sistema. Sin embargo, esto puede conducir al error de sobredimensionar el equipo de bombeo.

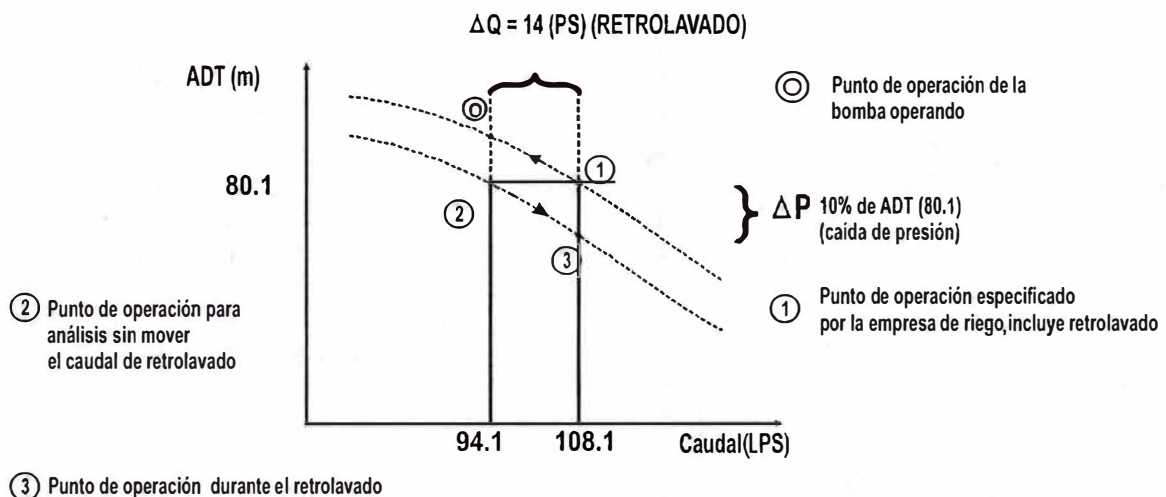


Figura 5.5 Caída de presión por retrolavado

En realidad se debe considerar solo el caudal de riego y tener cuidado de no exceder los límites de caída de presión durante los periodos de retrolavado. Esto conlleva a un análisis del comportamiento de la bomba seleccionada con respecto a cada punto de operación. En la figura N° 5.6 podemos apreciar las diferentes caídas de presión por retrolavado según su ubicación en la curva de operación de la bomba.

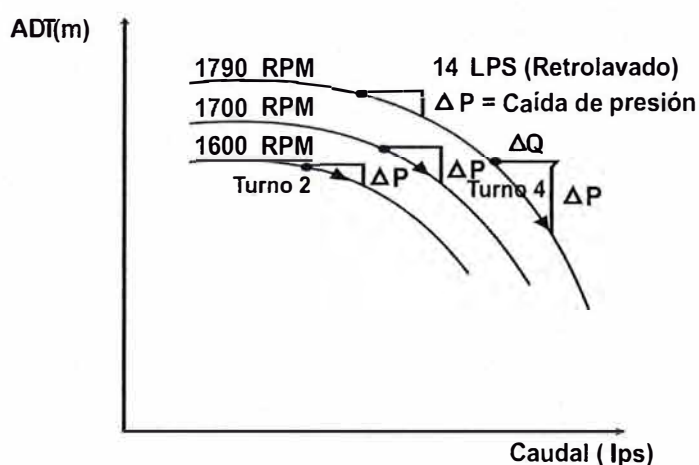


Figura 5.6 Gráfica de las diferentes caídas de presión por el retrolavado según la ubicación en la curva de operación.

Considerando lo anteriormente dicho, se requiere bomba que opere en cuatro puntos de operación que detallamos a continuación:

Turno I Caudal=83.04 LPS; Altura dinámica total (ADT)=71.5 metros.

Turno II Caudal= 96.37 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 71.5 metros.

Turno III Caudal= 84.66 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 75 metros.

Turno IV Caudal= 94.10 LPS; Altura dinámica total (ADT) = 80.1 metros.

5.2.1.3 Análisis De Alternativas De Bomba

Considerando estos cuatro puntos de operación se pre selecciona dos alternativas, una bomba vertical modelo B14G-H-03 etapas y la bomba horizontal 125-400-9HE-H670-AS. Cuyas curvas se analizan a continuación.

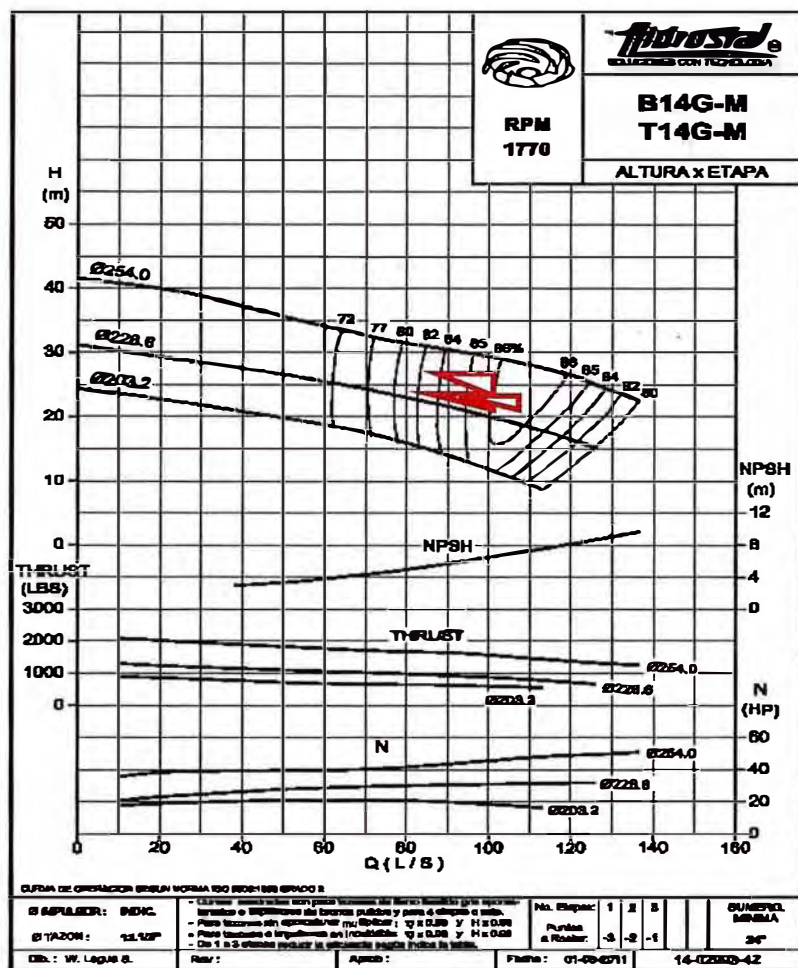


Figura 5.7 Puntos de operación del módulo III de Montregrande en la bomba HidrostaB14GM-03

En la figura 5.7, observamos que la bomba vertical B14GM-03, tiene una pérdida de presión mínima cuando se incrementa los 14 litros/segundo de retrolavado. Por lo tanto es una buena alternativa, debemos añadir que precisamente es una característica de las bombas de flujo mixto, tienen una mínima gradiente de presión y potencia respecto al caudal.

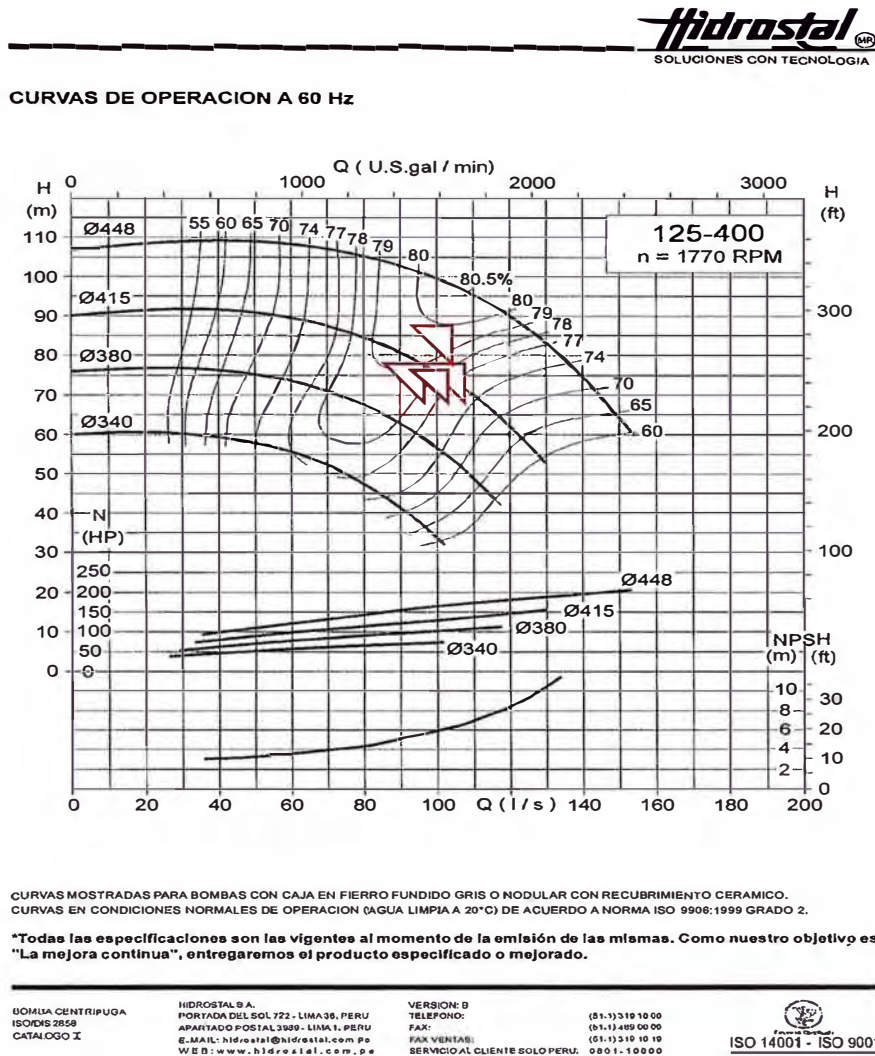


Figura 5.8 Puntos de operación del módulo III de Montregrande en la bomba Hidrostat

125-400

En la figura 5.8, observamos que la bomba centrífuga horizontal 125-400, tiene una pérdida de presión considerable cuando añadimos los 14 litros/segundo de retrolavado. Es en estos casos, para disminuir riesgo, se considera los puntos de operación dados en la sección 5.1.3 que añade de manera continua el caudal de retrolavado.

Otra aspecto importante a respondernos es ¿cómo atender los diferentes turnos de riego con puntos de operación distintos?. La respuesta es la siguiente. Utilizando variadores de velocidad que permiten tener diferentes regímenes de velocidad para atender los diferentes turnos de riego, en este caso particular 4 turnos. En la figura 5.6 se muestra este aspecto.

Por las leyes de afinidad en bombas centrífugas, se puede calcular las velocidades de cada turno de riego, lógicamente el punto de operación de mayores solicitudes de caudal y presión será el que tenga el 100% de la velocidad del motor. En la práctica, estas velocidades se determinan en la puesta en marcha del equipo de bombeo, con manómetros en campo se procede a regular la velocidad de la bomba necesaria para logra la presión optima de trabajo en cada turno de riego.

El punto de operación que se especifica para la fabricación de la bomba es indudablemente el de mayor solicitud de caudal y presión. En nuestro caso para la bomba vertical sería:

Caudal= 94.1lps y ADT= 80.1m

Para el caso de la bomba horizontal, debemos incluir el caudal de retrolavado:

Caudal=108.1 lps y ADT=80.1 m

5.2.2 Características Físico –Químicas Del Agua.

El presente trabajo trata de los proyectos que tienen algo en común, los que traen aguas de los ríos de la sierra, por medio de grandes obras de embalse, túneles y canales que llegan a la costa peruana; los cuales, traen aguas de una característica particular, con alta turbiedad y con gran transporte de sólidos en suspensión en la mayoría de meses del año, en promedio 1,500 NTU. Esto último muy acentuado en los meses de avenida llegando a niveles máximos de 30,000 NTU. Como tal se construyen reservorios para el tratamiento del agua para disminuir el contenido de sólidos por métodos de floculación, decantación, etc. Llegando finalmente a los reservorios de bombeo con una turbidez menor a 100NTU, que es lo que finalmente se bombea al sistema de riego.

Cabe señalar que los sistemas de riego por goteo requieren de agua limpia menor a los 30NTU, por lo que tienen un sistema de filtrado capaz de evacuar los excedentes de sólidos en suspensión, del agua y así evitar se atoren los goteros.

Otro aspecto importante de análisis a considerar es que la mayoría de los fabricantes de bombas especifica que el límite máximo de concentración de sólidos en suspensión es 100 PPM, para sus bombas de fabricación estándar. Sin embargo es probable que se pueda trabajar con mayores concentraciones

de sólidos en suspensión con mejoras constructivas en los equipos de bombeo y con mejores sistemas de filtración en el equipo de riego.

5.2.2.1 Análisis De Las Muestras Del Agua De Bombeo.

Para nuestro trabajo, en el “Fundo Monte Grande” que toma agua del canal del Proyecto Chavimochic, se obtuvo informes físicos y químicos completos de las muestras de agua, que contiene el seguimiento diario y mensual por el periodo de dos años de parte de la misma empresa Arato Peru S.A.; así como también informes similares de la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Riego Moche Viru Chao, que detallan la calidad de agua en varios puntos del sistema las cuales se detallan en el Anexo. N°02. Que resume lo siguiente:

Análisis físico del agua, en el cual el resultado más importante para nuestro trabajo es el porcentaje de sólidos en suspensión que condiciona las características del equipo de bombeo. En este caso hay una relación directa entre este parámetro y la turbidez del agua (NTU) esta última más utilizada puesto que la medición es más sencilla y práctica. En este caso la muestra tomada el 03 de julio del 2013, es representativa, en el canal se tiene una turbidez de 129NTU y luego en la cisterna (agua de bombeo), luego del tratamiento se obtiene una turbidez de 9 NTU que tiene una correlación con los sólidos en suspensión de 67.5 mg/litro.

Otro parámetro del análisis físico del agua que es importante es la conductividad eléctrica del agua que en muchos casos condiciona las características constructivas de la bomba en cuanto a la ejecución metalúrgica.

En nuestro caso es 453 m S. Que es moderado. Hay tablas de clasificación del agua de riego que se detalla en el Anexo N° 02.

5.2.3 Especificaciones Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones De Operación

Producto del análisis de las condiciones de operación se obtienen las siguientes especificaciones para la selección de la bomba.

Se requiere seleccionar una bomba para los cuatro turnos de riego, es decir cuatro puntos de operación a diferentes regímenes de velocidad, de tal manera que al incrementarse el caudal en 14 litros /segundo producto del retrolavado, no caiga la presión del sistema por debajo del 90% de la presión nominal.

Se requiere bocinas sintéticas en el eje de la bomba así como bocina endurecida en la zona de prensaestopas para que el equipo de bombeo sea resistente a la abrasión por efectos del alto contenido de sólidos en suspensión en el agua en la época de avenida. Recordemos que se ha especificado como máximo 100NTU de turbidez.

Se requiere diseño de impulsores semi-abiertos para recuperar la eficiencia mediante la regulación de la luz del impulsor ante el desgaste por abrasión de los impulsores; además por tratarse de un reservorio abierto a intemperie, el equipo debe ser capaz de bombear agua con algunas fibras largas en suspensión (hojas, tallos, plásticos, etc.) sin el peligro de atascarse.

Se requiere que el equipo de bombeo tenga ejecución estándar en cuanto a la ejecución metalúrgica de la bomba, la conductividad eléctrica del agua es moderada y no hay riesgo de una corrosión galvánica. De tal manera que la diferencia de potencial de electrodo de los distintos materiales con que se fabrica la bomba, no son afectados por el agua moderadamente conductiva.

5.3 ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE INSTALACIÓN Y CALCULOS PARA VALIDAR FUNCIONAMIENTO

5.3.1 Caseta De Bombas

Las casetas de bombeo son diseñados por una empresa de obras civiles, los criterios que normalmente utilizan es dar estabilidad a toda la estructura considerando que están en terreno arenoso; dar la posibilidad de maximizar el uso del agua evitando el volumen muerto y minimizar los costos de la estructura. Los datos de entrada que normalmente requieren son los pesos de las bombas, el volumen del reservorio requerido por el proyecto, tipo de suelo, etc.

Sin embargo las casetas de bombeo deben garantizar el correcto funcionamiento de las bombas, por lo que los planos de la caseta son entradas para nuestro proceso de análisis y validación.

Es preciso hacer notar que algunas veces el diseño de la caseta de bombeo se hace en forma coordinada con la empresa fabricante de bombas, puesto que se analizan los aspectos de costos entre las alternativas de bombeo, aspectos

técnicos de operación y automatización. Lo más común es la definición entre una bomba horizontal ó vertical.

5.3.1.1 Plano De La Caseta De Bombas

Los planos proporcionan datos importantes para la selección de la bomba, así como para su fabricación.

A través de la empresa Arato Peru S.A., dueña del proyecto se obtuvo el plano de la caseta de bombas elaborado por la empresa Germina S.A., la misma que está en el Anexo N°03.

5.3.1.2 Análisis De La Caseta De Bombas

Uno de los requisitos más importantes que los sistemas de riego tecnificado requieren, es que las bombas se encuentren instaladas en succión positiva. Con esto se garantiza que las bombas estén cebadas y por lo tanto permiten respuesta inmediata. Todo el sistema de riego es controlado desde un centro de control en el cual están incluidos la función de arranque de los equipos de bombeo.

La caseta de bombeo en este caso es para tres bombas, módulo III, módulo IV y otra reservada para futura ampliación. Si bien nosotros para este trabajo estamos estudiando el caso de la selección de la bomba del módulo III, para el análisis de la caseta debemos incluir las tres bombas.

La profundidad de la caseta de bombas es 4.6 metros, y según el plano se ha pre determinado utilizar bombas turbina de eje vertical, sin embargo existe la

posibilidad de analizar la opción de una bomba horizontal en cámara seca y con succión positiva.

5.3.2 Cálculos Hidráulicos De La Caseta De Bombas

En la sección anterior 5.3.1 habíamos afirmado que lo más común en el diseño de casetas era la definición entre las bombas horizontales y verticales, una herramienta que ayuda mucho en la definición es el cálculo de la velocidad específica detallada en la sección 4.5.

También habíamos adelantado que la caseta de bombas debe garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de bombeo, para esto requerimos algunas herramientas que nos ayudan a predecir el comportamiento y performance de los equipos de bombeo. Estas recomendaciones las encontramos en las normas publicadas por "The Hydraulic Institute" una institución americana que en base a experiencia, ensayos e investigación en diversos laboratorios y universidades americanas las resume y actualiza constantemente. La norma que utilizaremos de consulta es ANSI/HI 9.8-1998 cuya versión completa se encuentra en el Anexo N° 4.

5.3.2.1 Calculo De La Velocidad Específica

La velocidad específica está definida mediante la siguiente ecuación:

$$N_s = (NQ^{0.5})/H^{0.75}$$

Dónde:

N : Velocidad de giro en RPM

Q : Caudal en m³/s

H : Altura desarrollada por etapa.

Para nuestro caso vamos a considerar el punto con mayores solicitudes de caudal y presión. También que sirva para las dos opciones de bombas analizadas anteriormente en la sección 5.2.1.3:

Q = 0.1081 m³/s (Q=108.10 litros/segundo)

H = 80.1 / 3 = 26.7 m (Considerando que la bomba tiene 3 etapas)

N = 1790 rpm.

Reemplazando valores:

$$N_s = (1790 * (0.1081)^{0.5}) / 26.7^{0.75}$$

$$N_s = 49.7 \text{ rpm}$$

Analizando este valor de la velocidad específica $N_s=49.7 \text{ rpm}$ en la tabla N° 5.1, se encuentra en el rango de velocidades que corresponde la geometría de impulsor de flujo mixto que precisamente es la característica de las bombas turbina vertical.

Tabla 5.1 Geometría de impulsores de acuerdo al N_s

Impulsores de flujo radial	Impulsores de flujo mixto	Impulsores de flujo axial
$N_s=8$ a 45rpm	$N_s= 40$ a 160rpm	$N_s= 100$ a 300rpm

5.3.2.2 Calculo De Sumergencia

Según el "The Hydraulic Institute" en su norma ANSI HI 9.8-1998 PUMP INTAKE DESIGN, tratada en la sección 4.6.4 tenemos:

$$S = D + ((0.574 * Q) / D^{1.5})$$

Dónde:

S	Sumergencia en pulgadas
Q	Caudal en gpm (Galones por minuto)
D	Diámetro de tubería de succión en pulgadas

Para nuestro caso vamos a considerar el punto con mayores solicitudes de caudal y presión:

$$Q = 1713 \text{ gpm} \quad (108.1 \text{ litros/segundo})$$

$$D = 10 \text{ pulgadas}$$

Reemplazando valores

$$S = 10 + ((0.574 * 1713) / 10^{1.5})$$

$$S = 41.1 \text{ pulgadas}$$

La sumergencia mínima es S=1050 milímetros medidos desde la campana de succión.

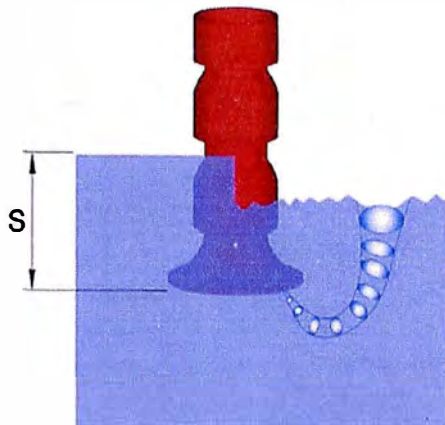


Figura 5.9 Sumergencia mínima

5.3.2.3 Cálculo De La Velocidad Del Fluido En La Cámara De Bombeo.

Según el “The Hydraulic Institute” en su norma ANSI HI 9.8-1998 PUMP INTAKE DESIGN, tratada en la sección 4.6.4 recomienda una velocidad menor a 0.5 metros /segundo del fluido en el diseño de succión de las bombas en las estructuras rectangulares.

Según los planos de la caseta de bombas tenemos:

$$V_x = Q / (W * H)$$

Dónde:

- V_x : Velocidad de fluido en la caseta de bombeo
- Q : Caudal en m³/segundo
- W : Ancho de caseta de bombeo en metros
- H : Nivel de líquido en metros.
- C : Distancia entre la succión y el piso en metros.

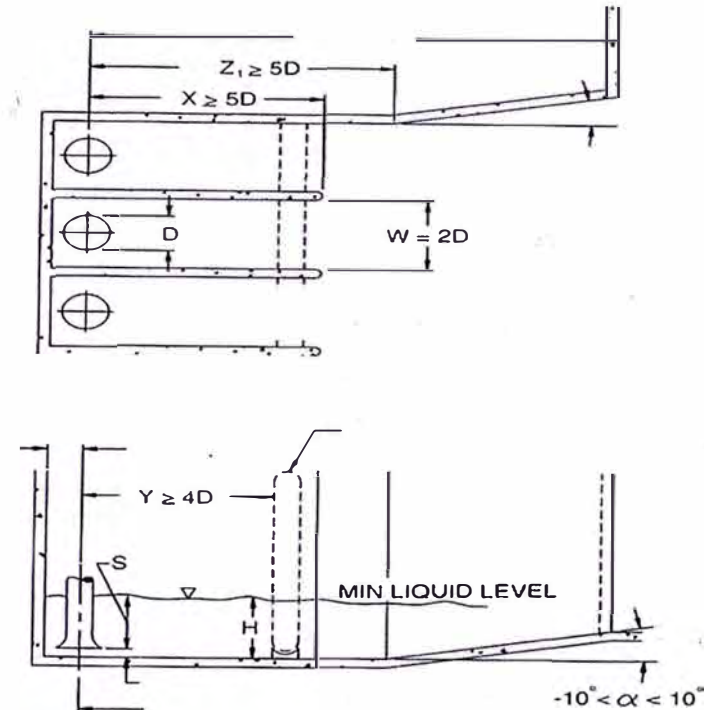


Figura 5.10 Recommended intake structure Layout “HI Pump Intake Design 1998”

Para nuestro caso vamos a considerar lo siguiente:

El caudal de diseño para toda la caseta de bombeo es 300 litros/segundo, porque atiende dos módulos de riego, módulo I y módulo II mas una ampliación a futuro, es decir la caseta sirve para 03 bombas, para el presente análisis se deben considerar las tres bombas.

Por otro lado, para el cálculo de la velocidad del fluido en la caseta de bombeo, debemos considerar el más crítico. Que resulta de la suma de la sumergencia más la distancia entre la succión y el piso.

$$Q = 1.08 \text{ m}^3/\text{segundo} \quad (Q=108.1 \text{ litros /segundo})$$

$W = 2.6$ metros

$H = S + C = 1.05 + 0.15 = 1.20$ metros

Reemplazando valores:

$$V_x = 1.08 / (2.6 * 1.20)$$

$$V_x = 0.34 \text{ metros /segundo}$$

Lo cual representa que tenemos una velocidad debajo del límite en la condición más crítica.

5.3.2.4 Cálculo De La Distancia Entre La Succión De La Bomba Y El Tabique

Según "The Hydraulic Institute" en su norma ANSI HI 9.8-1998 PUMP INTAKE DESIGN, tratada en la sección 4.6.4 recomienda una distancia mínima entre bombas de por lo menos 4 diámetros de tubería de succión de la bomba.

Según los planos de la caseta de bombas tenemos:

$$Y \geq 4D$$

Dónde:

Y Distancia entre la succión de la bomba y el tabique rompe flujo

D Diámetro de la tubería de succión en pulgadas

Para nuestro caso, observando los planos, la distancia entre el tabique y la succión de las bombas es 1.5 metros.

$D = 10$ pulgadas

Reemplazando valores:

$$Y = 4 \times 10$$

$$Y = 40 \text{ pulgadas (1.016 metros)}$$

Lo cual representa que la distancia mínima recomendada es 1.016 metros.

Por consiguiente la distancia que se dispone es mayor a mínima recomendada, el diseño está conforme.

5.3.3 Especificaciones Para El Equipo De Bombeo Respecto A Las Condiciones De Instalación

Producto del análisis de las condiciones de instalación se obtienen las siguientes especificaciones para la selección de la bomba.

Se requiere una bomba con un diseño de impulsor del flujo mixto según la confirmación del cálculo de la velocidad específica que precisamente corresponde a la bomba turbina de eje vertical.

Se requiere fabricar una bomba para que funcione óptimamente en una cisterna de profundidad de 4.6 metros, es decir que se fabrique el equipo de bombeo con una columna de succión a la medida de la cisterna.

Se requiere fabricar una bomba que considere la longitud de la columna de succión para operar con una sumergencia mínima de 1.05 metros.

Se confirma que el equipo de bombeo tenga ejecución estándar en cuanto al diseño de la succión, puesto que los cálculos realizados para la validación de la caseta de bombeo resultaron satisfactorios.

CAPITULO IV

EVALUCACIÓN ECONÓMICA

6.1 ANALISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA ENTRE ALTERNATIVAS DE EQUIPOS DE BOMBEO HORIZONTAL Y VERTICAL

Los sistemas de bombeo representan casi el 20% de la demanda de energía eléctrica del mundo. Y representan entre el 25% -50% de la demanda de energía de ciertas plantas industriales. Su uso está muy extendido en varios sectores como la agricultura, minería, aguas municipales, elaboración de alimentos, servicios comerciales, farmacéuticos, químicos etc.

Aunque los equipos de bombeo son comprados usualmente como componentes individuales, proporcionan un servicio solo cuando operan como parte de un sistema. La energía y los materiales utilizados por un sistema dependen del diseño de la bomba, del diseño de la instalación y de la forma en que el sistema es operado. Estos factores están relacionados entre sí. Lo que es más, deben ser cuidadosamente analizados y tratados ya que permanecerán así durante toda su vida útil. Como tal deben garantizar los más bajos costos de energía y mantenimiento, vida útil de equipo de bombeo y otros beneficios. El precio de

compra inicial es una pequeña parte del costo del ciclo de vida de las bombas de alto uso.

El análisis de costo de ciclo de vida de un sistema de bombeo es una herramienta de gestión que puede ayudar a muchas empresas a reducir drásticamente sus costos de operación y mantenimiento. Reducir el consumo de energía contribuyendo a preservar el medio ambiente. Todas estas recomendaciones están basadas en "PUMP LIFE CYCLE COSTS: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems". Estas han sido publicadas por tres instituciones reconocidas mundialmente, "Hydraulic Institute", "Europump" y "Office of Industrial Technologies Energy Efficiency and Renewable Energy .U.S. Department of Energy". Cuyo resumen ejecutivo se encuentra en el anexo N°05.

Una mayor comprensión de todos los componentes que conforman el costo total de la propiedad será una oportunidad para reducir costos y esto es precisamente lo que interesa a nuestro cliente, y es que para ellos es importante responder las siguientes preguntas, ¿cuánto es el costo inicial del equipo seleccionado? y ¿cuánto cuesta la operación? y ¿Cuánto cuesta mantenerlos? , para esto vamos a analizar las alternativas más comunes en la actualidad y que juntas representa más del 95% de proyectos. Precisamente las bombas pre seleccionadas en la sección 5.2.1.2, donde se tomaron una alternativa de bomba vertical y una alternativa de bomba horizontal.

6.1.1 Análisis De Costos De Una Bomba Turbina De Eje Vertical

En los últimos 5 años este tipo de bomba ha ido incrementado su uso en esta aplicación por las ventajas que ofrece, una buena eficiencia, facilidad de instalación y ventajas en la operación.

6.1.1.1 Costo Del Equipo De Bombeo Vertical

La lista de precios del fabricante Hidrostral que está en el Anexo N° 06, nos proporciona las diferentes posibilidades de ejecución metalúrgica y arreglos que se pueden fabricar para atender a las especificaciones solicitadas por el cliente. A estas alturas, ya tenemos algunas especificaciones que han resultado de análisis en anteriores secciones que lo usaremos:

Modelo de bomba B14GM-03-10X10-1.7/16"-HMSS-150HP que esta acoplado un motor de 150 HP

Tabla 6.1 Cálculo de precios de la bomba vertical. Fuente "Lista de precios Hidrostral S.A." Anexo N° 06.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO S/.-	CANTIDAD	FACTOR	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL EN S/.-
Primera etapa B14G	11,963.00	01	1.2	Bocinas Duramax	14,355.60
Etapa adicional B14G	3,267.00	02	1.2	Bocinas Duramax	7,840.80
Canastilla tipo cesto B14G-10"	1,458.00	01	-	-	1,458.00
Columna 1.7/16" x 10 " x5'	2,447.00	02	-	-	4,894.00
Linterna GSR 10x20" (10")	9,535.00	01	1.12	Bocinas en acero inoxidable 17-4PH	10,679.20
Motor HMSS de 150 HP	38,380.00	01	S/. 349.00	Resistencias calefactoras	37,729.00
					77,957.00

En consecuencia el costo del equipo de bombeo vertical es S/.-77,957.00

6.1.1.2 Costo De Operación Del Equipo De Bombeo Vertical

El consumo de energía es de lejos el mayor aportante del costo de operación del equipo de bombeo, considerando que estos equipos funcionan 20 horas al día para cubrir sus cuatro turnos de riego y lo realizan casi todos los meses del año. Para este cálculo consideramos lo siguiente:

$$CO \text{ (US\$)} = \text{Potencia (HP)} * 0.746 * \text{Hr/Día} * \text{Días/Año} * \text{CE (US\$/KWH)}$$

Dónde:

CO	Costo de operación en US\$ en un año
Hr/Día	Horas de operación al día
Días/Año	Días de operación al año
CE	Costo de la energía según tarifa eléctrica en US\$ /KWH

Para nuestro caso vamos a considerar lo siguiente:

Potencia motor:	150 HP
Hr/Día	20 Horas de operación al día
Días/Año	300 Días de operación al año
CE	0.06 US\$/KWH (Fuente Arato Peru S.A)

Reemplazando valores:

$$CO \text{ (US\$)} = 150 * 0.746 * 20 * 300 * 0.06 = \text{US\$ } 40,284.00$$

Considerando un tipo de cambio de 2.8 tenemos S/.- 112,795.20 cada año.

6.1.1.3 Costo De Mantenimiento Y Repuestos Del Equipo De Bombeo Vertical

Para efectos del cálculo de los costos de mantenimiento debemos precisar qué para las bombas en general que trabajan en campo para los sistemas de riego tecnificado por goteo, aplica la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo. En el anexo N° 07 se detallan dichos programas cuyos resultados resumimos a continuación.

Cabe señalar que la bomba vertical pre seleccionada: B14GM-03-10X10-1.7/16"-HMSS-150-18

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: S/.- 4,275.73

COSTO ANUEL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO: S/.-1,918.48

Para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo se utilizaron los repuestos recomendados por el fabricante Hidrostal S.A. , cuyos precios y frecuencias de cambio se detallan en la **tabla 6.2**

Tabla 6.2 Precios de repuestos recomendados de bomba Hidrostral B14GM-03-10X10-1.7/16"-HMSS-150HP. Fuente: Lista de precios Hidrostral Anexo 06

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	FRECUENCIA	PRECIO S/
Empaques T1335 de 3/8"	Acrílico/Teflón	06	Anual	110.00
Bocina eje 1.7/16"-COR 13.4	Ac. Inox.17-4 PH	01	5 Años	1,200.00
Bocina columna 1.7/16"	AISI 416	02	3 Años	165.00
Cople eje columna 1.7/16"	AISI 416	02	3 Años	238.00
Separador de 1.7/16"x10"	Fierro /Nitrilo	02	3 Años	382.00
Rodamiento 7324BG	Acero SKF	02	5 Años	3,000.00
Rodamiento 7314 B	Acero SKF	01	5 Años	800.00
Impulsor 14GM	Bronce-Silicio	03	8 Años	2,096.00
Collets 14G	Acero 316	03	8 Años	632.00
Bocinas Duramax	Resina sintética	03	5 Años	1,000.00

En consecuencia el costo de mantenimiento es S/.-6,194.21 cada año.

6.1.2 Análisis De Costos De Una Bomba Centrífuga Horizontal

Es el tipo de bomba más conocida y debido a su costo moderado es la más utilizada para proyectos de riego medianos y grandes como los describimos en la sección 2.1.2. Como tal es importante su análisis.

6.1.2.1 Costo Del Equipo De Bombeo Horizontal

La lista de precios del fabricante Hidrostral que está en el Anexo N° 06, nos proporciona las diferentes posibilidades de ejecución metalúrgica y arreglos que se pueden fabricar para atender a las especificaciones solicitadas por el cliente. A estas alturas, ya tenemos algunas especificaciones que han resultado de análisis en anteriores secciones que lo usaremos:

Modelo de bomba 125-400-9HE-H670-AS-6R2-90TG-175-18/420 que esta acoplado a un motor de 175 HP

Tabla 6.3 Calculo de precios de la bomba Horizontal Hidrostral 125-400.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNIT. S/.-	CANT	FACTOR	DESCRIPCIÓN	PRECIO TOTAL EN S/.-
Bomba 125-400-9HE-H670-AS	11,362.00	01	-		11,362.00
Motor WEG 175HP, 1800RPM,60Hz,440V , 3F,IP55	41,802.00	01	S/. 349.00	Resistencias calefactoras	42,501.00
Base 6R2	4,813.00	01	-	-	4,813.00
Acoplamiento Guardián TG 1090	2,487.00	01	-	-	2,487.00
					61,163.00

Fuente "Lista de precios Hidrostral" Anexo N° 06

En consecuencia el costo del equipo de bombeo horizontal es S/.-61,163.00

6.1.2.2 Costo De Operación Del Equipo De Bombeo Horizontal

El consumo de energía es de lejos el mayor aportante del costo de operación del equipo de bombeo, considerando que estos equipos funcionan 20 horas al día para cubrir sus cuatro turnos de riego y lo realizan casi todos los meses del año. Para este cálculo consideramos lo siguiente:

$$CO \text{ (US\$)} = \text{Potencia (HP)} * 0.746 * \text{Hr/Día} * \text{Días/Año} * \text{CE (US\$/KWH)}$$

Dónde:

CO	Costo de operación en US\$ en un año
Hr/Día	Horas de operación al día
Días/Año	Días de operación al año
CE	Costo de la energía según tarifa eléctrica en US\$ /KWH

Para nuestro caso vamos a considerar lo siguiente:

Potencia motor:	175 HP
Hr/Día	20 Horas de operación al día
Días/Año	300 Días de operación al año
CE	0.06 US\$/KWH (Fuente Arato Peru S.A)

Reemplazando valores:

$$CO \text{ (US\$)} = 175 * 0.746 * 20 * 300 * 0.06 = \text{US\$ } 46,998.00$$

Considerando un tipo de cambio de 2.8 tenemos S/.- 131,594.40 cada año.

6.1.2.3 Costo De Mantenimiento Y Repuestos Del Equipo De Bombeo Horizontal

Para efectos del cálculo de los costos de mantenimiento debemos precisar que para las bombas en general que trabajan en campo para los sistemas de riego tecnificado por goteo, aplica la gestión de mantenimiento preventivo y predictivo. En el anexo N° 07 se detallan dichos programas cuyos resultados resumimos a continuación.

Cabe señalar que la bomba horizontal pre seleccionada: 125-400-9HE-H670-AS-6R2-90TG-175-18/420

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: S/.- 3,666.20

COSTO ANUEL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO: S/.-1,467.94

Para la elaboración del programa de mantenimiento preventivo se utilizaron los repuestos recomendados por el fabricante Hidrostral S.A. , cuyos precios y frecuencias de cambio se detallan en la tabla 6.4:

Tabla 6.4 Precios de repuestos recomendados de bomba Hidrostral 125-400-9HE-H670-AS-6R2-90TG-175-18/420

DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	FRECUENCIA	PRECIO S/
Empaques T1335 de 3/8"	Acrílico/Teflón	06	Anual	110
Bocina eje 670	Acero AISI 420	01	2 Años	739
Luneta 14	A5368005506	01	2 Años	156
Rodamiento 6314 RS1	Acero	01	2 Años	278
Rodamiento 7314B	Acero	01	2 Años	829
Anillo desgaste 150 delantero	A48CL30B	01	2 Años	821
Anillo desgaste 159 posterior	Fierro Fundido	01	2 Años	821
Impulsor 125-400	A536805506	01	5 Años	3480

. Fuente: Lista de precios Hidrostral Anexo 06.

En consecuencia el costo de mantenimiento es S/.-5,134.14 cada año.

6.1.3 Indicadores De Costos Para La Selección Del Equipo De Bombeo

Utilizando la herramienta de gestión de análisis de costo de ciclo de vida de un sistema de bombeo hemos analizado las alternativas más comunes que representan más del 95% de los proyectos que vienen trabajando hasta la fecha, bombas turbina vertical y bomba centrífuga horizontal. La pregunta es

¿Cuál es la más conveniente para este caso?, para esto vamos a detallar los resultados:

La bomba centrífuga horizontal modelo 125-400-175HP, es la que tiene menor costo inicial cuya diferencia con la bomba turbina vertical modelo B14GM-03-150HP es S/.- 16,794.00

Los costos de operación son mayores en la bomba centrífuga horizontal debido a que requiere un motor de mayor potencia, a consecuencia de tener menor eficiencia. La bomba horizontal requiere 175HP a diferencia de la bomba vertical 150HP. La diferencia de costos de operación en un año es S/.- 18,799.20. Considerando un ciclo de vida de 10 años esta diferencia se hace muy notoria.

Los costos de mantenimiento anual son mayores en la bomba turbina vertical ya que tiene mayores componentes que la bomba centrífuga horizontal. La diferencia es S/.- 1,060.07 cada año.

Finalmente en la figura 6.1, podemos apreciar que la bomba vertical representa la mejor opción en cuanto al análisis del costo del ciclo de vida del equipo de bombeo. En menos de un año se recupera la diferencia del costo inicial frente a la horizontal y el mayor costo de mantenimiento de la bomba turbina vertical se diluye frente el mayor costo de operación de la bomba horizontal.

S/.-

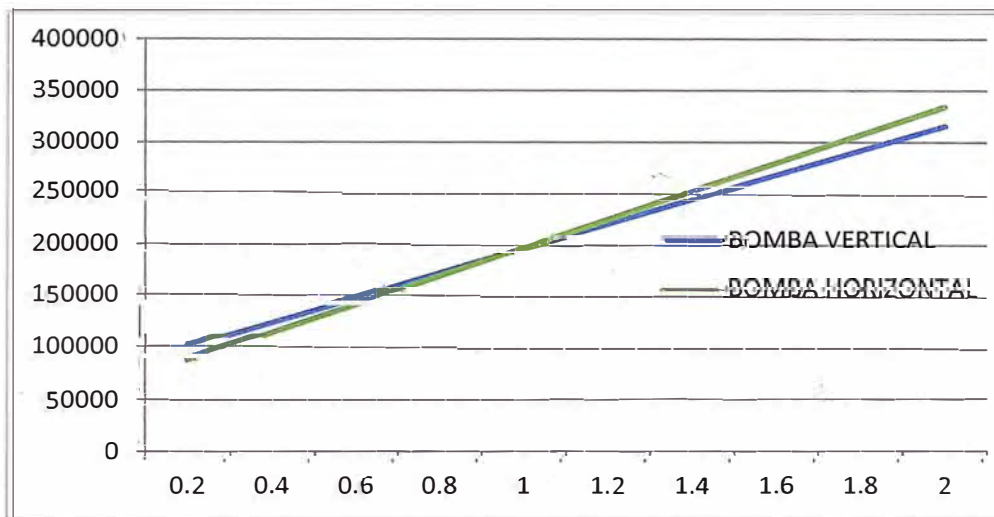
**Tiempo (Años)**

Figura 6.1 Comparación de costos en los años de vida del equipo de bombeo. Eje horizontal tiempo en años, eje vertical costo en soles.

CAPITULO VII

EVALUACIÓN DE RESULTADOS

7.1 SELECCIÓN DE EQUIPO DE BOMBEO Y ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA TECNICA Y ECONÓMICA

La presentación de una propuesta técnica y económica a un cliente, representa la factibilidad de fabricación del equipo de bombeo cumpliendo las características y especificaciones de la aplicación. Además implica que el fabricante ha tomado la responsabilidad y cuidado en la selección del equipo que funcionará satisfactoriamente en el sistema de bombeo en un periodo de vida útil razonable con el menor costo. Si la propuesta, luego de su evaluación por el cliente es aceptada y por consiguiente emite su orden de compra, se puede considerar que el proceso de selección ha culminado satisfactoriamente.

Sin embargo para comprobar el éxito de la aplicación, se tiene la oportunidad de monitorear el funcionamiento del equipo de bombeo desde las pruebas de bombeo en laboratorio, entrega del equipo, puesta en marcha del mismo y el servicio post venta que monitorea el funcionamiento de los equipos a lo largo su vida útil.

7.1.1 Selección Del Equipo De Bombeo

Para la selección de equipo de bombeo se integraron todas las especificaciones obtenidas en las secciones anteriores que formaran parte de la propuesta técnica. A continuación detallamos:

El equipo debe contar con un motor eléctrico de eficiencia estándar fabricada por normas IEC de 4 polos, 1800RPM, 440 voltios de eje sólido, con grado de encerramiento IP55 y debe estar preparado para ser arrancado por variador de velocidad, debe contar con bobinas de calentamiento.

La bomba debe incluir rodamientos lubricados por grasa, el sistema de sellado debe ser por prensaestopa, las bocinas del cuerpo de bomba deben ser de un material resistente a la abrasión, Duramax, así como también la bocina prensaestopa debe considerar bocina endurecida Acero inoxidable 17-4PH para mayor duración por efectos de abrasión.

La bomba debe ser turbina vertical porque tiene una mejor respuesta ante los consumos instantáneos del retrolavado, es decir no cae la presión tan drásticamente para los puntos de operación del presente trabajo. Además el punto de operación de mayores solicitudes es caudal 94.1 litros por segundo y altura dinámica total 80.1 metros de columna de agua.

La bomba debe ser turbina vertical que considere impulsores semi abiertos de flujo mixto y de una ejecución metalúrgica estándar, la longitud de columna de succión debe ser de 4.6 metros con un diseño de succión estándar.

La bomba debe ser turbina vertical ya que tiene menor costo de ciclo de vida, fundamentalmente por su menor costo de operación a consecuencia de su mejor eficiencia.

En consecuencia la bomba seleccionada es el modelo B14G-M-03-10" X 10"-1.7/16"-HMSS-150-18/242.

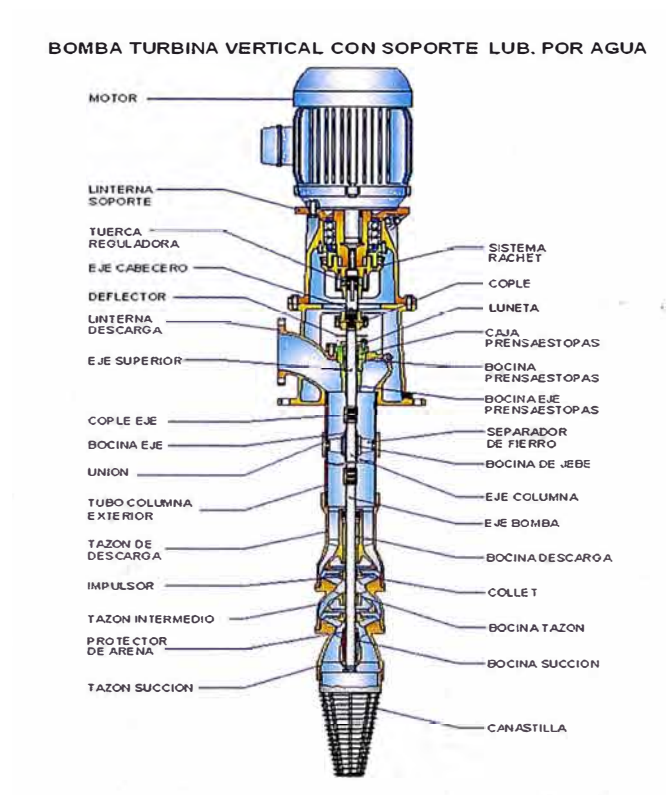


Figura 7.1 Bomba Turbina vertical con motor de eje sólido lubricada por agua.

7.1.1.1 Consideraciones Constructivas

Se confirma la disponibilidad del motor marca WEG de 150 HP, 1780 RPM, frame 280S/M, 60Hz. De eje sólido, integrado a un soporte HMSS 7228 que incluye ratchet de no reversa de sentido de giro y sistema de regulación de luces de impulsor. Ver figura 5.10

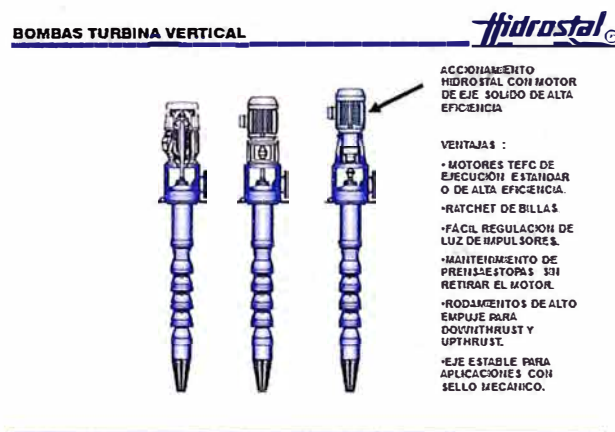


Figura N° 7.2 Características de bomba turbina vertical de eje solido Hidrostal

Se confirma la disponibilidad de bocinas de tazón de material sintético para aplicaciones abrasivas en este caso bocinas Duramax, también de bocinas eje endurecidas de material Acero inoxidable 17-4PH, para la zona de prensaestopas. Estas se evidencian en la lista de precios de bombas turbina vertical Pág. 02 que se ubica el anexo N°06.

CORTE DE BOMBA B17H-H-02

Caja prensaestopas :

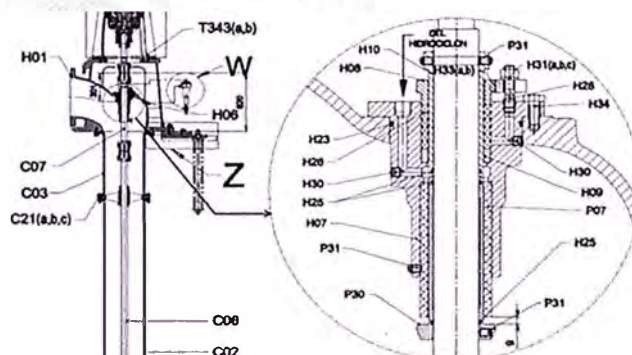


Figura 7.3 Bomba con diseño de bocina endurecida en prensaestopa.

Se confirma la disponibilidad de fabricación de columnas a medida en este caso de 4.6 metros, según la lista de precios de componentes de bombas turbina vertical en la página LE01 que se ubica en el anexo N° 06.

Se confirma la disponibilidad de fabricación de bombas turbina de impulsor semiabierto, que brinda posibilidad de regulación de luz de impulsor. Ver figura 5.11 y lista de precios de bombas turbina vertical Pág. 02 que se ubica en el anexo N° 06.



Figura 7.4 Disponibilidad de impulsores semiabierto.

7.1.1.2 Consideraciones Hidráulicas

Conforme a lo tratado en la sección 5.2.1.3 para el caso de la bomba turbina vertical, se procede al cálculo de las velocidades de cada turno de riego mediante las leyes de afinidad en bombas centrífugas. Estos cálculos teóricos ayudan mucho en la puesta en marcha del equipo.. El punto de operación de mayores solicitudes de caudal y presión será el que tenga el 100% de la velocidad del motor, es decir 1780 RPM.

El método consiste en trazar la curva de la bomba que corresponde al punto de operación de cada turno de riego y determinar el diámetro de impulsor que les corresponde. Esto se aproxima interpolando entre los diámetros de impulsor publicados por fabricante. Ver figura 5.6

Turno I:

Caudal=83.04 LPS, altura dinámica total (ADT)=71.5 metros, diámetro impulsor=232 milímetros

Ley de afinidad: $n_1 = n_2 \left(\frac{\text{Diámetro 1}}{\text{Diámetro 2}}\right)^{\frac{1}{2}}$

Para el turno I se tiene los siguientes valores:

Se tiene como dato que $n_2=1780$ RPM

Diámetro 1=232 milímetros

Diámetro 2=242 milímetros

Reemplazando: $n_1 = 1780 \left(\frac{232}{242}\right)^{\frac{1}{2}}=1743$ RPM

Turno II:

Caudal= 96.37 LPS, altura dinámica total (ADT) = 71.5 metros, diámetro impulsor= 238 milímetros.

Ley de afinidad: $n_1 = n_2 \left(\frac{\text{Diámetro 1}}{\text{Diámetro 2}}\right)^{\frac{1}{2}}$

Para el turno II se tiene los siguientes valores:

Se tiene como dato que $n_2=1780$ RPM

Diámetro 1=238 milímetros

Diámetro 2=242 milímetros

Reemplazando: $n_1 = 1780 (238/242)^{1/2}=1765$ RPM

Turno III:

Caudal= 84.66 LPS, altura dinámica total (ADT) = 75 metros, diámetro impulsor=237 milímetros.

Ley de afinidad: $n_1 = n_2 (Diametro1/Diámetro 2)^{1/2}$

Para el turno III se tiene los siguientes valores:

Se tiene como dato que $n_2=1780$ RPM

Diámetro 1=237 milímetros

Diámetro 2=242 milímetros

Reemplazando: $n_1 = 1780 (237/242)^{1/2}=1761$ RPM

Turno IV:

Caudal= 94.10 LPS, altura dinámica total (ADT) = 80.1 metros, diámetro impulsor = 242 milímetros.

7.1.2 Elaboración De Propuesta Técnica/Económica.

Luego de la selección de la bomba turbina vertical B14GM-03-10X10-1.7/16"-HMSS-150 HP se preparó la propuesta recogiendo todas las especificaciones obtenidas en las secciones anteriores, las mismas que integraron la propuesta técnica.

La propuesta económica recogió términos comerciales como plazos de entrega, precios y forma de pago, los precios se resumen en la tabla 5.2

Como mencionamos, el presente trabajo trata solamente del módulo III de un proyecto que contempló 9 bombas, para las cuales se preparó un propuesta integral N° VL.-0010015558-Rev01 El módulo III, específicamente corresponde al ítem 06 de la propuesta, la misma que se encuentra en el Anexo N°8.

Cabe mencionar que el esquema de medidas de la bomba está en Anexo N°3

7.1.3 Orden De Compra De Cliente

Luego de una exitosa gestión de ventas, en las cuales se sustenta cada uno de los puntos de nuestra propuesta y de la evaluación técnica de las propuestas de otros postores por parte del equipo de ingenieros de la empresa ARATO PERU CORP. SUCURSAL PERÚ, se nos comunica que nuestra propuesta es la ganadora técnicamente y se procede a tratar el tema económico donde también fuimos favorecidos. Esto da lugar a la orden de compra N° 1052511155 la misma que fue remitida por el cliente el día 09 de setiembre del 2011 vía

correo electrónico. El módulo III, específicamente corresponde al ítem 06 de la orden de compra, la misma que se encuentra en el anexo N° 08.

7.1.4 Fabricación Del Equipo De Bombeo Y Prueba En Laboratorio.

El documento que confirma la fabricación de un equipo de bombeo recogiendo todos los aspectos técnicos y comerciales de un pedido es el “Acuse y Confirmación de Pedido”. Este documento se emite para ser entregado al cliente y forme parte de un expediente que se archiva para fines propios de la empresa Hidrostal S.A. El número de pedido para esta fabricación es PI L000051426 que consta en el anexo N° 08. Nuevamente referimos que nuestra bomba del módulo III está en el ítem (06).

Por otro lado podemos apreciar en las Figura 7.5 y Figura 7.6 algunas fotos que evidencian el proceso de fabricación de algunos componentes de la bomba.

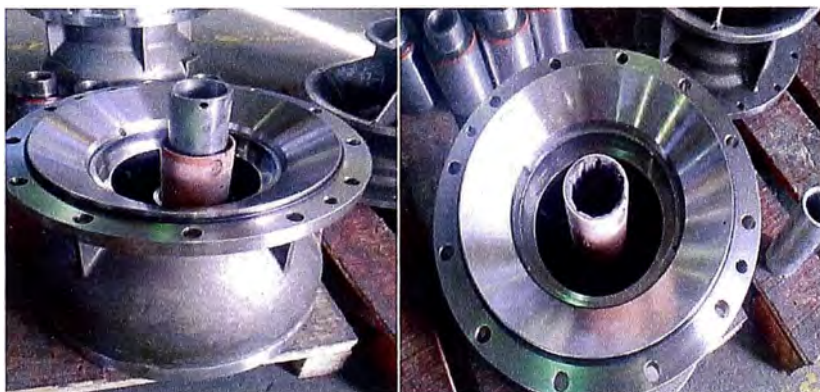


Figura 7.5 Tazones de bomba turbina vertical y bocinas Duramax

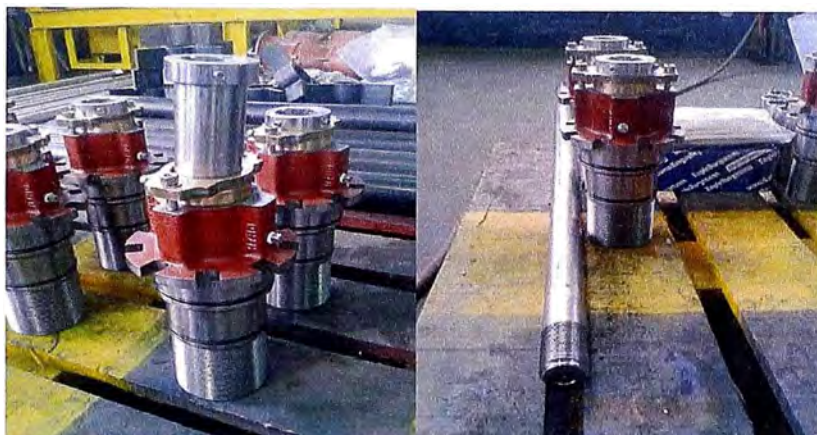


Figura 7.6 Cajas prensaestopa con bocina endurecidas de acero Cor. 13.4

La prueba en laboratorio de la bomba turbina vertical se realizó bajo la norma ISO 9906, donde se registraron los puntos de operación según se detalla en el protocolo de pruebas que se encuentra en el anexo N° 08.



Figura 7.7 Prueba de bomba turbina vertical en laboratorio

7.1.5 Puesta En Marcha Del Equipo De Bombeo Y Servicio Post Venta

Luego de la entrega del equipo de bombeo para el módulo III, según la factura N° 100-0012795 y la guía de remisión N° 102-0011281 del 11 de noviembre del 2011, que se encuentran en el anexo N°08 y luego de la instalación del mismo se procedió a la puesta en marcha del equipo de bombeo B12GH-03-10X10-1.7/16"-HMSS-150 HP cumpliendo a cabalidad con el punto de operación solicitado por el cliente. El resultado de las pruebas se encuentra en el anexo N° 08.

CONCLUSIONES

- 1 Ha sido factible obtener las condiciones climáticas y geográficas del lugar donde se realiza el proyecto, para que luego del análisis respectivo obtener especificaciones técnicas para la selección del equipo de bombeo. Así mismo ha sido factible obtener los requerimientos hidráulicos para las bombas para la selección del equipo de bombeo.
- 2 Se ha logrado tomar conocimiento y realizar el análisis de las características propias que demanda el sistema de riego tecnificado por goteo. Esto para obtener especificaciones para la selección del equipo de bombeo.
- 3 Ha sido factible obtener las condiciones de instalación del equipo de bombeo, para que luego del respectivo análisis y cálculos realizados, podamos obtener especificaciones para la selección de la bomba así como la validación respecto a las normas internacionales para un buen funcionamiento.
- 4 Se ha logrado realizar un análisis económico usando el concepto del ciclo de vida útil de un equipo de bombeo, respecto a las dos alternativas más comunes, obteniendo indicadores de costo para la selección del equipo de bombeo.

- 5 Se ha logrado seleccionar un equipo de bombeo para un sistema de riego tecnificado por goteo de 94.1 litros por segundo y 80.1 metros de columna de agua, usando agua de 100 NTU, en base a las especificaciones obtenidas en cada sección. La selección de la bomba se materializa en la elaboración de una propuesta técnica y económica.

- 6 Finalmente, se concluye que la selección ha sido exitosa ya que se obtuvo un orden de compra del cliente para la fabricación del equipo de bombeo, el mismo que luego de la prueba en laboratorio e instalación en campo, se encuentra en funcionamiento exitosamente en la actualidad.

RECOMENDACIONES

1. Recomiendo aplicar esta metodología de trabajo para la selección de equipos de bombeo, en otros sectores de la industria. Lógicamente en cada sector tendrá que realizarse algunos ajustes que responderán a las características particulares de cada caso, sin embargo el presente trabajo producto de una experiencia de varios años ha demostrado ser eficaz, se ha logrado el 95% del mercado de equipos de bombeo en este sector de la industria peruana.
2. Para la aplicación de esta metodología en proyectos similares, recomiendo una coordinación fluida con la empresa en cargada del diseño de riego, específicamente su área de ingeniería. Es la que elabora el expediente técnico y condiciona el diseño para un tipo de bomba. Nuestra especialidad de ingeniería mecánica es la más indicada para definir el tipo de bomba más conveniente para el proyecto. Los equipos de ingenieros de estas empresas de riego son generalmente ingenieros agrícolas ó agrónomos.
3. Recomiendo tomar la precaución de considerar todos los puntos de operación de los diversos turnos de riego en el análisis de la selección de la bomba, así como el análisis del retrolavado. Nos llevaremos ingratas sorpresas si solo consideramos el punto de mayores solicitudes de caudal y de presión.

BIBLIOGRAFIA

1. PUMP HANDBOOK IGOR J. KARASSIK MC GRAW-HILL, 1976
2. CENTRIFUGAL AND AXIAL FLOW PUMPS: THEORY, DESIGN AND APPLICATION A.J. STEPANOFF JOHN WILEY & SONS, 1991
3. BOMBAS: TEORIA, DISEÑO Y APLICACIONES
MANUEL VIEJO ZUBICARAY EDITORIAL LIMUSA, 1996
4. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN
DR. ROBERTO HERNANDEZ SAMPIERI MC GRAW-HILL, 2013
MTRA. NANCY ELENA ZAPATA SALAZAR
MTRA. CHISTIAN PAULINA MENDOZA TORRES
5. HYDRAULIC INSTITUTE
PUMP INTAKE DESIGN ANSI/HI 9.8-1998
6. PUMP LIFE CYCLE COSTS
HIDRAULIC INSTITUTE, EUROPUMP, OFFICE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGIES US DEPARTAMENT OF ENERGY
7. MANUALES DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BOMBAS
HIDROSTAL

ANEXO N°1

INFORME DE CONDICIONES CLIMATICAS

FUNDO MONTE GRANDE

Correspondiente al periodo marzo 2012 a
febrero 2013.

ARATO PERU S.A.



César Cajja-Maguiña Zapata
Jefe de Maquinaria y Mantenimiento
Mail: ccajjamaguiña@aratoperu.com.pe
RPC: 943771260
Nextel: 418*258

Trujillo, febrero 2013.

ÍNDICE

1.- RESUMEN

2.- TEMPERATURAS

3.- HUMEDAD RELATIVA

4.- HUMEDAD RELATIVA V.S. RADIACIÓN SOLAR

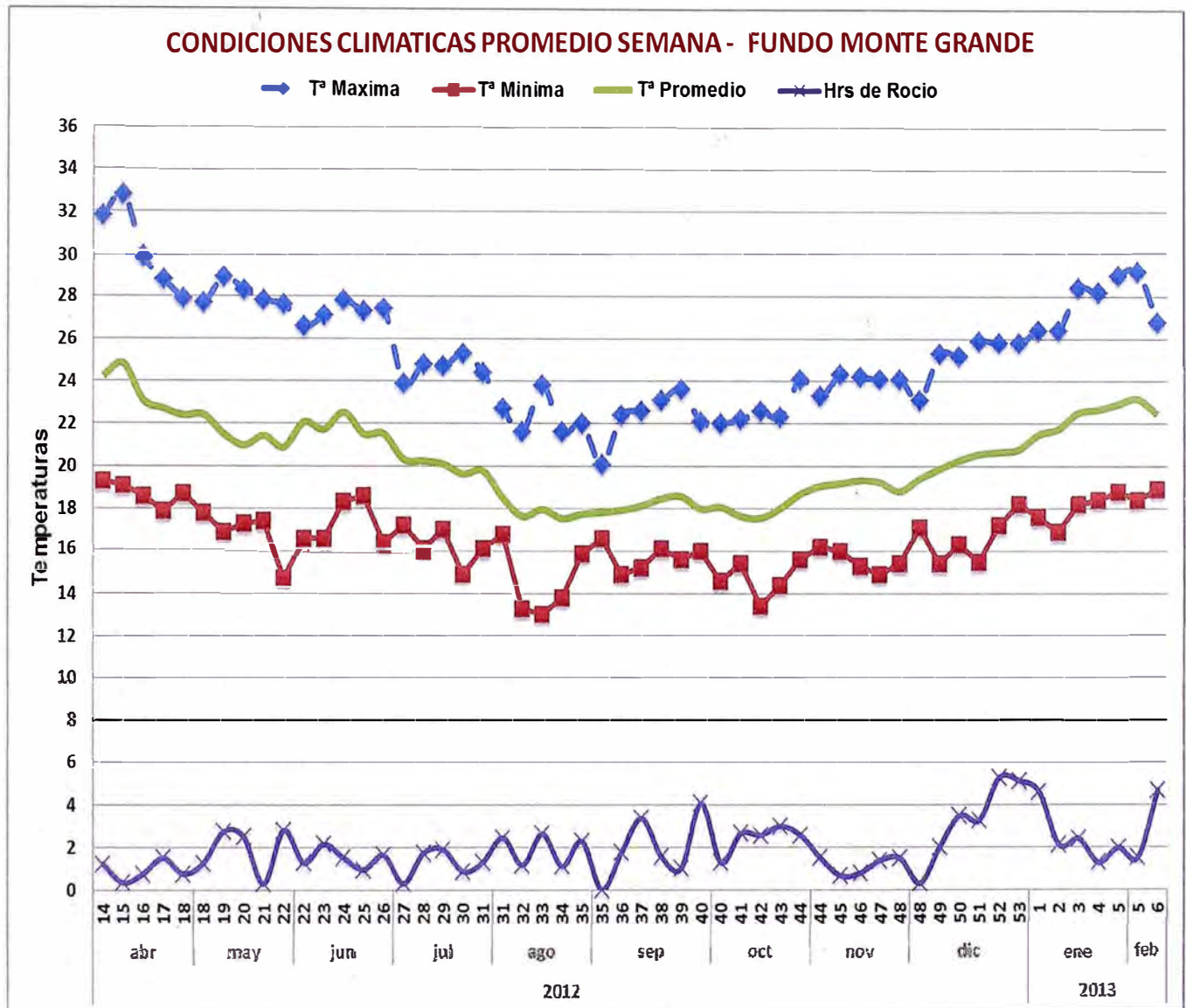
1.00 RESUMEN

Las condiciones climáticas del fundo Monte Grande, propiedad de la empresa ARATO PERU S.A. ubicadas en el valle de Chao, departamento de La Libertad.

