



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA

PROVINCIA DE SATIPO - REGIÓN JUNÍN

"Año de la Consolidación Económica y Social del Perú"



Resolución de Alcaldía N° 821-2010-A/MDP

Pangoa, 13 de setiembre del 2010

VISTO; El Informe N° 105-2010-RPVP-MDP, exp. 1586, remitido por el Coordinador Técnico de Obra, sobre requerimiento de Materiales y Servicios para Mejoramiento y Rehabilitación del Pozo Tubular Agua Potable en el C.P. Puerto Anapati.

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad al Art. 194° de la Constitución Política del Perú, modificado por la Ley de Reforma Constitucional N° 28607 concordante con el Art. II de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, establece que los gobiernos locales gozan de autonomía política, económica y administrativa en los asuntos de su competencia;

Que, mediante Informe N° 105-2010-RPVP-MDP, exp. 1586, remitido por el Coordinador Técnico de Obra, sobre requerimiento de Materiales y Servicios para Mejoramiento y Rehabilitación del Pozo Tubular Agua Potable en el C.P. Puerto Anapati, en referencia al Memorandum N° 180-2010-SGDUR/MDP de la Sub Gerencia del DUR; con la finalidad de dar inicio la obra de conformidad al desagregado del Presupuesto Analítico;

Que, con las facultades esgrimidos por la Ley Orgánica de Municipalidades el mismo que se encuentra investido el Despacho de Alcaldía de acuerdo al Inc. 1) del Art. 20 de la Ley N° 27972; y proveido de la Gerencia Municipal, Sub Gerencia del DUR, Sub Gerencia de Presupuesto y sub Gerencia de Administración;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- Autorizar la Transferencia Financiera por el monto de S/. 8,000.00 Nuevos Soles, a favor de la Municipalidad del Centro Poblado de Puerto Porvenir - Río Ene, para la adquisición de materiales de Construcción y Servicios para el Mejoramiento y Rehabilitación del Pozo Tubular Agua Potable en el C.P. Puerto Anapati.

ARTICULO SEGUNDO.- Precisar que el desembolso será con el rubro 07 Foncomun, meta 0081, específica 2521199. el mismo que estará monitoreado su ejecución a través de la Sub Gerencia del DUR.

ARTICULO TERCERO.- Encargar al Gerente Municipal, Sub Gerencia de Planificación y Presupuesto, Unidades de Contabilidad y Tesorería, el cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese y Cúmplase.



Municipalidad Distrital de Pangoa

Ojgap
Lic. Oscar Villazana Rojas
ALCALDE

10 SET. 2010
4:00pm

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
GERENCIA
RECIBIDO
FECHA **10 SET. 2010**
HORA 3:10 FOLIO: 16
EXP: _____ FIRMA _____

INFORME N° 105-2010-RPVP-MDP

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
SUB GERENCIA DUR
RECEPCION
FECHA **10 SEP 2010**
EXP 1584 HORA 2:30
FIRMA G FOLIO 16

A : Arq. Soledad Miriam García Ingaroca
Sub-Gerente de Desarrollo Urbano y Rural

DE : Ing. Rony Paolo Vejarano Pérez
Coordinador Técnico de Obra

ASUNTO : REQUERIMIENTO DE MATERIALES Y SERVICIOS PARA MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE POZO TUBULAR AGUA POTABLE EN EL C.P. PUERTO ANAPATI

FECHA : 10 de Setiembre del 2010

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
SUB GERENCIA DE ADMINISTRACION
RECEPCION
FECHA **10 SET. 2010**
EXP 1960 HORA 5:48
FIRMA S.P. N° FOLIOS 10

Es grato dirigirme a Usted con el debido respeto, con la finalidad de hacer el requerimiento de materiales y servicios para el Mejoramiento y Rehabilitación del pozo tubular agua potable en el C.P. Puerto Anapati, en referencia al MEMO N° 180-2010-SGDUR/MDP, para poder dar inicio a las labores de dicho mejoramiento de agua potable.

ADJUNTO:

- Requerimiento de materiales y servicios.
- Informe Técnico

Es cuanto informo para su conocimiento y fines del caso

Atentamente

Rony Paolo Vejarano Pérez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 85272

PROVEIDO

PASE A: Gerencia Municipal
PARA: Autorización para disponibilidad presupuestal
FECHA: 10 SEP 2010

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL

Adoptado

Moente

PROVEIDO
PASE A: S. G. P. Vejarano y P. P. H.
PARA: (1) Asignación presupuestal
(2) Ejecución M.O. pto. Porvenir
FECHA: **10 SET. 2010**

