

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

Facultad de Ingeniería Mecánica - Energía



Informe sobre Servicios Profesionales

TITULO:

*"Selección de Equipos Requeridos para Operaciones
de Bombeo de Pozo Profundo y
Recomendaciones de Mantenimiento"*

Para Optar el Título Profesional de:

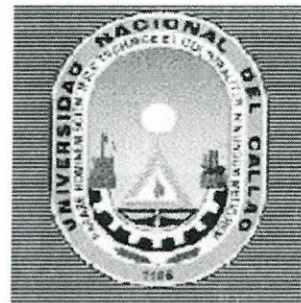
INGENIERO MECANICO

AUTOR:

Bachiller: Ricardo Noe Diaz Cabrejo

2004

I/620.1/D69



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA – ENERGIA

INFORME SOBRE SERVICIOS PROFESIONALES

TITULO:

**"SELECCIÓN DE EQUIPOS REQUERIDOS PARA
OPERACIONES DE BOMBEO DE POZO PROFUNDO Y
RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO"**

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

AUTOR:

BACHILLER: RICARDO NOE DIAZ CABREJO

2004

AGRADECIMIENTOS

En la vida uno siempre va relacionándose con gente que más tarde te brindan un apoyo y entiendo que son personas que llegaron a ti para algo especial.

Agradecimiento
especial
a los maestros

Ing. Jorge
Sr. Roberto
Sr. Manuel
Sr. Arturo
Sr. Juan
Sr. Agripino

Los sueños nos dan esperanza, la esperanza prende la pasión, la pasión nos lleva a ver el éxito y la visión del éxito nos abre las mentes para reconocer las posibilidades de largo alcance y del apoyo de los otros en el corto plazo; y él nos mantiene enfocado y comprometido, el enfoque y el compromiso que promueve la acción y la acción resulta un progreso y el progreso lleva alcanzar los objetivos y los objetivos inspiran los sueños, los sueños nos dan la esperanza de volverlo a intentar.

Así mismo
trabajo

Ing. Isaac Patrón Ybarra
Ing. Félix Guerrero Roldán

Dedicado a mis padres que se esforzaron y sacrificaron por darme lo mejor siempre y de esta manera lograr mi felicidad.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 - Actividades desarrolladas por la Empresa

CAPITULO II

ALCANCES Y OBJETIVOS

CAPITULO III

ORGANIZACION DE LA EMPRESA

CAPITULO IV

4.1- CAPTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

4.1.1.- El agua

4.1.2.- Ciclo Hidrológico

4.1.3.- Captación de las Aguas Subterráneas

4.1.3.1.- Zona de embudo

AGRADECIMIENTOS

En la vida uno siempre va relacionándose con gente que mas tarde te brindan un apoyo y entiendes que son personas que llegaron a ti para algo especial.

Agradecimiento especial a las personas que colaboraron desinteresadamente en la elaboración del presente trabajo a ellos les digo gracias amigos.

- Ing. Jorge Jeri Meza
- Sr. Roberto Estrada Zapata
- Sr. Manuel Machuca Quiroga
- Sr. Arturo Mendoza Lazo
- Sr. Juan Ramos Zegarra
- Sr. Angel García Huapaya

Así mismo agradecer a mis asesores por el tiempo dedicado a mi trabajo.

- Ing. Isaac Patrón Yturri
- Ing. Felix Guerrero Roldan

INDICE

	Pag.
CAPITULO I	
INTRODUCCION	07
1.1.- Actividades desarrolladas por la Empresa	08
CAPITULO II	
ALCANCES Y OBJETIVOS	12
CAPITULO III	
ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	13
CAPITULO IV	
4.1.- CAPTACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	16
4.1.1.- El agua	16
4.1.2.- Ciclo Hidrológico del agua	17
4.1.3.- Captación de las Aguas Subterráneas	19
4.1.3.1.-Zona de aireación	19
4.1.3.2.-Zona de saturación	20
4.2.-CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL ACUÍFERO	20
4.2.1.- Funciones de un acuífero	20
4.2.2.- Porosidad	20
4.2.3.- Rendimiento específico	21
4.2.4.- Permeabilidad	21
4.2.5.- Coeficiente de transmisividad	22
4.2.6.- Cono de depresión	22
4.3.-CONCEPTOS BASICOS DE HIDRAULICA	24
4.3.1.- Nivel estático	24
4.3.2.- Nivel dinámico	24
4.3.3.- Abatimiento	24
4.3.4.- Caudal	25
4.3.5.- Capacidad específica	26
4.3.6.- Velocidad de flujo	26
4.3.7.- Presión	26
4.3.8.- Altura dinámica total	28
4.3.9.- Potencia	29
4.3.10.- Eficiencia de bombeo	30

CAPITULO V

EQUIPO DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO	31
5.1.- PRINCIPIO BASICO DE BOMBEO	31
5.1.1.-Fundamento de bomba centrífuga	31
5.1.2.-Conversión de velocidad de presión	35
5.2.- BOMBA TURBINA DE EJE VERTICAL	36
5.2.1.-Bomba turbina vertical de ejes lubricados por agua	41
5.2.2.-Bomba turbina vertical de ejes lubricados por aceite	42
5.2.3.-Electrobombas sumergibles	43

CAPITULO VI

CALCULO Y EQUIPAMIENTO DE UN POZO PROFUNDO	44
6.1.- CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO	44
6.1.1.-Velocidad de operación	44
6.1.2.-Eficiencia de bomba	45
6.1.3.-Materiales de fabricación	46
6.2.- EQUIPAMIENTO DE UN POZO PROFUNDO	46
6.2.1.-Condiciones de operación	46
6.2.2.-Condiciones técnicas	46
6.2.3.-Constitución y características del equipamiento	47
6.3.- SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO	58
6.3.1.-Determinación de la marca y tipo de la bomba	58
6.3.2.-Determinación del modelo y características de la bomba	58
6.3.3.-Cálculo de la columna exterior e interior	59
6.3.4.-Selección del motor eléctrico	62
6.3.5.-Selección de la linterna de descarga	63
6.3.6.-Selección de los accesorios hidráulicos del árbol de descarga	63

6.4.- APORTE A LA EMPRESA SEDAPAL	67
--	-----------

CAPITULO VII

MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	69
---------------------------------	-----------

7.1.- MANTENIMIENTO SISTEMA DE CLORACION	69
7.1.1.- Mantenimiento preventivo del sistema de cloración	70
7.1.2.- Mantenimiento correctivo del sistema de cloración	70
7.1.3.- Traslado de cilindros de gas cloro.	71

7.2.-MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO	71
---	-----------

7.2.1.-Mantenimiento preventivo de Bomba Turbina de Eje	71
7.2.2.-Mantenimiento preventivo del motor eléctrico eje hueco	72
7.3.3.-Mantenimiento preventivo del tablero eléctrico, banco de condensadores y sistemas de automatización.	72
7.3.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS INSTALADOS EN POZOS PROFUNDOS	73
7.3.1.-Desmontaje de equipo de bombeo de pozo profundo	73
7.3.2.-Montaje de equipo	73
7.4.- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REBOMBEO DE AGUA POTABLE	74
7.4.1.-Mantenimiento preventivo equipo de rebombeo de agua	74
7.4.2.-Mantenimiento correctivo equipo de rebombeo de agua	75
7.5.- MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS HIDRAULICOS DEL ARBOL DE DESCARGA	77
7.5.1.-Mantenimiento preventivo del árbol de descarga	77
7.5.2.-Mantenimiento correctivo de accesorios hidráulicos	77
7.6.-HERRAMIENTAS MINIMAS PARA EL AREA DE SERVICIO	79
7.7.-INDUMENTARIA E IMPLEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD	82
7.8.-MANTENIMIENTO DE LA BOMBA	83
7.9.-CARTILLA DE POSIBLES CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO	84
CAPITULO VIII	
COSTOS	
8.1.-COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO	86
8.2.-COSTOS DE MANTENIMIENTO	86
CAPITULO IX	
9.1.-CONCLUSIONES	88
9.2.-RECOMENDACIONES	88
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	

CAPITULO I

INTRODUCCION

El presente trabajo se basa en la experiencia de trabajo realizado en el Equipo de Aguas Subterráneas – Equipo Electromecánico de SEDAPAL S.A, para la extracción del agua subterránea y el uso de la población, labor que debe ser realizada eficientemente por los trabajadores a fin de brindar un servicio que cuente con la aprobación de los clientes.

En la elaboración del presente informe se quiere brindar una guía de trabajo que será de provecho para los diferentes Equipos Electromecánicos de la Empresa, para la Selección de los equipos que se instalan en los pozos profundos, así mismo de ilustrar sobre los recursos que tenemos de la naturaleza que son aprovechados por el hombre para cubrir sus necesidades.

En el presente trabajo se incluye un aporte a la empresa en la cual se contribuye en la forma de recuperación de las Bombas de Turbina de Ejes Verticales que son montadas en los pozos de agua, a fin de que sean recuperadas en casos de desprendimiento de las columnas cuando los equipos colapsan o cuando se estén desmontando para un mantenimiento, de esta manera no se da por perdido el Equipo instalado, y se está contribuyendo a que los costos de no calidad se reduzcan en la empresa sirviendo esto de mucho en la economía empresarial.

Por otro lado dicho aporte será de mucho valor y utilización para SEDAPAL S.A, ya que con ello se podrán recuperar algunos equipos que se hayan perdido recientemente ya que se consideraban perdidos para la empresa y no recuperables, por estar en el fondo de los pozos de agua.

1.1.- DESCRIPCION DE LA EMPRESA

SEDAPAL S.A., es una Empresa Estatal de derecho privado, encargada de brindar los servicios de producción y abastecimiento de Agua Potable, así como de evacuación y disposición final de las Aguas Servidas en las Provincias de Lima y Callao, con una población estimada de 8'000,000 de habitantes, que representa el 33.33% del total de la Población del País.

SEDAPAL S.A., tiene como **MISION**, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la Comunidad, brindando un eficiente Servicio de Agua Potable, recolección y disposición final de las aguas servidas, a satisfacción de nuestros clientes, preservando el equilibrio de nuestro sistema, estimulando la creatividad individual e identificación corporativa con una apropiada tecnología, alcanzando niveles de productividad y rentabilidad que le permita un desarrollo autosostenido e identificando nuevas oportunidades de negocio, con una **VISION** de ser la primer Empresa de Servicio a nivel Nacional y de Latinoamérica al año 2005.

Las principales fuentes de abastecimiento con que cuenta la Empresa para la potabilización del Agua es el Río Rimac y las Aguas Subterráneas que se encuentran en el Subsuelo de la ciudad. **SEDAPAL S.A.**, cuenta con dos Plantas modernas de tratamiento de Agua superficiales en La Atarjea, con una capacidad de 500,000 m³ y 1'000,000 m³ de almacenamiento respectivamente, en donde se realizan los procesos de captación y separación de materiales flotantes, desarenamiento y separación de sólidos, precloración y reducción de la carga bacteriana, almacenamiento y regulación del agua pre-tratada, filtración, cloración y almacenamiento de agua potable en depósitos de regulación.

El Sistema de Aguas subterráneas está constituido por la extracción en 431 Pozos, debidamente equipados con su sistema de bombeo y cloración. El Agua

se extrae en Pozos de profundidades de hasta 180 mts. El agua extraída es potable desde el punto de vista físico químico y bacteriológico, sin embargo, como medida de precaución la Empresa realiza la cloración, consistente en la inyección de gas cloro por la tubería de distribución, mediante los equipos instalados para tal efecto.

SEDAPAL S.A. brinda el Servicio de Agua Potable a la Ciudad de Lima y Callao y su sistema de Distribución abarca un ámbito de 30,000 hectáreas de área servida las que se abastecen con un promedio de $24\text{m}^3/\text{seg.}$, de las cuales 16m^3 corresponden a Aguas Superficiales potabilizadas en la Planta de Tratamiento de La Atarjea y $8\text{m}^3/\text{seg.}$ obtenidas de las Aguas Subterráneas mediante Pozos tubulares.

El sistema de Distribución cuenta con 7,000 Km. de tuberías de Redes Primarias y Secundarias; la Red Primaria cuenta con 03 líneas troncales (Atarjea-Sur, Atarjea-Centro y Atarjea-Norte), con una longitud de 350 Km. de tubería con diámetros entre 14 y 72 pulg, así como Estaciones Reductoras de Presión y Estaciones de Bombeo y Rebombeo. A través de Redes Secundarias se logra abastecer aproximadamente a 800,000 conexiones domiciliarias.

El Proceso que sigue a la Producción, Extracción, Potabilización y Distribución de Agua, es el de la Recolección de Aguas Servidas de la Ciudad, que en promedio tienen un caudal de $18.43\text{m}^3/\text{seg.}$ Para tal efecto se cuenta con una Red de 6'308,350 metros de tuberías de desagüe, en los sistemas primarios como secundarios; y 05 emisores de descarga: La Chira, Costanero, Bocanegra, Centenario y Comas. También se cuenta con 03 Plantas de Tratamiento de Desagües con una capacidad de $1\text{m}^3/\text{seg.}$, ubicadas en Carapongo, San Juan de Miraflores y José Gálvez.

El Contrato del Proyecto Chillón fue suscrito por el Estado Peruano a través del ex Ministerio de la Presidencia, actual Concedente Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento con el Consorcio AGUA AZUL S.A. con intervención de SEDAPAL, para aprovechar las aguas subterráneas y superficiales de la

Cuenca del Río Chillón a través de la infraestructura necesaria para la captación y tratamiento de agua, para dotar de este recurso a la población del Sector Norte de Lima, y mejorar el servicio de agua potable a los distritos de Carabaylo, Comas, Puente Piedra, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón, beneficiando a una población de 800 mil habitantes.

Cumplido con el marco legal del proceso de convocatoria, la firma del Contrato de Concesión, fue posible el 7 de Abril del 2000, Contrato que incluía el Proyecto Definitivo de la Etapa I y Etapa II, los mismos que se cumplieron al haber concluido posteriormente las obras en ese mismo orden el 30 de Mayo del 2001 y el 18 de Junio del 2002; ambas etapas conforman la Operación Comercial del Sistema, la que se dio inició formalmente el 28 de Junio del 2002 con la entrega del Certificado de Puesta en Marcha del Sistema al Consorcio AGUA AZUL S.A. por SEDAPAL.

La Etapa I del Proyecto consistió en el Construcción y Equipamiento de 28 pozos tubulares, Línea de Conducción a Comas y Carabaylo, Línea de Distribución de Energía Eléctrica de 10 Kv. y Sistema de Automatización y Control SCADA (El sistema SCADA "Supervisory Control And Data Adquisition" permite la automatización y control de cada pozo mediante la transmisión de datos, se toma datos como caudal entregado, concentración de cloro residual en la cámaras de macromedición y otros parámetros).

La Etapa II consistió en la Construcción de la Presa de Derivación en el Río Chillón compuesta por una Bocatoma con capacidad de 5 m³/seg., una Planta de Tratamiento de Agua Potable con capacidad de producción de 2,5 m³/seg. y con capacidad para ampliarla a 5 m³/seg., Reservorios de Regulación, la instalación de la Línea de Conducción y Sistema de Automatización y Control SCADA.

De acuerdo al Contrato de Concesión que incluye al Contrato de Prestación de Servicios, el Consorcio AGUA AZUL S.A. viene efectuando las siguientes entregas de agua potable a SEDAPAL, según el periodo de avenidas o estiaje

establecido en el Programa Básico de Entregas Diarias, detallado en el cuadro siguiente, lo que equivale a un volumen anual de agua potable de 44'582,400 m³:

<i>Descripción</i>	<i>Volumen (m3/seg)</i>
Periodo de Estiaje (Mayo- Noviembre)	1 m ³ /seg. ó 86,400 m ³ /día
Periodo de Avenida (Noviembre- Abril)	2 m ³ /seg. ó 172,800 m ³ /día

El Consorcio AGUA AZUL S.A. ha dado cumplimiento al Contrato de Concesión al haber culminado las obras en el plazo programado estando en este momento cumpliéndose con el **Periodo de Vigencia de la Concesión**, el mismo que culminará el año 2027 con la entrega de la Concesión al Concedente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento) y del Concedente a SEDAPAL.

CAPITULO II

OBJETIVOS

Objetivo Principal

El principal objetivo del presente trabajo, es contar con una guía de selección para el equipamiento en pozos profundos de extracción de Aguas Subterráneas, aprovechando de esta manera los acuíferos generados por la naturaleza.

Objetivos Secundarios

La Selección adecuada del Equipo de Bombeo y Motor a utilizar en dicho pozo.

La adecuada selección de los Accesorios Hidráulicos del Arbol de Descarga.

CAPITULO III

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

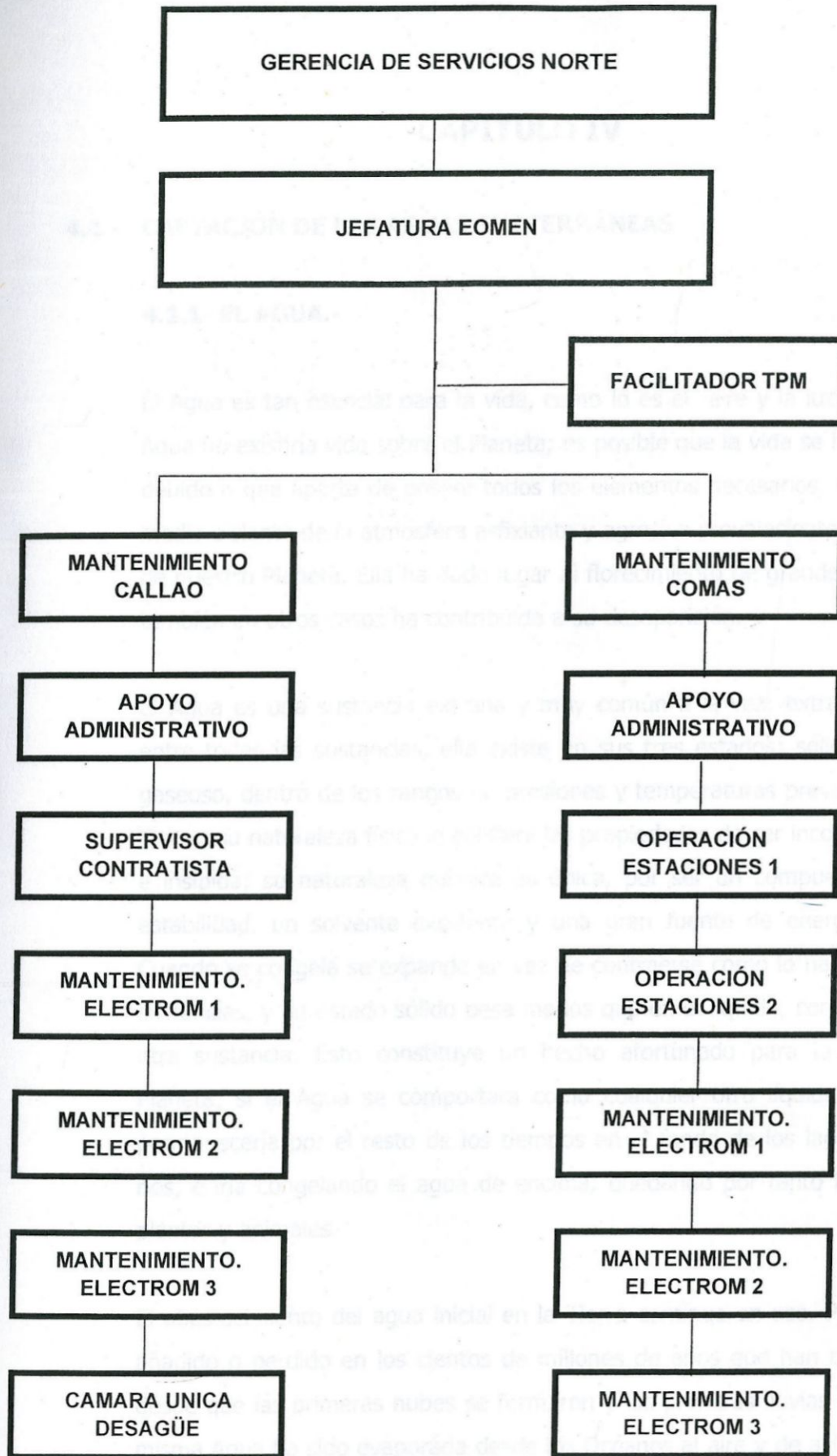
La Estructura Orgánica de la Empresa SEDAPAL S.A, se sustenta en los siguientes criterios y lineamientos:

- Compromiso corporativo con el cambio y el servicio al Cliente.
- Estructura Orgánica dinámica, con corta línea de mando y sin intermediación.
- Alta Dirección fuerte y definida.
- Apoyo administrativo coherente, integral y con nivel adecuado.
- Asesoría y asistencia técnica clara y diferenciada.
- Función operativa nítida, directa y desconcentrada.
- Desconcentración, delegación y polivalencia funcional efectivas.
- Jurisdicción desconcentrada con carga operativa racional y equilibrada.
- Cuadros idóneos de personal y tecnología de punta.
- Procesos ágiles, flexibles y con valor agregado.
- Alta eficiencia y eficacia.
- Profundización del Proceso de Productividad con Calidad.

SEDAPAL S.A. a través de **LA GERENCIA DE PRODUCCION**, tiene como principal Misión lograr la adecuada potabilización y extracción de las Aguas Superficiales y Subterráneas, distribuir las adecuadamente a las áreas encargadas del abastecimiento a los Clientes controlar su calidad, así como efectuar su recolección y disposición final de las Aguas Servidas.

La Gerencia de Producción a través del **EQUIPO DE MANTENIMIENTO ELECTROMECHANICO** tiene bajo su responsabilidad la Extracción de Aguas Subterráneas a través de **431 Pozos** distribuidos en Lima y Callao; el rebombeo de Aguas a zonas altas a través de **191 Estaciones de Rebombeo de Agua**, en donde por lo menos existe como mínimo 02

ORGANIGRAMA DEL EQUIPO ELECTROMECHANICO NORTE



CAPITULO IV

4.1.- CAPTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

4.1.1- EL AGUA.-

El Agua es tan esencial para la vida, como lo es el aire y la luz solar. Sin el Agua no existiría vida sobre el Planeta; es posible que la vida se inició en ella, debido a que aparte de poseer todos los elementos necesarios, constituyó el medio aislante de la atmósfera asfixiante y agresiva prevalecientes en el inicio de nuestro Planeta. Ella ha dado lugar al florecimiento de grandes imperios y también en otros casos ha contribuido a su desaparición.

El Agua es una sustancia extraña y muy común a la vez; extraña, por que entre todas las sustancias, ella existe en sus tres estados: sólido, líquido y gaseoso, dentro de los rangos de presiones y temperaturas prevalentes en la Tierra; su naturaleza física le confiere las propiedades de ser incolora, inodora e insípida; su naturaleza química es única, por ser un compuesto de gran estabilidad, un solvente excelente y una gran fuente de energía química. Cuando se congela se expande en vez de contraerse como lo hacen las otras sustancias, y en estado sólido pesa menos que en el líquido, contrario a toda otra sustancia. Esto constituye un hecho afortunado para la vida en el Planeta; si el Agua se comportara como cualquier otro líquido congelado, permanecería por el resto de los tiempos en el fondo de los lagos, mares y ríos, e iría congelando el agua de encima, quedando por tanto fuera de las plantas y animales.

El abastecimiento del agua inicial en la Tierra continua en uso. Poco ha sido añadido o perdido en los cientos de millones de años que han transcurrido, desde que las primeras nubes se formaron y las primeras lluvias cayeron. La misma Agua ha sido evaporada desde los Océanos al aire y de allí precipitada a Tierra y de allí transferida hacia los Océanos.