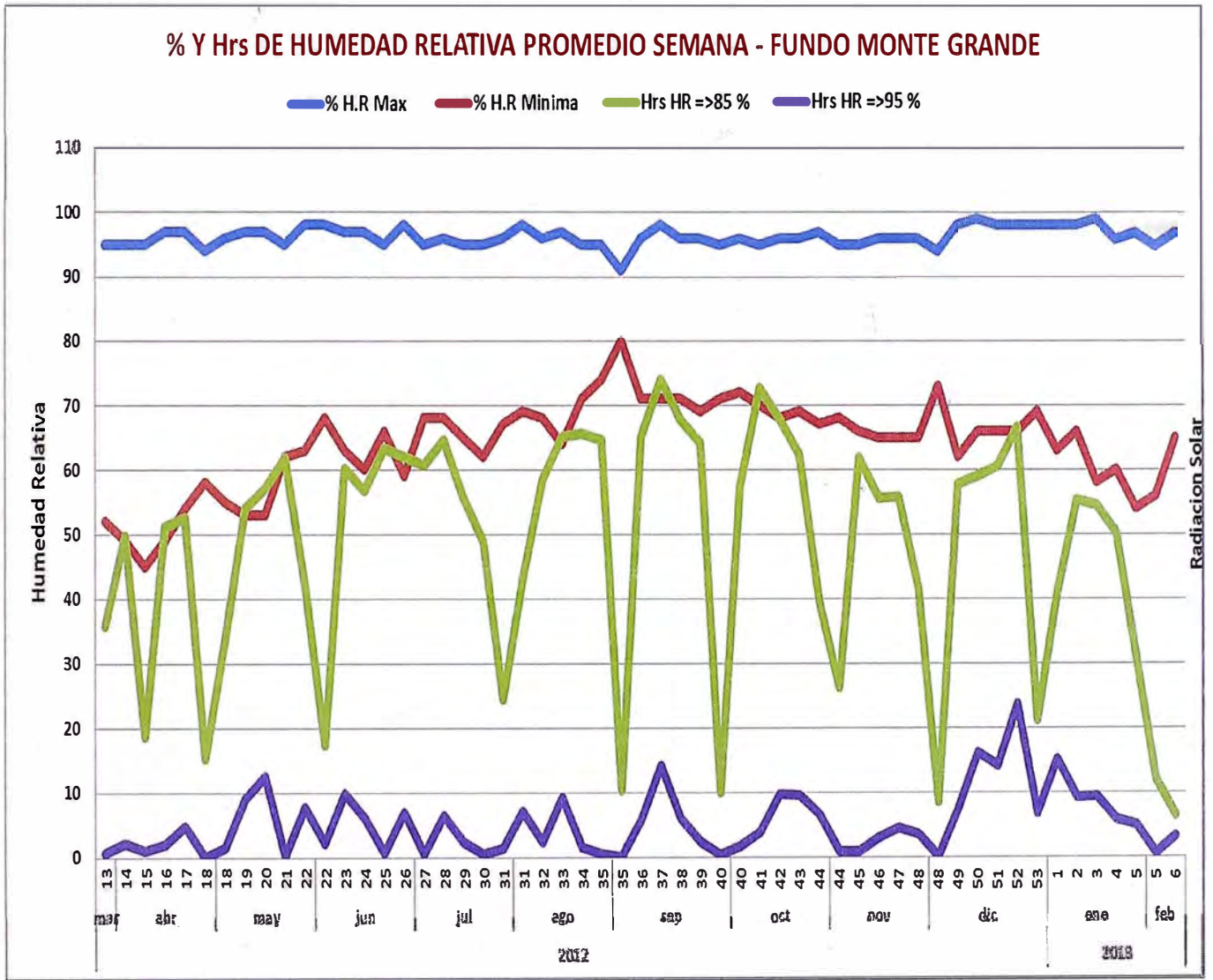
Condiciones de Monte Grande:

- ✓ Site Elevation (Above Mean Sea Level): 143msnm
- ✓ Ambient Temperature (maximum): 33.0 °C
- ✓ Ambient Temperature (minimum): 13.0 °C
- ✓ Relative Humidity (maximum): 99%
- ✓ Relative Humidity (minimum): 45%
- ✓ Barometric pressure (mb) (minimum): 992.15mb
- ✓ Rainfall: 10 mm/year
- ✓ Wind Velocity: 36 Km/hr
- ✓ Seismic Design Code: National Technical Standard
NTE. E30 Earthquake Resistant Design (2003)
- ✓ Seismic Zone: Zone 3

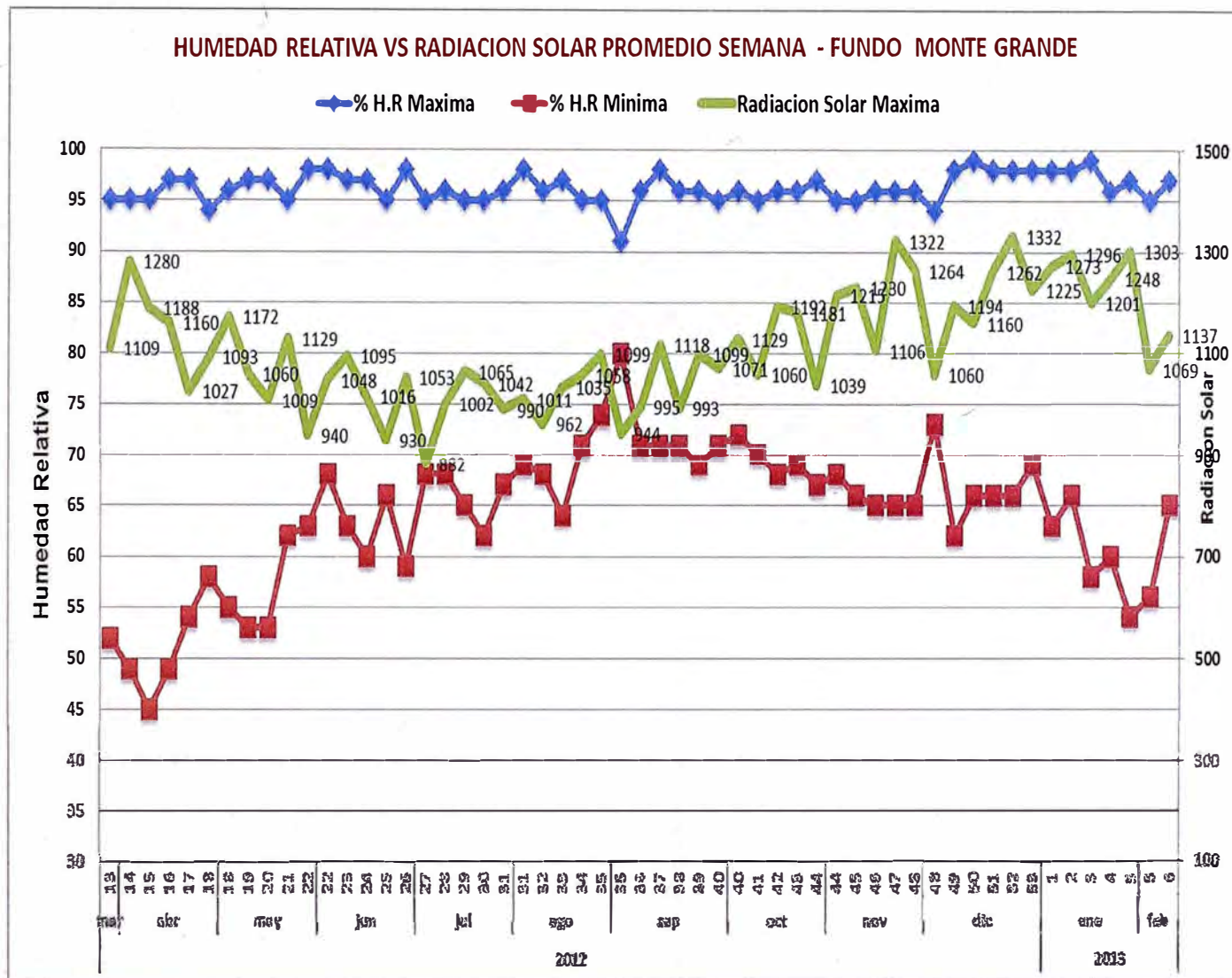
2.00 TEMPERATURAS



3.00 HUMEDAD RELATIVA



4.00 HUMEDAD RELATIVA V.S. RADIACIÓN SOLAR



ANEXO N°2

TURBIDEZ PROMEDIO CANAL SALIDA DESARENADOR 2012

dia	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE			
	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	
1	385.00	243.00	297.75	2,095.00	547.00	1,097.50	893.00	768.00	823.00	948.00	749.00	877.25	694.00	524.00	617.00	97.30	90.20	93.28	118.00	90.70	98.70	99.80	82.50	90.18	112.00	70.30	89.45	225.00	120.00	166.75	227.00	143.00	182.25	119.00	102.00	110.25	
2	745.00	213.00	356.00	825.00	632.00	734.00	777.00	708.00	750.50	712.00	633.00	672.25	690.00	525.00	610.75	107.00	101.00	103.50	96.10	78.50	87.30	86.20	61.60	76.33	92.10	60.40	69.15	155.00	92.00	118.00	1,422.00	140.00	475.25	87.90	76.70	82.83	
3	735.00	402.00	557.50	1,065.00	553.00	804.50	670.00	515.00	596.75	650.00	538.00	590.50	445.00	596.75	372.00	419.75	109.00	88.10	101.53	92.50	74.00	84.40	90.80	63.60	73.13	90.40	54.10	66.00	83.10	75.80	79.55	765.00	373.00	536.75	189.00	76.50	128.78
4	326.00	254.00	275.00	840.00	522.00	660.25	562.00	523.00	544.50	784.00	512.00	684.75	334.00	278.00	311.50	127.00	92.30	108.08	93.20	66.30	76.20	75.10	68.90	70.93	82.70	72.00	78.28	87.90	61.50	74.03	1,039.00	234.00	501.50	179.00	135.00	156.25	
5	811.00	226.00	446.00	1,908.00	516.00	1,080.75	988.00	491.00	641.50	6,080.00	550.00	1,948.25	362.00	268.00	297.00	130.00	100.00	108.75	134.00	68.50	96.25	111.00	69.80	89.43	109.00	80.30	94.88	75.20	64.50	70.08	377.00	216.00	288.25	132.00	96.10	112.53	
6	795.00	290.00	482.50	2,524.00	722.00	1,791.75	4,124.00	1,881.00	2,587.75	2,368.00	1,612.00	1,902.00	253.00	208.00	238.00	144.00	83.40	119.10	111.00	71.50	84.25	90.10	71.10	78.85	86.20	63.50	76.95	69.70	61.70	65.75	456.00	272.00	392.50	141.00	90.70	111.40	
7	1,036.00	536.00	821.50	16,568.00	1,659.00	10,429.00	4,080.00	1,265.00	2,375.75	10,120.00	950.00	5,576.25	227.00	197.00	214.00	121.00	105.00	111.25	100.00	70.80	79.45	70.70	56.10	65.50	75.20	60.80	66.55	73.70	65.00	68.93	689.00	325.00	480.75	105.00	76.10	89.23	
8	2,979.00	568.00	1,549.50	26,547.00	5,238.00	15,656.50	2,250.00	1,484.00	1,782.75	18,011.00	1,532.00	8,125.00	442.00	195.00	276.75	111.00	82.30	97.23	107.00	62.10	81.45	160.00	73.80	112.50	85.50	64.20	73.18	89.10	68.60	79.00	901.00	384.00	607.25	157.00	88.30	109.78	
9	4,445.00	1,300.00	2,308.75	23,263.00	16,583.00	19,109.50	8,010.00	1,780.00	4,735.25	23,298.00	2,628.00	12,562.25	245.00	193.00	218.75	88.30	79.10	84.75	94.30	193.00	78.60	86.00	58.80	75.88	75.20	68.80	72.45	82.20	71.80	79.08	1,972.00	434.00	1,096.00	103.00	77.00	89.10	
10	1,310.00	558.00	865.25	21,634.00	13,354.00	18,344.67	3,121.00	1,575.00	2,103.00	14,872.00	3,524.00	10,164.75	235.00	170.00	192.25	109.00	80.10	92.10	73.00	60.90	67.60	72.20	61.30	67.18	92.00	71.40	78.48	484.00	93.00	233.50	1,542.00	573.00	1,003.75	131.00	71.30	92.10	
11	2,099.00	505.00	1,048.00	16,699.00	11,828.00	14,837.00	10,064.00	1,487.00	5,629.75	6,786.00	2,841.00	4,791.75	173.00	103.00	151.50	102.00	68.00	88.15	79.10	68.30	74.05	69.30	66.50	67.93	320.00	101.00	171.00	322.00	108.00	189.50	1,558.00	471.00	1,179.25	118.00	85.20	93.50	
12	1,962.00	531.00	1,043.50	18,526.00	11,659.00	14,290.75	24,504.00	2,086.00	8,226.50	6,016.00	2,155.00	4,096.00	177.00	118.00	147.50	89.90	77.60	83.53	79.80	54.50	63.73	69.40	55.80	60.70	99.50	71.70	86.05	135.00	78.10	103.58	2,842.00	737.00	1,776.75	86.80	77.10	81.13	
13	524.00	388.00	438.00	12,291.00	10,195.00	11,297.00	2,525.00	1,235.00	1,898.00	2,212.00	1,346.00	1,809.75	205.00	146.00	167.00	96.20	68.10	81.18	120.00	83.50	97.45	90.10	59.00	72.98	78.30	56.30	70.10	109.00	74.70	85.73	605.00	328.00	441.75	79.10	73.20	76.40	
14	692.00	369.00	539.00	10,043.00	5,550.00	8,322.75	1,975.00	1,015.00	1,345.25	1,309.00	1,178.00	1,258.25	306.00	135.00	219.50	150.00	78.10	112.75	125.00	94.30	104.10	102.00	73.30	88.13	82.10	57.80	71.75	115.00	71.60	91.53	289.00	229.00	253.25	78.80	61.30	69.93	
15	19,832.00	475.00	7,153.00	34,337.00	5,658.00	11,292.43	815.00	720.00	752.33	4,340.00	1,474.00	2,776.00	571.00	147.00	270.50	106.00	82.20	97.08	119.00	33.90	86.33	72.50	66.40	70.05	73.20	61.50	67.25	84.30	65.20	74.83	603.00	178.00	323.25	78.80	65.60	74.30	
16	3,375.00	1,365.00	2,161.50	15,268.00	8,700.00	12,008.00	616.00	466.00	555.00	3,715.00	1,370.00	2,105.50	2,938.00	227.00	1,163.00	98.30	87.80	92.58	104.00	85.00	92.78	78.80	52.70	65.05	75.30	61.60	67.20	132.00	63.20	89.28	616.00	420.00	541.00	135.00	64.80	97.48	
17	3,501.00	852.00	1,639.00	6,976.00	3,743.00	5,718.00	582.00	440.00	504.00	1,159.00	979.00	1,079.25	3,018.00	201.00	934.00	103.00	78.80	89.70	160.00	84.50	118.38	79.10	58.40	67.50	69.60	54.80	60.55	92.50	61.20	74.15	525.00	301.00	373.25	112.00	98.20	105.80	
18	9,870.00	808.00	3,644.25	3,192.00	2,010.00	2,541.50	2,697.00	466.00	1,361.50	10,750.00	1,500.00	6,392.75	200.00	176.00	188.25	148.00	78.00	114.30	104.00	66.80	79.48	81.40	74.40	77.65	74.80	60.80	67.68	81.40	57.50	70.28	290.00	249.00	268.00	95.60	71.50	85.60	
19	10,150.00	1,614.00	5,453.75	2,094.00	1,811.00	1,889.75	3,200.00	809.00	1,767.50	10,874.00	2,801.00	5,428.75	193.00	166.00	177.25	265.00	118.00	180.50	99.10	70.50	88.00	85.00	54.90	66.73	74.30	60.10	68.55	78.60	71.30	74.95	245.00	170.00	198.25	164.00	75.80	123.58	
20	3,685.00	2,181.00	2,580.75	1,558.00	1,370.00	1,464.50	9,841.00	1,251.00	3,572.50	3,294.00	1,912.00	2,443.25	190.00	146.00	163.50	218.00	98.60	146.40	79.60	68.60	73.98	84.20	50.50	65.30	74.00	57.80	64.50	142.00	115.00	128.50	220.00	166.00	202.75	99.80	79.10	90.53	
21	1,274.00	829.00	1,092.00	1,630.00	1,216.00	1,378.75	2,434.00	848.00	1,428.50	8,885.00	1,750.00	3,794.75	308.00	169.00	230.50	151.00	95.50	124.38	81.00	75.40	78.18	70.00	52.20	61.23	65.40	54.40	59.25	1,331.00	230.00	606.75	190.00	128.00	153.00	104.00	80.10	92.65	
22	1,213.00	630.00	918.75	5,109.00	1,072.00	2,795.75	1,030.00	655.00	823.50	1,745.00	1,103.00	1,426.25	283.00	175.00	233.25	142.00	93.80	120.45	86.50	73.60	79.85	148.00	55.20	84.10	65.50	54.80	60.43	739.00	281.00	508.25	126.00	98.30	116.08	160.00	64.00	96.30	
23	674.00	468.00	582.00	7,840.00	2,085.00	4,487.50	13,168.00	1,548.00	6,215.75	2,246.00	953.00	1,559.25	468.00	371.00	436.75	102.00	80.60	93.75	88.20	60.90	79.45	75.30	60.30	68.58	80.80	51.50	66.25	438.00	252.00	324.00	119.00	98.50	110.13	208.00	145.00	169.75	
24	510.00	436.00	472.00	5,276.00	2,100.00	3,252.25	26,528.00	1,198.00	9,803.50	1,893.00	1,066.00	1,589.50	1,057.00	269.00	494.25	91.30	76.60	83.03	82.00	71.70	76.78	71.00	51.30	61.50	67.20	49.00	56.90	255.00	125.00	179.75	94.10	76.70	85.10	190.00	87.30	121.58	
25	715.00	369.00	551.25	8,858.00	2,004.00	5,324.57	31,053.00	11,880.00	21,467.25	1,998.00	1,115.00	1,417.75	2,211.00	319.00	913.00	78.30	65.50	71.10	114.00	83.40	101.35	119.00	70.80	91.15	142.00	67.20	102.20	11,110.00	131.00	3,536.17	104.00	81.90	92.50	969.00	150.00	515.25	
26	395.00	334.00	365.00	5,861.00	1,970.00	4,070.71	7,322.00	2,895.00	4,785.25	4,165.00	1,552.00	2,762.25	850.00	298.00	465.00	99.10	64.50	82.18	136.00	74.20	99.10	95.70	69.00	82.83	345.00	92.50	175.88	453.00	234.00	335.25	192.00	108.00	130.75	667.00	244.00	413.00	
27	1,383.00	326.00	750.50	2,635.00	1,897.00	2,131.00	3,726.00	2,414.00	3,184.25	4,905.00	1,078.00	2,053.00	251.00	209.00	236.75	107.00	65.10	83.75	119.00	99.10	106.03	93.60	62.90	76.68	109.00	82.90	98.48	280.00	164.00	195.00	248.00	160.00	187.50	2,922.00	542.00	1,484.25	
28	665.00	405.00	492.25	1,655.00	1,626.00	1,638.50	7,250.00	1,626.00	4,945.50	2,270.00	654.00	1,274.75	168.00	155.00	163.00	121.00	78.40	92.55	99.10	90.40	95.03	78.50	72.30	74.70	91.90	75.90	84.73	169.00	108.00	143.25	419.00	188.00	268.75	1,589.00	632.00	906.00	
29	525.00	401.00	474.00	1,288.00	1,065.00	1,169.25	15,294.00	2,458.00	6,730.25	598.00	515.00	545.75	191.00	132.00	154.75	101.00	92.40	96.28	100.00																		

TURBIDEZ PROMEDIO CANAL SALIDA DESARENADOR 2013

dia	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom	Maximo	Minimo	Prom			
1	1,321.00	890.00	1,107.25	328.00	96.50	170.38	7,432.00	1,654.00	3,625.17	1,271.00	1,051.00	1,178.75	151.00	128.00	138.75	176.00	158.00	168.00	153.00	121.00	138.75	105.00	92.00	99.20	146.00	104.00	118.50	121.00	100.00	108.75	666.00	505.00	580.50			
2	935.00	498.00	729.75	246.00	105.00	152.00	21,605.00	2,226.00	11,852.83	1,001.00	913.00	955.50	130.00	110.00	121.75	139.00	102.00	125.00	139.00	107.00	117.75	122.00	95.70	111.93	158.00	118.00	132.00	145.00	110.00	124.25	536.00	244.00	380.75			
3	551.00	427.00	493.25	95.60	78.30	90.28	7,215.00	2,400.00	4,311.50	1,289.00	763.00	1,032.75	160.00	112.00	140.00	575.00	107.00	241.25	117.00	92.70	106.68	120.00	97.40	107.60	117.00	104.00	110.75	265.00	131.00	198.25	230.00	200.00	220.50			
4	555.00	418.00	482.50	139.00	78.30	107.53	4,630.00	1,716.00	2,993.75	1,063.00	770.00	872.00	175.00	121.00	149.00	134.00	119.00	127.25	153.00	112.00	136.25	121.00	110.00	116.50	170.00	98.10	130.28	207.00	132.00	175.75	443.00	185.00	301.75			
5	700.00	269.00	409.25	561.00	138.00	320.25	10,215.00	1,300.00	4,991.13	4,039.00	1,331.00	2,326.75	486.00	222.00	390.00	170.00	119.00	139.50	147.00	110.00	131.75	137.00	88.40	113.85	131.00	105.00	117.50	154.00	124.00	140.25	333.00	220.00	270.75			
6	215.00	180.00	196.25	1,393.00	554.00	1,044.00	22,986.00	2,842.00	13,321.38	1,830.00	785.00	1,225.50	290.00	192.00	220.75	155.00	138.00	143.00	156.00	100.00	120.75	109.00	86.90	101.48	175.00	116.00	139.00	161.00	141.00	148.75	256.00	141.00	198.50			
7	203.00	178.00	192.00	3,385.00	525.00	2,271.50	19,958.00	8,436.00	13,126.00	1,243.00	819.00	927.25	231.00	148.00	191.00	148.00	106.00	120.00	128.00	98.70	114.93	112.00	87.90	101.20	186.00	126.00	160.00	194.00	152.00	173.75	138.00	121.00	126.75			
8	227.00	201.00	215.50	7,324.00	1,337.00	3,720.00	23,158.00	7,624.00	15,072.11	1,136.00	694.00	853.75	165.00	132.00	153.50	115.00	108.00	111.50	140.00	124.00	131.25	141.00	116.00	128.25	162.00	105.00	132.50	166.00	128.00	151.25	139.00	109.00	120.00			
9	249.00	157.00	193.25	1,048.00	535.00	796.25	13,069.00	6,619.00	11,076.14	3,997.00	1,016.00	1,862.25	180.00	133.00	150.75	115.00	104.00	109.50	146.00	120.00	133.25	201.00	125.00	168.00	328.00	124.00	189.00	159.00	133.00	149.75	120.00	88.40	97.68			
10	196.00	142.00	159.75	480.00	382.00	449.25	25,584.00	7,888.00	16,439.17	1,548.00	678.00	1,032.75	247.00	115.00	169.25	132.00	104.00	119.25	139.00	102.00	118.25	210.00	137.00	164.25	130.00	109.00	116.25	153.00	112.00	125.00	96.00	83.40	87.43			
11	222.00	185.00	195.75	622.00	350.00	487.75	25,250.00	6,702.00	14,472.43	1,942.00	600.00	1,032.00	195.00	116.00	144.00	125.00	97.30	109.83	150.00	104.00	125.50	198.00	146.00	168.25	120.00	94.00	104.75	169.00	118.00	142.75	132.00	87.40	101.28			
12	376.00	163.00	263.00	520.00	326.00	418.75	13,268.00	5,634.00	10,524.17	8,400.00	418.75	2,742.00	158.00	110.00	125.00	114.00	91.80	103.95	122.00	92.80	104.70	203.00	140.00	163.25	150.00	98.70	129.68	157.00	128.00	141.75	108.00	96.70	102.58			
13	272.00	226.00	243.50	327.00	280.00	310.50	13,027.00	6,531.00	10,115.50	1,103.00	526.00	805.00	117.00	102.00	109.25	120.00	97.50	104.63	119.00	104.00	114.00	190.00	161.00	171.75	132.00	125.00	128.50	158.00	110.00	134.75	106.00	94.60	100.53			
14	243.00	140.00	174.00	232.00	176.00	200.00	16,510.00	10,133.00	12,295.43	495.00	403.00	443.50	95.80	93.00	94.95	209.00	102.00	145.75	135.00	118.00	125.25	226.00	194.00	206.00	136.00	118.00	128.00	189.00	141.00	158.50	192.00	93.10	125.03			
15	193.00	130.00	167.25	222.00	142.00	187.50	22,112.00	3,908.00	10,405.13	365.00	351.00	357.00	135.00	87.10	103.35	125.00	99.70	112.93	134.00	110.00	121.25	270.00	168.00	203.25	135.00	105.00	122.75	239.00	177.00	213.00	147.00	89.50	108.63			
16	388.00	149.00	238.00	272.00	178.00	209.75	11,305.00	4,619.00	7,633.00	610.00	359.00	465.25	118.00	114.00	116.50	164.00	119.00	143.00	144.00	117.00	128.50	274.00	169.00	198.75	128.00	92.20	107.65	1,550.00	329.00	1,069.00	125.00	88.20	100.33			
17	138.00	97.50	118.38	175.00	145.00	157.25	17,950.00	9,098.00	14,609.00	808.00	446.00	627.25	125.00	107.00	114.25	148.00	121.00	131.25	158.00	114.00	134.25	192.00	129.00	167.50	152.00	97.40	116.35	3,803.00	513.00	1,852.25	111.00	83.90	96.73			
18	105.00	76.30	87.05	3,620.00	128.00	1,930.33	23,347.00	15,614.00	19,000.29	11,637.00	690.00	3,551.75	118.00	81.90	105.73	239.00	144.00	201.75	136.00	122.00	126.25	188.00	132.00	149.00	146.00	118.00	133.75	1,419.00	533.00	795.75	79.50	72.40	74.90			
19	108.00	66.50	85.65	2,005.00	344.00	871.20	24,970.00	13,900.00	19,211.33	799.00	494.00	628.75	144.00	87.20	106.25	356.00	180.00	240.75	120.00	106.00	111.50	166.00	134.00	152.50	126.00	98.00	114.00	476.00	257.00	347.75	89.50	68.20	78.20			
20	94.30	70.60	83.53	676.00	340.00	445.25	23,261.00	12,108.00	17,263.43	862.00	419.00	567.25	243.00	82.20	137.55	215.00	140.00	175.75	128.00	110.00	114.75	199.00	183.00	193.25	171.00	112.00	136.75	268.00	206.00	240.75	195.00	91.40	130.23			
21	140.00	99.00	115.00	1,294.00	245.00	642.50	13,216.00	10,133.00	11,683.14	351.00	310.00	333.25	164.00	107.00	129.75	1,042.00	192.00	504.25	112.00	99.50	105.13	203.00	133.00	159.75	239.00	130.00	166.75	254.00	189.00	223.25	90.20	68.20	77.53			
22	86.00	86.00	86.00	4,190.00	376.00	1,640.75	12,263.00	9,361.00	10,791.17	264.00	226.00	241.00	110.00	94.70	102.05	252.00	164.00	201.75	112.00	98.10	103.80	160.00	129.00	147.75	147.00	105.00	121.75	245.00	197.00	220.50	94.80	72.00	80.05			
23	1,220.00	880.00	1,050.00	12,111.00	970.00	1,796.75	14,920.00	5,240.00	7,909.17	255.00	208.00	227.00	116.00	89.90	107.48	199.00	113.00	158.50	108.00	83.60	95.80	136.00	124.00	131.25	138.00	90.20	117.80	190.00	131.00	160.00	157.00	92.60	111.78			
24	644.00	417.00	506.75	12,111.00	1,158.00	3,731.67	7,271.00	3,673.00	4,929.75	222.00	178.00	195.50	124.00	98.00	106.75	170.00	121.00	134.00	127.00	87.60	103.45	148.00	106.00	124.25	142.00	100.00	114.00	1,558.00	149.00	592.33	93.30	62.40	79.00			
25	360.00	284.00	326.50	3,177.00	857.00	1,646.20	28,260.00	7,508.00	18,295.83	428.00	166.00	285.00	114.00	94.70	102.98	123.00	93.40	108.85	150.00	101.00	121.50	156.00	126.00	146.25	114.00	87.30	102.58	426.00	168.00	260.25	84.80	50.30	66.00			
26	343.00	202.00	248.00	23,000.00	706.00	5,913.57	9,798.00	4,272.00	7,628.25	255.00	194.00	220.00	145.00	121.00	132.75	148.00	99.10	121.03	125.00	96.90	108.73	148.00	116.00	131.25	110.00	96.40	104.35	416.00	273.00	334.25	95.70	53.30	72.75			
27	487.00	150.00	250.75	10,328.00	782.00	4,925.43	7,082.00	2,992.00	4,195.75	276.00	212.00	237.00	190.00	124.00	149.00	157.00	116.00	133.75	123.00	104.00	109.75	186.00	138.00	156.50	116.00	94.50	105.23	633.00	343.00	464.25	84.90	64.60	70.63			
28	173.00	110.00	142.25	23,231.00	1,674.00	9,769.67	16,600.00	4,138.00	8,995.71	236.00	174.00	200.00	39,500.00	150.00	12,872.67	913.00	117.00	317.50	115.00	94.80	108.20	197.00	158.00	170.75	175.00	108.00	138.25	575.00	339.00	449.75	114.00	51.70	76.15			
29	151.00	116.00	136.75				9,789.00	3,527.00	6,051.00	218.00	154.00	191.00	388.00	191.00	254.25	148.00	104.00	127.25	145.00	94.20	111.68	148.00	140.00	143.50	158.00	109.00	125.25	1,625.00	391.00	1,013.50						
30	445.00	127.00	237.75				3,649.00	2,053.00	3,222.75	193.00	129.00	161.50	183.00	122.00	147.00	95.00	120.00	338.25	150.00	113.00	131.00	163.00	124.00	140.00	133.00	96.40	109.20	1,910.00	550.00	1,011.50						
31	141.00	110.00	124.00				3,280.00	1,545.00	2,187.00				202.00	101.00	139.50							129.00	107.00	119.00	133.00	116.00	125.50	886.00	535.00	753.75						
Max	1,321.00			23,231.00			28,260.00		11,637.00			39,500.00			1,042.00																					

JUNTA DE USUARIOS DE RIEGO PRESURIZADO
DEL DISTRITO DE RIEGO MOCHE VIRU CHAO
RESULTADOS DE LA CALIDAD FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO DEL AGUA PARA RIEGO
toma de muestra : 05 de Noviembre del 2013

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	UNID	TIPO DE MUESTRA			L.M.P CATEGORIA J	
		AGUA CANAL	AGUA POZA	AGUA FILTRADA	RIEGO DE VEGETALES	BEBIDA DE ANIMALES
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	21.8	24.5	22.80	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	7.87	7.58	7.54	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.285	0.285	0.28	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	128.00	137	137.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	342.00	41.90	44.90	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	514.00	154.00	172.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	388.00	17.00	35.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	21.7	23.5	22.80	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	7.87	7.73	7.88	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.27	0.275	0.30	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	128.00	133	148.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	402.00	51.40	15.40	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	512.00	242.00	300.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	384.00	108.00	154.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	19.8	20.8	20.80	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	7.97	7.93	7.82	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.288	0.288	0.28	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	129.00	139	139.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	451.00	39.50	29.40	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	542.0	238.00	172.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	413.00	99.00	33.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	19.7	20.7	20.80	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	7.82	7.78	7.70	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.288	0.312	0.31	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	130.00	151.00	151.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	572.00	14.90	10.70	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	890.00	206.00	294.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	580.00	55.00	143.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1.0
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	19.4	21.2	21.00	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	8.03	7.71	7.99	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.279	0.317	0.32	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	135.00	153	153.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	788.00	7.33	4.41	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	1,042.00	182.00	178.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	907.00	29.00	23.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1.0
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
FISICOS						
TEMPERATURA	°C	19.8	20.2	20.10	***	***
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	8.01	7.8	7.91	8.5-8.5	8.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.284	0.311	0.31	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	128.00	150	148.00	***	***
TURBIDEZ	NTU	515.00	14.80	13.10	***	***
SOLIDOS TOTALES	mg/l	790.0	188.00	210.00	***	***
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	662.00	38.00	82.00	***	***
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	***	***
BORO	mg/l	*	*	*	***	***
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1.0
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	***	***
SODIO	mg/l	*	*	*	***	***
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	***
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	***
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500

TEMPERATURA	°C	20.5	20.8	21.10	...	...
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	**	7.82	7.7	7.86	6.5-8.5	6.5-8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	d S/m	0.265	0.297	0.345	<2	<=5
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	128.00	143	167.00	**	**
TURBIDEZ	NTU	575.00	41.40	35.00	...	...
SOLIDOS TOTALES	mg/l	732.0	294.00	262.00	...	...
SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	604.00	151.00	95.00	...	...
QUIMICOS						
ALCALINIDAD	mg/l CO3H-	*	*	*	...	...
BORO	mg/l	*	*	*	...	...
COBRE	mg/l	*	*	*	0.2	0.5
HIERRO	mg/l	*	*	*	1.0	1.0
MAGNESIO	mg/l	*	*	*	150	150
MANGANESO	mg/l	*	*	*	0.2	0.2
NITRATO	mg/l	*	*	*	10.0	50.0
POTASIO	mg/l	*	*	*	...	...
SODIO	mg/l	*	*	*	...	...
ZINC	mg/l	*	*	*	24.0	24.0
CALCIO	mg/l	*	*	*	200	...
CLORUROS	mg/l	*	*	*	100-700	...
SULFATOS	mg/l	*	*	*	300	500
Químicos	**	No hay parametro establecido		TDS: Sólidos disueltos totales		

PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS	UNID	TIPO DE MUESTRA			L.M.P. CATEGORIA 3	
		AGUA CRUDA	AGUA DECANTADA	AGUA FILTRADA	VEGETALES TALLO CORTO	VEGETALES TALLO ALTO
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	11,000.00	4,600.00	2,100.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2,400.00	1,500.00	930.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	4,800.00	600.00	400.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,800.00	2,400.00	90.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2,400.00	930.00	90.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	3,900.00	800.00	200.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	11,000.00	4,600.00	4,600.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	4,600.00	2,400.00	2,400.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	6,200.00	1,900.00	300.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,600.00	930.00	230.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	4,600.00	430.00	230.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	2,900.00	1,100.00	700.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,600.00	930.00	750.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2,400.00	430.00	430.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	4,700.00	1,200.00	500.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	11,000.00	2,400.00	930.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	4,600.00	2,400.00	430.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	3,200.00	2,800.00	2,000.00	**	**
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,600.00	2,400.00	2,400.00	5,000.00	5,000.00
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	NMP/100ml	2,400.00	930.00	930.00	1,000.00	2,000.00
RTBAMV	NMP/100ml	2,700.00	1,700.00	1,000.00	**	**

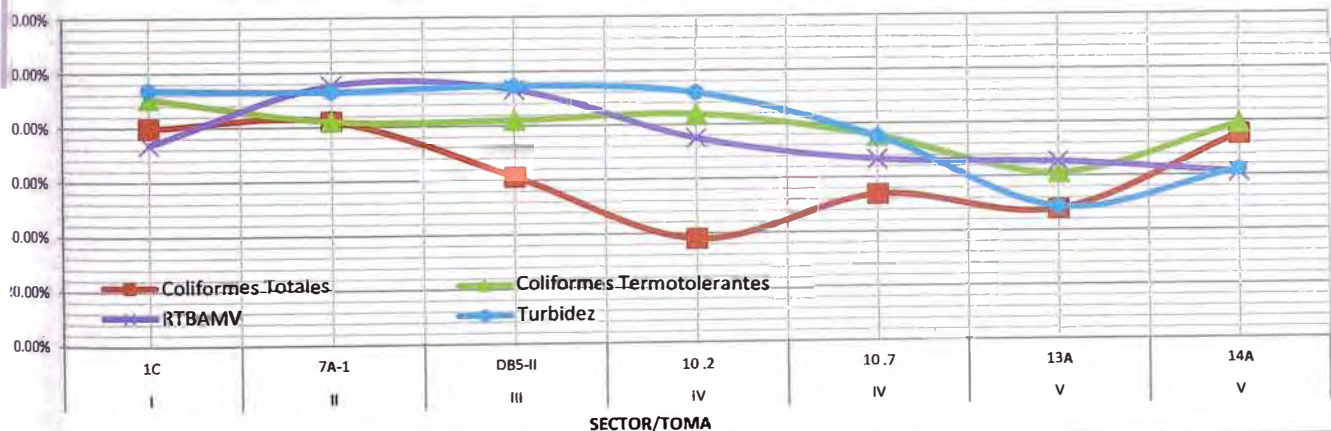
to Total de Bacterias Aerobias Mesófilas Viables

Tabla 2. PORCENTAJE DE REDUCCION MICROBIANA, TURBIDEZ DESPUES DEL TRATAMIENTO DEL AGUA DE RIEGO

SECTOR	Toma	PARAMETRO			
		Coliformes Totales	Coliformes	RTBAMV	Turbidez
I	1	80.91%	81.25%	91.67%	86.87%
II	7A-1	98.04%	96.25%	94.87%	96.17%
III	7D-1	58.18%	47.83%	85.16%	93.48%
IV	10.4	95.00%	95.00%	75.86%	98.13%
IV	10.5A	83.70%	82.08%	89.36%	99.44%
V	11-B	91.55%	90.65%	37.50%	97.46%
V	12A	47.83%	61.25%	62.96%	93.91%

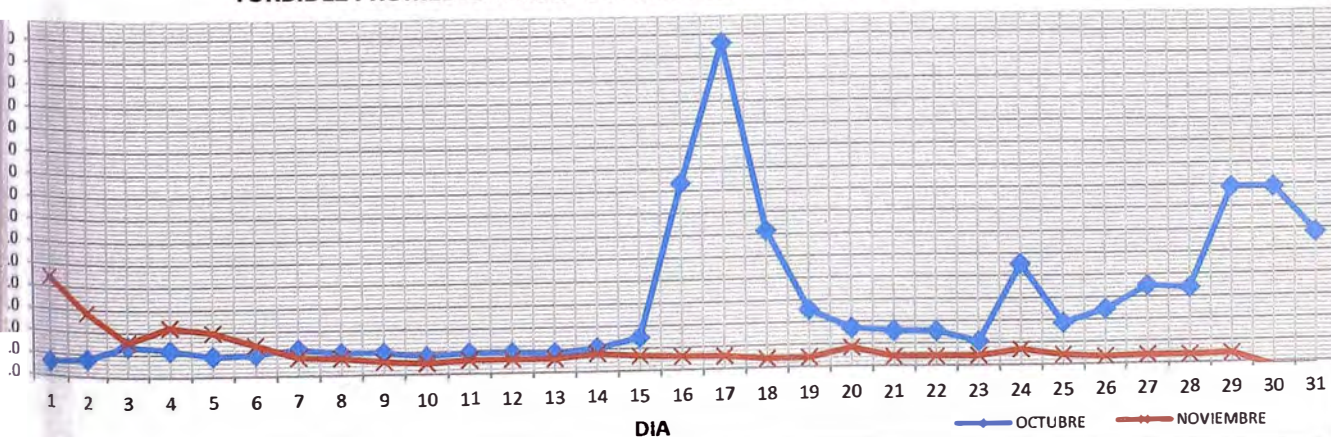
*Nota : Estos valores indican el porcentaje de reducción microbiana y turbidez, representando la Eficiencia del tratamiento del agua de riego, comparando el agua cruda con el agua filtrada
 Grafico #P01 : Porcentaje de Reduccion microbiana y Turbidez Noviembre 2013

PORCENTAJE DE REDUCCION MICROBIANA Y TURBIDEZ NOVIEMBRE 2013



1: Turbidez promedio Agua de Canal Octubre - Noviembre 2013


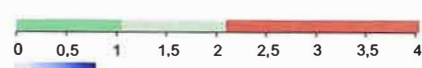
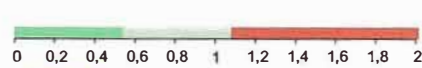

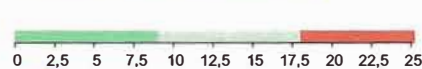
TURBIDEZ PROMEDIO CANAL OCTUBRE -NOVIEMBRE 2013



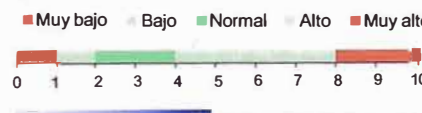
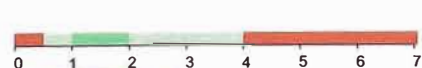
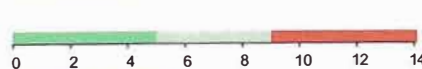
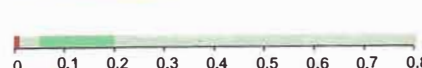
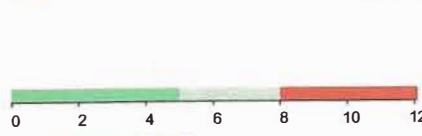
INTERPRETACION DE ANÁLISIS DE AGUA

<p>Cliete: AGROINDUSTRIA AKIN S.A.C</p> <p>N° de Muestra: A-14/15607</p> <p>Fecha Muestreo: 29-may-14</p>	<p>Descripción: AGUA RIEGO</p> <p>Finca: 0</p> <p>Parcela: 0</p>
--	---

Propiedades Químicas

		Interpretación	Observaciones
pH	Niveles de referencia: Nivel analítico: 7,23		pH adecuado para el desarrollo de la mayor parte de los cultivos.
C.E. 25°C	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1195 $\mu\text{S/cm}$		Agua de salinidad moderada, apta para el riego pero con precauciones en cultivos muy sensibles y suelos de baja permeabilidad.
Residuo calculado	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,81 g/l		Aporte de sales moderado, lo que requiere unas adecuadas condiciones de lavado para evitar la salinización del perfil.
Presión Osmótica	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,43 atm		Presión osmótica moderada, lo que puede dificultar la absorción de agua por parte de la planta.
Dureza total	Niveles de referencia: Nivel analítico: 37,1 °GHF		Agua dura. Presenta alto riesgo de formación de precipitados en la instalación de riego.
S.A.R.	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,80		Nivel de SAR óptimo. Bajo riesgo de sodificación del suelo.

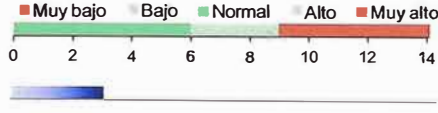
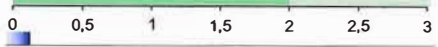
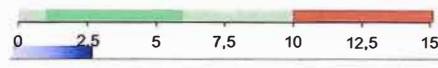
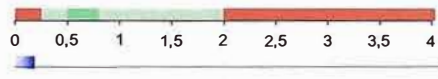
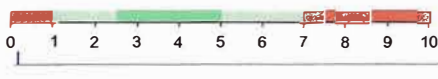
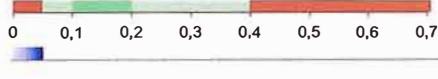

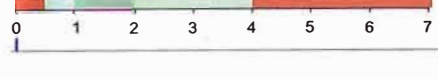



Composición Química

<u>Cationes</u>		Interpretación	Observaciones
Calcio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 4,76 meq/l		El agua presenta un contenido en calcio alto.
Magnesio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,66 meq/l		Contenido en magnesio algo elevado, lo puede interferir en la asimilación de calcio y potasio.
Sodio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 5,40 meq/l		Contenido en sodio alto, lo podría interferir en la asimilación potasio.
Potasio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 meq/l		Contenido normal en potasio.
<u>Aniones</u>			
Alcalinidad (Bicarbonatos)	Niveles de referencia: Nivel analítico: 5,08 meq/l		Contenido en bicarbonatos alto.

INTERPRETACION DE ANÁLISIS DE AGUA

Cliete: AGROINDUSTRIA AKIN S.A.C
N° de Muestra: A-14/15607
Fecha Muestreo: 29-may-14

Descripción: AGUA RIEGO
Finca:
Parcela:

		Interpretación	Observaciones
Cloruros	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,97 meq/l		Contenido en cloruros bajo, óptima calidad para el riego.
Nitratos	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,16 meq/l		Contenido en nitratos muy bajo
Sulfatos	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,72 meq/l		Contenido en sulfatos bajo
<u>Oligoelementos</u>			
Boro	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,17 mg/l		Escaso contenido en boro, no existe riesgo de fitotoxicidad.
Hierro	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l		Escaso contenido en hierro.
Manganeso	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l		Bajo contenido en manganeso.
Cobre	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l		Bajo contenido en cobre.
Zinc	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l		Escaso contenido en zinc.
<u>Relaciones e índices de interés</u>			
		Interpretación	Observaciones
Ca/Mg	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1,8		Contenido de magnesio excesivo respecto al de calcio. Posible efecto negativo del magnesio sobre la absorción del calcio.
Carbonato sódico residual	Niveles de referencia: Nivel analítico: -2,3 meq/l		Agua recomendable. Bajo riesgo de alcalinización.
Índice de Scott	Niveles de referencia: Nivel analítico: 16,6		Agua tolerable. Emplearla con precauciones debido a la salinidad.
Clasificación U.S. Soil Salinity Laboratory	C3 S1	<p>Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego en suelo con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo.</p> <p>Agua con bajo contenido en sodio, Apta para el riego en la mayoría de los casos.</p>	

Virú, 30 de julio de 2013

Comunicación Interna N° 026-2013/JURPDRMVCH

Señores
ARATO PERU S.A.

Presente

Atención: Ing. Gustavo Guerrero Paretto.

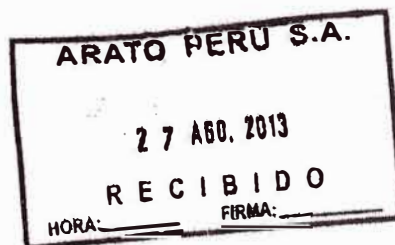
De nuestra mayor consideración:

Es grato dirigirme a Usted, para saludarlo cordialmente y la vez remitirle adjunto el cuadro resumen del Análisis Físicoquímico y Microbiológico del Agua de Riego circulante en el canal madre, correspondiente a los meses de abril, mayo y junio del presente, cuyos análisis son realizados en el Laboratorio de control de la planta de tratamiento de agua potable de Trujillo a cargo de la dirección de Operación y Mantenimiento del Proyecto Especial Chavimochic.

Sin otro particular, quedo de Usted.

Atentamente,


Miguel Maticorena Brito
GERENTE TECNICO
Junta de Usuarios de Riego Presurizado
Distrito de Riego Moche Virú Chao



DIVISION PLANTA DE AGUA POTABLE

Laboratorio de Control de Calidad

ANALISIS FISICOQUIMICO y MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DE INGRESO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

PERIODO : ABRIL - JUNIO AÑO 2013

PARAMETROS	UNIDADES	MESES		
		Abril	Mayo	Junio
I.- FISICOS Y QUIMICOS				
pH	Unidad	7.83	7.81	7.88
Turbiedad	NTU	622	1026	191
Color	Pt/Co	3.0	5.0	3.0
Conductividad	uS/cm	234	409	458
Solidos Totales disueltos	mg/l	117	204	225
Cloruros	mg/l	15.34	16.67	17.31
Sulfatos	mg/l	57.69	72.74	140.2
Nitratos	mg/l	2.015	0.82	0.62
Cianuro	mg/l	N.D	N.D	N.D
Nitritos	mg/l	0.01	0.009	N.D
II. QUIMICOS INORGANICOS				
Aluminio Total	mg/l	47.28	10.361	2.069
Manganeso total	mg/l	1.688	0.986	0.341
Hierro total	mg/l	92.46	9.82	3.76
Cobre total	mg/l	0.380	0.281	0.073
Zinc total	mg/l	0.462	0.392	0.164
Cadmio total	mg/l	0.002	0.002	0.001
Arsenico total	mg/l	0.002	N.D	0.016
Cromo total	mg/l	0.104	0.063	N.D
Plomo total	mg/l	0.131	0.089	0.008
III. MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Totales	UFC /100 ml	92 x 10 ²	5 x 10 ³	1 x 10 ³
Coliformes Termotolerantes	UFC /100 ml	20 x 10 ²	4 x 10 ²	< 3

N.D : No Detectable

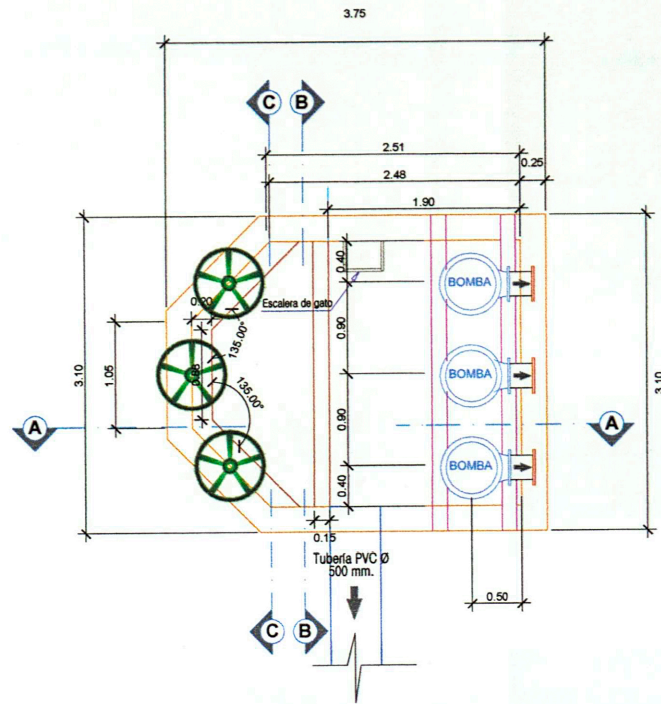
PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC

Julia Guadalupe Caracora
 Bióloga - Microbióloga
 R. CBP. 3708

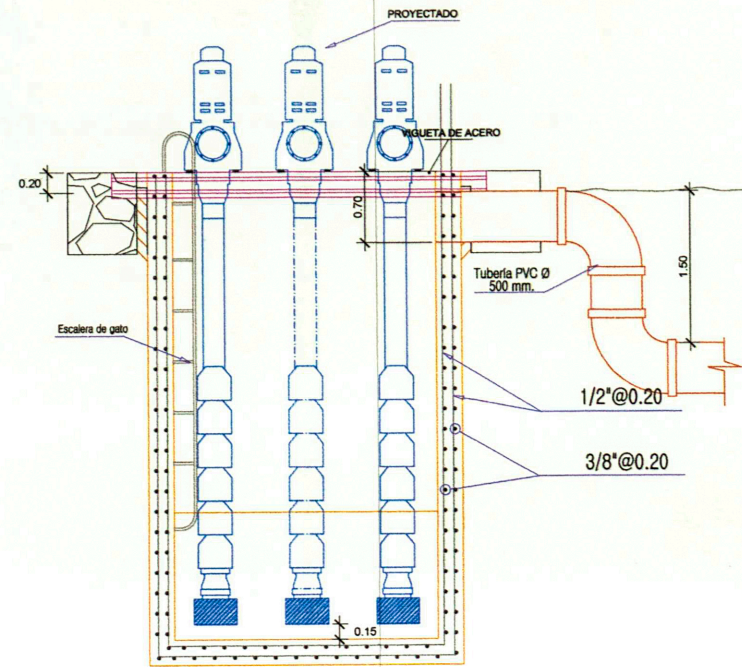


Luis E. Alva Diaz
 ING. QUÍMICO
 R. CIP. 125478

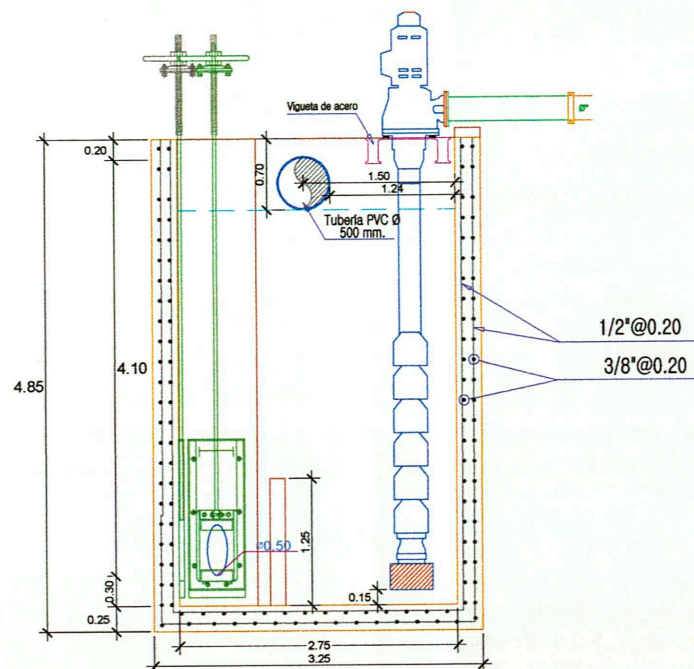
ANEXO N°3



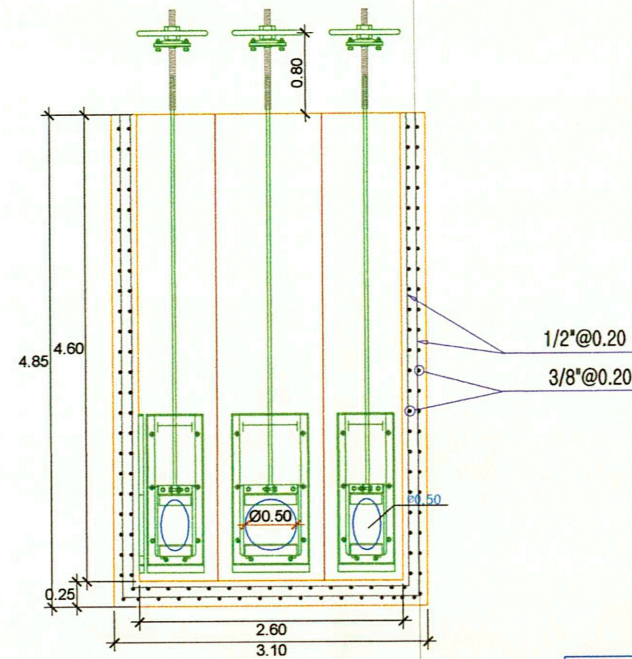
VISTA DE PLANTA
Escala: 1/75



CORTE LONGITUDINAL B - B
Escala: 1/75



CORTE LONGITUDINAL A - A
Escala: 1/75



CORTE LONGITUDINAL C - C
Escala: 1/75

 Germina S.A.	PROPIETARIO:	Arato Perú		
	PLANO:	Cámara de bombeo		
	DEPARTAMENTO:	La Libertad	PROVINCIA:	Virú
				DISTRITO: Chao
	DISEÑADO POR:	Miguel Maticorena Brito		
	DIBUJO:	H.E.P.R.	Aprobado:	M.M.B.
	ESCALA:	1/75	FECHA:	JULIO 2011
				LAMINA N° A-09

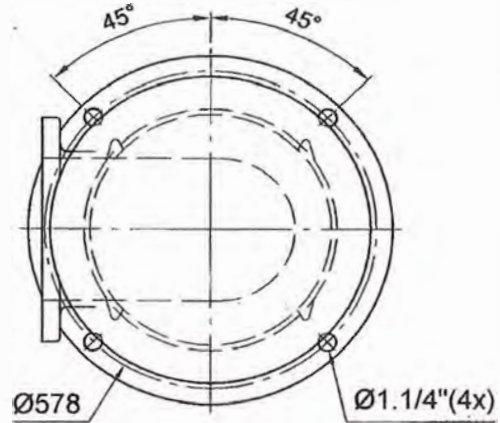
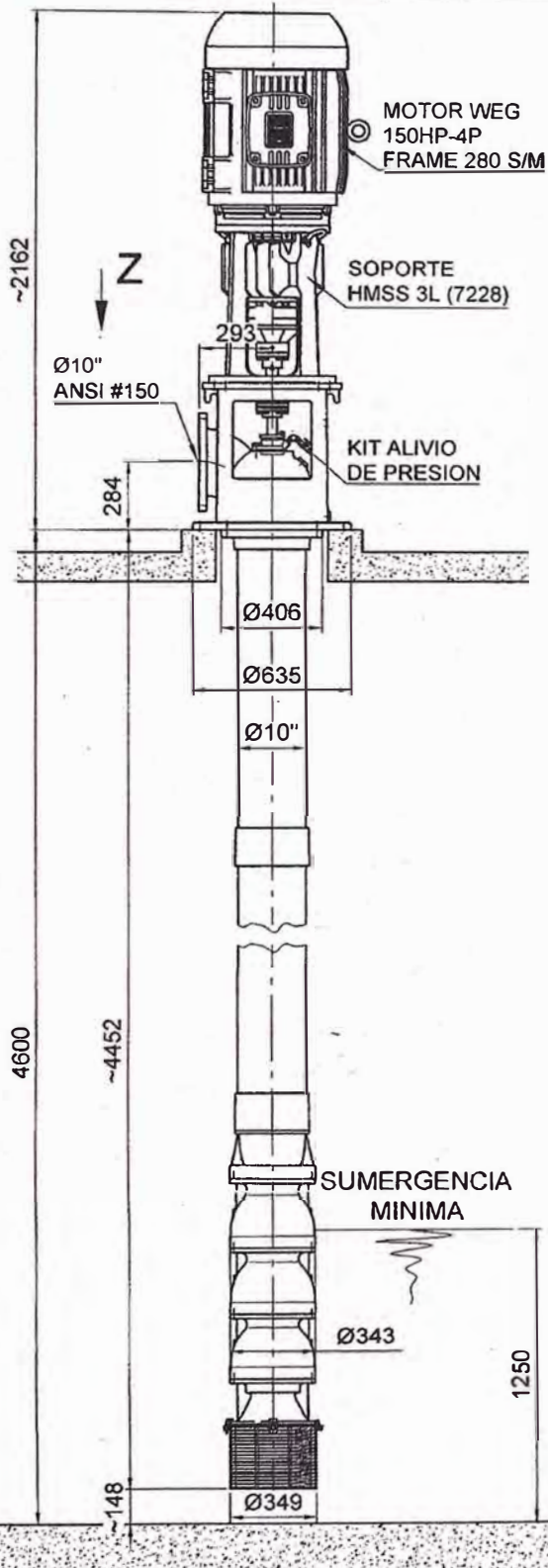
ESQUEMA GENERAL DE DIMENSIONES



TÜV Rheinland
CERT
 ISO 9001
 ISO 14001



hidrostal MR
 SOLUCIONES CON TECNOLOGIA



VISTA DE "Z"

Q	94.1 l/s
H	80.1 m

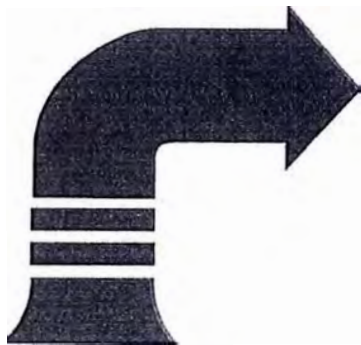
NOTA:
 -MEDIDAS EN MM SALVO INDICACIÓN.
 -CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA AGUA LIMPIA A 20°C.
 -LA SUMERGENCIA INDICADA ES PARA EVITAR EL INGRESO DE AIRE AL CAUDAL INDICADO. VERIFICAR NPSHd.
 -RECOMENDAMOS USAR LA GUIA DEL "HYDRAULIC INSTITUTE" PARA EL DIMENSIONADO DE LA CAMARA DE BOMBEO.
 -HIDROSTAL S.A. SE RESERVA EL DERECHO DE HACER CAMBIOS SIN PREVIO AVISO.

MODELO : 14G-M-03 HMSS LxAG	CLIENTE : ARATO CORPORATION
MOTOR : WEG 150HP-4P FRAME 280 S/M	REFERENCIA : P.I. 51426
DIB.: M. Montejo 29-09-2011 REV.: <i>[Signature]</i> 29/9/11	APROB.: <i>[Signature]</i> 29/9/11 06-091110-4_

P:\Clientes\ARATO CORPORATION SUCURSAL PERU\14G-M-03-10x10x1.7_16 HMSS LxAG (150HP-4P)\PI 51426.dwg

ANEXO N°4

ANSI/HI 9.8-1998



American National Standard for
Pump Intake
Design

ANSI/HI 9.8-1998



 **Hydraulic**
INSTITUTE

9 Sylvan Way
Parsippany, New Jersey
07054-3802
www.pumps.org

ANSI/HI 9.8-1998

American National Standard for
Pump Intake Design

Sponsor
Hydraulic Institute
www.pumps.org

Approved November 17, 1998
American National Standards Institute, Inc.



Recycled
paper

American National Standard

Approval of an American National Standard requires verification by ANSI that the requirements for due process, consensus and other criteria for approval have been met by the standards developer.

Consensus is established when, in the judgement of the ANSI Board of Standards Review, substantial agreement has been reached by directly and materially affected interests. Substantial agreement means much more than a simple majority, but not necessarily unanimity. Consensus requires that all views and objections be considered, and that a concerted effort be made toward their resolution.

The use of American National Standards is completely voluntary; their existence does not in any respect preclude anyone, whether he has approved the standards or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not conforming to the standards.

The American National Standards Institute does not develop standards and will in no circumstances give an interpretation of any American National Standard. Moreover, no person shall have the right or authority to issue an interpretation of an American National Standard in the name of the American National Standards Institute. Requests for interpretations should be addressed to the secretariat or sponsor whose name appears on the title page of this standard.

CAUTION NOTICE: This American National Standard may be revised or withdrawn at any time. The procedures of the American National Standards Institute require that action be taken periodically to reaffirm, revise, or withdraw this standard. Purchasers of American National Standards may receive current information on all standards by calling or writing the American National Standards Institute.

Published By

Hydraulic Institute
9 Sylvan Way, Parsippany, NJ 07054-3802
www.pumps.org

Copyright © 1998 Hydraulic Institute
All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced in any form,
in an electronic retrieval system or otherwise, without prior
written permission of the publisher.

Printed in the United States of America

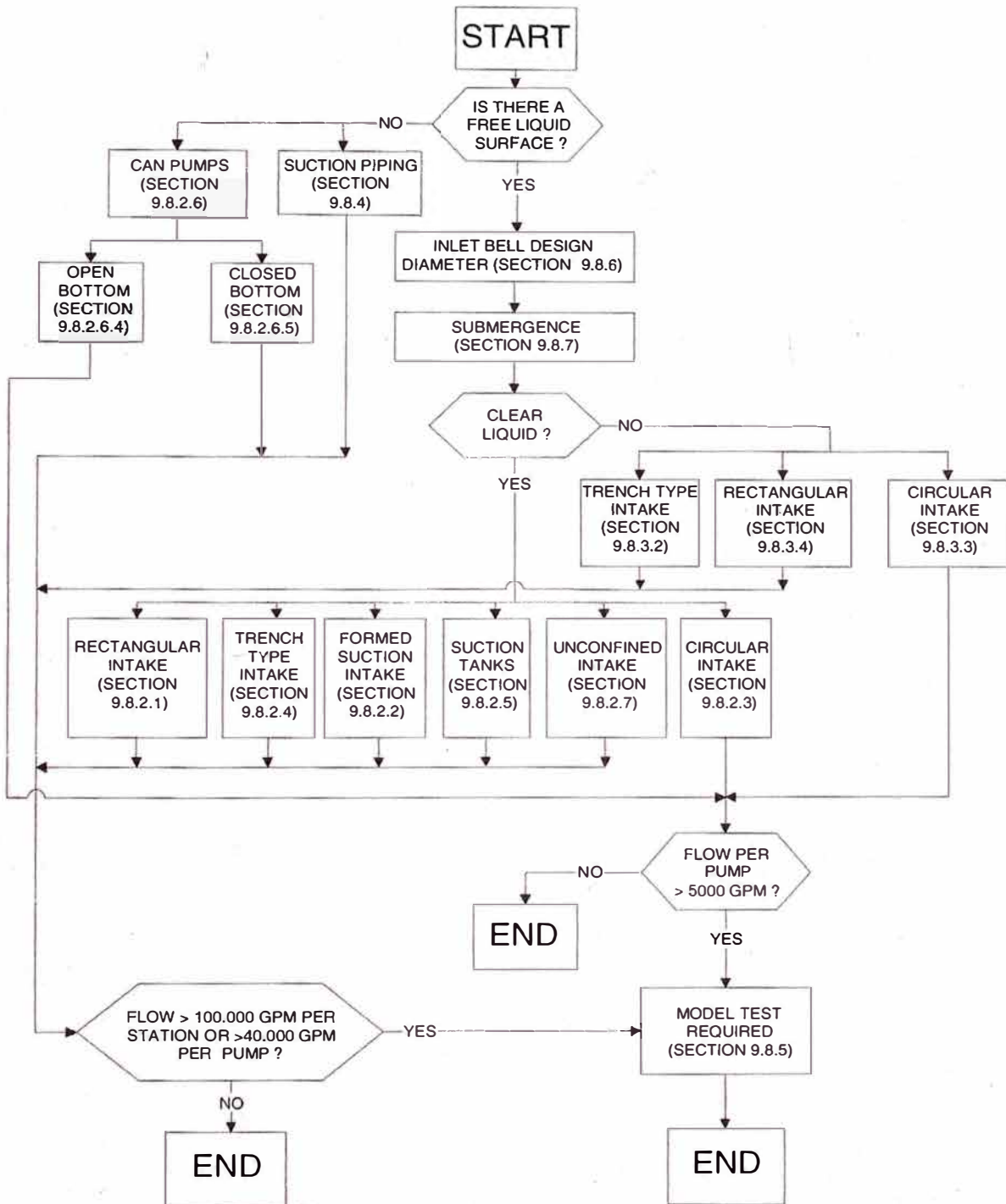
ISBN 1-880952-26-2

Contents

	Page
Foreword	vii
Pump Intake Design	
9.8 Pump intake design	1
9.8.1 Design objectives	1
9.8.2 Intake structures for clear liquids	1
9.8.3 Intake structures for solids-bearing liquids	15
9.8.4 Pump suction piping	20
9.8.5 Model tests of intake structures	22
9.8.6 Inlet bell design diameter (D)	28
9.8.7 Required submergence for minimizing surface vortices	29
9.8.8 Glossary and nomenclature	35
Appendix A Remedial Measures for Problem Intakes	42
A-1 Introduction	42
A-2 Approach flow patterns	42
A-2.1 Open vs. partitioned structures	42
A-3 Controlling cross-flow	45
A-4 Expanding concentrated flows	46
A-4.1 Free-surface approach	46
A-4.2 Closed conduit approach	47
A-5 Pump inlet disturbances	48
A-5.1 Free-surface vortices	48
A-5.2 Sub-surface vortices	50
A-5.3 Pre-swirl	50
A-5.4 Velocities in pump bell throat	50
A-6 Tanks — suction inlets	50
Appendix B Sump Volume	54
B-1 Scope	54
B-2 General	54
B-3 Minimum sump volume sequence	55
B-4 Decreasing sump volume by pump alternation	57
Appendix C Intake Basin Entrance Conditions	58
C-1 Variable speed pumps	58
C-2 Constant speed pumping	58

Flow Chart For Use Of Standard

NOTE: This flow chart is intended as a guide to the use of this standard and can be used to locate the appropriate sections in this standard. The chart is not a substitute for the understanding of the complete standard.



Pump Intake Design

9.8 Pump intake design

Metric units of measurement are used; and corresponding US units appear in brackets. Charts, graphs and sample calculations are also shown in both metric and US units.

Since values given in metric units are not exact equivalents to values given in US units, it is important that the selected units of measure be stated in reference to this standard. If no such statement is provided, metric units shall govern. See Section 9.8.8 for Glossary and Nomenclature.

In the application of this standard, the pump rated flow shall be used as the design flow for the basis of the intake design.

9.8.1 Design objectives

Specific hydraulic phenomena have been identified that can adversely affect the performance of pumps. Phenomena that must not be present to an excessive degree are:

- Submerged vortices
- Free-surface vortices
- Excessive pre-swirl of flow entering the pump
- Non-uniform spatial distribution of velocity at the impeller eye
- Excessive variations in velocity and swirl with time
- Entrained air or gas bubbles

The negative impact of each of these phenomena on pump performance depends on pump specific speed and size, as well as other design features of the pump that are specific to a given pump manufacturer. In general, large pumps and axial flow pumps (high specific speed) are more sensitive to adverse flow phenomena than small pumps or radial flow pumps (low specific speed). A more quantitative assessment of which pump types may be expected to withstand a given level of adverse phenomena with no ill effects has not been performed. Typical symptoms of adverse hydraulic conditions are reduced flow rate, head, effects on power, and increased vibration and noise.

The intake structure should be designed to allow the pumps to achieve their optimum hydraulic performance for all operating conditions. A good design ensures that the adverse flow phenomena described above are within the limits outlined in Section 9.8.5.6.

If an intake is designed to a geometry other than that presented in this standard, and this design is shown by prototype or model tests, performed in accordance with Section 9.8.5, to meet the acceptance criteria in Section 9.8.5.6, then this alternative design shall be deemed to comply with this standard.

9.8.2 Intake structures for clear liquids

9.8.2.1 Rectangular intakes

This section is applicable to wet pit pumps. This section also applies to the intakes for dry pit pumps with less than five diameters of suction piping immediately upstream from the pump (see Section 9.8.4).

