



**FACULTAD DE INGENIERIA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
TESIS**

**“DISEÑO DE AMPLIACION DE UN SISTEMA DE
BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA EL AA.HH.
EL CARMEN DEL DISTRITO DE HUAURA”**

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

AUTOR:

Bach. Respicio Lopez, Javier Felix

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5252-4610>

ASESOR:

MSc. Rojas Coronel, Ángel Marcelo

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2720-9707>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel-Perú

2020

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

**“DISEÑO DE AMPLIACION DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
POTABLE PARA EL AA.HH. EL CARMEN DEL DISTRITO DE HUAURA”**

APROBACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dra. Silvia Yvone Gastiaburu Morales

Presidente del jurado de tesis

Mg. Carlos Alexis Alvarado Silva

Secretario(a) del jurado de tesis

MSc. Ángel Marcelo Rojas Coronel

Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

A mis queridos Padres Rigoberto y Rosalía quienes me supieron formar con valores y grandes enseñanzas para realizarme como un profesional a beneficio de nuestra sociedad.

A pesar que mi Padre ya no se encuentra con nosotros en este mundo, siempre le agradeceré a Nuestro Padre Celestial por haberme dado como Padre a un gran hombre de bien y luchador.

A mis queridos hermanos, por su incondicional apoyo durante el desarrollo de mis estudios primario. Secundario y superior.

Y siempre llevare en mi corazón el lema familiar que cuando hay unidad, no existe barreras que nos detenga para superar las dificultades que se nos presenten.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial a todos los docentes que nos supieron brindar sus enseñanzas en las aulas del campus Universitario que contribuyeron a nuestra formación profesional.

En especial al profesor Msc. Jorge Luis Leiva Piedra por su valiosa ayuda y sugerencias necesarias para desarrollar el presente trabajo.

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por todo el apoyo incondicional brindado durante el desarrollo de las enseñanzas académicas.

A todos les quedo eternamente agradecido por su valiosa colaboración en mi formación Profesional.

RESUMEN

La investigación “Diseño de ampliación de un sistema de bombeo de agua potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura” se realiza por problemas de abastecimiento de agua potable, la localidad posee un único pozo profundo de 70m y una bomba de turbina vertical accionada por un motor eléctrico de 75 HP, 1770RPM, 220V, Trifásico a 60Hz (antiguo) los cuales cada cierto periodo se malogran dejando de abastecer el agua y aunque funcione la bomba no abastece, así la Municipalidad plantea perforar un pozo nuevo de 70m y bomba nueva cerca de 9m del pozo antiguo y trabajen alternadamente. El objetivo principal es presentar la “Propuesta de diseño de ampliación de un sistema óptimo de Bombeo de agua potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura”, calculando su demanda máxima proyectada y la determinación de los requerimientos técnicos mínimos requeridos para el diseño y satisfacer la demanda. La metodología aplicada a la investigación es no experimental y técnicas de observación y documentales. Como resultado del análisis se halló que la bomba actual no abastece porque no tiene una sumergencia adecuada aspirando aire y disminuyendo el caudal. Se determinó la bomba óptima con el uso del variador de frecuencia el cual nos brindó los parámetros óptimos de funcionamiento (caudal de 29.30l/s, altura de 8.35m, pot. motor 56.64HP, velocidad de 1710RPM (57 Hz) con esto se ahorraría energía 4,144.17 Kwh/mes. Concluyendo que la demanda futura es un caudal de diseño de 33.26 l/s y un caudal óptimo de 29.30 l/s para los diez primeros años para luego regular al caudal de diseño de 33,26 l/s los últimos diez años.

PALABRAS CLAVE: Agua de pozo para el AA.HH. El Carmen-Huaura, Ampliación de sistema de bombeo, agua de pozo profundo.

ABSTRACT

The investigation “Design of expansion of a drinking water pumping system for the AA.HH. El Carmen of the Huaura District” is carried out due to drinking water supply problems, the town has a single 70m deep well and a vertical turbine pump powered by a 75 HP, 1770 RPM, 220V, three-phase 60Hz electric motor (old) which, from time to time, fail due to stop supplying the water and although the pump does not supply, the Municipality plans to drill a new 70m well and a new pump about 9m from the old well and work alternately. The main objective is to present the “Design proposal for the expansion of an optimal pumping system for drinking water for the AA.HH. El Carmen of the Huaura District”, calculating its maximum projected demand and determining the minimum technical requirements required to design and satisfy the demand. The methodology applied to the research is non-experimental and observational and documentary techniques. As a result of the analysis, it was found that the current pumps does not supply because it does not have an adequate submersion sucking air and decreasing the flow. The optimal pump was determined with the use of the frequency variator which gave us the optimal operating parameters (flow rate of 29.30 l/s, height of 8.35m, motor power 56.64HP, speed of 1710RPM (57Hz). Would save energy 4,144.17 KWh/month, concluding that the future demand is a design flow of 33.26 l/s and an optimal flow of 29.30 l/s for the first ten years and then regulate to the design flow of 33.26 l/s the last ten years.

KEY WORDS: Well water for the AA.HH. El Carmen-Huaura, Expansion of the pumping system, Deep well water.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	8
1.1. Realidad problemática	9
1.2. Trabajos previos	13
1.3. Teorías relacionadas al tema	16
1.4. Formulación del problema	55
1.5. Justificación e importancia del estudio	55
1.6. Hipótesis	57
1.7. Objetivos	57
II. MÉTODO	58
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	58
2.2. Variables y Operacionalización	58
2.3. Población y Muestra	60
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos, validez y Confiabilidad	60
2.5. Procedimiento de análisis de datos	61
2.6. Criterios éticos	95
2.7. Criterios de rigor científicos	95
III. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	97
3.1. Recursos humanos y presupuesto	97
3.2. Financiamiento	99
3.3. Cronograma de ejecución	99
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
4.1. Conclusiones	101
4.2. Recomendaciones	102
REFERENCIAS	103
ANEXOS	106

I. INTRODUCCIÓN

Desde que se dio el despegue de la perforación, se dio gran apoyo para el suministro del agua a pobladores de las zonas urbanas, para el agro y la industria, todo esto por el desarrollo de nuevas tecnologías para la perforación de pozos, bombeo, el estudio geológico, por tanto, el agua subterránea se convirtió en el recurso de respaldo para cubrir la demanda de agua a la humanidad y al desarrollo económico. Aproximadamente del total global de agua subterránea sustraída el 36% es para agua potable, otros 42% para uso agrario y el 24% para uso industrial, así mismo se observó que el agua subterránea es la única opción para atender la demanda en zonas rurales y la más confiable ante las sequias y tiene buena calidad en general que solamente necesitan poco tratamiento (ONU, 2018).

Cuando en forma racional tratamos de aprovechar como de debe los recursos hídricos , debemos de ver y analizar todas las posibilidades que se nos expone y además las experiencias anteriores con el único fin de obtener en lo posible los mejores resultados, con la cuantificación de los parámetros y tener los indicadores que nos brinden resultados adecuados sin recurrir a sofisticados procedimientos.es importante el empleo de los balances hídricos, que vienen a ser una comparación entre la oferta y la demanda para apreciar cuando la oferta es superior a la demanda(resultados favorables) o lo contrario (resultado desfavorable), y mediante el análisis de frecuencias, poder determinar la garantía hacia las demandas usando el tiempo como principal elemento y así tomar decisiones importantes (ANA, 2016).

Según (ANA, 2017)es importante que la administración local del agua encargada de los recursos hídricos de la zona en mención es ALA HUAURA, la cual posee como recursos hídricos lo siguiente:

- a) Recursos hídricos superficiales: naturalmente está conformada por la cuenca Huaura cuyo río principal se le llama río Huaura, la cual tiene 158.40 Km con un caudal de 32.66 m³/s.
- b) Recursos hídricos subterráneos de la cual existe una importante extracción de las aguas subterráneas, la cual proviene del acuífero valle de Huaura en donde existen 566 pozos de los cuales 60 son de pozos tubulares, 489 son a tajo abierto y otros 17 son mixtos, en total el volumen extraído es de 10,052 hm³.

Para extraer el agua en las minas es importante la correcta selección de la bomba puede tranquilamente brindar beneficios en la eficiencia, costo de operación y mantenimiento, por tanto en este rubro las bombas de turbina vertical vienen a ser la mejor alternativa para el bombeo de agua limpia (Morgan, 2015).

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Uno de los problemas del agua subterránea es la sobreexplotación de los acuíferos de turno esto por la mala gestión del recurso hídrico dentro de estas tenemos el desconocimiento de la situación real del acuífero a pesar que existen organismos reguladores como la conagua el cual regula el volumen y el uso de la extracción del agua del subsuelo. No cuentan con que volúmenes de agua se extraen realmente de los acuíferos y esto al pasar el tiempo agrava la situación como por ejemplo el aumento del número de usuarios no atendidas y además de otras nuevas necesidades del agua que deben de atenderse por .el desconocimiento del volumen de explotación también la de contaminación de las fuentes superficiales (Barranco, 2018).

El almacenamiento y la posterior regulación de los reservorios tienen mucha incidencia en la presión del agua originada por la distribución localizada y temporal de los recursos del agua superficial en sectores áridos. También la regulación y almacenamientos de los reservorios traen consigo que las condiciones de descarga y recarga de las aguas subterráneas varíen de acuerdo a este efecto, Cuando el reservorio estaba regulado a un nivel de agua más bajo como efecto resultaba que alrededor del reservorio el nivel del agua disminuía haciendo una comparación con el nivel normal del líquido elemento en funcionamiento (Liu, et al., 2020).

Uno de los desafíos que tiene la reserva de la Biosfera Seaflower en Colombia es la escasez de agua. Esta zona se caracteriza por que solo depende de las aguas subterráneas y tiene a la vez un crecimiento rápido de su población que a la vez necesita más agua de la que tienen disponible, también es importante la buena gestión de este recurso hídrico (Guerrero, 2020).

La mayor fuente de agua de calidad es el agua del subsuelo la cual está amenazada con el cambio climático, observamos que este efecto puede modificar el patrón del globo terrestre, procesos hidrológicos inciden en el tiempo y el espacio comportamientos de almacenamientos del líquido poco profundos y poder dirigir eventos de inundaciones y sequías. En el mundo, las aguas subterráneas conforman el 35% de la cantidad total de las extracciones de agua dulce para el aprovechamiento doméstico, agricultura e industrial. Por tanto las aguas subterráneas se ven afectadas por la variabilidad climática directamente en la recarga o también indirectamente por un cambio en la substracción del agua del subsuelo (Racovec et al., 2020)

Hay que tener en cuenta que los enemigos número uno de estas bombas son la arena y la arenilla la cual desgastan a los impulsores que generalmente son de varias etapas además destruyen los bujes, anillos de desgastes, etc. Es por esto la importancia de la elección de la velocidad de succión de la bomba de turbina vertical (Morgan, 2015).

En la Región metropolitana de Belem(Brasil) en la zona de Guajarina con aproximadamente 2,040,843 habitantes (censo 2010) la cual comprende 05 Distritos. Se construye un marco de tiempo que une el crecimiento de la Población, frente a los recursos hídricos a fin de estimular el debate de este recurso como es el agua, a fin de analizar como los recursos hídricos son manejados y ver qué medidas toma el gobierno contra la escases del agua en la Región Metropolitana (Amin, et al., 2013).

En Ocotlán (México) el poder tener agua potable es un problema donde existen una serie de factores que van más allá del crecimiento poblacional y atender su demanda sino también lo que necesita la actividad económica. El objetivo en primera instancia es la de plantear el real problema que existe para dotar del recurso hídrico potable para el lado doméstico. En Ocotlán, desde el año de 1966 al 2000 como resultado del de dar preferencia de dotar de agua al sector industrial de la zona del Municipio. La constante pugna entre los usos urbano, agrícola y la parte industrial ha hecho que se realicen enormes obras hidráulicas pero brindando el privilegio a los de las industrias y para la población de las ciudades más grandes del país, dando como resultado la sobre explotación del recurso hídrico y su posterior contaminación del agua (Duran, et al.,, 2013).

El (INEI, 2018) menciona que lo más importante para la vida es el recurso hídrico y es un derecho humano. La escasez y la pésima calidad del agua y por ende de un inadecuado servicio de saneamiento influyen en la salud alimentaria. Los problemas del recurso hídrico y el saneamiento influyen en la calidad de vida del ser humano y a la vez son causas directas de la mortalidad en la niñez por los parásitos, enfermedades diarreicas, etc.

El rio Nanay en el Departamento de Loreto es una fuente importante y esencial como recurso natural y económica para los habitantes del

amazonas, además es la fuente que provee de agua a la ciudad de Iquitos, pero lamentablemente en estos últimos años se han acrecentado la contaminación (fecal como mineral) de esta fuente a pesar que se han tomado medidas para este problema como la de no extraer minerales en la cuenca no basta urge más estudios y acciones para disminuir la contaminación. El ANA está desarrollando varios estudios y proyectos al respecto (ANA, 2016).

El Perú es el octavo País a nivel mundial que posee más recursos hídricos, tenemos casi el 2% del agua dulce en el mundo, pero las principales ciudades del Perú tienen escases de agua, como también los sectores productivos sufren de escases de agua ¿es un problema sin solución? lo que sucede es que la distribución es inadecuada. Para poder solucionar esto se deben de tomar políticas públicas muy diferentes al esquema que actualmente poseemos, La cual consiste en aumentar la oferta hídrica mediante proyectos y obras públicas muy costosas, lo que se debe de hacer es la de mejorar el uso, la ocupación del lugar de la población, el fortalecimiento de la gestión de los recursos. En conclusión, la de acercar la demanda hídrica en donde realmente se encuentran la oferta del agua (ANA, 2016).

Según (Cuellar, 2014) luego de una investigación se halló que las aguas, sobrepasan los límites máximos permisibles para metales pesados. Las aguas de estos ríos Patón, Quichas, Oyon, Churin, Checras y Huaura presentan problemas fisicoquímicos en la mayoría de estaciones de muestreo la cual nos dicen que existe un alto índice de contaminación por el vertido de las aguas residuales que proviene de las poblaciones vecinas (Churín y Oyon).

Según (Estrada, 2014) evaluaron el acuífero con estudios hidrogeológicos y poder encontrar el área para la perforación del pozo. Que permita atender la demanda de agua potable para el distrito de Huallmay en Huacho, Lima. La ciudad de huacho tiene once pozos en la cual está incluida Huallmay hacia el norte en cercanías del rio Huaura para satisfacer la demanda de agua cada vez más creciente para la ciudad la cual debe ser atendida por la EPS EMAPA huacho SA (Empresa de agua potable).

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. A nivel internacional

El gobierno de Cuba a raíz que saben que disponen de zonas acuíferas subterráneas importantes han priorizado la elaboración de proyectos para la obtención del líquido elemento, en la gran mayoría de los casos se procede a la construcción de pozos profundos .y a la vez también la de poder ampliarles a otros y así aumentar a los cubanos la calidad de vida que anhelan (Gonzáles & Peláez, 2015).

En Nicaragua (Suce, et al., 2015) se hizo una investigación “Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo eléctrico para el AA.HH. 23 de Octubre” donde: El análisis de la Población, su tasa de crecimiento, la adopción de Normas técnicas de diseño para estandarizar los cálculos y planos ayudaron a la mejor solución de la propuesta. Concluyendo que el sistema de abastecimiento de agua es el más adecuado, habiéndose estudiado el aspecto socioeconómico, con lo cual se tendrían buenos resultados económicos para la ejecución del mencionado proyecto a la vez que mejorarán su higiene y salud.

“La Algarrobera” ubicada en la Provincia de Loja en Ecuador, el problema del permanente desabastecimiento del agua para la población hicieron que instituciones realizaran obras como el sistema de bombeo de pozos profundos de 70 m para desde allí transportarlas a un reservorio para que después se dirija mediante las redes de distribución a la población (Cordova, et al., 2018).

1.2.2. A nivel nacional

Pachacamac tiene un pozo único con código P-315, El pozo con 28 años tiene problemas de funcionamiento por el deterioro de su estructura de captación que puede colapsar, con 70.50m de longitud de entubado, 17 Lt/s durante 22 horas diarias de funcionamiento la bomba (tipo turbina vertical de 13 etapas. El motor tiene 50 HP), ya el 2013 la bomba sufrió una rotura de eje, desde el inicio el caudal y la eficiencia han estado disminuyendo. La justificación técnica para el reemplazo del pozo es que por ser la única fuente de abastecimiento y su antigüedad, el deficiente abastecimiento de agua y el constante riesgo de sufrir una avería, se decidió la ejecución de un nuevo pozo tubular y se ubicará a 8m, Cerca al existente las condiciones hidrogeológicas del acuífero son buenas. El rendimiento será de 17 a 20 l/s (SEDAPAL, 2013).

Según (Concha & Guillen, 2014) realizaron una investigación “Mejoramiento del sistema del abastecimiento de agua potable en la Urb. Valle Esmeralda, distrito Pueblo Nuevo departamento de Ica” observando que: la verticalidad del pozo estaba torcida, la tubería ciega estaba deteriorada, el sector cuenta con un excelente acuífero para la obtención del agua subterránea, su caudal de diseño era de 52,65 l/s y el caudal de bombeo puede ser hasta 60 l/s para 24 horas garantizando la demanda. Concluyendo que se propone el cambio de un nuevo equipo de bombeo sumergible, mejorar el pozo existente y para garantizar la demanda futura colocar filtro de 30 m con puente trapezoidal.

Según (Sosa, 2017) realizó su tesis de grado con la investigación: “Mejoramiento del sistema de agua potable caserío San José de Matalacas, distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, Región Piura” finalizando con las siguientes conclusiones: el citado proyecto beneficiaría a 238 habitantes a futuro y brindándoles una buena calidad de vida disminuyendo las enfermedades, el sistema de abastecimiento se lograría mediante el buen cálculo hidráulico teniendo la velocidad, presiones y tipo de diámetro para utilizarlas en las tuberías.

1.2.3. A nivel local

Según (Jimenez, 2017) investigo el “Abastecimiento de agua subterránea con fines de uso agrícola para el fundo la Empedrada agroindustrial La Punta SAC .Huaura-Lima” se basó en el estudio Hidrológico para saber dónde se perforaba el pozo y el caudal explotable. Se obtuvo que para 80m de profundidad una vez perforado se observó que su rendimiento es de 50 l/s, luego el estudio del agua arrojó que era excelente para el agro. Concluyendo que el área en estudio era buena. Se recomendó que se colocara una electrobomba de 50 l/s, la succión de la bomba debe estar entre 60m, realizar mantenimiento preventivo cada dos años y observar los posibles descensos del acuífero.

Según (Ariza, 2019) Elaboró una investigación: “Diagnostico y propuesta de mejora del sistema de agua potable de la localidad de Maray, Huaura, Lima-2018” donde estudia la línea de conducción, distribución, Obtuvo datos con la técnicas de observación y documentación. Obteniendo los siguientes resultados: Falta de personal calificada de operación y mantenimiento, captación con fugas, sin válvulas de purga de aire, conexiones domiciliarias en mal estado.

Concluyendo: mejorar la captación, reparar el reservorio, capacitar al personal de mantenimiento y operación, elaborar programas de mantenimiento y monitorear la calidad del agua cada periodo.

Según (Suarez, 2014) realizó una investigación “Estudio hidrogeológico sector de Huambo, cuenca alta del río Huaura (Dpto. Lima, Prov. Huaura)” donde se muestra las características hidrogeológicas sobre el acuífero del sector para poder saber la explotación de las aguas del subsuelo y así satisfacer la demanda que requiere el proyecto minero la cual es de 40 l/s por lo cual se realizaron investigaciones de los aspectos hidrogeológicos geofísicos, etc. Para hallar el sector donde se perforará el pozo tubular, añadiendo al estudio se perforó el pozo de exploración en el área seleccionada, donde se hicieron pruebas hidrodinámicas como también el caudal explotable existente en el sector de investigación.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. sistema de bombeo

El equipo de bombeo: Contiene dos elementos, la primera que es la bomba y su medio de movimiento cual vendría ser un motor eléctrico. El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica la cual da movimiento a la bomba y esta a su vez convierte la energía mecánica en energía cinética que traslada al fluido en forma de presión y de velocidad (DRAGOIT, 2017).

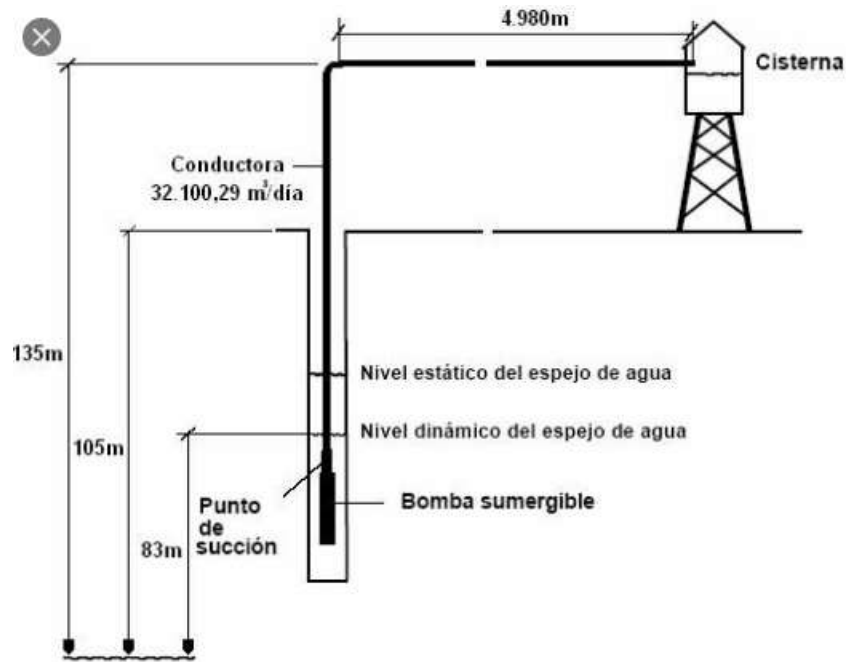


Figura 1: Sistema de Bombeo

Fuente: Organización Panamericano de la Salud (2005)

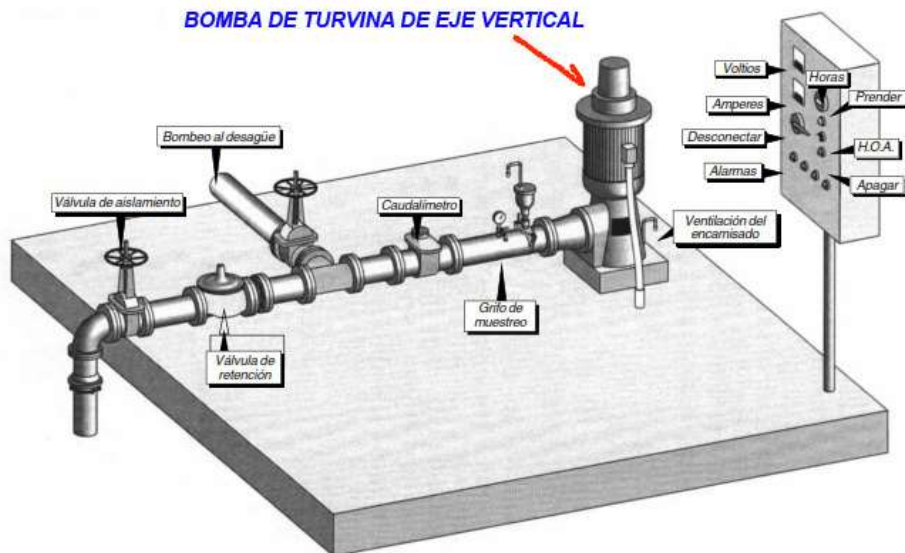


Figura 2: Sistema de Bombeo con bomba de Turbina Vertical

Fuente: Como realizar inspecciones sanitarias

El equipo de bombeo: Contiene dos elementos, la primera que es la bomba y su medio de movimiento cual vendría ser un motor eléctrico.

El motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica la cual da movimiento a la bomba y esta a su vez convierte la energía mecánica en energía cinética que traslada al fluido en forma de presión y de velocidad (DRAGOIT, 2017).

A. POZOS

Según (MINISTERIOVIVIENDA, 2018)Se perforan para captar el agua subterránea a una profundidad pronunciada, y pueden ser por su tipología:

- **POZOS SOMEROS.**- estos pozos captan los acuíferos a poca profundidad, normalmente hasta los 30 metros. A la vez se subdividen en:
 - EXCAVADOS
 - PERFORADOS
- **POZOS PROFUNDOS.**- Estos captan los acuíferos a profundidades mayores de 30m, a la vez se subdividen en:
 - PERFORADOS MANUALMENTE
 - PERFORADOS CON MAQUINARIA

B. BOMBAS DE POZO PROFUNDO

Según (HIDROSTAL, 2018) las bombas para pozos son de dos tipos:

- **BOMBAS SUMERGIBLES**

Según (HIDROSTAL, 2018)Estas bombas se caracterizan por que el motor y la bomba están unidas en una solo unidad y va sumergida totalmente al pozo profundo.



Figura 3: Bomba sumergible para pozo profundo

Fuente: Manual del Usuario (HIDROSTAL)



Figura 4: bomba sumergible instalada

Fuente: Manual del Usuario (HIDROSTAL)

- **BOMBAS DE TURBINA VERTICAL**

Según (HIDROSTAL, 2018) Estas se caracterizan por tener el motor en la superficie del pozo(seco) mientras que la bomba está sumergida dentro del pozo, motor y bomba están unidas mediante una columna.



Figura 5: Bomba de Turbina vertical con canastilla tipo cesto

Fuente: Manual del Usuario (HIDROSTAL)

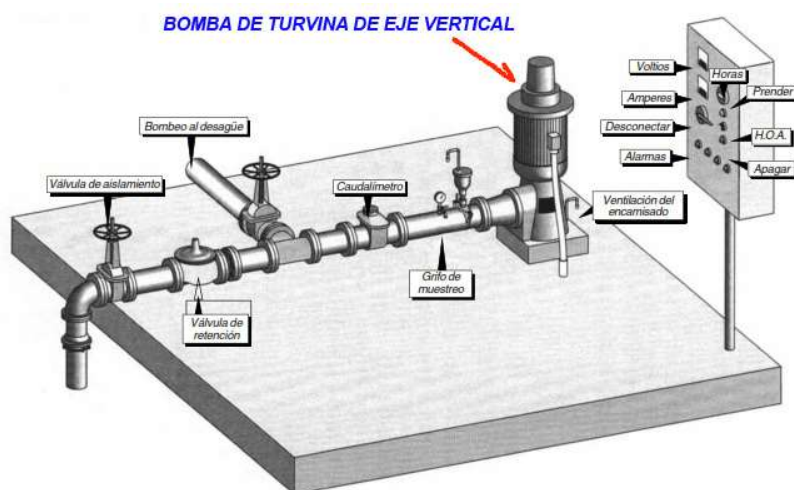


Figura 6: Bomba de Turbina Vertical instalada

Fuente: Como realizar inspecciones sanitarias

C. LUBRICACION DE BOMBAS DE POZO PROFUNDO

Según (HIDROSTAL, 2018) tenemos dos tipos de lubricación:

- **LUBRICACION POR AGUA**

Según (HIDROSTAL, 2018) Estas bombas van lubricadas por agua y esto son accionadas por motor eléctrico la válvula solenoide debe de ir conector a su tablero eléctrico para que en el momento que se arranque el motor se abra porque normalmente la válvula está cerrada. Estas bombas usan cojinetes de neopreno las cuales den de estar húmedas cuando el equipo está funcionando.

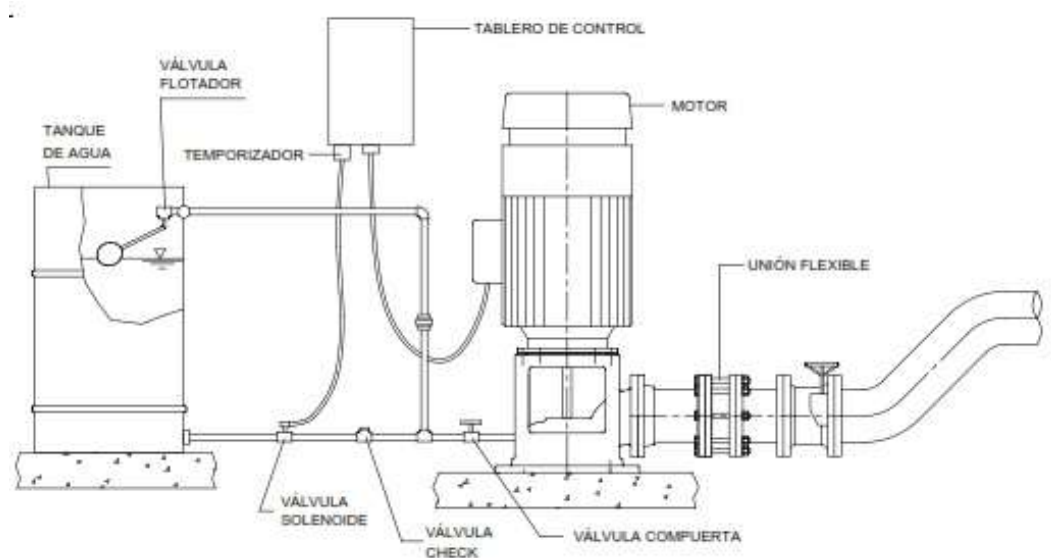


Figura 7: Bomba de turbina vertical lubricada por agua

Fuente: Manual bomba de turbina vertical (HIDROSTAL)

- **LUBRICACION POR ACEITE**

Según (HIDROSTAL, 2018) Estas bombas van lubricadas por aceite y normalmente son de SAE 20 ó SAE 30.