Este proceso mediante el cual el Agua se evapora de los Océanos, se distribuye en cada rincón de la Tierra y retorna al Océano, se denomina **"CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA"**

4.1.2.- CICLO HIDROLÓGICO DEL AGUA.-

Aunque el Ciclo Hidrológico no tiene principio ni fin, de manera general podemos decir que el movimiento de agua en el Planeta comienza y termina en el Mar. Desde éste punto de partida, el Agua sigue en principio una ruta, la de la atmósfera, por medio de la evaporación.

La Evaporación es un proceso continuo que satura con vapor de agua el aire que lo rodea. Ella es más rápida en el trópico, debido a que allí el calentamiento del Sol es mayor; así mismo, la evaporación se ve favorecida, cuando el aire que rodea al cuerpo de agua es caliente debido a su mayor capacidad de absorber humedad.

El aire saturado de humedad y calentado por acción del Sol, es desplazado por aire frío seco que es mas pesado y es llevado a zonas más frías de menor presión atmosférica, donde se expande y enfría. Cuando la temperatura ha caído lo suficiente, el vapor de agua contenido en el aire se condensa, ya sea en gotas de agua o en cristales de hielo.

A medida que la condensación prospera, las gotas de agua o partículas de hielo se aglomeran hasta alcanzar un peso tal que se precipitan en forma de lluvia, granizo o nieve. La mayor parte se precipita en los Océanos, pero una parte es transferida por los vientos tierra adentro. Este aire marino sumado al vapor de agua evaporado en tierra, constituirá la fuente futura de agua dulce disponible.

De toda el Agua precipitada en tierra firme, parte es acumulada en casquetes polares, 30% es evaporada por los ríos, lagos, suelos y plantas; otra parte es infiltrada en el suelo y reabsorbida y transpirada por las plantas. El agua que

no es absorbida por las plantas, se introduce aún más en el interior del suelo hasta alcanzar estratos impermeables, donde se acumula formando los Acuíferos, desde donde se mueven lentamente hacia los ríos, quebrada lagos o mares. A ésta Agua se le conoce como **"AGUA SUBTERRÁNEA"**, las cuales son aprovechadas extrayéndola a la superficie mediante Equipos de Bombeo que el hombre ha ido creando y perfeccionando.

El Agua que no es absorbida por las Plantas y que tampoco se infiltra en el terreno, por ser éste impermeable o por estar saturado, fluye por la superficie del terreno formando corrientes de agua que van a dar finalmente a tributario de pequeños ríos y éstos a su vez lo son de ríos más grandes. A éstas Aguas se le conocen como **"AGUAS SUPERFICIALES"**, y son aprovechadas por el hombre en demanda de sus necesidades.

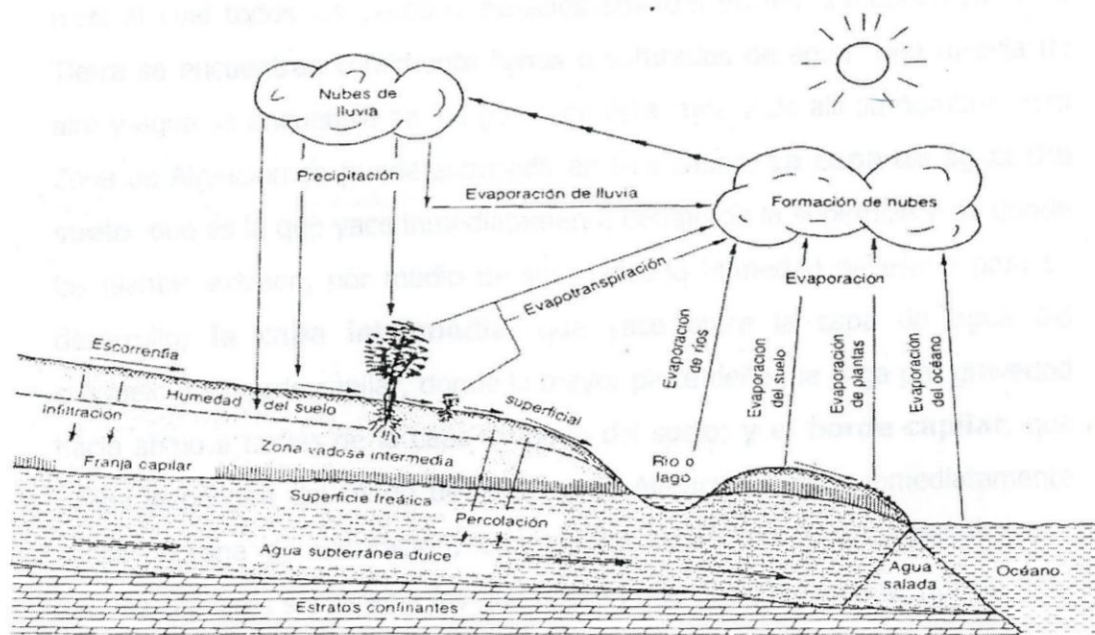


Diagrama esquemático del ciclo hidrico de la tierra — ciclo hidrológico.

4.1.3.- CAPTACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.-

Del proceso del Ciclo Hidrológico del Agua, parte de ésta que cae sobre la Tierra en forma de lluvias o partículas de hielo, se infiltra y llena los poros y grietas del suelo hasta determinada profundidad, dando origen a la superficie freática. El volumen de agua almacenada sobre el nivel freático se denomina "**AGUAS SUBTERRÁNEAS**", y constituye parte importante en la alimentación de manantiales, ríos, lagos y océanos.

El agua del subsuelo que se encuentra en los intersticios o poros de las rocas, se puede dividir en dos zonas principales : la Zona de Aireación y la Zona de Saturación.

4.1.3.1.- Zona de Aireación.

La Zona de Aireación se extiende desde la superficie de la Tierra, hasta el nivel al cual todos los poros o espacios abiertos en los componentes de la Tierra se encuentran totalmente llenos o saturados de agua. Una mezcla de aire y agua se encuentra en los poros de ésta zona y de allí su nombre. Esta Zona de Aireación se puede subdividir en tres capas: **La capa de agua del suelo**, que es la que yace inmediatamente debajo de la superficie y de donde las plantas extraen, por medio de sus raíces la humedad necesaria para su desarrollo; **la capa intermedia**, que yace entre la capa de agua del subsuelo y el borde capilar, donde la mayor parte del agua llega por gravedad hacia abajo a través de la capa de agua del suelo; **y el borde capilar**, que ocupa la porción del fondo de la Zona de Aireación y yace inmediatamente sobre la Zona de Saturación; el agua en ésta capa está suspendida por fuerzas capilares similares a las que causan que el agua se eleve por un tubo estrecho o capilar, por encima del nivel del agua contenida en un recipiente mayor que aloja verticalmente al tubo, mientras más estrecho sea el tubo o los poros, más se elevará el agua, por lo tanto, el espesor de la capa depende de la textura de la roca o el suelo y puede ser prácticamente cero cuando los poros son grandes.

4.1.3.2.- Zona de Saturación.

El agua contenida en la Zona de Saturación, es la única agua del subsuelo de la cual se puede hablar con propiedad como agua subterránea. Inmediatamente sobre la Zona de Aireación, yace la Zona de saturación, en la cual los poros están completamente llenos o saturados de agua. EL agua de ésta zona es la única del subsuelo que puede fluir fácilmente hacia un Pozo. El objeto de la construcción de un Pozo, es la de penetrar en la tierra en ésta zona con un tubo, cuya sección inferior tiene aberturas de un tamaño tal que permita la entrada del agua desde la Zona de Saturación, pero excluyen las partículas de roca. Las Formaciones que contienen agua del subsuelo y que la proporcionan fácilmente a los Pozos, son llamadas **ACUÍFEROS.**

4.2.- CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL ACUÍFERO

4.2.1.- FUNCIONES DE UN ACUÍFERO.-

Dos son las funciones importantes que realiza un Acuífero: una **almacenadora** y otra **transmisora**. El Acuífero almacena agua sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. Las aberturas o poros de una formación acuífera sirven tanto de espacio para almacenamiento, como red de conductos. El agua subterránea se mueve a través de distancias extensas y desde las áreas de recarga hacia las de descarga. El desplazamiento es muy lento, con velocidades que se miden en metros por día y a veces en metros por año.

4.2.2.- POROSIDAD.-

La Porosidad de una formación portadora de agua es el porcentaje del volumen total de la formación consistente en aberturas o poros , o sea, la porción de su volumen no ocupada por sólidos. Por ejemplo, la porosidad de

un metro cúbico de arena que contiene 0.40 m^3 de espacios abiertos, es 40%. Por lo tanto, es evidente que la porosidad es un índice de la cantidad de agua del suelo que se puede almacenar en una formación saturada. Aunque la porosidad representa la cantidad de agua que un acuífero puede almacenar, no nos indica cuanta de aquella puede ceder.

4.2.3.- RENDIMIENTO ESPECIFICO.-

La cantidad de agua obtenida, o que puede tomarse de una formación saturada, es menor de la que contiene y por lo tanto no está representada por la porosidad. Esta cantidad está relacionada por la propiedad conocida como **RENDIMIENTO ESPECIFICO**, y se define como el volumen de agua liberado de un volumen unitario del material de la capa acuífera, cuando se permite que fluya libremente por gravedad. El Rendimiento específico se expresa como fracción decimal ó en porcentaje; por ejemplo, si se drenan 0.20 m^3 de agua de 1 m^3 de arena saturada, el rendimiento específico de ésta es 0.20 ó 20%.

4.2.4.- PERMEABILIDAD.-

La propiedad de una capa acuífera relacionada con su función de conducción, se conoce como **PERMEABILIDAD**. La permeabilidad es una medida de la capacidad de un acuífero para conducir agua. Es proporcional a la diferencia de presiones y a la velocidad de flujo entre dos puntos que están en condiciones laminares o no turbulentas, y se expresa mediante la Ecuación conocida como la Ley de Darcy (por Henri Darcy, el Ingeniero francés que la formuló en el año 1856):

$$V = \frac{P (h_1 - h_2)}{l}$$

donde :

V : Velocidad de flujo en metros por día.

h_1 : Presión en el punto de entrada a la sección del conducto considerado, en metros de agua.

- h_2 : Presión en el punto de salida de la misma sección en metros de agua.
- l : Longitud de la sección del conducto, en metros.
- P : Constante conocida como coeficiente de permeabilidad; depende de las características del material poroso a través del cual tiene lugar el flujo del agua.

4.2.5.- COEFICIENTE DE TRANSMISIVIDAD.-

Es la razón a la cual fluye el agua a través de una franja vertical del acuífero de ancho unitario y de altura igual al espesor saturado del mismo, cuando el gradiente hidráulico es igual a 1, o sea, 100%. El coeficiente de transmisividad indica cuanta agua se mueve a través de la formación acuífera.

Un Acuífero cuya transmisividad sea menor a $0.5 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{m}.$, puede solamente suministrar agua para uso doméstico o similar. Cuando la transmisividad es del orden de $5.0 \text{ m}^3/\text{hora}/\text{m}.$, o mayor, el rendimiento será adecuado para propósitos industriales, municipales o de riego.

4.2.6.- CONO DE DEPRESIÓN.-

Cuando se inicia el bombeo en un Pozo, el nivel del agua en la vecindad del mismo desciende, siendo mayor el descenso en el propio pozo. El descenso es menor a mayores distancias desde el Pozo y existe un punto a cierta distancia del mismo, en que el descenso es casi imperceptible.

El nivel del agua en el Pozo de bombeo es más bajo que en cualquier otro punto que lo rodea, de manera que el agua se desplaza desde la formación acuífera hacia el Pozo, tratando de reponer el volumen extraído cuando se bombea.. La fuerza o presión que impulsa el agua hacia el Pozo, es la carga representada por la diferencia de niveles de agua dentro del Pozo y en otro punto cualquiera fuera de aquel. El agua fluye en todas las direcciones desde el acuífero hacia el pozo, conforme se acerca a éste lo hace pasando a través

de sucesivas formaciones cilíndricas que cada vez van siendo menores en áreas, consecuentemente la velocidad del agua aumenta conforme ésta se acerca al Pozo. Como resultado de esto, la superficie líquida que ha descendido, desarrolla una pendiente cada vez más pronunciada hacia el Pozo. La forma de ésta superficie se asemeja a una depresión cónica denominada **CONO DE DEPRESIÓN**. Cualquier Pozo que se someta a bombeo, queda rodeado por un cono de depresión. Estos conos difieren de tamaño y forma, dependiendo del caudal de extracción, extensión del período de bombeo, características del acuífero, inclinación de la superficie freática y recarga que tenga lugar dentro de la zona de influencia del Pozo.

4.3.1- NIVEL DEPRESIONADO

Es el nivel que se encuentra en un Pozo, cuando el agua que se bombea, se extrae de un acuífero que no tiene recarga lateral. Este nivel, se caracteriza por ser una superficie con forma de cono, en la cual el nivel de agua se va bajando a medida que se acerca al Pozo.

4.3.2- ABATIMIENTO

Significa el descenso que experimenta el nivel de agua en un Pozo, cuando se bombea agua de un acuífero que tiene recarga lateral. Este descenso, se caracteriza por ser una superficie con forma de cono, en la cual el nivel de agua se va bajando a medida que se acerca al Pozo.

4.3.- CONCEPTOS BÁSICOS DE HIDRÁULICA

4.3.1.-NIVEL ESTÁTICO.-

Es el Nivel a que el agua permanece dentro de un Pozo, cuando no se está extrayendo agua del Acuífero por bombeo o por descarga libre. Generalmente se expresa como la distancia , medida en metros, desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el Pozo.

4.3.2.-NIVEL DINÁMICO.-

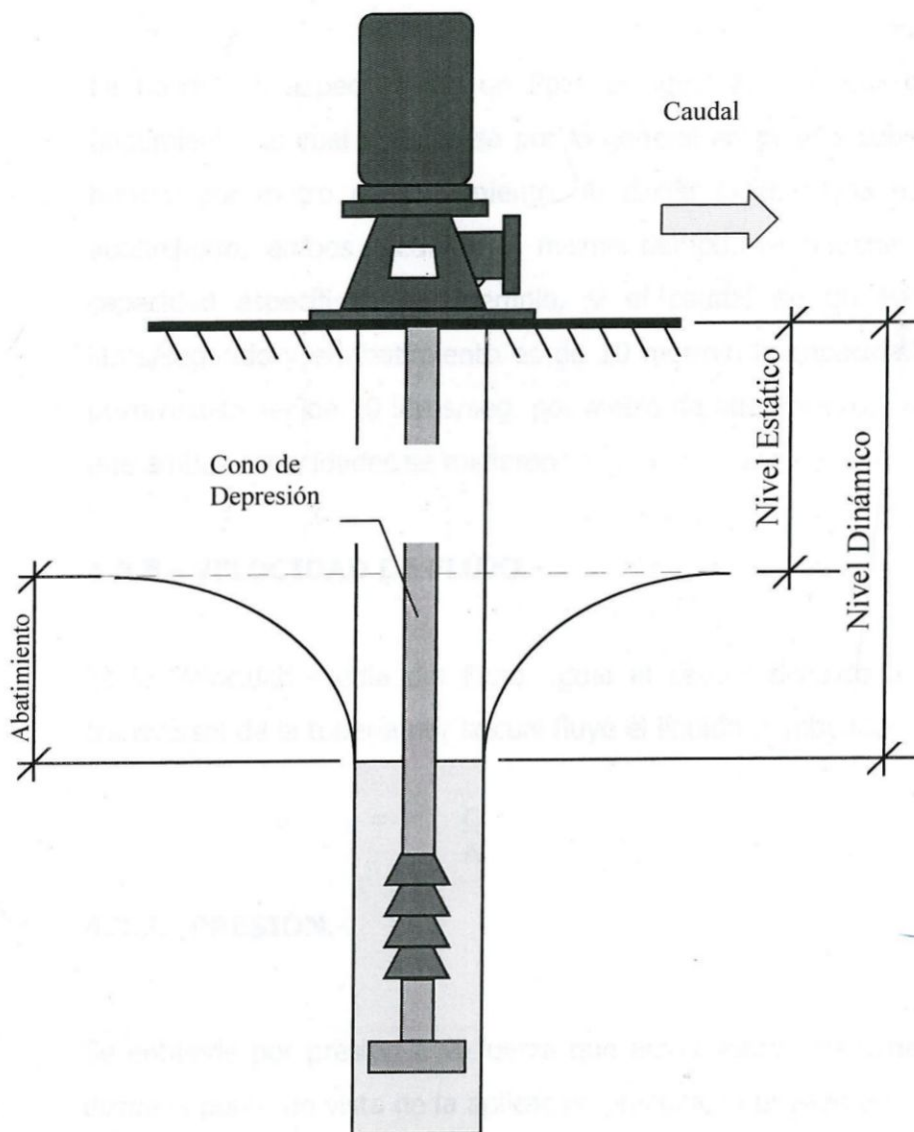
Es el nivel al que se encuentra el agua en un Pozo, cuando se extrae agua del mismo, conforme avanza el bombeo. Este nivel se mide en metros, desde la superficie del terreno, hasta el nivel de agua alcanzado en el bombeo.

4.3.1.-ABATIMIENTO.-

Significa el descenso que experimenta el nivel del agua, cuando se está bombeando. El Abatimiento es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico. Este representa la carga en metros de agua que produce el flujo desde un acuífero hacia el Pozo y el Caudal que se está extrayendo.

4.3.1.-CAUDAL.-

Es el volumen de líquido que pasa a través de una sección determinada en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad básica del Caudal es el m³/seg. (l/s), pero en la práctica se utilizan otras unidades de medida como litros por segundo (l/s) o Galones por minuto (GPM).



4.3.4.-CAUDAL.-

Es el volumen del líquido que pasa a través de un área determinada en la unidad de tiempo. En el sistema Internacional de Medidas, la unidad estándar del Caudal es el $m^3/\text{seg.}$ (L^3T^{-1}); generalmente, y en la práctica, se utilizan otras unidades de medida tales como el litro/seg. (LPS) ó Galones/minuto(GPM).

4.3.5.- CAPACIDAD ESPECÍFICA.-

La Capacidad Específica de un Pozo es igual a su Caudal por unidad de abatimiento, lo cual se expresa por lo general en metros cúbicos o litros por hora y por metro de abatimiento. Al dividir la descarga o caudal por el abatimiento, ambos medidos al mismo tiempo, se obtiene el valor de la capacidad específica. Por ejemplo, si el caudal de un Pozo es de 100 litros/segundo y el abatimiento es de 10 metros, la capacidad específica del pozo resulta ser de 10 litros/seg. por metro de abatimiento, en el instante en que ambas capacidades se midieron.

4.3.6.- VELOCIDAD DE FLUJO.-

Es la Velocidad media del Flujo, igual al caudal dividido entre la sección transversal de la tubería por la cual fluye el líquido bombeado:

$$v = \frac{Q}{A}$$

4.3.7.- PRESIÓN.-

Se entiende por presión a la fuerza que actúa sobre una superficie unitaria; desde el punto de vista de la aplicación práctica, la presión en cualquier punto de una tubería o de un recipiente, equivale a la altura que alcanzaría el agua en un tubo vertical colocado en ése punto y abierto en el extremo superior; así, que se puede entender por presión, como la "fuerza" necesaria para que el agua alcance una altura mayor que a la que se encuentra.

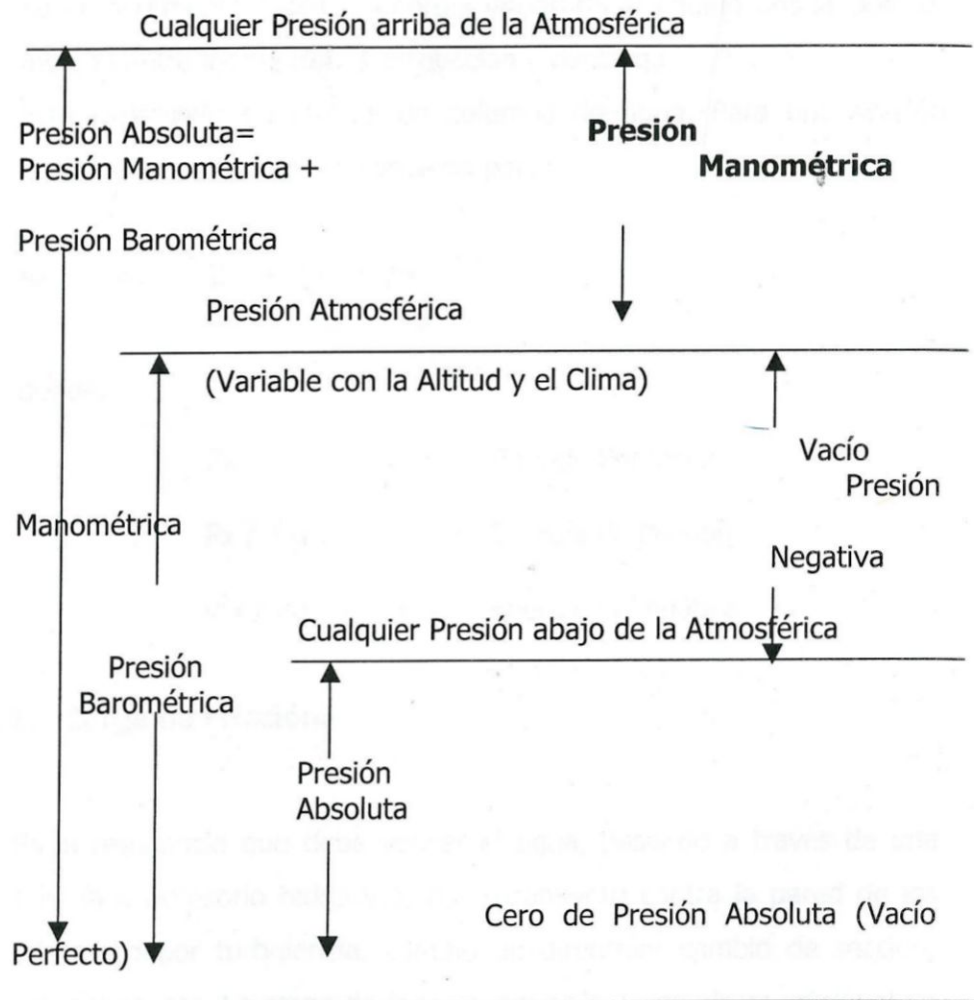
En el Sistema Internacional de Medidas, la unidad de la Presión es el Pascal (ML-1T-2); en la practica, la presión se mide frecuentemente en Kg./cm², Lbs/pulg² (PSI), bar, atmósferas o en metros de columna de agua.

Presión Atmosférica.-

Todo cuerpo existente sobre la tierra, está sujeto a la Presión Atmosférica, que es el peso de la columna de aire que rodea a la Tierra y cuya magnitud es aproximadamente 1 Kg/cm².

Presión Manométrica.-

Es la Presión medida sobre cualquier cuerpo, teniendo como base la Presión Manométrica existente.



ILUSTRACION GRAFICA DE LA PRESION ATMOSFERICA, MANOMETRICA Y ABSOLUTA
Gráfico N° 1

4.3.8.- ALTURA DINAMICA TOTAL.- (ADT)

Es la Presión expresada en metros de columna de agua, necesaria para descargar el líquido bombeado a una altura determinada, según las condiciones específicas del sistema contra el cual se bombea.

Se puede determinar mediante la siguiente fórmula:

ADT = Altura Total + Carga por fricción + Presión en la descarga.

4.3.8.1.- Altura Total (Ax).