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
GERENTE MUNICIPAL

DESAGREGADO DEL PRESUPUESTO ANALITICO

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION EN LA SITUACION DE POBREZA
 COMPONENTE: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA SOCIAL
 ACTIVIDAD: SANEAMIENTO BASICO C.C.N.N. Y C.P. DE PANGOA
 SUB ACTIVIDAD: MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE POZO TUBULAR C.P. PUERTO ANAPATI
 PLAZO EJEC. : 30 DIAS CALENDARIOS
 MODALIDAD : ADMINISTRACION DIRECTA

GEN. DE GASTO	ESPECIFICACION DE GASTO	UND	CANT	COSTOS		
				UNIT	PARCIAL	SUB TOTAL
COSTOS DIRECTOS						
2	GASTOS PRESUPUESTARIOS					
2.6.2.3.2.5	COSTOS DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA-BIENES					9743.00
	MATERIALES DE CONSTRUCCION					
	MOTOBOMBA HP 13/600	UNIDAD	1	3870.00	3870.00	
	MANGUERA DE IMPULSION DE JEBE DE 3"	ML	120.00	20.00	2400.00	
	ABRAZADERAS DE SUJECION 3" GALVANIZADA	UNIDAD	10.00	10.00	100.00	
	ABRAZADERAS DE SUJECION 3" TIPO MEDIA LUNA GALVANIZADA	UNIDAD	8.00	12.00	96.00	
	PERNO ACERADO DE 1/2" x 3"	UNIDAD	6.00	9.00	54.00	
	TUBERIA PVC SAP C-10 DE 3" A PRESION	UNIDAD	3.00	35.00	105.00	
	TUBERIA PVC SAP C-10 DE 2" A PRESION	UNIDAD	5.00	25.00	125.00	
	TEE PVC SAP PRESION 3"	UNIDAD	1.00	35.00	35.00	
	CODO PVC SAP PRESION 90° DE 3"	UNIDAD	4.00	35.00	140.00	
	UNION UNIVERSAL 3"	UNIDAD	2.00	80.00	160.00	
	ADAPTADOR PVC SAP PRESION 3"	UNIDAD	4.00	25.00	100.00	
	TAPON PVC SAP PRESION 3" TIPO MACHO	UNIDAD	1.00	25.00	25.00	
	VALVULA CHECK DE 3"	UNIDAD	1.00	180.00	180.00	
	VALVULA DE COMPUERTA PVC NICOLL 3"	UNIDAD	1.00	165.00	165.00	
	VALVULA DE COMPUERTA BRONCE DE 2"	UNIDAD	4.00	85.00	340.00	
	UNION UNIVERSAL 2"	UNIDAD	12.00	25.00	300.00	
	CODO PVC SAP PRESION 90° DE 2"	UNIDAD	6.00	15.00	90.00	
	CANASTILLA PVC SAP 2"	UNIDAD	1.00	25.00	25.00	
	HIPOCLORADOR DE 4"	UNIDAD	1.00	35.00	35.00	
	CONO DE REBOSE DE 2"	UNIDAD	1.00	20.00	20.00	
	REDUCCION DE 3" A 2"	UNIDAD	1.00	15.00	15.00	
	PEGAMENTO PVC FORDUIT	GLN	1.00	85.00	85.00	
	CEMENTO PORTLAND TIPO I	BLS	15.00	20.00	300.00	
	CALAMINA GALVANIZADA N° 25 (1.83 m. x 0.83 m. x 2.5 mm.) SIDER PERU	UNIDAD	8.00	23.50	188.00	
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 08	KG	10.00	4.50	45.00	
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	KG	10.00	4.50	45.00	
	CLAVOS DE 2"	KG	5.00	4.50	22.50	
	CLAVOS DE 3"	KG	5.00	4.50	22.50	
	LEJIA DESINFECTANTE INDUSTRIAL	GLN	20.00	14.00	280.00	
	COLORO	KG	10.00	14.00	140.00	
	PINTURA ESMALTE COLOR CELESTE	GLN	5.00	38.00	190.00	
	THINER ESTÁNDAR	GLN	3.00	15.00	45.00	
2.6.2.3.2.6	COSTOS DE CONSTRUCCION POR ADMINISTRACION DIRECTA-SERVICIOS					5100.00
	OTROS SERVICIOS DE TERCEROS					
	MANO DE OBRA CALIFICADA	GLB	1.00	1500.00	1500.00	
	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	600.00	600.00	
	VIATICOS PERSONAL TECNICO	GLB	1.00	1200.00	1200.00	
	IMPREVISTOS Y OTROS	GLB	1.00	1800.00	1800.00	
TOTAL						14843.00

12,930.00

(1913.00)

Rony Paola Rojas
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 85272



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
SUB GERENCIA DESARROLLO URBANO Y RURAL
GESTION 2007-2010
SATIPO – JUNIN

MEMORANDUM Nº 180 -2010-SGDUR/MDP

A : ING. RONY VEJARANO PEREZ
Coordinador de Proyecto

ASUNTO : EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE EN EL C.P. PUERTO ANAPATI

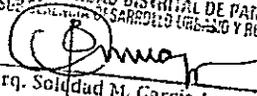
REFER : MEMORANDUM Nº 500-2010 – GM- MDP (Acuerdo 19’)

FECHA : Pangoa, 10 de Setiembre del 2010

A través del presente comunico a UD. que mediante el proyecto “Mejoramiento de la Calidad de vida de la población en la situación de pobreza”, deberá evaluar el funcionamiento del sistema de agua potable en el C.P. Puerto Anapati, para el que debe realizar las acciones respectivas.