D. IMPULSORES DE BOMBAS DE POZO PROFUNDO

Según (GOULDSPUMP, 2018) los impulsores para las bombas de pozo profundo son de dos tipos:

- **IMPULSOR CERRADO**



Figura 8: Impulsor cerrado

Fuente: Manual de Bombas de turbina vertical (GOULDS PUMPS 2018)

- **IMPULSOR SEMIABIERTO**

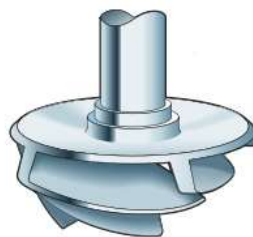


Figura 9: Impulsor Semiabierto

Fuente: Manual de Bombas de turbina vertical (GOULDS PUMPS 2018)

Ambos tipos de impulsores se fabrican en materiales de: Acero, Bronce y Fe do.

E. AJUSTE DE LUZ DE IMPULSORES DE BOMBAS DE POZO PROFUNDO

según (HIDROSTAL, 2015) los impulsores de las bombas viene con su ajuste adecuado para operar en condiciones óptimas de eficiencia,

quedando a responsabilidad a quien cambie estas dimensiones de las luces por qué hará cambiar la curva de operación de la bomba.

INFLUENCIA DE LA “LUZ” EN EL DESEMPEÑO DE LA BTV

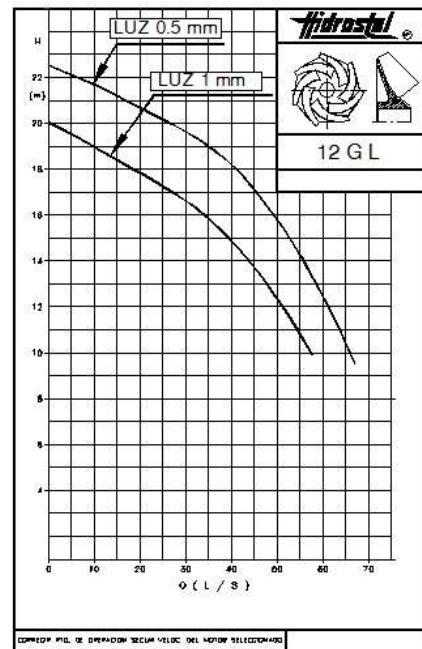
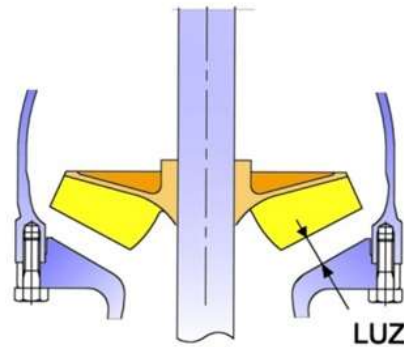


Figura 10: Influencia de la variación de la luz de un impulsor

Fuente: Seminario de bombas turbina vertical 2015 (HIDROSTAL)

Según (HIDROSTAL, 2018) los ajustes de las luces para los impulsores de las Bombas de Turbina Vertical son:

- **IMPULSORES CERRADOS**

Tabla 1: Ajuste de los impulsores cerrados de Bombas de Turbina Vertical.

IMPULSORES CERRADOS	
TAMAÑO DE LOS TAZONES:	Todos los tamaños
LUZ DEL IMPULSOR :	6.5 mm (0.25")

Fuente: Manual Bomba Turbina Vertical. (HIDROSTAL)

- **IMPULSORES ABIERTOS**

Tabla 2: Ajuste de los impulsores abiertos de bombas de turbina vertical.

IMPULSORES SEMIABIERTOS	
TIPO DE BOMBAS	LUZ DEL IMPLUSOR
5.5 G – H/M/L	0.25 mm (0.01”)
6 G – H/M/L	0.30 mm (0.012”)
8 G – H/M/L	0.35 mm (0.014”)
10 G – H/M/L	0.35 mm (0.014”)
12 G – H/M/L	0.35 mm (0.014”)
14 G – H/M/L	0.40 mm (0.016”)
16 G – H	0.40 mm (0.016”)
14 G – M/L	0.40 mm (0.016”)

Fuente: Manual Bomba Turbina Vertical (HIDROSTAL)

F. CUERPO DE LA BOMBA DE TURBINA VERTICAL

Según (HIDROSTAL, 2015) pueden ser de una o varias etapas que viene a ser el conjunto de tazones con sus respectivos impulsores. Para obtener el número de tazones tenemos que tener el ADT en m, la velocidad en RPM y el caudal en l/s,

Dentro de los tazones están los impulsores las cuales están fijadas al eje mediante collets o llamadas también cuñas cónicas.

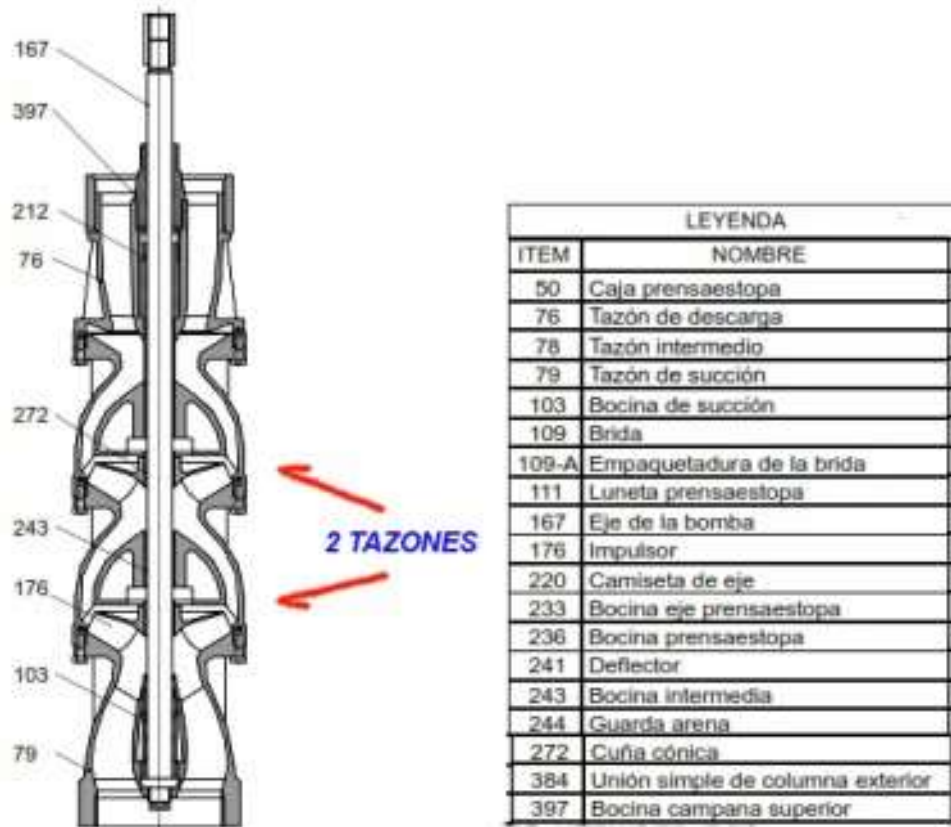


Figura 11 : Cuerpo de la bomba con dos tazones incluidos sus Impulsores

Fuente: Manual Bomba Turbina Vertical (HIDROSTAL)

G. COLUMNA DE LA BOMBA DE TURBINA VERTICAL

Según (HIDROSTAL, 2015) está conformada por la columna exterior y columna interior. La columna exterior son tubos que se conectan entre si y la columna interior conformada por el eje de transmisión y su respectiva funda (para bombas lubricadas por aceite) y se ubican en el centro de la columna exterior mediante arañas (separadores de jebe).

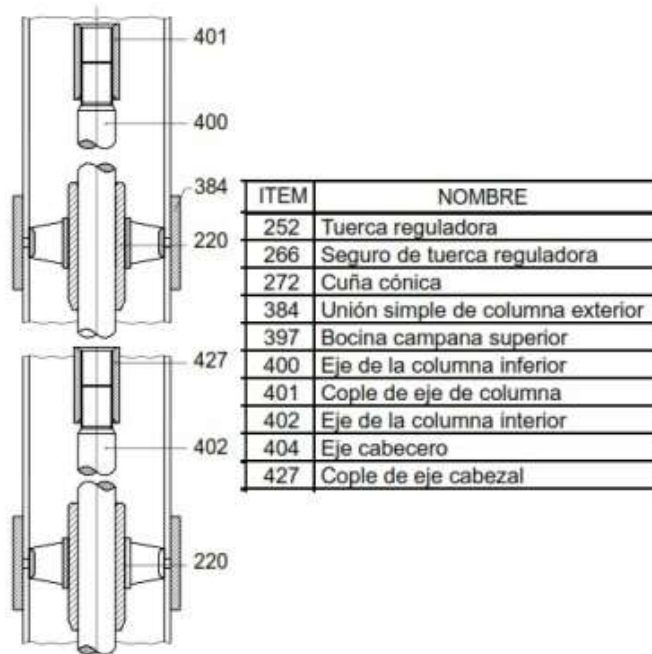
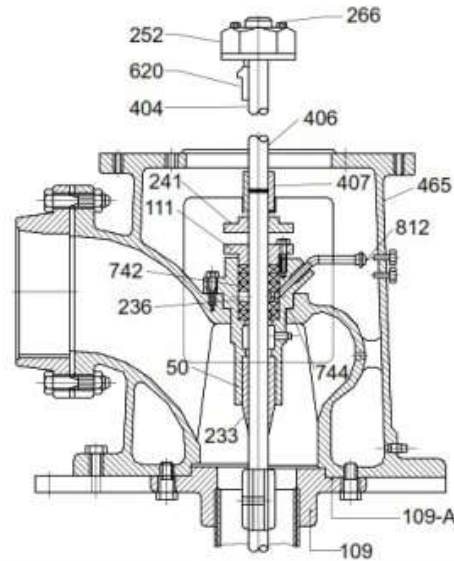


Figura 12 : Columna de la bomba de turbina vertical

Fuente: Manual Bomba Turbina Vertical (HIDROSTAL)

H. LINTERNA DE DESCARGA

Según (HIDROSTAL, 2015) Es el asiento donde va alojada el motor eléctrico vertical, fabricados con los estándares NEMA , en la parte inferior se ubica una brida que soporta todo el peso de la unidad. Por lo general son de fierro fundido.



LEYENDA			
ITEM	NOMBRE	ITEM	NOMBRE
50	Caja prensaestopa	252	Tuerca reguladora
76	Tazón de descarga	266	Seguro de tuerca reguladora
78	Tazón intermedio	272	Cuña cónica
79	Tazón de succión	384	Unión simple de columna exterior
103	Bocina de succión	397	Bocina campana superior
109	Brida	400	Eje de la columna inferior
109-A	Empaquetadura de la brida	401	Cople de eje de columna
111	Luneta prensaestopa	402	Eje de la columna interior
167	Eje de la bomba	404	Eje cabecero
176	Impulsor	427	Cople de eje cabezal
220	Camiseta de eje	465	Linterna de descarga
233	Bocina eje prensaestopa	620	Chaveta del eje cabecero
236	Bocina prensaestopa	742	Empaquetadura trenzada
241	Deflector	744	Empaquetadura de cobre
243	Bocina intermedia	812	Boquilla para grasa
244	Guarda arena		

Figura 13: Linterna de la Bomba de turbina vertical lubricada por agua

Fuente: Manual Bomba Turbina vertical (HIDROSTAL)

I. CANASTILLAS SUCCION DE BOMBAS DE TURBINA VERTICAL

Según (HIDROSTAL, 2018) las bombas para pozos son de dos tipos:

- **CANASTILLAS TIPO CESTO**

Generalmente se utilizan en cisternas, piscinas, reservorios, etc.

- **CANASTILLAS TIPO CONICA**

Este tipo casi siempre se utiliza para los pozos profundos.

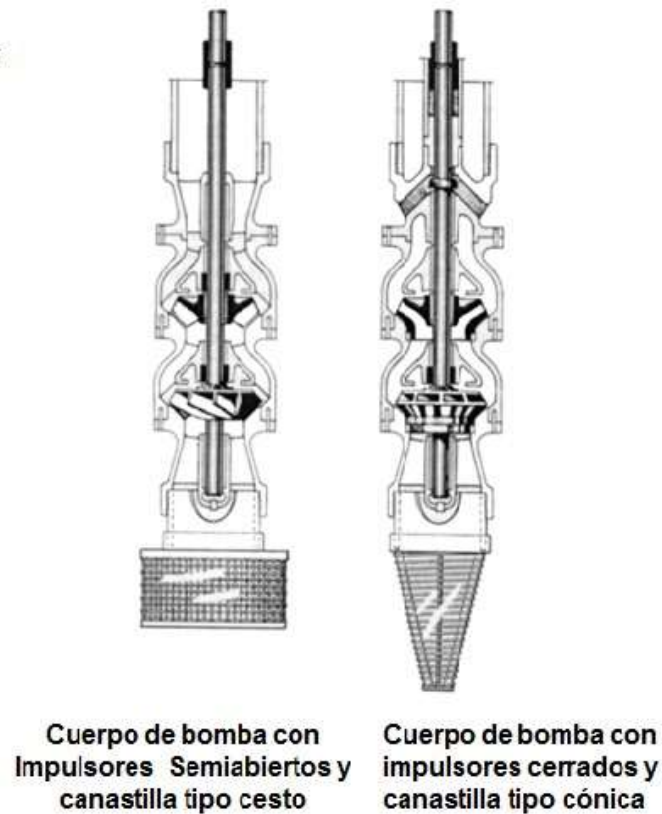


Figura 14: Cuerpos de Bombas de turbina vertical con canastilla tipo cesto y **tipo** cónico.

Fuente: Bombas turbina vertical (Seminario HIDROSTAL)

J. EQUIPO ELECTRICO

- **MOTOR ELECTRICO**

Según (WEG, 2017) Es una máquina que transforma la energía eléctrica en mecánica, el más utilizado es el motor de inducción. El motor de inducción funciona con una velocidad constante, esta velocidad la podemos variar mediante un convertidor de frecuencia.

- **FRECUENCIA DE ARRANQUES**

Según (HIDROSTAL, 2018) cuando se arranca un motor siempre se genera calor en los bobinados del motor y se arranca muy seguido se debe de dar un espacio de tiempo

suficiente para que las bobinas se enfríen para dar recién otro arranque y así poder mantener el aislamiento en buen estado, en la siguiente tabla se detalla el máximo número de arranques de los motores.

Tabla 3: Máximo número de arranques de motores eléctricos

POTENCIA (HP)	NUMERO MÁXIMO DE ARRANQUES POR HORA
4 - 10	15
12.5 - 25	12
30 - 35	10
40 - 125	8
125 - 180	6
200 - 250	5

Fuente: Manual del Usuario Instalación operación y mantenimiento (HIDROSTAL,2018)

- **PROTECCIONES ELECTRICAS**

Según (HIDROSTAL, 2018) el equipo debe de trabajar con:

- El rango de voltaje debe de ser de $\pm 10\%$ del voltaje nominal.
- La suma de desbalances de la corriente y el voltaje no debe de ser mayor de 3%
- Instalar adecuada protección en el tablero eléctrico

Tabla 4: Capacidad de los interruptores termomagnéticos y fusibles.

CORRIENTE NOMINAL (A)	ARRANQUE DIRECTO		ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO	
	FISIBLES	INTERRUPTOR AUTOMATICO	FISIBLES	INTERRUPTOR AUTOMATICO
4	8	8	-	-
6	12	12	-	-
8	16	16	16	16
10	20	20	20	16
12	25	25	25	20
16	32	32	32	25
20	40	40	32	32
25	50	50	40	40
30	63	63	50	50
40	80	80	63	63
50	100	100	80	80
60	100	125	100	100
70	125	125	100	100
80	125	160	125	125
90	160	160	125	125
100	160	200	160	160
110	160	200	160	160
120	200	250	160	200
140	200	250	200	200
160	250	315	200	250

Fuente: Manual del Usuario Instalación operación y mantenimiento (HIROSTAL,2018)

- **VARIADOR DE FRECUENCIA**

Según (HIDROSTAL, 2018) los variadores pueden modificar la curva de operación de una bomba variando su frecuencia nominal (60Hz) a otra distinta y con esto obtenemos una nueva velocidad del motor (RPM), pero por seguridad solo pueden cambiar la frecuencia de 60 a 42 Hz a pesar que los variadores lo permiten.

Para obtener otra curva de operación distinta a la de 60 Hz, debemos de obtener algunos puntos de la curva original (ver la tabla que sigue) y luego multiplicar cada punto por los factores de la tabla siguiente.

Tabla 5 : Factores de corrección por frecuencia

FACTORES DE CORRECCIÓN			
FRECUENCIA (Hz)	CAUDAL (FQ)	ALTURA (FH)	POTENCIA (FP)
60	1	1	1
55	0.92	0.84	0.77
50	0.83	0.69	0.58
45	0.75	0.56	0.42
42	0.70	0.49	0.34

Fuente: Manual Bomba Sumergible (Hidrostral)

Resultando la nueva curva de operación de la bomba como se observa en la figura siguiente:

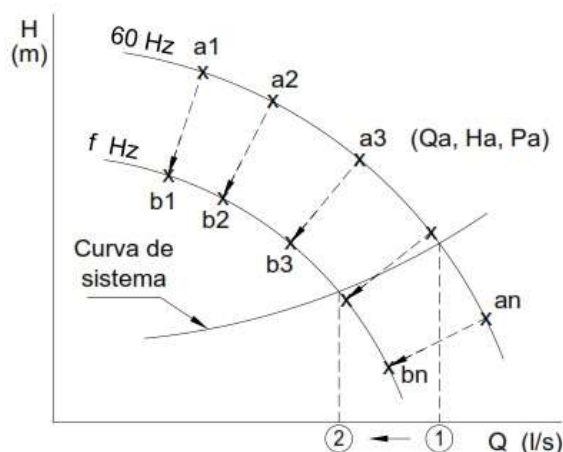


Figura 15 : Corrección de la curva de operación de la bomba por variación de frecuencia(Hz)

Fuente: Manual Bomba Sumergible (Hidrostral)

Según (WEG, 2017) los variadores de frecuencia son los medios más eficientes actualmente para controlar la velocidad entre los beneficios está la reducción de costos por el ahorro de energía que brinda.



Figura 16 : Variador de frecuencia con el motor eléctrico

Fuente: Guía de especificaciones de motores eléctricos (WEG, 2017)

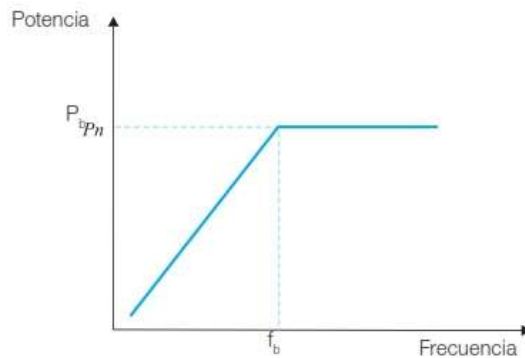


Figura 17 : Diagrama de la variación de la potencia vs la frecuencia

Fuente: Guía de especificaciones de motores eléctricos (WEG, 2017)

La variación del número de revoluciones del motor viene dada por la fórmula:

$$n = \frac{120 \times f}{P} \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

n : Número de revoluciones del motor eléctrico (RPM)

f : Frecuencia (Hz)

P : Número de polos del motor eléctrico

1.3.2. Marco teórico del diseño

A. CRITERIOS DE DISEÑO DE LOS POZOS: Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018)

- La buena ubicación de los pozos y su respectivo diseño preliminar se obtiene del estudio hidrogeológico específico. Para la ubicación no solo tiene que direccionarse en las mejores condiciones del acuífero sino también que esté bastante distanciado de otros pozos cercanos para que no exista interferencias.
- Para poder tener el mejor rendimiento del pozo se puede observar y evaluar pozos vecinos existentes en la zona (variaciones del rendimiento en el cambio de las estaciones) caso contrario se realizará el estudio hidrogeológico para poder determinar el rendimiento, profundidad del acuífero, calidad del agua, etc.
- Durante la perforación y con las muestras obtenidas del terreno perforado se puede dar la profundidad definitiva del pozo y por ende la localización y longitud de los filtros las cuales se diseñan de acuerdo al caudal de bombeo.
- Terminada la construcción, el pozo será sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable para obtener el caudal explotable para luego ver su equipamiento.

B. HIDRAULICA

- **AREA (A)**

Según (Zacarias, et al., 2017) para poder hallar el caudal primero debemos de calcular el area de la tubería y la calculamos con:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

A: Área sección interior transversal de la tubería (m²)

D: Diámetro sección interior transversal de la tubería (m)

- **VELOCIDAD (V)**

Según (Zacarias, et al., 2017) para poder hallar el caudal primero debemos de calcular el area de la tubería y la calculamos con:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

A: Area sección transversal de la tubería (m²)

D: Diámetro de la tubería (m)

- **CAUDAL(Q)**

Según (Zacarias, et al., 2017) se le llama tambien flujo volumetrico dentro de la tubería y la calculamos con:

$$Q = VA \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Dónde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Velocidad del agua(m/s)

A: Área sección interior transversal de la tubería (m²)

- **DIAMETRO MINIMO (Dmin)**

Según (Zacarias,et al., 2017) como primera aproximación, el diámetro mínimo de la tubería se calcula con:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 A_{min}}{\pi}} \dots \dots \dots \text{Ecuación 5}$$

Dónde:

Dmin : Diám. mín. de área interna transversal de la tubería(m)

Amin: Área min. De área interna transversal de la tubería (m2)

C. ECUACIONES PARA ANALIZAR LOS FLUJOS:

- **ECUACION DE BERNOULI**

Según (Zacarias,et al., 2017) quien demostro la ley de la conservación de la energía , la cual sustenta que la energía que entra es igual a la energía que sale en un volumen de control sin considerar fricción, observemos la sigiente figura.

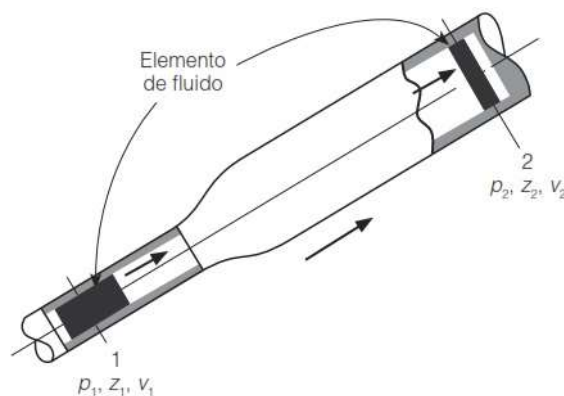


Figura 18 : Sección de un tubo

Fuente: Mecánica de Fluidos (Zacarias,2017)

Donde:

$$E_1 = E_2$$

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots\text{Ecuación 6}$$

Donde:

P/γ : Carga de presión (m)

Z : Carga de elevación (m)

$V^2/2g$: Carga de velocidad (m)

- **ECUACION GENERAL DE LA ENERGIA**

Según (Zacarias, et al., 2017) en este tipo de sistemas se debe de agregar la carga de bombeo, las pérdidas debido a la fricción de la tubería y la carga que se necesita para impulsar en este caso a un motor hidráulico. Observemos la siguiente figura:

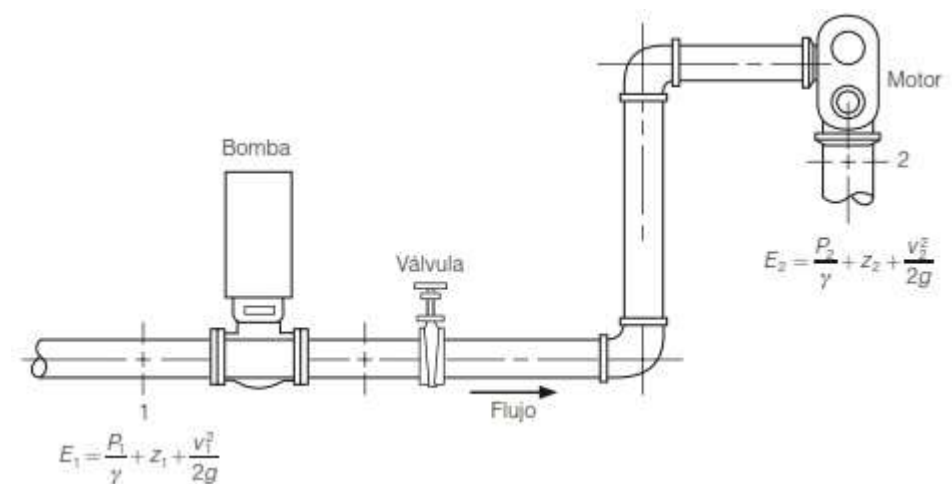


Figura 19: Sistema de balanceo de energía

Fuente: Mecánica de Fluidos (Zacarias, 2017)

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots\text{Ecuación 7}$$

Dónde:

P/γ : Carga de presión (m)

Z : Carga de elevación (m)

$V^2/2g$: Carga de velocidad (m)

h_A : Energía que se agrega al fluido o carga de la bomba (m)

h_R : Energía que se extrae al fluido como un motor de fluido (m)

h_L : Energía que se pierde debido a la fricción en la tubería y accesorios (m)

• **NUMERO DE REYNOLD**

Según (Zacarias, et al., 2017) El número de Reynold aumenta si la velocidad aumenta no si variamos el diametro de la tubería.

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu} \dots\dots\dots\text{Ecuación 8}$$

Dónde:

v : Velocidad del fluido (m/s)

D : Diámetro de la tubería (m)

μ : Viscosidad dinámica (Pa.s)

ρ : Densidad (Kg/m³)

γ : Viscosidad cinemática (m²/s)

- **CALCULOS DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN**

Según (Zacarias, et al., 2017) el factor de fricción se calcula en función al número de Reynold y se emplean las siguientes ecuaciones según sea la estructura del flujo (Laminar, Transición o turbulento):

- **ECUACION DE POISEUILLE**

Esta ecuación se emplea para calcular el coeficiente de fricción (f) para el flujo laminar en tuberías lisas y rugosas.

En el flujo laminar $Re < 2,000$ el coeficiente de fricción (f) se determina con :

$$f = \frac{64}{Re} \dots\dots\dots \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

f: Factor de fricción

Re: Número de Reynold

- **RUGOSIDAD**

Según (Modon, 2017) tenemos dos tipos de rugosidad, una es la rugosidad absoluta (K) y la otra la rugosidad relativa (k/D).

La rugosidad se debe a las imperfecciones que tiene una superficie. Si la capa límite tiene un espesor menor que k la tubería por tanto es rugosa, caso contrario la tubería es lisa. La rugosidad se incrementa con el pasar del tiempo debido a

las sales que transportan los fluidos y se adhieren a la superficie de la tubería incrementando su rugosidad:

La rugosidad relativa esta dada por la siguiente formula:

$$\frac{k}{D} \dots\dots\dots\text{Ecuación 10}$$

Donde:

D: Diámetro (mm)

k: Rugosidad absoluta del material (mm)

Tabla 6 : Cuadro de rugosidades absolutas en mm

VALORES DE RUGOSIDAD ABSOLUTA (k) en mm			
MATERIAL	ESTADO		
AÑO	Bueno	Normal	Malo
Tuberías Lisas PVC		0.003	
Polietileno		0.003	
Resina de Poliéster con fibra de vidrio		0.003	
Concreto	0.6	0.15	0.06
Acero comercial			
-No Pintadas	0.015	0.03	0.06
-Pintadas	0.03	0.06	0.15
-Galvanizadas	0.06	0.15	0.6
Hierro Fundido			
-Nuevas	0.015	0.3	0.6
-Viejas:			
Corrosión leve	0.6	1.5	3.0
Corrosión moderada	1.5	3.0	6.0
Corrosión severa	6	15	30

Fuente: Bombas Hidráulicas (Ing.Mendoza)

- **DIAGRAMA DE MOODY**

Según (Modon, 2017) Moody había estudiado y a la vez reunió los casos posibles en un diagrama doble logarítmico, la curva llamada curva de Moody la cual separa la llamada zona de transición a la de zona turbulenta, donde la curva se transforma en horizontal, luego entonces el factor de fricción f , pasa a depender solamente de la rugosidad relativa la cual está dada como k/D .