Es el incremento total de energía impartida al líquido por la Bomba, medido entre las secciones de succión y descarga.

Está expresado en metros de columna de agua. Para una sección cualquiera la altura está expresada por:

$$Ax = Zx + \frac{Px}{\ell g} + \frac{v^2x}{2g}$$

donde,

Zx = Energía Potencial

$Px / \ell g$ = Energía de Presión

$v^2x / 2g$ = Energía Cinemática

4.3.8.2.- Carga de Fricción.-

Es la resistencia que debe vencer el agua, pasando a través de una tubería o accesorio hidráulico, por rozamiento contra la pared de los mismos o por turbulencia, cambio de dirección, cambio de sección, accesorios, etc. La carga de fricción, equivale a una altura adicional de bombeo, se calcula mediante tablas, que generalmente indican un coeficiente de fricción en porcentajes de la longitud de la tubería para varios caudales y diferentes diámetros de tubería.

4.3.8.3.- Plano de Referencia.-

Es el plano horizontal a partir en el cual se pueden definir las alturas geodésicas.

4.3.8.4.- Altura Geodésica.-

Indica la altura entre el punto en cuestión y el plano de referencia, es positiva si la altura en consideración esta situada sobre el plano de referencia, y es negativa si se encuentra debajo del plano de referencia.

4.3.9.- POTENCIA.-

4.3.9.1.- Potencia Hidráulica (P_H)

Es el trabajo que se requiere efectuar en la unidad de tiempo, para elevar una cierta cantidad de agua a determinada altura.

Se expresa generalmente en HP (Caballos de Fuerza) o en Kilowatts.

Para calcular la potencia necesaria para el bombeo de un caudal Q de agua, a una altura dinámica total ADT, se usa la siguiente fórmula:

$$P_H = \frac{Q \times ADT}{75 \times \eta_b} \quad \text{en HP.}$$

donde :

Q	:	Caudal a bombear en LPS.
ADT	:	Altura dinámica Total en metros.
η_{bomba}	:	Eficiencia de la Bomba.

4.3.9.2.- Potencia Mecánica (Pm)

Es la potencia absorbida para el accionamiento de la Bomba, para un punto determinado de su operación. Se expresa en HP ó Kw., y se calcula mediante la siguiente fórmula :

$$P_m = \frac{\sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \times \eta_m}{746} \quad \text{en HP.}$$

donde :

V	:	Tensión del servicio en Voltios.
I	:	Corriente consumida, en amperios.
Cosφ	:	Factor de potencia medido del Motor.
η _m	:	Eficiencia del Motor.

4.3.10.- EFICIENCIA DE BOMBEO .-

Es la relación entre la potencia entregada a la bomba y la potencia consumida por ésta, expresada en porcentaje :

$$\eta_{\text{bombeo}} = \frac{P_H}{P_m}$$
$$= \frac{5.74 \times Q \times ADT}{V \times I \times \cos\phi \times \eta_m}$$

CAPITULO V

EQUIPO DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO

5.1.- PRINCIPIO BÁSICO DE BOMBEO.-

El Bombeo se define como la adición de energía a un fluido para moverse de un punto a otro. No es, como frecuentemente se piensa, la adición de presión.

Una Bomba es un aparato mecánico accionado por un motor, destinada a transportar líquido, desde una fuente de baja presión a otra de alta presión, o entre dos fuentes de igual presión, pero con diferencias de altura física entre ambas. Para efectuar éste transporte, la bomba crea una depresión en la succión y una sobrepresión en la descarga. La diferencia entre la presión en la descarga y en la succión, expresada en metros o pie de la columna del líquido, constituye la altura de elevación de la bomba.

5.1.1. Fundamento de una Bomba Centrífuga.-

Simulemos un disco girando con velocidad constante. Si le colocamos un cuerpo perfectamente en el centro del disco, éste girará con el disco, pero no se moverá radialmente; ahora bien, si desplazamos el cuerpo un poco hacia afuera, observaremos que éste se aleja cada vez más del centro del disco, por efecto de la fuerza centrífuga, según se muestra en la figura siguiente :

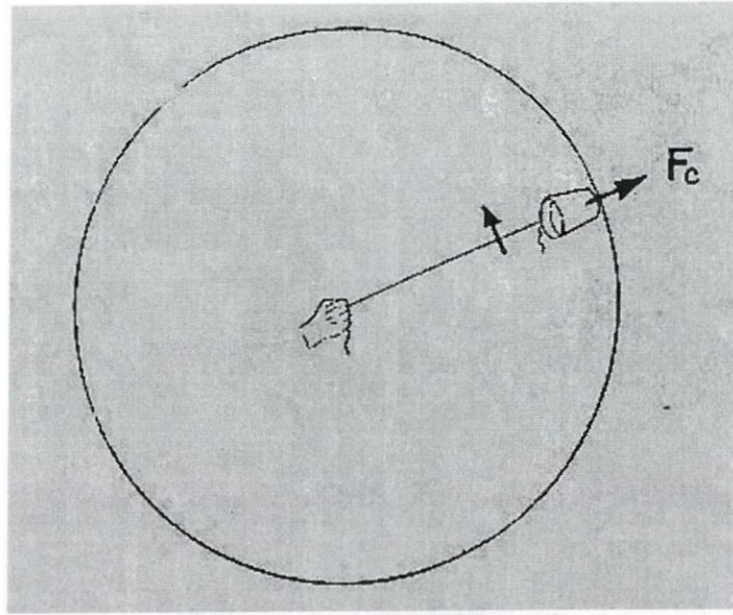


Figura N° 1

A medida que el cuerpo se mueve sobre el disco, su velocidad va aumentando. Este cambio de velocidad aprovechado convenientemente, es el fundamento de una bomba centrífuga.

En una bomba centrífuga tenemos un disco de rotación provisto de alabes o aletas. Estas aletas tienen la finalidad de dirigir el movimiento de las partículas del líquido, lográndose a la vez un aumento de velocidad.

Para convertir éste aumento de velocidad en presión, se emplean los difusores, las volutas o los tazones, dependiendo del diseño de la bomba. Cuando se emplea un difusor, éste consta de varios canales que rodean al impulsor, fabricados de una sola pieza; ésta construcción se muestra en la siguiente figura:

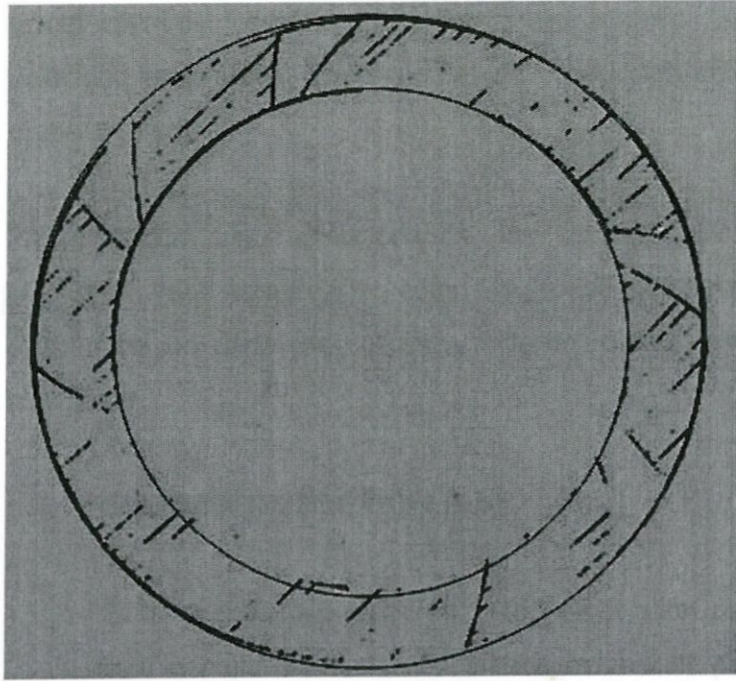


Figura N° 2

Cuando el canal es único, éste tiene generalmente la forma de un espiral y recibe el nombre de "caracol" o voluta. Esta construcción se muestra en la figura siguiente:

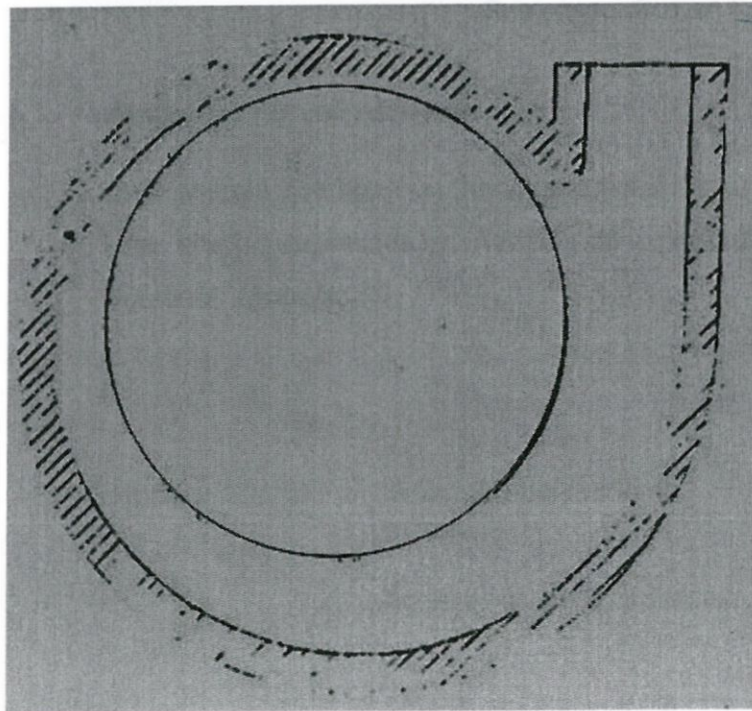


Figura N° 3

En el caso de los tazonos, éstos sirven además para convertir la velocidad en presión, como canales de conducción del líquido para la etapa siguiente.

En todos los casos mencionados, los canales tienen una sección creciente. Para comprender como se puede convertir velocidad en presión en un canal de sección creciente, definamos los siguientes conceptos:

a.- ENERGÍA DE PRESIÓN (Ep)

Es la energía que tiene un fluido en función de su velocidad. Esta energía expresada en metros, está dada por la siguiente relación:

$$E_p = \frac{P}{\gamma}$$

donde : P : Presión en Kg/m²
 γ : Peso específico en Kg/m³

b.- ENERGÍA DE VELOCIDAD (Ec)

Es la energía que tiene un fluido en función de su velocidad. Esta energía expresada en metros está expresada por la siguiente fórmula:

$$E_c = \frac{v^2}{2g}$$

donde: v : Velocidad del fluido en m/seg.

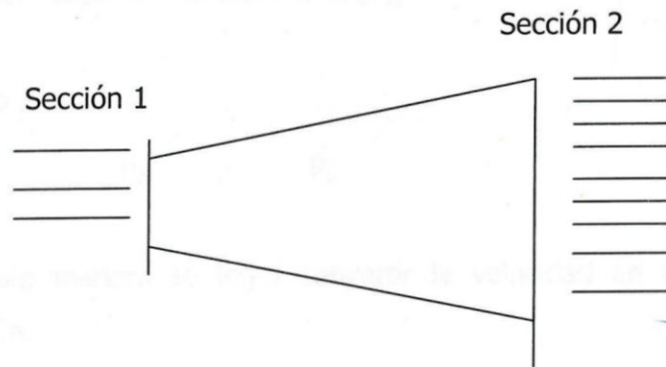
 g : Aceleración de la gravedad.

c.- ENERGÍA POTENCIAL .

Es la energía que posee cualquier cuerpo en función de su ubicación vertical y se expresa directamente en metros. Se expresa generalmente por la letra z.

5.1.2. CONVERSIÓN DE VELOCIDAD EN PRESIÓN.-

Analicemos el canal de sección creciente mostrado en la siguiente figura, por dentro del cual fluye líquido, y sean las secciones 1 y 2 las correspondientes a la entrada y salida respectivamente:



La energía que tiene el líquido en el punto 1 será la energía de presión, más la energía de velocidad, más la energía potencial, es decir:

$$\begin{aligned} E_1 &= E_{p_1} + E_{c_1} + z_1 \\ &= \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 \end{aligned}$$

y en el punto 2 será :

$$\begin{aligned} E_2 &= E_{p_2} + E_{c_2} + z_2 \\ &= \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 \end{aligned}$$

Por el principio que la "ENERGÍA NI SE CREA NI SE DESTRUYE, SOLO SE TRANSFORMA", entonces :

$$E_1 = E_2$$

Es decir :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2$$

Pero la velocidad en 2 (v_2) es menor que la velocidad en 1 (v_1), debido a que el área en 2 (A_2) es mayor que el área en 1 (A_1); entonces, para que se cumpla la igualdad, necesariamente la presión en 2 (P_2) tiene que ser mayor a la presión en 1 (P_1).

Luego :

$$P_2 > P_1$$

De ésta manera se logra convertir la velocidad en incremento de presión.

5.2.- BOMBA TURBINA DE EJE VERTICAL.-

La explotación del Agua del subsuelo exige la utilización de equipos especiales de bombeo, debido fundamentalmente a dos razones fundamentales :

- El tamaño reducido de los Pozos (usualmente entre 12" y 24" de diámetro), y
- El nivel del agua dentro del Pozo con respecto a la superficie, que supera ampliamente a la mayoría de los casos, la máxima altura estática de succión permisible (máximo teórico 10.33 m.)

Ha sido necesario, diseñar un tipo especial de bomba para ser instalada dentro de los Pozos, denominada Bomba Turbina de Eje Vertical, y que consiste fundamentalmente en un grupo de impulsores, de diámetro reducido, montados en serie y acoplados a un mismo eje por medio del cual se transmite la potencia de un motor instalado en la superficie, el cual adiciona energía para que el agua del subsuelo salga a la superficie a través de una tubería (columna).

El Equipo completo de bombeo consta de:

- **MOTOR**
- **LINTERNA O CABEZAL DE DESCARGA**
- **COLUMNA EXTERIOR (TUBOS)**
- **COLUMNA INTERIOR (EJES)**
- **CUERPO DE IMPULSORES (TAZONES, IMPULSORES Y EJES DE BOMBA)**
- **TUBERÍA DE SUCCIÓN Y CANASTILLA.**

EQUIPO DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO

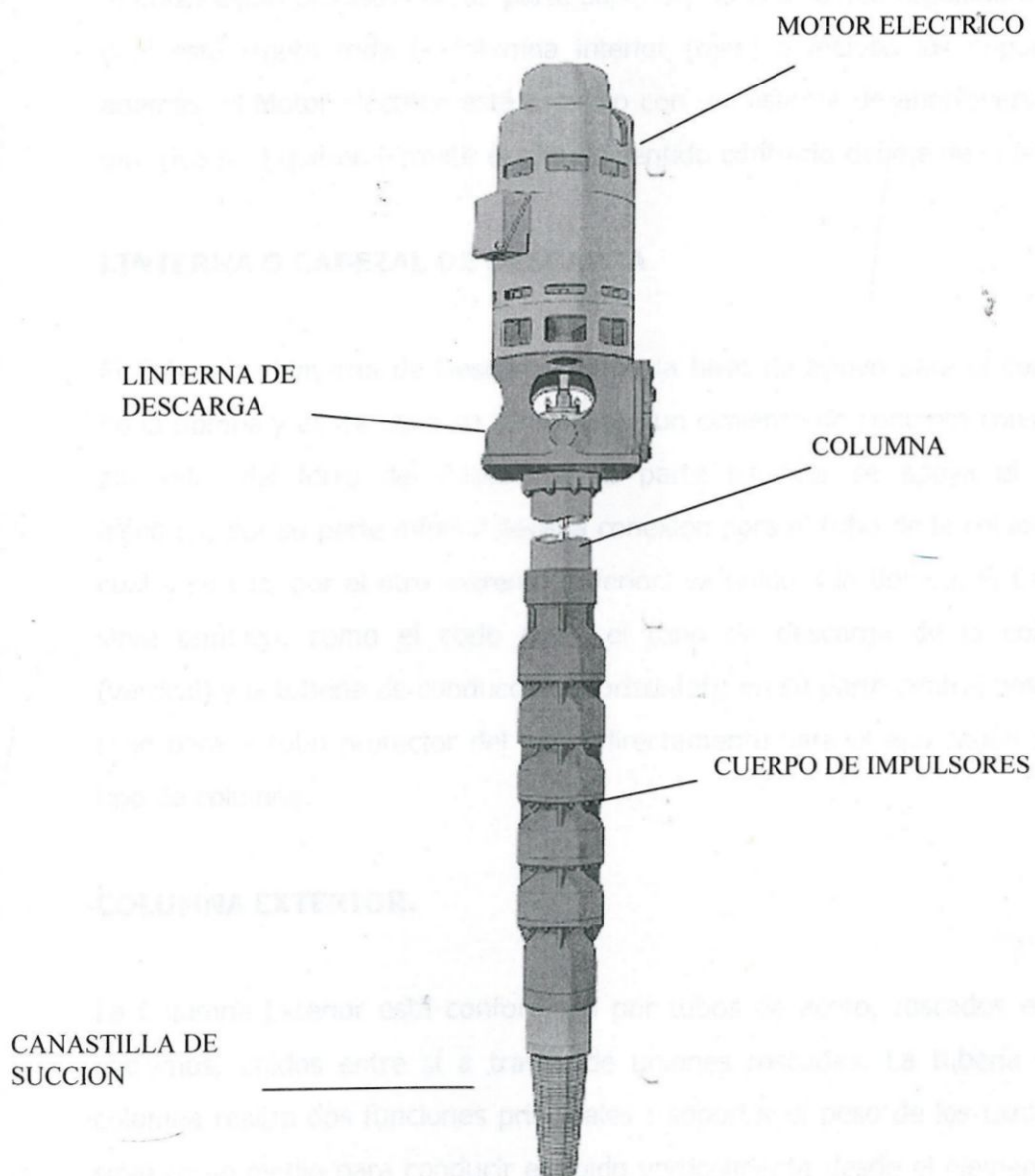


Figura N° 4

MOTOR .-

Es el elemento que suministra la energía para que el agua del subsuelo salga a la superficie. Con los avances actuales, generalmente en la extracción del agua de los Pozos profundos, se utiliza el **MOTOR ELÉCTRICO VERTICAL DE EJE HUECO**, cuya parte central es hueca, con el fin de recibir al eje superior de la bomba, para transmitir la potencia hacia los impulsores. Estos Motores están provistos en su parte superior, de una tuerca reguladora, en la cual está sujeta toda la columna interior (ejes) e incluso los impulsores; además, el Motor eléctrico está provisto con un sistema de antirreversión de giro (Rachet) que no permite el giro en sentido contrario del eje de la bomba.

LINTERNA O CABEZAL DE DESCARGA

El Cabezal o Linterna de Descarga forma la base de apoyo para el conjunto de la Bomba y descansa a su turno sobre un cimiento de concreto construido alrededor del forro del Pozo. Por su parte superior se apoya el Motor eléctrico; por su parte inferior lleva la conexión para el tubo de la columna, el cual a su vez, por el otro extremo (inferior) va unido a la Bomba. El Cabezal sirve también, como el codo entre el tubo de descarga de la columna (vertical) y la tubería de conducción (horizontal); en su parte central posee un sello para el tubo protector del eje o directamente para el eje, según sea el tipo de columna.

COLUMNA EXTERIOR.

La Columna Exterior está conformada por tubos de acero, roscados en sus extremos, unidos entre sí a través de uniones roscadas. La tubería de la columna realiza dos funciones principales : soportar el peso de los tazones y sirve como medio para conducir el fluido verticalmente desde el elemento de Bombeo al Cabezal de Descarga. La longitud de la columna puede ser variada para acomodarla a cualquier distancia requerida entre el conjunto de tazones y el cabezal, de acuerdo a las necesidades.

COLUMNA INTERIOR.

La Columna Interior está conformada de acuerdo al tipo de lubricación de la misma: Columna de Ejes lubricados por Aceite, en cuyo caso está compuesta por fundas y ejes; y Columna de ejes lubricados por Agua, compuesta sólo por ejes. En ambos casos, los ejes están unidos entre sí por medio de coples roscados y tienen como objetivo principal, transmitir la potencia desde el Motor al cuerpo de impulsores. Las fundas vienen a ser tuberías de diámetros reducidos, unidas entre sí por bocinas roscadas, y cuya función principal es proteger a los ejes cuando éstos se encuentran en contacto con el agua.

CUERPO DE IMPULSORES.-

El cuerpo de Impulsores está conformado básicamente de Impulsores, Tazones y Eje de Bomba. La unidad e bombeo en su forma elemental, está constituida por lo que se llama un "tazón", dentro del cual se encuentra el impulsor (cerrado o semiabierto) y los conductos directrices que conectan la descarga de un impulsor con la succión del siguiente (tazón superior siguiente). EL IMPULSOR o impelente, es el corazón de la bomba, hace girar la masa del líquido con la velocidad periférica de las extremidades de los alabes, determinando así la altura de elevación producida a la presión de trabajo de la Bomba. En Bombas Turbinas de Ejes Vertical, se emplean dos tipos de Impulsores: semiabiertos y cerrados.

- 5.2.1. El agua ingresa a la Bomba a través de la canastilla y del tubo de succión y pasa entre las aletas de fijación del cojinete inferior las cuales aseguran que el agua entre en el "ojo" del primer impulsor (primer tazón) con velocidad axial. A la salida del impulsor, el agua lleva componente axial, radial y tangencial de velocidad. Para mayor eficiencia del funcionamiento de la Bomba, el agua al entrar al ojo de succión del siguiente impulsor, debe llevar una velocidad totalmente axial; esto se logra para un sólo caudal (el de diseño) colocando en el tazón alas directrices en forma de espiral (difusores), que empiezan tangencialmente en la salida del impulsor y terminan

axialmente entregando el líquido en la succión del siguiente impulsor. Después del último tazón, el líquido entra por el tazón o cono de descarga a la columna y finalmente a la conducción.

Un Impulsor semiabierto es aquel que tiene una cubierta o pared trasera del mismo, compuesto por alabes localizados en la parte posterior de la cubierta del impulsor. Su función es reducir la presión en el cubo posterior del impulsor y evitar que el líquido que se bombea se acumule detrás del impulsor. Este tipo de impulsor tiene la desventaja de trabajar con claros muy reducidos.

Los Impulsores cerrados, tienen cubierta en ambos lados de los alabes, inferior y posterior y tienen la ventaja de trabajar con claros mayores entre ellos y la carcasa (tazones), ya que en realidad el líquido va canalizando entre las capas integrales con las aspas que cubren ambos lados del impulsor.

TUBERÍA DE SUCCIÓN Y CANASTILLA.

La Canastilla o coladera cumple la función de filtro que no permite el ingreso de sólidos de tamaños considerables a los impulsores; el tubo de succión, es una tubería que va roscada al tazón de succión del cuerpo de impulsores y cuya función principal es orientar el flujo hacia los impulsores para que el líquido llegue en condiciones laminares.

5.2.1. Bomba Turbina Vertical de Ejes Lubricados por Agua.

Estas Bombas se caracterizan por que el Eje de la Columna está en contacto directo con el fluido (agua); la columna lubricada por agua está desprovista de la funda protectora del eje y éste se encuentra expuesto permanentemente en contacto con el agua bombeada.

Para centrar el eje, se emplean cojinetes de goma colocados entre cada tramo de tubería exterior, los cuales se lubrican con el mismo líquido

bombeado. Como quiera que debe esperarse en todos los casos de bombeo la presencia de arena en el agua, para disminuir el desgaste, en los lugares del eje donde van los cojinetes, se aplica un manguito de acero inoxidable muy duro (Acero AISI 316), o un ametalado del mismo material.

