

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES  
SOLARES EN EL SECTOR BOYERO – C.P. PORCÓN ALTO”

Tesis para optar el título profesional de.

Ingeniero Civil

Autor:

Jeisner Zambrano Cueva

Asesor:

M.Sc. Ing. Héctor Arturo Cuadros Rojas

Cajamarca - Perú

2019

## **DEDICATORIA**

Ésta investigación, primero se la dedico a Dios por estar a lado mío en cada paso que doy, cuidándome y brindándome fuerzas para continuar logrando cada objetivo propuesto.

Segundo a mi familia por su constante apoyo incondicional en todo momento velando siempre por mi bienestar y educación es por ellos que soy lo que soy ahora.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por su bendición y protección durante los arduos cinco años de mi carrera profesional. Asimismo, agradezco a mis padres Manuel David Zambrano Chilón y Rosa Cueva Chilón por su apoyo incondicional, sabiduría y amor para concluir mi tesis profesional. De igual manera agradecer a mis hermanos que siempre me apoyaron en mi formación profesional y por sus palabras de aliento para ser mejor persona. A mis docentes que se encargaron de mi aprendizaje para poder ser un profesional capaz con valores éticos y morales finalmente agradezco a mi asesor por su tiempo y dedicación en la elaboración de este documento.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE IMÁGENES.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1 Realidad problemática.....	11
1.3 Formulación del problema .....	22
1.4 Objetivos .....	22
1.4.1. Objetivo general.....	22
1.4.2. Objetivos específicos .....	22
1.5 Hipótesis.....	22
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
2.1. Tipo de investigación .....	23
2.2. Población y muestra .....	23
2.2.1. Población.....	23
2.2.2. Muestra.....	23
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	23
2.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
2.3.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
2.4. Procedimiento.....	25
2.4.1. Procedimiento de recolección de datos .....	25
2.4.2. Procedimiento de análisis de datos .....	26
2.4.2.1. Factibilidad.....	26
2.4.2.2. Sistema Hidráulico .....	29
2.4.2.3. Arreglo Fotovoltaico .....	32
2.4.2.4. Diseño de la red de distribución.....	36
2.4.2.5. Costo de implementación.....	37
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
3.1. Factibilidad.....	38

3.2.	Sistema Hidráulico .....	40
3.3.	Arreglo Fotovoltaico .....	42
3.4.	Diseño de la red de distribución:.....	43
3.5.	Costo de implementación:.....	43
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>44</b>
4.1.	Discusión.....	44
4.2.	Limitaciones .....	45
4.3.	Conclusiones .....	45
<b>REFERENCIAS .....</b>		<b>47</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>49</b>
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....		49
ANEXO N° 2: PADRON DE ASOCIADOS .....		50
ANEXO N° 3: FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....		52
ANEXO N° 4: DATOS DE HORAS DE SOL DEL SENAMHI .....		54
ANEXO N° 5: PANEL FOTOGRÁFICO.....		60
ANEXO N° 6: HOJAS DE CÁLCULO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO .....		69
ANEXO N° 7: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....		70
ANEXO N° 8: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA BOMBA SUMERGIBLE ....		71
ANEXO N° 9: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR .....		72
ANEXO N° 10: PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA .....		73
ANEXO N° 11: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS .....		73
ANEXO N° 12: COTIZACIONES .....		79
ANEXO N° 13: DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN .....		85
ANEXO N° 14: PLANO DE LA RED DE CONDUCCIÓN.....		93
ANEXO N° 15: PLANO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....		94

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ENERGÍA SOLAR AJAS Y DESVENTAJAS DE ENERGÍA SOLAR .....	21
TABLA 2: DOTACIÓN DE AGUA SEGÚN OPCIÓN TECNOLÓGICA Y REGIÓN .....	27
TABLA 3: ÁNGULOS DE INCLINACIÓN SEGÚN SU LATITUD .....	36
TABLA 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	49
TABLA 5: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2013 .....	54
TABLA 6: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2014.....	55
TABLA 7: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2015.....	56
TABLA 8: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2016.....	57
TABLA 9: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2017.....	58
TABLA 10: DATOS DE HORAS DE SOL DEL AÑO 2018.....	59
TABLA 11: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: CLASIFICACIÓN DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS .....	18
FIGURA 2: RADIACIÓN SOLAR.....	19
FIGURA 3: PANEL SOLAR. ....	20
FIGURA 4: ESQUEMA GENERAL DE UN SISTEMA DE BOMBEO CON ENERGÍA SOLAR .....	21
FIGURA 5: SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA DE BOMBEO RESPECTO AL CAUDAL .....	29
FIGURA 6: PRUEBA DE NORMALIDAD DE CAUDAL.....	38
FIGURA 7: PRUEBA DE NORMALIDAD DE HORAS DE SOL .....	39

## ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1: POBLACIÓN DE DISEÑO.....	26
ECUACIÓN 2: CAUDAL PROMEDIO .....	26
ECUACIÓN 3: CAUDAL MÁXIMO DIARIO .....	27
ECUACIÓN 4: CONDICIÓN DE FACTIBILIDAD HIDRÁULICA.....	28
ECUACIÓN 5: CAUDAL DE BOMBEO .....	29
ECUACIÓN 6: DIÁMETRO DE TUBERÍA DE IMPULSIÓN.....	30
ECUACIÓN 7: VELOCIDAD DEL FLUJO .....	30
ECUACIÓN 8: PÉRDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN .....	30
ECUACIÓN 9: PÉRDIDA DE CARGA POR ACCESORIOS. ....	31
ECUACIÓN 10: PERDIDA DE CARGA TOTAL. ....	31
ECUACIÓN 11: CARGA DINÁMICA. ....	31
ECUACIÓN 12: CARGA DINÁMICA TOTAL.....	31
ECUACIÓN 13: POTENCIA DE BOMBA .....	31
ECUACIÓN 14: VOLUMEN PROMEDIO NECESARIO POR DÍA .....	32
ECUACIÓN 16: VELOCIDAD DE DISEÑO.....	36
ECUACIÓN 17: PERDIDA DE CARGA EN RAMALES.....	37



## ÍNDICE IMÁGENES

IMAGEN 1: VISITA AL LUGAR.....	60
IMAGEN 2: SUMERSIÓN DE HILO LASTRADO.....	61
IMAGEN 3: MEDIDAS GEOMÉTRICAS DE POZO TUBULAR. ....	62
IMAGEN 4: MARCA DE ALTURA EN HILO POZO VACIADO.....	63
IMAGEN 5: VISITA TÉCNICA Y ACOMPAÑAMIENTO DEL ASESOR DE TESIS AL LUGAR DE ESTUDIO.....	64
IMAGEN 6: MEDIDA DE NIVEL DE AGUA VACIADA EN HILO. ....	65
IMAGEN 7: MARCA EN HILO POZO LLENO.....	66
IMAGEN 8: MEDIDA DE ALTURA DE POZO LLENO EN HILO. ....	67
IMAGEN 9: OBTENCIÓN DE DATOS VÍA VIRTUAL. ....	68
IMAGEN 10: COSTO PANEL SOLAR .....	80
IMAGEN 11: COSTO DE SONDA DE NIVEL PARA CONTROLADOR.....	80
IMAGEN 12: COSTO DE CABLE UNIFILAR.....	80
IMAGEN 13: COSTO DE GRAPA MALLA 3/4" .....	81
IMAGEN 14: COSTO DE SOPORTE DE ALUMINIO PARA PANELES SOLARES.....	81
IMAGEN 15: COSTO DE CONECTORES PARA PANELES SOLARES .....	81
IMAGEN 16: COSTO DE CONTROLADOR BOMBEO SOLAR .....	82
IMAGEN 17: COSTO DE TUBERÍA PVC .....	82
IMAGEN 18: COSTO DE CEMENTO PARA PVC .....	82
IMAGEN 19: COSTO DE TANQUE DE AGUA 2500 LITROS .....	83
IMAGEN 20: COSTO DE TUBERÍA PVC .....	83
IMAGEN 21: COSTO DE REDUCCIÓN PVC.....	83
IMAGEN 22: COSTO DE VÁLVULA COMPUERTA 1".....	84
IMAGEN 23: COSTO DE ADAPTADOR PVC.....	84

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la factibilidad de un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero - Centro Poblado Porcón Alto. Se obtuvieron datos de horas de sol del SENAMHI, para la factibilidad energética, asimismo, para la factibilidad hidráulica se aforó el pozo tubular 20 veces en los meses de mayo y junio del 2019, utilizando el método de suspensión de un hilo lastrado, para el diseño hidráulico de la red de conducción y para la red de distribución se aplicó la norma técnica peruana de saneamiento rural. Se analizaron los datos de horas de sol de los meses de estiaje (mayo – octubre), de un periodo de 6 años el resultado obtenido es de 6.22 horas de sol al día, del aforo se obtuvo un caudal de 1.232 l/s, asimismo, se obtuvo una demanda de caudal de 0.101 l/s el cual se satisface con una bomba de 1 HP de potencia, para ello, es necesario la instalación de 04 paneles solares. Finalmente, se concluye que el sistema de bombeo de agua de manera energética e hidráulica si es factible, contando con suficiente recurso requerido para satisfacer a la población del sector Boyero - centro poblado Porcón Alto.

**Palabras clave:** Bombeo de agua, Energía solar; Horas de sol.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Realidad problemática

Hoy en día la escasez y acceso al agua constituye uno de los principales desafíos del siglo XXI al que se están enfrentando ya numerosas sociedades de todo el mundo:

El desempeño de las EPS sigue siendo todavía uno de los más pobres en América Latina, tomando en cuenta el porcentaje de la población que tiene acceso al servicio, especialmente en las áreas rurales. Si bien el 88% de la población urbana tiene acceso a este servicio, lo goza en forma discontinua y con un bajo nivel de calidad. Debido a la falta de mantenimiento de las redes y a ineficiencias operacionales, el porcentaje promedio de agua no contabilizada de las empresas operadoras en Perú asciende a 41% y el racionamiento de agua es muy común. Menos del 8% de la población goza de un servicio continuo las 24 horas del día, y un alto porcentaje de la población de los barrios marginales de las ciudades sólo cuenta con el servicio algunos días de la semana y durante unas pocas horas. ( Femández Baca , 1998)

Son muchas las comunidades del semiárido brasileño que tienen dificultades de acceso al agua potable. En ese contexto, son varias las alternativas de acceso este servicio entre ellas están las fuentes energéticas para extraer, recolectar y transportar ese vital líquido dentro de las cuales se puede citar las siguientes: extracción manual, moto-generadores a diésel, captación de agua de lluvia, alternativas renovables (solar, eólica e hidráulica) y el uso de fuerza animal y humana para transportar agua. (Moura de Moraes, 2011)

Es por ello que muchas de las comunidades optan por el acceso al agua subterránea, pero con la limitación en la energía eléctrica utilizada en el equipo de bombeo, ya que el costo es proporcional al número de horas que se tiene acceso a ella.

La energía FV es una gran solución al respecto. No obstante, las aplicaciones aisladas ya no representan, a nivel mundial, el motor impulsor de la energía FV, tal como fue durante muchos años. Es la energía FV conectada a red la que se ha convertido en el motor impulsor de la energía FV en el mundo. (Stolik Novygrad, 2013)

La energía solar se utiliza principalmente para bombear agua para el ganado o para uso residencial. Rara vez se utiliza para el riego debido a la gran cantidad de agua necesaria para los cultivos. Sin embargo, las bombas solares son económicamente factibles para el riego agrícola cuando se requiere poca cantidad de agua y la elevación de bombeo es pequeña, tales como el riego por goteo, el cual utiliza menos agua que otros tipos de riego. (Enciso & Mecke, 2007)

La implementación de Energía Solar Térmica a procesos industriales, emerge como una estrategia viable que contribuye a diversificar la matriz energética y mitigar el conflicto ecológico distributivo del acceso a la energía, ya que: i) aprovecha un recurso renovable local sub-utilizado y fomenta la autarquía energética de sistemas de producción ii) mejora la rentabilidad de los productores como consecuencia de la reducción de los costos energéticos iii) reduce los impactos ambientales haciendo más sustentables los sistemas de producción, y iv) tiene un impacto económico social positivo, por cuanto libera el recurso energético convencional, que queda disponible para la sociedad. Sin embargo, el impacto real sobre el componente social dependerá

de la forma en la que el estado redistribuya este beneficio. (Cruz, Muñóz, Sauad, Altobelli, & Condorí, 2016)

Hoy hay un ambiente global propicio para las Fuentes Renovables de Energía, un aumento significativo de la producción mundial Foto Voltaica (FV), así como una fuerte disminución de sus costos; predomina en más del 99 % la energía FV conectada a la red eléctrica; se logra la paridad del costo del KWh FV con el de la red convencional; hay un gran desarrollo tecnológico industrial automatizado y China consolida su liderazgo mundial FV; hay un predominio industrial de las celdas FV de silicio cristalino (Si-c), un escaso mercado e insuficientes instalaciones FV en América Latina y Cuba. (Stolik Novygrad, La energía FV: oportunidad y necesidad para Cuba, 2014)

Actualmente en el Perú, el 25% de la población total carece de servicio eléctrico. En este contexto el Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de su Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP/MEM), asume el compromiso de ampliar la frontera eléctrica a nivel nacional, permitiendo el acceso de esta energía a los pueblos del interior del país, como un medio para facilitar su desarrollo económico sostenible, mitigando la pobreza y mejorar su calidad de vida a través de la implementación de proyectos de electrificación rural de gran impacto social y económico sobre la población, con tecnologías que minimicen los impactos negativos sobre el medio ambiente como la utilización de energías renovables. (Muñoz Anticonna, 2005)

Respecto al tema de investigación presentado existen diversos estudios de extracción de agua utilizando un sistema de bombeo con energía renovable (energía solar) con la

aplicación de paneles solares. A continuación, se muestran investigaciones similares internacionales, nacionales y locales publicadas en las revistas científicas como: Google Académico, Science Direct y Redalyc,

(Moura de Moraes, 2011) en su artículo de investigación “La problemática de obtención de agua potable en la región semiárida brasileña utilizando sistemas fotovoltaicos para bombeo de agua”, muestra que, a nivel internacional, entre 1994 y 2000 fueron instalados en Méjico 206 sistemas fotovoltaicos de bombeo de agua, como parte del Programa de Energía Renovable de México (MREP), totalizando 101 kwp de potencia. Tal programa contó con la colaboración de agencias norteamericanas y benefició a casi mil personas que viven en una región árida del norte de Méjico. Una evaluación realizada a 46 de estos sistemas, después de diez años de implantación, mostró que más de 50% presentaron fallas. Los principales problemas identificados estuvieron relacionados con las motobombas (54,2%) y controlador/inversor (20,8%).

Sin embargo, (Salmeron Rodriguez & Blandon Rivas , 2014) en su tesis “estudio de pre inversión de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de san Antonio del municipio de Jinotepe” dice que los sistemas de bombeo solar son flexibles respecto a las motobombas convencionales, ya que una misma bomba puede aumentar su capacidad si se aumenta el número de módulos fotovoltaicos, hasta ciertos límites dependiendo de los componentes del sistema, entre los cuales se pueden nombrar, los límites estructurales (para soportes de módulos) y el calibre de los conductores eléctricos. Se estima que el tiempo de vida de los componentes de la electrobomba es de 5 a 10 años dependiendo de la tecnología y en el caso de una instalación con energía solar el tiempo de vida es de 20 años, asimismo requieren de

una alta inversión inicial, pero el costo de mantenimiento y operación es muy bajo, en contraste con los sistemas que utilizan combustible, donde su inversión inicial es baja y un alto costo de operación y mantenimiento.

(Barriga M., 2014) De acuerdo con las simulaciones realizadas tanto para las ciudades de Madrid como Guayaquil, con latitudes geográficas bastante diferentes, los sistemas de bombeo fotovoltaico de gran potencia que usan un sistema de seguimiento en uno o dos ejes para su GFV, pueden llegar a incrementar el volumen anual bombeado en un 25% y más, con respecto a un sistema de bombeo que solo usa un generador fotovoltaico estático, que es precisamente una de las restricciones de los sistemas de bombeo pequeños en la actualidad.