9.8.2.1.1 Approach flow patterns

The characteristics of the flow approaching an intake structure is one of the most critical considerations for the designer. When determining direction and distribution of flow at the entrance to a pump intake structure, the following must be considered:

- The orientation of the structure relative to the body of supply liquid
- Whether the structure is recessed from, flush with, or protrudes beyond the boundaries of the body of supply liquid
- Strength of currents in the body of supply liquid perpendicular to the direction of approach to the pumps
- The number of pumps required and their anticipated operating combinations

The ideal conditions, and the assumptions upon which the geometry and dimensions recommended for rectangular intake structures are based, are that the structure draws flow so that there are no cross-flows in the vicinity of the intake structure that create asymmetric flow patterns approaching any of the pumps, and

the structure is oriented so that the supply boundary is symmetrical with respect to the centerline of the structure. As a general guide, cross-flow velocities are significant if they exceed 50% of the pump bay entrance velocity. Section 9.8.5 provides recommendations for analyzing departures from this ideal condition based upon a physical hydraulic model study.

9.8.2.1.2 Open vs. partitioned structures

If multiple pumps are installed in a single intake structure, dividing walls placed between the pumps result in more favorable flow conditions than found in open sumps. Adverse flow patterns can frequently occur if dividing walls are not used. For pumps with design flows greater than 315 l/s (5,000 gpm) dividing walls between pumps are required.

9.8.2.1.3 Trash racks and screens

Partially clogged trash racks or screens can create severely skewed flow patterns. If the application is such that screens or trash racks are susceptible to clogging, they must be inspected and cleaned as frequently as necessary to prevent adverse effects on flow patterns.

Any screen-support structure that disrupts flow, such as dual-flow traveling screens, otherwise known as double-entry single-exit screens, can create a high-velocity jet and severe instability near the pumps. A physical hydraulic model study must be performed in every such case. The screen exit should be placed a minimum distance of six bell diameters, 6D, (see Section 9.8.6) from the pumps. However, this distance should be used only as a general guideline for initial layouts of structures, with final design developed with the aid of a physical model study.

The recommendations in this standard should be followed if suction bell strainers are used.

9.8.2.1.4 Recommendations for dimensioning rectangular intake structures

The basic design requirements for satisfactory hydraulic performance of rectangular intake structures include:

- Adequate depth of flow to limit velocities in the pump bays and reduce the potential for formulation of surface vortices
- Adequate pump bay width, in conjunction with the depth, to limit the maximum pump approach

velocities to 0.5 m/s (1.5 ft/s), but narrow and long enough to channel flow uniformly toward the pumps

The minimum submergence, S, required to prevent strong air core vortices is based in part on a dimensionless flow parameter, the Froude number, defined as:

$$F_D = V/(gD)^{0.5} \tag{9.8.2.1-1}$$

Where:

F_D = Froude number (dimensionless)

V = Velocity at suction inlet = Flow/Area, based on D

D = Outside diameter of bell or pipe inlet

g = gravitational acceleration

Consistent units must be used for V , D and g so that F_D is dimensionless. The minimum submergence, S , shall be calculated from (Hecker, G.E., 1987),

$$S = D(1+2.3F_D) \tag{9.8.2.1-2}$$

where the units of S are those used for D . Section 9.8.7 provides further information on the background and development of this relationship.

It is appropriate to specify sump dimensions in multiples of pump bell diameters “ D ” (see Section 9.8.6). Basing dimensions on “ D ” ensures geometric similarity of hydraulic boundaries and dynamic similarity of flow patterns. There is some variation in bell velocity among pump types and manufacturers. However, variations in bell inlet velocity are of secondary importance to maintaining acceleration of the flow and converging streamlines into the pump bell.

The basic recommended layout for rectangular sumps, dimensioned in units of pump bell diameter “ D ,” is shown in Figure 9.8.1. The dimension variables and their recommended values are defined in Table 9.8.1.

Through-flow traveling screens generally do not clog to the point where flow disturbances occur. Therefore, they may be located such that Y is 4.0D or more in dimension. For non-selfcleaning trash racks or stationary screens, the dimension Y shall be increased to a minimum of 5.0D. Care must be taken to ensure that clogging does not occur to the extent that large non-uniformities in the pump approach flow will be generated.

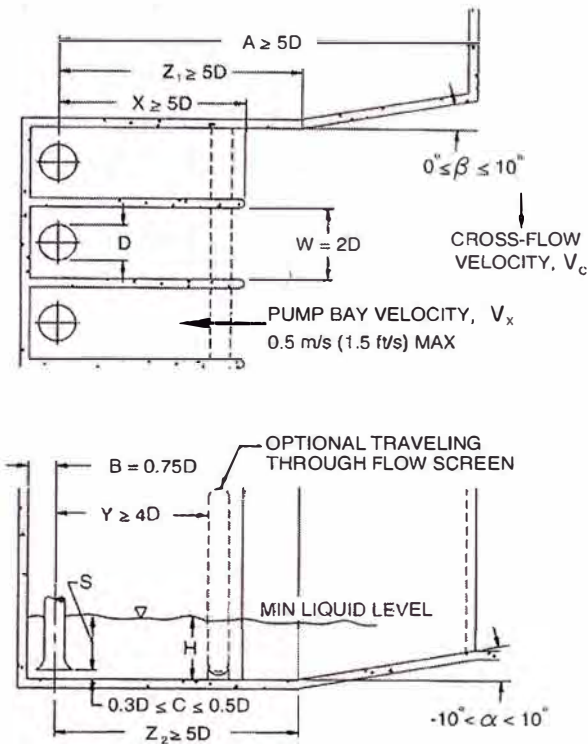


Figure 9.8.1 — Recommended intake structure layout

The effectiveness of the recommended pump bay dimensions depends upon the characteristics of the flow approaching the structure, and upon the geometry of hydraulic boundaries in the immediate vicinity of the structure. Section 9.8.2.1.1 provides a discussion of the requirements for satisfactory approach flow conditions.

Negative values of β (the angle of wall divergence) require flow distribution or straightening devices, and should be developed with the aid of a physical hydraulic model study.

Occasionally, it is necessary to increase the bay width to greater than $2D$ to prevent velocities at the entrance to the pump bays from exceeding 0.5 m/s (1.5 ft/s). Greater bay widths may also result due to the arrangement of mechanical equipment. In these cases, the bay width in the immediate vicinity of the pumps must be decreased to $2D$. The dimension of the filler required to achieve the reduction in bay width is as shown in Figure 9.8.2.

For pumps with design flows of 315 l/s ($5,000 \text{ gpm}$) or less, no partition walls between pumps are required, and the minimum pump spacing shall be $2D$.

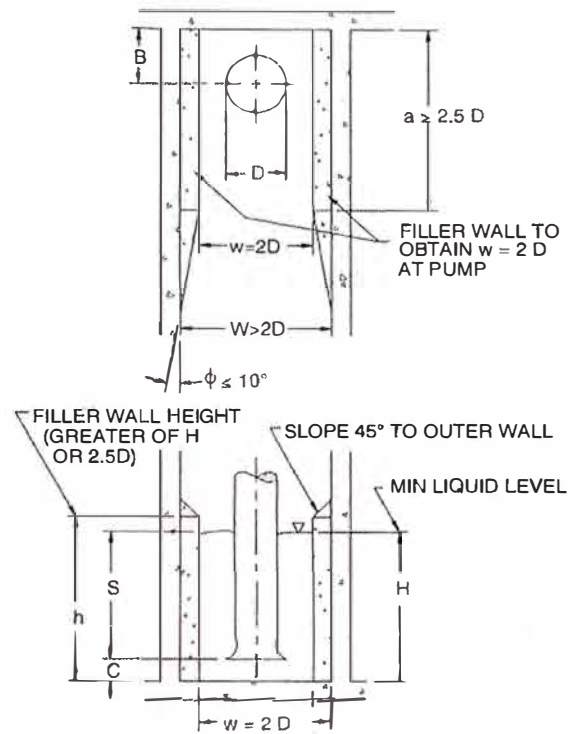


Figure 9.8.2 — Filler wall details for proper bay width

Table 9.8.2 provides a sequence of steps to follow in determining the general layout and internal geometry of a rectangular intake structure.

9.8.2.2 Formed suction intakes

9.8.2.2.1 General

This standard applies to formed suction intakes. The standard utilizes the "TYPE 10" design developed by the US Army Corps of Engineers (ETL No. 110-2-327). The formed suction intake (FSI) may eliminate the need for the design of sumps with approach channels and appurtenances to provide satisfactory flow to a pump. The FSI design is relatively insensitive to the direction of approach flow and skewed velocity distribution at its entrance. In applying the FSI design, consideration should be given to the head loss in the FSI which will affect to some extent the system curve calculations, and the net positive suction head (NPSH) available to the pump impeller, typically located near the FSI exit.

9.8.2.2.2 Dimensions

The FSI design dimensions are indicated in Figure 9.8.3. The wall shown in Figure 9.8.3 above the FSI

opening reduces the tendency for surface vortices when the FSIs are installed in individual bays. The wall is not necessary for unrestricted approach flow conditions.

$$S/D = 1.0 + 2.3 F_D$$

Where:

S is the distance from the minimum recommended liquid level to the centerline of the FSI opening in the elevation view

9.8.2.2.3 Application standards

Minimum submergence (see Section 9.8.7) is calculated as follows:

Table 9.8.1 — Recommended dimensions for Figures 9.8.1 and 9.8.2

Dimension Variable	Description	Recommended Value
A	Distance from the pump inlet bell centerline to the intake structure entrance	A = 5D minimum, assuming no significant cross-flow ^a at the entrance to the intake structure
a	Length of constricted bay section near the pump inlet	a = 2.5D minimum
B	Distance from the back wall to the pump inlet bell centerline	B = 0.75D
C	Distance between the inlet bell and floor	C = 0.3D to 0.5D
D	Inlet bell design outside diameter	See Section 9.8.6
H	Minimum liquid depth	H = S + C
h	Minimum height of constricted bay section near the pump inlet bell	h = (greater of H or 2.5D)
S	Minimum pump inlet bell submergence	S = D(1.0 + 2.3 F _D) (see Section 9.8.7 for detailed discussion on determining minimum submergence)
W	Pump inlet bay entrance width	W = 2D minimum
w	Constricted bay width near the pump inlet bell	w = 2D
X	Pump inlet bay length	X = 5D minimum, assuming no significant cross-flow at the entrance to the intake structure
Y	Distance from pump inlet bell centerline to the through-flow traveling screen	Y = 4D minimum. Dual-flow screens require a model study
Z ₁	Distance from pump inlet bell centerline to diverging walls	Z ₁ = 5D minimum, assuming no significant cross-flow ^a at the entrance to the intake structure
Z ₂	Distance from inlet bell centerline to sloping floor	Z ₂ = 5D minimum
α	Angle of floor slope	α = -10 to +10 degrees
β	Angle of wall convergence	β = 0 to +10 degrees (Negative values of β, if used, require flow distribution devices developed through a physical model study)
φ	Angle of convergence from constricted area to bay walls	φ = 10 degrees maximum

^a Cross-flow is considered significant when V_C > 0.5 V_X average

D is the diameter of a circle having an area equivalent to the rectangular FSI opening, $D = [(4/\pi)WH_f]^{0.5}$

V used in F_D , is the average velocity through the FSI opening

The circular geometry results in a smaller circumference, and hence minimizes excavation and construction materials for a given sump volume. The circular geometry lends itself to the use of the caisson construction technique. The availability of prefabricated circular construction elements has made this design the most popular for smaller pump stations. Fully equipped prefabricated pump stations often have a circular design for the above reasons.

9.8.2.3 Circular pump stations (clear liquids)

9.8.2.3.1 General

A circular design is suitable for many types and sizes of pump stations. It can be used with most types of pumps and for most types of liquids. A circular design may offer a more compact layout that often results in reduced construction costs.

The recommended designs of circular stations are categorized in two groups: duplex and triplex. Stations with four or more pumps are not addressed in the standard because of complex flow patterns; such designs require a model study. Circular pump sumps for flows exceeding 315 l/s (5000 gpm) per pump require a model test.

Table 9.8.2 — Design sequence, rectangular intake structures

Design Step	Description
1	Consider the flow patterns and boundary geometry of the body of liquid from which the pump station is to receive flow. Compare with the approach flow condition described in Section 9.8.2.1.1 and determine from Section 9.8.5.1 if a hydraulic model study is required.
2	Determine the number and size of pumps required to satisfy the range of operating conditions likely to be encountered.
3	Identify pump inlet bell diameter. If final bell diameter is not available, use the relationship in Figure 9.8.25 to obtain the inlet bell design diameter
4	Determine the bell-floor clearance, see Figure 9.8.1. A good preliminary design number is 0.5D.
5	Determine the required bell submergence, using the relationship in Section 9.8.7.
6	Determine the minimum allowable liquid depth in the intake structure from the sum of the floor clearance and the required bell submergence.
7	Check bottom elevation near the entrance to the structure and determine if it is necessary to slope the floor upstream of the bay entrance.
8	Check the pump bay velocity for the maximum single-pump flow and minimum liquid depth with the bay width set to 2D. If bay velocity exceeds 0.5 m/s (1.5 ft/s), then increase the bay width to reduce to a maximum flow velocity of 0.5 m/s (1.5 ft/s).
9	If it is necessary to increase the pump bay width to greater than 2D, then decrease bay width in the vicinity of the pumps according to Figure 9.8.2.
10	Compare cross-flow velocity (at maximum system flow) to average pump bay velocity. If cross-flow value exceeds 50% of the bay velocity, a hydraulic model study is necessary.
11	Determine the length of the structure and dividing walls, giving consideration to minimum allowable distances to a sloping floor, screening equipment, and length of dividing walls. If dual flow traveling screens or drum screens are to be used, a hydraulic model study is required (see Section 9.8.5.1, Need for Model Study).
12	If the final selected pump bell diameter and inlet velocity is within the range given in Section 9.8.6, the sump dimensions (developed based on the inlet bell design diameter) need not be changed and will comply with these standards.

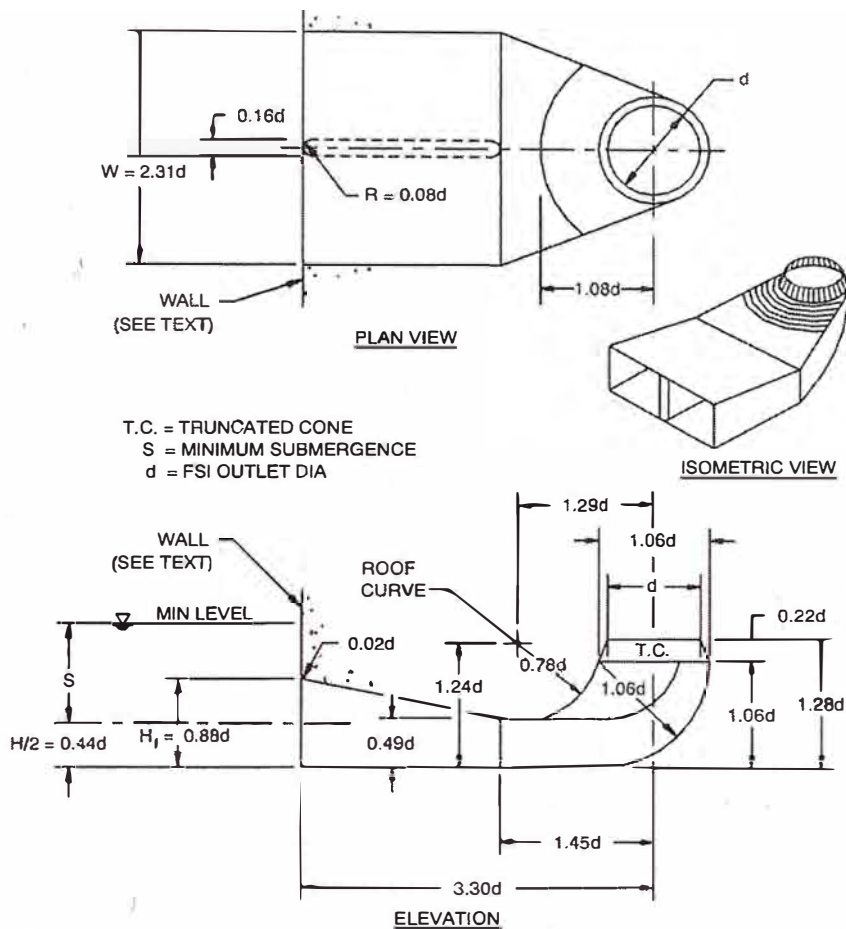


Figure 9.8.3 — Type 10 formed suction intake

9.8.2.3.2 Recommendations for dimensioning circular pump stations

9.8.2.3.2.1 Nomenclature

- C_f = Floor clearance
- C_w = Wall clearance
- C_b = Inlet bell or volute clearance (as applicable)
- D_s = Sump diameter
- D_b = Inlet bell or volute diameter (as applicable)
- S = Submergence, the vertical distance from minimum sump liquid level to pump inlet, usually pump inlet bell (see Section 9.8.7 for details).

9.8.2.3.2.2 Floor clearance C_f

The floor clearance should not be greater than necessary, because excessive floor clearance increases the occurrence of stagnant zones as well as the sump depth at a given submergence. The conditions that determine the minimum floor clearance (C_f) are the risk of increasing inlet head loss and flow separation at the bell. Submerged vortices are also sensitive to floor clearance. Recommended floor clearance is between $0.3D$ and $0.5D$.

9.8.2.3.2.3 Wall clearance C_w

The minimum clearance between an inlet bell or a pump volute and a sump wall is $0.25D$ or at least 100 mm (4 inches).

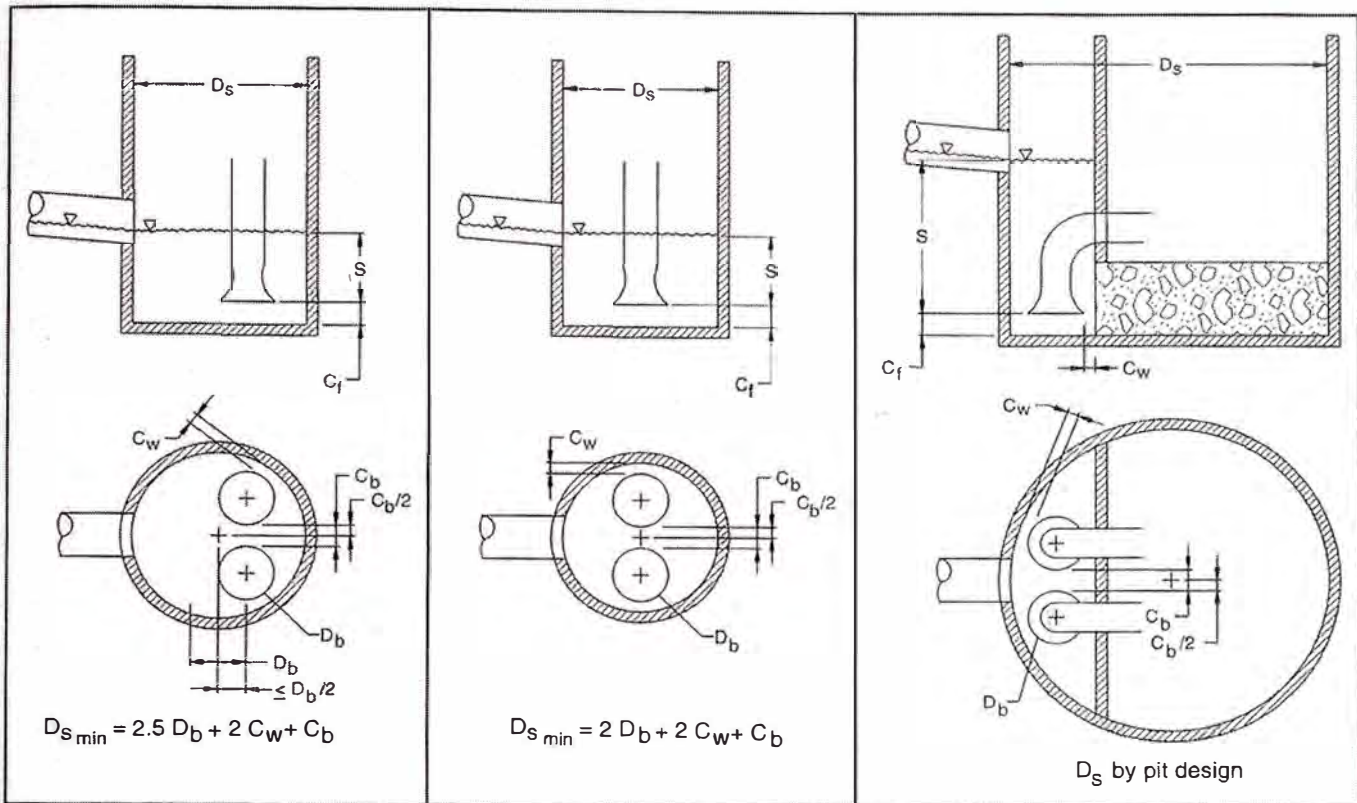


Figure 9.8.4A — Wet pit duplex sump with pumps offset

Figure 9.8.4B — Wet pit duplex sump with pumps centerline

Figure 9.8.4C — Dry pit/wet pit duplex sump

9.8.2.3.2.4 Inlet bell clearance C_b

The minimum clearance between adjacent inlet bells or volutes (as applicable) is 0.25D or at least 100 mm (4 inches).

9.8.2.3.2.5 Sump diameter D_s

Minimum sump diameter shall be as indicated for each type of pump sump as shown in Figures 9.8.4A through 9.8.5C.

9.8.2.3.2.6 Inlet bell or volute diameter D_b

This parameter is given by the proposed pump type and model.

For submersible and other pumps with a volute in the wet pit, use the volute diameter.

For pumps without a volute in the wet pit, use the inlet bell diameter.

9.8.2.3.2.7 Inflow pipe

The inflow pipe shall not be placed at an elevation higher than that shown in the figures. This placement

minimizes air entrainment for liquid cascading down into the sump from an elevated inflow pipe. It is important to position the inflow pipe(s) radially and normal to the pumps, as shown in the figures, to minimize rotational flow patterns. For the last five pipe diameters before entering the sump, the inflow pipe(s) shall be straight and have no valves or fittings.

9.8.2.4 Trench-type intakes (clear liquids)

This section establishes criteria for design of trench-type wet wells using both formed suction and bell-type pump inlets for clear liquid applications.

9.8.2.4.1 General

Trench-type wet wells differ from rectangular intake structures (see Section 9.8.2.1) by the geometry used to form a transition between the dimensions of the influent conduit or channel and the wet well itself. As illustrated in Figures 9.8.6 and 9.8.7, an abrupt transition is used to create a confined trench for the location of the pump inlets.

While only limited modeling work has been conducted on trench-type wet wells, successful applications with individual pump capacities as great as 4730 l/s

(75,000 gpm) and installation capacities of 14,200 l/s (225,000 gpm) have been constructed for centrifugal pumps. Axial and mixed flow applications of the trench-type wet well include individual pump capacities of 2900 l/s (46,000 gpm) and total installation capacities of up to 12,000 l/s (190,000 gpm). Most

applications of the trench-type design have been with the incoming flow directed along the wet well's long axis (coaxial). Model studies shall be conducted for any installation with individual pump capacities exceeding 2520 l/s (40,000 gpm) or stations with capacities greater than 6310 l/s (100,000 gpm).

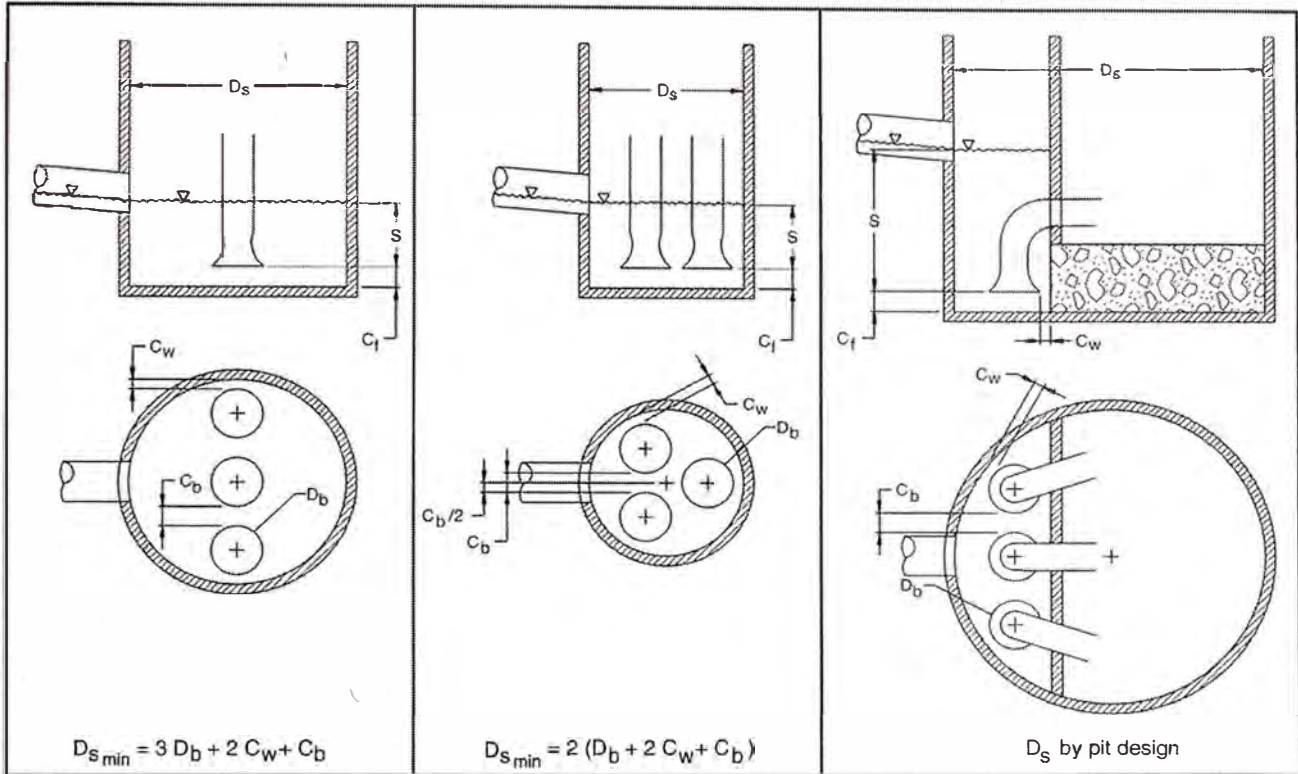


Figure 9.8.5A — Wet pit triplex sump, pumps in line

Figure 9.8.5B — Wet pit triplex sump, compact

Figure 9.8.5C — Dry pit/wet pit triplex sump

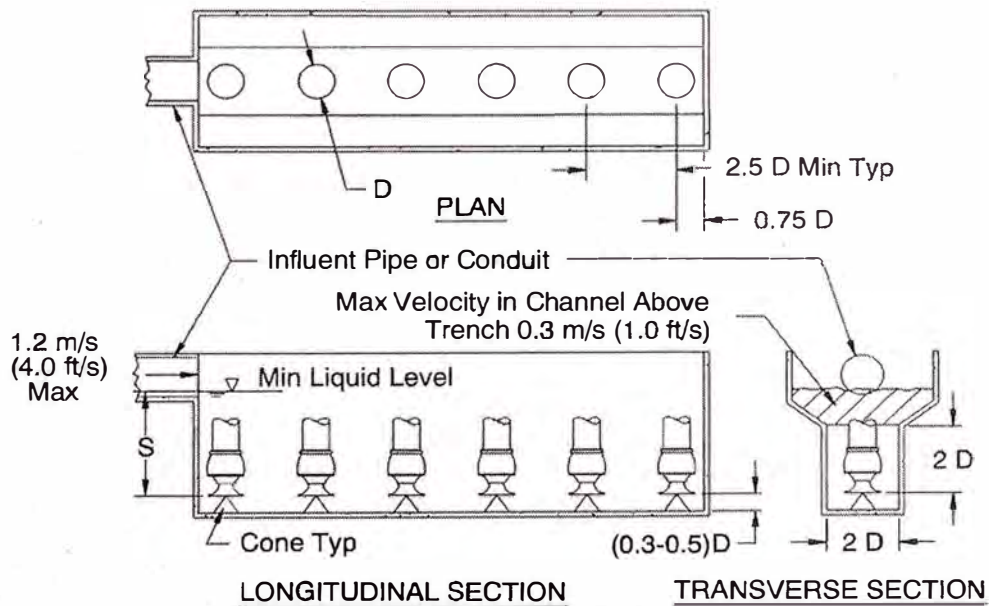


Figure 9.8.6 — Trench-type wet well

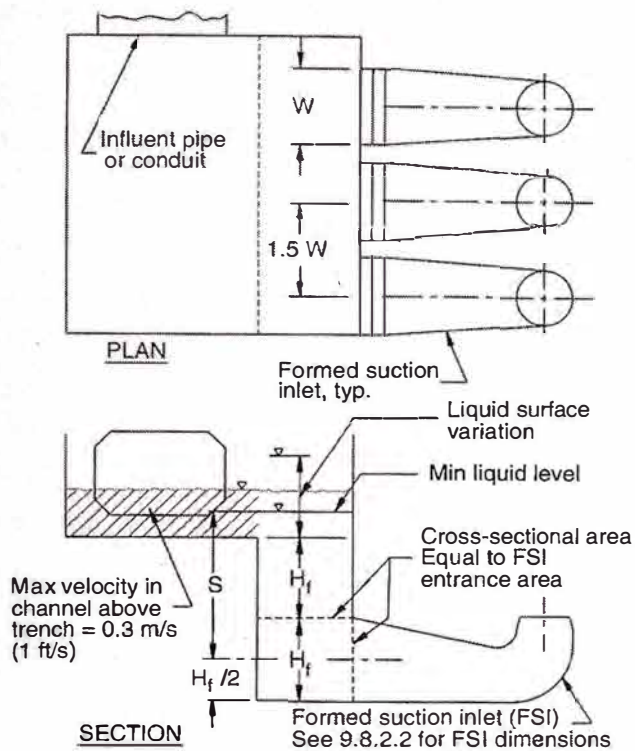


Figure 9.8.7 — Trench-type wet well with formed suction inlet

9.8.2.4.2 Objectives

The purpose of the trench-type wet well is to shield the pump intakes from the influence of the concentrated inflow. The shielding is accomplished by locating the inlets well below the invert elevation of the influent channel or conduit.

9.8.2.4.3 Orientation

It is preferable to align the long axis of the wet well with the centerline of the upstream conduit or channel. Offset centerlines are not recommended. The approach conduit can be normal to the axis of the trench as long as careful attention is given to the approach velocity. The approach velocity is limited for each orientation. See Section 9.8.2.4.4.

9.8.2.4.4 Approach velocity

The velocity in the approach channel or conduit, upstream from the wet well, shall be no greater than 1.2 m/s (4.0 ft/s) with the axis of the channel or conduit coaxial with the axis of the wet well. If the axis of the channel or conduit is normal to the axis of the trench, a maximum velocity of 0.6 m/s (2.0 ft/s) is recommended.

9.8.2.4.5 Width

The recommended width of the bottom of the trench for trench-type wet wells is twice the diameter of the pump intake bell. The width of the sump above the trench must be expanded to produce an average limiting velocity in the trapezoidal area above the trench of 0.3 m/s (1.0 ft/s). See Figure 9.8.6.

9.8.2.4.6 Intake submergence

See Submergence, Section 9.8.7

9.8.2.4.7 End wall clearance

Clearance between the centerline of the intake bell and the end walls of the trench should be 0.75D.

9.8.2.4.8 Floor clearance

Clearance between the floor of the trench and the rim of the inlet bell shall be 0.3D to 0.5D. Floor cones are recommended under each of the pump inlet bells. See Paragraph 9.8.3.2.3.2 for solids-bearing liquids.

9.8.2.4.9 Centerline spacing

Centerline spacing of adjacent intake bells shall be no less than 2.5D.

9.8.2.4.10 Inlet conduit elevation

The elevation of the incoming conduit shall be adjusted so that a cascade is avoided at the minimum liquid level.

9.8.2.5 Suction tanks

9.8.2.5.1 General

This standard applies to partly filled tanks, pressurized or non-pressurized, handling non-solids bearing liquids where the outflow occurs with or without simultaneous inflow. The following design features are considered:

Tank Geometry

- Vertical Cylindrical
- Horizontal Cylindrical
- Rectangular

Outlet Orientation and Location

- Vertical, Downwards
- Horizontal, Side
- Horizontal, Bottom
- Vertical, Upwards

Outlet Configuration

- Flush With Tank Interior Surface
- Protruding Through Tank Interior Surface

Outlet Fitting

- Straight
- Cone
- Bell

9.8.2.5.2 Objectives

The purpose of this standard is to recommend features of tank connections to minimize air or gas entrainment during the pumping process. It is assumed that the pump is far enough downstream of the tank outlet, such that flow irregularities are dissipated.

9.8.2.5.3 Discussion

Due to the formation of vortices inside the tank, air or gas entrainment can occur in pump suction tanks, even when the tank outlet is totally submerged. Severe cases of air entrainment can cause erratic or noisy pump operation or reduction in pump performance. A pump is affected by entrained air that can collect, and in severe cases, block the impeller eye and cause loss of prime.

The extent of air entrainment, caused by vortex formation in a suction tank, depends on the vortex strength, submergence of the tank outlet, and the fluid velocity in the tank outlet. Vortices may occur in tanks under vacuum or pressure, whether or not the level is varying or steady due to inflow.

9.8.2.5.4 Principles

See Figure 9.8.8, examples 1 through 4. The recommended minimum submergence *S* of the outlet fitting below the free surface of the liquid within the tank to prevent air core vortices, given tank outlet diameter *D*, may be obtained from the relationship

$$S/D = 1.0 + 2.3 F_D$$

Where:

$$F_D = \text{Froude number} = V / (gD)^{0.5}$$

D = outlet fitting diameter

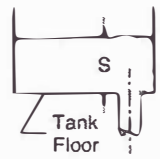
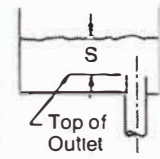
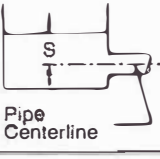
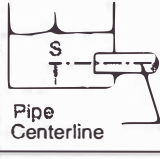
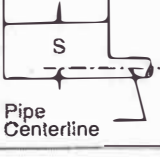
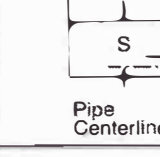
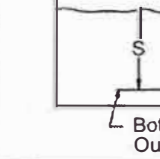
V = outlet fitting velocity

g = acceleration of gravity

For further discussion of submergence, see Section 9.8.7

9.8.2.5.5 Application options

Whereas Figure 9.8.8, examples 1 through 4 show how the calculated submergence value is to be applied, Figure 9.8.9, examples 5 through 8 show where values of *V* and *D* are obtained for the three types of outlet fitting designs: straight, cone-shaped, and bell-shaped. If the desired minimum submergence is less than that calculated by the above relationship, the outlet size, and therefore fluid velocity, may be adjusted to reduce the required minimum submergence. It may be desirable to use a bell-shaped or cone-shaped fitting to reduce the head loss in the fitting. In such cases, shown in Figure 9.8.9, examples 5 through 8, the largest diameter of the fitting is used in the above equations to calculate velocity, *V*. Owing to the uncertain approach conditions typically encountered in a closed tank or vessel, outlet vortex breakers as illustrated in Appendix A, Figure A.12, should be considered.

Direction of Tank Outlet	Outlet Configuration (Flush or Protruding)	
	a) Flush With Tank Interior	b) Protruding Through Tank Interior
1) Vertically Downwards Bottom Outlet		
2) Horizontal, Side Outlet		
3) Horizontal, Bottom Outlet		
4) Vertically Upwards		

Note: Straight-type fittings shown, other fitting types may be used as shown in Figure 9.8.9.

Figure 9.8.8 — Datum for calculation of submergence

9.8.2.5.6 NPSH considerations

All the head losses incurred from the free liquid surface to the pump inlet must be considered when calculating the NPSH available for the pump.

9.8.2.5.7 Simultaneous inflow and outflow

In general, tanks should not have the inlet pipe close to the tank outlet when inflow and outflow occur simultaneously. Suitable baffling or other flow distribution devices may be required to isolate the outlet or reduce the inlet effects on flow patterns. Special attention should also be given to the design to avoid air entrainment with a non-submerged inlet pipe.

9.8.2.5.8 Multiple Inlets or Outlets

The design of tanks with multiple inlets and/or outlets should be such that unsatisfactory flow interaction does not occur. Baffling or other flow distribution devices may be required to eliminate such effects.

9.8.2.6 Can and submersible vertical turbine pump intakes (clear liquids)

9.8.2.6.1 General

A can pump is a pump that has a barrel around the pumping unit.

The purpose of this section is to establish criteria for the design of clear liquid intakes for open bottom and closed bottom can vertical turbine pumps as well as for submersible (well motor driven) vertical turbine pumps. It is necessary to avoid designs to simply fit into a piping arrangement without considering flow patterns to the can inlet or in the barrel itself. For submersible vertical turbine pumps, the cooling of the immersed motor must also be considered.

The intake design information provided is for vertical turbine type pumps less than 5000 specific speed (US units). Higher specific speed vertical mixed flow and propeller pumps may perform in a barrel; however; they are more sensitive to hydraulic suction design. Refer to the pump manufacturer for specific can intake designs for these pumps.

9.8.2.6.2 Objective

The following provides guidelines to avoid unfavorable flow conditions for both open bottom and closed bottom vertical turbine can pump intakes.

9.8.2.6.3 Design considerations

It is necessary to design the can intake such that the first stage impeller suction bell inflow velocity profile is uniform. An asymmetrical velocity profile may result in hydraulic disturbances, such as swirling, submerged vortices and cavitation, that may result in performance degradation and accelerated pump wear.

It is recommended that the vertical pump be allowed to hang freely suspended and without restraining attachments to its vertical pump can (riser). However, if it is necessary to install restraining attachments between the pump and barrel, such as for seismic compliance, binding of the pump must be avoided.

The pump manufacturer should be consulted regarding the design of any component that affects the pump hydraulic intake performance. These include the suction barrel, 90° turning vane elbow and vortex suppressor.

Direction of Tank Outlet	Type of Outlet Fitting (Straight, Cone, or Bell)		
	a) Straight	b) Cone	c) Bell
5) Vertically Downwards (Bottom) Outlet			
6) Horizontal, (Side) Outlet			
7) Horizontal, (Bottom) Outlet			
8) Vertically Upwards			

Figure 9.8.9 — Definitions of V and D for calculation of submergence

9.8.2.6.4 Open bottom can intakes (Figure 9.8.10)

The minimum liquid level is considered a minimum operational level. When the pump is started, the minimum liquid level will reduce momentarily until the pump flow velocity is achieved. The intake piping must be large enough to limit draw down below the recommended minimum suction level to a period of less than 3 seconds during start-up.

Open bottom can intakes with flows greater than 315 l/s (5000 gpm) per pump require a model test.

Example 1 - This pump intake configuration is particularly effective when liquid elevations (pump submergence) is limited. Flows through a horizontal suction header with velocities up to 2.4 m/s (8.0 ft/s) can be effectively directed into a vertical turbine pump by use of a 90° vaned elbow. Intake model tests for pump flows above 315 l/s (5000 gpm) are recommended.

The 90° turning vane inlet diameter (D) shall be sized to limit the inflow velocity to 1.5 m/s (5.0 ft/s). Attachment of a 90° vaned elbow to the horizontal header is recommended to provide hydraulic thrust restraint. Caution is necessary when using this intake configuration in liquids containing trash or crustaceans that attach to the turning vanes.

Example 2 - The vortex suppressor and pump are an integral assembly which can be removed for repair, cleaning and inspection. A vortex suppressor is necessary to break up abnormal flow patterns ahead of the pump suction bell. For vertical turbine pumps with rated flows less than 315 l/s (5000 gpm) the maximum horizontal header velocity is 1.8 m/s (6.0 ft/s) and the maximum riser velocity is 1.5 m/s (5.0 ft/s). The installation must allow the pump to hang centered in the vertical riser pipe.

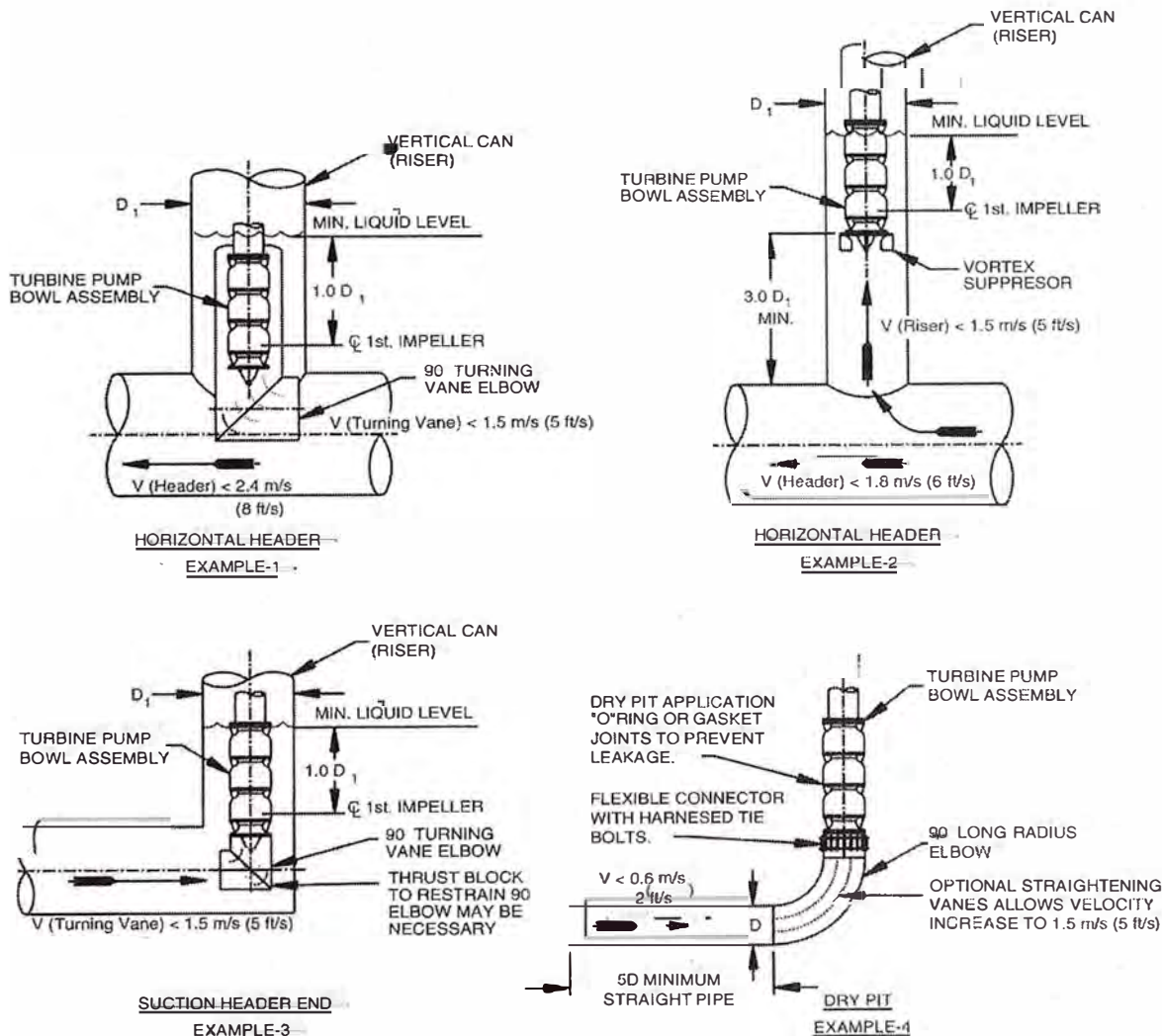


Figure 9.8.10 — Open bottom can intakes (pumps less than 315 l/s [5000 gpm])

Example 3 - When the vertical riser is located at the end of a suction header, a 90° vaned elbow must be used to direct flow into the pumps suction. This intake configuration is effective when liquid elevation (pump submergence) is limited. The 90° turning vane inlet diameter (D) shall be sized to limit the inflow velocity to 1.5 m/s (5.0 ft/s).

Example 4 - A 90° long radius elbow may be used at the end of a suction header to direct flow into the pump suction when velocities are less than 0.6 m/s (2.0 ft/s). Installing vanes in the elbow (although difficult) promotes a uniform velocity flow profile. Velocities up to 1.5 m/s (5.0 ft/s) are acceptable when the elbow is fully vaned.

A flexible joint between the pump suction and the elbow is recommended to isolate the pump from piping loads. Because this is a dry pit application, the joints throughout the pump should be sealed against leakage by the use of "O" rings, gaskets, etc.

9.8.2.6.5 Closed bottom can

The most typical can pump configurations are closed bottom. See Figure 9.8.11 for design recommendations with various inlet pipe positions relative to the bell.

Centering of the pump in relation to the can to avoid rotational flow being generated by non-uniform flow around a non-concentric pump is of particular importance. Care must be taken during installation of the

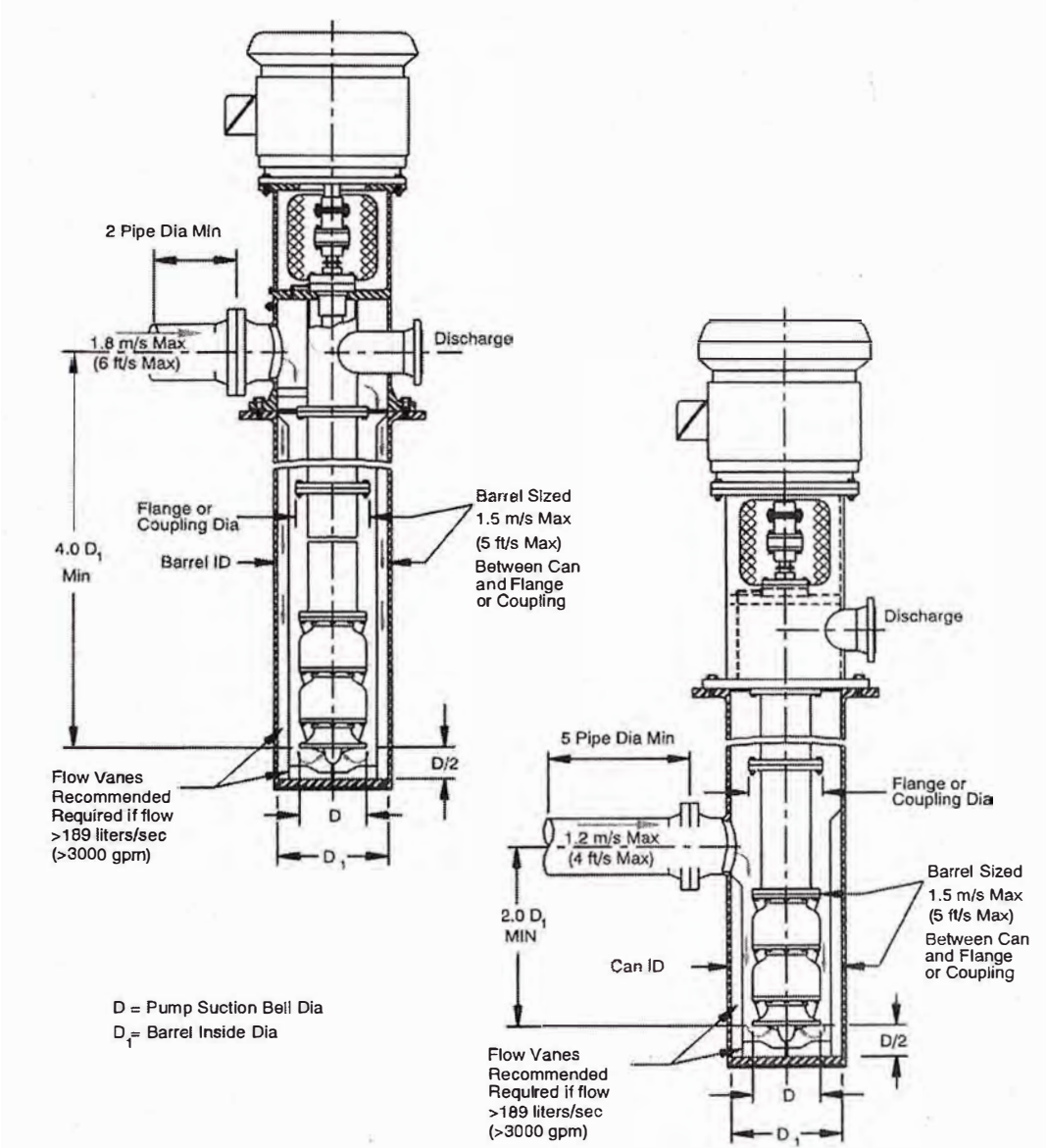


Figure 9.8.11 — Closed bottom can

barrel to assure concentricity of pump to barrel. Flow straightening vanes are suggested for all can intakes and shall be provided for pump capacities greater than 189 l/s (3000 gpm). A pair of vanes should be centered on the inlet to the barrel and extended to above the normal liquid level or to the top of the barrel, as applicable. The vanes should protrude as far as practical into the barrel. A set of vanes in the form of a cross should be provided under the pump bell. In some applications, the pump manufacturer may wish to use other methods to prevent swirling.

Because of the limited volume provided by a can type intake, surging of the liquid level within the barrel may be a problem when operating with a partially filled can.

The intake piping must be large enough to limit draw down below the recommended minimum liquid level to a period of less than 3 seconds during start-up.

9.8.2.6.6 Submersible pumps (well motor type)

Design criteria is provided for both wet pit type and closed bottom can below grade suction intakes. Proper placement of this type of submersible pump in a well is beyond the scope of this standard.

A submersible well type motor normally requires a minimum flow of liquid around the immersed motor to

provide for adequate motor cooling. For many applications a shroud is required to assure proper cooling flow around the motor. Sizing of the cooling shroud for internal flow velocities must be referred to the pump manufacturer. The top of the shroud must include a cover to restrict downward flow of liquid, while allowing for venting of air from the shroud.

The intake piping must be large enough to limit draw down below the recommended minimum liquid level to a period of less than 3 seconds during start-up.

The first stage impeller is located above both the strainer and motor. A suction case is located below the first stage impeller. The confined flow pathway provided by the motor cooling shroud is very desirable in developing a uniform flow to the first stage impeller. Therefore, placement of the wet pit type submersible per Section 9.8.2.1 is only necessary for flow rates above 315 l/s (5000 gpm).

9.8.2.7 Unconfined intakes

9.8.2.7.1 Scope

Unconfined intakes involve pumps installed on platforms or other structures where the intake lacks guide walls, walls of a sump or other flow guiding structures. Typical installations include intakes on rivers, canals or

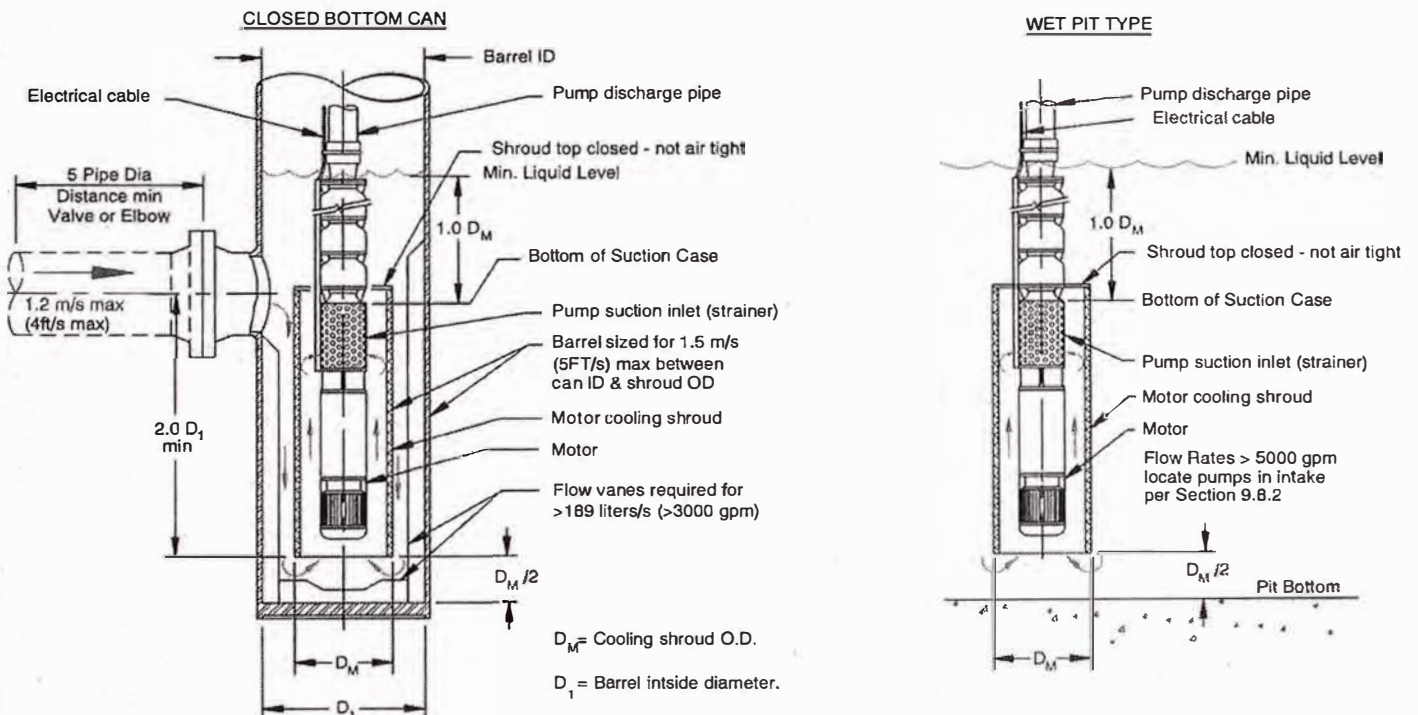


Figure 9.8.12 — Submersible vertical turbine pump

channels, intakes on lakes and pumps located on platforms for seawater systems.

9.8.2.7.2 Cross-flow velocities and pump location

Pumps with unconfined intakes are often located where a unidirectional cross-flow occurs, or on platforms where tidal variations may cause highly complex current conditions around the pump inlet bell. The minimum recommended distance from an obstruction to the pump suction in the direction of any current that could cause wake effects is five times the maximum cross-sectional dimension of the obstruction.

Cross-flow velocities shall be less than 25% of the bell velocity, but the designer may have little control over this variable. Installations with higher cross-flow velocities require special flow correction devices which are beyond this design standard (see Appendix A for reference information). For higher cross-flow velocities, supplemental lateral support of the pump may be required.

If debris or bottom sediments are not a problem, the inlet bell shall be located 0.3 to 0.5 D above the bottom to minimize submerged vortices. For applications where suspension of bottom debris may be a problem, a 5D minimum clearance is suggested.

For installations on platforms along the seashore, suspension of sand during storms is unavoidable due to wave action. In some cases, a bed of armor stone around the intake has proved useful in minimizing suspension of sediments. The design of such armor layers should be performed with the assistance of an engineer with experience in sediment transport and design of riprap protection, as the proper design of armor stone protection requires specialized techniques.

9.8.2.7.3 Debris and screens

Debris is of particular concern for unconfined intakes. Light debris loading may be accommodated by screens attached to the pump bell. Special design considerations are required to accommodate heavy debris loading.

Large floating debris and ice which could damage the pump is also of concern. A barrier may be required to protect the pump. These barriers should not introduce wake disturbances into the pump.

9.8.2.7.4 Submergence

$$S/D = 1.0 + 2.3 F_D$$

Where:

$$F_D = \text{Froude number} = V/(gD)^{0.5}$$

D = outlet fitting diameter

V = outlet fitting velocity

For further discussion of submergence, see Section 9.8.7.

9.8.3 Intake structures for solids-bearing liquids

9.8.3.1 General

Wet wells for solids-bearing liquids require special considerations to allow for the removal of floating and settling solids. These considerations include wet well geometry and provisions for cleaning of the structure to remove material that would otherwise be trapped and result in undesirable conditions.

9.8.3.1.1 Scope

This standard applies specifically to installations where the pumped liquid contains solids that may float or settle in the wet well. Fluids such as wastewater, industrial discharges, storm or canal drainage, combined wastewater, and some raw water supplies are included in this category.

9.8.3.1.2 Objectives

The objective of this standard is to introduce special design features recommended for wet wells used in solids-bearing liquid applications. These features are intended to eliminate or minimize accumulations of solids, thereby reducing maintenance. Organic solids accumulations not removed may become septic, causing odors, increasing corrosion, and releasing hazardous gases.

9.8.3.1.3 Principles

The main principle is to minimize horizontal surfaces in the wet well anywhere but directly within the influence of the pump inlets, thereby directing all solids to a location where they may be removed by the pumping equipment. Vertical or steeply sloped sides shall be provided for the transition from upstream conduits or channels to pump inlets. Trench-type wet wells (see Section 9.8.2.4) and circular plan wet wells (see Section 9.8.2.3), with some modifications as presented in this section, have been found to be suitable for this purpose.

9.8.3.1.4 Vertical transitions

Transitions between levels in wet wells for solids-bearing liquids shall be at steep angles (60° minimum for concrete, 45° minimum for smooth-surfaced materials such as plastic and coated concrete—all angles relative to horizontal) to prevent solids accumulations and promote movement of the material to a location within the influence of the currents entering the pump intakes. Horizontal surfaces should be eliminated where possible except near the pump inlet. See Figures 9.8.13 and 9.8.14.

9.8.3.1.5 Confined inlet

The horizontal surface immediately in front (for formed suction inlets) or below (for bell inlets) should be limited to a small, confined space directly in front of or below the inlet itself. To make cleaning more effective, the walls and floor forming the space must be confined so that currents can sweep floating and settled solids to the pump inlet. See Figure 9.8.17.

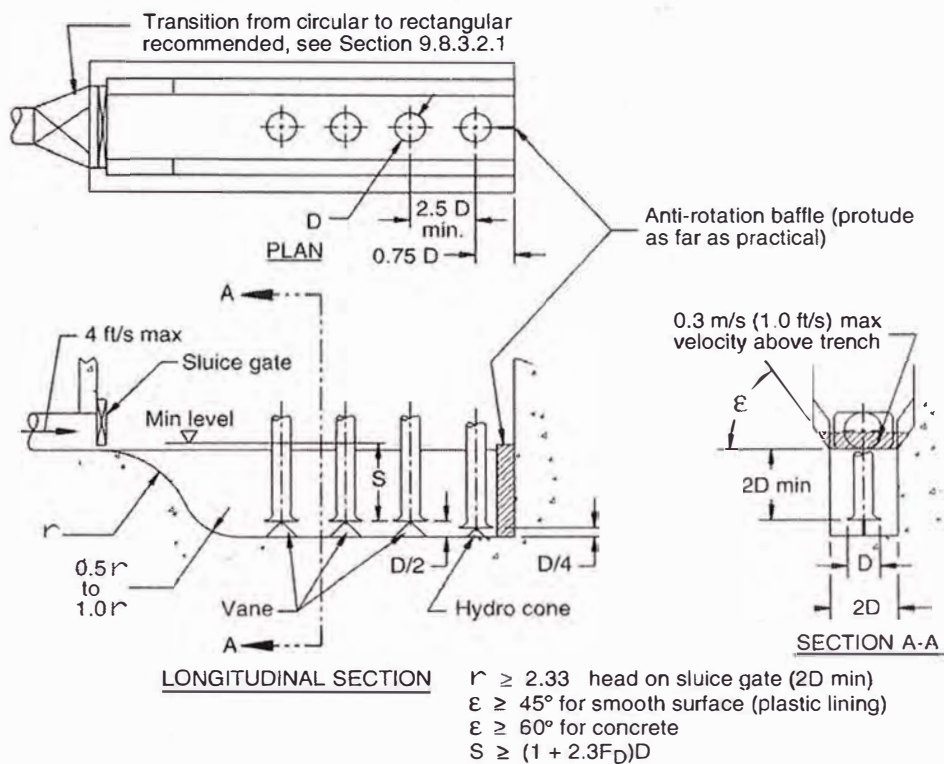


Figure 9.8.13 — Open trench-type wet well

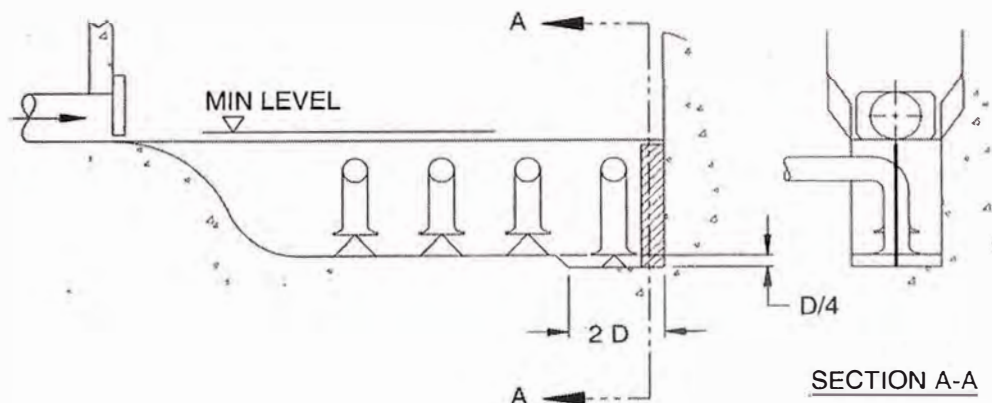


Figure 9.8.14 — Open trench-type wet well for pumps sensitive to loss of prime

9.8.3.1.6 Cleaning procedures

Removal of solids from wet wells, designed in accordance with these principles, can be achieved by operating the pumps selectively to lower the level in the wet well until the pumps lose prime. Both settled and floating solids are removed by the pumping equipment and discharged to the force main (or discharge conduit). This cleaning procedure momentarily subjects the pumps to vibration, dry running, and other severe conditions. Consult the pump manufacturer before selecting the pumping equipment. The frequency of cleaning cycles is dependent on local conditions, and therefore should be determined by experience at the site.

Alternatively, liquid jets or mixers positioned to create horizontal and vertical currents, can be used intermittently or continuously to maintain suspension and direct floating and settled solids toward the pump intakes. The solids are swept into the pump intake for removal. Caution should be exercised, when using jets or mixers, to avoid inducing continuous currents near pump inlets that could result in damage to the pumping equipment.

9.8.3.1.7 Wet well volume

Wet wells for variable speed pumping stations designed to match outflow with inflow need not be designed for storage, but rather only to accommodate the inlets and the geometry required for velocity limitations and cleaning.

Wet wells for constant speed pumps should be constructed to minimize size for economy and to facilitate cleaning. One approach is to provide storage for pump regulation in the upstream conduit or channel, as well as in the wet well itself. Refer to Appendix B for guidance on sump volume for constant speed pumps and Appendix C for storage in the upstream conduit.

9.8.3.2 Trench-type wet wells for solids-bearing liquids

9.8.3.2.1 General

The purpose of this section is to establish criteria for design of trench-type wet wells for solids-bearing liquids such as stormwater, wastewater, and canal-type pumping stations.

9.8.3.2.2 Objectives

Trench-type wet wells have been successfully designed to provide for cleaning with the periodic

operation of the pumping equipment using a special procedure. This standard provides guidance on the geometry necessary to induce scouring velocities during the cleaning procedure. Experience has shown that trench-type wet wells with an ogee transition between the entrance conduit and the trench floor provides optimum geometry for efficient cleaning operations.

Refer to Sections 9.8.3.2.3 to 9.8.3.2.5 and Figure 9.8.13 for recommendations for trench-type wet wells. Trench-type wet wells can be used with both constant speed and variable speed pumping equipment.

There is no difference between wet wells for variable as compared with constant speed pumps, but there is a difference between inlet conduits for the two kinds of pumping stations. With variable speed pumps, there is no need for storage, because pump discharge equals inflow. Consequently, the water level in the wet well can be made to match the water level in the upstream conduit.

When constant speed pumps are used, the water level must fluctuate — rising when pumps are off and falling when they are running. There must be sufficient active storage to prevent excessive frequency of motor starts. As trench-type wet wells are inherently small and not easily adapted to contain large volumes of active storage, it is desirable to dedicate a portion of the upstream conduit to storage. The dedicated portion is called an “approach pipe.” It is usually 75 to 150 mm (3 to 6 inches) larger than the conduit upstream of the dedicated portion, and it is laid at a compromise gradient of 2% (although other gradients could be used.) At low water level, the velocity in the approach pipe is supercritical, thus leaving a large part of the cross section empty for storage as the water level rises. The design of approach pipes is not a part of these standards, but the essentials of design are given in Appendix C.

9.8.3.2.3 Open trench design

See Figure 9.8.13 for the arrangement of an open trench wet well.

9.8.3.2.3.1 Inlet transition

The ogee spillway transition at the inlet to the wet well trench is designed to convert potential energy in the influent liquid to kinetic energy during the wet well cleaning cycle. The curvature at the top of the spillway should follow the trajectory of a free, horizontal jet issuing from under the sluice gate and discharging

approximately 75% of the flow rate of the last pump. The radius of the curvature, r , shall be at least 2.3 times the pressure head upstream of the sluice gate during cleaning. The radius of curvature at the bottom of the ogee need be large enough only for a smooth transition to horizontal flow; $0.5 r$ to $1.0 r$ is sufficient.

To produce smooth flow down the ogee ramp and avoid standing waves, the discharge under the sluice gate should be uniform in depth across the 2D width of the trench. Either (1) a short transition from a circular to a rectangular section, as shown in Figure 9.8.13 or (2) a short rectangular recess in front of the sluice gate is recommended.

9.8.3.2.3.2 Inlet floor clearance

All bell-type pump inlets, except that farthest from the wet well inlet, shall be located $D/2$ above the floor of the wet well trench. The inlet for the last pump (farthest from the wet well inlet) shall be located $D/4$ above the floor of the trench. See Figure 9.8.13.

For pumps that may be sensitive to loss of prime (due to entrainment of air from surface vortices), the last pump inlet can be lowered by $D/4$ provided the floor near the intake is lowered by the same amount. See Figure 9.8.14 for this arrangement. All other dimensions and velocities for this arrangement shall comply with those given in Figure 9.8.13.

9.8.3.2.3.3 Inlet splitters and cones

Fin-type floor splitters aligned with the axis of the trench are recommended. They must be centered under the suction bells for all but the pump inlet farthest from the wet well entrance. A floor cone should be installed under the pump inlet farthest from the wet well inlet conduit or pipe as shown in Figure 9.8.13.

9.8.3.2.3.4 Anti-rotation baffle

An anti-rotation baffle at the last pump inlet, shown in Figure 9.8.13, is needed to ensure satisfactory performance during the cleaning cycle. The anti-rotation baffle should protrude towards the pump as far as practicable.

9.8.3.2.3.5 Cleaning procedure

Trench-type wet wells for solids-bearing liquids can be cleaned readily by stopping all pumps to store enough liquid for the cleaning process in the upstream conduit. When sufficient liquid is available, flow into the wet well should be limited to approximately 75 percent of

the flow rate of the last pump in the trench by adjusting the sluice gate. The pumps are operated to lower the liquid level to a minimum as rapidly as possible such that the stored liquid volume is sufficient to complete the cleaning cycle. As the liquid level in the wet well falls, the liquid attains supercritical velocity as it flows down the ogee spillway, and a hydraulic jump is formed at the toe. As the hydraulic jump moves along the bottom of the trench, the jump and the swift currents suspend the settled solids, causing them to be pumped from the trench. As the hydraulic jump passes under each pump intake, the pump loses prime and should be stopped.

9.8.3.3 Circular plan wet pit for solids-bearing liquids

9.8.3.3.1 Wet pit design

The design of the wet pit should adhere to the general recommendations given in Section 9.8.2.3. Additionally, the bottom of the wet pit shall have sloped surfaces around the inlet bells or pumps, as shown in Figures 9.8.15 and 9.8.16.

9.8.3.3.2 Accessories

The use of pump and sump accessories that cause collection or entrapment of solids should be limited to a practical minimum.