Su atención en el breve plazo posible, bajo responsabilidad.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PANGOA
SUB GERENCIA DESARROLLO URBANO Y RURAL

Arq. Soledad M. García Ingaroca
CAP Nº 9772
SUB GERENTE


Recabido
10/09/10

Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable

1. Objetivo

El presente documento tiene como objetivo fijar parámetros y establecer criterios, que sirvan como guía para diseñar estaciones de bombeo de agua potable para poblaciones rurales hasta 2000 habitantes.

2. Requisitos previos

Para diseñar una estación de bombeo de agua potable, previamente se deben conocer los siguientes aspectos:

- Fuente de abastecimiento de agua: superficial (cisterna de agua) o subterránea (pozo perforado).
- Lugar a donde se impulsará el agua: reservorio de almacenamiento o la red de distribución.
- Consumo de agua potable de la población y sus variaciones.
- Población beneficiada por el proyecto: actual y futura.
- Características geológicas y tipo de suelo del área de emplazamiento de la cámara de bombeo.
- Nivel de conocimiento de la población de operara el sistema.

3. Estaciones de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

3.1 Elementos de las estaciones de bombeo

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo.
- Cisterna de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.
- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Equipos para cloración.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

La figura 1 muestra un esquema típico de una caseta de bombeo empleado en el área rural, constituido por bombas centrífugas de eje horizontal. Sin embargo, esta configuración puede variar de acuerdo a las condiciones particulares de cada proyecto.

3.2 *Ubicación de la estación de bombeo*

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrá en cuenta los siguientes factores:

- Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento.
- Protección de la calidad del agua de fuentes contaminantes.
- Protección de inundaciones, deslizamientos, huaycos y crecidas de ríos.
- Eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución.
- Disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo.
- Topografía del terreno.
- Características de los suelos.

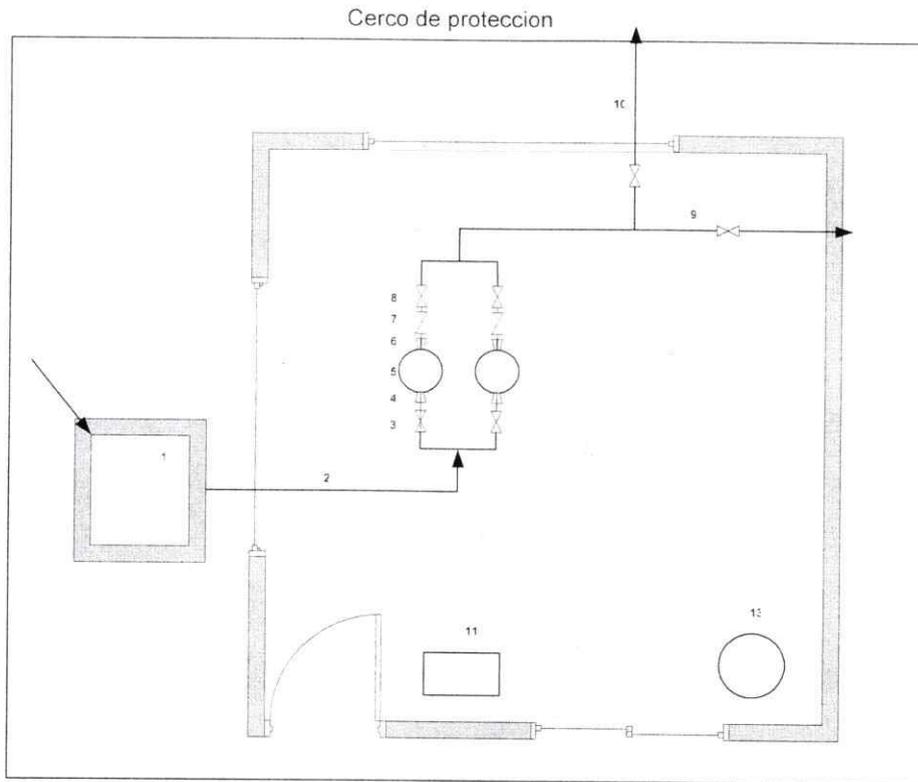
3.3 *Capacidad de la estación de bombeo*

La determinación del caudal de bombeo debe realizarse sobre la base de la concepción básica del sistema de abastecimiento, de las etapas para la implementación de las obras y del régimen de operación previsto para la estación de bombeo. Los factores a considerar son los siguientes:

3.3.1 *Periodo de bombeo*

El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.