(Gobierno Provincial de Benguela, Angola., 2015) nos muestra que se diseñó un sistema de riego por goteo accionado por energía fotovoltaica para en el Valle de Cavaco provincia de Benguela en Angola, localizado en la latitud  $12^{\circ} 36' S$  y la longitud  $13^{\circ} 53' E$  con una altitud de 26 m sobre el nivel medio del mar. El sistema de riego solar fotovoltaico está conformado por 6 paneles FV de la marca Kyocera con 54 Wp por unidad, una bomba centrífuga sumergible solar del modelo Lorentz de corriente directa, carga máxima de 30 m, caudal de  $4 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , diámetro de 100 mm y rendimiento de 64%, un motor de la ETADRIVE HR 600W/1200W, un controlador de carga PS600/PS1200 y dos tanques elevados cilíndricos horizontales de polietileno de media densidad con capacidad de 8000 litros cada uno.

(Estratti Ortega, 2013) en su tesis “Diseño de un sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica de  $500 \text{ m}^3/\text{día}$  de capacidad” menciona que a base de

cálculos y resultados obtenidos se ha seleccionado dos bombas del tipo sumergible de corriente alterna de 45kW, cada uno es alimentado por un generador fotovoltaico de 54,7 kWp de potencia, para poder abastecer un área de cultivo que requiere de 500m<sup>3</sup>, de la misma manera el sistema de bombeo está diseñado para operar sólo de día por lo que no es necesario un banco de baterías.

La empresa (Delta Volt SAC., 2010 - 2018) nos manifiesta que en la región de Ica en el fundo de samaca, carecen de fuentes de agua superficiales y en vista de la excelente ubicación con alta radiación solar, se instaló un sistema fotovoltaico de 96kWp para bombear agua para así mejorar y extender su sistema de riego. Las bombas, alimentadas por energía solar, transportan el agua a un reservorio que permite el riego por gravedad. Este almacenamiento del agua reduce eficientemente la necesidad de guardar energía en baterías. Con la disponibilidad en el reservorio, el riego es independiente de la corriente eléctrica generada en el momento. Ni algunos días de poca radiación, ni el mantenimiento o posibles reparaciones afectan el riego. El sistema es capaz de una producción anual de 179,000kWh de energía con un ahorro potencial de más de 30,000 litros de diésel evitándose 82 toneladas de dióxido de carbono.

(Apaza Caquira & Puma Chipana, 2015) en su investigación “Diseño y cálculo de un sistema de bombeo de agua, accionado por energía solar”, concluyen que para 1609 habitantes se requiere de 120 paneles fotovoltaicos, así como también que la instalación de los paneles fotovoltaicos es ventajosa cuando la red convencional llega con sistemas monofásicos y en lugares distantes, llegando a un valor referencial de 1'242,364.95 soles.



(Ventura Carrillo, 2018), en su tesis, “electrificación rural y bombeo de agua utilizando paneles solares en el caserío Succha distrito de Bambamarca provincia de Hualgayoc departamento de Cajamarca”, manifiesta que, se determinó que el consumo de energía diaria total de las 23 viviendas proyectada es de 9504 Wh/día y una potencia de 2,06 kW teniendo en cuenta un periodo de tiempo de utilización de cada equipo instalado en cada vivienda. Para el sistema de bombeo de agua se seleccionó la bomba sumergible Lorentz PS2-600 HR-14, el cual será suministrado de energía eléctrica por medio de 04 paneles solares de 260 Wp.

Es así que en una visita previa realizada al sector Boyero se pudo apreciar que cuenta con 22 familias y una población de 89 habitantes, teniendo como principal problema el desabastecimiento de agua en época de estiaje, los pobladores manifiestan que por motivos de que las fuentes de agua superficiales (manantiales) disminuyen su caudal y no logran abastecer a toda la población, lo cual, casusa malestar en los moradores de dicha localidad, sin embargo, la comunidad cuenta con un pozo de extracción de agua subterránea, que tiene limitación en el sistema de bombeo para extracción del agua y así poder abastecer a la población del lugar con agua potable es así que nos preguntamos, ¿Será factible un sistema de bombeo de agua con energía solar mediante paneles solares en el Sector Boyero?, ya que la población muestra interés para aprovechar la fuente de extracción de agua subterránea con la que se cuenta, es por ello, ésta investigación tiene como propósito analizar si “EL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR ES FACTIBLE EN EL SECTOR BOYERO, C.P. PORCÓN ALTO – CAJAMARCA”.

Asimismo, es útil comprender algunos conceptos básicos acerca de energía renovable y tener una idea clara sobre el tema de investigación.

**Energías Alternativas:** Comprenden todas aquellas energías de origen no fósil y son Las energías no agotables, como la eólica, comúnmente se incluyen entre las renovables. (Posso, 2002)

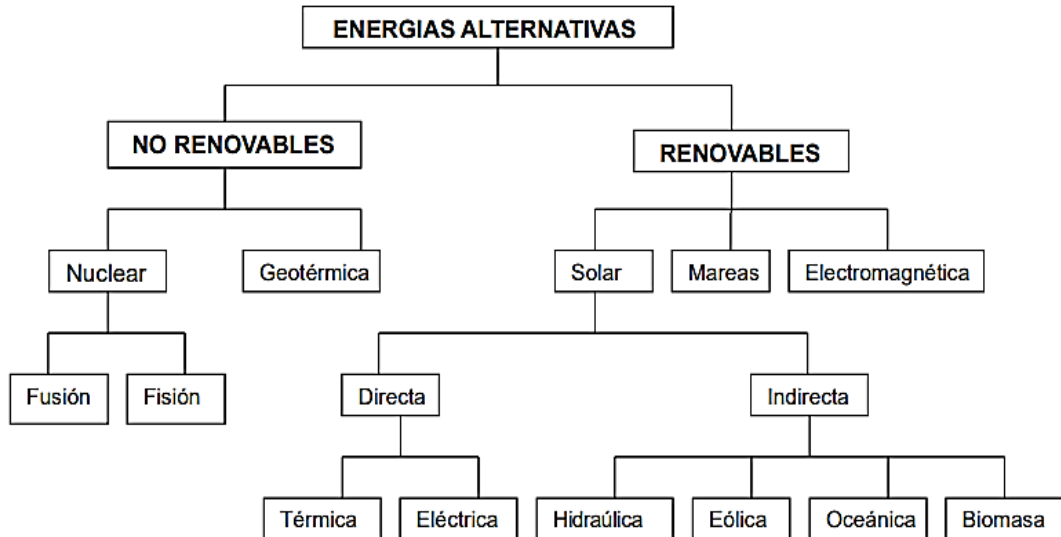


Figura 1: Clasificación de energías alternativas

**Radiación solar:** Las radiaciones electromagnéticas que se emiten por el Sol se llaman radiación solar, al pasar las diferentes capas de la atmosfera, se ve expuesta a diferentes fenómenos absorción (ozono, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua), reflexión (nubes) y difusión (polvo, aerosoles, gotas de agua) Aproximadamente el 47% de la radiación solar incide sobre la superficie terrestre. El 53% que resta es reflejada al exterior espacial o se absorbe en la atmósfera.

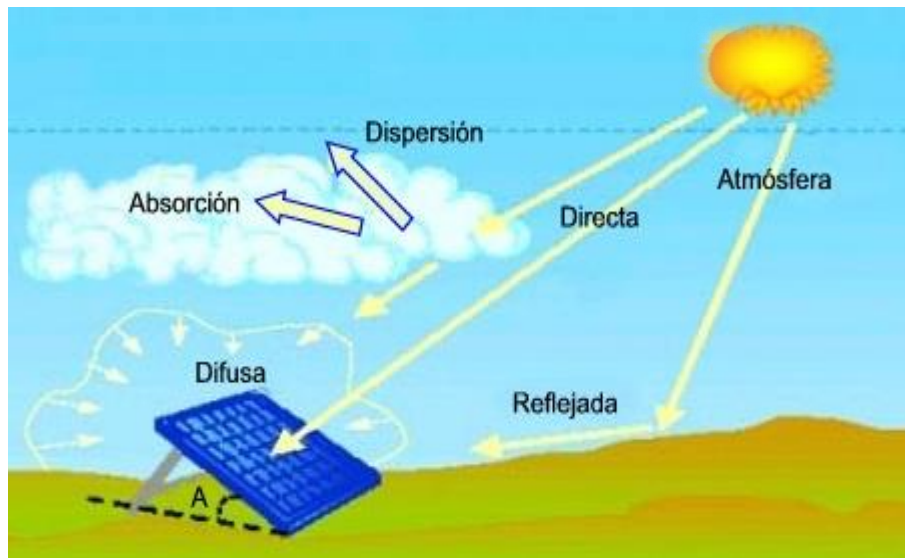
En términos de energía solar, la cantidad de energía que recibe una superficie de área expresada en metros cuadrados se denomina irradiancia y es expresada como  $W/m^2$ ; donde W es una medida de potencia y  $m^2$  es una medida de área.

Tipos de Radiación Solar: (ver figura 2)

Radiación Directa: no sufre ninguna desviación en la atmósfera

Radiación Difusa: sufre cambios en su dirección por la reflexión y difusión de la atmósfera en general.

Radiación Reflejada: se recibe por la reflexión del suelo y otras superficies. (Letona Embeita, 2014)



*Figura 2:* Radiación solar

Fuente: (Berardi, García Pedrosa, Milagros , Monticelli, Morquecho, & Adler, 2013)

**Energía solar:** Se originan a partir de la energía del sol, la energía solar se puede transformar de dos maneras.

La primera utiliza una parte del espectro electromagnético de la energía del Sol para producir calor y la transformación se realiza mediante el empleo de colectores térmicos. A la energía obtenida se le llama solar térmica.

La segunda utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del Sol para producir electricidad y la transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos. A la energía obtenida se le llama solar fotovoltaica. (Soria González , 2015)

**Irradiación:** Energía solar incidente en una superficie por unidad de área. Es el resultado de integrar la irradiancia en un período de tiempo,  $H$  ( $J/m^2$ ).

**Efecto fotovoltaico:** Consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas.

El término sistema solar se refiere a cualquier equipo o dispositivo para la conversión de energía solar en otra forma de energía aprovechable. La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico. Los módulos o paneles solares son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado (ver figura 3). (De Leon Morales, 2008)



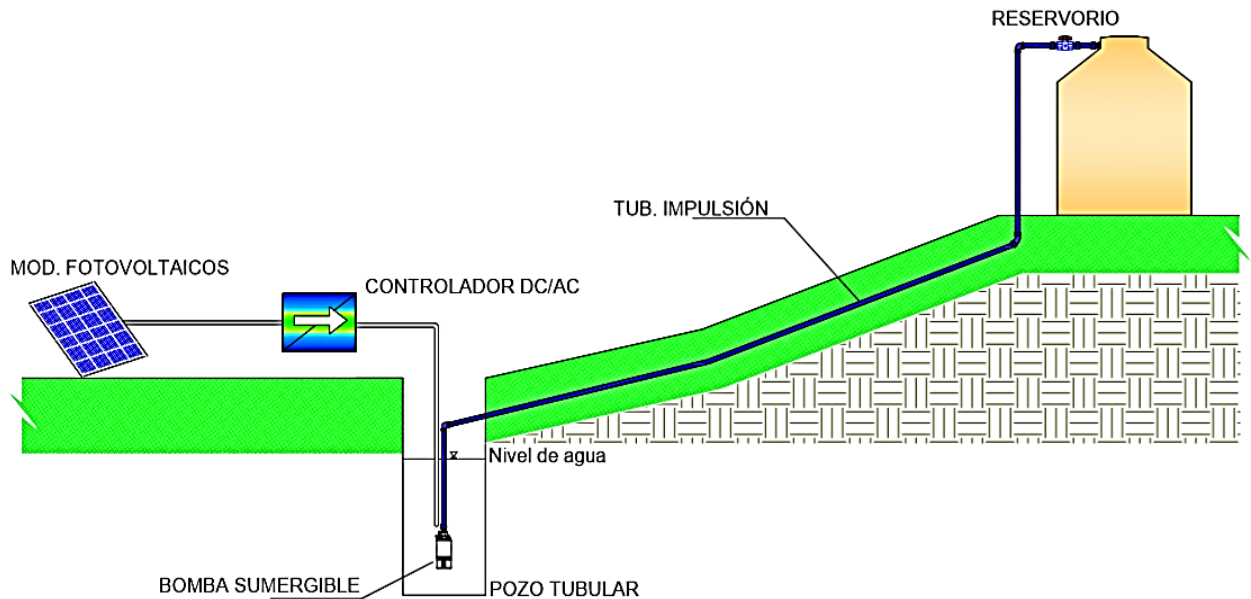
**Figura 3:** Panel solar.

Fuente: SOLARMAT

**Estaciones de bombeo.** Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución (ver figura 4). (OPS/CEPIS/05.161, 2005)

**Principio de funcionamiento:** El sistema de bombeo se basa en el uso de un generador fotovoltaico como la principal fuente de energía para la bomba que impulsara el agua desde la fuente de abastecimiento de agua hacia un reservorio de almacenamiento ubicado en un lugar donde pueda asegurar las presiones mínimas en los puntos de entrega de cada domicilio. Asimismo, se necesita de un inversor

DC/AC, ya que las bombas de agua podrán operar con corriente continua generada por los módulos solares (Ver figura 4).



**Figura 4:** Esquema general de un sistema de bombeo con energía solar.

**Aplicaciones**

En los sistemas de bombeo fotovoltaico la demanda de agua se especifica por día, por lo que el siguiente factor en consideración es el uso que se pretende dar al agua bombeada. (Estratti Ortega, 2013)

Las aplicaciones típicas son:

Aplicaciones de riego agrícola

Abastecimiento de agua en zonas rurales.

**Ventajas y Desventajas**

*Tabla 1: Ventajas y desventajas de energía solar*

VENTAJAS	DESVENTAJAS
No consume combustible	Inversión inicial alta
Larga vida útil (15-20 años)	Necesita reservorio para compensar por los días con radiación solar baja o nula
Bajos costos de operación y mantenimiento	
Bajo impacto ambiental	

Fuente: Guía Bombeo Agua Energía Fotovoltaica Vol1 Libro de consulta

### **1.3 Formulación del problema**

¿Es factible energética e hidráulicamente un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el Sector Boyero - Centro Poblado Porcón Alto?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la factibilidad energética e hidráulica, de un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el Sector Boyero, Centro Poblado Porcón Alto.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la disponibilidad de recurso hídrico y energético del pozo tubular.
- Realizar los cálculos hidráulicos del sistema de bombeo de agua potable.
- Diseñar el arreglo de los paneles solares en el sistema de bombeo de agua.
- Diseñar la red ramificada de distribución de agua potable en el sector Boyero – centro poblado Porcón Alto.

### **1.5 Hipótesis**

Un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero – C.P. Porcón Alto, es factible energéticamente e hidráulicamente, debido a la disponibilidad hídrica y disposición solar.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva.

### 2.2. Población y muestra

#### 2.2.1. Población

La población en investigación viene a ser un pozo tubular situado en el sector Boyero - centro poblado Porcón Alto.

#### 2.2.2. Muestra

La muestra para la investigación es no probabilística, es tomada de manera intencional y viene a ser pozo el tubular situado en el sector Boyero - centro poblado Porcón Alto.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

#### 2.3.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnicas:** Se consideraron dos técnicas de recolección de datos las cuales se mencionan a continuación:

La observación: Consiste en observar las variables en su estado natural y estudiar el comportamiento de cada una de ellas. Siendo aplicada a la presente investigación mediante fichas de recolección de datos y así poder determinar la población, datos geométricos y de diseño del pozo efluente del servicio.

Una revisión documentaria: Se basa a una revisión o utilización de datos o resultados existentes, la cual fue aplicada para obtener datos existentes sobre las horas de sol y por consiguiente la radiación.