Diagrama de Moody

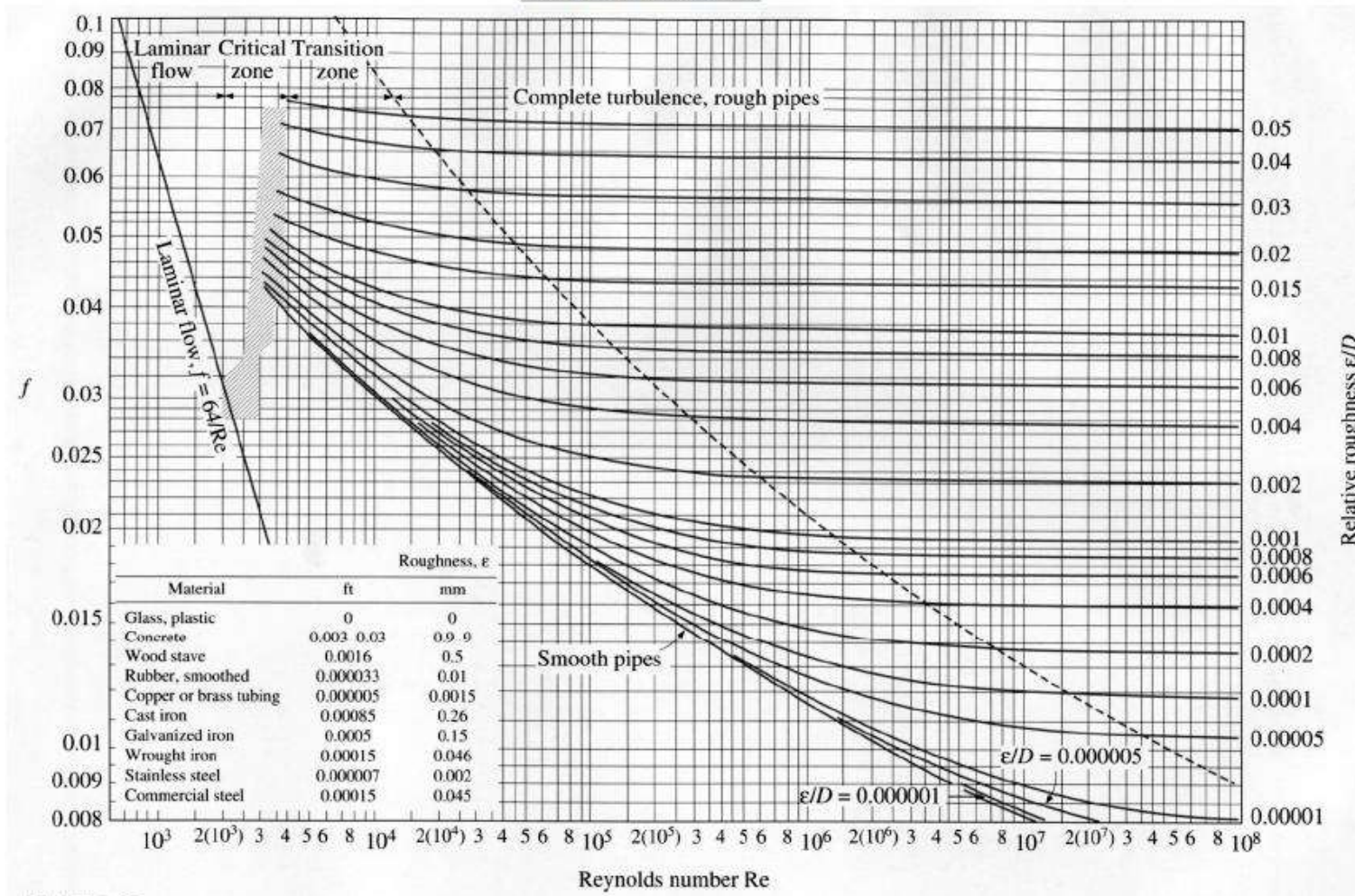


Figura 20: Diagrama de Moody

Fuente: Complemento Matemático (Mónica Gonzales 2011)

- **PERDIDAS PRIMARIAS**

Según (Zacarias, et al., 2017) las pérdidas primarias es debido a la longitud de la tubería de impulsión y se calcula con la siguiente ecuación:

$$hL = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Dónde:

hL : Pérdida primaria (m)

f : Factor de fricción

L : Longitud de tubería de impulsión(m)

v : Velocidad del agua dentro de tubería (m/s)

D : Diámetro transversal de tubería (m)

g : Aceleración de la gravedad (m/s²)

- **PERDIDAS SECUNDARIAS**

Según (Zacarias, et al., 2017) son aquellas pérdidas que esta relacionada la velocidad del agua dentro de la tubería y la resistencia que brindan cada accesorio y su ecuación es:

$$hs = k \left(\frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

hs : Pérdida secundaria (m)

v : Velocidad en la tubería (m/s)

g : Gravedad (m/s²)

k : coeficiente de resistencia del accesorio (válvulas, codos, etc.)

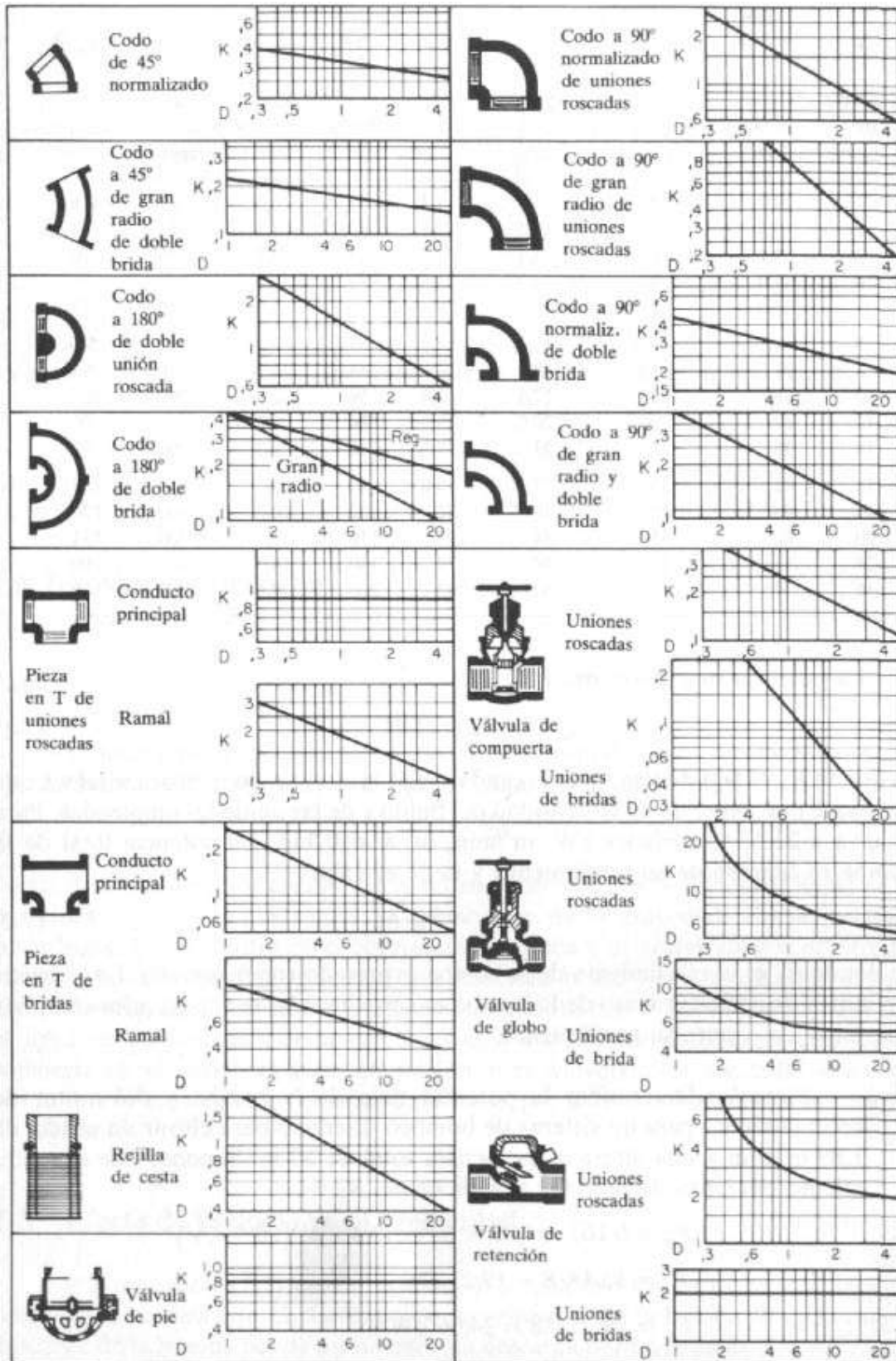


Figura 21: Coeficiente K para diversos accesorios

Fuente: Ing. Sanitaria UTN- FRRO (Ing. Orellana)

- **ADT**

Según (OPS, 2007) Es la altura total del sistema es decir es la suma de la altura adiabatica mas la altura desde el NPT hasta el reservorio, la perdida primaria debido a la longitud total de la tuberia y las perdidas secundarias debido a los accesorios (valvulas, check, codos, colador, ...etc).

A continuación se detalla en la siguiente figura:

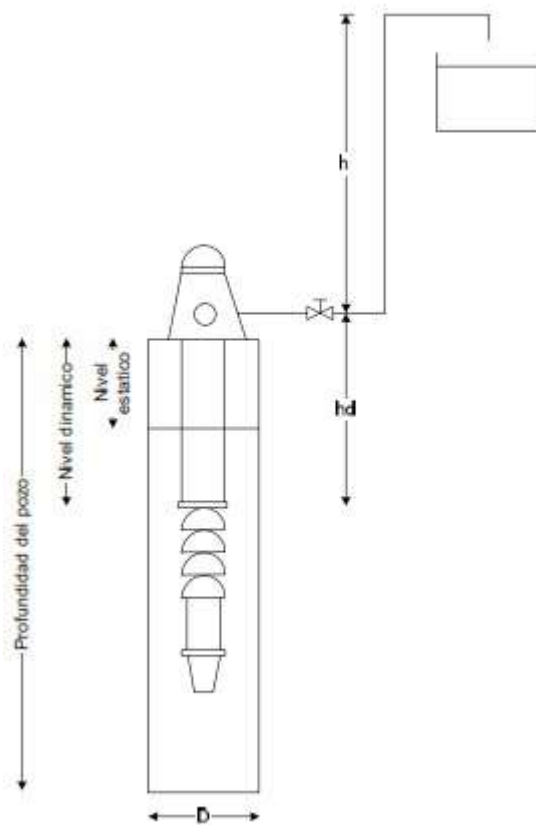


Figura 22: ADT de una bomba de pozo profundo

Fuente: Equipos de Bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural (OPS)

$$ADT = hd + h + \sum hp + \sum hs \dots\dots\dots\text{Ecuación 13}$$

Dónde:

ADT: Altura total (m)

hd: Altura dinámica (m)

h: Altura del nivel de la superficie al reservorio (m)

hp: Perdida primaria por longitud de tubería (m)

hs: Perdida secundaria debido a los accesorios (m)

- **NPSH**

Según (Zacarias, et al., 2017) es la carga neta de la succión positiva de la bomba, $NPSH_{disponible}$ debe ser siempre mayor que el $NPSH_{requerido}$, para evitar la cavitación por la presión de succión

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerida}$$

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + h_{fs}) \dots \text{Ecuación 14}$$

Dónde:

$NPSH_{disponible}$: Carga neta de succión positiva disponible (m)

H_{atm} : Es la presión atmosférica (m)

H_{vap} : Es la presión del vapor (m)

h_s : Es la altura estática de succión (m)

h_{fs} : Perdida de carga por la fricción de tubería y accesorios (m)

- **SUMERGENCIA**

Según (BOMBASIDEAL, 2013) Es la altura necesaria del agua sobre la sección de ingreso de la bomba(Válvula de pie, campana, etc. Para con esto poder evitar la formación de burbujas, remolinos de agua y afecten el correcto funcionamiento de la bomba.

La aparición de remolinos es debido a la depresión causada por:

- El efecto de succión de bomba
- Irregular distribución del flujo

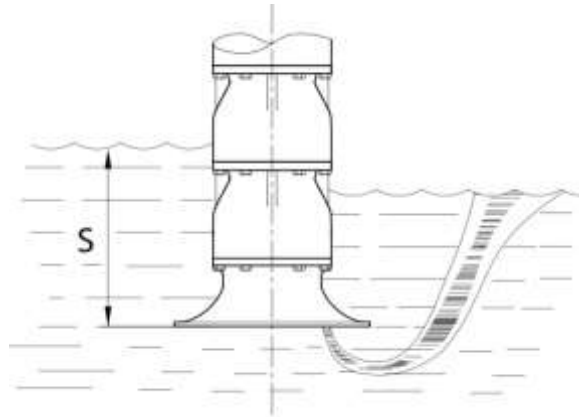


Figura 23: Sumergencia mínima necesaria(S)

Fuente: Datos técnicos de Hidráulica Bombas (BOMBAS IDEAL)

La sugerencia necesaria mínima, la podemos hallar con la formula sete:

$$S = \left(\frac{v^2}{2g}\right) + 0.5m \text{Ecuación 15}$$

Dónde:

S: Sugerencia en (m)

v: Velocidad del fluido (m/s)

g: aceleración de la gravedad = 9.81 (m/s²)

Cuando no tenemos buena sumergencia tendremos:

- Fluctuaciones en el tiempo del caudal
- Vibraciones y ruidos por lo que varía la potencia
- Formará visibles remolinos
- Esto no produce cavitación

D. Población de Diseño

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) publicada en el diario el Peruano que el cálculo de población de diseño se debe de considerar la siguiente formula:

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r*t}{100}\right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 16}$$

Dónde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño (habitantes)

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Periodo de diseño (años)

E. Caudales de Diseño

- **DOTACION**

- **DOTACION DEL AGUA POR ESTRATO SOCIAL**

Según (MIVIVIENDA, 2011) La dotación del agua por estratos sociales es la siguiente:

Tabla 7 : Dotación del agua por estrato social

a) Lotes destinados para viviendas	
Nivel Socio Económico A :	300 lt/hab/dia
Nivel Socio Económico B :	250 lt/hab/dia
Nivel Socio Económico C :	200 lt/hab/dia
Nivel Socio Económico D :	150 lt/hab/dia

b) Lotes destinados para Industria	
Industrias No Pesadas :	1 lts/seg/Ha
In dustrias Pesadas :	2 lts/seg/Ha

Fuente: Ministerio de Vivienda y construcción

- **DOTACION DEL AGUA EN FUNCIÓN A LOS CLIMAS**

Según (MIVIVIENDA, 2011) La dotación del agua en función a los climas es la siguiente:

Tabla 8 : Dotación del agua en función a los climas

Promedio de consumo Urbano a nivel Nacional	100-380 Litros/habitante/día
Producción promedio en áreas Urbanas	160-380 Litros/habitante/día
Producción de consumo en áreas Rurales	150-300 Litros/habitante/día
Areas con Población en climas frios.	90-140 Litros/habitante/día
Areas con Población con clima cálido	100-150 Litros/habitante/día

Fuente: Ministerio de Vivienda y construcción

- **CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)**

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) considera 1.3 del consumo promedio diario anual (Qp) así nos brinda la siguiente ecuación:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p \dots\dots\dots \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

Qp: Caudal promedio diario anual (l/s)

Qmd : Caudal máximo diario (l/s)

Dot: Dotación (l/hab.d)

Pd: Población de diseño (Hab.)

- **CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Qmh)**

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) considera 2.0 del consumo promedio diario anual (Qp) así nos brinda la siguiente ecuación:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p \dots\dots\dots \text{Ecuación 18}$$

Dónde:

Qp : Caudal promedio diario anual (l/s)

Qmh : Caudal máximo horario (l/s)

Dot : Dotación (l/hab.d)

Pd : Población de diseño (Hab.)

- **CAUDAL DE BOMBEO (Qb)**

Según (MINISTERIOVIVIENDA, 2018) está es el caudal máximo diario por las 24 horas de un día entre el numero de horas de bombeo y recomiendan que se de 8h a 12h, asi nos brinda la siguiente ecuación:

$$Q_b = Q_{md} \times \left(\frac{24}{N}\right) \dots\dots\dots\text{Ecuación 19}$$

Dónde:

Qmd : Caudal máximo diario (l/s)

N : número horas de bombeo (h)

Qb : Caudal de bombeo (l/s)

- **CALCULO DEL DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSIÓN**

Según (MINISTERIOVIVIENDA, 2018) se hallará con la formula de BRESSE, así nos brinda la siguiente ecuación:

$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b^{0.45}) \dots\dots\dots\text{Ecuación 20}$$

Dónde:

Qb : Caudal de bombeo (l/s)

D : Diámetro (mm)

N : Número de horas de bombeo (h)

F. PERIODOS DE DISEÑO

Según (VIVIENDA, 2019) donde describen las siguientes normas técnicas:

- **Determinación**

El periodo de diseño estará determinado por:

- La vida útil de los aparatos o equipos.
- Dificultad para la ampliación de la infraestructura
- Incremento Poblacional
- Lugar de la infraestructura
- Poder económico para la elaboración de obras
- Como año cero será la fecha que se ejecute la obra.

- **Máximos recomendables**

Para los sistemas de agua potable, los periodos máximos son:

Tabla 9: Periodos máximos de diseño para sistemas de agua Potable

COMPONENTE	TIEMPO (Años)
-Fuente de abastecimiento	20
-Obras de captación	20
-Pozos	20
-Planta de tratamiento de agua para consumo Humano.	20
-Reservorio	20
-Tuberías de conducción, impulsión y distribución	20
-Estación de Bombeo de agua	20
-Equipo de Bombeo	10
-Estación de Bombeo de aguas Residuales	20
-Colectores, emisores é interceptores	20
-Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	20

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Urbano(PNSU)

K. POTENCIA DE LA BOMBA

Según (Casma, 2018) brinda la siguiente formula:

$$Pot. Bomba = \frac{Q \times ADT}{75 \times n_b} \dots\dots\dots Ecuación 21$$

Dónde:

Pot. Bomba en HP

Q: Caudal de impulsión en l/s

ADT : Altura dinámica total en m

n_b : Eficiencia de la bomba

L. POTENCIA DEL MOTOR ELECTRICO

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) nos brinda la siguiente formula:

$$Pot. Motor(nominal) = \frac{Pot. Bomba}{n_m} \dots\dots\dots Ecuación 22$$

Dónde:

Pot. Motor en HP

Pot. Bomba en HP

n_m : Eficiencia del motor

- **FACTOR DE SERVICIO DEL MOTOR**

Según la (OPS, 2005) como raramente se cumple que la bomba arrancará con válvula de descarga cerrada y que el cálculo del ADT es confiable, entonces recomienda usar un factor de servicio del motor de 1.15

Según (CNE, 2011) aplicando es f.s.=1.15 tenemos la sgte formula:

$$Pot. Motor = Pot. Motor(nominal) \times f, s. \quad \text{..Ecuación 23}$$

Dónde:

Pot. Motor en HP

Pot. Motor (nominal) en HP

f,s. : Factor de servicio 1.15

- **CALCULO DE LA CORRIENTE NOMINAL DEL MOTOR**

Según la tenemos la ecuación:

$$i_n = \frac{H_p \times 746}{\sqrt{3} \times V \times n \times \cos\theta} \quad \text{.....Ecuación 24}$$

Dónde:

i_n : Corriente nominal (A)

H_p : Potencia del motor (HP)

n : eficiencia del motor

V: Tensión (V)

$\text{Cos } \emptyset$: Factor de potencia

M. CALCULO DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACION

Según (CNE, 2011) nos brinda las siguientes formulas:

- **CALCULO DE LA CORRIENTE**

Lo calculamos con la siguiente formula:

$$I = \frac{M.D.Total}{K \times V \times \text{Cos } \emptyset} \dots\dots\dots \text{Ecuación 25}$$

Dónde:

$M.D. Total$: Máxima Demanda Total (Watts)

V : Tensión de servicio (Voltios)

$\text{Cos } \emptyset$: Factor de Potencia

K : Factor monofásico=1 , Factor trifásico = $\sqrt{3}$

- **CALCULO DE LA CORRIENTE DE DISEÑO**

Lo calculamos con la siguiente formula:

$$J_d = I \times 1.25 \dots\dots\dots \text{Ecuación 26}$$

Dónde:

I : Corriente o corriente nominal (Amperios)

I_d : Corriente de diseño (Amperios)

- **CAIDA DE TENSION**

Para trifásicos se calcula con la siguiente ecuación:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times \left(\frac{\rho \times L}{S} \right) \dots\dots\dots \text{Ecuación 27}$$

Dónde:

ΔV : Caída de tensión (V)

I : Intensidad de corriente del conductor alimentador(A)

ρ : Resistencia del conductor de cobre (0.0175 Ohm-mm²/m)

L : Longitud del conductor(m)

S : Sección del conductor alimentador (mm²)

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Insuficiencias en el sistema de bombeo de agua, limita el abasto de agua en el AA.HH. El Carmen del distrito de Huaura, departamento de Lima.

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El AA.HH. El Carmen presenta un desabastecimiento de agua potable constantemente por falla de la bomba, motor o mantenimiento de su pozo profundo las cuales ya son antiguos y por otra parte que la población ha crecido y no abastece el sistema de agua potable, lamentablemente esta es la única fuente de abastecimiento de agua , la Municipalidad piensa construir un pozo nuevo con su respectivo equipamiento(Motor, bomba y tablero eléctrico nuevos)cercano al existente para que puedan trabajar alternadamente y satisfacer la demanda actual y futura de la población. Con este proyecto se solucionarán los problemas de desabastecimiento de agua, seguridad de abastecimiento continuo (dos bombas), mejorará la calidad de vida y salud de los pobladores del AA.HH. El Carmen.

Después de una rigurosa evaluación del sistema de agua potable existente en el pueblo de Pachacamac, se observó que el pozo y electrobomba son la única fuente de abastecimiento de agua subterránea a la población la cual viene operando más de 27 años y el estado actual es deprimente y corriendo el riesgo de interrupción de operación la cual afectaría al pueblo de Pachacamac, por esta razón se debe de priorizar el reemplazo de este pozo por otra en las cercanías del mismo lugar (SEDAPAL, 2013).

En Trujillo metropolitano hasta el año 1996 la ciudad se abastecía de agua potable mediante 53 pozos tubulares las cuales captaba las aguas subterráneas ya que era la única fuente de provisión del líquido elemento debido a que la ciudad no cuenta con ríos superficiales, ni tampoco con manantiales, posteriormente el año 2011 entra en funcionamiento la planta de tratamiento de agua proveniente del canal de Chavimochic. Antes la justificación de perforar pozos subterráneos era inevitable (SEDALIB, 2012).

En zonas de los países de la India, los EE.UU y la China se extraen el recurso hídrico con mucha más rapidez de las que toman tiempo en reponerse las fuentes subterráneas y por consecuencia disminuye el nivel hidrostático. El problema por ejemplo en los EE.UU. con el río Colorado y en China con su río Amarillo estos ríos tienden a secarse antes de llegar al mar (CIAPACOV, 2020).

Según (Rojas, 2017) realizó una investigación sobre un “Diseño de sistema de bombeo para el abastecimiento óptimo de agua potable del Distrito de Huancán-Huancayo” su metodología fue la de registrar datos del actual sistema de bombeo para encontrar los problemas técnicos. Realizó aforos, estudió las pérdidas en las válvulas, medida de caudal y pruebas de continuidad en el tablero eléctrico. El actual sistema consta de dos bombas de eje vertical una de ellas en stand by. Como resultado se obtuvo que funcionando las dos bombas en paralelo arrojaban 52 l/s (40 l/s una sola) las pérdidas por fricción fue de 25.5m por accesorios 2.09m. la eficiencia en paralelo es de 80%.

Según (Bustos, 2017) realizó una investigación sobre “Análisis de la Gestión eficiente de Planta de suministro de agua fresca en faena minera de altura” donde recolecto información de las bombas como caudales, alturas, donde obtuvo los puntos de operaciones de las estaciones, para poder actuar sobre cómo ahorrar energía y el agua por lo que en la zona ambas son escasas y muy caras. En las seis estaciones se encontró una baja eficiencia para impulsar el agua, como resultado se obtuvo que la distribución del caudal se pudiera mejorar esto reduciendo el número de bombas por estación, sacó una bomba y con esto se esperaba un ahorro de 27,000MWh valorizado en US\$ 1,900.000 durante el periodo mismo.

1.6. Hipótesis

El Diseño de ampliación de un sistema de Bombeo de agua Potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura á permitido mejorar el abastecimiento de agua potable.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Propuesta de diseño de ampliación de un sistema óptimo de bombeo de agua potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura.

1.7.2. Objetivos específicos

Dentro de estos objetivos se considera:

- Calcular la demanda máxima proyectada para el AA,HH. El Carmen del Distrito de Huaura.
- Determinar los requerimientos técnicos mínimos requeridos para el diseño de ampliación de un sistema de bombeo de agua potable.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Es No experimental: correlacional

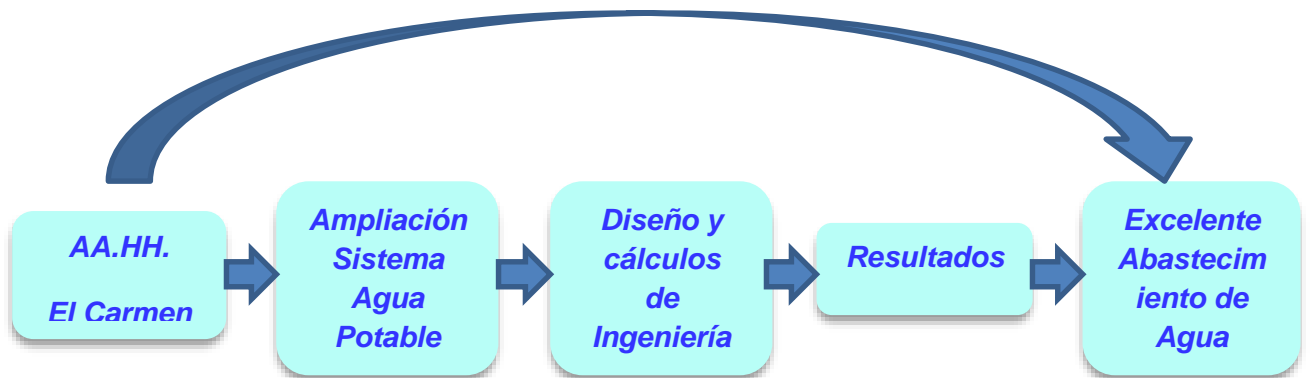


Figura 24: Etapas de la investigación

Fuente: Elaboración propia

2.2. Variables y Operacionalización

Tabla 10 : Variables y Operacionalización

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS
INDEPENDIENTES				
1. Diseño de ampliación de agua potable	Implementación de sistema de Bombeo del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura.	-Caudal Lt/seg	-Tiene efecto en la potencia de la bomba y el motor eléctrico.	- Observación -Análisis documental
		- ADT (mt)	- Tiene efecto en la potencia de la bomba y el motor eléctrico.	-Observación _Análisis documental
		-Voltaje (Vol.)	-Tiene efecto en la potencia del motor eléctrico.	- Observación
		-Población (Hab.)	-Tiene efecto en el caudal y la potencia de la bomba y motor.	-Censo
DEPENDIENTES				
1. Sistema de bombeo de agua potable	Características del Sistema de Bombeo del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura.	- Velocidad del motor (RPM)	-Tiene efecto en el arrastre de arenillas a la bomba	-Observación -Análisis documental
		-Potencia del motor (HP))	-Tiene efecto en la eficiencia de la bomba	-Observación -Análisis documental
		- % Población	-Tiene efecto en la eficiencia de la bomba y filtro del pozo profundo	-Observación -Análisis Documental
		-Normas Técnicas Peruanas	-Tiene efecto en el funcionamiento óptimo del sistema de bombeo	-Análisis Documental

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y Muestra

La población del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura es de 7,436 habitantes (año 2020).

Como muestra no se considera por ser solo dato de censo.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de Datos, validez y Confiabilidad

2.4.1. técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos utilizaremos la técnica de Observación y análisis documental.

A. Guías de Observación

Se desarrolló una guía de observación, para con el sistema de bombeo de agua del pozo existente antiguo de más de 28 años (tales como la bomba, motor, la parte hidráulica, tablero eléctrico) determinando sus características y especificaciones técnicas de cada uno , todo esto para que sirva de base al nuevo diseño de sistema de bombeo de agua para el nuevo pozo y con esto poder proyectar y seleccionar todos los accesorios adecuados de acuerdo a los manuales de fabricación y a las distintas normas de:

- Reglamento Nacional de Edificaciones
- Código Nacional de electricidad
- Ministerio de Vivienda
- Indecopi

B. Análisis de documentos

Se trabajó con lo siguiente:

- Recopilación de fichas de mantenimiento y funcionamiento de cada equipo que está funcionando actualmente (motor, bomba, árbol hidráulico, tablero eléctrico)
- Recopilación de manuales y catálogos de cada uno de los equipos
- Recopilación de normas técnicas que influyen en el diseño del nuevo diseño de sistema de bombeo de agua.

2.4.2. validez y confiabilidad

A. Validez

En este criterio se pueden encontrar las variables que se consideraron para el diseño del sistema de bombeo de agua.