Por razones económicas y operativas, es conveniente adoptar un periodo de bombeo de ocho horas diarias, que serán distribuidas en el horario más ventajoso. En situaciones excepcionales se adoptará un periodo mayor, pero considerando un máximo de 12 horas.



LEYENDA

- 1 Pozo o cámara de succión
- 2 Tubería de succión
- 3 Valvula compuerta
- 4 Reduccion excéntrica
- 5 Bomba
- 6 Reduccion concéntrica
- 7 Valvula de retencion
- 8 Valvula compuerta
- 9 Tubería de impulsión
- 10 Tubería de limpieza
- 11 Tablero de control

Figura 1. Esquema típico de una estación de bombeo.

3.3.2 Tipo de abastecimiento

Se deben considerar dos casos:

- Cuando el sistema de abastecimiento de agua incluye reservorio de almacenamiento posterior a la estación de bombeo; la capacidad de la tubería de succión (si corresponde), equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

3.6 *Número de unidades de bombeo*

Depende del caudal de bombeo y de sus variaciones, además, de la necesidad de contar de equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

En situaciones donde se requiere solo un equipo de bombeo, es recomendable instalar uno idéntico de reserva, estableciendo un coeficiente de seguridad del 200%; pero si el tamaño de los equipos resulta muy grande, es recomendable incrementar el número de ellos, estableciendo coeficientes de seguridad menores, pero mayores alternativas y menores costos de operación. En tales casos puede admitirse hasta 150% como coeficiente de seguridad de los equipos.

3.7 *Tipos de bombas*

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del proyecto, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.

3.7.1 *Bombas centrífugas horizontales*

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc.

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva y bombas de succión negativa. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es positiva y en la situación inversa la succión es negativa (véase figura 4).

La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.

De acuerdo a las variantes constructivas, estos equipos se pueden clasificar en los siguientes:

✓ **Bombas Monobloc**

Son equipos sencillos que forman un conjunto compacto con su electromotor. Tienen una caja compacta integral, en los tamaños pequeños, y/o partida verticalmente en

los de gran tamaño. La succión es axial y la descarga tangencial. Los modelos pequeños tienen conexión de succión y descarga roscada y los modelos más grandes, a bridas. Tienen dos impulsores cerrados que pueden trabajar en serie o en paralelo (véase figura 5). Este tipo de bombas es adecuado para pequeñas instalaciones, cuya potencia no sea mayor a 10 HP.

✓ **Bombas de silla**

Son equipos algo más complicados por que tienen cuatro partes distintas:

- La carcasa de la bomba, sujeta en voladizo a un soporte especial o silla, que a su vez sirve de soporte al eje de la bomba.
- Un motor eléctrico.
- Una base metálica común.
- Un acoplamiento elástico para los ejes.

Estas bombas también tienen dos impulsores, que pueden ser iguales o diferentes y trabajar en serie o en paralelo (véase figura 6).