El hecho de que en la bomba lubricada por agua, el mismo líquido bombeado realice la tarea de lubricar los apoyos del eje de una manera sencilla y automática mientras haya agua, trae como consecuencia algunos peligros que deben tenerse en cuenta. Si por alguna razón, la columna queda sin agua, todos los cojinetes quedan sin lubricación y se destruyen. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que cuando se va a accionar la bomba, todos los cojinetes por encima del nivel estático del agua se encuentran secos, y si se opera la bomba en éstas condiciones, los cojinetes se deterioran.

Para remediar ésta dificultad, basta disponer de un tanque de agua, y un sistema de cañerías conectadas a la bomba, con una llave de solenoide que accione la apertura minutos antes de entrar en funcionamiento el Motor Eléctrico, para que el agua ingrese a lubricar hasta el último cojinete.

Vale la pena recalcar sobre el hecho de que la bomba siempre es lubricada por el líquido que se bombea y que la expresión "lubricada por agua" se refiere únicamente a la columna.

5.2.2. Bomba Turbina Vertical de Ejes Lubricados por Aceite.-

La columna lubricada por aceite, lleva en el centro del tubo de descarga una cubierta que proteja al eje (funda), desde el cabezal de descarga hasta su unión inferior con el cuerpo de impulsores. Estas fundas se fabrican en longitudes de 5 pies, mientras que el eje viene en tramos de 10 pies, que se unen mediante coples roscados. Para estabilizar y centrar el tubo protector del eje dentro de la columna, se utilizan unos anillo (arañas) con patas distribuidas a 120° revestidas con goma, que se apoyan en la pared interior de la columna, mientras que a través del anillo pasa el tubo cubre eje (funda).

La Columna lubricada por aceite, tiene como característica relevante la siguiente: el líquido bombeado no entra en ninguna parte en contacto con el eje de transmisión, previniéndose de ésta forma el desgaste que ocurriría si el agua bombeada lleva arena en suspensión y entra en contacto con el eje.

5.2.3.- Electrobombas Sumergibles.-

La Electrobomba Sumergible está compuesta por una Bomba Centrífuga acoplada en forma ajustada a un Motor que puede funcionar sumergido en el agua. El Motor se haya situado por debajo de la toma de la bomba y cuya alimentación eléctrica se produce a través de cables especiales para trabajar sumergidos en el agua, instalado desde el tablero eléctrico de control situado al exterior de la superficie, hasta el motor sumergido.

Este tipo de bomba es apta para ser instalada para grandes profundidades de inmersión y puede sobrevenir grandes alturas de elevación sin dificultad; también son preferidas para ser instaladas en pozos cuya verticalidad no es aceptable.

La sumergencia mínima debe ser de 3 a 4 metros, ya que la bomba sumergible, en la mayoría de los casos, está constituida de forma semiaxial y con el fin de lograr un tipo de construcción delgado, porque se tiene que dirigir por las condiciones típicas de los agujeros de perforación. El accionamiento conectado directamente con la bomba es normalmente con inducción en corto circuito, también llamado motor asíncrono.

CAPITULO VI

CALCULO Y EQUIPAMIENTO DE UN POZO PROFUNDO

6.1.-CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO.-

La selección de un Equipo de Bombeo para Pozo Profundo, es una operación que implica dos procesos: el primero, se debe llegar a la decisión del tipo de bomba a utilizar (Bomba Turbina Vertical de Ejes Lubricados por Agua, de Ejes lubricados por Aceite o electrobombas Sumergible); y el segundo, definir la unidad particular de bomba, tamaño, número de tazones, potencia, velocidad, eficiencia, etc.

A continuación señalaremos las indicaciones más relevantes en el proceso de selección de una Bomba:

6.1.1. Velocidad de Operación .-

Teóricamente la velocidad de operación es arbitraria y las leyes de similitud son una herramienta eficaz en la solución de cualquier problema; no obstante, en la práctica, las velocidades de operación están restringidas a un número finito de posibilidades. Por ejemplo, si se utiliza un motor eléctrico, estamos forzados a elegir velocidades prefijadas por el mismo Motor; para el caso de un Motor sincrónico, la velocidad depende del ciclaje, de la corriente y del número de polos del Motor, así :

$$N = \frac{60 f}{p}$$

siendo : N : Velocidad del motor en RPM.

f : Frecuencia de la corriente.

p : Número de pares de polos del motor.

Si el Motor es del tipo asincrónico, las velocidades correspondientes varían con relación al sincrónico en un pequeño porcentaje.

N° Polos	Velocidad Sincrona (RPM)	Velocidad Asíncrona (RPM)
2	3600	3500
4	1800	1740-1760
6	1200	1100
8	900	890

6.1.2. Eficiencia de la Bomba.-

Al seleccionar un Equipo de Bombeo, se debe tener en cuenta que el punto de operación de la misma, debe quedar localizado en la zona de máxima eficiencia de la Curva de la Bomba, y mejor aún, hacia la derecha del punto óptimo de diseño, como se muestra en la figura (a), con el fin de aprovechar la circunstancia, de que con el tiempo la Curva del Sistema se desplaza en el sentido 1 - 2, por incremento de la fricción en la tubería con el tiempo; en ésta forma se contrarresta el aumento de pérdidas en la tubería con el mejoramiento de la eficiencia en la bomba.

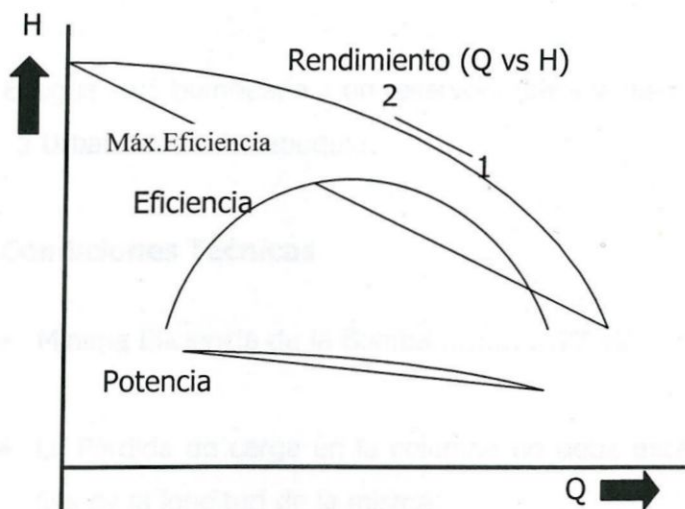


Figura N° 5

6.1.3. Materiales de Fabricación.-

En cuanto al material de fabricación de la Bomba, su conveniencia o necesidad de elección depende del líquido que se va a bombear y de las características físico químicas del mismo.

6.2.- EQUIPAMIENTO DE UN POZO PROFUNDO.

6.2.1. Condiciones de Operación del Pozo N° 730, "Asnapuquio P9",

ubicado en la Urbanización Asnapuquio Comas.

Líquido a Bombear.....	Agua Limpia.
Caudal requerido.....	35 LPS.
Altura Dinámica Total.....	95 m.
Tipo de Bomba.....	BTV de ejes lubricados por agua.
Diámetro del Pozo.....	18"
Largo de Columna (sobre impulsores).....	80 m.
Tensión de trabajo.....	220 V.
Velocidad de Operación.....	1800 RPM.

El agua será bombeada a un reservorio para la distribución en la red a La Urbanización Asnapuquio.

6.2.2. Condiciones Técnicas

- Mínima Eficiencia de la Bomba.....77 %
- La Pérdida de carga en la columna no debe exceder del orden del 5% de la longitud de la misma.
- La velocidad de flujo del agua en la columna no será menor a 1.2 m/s.

6.2.3. Constitución y Características del Equipamiento.

Linterna o Cabezal de Descarga.

- Sirve como base del Motor, de soporte de la columna y de la Bomba sobre el nivel de descarga y tiene incorporado un codo de descarga con sus respectivas bridas.
- La superficie inferior y superior deben ser maquinadas y con acabados lisos perfectamente paralelos. La base inferior llevará una empaquetadura y junta, para una placa de asiento que puede ser cimentada y empernada a la base de concreto.
- Debe poseer bridas en la succión y en la descarga.
- La Caja Estopera tendrá un conjunto de regulación y ajuste; debe incluir un sistema de engrase de ajuste manual y una estructura integral que asegure su propia lubricación; además, una bocina de bronce ranurada larga, con el doble fin de buje estrangulador y cojinete del eje.

Columna Exterior.

- Constituida de tubos sin costura Schedule 40 ASTM A 53, de 10 pies de longitud, incluido el retenedor portacojinete.
- Los tubos serán roscados en ambos extremos con no menos de 8 hilos/pulgada y sus caras transversales paralelas, para asegurar un alineamiento perfecto y ajuste correcto.
- Los tubos se conectarán con uniones roscadas de tubo sin costura Schedule 80, lo suficientemente largos para permitir el alojamiento,

entre tramos, del retenedor portacojinete y el roscado de por lo menos 2" de tubo de la columna.

Columna Interior.

- Constituida por ejes de Acero AISI 1045, de 10 pies de longitud.
- Los Ejes serán roscados en los extremos, para ser unidos unos a otros con coples roscados, del mismo material.
- Tendrán una camiseta o ametalado de Acero AISI 316, en la parte en la que rota el eje sobre el cojinete de la columna.
- El diámetro del Eje será tal, que la elongación máxima durante el trabajo permita un rango de regulación de los impulsores.

Cuerpo de Impulsores.

- Los tazones serán de fierro fundido gris A 48 CL-30, u otro material similar o superior.
- El tazón de succión y los intermedios, deberán permitir incluir un anillo de desgaste, el cual podrá ser restituido, para recuperar la eficiencia de la bomba.
- Los impulsores serán de bronce u otro material, que ofrezcan mayor resistencia al desgaste.
- Los Impulsores serán balanceados estáticamente.
- El Eje de la Bomba será de Acero Inoxidable ASTM a276 tipo 410 ó 416.

Tubería de Succión y Canastilla.

- La tubería de succión será de tubo Schedule 40, sin costura, de 10 pies de longitud, roscada en sus extremos.
- La canastilla deberá ser troncocónica, con un área de ingreso igual a cuatro veces el área del tubo de succión, construida de acero ASTM A53.}

Motor Eléctrico Vertical de Eje Hueco.

- El Motor Eléctrico deberá cumplir con las Normas y prescripciones recomendadas VDE, IRAN, IEC, NEMA, DIN.
- Estará fabricado a construcción completamente cerrada, con ventilación exterior a prueba de polvo, con aislamiento Clase F.
- La tensión standard será de 220/440 Voltios, con un factor de servicio (f.s.) de 1.15 de la potencia nominal del Motor, expresado en HP, y girando a una velocidad de 1800 RPM.
- El Motor deberá contar con una caja de bornes, con un borne para la conexión del conductor de protección o un borne adicional en la carcasa para la puesta a tierra.
- El Motor deberá estar dotado de cojinetes convenientemente diseñados para ser sometidos a cargas radiales y axiales, y que par condiciones normales de trabajo tengan una vida útil promedio no menor de 25000 horas o tres años de operación continua, lubricados por aceite.
- El Motor deberá contar con un mecanismo de contramarcha tipo ratchet.

Tablero Eléctrico de Arranque, Parada y Protección.

Para arranque y parada de Motores Asíncronos, con arrancador en estado Sólido.

El arrancador estático debe poder regularse de 2 a 5 veces la corriente nominal del Motor y un par de arranque variable de 0,15 a 1 vez el par nominal.

Debe de contar con los siguientes elementos:

- 01 Interruptor General Termomagnético regulable
- 01 Contactor tripolar con block 2NA+2NC para protección de la bobina contra armónicos creados por el arrancador electrónico. (Contactor de Línea)
- 01 Contactor tripolar con block 2NA+2NC, con block antiparasitario para protección de la bobina contra armónicos creados por el arrancador electrónico. (Contactor de By Pass)
- 03 Fusibles tipo NH para el Circuito de Fuerza
- 06 Fusibles tipo DZ para el circuito de mando y medición.
- 01 Controlador de nivel para Pozo y Reservorio
- 01 Relé electrónico de mínima y máxima tensión.
- 01 Relé de secuencia y pérdida de fase.
- 01 Selector manual-cero-automático.
- 02 Botoneras de arranque y parada.
- 02 Lámparas de Señalización
- 01 Analizador de Redes con sus respectivos transformadores de corriente.
- 01 Arrancador en Estado Sólido.

ACCESORIOS HIDRÁULICOS

MANOMETROS:

- CLASE : A (Rango de precisión $\pm 2\%$)
- Rango de Trabajo : El rango de trabajo será igual a la presión de trabajo de la bomba a válvula cerrada (caudal cero), más un 15 % de la misma.
- LECTURA : Doble, en Kg/cm² y PSI.
- Diámetro de dial : 75 mm.
- CONEXIÓN : Roscada 1/4" diámetro.

VÁLVULA DE AIRE :

- Del tipo de combinación (de aire y vacío).
- La presión de trabajo deberá ser igual a la máxima presión de descarga de la bomba a válvula cerrada.
- El volumen de evacuación del aire deberá ser igual al máximo caudal de bombeo previsto por la bomba.
- El sistema de flotación deberá estar protegido contra falsos cierres ocasionados por la velocidad de flujo del aire a alta presión.
- La válvula deberá permitir la evacuación del aire, tanto en la puesta en funcionamiento del equipo y durante todo el proceso de

bombeo, permitiendo también el ingreso del aire cuando se paralice el equipo de bombeo.

- El cuerpo de la válvula será de Fo. Fd. y el flotador de acero inoxidable.

UNIÓN FLEXIBLE TIPO DRESSER.

- Construida de acero forjado, diseñado para soportar los esfuerzos hidráulicos producidos que tienden a desplazar o modificar las condiciones en el fijado de las tuberías y cuya clase deberá corresponder a los valores máximos de bombeo.
- Serán instaladas entre tuberías de Acero Schedule 40.
- El sello hidráulico de la unión debe ser flexible, hermético e inatacable por el líquido a bombear.

VÁLVULA DE MARIPOSA.

- Sirve para regular las condiciones operativas del Equipo de Bombeo, de acuerdo a los parámetros de explotación del Pozo, consiguiéndose fijar las condiciones previstas según el diseño de la fuente.
- La Válvula debe estar provista de un actuador manual tipo palanca.
- Los extremos de la Válvula serán bridados, para conexión a bridas standard.
- El cuerpo de la Válvula será de Fo. Fd. y el Disco de acero inoxidable.

VÁLVULA DE RETENCIÓN O CHECK.

- La Válvula debe ser de cierre rápido y silencioso, de baja pérdida de presión.
- Los extremos de la válvula serán bridados, para conexión a bridas standard.
- El material de fabricación será : Cuerpo de Fo. Fd. o acero; disco de acero o bronce.

VÁLVULA DE COMPUERTA.

- De espejo único, tipo cuña, de cierre hermético.
- El cuerpo de la Válvula será de Fo. Fd. o acero, con bridas standard en sus extremos.
- El espejo de la válvula será de espejo único, de material bronce trefilado o acero inoxidable.
- La hermeticidad será con caja estopero.

VÁLVULA DE SOBREPRESION O ALIVIO.

- Sirve para proteger al equipo de Bombeo y a la tubería de impulsión contra sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete, cuando se produzcan inversiones bruscas en la dirección del flujo, para actuar contra incremento de presiones fuera de los límites permisibles, por obstrucciones o cierres no previstos en la línea de impulsión.
- La Válvula de Alivio será del tipo diafragma, con regulador hidráulico.

- Debe ser seleccionada para el máximo caudal de bombeo.
- El rango de regulación del piloto de la Válvula debe estar dado para la presión máxima de la línea de impulsión $\pm 50\%$.

MEDIDOR DE CAUDAL

- Del tipo carrete, con bridas en sus extremos para conexión standard.
- Debe tener indicador de flujo instantáneo y volumétrico acumulable.
- El rango de precisión será $\pm 5\%$.

Accesorios del Sistema de Cloración.

El Sistema de Cloración consiste en la operación al vacío por succión con dispositivo de cambio automático para dosificación de gas cloro sin interrupciones.

El equipo deberá estar diseñado para operar con un mínimo de control y vigilancia.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE CLORACIÓN.

- 01 Electrobomba tipo Booster
- 02 Reguladores de vacío de gas con cambiador automático incorporado
- 01 Flujometro remoto de gas con válvula reguladora de caudal
- 01 Inyector
- 01 Balanza para dos cilindros
- Accesorios para su instalación

ELECTROBOMBA TIPO BOOSTER.

Electrobomba multietapica de accionamiento eléctrico, trifasico, tipo monoblock, accionada directamente; bomba y motor montado sobre una misma base utilizada para la inyección de gas cloro venciendo la presión de la red, cumpliendo las siguientes características:

HP	:	2,5 a 3,5
RPM	:	3600
Volt	:	220/440
Caudal	:	0,8 - 1,4 LPS
Alt. Dinámica Total	:	43 - 57 m
Eficiencia	:	38% (mínimo)

REGULADOR DE VACIO DE GAS:

Deberá ser del tipo para montarse directamente a la válvula del cilindro para Gas cloro, por medio de un yugo hermético y con intercambiador automático incorporado.

Deberá tener un indicador visual practico y seguro, que permita determinar si el suministro de gas cloro se ha interrumpido o el cilindro se encuentra vacío.

FLUJOMETRO:

Deberá tener un indicador de nivel practico y seguro calibrado en lbs/día, ajustable mediante válvula de control de flujo.

La capacidad de dosificación será de 0 - 25 lbs/día.

INYECTOR:

El inyector deberá reunir los siguientes requisitos:

- Válvula de retención tipo diafragma que cerrara herméticamente cuando ocurra pérdida de vacío, a fin de evitar el ingreso de agua al clorador en el caso de interrupción del agua de alimentación.
- Adaptable a instalación de un soporte para mayor seguridad.
- Diseñado para trabajar a una presión de hasta 200 PSI.

BALANZA PARA DOS CILINDROS:

Balanza para dos cilindros para la determinación del peso del cloro en cilindros de gas (150 lbs.).

La base será hecha de material resistente al impacto y a la corrosión, con dos plataformas para lectura individual de 02 cilindros de gas; La base soportara una columna de acero que posee una barra cruzada con cadenas para asegurar los cilindros.

Doble panel de lectura en libras. La lectura de la balanza es directa, continua e independiente midiendo el contenido neto remanente de los cilindros, con lecturas de hasta 0,5 libras.

Con alarma en cada plataforma para detectar bajo contenido de cloro.

Con Señal de salida de 4-20 mA.

MATERIALES DE CONSTRUCCION:

Todos los materiales empleados, tanto en el clorador, flujometro, inyector y sus componentes serán resistentes a la corrosión por Gas Cloro.

Serán de diseño robusto y confiable, que garanticen su vida útil evitando deformaciones y roturas.

Accesorios del Sistema de Prelubricación.-

Es un sistema completo de pre-lubricación que asegura un adecuado suministro de agua limpia a las bocinas de la columna de ejes, para su lubricación unos minutos antes que entre en operación la bomba.

El Sistema debe asegurar que :

- El motor eléctrico vertical no pueda arrancar antes que todos los cojinetes se hayan humedecido, y se detenga, si el suministro de agua lubricante falla en el transcurso del funcionamiento.
- El agua lubricante se filtre, para prevenir el ingreso de partículas suspendidas a los cojinetes.

El sistema de prelubricación está compuesto de :

- 01 Tanque de 0.5 m³ capacidad para agua de fibra de vidrio o eternit.
- 01 Válvula solenoide 220 Volt. 60 Hz. de 3/4" para agua.
- 02 Válvulas compuerta de bronce de 3/4"
- 01 Válvula check tipo swing 3/4" de bronce
- 01 Válvula flotador 3/4" para el tanque de agua
- 02 Uniones universales 3/4" fierro galvanizado
- 01 Filtro "Y" para agua 3/4"

6.3.- SELECCIÓN DEL EQUIPAMIENTO.-

6.3.1. Determinación de la Marca y Tipo de la Bomba.-

De Acuerdo a las condiciones requeridas, dentro del mercado de equipos de bombeo, tenemos las siguientes marcas:

- BYRON JACKSON - HIDROSTAL
- PEERLESS PUMP
- JHONSTON PUMP
- GOULDS PUMP
- DEMING PUMP
- WORTINGTHON.

De las marcas arriba mencionadas, cabe señalar que no son las únicas, optamos por Bombas **BYRON JACKSON**, debido a su stock de repuestos y representación a nivel Nacional de la Compañía Hidrostral S.A. Cabe indicar que para las condiciones requeridas, las otras marcas son competitivas, pudiendo cualquiera de ellas satisfacer lo requerido; entonces seleccionamos el siguiente Equipo :

Equipo de Bombeo de Turbina Vertical de Ejes Lubricados por Agua, marca Byron Jackson.

6.3.2. Determinación del Modelo y Características de la Bomba.-

Para determinar el modelo de la Bomba se debe tener en cuenta los siguientes parámetros :

Q.....35 LPS
HDT.....95 mts.
Eficiencia..... mínimo 77%

De acuerdo a las condiciones solicitadas, encontramos dentro de los modelos de la Bomba Byron Jackson de impulsores semiabiertos, el modelo 10 GM (Ver Anexo N° 01) de donde obtenemos los siguientes datos:

MARCA DE BOMBA.....HIDROSTAL
MODELO..... 10 GM
TIPO DE IMPULSOR.....Semiabierto
EFICIENCIA..... 80%
Altura/Impulsor..... 12.3 m/etapa.
Hpconsumo por impulsor.....7.4 HP/Impulsor.

CALCULO DEL NUMERO DE IMPULSORES

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ de Impulsores} &= \frac{\text{HDT}}{\text{Altura/Impulsor}} \\ &= \frac{95}{12.3} = 7.72 \end{aligned}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Impulsores} = 8 \text{ Impulsores.}$$

BOMBA SELECCIONADA :

BYRON JACKSON MODELO 10 GM-8 ETAPAS

$$\begin{aligned} \text{HP consumo} &= \text{N}^\circ \text{ Etapas} \times \text{HP/impulsor} \\ &= 8 \times 7.4 \\ &= 59.2 \text{ HP} \end{aligned}$$

6.3.3. CALCULO DE LA COLUMNA EXTERIOR E INTERIOR.-

Longitud de la Columna.

De acuerdo a lo especificado en las Condiciones Técnicas (Item 6.2), la longitud de la columna sobre impulsores es de 80.00 m.; conociendo que cada tramo de la tubería estándar mide 10 pies (3.048m), entonces, la longitud de la columna expresada en tramos de la misma es :

$$\begin{aligned} \text{Longitud de Columna} &= 80.00/3.048 = 26.2 \\ &= 26 \text{ Tramos} \end{aligned}$$

Cálculo del Eje de la Columna.

Del Anexo N° 02 (Tabla de Selección de Ejes para Bombas Turbinas Verticales), se observa que para un Eje de diámetro 1 3/16", girando a una velocidad de 1760 RPM, resiste como mínimo 66.7 HP para un empuje hidráulico de 20,000 Lbs, lo cual lo compararemos luego de realizar los cálculos de empuje; de la misma tabla obtenemos los siguientes datos:

Peso por pie..... 3.76 Lbs/pie
 Pérdida por fricción.....0.72 HP por cada 100 pies.

El empuje axial o hidráulico producido en la columna se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E_H = (K \times HDT) + W_{eje}.$$

Donde :

K = Factor de empuje a llave cerrada de la Bomba. Del Anexo N° 01, K = 9.9

HDT = Altura dinámica Total expresada en pies.
 Equivale a 95 m. = 289.56 pies.