**Instrumentos:** Los instrumentos aplicados para la obtención de datos se realizó mediante:

Ficha de recolección de datos: Elaborada para contemplar por escrito las características del pozo y además de ello se pudo realizar el cálculo del caudal con el que se cuenta, para el abastecimiento de agua a la población beneficiaria.

Padrón de Asociados: Realizada con el fin de definir la población y muestra, también de a partir de ella se pudo obtener el caudal máximo diario, el cual es dato importante para el diseño del sistema hidráulico y fotovoltaico.

Plano topográfico del lugar: Mediante el cual se obtuvo las coordenadas y cotas de ubicación del pozo tubular y del reservorio proyectado (en la zona más elevada del lugar), ya que conocidas las cotas se puede calcular la altura estática de bombeo.

Datos de horas de sol: Fueron brindados de manera virtual (anexo n° 4), por el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), previa solicitud realizada a dicha entidad, los cuales nos fueron de suma importancia, ya que con el cual se obtuvo los datos de radiación y posterior diseño del sistema fotovoltaico.

### 2.3.2. Técnicas e instrumentos de análisis de datos

#### **Técnicas:**

La técnica empleada para el análisis de datos es la estadística descriptiva ya que se utiliza para hallar promedios de valores obtenidos mediante fichas técnicas de observación y recopilación de datos de SENAMHI, del parámetro horas de sol.

#### **Instrumentos:**

El análisis de datos se realizó mediante Softwares en modo estudiante:



**Minitab15:** Este software se utilizó para realizar el tratamiento de horas de sol obtenidos del SENAMHI.

**Excel:** Este software se utilizó para realizar el cálculo del diseño del arreglo fotovoltaico.

**Auto Cad Civil 3D 2019:** Mediante el cual se realizó el plano topográfico del lugar determinándose así la altura estática de bombeo desde el pozo hacia el lugar del reservorio proyectado.

## 2.4. Procedimiento

### 2.4.1. Procedimiento de recolección de datos

Primero, la recolección de datos se inició cuando el responsable de la investigación realizó una visita al lugar determinándose así la problemática de la población, planteando alternativas de solución y ver cuál es la solución más viable al problema.

Segundo, para determinar la factibilidad energética de un sistema de bombeo de agua utilizando como fuente de energía paneles solares, se solicitó los datos de horas de sol a SENAMHI del periodo 2013-2018, los cuales fueron brindados de manera virtual, en hojas de cálculo al correo del investigador. (ver anexo 4)

Tercero, se realizó 20 veces el aforo (anexo 3) del caudal del pozo tubular situado en las coordenadas; E: 764859.28; N: 9217302.816 y Cota: 3423.40 m.s.n.m. entre los meses de mayo y junio, para determinar la factibilidad hidráulica para el abastecimiento de toda la población del sector Boyero – centro poblado Porcón Alto: empleándose el método de suspensión de un hilo lastrado para realizar la medición de caudales previa visita y explicación del asesor de investigación en el lugar en estudio. (Anexo 5, imagen 2)

Posteriormente se procedió a realizar el análisis de datos en gabinete llegando a resultados mencionados en el capítulo de resultados.

## 2.4.2. Procedimiento de análisis de datos

### 2.4.2.1. Factibilidad

#### Hidráulica

Para determinar la factibilidad hidráulica se procedió a determinar los siguientes parámetros:

**Primero la población de diseño:** La población actual se contabiliza de acuerdo al padrón de asociados mostrados en el anexo 2 para encontrar la población futura.

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{r*t}{1000}\right) \quad \text{Ecuación 1: Población de diseño}$$

Donde:

$P_a$  : Población actual

$r$  : Tasa de crecimiento anual

$t$  : Periodo de diseño

$P_f$  : Población futura o de diseño

**Segundo Caudal promedio:** Ya determinada la población futura con la ecuación 1, se procede a calcular el caudal promedio considerando la región de la sierra y UBS - Sin arrastre hidráulico, con ayuda de la tabla 2.

$$Q_p = \frac{P_f * D}{86400} \dots\dots\dots \text{Ecuación 2: Caudal promedio}$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio

$P_f$  : Población futura o de diseño.

D : Dotación diaria / usuario, este varía de acuerdo a la ubicación de la localidad.

Tabla 2: Dotación de agua según opción tecnológica y región

REGION GEOGRAFICA	DOTACION – UBS SIN ARRASTRE HIDRAULICO (l / hab.d)	DOTACION – UBS CON ARRASTRE HIDRAULICO (l / hab.d)
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	80
<b>SELVA</b>	70	100

Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

**Tercero Caudal máximo diario:** Encontrado el caudal promedio se determina el  $Q_{md}$  con la aplicación de la ecuación 3, considerando un valor de  $K = 1,3$  del consumo promedio diario anual. (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2018)

$$Q_{md} = Q_p * K1 \dots\dots\dots \text{Ecuación 3: caudal máximo diario}$$

Donde:

$Q_{md}$  : Caudal máximo diario

$Q_f$  : Caudal promedio.

$K1 = 1.3$ ; para localidades urbanas y rurales.

**Cuarto Caudal de aforo:** se afora el pozo tubular, se procedió mediante el método de suspensión de un hilo lastrado a realizar el aforo y anotar los datos tal como se muestra en el anexo 3.

Datos geométricos del pozo tubular. (ver anexo 3)

Diámetro: 1.50 m

Área: 1.767 m<sup>2</sup>

Altura: 11.00 m

Volumen: 19.937 m<sup>3</sup>

Nivel estático: 4.35 m

Del registro del aforo se procede a determinar el caudal promedio mediante un análisis probabilístico con ayuda del software minitab15, el cual condiciona que el valor de probabilidad sea mayor a 0.01 para decidir que los datos si procede de una muestra normal, la media arrojado por el software seria el caudal de la fuente.

Finalmente, obtenido el caudal de la fuente y el caudal máximo diario se decide la factibilidad hidráulica, teniéndose en cuenta que:

$$Q_{fuente} \geq Q_{md} \dots \text{Ecuación 4: Condición de factibilidad hidráulica}$$

### **Energética**

La disponibilidad del recurso solar es indispensable para determinar el uso de paneles solares o seleccionar otra fuente de energía.

**Primero.** - Se seleccionaron los datos de horas de sol al día (anexo 4) correspondientes a los meses de estiaje (mayo – octubre), de un periodo de 6 años.

**Segundo.** – Se determinó el valor promedio para cada mes obtenido de para cada año.

**Tercero.** - Se procedió a determinar las horas de sol al día promedio mediante un análisis probabilístico con ayuda del software minitab15, el cual condiciona que el valor de probabilidad sea mayor a 0.01 para decidir que los datos si procede de una muestra normal, la media arrojado por el software seria el número de horas de sol al día promedio.

**Cuarto.** – Finalmente encontrado el valor del número de horas de sol al día, se determina la factibilidad de la tecnología planteada con ayuda de la figura

5 (Selección de tecnología de bombeo respecto al caudal) que nos muestra la Guía de Bombeo Agua Energía Fotovoltaica Vol1 Libro de consulta.

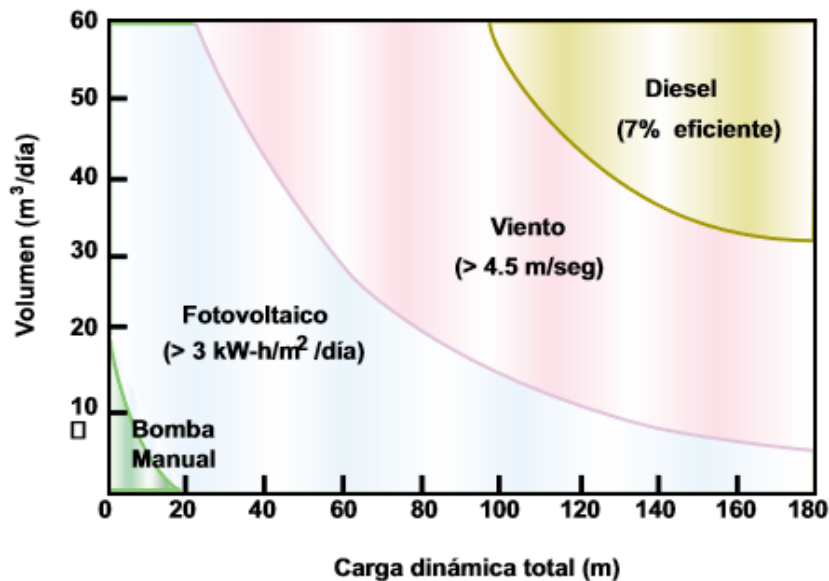


Figura 5: Selección de tecnología de bombeo respecto al caudal

Fuente: Guía Bombeo Agua Energía Fotovoltaica Vol1 Libro de consulta

### 2.4.2.2. Sistema Hidráulico

#### Diseño de la red de conducción.

**Caudal de bombeo:** Obtenido el caudal máximo diario encontrado con la ecuación 3, se encuentra el caudal de bombeo con la siguiente expresión.

$$Q_b = Q_{md} * \frac{24}{N} \dots\dots Ecuación 5: Caudal de bombeo$$

Donde:

Qb: Caudal de bombeo; l/s

Qmd: Caudal máximo diario; l/s

N: Número de horas de bombeo, depende del rendimiento de la fuente y la disponibilidad de energía. (6 horas).

**Diámetro de tubería de impulsión:** Se encuentra el diámetro de la tubería con el caudal de bombeo encontrado con la ecuación 5.

$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * Q_b^{0.45} \dots\dots \text{Ecuación 6: Diámetro de tubería de impulsión}$$

Donde:

D: diámetro de tubería de impulsión.

N: Número de horas de bombeo.

Q: Caudal de bombeo, m<sup>3</sup>/s.

**Velocidad media del flujo:** Se encuentra reemplazando los valores encontrados con las ecuaciones 5 y 6.

$$V = 4 * \frac{Q_b}{\pi * D_c^2} \dots\dots \text{Ecuación 7: Velocidad del flujo}$$

Donde:

V: Velocidad media del agua a través de la tubería (m/s).

D<sub>c</sub>: Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería (m).

Q<sub>b</sub>: Caudal de bombeo, m<sup>3</sup>/s.

**Pérdida de carga:**

Por tramo.

$$hf = \frac{10.64 * L * (Q_b^{1.85})}{C * D^{4.87}} \dots\dots \text{Ecuación 8: Pérdida de carga por fricción}$$

Donde:

L: Longitud de la tubería tubería (m/s).

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

Q<sub>b</sub>: Caudal de bombeo, m<sup>3</sup>/s.

C: Factor de fricción = 150.

hf: Pérdida por fricción.

Por accesorios.

$$h_L = \frac{8KQb^2}{g\pi D^4} \dots \dots \text{Ecuación 9: Pérdida de carga por accesorios.}$$

Donde:

$h_L$ : Pérdida local.

K: Sumatoria de coeficiente de fricción de accesorios

$Q_b$ : Caudal de bombeo,  $m^3/s$ .

g: Aceleración de la gravedad =  $9.81 m/s^2$ .

D: Diámetro de la tubería de impulsión.

Pérdida total:

$$H_{ft} = h_f + h_L \dots \dots \text{Ecuación 10: Perdida de carga total.}$$

Donde:

$H_{ft}$ : Pérdida total.

$h_L$ : Pérdida local.

$h_f$ : Pérdida por fricción.

Altura dinámica o carga dinámica.

$$C.D. = H_g + H_{ft} \dots \dots \text{Ecuación 11: Carga dinámica.}$$

Golpe de ariete.

Se muestra en el anexo 13.

Altura dinámica total o carga dinámica total.

$$C.D.T. = C.D + H_{golpe} \dots \dots \text{Ecuación 12: Carga dinámica total.}$$

### Equipo de bombeo

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * C.D.T.}{75\eta} \dots \dots \dots \text{Ecuación 13: Potencia de bomba}$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico del agua (1 000 kg/m<sup>3</sup>)

n:  $n_1 * n_2$

n<sub>1</sub>: eficiencia del motor = 70% < n<sub>1</sub> < 85%

n<sub>2</sub>: eficiencia de la bomba = 85% < n<sub>2</sub> < 90%

### Almacenamiento

El volumen necesario por día está dado por la siguiente expresión:

$$V.D = Q_{md} \times 60 \times 60 \times 24 \dots \dots \text{Ecuación 14: Volumen promedio necesario por día}$$

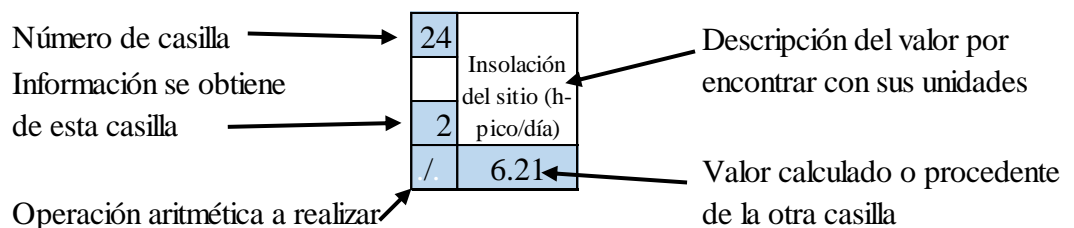
Para el volumen del almacenamiento se considerará el 25% del volumen de agua necesario por día como lo estipula la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

#### 2.4.2.3. Arreglo Fotovoltaico

Seleccionado el equipo de bombeo anotamos sus características (anexo n°8). en el recuadro de “INFORMACIÓN DE LA BOMBA Y MOTOR”.

El dimensionamiento del sistema se realiza con ayuda de hojas de cálculo en Excel (anexo 6) el cual contiene casillas que deben llenarse en el orden en que se presentan y tienen el siguiente formato:

A continuación, se explica cómo llenar los casilleros y el contenido de cada uno de ellos:





1. **Insolación del sitio (kWh/día):** De la factibilidad energética, anote el valor de insolación en horas pico por día correspondiente al mes crítico de bombeo. (encontrado de la factibilidad energética).
2. **Volumen de agua necesario (l/día):** Anote el requerimiento de agua diario para satisfacer la necesidad del usuario (calculado con la ecuación 14).
3. **Carga dinámica total (m):** Se anota el resultado encontrado con la ecuación 12)
4. **Factor de conversión:** El factor 367 l-m/wh se usa para calcular la energía en (wats – hora) necesaria para levantar un litro de agua una distancia de un metro. Este valor es una constante física.
5. **Energía hidráulica (Wh/día):** Calcule la energía necesaria para elevar el agua a partir de las casillas 2, 3 y 4.
6. **Eficiencia de la bomba (decimal):** Es la proporción de energía eléctrica transformada a energía hidráulica. Los rendimientos diarios varían con la altura dinámica total, la insolación solar y el tipo de bomba. Se busca esta información en publicaciones del fabricante. (anexo 8)
7. **Energía del arreglo FV (Wh/día):** Calcule la energía necesaria para la operación de este sistema a partir de las casillas 5 y 6.
8. **Voltaje nominal del sistema (V):** Anote el voltaje a que debe funcionar el sistema durante el día. Este es el voltaje de admisión en el controlador.
9. **Carga eléctrica (Ah/día):** Calcule la producción del arreglo fotovoltaico expresado en Ampere-horas / día a partir de las casillas 7 y 8.

10. **Factor de rendimiento del conductor (decimal):** Los conductores eléctricos bien seleccionados tienen una eficiencia aproximada de 95% en los sistemas de bombeo solar.
11. **Carga eléctrica corregida (Ah/día):** Carga eléctrica requerida después de considerar las pérdidas consideradas en la casilla anterior para satisfacer la carga diaria, encontrado dividiendo la casilla 9 con la casilla 10.
12. **Insolación (kWh/m<sup>2</sup>-día):** Anote el valor de la casilla 1.
13. **Corriente del proyecto (A):** Calcule la corriente necesaria para satisfacer la carga del sistema del mes de diseño dividiendo las casillas 11 y 12.
14. **Corriente del proyecto (A):** Anote el valor de la casilla 13.
15. **Factor de reducción del módulo (decimal):** Los módulos fotovoltaicos pierden eficiencia debido a las condiciones de trabajo en el campo. Esto se debe del efecto de temperatura, degradación con el tiempo, polvo en la superficie, cargas desiguales y algunas condiciones más. (anexo 9).
16. **Corriente ajustada del proyecto (A):** Calcule la corriente mínima del arreglo necesaria para activar el sistema de bombeo a partir de las dos casillas anteriores.  
  