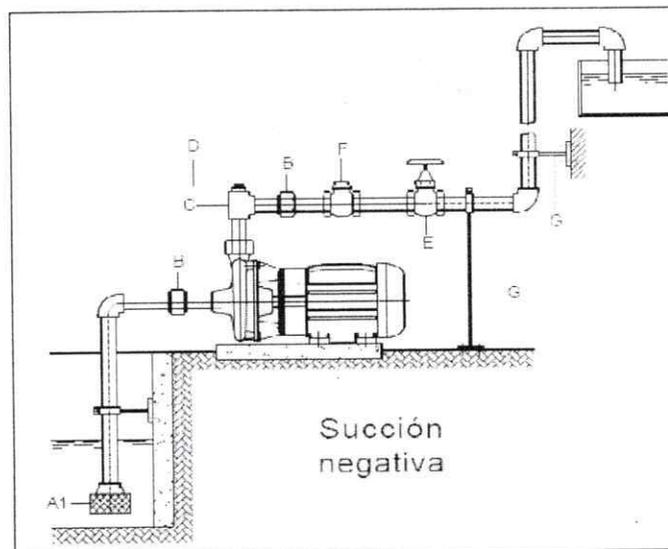
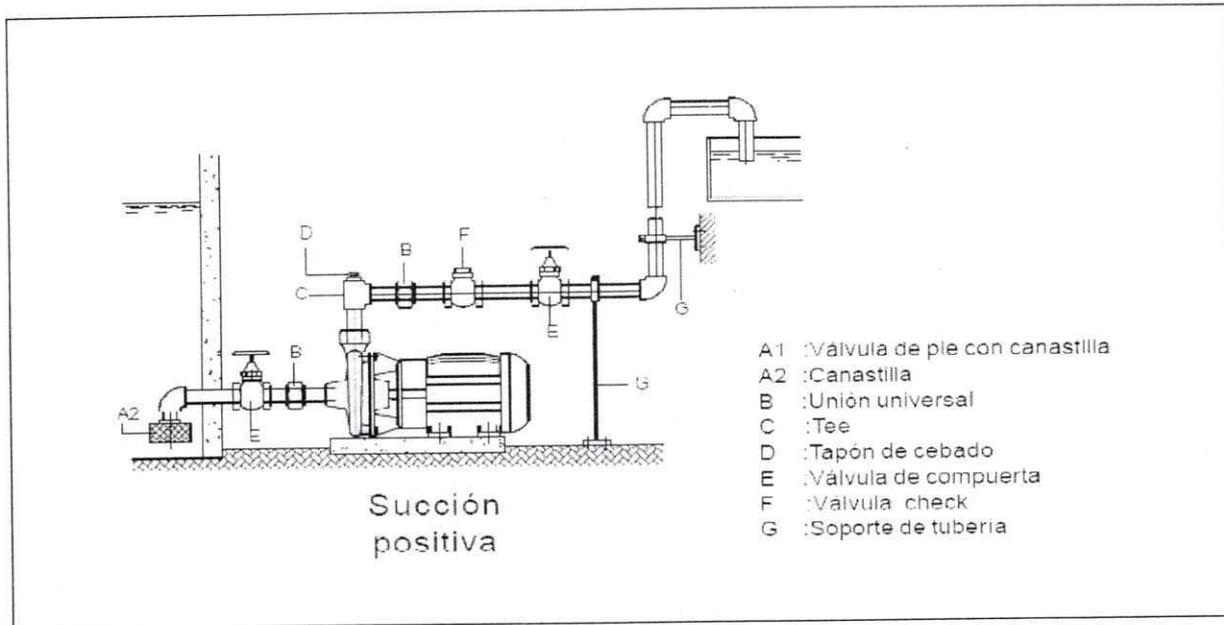


Figura 4. Bombas centrífugas de eje horizontal.



✓ Bombas de caja partida horizontal

En estos equipos la caja de la bomba está dividida en dos partes según un plano horizontal que pasa por el eje de la misma. Generalmente son construidas de tamaño grande. Pueden tener dos o más impulsores, pero por lo general tienen solo uno de gran tamaño y de doble entrada, lo que obliga a bifurcar tanto la conexión de la succión como la descarga (véase figura 7). Este tipo de bombas es adecuado para emplearlas en medias y grandes casetas de bombeo.

3.7.2 Bombas centrifugas verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducir las en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

Una unidad de bombeo de un pozo consta seis partes principales, que son: a) la máquina motriz, b) el cabezal de transmisión, c) eje de transmisión, d) la columna o tubería de impulsión, e) la bomba, y f) la tubería de succión (véase figura 8).

De acuerdo al tipo de lubricación del eje de transmisión de la bomba, pueden ser de dos tipos: lubricadas con el mismo líquido que se bombea y lubricadas con aceite.

Guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural

1. Objetivo

Establecer criterios para el diseño de líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural.

2. Definiciones

- *Cámaras rompe presión*: Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
- *Carga dinámica*: En cualquier punto de la línea, representa la diferencia de la carga estática y la pérdida de carga por fricción en la tubería.
- *Golpe de ariete*: Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.
- *Línea de conducción*: En un sistema por gravedad, es la tubería que transporta el agua desde el punto de captación hasta el reservorio. Cuando la fuente es agua superficial, dentro de su longitud se ubica la planta de tratamiento.
- *Línea gradiente hidráulica*: Es la línea que indica la presión en columna de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación.
- *Línea de impulsión*: En un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio.
- *Nivel de carga estática*: Representa la carga máxima a la que puede estar sometida una tubería al agua cuando se interrumpe bruscamente el flujo.
- *Pérdida de carga unitaria (h_f)*: Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.
- *Pérdida por tramo (H_f)*: Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.
- *Reservorio*: Es la instalación destinada al almacenamiento de agua para mantener el normal abastecimiento durante el día.
- *Válvula de aire*: Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías; se las ubica en los puntos altos de la línea.
- *Válvula de purga*: Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos.

3. Aplicación

La aplicación de la presente guía será en sistemas rurales y pequeñas localidades.

4. Información básica

Para el diseño se requiere de:

- a) Información de la población.
- b) Investigación de la fuente: Caudal y temporalidad
- c) Plano topográfico de la ruta seleccionada.
- d) Estudio de suelos y si es el caso estudio geológico para determinar la estabilidad del terreno.
- e) Calidad fisicoquímico de la fuente.

5. Trazado

Se tomará en cuenta lo siguiente:

- a) Evitar pendientes mayores del 30% para evitar velocidades excesivas.
- b) En lo posible buscar el menor recorrido siempre y cuando esto no conlleve a excavaciones excesivas u otros aspectos.
- c) Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- d) Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- e) Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- f) Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- g) Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- h) Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

6. Diseño de la línea de conducción

6.1 Caudal de diseño

Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado.