Weje = Peso Total del Eje expresado en libras.
 = Weje/pie x Long. Columna
 = 3.76 Lbs/pie x 244 pies.
 = 917.44 Lbs.

Luego, el empuje hidráulico será

$$\begin{aligned} E_H &= (9.9 \times 289.56) + 917.44 \\ &= 3784.08 \text{ Lbs.} \end{aligned}$$

Comprobando en el Anexo N° 02, para una capacidad de 5000 Lbs de empuje, el eje de $\varnothing 1 \frac{3}{16}$ ", soporta hasta 96.2 HP, que es mayor a los 66.6 HP requeridos por la Bomba.

La elongación del Eje, lo podemos determinar del Anexo N° 03, donde tenemos que para eje de $\varnothing 1 \frac{3}{16}$ " y empuje hidráulico de 3784.08 Lbs, presenta una elongación de 0.141" por cada 100 pies de longitud del eje. La elongación total será:

$$\begin{aligned} \text{Elong. Total} &= \frac{0.141 \times \text{Long. Columna}}{100} \\ &= \frac{0.141 \times 244}{100} \\ &= 0.34" \end{aligned}$$

Que se debe comparar contra los $\frac{9}{16}$ " (0.5625") del Anexo N° 04 que representa la Luz terminal o juego de la Bomba Byron Jackson 10 GM. Siempre se debe tener una elongación del eje menor que la luz terminal axial, para permitir el giro libre de la bomba, una vez que ésta entra en funcionamiento.

Cálculo del Diámetro de la Columna Exterior.

Para la selección del diámetro de la Columna exterior, debemos de tener en cuenta dos condiciones:

Pérdida por fricción.....Menor al 5% de la longitud de la columna.

Velocidad del Fluido..... Mayor a 1.2 m/seg.

Del Anexo N° 05 para un Caudal de 35 LPS (555GPM), seleccionamos una tubería de $\varnothing 6$ ", que tiene una pérdida de carga de 4.5 pies por cada 100 pies de longitud.

Del Anexo N° 05 para una tubería de 6 " \varnothing y bombeando 35 LPS, la velocidad de flujo es de 6.25 pies/seg (1.9 m/seg)

Luego la columna queda determinada de la siguiente manera:

26 Tramos de Tubería de 6 " \varnothing X $1 \frac{3}{16}$ ".

6.3.4. Selección del Motor Eléctrico.-

Calculamos la Potencia requerida por la Bomba :

$$H_{Prequerida} = H_{Pconsumo} + H_{Ppérdidas \text{ en el eje}}$$

donde :

$$H_{Pconsumo} = \text{Potencia requerida por la Bomba, que es igual a 59.2 HP (Item 6.3.2)}$$

$$H_{Ppérdidas \text{ en eje}} = \text{Potencia perdida por la fricción del eje que equivale a 0.72 HP por cada 100 pies de columna (Item 6.3.3).}$$

Como la longitud de la columna es de 260 pies, la pérdida de potencia en el eje será igual a : $260 \times 0.72 / 100$.

$$= 1.95 \text{ HP}$$

$$H_{Prequerido} = 59.2 + 1.95 = 61 \text{ HP}$$

Seleccionamos del anexo N° 06 un Motor Eléctrico Vertical de Eje Hueco, marca Delcrosa, de ventilación totalmente cerrada, de las siguientes características:

MARCA.....DELCROSA
POTENCIA.....75 HP
TIPO.....R 225 L4
VELOCIDAD.....1760 RPM
VOLTAJE..... 220/440 V.
AMPERAJE..... 184/368
EFICIENCIA.....92.0
PESO APROX..... 530 Kgs.

6.3.5. Selección de la Linterna de Descarga.

Del Anexo N° 07, dentro de la fabricación de Linternas Byron Jackson, y de acuerdo al diámetro de la columna exterior del equipo, seleccionamos una linterna GS - 6 x 16 1/2".

6.3.6. Selección de los Accesorios Hidráulicos del Arbol de Descarga

Para un caudal de 35 LPS, teniendo en consideración las pérdidas en la tubería, el árbol de descarga estará conformado de las siguientes dimensiones :

- Línea Principal6 " Ø
- Línea de Purga.....3 " Ø
- Línea de Alivio..... 3" Ø

Para la Selección de los Accesorios Hidráulicos se tendrán en cuenta las Características y Especificaciones Técnicas emitidas en el numeral 6.2.3.

MANOMETROS

MARCA.....MACROVER.
RANGO..... 0 - 200 PSI
DIÁMETRO DEL DIAL.....4"
CONEXIÓN..... Roscada.....

VÁLVULA DE AIRE

Seleccionamos una Válvula de Aire de combinación, marca Apco, Modelo 200 (Ver catálogo de Válvula de Aire de Cuerpo combinado standard simple), que cumple con las Especificaciones Técnicas

requeridas. Esta Válvula será instalada inmediatamente después de la descarga de la Bomba, para permitir la salida o admisión al sistema de grandes volúmenes de aire. Las características de ésta Válvula son :

MARCA.....APCO
TIPO.....Combinada, de cuerpo combinado
standard simple.
MODELO..... 200
DIÁMETRO..... 2"

UNIÓN FLEXIBLE

Se usaran uniones flexibles tipo Dresser, en la Línea Principal (6"), en la línea de Purga (4"), y en la línea de Alivio (3"). Todas las uniones serán construida de acero forjado.

VÁLVULA DE MARIPOSA

MARCA.....APCO
TIPO.....STANDAR
SERIE.....9000

VÁLVULA DE RETENCIÓN (CHECK)

Seleccionamos una Válvula Check de 8" Ø, marca Bermad, Serie 700, Modelo 760-03 "Válvula Hidráulica de Control de Doble Cámara", que ofrece baja pérdida de carga, velocidad de cierre regulable (rápida o lenta), y que permite ser utilizada como otro tipo de válvula con sólo agregar un piloto de control adecuado para cada servicio. Las características de la Válvula son :

MARCA.....BERMAD.
SERIE.....700
MODELO.....760-03

DIAMETRO.....6"
CLASE.....150
CONEXIÓN.....BRIDADA.

VÁLVULA DE COMPUERTA.

Las Válvulas de Compuerta serán de marca Fumosa, bridadas de espejo único tipo cuña, Clase 150, para la línea principal de 6", en la línea de Purga de 4", y en la Línea de Alivio de 3". Las características de la válvula son:

MARCA.....FUMOSA
TIPO.....ESPEJO ÚNICO
CLASE.....150
CONEXIÓN.....BRIDADA

VÁLVULA DE ALIVIO

Seleccionamos una Válvula de Alivio Marca Bermad, serie 400 RAM, Modelo 430-q, de 3" Ø, bridada, de las siguientes características:

MARCA.....BERMAD
SERIE.....400 RAM
MODELO..... 430-Q
DIÁMETRO..... 3"

MEDIDOR DE CAUDAL

MARCA.....MC CROMETER
TIPO.....CARRETE BRIDADO
DIAMETRO.....6".

EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE CLORINACION

ELECTROBOMBA BOOSTER

MARCA.....	HIDROSTAL
MODELO.....	2B1 x 1 ½ - 3.4 T
POTENCIA.....	3.4 HP
VOLTAJE.....	220/440 V
Nº FASES.....	TRIFASICA
CAUDAL.....	1.2 LPS
PRESIÓN DESCARGA.....	48 m.

Sistema de Cloración con Intercambiador automático Marca Fisher And Porter, compuesto de :

- 01 Clorador.
- 01 Inyector.
- 01 Fluómetro con capacidad de 0 - 25 Lbs/día.
- 02 Balones de Gas Cloro de 68 Kgs.
- Accesorios. manguera, manómetro, niples, etc.

EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE PRE-LUBRICACION

Es un sistema completo de pre-lubricación que asegure un adecuado suministro de agua limpia a las bocinas de la columna de ejes, para su lubricación unos minutos antes que entre en operación la bomba.

El Sistema debe asegurar que:

- El motor eléctrico vertical no pueda arrancar antes que todos los cojinetes se hayan humedecido, y se detenga, si el suministro de agua lubricante falla en el transcurso del funcionamiento.
- El agua lubricante se filtre, para prevenir el ingreso de partículas suspendidas a los cojinetes.

El sistema de prelubricación está compuesto de:

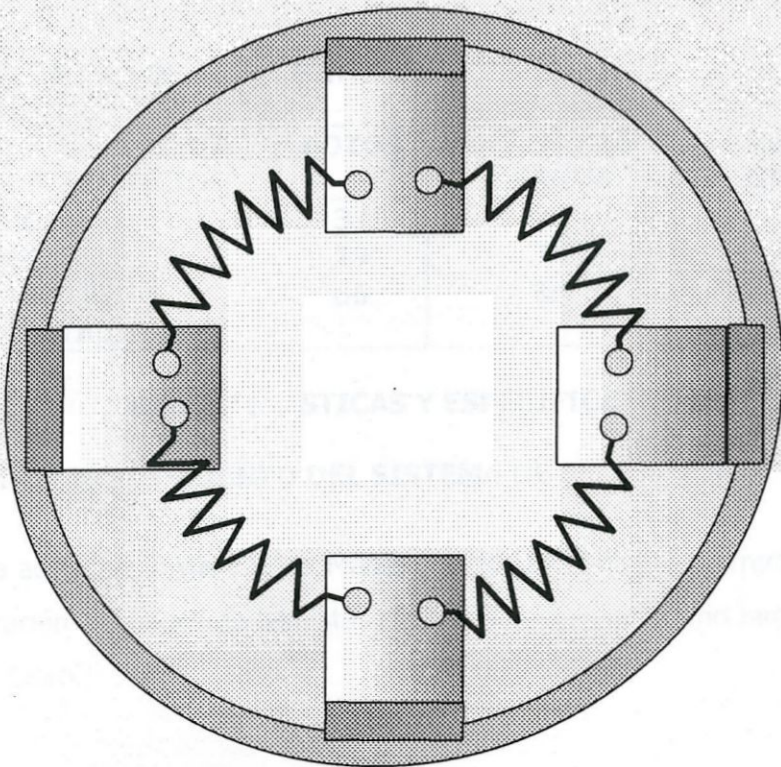
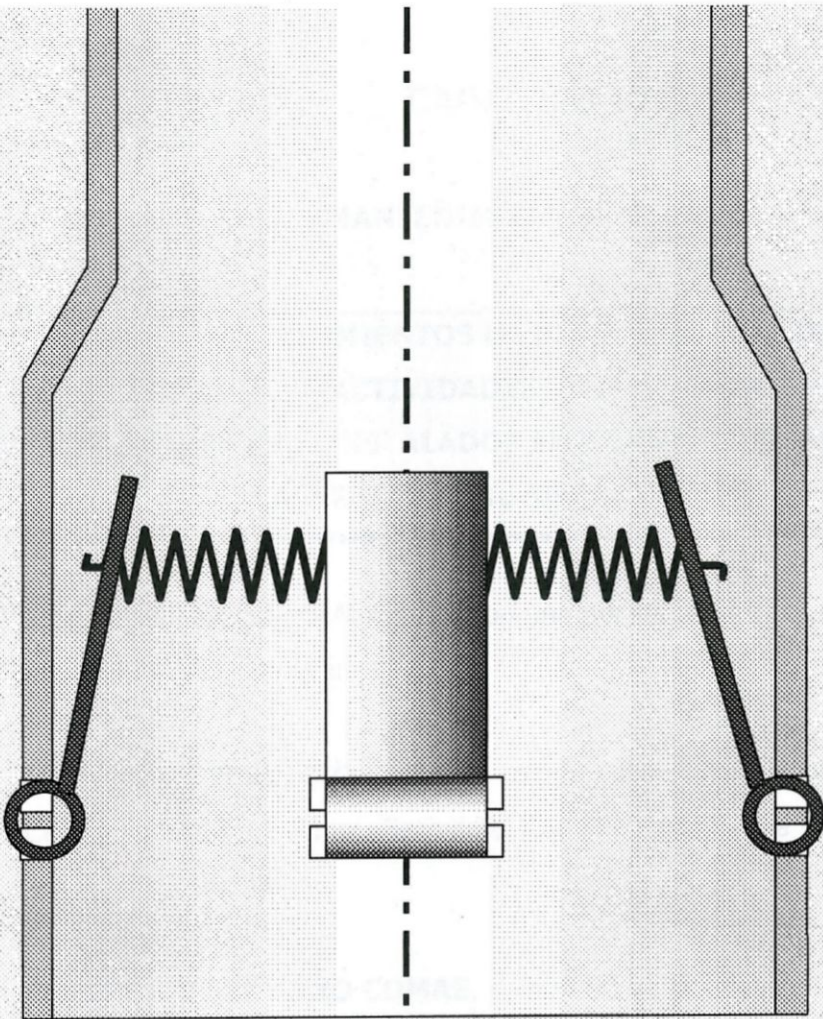
- 01 Tanque de 0.5 m³ capacidad para agua de fibra de vidrio o eternit.
- 01 Válvula solenoide 220 Volt. 60 Hz. de 3/4" para agua.
- 02 Válvulas compuerta de bronce de 3/4"
- 01 Válvula check tipo swing 3/4" de bronce
- Válvula flotador 3/4" para el tanque de agua
- 02 Uniones universales 3/4" fierro galvanizado
- 01 Filtro "Y" para agua 3/4"

6.4.- APORTE A LA EMPRESA SEDAPAL

Se ideó la forma de recuperación de las Bombas de Turbina de Ejes Verticales que son montadas en los pozos de agua, a fin de que sean recuperadas en casos de desprendimiento de las columnas cuando los equipos colapsan o cuando se estén desmontando para un mantenimiento, de esta manera no se da por perdido el Equipo instalado, y se está contribuyendo a que los costos de no calidad se reduzcan en la empresa sirviendo esto de mucho en la economía empresarial, la herramienta utilizada es la elaboración de un pescante el cual es introducido en el pozo provisto de una guía que permitirá la captura del equipo.

Por otro lado dicho aporte será de mucho valor y utilización para SEDAPAL S.A, ya que con ello se podrán recuperar algunos equipos que se hayan perdido recientemente ya que se consideraban perdidos para la empresa y no recuperables, por estar en el fondo de los pozos de agua.

Pescante de Bomba



CAPITULO VII

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

" MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE PRESTACION DE SERVICIOS PARA LA EJECUCION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO ELECTROMECHANICOS INSTALADOS EN LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE LA GERENCIA DE SERVICIOS NORTE"

Se debe indicar que SEDAPAL cuenta con una norma propia para el mantenimiento de sus equipos electromecánicos.

CENTRO DE SERVICIO CALLAO, comprendiendo los distritos de:

Callao, La Perla, La Punta, Bellavista, Carmen de la Legua y Reynoso, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón

CENTRO DE SERVICIO COMAS, comprendiendo los distritos de:

Carabayllo, Puente Piedra, Comas, Independencia, Los Olivos, San Martín de Porres, Rimac.

NUMERO DE ESTACIONES DE BOMBEO

CENTRO DE SERVICIOS	POZOS	REBOMBEO DEAGUA	BOMBEO DE DESAGUES	TOTAL ESTACIONES
CALLAO	37	14	16	67
COMAS	29	74	0	103
TOTAL ESTACIONES	66	88	16	170

CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

7.1.- MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CLORACION

Esta actividad consiste en el Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos de Cloración instalados en las Estaciones de Bombeo, así como también el Transporte de Gas Cloro.

7.1.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE CLORACION

- Limpieza de polvo, materias extrañas y humedad en el exterior del sistema, con el uso de una compresora portátil.
- Desarmado, limpieza y evaluación del Sistema de Cloración.
- Prueba de funcionamiento en vacío.
- Limpieza y/o cambio de Filtros
- Chequeo y regulación de la dosificación del gas Cloro.
- Limpieza de la Electrobomba sopleteandolo con aire comprimido con una presión no mayor de 80 PSI.
- Prueba de la Electrobomba y medición eléctrica.
- Limpieza, Desarmado y regulación del arrancador electromagnético.
- Elaboración de informes del estado de los componentes.

FRECUENCIA : CADA 04 MESES

7.1.2.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA DE CLORACION

Luego de realizada la evaluación del sistema de cloración, se procederá a efectuar las acciones correctivas que requiriese el sistema para recuperar sus condiciones de funcionamiento, pudiendo ser las siguientes:

- Todas las actividades incluidas en el Mantenimiento Preventivo.
- Reparación de la Electrobomba (Cambio de impulsores, cambio de sello mecánico, cambio de rodamientos, cambio de ventilador, rebobinado, pintado)
- Reparación del Inyector
- Reparación del Clorador
- Reparación del Arrancador electromagnético.
- Construcción de base de concreto, para anclaje de electrobomba

7.1.3.- TRASLADO DE CILINDROS DE GAS CLORO DE 68 KG

El transporte del Gas Cloro consiste en el retiro de un lote de 60 Botellas vacías de unos depósitos de ubicación a determinarse por el Equipo de Operación y Mantenimiento Electromecánico, luego éstas botellas serán trasladadas al Almacén de la Cía. Suministradora de Gas Cloro para ser canjeadas por un número igual de botellas llenas, las cuales deben ser trasladadas al Centro de Servicios Correspondiente en los lugares indicado anteriormente.

7.2.-MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO

Esta actividad consiste en el Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos de Bombeo instalados en los Pozos Profundos.

Consiste en la ejecución del mantenimiento preventivo a la bomba, motor eléctrico de eje hueco, tablero eléctrico, sistema de automatización y banco de condensadores instalados en el pozo, actividades que se realizaran en simultaneo en la fecha programada.

(FRECUENCIA CADA 06 MESES)

7.2.1.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE BOMBA TURBINA VERTICAL DE EJES.

- Limpieza exterior del sistema
- Aumento de empaquetadura o cambio de empaquetaduras si lo requiriese
- Ajuste de los pernos de fijación, ó cambio de los mismos en caso lo requiriese
- Revisión, limpieza y calibración del sistema de Pre-Lubricación, ó cambio de válvula solenoide, válvula check, válvula flotadora y boya, en caso lo requiriese.
- Evaluación y reporte del estado del eje estopero
- Pintado de la linterna cada 06 Meses

7.2.2.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL MOTOR ELECTRICO DE EJE HUECO

- Limpieza exterior del Motor, con aire comprimido a una presión no mayor a 150 PSI. Cuando el polvo acumulado contenga aceite o grasa, remuévalo con una tela humedecida en un solvente suave como petróleo, gasolina, thinner o uno similar y tomando las precauciones adecuadas.
- Engrase y lubricación de los Rodamientos.
- Cambio de aceite a rodamientos cada 06 meses a Motores verticales de eje hueco.
- Revisión y Mantenimiento del Sistema de Antirreversor, en los motores verticales de Eje hueco.
- Revisión, ajuste y cambio de cinta aislante de los terminales de empalme.
- Medición de aislamiento.
- Reportes del estado del Motor.

7.2.3.- MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TABLERO ELECTRICO, BANCO DE CONDENSADORES Y SISTEMA DE AUTOMATIZACION.

- Limpieza del tablero y sus accesorios utilizando una compresora de 150 PSI con pulverizador y aspiradora portátil de 1500 Watts (Para el retiro del polvo seco)
- Evaluación General del Tablero.
- Limpieza de accesorios con disolvente Dieléctrico
- Desarmado de Contactores, calibrar, rectificar superficies de contacto móviles y fijos, pruebas de bobinas.
- Limpieza de Electrodos, prueba de continuidad y Sistema de alimentación eléctrica (automatización local Pozo ó Cisterna y Reservorio).
- Prueba y regulación del relé térmico
- Recableado del sistema de mando si lo requiriese
- Aplicación de silicona y pulidor al tablero para la conservación de sus componentes y su parte externa
- Limpieza de las tarjetas electrónicas con limpiador de tarjetas

- Revisión y Mantenimiento de la válvula solenoide del sistema de Lubricación
- Armado y ajuste de partes.
- Toma de lecturas eléctricas.
- Elaboración de informe del estado de los componentes.

7.3.- MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS INSTALADOS EN POZOS PROFUNDOS

7.3.1.-DESMONTAJE DE EQUIPO DE BOMBEO DE POZO PROFUNDO

- Desempalmes de Conexiones Eléctricas
- Desmontaje del Motor Eléctrico
- Desmontaje de la Linterna de Descarga
- Desmontaje de la Columna
- Desmontaje del cuerpo de Bomba
- Desmontaje del tubo de succión y canastilla
- Traslado de todo el equipo desmontado al taller del Centro de Servicios

7.3.2.-MONTAJE DEL EQUIPO

- Traslado del Equipo completo desde el taller del Centro de Servicios hasta el Pozo
- Montaje del equipo de bombeo
- Suministro e instalación de Base de concreto y plancha de acero para base de la linterna.
- Montaje de Linterna y Motor Eléctrico
- Suministro e instalación de dos columnas de PVC instaladas en el Pozo para el Aforo y sistema de control por electrodos
- Suministro e instalación del Sistema de Control de niveles, compuesto de :
Cables individuales GPT flexible (tres líneas) y electrodos (3).
- Empalmes Eléctricos
- Prueba de Equipo
- Purgado del Pozo

- Aforo

7.4.-MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE REBOMBEO DE AGUA POTABLE

Esta actividad consiste en el Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Equipos de Rebombeo de Agua Potable; desmontaje, reparación y montaje, de acuerdo a las condiciones hidráulicas del diseño de cada Equipo.

7.4.1.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE REBOMBEO DE AGUA

Esta actividad consiste en la ejecución del mantenimiento preventivo a la bomba, motor y tablero eléctrico, que en conjunto forman un Equipo de rebombeo de agua, y cuya ejecución se realizará en simultáneo en la fecha programada de mantenimiento.

(FRECUENCIA CADA 04 MESES)

a) MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CONJUNTO BOMBA MOTOR DE REBOMBEO DE AGUA

- Verificación de alineamiento Motor-Bomba.
- Lubricación y engrase, de la bomba y el motor.
- Ajuste de la prensa estopa en la caja estopero y cambio de empaquetadura si lo requiriese.
- Limpieza exterior del Motor – Bomba, con aire comprimido a una presión no mayor a 150 PSI. Cuando el polvo acumulado contenga aceite o grasa, remuévalo con una tela humedecida en un solvente suave como petróleo, gasolina, thinner o uno similar y tomando las precauciones adecuadas.
- Revisión, ajuste y cambio de cinta aislante y cinta de algodón de los terminales de empalme.
- Medición de aislamiento del motor.
- Reportes del estado del Motor - Bomba.

b) MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TABLERO ELECTRICO, SISTEMA DE AUTOMATIZACION Y BANCO DE CONDENSADORES EN REBOMBEO DE AGUA

- Limpieza del tablero y sus accesorios utilizando una compresora de 150 PSI con pulverizador y aspiradora portátil de 1500 Watts (Para el retiro del polvo seco)
- Evaluación General del Tablero.
- Limpieza de accesorios con disolvente Dieléctrico
- Desarmado de Contactores, calibrar, rectificar superficies de contacto móviles y fijos, pruebas de bobinas.
- Limpieza de Electrodos, prueba de continuidad y Sistema de alimentación eléctrica (automatización local Pozo ó Cisterna y Reservorio).
- Prueba y regulación del rele térmico
- Recableado del sistema de mando si lo requiriese
- Aplicación de silicona y pulidor al tablero para la conservación de sus componentes y su parte externa
- Limpieza de las tarjetas electrónicas con limpiador de tarjetas
- Revisión y Mantenimiento de la válvula solenoide del sistema de Lubricación
- Armado y ajuste de partes.
- Toma de lecturas eléctricas.
- Elaboración de informe del estado de los componentes.