Conocidos los requerimientos del sistema seleccionamos el módulo fotovoltaico (anexo 9) y se anota sus características en la casilla “INFORMACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO”.
17. **Corriente Imp del módulo (A):** Anote la corriente a máxima potencia Imp proporcionada por el fabricante del módulo fotovoltaico.
18. **Módulos en paralelo:** Este cálculo es la división de las casillas 16 con la 17, proporciona el número de módulos que irán conectados en paralelo.  
  
Muy importante: Si el valor encontrado no es un número entero, anote el

número entero inmediatamente mayor. Otra opción es buscar un módulo con diferente  $I_{mp}$  y repetir el proceso desde la casilla 17.

19. **Voltaje nominal del sistema (V):** Anote el valor de la casilla 8.
20. **Voltaje  $V_{mp}$  del módulo (V):** Encuentre el voltaje de máxima potencia  $V_{mp}$  del módulo de la información proporcionada por el fabricante.
21. **Módulos en serie:** Es la operación dividida la casilla 19 con la casilla 20, calcula el número de módulos conectados en serie necesarios para producir la tensión del sistema. Muy importante: Si el valor encontrado no es un número entero, anote el número entero inmediatamente superior.
22. **Módulos en paralelo:** Anote el valor de la casilla 18.
23. **Total, de módulos:** Calcula el número total de módulos en el arreglo. Es la suma del número de módulos en paralelo y el número de módulos en serie. Asegúrese de que sea un numero entero múltiplo del número de módulos en paralelo.
24. **Corriente  $I_{mp}$  del módulo (A):** Anote el valor la casilla 17.
25. **Voltaje  $V_{mp}$  del módulo (A):** Anote el valor de la casilla 20.
26. **Tamaño del arreglo fotovoltaico (W):** Calcule la potencia del arreglo fotovoltaico a partir de las tres casillas anteriores.

### **Inclinación del módulo fotovoltaico:**

Los colectores solares planos deben estar orientados hacia el norte, (Norma Técnica de Edificación EM080 Instalaciones con Energía Solar) y estará en función a la latitud del lugar de acuerdo a la tabla 3.

Tabla 3:

Ángulos de inclinación según su latitud

Latitud del Lugar	Ángulo en Invierno	Ángulo en verano
0 a 15°	15°	15°
15° a 25°	latitud	Latitud
25 a 30°	Latitud + 5°	Latitud – 5°
30° a 35°	Latitud +10°	Latitud - 10°
35° a 40°	Latitud +15°	Latitud – 15°
>40°	Latitud +20°	Latitud - 20°

Fuente: (Apaza Caquira & Puma Chipana, 2015)

#### 2.4.2.4. Diseño de la red de distribución

La red de distribución será diseñada mediante las fórmulas de diseño de redes ramificadas siguiendo las siguientes recomendaciones para el correcto diseño con la hoja de cálculo de apoyo. anexo 7.

1. **AÑADIR** los datos correspondientes en el encabezado hallándose así el caudal unitario.
2. **CAUDAL:**  
**Habitantes:** Contabilizados los habitantes de acuerdo al padrón de usuarios situados en la red de distribución, colocar los habitantes proyectados.  
**Diseño:** Número de habitantes por el Caudal Unitario.
3. **LONGITUD:** Medido del plano topográfico.
4. **DIÁMETRO:** Asumido con la restricción de la presión debe ser mayor o igual a 5 m.c.a en zonas rurales. (plg).
5. **VELOCIDAD:** calculado mediante la siguiente ecuación.

$$V = 1.9735 * \frac{\text{Caudal diseño}}{\text{Diametro}^2} \text{m/s} \dots \dots \text{Ecuación 15: velocidad de diseño}$$

6. **PÉRDIDAS DE CARGA:** hf tramo calculado por la fórmula de Fair-

Whipple:

$$Hf = 676745 \times \frac{Q^{1.751}}{D^{4.753} \times L} \dots \text{Ecuación 16: Perdida de carga en ramales}$$

Donde:

Hf : pérdida de carga continua (m)

Q : caudal en (l/min)

D : diámetro interior (mm)

L : longitud (m)

7. **COTA DE TERRENO (CT):** Inicial y final, se obtiene del plano topográfico según el sentido del flujo. (Anexo 15)

8. **COTA PIEZOMÉTRICA (CP):** Para la C. inicial el primer dato será la misma de la C.T. inicial luego vendría ser la C.P.final según el punto de inicio del tramo fin. La C.P.final se encontró de la diferencia de la C.T.inicial y hf tramo.

9. **PRESIÓN:** La presión inicial se encontró de la diferencia de C.T. inicial y C.P. inicial. La presión final de la diferencia C.T. final y C.P. final.

#### 2.4.2.5. Costo de implementación

Los costos de implementación incluyen IGV, se elabora en el software S10 con cada análisis de costos unitarios.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1.Factibilidad

#### Factibilidad Hidráulica

Según INEI la tasa de crecimiento es de 2.5% y con la aplicación de la ecuación 1 y la ecuación 2, se determinó:

$$P_f = 134 \text{ habitantes}$$

$$Q_p = 0.078 \text{ l/s}$$

Por otro lado, de la ecuación 3 se determinó un caudal máximo diario de:

$$Q_{md} = 0.101 \text{ l/s}$$

Del registro del aforo se determinó el caudal promedio mediante un análisis de prueba de normalidad como se muestra en la figura 6.

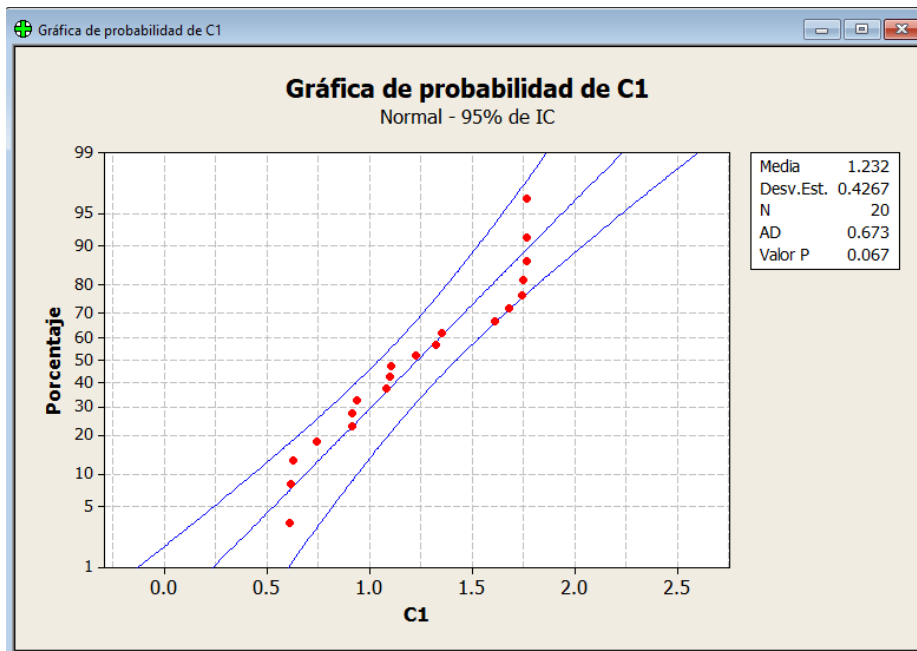


Figura 6: Prueba de normalidad de caudal

Fuente: software Minitab15

Los datos analizados probabilísticamente al 95% de confiabilidad se tiene.

$P = 0.067$  y es mayor que  $0.01$ , concluimos que la muestra si procede de una población normal.

Media:  $1.232 \text{ l/s}$ .

Desviación estándar:  $0.4267 \text{ l/s}$

Obtenidos el caudal de la fuente y el caudal máximo diario se decide la factibilidad hidráulica, teniéndose en cuenta:

$$1.232 \text{ l/s} \geq 0.101 \text{ l/s}$$

Concluimos que hidráulicamente si es factible el sistema de bombeo utilizando paneles solares, porque se tiene un caudal de fuente mucho mayor al caudal requerido para abastecer a toda la población.

### Factibilidad Energética

Se analizaron los datos de horas de sol al día probabilísticamente correspondientes a los meses de estiaje (mayo – octubre), de un periodo de 6 años.

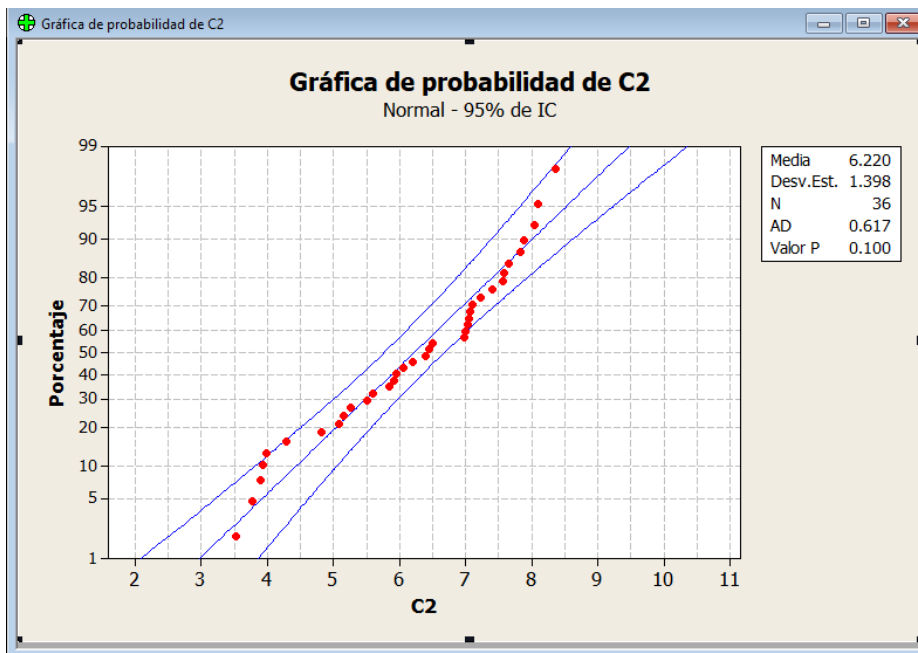


Figura 7: Prueba de normalidad de horas de sol

Fuente: software Minitab15

Los datos analizados probabilísticamente al 95% de confiabilidad se tiene.

$P = 0.100$  mayor que  $0.01$ , concluimos que la muestra si procede de una población normal.

Media de 6.22 horas de sol al día.

Desviación estándar: 1.398

Verificamos con el valor medio en la figura 5 y se concluye que si es factible energéticamente.

### 3.2. Sistema Hidráulico

#### **Caudal de bombeo:**

Teniendo un promedio de 6.22 horas de sol al día, se puede bombear agua 6 horas diarias y reemplazamos dicho valor en la ecuación 5.

$$Q_b = 0.403 \text{ l/s}$$

#### **Diámetro de tubería de impulsión:**

Utilizando la ecuación 6 se determina el diámetro de la tubería de impulsión.

$$D = 0.0201 \text{ m}$$

$$D = 20.1 \text{ mm}$$

Se concluye que la tubería de impulsión sería de 1” = 29.4 mm de diámetro interno C - 10 según NTP. ISO 4422, 2007

#### **Velocidad Media del Flujo:**

Utilizando la ecuación 7 se determina la velocidad en la tubería de impulsión.

$$V = 0.60 \text{ m/s}$$



Se determina que la velocidad es igual a 1.13 m/s, el cual está dentro de los parámetros permisibles de 0.6 m/s a 2 m/s.

### **Pérdida de carga:**

Por tramo: se tiene una pérdida de carga por tramo de conducción aplicando la ecuación 8.

$$hf = 1.70 m$$

Por accesorios: se tiene una pérdida de carga por tramo de conducción aplicando la ecuación 9.

$$h_L = 1.23 m$$

Pérdida total: es la suma de la pérdida local más la pérdida por fricción, aplicando la ecuación 10 se tiene.

$$H_{ft} = 1.93 m$$

Altura dinámica o carga dinámica: la altura dinámica total es la suma de la altura geométrica y la carga dinámica total, como lo indica la ecuación 11.

$$C.D. = 24.48 m.c.a$$

Golpe de ariete: es calculado con como se indica en el anexo 13y se tiene un resultado de:

$$h_{golpe} = 11.80 m.c.a$$

Altura dinámica total o carga dinámica total: está dada por la suma de la carga dinámica más el golpe de ariete. Como lo estipula la ecuación 12.

$$C.D.T. = 36.28 m.c.a$$

### **Equipo de bombeo**

La potencia del equipo de bombeo se calculó con ayuda de la ecuación 13, asumiendo una eficiencia,  $n = 50\%$ .

$$P_b = 1 HP$$

### **Almacenamiento**

Reemplazando datos en la ecuación 14 se tiene que el volumen necesario por día es la siguiente:

$$V.D = 8726 \text{ l/día}$$

Considerándose según (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2018) se considera el 25% del volumen de agua necesario por día (V.D) entonces se tiene que el volumen de reservorio es igual a :

$$V = 2182 \text{ l}$$

$$V \cong 2500 \text{ l}$$

Aproximamos el resultado a 2500 litros ya que se utilizará un tanque de polietileno y se necesita conocer un volumen comercial.

### **3.3. Arreglo Fotovoltaico**

El dimensionamiento del sistema se realizó con ayuda de hojas de cálculo en Excel (anexo 8) se muestra resultados relevantes para la selección de los equipos.

Concluimos que se utilizará una bomba Lorentz PS 150 C-SJ5-8 de 1HP.

**Eficiencia de la bomba:** 92% de eficiencia.

**Corriente del proyecto:** 2.64 A.

Conocido la corriente del proyecto se determinó el arreglo fotovoltaico.

**Módulos en paralelo:** 2 paneles solares.

**Módulos en serie:** 2 paneles solares.

**Total, de módulos:** 4 paneles solares

### **Inclinación del módulo fotovoltaico:**

Para el lugar en estudio tenemos una latitud igual a **7.074183°** por consiguiente de acuerdo a la tabla 3 de ángulos de inclinación tomamos un valor de inclinación de 15°

### **3.4. Diseño de la red de distribución:**

La red de distribución se diseñó teniendo en cuenta que las presiones en los puntos de entrega sean mayores a 5 m.c.a. de igual manera las velocidades sean mayores a 0.6 m/s y menores a 3 m/s.

Obteniendo como resultado tuberías de diámetros de 1” y 3/4” PVC – C 10. Ver anexo7.

### **3.5. Costo de implementación:**

El presupuesto realizado asciende a s/. 43,821.76 como se detalla en el anexo 10, se recomienda comparar costos de consumo con otros sistemas de bombeo de agua

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

A partir de los resultados encontrados se acepta la hipótesis que establece que un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero – C.P. Porcón Alto, es factible energéticamente e hidráulicamente, debido a la disponibilidad hídrica y la disposición solar, estos resultados guardan relación con Sandia National Laboratories, que en su guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica menciona que para utilizar un sistema fotovoltaico es necesario al menos de  $3\text{kwh/m}^2$  de radiación u horas de solar disponibles del lugar en estudio a implementar, esto guarda relación con los resultados de la presente investigación obtenidos ya que la radiación en el sector Boyero – centro poblado Porcón Alto es de  $6.22\text{ kwh/m}^2$  lo cual hace factible dicho sistema.

Como se puede ver en la figura 6 que el valor de probabilidad  $p$  para los datos de caudal es mayor que 0.01, verificándose así que los datos se ajustan a una distribución normal. se encontró un caudal de 1.232 l/s correspondiente al pozo tubular este resultado está acorde con lo que manifiesta la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural que el caudal de la fuente debe ser mayor al caudal máximo diario, pero en lo que no se encuentra relación es en el diseño de la red de distribución, el caudal en los ramales es inferior a lo que manifiesta dicha norma, por lo tanto, se toma el caudal mínimo de diseño que se manifiesta igual a 0.100 l/s.