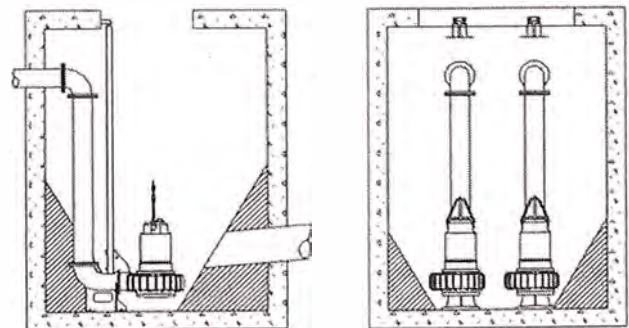
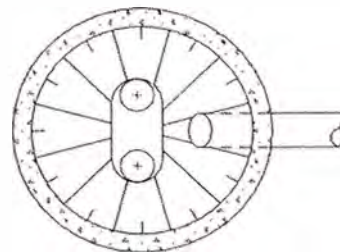


Figure 9.8.15 — Circular wet pit with sloping walls and minimized horizontal floor area (submersible pumps shown for illustration)

9.8.3.3.3 Cleaning procedure

The frequency of cleaning cycles is dependent on local conditions, and therefore should be determined by experience at the site. Removal of settled solids is effected each time a pump is activated, but removal of floating solids can only be accomplished when the liquid surface area is at a minimum and the pump intake submergence is low enough (0.5 to 1.0 D) to create a strong surface vortex (number 4 to number 6 in Figure 9.8.23). Such a submergence level is lower than that recommended in Section 9.8.7. Pumping under these severe conditions will cause noise, vibration, and high loads on the impeller and hence should be limited to brief, infrequent periods (refer to pump manufacturer's recommendation). The pumps should be stopped as soon as they lose prime, or as soon as the sump is free of floating debris.

9.8.3.4 Rectangular wet wells for solids-bearing liquids

9.8.3.4.1 General

The geometry of rectangular wet wells is not particularly suited for use with solids-bearing liquids, but with special provisions for frequent cleaning, such wet wells may be acceptable.

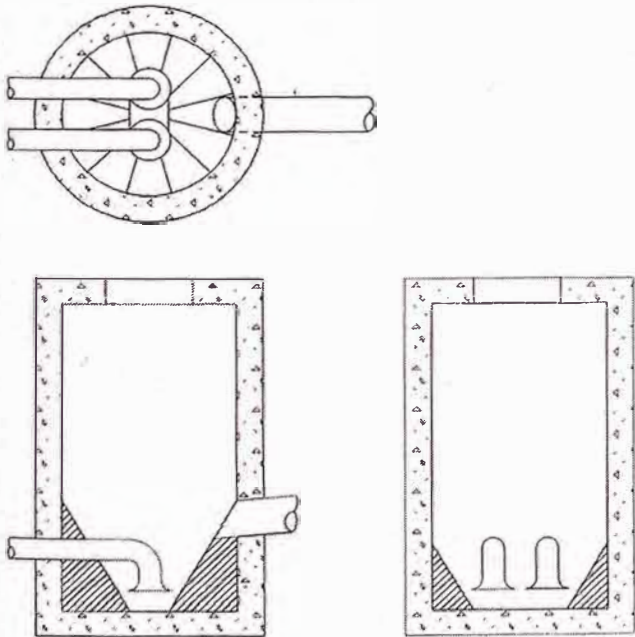


Figure 9.8.16 — Circular wet pit with sloping walls and minimized horizontal floor area (dry pit pumps)

9.8.3.4.2 Objectives

The objective of this section is to describe several means for minimizing or eliminating accumulations of solids before they interfere with the operation of the pumps or before they become septic and generate excessive odors that must be treated.

9.8.3.4.3 Control of sediments

Several means for controlling the accumulation of sediments are possible, such as:

- Designing the wet well to provide currents swift enough (e.g., 1.0 m/s [3.0 ft/s] or more) to carry settleable solids to the pump intakes. Such a means should be thoroughly investigated before a design is begun.
- Violent mixing to suspend sediments while the mixture is being removed by the main pumps. These methods include:
 - 1) Use of submerged mixers.
 - 2) Bypassing part of the pump discharge back into the wet well.
 - 3) Connecting the force main to a valve and then to the wet well. About half of the pump discharge is allowed to recirculate back into the wet well.
- Dewatering the wet well and sweeping solids to the pumps with a high-pressure hose.
- Vacuuming both floating and settled solids out of the wet well, usually by an external pump and hose.
- Dewatering one side of the wet well (if possible) and removing the solids.

9.8.3.4.4 Confined wet well design

In this arrangement each suction inlet bell is located in a confined pocket to isolate the pump from any flow disturbances that might be generated by adjacent pumps, to restrict the area in which solids can settle, and to maintain higher velocities at the suction inlet in order to minimize the amount of solids settling out of the flow.

See Figure 9.8.17 for the arrangement of a confined wet well.

9.8.3.4.4.1 Suction inlet clearance

All suction inlets shall be located $D/4$ above the floor of the wet well. The side walls of the individual cell should be 1.5 to $2.0 D$ in dimension. The depth of the individual cell must be a minimum of $2.0 D$ square. A cone shall be installed under each suction inlet.

9.8.3.4.4.2 Anti-rotation baffle

Anti-rotation baffles are required for individual flows in excess of 189 l/s (3000 gpm).

9.8.3.4.4.3 Cleaning procedure

Removal of settled solids from wet wells, designed in accordance with the Figure 9.8.17, can be achieved by operating the pumps one at a time at full speed for a duration of about two minutes. Typically, only one pump should be operated at a time to avoid excessive draw down of the liquid level in the sump.

The majority of floating solids are removed from the sump by operating the pumps one at a time at full speed while restricting the flow into the wet well to 80 to 60 percent of the flow rate of the pump at full speed. Adjusting the sluice gate is the normal method of flow

restriction. As the liquid level in the wet well falls, swift currents will suspend most of the floating debris, causing them to be pumped from the trench. The pump will eventually lose prime and must be stopped immediately.

Both settled and floating solids are removed by the pumping equipment and discharged to the force main (or discharge conduit). This cleaning procedure momentarily subjects the pumps to vibration, dry running, and other severe conditions. The frequency of cleaning cycles is dependent on local conditions, and therefore should be determined by experience at the site. Generally, the cleaning operation will take less than 5 minutes to perform and the duration between cleaning cycles would typically be 1 to 2 weeks.

9.8.4 Pump suction piping

9.8.4.1 General

This section provides information and design recommendations for suction piping, required for all pumping applications, except where the pump inlet is immersed in the liquid. Proper design of suction piping is critical in that it determines the uniformity of flow delivered to the pump. Disturbed inflow causes deterioration of pump performance and may shorten pump life due to vibration and cavitation. Discharge piping has virtually no effect on pump performance other than the head loss that it creates. In this section, the term "pipe fittings" refers to all types of plumbing fittings, such as bends, reducers, tee and wye connections, and all types of valves.

This standard is intended to provide design recommendations such that the pump will receive inflow of sufficient uniformity to perform its intended duty. Other piping considerations, such as head loss, material selection, costs, and space requirements also need to be considered and are not covered here.

9.8.4.2 Principles

The ideal flow entering the pump inlet should be of a uniform velocity distribution without rotation and stable over time. This ideal flow is often referred to as undisturbed flow, and it can be achieved by controlling pipe lengths and the type and location of fittings in the suction piping system. The suction piping should be designed such that it is simple with gentle transitions if changing pipe sizes. Transitions resulting in flow deceleration at the pump shall not be used.

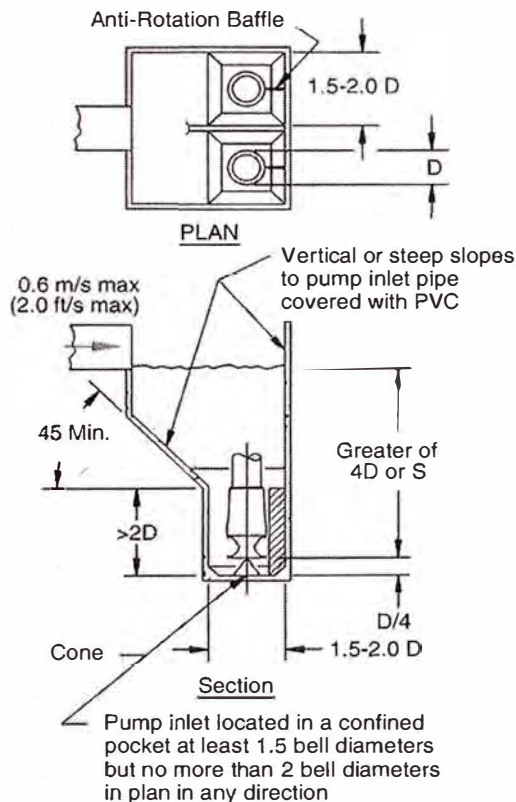


Figure 9.8.17 — Confined wet wall design

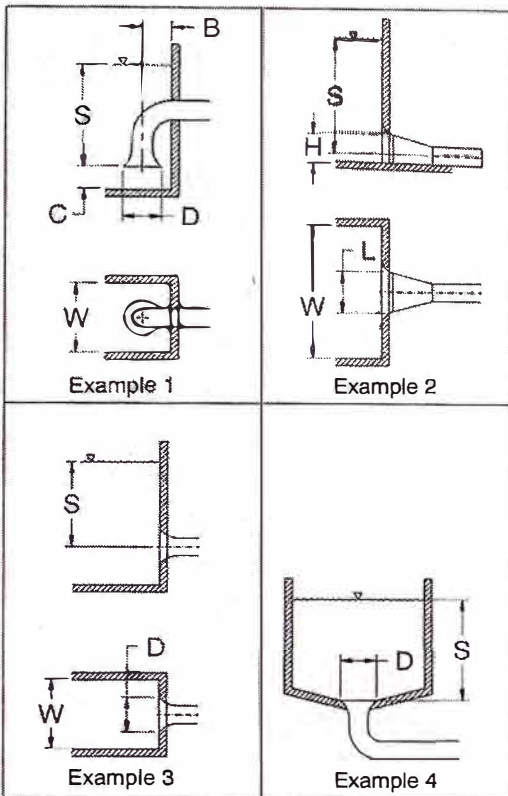


Figure 9.8.18 — Common intakes for suction piping showing submergence datum references

The velocities recommended in Section 9.8.4.3 shall be adhered to while keeping in mind that higher velocities increase head loss and thus decrease the NPSH available at the pump inlet.

The effect of disturbed flow conditions at the inlet bell, i.e., at the beginning of the suction piping, tend to diminish with distance. Short suction piping is less effective in moderating disturbances before the flow reaches the pump. Good inflow conditions at the inlet bell exists if the intake is designed following recommendations in other parts of this standard. See Figure 9.8.18. The recommended inlet bell velocity is specified in Table 9.8.3.

Part of the suction piping system can be subjected to pressures below atmospheric. It is, therefore, important to ensure that all fitting joints are tight, because air entrainment on the suction side may cause a reduction in pump performance and can be difficult to detect. Manifolds and suction headers are covered in Section 9.8.4.3.1.

Table 9.8.3 — Acceptable velocity ranges for inlet bell diameter “D”

Pump Flow Range Q, l/s	Recommended Inlet Bell Design Velocity, m/s	Acceptable Velocity Range, m/s
< 315	V = 1.7	0.6 ≤ V ≤ 2.7
≥ 315 < 1260	V = 1.7	0.9 ≤ V ≤ 2.4
≥ 1260	V = 1.7	1.2 ≤ V ≤ 2.1

NOTE: See Figure 9.8.25A for corresponding inlet diameters (OD), calculated according to $D = [Q/(785V)]^{0.5}$

Pump Flow Range Q, gpm	Recommended Inlet Bell Design Velocity, ft/s	Acceptable Velocity Range, ft/s
< 5,000	V = 5.5	2 ≤ V ≤ 9
≥ 5,000 < 20,000	V = 5.5	3 ≤ V ≤ 8
≥ 20,000	V = 5.5	4 ≤ V ≤ 7

NOTE: See Figure 9.8.25B for corresponding inlet diameters (OD), calculated according to $D = (0.409Q/V)^{0.5}$

9.8.4.3 Recommendations

The maximum recommended velocity in the suction piping is 2.4 m/s (8.0 ft/s). Velocities may be increased at the pump suction flange by the use of a gradual reducer. Higher velocities are acceptable providing the piping design delivers a smooth inlet flow to the pump suction as required in Section 9.8.5.6. The velocity in the suction piping should be constant or increasing as the flow approaches the pump.

For many common solids-bearing liquids, a velocity of about 1.0 m/s (3.0 ft/s) is required to prevent sedimentation in horizontal piping. A velocity as low as 0.6 m/s (2.0 ft/s) is generally sufficient for organic solids.

There shall be no flow disturbing fittings (such as partially open valves, tees, short radius elbows, etc.) closer than five suction pipe diameters from the pump. Fully open, non-flow disturbing valves, vaned elbows, long radius elbows and reducers are not considered flow disturbing fittings (refer to Figures 9.8.19 and 9.8.20).

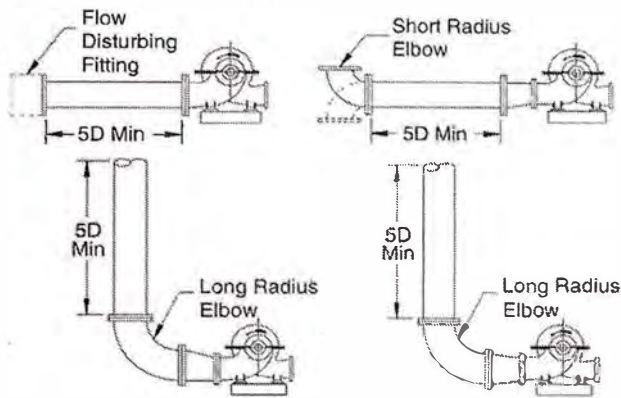


Figure 9.8.19 — Recommended suction piping near pump, all pump types ($D = \text{pipe diameter}$)

The suction pipe size is usually a larger diameter than the suction fitting on the pump. In such cases, a concentric or eccentric reducer is fitted to accommodate the difference in pipe size. For horizontal suction piping, the flat side of an eccentric reducer shall be located on the top. For vertical piping without bends near the pump, a concentric reducer is recommended.

9.8.4.3.1 Suction headers

A suction header, also called a suction manifold, is required when two or more pumps are fed from one common suction intake. Take-offs directly opposite each other are not allowed. The maximum velocity allowed in the suction header is 2.4 m/s (8.0 ft/s). If the ratio of the take-off diameter to the header diameter is equal to or greater than 0.3, then the minimum spacing between take-offs is 2 header diameters. If that same ratio is less than 0.3, the minimum spacing between take-offs is 3 take-off diameters. See Figure 9.8.22.

9.8.4.3.2 Submergence

For submergence of the suction header intake bell, see Section 9.8.7 and Figure 9.8.18 for calculation methods and datum references for S and D.

9.8.5 Model tests of intake structures

9.8.5.1 Need for model study

A properly conducted physical model study is a reliable method to identify unacceptable flow patterns at the pump suction for given sump or piping designs and to derive acceptable intake sump or piping designs. Considering the cost for a model study, an evaluation

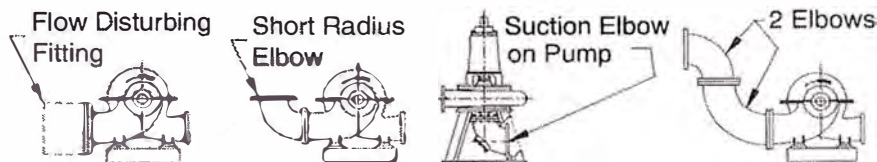


Figure 9.8.20 — Examples of suction pipe fittings near pump that require approval of the pump manufacturer

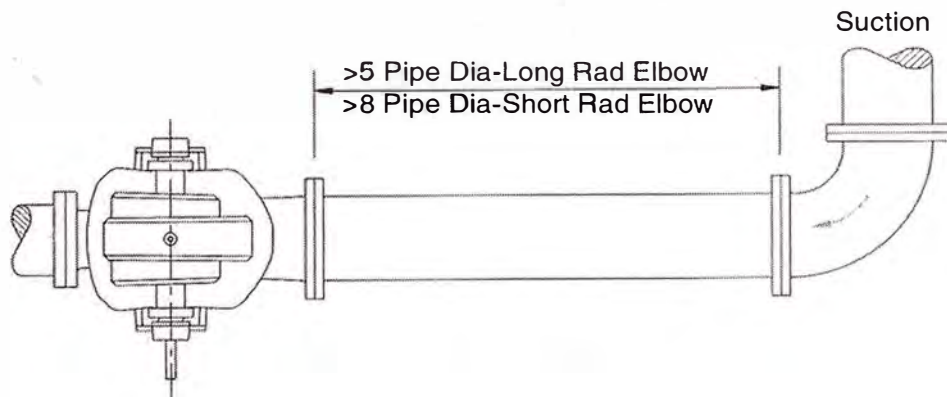


Figure 9.8.21 — Recommended suction piping for double suction pumps with the elbow in the same plane as the impeller shaft

is needed to determine if a model study is required. A physical hydraulic model study shall be conducted for pump intakes with one or more of the following features:

- Sump or piping geometry (bay width, bell clearances, side wall angles, bottom slopes, distance from obstructions, the bell diameter or piping changes, etc.) that deviates from this design standard.
- Non-uniform or non-symmetric approach flow to the pump sump exists (e.g., intake from a significant cross-flow, use of dual flow or drum screens, or a short radius pipe bend near the pump suction, etc.).
- The pumps have flows greater than 2520 l/s (40,000 gpm) per pump or the total station flow with all pumps running would be greater than 6310 l/s (100,000 gpm).
- The pumps of an open bottom barrel or riser arrangement have flows greater than 315 l/s (5000 gpm) per pump (see Section 9.8.2.6).
- Proper pump operation is critical and pump repair, remediation of a poor design, and the impacts of inadequate performance or pump failure all together would cost more than ten times the cost of a model study.

When evaluating the indirect impacts of inadequate performance or pump failures, the probability of failure

may be considered, such as by comparing the proposed intake design to other intakes of essentially identical design and approach flow which operate successfully. The model study shall be conducted by a hydraulic laboratory using personnel that have experience in modeling pump intakes.

9.8.5.2 Model objectives

Adverse hydraulic conditions that can affect pump performance include: free and sub-surface vortices, swirl approaching the pump impeller, flow separation at the pump bell, and a non-uniform axial velocity distribution at the suction.

Free-surface vortices are detrimental when their core is strong enough to cause a (localized) low pressure at the impeller and because a vortex core implies a rotating rather than a radial flow pattern. Sub-surface vortices also have low core pressures and are closer to the impeller. Strong vortex cores may induce fluctuating forces on the impeller and cavitation. Sub-surface vortices with a dry-pit suction inlet are not of concern if the vortex core and the associated swirling flow dissipate well before reaching the pump suction flange.

Pre-swirl in the flow entering the pump exists if a tangential component of velocity is present in addition to the axial component. Swirl alters the inlet velocity vector at the impeller vanes, resulting in undesired changes in pump performance characteristics, including potential vibration.

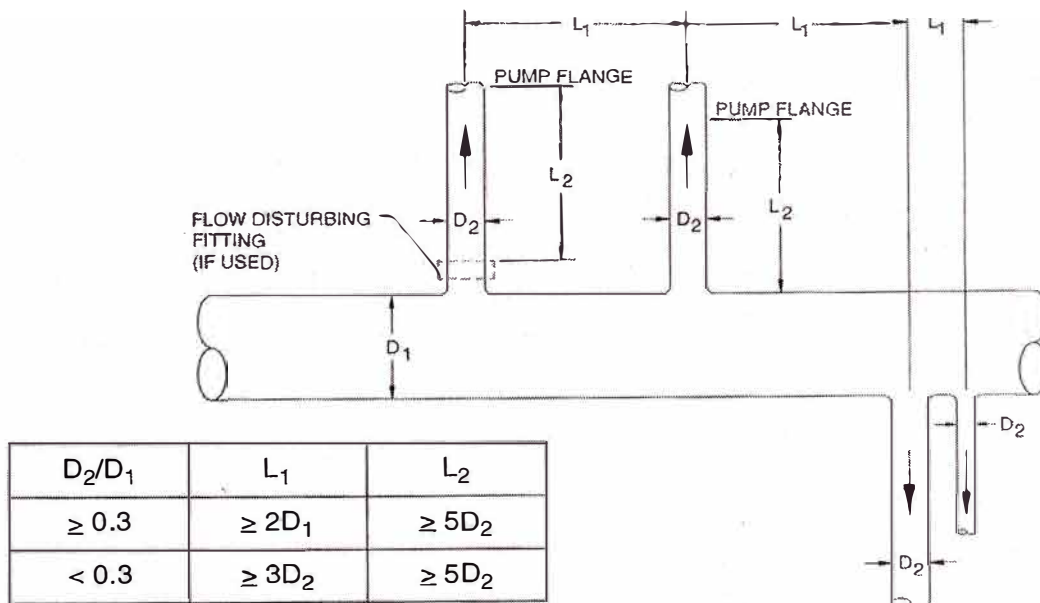


Figure 9.8.22 — Suction header design options

A reasonably uniform axial velocity distribution in the suction flow (approaching the impeller) is assumed in the pump design, and non-uniformity of the axial velocity may cause uneven loading of the impeller and bearings.

A properly conducted physical model study can be used to derive remedial measures, if necessary, to alleviate these undesirable flow conditions due to the approach upstream from the pump impeller. The typical hydraulic model study is not intended to investigate flow patterns induced by the pump itself or the flow patterns within the pump. The objective of a model study is to ensure that the final sump or piping design generates favorable flow conditions at the inlet to the pump.

9.8.5.3 Model similitude and scale selection

Models involving a free surface are operated using Froude similarity since the flow process is controlled by gravity and inertial forces. The Froude number, representing the ratio of inertial to gravitational forces, can be defined for pump intakes as:

$$F = u/(gL)^{0.5} \tag{9.8.5-1}$$

Where:

- u = average axial velocity (such as in the suction bell)
- g = gravitational acceleration
- L = a characteristic length (usually bell diameter or submergence)

The choice of parameter used for velocity and length is not critical, but the same parameter must be used in the model and prototype when determining the Froude number.

For similarity of flow patterns, the Froude number shall be equal in model and prototype:

$$F_r = F_m/F_p = 1 \tag{9.8.5-2}$$

where m, p, and r denote model, prototype, and the ratio between model and prototype parameters, respectively.

In modeling a pump intake to study the potential formation of vortices, it is important to select a reasonably large geometric scale to minimize viscous and surface tension scale effects, and to reproduce the

flow pattern in the vicinity of the intake. Also, the model shall be large enough to allow visual observations of flow patterns, accurate measurements of swirl and velocity distribution, and sufficient dimensional control. Realizing that larger models, though more accurate and reliable, are more expensive, a balancing of these factors is used in selecting a model scale. However, the scale selection based on vortex similitude considerations, discussed below, is a requirement to avoid scale effects and unreliable test results.

Fluid motions involving vortex formation have been studied by several investigators (Anwar, H.O. et al., 1978; Hecker, G.E., 1981; Padmanabhan, M. and Hecker, G.E., 1984; Knauss, J., 1987). It can be shown by the principles of dimensional analysis that such flow conditions at an intake are governed by the following dimensionless parameters:

$$uD/\Gamma, u/(gD)^{0.5}, D/S, uD/\nu, \text{ and } u^2D/(\sigma/\rho)$$

Where:

- u = average axial velocity (e.g., at the bell entrance)
- Γ = circulation of the flow
- D = diameter (of the bell entrance)
- S = submergence (at the bell entrance)
- ν = kinematic viscosity of the liquid
- g = acceleration due to gravity
- σ = surface tension of liquid/air interface
- ρ = liquid density

The influence of viscous effects is defined by the parameter $uD/\nu = R$, the Reynolds number, and surface tension effects are indicated by $u^2D/(\sigma/\rho) = W_e$, the Weber number. Based on the available literature, the influence of viscous forces and surface tension on vortexing may be negligible if the values of R and W_e in the model fall above 3×10^4 and 120, respectively, (Daggett, L., and Keulegan, G.H., 1974; Jain, A.K. et al., 1978).

With negligible viscous and surface tension effects, dynamic similarity is obtained by equating the parameters uD/Γ , $u/(gD)^{0.5}$, and D/S in the model and prototype. An undistorted geometrically scaled Froude model satisfies this condition, provided the approach

flow pattern in the vicinity of the sump, which governs the circulation, Γ , is properly simulated.

Based on the above similitude considerations and including a safety factor of 2 to ensure minimum scale effects, the model geometric scale shall be chosen so that the model bell entrance Reynolds number and Weber number are above 6×10^4 and 240, respectively, for the test conditions based on Froude similitude. No specific geometric scale ratio is recommended, but the resulting dimensionless numbers must meet these minimum values. For practicality in observing flow patterns and obtaining accurate measurements, the model scale shall yield a bay width of at least 300 mm (12 inches), a minimum liquid depth of at least 150 mm (6 inches), and a pump throat or suction diameter of at least 80 mm (3 inches) in the model.

In a model of geometric scale L_r , with the model operated based on Froude scaling, the velocity, flow, and time scales are, respectively:

$$V_r = V_m/V_p = L_r^{0.5} \quad (9.8.5-3)$$

$$Q_r = Q_m/Q_p = L_r^2 V_r = L_r^{2.5} \quad (9.8.5-4)$$

$$T_r = T_m/T_p = L_r/V_r = L_r^{0.5} \quad (9.8.5-5)$$

Even though no scale effect of any significance is probable in models with geometric scales selected as described above, as a conservative procedure conforming to common practice, a few tests for the final design of a free surface intake shall be conducted at 1.5 times the Froude scaled flows, keeping the submergence at the geometrically scaled values. By this procedure, the circulation contributing to vortices would presumably be increased, resulting in a conservative prediction of (stronger) vortices. Tests at prototype velocities are not recommended, as this will distort approach flow patterns and unduly exaggerate flow disturbances (e.g., vortices) in the model.

Models of closed conduit piping systems leading to a pump suction are not operated based on Froude similitude, but need to have a sufficiently high pipe Reynolds number, $R = uDP/\nu$, such that flow patterns are correctly scaled. Based on available data on the variation of loss coefficients and swirl with Reynolds number, a minimum value of 1×10^5 is recommended for the Reynolds number at the pump suction.

9.8.5.4 Model scope

Selection of the model boundary is extremely important for proper simulation of flow patterns at the pump. As the approach flow non-uniformities contribute significantly to the circulation causing pre-swirl and vortices, a sufficient area of the approach geometry or length of piping has to be modeled, including any channel or piping transitions, bends, bottom slope changes, control gates, expansions and any significant cross-flow past the intake.

All pertinent sump structures or piping features affecting the flow, such as screens and blockage due to their structural features, trash racks, dividing walls, columns, curtain walls, flow distributors, and piping transitions must be modeled. Special care should be taken in modeling screens; the screen head loss coefficient in the model shall be the same as in the prototype. The head loss coefficient is a function of the screen Reynolds number, the percent open area, and the screen (wire) geometry. Scaling of the prototype screen wire diameter and mesh size to the selected model geometric scale may be impractical and improper due to the resulting low model Reynolds number. In some cases, a model could use the same screen as the prototype to allow equal loss coefficients. Scaling of trash racks bars may also be impractical and lead to insufficient model bar Reynolds number. Fewer bars producing the same total blockage and the same flow guidance effect (bar to space aspect ratio) may be more appropriate.

The inside geometry of the bell up to the bell throat (section of maximum velocity) shall be scaled, including any hub located between the bell entrance and the throat. The bell should be modeled of clear plastic or smooth fiberglass, the former being preferred for flow visualization. The outside shape of the bell may be approximated except in the case of multi-stage pumps, in which case the external shape may affect flow patterns approaching the inlet bell. The impeller is not included in hydraulic models, as the objective is to evaluate the effect of the intake design on flow patterns approaching the impeller. A straight pipe equal to the throat diameter or pump suction diameter shall extend at least five diameters downstream from the throat or pump suction.

For free surface intakes, the model shall provide up to 1.5 times the Froude scaled maximum flow per pump to evaluate potential scale effects on free surface vortices, as discussed above, and be deep enough to cover the range of scaled submergence.

9.8.5.5 Instrumentation and measuring techniques

Unless agreed upon circumstances indicate otherwise, the following measurements shall be made. The extent of the measurements is summarized in Section 9.8.5.7, Test Plan, below.

Flow: The outflow from each simulated pump shall be measured with flow meters. If an orifice or venturi meter conforming to ASME standards is used, the meter need not be calibrated. The accuracy of the flow measurement shall be within $\pm 2\%$ of the actual flow rate.

Liquid Level: Liquid surface elevations shall be measured using any type of liquid level indicator accurate to at least 3 mm (0.01 ft) in the model.

Free Surface Vortices: To evaluate the strength of vortices at pump intakes systematically, the vortex strength scale varying from a surface swirl or dimple to an air core vortex, shown in Figure 9.8.23A, shall be used. Vortex types are identified in the model by visual observations with the help of dye and artificial debris, and identification of a coherent dye core to the pump bell or pump suction flange is important. Vortices are usually unsteady in strength and intermittent in occurrence. Hence, an indication of the persistence of varying vortex strengths (types) shall be obtained through observations made at short intervals in the model (e.g., every 15 seconds) for at least 10 minutes, so that a vortex type versus frequency evaluation can be made and accurate average and maximum vortex types may be determined. Such detailed vortex observations are needed only if coherent dye core (or stronger) vortices exist for any test. Photographic or video documentation of vortices is recommended.

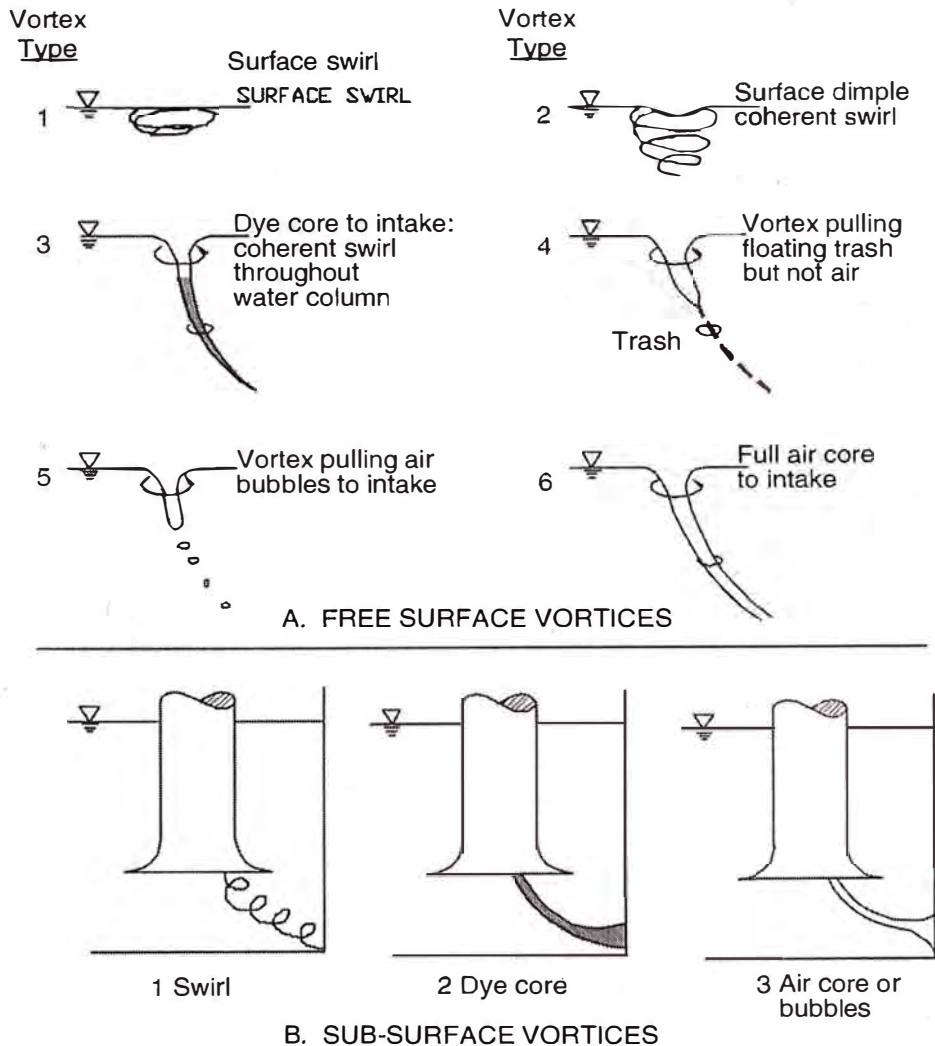


Figure 9.8.23 — Classification of free surface and sub-surface vortices

Sub-surface Vortices: Sub-surface vortices usually terminate at the sump floor and walls, and may be visible only when dye is injected near the vortex core. The classification of sub-surface vortices, given in Figure 9.8.23B shall be used. The possible existence of sub-surface vortices must be explored by dye injection at all locations on the wall and floor around the suction bell where a vortex may form, and documentation of persistence shall be made, as for free surface vortices.

Pre-Swirl: Visual observations of the orientation of eight or more equally spaced yarns mounted to form a circle equal to the (outer) bell diameter and originating about one half the bell floor clearance are useful (but not required) to evaluate qualitatively any pre-swirl at the bell entrance. The yarns shall be one half the bell-to-floor clearance in length.

Swirl in the Suction Pipe: The intensity of flow rotation shall be measured using a swirl meter, see Figure 9.8.24, located about four suction pipe diameters downstream from the bell or pump suction. The swirl meter shall consist of a straight vaned propeller with four vanes mounted on a shaft with low friction bearings. The tip to tip vane diameter is 75% of the pipe diameter and the vane length (in the flow direction) is equal to 0.6 pipe diameters. The revolutions per unit time of the swirl meter are used to calculate a swirl angle, θ , which is indicative of the intensity of flow rotation.

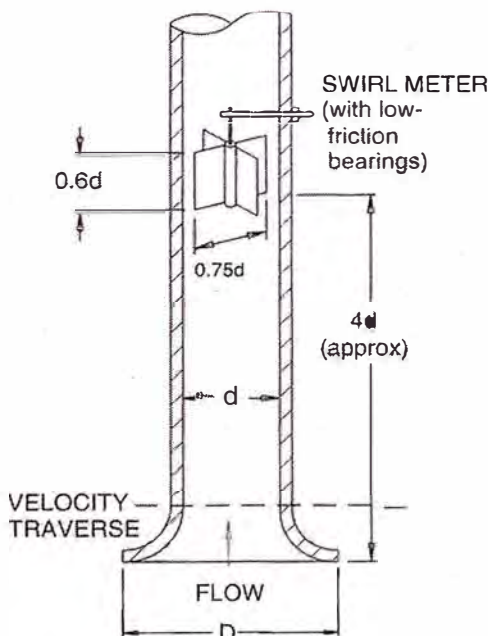


Figure 9.8.24 — Typical swirl meter

$$\theta = \tan^{-1}(\pi dn/u) \quad (9.8.5-6)$$

Where:

u = average axial velocity at the swirl meter

d = diameter of the pipe at the swirl meter

n = revolutions/second of the swirl meter

Flow swirl is generally unsteady, both in direction of rotation and speed of rotation. Therefore, swirl meter readings shall be obtained continuously; for example, readings during consecutive intervals of 10 to 30 seconds, covering a period of at least 10 minutes in the model. Swirl meter rotation direction shall also be noted for each short duration. The maximum short duration swirl angle and an average swirl angle shall be calculated from the swirl meter rotations (see Acceptance Criteria below). Swirl at a dry-pit suction inlet is not of concern if the swirl dissipates before reaching the pump suction flange.

Velocity Profiles: Cross-sectional velocity profiles of the approach flow may be obtained using a propeller meter or other suitable device at a sufficient number of measuring points to define any practical skewness in the approach flow. The cross section location shall be selected to be representative of the approaching flow prior to being influenced by the pump, such as at a distance of two intake widths upstream from the pump centerline. Such measurements are in themselves not critical or required, but allow a better understanding of how the approach flow may be contributing to other flow irregularities and what type of remedial devices may be effective.

Velocity traverses along at least two perpendicular axes at the throat of the model suction bell or at the plane of the pump suction in a piping system shall be obtained for the final design using a pitot-static tube or other suitable instrument capable of determining the axial velocity component with a repeatability of $\pm 2\%$ or better. To allow velocity fluctuations to be properly measured and recorded versus time, care should be taken that no unnecessary physical or electronic damping is introduced. The angularity of the actual velocity vector relative to the axis of the pump or suction piping shall be observed at three or more locations with dye or strings to ensure that there are no large deviations from axial flow.

9.8.5.6 Acceptance criteria

The acceptance criteria for the model test of the final design shall be the following:

- Free surface and sub-surface vortices entering the pump must be less severe than vortices with coherent (dye) cores (free surface vortices of Type 3 and sub-surface vortices of Type 2 in Figure 9.8.23). Dye core vortices may be acceptable only if they occur for less than 10% of the time or only for infrequent pump operating conditions.
- Swirl angles, both the short-term (10 to 30 second model) maximum and the long-term (10 minute model) average indicated by the swirl meter rotation, must be less than 5 degrees. Maximum short-term (10 to 30 second model) swirl angles up to 7 degrees may be acceptable, only if they occur less than 10% of the time or for infrequent pump operating conditions. The swirl meter rotation should be reasonably steady, with no abrupt changes in direction when rotating near the maximum allowable rate (angle).
- Time-averaged velocities at points in the throat of the bell or at the pump suction in a piping system shall be within 10% of the cross-sectional area average velocity. Time-varying fluctuations at a point shall produce a standard deviation from the time-averaged signal of less than 10%.
- For the special case of pumps with double suction impellers, the distribution of flow at the pump suction flange shall provide equal flows to each side of the pump within 3% of the total pump flow.

9.8.5.7 Test plan

Operating conditions to be tested shall include the minimum, intermediate and maximum liquid levels and flows. If there are multiple pumps, all possible combinations of operating conditions should be included. Even though vortices are probably most severe at maximum flows and minimum submergence, there are instances where stronger vortices may occur at higher liquid levels and lower flows, perhaps due to less turbulence.

Vortex observations and swirl measurements shall be made for all tests. Axial velocity measurements at the bell throat or suction inlet for each pump in the model are recommended at least for the one test indicating the maximum swirl angle for the final design. Still-

photographic documentation of typical tests showing vortexing or other flow problems shall be made.

The initial design shall be tested first to identify any hydraulic problems. If any objectionable flow problems are indicated, modifications to the intake or piping shall be made to obtain satisfactory hydraulic performance. Modifications may be derived using one or two selected test conditions indicating the most objectionable performance.

Practical aspects of installing the modifications should be considered. The performance of the final modified design shall be documented for all operating conditions. If any of the tests show unfavorable flow conditions, further revisions to the remedial devices shall be made. For intakes with a free surface, most tests shall be at Froude scaled flows; however, a few selected tests for the final design shall be repeated at 1.5 times the Froude scaled flows to compensate for any possible scale effects on free-surface vortices. No velocity measurements shall be conducted at higher than Froude-scaled flows. It is recommended that representative tests of the final design be witnessed by the user, the pump manufacturer, and the station designer.

9.8.5.8 Report preparation

The final report of the model study shall include: intake or piping design, model description, scaling and similitude criteria, instrumentation, test procedure, results (data tabulated and plotted), recommended modifications and conclusions. The report shall contain photographs of the model showing the initial and final designs, drawings of any recommended modifications, and photographs of relevant flow conditions identified with dye or other tracers. A brief video tape of typical flow problems observed during the tests is recommended.

9.8.6 Inlet bell design diameter (D)

Designing a sump to achieve favorable inflow to the pump or suction pipe bell requires control of various sump dimensions relative to the size of the bell. For example, the clearance from the bell to the sump floor and side walls and the distance to various upstream intake features is controlled in these standards by expressing such distances in multiples of the pump or inlet bell diameter. Such standardization of conditions leading to, and around, the inlet bell reduces the probability that strong submerged vortices or excessive pre-swirl will occur. Also, the required minimum submergence to prevent strong free-surface vortices is related to the inlet bell (or pipe) diameter (see Section 9.8.7).

If the pump or pipe suction inlet diameter D has been selected prior to designing the sump, then the sump design process (see Table 9.8.2) can proceed without using the information provided in this section. However, only the use of inlet sizes within the guidelines provided in this section will produce sump dimensions that comply with these standards. Use of bell or inlet diameters outside the range recommended herein will also comply with these standards if a hydraulic study is conducted in accordance with Section 9.8.5 to confirm acceptable inflow conditions as required by Section 9.8.5.6.

If the pump (or pipe suction inlet) has not been selected, it is recommended that the inlet bell diameter be chosen based on achieving the bell inlet velocity that experience indicates provides acceptable inflow conditions to the pump. The bell inlet velocity is defined as the flow through the bell (i.e., the pump flow) divided by the area of the bell, using the outside diameter of the bell. Information on acceptable average bell inlet diameter velocities is provided in Figure 9.8.25, based on a survey of inlet bell diameters used by pump vendors and industry experience. The solid line represents the average pump bell diameter from the survey, corresponding to a bell inlet velocity of 1.7 m/s (5.5 ft/s). Using industry experience and about one standard deviation of the range of inlet bell sizes which may be provided by pump vendors for a given flow indicates that the recommended inlet bell velocity, V , may vary as follows:

- a) for flows less than 315 l/s (5000 gpm), the inlet bell (or inlet pipe) velocity shall be 0.6 to 2.7 m/s (2.0 to 9.0 ft/s)
- b) for flows equal to or greater than 315 l/s (5000 gpm), but less than 1260 l/s (20,000 gpm), the velocity shall be 0.9 to 2.4 m/s (3.0 to 8.0 ft/s)
- c) for flows equal to or greater than 1260 l/s (20,000 gpm), the velocity shall be 1.2 to 2.1 m/s (4.0 to 7.0 ft/s).

These permissible ranges in inlet bell velocity are given in Table 9.8.3 and are also shown on Figure 9.8.25 in terms of the recommended bell diameter range for a given flow per pump or inlet. Although the survey indicated that pumps with bells outside this range may be proposed, experience indicates that inlet bell (or inlet pipe) velocities higher than the recommended range are likely to cause hydraulic problems. Use of lower velocities would produce unnecessarily large pump bells (or inlet pipes) and, therefore, sumps.

For sump design prior to pump selection, the recommended inlet bell diameter shown on Figure 9.8.25 shall be used. This recommended bell diameter is based on an inlet velocity of 1.7 m/s (5.5 ft/s). This process will allow the sump design to proceed. When the pump is specified and selected, the outside diameter of its bell (without added horizontal rings or “umbrellas,” sometimes used as vortex suppressor) shall fall within the acceptable range to produce an inlet velocity within the limits indicated in Table 9.8.3. An inlet bell diameter within this range will produce a sump geometry that complies with these standards on minimum submergence and sump dimensions, without changing the sump design based on the recommended inlet bell diameter.

9.8.7 Required submergence for minimizing surface vortices

9.8.7.1 Introduction

This section concerns the recommended minimum submergence of a pump bell or pipe intake to reduce the probability that strong free-surface air core vortices will occur. Submerged vortices are not believed to be related to submergence and are not considered in this section. If a submergence greater than recommended herein is needed to provide the required NPSH for the pump, that greater submergence would govern and must be used.

Approach-flow skewness and the resulting circulation have a controlling influence on free-surface vortices in spite of adequate submergence. Due to the inability to predict and quantify approach flow characteristics for each particular case without resorting to hydraulic model studies, and the lack of available correlation between such characteristics and vortex strength, the recommended minimum submergence given herein is for a reasonably uniform approach flow to the pump suction bell or pipe inlet. Highly non-uniform (skewed) approach flows will require the application of vortex suppression devices (not part of this standard) such as those offered for information in Appendix A. Such devices can be more practical in suppressing vortices than increased submergence.

Even for constant flows, vortices are not steady in position or strength, usually forming and dissipating sporadically. This is due to the random nature by which eddies merge to form coherent circulation around a filament and by which turbulence becomes sufficient in intensity to disrupt the flow pattern. For these reasons, the strength of vortices versus time shall be observed to obtain an average and a maximum vortex type for

given conditions, and this process is enhanced by defining a measure of vortex strength, as illustrated in Figure 9.8.23.

9.8.7.2 Controlling parameters

By use of dimensional analysis, it may be shown that a given vortex type, VT, is a function of various dimensionless parameters.

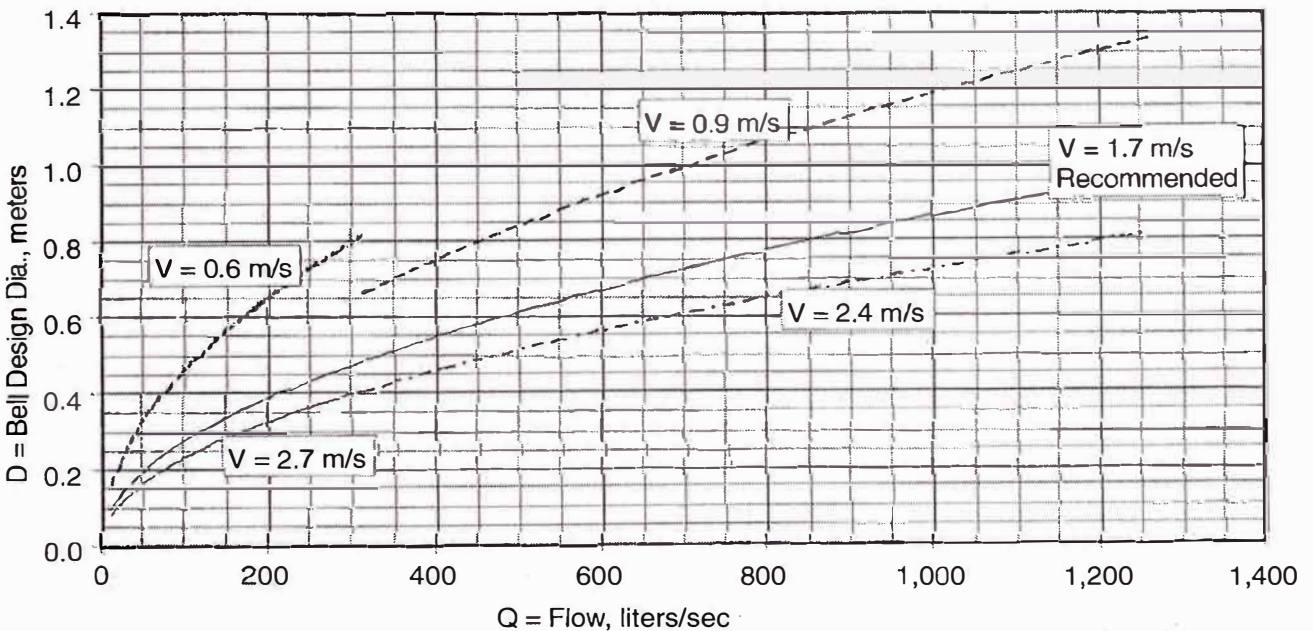
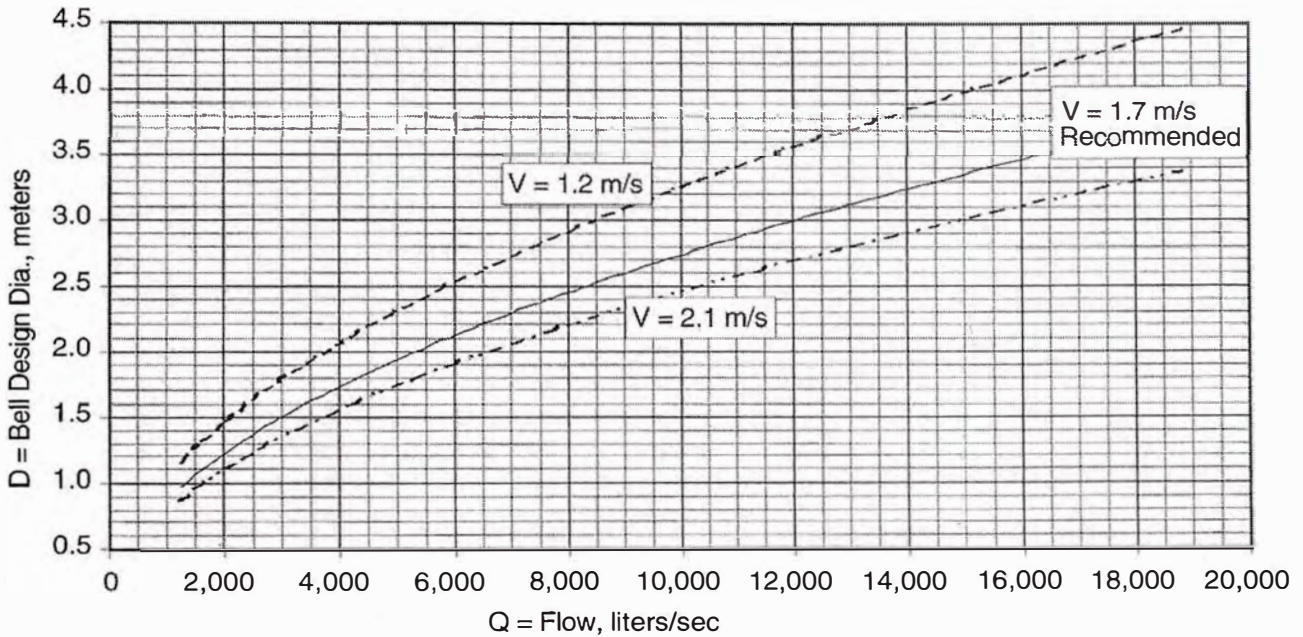
$$VT = f(F_D, N\Gamma, S/D, G)$$

Where:

VT = vortex type (strength and persistence)

f = a function

$$F_D = \text{Froude No.} = V/(gD)^{0.5}$$



V = Average bell velocity, m/s Q = flow, l/s D = Outside Bell Diameter, m = $[Q/(785V)]^{0.5}$

Figure 9.8.25A — Recommended inlet bell design diameter (OD)

N_T = Circulation No., $\Gamma D/Q$, of approach flow

Γ = Circulation ($2\pi r V_t$ for concentric flow about a point with a tangential velocity V_t at radius r)

S = Submergence

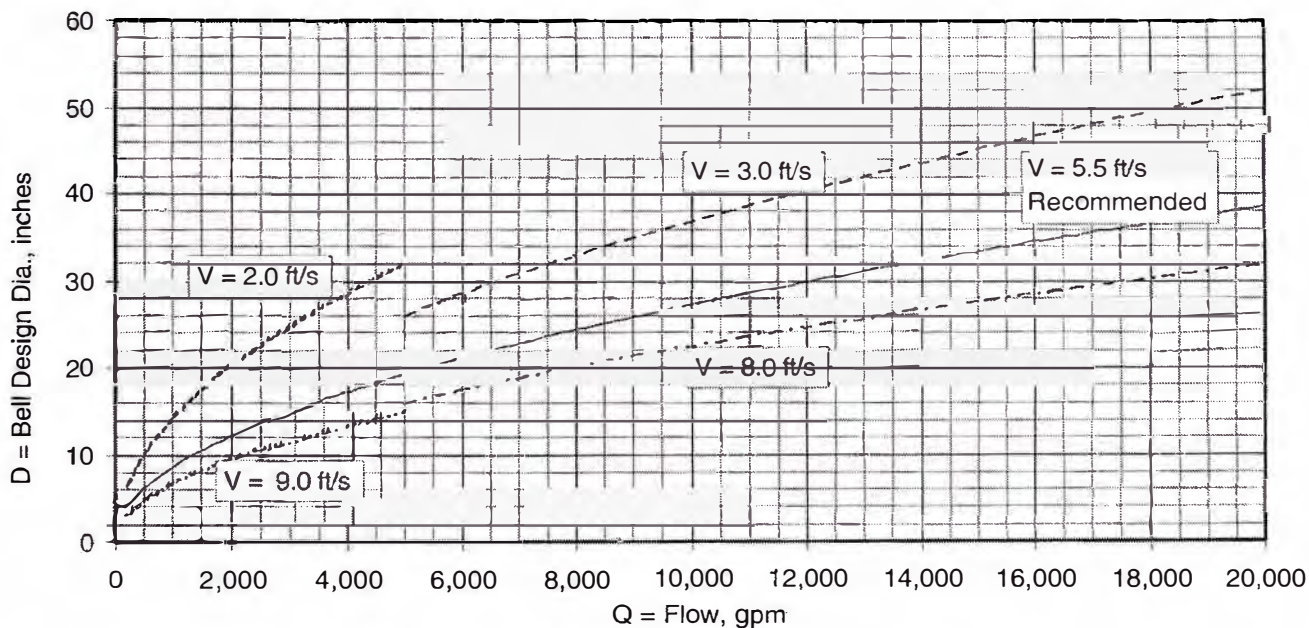
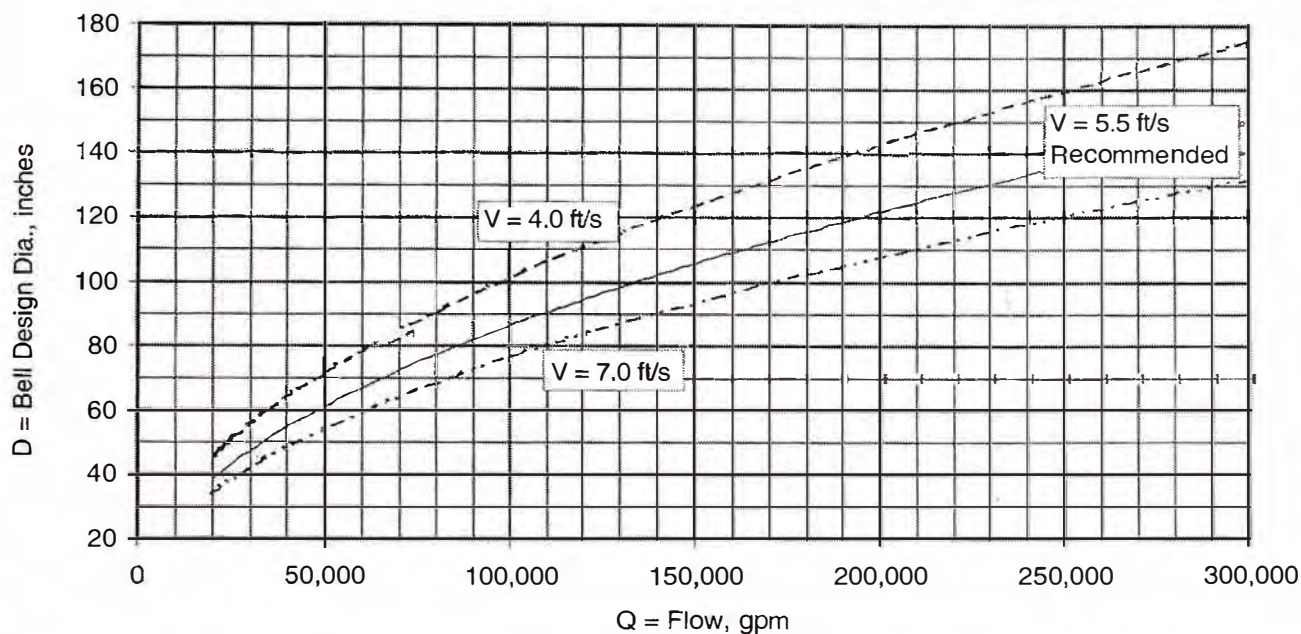
D = Diameter of inlet or bell

V = Velocity at inlet ($= 4Q/\pi D^2$)

G = Geometry

g = Gravitation acceleration

Q = Flow



V = Average bell velocity, ft/s Q = flow, gpm D = Outside Bell Diameter, inches = $(0.409Q/V)^{0.5}$

Figure 9.8.25B — Recommended inlet bell design diameter (OD) (US units)

For a given geometry and approach flow pattern, the vortex strength would only vary with the remaining parameters, that is

$$VT = f(F_D, S/D)$$

This formula indicates that a plot of S/D vs. F_D would contain a family of curves, each representing different values of vortex strength, VT (refer to Figure 9.8.23A). Selection of one vortex strength of concern, such as a vortex without air entrainment, would yield a unique relationship between S/D and F_D which corresponds to that vortex, all for a given geometry and approach flow pattern (circulation).

For typical intake geometry and relatively uniform approach flow (i.e., low values of the circulation parameter), data and experience suggests that the following recommended relationship between submergence and the Froude number corresponds to an acceptable vortex strength (Hecker, G.E., 1987).

$$S/D = 1.0 + 2.3F_D \quad (9.8.7-1)$$

Where:

S = Submergence above a horizontally oriented inlet plane (vertical inlet pipe) or above the centerline of a vertically oriented inlet plane (horizontal inlet pipe)

D = Diameter of inlet opening (equivalent diameter for non-circular openings, giving the same area as a circular opening)

F_D = Froude No. = $V/(gD)^{0.5}$

V = Velocity at inlet face = Flow/Area

This equation indicates that one diameter of submergence must be provided, even at negligible inlet flows or velocities, and that the relative submergence, S/D , increases from that value as the inlet velocity increases. This is reasonable, since the inlet velocity (flow) provides the energy to cause a potentially greater vortex strength if the relative submergence were not increased.

The relative submergence would only be constant if the Froude number for various inlets were constant. Information collected by the Hydraulic Institute (not included herein) shows that the average inlet Froude number for bells of typical pump applications is not constant, and that a range of Froude numbers would be possible at a given design flow. Even the restricted

range of inlet bell diameters (and velocities) at a given flow recommended in Section 9.8.6 allows some variation in the Froude number. Thus, Equation 9.8.7-1 is recommended, rather than a fixed relative submergence.

9.8.7.3 Application considerations

For a given flow, Q , an inlet diameter may be selected in accordance with Section 9.8.6. The recommended minimum submergence for that diameter D would be given by

Metric:

$$S = 1.0D + 2.3[Q/(0.785D^2)/(gD)^{0.5}]D$$

or

$$S = D + Q/D^{1.5}/1069$$

NOTE: S is in meters for $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$, Q in l/s, and D in meters.

US units:

$$S = 1.0D + 2.3[(12 \times 0.409Q/D^2)/(12gD)^{0.5}]D$$

or

$$S = D + 0.574Q/D^{1.5}$$

NOTE: S is in inches for $g = 32.2 \text{ ft/sec}^2$, Q in gpm, and D in inches.

The above illustrates that the actual submergence depends on the selection of D for a given flow. As D increases, the first term causes an increase in submergence, whereas the second term causes a decrease. These opposing trends imply a minimum value of S at some D for a given flow, and differentiating S with respect to D , allows determining that value. However, for the range of recommended bell diameters in Section 9.8.6, the change of S with D for a given flow is minimal, and D for pump bells should be selected based on other considerations.

For the inlet bell design diameter recommended in Section 9.8.6, the required minimum submergence for reducing the severity of free-surface vortices is shown on Figure 9.8.26. This figure also shows the recommended minimum submergence for the limits of the bell diameter that comply with these standards, see Figure 9.8.25 and Table 9.8.3. Due to the small change in submergence, no change in submergence from that calculated with the recommended bell

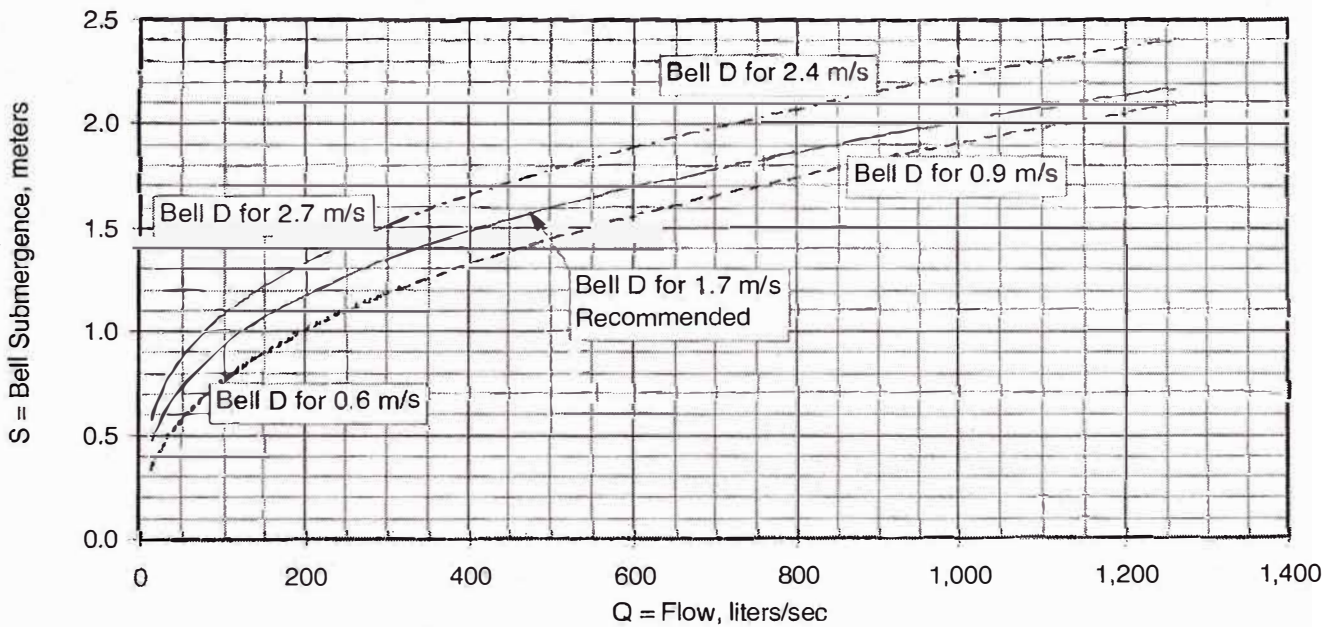
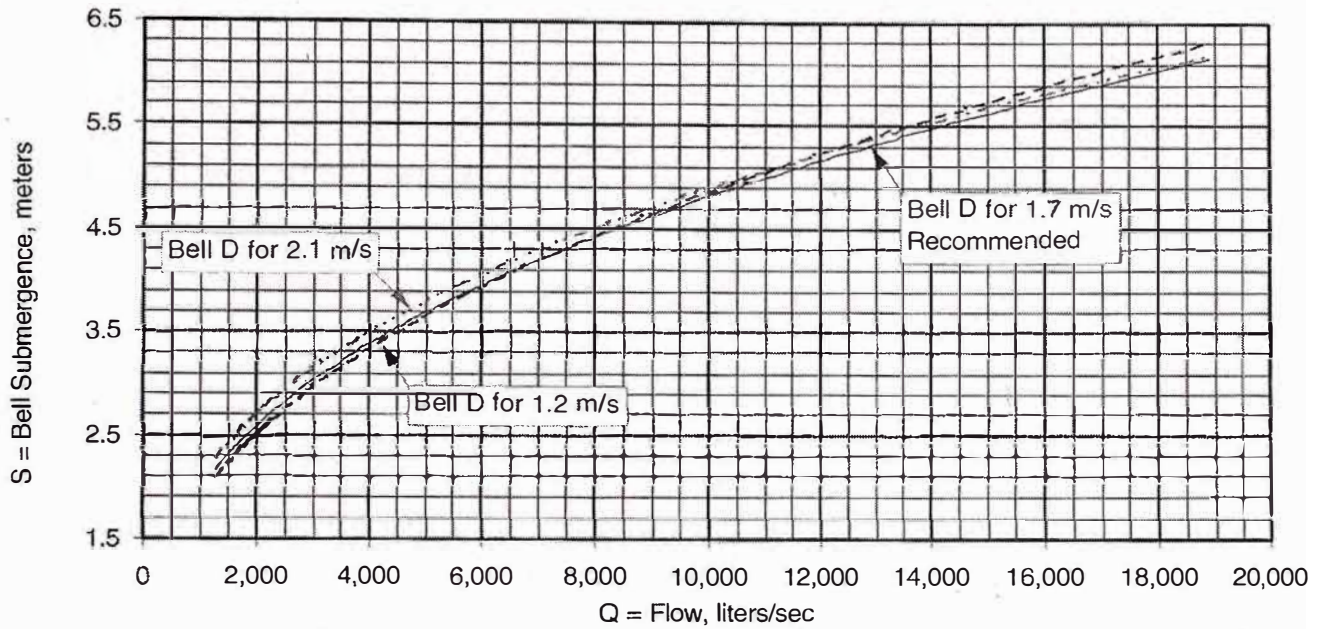


Figure 9.8.26A — Recommended minimum submergence to minimize free surface vortices

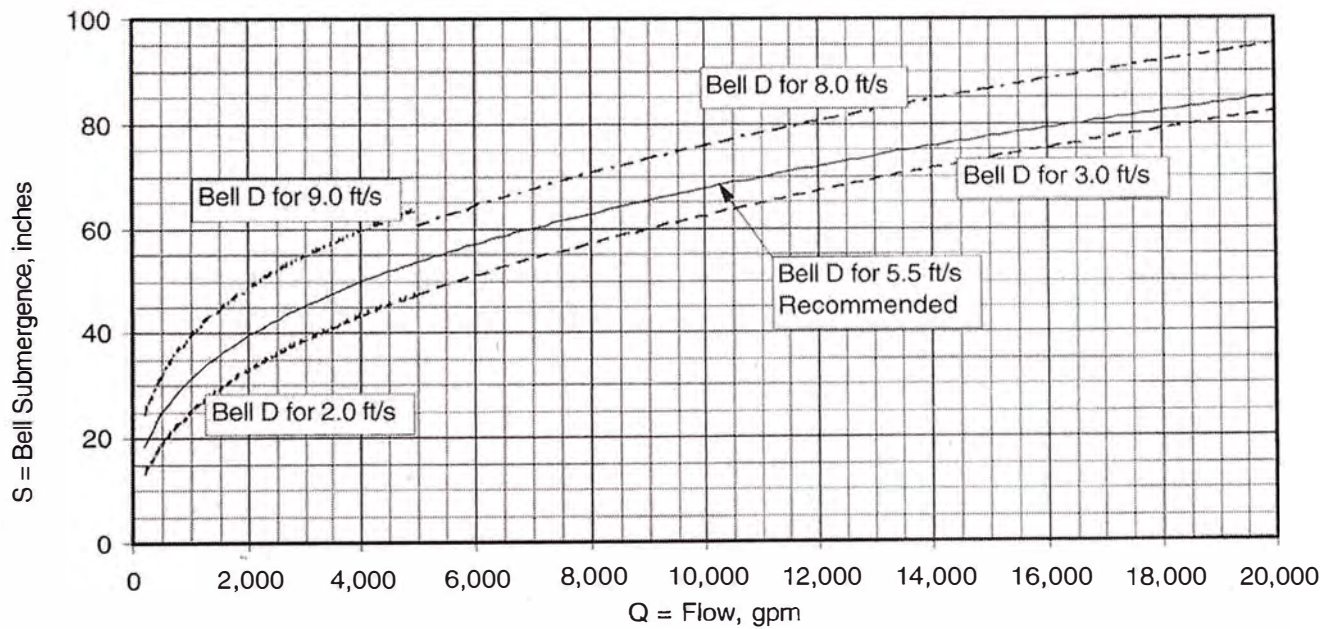
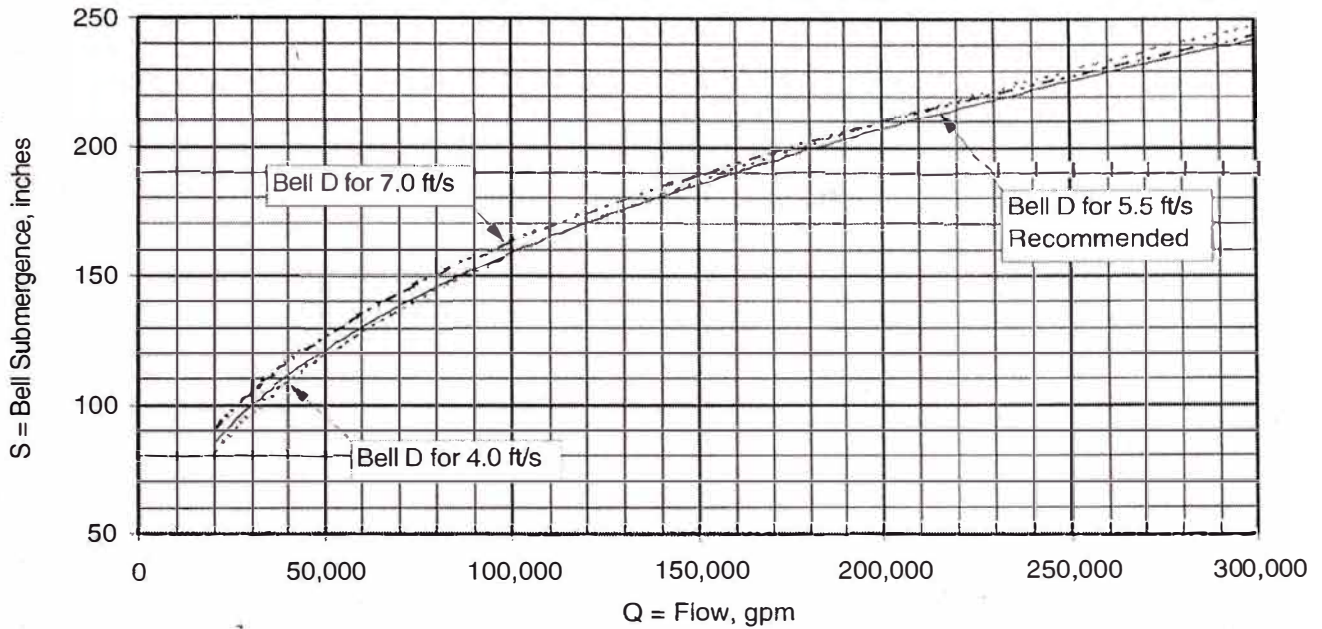


Figure 9.8.26B — Recommended minimum submergence to minimize free surface vortices (US units)

diameter is needed, as long as the final selected bell diameter is within the limits that comply with these standards.