7.4.2.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE EQUIPOS DE REBOMBEO DE AGUA

a)MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE BOMBAS DE REBOMBEO DE AGUA

Luego de la evaluación del Equipo se bombeo, se procederá a efectuar las acciones correctivas que requiriese el equipo para recuperar sus condiciones de funcionamiento, pudiendo ser las siguientes:

- Desmontaje del equipo y Traslado al Taller del Contratista.
- Despiece, limpieza y evaluación.
- Cambio de impulsor.
- Cambio de tuerca de ajuste del Impulsor y chaveta.
- Cambio del aro de desgaste.
- Reparación, y alineamiento del Eje y/o cambio.
- Cambio de rodamientos en bomba y/o motor.
- Cambio de Caja de la Bomba.
- Cambio de la Voluta de la Bomba.
- Cambio de la Tapa de succión de la Voluta.
- Reparación de Caja Estopero y empaquetado
- Cambio del Sello mecánico.
- Reparación y/o cambio del acoplamiento de transmisión de Potencia.
- Cambio de pernos, empaquetaduras, o'ring, pines, etc.
- Pintado exterior del equipo.
- Montaje del Equipo en su Chasis y alineamiento.
- Traslado y Montaje del Equipo.
- Prueba y puesta en Funcionamiento.

b).-MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE MOTORES ELECTRICOS

Luego de la evaluación del motor eléctrico, se procederá a efectuar las acciones correctivas que requiriese el equipo para recuperar sus condiciones de funcionamiento, pudiendo ser las siguientes:

- Desmontaje del motor y Traslado al Taller del Contratista.
- Despiece, limpieza y evaluación.
- Cambio de rodajes
- Embocinado de asientos de rodamientos
- Rebobinado del estator
- Cambio de pernos, empaquetaduras, o'ring, pines, etc.
- Pintado exterior del equipo.
- Montaje del Equipo en su Chasis y alineamiento.

- Traslado y Montaje del Equipo.
- Prueba y puesta en Funcionamiento.

7.5.-MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS HIDRAULICOS DEL ARBOL DE DESCARGA

Esta actividad consiste en el Mantenimiento Preventivo y Correctivo de los Accesorios Hidráulicos de los árboles de descarga, instalados en los Estaciones de Bombeo y Rebombeo de Agua Potable y Aguas Servidas.

7.5.1.-MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ARBOL DE DESCARGA (FRECUENCIA CADA 12 MESES)

- Limpieza interior y exterior de las Válvulas de compuerta, retención, aire y alivio, desarmando las mismas y limpiando los asientos del espejo o diafragma de la válvula.
- Ajustes de pernos y prensaestopas de las Válvulas de Compuerta.
- Cambio de empaquetaduras, en caso se requiera.
- Engrase y lubricación, en los Accesorios.
- Elaboración de informes del estado de los accesorios.
- Verificación de la regulación de apertura de las Válvulas de Alivio y Válvulas de retención.
- Pintado de la válvula, con compresora y en colores establecidos por SEDAPAL

7.5.2.-MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE ACCESORIOS HIDRAULICOS

Luego de la evaluación del Arbol de descarga, se procederá a efectuar las acciones correctivas que requiriese algún accesorio para recuperar sus condiciones de funcionamiento, pudiendo ser las siguientes:

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA VÁLVULA DE COMPUERTA.

- Despiece, limpieza y revisión.
- Rectificado de las guías y asiento del espejo de la válvula.
- Rectificado del espejo, y nuez.
- Cambio del vástago de la válvula.
- Reparación y ajustes en la caja estopero o en el sistema de retén del vástago.
- Engrase y cambio de empaquetadura.
- Ajuste, cambio de pernos y armado de la válvula
- Pintado de la Válvula

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA VÁLVULA MARIPOSA.

- Despiece, limpieza y revisión.
- Cambio del asiento del espejo de la válvula.
- Rectificado del espejo.
- Reparación y ajustes en el sistema de retén del vástago y cremallera.
- Engrase.
- Ajustes, cambio de pernos y armado de la válvula
- Pintado de la Válvula

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA VÁLVULA DE RETENCION.

- Despiece evaluación y limpieza.
- Revisión y/o rectificación del sistema de bisagra
- Cambio del pin de la bisagra y embocinado
- Rectificado o cambio del asiento de la válvula.
- Cambio o reparación del espejo, o diafragma.
- Limpieza, revisión y/o reparación del sistema hidroneumático de compensación.
- Cambio de empaquetaduras, y pernos.
- Pintado de la Válvula

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA VALVULA DE ALIVIO.

- Despiece, evaluación y limpieza.
- Cambio del Diafragma.
- Cambio del resorte del plato de cierre.
- Cambio del Pin guía del plato de cierre.
- Reparación o cambio del sistema de control automático (Filtros, aguja de regulación, diafragma, o'ring, etc.)
- Cambio del Disco de sellado en el plato de cierre.
- Cambio del Disco de sellado en el asiento de la válvula.
- Rectificado y/o cambio de bocinas.
- Limpieza interior del sistema de ductos para el de mando hidráulico, o cambio.
- Cambio de empaquetaduras, y pernos.
- Pintado de la Válvula.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LA VÁLVULA DE AIRE.

- Despiece y limpieza de partes.
- Revisión y/o cambio del sistema de Flotador y discos de sellado
- Cambio de empaquetaduras.
- Pintado de la Válvula.

7.6.-HERRAMIENTAS MINIMAS PARA EL AREA DE SERVICIOS:

El postor deberá tener en cuenta que para realizar el mantenimiento mecánico y eléctrico deberá contar en la presente convocatoria con las siguientes herramientas, Las cuales han sido distribuidas por cuadrillas

A) Mantenimiento Predictivo:

- Megometro
- Tacómetro digital

- Termómetro industrial digital (0 a 315 °C)
- Analizador del redes Trifasico (que registre lecturas de tensión, corriente (de 0 1000 Amperios), potencia (activa, aparente y reactiva), factor de potencia, Frecuencia y armónicos)
- Vibrometro con su respectiva entrada automática o manual de datos por medio de un detector de estado (pluma o pulsador), que incluya un ordenador pequeño para recopilar, almacenar y revisar la información. Con sus respectivas interfaces de conexión rápida, y su Software de administración y análisis de datos de inspección.
- Lap Top (Microcomputador Pentium II Portátil), con su respectiva interfase de comunicación entre autómeta (PLC) y CPU, modelo TSXPCU1030
- Multitester Digital (Para medir resistencia de tiristores en MEGAHOMIOS)
- Alicate de electricista para 10000 V
- Alicate de Punta
- Alicate de presión
- Destornillador Plano
- Destornillador Estrella
- Par de Guantes para electricista para 10000 V
- Martillo de bola

B) Electricidad - Motores

- Pinza Amperimetrica
- Alicate de electricista para 10000 V
- Juego de Llaves mixtas Milimetricas 4 a 25 mm
- Juego de Llaves Mixtas pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Llaves Allen Milimetricas de 4 a 25 mm
- Juego de Llaves Allen pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Destornilladores Plano de 6" a 12"
- Juego de Destornilladores Estrella de 6" a 12"
- Destornillador Perillero
- Juego de dados milimétricos 4 a 25 mm
- Juego de dados pulgadas 1/8" a 1 7/16"
- Arco de sierra

- Cuchilla para electricista
- Par de Guantes para electricista para 10000 V
- Juego de Brocas para fierro 7/16" a 1"
- Juego de macho pulgadas 3/16" – 1/2"
- Juego de macho milimétricos 6 – 16 mm
- Taladro de mano 1/2"
- Compresora de hasta 150 PSI Con su pistola para pintar y pulverizar
- Aspiradora industrial de 1500 watts
- Martillo de bola
- Una par de Resistencia eléctrica para el secado de los motores de 1000 Watts
- Juego de extractor de rodaje de 3 puntas
- Esmeril de mano
- Juego de llaves stilson 8" - 10" – 12" – 18"
- Megometro
- Juego de llave francesa 8" – 10" – 12"
- Juego de llave stilsón 8" – 12" – 18"

C) Pozos y rebombeo (un Juego por Cuadrilla)

- Juego de Llave Francesa 8" – 10" – 12"
- Juego de Llave Stilson 8"- 10" - 12" - 18"
- Juego tarraja para perno 1/4" a 1"
- Juego tarraja para tubo 3/8" a 1"
- Alicata Mecánico
- Martillo bola
- Esmeril de mano
- Alicata de presión
- Juego de macho 7/16" a 1 1/2"
- Juego de llaves mixtas en pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Llaves Allen pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Destornilladores Plano de 6" a 12"
- Juego de Destornilladores Estrella de 6" a 12"
- Juego de dados milimetricos 4 a 25 mm

- Juego de dados pulgadas 1/8" a 1 7/16"
- Arco de sierra
- Juego de Brocas para fierro 7/16" a 1"
- Tres Llaves Cadenas de 8"
- Tres Llaves Cadenas de 6"

D) Mantenimiento Sistema de Cloración

- Alicata Mecánico
- Martillo bola
- Alicata de presión
- Juego de llaves mixtas en pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Llaves Allen pulgadas 1/8" a 1"
- Juego de Desarmadores Plano de 6" a 12"
- Juego de Desarmadores Estrella de 6" a 12"
- Juego de dados milimetricos 4 a 25 mm
- Juego de dados pulgadas 1/8" a 1 7/16"
- Arco de sierra
- Juego de Brocas para fierro 7/16" a 1"
- Martillo de Goma
- Compresora de 100 PSI con pistola para pintar y pulverizar
- Mascara con canister
- Pinza Amperimetrica
- Megometro
- Comparador digital de cloro
- Taladro de mano.
- Llave francesa de 8" y 10"

7.7.- INDUMENTARIA E IMPLEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

- Camisa y pantalón comando tipo SEDAPAL
- Casaca azul de nylon impermeable, puño de lana y acolchado tipo SEDAPAL

- Botines con punta de acero para mecánicos y de cloración
- Botines para 10000 V. especiales para electricistas
- Casco protector
- Par de guantes de cuero para los mecánicos y de cloración
- Par de guantes de jebe para 10000 V. para los Electricistas

Estos uniformes y elementos de protección personal y seguridad industrial (NUEVOS) deberán ser presentados al inicio del Servicio.

SEDAPAL, podrá ordenar si el caso requiere, el cambio de uniforme y/o elemento de protección personal que por deterioro proyecte mala imagen en el publico usuario.

7.8.-MANTENIMIENTO DE LA BOMBA

Limpiar completamente todas las piezas de la bomba y revisar los desgastes, para mayor rendimiento, todas las piezas desgastadas deben reemplazarse. En caso de dudas tomar las medidas de los desgastes y consultar a su representante HIDROSTAL. Se deben cambiar todas las empaquetaduras.

Se recomienda tener siempre un juego completo de repuestos para cada tamaño de bomba, de esta manera se evitará paros prolongados para las velocidades más altas, el mayor desgaste ocurre en los tazones, recomendamos mucho que se tenga en existencia un juego completo de tazones. Estas precauciones reducen a un mínimo el tiempo requerido para una reparación completa en el campo.

Cuando se pasa un pedido de repuestos siempre se debe indicar el número de los componentes y sus medidas.

7.9.-CARTILLA DE POSIBLES CAUSAS DE MAL FUNCIONAMIENTO.

Causas del problema:

- | | |
|---|--|
| - La Bomba no da agua. | 1-2-3-3-6-7-9-10-15-16 |
| - Caudal insuficiente. | 1-2-3-4-5-6-7-10-13-15-16-21-22 |
| - Presión insuficiente. | 3-7-9-10-13-15-16-21-22 |
| - Bomba pierde la ceba después de arrancar. | 1-3-4-5-6 |
| - Bomba requiere potencia excesiva. | 8-9-10-11-12-13-16-17-18-19-21-24
25-27 |
| - Prensa estopa filtra excesivamente. | 17-18-23-24-25-26 |
| - Desgaste anormal del gland. | 17-18-20-23-24-25-26-27 |
| - Bomba vibra o hace ruido. | 1-2-6-14-16-17-18-19-20-22-26-28 |
| - Bocinas tienen vida corta. | 17-18-19-20-26-28 |
| - Bomba se sobrecalienta y se atraca | 2-14-15-17-19-20-26 |

Causas de Problemas:

- 1) La bomba o el tubo de succión no están completamente llenos de líquidos.
- 2) Margen insuficiente entre la presión de succión y la presión de vapor (vacío).
- 3) Cantidades excesivas de aire o gas en el líquido.
- 4) Bolsa de aire en la tubería de succión.
- 5) Filtraciones de aire en la línea de succión.
- 6) La entrada de la tubería de succión no está sumergida lo suficiente.
- 7) Velocidad demasiado baja.
- 8) Velocidad demasiada alta.
- 9) Sentido de rotación contraria.
- 10) Altura manométrica total del sistema mayor que la altura de diseño de la bomba.
- 11) Altura manométrica total del sistema menor que la altura de diseño de la bomba.
- 12) Densidad del líquido es diferente de la prevista en el diseño.
- 13) Viscosidad del líquido difiere de la prevista en el diseño.
- 14) Se opera a un caudal muy bajo.
- 15) Operación en paralelo de la bombas impropia para tal propósito.
- 16) Materiales extraños en los impulsores.
- 17) Desalineamiento.

- 18) Eje torcido.
- 19) Pieza giratoria haciendo contacto con pieza estacionaria.
- 20) Bocinas desgastadas.
- 21) Anillos de desgaste usados.
- 22) Impulsores dañanos.
- 23) Manguitos o eje desgastado en la zona de empaquetadura.
- 24) La empaquetadura o sello mecánico indebidamente instalados.
- 25) Empaquetaduras incorrectas para las condiciones de operación.
- 26) Eje fuera de alineación por desgaste de cojinetes.
- 27) Tapa de prensa – estopas demasiado apretada restringiendo el flujo de líquido para lubricar la empaquetadura.
- 28) Falta de lubricación.

CAUSAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
La Bomba no da agua	x		x		x	x	x		X	x					x	x												
Caudal insuficiente	x	x	x	x	x	x	x			x			x		x	x					x	X						
Presión insuficiente			x				x		X	x			x		x	x					x	X						
Bomba pierde la ceba después de arrancar	x		x	x	x	x																						
Bomba requiere potencia excesiva								x	X	x	x	x	x			x	x	x	x		x			x	x		x	
Prensa estopa filtra excesivamente																	x	x					x	x	x	x		
Desgaste anormal del gland																	x	x					x	x	x	x	x	
Bomba vibra o hace ruido	x	x			x									x		x	x	x	x	x	X				x	x	x	
Bocinas tiene vida corta																	x	x	x	x						x	x	
Bomba se sobrecaliente y se atraca		x												x	x		x		x	x						x		

CAPITULO VIII

COSTOS

8.1.-COSTOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO

Consumo de energía:

Admitiendo que el equipo trabaja a plena carga con:

59.2 Hp = 44.16 Kw

Total Kw-h/año:

Nº de horas anuales 12x30x12 = 4320 Hr/año

Total de Kw-h/año

4320 Hr/año x 44.16 Kw = 190771.2 Kw - Hr/año

Total de nuevos soles al año

190771.2 Kw - Hr /año x 0.3148 soles/Kw-Hr = 60054.77 nuevos soles/año

8.2.-COSTOS DE MANTENIMIENTO

Item	Descripción	U/M	Cant.	UNIT(S/.)	Total(S/.)
	Mantenimiento de bomba				
	Turbina vertical				
01	Desmontaje	tramo	26	179.52	4667.52
02	Medición de nivel pozo	global	01	240.92	240.92
03	Traslado del equipo	global	01	313.47	313.47
04	Desarmado y evaluación	etapa	08	10.53	84.24
05	Arenado y pintado tuber.	Tramo	23	6.54	150.42
06	Refrentado 1/2" y roscado				
	de tubos originales	unid.	23	3.24	74.52
07	Alineación ejes de torno	tramo	23	2.77	63.71
08	Encamisetado de ejes	tramo	23	3.57	82.11
09	Reparación de bomba				
	armado	etapa	08	10.25	82.00
10	Arenado y pintado de				

	tazones	etapa	08	4.12	32.96
11	Limpieza del pozo de vestigios de aceite	global	01	385.64	385.64
12	Traslado del equipo	global	01	313.47	313.47
13	Montaje	tramo	23	179.52	4129.00
14	Instalación automático respecto al pozo	global	01	282.69	282.69
15	Instalación del sistema de prelubricación	global	01	251.11	251.11
16	Regulación de impulsores	global	01	160.84	<u>160.84</u>

TOTAL:

11314.89

CAPITULO IX

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1.- CONCLUSIONES:

Con la elaboración del presente informe se ha obtenido una guía de trabajo, la cual será una herramienta en la labor de los Equipos Electromecánicos de SEDAPAL, en lo que respecta al equipamiento y la selección de equipos en pozos profundos para la extracción de Agua Subterránea.

El Equipamiento de un Pozo profundo para la extracción de Agua Subterránea, requiere de un análisis detallado y minucioso de las características del Pozo, las Condiciones de Bombeo y de las Características de los Equipos y accesorios a usarse.

Así mismo se requiere de un análisis detallado de las características de los equipos a seleccionar como son la Bomba y el Motor, así como de los accesorios a utilizar.

Los conceptos y análisis descritos en el presente trabajo son válidos para cualquier equipamiento de pozos que se requiera, en donde se contemplan las soluciones técnicas más óptimas para el funcionamiento de los equipos.

9.2.- RECOMENDACIONES:

Para la selección de un equipo de bombeo de marca Byron Jackson se debe seguir las normas establecidas por el manual de HIDROSTAL.

El mantenimiento de los Equipos Electromecánicos se debe realizar de acuerdo al manual para la prestación de Servicios que se indica en el capítulo VII.

Así mismo al utilizar los componentes del equipo de bombeo se deben usar las piezas idóneas y correctas a fin de no improvisar ningún componente que afecte el funcionamiento del equipo.

Esta tarea debe de ser efectuada por personal con mucho conocimiento y responsabilidad, comprometido desde el inicio de la Selección hasta la puesta en funcionamiento del Pozo, con lo cual daría por terminada su labor.

Programa de Selección año 2013.
- Seminario de Agua Potable, Editorial por el ICAOP, año Copyright 1988.
Manual para la prestación de Servicios de Agua Potable, ICAOP, año 1991.
Estaciones de bombeo, Bombas y Motores eléctricos, 2da. Edición, Editorial Mc Graw-Hill, México, D.F., año 1985.
- Turbomáquinas hidráulicas, Principios Fundamentales, corregido y actualizado, Editorial Mc Graw-Hill, México, D.F., Ing. Manuel Polo Encinas, año 1975.

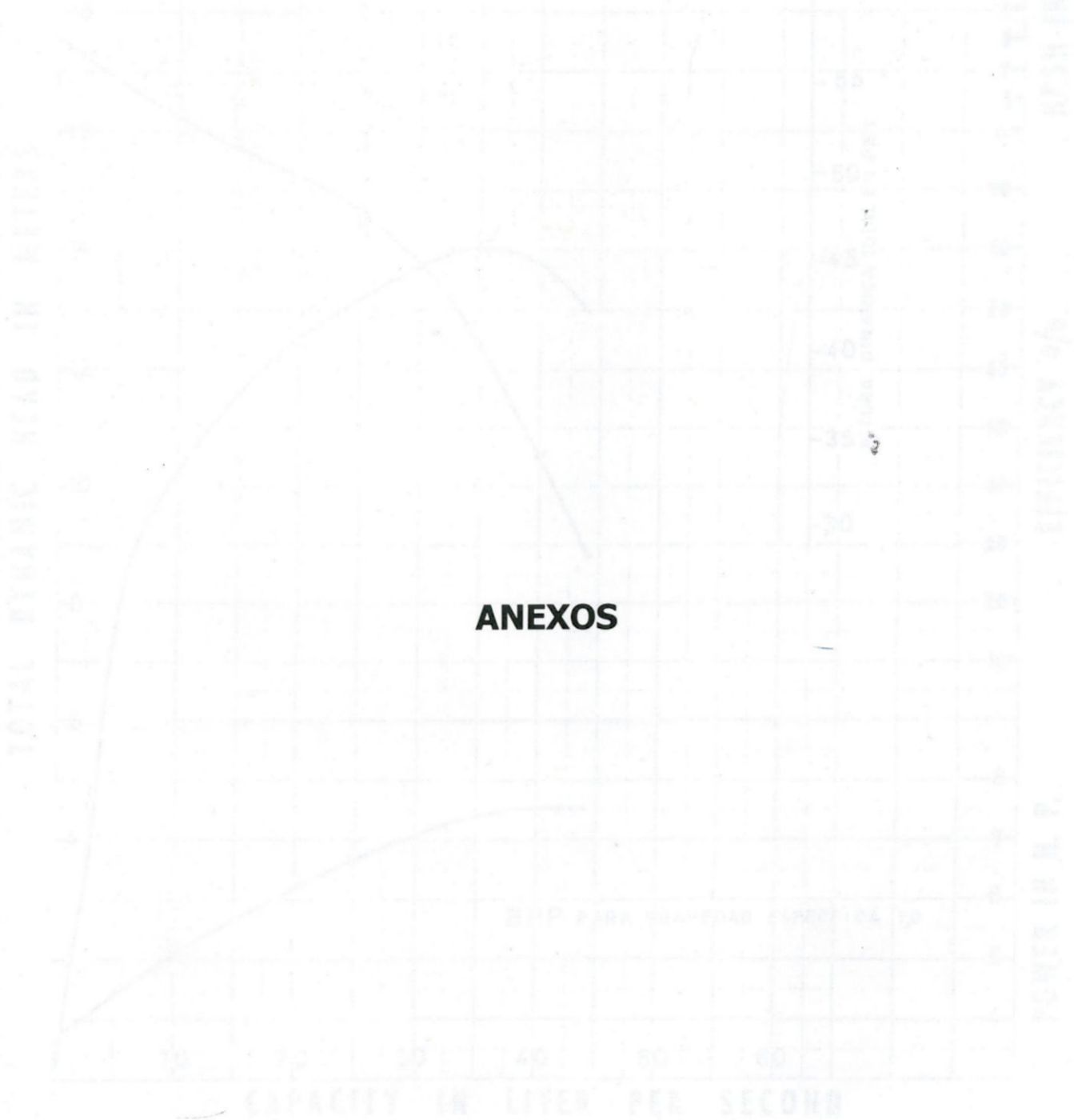
BILIOGRAFIA

- Manual para la Selección de Equipos de Bombeo de Hidrostal.
- El Agua Subterránea y Los Pozos, Editorial Johnson División UOP, Inc / Saint Paul, Minesota 55165. año 1975.
- Anuario de Sedapal año 2003.
- Suministro de Agua Domestica, Editorial por GRUNDFOS Intèrnacional, año Copyright 1988.
- Manual Para la Prestación de Servicios de Mantenimiento, Elaborado en SEDAPAL año 1995.
- Estaciones de bombeo, Bombas y Motores utilizados en abastecimiento de agua. 2da Edición Edición ; Mc Graw-Hill, México. Ing. Antonio Ferrecio Nosiglia, año 1985.
- Turbomáquinas Hidráulicas, Principios Fundamentales, Tercera edición corregida y aumentada, Editorial Mc Graw-Hill, México. Ing. Manuel Polo Encinas, año 1975.