B. Confiabilidad

Para el diseño del sistema de bombeo se tomaron en cuenta las informaciones de anteriores investigadores, así como sus cálculos, métodos y resultados de laboratorios y campo. Para con el propósito de minimizar riesgos en el proyecto.

2.5. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para poder llegar a procesar los datos que nos permitan obtener los resultados y poder llegar a las conclusiones, nos remitiremos al cálculo de los datos en campo.

Para lo cual lo detallamos en tres partes:

2.5.1. cálculo de la demanda de agua

A. PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo a la tabla N° 9 tenemos que para este sistema de agua potable es para un Periodo de 20 años.

B. POBLACION DE DISEÑO

Según (SSI, 2020) dentro del cuadro de Banco de Inversiones del ANEXO B1 tenemos los siguientes datos:

Código único de Inversiones :2178238

Fecha de registro : 11/04/2013

Código SNIP : 255905

Beneficiarios : 6,600 hab.

Este proyecto no se llegó a ejecutar hasta la fecha, razón por la cual en este proyecto de investigación se aprovecha para realizar uno actualizado, pero solo para el ámbito de la bomba, motor y tablero.

Tomando como referencia estos datos y considerando la resolución ministerial del 2018 de vivienda donde hace de conocimiento que para la estimación poblacional futura o de diseño se tomará el método aritmético, mediante la ecuación 16:

$$Pd = Pi * \left(1 + \frac{r * t}{100}\right)$$

Dónde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño (habitantes)

r : Tasa de crecimiento anual (%)

t : Periodo de diseño (años)

Según los datos de 2013 tenemos:

$P_i = 6,600$ Hab en el 2013

$r = 1.81$ %

$t =$ años

Calculamos reemplazando los datos y obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 11: Población estimada mediante el método aritmético del AA.HH. El Carmen, Distrito de Huaura

AÑO	POBLACION (Habitantes)
2020	7436
2025	8034
2030	8631
2035	9228
2040	9825

Fuente: Elaboración propia.

La población en el año 2040 será de 9,825 habitantes y este será el valor de diseño.

C. DOTACION

Según la Tabla N° 7 del cuadro del Ministerio de vivienda tomamos para este caso una dotación para el diseño de 150 lt/hab/dia.

D. VARIACIONES DE CONSUMO

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) publicada en el diario el Peruano estableció que para :

- **CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)**

Aplicando la ecuación 17 tenemos:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$
$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Dónde:

Q_p : Caudal promedio diario anual (l/s)

Q_{md} : Caudal máximo diario (l/s)

Dot : Dotación (l/hab.d)

P_d : Población de diseño (Hab.)

Datos:

$Dot = 150$ l/hab/dia

$P_d = 9825$ hab

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 12: Cuadro de los consumos máximos diarios del 2020- 2040

AÑO	Qmd (l/s)
2020	16.78
2025	18.13
2030	19.48
2035	20.83
2040	22.18

Fuente: Elaboración propia.

El consumo máximo diario para el 2040 es **22.18 l/s**

- **CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)**

Aplicando la ecuación 18:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Dónde:

Qp : Caudal promedio diario anual (l/s)

Qmh : Caudal máximo horario (l/s)

Dot : Dotación (l/hab.d)

Pd : Población de diseño (Hab.)

Datos:

Dot = 150 l/hab/dia

Pd = 9825 hab

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 13: Cuadro de los consumos máximos horarios del 2020- 2040

AÑO	Qmh (l/s)
2020	23.24
2025	25.1
2030	26.97
2035	28.84
2040	30.70

Fuente: Elaboración propia.

El consumo máximo horario es **30.70 l/s**

- **CAUDAL DE BOMBEO (Qb)**

Aplicando la ecuación 19 para el año 2040:

$$Q_b = Q_{md} * \left(\frac{24}{N}\right)$$

Dónde:

Qmd : Caudal máximo diario (l/s)

N : número horas de bombeo (h)

Qb : Caudal de bombeo (l/s)

Datos:

Qmd = 22.18 l/s

N = 16 horas

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

$$Q_b = 22.18 \times \left(\frac{24}{16}\right) = 33.26 \text{ l/s}$$

Tabla 14 : Cuadro de los caudales de bombeo del 2020- 2040

AÑO	N (Numero horas bombeo)	Qb (l/s)
2020	16	25.17
2025	16	27.20
2030	16	29.22
2035	16	31.24
2040	16	33.26

Fuente: Elaboración propia.

El caudal de bombeo de diseño es **33.26 l/s**

2.5.2. calculo hidráulico

Para los cálculos hidráulicos disponemos de los siguientes datos:

Longitud de tubería de impulsión : 1,070 m

Caudal de impulsión : 33.26 l/s

Diam. tubería impulsión : 200mm (Diam. inter= 180.80mm)

PVC clase C-10

A. VELOCIDAD

Según (Salvador, 2015) nos recomienda que la velocidad debería mínima debe de ser de 0.6 m/s y que la máxima debe superar los 3 m/s para no incrementar las pérdidas de energía.

Además según (Quezada & Garcia, 2015) para limitar el golpe de ariete por norma la velocidad de impulsión debe de ser:

Mayor de 0.6 m/s y menor de 1.5m/s

Según la ecuación N° 4:

$$Q = VA$$

Dónde:

Q : Caudal (m³/s)

V: Velocidad del agua (m/s)

A: Área sección interior transversal de la tubería (m²)

Reemplazando valores tenemos:

$$V = 1.29 \text{ m/s}$$

Observamos que 1.29m/s es menor que 1.5m/s para limitar el golpe de ariete, por tanto utilizamos esta velocidad para nuestros cálculos.

B. CALCULO DE LAS PERDIDAS

- **NUMERO DE REYNOLD**

Con la ecuación N° 8:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu}$$

Dónde:

v : Velocidad del fluido (m/s) = 1.29 m/s

D : Diámetro interno de la tubería (m) = 0.18080m

μ : Viscosidad dinámica (Pa.s) = 0.000895 Kg/m-s

ρ : Densidad (Kg/m³) = 998 kg/m³

Reemplazando datos en la ecuación tenemos:

$$\text{Re} = 261180.6824 = 2.61 \times 10^5$$

- **RUGOSIDAD RELATIVA**

Para hallar la rugosidad relativa utilizamos la ecuación N° 10

$$\frac{k}{D}$$

Donde:

D : Diámetro (mm)

k : Rugosidad absoluta del material (mm)

de la Tabla N° 6 obtenemos que la rugosidad absoluta del PVC es de 0.003 mm y el diámetro interno de la tubería es de 172mm (externo de 200mm), reemplazando datos tenemos: **1.6592 x 10⁻⁵**

- **FACTOR DE FRICCIÓN**

Para hallar el factor de fricción utilizaremos el diagrama de Moody con los datos:

$$Re = 261180.6824 = 2.61 \times 10^5$$

$$K/D = 1.6592 \times 10^{-5}$$

Nos vamos al diagrama de Moody:

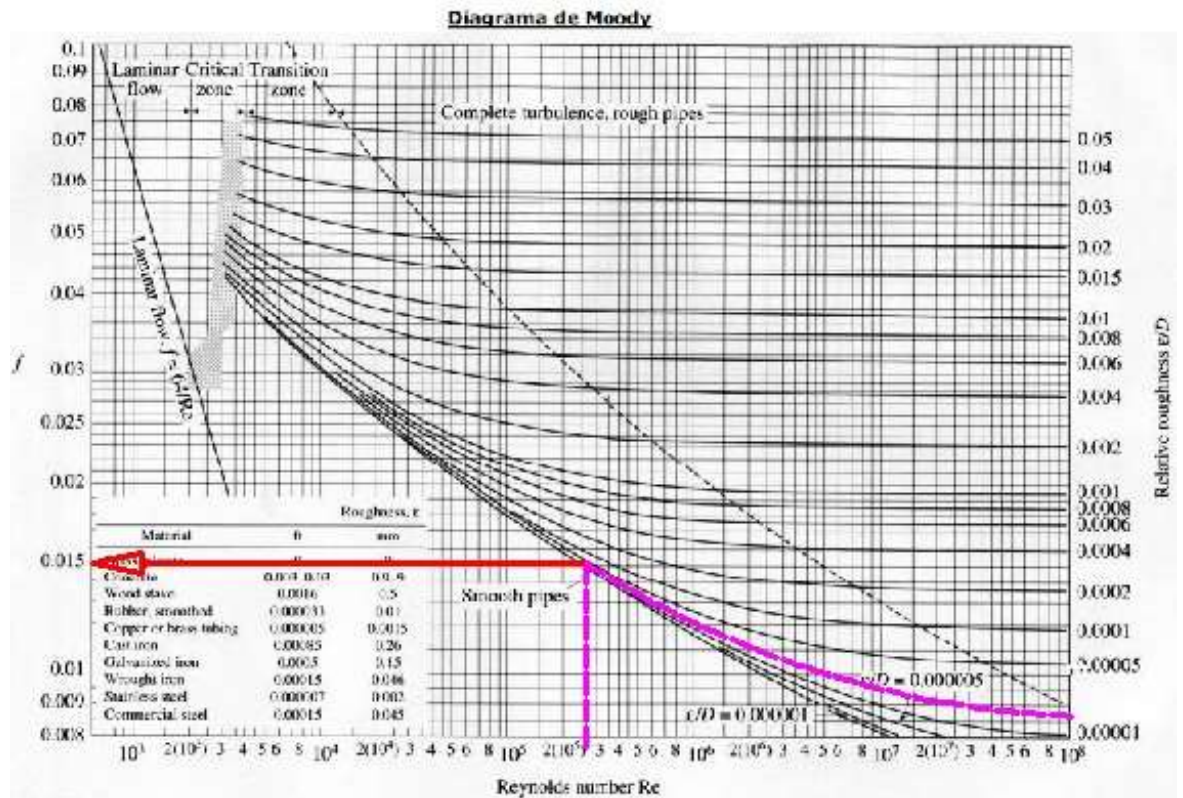


Figura 25 : Hallazgo del factor de fricción mediante el diagrama de Moody

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos un factor de fricción de:

$$f = 0.015$$

- **CALCULO PERDIDAS PRIMARIAS**

Para poder calcular esto nos remitimos a la ecuación N°

11

$$hL = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

hL : Perdida primaria (m)

f : Factor de fricción

L : Longitud de tubería de impulsión(m)

v : Velocidad del agua dentro de tubería (m/s)

D : Diámetro transversal de tubería (m)

g : Aceleración de la gravedad (m/s²)

Datos:

$$f = 0.015$$

$$L = 1070\text{m}$$

$$V = 1.29\text{m/s}$$

$$D = 0.18080\text{m (Diam. Exterior de 200mm)}$$

$$g = 9.81\text{m/s}^2$$

Reemplazando datos en la ecuación 11 tenemos:

$$hL = 0.015x \left(\frac{1070}{0.180}\right) x \left(\frac{1.29^2}{2x9.81}\right) = 7.59362\text{m}$$

Entonces la pérdida primaria es de **$hL = 7.59\text{m}$**

C. CALCULO DE LAS PERDIDAS SECUNDARIAS

De la ecuación N° 12 tenemos:

$$h_s = k \left(\frac{v^2}{2g}\right)$$

Dónde:

h_s :Perdida secundaria (m)

v : Velocidad en la tubería (m/s)

g : Gravedad (m/s^2)

K : coeficiente de resistencia del accesorio(válvulas, codos, etc.)

Datos:

$v = 1.29m/s$

$g = 9.81m/s^2$

Accesorios a lo largo de la línea de impulsión:

El coeficiente K de cada accesorio lo obtenemos de la figura N°21, de la cual obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 15: Sumatoria de pérdidas por accesorios

ACCESORIOS	CANTIDAD	VALOR K	SUB TOTAL
Válvula de pie	1	0.8	0.8
Colador o canastilla	1	0.71	0.71
Vávula de compuesta	1	0.07	0.07
Válvula cheks	1	2	2
Codo de 90°	8	0.16	1.28
Codo de 45°	4	0.17	0.68
Tee	1	0.9	0.9
TOTAL:			6.44

Fuente : Elaboración propia

Aplicando la ecuación N° 12 tenemos:

$$h_s = 6.44 \times \left(\frac{1.29^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.5508 \text{m}$$

Entonces las pérdidas secundarias es: **hs= 0.55m**

La pérdida total : Ht = hL + hs = 7.59m + 0.55m = 8.1445m

D. CALCULO DEL ADT (Altura total de Bombeo)

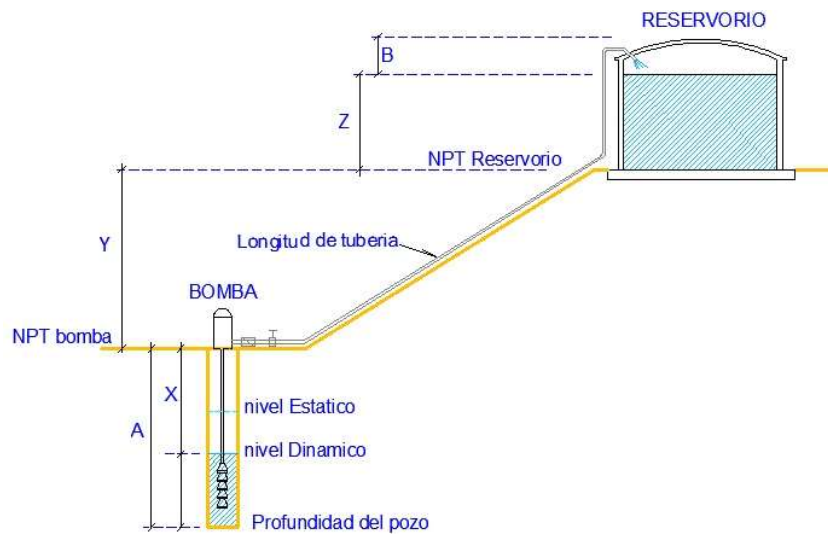


Figura 26: diagrama de impulsión de la Bomba

Fuente: Elaboración propia.

Realizamos el siguiente cuadro:

Tabla 16: Cuadro de la altura de bombeo o ADT

DESCRIPCION	LONGITUD (m)
Altura dinámica (Profundidad X del croquis)	48.42
Altura del NPT bomba al NPT del reservorio (Y)	44.00
Altura del NPT reservorio al nivel alto de llenado (Z)	5.50
Altura de Nivel alto agua mas sobre presión llenado (B)	2.00
Pérdidas totales de carga (HT= hL+hs)	8.14
ALTURA TOTAL DE BOMBEO :	108.06

Fuente : Elaboración propia

E. SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA

Con los datos:

$$Q = 33.26 \text{ l/s}$$

$$H = 108.06 \text{ m}$$

En la tabla 17 para 33.26 l/s nos recomienda un Tazón o cuerpo tipo 10G que es para caudales entre 22.08 - 56.78 l/s, finalmente seleccionamos el **TIPO: 10G**

Tabla 17: Selección del tipo de tazón de acuerdo al caudal en GPM ó l/s

TIPO	DIAMETRO EXTERIOR (Tazones)	GPM (l/s)	DIAMETRO INTERIOR MINIMO(Pozo)	DIAMETRO INTERIOR PREFERIDO(Pozo)
5.5 G	5 1/8"	25 – 160 (1.58-10.09)	6"	7"
6 G	5 3/4"	85 – 430 (5.37-27.13)	6"	7"
8 G	7 1/2"	150 – 450 (9.46-28.39)	8"	10"
10 G	9 1/2"	350 – 900 (22.08-56.78)	10"	12"
12 G	11 1/2"	600 – 1500 (37.85-94.63)	12"	14"
14 G	13 1/2"	1000 – 2500 (63.09-157.72)	14"	16"

Fuente : Manual de Bombas Centrifugas (HIDROSTAL)

Seguidamente buscamos la curva más adecuada dentro de los tipos de cuerpo 10G para nuestro caso con:

$$Q = 33.26 \text{ l/s}$$

H = 108.06m

Obtenemos la curva adecuada es :

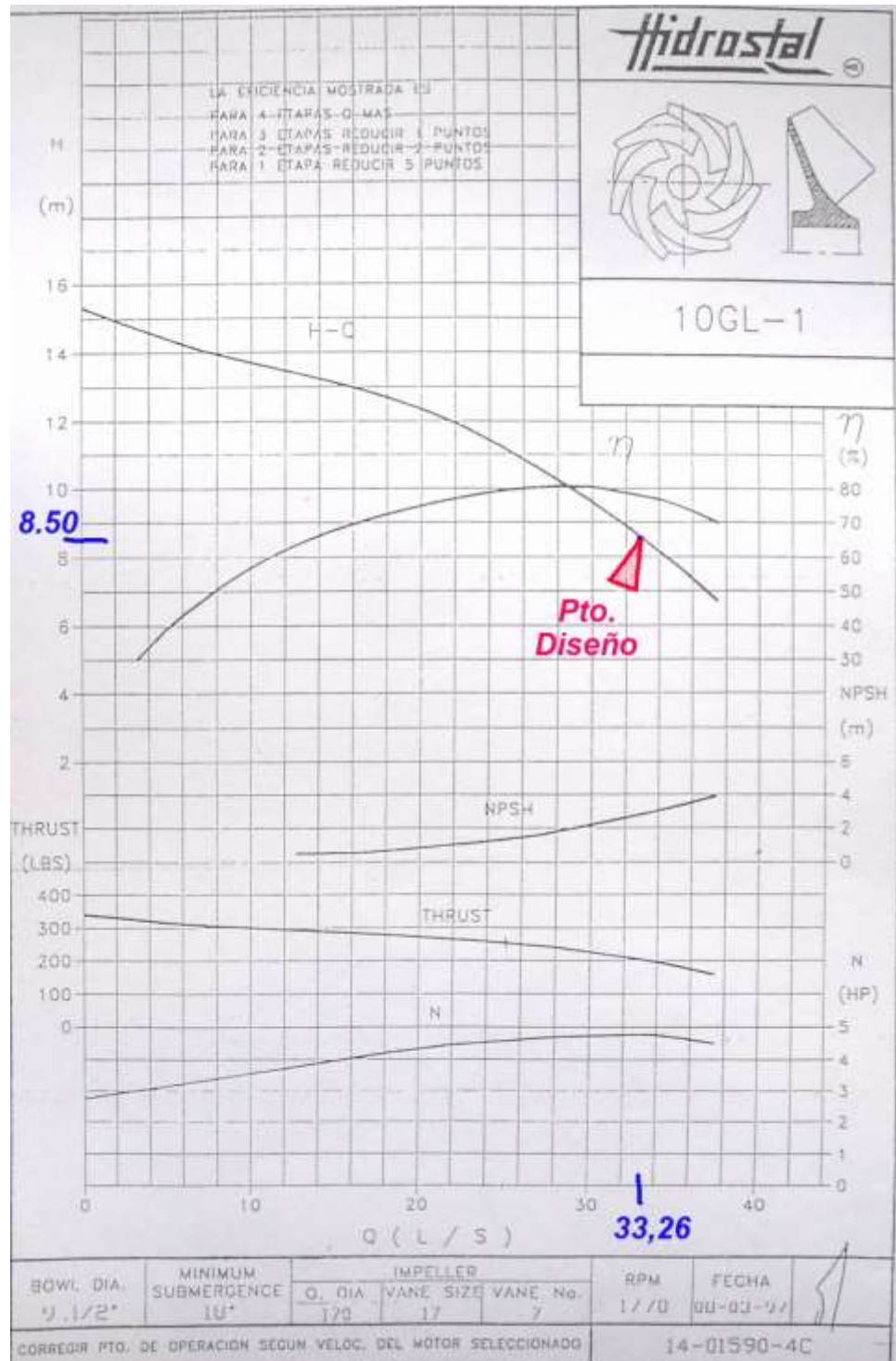


Figura 27: Diagrama del impulsor del tipo 10GL

Fuente: catalogo (HIDROSTAL)

De la figura 27 obtenemos los siguientes datos:

H = 8.5m por impulsor semiabierto o cuerpo

n= 77.50%

N = 4.85 HP por impulsor semiabierto o cuerpo

NPSH = 2.90

THRUST = 200 lb por cuerpo o tazón

- **CALCULO DEL NUMERO DE IMPULSORES SEMIABIERTOS O NUMERO DE CUERPOS**

Para el cálculo del número de impulsores necesitamos como datos:

ADT = 108.06 m

H (Altura de bombeo por impulsor) = 8.5m

Aplicando la siguiente formula:

$$NUMERO DE IMPULSORES = \frac{ADT}{H}$$

Reemplazando valores:

$$NUMERO DE IMPULSORES = \frac{108.06m}{8.5m} = 12.71$$

Redondeando tenemos **13 los impulsores** semiabiertos que necesitamos.

Por tanto su código será **10G-13**

- **CALCULO DE LA SUMERGENCIA DE LA BOMBA**

De la ecuación N° 15: Pero esta fórmula es sin el colador.

$$S = \left(\frac{v^2}{2g} \right) + 0.5m$$

Dónde:

S: Sumergencia en (m)

V: Velocidad del fluido (m/s)

g: aceleración de la gravedad = 9.81 (m/s²)

A esta ecuación debemos de sumarle la altura del colador que es: 0.400m

Datos:

V= 1.29 m/s

g= 9.81 m/s²

Altura del colador= 0.400m

Reemplazando valores obtenemos:

$$S = \left(\frac{1.29^2}{2 \times 9.81} \right) + 0.5 + 0.400(\text{altura colador}) = 0.985m$$

Por tanto la sumergencia mínima para nuestra bomba es:

0.985m

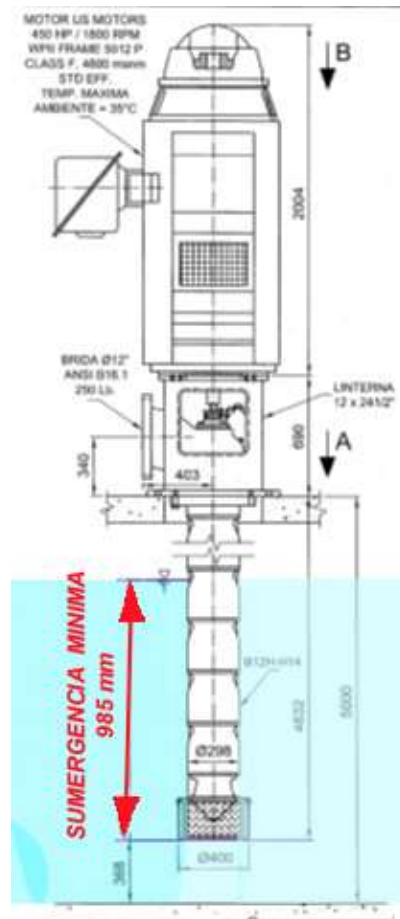


Figura 28 : Sumergencia mínima

Fuente: Elaboración propia

- **CALCULO DEL NPSH DISPONIBLE**

De la ecuación N° 14: Tenemos la siguiente formula:

$$NPSH_{disponible} = H_{atm} - (H_{vap} + h_s + h_{fs})$$

Dónde:

$NPSH_{disponible}$: Carga neta de succión positiva disponible (m)

H_{atm} : Es la presión atmosférica (m)

H_{vap} : Es la presión del vapor (m)

h_s : Es la altura de succión o la diferencia de la columna de la bomba menos el nivel dinámico (m)

h_{fs} : Perdida de carga por la fricción de tubería y accesorios (m)

Datos:

La bomba estará instalada a 81 msnm entonces de la tabla del ANEXO C 16 tenemos una Presión atmosférica (H_{atm}) de 10.23m.

Además la bomba operará el agua a 20°C y de la tabla del ANEXO C 15 tenemos una Presión de vapor (H_{vap}) de 0.238m.

Del plano IET-02 ANEXO E 2 tenemos que Long. De columna de la bomba es 50.29m y el Nivel adiabático es 48.42m por lo tanto la altura de succión (h_s) = 50.29 – 48.42 = 1.87m

Calculando la pérdida de carga por la fricción de la tubería y accesorios (h_{fs}) es 0.31m , teniendo como dato de 8 " Ø de succión de fierro, largo de 53.60m y un caudal de 33.26 l/s.

El $NPSH_{Requerido} = 2.9$ m (De la Figura N° 27 curva de la bomba)

Reemplazando datos a la ecuación N° 14 tenemos:

$$NPSH_{disponible} = 10.23 - 0.238 + 1.87 - 0.31 = 11.55m$$

Como :

$$NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido}$$

11.55 m > 2.9 m No tendremos problemas de cavitación.

- **POTENCIA DE LA BOMBA**

De la ecuación N° 21:

$$Pot. Bomba = \frac{Q \times ADT}{75 \times n_b}$$

Dónde:

Por. Bomba en HP

Q: Caudal de impulsión en l/s

ADT: Altura dinámica total en m

n_b : Eficiencia de la bomba

De los datos:

Q = 33.26 l/s

ADT = 108.06 m

$n_b = 0.775$

Reemplazando valores obtendremos:

$$Pot. Bomba = \frac{33.26 \times 108.06}{75 \times 0.775} = 61.83 \text{ HP}$$

La potencia real sería de acuerdo a la figura 27, por lo tanto, como la altura que manda cada impulsor es de 8.50m x 13 impulsores = 110.50m

Aplicando nuevamente la fórmula anterior tendremos:

$$Pot. Bomba = \frac{33.26 \times 110.50}{75 \times 0.775} = \mathbf{63.6297 \text{ HP}}$$

2.5.3. CALCULO ELECTRICO

A. CALCULO DE POTENCIA DEL MOTOR

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) nos brinda la siguiente formula de la ecuación N° 22

$$Pot. Motor(nominal) = \frac{Pot. Bomba}{n_m}$$

Dónde:

Pot. Motor en HP

Pot. Bomba en HP

n_m : Eficiencia del motor

De los datos:

$n_m = 0.93$

Reemplazando valores obtendremos:

$$Pot. Motor(nominal) = \frac{63.2297}{0.93} = 67.9889 \text{ HP}$$

La potencia del motor (nominal) es **67.9889 HP**

APLICANDO EL FACTOR DE SERVICIO DE 1.15 AL MOTOR:

De la ecuación N° 23:

$$Pot. Motor = Pot. Motor(nominal) \times f, s$$

Tomemos como valores:

Pot. Motor (nominal) = 67.9889 HP

f.s. = 1.10

Reemplazando tenemos:

$$Pot. Motor = 67.9889 \times 1.10 = \mathbf{74.78HP}$$

Como la potencia del motor es de 74.78 HP con un fs.=1.10

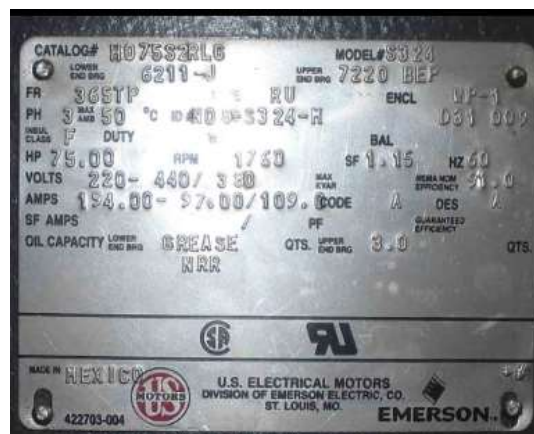
Entonces seleccionaremos un motor de **75 HP** trifásico de 1800RPM. 440V, 60 Hz, de la tabla de motores US. Motors del ANEXO C10

B. SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

De la tabla del ANEXO C11 seleccionamos un variador de frecuencia de 75 HP, 440V, Trifásico, 60 Hz.

C. CALCULO DEL CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN AL TABLERO ELECTRICO

Del ANEXO A1 de la foto de la placa del motor actual de la bomba de 75HP tomamos como base la corriente nominal (In= 97 A para una tensión de 440V), Trifásico a 60 Hz



- **CORRIENTE DE DISEÑO**

Ahora calculamos la corriente de diseño con la ecuación 26

$$J_d = I \times 1.25$$

Dónde:

I : Corriente o corriente nominal (Amperios)

I_d : Corriente de diseño (Amperios)

Reemplazando valores tenemos:

$$I_d = 97 \text{ A} \times 1.25 = \mathbf{121.25 \text{ A}}$$

- **CAIDA DE TENSION**

Ahora calculamos la caída de tensión para alimentaciones trifásicos con la ecuación 27.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I \times \left(\frac{\rho \times L}{S} \right)$$

Dónde:

ΔV : Caída de tensión (V)

I : Intensidad de corriente del conductor alimentador(A)

ρ : Resistencia del conductor de cobre (0.0175 Ohm-
mm²/m)

L : Longitud del conductor(m)

S : Sección del conductor alimentador (mm²)

Como datos tenemos:

$$I_d = 121.25 \text{ A}$$

$$V = 440V$$

$$L = 15m$$

$$S = 25mm^2 \text{ (de catálogo conductores ANEXO C13)}$$

$$\Delta V < 3\%$$

Reemplazando valores tenemos:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 121.25 \times \left(\frac{0.0175 \times 15}{25} \right) = 2.205 V = 0.501\%$$

Como $0.501\% < 3\%$ entonces la sección del conductor es la correcta.