En relación a lo investigado por Ventura Carrillo, (2018) nos manifiesta en su tesis

“electrificación rural y bombeo de agua utilizando paneles solares en el caserío Succha distrito de Bambamarca provincia de Hualgayoc departamento de Cajamarca” que el consumo de energía diaria total de las 23 viviendas abastecidas de un sistema de bombeo de agua se seleccionó la bomba sumergible Lorentz PS2-600 HR-14, el cual será suministrado de energía eléctrica por medio de 04 paneles solares de 260 Wp dichos resultados guardan relación con los resultados obtenidos, ya que para abastecer a 22 viviendas se necesita de 04 paneles solares de la marca BAUER BSP370M.

#### **4.2. Limitaciones**

Falta de recurso económico para poder implementar dicho sistema y verificar su funcionamiento. Por lo que se recomienda buscar entidades públicas o privadas que brinden apoyo financiero y así poder realizar una investigación más compleja

#### **4.3. Conclusiones**

Se puede concluir que si es factible energéticamente e hidráulicamente un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero Centro Poblado - Porcón Alto, ya que, el sistema de bombeo puede ser abastecida de manera satisfactoria por los recursos a utilizar, encontrando un caudal de la fuente de 1.232 l/s el cual es mayor al caudal máximo diario de 0.101 l/s requerido para abastecer a la población, de la misma manera se tiene una radiación de 6.22 kwh/m<sup>2</sup>, mayor al requerido de 3 kwh/m<sup>2</sup>.

Se concluye según el diseño del arreglo fotovoltaico utilizar 4 paneles solares monocristalinos de la marca BAUER modelo BSP370M los cuales serán instalados 2

en serie y 2 en forma paralela, de la misma manera una bomba sumergible monofásica de 1HP de potencia de la marca Lorentz modelo PS 150 C-SJ5-8/1HP, el cual tiene un buen porcentaje de eficiencia.

Se realizó el diseño de la red de distribución verificando las presiones en los puntos de entrega los cuales son mayores a 5 m.c.a. obteniendo diámetros a utilizar de 1” y 3/4”, ubicando total de 03 válvulas de control.

## REFERENCIAS

- Fernández Baca , J. (1998). LA EXPERIENCIA REGULATORIA EN PERÚ II: LOS CASOS DE LA ELECTRICIDAD Y EL AGUA POTABLE. *ARTICULOS, Apuntes 43*, 89-105.
- Gobierno Provincial de Benguela, Angola. (2015). Riego por goteo con energía solar para el tomate en Cavaco, Benguela, Angola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 11-17.
- APAZA COAQUIRA, O. J., & PUMA CHIPANA, C. P. (octubre de 2015). DISEÑO Y CALCULO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA., *DISEÑO Y CALCULO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA*,. juliaca, Puno, Peru.
- Barriga M., H. R. (2014). *GRANDES SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE BOMBEO DE AGUA*. MADRID, MADRID, ESPAÑA.
- Berardi, M., García Pedrosa, Milagros , M., Monticelli, F., Morquecho, M., & Adler, F. (2013). Energía solar fotovoltaica. *Instalaciones Industriales*, 1-27.
- Cruz, I., Muñoz, M., Sauad, J., Altobelli, F., & Condorí, M. (2016). EVALUACION FINANCIERA Y ECONOMICA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIALDE FUENTES CONVENCIONALES POR ENERGÍA SOLAR EN UN PROCESO INDUSTRIAL. *Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 4*, pp. 12.115-12.125, 2016. *Impreso en la Argentina*. (pág. 12). ASADES.
- DE LEÓN MORALES , V. H. (NOVIEMBRE de 2008). *GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA USAC Y ESTUDIO DEL APROVECHAMIENTO*. GUATEMALA.
- DELTA VOLT SAC. (2010 - 2018). *Delta Volt* . Obtenido de Energias renovables: <https://deltavolt.pe/pv-systems/mini-red-solar/samaca-solar>
- Enciso, J., & Mecke, M. (2007). Utilizando energía renovable para bombear agua. *Texas AYM AGRILIFE EXTENSION*, 1-6.
- ESTRATTI ORTEGA , A. M. (2013). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 500m<sup>3</sup>/DÍA DE CAPACIDAD* . LIMA, PERU.
- LETONA EMBEITA, M. A. (NOVIEMBRE de 2014). TESIS DE GRADO . *PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA E INYECCIÓN HACIA LA RED DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN LOS EDIFICIOS TEC, A, B, C, D, E Y F DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR*. GUATEMALA.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO . (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural* . lima.

- Moura de Moraes, A. (2011). LA PROBLEMÁTICA DE OBTENCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA BRASILEÑA UTILIZANDO SISTEMAS FOTOVOLTAICOS PARA BOMBEO DE AGUA. *ASADES*, 04.97 -04.107.
- MUÑOZ ANTICONA, D. F. (2005). “*APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN ZONAS MARGINALES DEL PAÍS*”. LIMA, LIMA, PERU.
- OPS/CEPIS/05.161. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO*. LIMA, PERU: COCOSUDE.
- Posso, F. (2002). ENERGÍA Y AMBIENTE: PASADO, PRESENTE Y FUTURO. PARTE DOS: SISTEMA ENERGÉTICO BASADO EN ENERGÍAS ALTERNATIVAS. *Geoenseñanza*, 54-57.
- Salmeron Rodriguez, D. A., & Blandon Rivas , J. A. ( Septiembre de 2014). *ESTUDIO DE PREINVERSION DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA BOMBEO DE AGUA EN LA COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DEL MUNICIPIO DE JINOTEPE*, 1-40. Managua,, Managua,, Nicaragua.
- Soria González , J. P. (setiembre de 2015). *PROPUESTA DE DISEÑO PARA UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA*. Guatemala.
- Stolik Novygrad, D. (2013). Perspectivas y retos científico-técnicos-productivos de América Latina y el Caribe para el desarrollo de la energía fotovoltaica. *REVISTA MEXICANA DE FÍSICA* , 56-65.
- Stolik Novygrad, D. (2014). La energía FV: oportunidad y necesidad para Cuba. *Economía y Desarrollo*, 69-86.
- VENTURA CARRILLO, P. G. (2018). “*ELECTRIFICACIÓN RURAL Y BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL CASERÍO SUCCHA DISTRITO DE BAMBAMARCA PROVINCIA DE HUALGAYOC DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA*”. LIMA, LAMBAYEQUE, PERU.



## ANEXOS

### ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 4: Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACION	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>“SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO – C.P. PORCON ALTO”</b>	¿Es factible un sistema de bombeo de agua utilizando	Un sistema de bombeo de agua utilizando paneles solares en el sector Boyero – C.P. Porcón Alto, es factible	<b>Independiente:</b> caudal máximo diario	Según opción tecnológica: Con arrastre hidráulico Sin arrastre hidráulico	Región: Costa Sierra Selva	Padrón de usuarios Observación
	bombeo de agua utilizando	paneles solares en el sector Boyero – C.P. Porcón Alto, es factible	<b>Dependiente:</b> energéticamente e hidráulicamente, debido a la disponibilidad hídrica y disposición solar.	Instalación en serie o paralelo	Voltaje requerido (v)	Fórmulas matemáticas Guía de diseño
	paneles solares	energéticamente e hidráulicamente, debido a la disponibilidad hídrica y disposición solar.	número de paneles solares	Corriente del sistema (A)		

ANEXO N° 2: PADRON DE ASOCIADOS

SECTOR BOYERO - PORCON ALTO			
FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS			
ENSAYO		CODIGO DEL DOCUMENTO: SB - PA	
NORMA			
TESIS	"SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGIA SOLAR UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCON ALTO"		
EQUIPO:		RESPONSABLE:	Jeisner Zambrano Cueva
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas










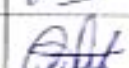



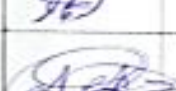



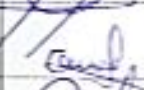



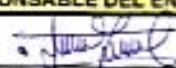
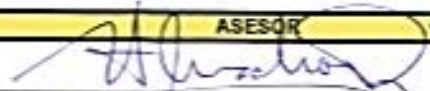
PADRON DE ASOCIADOS					
N°	NOMBRE	DNI	N° HAB	FIRMA	HUELLA DIGITAL
01	JAI ME CHILON ZAMBRANO	40435784	07		
02	MARIA NORBERTO INFANTE TINEO	40713270	05		
03	ZULMA RINA CHILON INFANTE	73014076	03		
04	ELENA CHILON ZAMBRANO	26704158	06		
05	MIGUEL MANTILLA CERBUIN	47007722	03		
06	VECTORIA CHILON ZAMBRANO	26705116	03		
07	MARIB JULIB CHILON ZAMBRANO	26704157	05		
08	MARIA BEATRIZ ZAMBRANO CHILON	26616984	03		
09	JOSE ALEJANDRO CHILON CUEVA	26616983	03		
10	AMALIA CHILON ZAMBRANO	18188744	03		
11	ARTURO IGOR MEDINA FERRAZ	40957489	03		
12	OLGA CHILON ZAMBRANO	26686728	8		


OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASESOR
NOMBRE: Jeisner Zambrano Cueva	NOMBRE: M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas
FECHA:	FECHA:

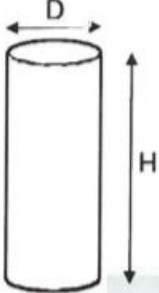
SECTOR BOYERO - PORCON ALTO					
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCION DE DATOS					
	ENSAYO				CODIGO DEL DOCUMENTO: SB - PA
	NORMA				
	TESIS	"SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGIA SOLAR UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCON ALTO"			
EQUIPO:		RESPONSABLE:	Jeisner Zambrano Cueva		
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas		
PADRON DE ASOCIADOS					
N°	NOMBRE	DNI	N° HAB	FIRMA	HUELLA DIGITAL
13	JOSE EDWIN COJEL CHAVEZ	41619024	05		
14	ROEL CHILLEN CHILLEN	41463492	05		
15	MAGDLENA TERON AYON	4544951	05		
16	ESCLINDA CHILLEN CHILLEN	42794693	05		
17	JUAN CARLOS FERNANDEZ CARRERA	45391999	04		
18	MAGDOLY INFANTE CHILLEN	7018456	04		
19	ANGELINA CHILLEN ZOMBARDI	26688841	01		
20	FELIX INFANTE CUSPE	26623648	02		
21	GIONANY MARISEL ARISTI ZERON	75702404	03		
22	ROBERTO INFANTE CHILLEN	70018465	03		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE DEL ENSAYO			ASESOR		
					
NOMBRE: Jeisner Zambrano Cueva			NOMBRE: M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas		
FECHA:			FECHA:		

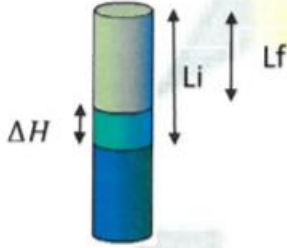
### ANEXO N° 3: FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SECTOR BOYERO - PORCON ALTO			
FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	AFORO CAUDAL DE POZO SUBTERRANEO	CODIGO DEL DOCUMENTO: APT-SB - PA
	NORMA		
	TESIS	"SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGIA SOLAR UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCÓN ALTO"	
EQUIPO:		RESPONSABLE:	Jeisner Zambrano Cueva
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas

Pozo subterráneo





**DATOS GEOMÉTRICOS DE POZO:**

Diámetro (D): 1.50 m                      Área (m<sup>2</sup>): 1.767 m<sup>2</sup>

Altura (H): 11.00 m                      Volumen: 19.937 m<sup>3</sup>

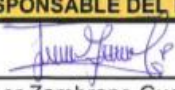
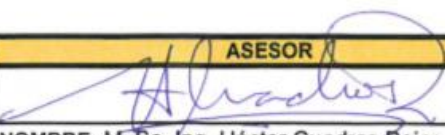
**RESULTADOS DE MEDICIÓN:**


DETERMINACION DE CAUDAL										
DESCRIPCION	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
Altura de napa freática	6.00	6.05	5.90	6.02	5.95	6.00	6.00	6.02	6.05	6.00
Long. inicial (Li)	8.20 m	9.69	9.50	9.27	9.80	10.05	9.75	10.10	8.35	9.42
Long. final (Lf)	7.00 m	8.29	7.48	7.78	8.45	8.15	8.33	8.12	7.20	7.34
Tiempo de llenado (min)	58	38	45	48	36	32	38	33	54	50
Δ altura = Li - Lf	1.20 m	1.40	2.02	1.49	1.35	1.90	1.42	1.98	1.54	2.08
Volumen = área x Δ altura	2.12	2.47	3.57	2.63	2.39	3.36	2.51	3.50	2.03	3.68
$Q = \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{tiempo (s)}}$	0.00061	0.00109	0.00132	0.00091	0.00110	0.00135	0.00110	0.00177	0.00063	0.00123
Caudal (l/s)	0.61	1.09	1.32	0.91	1.10	1.75	1.10	1.77	0.63	1.23
Fecha de ensayo	24/05	25/05	25/05	26/05	26/05	27/05	27/05	28/05	28/05	30/05
Promedio										

OBSERVACIONES:

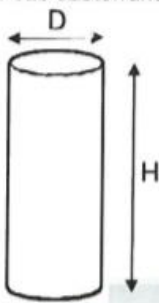
Nivel Estático : 4.35 m

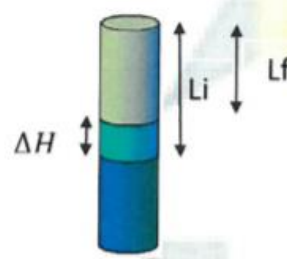
RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASESOR
	
NOMBRE: Jeisner Zambrano Cueva	NOMBRE: M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas
FECHA: <u>10-06-2019</u>	FECHA: <u>10-06-2019</u>

SECTOR BOYERO - PORCON ALTO			
FICHA TECNICA DE RECOLECCION DE DATOS			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	AFORO CAUDAL DE POZO SUBTERRANEO	CODIGO DEL DOCUMENTO: APT-SB - PA
	NORMA		
	TESIS	*SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGIA SOLAR UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCÓN ALTO*	
EQUIPO:		RESPONSABLE:	Jeisner Zambrano Cueva
FECHA DE ENSAYO:		REVISADO POR:	M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas

Pozo subterráneo





**DATOS GEOMÉTRICOS DE POZO:**

Diámetro (D): 1.50 m                      Área (m<sup>2</sup>): 1.767 m<sup>2</sup>

Altura (H): 11.00 m                        Volumen: 19.937 m<sup>3</sup>


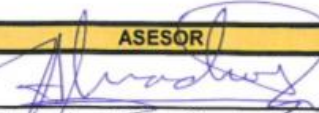
**RESULTADOS DE MEDICIÓN:**

DETERMINACION DE CAUDAL										
DESCRIPCION	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
Altura de napa freática			6.00	6.05	5.90	6.03	6.00	5.90	6.05	6.00
Long. inicial (Li)	10.15	10.08	10.00	10.10	8.32	8.25	9.32	9.45	9.30	10.12
Long. final (Lf)	8.23	8.13	8.25	8.05	6.80	7.10	7.82	7.38	7.84	8.32
Tiempo de llenado (min)	32	33	32	36	60	55	47	49	47	30
Δ altura = Li - Lf	1.92	1.95	1.75	2.05	1.52	1.15	1.50	2.07	1.46	1.8
Volumen = área x Δ altura	3.39	3.45	3.09	3.62	2.69	2.03	2.65	3.68	2.58	3.18
$Q = \frac{\text{Volumen (m}^3\text{)}}{\text{tiempo (s)}}$	0.00177	0.00174	0.00161	0.00168	0.00075	0.00062	0.00094	0.00130	0.00091	0.00177
Caudal (l/s)	1.77	1.74	1.61	1.68	0.75	0.62	0.94	1.30	0.91	1.77
Fecha de ensayo	02/06	02/06	03/06	04/06	04/06	05/06	06/06	06/06	07/06	07/06
Promedio										