9.8.8 Glossary and nomenclature

9.8.8.1 Glossary

Terms	Definition
Active storage	Liquid stored between low and high liquid levels in the wet well and in upstream piping.
Air Core Vortex	A vortex strong enough to form an elongated core of air (see type 6, Figure 9.8.23).
Anti-Rotation Baffle	Device used to inhibit the rotation of fluid at or near the suction.
Approach Channel	A structure that directs the flow to the pump.
Approach pipe	A pipe laid at a gradient sufficient to cause super-critical flow and used to contain a portion of the active storage requirement for a constant speed pump.
Axial Flow (propeller) Pump	High flow rate/low head, high specific speed pump.
Backwall	A vertical surface behind the inlet to a suction fitting.
Backwall Clearance	The distance between the backwall and the point of closest approach of the suction fitting.
Backwall Splitter	A device formed or fabricated and attached to the backwall that guides the movement of flow at or near a suction.
Baffles	Obstructions that are arranged to provide a more uniform flow at the approach to a pump or suction inlet.
Barrel Suction	Inlet formed by a "can" encompassing and providing for the suction of a pump.
Bay	A portion of an intake structure configured for the installation of one pump.
Bell	The entrance to an axial flow pump or the flared opening leading to pump inlet piping.
Benching	A type of fillet used to minimize stagnant zones by creating a sloping transition between vertical and horizontal surfaces. Benching is applied between sump walls and the sump bottom, or between the back wall and the sump bottom. It is also referred to as fillets, such as "side wall fillets" and "back wall fillets."
Cavitation	Formation and implosion of liquid vapor bubbles caused by low local pressures.
Cell	A structure intended to confine the liquid approaching the intake to a pump (see Bay).
Check Valve	Piping component used to prevent reverse flow.
Circular Well	A suction chamber circular in shape in plan.
Cone	See "Floor Cone."
Critical Depth	The liquid depth which has the minimum specific energy for a given flow, corresponding to a Froude Number equal to one (1).
Curtain Wall	A near vertical plate or wall located in an intake that extends below the normal low liquid level to suppress vortices.
Double Suction Impeller	An impeller provided with a single suction connection that separates and conveys the fluid to two suction areas.
Dry-Pit Suction	Suction from a well that conveys fluid to a pump located in a non-wetted environment.
Dual Flow Screens	Screening that provides two flow paths for liquid, not in-line with the main flow.
Eddy	A local rotational flow pattern disturbing regular streamlines (a vortex).
End Suction Pump	A pump that has a suction flange coaxial to the impeller shaft and the pump volute is usually not submerged in the sump.
Fillet	A triangular element at the vertex of two surfaces to guide the flow.
Floor Clearance	The distance between the floor and the suction bell or opening.
Floor Cone	A conical fixture placed below the suction between the floor and the suction bell.

Terms	Definition
Floor Vane	A vertical plate aligned with the approach flow and centered under the suction bell.
Flow Straighter	Any device installed to provide more uniform flow.
Foot Valve	Any device located in the suction of a pump that is designed to keep the line flooded/ primed.
Forebay	The region of an intake before individual partitioning of flow into individual suctions or intake bays.
Formed Suction Intake	A shaped suction inlet that directs the flow in a particular pattern into the pump suction.
Free Surface Flow	Open channel or unconfined flow.
Froude Number	A dimensionless grouping of parameters used in flow analysis and modeling that indicates the relative influence of inertial compared to gravitational forces (see Equation 9.8.5-1).
Guide Vanes	Devices used in the suction approach that directs the flow in an optimal manner.
Hydraulic Jump	A turbulent sudden increase in liquid depth as the flow decelerates from super-critical to sub-critical flow.
Hydrocone	See "Floor Cone."
Intake	The structure or piping system used to conduct fluid to the pump suction.
Intake Velocity	The average or bulk velocity of the flow in an intake.
Mixer	A mechanical device that produces an axial propeller jet, often used for maintaining suspension of solids-bearing liquids in wet wells and tanks.
Mixing Nozzles	Nozzles attached to the pump volute or the discharge pipe designed to mix solids in a wet well.
Multiplex Pumping	Pump installations where sets of pumps are used, such as duplex (two) or triplex (three).
NPSHR	The amount of suction head, over vapor pressure, required to prevent more than a 3% loss in total head from the first stage impeller at a specific flow rate.
Ogee Ramp or Spillway	The gradual change in shape/slope in the floor of an intake, shaped like an elongated letter "S."
Perforated Baffles	Plate device with specifically sized openings, either vertical or horizontal, applied to produce uniform approach velocity.
Physical Hydraulic Model	A reduced-scale replicate of the geometry that controls approach flow patterns operated according to certain similitude laws for flow, velocity and time.
Piping Reducer	Any change in pipe size, or line area, that results in either an increase or decrease in velocity.
Pre-swirl	Rotation of the flow at the pump suction due to the approach flow patterns.
Pump	A device used to convey fluid from a low-energy level to a higher one.
Pump Column	Part of the pump assembly that both connects the pump to the discharge head and nozzle and conveys fluid into the system.
Pump Suction Bell	A part of the pump that provides an opening to convey flow into the suction eye of the impeller.
Rectangular Wet Well	Any wet well in which pumps are arranged along a wall opposite the influent conduit. The shape may be square, rectangular or trapezoidal.
Reynolds Number	A dimensionless grouping of parameters used in flow analysis and modeling that indicates the relative influence of inertial compared to viscous forces (see Section 9.8.5.3).

Terms	Definition
Scale	The ratio between geometric characteristics of the model and prototype.
Scale Effect	The impact of reduced scale on the applicability of test results to a full-scale prototype.
Sediment	Settleable materials suspended in the flow.
Septicity	A condition in which stagnant domestic sewage turns septic due to a lack of oxygen.
Snoring	The condition that occurs when a pump is allowed to draw down the liquid level very close to the pump's inlet. Snoring refers to the gurgling sound associated with continuous air entrainment.
Solids	Material suspended in the liquid.
Specific Energy	Pressure head plus velocity head referenced to the invert of a conduit.
Specific Speed	Equivalent to a dimensionless number, a high value denotes a high-flow – low-head pump while a low value denotes a low-flow – high-head pump.
Soffit	Inside top of a pipe.
Sequent Depth	The depth of liquid following a hydraulic jump.
Submergence	The height of liquid level over the suction bell or pipe inlet.
Submersible Pump	A close coupled pump and drive unit designed for operation while immersed in the pumped liquid.
Suction Bell Diameter	Overall OD of the suction connection at the entrance to a suction.
Suction Head	Pressure available at the pump suction, usually positive if the liquid level is at a higher elevation than the pump suction.
Suction Lift	Negative pressure at the pump suction, usually a result of the liquid level being at a lower elevation than the pump suction.
Suction Scoop	A device added to the suction to change the direction of flow. Refer to Formed Suction Intake.
Suction Strainer	A device located at the inlet to either protect the pump or provide flow stability at the suction.
Sump	A pump intake basin or wet well. See Forebay.
Swirl	Rotation of fluid around its mean, axial flow direction.
Swirl Angle	The angle formed by the axial and tangential (circumferential) components of a velocity vector (see Equation 9.8.5-7).
Swirl Meter	A device with four flat vanes of zero pitch used to determine the extent of rotation in otherwise axial flow.
Trench Intake	An intake design that aligns the pump suctions in-line with, but below, the inflow. A type of forebay.
Turning Vanes	Devices applied to the suction to alter the direction of flow.
Unconfined Suction/ Intake	Suction in a free flow field with no lateral physical boundaries.
Unitized Intake	A multiple pump intake with partitioned pump bays.
Vane	See Floor Vane.
Volute	The pump casing for a centrifugal type of pump, generally spiral or circular in shape.
Vortex	A well-defined swirling flow core from either the free surface or from a solid boundary to the pump inlet (see Figure 9.8.23).
Vortex, Free Surface	A vortex that terminates at the free surface of a flow field.
Vortex, Subsurface	A vortex that terminates on the floor or side walls of an intake.
Wall Clearance	Dimensional distance between the suction and the nearest vertical surface.

Terms	Definition
Wastewater	Description of fluid that typically carries suspended waste material from domestic or industrial sources.
Weber Number	A dimensionless grouping of parameters used in flow analysis and modeling that indicates the relative influence of inertial compared to surface tension forces (see Section 9.8.5.3).
Wet-Pit Suction	A suction with the pump fully wetted.
Wet Well	A pump intake basin or sump having a confined liquid volume with a free water surface designed to hold liquid in temporary storage to even out variations between inflow and outflow. See Forebay.

9.8.8.2 Nomenclature

Sym.	Definition	Reference Location
A	Distance from the pump inlet centerline to the intake structure entrance	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
A_t	Empty area	Table C.1, Table C.2
A_t	Total area	Table C.1, Table C.2
a	Length of constricted bay section near the pump inlet	Fig. 9.8.2, Table 9.8.1
B	Distance from the back wall to the pump inlet bell centerline	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1, Fig. 9.8.18
C	Distance between the inlet bell and floor	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1, Fig. 9.8.18
C_b	Inlet bell or volute clearance for circular pump stations	9.8.2.3.2.1, 9.8.2.3.2.4, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5
C_f	Floor clearance on circular pump stations	9.8.2.3.2.1, 9.8.2.3.2.2, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5
C_w	Wall clearance on circular pump stations	9.8.2.3.2.1, 9.8.2.3.2.3, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5
D	Inlet bell diameter or inlet bell design diameter	Foreword, 9.8.2.1.3, 9.8.2.1.4, Eq. 9.8.2.1-1, Eq. 9.8.2.1-2, Fig. 9.8.1, Fig. 9.8.2, Table 9.8.1, Table 9.8.2, 9.8.2.3.2.2, 9.8.2.3.2.3, 9.8.2.4.7, 9.8.2.4.8, 9.8.2.4.9, Fig. 9.8.6, Fig. 9.8.11, 9.8.2.7.2, 9.8.2.7.4, 9.8.3.2.3.1, 9.8.3.2.3.2, Fig. 9.8.13, Fig. 9.8.14, 9.8.3.3.3, Fig. 9.8.17, 9.8.3.4.4.1, Fig. 9.8.18, 9.8.5.3, 9.8.6, Table 9.8.3, Fig. 9.8.25, 9.8.7.2, Eq. 9.8.7-1, Fig. 9.8.26, Fig. A.10, Fig. A.11
D	Diameter of circle with area equivalent to rectangular area at FSI entrance	9.8.2.2.3
D	Tank outlet fitting diameter	9.8.2.5.4, Fig. 9.8.9, 9.8.2.5.5
D	Turning vane inlet diameter	9.8.2.6.4, Fig. 9.8.10
D	Pipe diameter	Fig. 9.8.19
D_1	Vertical can riser diameter	Fig. 9.8.10
D_1	Can inside diameter	Fig. 9.8.11, Fig. 9.8.12
D_1	Diameter of suction header	Fig. 9.8.22
D_2	Diameter of suction header take-off pipe	Fig. 9.8.22
D_b	Inlet bell or volute diameter	9.8.2.3.2.1, 9.8.2.3.2.6, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5
D_M	Well motor cooling shroud diameter	Fig. 9.8.12

Sym.	Definition	Reference Location
D_p	Inside diameter of approach pipe	C-2, C-3, Table C.1, Table C.2
D_s	Sump diameter	9.8.2.3.2.1, 9.8.2.3.2.5, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5
D_T	Theoretical diameter	9.8.2.6.6
d	Diameter at outlet of formed suction intake	Fig. 9.8.3, Type 10 formed suction intake
d	Diameter of the pipe at the swirl meter	Eq. 9.8.5-7, Fig. 9.8.24
EGL	Energy grade line	C-3
F	Froude number	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-1
F_D	Froude number	Foreword, Fig. 9.8.1, Eq. 9.8.2.1-1, Eq. 9.8.2.1-2, Table 9.8.1, 9.8.2.1.4, 9.8.2.2.3, 9.8.2.5.4, 9.8.2.7.4, Fig. 9.8.13, Eq. 9.8.7-1, 9.8.7.2
F_r	Froude number ratio, F_m/F_p	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-2
F_m	Froude number of model	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-2
F_p	Froude number of prototype	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-2
G	Geometry	9.8.7.2
g	Acceleration of gravity	9.8.2.1.4, Eq. 9.8.2.1-1, 9.8.2.5.4, 9.8.5.3, Eq. 9.8.5-1, 9.8.7.2, 9.8.7.3
H	Minimum liquid depth	Fig. 9.8.1, Fig. 9.8.2, Table 9.8.1, Fig. 9.8.18
H_f	Height of FSI	Fig. 9.8.3, 9.8.2.2.3, Fig. 9.8.7
h	Minimum height of constricted bay section near the pump	Fig. 9.8.2, Table 9.8.1
L	Width of rectangular entrance for intake suction piping	Fig. 9.8.18
L	A characteristic length (usually bell diameter or submergence)	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-1
L_1	Distance between suction piping take-offs	Fig. 9.8.22
L_2	Distance from suction header or flow disturbing device to pump flange	Fig. 9.8.22
L_r	Geometric scale of model	Eq. 9.8.5-3, Eq. 9.8.5-4, Eq. 9.8.5-5
L_v	Characteristic length of a cubic cage type vortex suppressor	A-6, Fig. A.12
N_T	Circulation number	9.8.7.2
n	Revolutions/second of the swirl meter	Eq. 9.8.5-6
n	Manning's n	C-2.2, Tables C.1 and C.2
OD	Outside diameter of pump bell or inlet bell	Table 9.8.3
Q	Flow	9.8.2.6.6, Table 9.8.3, Fig. 9.8.25, 9.8.7.2, 9.8.7.3, Fig. 9.8.26, B-2, Eq. B-1
Q_m	Flow scale in model	Eq. 9.8.5-4
Q_p	Flow scale in prototype	Eq. 9.8.5-4
Q_r	Flow scale ratio, model/prototype	Eq. 9.8.5-4
Q_{in}	Inflow into sump or pump station	B-2, Eq. B-1, Eq. B-2, Eq. B-3
Q_{p1}	Flow rate for pump no. 1 or flow with one pump running	B-2, Eq. B-2, Fig. B.2, B-3

Sym.	Definition	Reference Location
Q_{p2}	Flow with two pumps running	Fig. B.2, B-3
R	Reynolds number	9.8.5.3
r	Radius of curvature	Fig. 9.8.3, 9.8.3.2.3, Fig. 9.8.13
r	Radius of tangential velocity component	9.8.7.2
S	Minimum submergence depth	Foreword, Fig. 9.8.1, Eq. 9.8.2.1-2, 9.8.2.1.4, Table 9.8.1, 9.8.2.2.3, Fig. 9.8.3, 9.8.2.3.2.1, Fig. 9.8.4, Fig. 9.8.5, Fig. 9.8.6, Fig. 9.8.7, 9.8.2.5.4, Fig. 9.8.8, Fig. 9.8.12, 9.8.2.7.4, Fig. 9.8.13, Fig. 9.8.17, Fig. 9.8.18, 9.8.7.3, 9.8.7.2, 9.8.5, Eq. 9.8.7-1, Fig. 9.8.26
T	Pump cycle time in minutes	B-2, Eq. B-1, Eq. B-2, B-3
T_m	Time scale of model	Eq. 9.8.5-5
T_p	Time scale of prototype	Eq. 9.8.5-5
T_r	Time scale ratio, model/prototype	Eq. 9.8.5-5
u	Average axial velocity (such as in the suction bell)	9.8.5.3, Eq. 9.8.5-1
u	Average axial velocity at the swirl meter	Eq. 9.8.5-6
V	Velocity	Eq. 9.8.2.1-1, 9.8.2.1.4, 9.8.2.2.3, 9.8.2.5.4, 9.8.2.5.5, Fig. 9.8.9, Fig. 9.8.10, 9.8.2.7.4, 9.8.6, Table 9.8.3, Fig. 9.8.25, 9.8.7.2
Vol	Effective sump volume	B-2, Eq. B-1
Vol_1	Active sump volume for pump no. 1	B-2, Eq. B-2, B-3
Vol_2	Active sump volume for pump no. 2	B-3
Vol_{TOT}	Total active volume of sump	B-3
V_c	Cross-flow velocity	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
V_m	Velocity scale in model	Eq. 9.8.5-3
V_p	Velocity scale in prototype	Eq. 9.8.5-3
V_r	Velocity scale ratio, model/prototype	Eq. 9.8.5-3, Eq. 9.8.5-4, Eq. 9.8.5-5
v_t	Tangential velocity	9.8.7.2
V_x	Pump bay velocity	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
VT	Vortex type	9.8.7.2
W_e	Weber number	9.8.5.3
W	Pump bay entrance width	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1, Fig. 9.8.2, Fig. 9.8.18
W	Width of FSI	9.8.2.2.3, Fig. 9.8.3, Fig. 9.8.7
w	Constricted bay width near the pump	Fig. 9.8.2, Table 9.8.1
X	Pump bay length	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
Y	Distance from pump inlet bell centerline to traveling screen	9.8.2.1.4, Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
y	Depth	Table C.1, Table C.2
Z_1	Distance from pump inlet bell centerline to diverging walls	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
Z_2	Distance from pump inlet bell centerline to sloping floor	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1

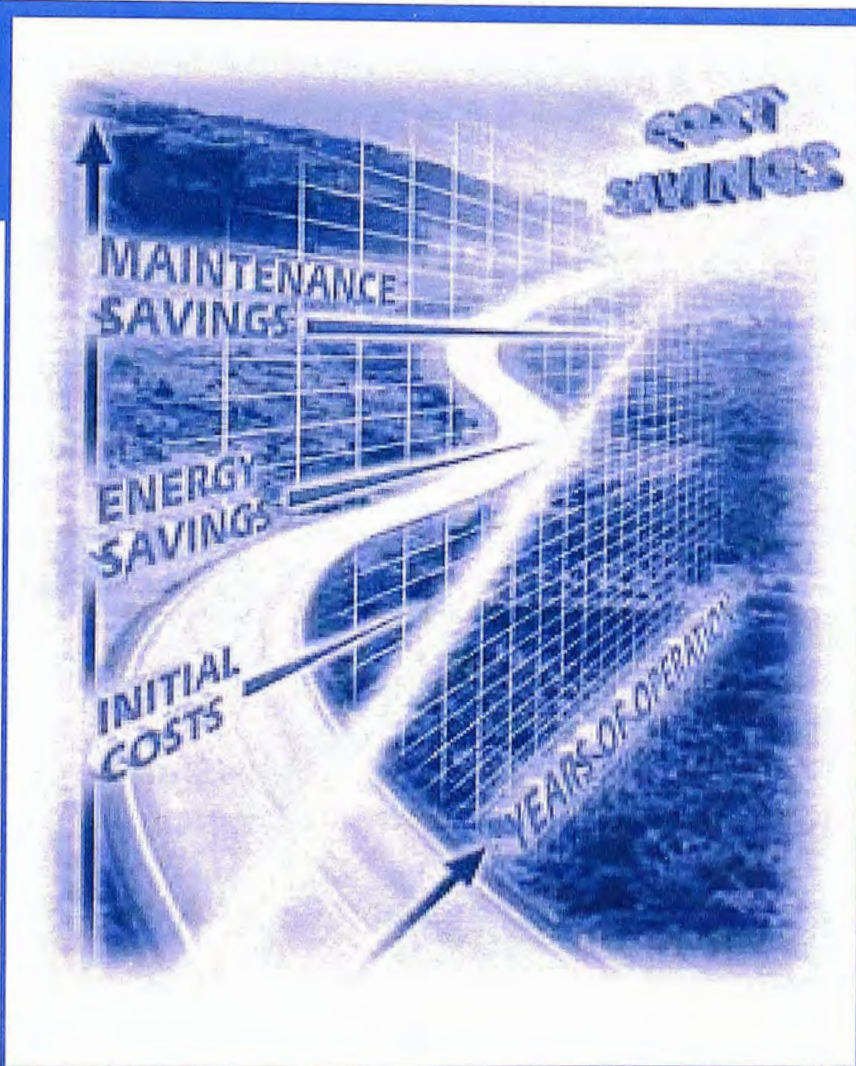
Sym.	Definition	Reference Location
α	Angle of floor slope	Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
β	Angle of wall divergence	9.8.2.1.4, Fig. 9.8.1, Table 9.8.1
ε	Angle of side wall of trench	Fig. 9.8.13
f	A function	9.8.7.2
ρ	Liquid density	9.8.5.3
Γ	Circulation of the flow	9.8.5.3, 9.8.7.2
ν	Kinematic viscosity of the liquid	9.8.5.3
θ	Swirl angle	Eq. 9.8.5-6
σ	Surface tension of liquid/air interface	9.8.5.3
ϕ	Angle of divergence from constricted area to bay walls	Fig. 9.8.2, Table 9.8.1

ANEXO N°5

PUMP LIFE CYCLE COSTS:

A GUIDE TO LCC ANALYSIS FOR PUMPING SYSTEMS

EXECUTIVE SUMMARY



Introduction

Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems is the result of a collaboration between the Hydraulic Institute, Europump, and the US Department of Energy's Office of Industrial Technologies (OIT).

Table of Contents

Improving Pump System Performance	1
What is Life Cycle Cost?.	2
Why Should Organizations Care about Life Cycle Cost? . . .	3
Getting Started	3
Life Cycle Cost Analysis	3
Pumping System Design	9
Example: Pumping System with a Problem Control Valve	12
For More Information	16

Improving Pump System Performance: An Overlooked Opportunity?

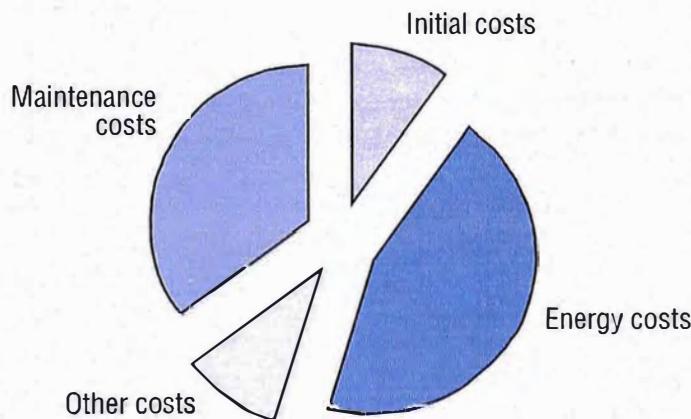
Pumping systems account for nearly 20% of the world's electrical energy demand and range from 25-50% of the energy usage in certain industrial plant operations. Pumping systems are widespread; they provide domestic services, commercial and agricultural services, municipal water/wastewater services, and industrial services for food processing, chemical, petrochemical, pharmaceutical, and mechanical industries. Although pumps are typically purchased as individual components, they provide a service only when operating as part of a system. The energy and materials used by a system depend on the design of the pump, the design of the installation, and the way the system is operated. These factors are interdependent. What's more, they must be carefully matched to each other, and remain so throughout their working lives to ensure the lowest energy and maintenance costs, equipment life, and other benefits. The initial purchase price is a small part of the life cycle cost for high usage pumps. While operating requirements may sometimes override energy cost considerations, an optimum solution is still possible.

The life cycle cost (LCC) of any piece of equipment is the total "lifetime" cost to purchase, install, operate, maintain, and dispose of that equipment.

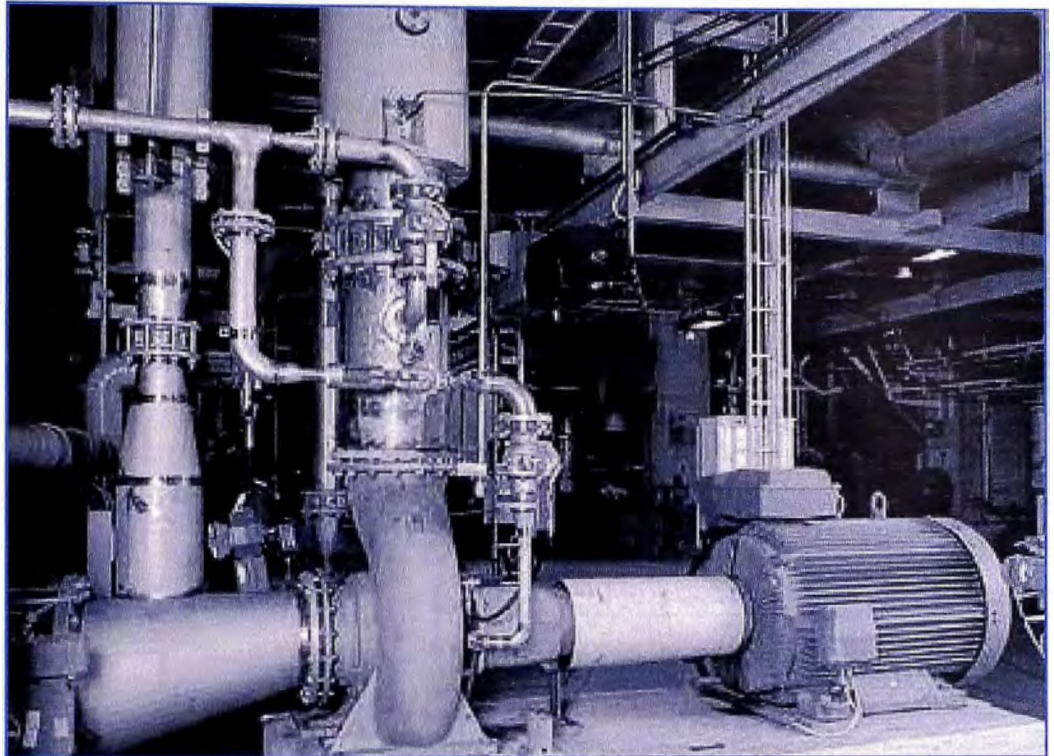
A greater understanding of all the components that make up the total cost of ownership will provide an opportunity to dramatically reduce energy, operational, and maintenance costs. Reducing energy consumption and waste also has important environmental benefits.

Life Cycle Cost (LCC) analysis is a management tool that can help companies minimize waste and maximize energy efficiency for many types of systems, including pumping systems. This overview provides highlights from *Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems*, developed by the Hydraulic Institute and Europump to assist plant owners/operators in applying the LCC methodology to pumping systems. For information on obtaining a copy of the *Guide*, see page 15 of this summary.

Typical life cycle costs for a medium-sized industrial pump



Pumping systems account for nearly 20% of the world's electrical energy demand and range from 25-50% of the energy usage in certain industrial plant operations



In some industrial plant operations, pumping systems account for 25 to 50% of energy use.

What is Life Cycle Cost?

The life cycle cost (LCC) of any piece of equipment is the total “lifetime” cost to purchase, install, operate, maintain, and dispose of that equipment. Determining LCC involves following a methodology to identify and quantify all of the components of the LCC equation.

When used as a comparison tool between possible design or overhaul alternatives, the LCC process will show the most cost-effective solution within the limits of the available data.

The components of a life cycle cost analysis typically include initial costs, installation and commissioning costs, energy costs, operation costs, maintenance and repair costs, down time costs, environmental costs, and decommissioning and disposal costs.

Why Should Organizations Care About Life Cycle Cost?

Many organizations only consider the initial purchase and installation cost of a system. It is in the fundamental interest of the plant designer or manager to evaluate the LCC of different solutions before installing major new equipment or carrying out a major overhaul. This evaluation will identify the most financially attractive alternative. As national and global markets continue to become more competitive, organizations must continually seek cost savings that will improve the profitability of their operations. Plant equipment operations are receiving particular attention as a source of cost savings, especially minimizing energy consumption and plant downtime.

Some studies have shown that 30% to 50% of the energy consumed by pump systems could be saved through equipment or control system changes

Existing systems provide a greater opportunity for savings through the use of LCC methods than do new systems for two reasons. First, there are at least 20 times as many pump systems in the installed base as are built each year; and, second, many of the existing systems have pumps or controls that are not optimized since the pumping tasks change over time.

Some studies have shown that 30% to 50% of the energy consumed by pump systems could be saved through equipment or control system changes.

In addition to the economic reasons for using LCC, many organizations are becoming increasingly aware of the environmental impact of their businesses, and are considering energy efficiency as one way to reduce emissions and preserve natural resources.

Getting Started

LCC analysis, either for new facilities or renovations, requires the evaluation of alternative systems. For a majority of facilities, the lifetime energy and/or maintenance costs will dominate the life cycle costs. It is therefore important to accurately determine the current cost of energy, the expected annual energy price escalation for the estimated life, along with the expected maintenance labor and material costs. Other elements, such as the life time costs of down time, decommissioning, and environmental protection, can often be estimated based on historical data for the facility. Depending upon the process, down time costs can be more significant than the energy or maintenance elements of the equation. Careful consideration should therefore be given to productivity losses due to down time.

This overview provides an introduction to the life cycle costing process. The complete *Guide* expands upon life cycle costing and provides substantial technical guidance on designing new pumping systems as well as assessing improvements to existing systems. The *Guide* also includes a sample chart, examples of manual calculation of LCC, and a software tool to assist in LCC calculation.

Life Cycle Cost Analysis

In applying the evaluation process, or in selecting pumps and other equipment, the best information concerning the output and operation of the plant must be

LCC Analysis for Pumping Systems

The LCC process is a way to predict the most cost-effective solution; it does not guarantee a particular result, but allows the plant designer or manager to make a reasonable comparison between alternate solutions within the limits of the available data

established. The process itself is mathematically sound, but if incorrect or imprecise information is used then an incorrect or imprecise assessment will result. The LCC process is a way to predict the most cost-effective solution; it does not guarantee a particular result, but allows the plant designer or manager to make a reasonable comparison between alternate solutions within the limits of the available data.

Pumping systems often have a lifespan of 15 to 20 years. Some cost elements will be incurred at the outset and others may be incurred at different times throughout the lives of the different solutions being evaluated. It is therefore practicable, and possibly essential, to calculate a *present or discounted* value of the LCC in order to accurately assess the different solutions.

This analysis is concerned with assessments where details of the system design are being reviewed. Here the comparison is between one pump type and another, or one control means and another. The exercise may be aimed at determining what scope could be justified for a monitoring or control scheme, or for different process control means to be provided. Whatever the specifics, the designs should be compared on a like-for-like basis. To make a fair comparison, the plant designer/manager might need to consider the measure used. For example, the same process output volume should be considered and, if the two items being examined cannot give the same output volume, it may be appropriate to express the figures in cost per unit of output (e.g., \$/ton, or Euro/kg). The analysis should consider all significant differences between the solutions being evaluated.

Finally, the plant designer or manager might need to consider maintenance or servicing costs, particularly where these are to be subcontracted, or spare parts are to be provided with the initial supply of the equipment for emergency stand-by provision. Whatever is considered must be on a strictly comparable basis. If the plant designer or manager decides to subcontract or carry strategic spares based entirely on the grounds of convenience, this criterion must be used for all systems being assessed. But, if it is the result of maintenance that can be carried out only by a specialist subcontractor then its cost will correctly appear against the evaluation of that system.

Elements of the LCC equation

$$\text{LCC} = C_{ic} + C_{in} + C_e + C_o + C_m + C_s + C_{env} + C_d$$

LCC = life cycle cost

C_{ic} = initial costs, purchase price (pump, system, pipe, auxiliary services)

C_{in} = installation and commissioning cost (including training)

C_e = energy costs (predicted cost for system operation, including pump driver, controls, and any auxiliary services)

C_o = operation costs (labor cost of normal system supervision)

C_m = maintenance and repair costs (routine and predicted repairs)

C_s = down time costs (loss of production)

C_{env} = environmental costs (contamination from pumped liquid and auxiliary equipment)

C_d = decommissioning/disposal costs (including restoration of the local environment and disposal of auxiliary services).

The following sections examine each element and offer suggestions on how a realistic value can be determined for use in computing the LCC. It should be noted that this calculation does not include the raw materials consumed by the plant in making a product.

C_{ic} - Initial Investment Costs

The pump plant designer or manager must decide the outline design of the pumping system. The smaller the pipe and fitting diameters, the lower the cost of acquiring and installing them. However, the smaller diameter installation requires a more powerful pump resulting in higher initial and operating costs. In addition, smaller pipe sizes on the inlet side of a pump will reduce the net positive suction head available (NPSHA), thus requiring a larger and slower speed pump, which will typically be more expensive. Provisions must be made for the acceleration head needed for positive displacement pumps or the depth of submergence needed for a wet pit pump.

There will be other choices, which may be made during the design stage that can affect initial investment costs. One important choice is the quality of the equipment being selected. There may be an option regarding materials having differing wear rates, heavier duty bearings or seals, or more extensive control packages, all increasing the working life of the pump. These and other choices may incur higher initial costs but reduce LCC costs.

The initial costs will also usually include the following items:

- engineering (e.g. design and drawings, regulatory issues)
- the bid process
- purchase order administration
- testing and inspection
- inventory of spare parts
- training
- auxiliary equipment for cooling and sealing water

C_{in} - Installation and Commissioning (Start-up) Costs

Installation and commissioning costs include the following:

- foundations—design, preparation, concrete and reinforcing, etc.
- setting and grouting of equipment on foundation
- connection of process piping
- connection of electrical wiring and instrumentation
- connection of auxiliary systems and other utilities
- provisions for flushing or 'water runs'
- performance evaluation at start-up

Installation can be accomplished by an equipment supplier, contractor, or by user personnel. This decision depends on several factors, including the skills, tools, and equipment required to complete the installation; contractual procurement requirements; work rules governing the installation site; and the availability of competent installation personnel. Plant or contractor personnel should coordinate site supervision with the supplier. Care should be taken to follow installation instructions carefully. A complete installation includes transfer of equipment operation and maintenance requirements via training of personnel responsible for system operation.

Commissioning requires close attention to the equipment manufacturer's instruction for initial start-up and operation. A checklist should be used to ensure that equipment and the system are operating within specified parameters. A final sign off typically occurs after successful operation is demonstrated.

C_e - Energy Costs

Energy consumption is often one of the larger cost elements and may dominate the LCC, especially if pumps are run more than 2000 hours per year

Energy consumption is often one of the larger cost elements and may dominate the LCC, especially if pumps run more than 2000 hours per year. Energy consumption is calculated by gathering data on the pattern of the system output. If output is steady, or essentially so, the calculation is simple. If output varies over time, then a time-based usage pattern needs to be established.

The input power calculation formula is:

$$P = \frac{Q \times H \times \text{s.g.}}{366 \times \eta_p \times \eta_m} \quad [\text{kW}] \quad (\text{metric})$$

$$P = \frac{Q \times H \times \text{s.g.}}{3960 \times \eta_p \times \eta_m} \quad [\text{hp}] \quad (\text{U.S. units})$$

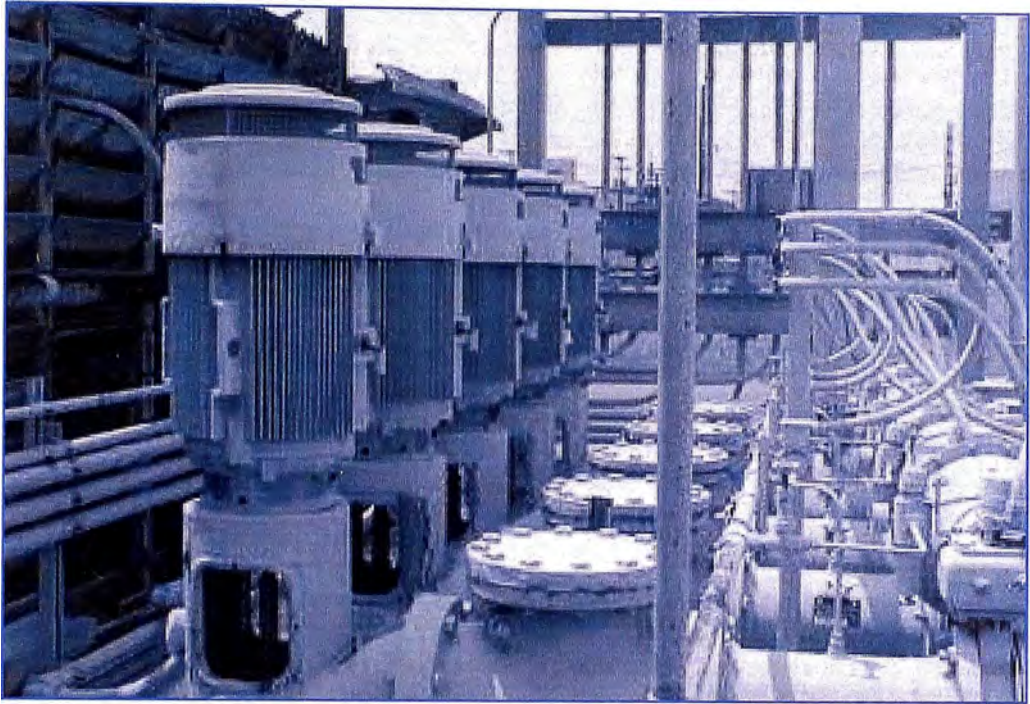
where: P = power
Q = rate of flow, m³/hr (US gpm)
H = head, m (ft.)
 η_p = pump efficiency
 η_m = motor efficiency
s.g. = specific gravity

The plant designer or manager needs to obtain separate data showing the performance of each pump/system being considered over the output range. Performance can be measured in terms of the overall efficiencies of the pump unit or of the energies used by the system at the different output levels. Driver selection and application will affect energy consumption. For example, much more electricity is required to drive a pump with an air motor than with an electric motor. In addition, some energy use may not be output dependent. For example, a control system sensing output changes may itself generate a constant energy load, whereas a variable speed electric motor drive may consume different levels of energy at different operating settings. The use of a throttling valve, pressure relief, or flow by-pass for control will reduce the operating efficiency and increase the energy consumed.

The efficiency or levels of energy used should be plotted on the same time base as the usage values to show their relationship to the usage pattern. The area under the curve then represents the total energy absorbed by the system being reviewed over the selected operating cycle. The result will be in kWh (kilowatt-hours). If there are differential power costs at different levels of load, then the areas must be totaled within these levels.

Once the charge rates are determined for the energy supplied, they can be applied to the total kWh for each charge band (rate period). The total cost of the energy absorbed can then be found for each system under review and brought to a common time period.

Finally, the energy and material consumption costs of auxiliary services need to be included. These costs may come from cooling or heating circuits, from liquid flush lines, or liquid/gas barrier arrangements. For example, the cost of running a cooling circuit using water will need to include the following items: cost of the water, booster pump service, filtration, circulation, and heat extraction/dissipation.



Maintenance and repair is a significant component of pumping system life cycle costs and an effective maintenance program can minimize these costs.

C_o - Operation Costs

Obtaining optimum working life from a pump requires regular and efficient servicing

Operation costs are labor costs related to the operation of a pumping system. These vary widely depending on the complexity and duty of the system. For example, a hazardous duty pump may require daily checks for hazardous emissions, operational reliability, and performance within accepted parameters. On the other hand, a fully automated non-hazardous system may require very limited supervision. Regular observation of how a pumping system is functioning can alert operators to potential losses in system performance. Performance indicators include changes in vibration, shock pulse signature, temperature, noise, power consumption, flow rates, and pressure.

C_m - Maintenance and Repair Costs

Obtaining optimum working life from a pump requires regular and efficient servicing. The manufacturer will advise the user about the frequency and the extent of this routine maintenance. Its cost depends on the time and frequency of service and the cost of materials. The design can influence these costs through the materials of construction, components chosen, and the ease of access to the parts to be serviced.

The cost of unexpected downtime and lost production is a very significant item in the total LCC and can rival the energy costs and replacement parts costs in its impact

The maintenance program can be comprised of less frequent but more major attention as well as the more frequent but simpler servicing. The major activities often require removing the pump to a workshop. During the time the unit is unavailable to the process plant, there can be loss of product or a cost from a temporary replacement. These costs can be minimized by programming major maintenance during annual shut-down or process change-over. Major service can be described as "pump unit not reparable on site," while the routine work is described as "pump unit reparable on site."

LCC Analysis for Pumping Systems

The total cost of routine maintenance is found by multiplying the costs per event by the number of events expected during the life cycle of the pump.

Although unexpected failures cannot be predicted precisely, they can be estimated statistically by calculating mean time between failures (MTBF). MTBF can be estimated for components and then combined to give a value for the complete machine.

It might be sufficient to simply consider best and worst case scenarios where the shortest likely life and the longest likely lifetimes are considered. In many cases, plant historical data is available.

The manufacturer can define and provide MTBF of the items whose failure will prevent the pump unit from operating or will reduce its life expectancy below the design target. These values can be derived from past experience or from theoretical analyses. The items can be expected to include seals, bearings, impeller/valve/port wear, coupling wear, motor features, and other special items that make up the complete system. The MTBF values can be compared with the design working life of the unit and the number of failure events calculated.

It must be recognized that process variations and user practices will almost certainly have a major impact upon the MTBF of a plant and the pumps incorporated in it. Whenever available, historical data is preferable to theoretical data from the equipment supplier. The cost of each event and the total costs of these unexpected failures can be estimated in the same way that routine maintenance costs are calculated.

C_S - Downtime and Loss of Production Costs

The cost of unexpected downtime and lost production is a very significant item in the total LCC and can rival the energy costs and replacement parts costs in its impact. Despite the design or target life of a pump and its components, there will be occasions when an unexpected failure occurs. In those cases where the cost of lost production is unacceptably high, a spare pump may be installed in parallel to reduce the risk. If a spare pump is used, the initial cost will be greater but the cost of unscheduled maintenance will include only the cost of the repair.

The cost of lost production is dependent on downtime and differs from case to case.

C_{env} - Environmental Costs, Including Disposal of Parts and Contamination from Pumped Liquid

The cost of contaminant disposal during the lifetime of the pumping system varies significantly depending on the nature of the pumped product. Certain choices can significantly reduce the amount of contamination, but usually at an increased investment cost. Examples of environmental contamination can include: cooling water and packing box leakage disposal; hazardous pumped product flare-off; used lubricant disposal; and contaminated used parts, such as seals. Costs for environmental inspection should also be included.

C_d - Decommissioning/Disposal Costs, Including Restoration of the Local Environment

In the vast majority of cases, the cost of disposing of a pumping system will vary little with different designs. This is certainly true for non-hazardous liquids and, in most cases, for hazardous liquids also. Toxic, radioactive, or other hazardous

Executive Summary

liquids will have legally imposed protection requirements, which will be largely the same for all system designs. A difference may occur when one system has the disposal arrangements as part of its operating arrangements (for example, a hygienic pump designed for cleaning in place) while another does not (for example, a hygienic pump designed for removal before cleaning). Similar arguments can be applied to the costs of restoring the local environment. When disposal is very expensive, the LCC becomes much more sensitive to the useful life of the equipment.

Total Life Cycle Costs

The costs estimated for the various elements making up the total life cycle costs need to be aggregated to allow a comparison of the designs being considered. This is best done by means of a tabulation which identifies each item and asks for a value to be inserted. Where no value is entered, an explanatory comment should be added. The estimated costs can then be totaled to give the LCC values for comparison, and attention will also be drawn to non-qualitative evaluation factors.

There are also financial factors to take into consideration in developing the LCC. These include;

- present energy prices
- expected annual energy price increase (inflation) during the pumping system life time
- discount rate
- interest rate
- expected equipment life (calculation period)

In addition, the user must decide which costs to include, such as maintenance, down time, environmental, disposal, and other important costs.

Pumping System Design

Proper pumping system design is the most important single element in minimizing the LCC. All pumping systems are comprised of a pump, a driver, pipe installation, and operating controls, and each of these elements is considered individually. Proper design considers the interaction between the pump and the rest of the system and the calculation of the operating duty point(s). The characteristics of the piping system must be calculated in order to determine required pump performance. This applies to both simple systems as well as to more complex (branched) systems.

Both procurement costs and operational costs make up the total cost of an installation during its lifetime. A number of installation and operational costs are directly dependent on the piping diameter and the components in the piping system.

A considerable amount of the pressure losses in the system are caused by valves, in particular control valves in throttle-regulated installations. In systems with several pumps, the pump workload is divided between the pumps, which together, and in conjunction with the piping system, deliver the required flow.

The piping diameter is selected based on the following factors:

- economy of the whole installation (pumps and system)
- required lowest flow velocity for the application (e.g., avoid sedimentation)
- required minimum internal diameter for the application (e.g., solids handling)

Proper pumping system design is the most important single element in minimizing the LCC

By developing a model of the piping system, one can easily consider system alternatives, but the model must first be validated to insure that it accurately represents the operating piping system it is trying to emulate

LCC Analysis for Pumping Systems

- maximum flow velocity to minimize erosion in piping and fittings
- plant standard pipe diameters

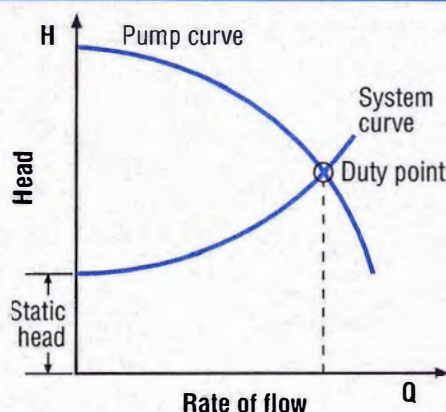
Decreasing the pipeline diameter has the following effects:

- Piping and component procurement and installation costs will decrease.
- Pump installation procurement costs will increase as a result of increased flow losses with consequent requirements for higher head pumps and larger motors. Costs for electrical supply systems will therefore increase.
- Operating costs will increase as a result of higher energy usage due to increased friction losses.

Some costs increase with increasing pipeline size and some decrease. Because of this, an optimum pipeline size may be found, based on minimizing costs over the life of the system.

The duty point of the pump is determined by the intersection of the system curve and the pump curve as shown in Figure 1.

Figure 1.
The duty point
is the intersection
between the pump
and system curves



A pump application might need to cover several duty points, of which the largest flow and/or head will determine the rated duty for the pump. The pump user must carefully consider the duration of operation at the individual duty points to properly select the number of pumps in the installation and to select output control. Many software packages are currently available which make it easier to determine friction losses and generate system curves. Most pump manufacturers can recommend software suitable for the intended duty. Different programs may use different methods of predicting friction losses and may give slightly different results. Very often such software is also linked to pump-selection software from that particular manufacturer.

Methods for Analyzing Existing Pumping Systems

The following steps provide an overall guideline to improve an existing pumping system.

- Assemble a complete document inventory of the items in the pumping system.
- Determine the flow rates required for each load in the system.
- Balance the system to meet the required flow rates of each load.
- Minimize system losses needed to balance the flow rates.
- Affect changes to the pump to minimize excessive pump head in the balanced system.
- Identify pumps with high maintenance cost.

Executive Summary

One of two methods can be used to analyze existing pumping systems. One consists of observing the operation of the actual piping system, and the second consists of performing detailed calculations using fluid analysis techniques. The first method relies on observations of the operating piping system (pressures, differential pressures, and flow rates), the second deals with creating an accurate mathematical model of the piping system and then calculating the pressures and flow rates within the model.

Observing the operating system allows one to view how the actual system is working, but system operational requirements limit the amount of experimentation that plant management will allow. By developing a model of the piping system, one can easily consider system alternatives, but the model must first be validated to insure that it accurately represents the operating piping system it is trying to emulate. Regardless of the method used, the objective is to gain a clear picture of how the various parts of the system operate and to see where improvements can be made and the system optimized.

The following is a **checklist** of some useful means to reduce the Life Cycle Cost of a pumping system.

-
- Consider all relevant costs to determine the Life Cycle Cost
 - Procure pumps and systems using LCC considerations
 - Optimize total cost by considering operational costs and procurement costs
 - Consider the duration of the individual pump duty points
 - Match the equipment to the system needs for maximum benefit
 - Match the pump type to the intended duty
 - Don't oversize the pump
 - Match the driver type to the intended duty
 - Specify motors to be high efficiency
 - Match the power transmission equipment to the intended duty
 - Evaluate system effectiveness
 - Monitor and sustain the pump and system to maximize benefit
 - Consider the energy wasted using control valves
 - Utilize auxiliary services wisely
 - Optimize preventative maintenance
 - Maintain the internal pump clearances
 - Follow available guidelines regarding the rewinding of motors
 - Analyze existing pump systems for improvement opportunities
 - Use the showcases in the *Guide* as a source for ideas
-

Example: Pumping System with a Problem Control Valve

In this example the Life Cycle Cost analysis for the piping system is directed at a control valve. The system is a single pump circuit that transports a process fluid containing some solids from a storage tank to a pressurized tank. A heat exchanger heats the fluid, and a control valve regulates the rate of flow into the pressurized tank to 80 cubic meters per hour (m^3/h) (350 gallons per minute [gpm]).

The plant engineer is experiencing problems with a fluid control valve (FCV) that fails due to erosion caused by cavitation. The valve fails every 10 to 12 months at a cost of 4 000 EURO or USD per repair. A change in the control valve is being considered to replace the existing valve with one that can resist cavitation. Before changing out the control valve again, the project engineer wanted to look at other options and perform a Life Cycle Cost analysis on alternative solutions.

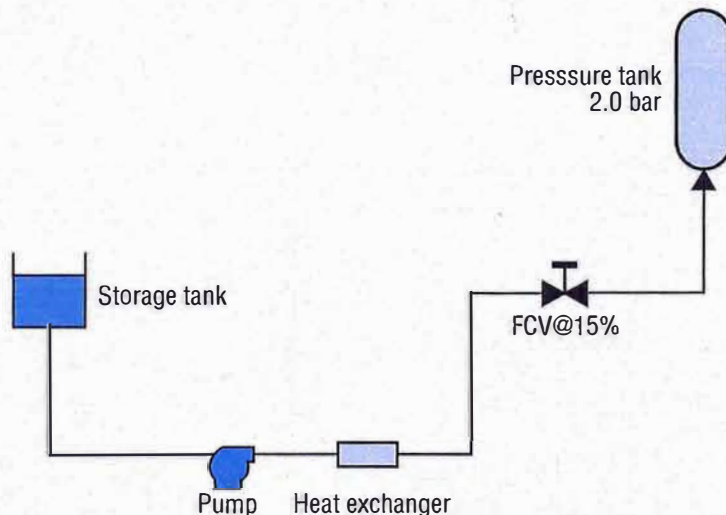


Figure 2. Sketch of pumping system in which the control valve fails

How the System Operates

The first step is to determine how the system is currently operating and determine why the control valve fails, then to see what can be done to correct the problem.

The control valve currently operates between 15-20% open and with considerable cavitation noise from the valve. It appears the valve was not sized properly for the application. After reviewing the original design calculations, it was discovered that the pump was oversized; $110 \text{ m}^3/\text{h}$ (485 USgpm) instead of $80 \text{ m}^3/\text{h}$ (350 USgpm), this resulted in a larger pressure drop across the control valve than originally intended.

As a result of the large differential pressure at the operating rate of flow, and the fact that the valve is showing cavitation damage at regular intervals, it is determined that the control valve is not suitable for this process.

Executive Summary

The following four options are suggested:

- A. A new control valve can be installed to accommodate the high pressure differential.
- B. The pump impeller can be trimmed so that the pump does not develop as much head, resulting in a lower pressure drop across the current valve.
- C. A variable frequency drive (VFD) can be installed, and the flow control valve removed. The VFD can vary the pump speed and thus achieve the desired process flow.
- D. The system can be left as it is, with a yearly repair of the flow control valve to be expected.

The cost of a new control valve that is properly sized is 5 000 Euro or USD. The cost of modifying the pump performance by reduction of the impeller diameter is 2 250 Euro or USD. The process operates at 80 m³/h for 6,000 h/year. The energy cost is 0.08 Euro or USD per kWh and the motor efficiency is 90%.

The cost comparison of the pump system modification options is contained in Table 1.

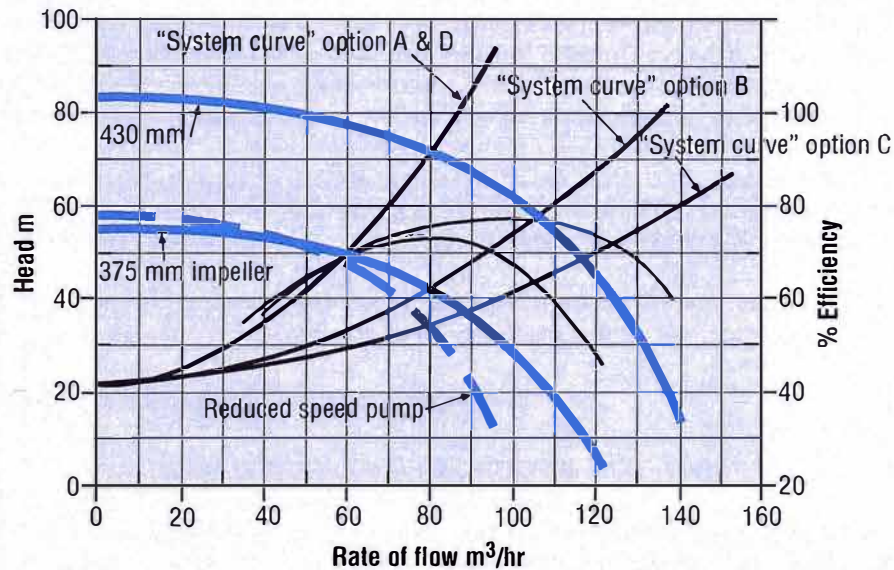


Figure 3. Pump and system curves showing the operation of the original system and the modified pump impeller

Table 1. Cost comparison for Options A through D in the system with a failing control valve

Cost	Change Control Valve (A)	Trim Impeller (B)	VFD (C)	Repair Control Valve (D)
Pump Cost Data				
Impeller diameter	430 mm	375 mm	430 mm	430 mm
Pump head	71.7 m (235 ft)	42.0 m (138 ft)	34.5 m (113 ft)	71.7 m (235 ft)
Pump efficiency	75.1%	72.1%	77%	75.1%
Rate of flow	80 m ³ /h (350 USgpm)	80 m ³ /h (350 USgpm)	80 m ³ /h (350 USgpm)	80 m ³ /h (350 USgpm)
Power consumed	23.1 kW	14.0 kW	11.6 kW	23.1 kW
Energy Cost/Year	11 088 EURO or USD	6 720 EURO or USD	5 568 EURO or USD	11 088 EURO or USD
New Valve	5 000 EURO or USD	0	0	0
Modify Impeller	0	2 250 EURO or USD	0	0
VFD	0	0	20 000 EURO or USD	0
Installation of VFD	0	0	1 500 EURO or USD	0
Valve Repair/Year	0	0	0	4 000 EURO or USD

By trimming the impeller to 375 mm (Option B), the pump’s total head is reduced to 42.0 m (138 ft) at 80 m³/h. This drop in pressure reduces the differential pressure across the control valve to less than 10m (33 ft), which better matches the valve’s original design point. The resulting annual energy cost with the smaller impeller is 6 720 EURO or USD per year. It costs 2 250 EURO or USD to trim the impeller. This includes the machining cost as well as the cost to disassemble and reassemble the pump.

A 30 kW VFD (Option C) costs 20 000 EURO or USD, and an additional 1 500 EURO or USD to install. The VFD will cost 500 EURO or USD to maintain each year. It is assumed that it will not need any repairs over the project’s 8-year life.

The option to leave the system unchanged (Option D) will result in a yearly cost of 4 000 EURO or USD for repairs to the cavitating flow control valve.

LCC Costs and Assumptions

- The current energy price is 0.08 EURO or USD /kWh.
- The process is operated for 6,000 hours/year.
- The company has an annual cost for routine maintenance for pumps of this size at 500 EURO or USD per year, with a repair cost of 2 500 EURO or USD every second year.
- There is no decommissioning cost or environmental disposal cost associated with this project.
- This project has an 8-year life.
- The interest rate for new capital projects is 8% and an inflation rate of 4% is expected.

The life cycle cost calculations for each of the four options are summarized in Table 2. Option B, trimming the impeller, has the lowest life cycle cost and is the preferred option for this example.

Executive Summary

Table 2. LCC comparison for the problem control valve system

	Option A Change control valve	Option B Trim impeller	Option C VFD and remove control valve	Option D Repair control valve
Input				
Initial investment cost:	5000	2250	21 500	0
Energy price (present) per kWh:	0.080	0.080	0.080	0.080
Weighted average power of equipment in kW:	23.1	14.0	11.6	23.1
Average operating hours/year:	6 000	6 000	6 000	6 000
Energy cost/year (calculated) + Energy price x Weighted average power x Average operating hours/year:	11 088	6 720	5 568	11 088
Maintenance cost (routine maintenance/year:	500	500	1 000	500
Repair every 2nd year:	2 500	2 500	2 500	2 500
Other yearly costs:	0	0	0	4 000
Down time cost/year:	0	0	0	0
Environmental cost:	0	0	0	0
Decommissioning/disposal (Salvage) cost:	0	0	0	0
Life time in years:	8	8	8	8
Interest rate (%):	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
Inflation rate (%):	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
Output				
Present LCC value:	91 827	59 481	74 313	113 930

For More Information

To order *Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems*, contact the Hydraulic Institute or Europump.

About the **Hydraulic Institute**

The Hydraulic Institute (HI), established in 1917, is the largest association of pump producers and leading suppliers in North America. HI serves member companies and pump users by providing product standards and forums for the exchange of industry information. HI has been developing pump standards for over 80 years. For information on membership, organization structure, member and user services, and energy and life cycle cost issues, visit www.pumps.org.

Hydraulic Institute
9 Sylvan Way
Parsippany, NJ 07054
973-267-9700 (phone)
973-267-9055 (fax)

About **Europump**

Europump, established in 1960, acts as spokesman for 15 national pump manufacturing associations in Europe and represents more than 400 manufacturers. Europump serves and promotes the European pump industry. For information regarding Europump work in the field of life cycle cost issues, please email: secretariat@europump.org. For information on Europump, visit www.europump.org.

Europump
Diamant Building, 5th Floor
Blvd. A Reyers 80, B1030
Brussels, Belgium
+32 2 706 82 30 (phone)
+32 2 706 82 50 (fax)

About the **U.S. Department of Energy**

OIT, through partnerships with industrial companies and trade groups, develops and delivers advanced energy efficiency, renewable energy, and pollution prevention technologies for industrial applications. OIT encourages industry-wide efforts to boost resource productivity through a strategy called Industries of the Future (IOF). IOF focuses on nine energy- and resource-intensive industries—agriculture, aluminum, chemicals, forest products, glass, metal casting, mining, petroleum, and steel. Visit www.oit.doe.gov/bestpractices to learn more about our programs and services.

U.S. Department of Energy
Office of Industrial Technologies
1000 Independence Avenue, SW
Washington, DC 20585
clearinghouse@ee.doe.gov
1-800-862-2086

Visit Hydraulic Institute online at:
www.pumps.org

Visit Europump online at:
www.europump.org

Visit the U.S. Department of Energy's Office of Industrial Technologies online at:
www.oit.doe.gov



DOE/GO-102001-1190
January 2001

ANEXO N°6

LISTA DE PRECIOS CATÁLOGO N° 2
BOMBAS POZO PROFUNDO HIDROSTAL
ADICIONAR I.G.V. 18%
PRECIOS EN NUEVOS SOLES



1. BOMBAS TURBINA VERTICAL

CISTERNA			TURBINA			BARRIL			TIRO IMPUL.
MODELOS	PRIMERA ETAPA S/.	ETAPA ADICIONAL S/.	MODELOS	PRIMERA ETAPA S/.	ETAPA ADICIONAL S/.	MODELOS	PRIMERA ETAPA S/.	ETAPA ADICIONAL S/.	
B05C	4,728	1,615		-	-	B05C	4,728	1,615	L, H
B06M	7,145	2,064	T06M	7,145	2,064	B06M	7,145	2,064	L, H
B06H	7,462	2,183	T06H	7,462	2,183	B06H	7,462	2,183	H
B07M	7,783	2,397	T07M	7,783	2,397	B07M	7,783	2,397	L, H
B08M	8,297	2,776	T08M	8,297	2,776	B08M	8,297	2,776	L, H
B08H	8,297	3,029	T08H	8,297	3,029	B08H	8,297	3,029	L, H
B08C	6,554	2,183	T08C	6,554	2,183	B08C	6,554	2,183	L, M, H
B08G	6,554	2,183	T08G	6,554	2,183	B08G	6,554	2,183	L, M, H
B10C	8,053	2,712	T10C	8,053	2,712	B10C	8,053	2,712	L, M, H
B10D	8,053	2,712	T10D	-	-	B10D	8,053	2,712	H
B10G	8,053	2,712	T10G	8,053	2,712	B10G	8,053	2,712	L, M, H
B10H	10,876	4,386	T10H	10,876	4,386	B10H	10,876	4,386	L, H
B12C	10,645	3,293	T12C	10,645	3,293	B12C	10,645	3,293	L, M, H
B12G	10,645	3,293	T12G	10,645	3,293	B12G	10,645	3,293	L, M, H
B12H	13,045	5,159	T12H	13,045	5,159	B12H	13,045	5,159	L, H
B14C	14,954	4,574	T14C	14,954	4,574	B14C	14,954	4,574	M, H
B14G	14,954	4,574	T14G	14,954	4,574	B14G	14,954	4,574	M, H
B16C	18,648	7,738	T16C	18,648	7,738	B16C	18,648	7,738	L, M, H
B16G	18,648	7,738	T16G	18,648	7,738	B16G	18,648	7,738	M, H
B16H	21,000	8,600		-	-	B16H	21,000	8,600	H
B18C	29,000	12,500		-	-	B18C	29,000	12,500	H
B20C	35,000	15,500		-	-	B20C	35,000	15,500	H
B17H	29,000	16,000		-	-	B17H	29,000	16,000	L, H
B34DS	50,000	-		-	-	B34DS	50,000	-	L, H
B12HL+12CH	18,000	3,400		-	-	B12HL+12CH	18,000	3,400	L+H
B12HL+12GH	18,000	3,400		-	-	B12HL+12GH	18,000	3,400	L+H
B12HH+14CM	19,200	4,574		-	-	B12HH+14CM	19,200	4,574	H+M
B12HH+14GM	19,200	4,574		-	-	B12HH+14GM	19,200	4,574	H+M
B12HH+14CH	19,200	4,574		-	-	B12HH+14CH	19,200	4,574	H+H
B12HH+14GH	19,200	4,574		-	-	B12HH+14GH	19,200	4,574	H+H
B16HH+16CL	31,500	8,000		-	-	B16HH+16CL	31,500	8,000	H+L
B16HH+16GL	31,500	8,000		-	-	B16HH+16GL	31,500	8,000	H+L
B16HH+16CM	31,500	8,000		-	-	B16HH+16CM	31,500	8,000	H+M
B16HH+16GM	31,500	8,000		-	-	B16HH+16GM	31,500	8,000	H+M
B16HH+16CH	31,500	8,000		-	-	B16HH+16CH	31,500	8,000	H+H
B16HH+16GH	31,500	8,000		-	-	B16HH+16GH	31,500	8,000	H+H
B16HH+18CH	33,500	12,500		-	-	B16HH+18CH	33,500	12,500	H+H
B16HH+20CH	36,500	15,500		-	-	B16HH+20CH	36,500	15,500	H+H
B34DSL+17HL	66,000	16,000		-	-	B34DSL+17HL	66,000	16,000	L+L
B34DSH+17HH	67,500	16,500		-	-	B34DSH+17HH	67,500	16,500	H+H

Material estándar:

Tazones Fierro fundido aporcelanado.
Impulsores Bronce al silicio.
Eje Acero inoxidable AISI 416.

FECHA DE EMISIÓN	24.MAYO.2011	REEMPLAZA A: FECHA:	PÁGINA 1 04.01.2010	VALIDAS PARA O/C RECIBIDAS A PARTIR DEL 24.MAYO.2011	PÁGINA N° 1
------------------	--------------	------------------------	------------------------	--	-------------

**LISTA DE PRECIOS - CATÁLOGO No. 2 SI. NUEVOS
BOMBAS POZO PROFUNDO - HIDROSTAL
ADICIONAR I.G.V.**



SECCION	MODELO	EJECUCION	VALOR VTA. SI.	SECCION	MODELO	EJECUCION	VALOR VTA. SI.
2-250	GSR-6 x 16-1/2"	FIERRO FUNDIDO A48CL30B	5,561	2-250	1/8"	220 V.	513
LINTERNA	GSR8 x 16-1/2"		7,180				
DESCARGA	GSR-10 x 20 (8")		8,745				
LUB.x ACEITE	GSR-10 x 20 (10")		9,535				
O AGUA	GSR-12 x 24-1/2 (12")		12,716				
2-270 CABEZAL ENGRANAJE RATIO 1:1	SH20	SIMPLE	15,283	2-270 CABEZAL ENGRANAJE RATIO 1:1 COMBINACION	C30 C40B C60A C80A C100A C125A C150A C200A	MIXTO	14,823 17,852 19,075 20,301 21,110 22,702 27,935 33,288
	SH40A		19,448				
	SH60A		19,955				
	SH80A		21,594				
	SH100A		22,680				
	SH125A		23,948				
	SH150A		28,610				
	SH200A		33,536				
2-270 CARDAN W & S	WL-31 x 36	ACERO	1,690	2-270 JUEGO CONTRA- BRIDAS	WL-31 WL-37 WL-41 WL-55 WL-65	FIERRO FUNDIDO	488 751 751 1,013 1,211
	WL-37 x 36		1,989				
	WL-41 x 48		2,437				
	WL-55 x 48		4,121				
	WL-65 x 48		8,428				

NOTA IMPORTANTE:

- Los precios aplican cuando se cotiza el equipo completo desde la canastilla hasta la linterna como minimo.