Por ampasidad del catálogo obtenemos que el conductor libre de halógeno N2XOH soporta en:

-Expuesto al aire: 141 A

-Enterrado : 170 A

Como nuestra corriente de diseño es de 121.25 A entonces está dentro de lo recomendado, por tanto el conductor será: 3-1x25mm² N2XOH

D. CALCULO DE LOS PARAMETROS OPTIMOS CON EL VARIADOR DE FRECUENCIA

Según (HIDROSTAL, 2018) Para poder obtener los parámetros óptimos de funcionamiento de la bomba seleccionada debemos de hacerlo que trabaje en el punto de máxima eficiencia de la curva de la bomba, y ese punto es el 80.50%, de donde nos brindaría el caudal óptimo, altura óptima, la potencia óptima. la cual corresponde a una velocidad óptima (RPM) o Frecuencia óptima.

Con la tabla N° 5 hallamos interpolando los factores de corrección para la velocidad óptima de 57 Hz. Para luego poder graficar su curva.

Obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 18 : Factores de corrección de curva por variador de frecuencia

FACTORES DE CORRECCIÓN			
FRECUENCIA (Hz)	CAUDAL (FQ)	ALTURA (FH)	POTENCIA (FP)
60	1	1	1
57	0.952	0.904	0.862
55	0.92	0.84	0.77

Fuente: Elaboración propia

Luego tomamos tres puntos (Qa ,Ha, Pa) de la curva original a 60Hz (1770RPM) que corresponden a caudal, altura y potencia:

- Punto a1 : (33.26,8.50,4.85)
- Punto a2 : (29.30,10.00,4.70)
- Punto a3 : (22.30,12.00,4.50)

Con estos valores y la tabla 18, obtenemos los datos para elaborar los gráficos de las curvas para las frecuencias de 57Hz y 55Hz.

Además debemos de recordar que los caudales de bombeo cada cierto periodo están en la tabla 14:

AÑO	N	Qb
------------	----------	-----------

	(Numero horas bombeo)	(l/s)
2020	16	25.17
2025	16	27.20
2030	16	29.22
2035	16	31.24
2040	16	33.26

Luego tenemos los siguientes datos:

Además la máxima altura de bombeo (ADT) o H es de 108.06m

Con los datos nos dará el siguiente gráfico donde contienen los puntos de diseño y óptimos.

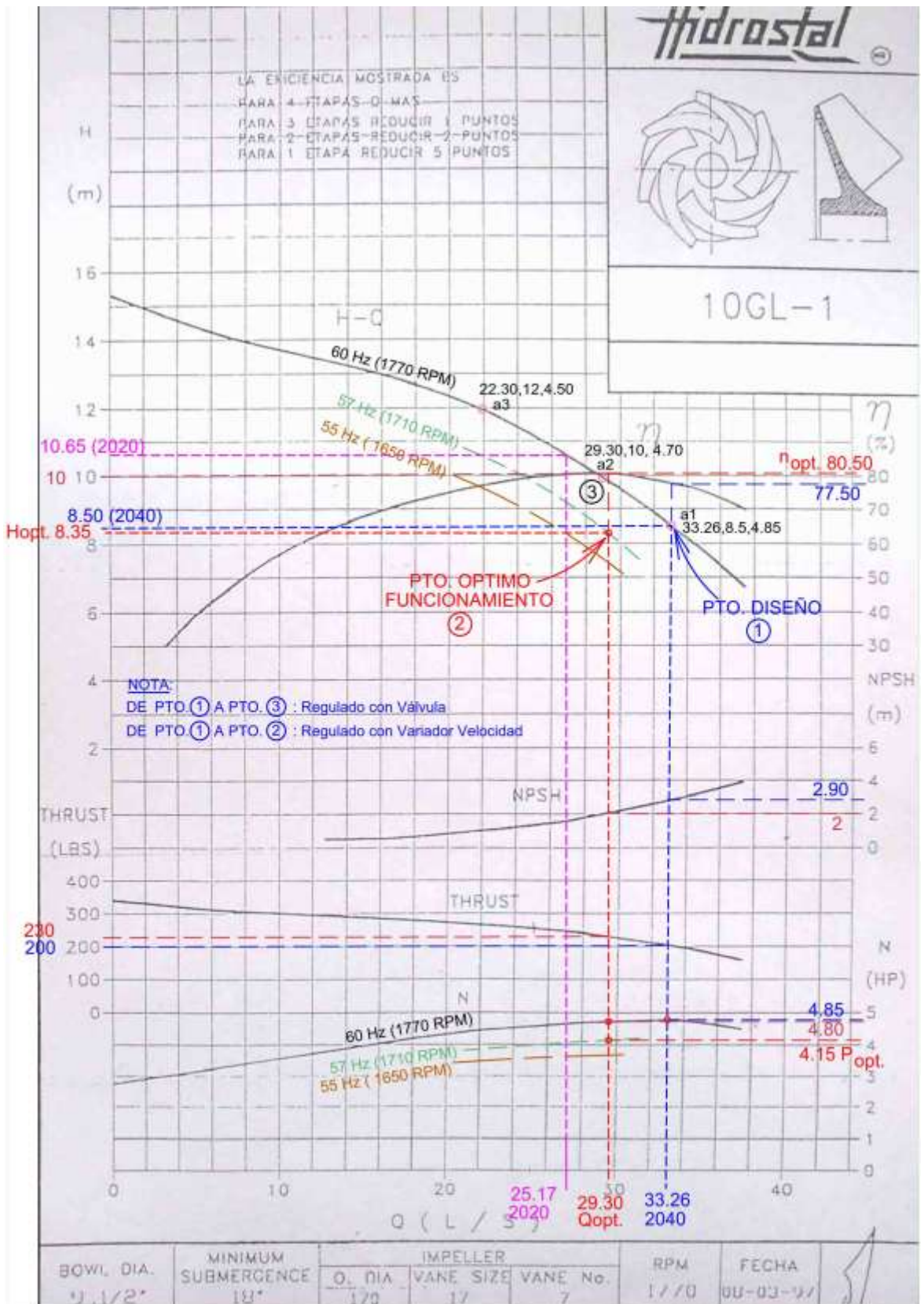


Figura 29 : Punto de Diseño y Punto óptimo de funcionamiento de la bomba.

Fuente: Elaboración propia.

Para poder elaborar la tabla 19 y 20 hemos utilizado las siguientes ecuaciones para hallar los parámetros óptimos:

De la ecuación N° 21:

$$Pot. Bomba_{\acute{o}ptima} = \frac{Q_{\acute{o}ptima} \times H_{\acute{o}ptima}}{75 \times n_b}$$

Dónde:

De los datos:

Q_{óptimo} = 29.30 l/s

H_{óptimo} = 108.55 m

n_{óptimo} = 0.805

Reemplazando valores obtendremos:

$$Pot. Bomba_{\acute{o}ptima} = \frac{29,30 \times 108.55}{75 \times 0.805} = 52.6793 \text{ HP}$$

La Potencia de la bomba óptima es de **52.6793 HP**

De la ecuación 22 tenemos la potencia del motor eléctrico.

$$Pot. Motor_{\acute{o}ptimo} = \frac{Pot. Bomba_{\acute{o}ptimo}}{n_{Motor}}$$

Reemplazando datos tenemos:

$$Pot. Motor_{\acute{o}ptimo} = \frac{52.6793}{0.93} = 56.64 \text{ HP}$$

De la ecuación 23 tenemos la potencia del motor eléctrico con F.S.= 1.10.

$$Pot. Motor_{\text{óptimo con } f_s} = Pot. Motor_{\text{óptimo}} \times f \cdot s.$$

Reemplazando valores tenemos:

$$Pot. Motor_{\text{óptimo con } f_s} = 56.64 \times 1.10 = 62.30 \text{ HP}$$

Finalmente obtenemos el siguiente cuadro con los valores de los parámetros Óptimos de funcionamiento del nuevo sistema de bombeo en el siguiente cuadro:

Tabla 19: Parámetros óptimos del sistema de Bombeo del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura.

PARAMETROS OPTIMOS DEL SISTEMA DE BOMBEO	
Q óptimo (l/s)	29.30
H óptima (m) 8.35x 13 impulsores	108.55
POT. BOMBA óptima (HP)	52.67
POT. MOTOR óptima (HP)	56.64
VELOCIDAD óptima (RPM)	1710
FRECUENCIA óptima (Hz)	57
Eficiencia Curva Bomba óptima (%)	80.50

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente podemos hacer un cuadro comparativo de los puntos tanto de diseño como los óptimos (uno regulado por válvula de compuerta y la otra regulada por variador de velocidad)

Tabla 20: Cuadro comparativo de puntos de diseño y óptimos

CUADRO COMPARATIVO DE PUNTOS DE DISEÑO Y OPTIMOS			
VARIABLES	PUNTO DISEÑO (60Hz)	REGULADO POR VALVULA COMPUERTA (60Hz)	PUNTO OPTIMO REGULADO POR VARIADOR FRECUENCIA (57Hz)
Caudal (l/s)	33.26	29.30	29.30
Altura (m)	110.5 (8.5x13)	130 (10 x13)	108.55 (8.35 x13)
η_{bomba}	0.775	0.805	0.805
Pot.Bomba (HP)	63.63	63.09	52.67
η_{motor}	0.93	0.93	0.93
Pot.motor	67.98	67.84	56.64
N (RPM)	1770	1770	1710
V (volt)	440	440	440
Pot. Motor con FS=1.1	74.78	74.62	62.30

Fuente: Elaboración propia

2.5.4. RESULTADOS

- A. La demanda máxima calculada para el año 2040 para el presente proyecto es tal como se presenta en el cuadro.

Tabla 21: Cuadro de demanda máxima

AÑO	Población Hab	Dotación lppd	Q_{md} l/s	Q_{mh} l/s	Q_b l/s
2020	7436	150	16.78	23.24	25.17
2025	8034	150	18.13	25.10	27.20
2030	8631	150	19.48	26.97	29.22
2035	9228	150	20.83	28.84	31.24
2040	9825	150	22.18	30.70	33.26

Fuente : Elaboración propia

B. Cuadro de los requerimientos técnicos mínimos requeridos para el diseño de un sistema óptimo de bombeo, Seguidamente podemos hacer un cuadro comparativo de los puntos tanto de diseño como los óptimos (uno regulado por válvula de compuerta y la otra regulada por variador de velocidad)

Tabla 22: Cuadro comparativo de puntos de diseño y óptimos

VARIABLES	PUNTO DISEÑO (60Hz) Pto. 1	REGULADO POR	PUNTO OPTIMO
		VALVULA COMPUERTA (60Hz) Pto. 3	REGULADO POR VARIADOR FRECUENCIA (57Hz) Pto.2
Caudal (l/s)	33.26	29.30	29.30
ADT (m)	110.5 (8.5x13)	130 (10 x13)	108.55 (8.35 x13)
NPSH _{Disponible} (m)	11.55	11.64	11.64
NPSH _{Requerido} (m)	2.9	2.00	2.00
η_{bomba}	0.775	0.805	0.805
Pot.Bomba (HP)	63.63	63.09	52.67
η_{motor}	0.93	0.93	0.93
Pot.motor	67.98	67.84	56.64
N (RPM)	1770	1770	1710
V (volt)	440	440	440
Pot. Motor con FS=1.1	74.78	74.62	62.30

Fuente: Elaboración propia

Se elabora el cuadro de consumo de energía para observar la energía que se ahorrará.

Tabla 23: Consumo de energía mensual en cada uno de los tres puntos de funcionamiento.

CUADRO DE CONSUMO DE ENERGIA DIARIO			
PTOS. DE FUNCIONAMIENTO	POT.MOTOR (Kw)	HORAS BOMBEO (h/mes)	Energía Consumida (Kwh/mes)
-Sistema de Bombeo en el Punto Diseño (Pto.1)	50.71 (67.98HPx 0.746Kw)	496 (16hx31días)	25,153.68
-Sistema de Bombeo regulado por válvula compuerta (Pto.3)	50.61 (67.84HPx 0.746Kw)	496 (16hx31días)	25,101.88
-Sistema de Bombeo regulado por variador de velocidad (Pto.2)	42.25 (56.64HPx 0.746Kw)	496 (16hx31días)	20,957.71

Fuente: Elaboración propia

De la tabla deducimos que el ahorro de energía mensual (entre el Punto 3 regulado por válvula y es Punto 2 regulado por variador velocidad) es de: $25,101.88 - 20,957.71 = 4,144.17$ **Kwh/mes**

Por tanto, ahorra más energía variando el caudal usando un variador de velocidad que usando la válvula de compuerta (más costoso).

2.5.5. DISCUSIONES

- A. Observando los resultados de la tabla N° 21 de la demanda máxima calculada para el año 2040 es de 33.26 l/s, mientras que el caudal que podemos obtener del pozo es de 33.30 l/s según el expediente técnico de la Municipalidad de Huaura.la cual es

suficiente para abastecer la demanda futura del proyecto. Según (Saldarriaga, 2019) las extracciones de agua por bombeo de pozos deben ser evaluados y reducir la incertidumbre de recarga mediante una adecuado aforo, estudio hidrológico de la zona o de datos históricos así mismo (Rojas, 2017) dice que la fuente de captación es suficiente para proveer de agua al reservorio, además (Chavez, 2017) aclara que en la zona de estudio se explotan caudales que llegan hasta 50 l/s lo que indica que se trata de un acuífero de excelente producción de agua la cual supera la demanda del caudal proyectado.

B. Después del análisis los resultados de la tabla 22 nos indica que regulando el caudal mediante la válvula de compuerta (del Pto.1 al Pto.3) y por otra parte regulando el mismo caudal mediante un variador de frecuencia (Del Pto.1 al Pto.2) ambas regulaciones se realizaron hacia el pto. de máxima eficiencia de la bomba brindándonos como resultado un significativo ahorro de energía de 4,144.17 Kwh /mes utilizando el variador de velocidad. Por tanto, los parámetros obtenidos por la regulación de la velocidad hasta el pto. de máxima eficiencia de la bomba nos brindará los parámetros óptimos (caudal. Altura, potencia, velocidad) de funcionamiento de la bomba. (Origuela, 2018) nos detalla que regulando un variador de frecuencia nos ahorra energía y costos tanto operativos como de mantenimiento de los equipos eléctricos y mecánicos de un sistema de bombeo von respecto a una regulación por válvula de compuerta. (Fernandez, 2018) nos relata que una de las más destacadas aplicaciones del variador de velocidad de ABB está en la fábrica de cementos (México) donde esta tecnología logro ahorrar energía 5,300 Mwh de energía es decir USD \$ 260,000.00. (Arana, 2017) de la Universidad Central del Ecuador realizó el trabajo de investigación sobre variadores de frecuencia que permitía

controlar y variar la velocidad de los motores eléctricos concluyendo que era el método más eficiente en el manejo de la velocidad en procesos industriales permitiendo el ahorro de energía.

2.5.6. CONCLUSIONES

- A. Con el estudio de la población, el nivel socioeconómico, tasa de crecimiento, el aforo del pozo son datos suficientes para brindar la dotación de agua potable y por ende la demanda más adecuada a las necesidades de los pobladores del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura, por tanto Según los resultados obtenidos se concluye que la demanda máxima proyectada para una población de 9,825 hab. al 2040 es de un caudal de diseño de 33.26 l/s.

- B. Se determinó que un buen proyecto de sistema de bombeo debe de ser capaz de ser eficiente, económico y debe de ahorrar en mantenimiento alargando su vida útil, para lograr esto se debe de tener los requerimientos mínimos para hacer trabajar a la bomba en su punto óptimo, (Caudal, altura, potencia, velocidad, eficiencia) en nuestros cálculos nos brinda siguientes parámetros óptimos: caudal óptimo de 29.30 l/s, una altura óptima de 108.55m, una potencia óptima de motor de 56.64 HP de alta eficiencia, una velocidad óptima de 1710RPM (57 Hz) y una máxima eficiencia de 80.50% de curva de bomba, esto se logra con un variador de velocidad Se recomienda contar con personal técnico calificado, programa de mantenimiento preventivo y predictivo. El punto de diseño debe de ubicarse en el lado derecho de la cresta de la curva de eficiencia de la bomba para que con el desgaste de los impulsores este punto se desplace a la izquierda ubicándose en zona de máxima eficiencia, con esto se garantizaría un servicio adecuado y económico a los

pobladores del AA.HH. El Carmen Distrito de Huaura. Según los resultados obtenidos se concluye que atendiendo la demanda máxima proyectada para caudal de diseño de 33.26 l/s y un óptimo de 29.30 l/s la cual podrá ahorrar energía 4,144.17 Kwh/mes trabajando la bomba a 57 Hz (1710 RPM) por los diez primeros años.

2.6. CRITERIOS ÉTICOS

La investigación se sostuvo principalmente con don Jacinto Romero N. representante legal de dicha Entidad Comunal.

La cual la información brindada es confidencial y estrictamente solo para la investigación. Esta investigación implico un arduo esfuerzo de la parte logística e instrumental, para el caso de documentación de mantenimiento de los equipos pues no lo tienen y es necesario implementar hojas de mantenimiento preventivo al menos y la de que puedan contar con personal calificado para operar y dar mantenimiento al sistema de bombeo de agua.

No poseen un estudio Hidrológico, la cual se debe de hacer cada dos años para saber cómo se está comportando el nivel del acuífero y la oferta de extracción de agua que ofrece.

2.7. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICOS

Para la elaboración del presente proyecto “Diseño de ampliación de un sistema de bombeo de agua potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura” se han tomado en consideración libros de la especialidad, investigadores del tema tomando como fuente las informaciones que ofrece la Biblioteca del Campus de la Universidad Señor de Sepan como:

- A. E-Libro
- B. Scopus, etc.

C. Revistas especializadas

Así como también de catálogos y manuales de los principales fabricantes de bombas, Normas técnicas como de: Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional de electricidad, Indicia.

Tales informaciones son importantes validando sus normas, análisis de investigación y sea valedera para estandarizar el cálculo del proyecto y sea óptimo el sistema de bombeo.

III. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

3.1. RECURSOS HUMANOS Y PRESUPUESTO

3.1.1. Presupuesto

Tabla 24: Presupuesto del Proyecto “Diseño de ampliación de un sistema de Bombeo de agua Potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura”

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR (S/.)	TOTAL (S/.)
I. SUMINISTRO DE MATERIALES				
1.00 ELECTROBOMBA DE TURBINA VERTICAL 10GL-13 ETAPAS DE 1750RPM, LUBRICADO POR AGUA.				
1.01	Bomba Hidrostral T10GL -13 Etapas-Lub. Por agua (Tazones de Fe.Fdo. ASTM A48CL-308, impulsores semiabiertos de Bronce al silicio ASTM B584-872, eje bomba acero 416).	01	31,250.00	31,250.00
1.02	Tubo de succión de 8" x 10" y canastilla cónica de 8"	01	1,690.00	1,690.00
1.03	Columna superior de 8" x 5'	01	1,360.00	1,360.00
1.04	Columnas intermedias de 8" x 10'	16	2,659.00	42,544.00
1.05	Linterna de 8"	01	8,730.00	8,730.00
1.06	Base motor más motor 75HP, 440V,1800RPM, 60Hz.	01	21,810.00	21,810.00
1.07	Sistema de lubricación por agua	01	3,420.00	3,420.00
1.08	Embalaje de madera	01	3,520.00	3,520.00
2.00 TABLERO ELECTRICO 440V/3F./60Hz				
2.01	Tablero de arranque con variador de frecuencia (Gabinete metálico de 2mm espesor , 2000x 600x600mm, Interruptor termomagnético 3x112-160A/50KA -440V,Reg XT2S 160,Variador de velocidad de 75HP,Trifasico 440V, 60Hz DELTA MODELO C2000 o similar, contactor, relay térmico sistema de medición energía: voltímetro, amperímetro, sondas de nivel de líquido, luces de marcha y parada)	01	17,310.00	17,310.00
TOTAL DE SUMINISTRO DE MATERIALES				131,634.00

II. MONTAJE ELECTROMECHANICO

2.01	Electrobomba de turbina vertical 10gl-13 etapas de 1750rpm, lubricado por agua.	18,200.00	18,200.00
2.02	Tablero de arranque con variador de frecuencia de 75 HP, Trifásico, 440V/ 60Hz	1,500.00	1,500.00
TOTAL DE MONTAJE ELECTROMECHANICO			19,700.00
III. TRANSPORTE DE MATERIALES (7%)			9,214.38
IV. TOTAL COSTO DIRECTO			160,548.38
V. GASTOS GENERALES (8%)			12,843.87
VI. UTILIDADES (10%)			16,054.83
VII. COSTO TOTAL SIN IMPUESTOS			189,447.09
VIII. IGV (18%)			34,100.47
COSTO TOTAL (S/.)			223,547.56

Fuente : Elaboración propia

RESUMEN

Tabla 25 : Presupuesto del Proyecto “Diseño de ampliación de un sistema de Bombeo de agua Potable para el AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura”

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/.)
I.	Suministro de materiales	131,634.00
II.	Montaje electromecánico	19,700.00
III.	Transporte de materiales (7%)	9,214.38
IV.	Total costo directo	160,548.38
V.	Gastos generales (8%)	12,843.87
VI.	Utilidades (10%)	16,054.83
VII.	Costo total sin impuestos	189,447.09
VIII.	IGV. (18%)	34,100.47
COSTO TOTAL (S/.)		223,547.56

Fuente : Elaboración propia.

3.2. FINANCIAMIENTO

La fuente de financiamiento de la Municipalidad Distrital de Huaura es mediante los recursos de: Canon, sobre-canon y recursos ordinarios.

La ejecución del proyecto se realizará por Administración indirecta (contrata a suma alzada).

3.3. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla 26 : Cronograma de Ejecución

ACTIVIDADES	SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Abril		Mayo					Junio				Julio				
Presentación de los esquemas del proyecto De investigación cuantitativo a los estudiantes.	■	■														
Elección del Tema			■													
Elaboración de la introducción				■												
Elaboración del método				■	■											
Presentación del primer avance del proyecto de Investigación.					■											
Elaboración del aspecto administrativo y referencias.		■	■	■	■	■										
Levantar observaciones									■	■	■	■				

Presentación y exposición final del proyecto de investigación.																			
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- A. Con el estudio de la población, el nivel socioeconómico, tasa de crecimiento, el aforo del pozo son datos suficientes para brindar la dotación de agua potable y por ende la demanda más adecuada a las necesidades de los pobladores del AA.HH. El Carmen del Distrito de Huaura, por tanto, Según los resultados obtenidos se concluye que la demanda máxima proyectada para una población de 9,825 hab. al 2040 es de un caudal de diseño de 33.26 l/s.
- B. Se determinó que un buen proyecto de sistema de bombeo debe de ser capaz de ser eficiente, económico y debe de ahorrar en mantenimiento alargando su vida útil, para lograr esto se debe de tener los requerimientos mínimos para hacer trabajar a la bomba en su punto óptimo, (Caudal, altura, potencia, velocidad, eficiencia) en nuestros cálculos nos brinda siguientes parámetros óptimos: caudal óptimo de 29.30 l/s, una altura óptima de 108.55m, una potencia óptima de motor de 56.64 HP de alta eficiencia, una velocidad óptima de 1710RPM (57 Hz) y una máxima eficiencia de 80.50% de curva de bomba, esto se logra con un variador de velocidad Se recomienda contar con personal técnico calificado, programa de mantenimiento preventivo y predictivo. El punto de diseño debe de ubicarse en el lado derecho de la cresta de la curva de eficiencia de la bomba para que con el desgaste de los impulsores este punto se desplace a la izquierda ubicándose en zona de máxima eficiencia, con esto se garantizaría un servicio adecuado y económico a los pobladores del AA.HH. El Carmen Distrito de Huaura. Según los resultados obtenidos se concluye que atendiendo la demanda máxima proyectada para caudal de diseño de 33.26 l/s y un óptimo de 29.30 l/s la cual podrá ahorrar energía 4,144.17 Kwh/mes trabajando la bomba a 57 Hz (1710 RPM) por los diez primeros años.

4.2. RECOMENDACIONES

- A. Se recomienda instalar un variador de frecuencia en bombas que son diseñadas para larga data (15 a 20 años), porque generalmente para estos casos el punto de diseño de la bomba esta retirada del punto de máxima eficiencia y para poder regular el caudal normalmente se usan se usan las válvulas ocasionando pérdidas en potencia.
- B. Se recomienda seleccionar la bomba en el punto de máxima eficiencia y en lo posible ligeramente hacia el lado derecho del máximo punto de eficiencia, porque con el uso y años este punto de selección se dirige hacia el punto de máxima eficiencia
- C. Se recomienda evaluar las curvas de operación de las bombas de los diferentes fabricantes de bombas para con los mismos datos de caudal, altura, revoluciones y potencia, para poder seleccionar la mejor alternativa económica y eficiente de funcionamiento.
- D. Se recomienda medir los niveles adiabáticos del pozo profundo para las estaciones de lluvia y sequia para no calcular erróneamente la sumergencia de la bomba y tener problemas de mal funcionamiento de la bomba (Absorben aire y forman remolinos) dándonos bajos caudales y potencias que fluctúan.

REFERENCIAS

- Amin, Da Silva, & Ribeiro. (2013). *Problemática de agua en la región de Belem*.
- ANA. (2016). *Gestionando los recursos Hídricos*. AGUA Y MAS.
- ANA. (2017). *Delimitación de los ambitos territoriales de las administraciones locales del agua*.
- Arana. (2017). *Variadores de frecuencia para el control de velocidad de motores asíncronos jaula de ardilla*.
- Ariza. (2019). *Diagnostico y propuesta de mejora del sistema de agua potable de la localidad de Maray, Huaura, Lima-2018*.
- Barranco. (2018). *El agua subterránea y su importancia socioambiental*.
- BOMBASIDEAL. (2013). *Datos técnicos de Hidráulica Bombas*.
- Bustos. (2017). *Análisis de Gestión eficiente de planta de suministro de agua fresca en faena minera de altura*. Valparaíso-Chile.
- Casma. (2018). *Estudio definitivo y expediente técnico del proyecto "Ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua Potable y al cantarillado para el esquema José Galvez sector 315-Distrito de Villa María el Triunfo y esquema San Alejandro-Distrito de Lurín"*.
- Chavez. (2017). *Estudio Hidrogeológico para sustentar la posibilidad hídrica subterránea para pozo tubular de reemplazo-Monsanto Perú-Villacuri-Ica*. Lima.
- CIAPACOV. (2020). *La falta de agua*.
- CNE. (2011). *Código Nacional de Electricidad normas de Suministro y normas de Utilización*.
- CNE. (2011). *TOMO V*.
- Concha, & Guillen. (2014). *Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito de Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica)*.
- Cordova, Chavez, Espinoza, Jimenez, Quito, Salazar & Ramirez. (2018). *Sistema de monitoreo y automatización de un sistema de bombeo rural, basado en WSN y PLC*.
- Cuellar. (2014). *Niveles de contaminantes que afectan la calidad de aguas del río Huaura*.
- DRAGOIT. (2017). *SISTEMA DE BOMBEO*.
- Duran, et al.,. (2013). *Los problemas del desabastecimiento de agua potable en una ciudad media*.
- Estrada. (2014). *Estudio Hidrogeológico de localización y diseño de pozos para el abastecimiento de agua de un proyecto habitacional en el distrito de Huallmay, Huacho*.
- Fernandez. (2018). *ABB variador de velocidad*. INDUSTRIAALDIA.

- González & Peláez. (2015). *Diseño y construcción de pozos de producción de agua subterránea para abastecimientos humanos*.
- GOULDSPUMP. (2018). *Bombas de Turbina Verticales*.
- Guerrero. (2020). Crisis del agua, turismo y variabilidad climática en la isla de San Andrés. *Turismo y sociedad*.
- HIDROSTAL. (2015). *Manual Bomba Turbina Vertical VLT*. Lima.
- HIDROSTAL. (2018). *Bomba de Turbina vertical*. Lima.
- HIDROSTAL. (2018). *Manual Bomba Sumergible de 4",6",8" y 10" de Diámetros*. Lima.
- HIDROSTAL. (2018). *Manual del Usuario instalación, operación y mantenimiento Bomba Turbina sumergible*. Lima.
- INEI. (2018). *Peru: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*.
- Jimenez. (2017). *Abastecimiento de agua subterránea con fines de uso agrícola para el fundo La Empedrada agroindustrial La Punta S.A.C.- Huaura-Lima*.
- Liu, Yang, & He. (2020). Respuesta del agua subterránea al proceso de regulación del grupo de embalses y almacenamiento del grupo de reservorios en el río Manas. *Revista Internacional de Ingeniería Agrícola*.
- MINISTERIO VIVIENDA. (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito Rural*.
- MIVIVIENDA. (2011). *Sistema Nacional de estándares de Urbanismo*. Lima.
- Modon. (2017). *Teoría de mecánica de los Fluidos*.
- Morgan. (2015). El ABC de la selección de bombas para extracción de aguas de minas. *Extracción de agua de minas*.
- ONU. (2018). *Indicadores esenciales para el agua subterránea*.
- OPS. (2005). *Guía para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*.
- OPS. (2007). *Guía para la selección equipos de bombeo para sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento para el medio rural*.
- Origuela. (2018). Variadores de Frecuencia, una alternativa en el ahorro de energía. *INDUSTRIAALDIA*.
- Quezada, & García. (2015). *Monografía para optar al título de Ingeniero civil*. Managua.
- Racovec et al., (2020). *Evaluar la respuesta de la cantidad de agua subterránea y el tiempo de viaje distribuido a 1.5°.2° y 3°*. Hidrología y ciencias del sistema terrestre 2020.