**OBSERVACIONES:**

Nivel Estático: 4.35m

RESPONSABLE DEL ENSAYO	ASESOR
	
NOMBRE: Jeisner Zambrano Cueva	NOMBRE: M. Sc. Ing. Héctor Cuadros Rojas
FECHA: 10-06-2019	FECHA: 10-06-2019

**ANEXO N° 4: DATOS DE HORAS DE SOL DEL SENAMHI**
*Tabla 5: Datos de horas de sol del año 2013*

DIA	AÑO 2013											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	2.8	3.8	2.8	5.9	4	4	5.9	2.8	8.4	5.2	4	3.6
2	4	4.9	0.9	0	2.2	8.4	5.1	6.2	6.4	4	4.1	5.1
3	1.5	4.9	2.6	1.4	4.9	9.8	2.4	5.4	9.1	5.7	5.1	3.3
4	7	0.1	1.9	1.1	2.6	4.7	2.7	10	9.6	7	4.8	2.8
5	8.4	0.4	2.9	1.6	3.9	5.7	7.1	8.5	8.2	2.7	9	3.7
6	4.9	0.3	0.7	5.6	3	6.9	6.8	5.2	9.1	2.6	2.1	5.5
7	6.1	1.4	4.1	2.4	7.2	3.9	6.1	6.3	10.1	8.5	3.9	1.6
8	7.3	0.5	3.1	3.6	2.5	8.5	6	5.9	9.7	10.6	11	1
9	6.3	3.6	1.7	0	5.9	5.8	5.9	5.3	7.9	3.5	5	0.6
10	2.8	6.9	3.7	2.2	3.7	7.2	10.3	2.7	8.4	6.3	3.5	1.4
11	5.2	5.5	1.5	2.1	5.7	4.6	10.1	5.6	8.4	5.5	6.5	3.9
12	2.3	9	1.5	5.9	4.9	3.6	7	7	6.1	4.8	3	6.3
13	4.1	7.2	0.1	2.7	3.7	3	5.6	10.4	5.2	0.2	1.5	4
14	5.6	5.9	0.9	5	1.9	6.5	8.8	5.4	6.8	1.6	5.8	3.4
15	5.7	2.7	0.5	1.8	0.2	7.9	7	4.5	4.6	0	10	2.9
16	4.6	5	0	2.2	3.8	7.7	10.5	8.5	6.2	4	9.4	0.8
17	5.9	1.2	0.8	3	7.2	4.8	8	10	7.1	2	3.7	1.8
18	6.3	4.8	0.3	3.3	2.5	5.4	9	5.2	8.5	6.8	10.5	4.6
19	6.4	2.7	0	2	5.2	4.3	5.5	5.8	1.3	8.6	10	3.2
20	6.6	4.6	0.2	9.1	1.8	4.4	6.1	5.4	10.6	6.6	4.2	3.2
21	5.9	6.9	0	4.9	4.7	6	9.3	5.9	10.2	4	4.3	4
22	0.5	2.7	0.4	8.4	4.3	6.2	10.5	4.7	10.6	1.1	4.7	9.9
23	2.3	5.1	6.6	9	4.5	8.9	9.5	3.8	8.4	3	10.1	11
24	0.6	5.6	4.2	8.4	5.8	7.6	10	4.6	9.2	4.9	5.4	8.2
25	4.7	6	3.1	9.1	1.1	7.6	9.7	2.5	2.2	0.4	8.2	7.7
26	5.4	0.6	4.5	7.4	2.2	6.9	10.4	3.4	10	1.7	10.3	3.6
27	4.2	4.5	0.1	7	5.3	3.9	10.4	9.2	9.5	5.6	10.5	7.2
28	2.6	0.4	0.3	4	4	6.6	10.2	9.6	8.7	0	10.3	2.1
29	6.1		2.7	8.2	3.6	4.5	9.9	10.4	6.2	3	8.2	8.6
30	7.9		3	4.3	4.1	2.1	9.6	10.6	3.1	3.2	6.6	7.3
31	8.4		7.9		0.2		7.1	8.9		0.5		3.5
<b>TOTAL</b>	152.4	107.2	63.0	131.6	116.6	177.4	242.5	199.7	229.8	123.6	195.7	135.8

FUENTE: SENAMHI, 2019

Tabla 6: Datos de horas de sol del año 2014

DIA	AÑO 2014											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.4	3.3	0.6	4.5	0.7	7.1	4.2	9.2	10.5	8.8	3.1	2
2	2.8	3.1	0	6.2	3	4.1	7.2	7.4	6.7	9.2	0.8	3.4
3	1.9	3.2	2.1	3.9	1.4	3.3	8.3	8.6	6.7	4.5	1.5	5.1
4	1	6.5	2.9	5.7	3.1	6.1	7.2	9.5	6.4	3.9	4.2	1
5	3.7	5	0.2	5.7	3.5	8.5	6.7	3.2	2.3	9.8	0.6	3.1
6	0.1	1.9	1.8	5.4	1.4	6.9	9.1	7.1	7.6	3.7	2.4	3.3
7	0.6	3	3.1	6.8	2.4	6.1	5.9	5.7	10.3	5.6	5.7	7
8	0.5	4.2	2.9	6.9	2.3	7.8	7.6	5.3	10.3	1.8	7.6	3.1
9	1.1	1	0.6	3.7	0.7	9.6	6.2	4.7	5.6	0.4	4	2.4
10	2.9	2.5	2.1	5.7	3.2	2.4	8.3	8.6	5	8.2	3.5	3.6
11	4.7	3	7.5	5.1	2.1	7.5	10.1	4.8	5.4	8.4	2.2	4
12	2	3.6	0.3	3.8	1.3	9.5	10.4	7.8	1.3	10	0.8	2.3
13	3.8	2.7	0	3.6	4.6	4.5	9.8	4.5	2.2	6.1	1.3	6.9
14	8.6	5.9	1	5.1	4.3	3.9	9.8	8.8	4.2	10.3	0	0
15	5.7	3.4	2.1	1.5	2.5	4.4	10.4	9.3	3.7	8.2	4.1	2.9
16	1.2	3.1	4.7	5.7	4.9	8.4	10.2	10.1	4.1	6.7	4.6	0.9
17	5.6	1.7	0.5	3.2	4.8	10.4	10.3	10.5	4.1	6.1	0.3	0
18	2.5	1.1	1.9	2.2	5.5	10.5	9.1	10.6	1.7	6.8	3.7	0.9
19	5.4	2.4	3.8	2.2	6.2	10.3	4.8	9.9	4.7	2	10.3	9.4
20	1.5	2.3	2.9	5.1	2.9	10.4	2.5	4.8	4	1.3	9.9	9.1
21	5.9	0.5	3.4	4.9	6.5	9.9	6.4	5.2	3.2	4.9	10.7	5.4
22	7.3	1.8	0.8	1.4	7.6	10.3	10	9.9	0.3	5.7	10.8	5
23	2.3	2.7	0.5	1.5	0	8.6	9.9	10.3	4	4.3	8	1
24	4	0	3.8	0.9	3.6	5.3	10.6	6.5	3.7	7.2	4.5	3.3
25	9.2	4.3	1.1	0.4	0.9	6.8	5.6	3.7	6	0.5	2.7	4.5
26	7	4.7	0.5	0.7	2.4	3.6	4	3.6	6.2	6.7	5.1	0.2
27	4.9	3.4	0.2	0.3	7.7	7.6	6.8	1.7	7.8	1.9	6.9	5
28	9.6	6.3	3	2.3	8.3	10.3	7.6	3.3	3.6	3.3	1.2	1.1
29	7.2		9.1	0	7.9	4.2	10.2	6	5.9	3.1	4	0
30	8.1		9.9	6.2	6.1	4	10.1	7.4	10.2	7	5.3	5.5
31	2.8		9.5		9.1		10.1	10.5		4.5		2.2
<b>TOTAL</b>	128.3	86.6	82.8	110.6	120.9	212.3	249.4	218.5	157.7	170.9	129.8	103.6

FUENTE: SENAMHI,2019

Tabla 7: Datos de horas de sol del año 2015

DIA	AÑO 2015											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	5.7	6	2	0	5.6	4.8	10.7	9.5	9.6	8.7	8.7	0.8
2	5.5	5.4	0.2	3.1	0.9	7.4	7.9	8.2	9.1	6.7	10.2	6
3	4.4	6.9	0.6	5.5	3.4	8.8	4.6	9.7	6.7	5.5	8.6	5.9
4	4.5	6.8	2.5	4.7	5	7.5	6	10.1	6.3	4.5	9.1	7.9
5	2	5.3	3.4	4.1	4.4	7.1	6.3	10	9	9.1	7	6.9
6	8.6	5.1	2.1	4.2	1.6	6.5	8.7	10.2	6.4	6.8	1.2	5.6
7	8.7	1.1	0.7	6.5	4.4	6.6	8.8	9.9	6.4	6.9	3.5	5.2
8	8.2	2.3	4.3	7.5	2.4	6.6	8.7	6.6	4.4	7.8	2.6	5.2
9	6.3	7.6	9.2	2.1	6.6	2.6	4.3	9.6	5.4	7.6	0.8	2.6
10	7.5	7.5	7.4	1.5	5.2	3.4	8.7	8.3	6	7.1	2.9	4
11	3.6	5.9	8.3	6.1	3.6	5.6	5.5	2.1	9.4	7.1	3	8.4
12	3.4	2.3	3.9	5.3	5.5	6.8	4.3	2.1	8.9	5.5	4.4	8.1
13	2.2	3.3	2.8	2.3	3.8	6.6	6.5	4.9	10.3	5.5	8.9	9.9
14	4.8	3.5	4.2	1.9	2.2	5.9	8.2	5	10.5	5.7	6.9	7.8
15	4.4	0.2	3.5	3.1	0	8.7	5.9	5.5	8.8	5.9	4.7	4
16	1.5	8.4	3.6	2.5	1.6	7.2	4.9	8.3	10.5	2.4	6	8.3
17	5.2	5	1.1	4.9	1.2	9.7	5.9	6.2	5.3	5.3	2.6	1.1
18	0.8	6.2	3.6	4.7	6.4	9.7	6.7	9.2	5.3	1.4	3.6	7.4
19	0.1	6.1	0	7.2	5.4	8.2	9.2	9.7	8.3	3	4	3.2
20	0.8	1.4	0	2.6	9.5	10	10.2	7.9	6	4.5	5.1	4.6
21	1.3	7.4	0.7	2.1	4	10.3	9.6	9.1	5.7	5.1	5.1	3.5
22	0.4	4.4	2.6	5	7.3	10.2	3.1	7.9	4.9	6.6	1.3	3.7
23	1.9	1.8	1.4	9.5	5.8	10.5	5.7	7.2	3.5	6.3	6.5	3.8
24	2	2.4	0.5	7.2	4.2	4.3	9.4	7.3	5.2	1	1.3	3.3
25	4.7	1.3	0.8	7.5	5.1	4.7	10.4	8.2	8.9	1.6	4.7	6.7
26	0.5	3.5	4.3	7.5	2	3.5	10.1	8	8.1	6	6	7.6
27	0.9	3.4	4.1	3.2	3.5	7.2	8.6	8.6	5.5	2.6	7	3.6
28	6.9	2.6	1.4	6.1	5.4	8.7	9.9	8.7	6.3	5.3	4.1	5.8
29	2.4		1.7	2	1.7	4.6	8	9.9	3.9	2.6	8.4	5.7
30	2.4		3.5	3	1.8	9.5	3.7	7.6	4.6	0.6	5.5	7.1
31	1.6		6.6		2.3		9	8.8		2.9		4.8
<b>TOTAL</b>	113.2	123.1	91.0	132.9	121.8	213.2	229.5	244.3	209.2	157.6	153.7	168.5

FUENTE: SENAMHI,2019



Tabla 8: Datos de horas de sol del año 2016

DIA	AÑO 2016											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	4.9	0.8	5.3	0.8	8	4.7	10.1	6.7	0	5.4	10.7	1.3
2	6.3	0.6	5.9	0.6	6.8	4.1	9.8	8.1	2.7	3.5	10.8	3.7
3	5.3	1.0	0.6	0.1	9.9	5.5	9.8	7.4	6.6	6.4	2.6	2.3
4	5.2	4.6	1	3	8.9	4.5	7.5	3.4	4.7	5.1	3.9	3.7
5	3.4	1.2	3.5	3.5	7	3.8	4.2	8.8	3.8	0.2	1.6	4.1
6	2.1	1.7	0.3	4.8	4.5	3.5	5.3	9.4	5.2	2.6	8.5	3.7
7	1.7	2.3	0.3	9.1	5.2	0.9	6.3	8.4	9.3	6.7	6.1	6.2
8	5.9	3.7	3.5	6.9	5.2	6.2	9	9.5	10.4	10	5	4.4
9	3.1	3.3	4.8	4.5	4.2	4.8	6	9.6	9.7	4.7	6	0.4
10	9.6	1.2	5.9	6	4.3	3.2	9.8	5.3	10.2	2.4	4.4	4.6
11	8.5	5.3	5.1	1.2	5	7.1	8	4.3	8.3	1.3	8.6	0.5
12	7.5	3.9	7.2	3.3	8.7	8.9	9.5	8.4	7	0.3	10.6	9.3
13	7.2	3.6	4	4.2	5.4	9.9	7	8.9	7.2	2.7	9.9	10.6
14	6.8	9.5	3.2	3.1	4.8	10.2	5.8	9.6	4.4	6.3	10.7	7.3
15	8.3	9.8	9.4	4.3	4.6	10	6	10.5	2.5	4.8	9.4	0.4
16	6	1.5	6.4	1.9	6.7	10.4	7.6	9.2	8.8	3.7	10.2	1.7
17	4.2	3.3	7.4	7.1	8.4	10.1	7.9	5.4	7.8	3.3	10.1	4.7
18	0.5	10.6	7.1	1.8	4.6	10	6.6	6.7	5.1	6	10.1	4.8
19	1.7	9.0	8.7	6.3	3.5	3.8	10.5	6.1	7.9	5.1	10.3	2.3
20	1.5	4.9	3.4	5.8	3.5	9.7	10.1	9.8	2.3	8.8	10.6	0.5
21	4.7	4.5	2.3	7.8	2.8	2.9	10.4	10.6	5.9	4.2	10.6	6
22	5.4	5.6	3.2	4.2	7.4	8.8	10	10	7.2	5.3	9.6	0
23	9.7	3.5	3.5	1.9	6.2	9.6	10	10.5	5.3	7.9	7.5	0
24	4.5	3.0	9.8	5.8	3.2	7.2	8.3	9.4	4.1	10.4	8.5	0
25	2.6	0.3	7.8	7.1	6.1	8	4.1	10.3	3.8	10.3	5.1	4.5
26	3.6	2.5	4.3	6.9	8.3	6.3	10	1.7	6.4	10.3	5.2	5.3
27	2.4	1.5	0.5	6.8	5.5	7.1	9.5	7.7	6.1	9.1	4	5.2
28	0	0.1	2	5.6	8.6	8.4	7.1	6.3	6.2	5.3	3.7	4
29	0	5.7	1.8	7.8	8.4	10.2	7.5	4	5.3	5	7.7	4.9
30	2.8		3.1	8.3	10.1	10.1	9.7	6.4	1	5.3	5	4.5
31	0.2		9.4		6.4		7.7	2.1		10.8		2.6
<b>TOTAL</b>	135.6	108.5	140.7	140.5	192.2	209.9	251.1	234.5	175.2	173.2	227.0	113.5