6.2 Carga estática y dinámica

La Carga Estática máxima aceptable será de 50 m y la Carga Dinámica mínima será de 1 m.

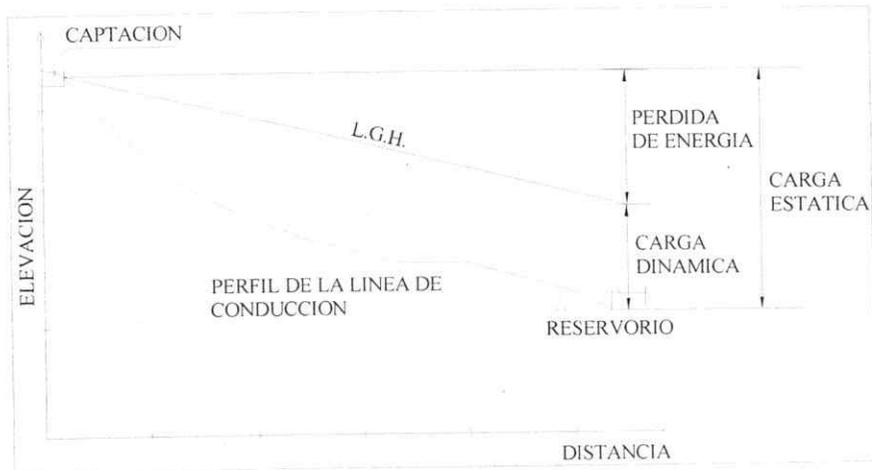


Figura 1. Cargas estática y dinámica de la línea de conducción

6.3 Tuberías

Para la selección de la clase de tubería se debe considerar los criterios que se indican en la figura 2.

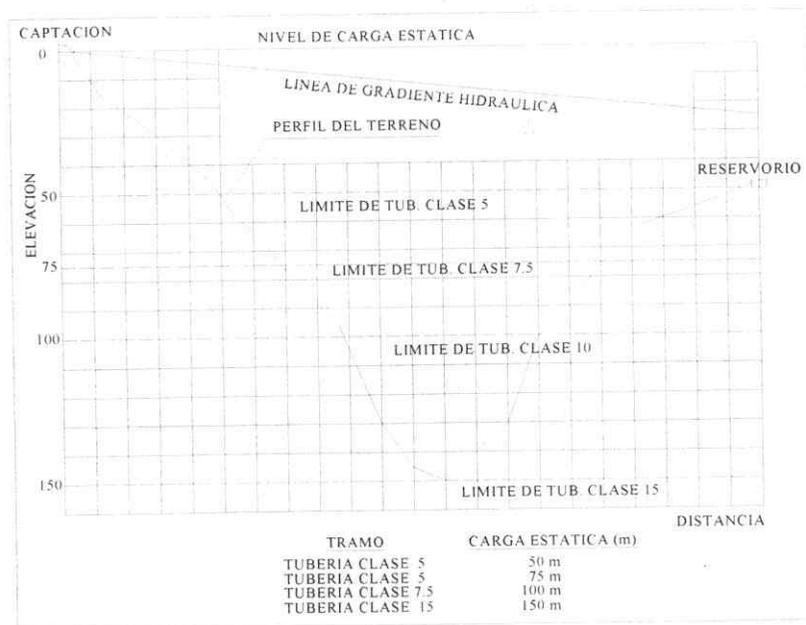


Figura 2. Presiones de trabajo para diferentes clases de tubería de PVC

Se deberá seleccionar el tipo de tubería en base a la agresividad del suelo y al intemperismo. En este último caso, de usarse el fierro galvanizado se le dará una protección especial.

[Firma manuscrita]
 ...
 ... CIVIL
 ...

6.6 Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

a) La Línea gradiente hidráulica (L. G. H.)

La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.

b) Pérdida de carga unitaria (hf)

Para el propósito de diseño se consideran:

Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2 pulgadas o hay fórmulas diámetros menores a 2 pulgadas como la de Fair Whipple.

$$Q = \alpha_1 \times C \times D^{2.63} \times hf^{0.54} \quad (\alpha_1: \text{Constante}) \text{ Hazen y Williams}$$

$$Q = \alpha_2 \times D^{2.71} \times hf^{0.57} \quad (\alpha_2: \text{Constante}) \text{ Fair Whipple}$$

$$hf = H_f / L \quad (H_f: \text{pérdida de carga por tramo, } L: \text{Longitud del tramo})$$

c) Presión

En la línea de conducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Se determina mediante la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + P_1/\gamma + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\gamma + V_2^2/2g + H_f$$

Donde:

Z	=	Cota de cota respecto a un nivel de referencia arbitraria.
P/γ	=	Altura de carga de presión "P es la presión y γ el peso Específico del fluido" (m)
V	=	Velocidad media del punto considerado (m/s).
Hf	=	Es la pérdida de carga que se produce de 1 a 2

Si $V_1 = V_2$ y como el punto 1 esta a presión atmosférica, o sea $P_1 = 0$. Entonces:

$$P_2/\gamma = Z_1 - Z_2 - H_f \quad (\text{figura 6}).$$

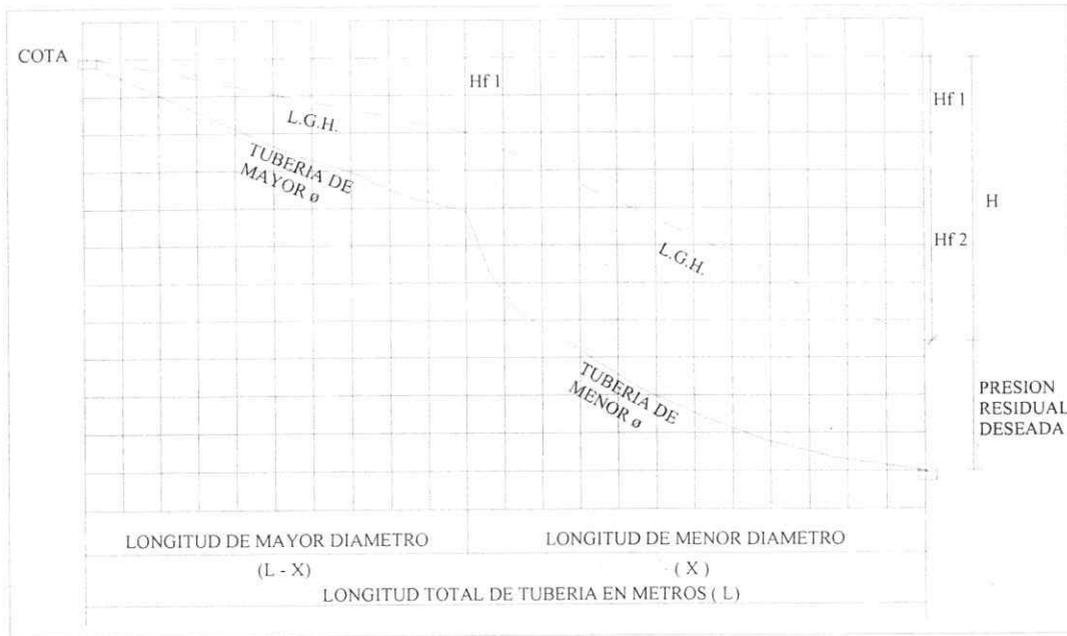


Figura 7. Perfil de la combinación de tuberías

e) Perfiles en U

En zonas donde la topografía obligue el trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de U, las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan (figura 2).

7. Diseño de la línea de impulsión

7.1. Caudal de diseño

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al consumo del máximo diario para el periodo de diseño. Tomando en cuenta que no resulta aconsejable ni práctico mantener períodos de bombeo de 24 horas diarias, habrá que incrementar el caudal de acuerdo a la relación de horas de bombeo, satisfaciendo así las necesidades de la población para el día completo.

$$\text{Caudal de bombeo} = Q_b = Q_{md} \times 24 / N$$

- N = Número de Horas de Bombeo
- Q_{md} = Caudal Máximo Diario

Rony Paolo Vejarano Pérez
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 86272

7.2. Selección de diámetros

Un procedimiento para la selección del diámetro es usando la fórmula de Bresse.

$$D = K \times X^{1/4} \times Q_b^{1/2}$$

X	=	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de Horas Bombeo}}{24}$
K	=	1.3
D	=	Diámetro en m
Q _b	=	Caudal de Bombeo en m ³ /s.

Determinado un D, se escogen dos (2) diámetros comerciales en torno al valor de Bresse, con velocidades comprendidas entre 0,6 a 2,0 m/s y se determina las pérdidas de carga y potencia de equipo requerido en cada caso. El análisis de costos que involucra tuberías, equipo y costos de operación y mantenimiento permitirá seleccionar el diámetro de mínimo costo.

7.3. Tuberías

En forma similar a como se determinó para la línea de conducción por gravedad, habrá que determinar las clases de tubería capaces de soportar las presiones de servicio y contrarrestar el golpe de ariete.

7.4. Altura dinámica total (Ht)

El conjunto elevador (motor-bomba) deberá vencer la diferencia de nivel entre el pozo o galería filtrante del reservorio, más las pérdidas de carga en todo el trayecto (pérdida por fricción a lo largo de la tubería, pérdidas locales debidas a las piezas y accesorios) y adicionarle la presión de llegada (figura 8).