- Reckmann. (2010). *Pozos de captacion de aguas subterranas*.
- Rojas. (2017). *Diseño del sistema de Bombeo para el abastecimiento óptimo de agua Potable del Distrito de Huancan-Huancayo*.
- Saldarriaga. (2019). *Sistema de abastecimiento de agua subterranea al centro cívico de Trujillo, en caso de contingencia*. Trujillo.
- Salvador. (2015). *Fluidos, bombas é Instalaciones Hidráulicas*. Universidad Politecnica de Cataluña.
- SEDALIB. (2012). *Plan Maestro Optimizado Sedalib S.A. 2012-2042*.
- SEDAPAL. (2008). *EQUIPOS DE BOMBEO*.
- SEDAPAL. (2013). *Mamoria descriptiva para autorizacion de pozo de reemplazo SEDAPAL N° 315 PACHACAMAC 2*.
- Sosa. (2017). *Mejoramiento del sistema de agua potable caserío San Jose de Matalacas, distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, Región Piura*. Trujillo.
- SSI. (2020). *Codigo unico de Inversiones 2178238*.
- Suarez. (2014). *Estudio hidrogeológico sector de Huambo, cuenca alta del rio Huaura (Dpto. Lima, Prov. Huaura)*. Lima.
- Suce, Quezada, & Garcia. (2015). *Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por motor eléctrico para el Asentamiento 23 de Octubre de la comunidad de Limon N° 1 del Municipio de Tula, Rivas periodo 2015-2034*.
- VIVIENDA. (2019). *Guia de Diseños estandarizados para la infraestructura sanitaria menor en Proyectos de saneamiento en el ambito Urbano. Etapa 1 y sus Anexos*. Lima: EL PERUANO.
- WEG. (2017). *Guia de especificaciones de motores eléctricos*.
- Zacarias, Gonzales, & Granados. (2017). *Mecánica de Fluidos*.
- Zapata. (2017). *Diagrama de Moody*.

ANEXOS

ANEXO A

CALCULO HISTORICO DE LA BOMBA ACTUAL

ANEXO A 1 : Cálculo referencial histórico de la bomba actual

2.7.1. Cálculo de la demanda de agua

E. POBLACION DE DISEÑO

Según (SSI, 2020) dentro del cuadro de Banco de Inversiones del ANEXO B1 tenemos los siguientes datos:

Código único de Inversiones :2178238

Fecha de registro : 11/04/2013

Código SNIP : 255905

Beneficiarios : 6,600 hab.

Para referencia se brinda este cálculo, retrocediendo en el tiempo de esta bomba actual (Que se calculó hace 20 años aproximadamente), por qué desde el año 2013 ya presenta problemas de la falta de agua y recomponiendo la bomba que se encuentra despiezado en el terreno analizaremos que está sucediendo realmente para que la demanda de agua no cubra el abastecimiento.



Ilustración 1: Bomba desmontada en mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Iniciamos que el año 20 es el año 2013 con el siguiente dato poblacional:

Tabla H1: Población del AA.HH. El Carmen, Distrito de Huaura

AÑO	POBLACION (Habitantes)
2013	6600

Fuente: Banco de Inversiones

La población en el año 2013 es de 6,600 habitantes y este fue el valor de diseño que se tomó para este año 20.

F. DOTACION

Según la Tabla N° 7 del cuadro del Ministerio de vivienda tomamos para este caso una dotación para el diseño de 150 lt/hab/dia.

G. VARIACIONES DE CONSUMO

Según (MINISTERIOVIVIENDA, 2018) publicada en el diario el Peruano estableció que para :

- **CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)**

Aplicando la ecuación 17 tenemos:

$$Q_p = \frac{\text{Dot} \times P_d}{86400}$$
$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

$$P_d = 6,600 \text{ hab}$$

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla H2: Cuadro del consumo máximo diario

AÑO	Qmd (l/s)
2013	14.90

Fuente: Elaboración propia.

El consumo máximo diario para el 2013 es **14.90 l/s**

- **CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)**

Aplicando la ecuación 18:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Dónde:

$$P_d = 6,600 \text{ hab}$$

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla H3: Cuadro del consumo máximo horario

AÑO	Qmh (l/s)
2013	20.63

Fuente: Elaboración propia.

El consumo máximo horario es **20.63 l/s**

- **CAUDAL DE BOMBEO (Qb)**

Aplicando la ecuación 19 para el año 2013:

$$Q_b = Q_{md} * \left(\frac{24}{N}\right)$$

Dónde:

Qmd : Caudal máximo diario (l/s)

N : número horas de bombeo (h)

Qb : Caudal de bombeo (l/s)

Datos:

Qmd = 14.90 l/s

N = 15 horas

Reemplazando datos en la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

$$Q_b = 14.90 \times \left(\frac{24}{15}\right) = 23.83 \text{ l/s}$$

Tabla H4 : Cuadro de los caudales de bombeo

AÑO	N (Numero horas bombeo)	Qb (l/s)
2013	16	23.83

Fuente: Elaboración propia.

El caudal de bombeo de diseño es **23.83 l/s**

2.7.2. Calculo hidráulico

Para los cálculos hidráulicos disponemos de los siguientes datos:

Longitud de tubería de impulsión : 1,070 m

Caudal de impulsión : 23.83 l/s

Diam. tubería impulsión : 160mm (Diam. inter= 144.60mm)

PVC clase C-10

F. VELOCIDAD

Según (Salvador, 2015) nos recomienda que la velocidad debería mínima debe de ser de 0.6 m/s y que la máxima debe superar los 3 m/s para no incrementar las pérdidas de energía.

Además según (Quezada & Garcia, 2015) para limitar el golpe de ariete por norma la velocidad de impulsión debe de ser:

Mayor de 0.6 m/s y menor de 1.5m/s

Según la ecuación N° 4:

$$Q = VA$$

Dónde:

Q : Caudal (m³/s)

V: Velocidad del agua (m/s)

A: Área sección interior transversal de la tubería (m²)

Reemplazando valores tenemos:

$$V = 1.45 \text{ m/s}$$

Observamos que 1.45m/s es menor que 1.5m/s para limitar el golpe de ariete, por tanto utilizamos esta velocidad para nuestros cálculos.

G. CALCULO DE LAS PÉRDIDAS

- NUMERO DE REYNOLD

Con la ecuación N° 8:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu} = \frac{v D}{\nu}$$

Dónde:

v : Velocidad del fluido (m/s) = 1.45 m/s

D : Diámetro interno de la tubería (m) = 0.1446m

μ : Viscosidad dinámica (Pa.s) = 0.000895 Kg/m-s

ρ : Densidad (Kg/m³) = 998 kg/m³

Reemplazando datos en la ecuación tenemos:

$$Re = 234271.67 = 2.34 \times 10^5$$

- **RUGOSIDAD RELATIVA**

Para hallar la rugosidad relativa utilizamos la ecuación N° 10

$$\frac{k}{D}$$

Donde:

D : Diámetro (mm)

k : Rugosidad absoluta del material (mm)

de la Tabla N° 5 obtenemos que la rugosidad absoluta del PVC es de 0.003 mm y el diámetro interno de la tubería es de 144.60mm (externo de 160mm), reemplazando datos tenemos: **2.07×10^{-5}**

- **FACTOR DE FRICCION**

Para hallar el factor de fricción utilizaremos el diagrama de Moody con los datos:

$$Re = 234271.67 = 2.34 \times 10^5$$

$$K/D = 2.07 \times 10^{-5}$$

Nos vamos al diagrama de Moody:

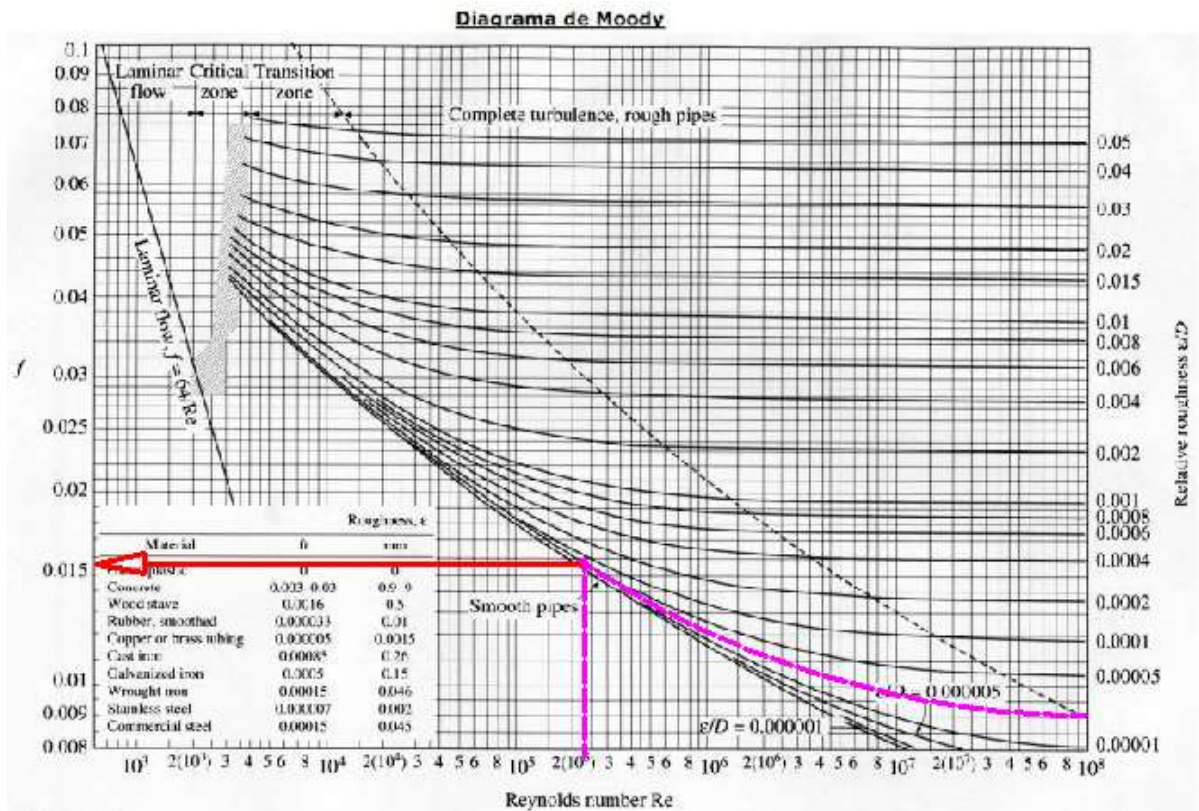


Figura 30 : Hallazgo del factor de fricción mediante el diagrama de Moody

Fuente: Elaboración propia

Obtenemos un factor de fricción de:

$$f = 0.0155$$

- CALCULO PERDIDAS PRIMARIAS**

Para poder calcular esto nos remitimos a la ecuación N° 11

$$hL = f \left(\frac{L}{D} \right) \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

hL : Perdida primaria (m)

f : Factor de fricción

L : Longitud de tubería de impulsión(m)

v : Velocidad del agua dentro de tubería (m/s)

D : Diametro transversal de tubería (m)

g : Aceleración de la gravedad (m/s²)

Datos:

$$f = 0.0155$$

$$L = 1070\text{m}$$

$$V = 1.45\text{m/s}$$

$$D = 0.1446\text{m (Diam. Exterior de 160mm)}$$

$$g = 9.81\text{m/s}^2$$

Reemplazando datos en la ecuación 11 tenemos:

$$hL = 0.0155x \left(\frac{1070}{0.1444} \right) x \left(\frac{1.45^2}{2x9.81} \right) = 12.42\text{m}$$

Entonces la pérdida primaria es de **$hL = 12.42\text{m}$**

H. CALCULO DE LAS PERDIDAS SECUNDARIAS

De la ecuación N° 12 tenemos:

$$h_s = k \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

Dónde:

h_s :Pérdida secundaria (m)

v : Velocidad en la tubería (m/s)

g: Gravedad (m/s²)

K : coeficiente de resistencia del accesorio(válvulas, codos, etc.)

Datos:

$$v = 1.45\text{m/s}$$

$$g = 9.81\text{m/s}^2$$

Accesorios a lo largo de la línea de impulsión:

El coeficiente K de cada accesorio lo obtenemos de la figura N°21, de la cual obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla H5: Sumatoria de pérdidas por accesorios

ACCESORIOS	CANTIDAD	VALOR K	SUB TOTAL
Válvula de pie	1	0.8	0.8
Colador o canastilla	1	0.71	0.71
Válvula de compuesta	1	0.07	0.07
Válvula cheks	1	2	2
Codo de 90°	8	0.16	1.28
Codo de 45°	4	0.17	0.68
Tee	1	0.9	0.9
TOTAL:			6.44

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la ecuación N° 12 tenemos:

$$h_s = 6.44 \times \left(\frac{1.45^2}{2 \times 9.81} \right) = 0.6929\text{m}$$

Entonces la perdida secundaria es: **hs= 0.69m**

La pérdida total : Ht = hL + hs = 12.42m + 0.69m = 13.11m

I. CALCULO DEL ADT (Altura total de Bombeo)

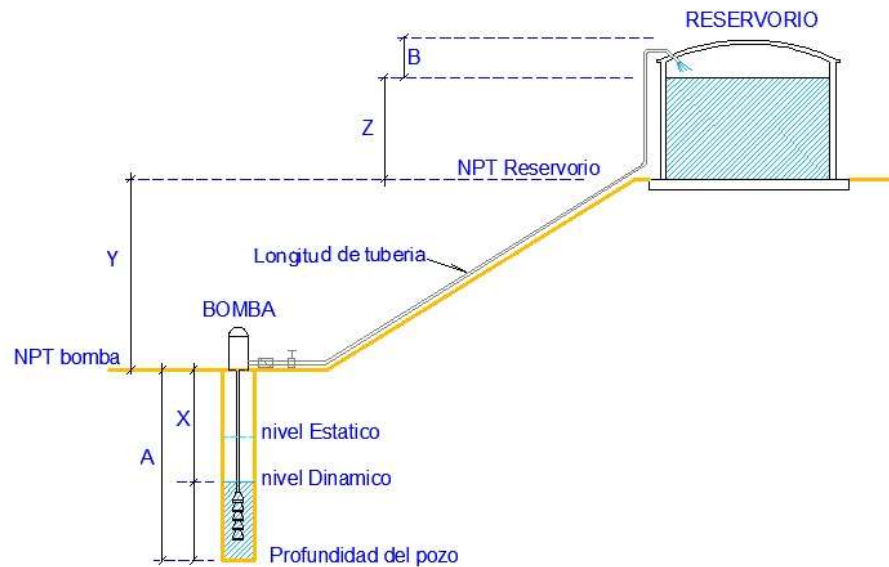


Figura 31: diagrama de impulsión de la Bomba

Fuente: Elaboración propia.

Realizamos el siguiente cuadro:

Tabla H7: Cuadro de la altura de bombeo o ADT

DESCRIPCION	LONGITUD (m)
Altura dinámica (Profundidad X del croquis)	43.17
Altura del NPT bomba al NPT del reservorio (Y)	44.00
Altura del NPT reservorio al nivel alto de llenado (Z)	5.50
Altura de Nivel alto agua mas sobre presión llenado (B)	3.00
Pérdidas totales de carga ($HT= h_l+h_s$)	13.11
ALTURA TOTAL DE BOMBEO :	108.78

Fuente: Elaboración propia

J. SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA

Con los datos:

$$Q= 23.83\text{l/s}$$

$$H = 108.78\text{m}$$

En la tabla H8 para 23.83 l/s nos recomienda un Tazón o cuerpo tipo 10G que es para caudales entre 22.08 - 56.78 l/s, finalmente seleccionamos el **TIPO: 10G**

Tabla H8: Selección del tipo de tazón de acuerdo al caudal en GPM ó l/s

TIPO	DIAMETRO EXTERIOR (Tazones)	GPM (l/s)	DIAMETRO INTERIOR MINIMO(Pozo)	DIAMETRO INTERIOR PREFERIDO(Pozo)
5.5 G	5 1/8"	25 – 160 (1.58-10.09)	6"	7"
6 G	5 3/4"	85 – 430 (5.37-27.13)	6"	7"
8 G	7 1/2"	150 – 450 (9.46-28.39)	8"	10"
10 G	9 1/2"	350 – 900 (22.08-56.78)	10"	12"
12 G	11 1/2"	600 – 1500 (37.85-94.63)	12"	14"
14 G	13 1/2"	1000 – 2500 (63.09-157.72)	14"	16"

Fuente: Manual de Bombas Centrifugas (HIDROSTAL)

Seguidamente buscamos la curva más adecuada dentro de los tipos de cuerpo 10G para nuestro caso con:

$$Q = 23.86 \text{ l/s}$$

$$H = 108.78 \text{ m}$$

Obtenemos la curva adecuada es:

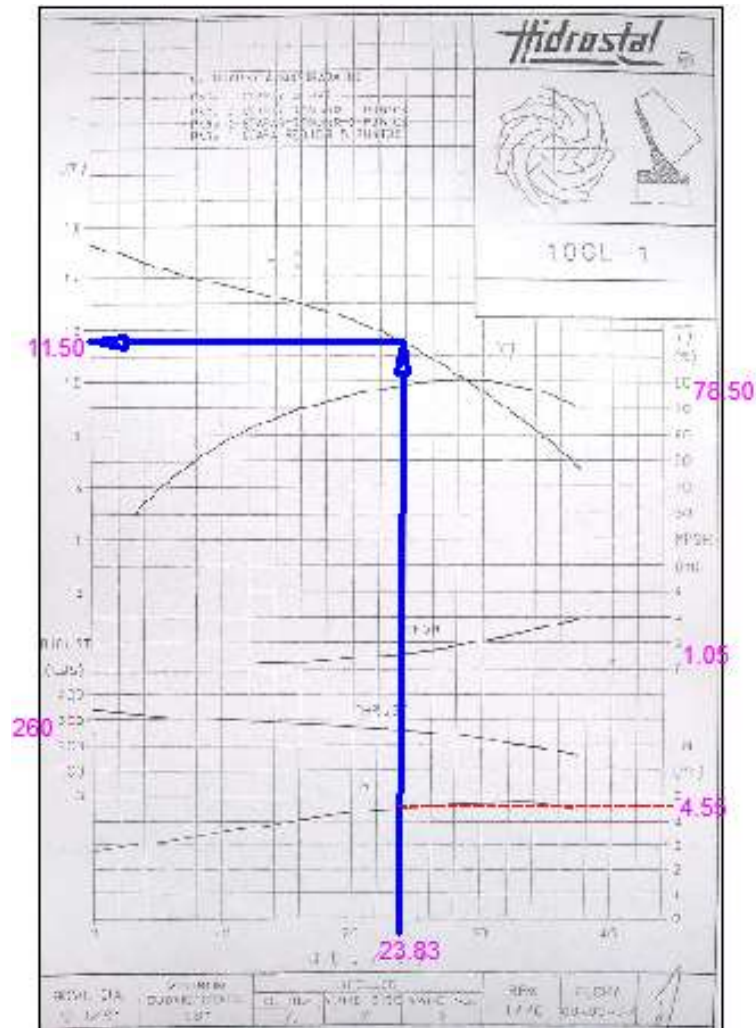


Figura 32: Diagrama del impulsor del tipo 10GL

Fuente: catalogo (HIDROSTAL)

De la figura N° 34 obtenemos los siguientes datos:

$H = 11.50$ m por impulsor semiabierto o cuerpo

$n = 78.50\%$

$N = 4.55$ HP por impulsor semiabierto o cuerpo

$NPSH = 1.05$

$THRUST = 260$ lb por cuerpo o tazón

- **CALCULO DEL NUMERO DE IMPULSORES SEMIABIERTOS O NUMERO DE CUERPOS**

Para el cálculo del número de impulsores necesitamos como datos:

$$ADT = 108.78 \text{ m}$$

$$H \text{ (Altura de bombeo por impulsor)} = 11.50\text{m}$$

Aplicando la siguiente formula:

$$NUMERO DE IMPULSORES = \frac{ADT}{H}$$

Reemplazando valores:

$$NUMERO DE IMPULSORES = \frac{108.78\text{m}}{11.50\text{m}} = 9.459$$

Redondeando tenemos **10 los impulsores** semiabiertos que necesitamos.

Por tanto, su código será **10G-10**

- **CALCULO DE LA SUMERGENCIA DE LA BOMBA**

De la ecuación N° 15: Pero esta fórmula es sin el colador.

$$S = \left(\frac{v^2}{2g} \right) + 0.5m$$

Dónde:

S: Sumergencia en (m)

V: Velocidad del fluido (m/s)

g: aceleración de la gravedad = 9.81 (m/s²)

A esta ecuación debemos de sumarle la altura del colador que es: 0.400m

Datos:

$V = 1.45 \text{ m/s}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Altura del colador = 0.400m

Reemplazando valores obtenemos:

$$S = \left(\frac{1.45^2}{2 \times 9.81} \right) + 0.5 + 0.400 (\text{altura colador}) = 1.007 \text{ m}$$

Por tanto, la sumergencia mínima para nuestra bomba es:

1.007m

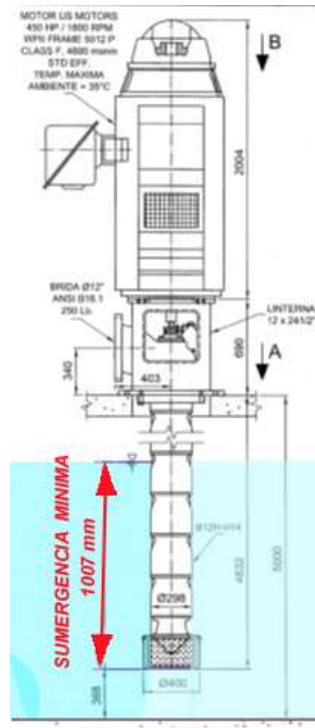


Figura 33 : Sumergencia mínima

Fuente: Elaboración propia

- **POTENCIA DE LA BOMBA**

De la ecuación N° 21:

$$Pot. Bomba = \frac{Q \times ADT}{75 \times n_b}$$

Dónde:

Por. Bomba en HP

Q: Caudal de impulsión en l/s

ADT: Altura dinámica total en m

n_b : Eficiencia de la bomba

De los datos:

Q = 23.83 l/s

ADT = 108.78 m

$n_b = 0.785$

Reemplazando valores obtendremos:

$$Pot. Bomba = \frac{23.83 \times 108.78}{75 \times 0.785} = 44.03$$

La Potencia de la bomba es de 44.03 HP

2.7.3. CALCULO ELECTRICO

D. CALCULO DE POTENCIA DEL MOTOR

Según (MINISTERIO VIVIENDA, 2018) nos brinda la siguiente fórmula de la ecuación N° 22

$$Pot. Motor(nominal) = \frac{Pot. Bomba}{n_m}$$

Dónde:

Pot. Motor en HP

Pot. Bomba en HP

n_m : Eficiencia del motor

De los datos:

Pot, Motor = 44.03 HP

$n_m = 0.91$

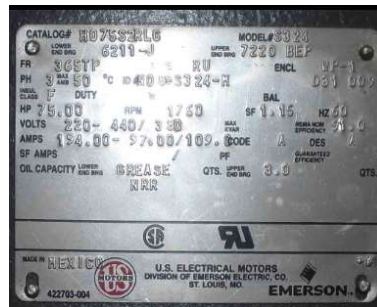


Ilustración 2: Placa del motor eléctrico actual

Fuente: Elaboración propia

Reemplazando valores obtendremos:

$$Pot. Motor(nominal) = \frac{44.03}{0.91} = 48.38 \text{ HP}$$

La potencia del motor (nominal) es 48.38 HP

APLICANDO EL FACTOR DE SERVICIO DE 1.15 AL MOTOR:

De la ecuación N° 23:

$$Pot. Motor = Pot. Motor(nominal) \times f, s$$

Tomemos como valores:

Pot. Motor (nominal) = 48.38 HP

f.s. = 1.15

Reemplazando tenemos:

$$Pot. Motor = 48.38 \times 1.15 = 55.64 \text{ HP}$$

Se pudo seleccionar de 60 HP, pero tiene de 75HP ver ANEXO C10

ANEXO B

DOCUMENTOS

ANEXO B 1.- Documento del banco de inversiones sobre el anterior proyecto no ejecutado.

invierte.pe

SISTEMA DE SEGUIMIENTO DE INVERSIONES (SSI)

Consultas

- Búsqueda por Código

Acceso a Operadores

Búsqueda por Código

Código SNIP Código único de inversiones

255905

Buscar Vista Resumen

Banco de Inversiones Contrataciones Ejecución Financiera INFObras

Código único de inversiones	2178238	Fecha de Registro	09/04/2013
Código SNIP	255905	Tipo de inversión	PIP MAYOR (SNIP)
Nombre PIP	MEJORAMIENTO, AMPLIACION DEL SISTEMA DE BOMBEO, LINEA DE IMPULSION, LINEA DE DISTRIBUCION, CREACION DE RESERVORIO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE PARA EL AA.HH. EL CARMEN, DISTRITO DE HUAURA - HUAURA - LIMA		
Cadena Funcional	SANEAMIENTO - SANEAMIENTO - SANEAMIENTO URBANO		
Unidad Formuladora (UF)	OFICINA DE PLANES Y PROYECTOS GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAURA		
Unidad Evaluadora (OPI)	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAURA GOBIERNOS LOCALES - MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAURA		
Beneficiarios	6,600	Fuente de Financiamiento:	CANON Y SOBRECANON, REGALIAS, RENTA DE ADUANAS Y PARTICIPACIONES
Responsable de Viabilidad	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAURA	Fecha de Viabilidad	11/04/2013
Situación	VIABLE	Nivel Requerido para Viabilidad	PERFIL
Último Estudio y Calificación	PERFIL - APROBADO	Estado de la Inversión	DESACTIVADO PERMANENTE
Monto Viable/Aprobado	3,303,616		
Monto del Estudio Definitivo o Expediente Técnico (F15)	2,862,351	Monto actualizado	2,862,351
¿El proyecto se ejecuta por etapas?	No	Monto laudo	0
		Monto carta fianza	0
¿Tiene expediente técnico o documento equivalente registrado?	No	¿Tiene registro de cierre?	

[Haga clic aquí para ir a la consulta de inversiones](#)

Fuente: Internet

ANEXO C

CATALOGOS

ANEXO C 1 : Hoja de datos importante de una bomba de Turbina vertical

HOJA DE DATOS BOMBA TURBINA VERTICAL BYRON JACKSON



TIPOS DE DESCARGA

1. DESCARGA POR ENCIMA DEL TANQUE ELEVADO.
2. DESCARGA POR DEBAJO DEL TANQUE ELEVADO.
3. DESCARGA LIBRE A NIVEL DEL TERRENO.
4. DESCARGA A UN SISTEMA DE PRESION.

RECOMENDACIONES

A: ALTURA DEL AGUA SOBRE LA BOMBA MINIMO RECOMENDABLE: 5m.
 F: ALTURA DEL MOTOR SOBRE EL FONDO DEL POZO MINIMO: 3m.

SERVICIO:

CAUDAL: _____ L/S _____ GPM TEMPERATURA DEL AGUA: _____ °C
 NIVEL DINAMICO (ND): _____ m ALTURA DE DESCARGA (HD): _____ m
 TIPO DE DESCARGA: 1 2 3 4
 PROFUND. DEL POZO (B): _____ m DIAMETRO DEL POZO (DP) _____ PULG
 LONGITUD DE LA COLUMNA (LC): _____ m
 PRESION DE DESCARGA (P): _____ PSI (DATO NECESARIO PARA DESC. TIPO 4)

TUBERIA DE DESCARGA:	LONGITUD	DIAMETRO INTERIOR (D)	MATERIAL
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

LONGITUD TOTAL (LD): _____ (m)

ACCESORIOS EN LA DESCARGA:	DIAMETRO	CANT.
VALVULA CHECK (SWING)	_____	_____
VALVULA COMPUERTA	_____	_____
CODO 90°	_____	_____
CODO 45°	_____	_____

ACCIONAMIENTO: MOTOR ELECTRICO DIESEL CABEZAL SIMPLE CABEZAL MIXTO
 CARDAN: SI NO

VOLTAJE: 220V 440V 380V FRECUENCIA: 60 Hz 50 Hz

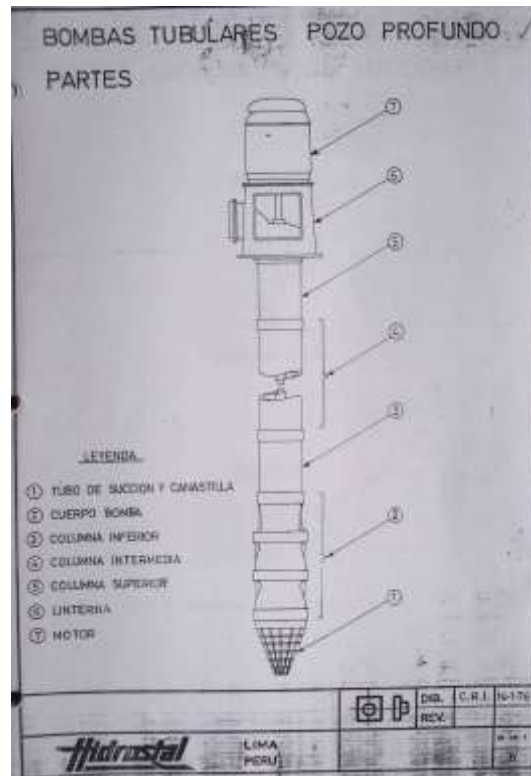
PO DE ARRANQUE: DIRECTO ESTRELLA-TRIANGULO

OBSERVACIONES: _____

A-603.A Edicion: 26.04.97 Elaborado: Cardiel & ISC 909
 Revisado: F. Guerrero Aprobado: J. Martinez
 WPG.01.CATALOGO.HOJADAT.TUR

Fuente: Catalogo de Hidrostral

ANEXO C 2 : Partes de una bomba de Pozo Profundo.