FECHA DE EMISION: 01.06.2012	REEMPLAZA A: PAGINA 4 FECHA: 04.01.2010	VALIDA PARA O/C RECIBIDAS A PARTIR DEL 01.06.2012	PÁGINA No. 4 DE 20
---------------------------------	--	--	-----------------------

LISTA DE PRECIOS CATÁLOGO N° 2
BOMBAS POZO PROFUNDO HIDROSTAL
ADICIONAR I.G.V. 18%
PRECIOS EN NUEVOS SOLES



2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

CLAVE MAT	MATERIAL	TAZÓN	IMPUL.	FACTOR PRECIO
C	INOX. 316	C	C	2.9
H	INOX. RL	H	H	3.2
G	INOX. COR 13.4	G	G	3.2
N	BRONCE B548-872	N	N	3.0
D	INOX. 316L	D	D	3.5
F	INOX. DUPLEX	F	F	3.5
E	INOX. 904L	E	E	4.0
B	SP80	B	B	1.0
A	SP80 + CERÁMICA	A	N	1.0
I	ACERO 1020	I	I	1.5
J	ACERO 1030	J	J	1.5
K	ACERO 1045	K	K	1.5
L	ACERO 216 WCB	L	L	1.5
M	ACERO 216 WCC	M	M	1.5
P	BRONCE B143, 1A	SOLO PARA BOCINAS		

3. ANILLOS DESGASTE TAZÓN / IMPULSOR

CLAVE MAT	MATERIAL ANILLO TAZON		MATERIAL ANILLO IMPULSOR	
	FACTOR	MAT	FACTOR	MAT
C	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
H	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
G	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
D	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
F	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
E	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
I	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
J	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
K	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
L	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
M	1.15	CORT 13.4	1.15	DUPLEX
B	1.08	BRONCE B548-872	1.03	BRONCE B143, 1A
A	1.08	BRONCE B548-872	1.08	BRONCE B143, 1A
N	1.08	BRONCE B143, 1A	1.08	BRONCE B548-872

4. BOCINAS TAZÓN

CLAVE MAT	MATERIAL	FACTOR PRECIO
P	BRONCE B143, 1A	1.00
Y	DURAMAX	1.20
Z	VESCONITE	1.20
7	THORDON	2.20

5. MATERIAL Y DIÁMETRO INMEDIATO SUPERIOR

CLAVE MAT	MATERIAL	FACTOR PRECIO	DIAM. INM. SUP. FACTOR PRECIO
R	INOX. 416	1.00	1.02
S	INOX. 316	1.02	1.04
T	INOX. 17-4 PH	1.10	1.12
U	DUPLEX	1.15	1.18

6. BOCINA EJE

CLAVE MAT	MATERIAL	FACTOR PRECIO	BOCINA EJE
R	INOX. 416	1.10	INOX. 416
S	INOX. 316	1.10	INOX. 316
T	INOX. 17-4 PH	1.12	INOX. COR 13.4
U	DUPLEX	1.12	INOX. COR 13.4

FECHA DE EMISIÓN	24.MAYO.2012	REEMPLAZA A: FECHA:	NUEVA 04.01.2010	VALIDAS PARA O/C RECIBIDAS A PARTIR DEL 31.MAYO.2012	PÁGINA N° 2 DE 20
------------------	--------------	------------------------	---------------------	--	-------------------

LISTA DE PRECIOS CATALOGO 2 - OPCIONALES
 APLICABLE PARA BOMBA TURBINA VERTICAL
 EN SI. EN NUESTRA PLANTA ZARATE, AÑADIR IGV Y EMBALAJE EN CASO DE REQUERIRSE



Principales Características

Precio de Lista
 Si.

BARRIL

Código HISA	Descripción	Tubo Exterior	Brida Slip-On	Longitud Tubo (mm)	A usarse con:	Precio de Lista
-	Barril 16" X 6" X 5000 (Sedapal)	16" / A53B	6" / 150 PSI	5000	B8C-M-15-05X6 / B10C-L-08-06X8	18,300.00
-	Barril 16" X 8" X 5000 (Sedapal)	16" / A53B	8" / 150 PSI	5000	B08M-H-09-06X6	18,350.00
-	Barril 18" X 8" X 4000 (Pariachi)	18" / A53B	8" / 150 PSI	4000	---	19,500.00
-	Barril 18" X 10" X 4060 (Sedapal)	18" / A53B	10" / 150 PSI	4060	B12C-L-03-08X8 / B12C-M-04-08X8	20,600.00
-	Barril 18" X 12" X 4665 (Sedapal)	18" / A53B	12" / 150 PSI	4665	B10H-H-05-08X8	21,900.00
-	Barril 24" X 12" X 2400 (Drokasa)	24" / A53B	12" / 150 PSI	2400	B12H-H-04-10X10 / B14C-M-03-10X10 / B16C-M-02-SR12	16,500.00
-	Barril 24" X 16" X 4616 (Galvao)	24" / A53B	16" / 150 PSI	4616	B12H-H-05-10X10	19,900.00

KIT LUBRICACIÓN ACEITE 440V

Código HISA	Descripción	A usarse con:	Precio de Lista
HU2210067	Kit lubricación aceite 440V	Turbina LubXAceite	1,512.00

SOLE PLATE - BASE PLATE

	Descripción	A usarse con bombas y internas según tamaño:	Precio de Lista
SOLE PLATE	Plancha de cimentación, fabricada en plancha de acero de 1.1/4" de espesor.	Hasla 10	3,000.00
		De 12 a 14	3,500.00
		De 14 a 17	4,000.00
BASE PLATE	Plancha base interna, fabricada en plancha de acero de 1.1/4" de espesor.	GSR-6 a GSR10	2,900.00
		GSR-12	3,100.00
		GSR-16	3,300.00

HIDROCICLON

Código HISA	Descripción	A usarse con:	Precio de Lista
HU2210101	Hidrociclón de 6" (Ac. Inox. 17-4PH)	Todas las bombas turbina	4,575.00

SISTEMA DE PRE-LUBRICACIÓN

Código HISA	Descripción	Tanque	Válvulas	Tubo	A usarse con:	Precio de Lista
HU2210082	Sistema Pre-Lub. Bomba Turbina 220V	600 Lt	3/4"	Fe. Galv.	Bombas turbina - motor 220V	3,300.00
HU2210163	Sistema Pre-Lub. Bomba Turbina 380V	600 Lt	3/4"	Fe. Galv.	Bombas turbina - motor 380V	3,300.00
HU2210171	Sistema Pre-Lub. Bomba Turbina 440V	600 Lt	3/4"	Fe. Galv.	bombas turbina - motor 440V	3,300.00

FACTORES PARA CÁLCULO

COLUMNAS	DE COLUMNAS COMPLETAS SEGÚN LISTA PAGS. LE01 Y LE02 A COLUMNAS CON EJE EN:				LINTERNA DE DESCARGA CON BRIDA [PSI]:	DE LISTA PAG 4 DE 20 - DE FE. FDO.GRIS	
	CONCEPTO	DE	A	FACTOR		A:	FACTOR
	X 5 Pies - Inferior - superior	416	316	1.30			NOD. 150 / 300 [PSI]	1.10 / 1.20
X 10 Pies - Intermedia	416	316	1.50	INOX 316 150 / 300 [PSI]	2.90 / 3.10		
X 5 Pies - Inferior - superior	416	17-4PH	1.50	BRONCE 150 / 300 [PSI]	2.90 / 3.10		
X 10 Pies - Intermedia	416	17-4PH	1.70	HIDROH 150 / 300 [PSI]	3.20 / 3.50		
X 5 Pies - Inferior - superior	416	Duplex	2.00	RL 150 / 300 [PSI]	3.20 / 3.50		
X 10 Pies - Intermedia	416	Duplex	2.20	DUP LEX 150 / 300 [PSI]	3.50 / 3.60		

LISTA DE PRECIOS CATALOGO 2 - COLUMNAS INFERIORES E INTERMEDIAS, INTERIOR/EXTERIOR CON ARAÑA DE FIERRO PARA BOMBAS TURBINA DE POZO (T) Y BOMBAS TURBINAS BARRIL/CISTERNA (B) PARA LUBRICACION POR AGUA (w) EN NUESTRA PLANTA ZARATE, AÑADIR IGV Y EMBALAJE EN CASO DE REQUERIRSE



Eje	Columna Exterior	HP α RPM	LITROS/SEG		Diámetro Exterior Máximo	Espesor Columna Exterior	Estandar Inferior (w) 1 5 pies largo			Especial Inferior (w) 2 5 pies largo			Estandar Intermedia (w) 3 10 pies largo			Especial Intermedia (w) 4 10 pies largo		
			1.2M/SEG	5%			Código	Valor	Peso Kg.	Código	Valor	Peso Kg.	Código	Valor	Peso Kg.	Código	Valor	Peso Kg.
1 1/2"	4"	110 α 3500	8	9	5.2"	.237"	1,050			1,242			1,342			1,684		
	5"		13.8	20.5	6.3"	.258"	1,178			1,370			1,556			1,898		
	6"	55 α	20	37.8	7.4"	.280"	1,312			1,507			1,782			2,126		
	8"	1750	39.7	85.2	9.65"	.277"	1,638			1,830			2,300			2,645		
	10"	45 α 1450	64	177	11.75"	.278"	2,145			2,337			3,127			3,471		
	12"	37 α 1150	100	297		.250"	5,311			5,503			6,262			6,616		
3/16"	4"	188 α 3500	6.3	6.3	5.2"	.237"	1,144			1,394			1,464			1,937		
	5"		12.6	15.8	6.3"	.258"	1,269			1,522			1,678			2,148		
	6"	94 α 1750	19.2	31.5	7.4"	.280"	1,407			1,657			1,907			2,376		
	8"	77 α 1450	36.6	82	9.65"	.277"	1,733			1,983			2,422			2,892		
	10"	62 α	60	164	11.75"	.278"	2,236			2,489			3,249			3,718		
	12"	1150	94	271		.250"	5,405			5,655			6,387			6,857		
1 7/16"	5"	370 α *	11.4	14.2	6.3"	.258"	1,440			1,821			1,934			2,642		
	6"	3500	17	25.2	7.4"	.280"	1,577			1,956			2,157			2,867		
	8"	185 α 1750	34	72.6	9.65"	.277"	1,895			2,276			2,669			3,380		
	10"	151 α	56	155	11.75"	.278"	2,447			2,831			3,545			4,255		
	12"	1450	88	249		.250"	5,622			6,003			6,689			7,397		
	14"	122 α	100	353		.250"	6,442			6,823			7,638			8,348		
1 1/16"	6"	335 α	17	25.2	7.4"	.280"	1,773			2,245			2,440			3,355		
	8"	1750	34	72.2	9.65"	.277"	2,093			2,566			2,953			3,871		
	10"	274 α	56	155	11.75"	.278"	2,645			3,121			3,828			4,743		
	12"	1450	88	249		.250"	5,820			6,293			6,970			7,888		
	14"	220 α	100	353		.250"	6,707			7,183			7,988			8,906		
	16"	1150	158	524		.250"	8,727			9,199			10,123			11,038		
1 5/16"	8"	530 α 1750	33	71	9.65"	.277"	2,343			2,989			3,285			4,478		
	10"	433 α	52	147	11.75"	.278"	2,895			3,545			4,158			5,353		
	12"	1450	82	236		.250"	6,134			6,781			7,366			8,562		
	14"	350 α	94	334		.250"	6,958			7,564			8,321			9,474		
	16"	1150	152	518		.250"	9,053			9,663			10,532			11,685		
3/16"	10"	775 α 1750	48	140	11.75"	.278"	3,172			4,048			4,582			6,125		
	12"	639 α 1450	76	221		.250"	6,479			7,351			7,848			9,401		
	14"	515 α	88	315		.250"	7,275			8,150			8,781			10,325		
	16"	1150	146	512		.250"	9,291			10,166			10,913			12,460		
7/16"	12"	960 α 1750	70	215		.250"	7,162			8,251			8,800			10,605		
	14"	791 α 1450	82	297		.250"	7,958			9,047			9,724			11,529		
	16"	630 α 1150	140	506		.250"	10,157			11,249			11,920			13,847		

Quando son Bombas Pozo (T) no se hacen otros largos que los indicados en las listas. Cuando son Bombas Barril/Cisterna se hacen otros largos cobrándose al cliente como sigue:

Largo columna requerido:	0 - 5 Pies:	Cobrar 5 Pies superior y va solo columna superior largo requerido
Largo columna requerido:	5 - 10 Pies:	Cobrar 5 Pies inferior y fijo en largo 5 pies y 5 pies superior largo requerido
	10 - 15 Pies:	Cobrar 2 inferiores 5 pies largo fijo 10 pies y 5 pies superior largo requerido
	15 - 20 Pies:	Cobrar 3 inferiores 5 pies largo fijo 15 pies y 5 pies superior largo requerido
	20 - 25 Pies:	Cobrar 4 inferiores 5 pies largo fijo 20 pies y 5 pies superior largo requerido
	25 - 30 Pies:	Cobrar 5 inferiores 5 pies largo fijo 25 pies y 5 pies superior largo requerido

BOMBAS (T) : La columna intermedia se usa 10 pies largo y trabajan solo hasta 1800 RPM.

BOMBAS (B) : Las columnas intermedias 10 pies no se usan, solo inferiores de 5 pies y superiores 5 pies aceptable trabajar a 3600 RPM para ejes de hasta 1 7/16" y modelos B05C, B06M, B06H, B07M, B08M, B08H, B10C-L, B10D-H, B10GL, en los límites establecidos para cada modelo.

Columna exterior se compone de tubo de acero con largo especificado menos 1/2 pulgada, roscado en ambos extremos con Rosca NPS y una unión de fierro nodular y un protector de carton hasta 10", 12" y más con bridas.	EJE C45	1 x 5'		1 x 5'		1 x 10'	
Columna interior mas araña de fierro se compone de ---->	EJE 416						1 x 10'
	COPLEC45	1		1		1	
	COPLEC416						1
	BOCINA	1		1		1	
	EJE 416						1
	ARAÑA DE FIERRO	1		1		1	

APLICA A VENTA DE EQUIPO COMPUESTO DE CUERPO DE BOMBA, COLUMNA EXTERIOR/INTERIOR, LINTERNA DE DESCARGA MAS CONTENIDO DE ESTA PAGINA COMO MINIMO PARA INTERNAMIENTO EN UN SOLO PI. VENTA SUELTA O REPUESTO POR 1.15 LA LISTA.

REEMPLAZA PAGINA LE01
FECHA : 10.10.2008

FECHA DE EMISION
04.01.2010

VALIDA A PARTIR DEL
04.01.2010

PAGINA Nº
DE

LE01

LISTA DE PRECIOS CATALOGO 2 - COLUMNAS SUPERIORES, INTERIOR/EXTERIOR SIN ARAÑA DE FIERRO PARA BOMBAS TURBINA DE POZO (T) Y BOMBAS TURBINAS BARRIL/CISTERNA (B) PARA LUBRICACION POR AGUA (w)

EN SI. EN NUESTRA PLANTA ZARATE, AÑADIR IGV Y EMBALAJE EN CASO DE REQUERIRSE



Eje	Columna Exterior	HP α RPM	LITROS/SEG		Diametro Exterior Máximo	Espesor Columna Exterior	Estandar Superior (w) 5 pies largo			Especial Superior (w) 5 pies largo		
			1.2M/SEG	5%			Código	Valor	Peso Kg.	Código	Valor	Peso Kg.
1"	4"	110*	8	9	5.2"	.237"	565			717		
	5"	α 3500	13.8	20.5	6.3"	.258"	653			806		
	6"	55α	20	37.8	7.4"	.280"	748			903		
	8"	1750	39.7	85.2	9.65"	.277"	961			1,117		
	10"	45 α 1450	64	177	11.75"	.278"	1,297			1,449		
	12"	37 α 1150	100	297		.250"	4,518			4,676		
1 3/16"	4"	188 *	6.3	6.3	5.2"	.237"	620			812		
	5"	α 3500	12.6	15.8	6.3"	.258"	708			900		
	6"	94 α 1750	19.2	31.5	7.4"	.280"	803			998		
	8"	77 α 1450	36.6	82	9.65"	.277"	1,016			1,211		
	10"	62 α 1450	60	164	11.75"	.278"	1,352			1,544		
	12"	1150	94	271		.250"	4,575			4,771		
1 7/16"	5"	370 α *	11.4	14.2	6.3"	.258"	778			1,050		
	6"	3500	17	25.2	7.4"	.280"	873			1,144		
	8"	185 α 1750	34	72.6	9.65"	.277"	1,092			1,364		
	10"	151 α 1450	56	155	11.75"	.278"	1,416			1,687		
	12"	1450	88	249			4,624			4,899		
	14"	122 α 1150	100	353		.250"	5,295			5,570		
	16"	1150	158	524		.250"	7,012			7,287		
1 11/16"	6"	335 α 1750	17	25.2	7.4"	.280"	973			1,367		
	8"	1750	34	72.6	9.65"	.277"	1,181			1,577		
	10"	274 α 1450	56	155	11.75"	.278"	1,513			1,910		
	12"	1450	88	249			4,728			5,128		
	14"	220 α 1150	100	353		.250"	5,326			5,728		
	16"	1150	158	524		.250"	7,113			7,516		
1 15/16"	8"	530 α 1750	33	71	9.65"	.277"	1,300			1,837		
	10"	433 α 1450	52	147	11.75"	.278"	1,635			2,169		
	12"	1450	82	236			4,826			5,365		
	14"	350 α 1150	94	334		.250"	5,448			5,991		
	16"	1150	152	518		.250"	7,195			7,738		
2 3/16"	10"	775 α 1750	48	140	11.75"	.278"	1,751			2,425		
	12"	639 α 1450	76	221		.250"	4,941			5,625		
	14"	515 α 1150	88	315		.250"	5,558			6,241		
	16"	1150	146	512		.250"	7,342			8,028		
2 7/16"	12"	960 α 1750	70	215		.250"	5,115			5,963		
	14"	791 α 1450	82	297		.250"	5,734			6,579		
	16"	630 α 1150	140	506		.250"	7,482			8,327		

VER NOTA SOBRE APLICACIÓN A BOMBAS TIPO (T) o (B) EN SECCION COLUMNAS INFERIORES/INTERMEDIAS LUBRICACION POR AGUA (w)

Columna exterior se compone de tubo de acero con largo especificado menos 1/2 pulgada, roscado en ambos extremos con Rosca NPS y sin unión de fierro nodular y dos protectores de carton hasta 10". 12" y más con bridas. Kit pernos brida no lleva, es parte linterna. No lleva araña de fierro.
Columna Interior se compone de --->

EJE C45 1 x 5'
EJE 416 1 x 5'

NO LLEVA COPLE EL CUAL ES PARTE EJE CABECERO
NO LLEVA BOCINA EJE

Nota: Eje cabecero es Kit aparte y no esta incluido en la columna interior. Esta columna no lleva cople.

APLICA A VENTA DE EQUIPO COMPUESTO DE CUERPO DE BOMBA, COLUMNA EXTERIOR/INTERIOR, LINTERNA DE DESCARGA MAS CONTENIDO DE ESTA PAGINA, COMO MINIMO PARA INTERNAMIENTO EN UN SOLO PI. VENTA SUELTA O REPUESTO POR 1.15 LA LISTA.

REEMPLAZA PAGINA LE02 10.10.2008	FECHA DE EMISION 04.01.2010	VALIDA A PARTIR DEL 04.01.2010	PAGINA N° DE	LE02
-------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------	------

LISTA DE PRECIOS CATALOGO 2 - CANASTILLAS Y TUBOS DE SUCCION PARA BOMBAS TURBINAS DE POZO (T) Y BOMBAS TURBINAS BARRIL/CISTERNA (B).

EN SI. EN NUESTRA PLANTA ZARATE, AÑADIR IGV Y EMBALAJE EN CASO DE REQUERIRSE



CANASTILLAS CONICAS Y CANASTILLAS CONICAS MAS TUBO DE SUCCION PARA BOMBAS TURBINAS DE POZO T.

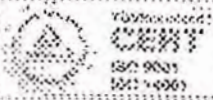
MODELO DE BOMBAS A LA QUE SE APLICA	DIAMETRO CANASTILLA Y TUBO SUCCION	ESPESOR TUBO	EJECUCION	ESTANDAR MC N°	ALTERNA MC N°	ALTERNA MC N°	ALTERNA MC N°	ALTERNA MC N°	ALTERNA MC N°
T06M T06H	4"	.237"	Valor S/. Código	327	638	815	1,175	1,486	1,974
T07M	5"	.258"	Valor S/. Código	363	769	1,028	1,336	1,742	2,001
T08M / T08H T08C / T08G	6"	.280"	Valor S/. Código	400	900	1,254	1,538	2,038	2,392
T10C / T10G / T10H T12C / T12G	8"	.277"	Valor S/. Código	443	1,159	1,708	1,739	2,456	3,005
T12H / T14C / T14G T16C / T16G	10"	.278"	Valor S/. Código	601	1,663	2,532	1,943	3,005	3,874
TUBO SUCCION ACERO NEGRO A53B SIN COSTURA, EN TODAS LAS EJECUCIONES LARGO 5' A 4.5' / 10' A 9.5' CUANDO ES TUBO + CANASTILLA SE ENTREGAN SUELTOS				Solo canastilla galvanizada rosca NPT macho	Canastilla galvanizada rosca NPT hembra mas 5 pies tubo rosca NPT	Canastilla galvanizada rosca NPT hembra mas 10 pies tubo rosca NPT	Solo canastilla inox. 304 rosca NPT macho	Canastilla inox. 304 rosca NPT hembra mas 5 pies tubo rosca NPT	Canastilla inox. 304 rosca NPT hembra mas 10 pies tubo rosca NPT

CANASTILLA BASKET PARA BOMBAS TURBINA BARRIL / CISTERNA (B)

MODELO DE BOMBAS A LA QUE SE APLICA	DIAMETRO DE LA CAMPANA	EJECUCION	ESTANDAR MC N°	ALTERNA MC N°	NOTAS
B05C B06M / B06H	5.72"	Valor S/. Código	568	2,224	ESTANDAR FIERRO GALVANIZADO
B07M / B08M / B08H B08C / B08G	7.75"	Valor S/. Código	607	2,428	ALTERNO INOX 304. SE FIJA CON PERNOS
B10C / B10D B10G / B10H	9.75"	Valor US\$ Código	769	3,237	INOX 304 A LA CAMPANA.
B12C / B12G B12H	11.75"	Valor S/. Código	970	3,639	SE ENTREGA MONTADA A LA BOMBA CUANDO
B14C / B14G B16C / B16G / B17H	15.50"	Valor S/. Código	1,458	5,747	ES PEDIDA JUNTO CON ELLA.

APLICA A VENTA EQUIPO COMPUESTO DE CUERPO DE BOMBA MAS EL CONTENIDO DE ESTA PAGINA COMO MINIMO PARA INTERNAMIENTO EN UN SOLO PI. VENTA SUELTA O REPUESTO MULTIPLICAR POR 1.15 LA LISTA.

REEMPLAZA PAGINAS:	FECHA DE EMISION 10.10.2008	VALIDA A PARTIR 20.10.2008	PAGINA N° LE09 DE
--------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------



LISTA DE PRECIOS USO INTERNO COLOR VERDE
LÍNEA REPUESTOS DE BOMBA TURBINA VERTICAL
ADICIONAR I.G.V. 19%



CUERPO DE BOMBA	P O S I C I O N	M A T E R I A L	E J E C U C I O N	12 G L X AG		12 G L X AC	
				EJE 1.11/16		EJE 1.11/16	
				FUACION TAZON: EMPERNADO		FUACION TAZON: EMPERNADO	
				DIAMETRO SUCCION: 8"		DIAMETRO SUCCION: 8"	
				DIAMETRO DESCARGA: 8"		DIAMETRO DESCARGA: 8"	
				CODIGO	PRECIO S/	CODIGO	PRECIO S/
PRIMERA ETAPA:				UJ261210B0		UJ26121090	
Tazón Descarga	076	GE	1	0738	980	0738	980
Tazón Succión	079	GE	1	0755	1.074	0755	1.074
Tazón Intermedio	078	GE	1	0746	1.077	0746	1.077
Collet	272	316	1	1321	366	1321	366
Bocina Succión	103	BR/PB	1	0138	861	0138	861
Bocina Descarga	212	BR/PB	1	0103	1.644	0102	1.263
Bocina Tazón	243	BR/PB	1	0142	366		
Bocina RED 3x2; 1/2x1. 11/16	397	BR/PB	1			0881	1.077
Unión de 8"	834	SF 60	1	0803	336	0803	336
Protector de Arena	244	BR SI	1	0638	272	0638	272
ETAPA ADICIONAL:				UJ17012010		UJ17012010	
Tazón Intermedio	078	GE	1	0746	1.077	0746	1.077
Collet	272	316	1	1321	366	1321	366
Bocina Tazón	243	BR/PB	1	0142	366	0142	366
Eje Primera Etapa	167	416			1.199	CODIGO FUNDA:	0931302500
Eje Etapa Adicional					229		
Impulsor 12 GH	110	BR SI		0457	1.516		
Impulsor 12 GM				0458	1.748		
Impulsor 12 GL				0458	1.812		
CUERPO DE BOMBA	P O S I C I O N	M A T E R I A L	E J E C U C I O N	14 G L X AG		14 G L X AC	
				EJE 1.15/16		EJE 1.15/16	
				FUACION TAZON: EMPERNADO		FUACION TAZON: EMPERNADO	
				DIAMETRO SUCCION: 10"		DIAMETRO SUCCION: 10"	
				DIAMETRO DESCARGA: 10"		DIAMETRO DESCARGA: 10"	
				CODIGO	PRECIO S/	CODIGO	PRECIO S/
PRIMERA ETAPA:				UJ26141060		UJ26141030	
Tazón Descarga	076	GE	1	0739	1.385	0739	1.385
Tazón Succión	079	GE	1	0756	1.400	0756	1.400
Tazón Intermedio	078	GE	1	0747	1.623	0747	1.623
Collet	272	316	1	1358	632	1358	632
Bocina Succión	103	BR/PB	1	0137	1.028	0137	1.028
Bocina Descarga	212	BR/PB	1	0104	2.386	0105	1.840
Bocina Tazón	243	BR/PB	1	0143	446		
Bocina RED 3x2; 1/2x1. 11/16	397	BR/PB	1			0130	1.175
Unión de 10"	834	SF 60	1	1318	379	1318	379
Protector de Arena	244	BR SI	1	0639	205	0639	205
ETAPA ADICIONAL:				UJ17014010		UJ17014010	
Tazón Intermedio	078	GE	1	0747	1.623	0747	1.623
Collet	272	316	1	1358	632	1358	632
Bocina Tazón	243	BR/PB	1	0143	446	0143	446
Eje Primera Etapa	167	416			1.641	CODIGO FUNDA:	0931302600
Eje Etapa Adicional					363		
Impulsor 14 GH	110	BR SI		0482	2.791		
Impulsor 14 GM				0468	2.096		
FECHA DE EMISION:	REEMPLAZA:	PAG 03:	VALIDA PARA O/C RECIBIDAS A PARTIR DEL:	PAGINA:			
30.04.2010	FECHA: 04.01.2010		30.04.2010	03			

CATALOGO No 1
LISTA DE PRECIOS DE BOMBAS CENTRIFUGAS EJE LIBRE ISO / DIS 2858
 ADICIONAR I.G.V. 18%



BOMBA EJE LIBRE NORMA ISO / DIS 2858 CON BRIDAS Y SELLO PRENSAESTOPA DE FIBRA ACRILICA DE TEFLON					EJECUCION METALURGICA							
					Caja con recubrimiento ceramico						Caja sin recub. Ceramico	
EJECUCION ESTANDAR					DIAM. IMP. MAX. (mm)	STD	3	3A	4A	7	9	5
CODIGO CORTO	CODIGO HISA	MODELO	DESC. X SUC. (mm)	TIPO PROD.		VALOR VENTA UNITARIO EN NUEVOS SOLES S/.						
F116	HB1DI0070	32-125-0HE-B385-AS	32 x 50	5	146	3.273	4.255	4.910	8.183	4.231	3.725	7.327
F117	HB1DI0420	32-160-0HE-C385-CS	32 x 50	5	175	3.328	4.326	4.992	8.320	4.292	3.740	8.181
F116	HB1DI0940	32-160L-0HE-C385-CS	32 x 50	5	175	3.337	4.338	5.006	8.343	4.307	3.761	8.205
F119	HB1DI0140	40-125-0HE-B385-AS	40 x 65	5	149	3.450	4.485	5.175	8.625	4.447	3.950	7.720
F120	HB1DI0590	40-160-0HE-C385-CS (†)	40 x 65	5	175	3.706	4.818	5.559	9.265	4.758	4.225	9.364
F121	HB1DI1331	40-200-1HE-D385-ES (†)	40 x 65	5	224	3.798	4.937	5.697	9.495	No se fabrica	4.353	12.011
F122	HB1DI2369	40-250-9HE-E500-AS (*)	40 x 65	5	283	5.646	7.340	8.469	14.115	No se fabrica	5.646	15.714
F123	HB1DI0280	50-125-0HE-C385-ES	50 x 80	5	149	3.840	4.992	5.760	9.600	4.926	4.383	9.629
F124	HB1DI0721	50-160-1HE-C385-ES	50 x 80	5	175	3.941	5.123	5.912	9.853	5.063	4.499	10.688
F125	HB1DI1541	50-200-1HE-D385-ES (†)	50 x 80	5	224	3.987	5.183	5.981	9.968	No se fabrica	4.557	12.804
F126	HB1DI2539	50-250-9HE-E500-AS	50 x 80	5	282	6.058	7.875	9.087	15.145	No se fabrica	6.058	16.345
F127	HB1DI0881	65-160-1HE-D500-AS	65 x 100	5	174.5	4.801	6.241	7.202	12.003	6.189	5.494	11.282
F128	HB1DI1839	65-200-9HE-D500-OS	65 x 100	5	224	5.033	6.543	7.550	12.583	No se fabrica	5.033	13.137
F129	HB1DI2719	65-250-9HE-E500-AS	65 x 100	5	282	6.222	8.089	9.333	15.555	No se fabrica	6.222	16.577
F130	HB1DI3339	65-315-9HE-F530-OS	65 x 100	5	358	6.402	8.323	9.603	16.005	8.260	6.402	18.197
F131	HB1DI1990	80-200-0HE-D500-AS	80 x 125	5	224	5.387	7.003	8.081	13.468	6.930	6.158	17.568
F132	HB1DI2940	80-250-0HE-E500-OS	80 x 125	5	284	6.503	8.454	9.755	16.258	No se fabrica	7.436	18.099
F133	HB1DI3441	80-315-1HE-F530-OS	80 x 125	5	358	6.768	8.798	10.152	16.920	No se fabrica	7.747	22.863
F134	HB1DI1120	100-200-0HE-D500-OS (¥)	100 x 125	5	224	5.741	7.463	8.612	14.353	7.378	6.558	17.831
F135	HB1DI2230	125-250-0HE-E530-OS	125 x 150	5	284	7.375	9.588	11.063	18.436	No se fabrica	8.434	23.787
F136	HB1DI3059	125-315-9HE-F530-OS	125 x 150	5	358	9.178	11.931	13.767	22.945	No se fabrica	9.178	26.898
F137	HB1DI3519	125-400-9HE-H670-AS	125 x 150	5	448	11.362	14.771	17.043	28.405	No se fabrica	11.362	25.486
F138	HB1DI3119	150-315-9HE-F670-AS	150 x 200	5	358	10.907	14.179	16.361	27.268	No se fabrica	10.907	22.201
F139	HB1DI3639	150-400-9HE-H750-AS	150 x 200	6	448	12.890	16.757	19.335	32.225	No se fabrica	12.890	28.808
F140	HB1DI3689	200-400-9HE-H750-AS	200 x 250	6	448	16.358	21.265	24.537	40.895	No se fabrica	16.358	36.634

(†) Bomba con caja en fierro fundido nodular A536-8060

(*) Bomba con impulsor en bronce B584-872

(¥) Bomba con impulsor en fierro fundido nodular A536-8060

MATERIALES DE FABRICACION

COMPONENTES	EJECUCION METALURGICA							
	0	1	3	3A	4A	5	7	9
Caja	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A532 IIIA	A743-CF8M	A48CL30B	A536-8055
Impulsor	A48CL30B	A536-8060	A743-CF8M	A743-CF8M	A532 IIIA	A743-CF8M	B584-872	A536-8055
Anillo Desgaste	A48CL30B	A48CL30B	AISI 316	AISI 316	A532 IIIA	AISI 316	B584-872	A48CL30B
Bocina Eje	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 420	AISI 316	AISI 420	AISI 420
Eje	AISI 1045	AISI 1045	AISI 1045	AISI 316	AISI 316	AISI 316	AISI 416	AISI 1045

A48CL30B : Fierro Fundido Gris ; Acero al Carbono Anticorrosivo A536-8060 : Fierro Fundido nodular
 A536-8055 : Fierro Fundido Nodular ; Acero Inoxidable A532 III A : Hidrohard
 B584-872 : Bronce al Silicio ; Acero Inoxidable A743-CF-8M : Acero inoxidable
 AISI 1045 : Acero al Carbono B584-872 ; Bronce al Silicio

TIPO DE PRODUCCION: 5 : Stock inmediato salvo venta previa. No stock de 4 a 6 semanas.
 6 : De 12 a 14 semanas. (Incluye las Ejecuciones Metalurgicas 5, 7 y 9)

FECHA EMISION 20.agosto.2012	REEMPLAZA PÁGINA 4 SECCIÓN I-410 FECHA: 04.01.2010	VALIDAS PARA O/C RECIBIDAS A PARTIR DEL: 20.agosto.2012	Pág. 6
---------------------------------	--	---	-----------

LISTA DE PRECIOS DE ACOPLAMIENTOS GUARDIAN INDUSTRIES (MECANIZADOS) ADICIONAR I.G.V.				
Código	Modelo	Diámetros (mm)		Valor Venta en S/.
		mínimo	máximo	
F194	TG1020	11.94	29.97	502
F195	TG1030	11.94	35.05	537
F196	TG1040	11.94	43.18	647
F197	TG1050	11.94	50.04	803
F198	TG1060	19.05	55.12	998
F199	TG1070	19.05	65.02	1,304
F200	TG1080	26.92	77.98	1,894
F201	TG1090	26.92	95.25	2,487
F202	TG1100	40.89	106.93	3,296

LISTA DE PRECIOS DE BASES ACERO ESTRUCTURAL A36 SECCION 4-600 ADICIONAR I.G.V.			
Código	Modelo	Frame	Valor Venta
			en S/.
H087	1R-1	63 a 90	961
H044	1R-2	100 a 132	961
H045	2R		1.202
H088	2R-1		1.202
H089	2R-2		1.202
H090	2R-3		1.202
H086	3R		1.266
H091	3R-1		1.266
H092	3R-2		1.266
H047	4R-1		1.962
H048	4R-2		1.962
H049	5R-1		2.389
H050	5R-2		2.389
H093	6R-1		3.438
H093	6R-1		3.438
H110	6R-2		4.813
H111	6R-3		5.100

FACTOR

Descarga girada	1.2 de la base
Ejecución COR134	1.4 ejec. 5 (\$)
Ejecución Duplex	1.2 ejec. 5 (\$)

(\$) Consultar con fábrica.

GRUPO CON PRENSAESTOPA



LISTA DE PRECIOS - NUEVOS SOLES
 ESPECIFICACION N° 001
IPW55 EFICIENCIA ESTANDAR - IE1
 LINEA W22 - 220/380/440V., AISL. "F", B3D, IEC
ADICIONAR I. G. V.



POTENCIA HP.	02 POLOS (3600 RPM)						04 POLOS (1800 RPM)					
	CODIGO CORTO	FRAME	F.S	Ø DE EJE (mm)	* PESO KG.	V.V. UNT.	CODIGO CORTO	FRAME	F.S	Ø DE EJE (mm)	* PESO KG.	V.V. UNT.
0.50	A001	63	1.15	11	7	490.00	A031	71	1.15	14	10	524.00
0.75	A002	71	1.15	14	10	538.00	A032	71	1.15	14	11	574.00
1.00	A003	71	1.15	14	11	586.00	A033	80	1.15	19	13	602.00
1.50	A004	80	1.15	19	11	661.00	A034	80	1.15	19	16	675.00
2.00	A005	80	1.15	19	14	698.00	A035	90S	1.15	24	21	773.00
3.00	A006	90S	1.15	24	18	841.00	A036	90L	1.15	24	23	929.00
4.00	A007	90L	1.15	24	23	969.00	A037	100L	1.15	28	31	1,160.00
5.00	A008	100L	1.15	28	33	1,197.00	A038	100L	1.15	28	33	1,321.00
6.00	A009	112M	1.15	28	39	1,453.00	A039	112M	1.15	28	42	1,592.00
7.50	A010	112M	1.15	28	41	1,610.00	A040	112M	1.15	28	43	1,750.00
10.0	A011	132S	1.15	38	63	2,257.00	A041	132S	1.15	38	63	2,282.00
12.5	A012	132M	1.15	38	69	2,621.00	A042	132M	1.15	38	70	2,793.00
15.0	A013	132M	1.15	38	73	2,817.00	A043	132M	1.15	38	73	3,020.00
20.0	A014	160M	1.15	42	107	4,410.00	A044	160M	1.15	42	105	4,029.00
25.0	A015	160M	1.15	42	114	4,948.00	A045	160L	1.15	42	128	5,187.00
30.0	A016	160L	1.15	42	129	5,572.00	A046	180M	1.15	55	150	6,737.00
40.0	A017	200M	1.15	55	215	8,448.00	A047	200M	1.15	55	195	8,535.00
50.0	A018	200L	1.15	55	247	11,279.00	A048	200L	1.15	55	222	9,188.00
60.0	A019	225S/M	1.15	55	360	13,296.00	A049	225 S/M	1.15	60	367	12,143.00
75.0	A020	225S/M	1.15	55	406	16,910.00	A050	225 S/M	1.15	60	386	14,183.00
100	A021	250S/M	1.15	60	453	23,451.00	A051	250 S/M	1.15	65	486	21,567.00
125	A022	280S/M	1.15	65	708	32,652.00	A052	280 S/M	1.15	75	625	33,583.00
150	A023	280S/M	1.15	65	709	35,511.00	A053	280 S/M	1.15	75	690	35,538.00
175	A024	315S/M	1.15	65	866	41,629.00	A054	315 S/M	1.15	80	859	41,802.00
200	A025	315S/M	1.15	65	905	42,959.00	A055	315 S/M	1.15	80	947	44,183.00
250	A026	315S/M	1.15	65	995	58,786.00	A056	315 S/M	1.15	80	1018	55,435.00
300	A027	355M/L	1.00	75	1422	83,160.00	A057	355 M/L	1.00	100	1350	86,590.00
350	A028	355M/L	1.00	75	1534	92,204.00	A058	355 M/L	1.00	100	1431	92,974.00
400	A029	315L	1.00	65	1416	96,600.00	A059	355 M/L	1.00	100	1723	102,914.00
450							A060	355 M/L	1.00	100	1670	108,584.00
500							A061	355 M/L	1.00	100	1850	121,352.00

Para motores con brida adicionar el costo correspondiente en la Lista de Precios de Bridas (Ver especificación y precios N° 014).
 (*) Pesos aproximados no considerado el embalaje (agregar 15% por embalaje)

FECHA DE EMISION: 02/05/2012	REEMPLAZA PAGINA: FECHA: 03/01/2011	PAGINA : 001
---------------------------------	--	-----------------

X⁵ B°

HB1DI3519 BOMBA 125-400-9HE-H670-AS C63

ITEM	POS.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANT.	PRECIO UNIT. S/.
Código Lista : 49337 PARTE HIDRAULICA 125-400 (SOP.H670) THORTEX C						
1	400	HC1A07T034	CAJA 125-400 C/RECUBRIMIENTO	SP 80	1	5,068
2	401	HC31140034	IMPULSOR 125-400 CONO 63	A536805506	1	3,480
3	408	HC14620041	ANILLO DESGASTE 150	A48CL30	1	821
4	408A	HC14620041	ANILLO DESGASTE 150	A48CL30	1	821
5	415	HCTM000768	TUERCA IMPULSOR M 35	420	1	58
6	419	LS190549	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X1.1/2	GR2-ZN	8	10
7	423	LS200463	TAPON NPT 1/2	F-GALV	1	20
8	424	LS200463	TAPON NPT 1/2	F-GALV	1	20
9	455	HA00050066	PIN 3/16 X 8	1045	1	34
10	455A	HA00050066	PIN 3/16 X 8	1045	1	34
11	456	LS200463	TAPON NPT 1/2	F-GALV	1	20
12	180	LS190392	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1.1/2	GR2-ZN	2	6
13	180	LS191009	TUERCA HEXAGONAL NC 1/2	GR2-ZN	2	6
14	180	LS190948	ANILLO PLANO 1/2	GR2-ZN	2	4
15	181	HG13370062	PATA POSTERIOR 670 DIN	PL	1	495

Código Lista : 27902 PARTE INTERMEDIA H-670-S CONO 63

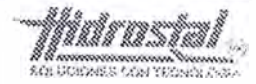
1	200	HC31150034	PIEZA INTERMEDIA H670 CONO 63	A536805506	1	1,132
2	201	HC10260041	CAJA PRENSAESTOPA 14	A48CL30	1	553
3	202	O2L520010034	LUNETAS 14	A536805506	1	156
4	206	LS190549	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X1.1/2	GR2-ZN	8	10
5	208	HCB8002666	BOCINA EJE 670 CONO 63	420	1	739
6	209	HA01850065	EMPAQ. 5 X 1.430	NEOPRENO	1	61
7	210	HA01220065	EMPAQ. 5 X 0.455	NEOPRENO	1	52
8	215	HA02810065	EMPAQ. T 1335 1/2 X 0.310MM	T1335-303	6	110
9	216	HA00570065	EMPAQ. 3.5 X 0.218	NEOPRENO	1	37
10	218	LS200470	TAPON NPT 1/4	F-GALV	1	10
11	218A	LS200470	TAPON NPT 1/4	F-GALV	1	10
12	220	LS191024	TUERCA HEXAGONAL NC 3/8	316	2	10
13	220	LS190191	ESPARRAGO NC 3/8 X 2.1/2 R/CORRIDA	316	2	40
14	221	LS190387	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1	GR2-ZN	2	10
15	204	HC13930049	BOCINA PRENSAEST 14	B143, 1A	1	220
16	229	LS190956	ANILLO PLANO 3/8	316	2	4
17	213	OU66047900	PIN CONO 50	1045	1	177
18	214	LS040140	ANILLO DEFLECTOR 80 X 63 X1/4	NEOP.	1	46

Código Lista : 17806C SOPORTE 670-A 1-9 C/63 125-400

1	1	HU11G0221	SOPORTE 670-A 1-9 C/63 125-400		1	
Código Lista : 17806 PARTE SOPORTE 670-A CONO 63						
1	100	HC18610041	CASCO ROD 670	A48CL30	1	2,994
2	100A	HA03260065	LAINA	PLINOX	1	16
3	100B	HA03260065	LAINA	PLINOX	1	16
4	102	HC08140041	TAPA ROD DELT 670	A48CL30	1	1,148
5	103	HC40610034	TAPA ROD POST 670	A536805506	1	1,311
6	104	HC0462A034	ANILLO DIST ROD DELT E2S	A536805506	1	668
7	105	HC0462I034	ANILLO DIST F-VN	A536805506	2	403
8	110	HCE2009264	EJE 670 (CONO 63)	1045	1	1,876
9	112	HCCX010366	CHAVETA 16 X 10 X 50 DIN 6880	1045	1	126
10	114	HCCX010466	CHAVETA 18 X 11 X 96 DIN 6880	1045	1	173
11	117	IS150038	RODAMIENTO 6314-RS1		1	278
12	121	IS150055	RODAMIENTO 7314-BTVP.UA	FAG	1	829
13	130	IS170005	LABERINTO 9RB 7092055	STEFA	1	144
14	131	LS200200	GRASERA RECTA NPT 1/8	AL	2	19
15	137	LS190393	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1.1/4	GR2-ZN	4	6
16	141	LS190393	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1.1/4	GR2-ZN	4	6
17	144	IS170005	LABERINTO 9RB 7092055	STEFA	1	144
18	154	LS200463	TAPON NPT 1/2	F-GALV	1	20
19	180	LS191009	TUERCA HEXAGONAL NC 1/2	GR2-ZN	2	6
20	180	LS190948	ANILLO PLANO 1/2	GR2-ZN	2	4
21	180A	LS190392	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1.1/2	GR2-ZN	2	6
22	181	HG13370062	PATA POSTERIOR 670 DIN	PL	1	495
23	190	LS160014	RESORTE 7.5X11 F,H,I,L-C(W)/S	AC-RES	4	34

PRECIOS OPCIONALES

201	HG15070062	TAPA SELLO 670 J.C. 21 2.1/2	1	1487
515	HCEF000768	ESPACIADOR SELLO 2.1/2 SOP 670	1	474
515A	IS040016	SELLO MEC 21 DE 2.1/2 BF501C1	1	934



MOTORES ELECTRICOS VERTICALES CON BRIDA, PARA ACOPLAR DIRECTAMENTE A LA LINTERNA DE DESCARGA, CON RODAMIENTOS ADICIONALES PARA UNA VIDA PROMEDIO DE 50000 HORAS, CON RATCHET DE NO REVERSION A BOLAS, TUERCA DE REGULACION LUZ IMPULSORES, COUPLE A COLUMNA INTERIOR SUPERIOR, TRIFASICOS 220 VOLTIOS / 440 VOLTIOS PARA ARRANQUE DIRECTO Y/O ESTRELLA-TRIANGULO, 380 VOLTIOS PARA ARRANQUE DIRECTO PARA OPERAR HASTA 1000 METROS ALTITUD, AISLAMIENTO F, 4 POLOS, 1800 RPM, MARCA Q-HIDROSTAL.

P α	NORMA IEC IP55 EFICIENCIA ESTANDAR				NORMA IEC IP55 EFICIENCIA ALTA				FRAME IP55	NEMA-IEEE 811 EFICIENCIA PREMIUM				FRAME NEMA	EMPUJE LIBRAS	GRUPO LINTERNA	EJE COLUMNA INTERIOR SUPERIOR POSIBLE					
	SF	% EFI	CODIGO	VALOR	SF	% EFI	CODIGO	VALOR		SF	% EFI	CODIGO	VALOR									
10	1.15	89		10,804	1.15	91		11,222	132S	1.25	91.7		11,988	215T	3300	1	1"					
15		88.5		11,206		91.7		12,511	132M		92.4		13,176	254T								
20		90.2		11,726		92.4		13,363	160M		93		14,397	256T								
25		91		12,318		92.6		14,542	160L		93.6		15,573	284T								
30		91		12,875		93		15,543	180M		93.6		16,995	286T								
40	1.15	91.7		18,707	1.15	93		21,040	200M	1.25	94.1		23,337	324T	6800	2	1"					
50		92.4		19,243		93.2		23,519	200L		94.5		26,896	326T			1 3/16"					
60	1	93		21,457	1.15	93.9		26,688	225 S/M	1.15	95		32,272	364/5T	9900	3	1 3/16"					
75			93			21,828	94.1				28,325	250 S/M	95.4					35,377	404/5T	1 3/16"		
100			93.5			28,646	94.5		35,143		250 S/M	95.4		47,654			404/5T	1 7/16"				
125			93.8			32,044	95		38,144		280 S/M	95.4		52,153			444/5T	1 7/16"				
150			1	94.1			38,380	1.15	95			55,133	280 S/M	1.15			95.87		62,026	444/5T	9900	3
175	94.1				44,094	95				64,633	315 S/M	95.87			62,026	444/5T	1 11/16"					
200	94.5				46,813	95.5				71,137	315 M/L	1.15	96.2			80,287	504/5T	13800	4	1 7/16"		
250		94.5					57,040			95.5						84,929				315 M/L			96.2		95,095	504/5T	1 11/16"
300	1	95		67,293	1.15	95.5		92,236	355 M/L	1.15	96.2		108,947	586/7T	13800	4	1 11/16"					
350		95.1		77,711		96		101,888				96.2					129,338			1 15/16"		
400		95.3		88,120		95.9		110,992				96.1					138,391	1 15/16"				
450		95.4		92,862		96.1		118,784				96.2					144,810	2 3/16"				
500			95.4				97,632	96.2									125,689		96.2		152,935	

COMPLETO DE ALTO EMPUJE CON EXCEPCION MOTOR Y SU BRIDA. VALOR REFERENCIAL, NO SE VENDE SUELTO.

P α	CODIGO	VALOR	HP α	CODIGO	VALOR	HP α	CODIGO	VALOR	HP α	CODIGO	VALOR
300			1800			1800			1800		
300		16,013	40 - 125		26,291	150 - 250		45,714	300 - 500		86,925
MODELO	HM SS- 1		MODELO	HM SS- 2		MODELO	HMSS - 3		MODELO	HMSS - 4	
RODAJES	1 x 6314 + 1 x 7314		RODAJES	1 x 6226 + 1 x 7226		RODAJES	1 x 6228 + 2 x 7228		RODAJES	1 x 6230 + 2 x 7230	

GRUPO LINTERNA	PARA PEDIDOS INDICAR	NOTAS
4 x 16 1/2, 6 x 16 1/2, 8 x 16 1/2 6 x 16 1/2, 8 x 16 1/2, 10 x 20 8 x 16 1/2, 10 x 20, 12 x 24 1/2 10 x 20, 12 x 24 1/2, 16 x 24 1/2	- LINTERNA AL QUE SE ACOPLA - DIAMETRO COLUMNA INTERIOR SUPERIOR	- REEMPLAZAN AL VHS - PERMITEN MONTAR SELLO MECANICO

ANEXO N°7

HIDROSTAL S.A.

BOMBAS TURBINA VERTICAL CON MOTOR DE EJE SÓLIDO

FECHA : 2012 DPTO. MANTENIMIENTO

ARTÍCULO EQUIPO	C.C:
NOMBRE:	BOMBA TURBINA VERTICAL
ZONA:	CHAO - TRUJILLO
MARCA:	HIDROSTAL
MODELO:	B14GM-03-10X"X10"-1.7/16"-HMSS-150-18
SERIE:	S/S
TIPO:	TURBINA DE EJE VERTICAL
AÑO FABRIC.:	Ref . Llegada a planta año 2012
CAPACIDAD:	
EJE MOTRIZ	
RPM:	1750
PESO	



PARTES DE LA MAQUINA

1.- TABLERO ELECTRICO	6.- COLUMNA DE DESCARGA
2.- MOTOR ELECTRICO	7.- CUERPO DE BOMBA
3.- UNIDAD DE ACOPLAMIENTO	8.- CANASTILLA
4.- SOPORTE HMSS	9.- SISTEMA DE ALIVIO DE PRENSAESTOPAS
5.- LINTERNA DE DESCARGA	10.- CABLES ELECTRICOS

ELEMENTOS DE MAQUINA

1.-SOPORTE HMSS 7228

TIPO RODAMIENTO	7228BG	PERNO ALLEN
RODAMIEN. RADIAL	6328	MODELO 7228
RETEN		LUBRICACIÓN EXTREMA PRESIÓN GR 2
ATCHET (BILLAS)		CANTIDAD: 40 Gr.

2.-MOTOR ELECTRICO

DESCRIPCION DE EQUIPO	COMPONENTES ELEMENTOS		
MARCA:	WEG	TIPO BRIDA	FF
FRAME	280 S/M	ROD ACOPL	6316
MODELO:	W22	ROD VENT.:	6310
POTENCIA:	150 HP	RETEN COPL:	
RPM:	1750	RETEN VENT.:	
VOLTAJE:	220-380-440	FAJA	
AMPERAJE:		ESTATOR:	
FRECUENCIA:	60 HZ	BOBINA:	
DIAMETRO EJE	75 mm	MAT. VENT.:	ALUMINIO
DIAM. DE EJE:		OTRO:	



3.-VARIADOR DE FRECUENCIA

DESCRIPCION DE EQUIPO	COMPONENTES		HERRAMIENTAS
MARCA:	WEG	VOLTAJE 460 V	
SERIE:		AMPERAJE	
MODELO:	VFD - F		
POTENCIA:	150HP		
COMENTARIOS:			

4.-LINTERNA DESCARGA

CODIGO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	HERRAMIENTAS
GSR-10X20 (10X10)			
MATERIAL:	A48CL 80 60		
GUJEROS:	7/8"		
ROBTURADOR:			

5.-ACCESORIOS

1.- MANOMETRO	1	6.- TORNILLOS
2.- VALVULAS	1	
3.- VALVULA CHECK	1	
4.- POLEA MOTRIZ		7.- FAJAS
5.- UNIÓN PROCCO	2	

SISTEMA	COMPONENTES o SUBSISTEMAS	DESCRIPCION DE FUNCION	MANTENIMIENTO	PARADA	RENOVACION
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	BRINDA LA ENERGÍA NECESARIA PARA ACCIONAR EL SISTEMA DE BOMBEO Y LO PROTEJE FRENTE A FALLAS DE INDOLE ELECTRICO	LIMPIEZA EN GENERAL, AJUSTE Y LIMPEZA DE BORNERAS, INSPECCION DE TARJETAS, PINTADO DE BARRAS	CAMBIO DE RELES, LAMPARAS Y TARJETAS	RELES, CONTACTORES Y TARJETAS
	MOTOR ELECTRICO		CAMBIO DE RODAMIENTOS	LIMPIEZA Y BARNIZADO DE BOBINAS	REEMPLAZO DE DOS RODAMIENTOS
SISTEMA DE TRANSMISION Y SOPORTE HMSS	ACOPLAMIENTO	PERMITE LA TRANSIÓN DE POTENCIA DEL MOTOR A LA BOMBA	LIMPIEZA Y REVISIÓN	N/A	N/A
	SOPORTE HMSS 7228	ABSORVE LA CARGA AXIAL Y PERMITE EL GIRO EN EL SENTIDO CORRECTO DE LA BOMBA	CAMBIO DE RODAMIENTOS, BILLAS Y ENGRASE	INSPECCIÓN DE DESGASTE DE COMPONENTES	REEMPLAZO DE 03 RODAMIENTOS
SISTEMA DE BOMBEO	LINTERNA DE DESCARGA	GENERA LA PRESIÓN QUE REQUIERE EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	CAMBIO DE PRENSAESTOPAS	INSPECCION DE COMPONENTES	EMPAQUES Y LUNETAS
	COLUMNAS DE DESCARGA		INSPECCIÓN DE BOCINA PRENSAESTOPA, INSPECCIÓN DE SEPARADORES, COPLES EJE COLUMNA Y UNIONES	CAMBIO DE BOCINAS PRENSAESTOPA, SEPARADORES, COPLE EJE COLUMNA	REEMPLAZO DE BOCINAS, SEPARADORES Y EJES COLUMNA
	CUERPO DE BOMBA		INSPECCIÓN DE BOCINAS SINTÉTICAS, INSPECCIÓN DE TAZONES E IMPULSORES	CAMBIO DE BOCINAS SINTETICAS, COLLETS.	REEMPLAZO DE IMPULSORES, COLLETS Y REMPLAZO DE BOCINAS

COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOMBA TURBINA VERTICAL B14GM-03- HIDROSTAL

SISTEMA	COMPONENTES o SUBSISTEMAS	Actividad	Frec.	M. Obra x hora	M. Obra Total	Herramientas	Unidad Vehicular x Hr.	Unidad Vehicular Tot.	Materiales	Repuesto	Horas Utilizadas	Hs Produc.	Sub t	N° veces	Total
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	Mantenimiento	1 Año	55	110	1.65	28	56	35	180	2	0	382.65	1	382.65
		Parada	02 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	05 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MOTOR ELÉCTRICO	Mantenimiento	2 Años	55	440	1.65	28	224	100	400	8	0	1165.7	0.5	582.825
		Parada	08 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA DE TRANSMISION	ACOPLAMIENTO	Mantenimiento	2 Años	55	55	1.65	28	28	15	50	1	0	149.65	0.5	74.825
		Parada	01 Hora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SOPORTE HM55 7228	Mantenimiento	5 Años	55	440	1.65	28	224	100	3800	8	0	3984.7	0.2	796.93
		Parada	08 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA DE BOMBEO	LINTERNA DE DESCARGA	Mantenimiento	01 Años	55	110	1.65	28	56	18	110	2	0	295.65	1	295.65
		Parada	02 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COLUMNAS DE DESCARGA	Mantenimiento	03 Años	55	440	1.65	28	224	100	1570	8	0	2335.7	0.33	770.765
		Parada	08 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CUERPO DE BOMBA	Mantenimiento	5 Años	55	440	1.65	28	224	100	6096	8	0	6861.7	0.2	1372.33
		Parada	08 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

382.7

582.8

74.83

796.9

295.7

770.8

1372

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (S/-)

4275.73

Personal		Costo \$	Costo S/.
Ing. de Mantenimiento	por horas	12.68115942	35
Técnico Mecánico	por horas	7.246376812	20
Tecnico electricista	por horas	7.246376812	20
Costo total mano de obra	(Ingeniero + Tecnico)	19.92753623	55
Camioneta	por horas	10.14492754	28

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBA TURBINA VERTICAL B14GM-03-HIDROSTAL (SERVICIO POR TERCEROS)

SISTEMA	ACTIVIDADES	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
SISTEMA ELECTRICO	Mantto de tableros electricos	1	382											
	Mantto de motores electricos	0.5	582.8											
SISTEMA DE TRANSMISION	Mantto de acoplamiento	0.5	75											
	Mantto de soporte HMSS 7226	0.33						796.9						
SISTEMA DE BOMBEO	Mantto de linterna de descarga	1			295.7									
	Mantto de columnas de descarga	0.33									770.8			
	Mantto de cuerpo de bomba	0.2									1372			
			1040	0	295.7	0	0	0	796.9	0	2143	0	0	0

COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO (MPd) - BOMBAS TURBINA VERTICAL B14GM-03-HIDROSTAL

SISTEMA	COMPONENTES o SUBSISTEMAS	ACTIVIDADES PREDICTIVAS	ACTIVIDAD	FRECUENC.	TIEMPO EJE. (min)	H-H	COSTO (US \$)						TOTAL X AÑO (MPd)	
							Material* Equipo	M. O.	Unidad movil	Total Unidad movil	Hs.Prod.	Sub Total		Annual (veces x año)
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	1.1. Medición de temperatura borneras, tarjetas e interruptor termomagnético con pistola laser.	Medición	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2. Medición por ultrasonido a variador.	Medición	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.3. Analisis de ultrasonido al tablero en general contactos y borneras.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.4. Verificación con ultrasonido de empalmes electricos (fuerza).	Inspección	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
	MOTOR ELECTRICO	1.1. Medición de Temperatura en cajas porta rodamientos.	Medición	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2 Analisis de Vibracion con equipo portatil.	Análisis	Semestral	15	0.3	44.16	55.00	28.00	8.40	0.00	107.56	2.00	215.12
		1.3. Analisis de Ultrasonido para pernos de anclaje y cimentacion.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.4. Verificación de empalmes electricos (fuerza) con ultrasonido.	Inspección	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
SISTEMA DE TRANSMISION	SOPORTE HMSS 7226	1.1. Medición de Temperatura en cajas porta rodamientos.	Medición	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2 Analisis de vibracion con equipo portatil.	Análisis	Semestral	15	0.3	44.16	55.00	28.00	8.40	0.00	107.56	2.00	215.12
		1.3. Analisis de Ultrasonido para pernos de anclaje y cimentacion.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
EQUIPO DE BOMBEO	COLUMNA DE DESCARGA	1.1 Medición de vibración con vibrómetro portatil.	Análisis	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2 Analisis de ultrasonido en la columna de descarga.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
	CUERPO DE BOMBA	1.1 Medición de vibración con vibrómetro portatil.	Análisis	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2 Analisis de ultrasonido a la parte hidráulica de la bomba.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
											1289.96		1918.48	

CONSIDERACIONES:

Termografía	Análisis	2 Años
Medición vibracional	Inspección	Semestral
Alineamiento láser	Alineamiento	2 Años
Análisis de vibracional	Análisis	semestral
Ultrasonido	Análisis	Anual

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO (S/-)

1918.48

Personal		Costo \$	Gesto S/.
Ing. De Mant. Predictivo	por horas	12.6811594	35
Tecnico electricista	por horas	7.24637681	20
Costo total mano de obra	(Ingeniero + Técnico)	19.9275362	55
Camioneta	por horas	10.1449275	28

HIDROSTAL S.A.
BOMBAS HORIZONTALES ISO 2858

FECHA : 2012 DPTO. MANTENIMIENTO

CARTILLA EQUIPO	C.C:
NOMBRE:	BOMBA CENTRIFUGA 125-400
UBICACION:	CHAO - TRUJILLO
MARCA:	HIDROSTAL
MODELO:	125-400-9HE-H750-AS-6R2-90TG-175-18
SERIE:	S/S
TIPO:	CENTRIFUGA HORIZONTAL
AÑO FABRIC.:	Ref . Llegada a planta año 2012
CAPACIDAD:	
EJE MOTRIZ	
RPM:	1750
PESO	



PARTES DE LA MAQUINA

1.- TABLERO ELECTRICO	7.- ARBOL DE SUCCION
2.- MOTOR ELECTRICO	8.- ARBOL DE DESCARGA
3.- UNIDAD DE ACOPLAMIENTO	9.- INSTRUMENTOS DE MEDICION
4.- BASE	10.- VALVULAS
5.- BOMBA	11.- CABLES ELECTRICOS

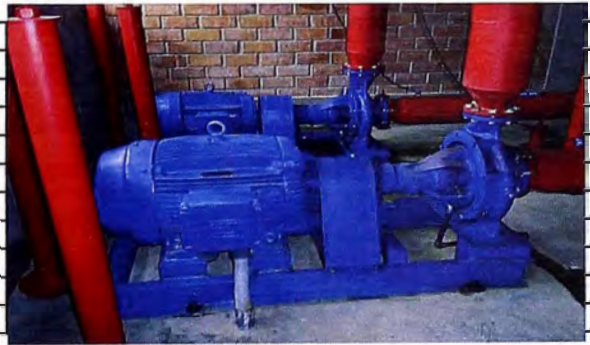
ELEMENTOS DE MAQUINA

1.- SISTEMA ACOPLAMIENTO

MAN. ALTA	ACOPLE	GUARDEX
MAN. BAJA	MODELO	TG 1090
PRESOST.	LUBRICACION	EXTREMA PRESION GR 2
SWICH. NIVEL		CANTIDAD: 40 Gr.

2.- MOTOR ELECTRICO

DESCRIPCION DE EQUIPO	COMPONENTES ELEMENTOS	
MARCA: WEG	ACOPLE	GUARDIAN 80TG
FRAME: 315 S/M	ROD ACOPLE	6316
MODELO: A081	ROD VENT.:	6310
POTENCIA: 175 HP	RETEN COPLE:	
RPM: 1750	RETEN VENT.:	
VOLTAJE: 220-380-440	FAJA	
AMPERAJE:	ESTATOR:	
FRECUENCIA: 60 HZ	BOBINA:	
DIMENSIONES:	MAT. VENT.:	ALUMINIO
DIAM. DE EJE:	OTRO:	



3.- VARIADOR DE FRECUENCIA

DESCRIPCION DE EQUIPO	COMPONENTES		HERRAMIENTAS
MARCA: WEG	VOLTAJE	460 V	
Nº SERIE:	AMPERAJE		
MODELO: VFD - F			
POTENCIA: 175HP			
DIMENSIONES:			

4.- BASE

CODIGO :	DESCRIPCION	OBSERVACIONES	HERRAMIENTAS
MATERIAL: A-36			
GUJEROS: 7/8"			
OBTURADOR:			

5.- ACCESORIOS

1.- MANOMETRO	1	6.- TORNILLOS
2.- VALVULAS	2	
3.- VALVULA CHECK	1	
4.- POLEA MOTRIZ	2	7.- FAJAS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO MÁQUINA/EQUIPO: BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL 125-400 HIDROSTAL

SISTEMA	COMPONENTES o SUBSISTEMAS	DESCRIPCION DE FUNCION	MANTENIMIENTO	PARADA	RENOVACION
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	BRINDA LA ENERGÍA NECESARIA PARA ACCIONAR EL SISTEMA DE BOMBEO Y LO PROTEJE FRENTE A FALLAS DE INDOLE ELECTRICO	LIMPIEZA EN GENERAL, AJUSTE Y LIMPEZA DE BORNERAS, INSPECCION DE TARJETAS, PINTADO DE BARRAS	CAMBIO DE RELES, LAMPARAS Y TARJETAS	RELES, CONTACTORES Y TARJETAS
	MOTOR ELECTRICO		CAMBIO DE RODAMIENTOS	LIMPIEZA Y BARNIZADO DE BOBINAS	REEMPLAZO DE DOS RODAMIENTOS
SISTEMA DE TRANSMISION	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	PERMITE LA TRANSIÓN DE POTENCIA DEL MOTOR A LA BOMBA	ENGRASE Y REVISIÓN	N/A	N/A
SISTEMA DE BOMBEO	BOMBA CENTRIFUGA	GENERA LA PRESIÓN QUE REQUIERE EL SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO	CAMBIO DE PRENSAESTOPAS	N/A	EMPAQUES
			ENGRASE RODAMIENTOS CAMBIO DE ANILLOS DE DESGASTE DE CAJA DE BOMBA	INSPECCIÓN DE DESGASTE DE COMPONENTES	REEMPLAZO DE RODAMIENTOS REEMPLAZO DE ANILLOS DE DESGASTE

COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO BOMBA HORIZONTAL 125-400 HIDROSTAL

SISTEMA	COMPONENTES SUBSISTEMAS	Actividad	Ciclo	M. Obra x hora	M. Obra Total	Herra- mientas	Unidad Vehicular x Hr.	Unidad Vehicular Tot.	Materiales	Repuesto	Horas Utilizadas	Hs Produc.	Sub t	Nº veces	Total
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	Mantenimiento	1 Año	55	110	1.65	28	56	35	180	2	0	387.65	1	387.65
		Parada	02 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	05 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MOTOR ELÉCTRICO	Mantenimiento	2 Años	55	440	1.65	28	224	100	300	8	0	1065.7	0.5	532.825
		Parada	08 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA DE TRANSMISION	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	Mantenimiento	12 Meses	55	55	1.65	28	28	15	50	1	0	149.65	1	149.65
		Parada	01 Hora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	5 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SISTEMA DE BOMBEO	CUERPO DE BOMBA	Mantenimiento	02 Años	55	220	1.65	28	112	18	1658	4	0	2009.7	0.5	1004.83
		Parada	04 Horas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SISTEMA DE SELLADO	Mantenimiento	01 Año	55	110	1.65	28	56	32	660	2	0	859.65	1	859.65
		Parada	02 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	05 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SOPORTE DE RODAMIENTOS	Mantenimiento	02 Años	55	220	1.65	28	112	32	1107	4	0	1472.7	0.5	736.325
		Parada	4 Horas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Renovación	10 Años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

382.7

532.8

149.7

1005

859.7

736.3

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (S/-)

3666.2

Personal		Costo \$	Costo S/.
Ing. de Mantenimiento	por horas	12.68115942	35
Técnico Mecánico	por horas	7.246376812	20
Tecnico electricista	por horas	7.246376812	20
Costo total mano de obra	(Ingeniero + Tecnico)	19.92753623	55
Camioneta	por horas	10.14492754	28

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBA HORIZONTAL 125-400 HIDROSTAL (SERVICIO POR TERCEROS)

SISTEMA	ACTIVIDADES	Frecuencia	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
SISTEMA ELECTRICO	Mantto de tableros electricos	1	382.7											
	Mantto de motores electricos	1	532.8											
SISTEMA DE TRANSMISION	Mantto de acoplamiento	1							149.7					
SISTEMA DE BOMBEO	Mantto de cuerpo de bomba	1			1005									
	Mantto de sistema de sellado										859.7			
	Mantto de soporte de rodamientos	1									736.3			
			915.5	0	1005	0	0	0	149.7	0	1596	0	0	0

COSTO ANUAL DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO (MPd) - BOMBAS HORIZONTAL 125-400 HIDROSTAL

SISTEMA	COMPONENTES o SUBSISTEMAS	ACTIVIDADES PREDICTIVAS	ACTIVIDAD	FRECUENC.	TIEMPO EJE. (min)	H-H	COSTO (\$/-)						TOTAL X AÑO (MPd)	
							Material* Equipo	M. O.	Unidad movil	Total Unidad movil	Hs.Prod.	Sub Total		Annual (veces x año)
SISTEMA ELÉCTRICO	TABLERO ELECTRICO	1.1. Medición de temperatura borneras, tarjetas e interruptor termomagnético con pistola laser.	Medición	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2. Medición por ultrasonido a variador.	Medición	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.3. Analisis de ultrasonido al tablero en general contactos y borneras.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.4. Verificación con ultrasonido de empalmes electricos (fuerza).	Inspección	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
	MOTOR ELECTRICO	1.1. Medición de Temperatura en cajas porta rodamientos.	Medición	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.2 Analisis de Vibracion con equipo portatil.	Análisis	Semestral	15	0.3	44.16	55.00	28.00	8.40	0.00	107.56	2.00	215.12
		1.3. Analisis de Ultrasonido para pernos de anclaje y cimentacion.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
		1.4. Verificación de empalmes electricos (fuerza) con ultrasonido.	Inspección	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
SISTEMA DE TRANSMISION	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1.1. Alineamiento laser entre motor y bomba.	Alineamiento	2 Años	30	0.5	22.08	55.00	28.00	14.00	0.00	91.08	0.50	45.54
EQUIPO DE BOMBEO	BOMBA CENTRIFUGA HIDROSTAL	1.1 Analisis de vibración con equipo portatil.	Análisis	Semestral	15	0.3	44.16	55.00	28.00	8.40	0.00	107.56	2.00	215.12
		1.2. Analisis de temperatura en cajas de rodamientos.	Análisis	Semestral	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	2.00	165.36
		1.3 Analisis de ultrasonido a la parte hidráulica de la bomba.	Análisis	Anual	15	0.2	22.08	55.00	28.00	5.60	0.00	82.68	1.00	82.68
											1050.32		1467.94	

CONSIDERACIONES:

Termografia	Análisis	2 Años
Medición vibracional	Inspección	Semestral
Alineamiento láser	Alineamiento	2 Años
Análisis de vibracional	Análisis	semestral
Ultrasonido	Análisis	Anual

COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO (\$/-)

1467.94

Personal		Costo \$	Costo \$/.
Ing. de Mant. Predictivo	por horas	12.6811594	35
Tecnico electricista	por horas	7.24637681	20
Costo total mano de obra	(Ingeniero + Técnico)	19.9275362	55
Camioneta	por horas	10.1449275	28

ANEXO N°8



4. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Lima, 7 de setiembre de 2011

Señores
ARATO PERU S.A.
Presente-

Atención : Ing. Gustavo Guerrero

Referencia : Proyecto Arato 1000 Ha. de Paltos - Equipos de bombeo

De nuestra consideración:

GRUPO A: DESCRIPCION GENERAL

ITEM 01/03/06 y 07

Equipo de bombeo a suministrar está compuesto por una bomba turbina vertical lubricada por agua marca **HIDROSTAL** fabricada en el Perú y accionada mediante un motor eléctrico vertical de eficiencia estándar de eje sólido marca **WEG** norma IEC diseñado a construcción cerrado con ventilación exterior, asíncrono, trifásico de tipo inducción, jaula de ardilla.

a) Cuerpo de Bomba

Canastilla de succión del tipo cesto (Basket), fabricada en fierro galvanizado. El área neta de entrada es de 4 veces el área de la tubería de succión. La abertura máxima no excede el 75% del área del pasaje de los impulsores y tazones.