COMA
PESU

Altoval

6215 NEUCHÂTEL
SWITZERLAND



ANEXOS

BMP PARA MANEJOS SUPERFICIALES

CALCULOS No. 1770 R.P.M. VANE SIZE 9 MM

DATE 51-11-75 IMPELLER Ø 104 352.5 MM VANE NUMBER 3

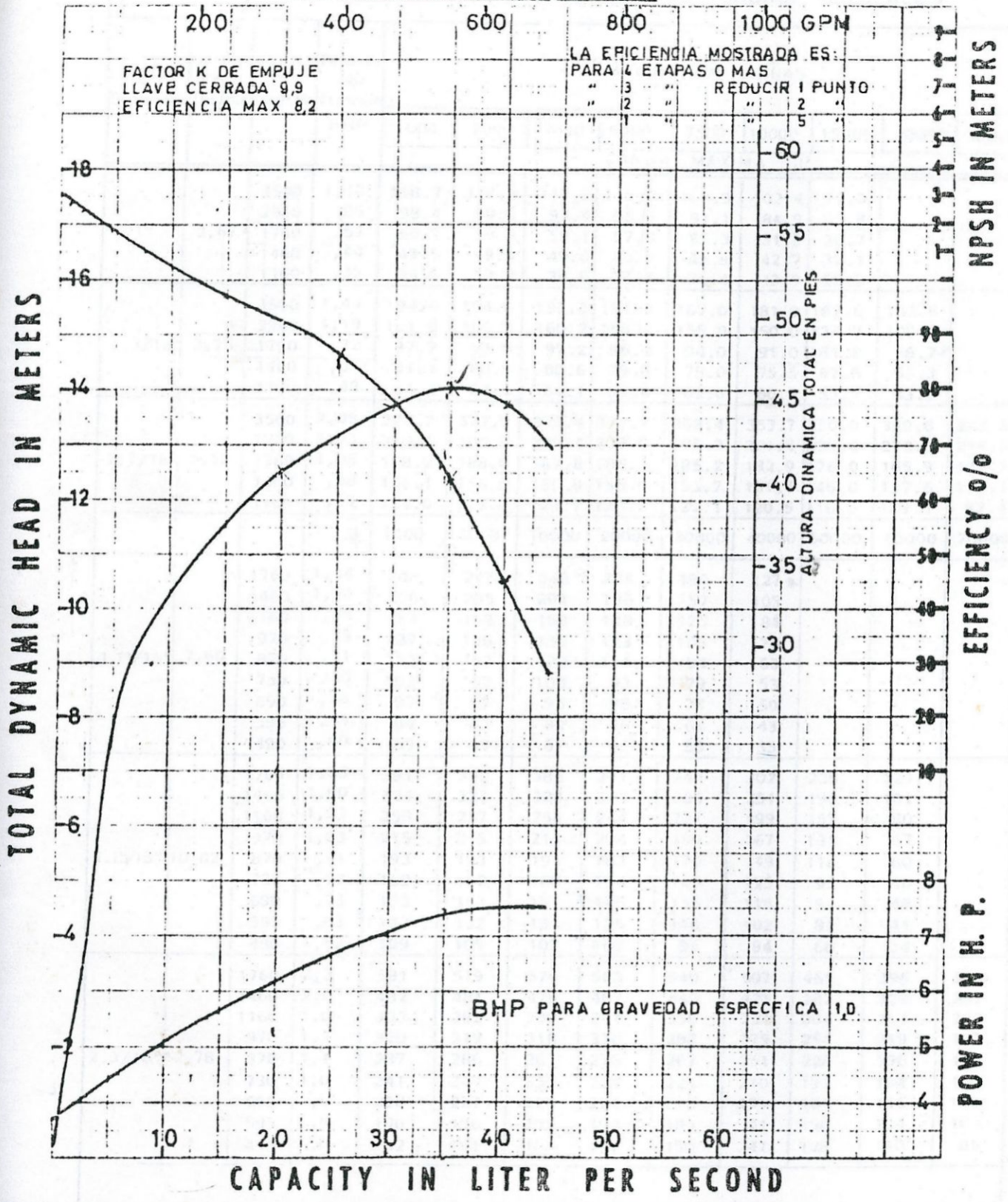
PUMP TYPE 10 CM SHEET No. 200172

ANEXO. Nº 01

LIMA
PERU



8213 NEUNKIRCH
SWITZERLAND



CALCULUS No. _____	1770	R.P.M.	VANE SIZE 19	MM
DATE 31-12-76	IMPELLER O. DIA 182,6	MM	VANE NUMBER 7	

PUMP TYPE 10 GM	SHEET No. 20017 Z
--------------------	----------------------

ANEXO. N° 01

INFORMACION TECNICA



TABLA DE SELECCION DE EJES PARA BOMBAS TURBINA VERTICALES

Eje Diámetro	Peso lbs/pie	n R.P.M	Pérdida por fricción BHP	EMPUJE EN LIBRAS									
				1000	2000	3000	5000	7500	10000	15000	20000	30000	
				CARGA MAXIMA HP									
1"	2,67	3500	1,10	118.7	118.3	117.5	115.0	109.9	102.4	77.0			
		2900	,88	98.4	98.0	97.4	95.3	91.1	84.9	63.8			
		1760	,53	59.7	59.5	59.1	57.8	55.3	51.5	38.7			
		1460	,44	49.5	49.3	49.0	48.0	45.9	42.7	32.1			
		1160	,35	39.4	39.2	38.9	38.1	36.4	33.9	25.5			
1.3/16"	3,76	3500	1,44	194.4	194.0	193.3	191.2	187.0	181.0	162.6	132.6		
		2900	1,19	161.0	160.7	160.2	158.4	155.0	150.0	134.7	109.8		
		1760	,72	97.7	97.5	97.2	96.2	94.0	91.0	81.8	66.7		
		1460	,61	81.1	80.9	80.6	79.8	78.0	75.5	67.8	55.3		
		1160	,48	64.4	64.3	64.1	63.4	62.0	60.0	53.9	43.9		
1.7/16"	5,52	3500	2,08	274.2	273.9	273.4	271.7	268.4	263.7	250.0	229.8	263.8	
		2900	1,73	310.1	309.8	309.4	308.0	305.2	301.4	290.0	273.3	218.6	
		1760	1,05	188.2	188.0	187.8	186.9	185.2	182.9	176.0	165.9	132.7	
		1460	,88	156.1	156.0	155.8	155.0	153.7	151.7	146.0	137.6	110.1	
		1160	,69	124.0	123.9	123.7	123.2	122.1	120.5	116.0	109.3	87.4	
			*	1000	5000	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000	
1.11/16"	7,60	1760	1,44	248	247	242	224	190	127				
		1460	1,20	206	205	201	186	157	105				
		1160	,95	163	162	160	148	125	84				
		970	,79	137	136	133	123	105	70				
		870	,71	123	122	120	111	94	63				
		730	,60	103	102	100	93	79	53				
		690	,56	97	97	95	88	74	50				
		595	,49	84	83	82	76	64	43				
		490	,40	69	69	67	62	53	35				
1.15/16"	10,02	1760	1,85	391	390	386	371	344	302	239	121		
		1460	1,60	324	323	320	308	285	251	198	101		
		1160	1,23	258	257	254	244	227	199	157	80		
		970	1,03	215	215	213	204	190	167	131	67		
		870	,91	193	193	191	183	170	149	118	60		
		730	,77	162	162	160	154	143	125	99	50		
		690	,73	153	153	151	145	135	119	94	48		
		595	,63	132	132	131	125	116	102	81	41		
490	,52	109	109	107	103	96	84	66	34				
2.3/16"	12,78	1760	2,3	581	579	576	563	540	507	461	396	304	
		1460	2,0	482	481	478	467	448	421	382	329	252	
		1160	1,6	383	382	380	371	356	334	304	261	200	
		970	1,3	320	319	318	310	298	279	254	219	167	
		870	1,1	287	286	285	278	267	251	228	196	150	
		730	1,0	241	240	239	234	224	210	191	164	126	
		690	,9	228	227	226	221	212	199	181	155	119	
		595	,8	196	196	195	190	183	71	156	134	103	
490	,6	162	161	160	157	150	41	128	110	85			

06-01411-4

INFORMACION TECNICA



TABLA DE SELECCION DE EJES PARA BOMBAS TURBINA VERTICALES

Eje Diámetro	Peso lbs/pie	n R.P.M	Pérdida por fricción BHP	EMPUJE EN LIBRAS								
				1000	5000	10000	20000	30000	40000	50000	60000	70000
				CARGA MAXIMA HP								
2.7/16"	15,87	1760	2,9	823	822	819	808	788	759	721	671	607
		1460	2,4	683	682	680	670	654	630	598	557	504
		1160	1,9	543	542	540	532	519	501	475	442	400
		970	1,6	454	453	452	445	434	419	397	370	335
		870	1,4	407	406	405	399	390	375	356	332	300
		730	1,2	341	341	340	335	327	315	299	278	252
		690	1,1	323	322	321	317	309	298	283	263	238
		595	1,0	278	278	277	273	266	257	244	227	205
490	,8	229	229	228	225	219	211	201	187	169		
2.11/16"	19,29	1760	3,4	1125	1125	1122	1112	1094	1069	1036	994	941
		1460	2,9	934	933	931	922	908	887	859	824	781
		1160	2,3	742	741	740	733	721	704	683	655	620
		970	1,9	620	620	618	613	603	589	571	548	519
		870	1,7	556	556	555	549	541	528	512	491	465
		730	1,4	467	466	465	461	454	443	430	412	390
		690	1,3	441	441	440	436	429	419	406	390	369
		595	1,1	380	380	379	376	370	361	350	336	318
490	,9	313	313	312	309	305	298	288	277	262		
2.15/16"	23,64	1760	4,1	1494	1493	1499	1481	1465	1443	1413	1376	1331
		1460	3,4	1239	1239	1237	1229	1216	1197	1172	1142	1104
		1160	2,7	985	984	983	976	966	951	932	907	877
		970	2,3	823	823	822	816	808	795	779	759	734
		870	2,0	738	738	737	732	724	713	699	680	658
		730	1,7	620	619	618	614	608	598	586	571	552
		690	1,6	586	585	584	581	575	566	554	540	522
		595	1,4	505	505	504	501	495	488	478	465	450
490	1,1	416	416	415	412	408	402	393	383	370		

06-01411-4

DEEPWELL ENGINEERING DATA

SHAFT ELONGATION CHART IN INCHES PER 100 FEET OF SHAFT

HYDRAULIC THRUST	SHAFT DIAMETER									
	3/4"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 1/2"	1 3/4"	2"	2 1/4"	2 1/2"	2 3/4"
500	.047	.026	.018	.013	.009	.007	.005	.004	.004	.003
600	.056	.032	.022	.016	.011	.008	.007	.005	.004	.004
700	.066	.037	.026	.018	.013	.010	.008	.006	.005	.004
800	.075	.042	.030	.021	.015	.011	.009	.007	.006	.005
900	.085	.048	.033	.023	.017	.013	.010	.008	.007	.005
1000	.094	.053	.037	.026	.019	.014	.011	.009	.007	.006
1200	.113	.063	.045	.031	.022	.017	.013	.011	.009	.007
1400	.131	.074	.052	.036	.026	.020	.015	.012	.010	.009
1600	.150	.085	.059	.042	.030	.022	.018	.014	.012	.010
1800	.169	.095	.067	.047	.033	.025	.020	.016	.013	.011
2000	.188	.106	.074	.052	.037	.028	.022	.018	.015	.012
2200	.207	.116	.081	.057	.041	.031	.024	.019	.016	.013
2400	.225	.127	.089	.062	.044	.034	.026	.021	.018	.015
2600	.244	.138	.096	.068	.048	.036	.029	.023	.019	.016
2800	.263	.148	.107	.073	.052	.039	.031	.025	.020	.017
3000	.282	.159	.111	.078	.056	.042	.033	.027	.022	.018
3200		.170	.119	.083	.059	.045	.035	.028	.023	.020
3400		.180	.127	.088	.063	.048	.037	.030	.025	.021
3600		.191	.133	.094	.067	.050	.040	.032	.026	.022
3800		.202	.141	.099	.070	.053	.042	.034	.028	.023
4000		.212	.148	.104	.074	.056	.044	.035	.029	.024
4400		.233	.163	.114	.081	.062	.048	.039	.032	.027
4800		.254	.178	.125	.088	.067	.053	.042	.035	.029
5200		.275	.193	.135	.096	.073	.057	.046	.038	.032
5600			.207	.146	.107	.078	.062	.050	.041	.034
6000			.222	.156	.111	.084	.066	.053	.044	.037
6500			.244	.169	.120	.091	.072	.058	.047	.040
7000			.260	.182	.129	.098	.077	.062	.051	.043
8000			.296	.208	.148	.112	.088	.071	.058	.049
9000				.234	.167	.126	.099	.080	.066	.055
10000				.260	.185	.140	.110	.089	.073	.061
12000				.312	.222	.168	.132	.106	.088	.073
14000					.259	.196	.154	.124	.102	.085
16000					.296	.224	.176	.142	.117	.098
18000						.252	.198	.160	.131	.110
20000						.280	.220	.177	.146	.127

$$e = \frac{L \times 12 \times H.T.}{E \times A}$$

- e = Elongation (inches)
 L = Shaft Length (feet).
 E = Modulus of Elasticity (29,000,000)
 H.T. = Hydraulic Thrust (lbs.)
 A = Shaft Area (sq. Inches).

The total thrust on a vertical line shaft is the sum of the static thrust and the hydraulic thrust. The static thrust is caused by the weight of all rotating parts and is present at all times. The hydraulic thrust is due to axial hydraulic force from the impellers and is only acting when the pump is in operation.

The stretch due to static thrust is taken care of by "tightening up" on the line shaft at the driver until the impellers turn free. The impellers must then be lifted an additional distance equalling the stretch due to hydraulic thrust, taken from above chart, plus the impeller clearance shown on the pump name plate.

LUZ TERMINAL O JUEGO DE LA BOMBA BYRON JACKSON

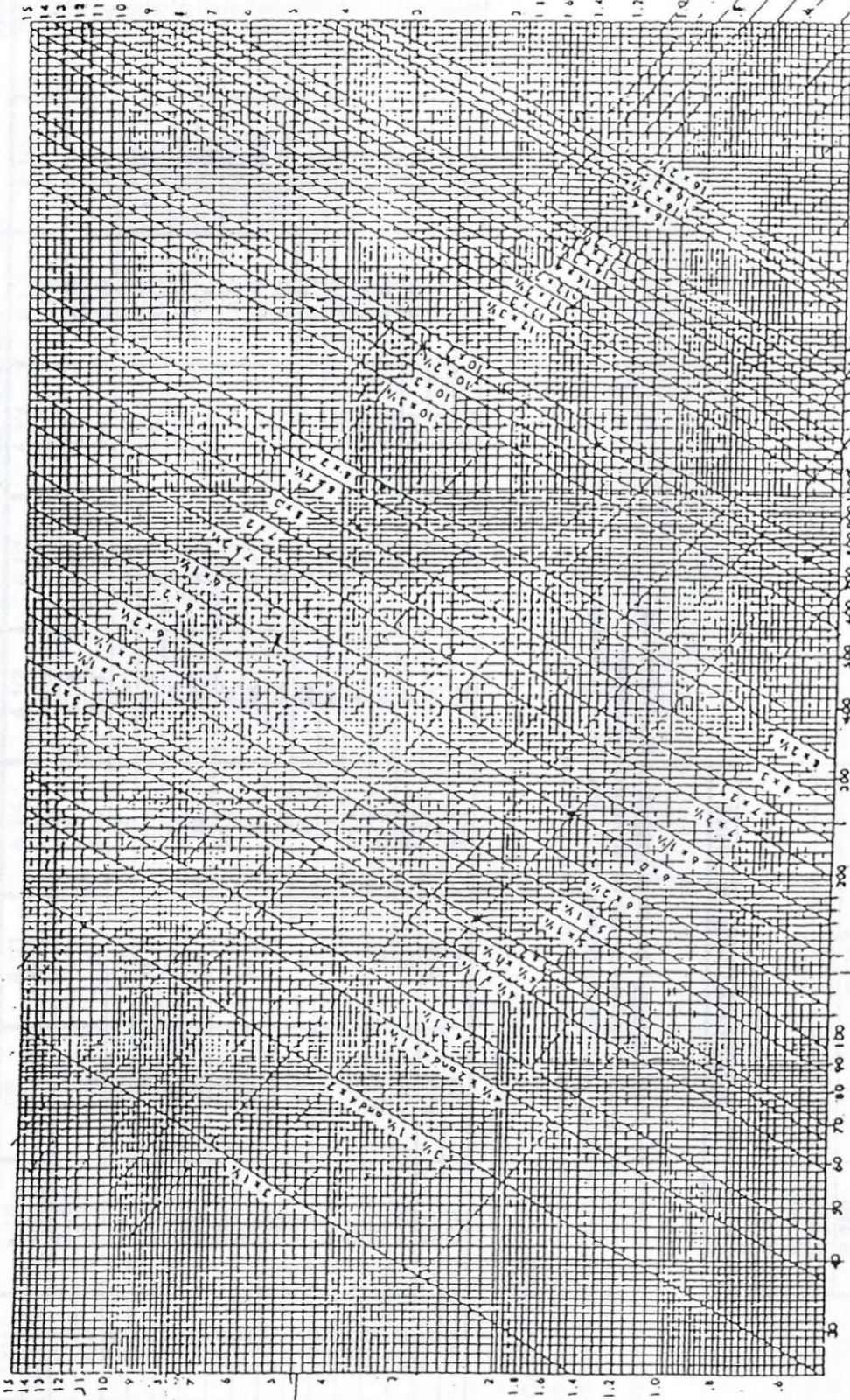
UOWL	PLAY (inches)						
	STANDARD CASE			BOWL	STANDARD CASE		
	H	M	L		H	M	L
5.5" - G	9/32	13/32	9/16	8" - OB	3/16	3/16	3/16
6" - G	5/16	13/32	11/16	10" - 1B	3/16	3/16	
8" - G	5/16	25/32	7/8	8" - OR	3/8		
10" - G	15/32	9/16	7/8	10" - 1R	7/16		7/16
12" - G	7/16	11/16	15/16	12" - 2R		1/2	1/2
14" - G	21/32	21/32		14" - 3R	9/16	9/16	9/16
16" - G	7/8	1. 15/32	1. 5/32	6" - OOBK		5/16	5/16
8" - CG	33/64		43/64	6" - OOBK		3/8	7/16
10" - CG	5/8		13/16	6" - OOK	15/32	17/32	23/32
11" - CG	11/16		7/8	8" - OK	3/8	1/2	5/8
12" - CGR	11/16		15/16	10" - 1K	1/2	5/8	13/16
12" - CG	11/16	7/8	2.1/32	10.10/13" - 1.1/2 K	1/2	5/8	
13" - CG	13/16			12" - 2K	9/16	11/16	
14" - CG	11/16	1.11/32	15/16	14" - 3K	1/2	5/8	
10" - HQ	5/8		1.1/32	18" - KX	21/32		17/32
12" - HQ	21/32			18" - KX	7/16		7/16
8" - OCK	9/16	9/16	9/16				
10" - 1CX	7/16	7/16					
12" - 2CK	11/16	3/4	3/4				
14" - 3CK	11/16	11/16					
16" - CK	21/32		17/32				

ANEXO N° 04

DEEPWELL ENGINEERING DATA

Friction Loss Chart for Standard Pipe Column

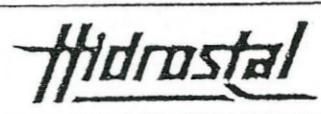
E.C., 16" = 15 1/2" I.D. All inner columns correspond to standard or extra heavy pipe, O.D., E.C., 8 x 2-ring section of 8.071 x 2 1/2", 16 x 3-ring section of 15 1/2" x 3 1/2".
 REPRINTED BY SPECIAL PERMISSION OF THE HYDRAULIC INSTITUTE, INC.



Handwritten calculations and values:

- 2.6 = 4.53
- 2.5 = 4.22
- 2.4 = 3.91
- 2.3 = 3.60
- 2.2 = 3.29
- 2.1 = 2.98
- 2.0 = 2.67
- 1.9 = 2.36
- 1.8 = 2.05
- 1.7 = 1.74
- 1.6 = 1.43
- 1.5 = 1.12
- 1.4 = 0.81
- 1.3 = 0.50
- 1.2 = 0.19
- 1.1 = 0.08
- 1.0 = 0.04
- 0.9 = 0.01

ANEXO. N° 05



TIPO MOTOR	HP	R.P.M A. 1/1	CARGA AXIAL MAX. KG	AMPERAJE A 220V		EFICIENCIA %			FACTOR DE POTENCIA						PAR	
				A 1/1 CARGA	DE ARRANQUE	A 1/1 CARGA	A 3/4 CARGA	A 1/2 CARGA	A 1/1 CARGA	A 1/1 CARGA	A 3/4 CARGA	A 1/2 CARGA	A 1/1 CARGA	A 1/1 CARGA	ARRANQUE %	DE
R 132 S4	7.5	1740	770	20.8	137	84	84	82.4	0.84	0.84	0.8	0.71	3129	230	290	
R 132 M4	10	1745	770	27.6	179	85	84.7	82.8	0.84	0.84	0.81	0.72	4160	240	300	
R 160 M4	15	1745	1080	40	260	87	87	85	0.84	0.84	0.81	0.73	6240	220	300	
R 160 L4	20	1745	1080	52	338	88.5	88.5	86.5	0.85	0.85	0.82	0.73	8320	230	300	
R 180 M4	25	1750	1320	63	504	89	89	87	0.86	0.86	0.83	0.73	10370	200	280	
R 180 L4	30	1750	1320	76	608	89	89	88	0.86	0.86	0.84	0.8	12450	270	280	
R 225 dS4	40	1760	1800	102	816	90	89.5	87	0.86	0.86	0.84	0.8	16500	270	260	
R 225 CS4	50	1760	3100	124	992	90.5	90	88	0.87	0.87	0.84	0.79	20600	270	260	
R 225 CM4	60	1760	3100	150	1200	91	90.5	88	0.86	0.86	0.81	0.71	24750	270	260	
R 225 L4	75	1760	3100	184	1288	92	91	89	0.87	0.87	0.81	0.74	10917	270	260	
R 280 S4	100	1765	4800	248	1968	92	91	89	0.87	0.87	0.85	0.78	41133	260	260	
R 280 M4	125	1765	4800	300	2400	93	92.5	91	0.87	0.87	0.85	0.77	51416	260	260	
R 315 Sr4	150	1765	5100	367	2916	93	92.5	91	0.86	0.86	0.84	0.77	61949	260	260	
R 315 Mr4	180	1765	5100	442	3536	93	92.5	91	0.86	0.86	0.81	0.76	74618	260	260	
R 315 Cr4	220	1775	5100	525	4200	93.5	93	91	0.88	0.88	0.81	0.78	89981	260	260	
R 315 C4	270	1775	5100	650	508	94	91.5	92	0.88	0.88	0.85	0.76	110414	260	260	

PERDIDAS DEBIDO A LA CARGA AXIAL

Las eficiencias que figuran en la tabla, corresponden al motor sin ninguna carga axial exterior. La acción de carga axial originada por la bomba, causa pérdidas adicionales en el rodamiento de empuje, lo cual debe tomarse en consideración cuando se calcula la eficiencia total de la unidad de bombeo. Las pérdidas en HP en el rodamiento de empuje por cada 100 RPM y por cada 1000Kg de carga axial, se calcula de acuerdo a:

MOTOR	PERDIDAS HP/100 RPM/1000KG
R 132	0.0193
R 160	0.0231
R 180	0.0262
R 225	0.0293
R 280	0.0365
R 315	0.0429

BOMBAS TUBULARES POZO PROFUNDO

ESPECIFICACIONES LINTERNA

BOMBAS DE EJES LUBRICADOS POR AGUA

POSICION	DESIGNACION	BOMBA TIPO					
		5,5 G	6 G	8 G	10 G	12 G	14 G
1	LINTERNA	8 x 16 1/2	8 x 16 1/2	6 x 16 1/2	6 x 16 1/2	8 x 18 1/2 10 x 20	10 x 20
2	BRIDA SUCCION	4	4	4 5	5 6	8 10	10
3	BRIDA DESCARGA	4	4	4 5	5 6	8 10	10
4	BOCINA TENSION	2 1/2 x 1 1/2 x 1	2 1/2 x 1 1/2 x 1	2 1/2 x 1 1/2 x 1 2 1/2 x 2 x 1 3/8	2 1/2 x 1 1/2 x 1 2 1/2 x 2 x 1 3/8 2 1/2 x 2 1/2 x 1 3/8	2 1/2 x 1 1/2 x 1 2 1/2 x 2 x 1 3/8 2 1/2 x 2 1/2 x 1 3/8 2 1/2 x 2 1/2 x 1 1/8	
6	TUERCA DE TENSION				2 1/2		
6	CONTRATUERCA DE TENSION				2 1/2		
7	ANILLO DE COBRE				2 3/8		
8	TAPONES DE BR				1/8 x 1 1/2		
9	EMPAQUETADURA				810-1/2		
10	CAÑERIA DE CU (E CONOS, TUERCAS)						
11	PERNOS				5/8 x 2		
12	PERNOS				3/8 x 3/4		
13	PERNOS		3/4 x 2			1/8 x 2 1/2	
14	PERNOS		3/4 x 3			3/8 x 3 1/2 1/8 x 3 1/2	1/8 x 3 1/2
15	TUERCAS		3/4			3/4 1/8	1/8
16	EMPAQUETADURA		4,5 x 600			4,5 x 800	
17	EMPAQUETADURA S/LONA				1/8		
18	TANQUE DE ACEITE						
19	SOPORTE TANQUE DE ACEITE						
20	GOTERO						
21	TAPON				1/2		



DIB. C.R.I. 23-1-76
REV.