FUENTE: SENAMHI,2019

Tabla 9: Datos de horas de sol del año 2017

DIA	AÑO 2017											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0	5.3	2.3	3	6.1	6.3	5.2	8.1	9.8	8.7	10.5	3.1
2	4	2.3	4.7	5.3	6.4	9.6	5.9	10	8.2	7	7.5	0
3	4.7	4.7	2.3	3.3	7.1	1.9	5.7	10.3	6.7	7.8	10.9	3.7
4	2.3	4.5	6.1	1.4	6.9	8.5	7	8	7.1	1.9	10.1	5
5	6.1	1.7	8.8	3.8	1.4	5.6	2.3	10.2	5	8.1	3.9	3.1
6	1.6	2.2	1.5	1.9	1.4	9.4	8.6	5.3	3.1	9.2	2.2	3.3
7	3.7	1.7	2.5	6.5	2.2	7.8	6.8	10.2	4	6.4	0.3	4
8	3.7	2.1	0.6	4.6	3.6	6.4	7.1	7.9	6.2	1.9	7.7	4
9	4	2.5	2.1	2.4	1.9	3.8	9.1	9.2	2	5.8	3.6	0.4
10	3.2	0	1.8	1.7	1.9	1.9	9.8	5.1	1	8.4	1.8	5.7
11	5.5	5.3	3.8	4	0.3	3.4	10.3	4.3	5.9	5.6	3.7	6.5
12	1.4	8.6	5.7	2.1	3.8	6.8	10.5	9.4	0.1	3	4.9	0.6
13	3.1	10.4	2.4	6.3	2.7	6.1	10.2	8.2	3.9	3.4	4.2	8
14	2.2	0.9	1.4	7.7	2.7	7.8	10	2	4.8	2.9	5.9	6.7
15	0.3	1.2	0.6	10.3	3.3	4.8	10.2	7.4	3	3.6	6.6	4
16	4.9	2.5	0.3	7.1	4.2	7.1	9.1	6.4	3.5	5.6	7.9	4
17	9.5	4	1.6	8.4	2	6.5	9.6	4.2	0.8	9.6	3	4.8
18	10	9.7	0.6	2.9	4	8.1	2.1	2.4	10	9.4	10.7	4.2
19	6.8	5.9	0.1	2.2	7.6	9.7	7.8	5.7	10.2	9.7	10.7	1.6
20	0	3.5	1	3.3	2.8	3.6	9	4.6	9.7	8.9	10.1	0.9
21	1.1	5.3	3.5	2.5	3.2	0.2	10.5	2.5	9.3	2.1	5.4	3.5
22	0	5.4	2.6	8.4	3.4	5.6	10.4	5.8	7	4	4	2.8
23	4.3	3.4	4.7	5.3	4.7	10.3	9.8	0	5.3	1.8	4	0.2
24	1.7	4.5	4.9	6.5	8.6	9.1	8.7	5.9	3.8	7.4	3	5.2
25	2.5	5.8	1.9	3.5	8.4	10.3	6.5	8.8	2.9	5.7	4.5	6.8
26	1.4	5.8	3.2	2.2	2.1	5.6	8.2	6.9	3.7	7.5	3.6	5
27	5.2	3.3	1	3.9	5.6	3.9	10.5	4.8	1.4	3.8	3.6	2.8
28	8.4	2.8	4.3	2.9	7	3.2	10.4	2.8	4	2.6	1.7	0.2
29	5.8		1.5	3	6.9	4.1	10.3	8.2	7.1	0.9	3.6	0.4
30	4.2		0.1	5.6	5.5	4.1	8.2	7.1	5.1	10.7	3.3	6.4
31	0.9		0.9		5.1		9.3	9.8		10.9		5.9
<b>TOTAL</b>	112.5	115.3	78.8	132.0	132.8	181.5	259.1	201.5	154.6	184.3	162.9	112.8

FUENTE: SENAMHI,2019

Tabla 10: Datos de horas de sol del año 2018

DIA	AÑO 2018											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	7.6	7.2	2.0	4.5	8.4	4.7	7.9	5.5	4.0	1.8	4.3	9.1
2	9.4	4.3	2.4	0.0	2.3	3.0	8.5	4.8	8.4	6.0	2.7	10.7
3	9.5	4.8	3.2	0.7	7.5	1.9	10	5.7	5.3	1.9	0.7	10.3
4	4.0	7.5	6.8	1.2	5.3	2.8	7.6	5.6	9.9	0.6	4.1	10.8
5	1.4	2.7	4.4	0.9	5.7	9.1	5.7	8.0	10.0	2.6	7.8	10.1
6	1.3	2.2	1.7	4.2	4.5	10.2	7.1	10.4	9.5	5.2	8.5	1.9
7	1.8	3.2	7.5	5.0	4.3	10.4	10.2	8.3	10.1	1.8	2.0	8.8
8	0.0	2.8	3.1	1.6	3.0	9.3	6.7	4.2	9.9	2.1	3.1	5.1
9	0.0	4.2	7.5	0.3	1.6	7.0	10.4	9.9	9.2	3.6	3.4	8.2
10	0.4	2.7	6.7	0.9	5.8	8.2	8.7	9.0	9.2	6.3	5.5	7.2
11	1.3	7.2	3.2	6.9	4.5	6.2	6.7	10.4	7.2	10.4	2.1	2.6
12	1.7	3.7	4.0	5.0	4.3	5.3	6.6	10.6	5.9	1.6	2.9	5.4
13	0.7	3.9	4.1	2.9	1.3	4.3	2.6	8.2	6.0	1.5	5.2	4.0
14	2.6	2.7	4.2	4.6	3.2	8.4	6.8	6.8	4.3	1.4	3.7	2.7
15	0.0	2.6	0.2	8.4	2.0	6.5	10	8.1	2.4	4.3	2.5	1.7
16	4.9	0.4	4.2	8.2	3.9	5.8	10.2	1.0	4.7	3.2	3.1	1.0
17	1.1	3.2	2.1	10.6	1.5	8.4	6.3	4.1	3.0	3.1	4.8	2.1
18	4.4	2.1	0.2	8.3	2.4	10.3	3.5	10.3	5.1	1.5	0.0	3.3
19	5.2	1.5	0.0	8.3	5.6	10.1	1.7	10.2	7.3	3.0	1.8	4.3
20	3.5	2.8	6.3	9.4	6.3	10.1	7.4	9.9	6.4	6.0	0.6	3.0
21	2.7	6.4	1.6	8.3	0.2	10.0	6.1	8.5	5.3	1.5	1.3	0.3
22	2.6	9.8	2.6	1.4	4.1	9.4	5.5	5.8	7.4	2.1	1.8	1.8
23	3.2	8.8	0.0	5.5	5.7	6.4	3.6	6.8	5.8	7.5	4.9	5.5
24	6.1	10.6	1.0	4.8	7.3	4.9	9.1	10.7	5.6	4.4	7.8	8.1
25	7.3	1.3	3.8	3.9	8.7	0.9	10.4	10.5	6.7	5.0	1.3	9.3
26	5.6	1.6	3.3	7.5	9.9	10.3	10.5	7.8	2.4	9.3	0.8	3.3
27	6.7	1.4	0.6	6.9	6.8	10.1	9.8	5.5	4.5	5.0	8.5	6.2
28	6.6	1	2.1	2.7	8.5	6.3	8.3	7.5	6.6	0.9	5.9	4.9
29	7.1		1.1	8.0	5.3	5.5	8.3	7.8	5.4	0.7	9.0	1.6
30	9.2		2.4	4.3	4.2	5.0	2.0	6.4	4.3	2.9	9.9	6.8
31	7.2		2.6		5.4		5.7	6.5		1.7		8.0
<b>TOTAL</b>	125.1	112.6	94.9	145.2	149.5	210.8	223.9	234.8	191.8	108.9	120.0	168.1

FUENTE: SENAMHI,2019

**ANEXO N° 5: PANEL FOTOGRÁFICO**



*Imagen 1: Visita al lugar*



*Imagen 2: Sumersión de hilo lastrado*



*Imagen 3: Medidas geométricas de pozo tubular.*



*Imagen 4: Marca de altura en hilo pozo vaciado.*



*Imagen 5: Visita técnica y acompañamiento del asesor de tesis al lugar de estudio.*





*Imagen 6: Medida de nivel de agua vaciada en hilo.*



*Imagen 7: Marca en hilo pozo lleno*



*Imagen 8: Medida de altura de pozo lleno en hilo.*



*Imagen 9: Obtención de datos vía virtual.*

## ANEXO N° 6: HOJAS DE CÁLCULO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

HOJA DE CÁLCULO 1 BOMBEO DE AGUA	CÁLCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA
-------------------------------------	--

INFORMACIÓN DE LA BOMBA Y MOTOR	
Marca	Lorentz
Modelo	PS 150 C-SJ5-8/1HP.
Tipo de bomba	Centr. Sumergible
Tipo de motor	Monofásico
Voltaje de operación (c.a/c.c.)	60
Eficiencia de la bomba	0.92

1	Insolación del sitio (h/día)	2	volumen de agua necesaria por día	3	Carga dinámica total (m)	4	Factor de conversión	5	Energía hidráulica (Wh/día)	6	Eficiencia de la bomba (decimal)
	6.22	1	8726	x	36.28	/	367	=	862.6	/	0.92

7	Energía del arreglo FV (Wh/día)	8	Voltaje nominal del sistema (V)	9	Carga eléctrica (Ah/día)	10	Factor del rend. del conductor (decimal)	11	Carga eléctrica corregida (Ah/día)	12	Insolación del sitio (h-pico/día)	13	Corriente del proyecto (A)
=	937.62	/	60	=	15.63	/	0.95	=	16.45	/	6.22	=	2.64

HOJA DE CÁLCULO 2 BOMBEO DE AGUA	DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO
-------------------------------------	---

INFORMACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO			
Marca y modelo: BAUER BSP370M			
Tipo: Monocrystalino			
Vmp	40.01 v	Voc:	48.3 v
Imp:	9.23 A	Isc:	9.95 A

14	Corriente del proyecto(A)	15	Factor de reducción del módulo (decimal)	16	Corriente ajustada del proyecto (A)	17	Corriente Imp del módulo(A)	18	Módulos en paralelo (num. entero)
=	2.64	/	0.19	=	13.919	/	9.23	=	2

19	Voltaje nominal del sistema (v)	20	Voltaje vmp del módulo (m)	21	Módulo en serie	22	Módulos en paralelo	22	Total de módulos	23	Corriente Imp del módulo	24	Voltaje Vmp del módulo	25	Tamaño del arreglo Fotovoltaico
8	60	/	40.01	=	2	x	2	=	4	x	9.23	x	40.01	=	1477.169

## ANEXO N° 7: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Tabla 11: Diseño de la red de distribución

### CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN - SISTEMA RAMIFICADO

#### DATOS:

Pa =	<b>89</b>	hab.	r=	<b>2.5</b>	%		
Pf =	<b>134</b>	hab.	Qm =	Pf * Dotac./86400			
Período diseño =	20años		Qm =	<b>0.078</b>	lts/seg	Cantidad de familias =	<b>22</b>
Dotación	<b>50</b>	lts/pers./día	Qmh=	<b>0.155</b>	lts/seg	Qunit.=	<b>0.001157</b> lts/pers./día
:			Qmd=	<b>0.101</b>	lts/seg		

#### NOTA:

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

TRAMO	CAUDAL (Lts/seg)		Caudal sel. (Lts/seg)	Longitud L (m)	Diámetro (pulg.)	Velocidad (m/seg)	PÉRDIDA DE CARGA Hf Tramo (m)	COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN (m)	
	HABIT.	DISEÑO						Inicial	Final	Inicial	Final	INICIAL	FINAL
Reserv. - A	134	0.155	0.155	19.67	1	0.306	0.17372	3434.40	3431.00	3434.40	3434.23	0.00	3.23
A - A'	32	0.037	0.100	50.02	3/4	0.351	0.10728	3431.00	3427.00	3434.23	3434.12	3.23	7.12
A' - B'	6	0.007	0.100	40.67	3/4	0.351	0.13195	3427.00	3422.00	3434.12	3433.99	7.12	11.99
A' - B ult vivienda	25	0.029	0.100	146.28	3/4	0.351	0.03668	3427.00	3410.40	3434.23	3434.19	7.23	23.79
A-C	102	0.118	0.118	31.38	1	0.233	0.06753	3431.00	3427.20	3434.23	3434.16	3.23	6.96
C- D ult. Vivienda	39	0.045	0.100	166.68	3/4	0.351	0.03219	3427.20	3409.00	3434.16	3434.13	6.96	25.13
C - E	63	0.073	0.100	120.58	1	0.197	0.01314	3427.20	3419.80	3434.16	3434.15	6.96	14.35
E-F	8	0.009	0.100	14.11	3/4	0.351	0.38031	3419.80	3418.00	3434.15	3433.77	14.35	15.77
E-G	33	0.038	0.100	41.50	3/4	0.351	0.12931	3419.80	3417.20	3434.15	3434.02	14.35	16.82
G-H	5	0.006	0.100	16.65	3/4	0.351	0.32230	3417.20	3416.00	3434.02	3433.69	16.82	17.69
G-I	15	0.017	0.100	66.55	3/4	0.351	0.08063	3417.20	3408.60	3434.02	3433.94	16.82	25.34

# PS150 C-SJ5-8

## Sistema de bomba inmersa para pozos de 4"

### Gama de sistemas

Altura	max. 50 m
Flujo	max. 4.6 m <sup>3</sup> /h

### Datos técnicos

#### Controlador PS150

- Entradas de control para protección contra operación en seco, control remoto, etc.
- Protegido contra polaridad reversa, sobre carga y temperatura excesiva
- MPPT (Maximum Power Point Tracking) integrado
- Funcionamiento con batería: protección integrada contra descarga total

Potencia	max. 0.30 kW
Voltaje de entrada	max. 60 V
Óptimo Vmp*	> 17 V
Tensión nominal (alimentación a pilas)	12 V & 24 V**
Corriente motor	max. 18 A
Eficiencia	max. 98 %
Temp. del ambiente	-30...50 °C
Modo de protección	IP54

#### Motor ECDRIVE 150-C

- Motor CD sin escobillas - libre de mantenimiento
- Llenada de agua
- Materiales Premium, acero inoxidable: AISI 304/316
- Sin elementos electrónicos en el motor



## ANEXO N° 9: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PANEL SOLAR



### PANEL SOLAR 370W 72 CÉLULAS MONOCRISTALINO

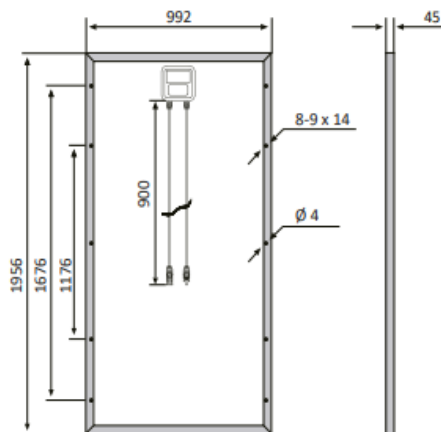
BSP370M

#### Características

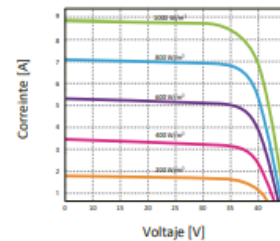
Tamaño del módulo	1956 x 992 x 45 mm
Células	72 piezas monocristalinas (156 x 156 mm)
Cristal	Bajo contenido en hierro y templado (3,2 mm)
Potencia máxima (Wp)	370W
Cable	90cm, 4mm <sup>2</sup>
Voltaje en circuito abierto (Voc)	48.3V
Intensidad en cortocircuito (Isc)	9.95A
Voltaje a máxima potencia (Vm)	40.1V
Intensidad a máxima potencia (Im)	9.23A
Condiciones del test	1000W/m <sup>2</sup> , 25°C, AM 1.5
Voltaje máximo sistema	1000Vdc
Coefficiente temperatura – Isc	+0.02973%
Coefficiente temperatura – Uoc	-0.38038%
Coefficiente temperatura – Pmpp	-0.57402%
Temperatura normal trabajo célula	45°C
Eficiencia del módulo	19%
Certificados de producto	TUV(IEC 61215, IEC 61730), CE
Certificados de la empresa	ISO9001, ISO14001, ISO18001
Peso	21.5 kg
Garantía del producto	10 años
Garantía de potencia	25 años