H _s	=	Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior.
H _d	=	Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.
H _g	=	Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total) H _s + H _d = H _g
H _{f_{total}}	=	Pérdida de carga (totales).
P _s	=	Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m).
H _t	=	Altura dinámica total en el sistema de bombeo, que corresponde a:

$$H_t = H_g + H_{f_{total}} + P_s$$

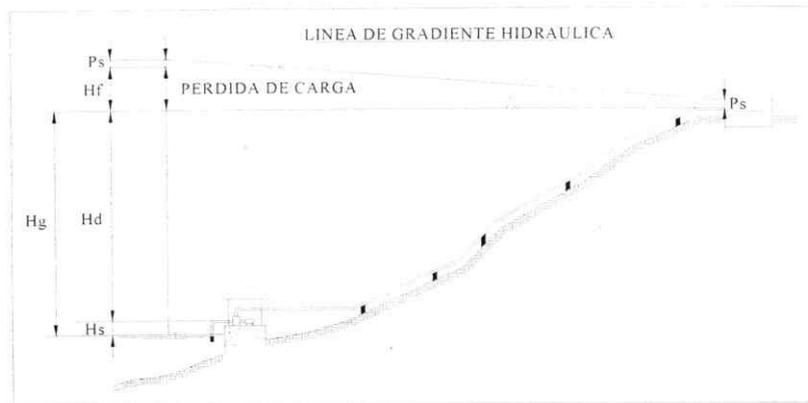


Figura 8. Línea gradiente hidráulica de la línea de impulsión

7.5. Cálculo del fenómeno de golpe de ariete

Se calculará con las fórmulas y teorías de: Michaud, Vensano; de Spare; Teoría Inelástica (Johnson, et al) y la de Allieve.

Puede calcularse mediante diversas metodologías; sin embargo, por su simplicidad puede aplicarse la teoría de Allieve, que se resume a continuación:

Datos requeridos para calcular el aumento de presión:

- D = Diámetro de la tubería (m)
- e = Espesor de la tubería (m)
- g = Aceleración de la gravedad (m/s^2 .)
- C = Celeridad (m/s)
- L = Longitud de la tubería (m)
- H_o = Carga Estática (m)
- V_o = Velocidad en la línea (m/s)

$$\text{Tiempo crítico (Tc)} = 2 \times L / a$$

$$\text{Tiempo para que el caudal sea nulo (T)} = 1 + (k \times L \times V \times H_o / g)$$

$$a = 9900 / (48 + 0.5 \times (D / e))^{1/2} \text{ considerando } a \leq 1000 \text{ m/s.}$$

k = Coeficiente experimental, donde $k = 2 - 0.0005 \times L$ para valores de L menores de 2000m

$$\text{Constante K de la tubería: } K = C \times V_o / (2 \times g \times H_o)$$

Con K, Tc y T, se halla: $N = T / T_c$ (Tiempo relativo de maniobra).

En el Ábaco de Allieve en la intersección de K y N lleva las líneas diagonales dan la relación $(H_o + y) / H_o$ donde "y" representa el aumento de presión (véase anexo 1).

Se determina la presión a la carga total en la línea producida por el Golpe de Ariete y la clase de tubería adecuada.

Las medidas para evitar el Golpe de Ariete son:

- a) Limitación de la velocidad en las tuberías.
- b) Cierre lento de válvulas y registros, construcción de piezas que no permitan la obstrucción muy rápida.
- c) Empleo de válvulas y dispositivos mecánicos especiales, válvulas de alivio.
- d) Utilización de tuberías que puedan soportar sobrepresiones ocasionadas por el golpe de ariete.
- e) Construcción de pozos de oscilación capaces de absorber los golpes, permitiendo la oscilación de agua. Esta solución es adoptada siempre que las condiciones topográficas sean favorables y las alturas geométricas pequeñas. Los pozos de oscilación deben ser localizados tan próximos como sea posible de la casa de máquinas.
- f) Instalación de cámaras de aire comprimidas que proporcionen el amortiguamiento de los golpes. El mantenimiento de estos dispositivos requieren ciertos cuidados, para que se mantenga el aire comprimido en las cámaras.

7.6. Estructuras complementarias

Se mantendrá las mismas recomendaciones para el uso de las válvulas de aire y de purga del numeral 6.5.

7.7. Línea gradiente hidráulica

La línea gradiente hidráulica se traza partiendo de la estación de bombeo con la altura dinámica total y la presión residual de llegada al reservorio.

8. Problemas especiales en el trazo de la línea de conducción e impulsión

Pueden presentarse los siguientes casos:

a) Zonas rocosas

Tubería anclada compuesta de fierro galvanizado o resistente al intemperismo.

b) Vulnerables a desprendimiento de tierra

En las áreas propensas a las avalanchas hay que utilizar cruces suspendidos. Los puntos de anclaje del cruce deben asentarse sobre terreno firme y la tubería en suspensión debe ser lo suficientemente alta para evitar ser golpeadas por deslizamiento o por detritos.