Tazones fabricados en material fierro fundido gris ASTM A48CL30B, libre de porosidad u otros defectos y maquinados con exactitud y un acabado superficial que no excede RMS 40 (ANSI B46.1). Son de tres tipos: el de succión, los intermedios y el de descarga. Con recubrimiento de porcelana.

El tazón de succión tiene una rosca cónica que le permite ensamblar en la canastilla de succión y está reforzada con almas en su cubo.

El tazón de descarga tiene una rosca paralela en su extremo superior para acoplarse a la columna exterior y está reforzada con almas en su cubo.

El tazón de succión y el intermedio, permiten incluir un anillo de desgaste, para ser restituido y recuperar la eficiencia.

Las bocinas de los tazones intermedios son en material sintético Duramax, resistente a la abrasión.

Los impulsores son del tipo semiabiertos, pulidos, balanceados estáticamente y dinámicamente para su funcionamiento sin vibraciones. Están fijados al eje por medio de manguitos tipo cuña cónica.

El Eje de la bomba es en acero inoxidable AISI 416 debidamente torneado y rectificado con un acabado superficial que no excede RMS 40 (ANSI B46.1). Siendo soportado por cojinetes encima y debajo de cada impulsor. Las dimensiones del eje cumple con las especificaciones ADA, B17C. "Código para Diseño de Ejes de Transmisión".

b) Columnas de descarga

Columna exterior constituida por tubos sin costura Schedule 40 ASTM A-53 Gr. A

HIDROSTAL S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: ventas@hidrostat.com.pe
Pagina web: www.hidrostat.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostat.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura

Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hisapiura@hidrostat.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91



SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

Los tubos serán roscados en ambos extremos, con 8 hilos por pulgada como mínimo, usando torno de doble torre que permite mecanizar simultáneamente ambos extremos asegurando que al acoplarse con sus uniones queden perfectamente alineadas.

Las uniones de columna si las hubiera serán de hierro fundido nodular SF60, sin costura.

El eje de columna de transmisión será de acero al carbono C-1045 y estará unido por acoplamiento tipo rígido a eje de motor. El acabado superficial del eje de columna no excede al RMS 40 (ANSI B46.1).

c) Soporte de motor

Soporte de rodamientos que absorbe la carga axial generada por la bomba y transmite la potencia del motor al eje de transmisión, fabricado en hierro fundido gris ASTM A48CL-30B. Contiene un sistema de no-reversión con billas y un acoplamiento espaciador que permite desmontar completamente la caja retirando la prensaestopas y/o bocina eje prensaestopas para un cambio o mantenimiento sin tener que desmontar el motor eléctrico

d) Acoplamiento

Acoplamiento espaciador de tipo rígido para conectar bomba-motor, fácilmente ajustable para establecer la luz vertical, diseño robusto.

e) Linterna de descarga

La linterna de descarga lubricada por el propio fluido, en material hierro fundido gris ASTM A48CL-30B, libre de porosidades u otros defectos. Sirve como base del motor y soporte de bomba sobre nivel de descarga.

Tiene incorporado un codo de descarga, teniendo una brida exterior de descarga sobre el nivel, diseñada para ser empernada en una tubería con brida estándar ASA; además cuenta con una brida inferior empernada para soportar a la columna exterior de la bomba. Cuenta con 2 orejas dispuestas diametralmente que facilite el izaje. Incluye una bocina de desgaste de alta dureza, acero inoxidable COR 13.4 en la zona de la prensaestopa, para evitar desgaste en el eje.

La superficie inferior y superior debe ser maquinada y con acabado liso, perfectamente paralelos.

f) Motor eléctrico

Motor Eléctrico Trifásico vertical asincrono trifásico de eficiencia estándar con rotor de jaula de ardilla fabricado por nuestra representada **WEG** del Brasil según estándares normados por Norma **IEC**, totalmente cerrados (TEFC) con carcasa de una sola pieza de sólida fundición gris, con Certificación de Calidad **ISO 9001 (BVQI)**. Montaje vertical con brida para trabajar en instalaciones trifásicas de 60 Hz. Para arranque directo o estrella triángulo. Se incluye resistencia calefactora para evitar puntos húmedos por la condensación de la humedad.

HIDROSTAL S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: ventas@hidrosta.com.pe
Pagina web: www.hidrosta.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrosta.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura

Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hisapiura@hidrosta.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91



GRUPO B: DESCRIPCION GENERAL

ITEM 02/04/05/08 y 09

Equipo de bombeo horizontal compuesto por:

- ✓ Bomba centrífuga horizontal **HIDROSTAL** fabricada bajo certificación de calidad ISO 9001 y de medio ambiente ISO 14001. Caja de bomba tipo voluta con succión axial y descarga radial libre de porosidades y otros defectos. La caja incorpora pies delanteros para fijación a base. El impulsor es del tipo centrífugo radial cerrado. Soporte de rodamientos de sólida construcción para trabajo pesado, con rodamientos lubricados por grasa, sistema de sellado mediante prensa estopa.
- ✓ Sistema de transmisión mediante acoplamiento mecánico flexible del tipo rejilla marca Guardián Industries (USA) o similar con su respectivo guarda acople fabricado de plancha de acero.
- ✓ Base común para montaje bomba-motor, la estructura metálica será completamente sólida, diseñada para operar libre de vibraciones. Los materiales que conforman esta estructura metálica (ángulos, planchas) serán de acero estructural A-36, y tendrán tratamiento anticorrosivo y pintura de acabado. Las dimensiones de los ángulos de utilizar serán apropiados para los esfuerzos a los cuales van a ser sometidos. La base debe garantizar una correcta transmisión de potencia libre de vibraciones y desalineamiento.
- ✓ Motor eléctrico asincrónico trifásico construido según estándar IEC, aislamiento clase "F", grado de protección IP55, totalmente cerrado (TEFC), forma constructiva B3D Horizontal, para operar en instalaciones trifásicas de 60 Hz. y arranque directo o estrella-triángulo en cualquiera de las tensiones 220/440 V, con carcasa de una sola pieza de sólida fundición gris, eje de acero AISI 1045, servicio continuo Para temperatura ambiente de hasta 40° C y operación hasta 1000 m.s.n.m. Incluye resistencia calefactora.

HIDROSTAL S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: ventas@hidrostral.com.pe
Página web: www.hidrostral.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostral.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura

Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hlsapiura@hidrostral.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91



5. HOJA DE DATOS DE LOS EQUIPOS

HIDROSTAL S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: ventas@hidrostal.com.pe
Pagina web: www.hidrostal.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostal.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura
Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hlsapiura@hidrostal.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91

BOMBAS TURBINA
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	1
MODELO	EQ. T12G-H-05-1.7/16X8X8-LUB/AG-HMSS				
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE				CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	
Tipo de instalación	CISTERNA			Caudal (lps)	71.31
Líquido a bombear	Agua			A.D.T. (m)	96.80
Temperatura fluido (°C)	20.0	Tipo de lubricación	agua	Eficiencia (%)	84.0
Gravedad específica	1.0	Nivel estático (m)	****	Potencia Absorbida (hp)	109.60
pH	7.0	Nivel dinámico (m)	****	Potencia Abs. Máx. (hp)	120.00
Temperatura ambiente (°C)	30.0	Profundidad Inst. (m)	4.600	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	400.0	Profundidad (m)	****	NPSH requerido (m)	4.7
Caudal (lps)	71.31	Diámetro pozo (pulg)	****	Sumergencia mínima (pulg)	18.0
A.D.T. (m)	96.80	Presión descarga (psi)	****	Recubrimiento de porcelana	SI
DATOS BOMBA				MOTOR ELECTRICO	
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG
Tipo de Bomba	Turbina vertical			Tipo	Cerrado
Tipo Impulsor	Semiabierto			Eficiencia	Estándar
Diámetro de descarga	8	pulg		Norma de construcción	IEC
No. de etapas	5			Eje de motor	Sólido
Diámetro del impulsor	204	mm		Grado de Protección	IP55
Diámetro exterior bomba	11.1/2	pulg		Frame	280 S/M
Tipo de canastilla	Cesto			Factor de servicio	1.00
Tipo de lubricación	Agua			Potencia nominal (HP)	125
Longitud / Ø Tubo de succión	*****			Potencia corregida (HP)	****
COLUMNA DESCARGA				velocidad nominal (rpm)	1780
Diámetro exterior	8.0	pulg		Voltaje	440
Diámetro interior	1.7/16	pulg		Fases	3
Longitud	10	pies		Hz	60
Diámetro separadores (pulg)	1.7/16" x 8"	Nº de separadores	1	Tipo de arranque	Estrella - Triángulo
SOPORTE DE RODAMIENTOS				LINTERNA DE DESCARGA	
Tipo	Alto empuje axial			Diámetro succión x desc.	8" x 8"
MATERIALES DE FABRICACION				Válvula selenoide (V)	****
Ejecución Metalúrgica	7			Sistema Pre - lubricación	****
Tazon	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B			Observaciones y Notas adicionales Impulsor será rebajado a 204 mm. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.	
Impulsor	Bronce al Silicio ASTM B584-872				
Eje bomba	Acero inoxidable AISI 416				
Bocina Tazón	Bronce ASTM B143, 1A				
Canastilla succión	Fe. Galvanizado				
Columna exterior	Acero ASTM A-53 Gr B (schedule 40)				
Eje columna	Acero al carbono C-1045				
Linterna descarga	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B				
Funda ⁽¹⁾					
Observaciones					
⁽¹⁾ Solo para bombas lubricadas por aceite					
MODULO I					
BOMBA PRINCIPAL					

BOMBAS CENTRIFUGAS
TABLA TECNICA

CODIGO		ITEM	2		
MODELO	EQ. 125-400-9HE-H670-AS-4R-2-70TG-100-18/372				
Datos Generales					
Datos Proporcionados por el Cliente			Condiciones de Operación de la bomba		
Líquido a bombear	Agua limpia		Caudal (lps)	71.3	
Temperatura fluido (°C)	20.0	NPSH disponible (m)	****	A.D.T. (m)	66.0
Gravedad específica	1.000	Porcentaje de sól. (%)	****	Eficiencia (%)	78.0
pH	7.0	Tamaño sólidos (mm)	****	Potencia Absorbida (HP)	80.5
Viscosidad (cP)	1.00	Caudal (lps)	71.31	Potencia Abs. Máx. (HP)	98.0
Temperatura ambiente (°C)	30.0	ADT (m)	66.0	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	300.0			NPSH requerido (m)	6.0
Datos Bomba			Motor Eléctrico		
Marca	HIDROSTAL		Marca	WEG	
Tipo de Bomba	Centrífuga		Tipo	Estándar	
Ejecución	Horizontal		Norma de construcción	IEC	
Tipo de impulsor	Cerrado		Grado de Protección	IP55	Aislamiento F
Diámetro de impulsor	372	mm	Frame	F.S.	250 S/M 1.00
Pasaje de sólidos máximo	****		Potencia nominal (HP)	100	
Tipo de soporte	Sin embrague		Potencia corregida (HP)	****	
Lubricación soporte	Grasa		Velocidad nominal (rpm)	1770	
Ø de succión	DN150		Voltaje	Fases	Hz
Ø de descarga	DN125			440	3 60
Conexiones	Brida		Tipo de arranque	Estrella - Triángulo	
Tipo de bridas	DIS 2858		Sistema de Transmisión		
			Tipo	Acople directo	
Sello de la Bomba			Marca	Modelo	Guardian Industries TG1070
Tipo de sello	Prensaestopa		Placa Base		
Marca	John Crane o similar		Tipo	4R-2	
Materiales	Fibra acrílica de teflon o similar		Materiales	Acero estructural A36	
Materiales de fabricación			Observaciones y notas adicionales		
Ejecución Metalúrgica	9HE		Se rebajará diámetro de impulsor a 372. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.		
Caja	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006				
Impulsor	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006				
Bocina eje	Acero al carbono 420				
Eje de Bomba	Acero al carbono 1045				
Camiseta ⁽¹⁾	****				
Tapa de succión ⁽¹⁾	****				
Observaciones					
⁽¹⁾ Aplicable a bombas Hidrostral con impulsor helicoidal					
Observaciones					
MODULO I					
BOMBA REBOMBEO					

BOMBAS TURBINA
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	3
MODELO	EQ. T12G-H-04-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS				
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE				CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	
Tipo de instalación	CISTERNA			Caudal (lps)	83.71
Líquido a bombear	Agua			A.D.T. (m)	69.30
Temperatura fluido (°C)	20.0	Tipo de lubricación	agua	Eficiencia (%)	82.0
Gravedad específica	1.0	Nivel estático (m)	****	Potencia Absorbida (hp)	94.33
pH	7.0	Nivel dinámico (m)	****	Potencia Abs. Máx. (hp)	101.00
Temperatura ambiente (°C)	30.0	Profundidad Inst. (m)	4.600	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	400.0	Profundidad (m)	****	NPSH requerido (m)	6.3
Caudal (lps)	83.71	Diámetro pozo (pulg)	****	Sumergencia mínima (pulg)	18.0
A.D.T. (m)	69.30	Presión descarga (psi)	****	Recubrimiento de porcelana	SI
DATOS BOMBA				MOTOR ELECTRICO	
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG
Tipo de Bomba	Turbina vertical			Tipo	Cerrado
Tipo Impulsor	Semiabierto			Eficiencia	Estándar
Diámetro de descarga	10	pulg		Norma de construcción	IEC
No. de etapas	4			Eje de motor	Sólido
Diámetro del Impulsor	205	mm		Grado de Protección	IP55
Diámetro exterior bomba	11.1/2	pulg		Frame	280 S/M
Tipo de canastilla	Cesto			Factor de servicio	1.00
Tipo de lubricación	Agua			Potencia nominal (HP)	125
Longitud / Ø Tubo de succión	****			Potencia corregida (HP)	****
COLUMNA DESCARGA				velocidad nominal (rpm)	1780
Diámetro exterior	10.0	pulg		Voltaje	440
Diámetro interior	1.7/16	pulg		Fases	3
Longitud	9	pies		Hz	60
Diámetro separadores (pulg)	1.7/16" x 10"	Nº de separadores	1	Tipo de arranque	Estrella - Triángulo
SOPORTE DE RODAMIENTOS				LINTERNA DE DESCARGA	
Tipo	Alto empuje axial			Diámetro succión x desc.	10" x 10"
MATERIALES DE FABRICACION				Válvula selenoide (V)	****
Ejecución Metalúrgica	7			Sistema Pre - lubricación	****
Tazon	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B			Observaciones y Notas adicionales Impulsor será rebajado a 205 mm. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.	
Impulsor	Bronce al Silicio ASTM B584-872				
Eje bomba	Acero Inoxidable AISI 416				
Bocina Tazón	Bronce ASTM B143, 1A				
Canastilla succión	Fe. Galvanizado				
Columna exterior	Acero ASTM A-53 Gr B (schedule 40)				
Eje columna	Acero al carbono C-1045				
Linterna descarga	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B				
Funda ⁽¹⁾					
Observaciones					
⁽¹⁾ Solo para bombas lubricadas por aceite					

MODULO II
BOMBA PRINCIPAL

BOMBAS CENTRIFUGAS
TABLA TECNICA

CÓDIGO		ITEM	4
MODELO	EQ. 125-400-9HE-H670-AS-4R-2-70TG-100-18/373		

Datos Generales

Datos Proporcionados por el Cliente				Condiciones de Operación de la bomba	
Líquido a bombear	Agua limpia			Caudal (lps)	83.7
Temperatura fluido (°C)	20.0	NPSH disponible (m)	****	A.D.T. (m)	62.7
Gravedad específica	1.000	Porcentaje de sól. (%)	****	Eficiencia (%)	78.0
pH	7.0	Tamaño sólidos (mm)	****	Potencia Absorbida (HP)	89.7
Viscosidad (cP)	1.00	Caudal (lps)	83.71	Potencia Abs. Máx. (HP)	99.0
Temperatura ambiente (°C)	30.0	ADT (m)	62.7	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	300.0			NPSH requerido (m)	7.8

Datos Bomba		Motor Eléctrico			
Marca	HIDROSTAL	Marca	WEG		
Tipo de Bomba	Centrífuga	Tipo	Estándar		
Ejecución	Horizontal	Norma de construcción	IEC		
Tipo de impulsor	Cerrado	Grado de Protección	IP55	Aislamiento	F
Diámetro de impulsor	373 mm	Frame	F.S.	250 S/M	1.00
Pasaje de sólidos máximo	****	Potencia nominal (HP)	100		
Tipo de soporte	Sin embrague	Potencia corregida (HP)	****		
Lubricación soporte	Grasa	Velocidad nominal (rpm)	1770		
Ø de succión	DN150	Voltaje	Fases	Hz	440 | 3 | 60
Ø de descarga	DN125	Tipo de arranque	Estrella - Triángulo		
Conexiones	Brida	Sistema de Transmisión			
Tipo de bridas	DIS 2858	Tipo	Acople directo		

Sello de la Bomba		Marca	Modelo	Guardian Industries	TG1070
Tipo de sello	Prensaestopa	Placa Base			
Marca	John Crane o similar	Tipo	4R-2		
Materiales	Fibra acrílica de teflon o similar	Materiales	Acero estructural A36		

Materiales de fabricación		Observaciones y notas adicionales			
Ejecución Metalúrgica	9HE	Se rebajará diámetro de Impulsor a 373. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.			
Caja	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006				
Impulsor	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006				
Bocina eje	Acero al carbono 420				
Eje de Bomba	Acero al carbono 1045				
Camiseta ⁽¹⁾	****				
Tapa de succión ⁽¹⁾	****				
Observaciones	⁽¹⁾ Aplicable a bombas HidrostaL con impulsor helicoidal				

Observaciones	
MODULO II	
BOMBA 1ER. REBOMBEO	

BOMBAS CENTRIFUGAS
TABLA TECNICA

CODIGO		ITEM	5
MODELO	EQ. 125-315-9HE-F530-OS-4R-1-70TG-75-18/309		

Datos Generales

Datos Proporcionados por el Cliente		Condiciones de Operación de la bomba	
Líquido a bombear	Agua limpia	Caudal (lps)	57.6
Temperatura fluido (°C)	20.0	NPSH disponible (m)	****
Gravedad específica	1.000	A.D.T. (m)	47.3
pH	7.0	Porcentaje de sól. (%)	****
Viscosidad (cP)	1.00	Eficiencia (%)	74.0
Temperatura ambiente (°C)	30.0	Tamaño sólidos (mm)	****
Altitud (msnm)	300.0	Caudal (lps)	57.57
		Potencia Absorbida (HP)	49.1
		Potencia Abs. Máx. (HP)	65.0
		Velocidad de Oper. (rpm)	1760.0
		NPSH requerido (m)	3.0

Datos Bomba		Motor Eléctrico	
Marca	HIDROSTAL	Marca	WEG
Tipo de Bomba	Centrífuga	Tipo	Estándar
Ejecución	Horizontal	Norma de construcción	IEC
Tipo de impulsor	Cerrado	Grado de Protección	IP55
Diámetro de impulsor	309 mm	Aislamiento	F
Pasaje de sólidos máximo	****	Frame	F.S.
Tipo de soporte	Sin embrague	Velocidad nominal (rpm)	1770
Lubricación soporte	Grasa	Potencia nominal (HP)	75
Ø de succión	DN150	Potencia corregida (HP)	****
Ø de descarga	DN125	Velocidad nominal (rpm)	1770
Conexiones	Brida	Voltaje	440
Tipo de bridas	DIS 2858	Fases	3
		Hz	60
		Tipo de arranque	Estrella - Triángulo

Sello de la Bomba		Sistema de Transmisión	
Tipo de sello	Prensaestopa	Tipo	Acople directo
Marca	John Crané o similar	Marca	Guardian Industries
Materiales	Fibra acrílica de teflon o similar	Modelo	TG1070

Materiales de fabricación		Placa Base	
Ejecución Metalúrgica	9HE	Tipo	4R-1
Caja	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006	Materiales	Acero estructural A36
Impulsor	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006		
Bocina eje	Acero al carbono 420		
Eje de Bomba	Acero al carbono 1045		
Camiseta ⁽¹⁾	****		
Tapa de succión ⁽¹⁾	****		

Observaciones
⁽¹⁾ Aplicable a bombas Hidrostal con impulsor helicoidal

Observaciones
Se rebajará diámetro de impulsor a 309.
Motor eléctrico de eficiencia estándar.
Incluye embalaje en caja de madera.

MODULO II
BOMBA 2DO. REBOMBEO

BOMBAS TURBINA
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	6
MODELO	EQ. T14G-M-03-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS				
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE				CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	
Tipo de Instalación	CISTERNA			Caudal (lps)	94.10
Líquido a bombear	Agua			A.D.T. (m)	80.10
Temperatura fluido (°C)	20.0	Tipo de lubricación	agua	Eficiencia (%)	84.0
Gravedad específica	1.0	Nivel estático (m)	****	Potencia Absorbida (hp)	119.64
pH	7.0	Nivel dinámico (m)	****	Potencia Abs. Máx. (hp)	126.00
Temperatura ambiente (°C)	30.0	Profundidad Inst. (m)	4.600	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	400.0	Profundidad (m)	****	NPSH requerido (m)	6.1
Caudal (lps)	94.10	Diámetro pozo (pulg)	****	Sumergencia mínima (pulg)	24.0
A.D.T. (m)	80.10	Presión descarga (psi)	****	Recubrimiento de porcelana	SI
DATOS BOMBA				MOTOR ELECTRICO	
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG
Tipo de Bomba	Turbina vertical			Tipo	Cerrado
Tipo Impulsor	Semiabierto			Eficiencia	Estándar
Diámetro de descarga	10	pulg		Norma de construcción	IEC
No. de etapas	3			Eje de motor	Sólido
Diámetro del impulsor	242	mm		Grado de Protección	IP55
Diámetro exterior bomba	13.1/2	pulg		Frame	280 S/M
Tipo de canastilla	Cesto			Factor de servicio	1.00
Tipo de lubricación	Agua			Potencia nominal (HP)	150
Longitud / Ø Tubo de succión	*****			Potencia corregida (HP)	****
COLUMNA DESCARGA				velocidad nominal (rpm)	1780
Diámetro exterior	10.0	pulg		Voltaje	440
Diámetro interior	1.7/16	pulg		Fases	3
Longitud	9	pies		Hz	60
Diámetro separadores (pulg)	1.7/16" x 10"	Nº de separadores	1	Tipo de arranque	Estrella - Triángulo
SOPORTE DE RODAMIENTOS				LINTERNA DE DESCARGA	
Tipo	Alto empuje axial			Diámetro succión x desc.	10" x 10"
				Válvula selenoide (V)	****
				Sistema Pre - lubricación	****
MATERIALES DE FABRICACION					
Ejecución Metalúrgica	7			Observaciones y Notas adicionales	
Tazon	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B			<p>Impulsor será rebajado a 242 mm. Motor eléctrico de eficiencia estándar.</p> <p>Incluye embalaje en caja de madera.</p>	
Impulsor	Bronce al Silicio ASTM B584-872				
Eje bomba	Acero inoxidable AISI 416				
Bocina Tazón	Bronce ASTM B143, 1A				
Canastilla succión	Fe. Galvanizado				
Columna exterior	Acero ASTM A-53 Gr B (schedule 40)				
Eje columna	Acero al carbono C-1045				
Linterna descarga	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B				
Funda ⁽¹⁾					
Observaciones					
⁽¹⁾ Solo para bombas lubricadas por aceite					
MODULO III					
BOMBA PRINCIPAL					

BOMBAS TURBINA
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	7
MODELO	EQ. T14G-M-04-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS				
DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE				CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	
Tipo de instalación	CISTERNA			Caudal (lps)	114.51
Líquido a bombear	Agua			A.D.T. (m)	89.13
Temperatura fluido (°C)	20.0	Tipo de lubricación	agua	Eficiencia (%)	85.5
Gravedad específica	1.0	Nivel estático (m)	****	Potencia Absorbida (hp)	159.16
pH	7.0	Nivel dinámico (m)	****	Potencia Abs. Máx. (hp)	168.00
Temperatura ambiente (°C)	30.0	Profundidad Inst. (m)	4.600	Velocidad de Oper. (rpm)	1770.0
Altitud (msnm)	400.0	Profundidad (m)	****	NPSH requerido (m)	7.9
Caudal (lps)	114.51	Diámetro pozo (pulg)	****	Sumergencia mínima (pulg)	24.0
A.D.T. (m)	89.13	Presión descarga (psi)	****	Recubrimiento de porcelana	SI
DATOS BOMBA				MOTOR ELECTRICO	
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG
Tipo de Bomba	Turbina vertical			Tipo	Cerrado
Tipo Impulsor	Semiabierto			Eficiencia	Estándar
Diámetro de descarga	10	pulg		Norma de construcción	IEC
No. de etapas	4			Eje de motor	Sólido
Diámetro del impulsor	241	mm		Grado de Protección	IP55
Diámetro exterior bomba	13.1/2	pulg		Frame	315 S/M
Tipo de canastilla	Cesto			Factor de servicio	1.00
Tipo de lubricación	Agua			Potencia nominal (HP)	175
Longitud / Ø Tubo de succión	****			Potencia corregida (HP)	****
COLUMNA DESCARGA				velocidad nominal (rpm)	
Diámetro exterior	10.0	pulg		Voltaje	440
Diámetro interior	1.7/16	pulg		Fases	3
Longitud	8	pies		Hz	60
Diámetro separadores (pulg)	1.7/16" x 10"	Nº de separadores	1	Tipo de arranque	Estrella - Triángulo
SOPORTE DE RODAMIENTOS				LINTERNA DE DESCARGA	
Tipo	Alto empuje axial			Diámetro succión x desc.	10" x 10"
				Válvula selenoide (V)	****
				Sistema Pre - lubricación	****
MATERIALES DE FABRICACION				Observaciones y Notas adicionales	
Ejecución Metalúrgica	7			<p>Impulsor será rebajado a 241 mm. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embañaje en caja de madera.</p>	
Tazon	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B				
Impulsor	Bronce al Silicio ASTM B584-872				
Eje bomba	Acero inoxidable AISI 416				
Bocina Tazón	Bronce ASTM B143, 1A				
Canastilla succión	Fe. Galvanizado				
Columna exterior	Acero ASTM A-53 Gr B (schedule 40)				
Eje columna	Acero al carbono C-1045				
Linterna descarga	Fe. Fdo. Gris ASTM A48CL30B				
Funda (1)					
Observaciones					
(1) Solo para bombas lubricadas por aceite					

MODULO IV
BOMBA PRINCIPAL

BOMBAS CENTRIFUGAS
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	8		
MODELO	EQ. 150-400-9HE-H750-AS-6R-1-90TG-200-18/372						
Datos Generales							
Datos Proporcionados por el Cliente				Condiciones de Operación de la bomba			
Líquido a bombear	Agua limpia			Caudal (lps)	114.5		
Temperatura fluido (°C)	20.0	NPSH disponible (m)	****	A.D.T. (m)	69.3		
Gravedad específica	1.000	Porcentaje de sól. (%)	****	Eficiencia (%)	75.0		
pH	7.0	Tamaño sólidos (mm)	****	Potencia Absorbida (HP)	141.1		
Viscosidad (cP)	1.00	Caudal (lps)	114.51	Potencia Abs. Máx. (HP)	189.0		
Temperatura ambiente (°C)	30.0	ADT (m)	69.3	Velocidad de Oper. (rpm)	1790.0		
Altitud (msnm)	300.0			NPSH requerido (m)	4.0		
Datos Bomba				Motor Eléctrico			
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG		
Tipo de Bomba	Centrífuga			Tipo	Estándar		
Ejecución	Horizontal			Norma de construcción	IEC		
Tipo de impulsor	Cerrado			Grado de Protección	IP55	Aislamiento	F
Diámetro de impulsor	372	mm		Frame	F.S.	315 S/M	1.00
Pasaje de sólidos máximo	****			Potencia nominal (HP)	200		
Tipo de soporte	Sin embrague			Potencia corregida (HP)	****		
Lubricación soporte	Grasa			Velocidad nominal (rpm)	1770		
Ø de succión	DN200			Voltaje	Fases	Hz	440 3 60
Ø de descarga	DN150			Tipo de arranque	Estrella - Triángulo		
Conexiones	Brida			Sistema de Transmisión			
Tipo de bridas	DIS 2858			Tipo	Acople directo		
Sello de la Bomba				Marca	Modelo	Guardian Industries	TG1090
Tipo de sello	Prensaestopa			Placa Base			
Marca	John Crane o similar			Tipo	6R-1		
Materiales	Fibra acrílica de teflon o similar			Materiales	Acero estructural A36		
Materiales de fabricación				Observaciones y notas adicionales			
Ejecución Metalúrgica	9HE			Se rebajará diámetro de impulsor a 372. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.			
Caja	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006						
Impulsor	Fierro fundido nodular ASTM A536.80.6006						
Bocina eje	Acero al carbono 420						
Eje de Bomba	Acero al carbono 1045						
Camiseta ⁽¹⁾	****						
Tapa de succión ⁽¹⁾	****						
Observaciones							
⁽¹⁾ Aplicable a bombas Hidrostal con impulsor helicoidal							
Observaciones							
MODULO IV							
BOMBA REBOMBEO							

BOMBAS CENTRIFUGAS
TABLA TECNICA

CODIGO				ITEM	9		
MODELO	EQ. 150-315-4A-F670-AS-4R-2-70TG-60-12/358						
Datos Generales							
Datos Proporcionados por el Cliente				Condiciones de Operación de la bomba			
Líquido a bombear	Agua limpia			Caudal (lps)	120.0		
Temperatura fluido (°C)	20.0	NPSH disponible (m)	****	A.D.T. (m)	22.0		
Gravedad específica	1.000	Porcentaje de sól. (%)	****	Eficiencia (%)	70.0		
pH	7.0	Tamaño sólidos (mm)	****	Potencia Absorbida (HP)	50.3		
Viscosidad (cP)	1.00	Caudal (lps)	120.00	Potencia Abs. Máx. (HP)	58.0		
Temperatura ambiente (°C)	30.0	ADT (m)	22.0	Velocidad de Oper. (rpm)	1165.0		
Altitud (msnm)	300.0			NPSH requerido (m)	5.8		
Datos Bomba				Motor Eléctrico			
Marca	HIDROSTAL			Marca	WEG		
Tipo de Bomba	Centrífuga			Tipo	Estándar		
Ejecución	Horizontal			Norma de construcción	IEC		
Tipo de impulsor	Cerrado			Grado de Protección	IP55	Aislamiento	F
Diámetro de impulsor	358	mm		Frame	F.S.	250 S/M	1.00
Pasaje de sólidos máximo	****			Potencia nominal (HP)	60		
Tipo de soporte	Sin embrague			Potencia corregida (HP)	****		
Lubricación soporte	Grasa			Velocidad nominal (rpm)	1150		
Ø de succión	DN200			Voltaje	Fases	Hz	440 3 60
Ø de descarga	DN150			Tipo de arranque	Estrella - Triángulo		
Conexiones	Brida			Sistema de Transmisión			
Tipo de bridas	DIS 2858			Tipo	Acople directo		
Sello de la Bomba				Marca	Modelo	Guardian Industries	TG1070
Tipo de sello	Prensaestopa			Placa Base			
Marca	John Crane o similar			Tipo	4R-2		
Materiales	Fibra acrílica de teflon o similar			Materiales	Acero estructural A36		
Materiales de fabricación				Observaciones y notas adicionales			
Ejecución Metalúrgica	4A			Impulsor máximo. Motor eléctrico de eficiencia estándar. Incluye embalaje en caja de madera.			
Caja	Hidrohard (ASTM A532 III A)						
Impulsor	Hidrohard (ASTM A532 III A)						
Bocina eje	Acero al carbono 420						
Eje de Bomba	Acero inoxidable AISI 316						
Camiseta ⁽¹⁾	****						
Tapa de succión ⁽¹⁾	****						
Observaciones							
⁽¹⁾ Aplicable a bombas Hidrostral con impulsor helicoidal							
Observaciones							
AGUA DE CANAL							



6. CURVAS DE OPERACION

HIDROSTAL S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: ventas@hidrostral.com.pe
Pagina web: www.hidrostral.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostral.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura
Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hisapiura@hidrostral.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91

ITEM 01
MODULO I
BOMBA PRINCIPAL

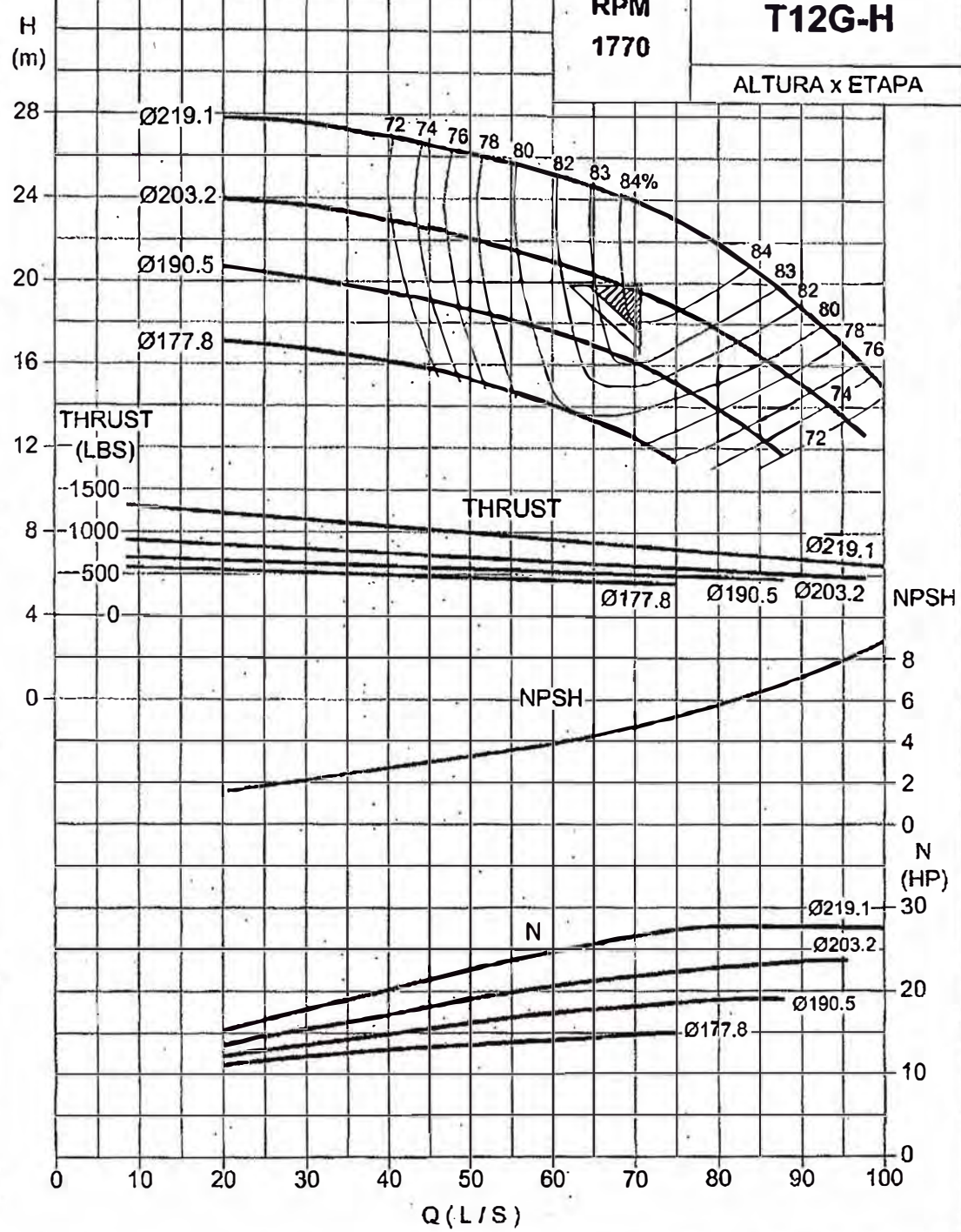


Hidrostat
SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

RPM
1770

**B12G-H
T12G-H**

ALTURA x ETAPA



CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906:1998 GRADO 2

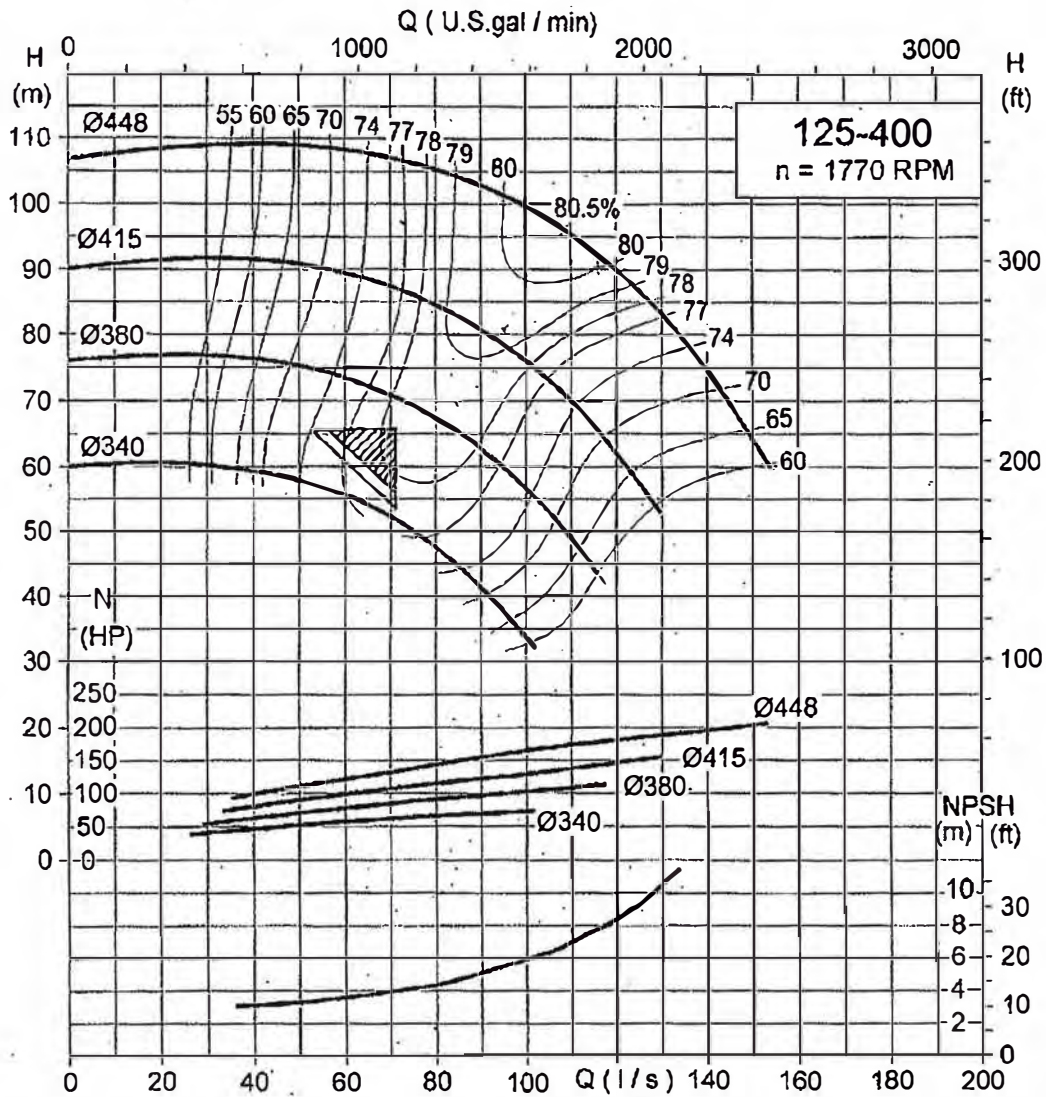
Ø IMPULSOR: INDIC.	<ul style="list-style-type: none"> - Curvas mostradas son para tazonos de fierro fundido gris aporcelanados e impulsosres de bronce pulidos y para 4 etapas o más. - Para tazonos sin aporcelanar multiplicar: $\eta \times 0.98$ y $H \times 0.98$ - Para tazonos e impulsosres en Inoxidable: $\eta \times 0.95$ y $H \times 0.95$ - De 1 a 3 etapas reducir la eficiencia según indica la table. 	No. Etapas:	1	2	3	SUMERG. MINIMA 18"
Ø TAZON: 11.1/2"		Puntos a Restar:	-3	-2	-1	
Dib.: W. Legua S.	Rev:	Aprob:	Fecha: 01-06-2011	14-02983-4Z		

CURVAS-02-Linea-2-CURVAS COMPLETAS LINEA 2 NUEVO FORMATO12G-H-01-1770-RPM.dwg

ITEM 02
 MODULO I
 BOMBA REBOMBEO



CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
 CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

"Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado."

BOMBA CENTRIFUGA
 ISOCIS 2858
 CATALOGO I
 1_410_100_07/09

HIROSTAT S.A.
 PORTADA DEL SOL 722 - LIMA 36, PERU
 APARTADO POSTAL 5988 - LIMA 1, PERU
 E-MAIL: hidrostat@hidrostat.com.pe
 WEB: www.hidrostat.com.pe

VERSION: C
 TELEFONO: (51-1) 319 1000
 FAX: (51-1) 489 0008
 FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19
 SERVICIO AL CUENTE SOLO PERU 0801.10000



ITEM: 01
 MODULO II
 BOMBA PRINCIPAL

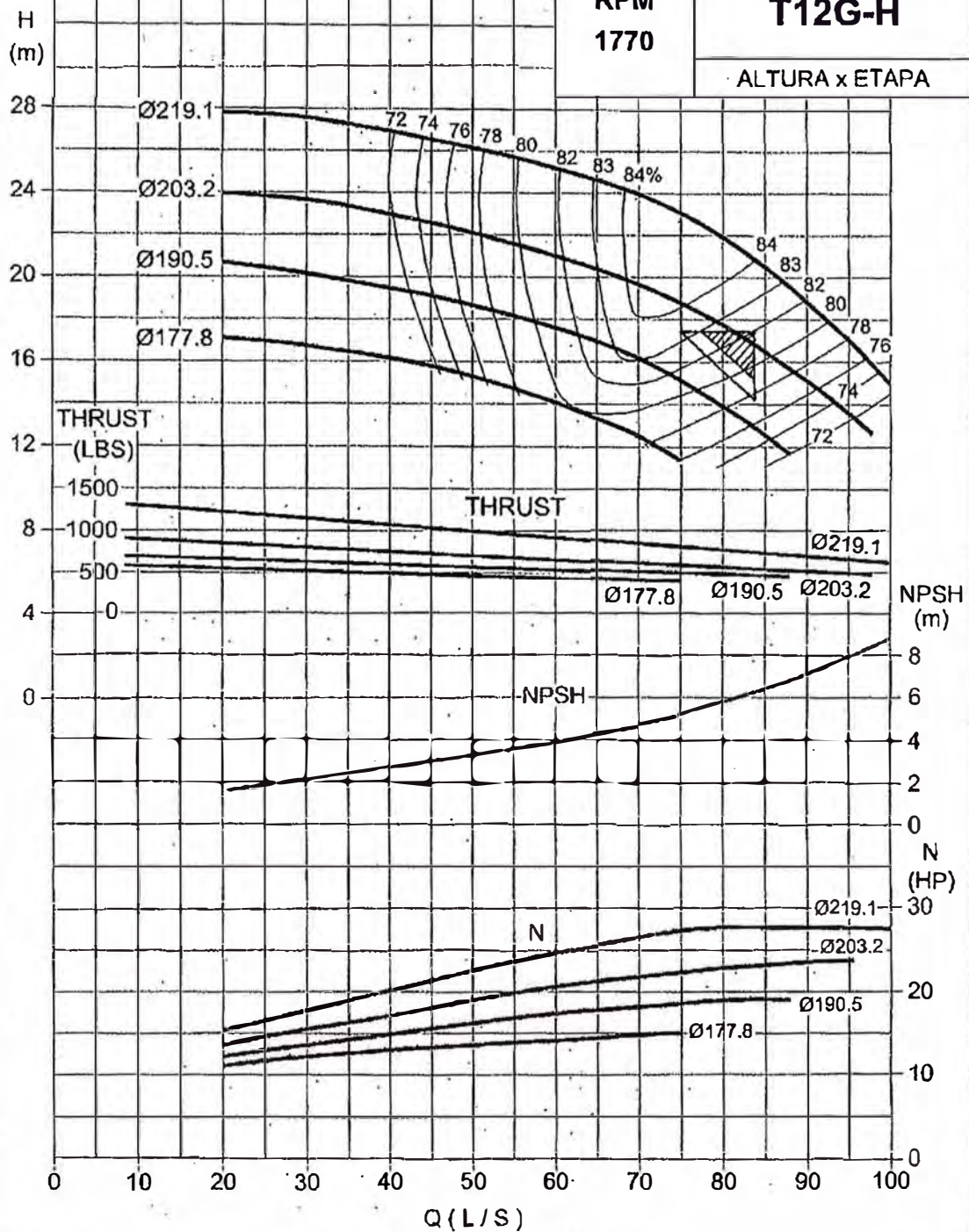


Hidrostat
 SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

RPM
 1770

**B12G-H
 T12G-H**

ALTURA x ETAPA



CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2

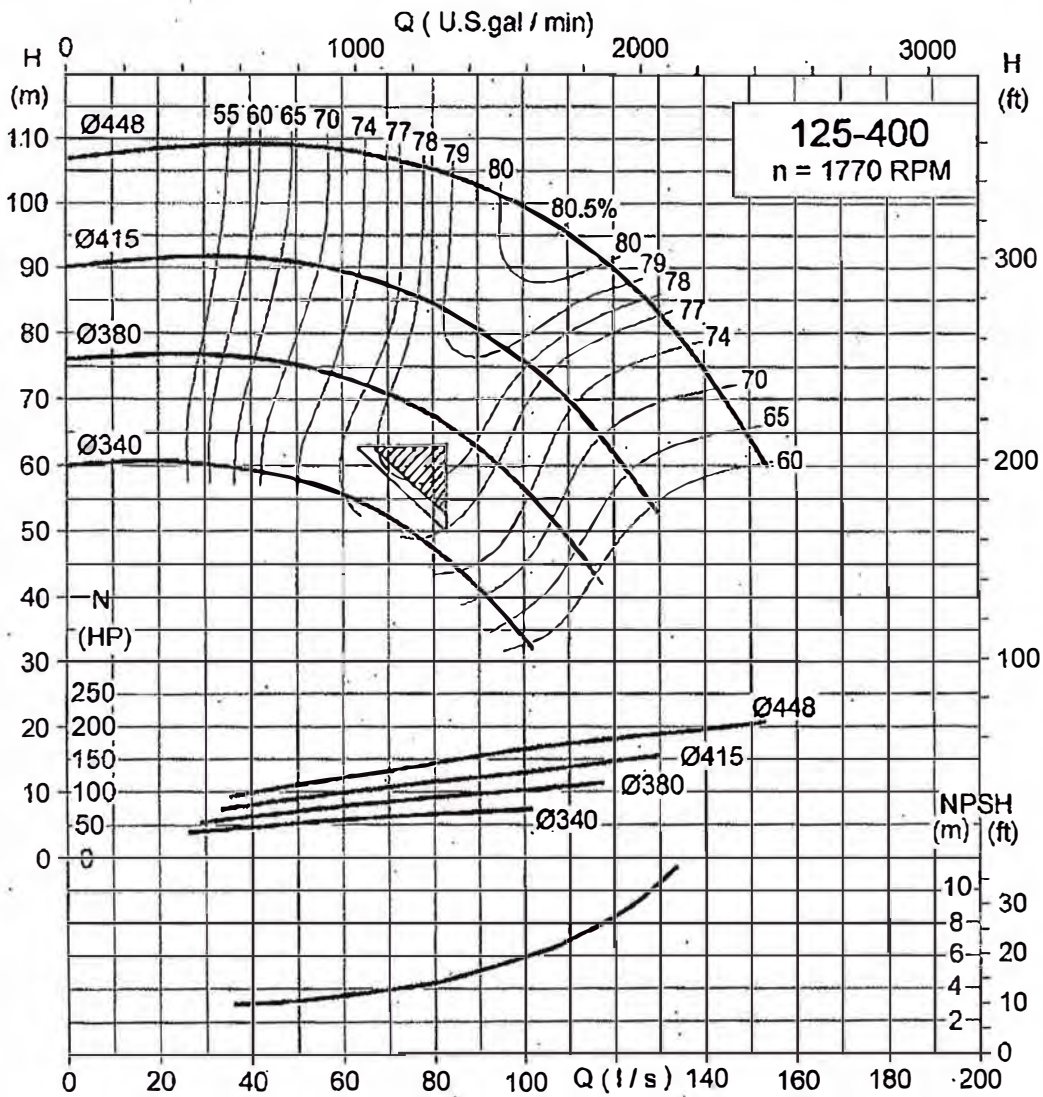
Ø IMPULSOR: INDIC.	- Curvas mostradas es para tazonos de fierro fundido gris aporcelanados e impulsores de bronce pulidos y para 4 etapas o más. - Para tazonos sin aporcelanar, multiplicar: $\eta \times 0.98$ y $H \times 0.98$ - Para tazonos e impulsores en Inoxidable: $\eta \times 0.95$ y $H \times 0.95$ - De 1 a 3 etapas reducir la eficiencia segun indica la tabla.	No. Etapas:	1	2	3	SUMERG. MINIMA 18"
Ø TAZON: 11.1/2"		Puntos Restar:	-3	-2	-1	
Dib.: W. Legua S.	Rev:	Aprob:	Fecha: 01-06-2011	14-02983-4Z		

H:\CURVAS\02_Lineas\CURVAS COMPLETAS LINEA 2 NUEVO FORMATO\B12G-H-01-1770-RPM.dwg

ITEM 04
 MODULO II
 BOMBA 1ER. REBOMBEO



CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
 CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

"Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

BOMBA CENTRIFUGA
 ISO/DIS 2859
 CATALOGO I
 1_410_100_07/09

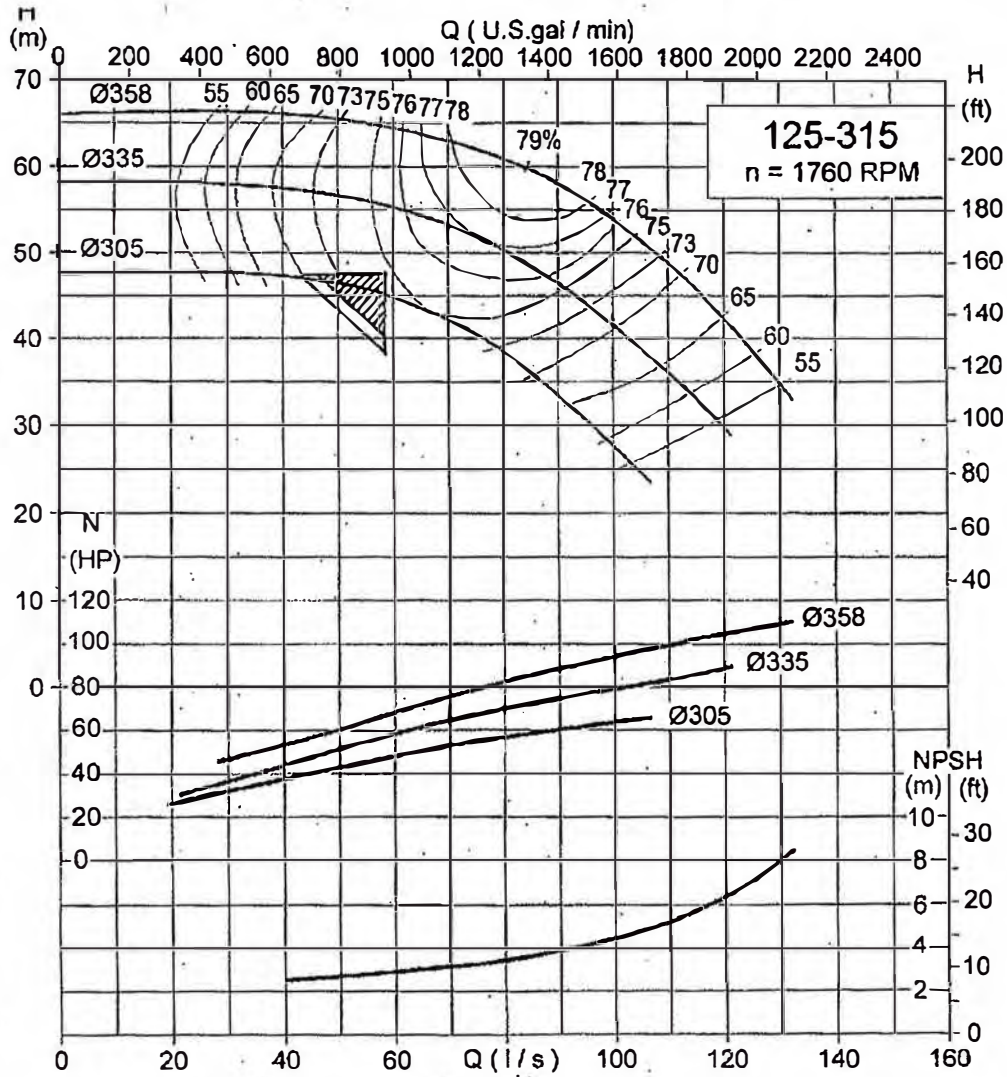
HIDROSTAL S.A.
 PORTADA DEL SOL 722 - LIMA 38, PERU
 APARTADO POSTAL 3889 - LIMA 1, PERU
 E-MAIL: hidrostral@hidrostral.com.pe
 WEB: www.hidrostral.com.pe

VERSION: C
 TELEFONO: (51-1) 319 10 00
 FAX: (51-1) 489 00 08
 FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19
 SERVICIO AL CLIENTE SOLO PERU: 0801-10000



ITEM 05
 MODULO II
 BOMBA 2DO. REBOMBO

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
 CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

***Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.**

BOMBA CENTRIFUGA
 ISO/DIS 2858
 CATALOGO I
 1_410_100_0709

HIDROSTAL S.A.
 PORTADA DEL SOL 722 • LIMA 38, PERU
 APARTADO POSTAL 3889 • LIMA 1, PERU
 E-MAIL: hidrostral@hidrostral.com.pe
 WEB: www.hidrostral.com.pe

VERSION: C
 TELEFONO: (51-1) 318 10 00
 FAX: (51-1) 489 00 08
 FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19
 SERVICIO AL CLIENTE SOLO PERU 0801-10000



ITEM 06
MODULO III
BOMBA PRINC

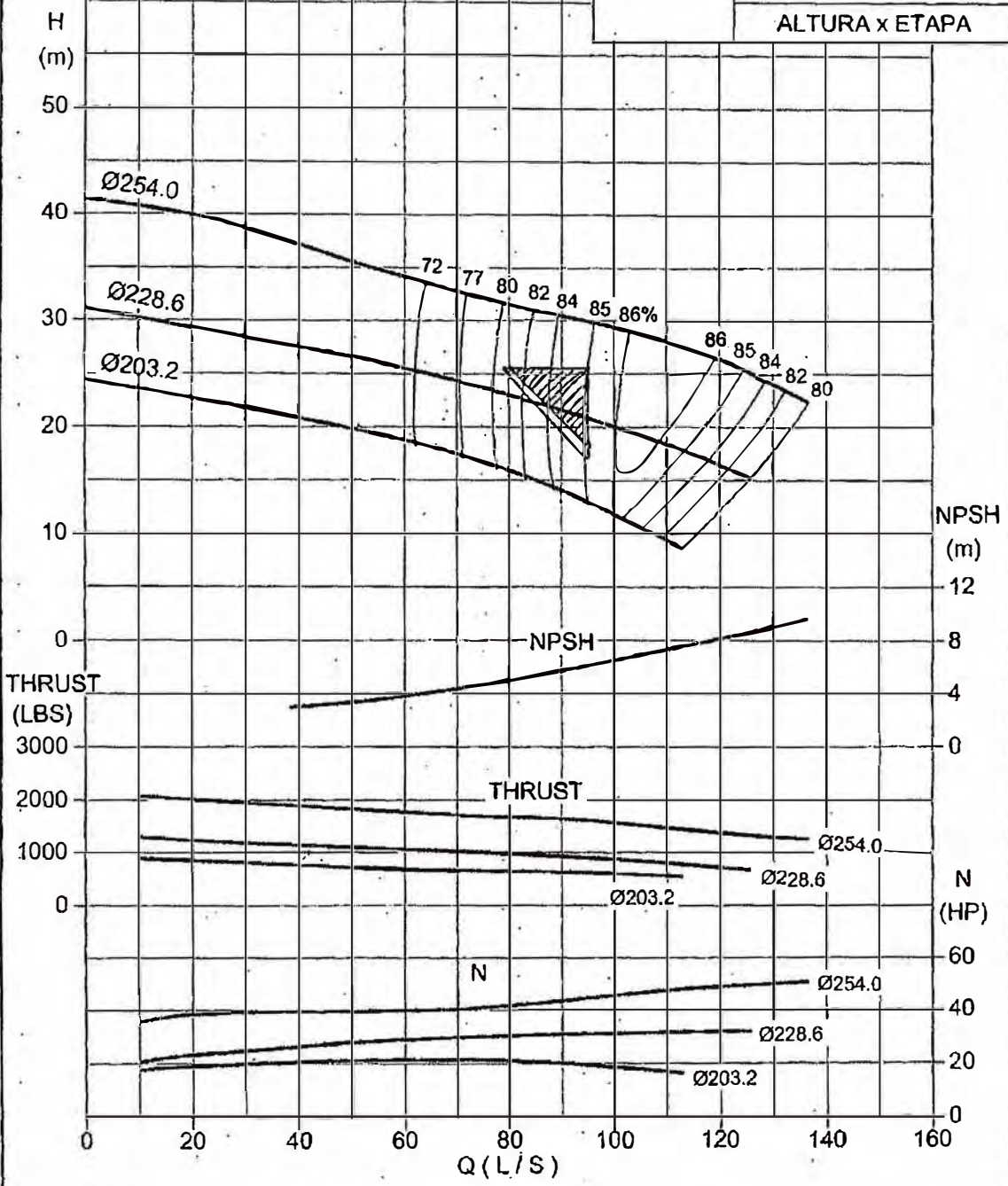


Hidrostat[®]
SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

RPM
1770

B14G-M
T14G-M

ALTURA x ETAPA



CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2

Ø IMPULSOR : INDIC.	<ul style="list-style-type: none"> - Curvas mostradas son para tazones de fierro fundido gris aporcelanados e impulsores de bronce pulidos y para 4 etapas o más. - Para tazones sin aporcelanar multiplicar: $\eta \times 0.98$ y $H \times 0.98$ - Para tazones e impulsores en inoxidable: $\eta \times 0.96$ y $H \times 0.96$ - De 1 a 3 etapas reducir la eficiencia según indica la tabla. 	No. Etapas:	1	2	3	SUMERG. MINIMA 24"
Ø TAZON : 13.1/2"		Puntos a Reslar:	-3	-2	-1	
Dib. : W. Legua S.	Rev :	Aprob :	Fecha : 01-06-2011	14-02993-4Z		

I:\CURVAS\02-Linea-2\CURVAS COMPLETAS LINEA 2 NUEVO FORMATO\14G-M-01-1770-RPM.DWG

ITEM 07
MODULO IV
BOMBA PRINCIPAL

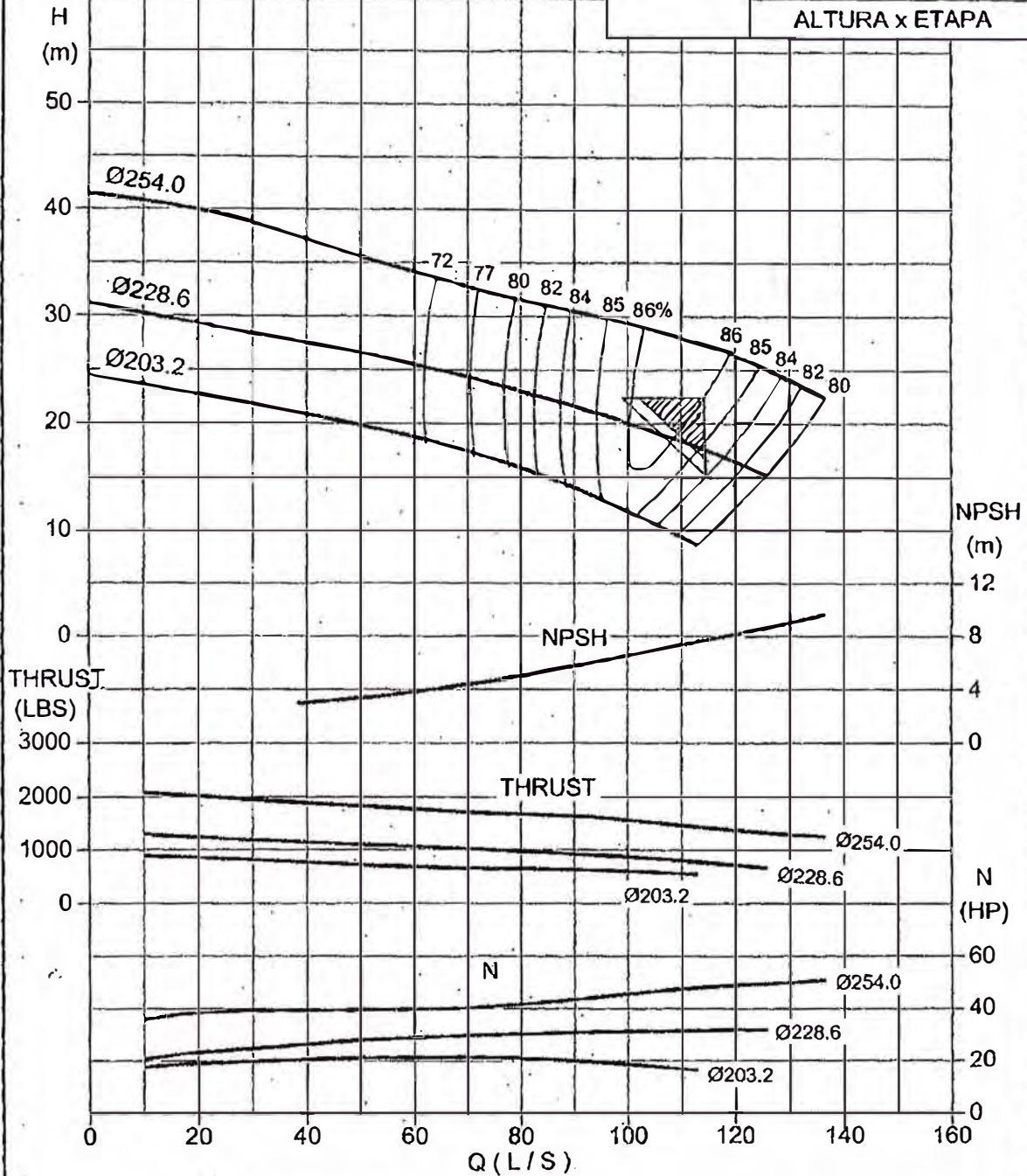


Hidrostat[®]
SOLUCIONES CON TECNOLOGIA

RPM
1770

**B14G-M
T14G-M**

ALTURA x ETAPA



CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2

Ø IMPULSOR : INDIC.
Ø TAZON : 13.1/2"

- Curvas mostradas son para tazonos de fierro fundido gris aporcelanados e Impulsores de bronce pulidos y para 4 etapas o más.
- Para tazonos sin aporcelanar multiplicar: $\eta \times 0.98$ y $H \times 0.98$
- Para tazonos e Impulsores en Inoxidable: $\eta \times 0.98$ y $H \times 0.96$
- De 1 a 3 etapas reducir la eficiencia según índice de tabla.

No. Etapas:	1	2	3
Puntos a Restar:	-3	-2	-1

SUMERG. MINIMA
24"

Dib. : W. Legua S.