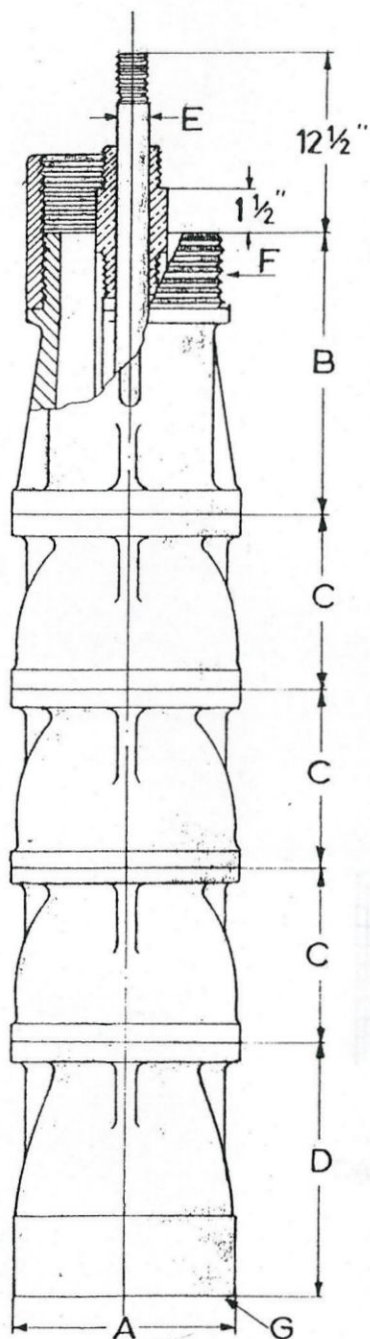
Hydrustal

LIMA
PERU

70 DE 3

BOMBAS TUBULARES DE POZO PROFUNDO

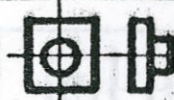
CUERPO BOMBA: DATOS TECNICOS



DIMENSIONES Y CAPACIDAD				
B. TIPO	DIA. EXT. TAZON	GPM	POZO D.I. MINIMO	POZO D.I. PREFERIDO
5,5 G/CG	5 1/8"	25-160	6"	7"
6 G/CG	5 3/4"	150-350	6"	8"
8 G/CG	7 1/2"	150-350	8"	10"
10 G/CG	9 1/2"	350-800	10"	12"
12 G/CG	11 1/2"	600-1500	12"	14"
14G	13 1/2"	1000-2200	14"	16"

		TIPO DE BOMBA					
		5,5 G/CG	6 G/CG	8 G/CG	10 G/CG	12 G/CG	14 G
EJE BOMB	MAXIMO DIA. EXT. A	5 1/8"	5 3/4"	7 1/2"	9 1/2"	11 1/2"	13 1/2"
	DESCARGA LONG. B	5"-4" COL.	7 1/8"	8 15/16"	8 5/8"	10 1/16"	11 1/2"
	TAZON LONG. C	4"	5"	5 7/8"	7 3/4"	9 7/16"	11 1/8"
	SUCCION LONG. D	7"-4" SUCCION	5 11/16"	7 1/8"	11"	12 1/4"	12"
	1 ETAPA LONG. E	16"-4" COL.	17 13/16"	21 15/16"	27 3/8"	31 3/4"	37"
	LONG. POR ETAPA ADIC. C	4"	5"	5 7/8"	7 3/4"	9 7/16"	11 1/8"
	# ESTANDAR E	13/16"	1"	1 3/16"	1 7/16"	1 11/16"	1 5/16"
	PESO LBS/PIE	1,76	2,7	3,8	5,5	7,6	10,0
	COLUMNA EXT. ESTANDAR F	3" & 4"	4"	5" & 6"	6" & 8"	8" & 10"	10"
	TUBO DE SUCCION G	4"	4"	6"	8"	8"	10"
PESO (lbs)	PRIMERA ETAPA	55	47	110	165	230	355
	POR ETAPA ADICIONAL	11	19	33	54	90	130
	PESO DEL IMPULSOR	2	2	3	6	8	16
LUZ FINAL IMPULSOR H	3/8"	5/16"	3/8"	3/8"	9/16"	5/8"	
VER CURVA DE FUNCIONAMIENTO							

BOMBAS G - CG



DIB.
REV.

C. R. I.

18-3-76

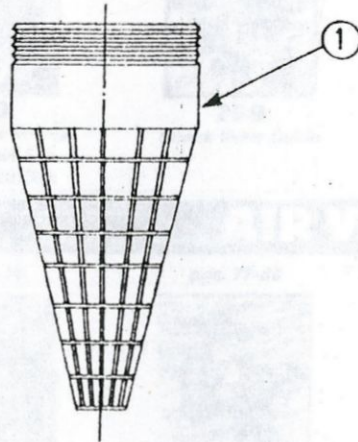
Hydrostal

LIMA
PERU

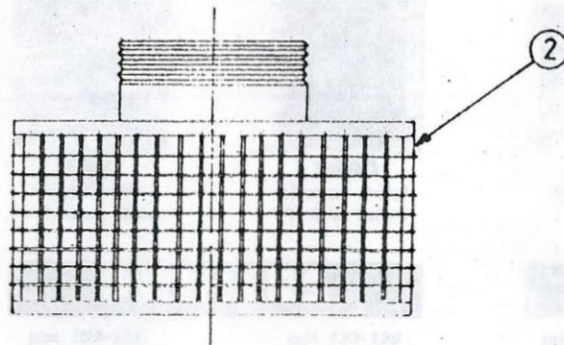
06-01359-4

BOMBAS TUBULARES POZO PROFUNDO

PARTES CANASTILLA DE SUCCION



CANASTILLA CONICA



CANASTILLA TIPO CESTO



DIB.

C R I

26-1-76

REV.

Hidrostral

LIMA
PERU

2A DE 2

8

- Available in Spanish
- Available in French

2000 MILLENNIUM EDITION TABLE OF CONTENTS

CHECK VALVES

pgs. 3-6



100
Rubber Flapper
Swing Check Valves

pgs. 7-10



579
Convertible Swing
Check Valves

pgs. 11-18



640
Silent Check Valves
300 Series/Water Style
600 Series/Globe Style

pgs. 19-30



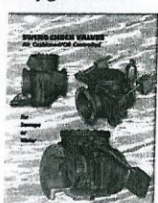
769
Check Valve Guide

pgs. 31-38



800
Slanting Disc
Check Valves

pgs. 39-46



6000
Air Cushioned or
Oil Controlled
Swing Valves

CHECK VALVES

pgs. 47-58



8000
Automatic Control
Check Valves

pgs. 59-70



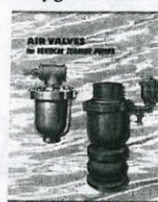
9000
Double Door
Check Valves

pgs. 71-76



400
Sewage Air Valves

pgs. 77-80



586
Air Valves for
Vertical Turbine
Pumps

pgs. 81-84



600
Air Release
Valves

pgs. 85-88



601
Air/Vacuum Valves

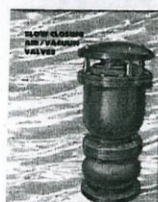
AIR VALVES

pgs. 89-100



610
Air Valve Guide

pgs. 101-104



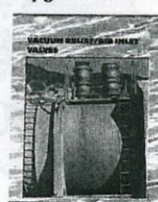
613
Slow Closing
Air/Vacuum Valves

pgs. 105-108



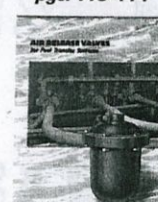
623
Combination
Air Release Valves

pgs. 109-112



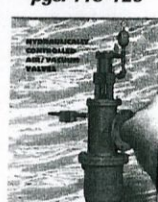
1500
Vacuum Relief
Air Inlet Valves

pgs. 113-114



6510
Fuel Transfer
Systems

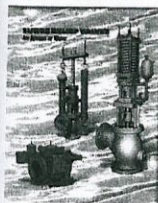
pgs. 115-120



7000
Hydraulically
Controlled
Air/Vacuum Valves

SURGE RELIEF

pgs. 121-126



3000
Surge Relief Valves
for Sewage or Water
3000 & 6500 Series

FOOT VALVES

pgs. 127-128



1400
Full Flow Foot Valves

PRIMERS

pgs. 129-132



608
Automatic Priming
System for
Centrifugal Pumps

pgs. 133-136



609
Automatic Primers

ACCESSORIES

pgs. 137-138



645
Pump Protectors

pgs. 139-144



1180
HVAC and Fire
Valves

APCO Willamette

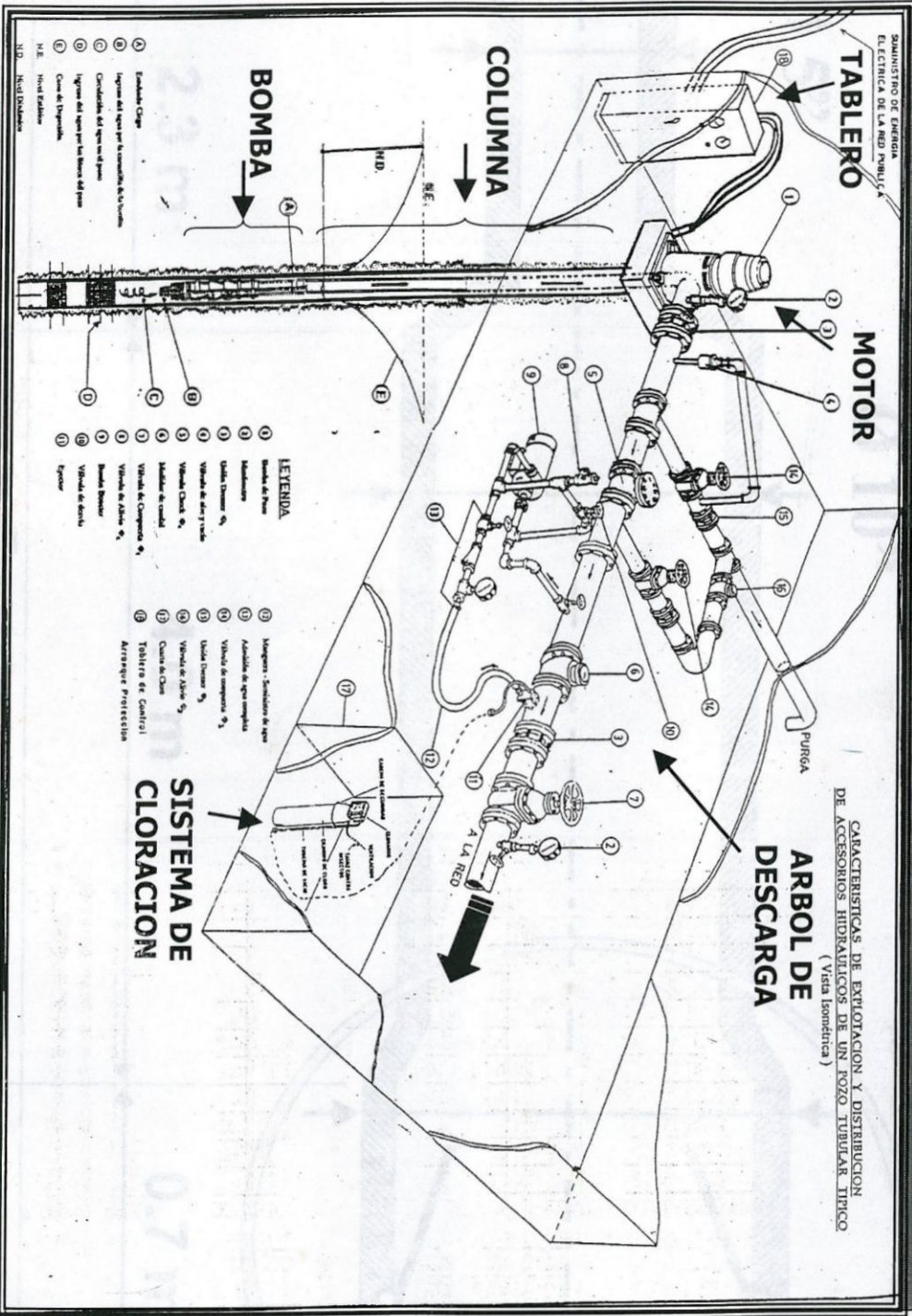
Special features index, see next page.
Guarantee, see inside front cover.
For Ball Valves or Cone Valves, ask for Bulletin 2200/2600.
For APCO Willamette Product Brochure, ask for Bulletin 1010.

© 2000 Valve & Primer Corporation

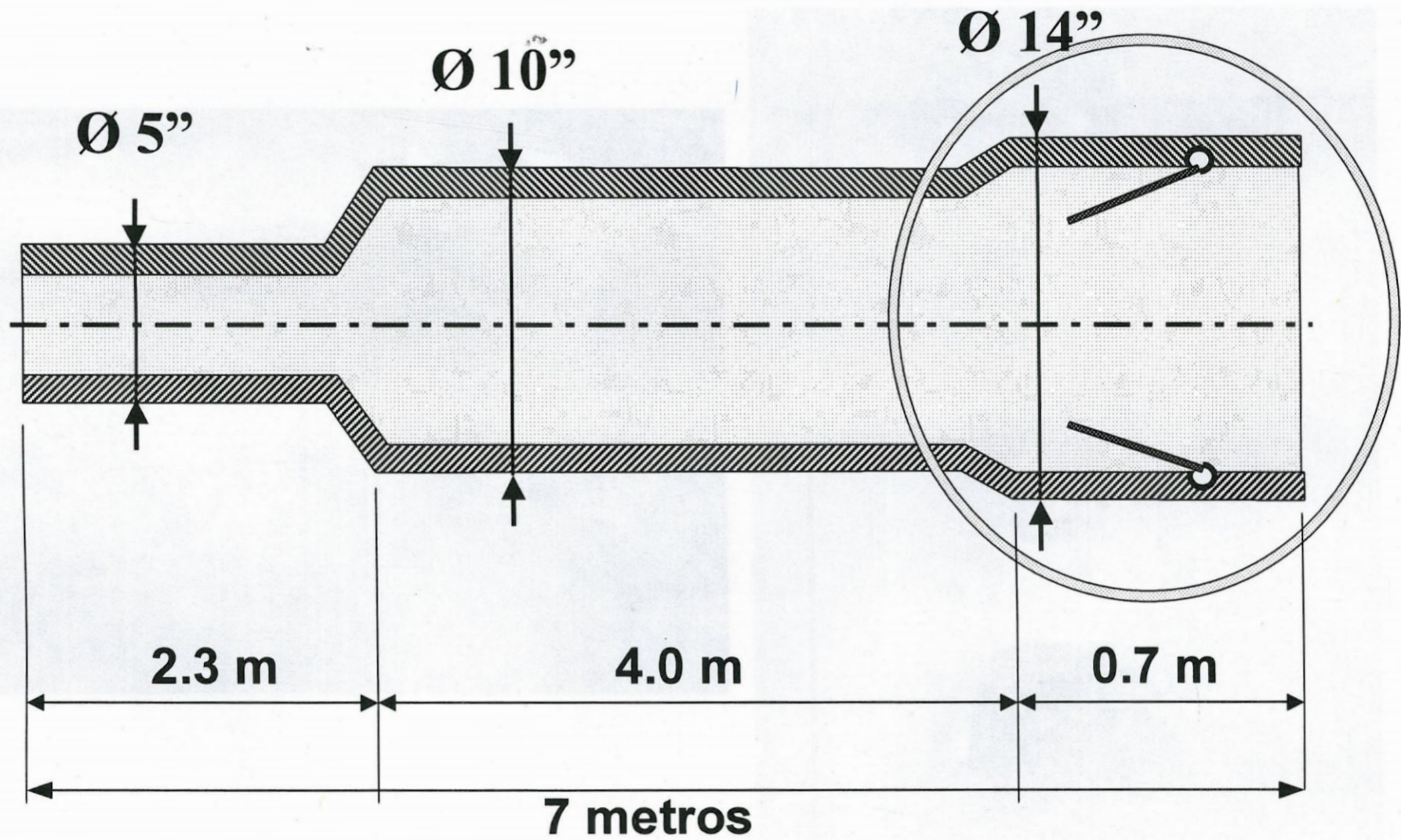
PLANO UNIFILAR DEL POZO

MINISTERIO DE ENERGIA
ELECTRICA DE LA RED PUBLICA

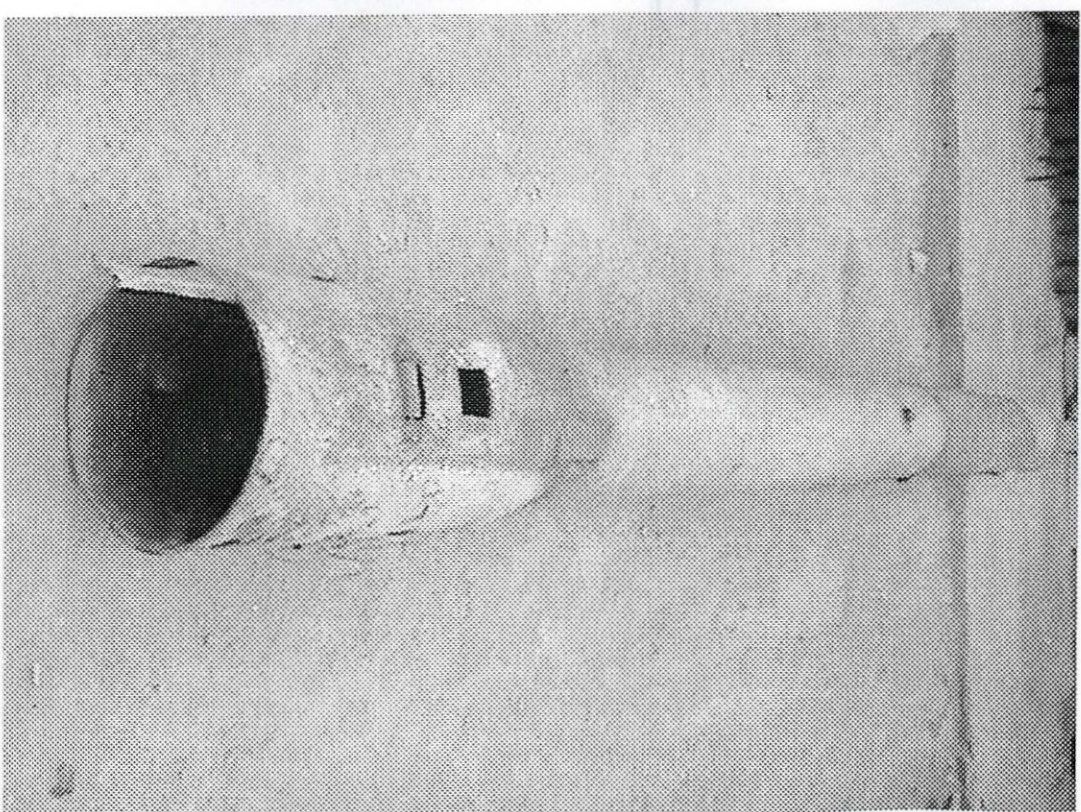
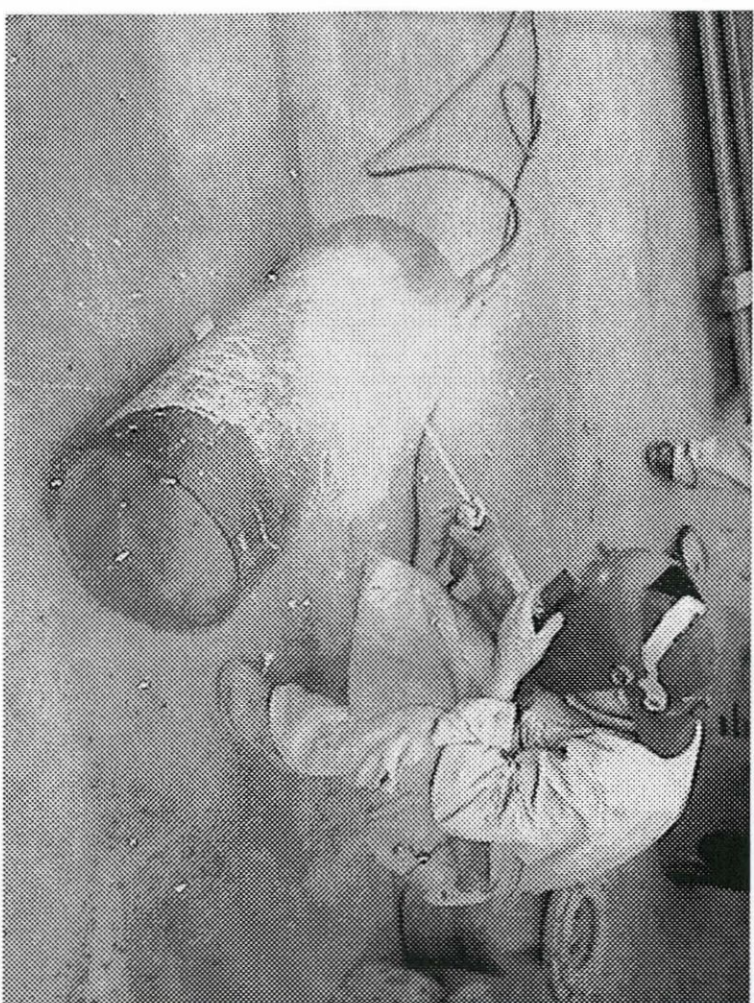
CARACTERISTICAS DE EXPLOTACION Y DISTRIBUCION
DE ACCESORIOS HIDRAULICOS DE UN POZO TUBULAR TIPICO
(Vista Isométrica)



Pescante de Bomba



Pescante de Bomba



I/620.1/D69

Selección de equipos requeridos para
operaciones de bombeo de pozo profundo y
Díaz Cabrejo, Ricardo Noe



639

Interno