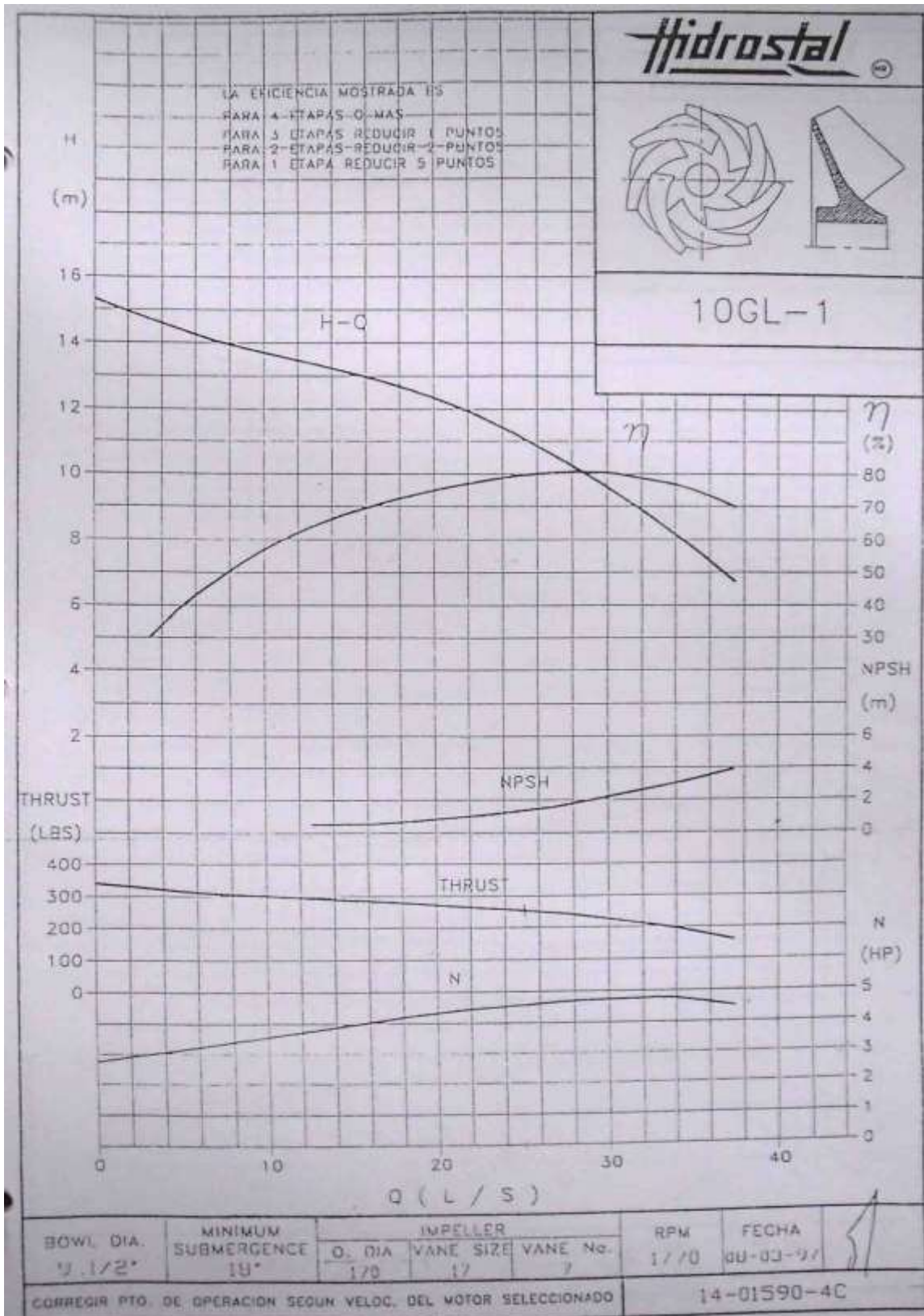
Fuente : Catálogo de Hidrostral

ANEXO C 3 : Tipos de Impulsores de una bomba de Pozo Profundo.



Fuente : Catalogo de Hidrostral.

ANEXO C 4 : Diagrama de la bomba tipo 10GL de Hidrostral con impulsoe semiabierto

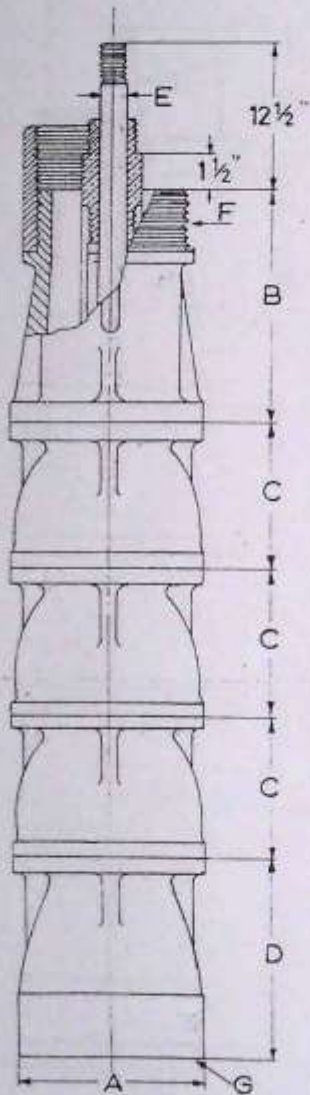


Fuente: Catálogo de Hidrostral

ANEXO C 5 : Dimensiones del cuerpo de la bomba-

**BOMBAS TUBULARES DE POZO PROFUNDO
CUERPO BOMBA: DATOS TECNICOS**

DIMENSIONES Y CAPACIDAD				
B. TIPO	DIA. EXT. TAZON	GPM	POZO D.L. MINIMO	POZO D.L. PREFERIDO
5,5 G/CG	5 1/8"	25-160	6"	7"
6 G/CG	5 3/4"	150-350	5"	8"
8 G/CG	7 1/2"	150-350	6"	10"
10 G/CG	9 1/2"	350-800	10"	12"
12 G/CG	11 1/2"	600-1500	12"	14"
14 G	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
DIMENSIONES DE ENSAMBLE	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 1/8"	8 1/4"	10 1/8"	11 1/2"
	TAZON LONG. C	4"	5"	5 3/8"	7 1/8"	9 1/8"	11 1/8"
	SUCCION LONG. D	7"-4" SUCCION	5 11/16"	7 1/8"	11"	12 1/2"	12"
	1 ETAPA LONG. 16"-4" COL.	17 13/16"	21 15/16"	27 3/8"	31 3/4"	37"	
	LONG. POR ETAPA ADIC. C	4"	5"	5 3/8"	7 1/8"	9 1/8"	11 1/8"
EJE BOMBA	ESTANDAR E	13/16"	1"	1 1/16"	1 3/16"	1 13/16"	1 5/8"
	PESO LBS/PIE	1,76	2,7	3,8	5,5	7,6	10,0
COLUMNA EXT. ESTANDAR F		3 & 4"	4"	5"	6"	8"	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"	3/4"	3/8"	3/16"	5/8"
VER CURVA DE FUNCIONAMIENTO							

BOMBAS G - CG



DIB.
REV.

C. R. I.

18-3-76


Hidrostral

LIMA
PERU

06-01359-4

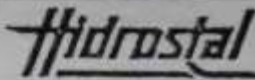
Fuente: Catálogo de Hidrostral

ANEXO C 6 : Tabla para hallar el diámetro del eje de la bomba de turbina vertical.

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	,63	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	,46	64.4	64.3	64.1	63.4	62.0	60.0	53.9	43.9		
1.7/16"	5,52	3500	2,08	374.2	373.9	373.4	371.7	368.4	363.7	350.0	329.8	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	171	156	134	103	
		490	,6	162	161	160	157	150	141	128	110	85	

Fuente: Catálogo de Hidrostat

ANEXO C 7 : Tabla para hallar la elongación del eje de la bomba de turbina vertical



DEEPWELL ENGINEERING DATA

SHAFT ELONGATION CHART
IN INCHES PER 100 FEET OF SHAFT

HYDRAULIC THRUST	SHAFT DIAMETER									
	¾"	1"	1¼"	1½"	1¾"	2"	2¼"	2½"	2¾"	3"
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	.025	.018	.013	.010	.008	.006	.005	.004
800	.075	.042	.030	.021	.015	.011	.009	.007	.006	.005
900	.085	.048	.034	.023	.017	.013	.010	.008	.007	.006
1000	.094	.053	.037	.025	.019	.014	.011	.009	.007	.006
1200	.113	.063	.045	.031	.022	.017	.013	.011	.009	.007
1400	.131	.074	.052	.036	.025	.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	.105	.074	.052	.037	.028	.022	.018	.015	.012
2200	.207	.115	.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		.172	.119	.083	.059	.045	.035	.028	.023	.020
3400		.180	.127	.089	.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	.095	.073	.057	.046	.038	.032
5600			.207	.146	.107	.078	.062	.050	.041	.034
6000			.222	.158	.111	.084	.066	.053	.044	.037
6500			.244	.160	.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				.317	.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

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

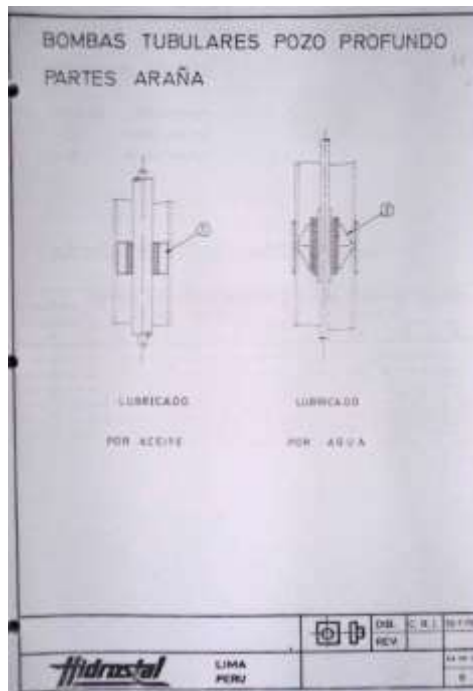
e = Elongation (inches)
 L = Shaft Length (feet)
 E = Modulus of Elasticity (29,000,000)
 H.T. = Hydraulic Thrust (lbs.)
 A = Shaft Area (sq. inches)

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 equaling the stretch due to hydraulic thrust, taken from above chart, plus the impeller clearance shown on the pump name plate.

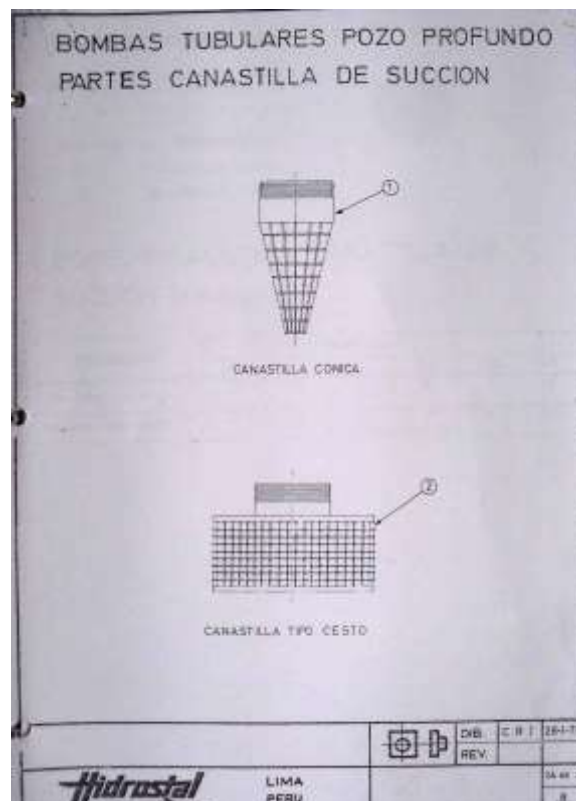
Fuente: Catálogo de Hidrostat

ANEXO C 8 : Arañas de las columnas para aceite y agua.



Fuente: Catálogo de Hidrostal

ANEXO C 9 : Tipos de canastillas de una bomba de pozo profundo



Fuente: Catálogo de Hidrostal

ANEXO C 10 : Potencia para Motores eléctricos US. Motors

Vertical HOLLOSHAFT® High Thrust Motors - "P" Base, Three Phase Weather Protected Type I (WPI) Premium Efficient, SINEWAVE OPTIMIZED®

APPLICATIONS:

For use on Turbine, Mix Flow and Propeller Pumps

FEATURES:

- Class F Insulation, Class B Rise at Full Load
- 1.15 Service Factor
- Maximum 40°C Ambient, 3,300 Feet Altitude
- 230/460 Volt Motors Suitable for 230 Volt Part Winding Start
- Premium Efficient Design
- Special Balance

- Corrosion Resistant Mill & Chemical Duty Paint
- 115 Volt Space Heater (through 250 HP)
- NRR = Non-Reverse Ratchet, SRC = Self-Release Coupling
- Refer to Page vii for Guidelines & Compatibility with VFD's
- Discount Symbol: DS-7VS



RUS

HP	RPM	Voltage	Frame	Catalog Number	Type	List w/ NRR	List w/ SRC	NEMA Nom. Eff.	Down Thrust (lbs)	Base Dia. (in)	Cplg. Height (in)	Cplg. BX (in)	Cplg. Key Size	Ship Wt. (lbs)	Notes
7 1/2	1800	230/460	213TP	HO7P2BLE	AUS	\$3,789	\$3,518	91.7	2500	10	17-9/16	1	1/4	210	
	1200	230/460	254TPH	HO7P3BLF	AUS	\$4,983	\$4,607	90.2	3800	12	23-3/8	1	1/4	265	
10	1800	230/460	215TP	HO10P2BLE	AUS	\$4,187	\$3,869	91.7	2500	10	17-9/16	1	1/4	220	
	1200	230/460	256TPH	HO10P3BLF	AUS	\$5,592	\$5,207	91.7	3800	12	23-3/8	1	1/4	300	
15	1800	230/460	254TP	HO15P2BLE	AUS	\$4,686	\$4,358	93.0	3300	10	23-3/8	1	1/4	265	
	1800	230/460	254TPA	HO15P2BLG	AUS	\$4,686	\$4,358	93.0	3300	16.5	23-3/8	1	1/4	265	
20	1200	230/460	284TPA	HO15P3BLF	AUS	\$6,548	\$6,137	91.7	3600	12	24-3/4	1	1/4	305	
	3600	230/460	254TPH	HO20P1BLF	AUS	\$4,708	\$4,081	91.0	2600	12	23-3/8	1	1/4	265	
25	1800	230/460	256TPH	HO20P2BLF	AUS	\$5,122	\$4,763	93.0	3300	12	24-3/4	1	1/4	300	
	1800	230/460	256TPA	HO20P2BLG	AUS	\$5,122	\$4,763	93.0	3300	16.5	24-3/4	1	1/4	300	
30	1200	230/460	286TPH	HO20P3BLG	AUS	\$7,307	\$6,838	92.4	3800	16.5	24-3/4	1	1/4	325	
	3600	230/460	284TPH	HO25P1BLF	AUS	\$5,015	\$4,368	91.7	2600	12	23-3/8	1	1/4	300	
40	1800	230/460	284TPA	HO25P2BLF	AUS	\$5,778	\$5,374	93.6	3300	12	24-3/4	1	1/4	305	
	1800	230/460	284TPH	HO25P2BLG	AUS	\$5,778	\$5,374	93.6	3300	16.5	24-3/4	1	1/4	305	
50	1200	230/460	324TP	HO25P3BLG	RUS	\$8,923	\$8,383	93.0	6700	16.5	28-7/32	1	1/4	635	
	3600	230/460	284TPA	HO30P1BLF	AUS	\$5,369	\$4,698	91.7	2600	12	24-3/4	1	1/4	305	
60	1800	230/460	286TPA	HO30P2BLF	AUS	\$6,277	\$5,838	94.1	3300	12	24-3/4	1	1/4	325	
	1800	230/460	286TPH	HO30P2BLG	AUS	\$6,277	\$5,838	94.1	3300	16.5	24-3/4	1	1/4	325	
75	1200	230/460	326TP	HO30P3BLG	RUS	\$9,916	\$9,296	93.6	6700	16.5	28-7/32	1-1/4	3/8	675	
	3600	230/460	286TPA	HO40P1BLF	AUS	\$5,927	\$5,228	92.4	2600	12	24-3/4	1	1/4	325	
100	1800	230/460	324TPH	HO40P2BLF	RUS	\$7,017	\$6,526	94.5	5700	12	28-7/32	1-1/4	1/4	635	
	1800	230/460	324TP	HO40P2BLG	RUS	\$7,017	\$6,526	94.5	5700	16.5	28-7/32	1-1/4	1/4	635	PWS
150	1800	460	324TP	HO40P2SLG	RUS	\$7,017	\$6,526	94.5	5700	16.5	28-7/32	1-1/4	1/4	635	
	1200	230/460	364TP	HO40P3BLGX	RUS	\$12,880	\$12,124	94.1	11725	16.5	31-5/32	1-1/4	3/8	730	
200	3600	230/460	324TPH	HO50P1BLF	RUS	\$8,571	\$8,036	93.0	4600	12	28-7/32	1	1/4	635	
	1800	230/460	326TPH	HO50P2BLF	RUS	\$8,182	\$7,609	94.5	5700	12	28-7/32	1-1/4	1/4	675	
250	1800	230/460	326TP	HO50P2BLG	RUS	\$8,182	\$7,609	94.5	5700	16.5	28-7/32	1-1/4	1/4	675	
	1800	460	326TP	HO50P2SLG	RUS	\$8,182	\$7,609	94.5	5700	16.5	28-7/32	1-1/4	1/4	675	PWS
300	1200	230/460	365TP	HO50P3BLGX	RUS	\$15,609	\$14,271	94.1	11725	16.5	31-5/32	1-1/4	3/8	800	
	3600	460	326TP	HO60P1SLG	RUS	\$9,841	\$9,203	93.6	4600	16.5	28-7/32	1-1/4	1/4	675	PWS
400	1800	230/460	364TP	HO60P2BLG	RUS	\$9,528	\$8,861	95.0	5700	16.5	31-5/32	1-1/4	1/4	730	
	1800	460	364TP	HO60P2SLG	RUS	\$9,528	\$8,861	95.0	5700	16.5	31-5/32	1-1/4	1/4	730	PWS
500	1200	460	404TP	HO60P3SLGX	RUS	\$17,329	\$16,310	94.5	13650	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1110	PWS
	3600	460	364TP	HO75P1SLG	RUS	\$11,167	\$10,374	93.6	4500	16.5	31-5/32	1-1/4	1/4	730	PWS
600	1800	230/460	365TP	HO75P2BLG	RUS	\$11,327	\$10,534	95.0	5700	16.5	31-5/32	1-1/4	1/4	800	
	1800	460	365TP	HO75P2SLG	RUS	\$11,327	\$10,534	95.0	5700	16.5	31-5/32	1-1/4	1/4	800	PWS
800	1200	460	405TP	HO75P3SLGX	RUS	\$19,641	\$18,444	94.5	13650	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1200	PWS
	3600	460	365TP	HO100P1SLG	RUS	\$15,284	\$14,209	93.6	4500	16.5	31-5/32	1-1/4	3/8	800	PWS
1000	1800	230/460	404TP	HO100P2BLG	RUS	\$14,376	\$13,370	95.4	6700	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1100	
	1800	460	404TP	HO100P2SLG	RUS	\$14,376	\$13,370	95.4	6700	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1100	PWS
1250	1800	460	404TP	HO100P2SLGX	RUS	\$14,858	\$13,818	95.4	11725	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1100	PWS
	1800	460	405TP	HO125P2SLG	RUS	\$17,769	\$16,330	95.4	6700	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1200	PWS
1500	1800	460	405TP	HO125P2SLGX	RUS	\$18,387	\$16,959	95.4	11725	16.5	36-15/16	1-1/2	3/8	1200	PWS
	1800	460	H444TP	HO150P2SLG	RUS	\$22,955	\$21,855	95.8	9800	16.5	44-25/32	1-11/16	3/8	1500	PWS
2000	1800	460	H444TP	HO150P2SLGX	RUS	\$23,466	\$22,166	95.8	17150	16.5	44-25/32	1-11/16	3/8	1500	PWS
	1800	460	H444TPA	HO150P2SLH	RUS	\$22,955	\$21,855	95.8	9800	20	44-25/32	1-11/16	3/8	1500	PWS
2500	1800	460	H445TP	HO200P2SLG	RUS	\$28,996	\$26,935	95.8	9800	16.5	44-25/32	1-11/16	3/8	1600	PWS
	1800	460	H445TPA	HO200P2SLHX	RUS	\$29,974	\$27,933	95.8	17150	20	44-25/32	1-11/16	3/8	1600	PWS
3000	1800	460	H445TP	HO250P2SLG	RUS	\$37,811	\$36,127	95.8	17150	20	44-25/32	1-11/16	3/8	1600	PWS
	300	1800	460	447TPA	HO300P2SLHX	RUS	\$43,899	\$42,351	95.8	17150	20	49-25/32	1-11/16	3/8	2100
3500	1800	460	447TP	HO350P2SLHX	RUS	\$49,277	\$47,771	95.8	17150	20	49-25/32	1-11/16	3/8	2100	PWS
	400	1800	460	449TPH	HO400P2SLHX	RUS	\$55,213	\$53,725	95.8	28500	20	49-13/16	1-15/16	1/2	2825
4500	1800	460	449TPH	HO450P2SLHX	RUS	\$58,702	\$57,235	96.2	28500	20	49-13/16	1-15/16	1/2	2865	52.53 PWS
	1800	460	449TPH	HO500P2SLHX	RUS	\$62,906	\$61,439	96.2	28500	20	49-13/16	2-3/16	1/2	3015	52.53 PWS
5000	1800	460	500BPH	HO500P2SLHX	RUE	\$69,896	\$68,735	96.2	28500	20	57-1/16	2-3/16	1/2	4200	52.53 PWS
	800	1800	460	5012P	HO600P2SLHX	RUE	\$93,512	\$91,958	96.2	30900	24-1/2	72-5/16	2-3/16	1/2	5450

Note 52 Requires minimal external thrust equal to 30% down thrust value shown

Note 53 Synthetic Oil required

Note PWS Part Winding Start

Fuente: Catálogo de motores eléctricos U.S. Motors

ANEXO C 11 : Variadores de Frecuencia marca DELTA VFD-C2000



Principales Funciones y Características:

- > Funciones orientadas al control en campo con PLC embebido.
- > Amplia variedad de aplicaciones.
- > Amplia serie de modelos para atender a las solicitudes.
- > Equipo modular para fácil mantenimiento y muchas aplicaciones.
- > Interfaz de comunicación de alta velocidad, CANopen y Modbus embebidas (tarjeta opcional PROFIBUS-DP, DeviceNet, ModbusTCP y EtherNet/IP son accesorios opcionales).
- > Equipo de larga vida útil y detección de la vida útil de componentes importantes.
- > Protección y adaptación de las condiciones ambientales perfeccionadas.
- > Compatibles con estándares de seguridad global, incluyendo CE, UL, CUL.

Modelos Estándar (IP20/NEMA1) Rango de potencia: 230V 0.75~90kW, 460V 0.75~355kW

230V (kW)	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75	90
230V (HP)	1	2	3	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100	125
Frame size	A				B			C			D		E		F*	
460V (kW)	7.5	1.5	2.2	3.7	4.0	5.5	7.5	11	15	18.5	22	30	37	45	55	75
460V (HP)	1	2	3	5	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
Frame size	A				B			C			D					
400V (kW)	90	110	132	160	185	220	280	315	355							
460V (HP)	110	150	175	215	250	300	375	425	475							
Frame size	E		F*		G*			H*								

Modelos Estándar (IP20/NEMA1) Rango de potencia: 230V 0.75~90kW, 460V 0.75~355kW

Fuente: Catálogo EPLI SAC.

ANEXO C 12 : Problemas de operación de bombas de turbina vertical



Anexo 4 - Problemas de funcionamiento de las bombas vertical VLT

Problema							Causa
Temperatura de rodamiento 80° C	Ruido anormal	Elevado consumo de potencia	Caudal insuficiente	Vibración anormal	No hay descarga de agua	Presión insuficiente	
				x		x	Ingreso de aire a la bomba
						x	Nivel de agua por debajo de la succión
			x	x			Problemas de vórtice en la succión
	x		x	x		x	Cavitación
						x	Impulsores desbalanceados
		x	x				Impulsor rebajado incorrectamente
							Nivel de agua bajo
							Sumergencia insuficiente
							NPSH insuficiente
x							Presión del sistema mayor a la de diseño
	x						Velocidad excesiva del fluido en las tuberías
							Fugas por las juntas de los tazones o de las columnas
		x	x	x			Ajustes del juego de los impulsores incorrecto
							Válvula de succión cerrada (en cierto tipo de instalación)
							Impulsor o tazón obstruido
							Canastilla obstruida
							Válvula de aire tapada
x							Desalineamiento del cabezal de descarga por montaje inadecuado
x		x					Eje de la bomba torcido
x							Desbalance o desalineamiento de los acoplamientos de la transmisión
							Bocinas desgastadas
							Resonancia: Frecuencia del sistema cercana a la velocidad de la bomba
		x	x				Desgaste de los componentes de la bomba
							Bomba desalineada
x		x					Acoplamiento desalineado
x		x					Bombeo de arena, limo o materiales extraños
							Bocinas o empaques muy ajustados contra el eje
	x	x					Impulsores rozando con tazones
							Rodamiento del motor gastado o incorrectamente posicionado
	x						Materiales extraños en la bomba
							Velocidad de rotación baja
							No hay transmisión de potencia desde el motor
							Desbalance eléctrico del motor
x		x					Velocidad de rotación alta
	x						Bocinas sin lubricación
							La bomba no gira o conexión de fases del motor cambiadas
x		x					Lubricación incorrecta de los rodamientos

026 (M/2015)

Nota: Tengá presente que las causas de las fallas arriba enumeradas, no siempre pueden corresponder al desperfecto de su equipo; por lo tanto, es recomendable hacer revisar el mismo por un experto en servicio de equipos de bombeo.

*Todas las especificaciones son las vigentes al momento de la emisión de las mismas. Como nuestro objetivo es "La mejora continua", entregaremos el producto especificado o mejorado.

Fuente: Manual del Usuario Instalación operación y mantenimiento Bombas turbina vertical (Hidrostat)

CATÁLOGO DE INFORMACIÓN TÉCNICA
CABLES CERO HALÓGENOS

COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

Un elevado porcentaje de los incendios que se producen se deben a causas eléctricas y aproximadamente la mitad de estos, se inician en las canalizaciones eléctricas. Por ello, una instalación eléctrica bien diseñada y realizada con los materiales adecuados puede disminuir de una manera importante el riesgo de incendio y en caso de producirse por causas ajenas a la instalación, reduce sus efectos colaterales que suelen producir más daño que el propio fuego en sí.

En base a estas consideraciones se puede concluir:

- La reducción del humo y los gases irritantes emitidos es relevante para salvar vidas humanas y facilitar la labor de los grupos de rescate.
- La electricidad tiene un impacto relevante en el origen de los incendios.

LOS CABLES EN LA PROPAGACIÓN DEL INCENDIO

Los cables suelen tener una mayor incidencia en la propagación de los incendios, en relación a otros materiales, debido principalmente a:

- Cruzan instalaciones de unas zonas a otras ya sea individualmente o en grupos de bandejas, y pueden considerarse como potenciales propagadores verticales y horizontales del incendio.
- Algunos compuestos de naturaleza orgánica pueden ser buenos combustibles o generar gases inflamables que colaboran al incendio.
- Su integridad eléctrica puede quedar dañada en el incendio, provocando cortocircuitos y estos ser focos secundarios de incendios en otros puntos.
- Si son dañados y se anula su función pueden sufrirse riesgos muy grandes durante el incendio por falta de energía para servicios auxiliares.