Rev :

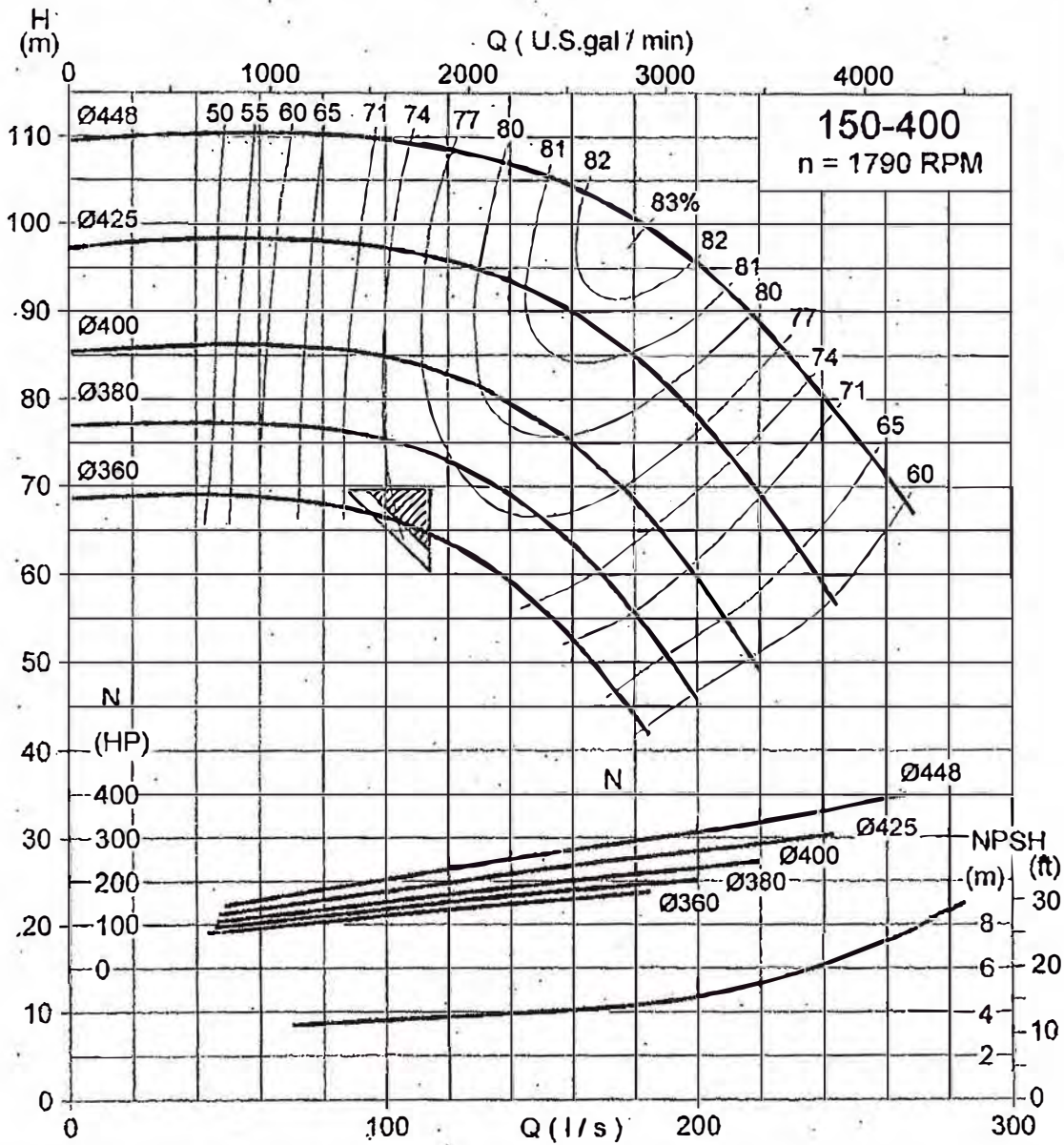
Aprob :

Fecha : 01-06-2011

14-02993-4Z

L:\CURVAS\02.-Linea-2\CURVAS COMPLETAS LINEA 2 NUEVO FORMATO\14G-M-01-1770-RPM.DWG

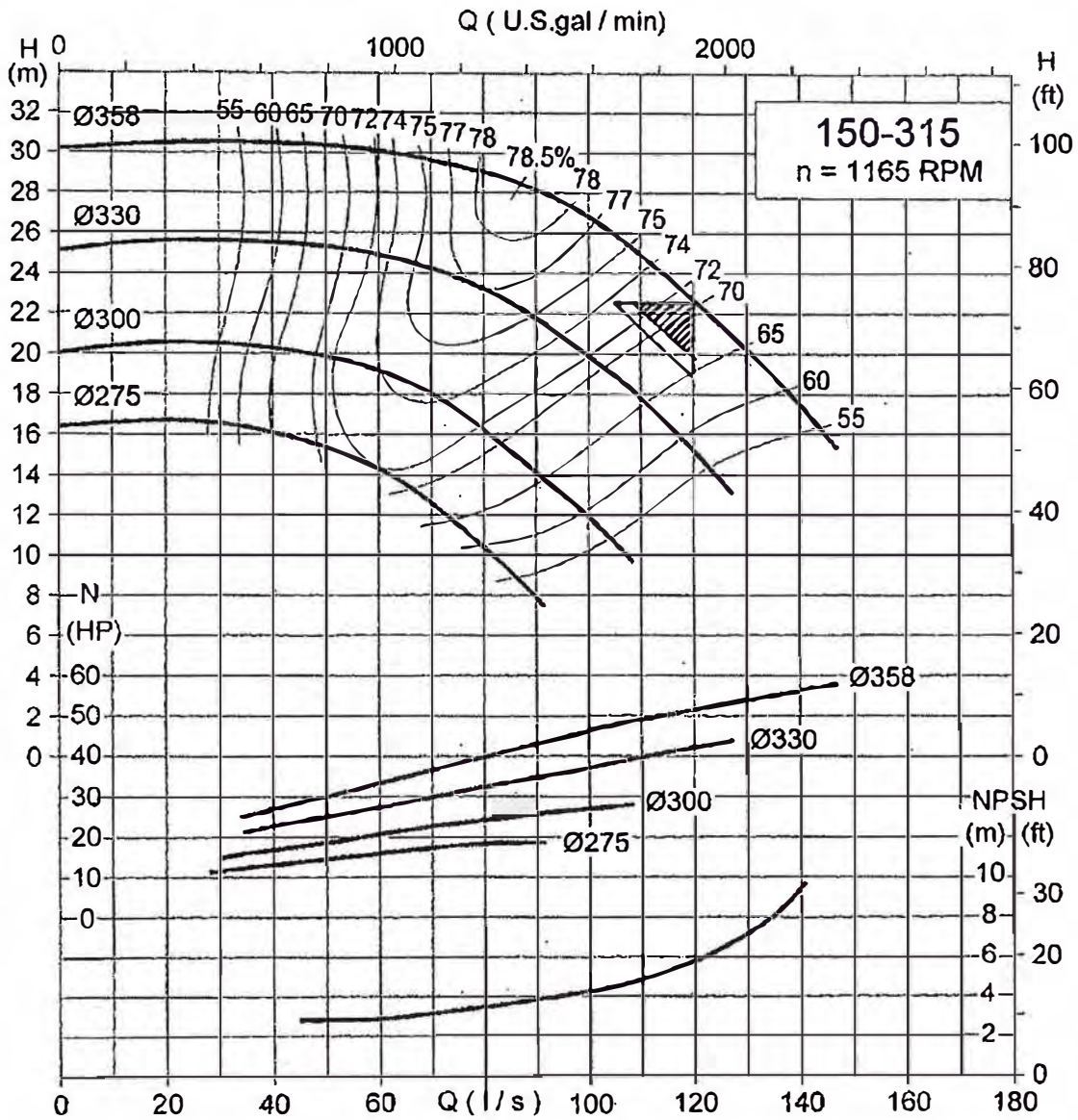
CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN FIERRO FUNDIDO GRIS O NODULAR CON RECUBRIMIENTO CERAMICO.
 CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9906:1999 GRADO 2.

***Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.**

CURVAS DE OPERACION A 60 Hz



CURVAS MOSTRADAS PARA BOMBAS CON CAJA EN ACERO INOXIDABLE O EN BRONCÉ SIN RECUBRIMIENTO CERAMICO.
CURVAS EN CONDICIONES NORMALES DE OPERACION (AGUA LIMPIA A 20°C) DE ACUERDO A NORMA ISO 9908:1999 GRADO 2.

"Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

CONCURSO DE PRECIOS

OFERTA No. VL-0010015558-rev.1

PROYECTO ARATO 1000 HA. - EQUIPOS DE BOMBEO

ARATO PERU S.A.

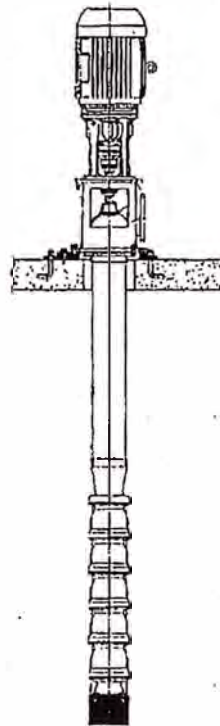
Atención

Ing. Gustavo Guerrero

PROPUESTA TÉCNICA / ECONÓMICA

INDICE

1. Cuadro de Precio.
2. Condiciones Comerciales.
3. Condiciones Generales de Ventas.
4. Especificaciones Técnicas.
5. Hoja de datos de los equipos ofertados.
6. Curvas de Operación.
7. Certificado de Calidad ISO 9001 e ISO 14001.





1. CUADRO DE PRECIOS

PROYECTO ARATO 1000 HA. - EQUIPOS DE BOMBEO

Lima, 7 de setiembre de 2011

Señores
ARATO PERU S.A.
Presente-

Atención : Ing. Gustavo Guerrero

Referencia : Proyecto Arato 1000 Ha. de Paltos - Equipos de bombeo

De nuestra consideración:

A continuación, hacemos de conocimiento que nuestra propuesta económica es la siguiente:

ITEM	CANT.	T/DESC.	MOD.	DESCRIPCION	V.VENTA UNIT/SA	DSCTO %	V.VENTA TOT/SA
01	01	A	I	EQ. T12G-H-05-1.7/16-8X8-LUB/AG-HMSS	66,690.00	25%	50,017.50
02	01	B	I	EQ. 125-400-9-HE-H670-AS-4R-2-70TG-100-18/372	37,948.00	25%	28,461.00
03	01	A	II	EQ. T12G-H-04-1.7/16-8X8-LUB/AG-HMSS	67,768.00	25%	50,826.00
04	01	B	II	EQ. 125-400-9HE-H670-AS-4R-2-70TG-100-18/373	37,948.00	25%	28,461.00
05	01	B	II	EQ. 125-315-9HE-F530-OS-4R-1-70TG-75-18/309	27,990.00	25%	20,992.50
06	01	A	III	EQ. T14G-M-03-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS	77,957.00	25%	58,467.75
07	01	A	IV	EQ. T14G-M-04-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS	87,429.00	25%	65,571.75
08	01	B	IV	EQ. 150-400-9HE-H750-AS-6R-1-90TG-200-18/372	66,823.00	25%	50,117.25
09	01	B	Canal	EQ. 150-315-4A-F670-AS-4R-2-70TG-60-12/358	56,174.00	25%	42,130.50
VALOR VENTA TOTAL						S/.	395,045.25
I.G.V. 18%						S/.	71,108.15
PRECIO VENTA TOTAL						S/.	466,153.40

Son: Cuatrocientos sesenta y seis mil ciento cincuenta y tres con 40/100 Nuevos soles incluido I.G.V.

* Precios incluyen embalaje en caja de madera, a excepción de las columnas exteriores e interiores que se entregarán sueltas.



JAIMÉ BARNABY RODRÍGUEZ
REPRESENTANTE LEGAL
HIDROSTAL S.A.
Portada del Sol 722 - Lima 36, Perú
Apartado Postal 3989 - Lima 1, Perú
e-mail: hidrostral@hidrostral.com.pe
Pagina web: www.hidrostral.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00
Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostral.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura
Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hisaplura@hidrostral.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91



2. CONDICIONES COMERCIALES

PROYECTO ARATO 1000 HA. - EQUIPOS DE BOMBEO

Lima, 7 de setiembre de 2011

Señores
ARATO PERU S.A.
Presente-

Atención : Ing. Gustavo Guerrero

Referencia : Proyecto Arato 1000 Ha. de Paltos - Equipos de bombeo

De nuestra consideración:

De acuerdo al presente concurso de precios de la referencia detallamos a continuación nuestra oferta como sigue:

Condición N° 1: De recibir su Orden de Compra, por ser productos sujetos a especificaciones técnicas y poder cumplir con la calidad ofrecida, es necesario aclarar todos los detalles antes de iniciar la fabricación y/o el despacho.

Condición N° 2: De haber convenido un pago inicial, será necesario que el mismo se haya efectuado. Luego cumplida esta condición, emitiremos nuestro Acuse y Confirmación de Pedido y/o Factura.

Forma de Pago: 50% con la O/C, saldo Contra entrega.

Plazo de Entrega: A la fecha nuestro plazo de entrega es de:
Item 01 al 08: 12 semanas
Item 09: 16 semanas
A partir de emitido nuestro Acuse y confirmación de pedido y/o factura.

Validez de Oferta: 30 días de la emisión de nuestra cotización, los precios son fijos y no serán sujeto a variación alguna, durante la validez de oferta y durante el periodo de ejecución de la orden de compra.

Lugar de Entrega: En nuestros almacenes sito en Portada del Sol 722, Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho, encima del camión.

Moneda Nuevos soles.

Garantía Garantía contra cualquier defecto del material o fabricación por 12 meses contados a partir de la fecha de arranque oficial de los equipos ó 18 meses desde el despacho, lo que ocurra primero.

NOTA IMPORTANTE : Se adjunta nuestro formato de Condiciones Generales de Venta aplicable a la presente oferta.

Nos ponemos a su disposición para atender cualquier consulta adicional que tenga sobre la Presente Oferta. Estamos a su servicio y con gusto lo atenderemos

HidrostaL
SOCIEDAD ANONIMA

HIDROSTA L S.A.

Portada del Sol 722 - Lima 19, Perú
MIME BARNABY RODRIGUEZ
REPRESENTANTE LEGAL
e-mail: hidrostaL@hidrostaL.com.pe
Pagina web: www.hidrostaL.com.pe

Teléfono: (51-1) 319 10 00
Fax: (51-1) 489 00 06
Fax Ventas: (51-1) 319 10 19
Servicio al Cliente: 0801 - 1 00 00

Tienda
Paseo de la República 2500, Lima 14
e-mail: tienda@hidrostaL.com.pe
Fax: (51-1) 441 85 60

Sucursal Piura
Mz 229 LT. 1E - Zona Industrial, Piura
e-mail: hisapiura@hidrostaL.com.pe
Fax: (51-73) 32 36 91

CONDICIONES GENERALES DE VENTA

Para todos nuestros presupuestos y contratos regirán las siguientes condiciones, en tanto las mismas no sean expresamente alteradas por nosotros o con nuestro consentimiento dado por escrito.

PROVISION Y FORMA DE ENTREGA

1. La provisión comprende exclusivamente las mercaderías, maquinarias y demás elementos que se indican expresamente en nuestras ofertas y/o especificaciones técnicas y su entrega se efectuará sobre camión u otro medio de transporte, en nuestra FABRICA.
2. A pedido del comprador, contrataremos por cuenta del mismo y al costo, el transporte y el seguro de las mercaderías compradas, desde la FABRICA hasta su destino.
3. No nos responsabilizamos respecto al tiempo del embarque, iniciación y duración del transporte, precio y empresa transportadora, precio y compañía aseguradora y todos aquellos casos de fuerza mayor y/o fortuita y/o hechos aplicables al transportador y demás riesgos que pudiesen sufrir las mercaderías durante el transporte, los que serán a cargo exclusivo del comprador.
4. Toda reclamación por falta, roturas, pérdidas y otros daños, constatados por el comprador a la recepción de las mercaderías, debe ser presentada a la compañía en forma inmediata.
5. Las instrucciones de envío y/o de embarque deben ser dadas preferiblemente con el pedido o a la firma del contrato, pero en todo caso las mismas deben encontrarse en nuestro poder con suficiente anticipación a la entrega de las mercaderías. Si el envío o embarque de las mercaderías fuese demorado por causas ajenas a nuestro control o al de las fábricas proveedoras del exterior, todo gasto originado por demoras, almacenaje, seguro durante el tiempo de almacenaje, etc., será cargado al comprador.
6. Toda verificación y/o inspección de las mercaderías, previa a su entrega que deseara el comprador, será por su cuenta y a su cargo.
7. La reposición total o parcial de mercaderías contratadas que se perdieran por hechos no imputables a nosotros, deberá ser objeto de un nuevo contrato basado en los precios y condiciones vigentes en esa época.

PLAZO DE ENTREGA

8. El plazo de entrega se contará desde el momento en que el comprador haya cumplido a nuestra entera satisfacción todas las condiciones previas del contrato como son el pago inicial, suministro de todos los datos o informaciones técnicas requeridas, otorgamiento de garantías, apertura de créditos documentarios, computándose los plazos a partir de la fecha de emisión de nuestro Acuse y Confirmación de Pedido.
9. La mora del comprador respecto a las obligaciones pactadas producirá la interrupción de nuestras obligaciones teniendo nosotros la potestad de modificar el plazo de entrega originalmente pactado y que en este caso podrá depender de las posibilidades de trabajo y/o desarrollo de la producción de la FABRICA.
10. El plazo de entrega podrá ser extendido también debido a causas de fuerza mayor provocadas por guerras, inmovilizaciones, fallas en la fabricación, accidentes, huelgas, 'lockouts', falta de suministro de materia prima de nuestros proveedores y otras causas fuera de nuestro control.

... La demora o falta de entrega de mercaderías debido a alguna de las causas enumeradas anteriormente en estas Condiciones Generales, nunca será causal de resolución del contrato, el cual sólo podrá rescindirse a nuestra opción por incumplimiento total o parcial de las obligaciones contratadas por el comprador.

PRECIOS

12. No aceptamos pagar multas u otras penalidades por demoras.
13. Los precios de las mercaderías provistas de nuestro stock local se entenderán en DOLARES NORTEAMERICANOS.
14. En caso de ofertarse productos de origen extranjero y se hubiese cotizado y convenido precio C & F o CIF puerto peruano o stock local, los precios se ajustarán conforme a las variaciones en las tarifas de fletes, seguros, impuestos advalorem, I.G.V. y otros conceptos que puedan afectar el valor original.
15. Los precios cotizados podrán ser modificados sin previo aviso hasta la formalización del contrato correspondiente, cuando esté vencido el plazo de validez de oferta establecido.
16. Cualquier alteración en los derechos aduaneros, derechos consulares, derechos de importación y exportación y/o impuestos que corresponden a creación de nuevos derechos o impuestos que incidan en los precios cotizados y/o contratados hasta la entrega de las mercaderías, ya sea en el Perú o en el país de donde proceden, será a cargo del comprador.
17. Los precios no incluyen embalajes, flete, seguros y manipuleo en el almacén del comprador, cobrándose un adicional por este concepto.

PAGOS

18. Los pagos se efectuarán en la moneda cotizada. Para suministros dentro del Perú se podrá pagar en Nuevos Soles al tipo de cambio venta del día de pago.
19. Si se efectuara el pago en moneda extranjera, no nos responsabilizamos respecto a fluctuaciones en el cambio.
20. Cuando la importación de la mercadería quede a cargo del comprador, éste deberá realizar sin interrupciones y con la mayor rapidez las gestiones que corresponden ante las aduanas y bancos, para obtener sin demora los documentos que permitan el pago y/o la liquidación de la operación bancaria de crédito al exterior.
21. Es obligatorio hacer pagos contra entregas parciales de las mercaderías contratadas, reservándonos el derecho de fijar los precios parciales para las mercaderías entregadas cuando las mismas forman parte de un conjunto de mercaderías cuyo valor se hubiese estipulado en un solo importe.
22. Consecuentemente, el monto de los pagos será a los precios parciales fijados por nosotros según las condiciones de pago estipuladas.
23. Los pagos de fletes, seguros, gastos de despacho, montaje, embalaje, etc., en todos los casos serán pagaderos al contado contra presentación de nuestras respectivas facturas. Los derechos de importación serán pagados directamente por el comprador cuando así corresponda.
24. Toda mora en el pago devengará el interés bancario vigente en la fecha en que se ha producido y mientras dure la misma, mas 1.5% mensual por concepto de gastos de administración de cobranzas.
25. Cualquier defecto de los equipos o en su instalación, así como la falla de algún aparato o pieza que no afecte la integridad y el funcionamiento de aparatos, maquinaria o instalaciones provistas, no dará derecho al comprador para retener los pagos estipulados. Solo aceptaremos que el comprador retenga una suma especificada por HIDROSTAL, equivalente al valor del aparato, máquina o pieza menor que resultare defectuosa o faltante.

GARANTIA

26. Toda garantía será tramitada en FABRICA enviando y recogiendo el producto, en Av. Portada del Sol 722 - Urb. Zárate, Lima 36, con la presentación de la tarjeta de garantía o factura. Los reclamos pueden ser presentados por escrito o en forma oral indicando el motivo de la falla.
27. Cubre cualquier pieza que resulte defectuosa por fabricación y/o mano de obra, siempre y cuando haya recibido la atención necesaria como limpieza y engrase diario u otras recomendaciones dadas por nosotros en nuestros Manuales de Mantenimiento. Se entiende la garantía válida, solamente cuando la máquina o pieza haya trabajado como máximo, ocho horas por día en condiciones normales. No garantizamos piezas cuya vida útil por las condiciones de operación, sufriera un desgaste normal por efectos abrasivos y/o corrosivos. No asumimos la garantía ni la responsabilidad en caso de desgaste normal, accidentes, tratamiento forzado, empleo equivocado o descuido.
28. La garantía será otorgada de tal manera que nos comprometemos a reparar o cambiar en nuestra FABRICA, las piezas que comprobadamente hubieran tenido algún desperfecto en lo que se refiere a material o mano de obra. Los gastos de desmontaje y montaje así como los de transporte serán por cuenta del comprador.
29. El tiempo de garantía no recibirá prórroga alguna por la reparación o reposición por nuestra parte de la pieza. Reparaciones y cambios que no estén sujetos a la garantía serán de acuerdo a lo establecido en el presupuesto respectivo.
30. La FABRICA HIDROSTAL probamos nuestros productos de acuerdo a procedimientos que tenemos establecidos, lo que permite asegurar a nuestros clientes el cumplimiento de la norma antes descrita. Si el cliente quiere participar en las pruebas, enviar un testigo y/o recibir la documentación escrita de las pruebas realizadas, este aspecto debe ser acordado en forma previa a la ejecución del pedido y será motivo de una cotización específica.
31. En caso de que se compruebe el reclamo en garantía, HIDROSTAL repondrá la pieza o piezas defectuosas F.O.B. FABRICA. Las obligaciones de la compañía por la entrega del equipo o su uso, ya sea como garantía u otras formas, en ningún caso deberá exceder del costo de los defectos corregidos y al expirar el plazo de garantía establecido, toda obligación habrá terminado. La compañía no asume obligaciones por daños o gastos de cualquier carácter incluyendo aquellos de instalación, uso o reventa de dicho equipo.
32. Para los productos que HIDROSTAL distribuye o comercializa, se trasladará la garantía que otorga cada fabricante.
33. La garantía no se prestará u otorgará si el cliente desarma o innova sin tener nuestra conformidad por escrito y procede el montaje o instalación del equipo de bombeo sin seguir las instrucciones de nuestros Manuales de Instalación. En el caso de piezas fundidas, igualmente deberán ser remitidas a la FABRICA sin haber sido sometidas a ningún proceso no autorizado por nosotros.

34. No garantizamos las piezas o elementos que no han sido provistos por nosotros aunque hayan sido montados o instalados por nuestro personal.

35. Las piezas, máquinas o aparatos defectuosos, que sean reemplazados en garantía quedarán de nuestra propiedad.

36. Declinamos toda responsabilidad por daños y perjuicios directos o indirectos provocados por interrupciones de servicio o fabricación, debido a fallas o roturas de máquinas provistas por nosotros o por nuestro intermedio, por nuestras representadas.

37. Los diseños y datos referentes a la construcción de nuestros equipos de bombeo en folletos, revistas, diskettes, CD's y otros, son aproximados.

GARANTIAS ESPECIFICAS

BOMBAS HIDROSTAL

A) El punto de garantía es con agua limpia a 20°C de acuerdo a norma ISO 9906:2000, Anexo A. 2.

Bombas y electrobombas monoblock marca HIDROSTAL: 18 meses

Bombas marca HIDROSTAL acopladas a motor eléctrico Bomba: 18 meses

por cople o cardan de cualquier tipo: Motor: 12 meses

Molobombas marca HIDROSTAL a gasolina y petróleo: Bomba: 18 meses

Motor: LA GARANTIA QUE OTORGARÁ SU FABRICANTE

Electrobombas sumergibles para pozo profundo: 12 meses

Bombas turbina vertical para pozo profundo: 12 meses

Equipos absorbentes para pescado marca HIDROSTAL

ú otras marcas: 6 meses

B) Los diseños y datos referentes a la construcción de nuestros equipos de bombeo en folletos, revistas, diskettes, CD's y otros, son aproximados.

C) Nuestra empresa continuamente mejora sus productos; como consecuencia de ello, cuando un determinado modelo de bomba ha sido mejorado, entregaremos el modelo así modificado. No nos comprometemos a entregar el modelo antiguo. Para el modelo antiguo nos comprometemos a entregar los repuestos que se puedan requerir, por un plazo de 10 años contados a partir de la fecha de entrega de dicho modelo y solamente para aquellas piezas que no puedan sustituirse por las equivalentes del modelo mejorado.

BOMBAS OTRAS MARCAS

El punto de garantía es con agua limpia.

A) Para los productos que HIDROSTAL distribuye o comercializa, se trasladará la garantía que otorga cada fabricante y en todo caso no es mayor a 12 meses a partir de la entrega en nuestra fábrica. Queda exceptuado los tanques marca Champion cuya garantía es de 24 meses siempre y cuando se apliquen los pasos mencionados en nuestro Manual de Instalación y Operación en la etiqueta que esta adherida en el tanque.

LINEA WEG

A) Para los productos WEG la garantía es de 12 meses, a partir de su entrega EX-FABRICA.

B) La garantía invalida automáticamente si el motor no ha sido instalado con las protecciones térmicas adecuadas contra sobrecarga y carga de tensión y pérdida de fase.

PIEZAS FUNDIDAS

A) El CLIENTE es propietario de las piezas indicadas en el plano y/o cotización adjunta. Como tal, ha enviado muestras físicas de las mismas y/o planos y/o modelos a HIDROSTAL S.A. para que ésta proceda a la fabricación de piezas idénticas para su uso exclusivo, como repuestos de equipos que EL CLIENTE posee, por lo que dichas piezas no están ni podrán estar destinadas a la comercialización con terceros.

EL CLIENTE declara que sobre dichas piezas no existen derechos de propiedad industrial a favor de terceros o que, en todo caso, tiene autorización de los mismos para su libre disposición, estando en consecuencia, plenamente facultado para encargar la fabricación de las piezas objeto de este Contrato, liberando desde ya de cualquier responsabilidad a HIDROSTAL S.A. por la fabricación de los repuestos que le es encargada.

C) En mérito e lo expuesto en el párrafo precedente, de existir algún tipo de reclamo, queja, denuncia, litigio u otro, por parte de cualquier tercero que crea o vea afectado sus derechos de propiedad industrial por la fabricación de las piezas encargadas por EL CLIENTE, éste asumirá la responsabilidad y los costos derivados de dicho reclamo, queja, denuncia, litigio u otro, incluidos los gastos de una eventual defensa que tenga que realizar HIDROSTAL S.A.

D) Para la provisión de piezas fundidas y/o mecanizadas, la cantidad puede variar como sigue:

a) Cuando la entrega de las unidades excede hasta el 20% del número de unidades contratado, el cliente está obligado a recibirlas y pagarlas.

b) Cuando el número de unidades es menor hasta un 20%, no estamos obligados a entregar la diferencia.

c) Si el faltante para cubrir el número de unidades contratado supera el 20%, estamos obligados a entregarlo, para lo cual daremos un nuevo plazo de entrega para esa cantidad.

La garantía de 12 meses corre a partir de su entrega contra defectos de fabricación o medidas. No nos responsabilizamos por el desgaste del material propio del trabajo y uso por haberse fabricado con las especificaciones proporcionadas por EL CLIENTE.

OTROS EQUIPOS COMPLEMENTARIOS

A) Garantía 12 meses a partir de su entrega en nuestra planta contra defectos de fabricación.

MONTAJE

38. Cuando el comprador contrate con nosotros el montaje o instalación de los equipos de bombeo, el costo de la ejecución de los trabajos de albañilería, construcción de bases a las máquinas y/o elementos a instalarse, estará a su cargo, debiendo ejecutarse con la debida anticipación para que el montaje no se vea demorado. Igualmente, deberá proveer las condiciones adecuadas para la realización del montaje. El incumplimiento de esta obligación nos libera de responsabilidades respecto al plazo de entrega convenido o la puesta en servicio de la instalación.

39. El comprador deberá poner a nuestra disposición un local adecuado que pueda cerrarse con llave, protegido contra la intemperie y humedad para guardar los elementos que deben dejarse en el lugar del trabajo.

GENERALIDADES

40. Todo informe y material informativo son aproximados, salvo que expresamente se garantice su exactitud. El material informativo, será siempre de nuestra propiedad y nos deberá ser devuelto a nuestro requerimiento.

41. Los equipos vendidos se ajustarán a las condiciones de bombeo y a los datos proporcionados por el comprador, sin que nosotros debamos cumplir ninguna otra condición o característica no especificada claramente en nuestra oferta; y no nos responsabilizamos por los cálculos y datos proporcionados por el comprador.

42. El material de construcción de las bombas es requerido y aprobado por el comprador, de modo que cualquier deficiencia o destrucción parcial o total de dicho material es a riesgo exclusivo del comprador, incluyendo aquellos casos en que los materiales requeridos no son adecuados para el bombeo del líquido correspondiente.

43. La orden de compra no podrá ser anulada y cualquier modificación deberá ser previamente aprobada por Hidrostal.

44. Cualquier condición impresa en la orden de compra del cliente que se oponga a lo estipulado en las presentes Condiciones Generales de Venta se considerará sin valor.

45. Los gastos ocasionados de todos los contratos tales como escrituras públicas, constitución de prendas, aceptación de letras y documentos de garantía y similares, serán debilitados y pagados por el comprador.

46. Las partes contratantes se someten a la jurisdicción de los Tribunales Ordinarios de Lima, renunciando a cualquier otro fuero o jurisdicción y fijan como domicilio legal los siguientes:

Comprador: El que figura en la Confirmación del Pedido.

Vendedor: Av. Portada del Sol 722 - Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho.

CONDICIONES TÉCNICAS, DE CALIDAD Y DE MEDIO AMBIENTE

1. HIDROSTAL cuenta con Certificación de Calidad ISO 9001, según Certificado No. 32551 y Certificación Ambiental ISO 14001, según Certificado No. 39711, emitidos por ABS Quality Evaluations, Inc. de U.S.A. Estas certificaciones son aplicables al «Desarrollo, diseño y manufactura (incluyendo prueba de bombas, modelería, fundición, maquinado y ensamblaje) de bombas centrífugas helicoidales, bombas centrífugas, bombas (turbinas verticales, bombas sumergibles, sistemas de bombeo, componentes y sus piezas de repuesto».

2. El punto de garantía indicado en la oferta para el caudal en lts./seg., la altura dinámica total (ADT) en mts., con una eficiencia en %, es considerando como líquido, agua limpia a 20°C de temperatura, de acuerdo a la Norma ISO 9906: 2000, Anexo A.2.

3. HIDROSTAL prueba sus productos y asegura a sus clientes el punto de garantía de acuerdo a la Norma ISO antes descrita. Si el cliente deseara participar en las pruebas, y/o enviar un testigo, y/o recibir la documentación escrita de las pruebas realizadas, este aspecto deberá ser acordado en forma previa a la ejecución del pedido y será motivo de una oferta específica.

CONDICIONES COMERCIALES DE VENTA

A. Plazo de Entrega: Se entiende sujeto a disponibilidad al recibir su Orden de Compra. La entrega confirmada registrará a partir de emitido nuestro Acuse de Recibo y Confirmación de Pedido y, cumplidas las condiciones de pago pactadas.

B. Lugar de Entrega: La entrega se realizará en nuestra planta ubicada en Portada del Sol No. 722, Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho, sobre el vehículo del comprador, sin embalar, salvo que se indique otra modalidad; de lunes a viernes laborables, de 08:00 a 17:00 horas.

C. Moneda de Facturación: Nuevos Soles ó U. S. Dólares según está especificado en esta oferta.

D. Moneda de Pago: Nuevos Soles ó U. S. Dólares. En este último caso se podrá cancelar en Nuevos Soles, al tipo de cambio venta que rija al momento de efectuar el pago.

E. Validez de la oferta: El número de semanas especificado y sujeto a venta previa.

F. I. G. V.: HIDROSTAL tiene R.U.C. No. 20100171814 y es Agente de Retención emitido por SUNAT. En consecuencia, no nos debe retener el I.G.V. Serán de aplicación las normas y tasas que emita SUNAT al momento de emitir la factura.

G. Otros: Condiciones Generales de Venta que son parte de la oferta.

HIDROSTAL S.A.
PORTADA DEL SOL 722 - LIMA 30, PERU
APARTADO POSTAL 3889 - LIMA 1, PERU
E-MAIL: hisventas@hidrostal.com.pe
WEB: www.hidrostal.com.pe

TELEFONO: (51-1) 319 10 00
FAX: (51-1) 489 00 08
FAX VENTAS: (51-1) 319 10 19
SERVICIO AL CLIENTE SOLO PERU: 080 1. 1000 0



ORDEN DE COMPRA
NUMERO: 1052511155

ARATO CORP SUCURSAL PERU

TELEFONO: 6153800-3837 / RPERRY
EMAIL: rperry@inmobiliari.com.pe
CENTRO DE COMPRA: ARATO - GERENCIA GENERAL
PROYECTO: ARATO - GERENCIA GENERAL
FACTIBILIDAD:
ALMACEN:
SOLICITANTE: Orden de Compra directa

FECHA: 09/09/2011
FACTURAR A: ARATO CORP SUCURSAL PERU
DIRECCION: Av. Rivera Navarrete 501- piso 19 - San Isidro
RUC: 20543083454
WEB: www.inmobiliari.com.pe
RQ / OC en S10:

PROVEEDOR: HIDROSTAL S A	RUC: 20100171814
DIRECCION: CAL. PORTADA DEL SOL NRO. 722 Z.I.	TELEFONO: 3191000
TRATADO CON:	FAX:
FORMA DE PAGO: ADELANTO 50% SALDO CONTRA ENTA	TIPO CAMBIO: 2.73
FECHA DE ENTREGA:	N° CUENTA BANCARIA:
BCO CUENTA BANCARIA: BANCO INTERBANK	

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	PRECIO	% DCTO.	PARCIAL
1	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. T12G-H-05-1.7/16-8X8-LUB/AG-HMSS ✓	und	1.0000	66690.00	25.00	50017.50
2	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. 125-400-9-HE-H870-AS-4R-2-70TG-100-18/372	und	1.0000	37948.00	25.00	29461.00
3	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. T12G-H-04-1.7/16X8X8-LUB/AG-HMSS ✓	und	1.0000	67788.00	25.00	50826.00
	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. 125-400-9HE-H670-AS-4R-2-70TG-100-18/373	und	1.0000	37948.00	25.00	28461.00
5	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. 125-315-9HE-F530-OS-4R-1-70TG-75-18/309	und	1.0000	27990.00	25.00	20992.50
6	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. T14G-M-03-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS ✓	und	1.0000	77957.00	25.00	58467.75
7	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. T14G-M-04-1.7/16X10X10-LUB/AG-HMSS ✓	und	1.0000	87429.00	25.00	65571.75
8	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. 150-400-9HE-H750-AS-6R-1-80TG-200-18/372	und	1.0000	66823.00	25.00	50117.25
9	3010000430	ELECTROBOMBA EQ. 150-315-4A-F670-AS-4R-2-70TG-50-12/358	und	1.0000	56174.00	25.00	42130.50

OBSERVACIONES:

de acuerdo a la propuesta OFERTA No. VL-0010015558-rev.1
Forma de Pago: 50% con la O/C, saldo Contra entrega.
Plazo de Entrega: A la fecha nuestro plazo de entrega es de:
Item 01 al 08: 12 semanas
Item 09: 16 semanas
A partir de emitido nuestro Acuse y confirmación de pedido y/o factura.
Lugar de Entrega: En nuestros almacenes sito en Portada del Sol 722, Urb. Zárate, San Juan de Lurigancho, encima del camión.

SUBTOTAL		395045.25
0.00	%DCTO.	0.00
18.00	I.G.V.	71108.15
TOTAL		466153.40

SON: CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS MIL CIENTO CINCUENTA Y TRES NUEVOS SOLES Y 40/100 CENTIMOS

DIRECCIÓN DE ENTREGA DE MERCADERÍA:

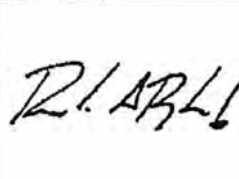
ATENCIÓN DE ENTREGA DE MERCADERÍA:

DIRECCIÓN ENTREGA FACTURAS:
Av. Manuel Olguin 373 Piso 5 - Surco

ATTANTE

1. La mercadería debe cumplir con la ficha técnica / certificado de calidad entregado previamente al ejecutivo de ventas.
2. La factura debe ser copia fiel de la presente orden de compra.
3. Para la programación de pago las facturas deben ser entregadas con copia de la orden de compra y de la guía de remisión debidamente sellada en obra.


Juan Rodolfo Whesner
Gerente General


Ricardo Porry
Logística

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HE2TBB0026

Descripcion : EQ.BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS

Pos.F.	Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
	Codigo Lista : 2TBB026	BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS W				
1	001 HB2TB0227	BOMBA B14G-M-03-10-1. 7/16 W	1.00	0.00	21/09/11	
	Codigo Lista : 71745	BOMBA B14G-M-3 10X10-1. 7/16 W				
1	001 HU22K1729	PRIMERA ETAPA B14G 10X10 W	1.00	.00	12/03/14	
2	002 HU22H0372	ETAPA ADICIONAL 14 G APORC.	2.00	.00	12/03/14	
3	167 HCE1019264	EJE BOMBA 14 G- 3 (1. 7/16)	1.00	.00	12/03/14	
4	176 HC24330048	IMPULSOR 14 GM	3.00	14.00	12/03/14	
5	428 HCCM000268	COPEL EJE 1. 7/16	1.00	36.00	12/03/14	
				8.00	50.00	
2	002 HY2020151	SOPORTE HMSS - 3L 1. 7/16	1.00	1.00	21/09/11	
	Codigo Lista : 67112	SOPORTE HMSS - 3L 1. 7/16 (75) 280S/M				
1	T303 HC1B580034	EJE POSTIZO 7228-75 280S/M REV-	1.00	5.00	11/08/08	
2	T305 HC1A940034	ANILLO DIST INT 7228	1.00	4.00	11/08/08	
3	T306 HC1A950034	ANILLO DIST EXT 7228	1.00	6.00	11/08/08	
4	T312 OU341A5600	BRIDA LADO COPEL 1. 7/16 A536	1.00	3.00	11/08/08	
5	T333 LS191405	ANILLO GRASA 7228	1.00	32.00	11/08/08	
6	006 HU22L0120	SOPORTE BASE 7228	1.00	.00	11/08/08	
				6.00	50.00	
3	404 HCE4023864	EJE COL. 1. 7/16 X 925	1.00	0.00	21/09/11	
4	419 HCTJ023663	TUBO COL EXT 10 X 710	1.00	0.00	21/09/11	
5	465 HU22J0050	LINT GS10X20 (10X10X1. 7/16)	1.00	0.00	21/09/11	
	Codigo Lista : 71602	LINTERNA GS 10 X 20 (10X10X1. 7/16) L X AG				
1	465 HC28380041	LINTERNA GS 10 X 20	1.00	8.00	11/09/09	
2	009 HC21290041	BRIDA DESCARGA 10"(10 X20)	1.00	14.00	11/09/09	
3	109 HC20750042	BRIDA SUCCION 10	1.00	8.00	11/09/09	
4	050 HC27030041	CAJA PRENSAEST 1. 7/16 X 2.1/2	1.00	.00	11/09/09	
5	111 HC25170048	LUNETAS 1. 7/16	1.00	.00	11/09/09	
6	236 HC25110049	BOCINA PRENSAEST 1. 7/16	1.00	30.00	11/09/09	
7	233 HC20810049	BOCINA EJE PRENSAEST 1. 7/16	1.00	.00	11/09/09	
8	744 LI700014	ANILLO DE COBRE 2.1/2	1.00	210.00	11/09/09	
9	742 HA03410065	EMPAQ. TIPO 5846-PTFE 3/8 X 0.1	6.00	72.00	11/09/09	
10	B11 LS190555	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X2	4.00	988.00	11/09/09	
11	B10 LS190549	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X1.1/2	2.00	302.00	11/09/09	
12	B12 LS190586	PERNO HEXAGONAL NC 7/8 X2.1/2	12.00	16.00	11/09/09	
13	B13 LS190597	PERNO HEXAGONAL NC 7/8 X3.3/4	12.00	25.00	11/09/09	
14	B13A LS191038	TUERCA HEXAGONAL NC 7/8	12.00	140.00	11/09/09	
15	015 LS040597	ARO SELLO 5 X 302 NITRILO	1.00	2.00	11/09/09	
16	016 LS040012	EMPAQUETADURA BRIDA 10"	1.00	.00	11/09/09	
17	B14 LS190187	ESPARRAGO NC 3/8 X 1.3/4	2.00	.00	11/09/09	
18	B14B LS190956	ANILLO PLANO 3/8	2.00	.00	11/09/09	
19	B14A LS191024	TUERCA HEXAGONAL NC 3/8	2.00	40.00	11/09/09	
20	609 LS200477	TAPON NPT 3/4	1.00	117.00	11/09/09	
21	PL12 LS200477	TAPON NPT 3/4	1.00	117.00	11/09/09	
22	818 LS200471	TAPON NPT 1/4	1.00	39.00	11/09/09	
23	B12 LS191069	ANILLO PRESION 7/8	12.00	.00		
24	B11 LS191066	ANILLO PRESION 5/8	4.00	392.00		
				83.00	2520.00	
6	603 LS200890	CANASTILLA BASKET B14	1.00	6.00	21/09/11	
7	930 IMWE3IAC024	MOT IEC TE -50 150.HP 4P F 60H	1.00	18.00	21/09/11	
8	930 I4WE000131	BRIDA C 280 FC-355 6316 (4POLO	1.00	8.00	21/09/11	

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HE2TBB0026

Descripcion : EQ.BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS

Pos.F.	Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
Codigo Lista : 2TBB026						
1	001 HB2TB0227	BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 W	1.00	0.00	21/09/11	
Codigo Lista : 71745						
1	001 HU22K1729	PRIMERA ETAPA B14G 10X10 W	1.00	.00	12/03/14	
2	002 HU22H0372	ETAPA ADICIONAL 14 G APORC.	2.00	.00	12/03/14	
3	167 HCE1019264	EJE BOMBA 14 G- 3 (1. 7/16)	1.00	.00	12/03/14	
4	176 HC24330048	IMPULSOR 14 GM	3.00	14.00	12/03/14	
5	428 HCCM000268	COPLA EJE 1. 7/16	1.00	36.00	12/03/14	
				8.00	50.00	
	002 HY2020151	SOPORTE HMSS - 3L 1. 7/16	1.00	1.00	21/09/11	
Codigo Lista : 67112						
1	T303 HC1B580034	EJE POSTIZO 7228-75 280S/M REV-	1.00	5.00	11/08/08	
2	T305 HC1A940034	ANILLO DIST INT 7228	1.00	4.00	11/08/08	
3	T306 HC1A950034	ANILLO DIST EXT 7228	1.00	6.00	11/08/08	
4	T312 OU341A5600	BRIDA LADO COPLA 1. 7/16 A536	1.00	3.00	11/08/08	
5	T333 LS191405	ANILLO GRASA 7228	1.00	32.00	11/08/08	
6	006 HU22L0120	SOPORTE BASE 7228	1.00	.00	11/08/08	
				6.00	50.00	
3	404 HCE4023864	EJE COL. 1. 7/16 X 925	1.00	0.00	21/09/11	
4	419 HCTJ023663	TUBO COL EXT 10 X 710	1.00	0.00	21/09/11	
5	465 HU22J0050	LINT GS10X20 (10X10X1. 7/16)	1.00	0.00	21/09/11	
Codigo Lista : 71602						
1	465 HC28380041	LINTERNA GS 10 X 20	1.00	8.00	11/09/09	
2	009 HC21290041	BRIDA DESCARGA 10"(10 X20)	1.00	14.00	11/09/09	
3	109 HC20750042	BRIDA SUCCION 10	1.00	8.00	11/09/09	
4	050 HC27030041	CAJA PRENSAEST 1. 7/16 X 2.1/2	1.00	.00	11/09/09	
5	111 HC25170048	LUNETAS 1. 7/16	1.00	.00	11/09/09	
6	236 HC25110049	BOCINA PRENSAEST 1. 7/16	1.00	30.00	11/09/09	
7	233 HC20810049	BOCINA EJE PRENSAEST 1. 7/16	1.00	.00	11/09/09	
8	744 LI700014	ANILLO DE COBRE 2.1/2	1.00	210.00	11/09/09	
9	742 HA03410065	EMPAQ. TIPO 5846-PTFE 3/8 X 0.1	6.00	72.00	11/09/09	
10	B11 LS190555	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X2	4.00	988.00	11/09/09	
11	B10 LS190549	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X1.1/2	2.00	302.00	11/09/09	
12	B12 LS190586	PERNO HEXAGONAL NC 7/8 X2.1/2	12.00	16.00	11/09/09	
13	B13 LS190597	PERNO HEXAGONAL NC 7/8 X3.3/4	12.00	25.00	11/09/09	
14	B13A LS191038	TUERCA HEXAGONAL NC 7/8	12.00	140.00	11/09/09	
15	015 LS040597	ARO SELLO 5 X 302 NITRILO	1.00	2.00	11/09/09	
16	016 LS040012	EMPAQUETADURA BRIDA 10"	1.00	.00	11/09/09	
17	B14 LS190187	ESPARRAGO NC 3/8 X 1.3/4	2.00	.00	11/09/09	
18	B14B LS190956	ANILLO PLANO 3/8	2.00	.00	11/09/09	
19	B14A LS191024	TUERCA HEXAGONAL NC 3/8	2.00	40.00	11/09/09	
20	609 LS200477	TAPON NPT 3/4	1.00	117.00	11/09/09	
21	PL12 LS200477	TAPON NPT 3/4	1.00	117.00	11/09/09	
22	818 LS200471	TAPON NPT 1/4	1.00	39.00	11/09/09	
23	B12 LS191069	ANILLO PRESION 7/8	12.00	.00		
24	B11 LS191066	ANILLO PRESION 5/8	4.00	392.00		
				83.00	2520.00	
6	603 LS200890	CANASTILLA BASKET B14	1.00	6.00	21/09/11	
7	930 IMWE3IAC024	MOT IEC TE -50 150.HP 4P F 60H	1.00	18.00	21/09/11	
8	930 I4WE000131	BRIDA C 280 FC-355 6316 (4POLO	1.00	8.00	21/09/11	

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HE2TBB0026

Descripcion : EQ.BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS

Pos.F.	Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
Codigo Lista : 2TBB026 BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS W						
9	009 HU22E0020	COL EXT INF 10"X 5' L/AG	1.00	26.00	21/09/11	
Codigo Lista : 75402 COLUMNA EXT INF 10 X 5 (LUBXAG)						
	C01 HCTJ003363	TUBO COL EXT 10 X 59.5S/C AG	1.00	.00	30/12/99	30/12/99
2	C04 HC18100033	UNION DE 10	1.00	26.00	30/12/99	30/12/99
3	005 LS140034	PROTECTOR DE CARTON 10"	1.00	63.00	30/12/99	30/12/99
				3.00		89.00
10	010 HU22F0083	COL INT INF 1. 7/16X5' AG	1.00	0.00	21/09/11	
Codigo Lista : 74937 COLUMNA INT INF 1. 7/16 X 5 L A AG						
1	400 HCE4014464	EJE COL. 1. 7/16 X 5'	1.00	5.00	20/02/08	
2	220 HCB7000368	BOCINA EJE 1. 7/16	1.00	12.00	20/02/08	
3	401 HCCM000268	COPEL EJE 1. 7/16	1.00	36.00	20/02/08	
				3.00		53.00
1	011 HU22A0031	ARANA 10 EJE 1. 7/16BOC1.11/16	1.00	0.00	21/09/11	
Codigo Lista : 76221 ARANA 10 EJE 1. 7/16BOC1.11/16 TYNAMICS						
1	SP1 HC31450041	SEPAR.TYNAM 1. 7/16-1.11/16X10	1.00	31.00	09/09/04	
2	SP2 LS140077	BOCINA JEBE 1.11/16 (L/AGUA)	1.00	16.00	09/09/04	
				2.00		47.00

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HU22K1729

Descripción : PRIMERA ETAPA B14G 10X10 W

Pos.	F.	Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
		odigo Lista : 74949	PRIMERA ETAPA B14G 10X10 W				
1	076	HC24080034	TAZON APORC DESCARGA 14 G	1.00	0.00	12/03/14	
2	078	HC24090034	TAZON APORC INTERM 14 G	1.00	16.00	12/03/14	
3	079	HC1D160034	TAZON APORC SUCCION B14G	1.00	2.00	12/03/14	
4	103	HC20040049	BOCINA SUCCION 14 G	1.00	8.00	12/03/14	
5	243	HC20180049	BOCINA TAZON 14 G	1.00	54.00	12/03/14	
6	244	HC21940048	PROTECTOR DE ARENA 14 G	1.00	28.00	12/03/14	
7	272	HC22680043	COLLET 14 G	1.00	39.00	12/03/14	
8	397	HC20592049	BOCINA DESCARGA 14 G L X AG	1.00	9.00	12/03/14	
9	834	HC18100033	UNION DE 10	1.00	26.00	12/03/14	
10	B01	LS190548	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X 1.1/2	16.00	445.00	12/03/14	
11	B01	LS191066	ANILLO PRESION 5/8	16.00	392.00	12/03/14	
12	HS4	LS190865	PRISIONERO NC 1/4 X 5/16DIN916	3.00	0.00	12/03/14	
13	PL8	LS200481	TAPON NPT 1	1.00	0.00	12/03/14	
14	P38	LS191453	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X 5/8	4.00	64.00	12/03/14	
15	015	IS040244	ARO SELLO 5 X 280 NITRILO	2.00	4.00	12/03/14	

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HU22H0372

Descripcion : ETAPA ADICIONAL 14 G APORC.

Pos.	F.	Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
Codigo Lista : 75846			ETAPA ADICIONAL 14 G TAZON APORC.				
1	078	HC24090034	TAZON APORC INTERM 14 G	1.00	16.00	22/05/12	
2	243	HC20180049	BOCINA TAZON 14 G	1.00	54.00	22/05/12	
3	272	HC22680043	COLLET 14 G	1.00	39.00	22/05/12	
4	B03	LS190548	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X1.1/2	8.00	445.00	22/05/12	
5	B08	LS191066	ANILLO PRESION 5/8	8.00	392.00		
6	P38	LS191453	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X 5/8	2.00	64.00		
7	001	IS040244	ARO SELLO 5 X 280 NITRILO	1.00	4.00		

LISTA DE COMPONENTES DEL ARTICULO : HU22L0120

Descripcion : SOPORTE BASE 7228

Pos.F. Codigo	Descripción	Cantidad	Stock	Desde	Hasta
Codigo Lista : 68512	SOPORTE BASE 7228				
1 T300 HC1B650034	SOPORTE VERTICAL 7228 REV-2	1.00	7.00	11/08/08	
2 T301 OU341A9200	TAPA RACHET 7228	1.00	17.00	11/08/08	
3 T302 OU341A9100	RACHET ROTATIVO 7228	1.00	7.00	11/08/08	
4 T304 HC1A930041	ANILLO RACHET 7228	1.00	19.00	11/08/08	
5 T307 OU341A5300	TUERCA REGULADORA 1.15/16 A53	1.00	35.00	11/08/08	
6 T308 OU341A5400	BRIDA LADO RACHET 1.15/16 A53	1.00	28.00	11/08/08	
7 T309 OU341A5500	BRIDA LADO BOMBA 1.15/16 A536	1.00	19.00	11/08/08	
8 T310 LS191353	CHAVETA 1/2 X 1/2 X 65 2	2.00	4.00	11/08/08	
9 T311 IS190037	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X3.1/2	6.00	466.00	11/08/08	
10 T311 LS191055	ANILLO PRESION 1/2	6.00	0.00	11/08/08	
11 T313 IS190036	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X2	6.00	385.00	11/08/08	
12 T313 LS191010	TUERCA HEXAGONAL NC 1/2	6.00	95.00	11/08/08	
13 T313 LS191055	ANILLO PRESION 1/2	6.00	0.00	11/08/08	
14 T314 OU64177600	EJE ESPACIADOR 1.15/16 - 7226/7	1.00	13.00	11/08/08	
15 T315 IS190055	PERNO SOCKET M36 X 4 X 120 DIN	1.00	11.00	11/08/08	
16 T316 LS190879	PRISIONERO NC 3/8 X 3/4 DIN916	1.00	0.00	11/08/08	
17 T317 LS191351	CHAVETA 1/2 X 1/2 X 55	1.00	25.00	11/08/08	
18 T318 IS150028	RODAMIENTO 6228-C3	1.00	3.00	11/08/08	
19 T319 IS150049	RODAMIENTO 7228-B	2.00	6.00	11/08/08	
20 T320 IS190095	ARANDELA ANTIVIBRATORIA 36	1.00	30.00	11/08/08	
21 T321 LS190258	GRILLETE DE 1" 13000LB GALVAN	2.00	17.00	11/08/08	
22 T322 IS170027	ANILLO V 120-A NITRILLO	1.00	0.00	11/08/08	
23 T324 IS150139	BILLA RB-22.225	12.00	0.00	11/08/08	
24 T325 IS150080	TUERCA DE SEGURIDAD KM 28	1.00	16.00	11/08/08	
25 T326 IS150136	ARANDELA DE SEGURIDAD MB 28	1.00	27.00	11/08/08	
26 T327 LS190894	PRISIONERO NC 5/16X 5/8 DIN916	6.00	156.00	11/08/08	
27 T328 LS190745	PERNO SOCKET NC 1/2 X 2	8.00	68.00	11/08/08	
28 T328 LS191055	ANILLO PRESION 1/2	8.00	0.00	11/08/08	
29 T329 LS200464	TAPON NPT 1/2	1.00	0.00	11/08/08	
30 T331 LS200198	GRASERA RECTA NPT 1/4	1.00	148.00	11/08/08	
31 T331A LS200471	TAPON NPT 1/4	5.00	39.00	11/08/08	
32 T334 IS170012	ANILLO DE TOLERANCIA 7228 (SSB	2.00	26.00	11/08/08	
33 T335 OU411B6600	TAPA ROD HMSS 7228	1.00	8.00	11/08/08	
34 T336 LS190392	PERNO HEXAGONAL NC 1/2 X1.1/2	4.00	997.00	11/08/08	
35 T336 LS191055	ANILLO PRESION 1/2	4.00	0.00	11/08/08	
36 T337 HC1B670041	VENTILADOR HMSS 7228	1.00	6.00	11/08/08	
37 T338 HC1B400034	ANILLO DIST ROD 7228	1.00	20.00	11/08/08	
38 T339 LS190876	PRISIONERO NC 3/8 X 1/2 DIN916	2.00	69.00	11/08/08	
39 T340 LS191354	CHAVETA 1/2 X 1/2 X 30	1.00	23.00	11/08/08	
40 T344 12190601MQ	PERNO HEXAGONAL NC 5/8 X2.1/4	8.00	48.00		
41 T344 LS191066	ANILLO PRESION 5/8	8.00	392.00		

HIDROSTAL S.A. (SC1111L)
 AV. PORTADA DEL SOL 722
 URB. ZARATE SAN JUAN DE LURIGANCHO
 FAX : 319-1019 TELEFONO : 319-1000

ACUSE Y CONFIRMACION DE PEDIDO

FECHA: 08/11/2011
 HORA: 12:29:53
 Pagina : 0001 / 0002

Orden de Compra del Cliente 1052511155		Fecha Orden 09/09/2011	Número Oferta: 0010015558				Fecha Aceptación 16/09/2011	Número Pedido L000051426			
Código Cliente A22122	Tipo A	Facturar a: ARATO CORP. SUCURSAL PERU Dirección: AV. RIVERA NAVARRETE N° 501 - SAN ISIDRO-LIMA-LIMA - LIMA 27					Infor. sobre Pedido Indicar Nro P.I. y comunicarse con: RAMIREZ MESCUA GUILLERMO ARMANDO				
Lugar de Entrega: CLIENTE RECOGE MERCADERIA EN PLANTA DE HIDROSTAL						Tipo de Factura: Local					
Condiciones de Pago: 50% CON LA O/C, SALDO CONTRA ENTREGA						Transporte: RECOGE		Embarques parciales SI			
Item	Código	Descripción	Cant.	Lista Precio	Precio Unit.	Desc. %	Importe Neto	Mon	PA	Semana Entrega	
01	HE2TBB0027	EQ.BOMBA B12G-H-05-08 X 8 X 1. 7/16 HMSS W DIAM.IMPULSOR (mm) : 204.00 CAUDAL(l/s) : 71.31 POT.ABSOR (HP) : 109.60 A.D.T. (mts) : 96.80	1	0400	66,690.00	25.00	50,017.50	SI.		50/11	
02	HE1DIC0955	EQ.BOMBA 125-400-9HE-H670-AS-4R2-70TG-100-18 DIAM.IMPULSOR (mm) : 372.00 CAUDAL(l/s) : 71.30 POT.ABSOR (HP) : 80.50 A.D.T. (mts) : 66.00	1	0400	37,948.00	25.00	28,461.00	SI.		50/11	
03	HE2TBB0028	EQ.BOMBA B12G-H-04-10 X 8 X 1. 7/16 HMSS W DIAM.IMPULSOR (mm) : 210.00 CAUDAL(l/s) : 83.71 POT.ABSOR (HP) : 94.33 A.D.T. (mts) : 69.30	1	0400	67,768.00	25.00	50,826.00	SI.		50/11	
04	HE1DIC0955	EQ.BOMBA 125-400-9HE-H670-AS-4R2-70TG-100-18 DIAM.IMPULSOR (mm) : 373.00 CAUDAL(l/s) : 83.70 POT.ABSOR (HP) : 89.70 A.D.T. (mts) : 62.70	1	0400	37,948.00	25.00	28,461.00	SI.		50/11	
05	HE1DIC0697	EQ.BOMBA 125-315-9HE-F530-0S-4R1-70TG-075-18 DIAM.IMPULSOR (mm) : 309.00 CAUDAL(l/s) : 57.60 POT.ABSOR (HP) : 49.10 A.D.T. (mts) : 47.30	1	0400	27,990.00	25.00	20,992.50	SI.	10	50/11	
06	HE2TBB0026	EQ.BOMBA B14G-M-03-10 X10 X 1. 7/16 HMSS W DIAM.IMPULSOR (mm) : 242.00 CAUDAL(l/s) : 94.10 POT.ABSOR (HP) : 119.64 A.D.T. (mts) : 80.10	1	0400	77,957.00	25.00	58,467.75	SI.		50/11	
07	HE2TBB0025	EQ.BOMBA B14G-M-04-10 X10 X 1. 7/16 HMSS W DIAM.IMPULSOR (mm) : 241.00 CAUDAL(l/s) : 114.51 POT.ABSOR (HP) : 159.16 A.D.T. (mts) : 89.13	1	0400	87,429.00	25.00	65,571.75	SI.		50/11	
08	HE1DIC1078	EQ.BOMBA 150-400-9HE-H750-AS-6R1-90TG-200-18 DIAM.IMPULSOR (mm) : 372.00 CAUDAL(l/s) : 114.50 POT.ABSOR (HP) : 141.10 A.D.T. (mts) : 69.30	1	0400	66,823.00	25.00	50,117.25	SI.		50/11	
09	HE1DIC1079	EQ.BOMBA 150-315-4A-F670-AS-4R2-70TG-60-12 DIAM.IMPULSOR (mm) : 358.00 CAUDAL(l/s) : 120.00 POT.ABSOR (HP) : 50.30 A.D.T. (mts) : 22.00	1	0400	56,174.00	25.00	42,130.50	SI.		02/12	

IGV %
18.00

VºBº
 HIDROSTAL

Esta es una copia de su pedido tal como ha sido anotado en nuestros registros. Cualquier discrepancia sirvase avisarnos de inmediato. Caso contrario se habra materializado la venta según lo descrito y a nuestras Condiciones Generales de Ventas, cuya copia adjuntamos. Agradeceremos a Ustedes por su deferencia a nuestros productos.

Lourdes Montesinos

De: Lourdes Montesinos

Enviado el: Jueves, 17 de Noviembre de 2011 01:02 p.m.

Para: Guillermo Ramirez (Hidrostal)

CC: Oscar Rengifo (Hidrostal)

Asunto: PLAZO DE ENTREGA ORDEN DE COMPRA N° 105251115

Estimados señores

Referencia **Su O/C N° 105251115**
 Nuestro PI 51426

Adjunto al presente nuestro Acuse y Confirmación de Pedido de su atenta Orden de Compra de la referencia, de la cual queda pendiente de atención los ítems 06 y 07, habiéndose atendido los demás ítems con la factura N° 100-0012349.



Atentamente,

Lourdes Montesinos
Atención al Cliente
Hidrostal S.A.
Telf. 319-1000 - Anexo 593

_____ Información de ESET NOD32 Antivirus, versión de la base de firmas de virus 6639
(20111117) _____

ESET NOD32 Antivirus ha comprobado este mensaje.

<http://www.eset.com>

CLIENTE:		ARATO CORP SUCURSAL PERU			P.I.	51426	HR No.	4727	Q:	94.1 [l/s]	ADT:	80.1 (m)									
BOMBA:		B14G-M-03-10-X10X1.7/16 HMSS W			SERIE No.		2011110948		IMPULSOR D2=		242	(mm)									
TRANSMISION :					MOTOR :			150 HP, 1785 RPM		Dsucc.:		(mm)	FECHA:		15-11-11						
CAUDALIMETRO:		ORIFICIO: Q = $\sqrt{\Delta H}$ (l/s)			T H2O :			°C		Ddesc.:		255.95	(mm)	PRUEBA No.:		1					
No.	CAUDAL		Hs		Hd			ΔZ (m)	Hv (m)	ADT (m)	MOTOR							BOMBA A 1790 RPM			
	ΔH (cm)	Q (l/s)	HG in.	m H2O	HG mm.	BAR	m H2O				V (V)	f (Hz)	cos ϕ	I (A)	P1(KW)	RPM	η %	Q (l/s)	ADT (m)	P2 (HP)	η %
1		81.10			8.14	82.96	2.160	0.130	85.25	454	59.90	0.795	147	92	1788	92.34	81.2	85.44	114.27	79.83	
2		94.30			7.79	79.45	2.160	0.170	81.78	456	59.75	0.800	153	97	1781	92.55	94.8	82.60	122.17	84.27	
3		110.16			6.89	70.31	2.160	0.230	72.70	454	59.80	0.805	156	99	1783	92.63	110.6	73.27	124.39	85.66	
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
DATOS DE PLACA DEL MOTOR					150 HP / 440 V / 178 A / COS ϕ 0.86 / 60 Hz / 1.15 FS					N. serie: 1012163338					%Carga		50	75	100		
															η Motor%		90.00	92.30	93.50		
OBSERVACIONES:										PROBADO POR :					APROBADO POR :						
Temp. Soporte 57.7 °C										L. MARTEL											

CURVA DE PERFORMANCE

CLIENTE: ARATO CORP SUCURSAL PERU

BOMBA: B14G-M-03-10-X10X1.7/16 HMSS W

N: 1790 RPM

Punto de Garantía: Caudal: 94.1 l/s

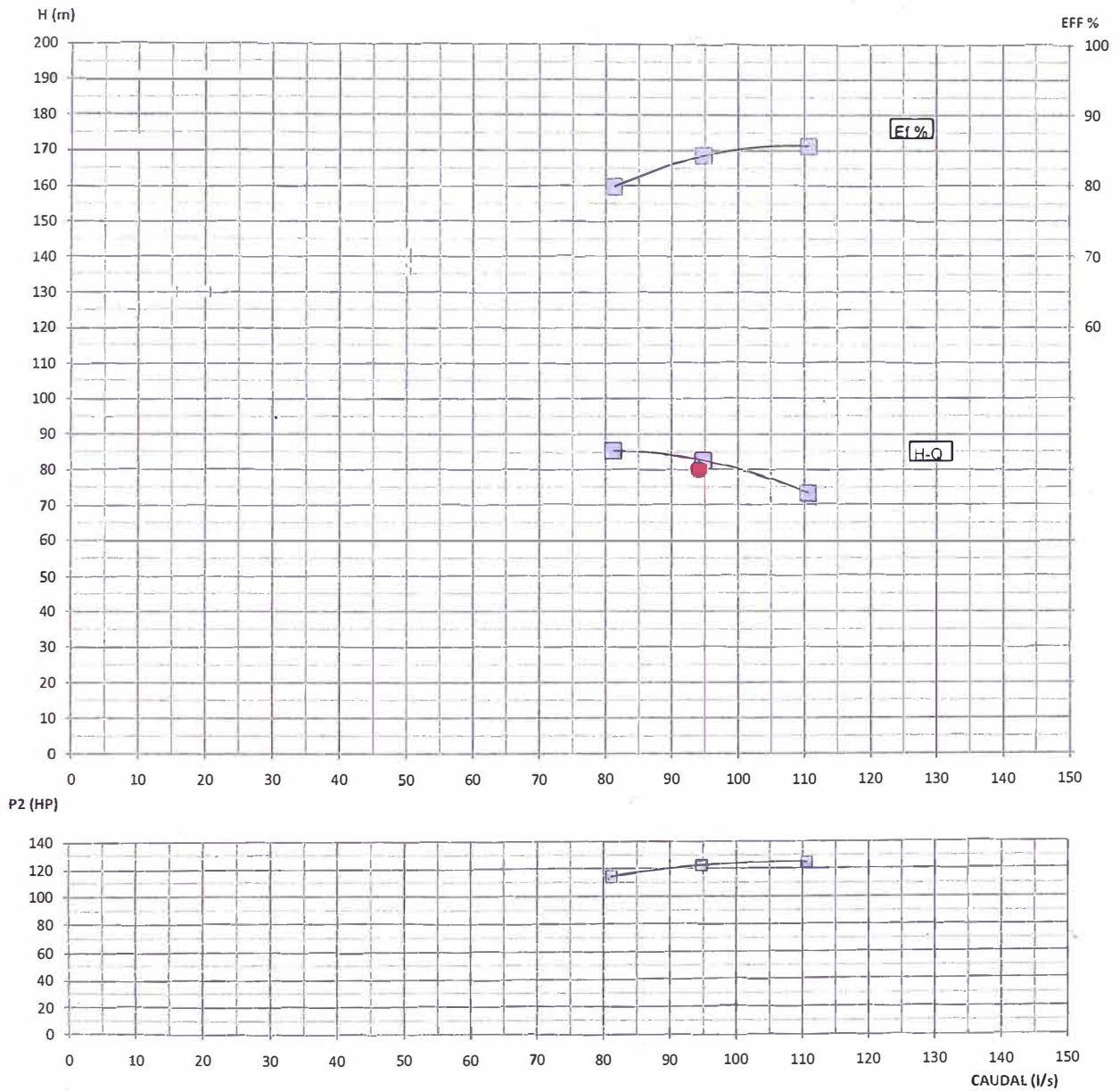
ADT: 80.1 m

Serie: 2011110948



FECHA: 15/11/2011

PRUEBA NUMERO: 1



PRUEBA SEGÚN NORMA ISO 9906:2012 GRADO 2B