La no propagación de los incendios se consigue por la aplicación de 3 conceptos:

- La elección de materiales adecuados: Una vez producido el incendio, los materiales de la instalación eléctrica no deben contribuir de manera significativa a propagarlo (cables no propagadores del incendio y LSOH).
- La compartimentación: contribuye a que el fuego no encuentre facilidades para extenderse. Se consigue con cierres estancos resistentes al fuego.
- El corte de energía: Una vez producido un incendio, se debe cortar la energía eléctrica para evitar que ésta genere nuevos focos de ignición. Las instalaciones se deben poder desconectar bajo carga en una sola maniobra.

PROTECCIÓN FRENTE A INCENDIOS

1) Reducción de la propagación del incendio y la emisión de calor.

Los cables eléctricos están compuestos por un conductor metálico y materiales orgánicos que componen el aislamiento y la cubierta. Estos últimos presentan diversos grados de combustibilidad.

Los cables eléctricos pueden ser el medio de propagación del incendio desde su punto de origen hacia otros locales adyacentes; el control de la propagación del incendio a través de los cables eléctricos se exige, desde hace muchos años, fin de limitar este peligro.

En términos de diseño del cable, ello significa el agregado a las mezclas de aditivos "retardantes de la llama".



Baja emisión de humos tóxicos



Libre de halógenos



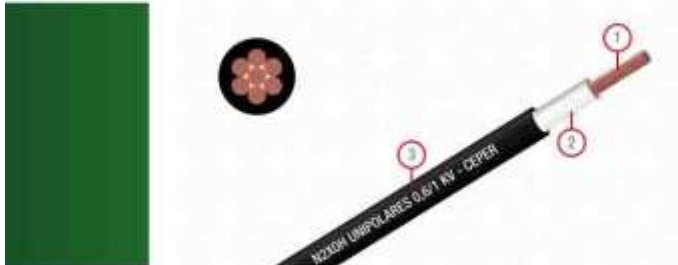
No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

N2XOH UNIPOLAR 0,6/1 KV

Cables diseñados especialmente para instalaciones donde se requiera, en caso de incendio, alta protección a la vida humana y a la propiedad. En sistemas de distribución de baja tensión en instalaciones industriales.



Descripción cable:
 1. Conductor de cobre
 2. Aislamiento
 3. Cubierta exterior

Cables Cero Halógenos

1. DESCRIPCIÓN:

1. Conductor cableado clase 2 de cobre electrolítico temple suave, según norma IEC 60228.
 - Cuerda cableada concéntrica normal hasta 10 mm².
 - Cuerda redonda compacta para secciones mayores de 10 mm².
2. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) color natural.
3. Cubierta exterior termoplástica de poliolefina libre de halógenos (Tipo ST8) en color negro.

2. MÁXIMA TENSION DE OPERACION:

1200 Voltios entre fases.

3. TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR:

En operación normal 90°C
 En condiciones de emergencia 130°C
 En condiciones de cortocircuito 250°C

4. NORMA DE FABRICACION:

NTP-IEC 60502-1

5. APLICACIONES:

Diseñados especialmente para instalaciones donde se requiera, en caso de incendio, alta protección a la vida humana y a la propiedad. En sistemas de distribución de baja tensión en instalaciones industriales, establecimientos comunales, aeropuertos, hoteles, estaciones del metro, estaciones de tren, hospitales, centros educativos, centros comerciales, etc.

6. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES:

- Alta resistencia a los ciclos térmicos.
- No propaga el fuego (IEC 60332-3-24 Categoría C)
- No genera humos opacos (IEC 61034-2)
- No produce gases tóxicos (IEC 60754-1)
- No genera gases corrosivos (IEC 60754-2)



Bajo emisión de humos tóxicos



Libre de halógenos



No propagación de la llama



Protección al medio ambiente

CONDUCTORES Y CABLES DEL PERÚ AV. LOS FRUITALES N° 334 ATE - LIMA - PERÚ
 T. (+511) 713 6000 F. (+511) 713 6001 COMERCIAL@CEPER.COM.PE WWW.CEPER.COM.PE

7. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES:

Sección Nominal (mm ²)	Número de Hilos por Conductor	Espesor (mm)		Diámetro Exterior Nominal (mm)	Peso Total Aproximado (kg/km)
		Nominal Aislante	Mínimo Cubierta		
2,5	7	0,7	0,9	5,5	49
4	7	0,7	0,9	6,5	66
6	7	0,7	0,9	7,0	87
10	7	0,7	0,9	8,0	130
16	7	0,7	0,9	9,0	183
25	7	0,9	0,9	10	280
35	7	0,9	0,9	12	370
50	19	1,0	0,9	14	490
70	19	1,1	0,9	15	685
95	19	1,1	1,0	17	940
120	37	1,2	1,0	18	1165
150	37	1,4	1,1	21	1445
185	37	1,6	1,1	23	1800
240	61	1,7	1,2	26	2350
300	61	1,8	1,2	28	2910
400	61	2,0	1,3	31	3700
500	61	2,2	1,4	35	4750

Datos sujetos a tolerancias normales de manufactura.

8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

Sección Nominal (mm ²)	Resistencia Conductor (Ohm/Km)		Reactancia Inductiva Ohm/Km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	c.c. a 20°C	c.a. a 90°C		Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=25°C 0,9K-m/W
2,5	7,41	9,45	0,165	35	48
4	4,61	5,88	0,155	46	62
6	3,08	3,93	0,146	58	77
10	1,83	2,34	0,136	79	103
16	1,15	1,47	0,130	105	133
25	0,727	0,928	0,126	141	170
35	0,524	0,670	0,122	174	204
50	0,387	0,494	0,119	214	242
70	0,268	0,343	0,116	270	295
95	0,193	0,248	0,113	335	353
120	0,153	0,197	0,112	391	401
150	0,124	0,161	0,112	452	449
185	0,0991	0,130	0,112	522	506
240	0,0754	0,100	0,110	623	584
300	0,0601	0,0817	0,109	717	656
400	0,0470	0,0661	0,108	840	741
500	0,0366	0,0541	0,108	965	829

Capacidad de corriente para 3 cables instalados sin separación y en un solo plano.
Profundidad de instalación enterrada: 70 cm.



ANEXO C 14 : Diámetros comerciales de las tuberías de PVC

Diámetro Nominal (DN) mm	Diámetro Exterior (DE) mm	PN 8 (8 bar) Diámetro Interior(mm)	PN 10 (10 bar) Diámetro Interior(mm)	PN 16 (16 bar) Diámetro Interior(mm)	Longitud (m)	
					Total	Útil
90	90	85.60	84.20	81.20	6.00	5.904
110	110	105.20	105.00	102.20	6.00	5.896
160	160	153.00	152.80	148.80	6.00	5.881
200	200	191.20	191.00	186.00	6.00	5.871
250	250	239.00	238.80	232.60	6.00	5.857
315	315	301.20	301.00	293.20	6.00	5.840
355	355	339.40	339.20	330.40	6.00	5.831
400	400	382.40	382.20	372.40	6.00	5.822

Fuente: Catalogo PAVCO

ANEXO C 15 : Presion de vaporización del agua

Temperatura		Peso Específico Kg/dm ³	Presión de Vapor P. V. P.	
C°	F°		M. Abs.	P.Si.Abs.
0	32	0,9998	0,062	0,088
5	41	1,0000	0,089	0,127
10	50	0,9996	0,125	0,1781
15	59	0,9990	0,174	0,247
20	68	0,9982	0,238	0,338
25	77	0,9970	0,323	0,459
30	86	0,9955	0,432	0,614
35	95	0,9939	0,573	0,815
40	104	0,9921	0,752	1,070
45	113	0,9900	0,977	1,389
50	122	0,9880	1,258	1,789
55	131	0,9857	1,605	2,283
60	140	0,9831	2,031	2,889
65	149	0,9804	2,550	3,627
70	158	0,9777	3,177	4,519
75	167	0,9748	3,931	5,591
80	176	0,9718	4,829	6,869
85	185	0,9687	5,894	8,383
90	194	0,9653	7,149	10,168
95	203	0,9619	8,619	12,259
100	212	0,9583	10,332	14,696

Fuente: Manual de bombas centrifugas HIDROSTAL

ANEXO C 16 : Presión atmosférica a diferentes altitudes

DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA			
Altura sobre el Mar		Pa	
M	FT	M	PSI
0	0	10,33	14,69
250	820	10,03	14,26
500	1640	9,73	13,83
750	2460	9,43	13,41
1000	3280	9,13	12,98
1250	4101	8,83	12,55
1500	4921	8,53	12,13
1750	5741	8,25	11,73
2000	6561	8,00	11,38
2250	7381	7,75	11,02
2500	8202	7,57	10,68
2750	9022	7,28	10,35
3000	9842	7,05	10,02
3250	10662	6,83	9,71
3500	11483	6,62	9,42
3750	12303	6,41	9,12
4000	13123	6,20	8,82
4250	13943	5,98	8,52
4500	14764	5,78	8,22

Fuente: Manual de bombas centrifugas HIDROSTAL

ANEXO D

FOTOGRAFIAS

ANEXO D 1 : Concepto del proyecto



Fuente : Elaboración propia

ANEXO D 2: Rio Huaura



Fuente: Elaboración propia

ANEXO D 3 : Bomba de turbina vertical en desuso con impulsores tipo 10GL-10 de Hidrostral



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 4 : Bomba de turbina vertical en desuso con impulsores tipo 10GL-10 de Hidrostral con coladera cónica.



Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO D 5 : Motor de la Bomba de Turbina vertical de 75 HP, 1750RPM.
Trifásico. 60Hz**



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 6 : Placa del motor eléctrico



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 7 : Conductores del motor eléctrico en mal estado



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 8 : Tablero eléctrico con arranque estrella triángulo



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 9 : Reservorio



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 10 : Toma de datos con GPS



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 11 : Llenado de agua por bocaradas al reservorio.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO D 12 : Prueba de un variador de frecuencia en los laboratorios de la Empresa EPLI SAC



Fuente: Elaboración propia

ANEXO D 13 : Prueba de un variador de velocidad en los laboratorios de la empresa EPLI SAC

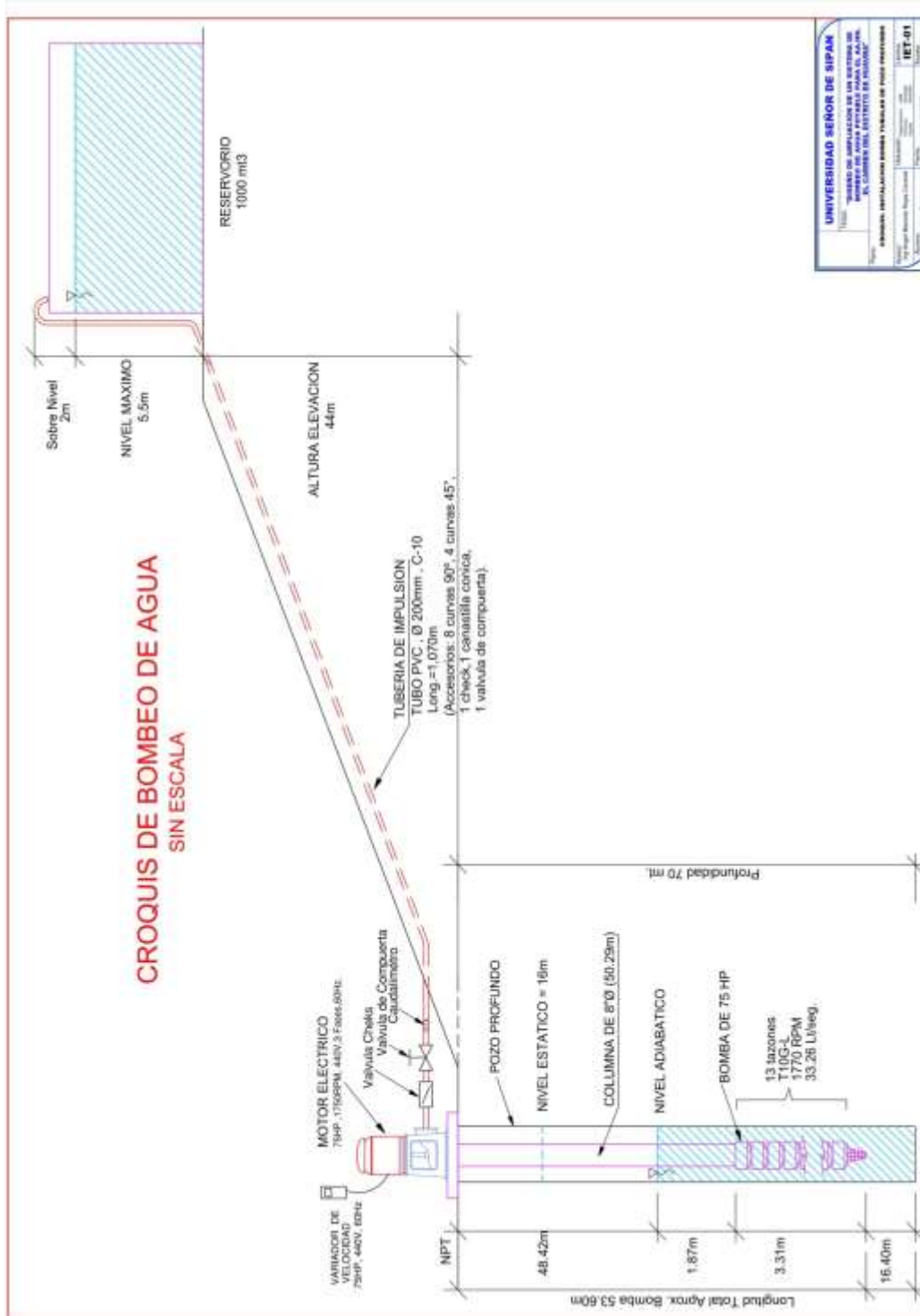


Fuente: Elaboración propia

ANEXO E

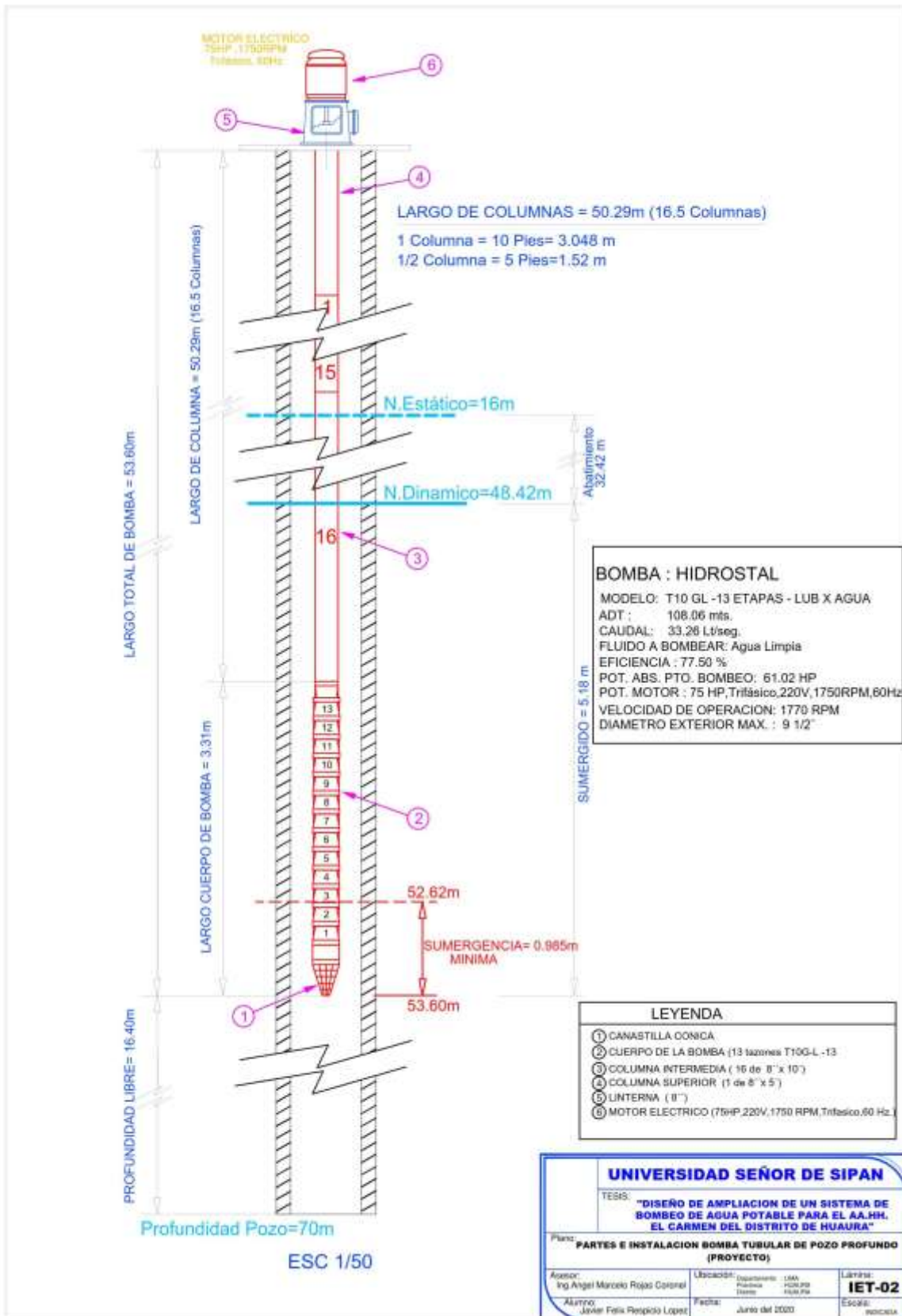
PLANOS

ANEXO E 1 : Plano IET-01 Bomba de 13 etapas Nueva del proyecto.



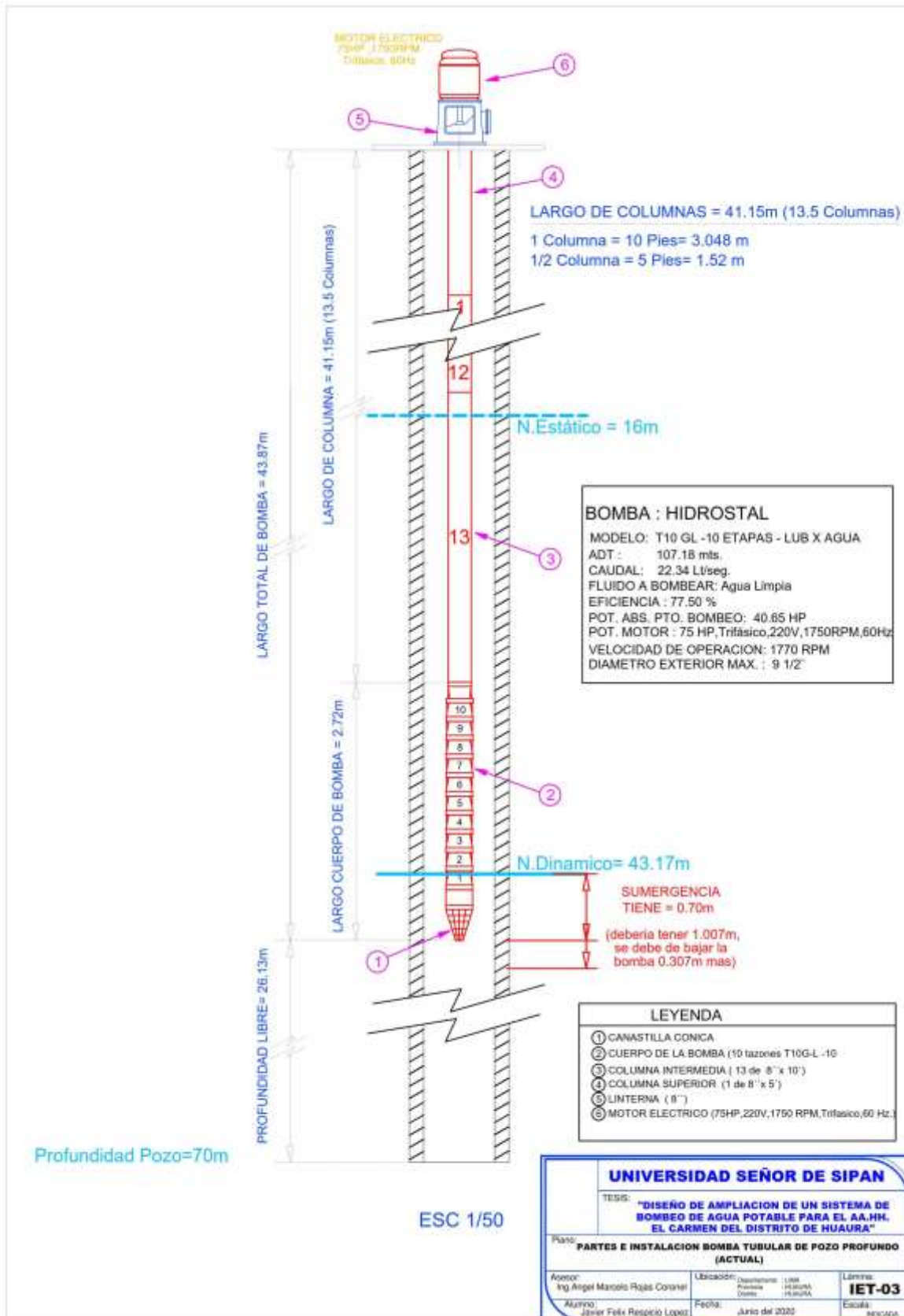
Fuente: Elaboración propia

ANEXO E 2 : Plano IET- 02 Croquis de toda la nueva instalación.



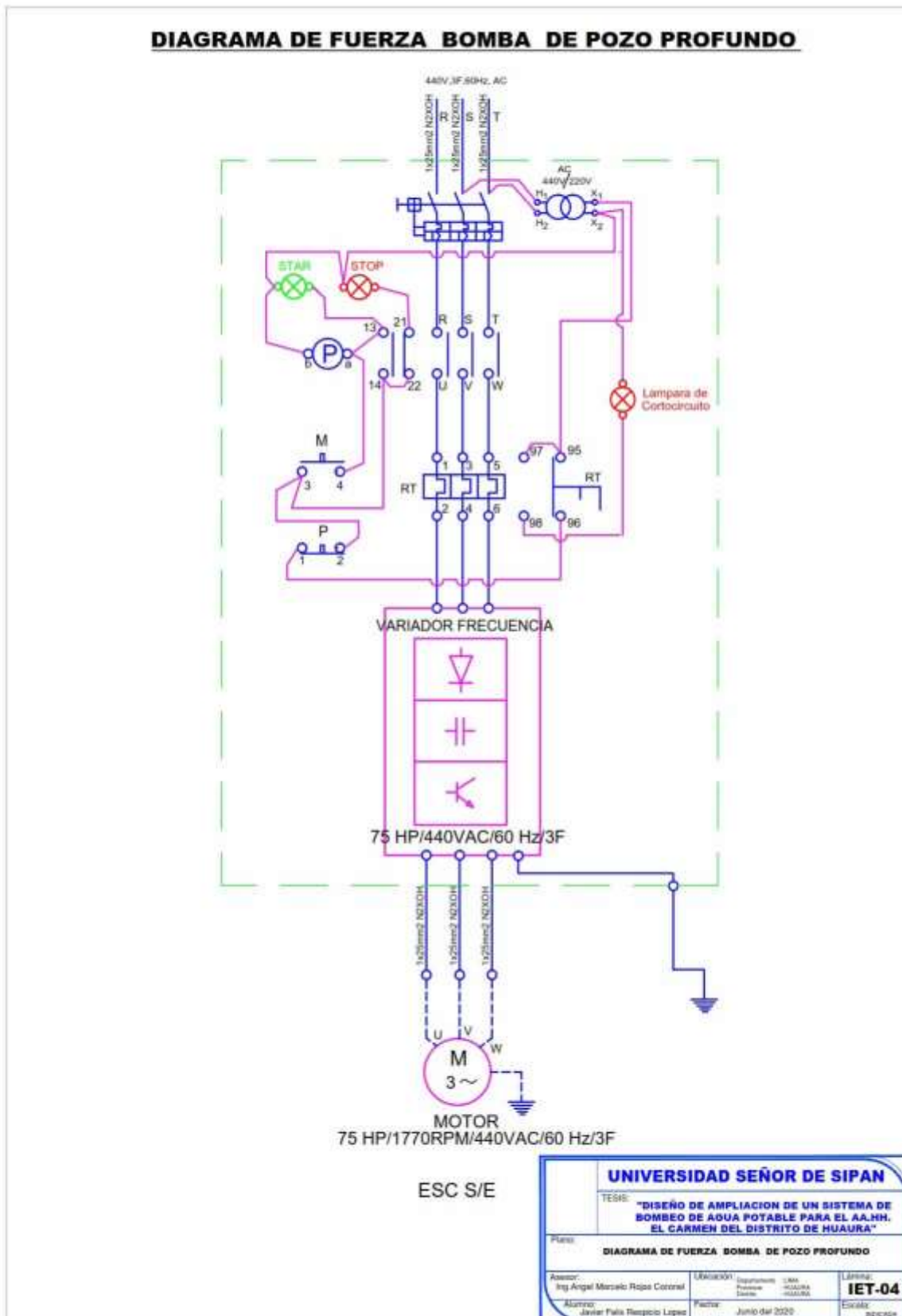
Fuente : Elaboración propia

ANEXO E 3 : Plano IET-03 Bomba actual en funcionamiento de 10 etapas.



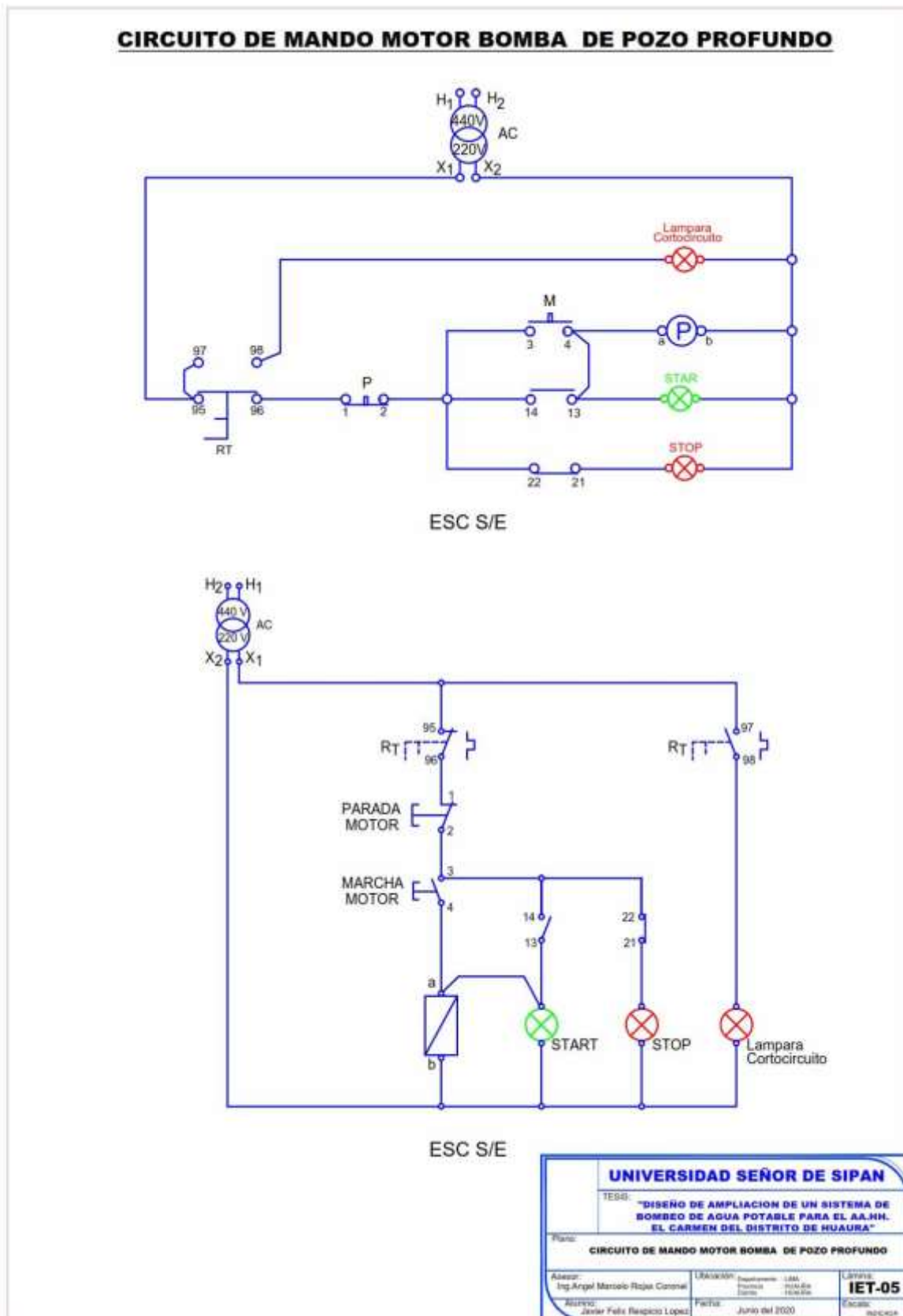
Fuente : Elaboración propia

ANEXO E 4 : Plano IET-04



Fuente : Elaboración propia

ANEXO E 5 : Plano IET-05



Fuente: Elaboración propia