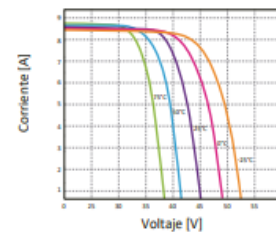
#### Esquemas



#### Curvas



Características de los módulos a temperaturas constantes de 25°C y niveles variables de irradiación



Características de los módulos a temperaturas variables e irradiación constante de 1.000W/m<sup>2</sup>



## ANEXO N° 10: PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA

S10		Presupuesto				Página	1
Presupuesto	1101001	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCÓN ALTO					
Subpresupuesto	001	SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO - C.P. PORCÓN ALTO					
Cliente	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				Costo al	27/11/2019	
Lugar	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA						
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>01</b>	<b>CAPTACIÓN</b>				<b>2,620.63</b>		
01.01	BOMBA SUMERGIBLE 1HP	und	1.00	1,189.90	1,189.90		
01.02	ACCESORIOS DE INSTALACION DE BOMBA SUMERGIBLE	glb	1.00	902.94	902.94		
1.03	CERCO PERIMETRICO	m	13.80	20.13	277.79		
01.04	PUERTA EN CERCO PERIMETRICO	und	1.00	250.00	250.00		
<b>02</b>	<b>EQUIPO FOTOVOLTAICO</b>				<b>12,637.69</b>		
02.01	ESTRUCTURA METALICA, SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS	glb	1.00	2,500.00	2,500.00		
02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANELES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS	und	4.00	1,244.84	4,979.36		
02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONTROLADOR SOLAR	und	1.00	2,458.33	2,458.33		
02.04	PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS	und	1.00	1,500.00	1,500.00		
02.05	ASISTENTE TECNICO ELECTRICISTA	glb	1.00	1,200.00	1,200.00		
<b>03</b>	<b>IMPULSION</b>				<b>3,808.99</b>		
03.01	TRAZO Y REPLANTEO.	m2	130.56	9.71	1,267.74		
03.02	EXCAVACION MANUAL	m3	26.88	61.10	1,642.37		
03.03	CAMA DE APOYO E=10cm	m	89.60	2.90	259.84		
03.04	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	22.40	9.79	219.30		
03.05	LINEA DE IMPULSIÓN	m	113.75	3.69	419.74		
<b>04</b>	<b>ALMACENAMIENTO</b>				<b>1,447.79</b>		
04.01	TANQUE CISTERNA DE AGUA DE 2500 LITROS INC. ACC. INTERNOS	und	1.00	920.00	920.00		
04.02	CERCO PERIMETRICO	m	13.80	20.13	277.79		
04.03	PUERTA EN CERCO PERIMETRICO	und	1.00	250.00	250.00		
<b>05</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>				<b>23,306.66</b>		
05.01	TRAZO Y REPLANTEO.	m2	428.45	9.71	4,160.25		
05.02	EXCAVACION MANUAL	m3	214.23	61.10	13,089.45		
05.03	CAMA DE APOYO E=10cm	m	714.09	2.90	2,070.86		
05.04	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PROPIO	m3	178.52	9.79	1,747.71		
05.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA PVC SAP C - 10 DE 3/4"	und	682.50	2.09	1,426.43		
05.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA PVC SAP C - 10 DE 1"	und	171.65	3.69	633.39		
05.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PVC SAP C-10	glb	1.00	178.57	178.57		
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>43,821.76</b>		
	<b>SON :</b>	<b>CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS VEINTE Y UNO Y 76/100 SOLES</b>					
				Fecha	10/12/2019		
				:	15:57:56		

## ANEXO N° 11: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

Partida	01.01	BOMBA SUMERGIBLE 1HP						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	1,189.90	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Equipos						
03010400010006	BOMBA SUMERGIBLE DE 1 HP 1"		und		1.0000	1,189.90	1,189.90 1,189.90	
Partida	01.02	ACCESORIOS DE INSTALACION DE BOMBA SUMERGIBLE						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	902.94	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Materiales						
02221600010024	SONDA DE NIVEL PARA CONTROLADOR PM 5 ATERSA		und		2.0000	337.17	674.34	
0270010294	CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV ZZ-F ROJO		m		15.0000	7.62	114.30	
0270010295	CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV ZZ-F NEGRO		m		15.0000	7.62	114.30 902.94	
Partida	01.03	CERCO PERIMETRICO						
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : m	20.13	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0160	20.70	0.33	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0160	14.83	0.24 0.57	
		Materiales						
0204010006	ALAMBRE DE PUAS		m		5.0870	0.72	3.66	
02630100010003	POSTE DE MADERA H=2.00 m		und		1.6400	8.00	13.12	
0271050142	GRAMPA GALVANIZADA DE CERCO		kg		0.0850	5.15	0.44 17.22	
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.57	0.02 0.02	
		Subpartidas						
010104010913	EXCAVACION MANUAL		m3		0.0380	61.10	2.32 2.32	
Partida	01.04	PUERTA EN CERCO PERIMETRICO						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	250.00	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Subcontratos						
0400010003	SC. REJA PARA CERCO PERIMETRICO		glb		1.0000	250.00	250.00 250.00	
Partida	02.01	ESTRUCTURA METALICA, SOPORTE PARA PANELES FOTOVOLTAICOS						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	2,500.00	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Subcontratos						
0400010005	SC. SOPORTE DE ALUMINIO PARA INSTALACIÓN DE 4 PANELES SOLARES		glb		1.0000	2,500.00	2,500.00 2,500.00	

Partida	02.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANELES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000			Costo unitario directo por : und	1,244.84	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.0000	20.70	41.40		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	2.0000	16.49	32.98	74.38	
	Materiales							
0231220002	PANEL SOLAR 1.95m x 0.992 m	und		1.0000	1,106.25	1,106.25		
0273010021	Conectores Weidmuller PVStick.	pza		2.0000	30.99	61.98	1,168.23	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.38	2.23	2.23	
Partida	02.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONTROLADOR SOLAR						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	2,458.33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
02610800030005	CONTROLADOR BOMBEO SOLAR 2.2 Kw 400V QUADROund			1.0000	2,458.33	2,458.33	2,458.33	
Partida	02.04	PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : und	1,500.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subcontratos							
04000100010016	SC. PARA INSTALACIÓN DE POZO A TIERRA	und		1.0000	1,500.00	1,500.00	1,500.00	
Partida	02.05	ASISTENTE TECNICO ELECTRICISTA						
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : glb	1,200.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0103030017	TÉCNICO ELECTRICISTA	glb		1.0000	1,200.00	1,200.00	1,200.00	
Partida	03.01	TRAZO Y REPLANTEO.						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000			Costo unitario directo por : m2	9.71	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0320	14.83	0.47		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	20.70	0.33	0.80	
	Materiales							
02130300010002	YESO BOLSA 18 kg	bol		0.0100	10.00	0.10		
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		0.0500	1.50	0.08		
0240020003	PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO	gal		0.2000	42.37	8.47	8.65	
	Equipos							

0301000021	ESTACION TOTAL	he	1.0000	0.0160	15.00	0.24
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.80	0.02 0.26

Partida	03.02	EXCAVACION MANUAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000		Costo unitario directo por : m3	61.10

Código	Descripción	Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	PEON		hh	1.5000	4.0000	14.83	59.32 59.32
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	59.32	1.78 1.78

Partida	03.03	CAMA DE APOYO E=10cm				
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000		Costo unitario directo por : m	2.90

Código	Descripción	Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0160	14.83	0.24 0.24
		Materiales					
02070200010001	ARENA FINA		m3		0.0530	50.00	2.65 2.65
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.24	0.01 0.01

Partida	03.04	RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario por : m3 directo	9.79

Código	Descripción	Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0133	20.70	0.28
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.5333	14.83	7.91 8.19
		Materiales					
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0030	2.00	0.01 0.01
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.19	0.25
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		día	1.0000	0.0167	80.00	1.34 1.59

Partida	03.05	LINEA DE IMPULSIÓN				
Rendimiento	m/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000		Costo unitario por : m direct	3.69

Código	Descripción	Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0100	20.70	0.21
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0100	14.83	0.15 0.36
		Materiales					
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C- 10 DE 1"		m		1.0000	3.30	3.30

0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und	0.0011	18.00	0.02 3.32
	Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	0.36	0.01 0.01

Partida	04.01	TANQUE CISTERNA DE AGUA DE 2500 LITROS INC. ACC. INTERNOS			
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und	920.00

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
02480100010002	TANQUE DE AGUA DE POLIETILENO - 2500 LITROS	Material	und		1.0000	920.00	920.00
	INCLUYE ACCESORIOS INTERNOS						920.00

Partida	04.02	CERCO PERIMETRICO			
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m	20.13

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0160	20.70	0.33
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0160	14.83	0.24 0.57
	Material							
0204010006	ALAMBRE DE PUAS			m		5.0870	0.72	3.66
02630100010003	POSTE DE MADERA H=2.00 m			und		1.6400	8.00	13.12
0271050142	GRAMPA GALVANIZADA DE CERCO			kg		0.0850	5.15	0.44 17.22
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.57	0.02 0.02
	Subpartidas							
010104010913	EXCAVACION MANUAL			m3		0.0380	61.10	2.32 2.32

Partida	04.03	PUERTA EN CERCO PERIMETRICO			
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und	250.00

Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0400010003	SC. REJA PARA CERCO PERIMETRICO	Subcontratos	glb		1.0000	250.00	250.00 250.00

Partida	05.01	TRAZO Y REPLANTEO.			
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2	9.71

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0320	14.83	0.47
0101030000	TOPOGRAFO			hh	1.0000	0.0160	20.70	0.33 0.80
	Material							
02130300010002	YESO BOLSA 18 kg			bol		0.0100	10.00	0.10
0231040001	ESTACAS DE MADERA			und		0.0500	1.50	0.08

0240020003	PINTURA ESMALTE SINTETICO TEKNO	gal		0.2000	42.37	8.47 8.65
	Equipos					
0301000021	ESTACION TOTAL	he	1.0000	0.0160	15.00	0.24
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.80	0.02 0.26

Partida	05.02	EXCAVACION MANUAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3		61.10

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	PEON			hh	1.5000	4.0000	14.83	59.32 59.32
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	59.32	1.78 1.78

Partida	05.03	CAMA DE APOYO E=10cm				
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m		2.90

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0160	14.83	0.24 0.24
	Materiales							
02070200010001	ARENA FINA			m3		0.0530	50.00	2.65 2.65
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.24	0.01 0.01

Partida	05.04	RELLENO Y COMPACTACION MATERIAL CON L PROPIO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario por : m3 directo		9.79

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO			hh	0.1000	0.0133	20.70	0.28
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.5333	14.83	7.91 8.19
	Materiales							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA			m3		0.0030	2.00	0.01 0.01
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	8.19	0.25
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA			día	1.0000	0.0167	80.00	1.34 1.59

Partida	05.05	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERÍA PVC SAP C - 10 DE 1/2"				
Rendimiento	und/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario por : und directo		2.09

Código	Descripción	Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO			hh	0.8750	0.0100	20.70	0.21
0101010005	PEON			hh	0.8750	0.0100	14.83	0.15 0.36
	Materiales							

02050700020025	TUBERIA PVC SAP C-10 DE 3/4"	m	1.0000	1.70	1.70
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und	0.0011	18.00	0.02 1.72
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo	3.0000	0.36	0.01 0.01

Partida	05.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERÍA PVC SAP C - 10 DE 1"			
Rendimiento	und/DIA	MO. 700.0000	EQ. 700.0000	Costo unitario directo por : und	3.69

Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO	hh	0.8750	0.0100	20.70	0.21
0101010005	PEON	hh	0.8750	0.0100	14.83	0.15 0.36
Materiales						
02050700020024	TUBERIA PVC SAP C- 10 DE 1"	m		1.0000	3.30	3.30
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und		0.0011	18.00	0.02 3.32
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01 0.01

Partida	05.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS PVC SAP C-10			
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario por : glb	178.57

Código	Descripción Recurso Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0101010003	OPERARIO	hh	0.0013	0.0100	20.70	0.21
0101010005	PEON	hh	0.0013	0.0100	14.83	0.15 0.36
Materiales						
02150400010004	ADAPTADOR CPVC DE 1"	und		6.0000	4.30	25.80
02150600010003	REDUCCION CPVC DE 1" A 1/2"	und		3.0000	1.90	5.70
0222080013	PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN	und		1.0000	18.00	18.00
0253180003	VALVULA COMPUERTA DE 1"	und		3.0000	42.90	128.70 178.20
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.36	0.01 0.01

## ANEXO N° 12: COTIZACIONES



The screenshot shows the AutoSolar Perú website interface. The top navigation bar includes the company logo, contact information (01 715 1357), and a shopping cart icon showing S/. 0,00. Below the navigation bar, there are several menu items: Kits Solares Fotovoltaicos, Paneles Solares, Baterías Solares, Inversores Solares, Controladores de Carga, and Iluminación. The main content area displays the product 'Panel Solar 370W 24V Monocristalino Bauer'. The price is listed as S/. 1.106,25 (SIN IGV S/. 937,50). The product description includes 'Envío: Envío gratuito a provincias!', 'Entrega: Recójalos el lunes 2 de diciembre en agencia Marvisur de provincias', and 'Fabricante: Bauer | Cod. Artículo: 1002118'. There are buttons for 'AÑADIR AL CARRITO' and 'COMPRAR'. A 'Dejar un mensaje' button is located at the bottom right.

Imagen 10: Costo panel solar



The screenshot shows the AutoSolar Perú website interface. The top navigation bar includes the company logo, contact information (01 715 1357), and a shopping cart icon showing S/. 674,34. Below the navigation bar, there are several menu items: Bombas Agua Sumergibles, Bombas de Agua Superficie, Bombas de Presión, and Depuradoras de Piscinas. The main content area displays the product 'Sonda de Nivel para Controlador PM5 ATERSA'. The price is listed as S/. 337,17 (SIN IGV S/. 285,74). The product description includes 'Envío: Envío gratuito a provincias por más de S/. 500', 'Entrega: Recójalos el lunes 2 de diciembre en agencia Marvisur de provincias', and 'Fabricante: Atersa | Cod. Artículo: 4601010'. There are buttons for 'AÑADIR AL CARRITO' and 'COMPRAR'. A 'Dejar un mensaje' button is located at the bottom right.

Imagen 11: Costo de sonda de nivel para controlador



The screenshot shows the AutoSolar Perú website interface. The top navigation bar includes the company logo, contact information (01 715 1357), and a shopping cart icon showing S/. 674,34. Below the navigation bar, there are several menu items: Kits Solares Fotovoltaicos, Paneles Solares, Baterías Solares, Inversores Solares, Controladores de Carga, and Iluminación. The main content area displays the product 'Cable Unifilar 6 mm2 SOLAR PV ZZ-F Rojo'. The price is listed as S/. 7,62 (SIN IGV S/. 6,46). The product description includes 'Envío: Envío gratuito a provincias por más de S/. 500', 'Entrega: Recójalos el lunes 2 de diciembre en agencia Marvisur de provincias', and 'Fabricante: Top Cable | Cod. Artículo: 5201014'. There are buttons for 'AÑADIR AL CARRITO' and 'COMPRAR'. A 'Dejar un mensaje' button is located at the bottom right.

Imagen 12: Costo de cable unifilar





Homecenter | Constructor | Maestro

¿Qué estás buscando?

LIMA

RE. JARDIN Y SCOTAS AUTOMÓVIL BAÑO Y COCINA CONSTRUCCIÓN Y ACABADOS DECORACIÓN E ILUMINACIÓN ELECTROHOGAR Y CLIMATIZACIÓN HERRAMIENTAS Y MAQUINARIAS MUEBLES Y ORGANIZACIÓN PISOS, PINTURAS Y TERMINACIONES DESTACADOS SERVICIO HOGAR

< Volver a resultados | Sodimac.com.pe > Construcción y Acabados > Materiales de Construcción > Alambres, mallas y mangas > Alambres > Púas > Prodac Grapa Malla 3/4" x 14"

### Grapa Malla 3/4" x 14" Prodac

SKU 12051-0 | ★★★★★ Compartir

Imagen de la grapa: 

Precio corresponde a tienda: SODIMAC SAN MIGUEL. El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

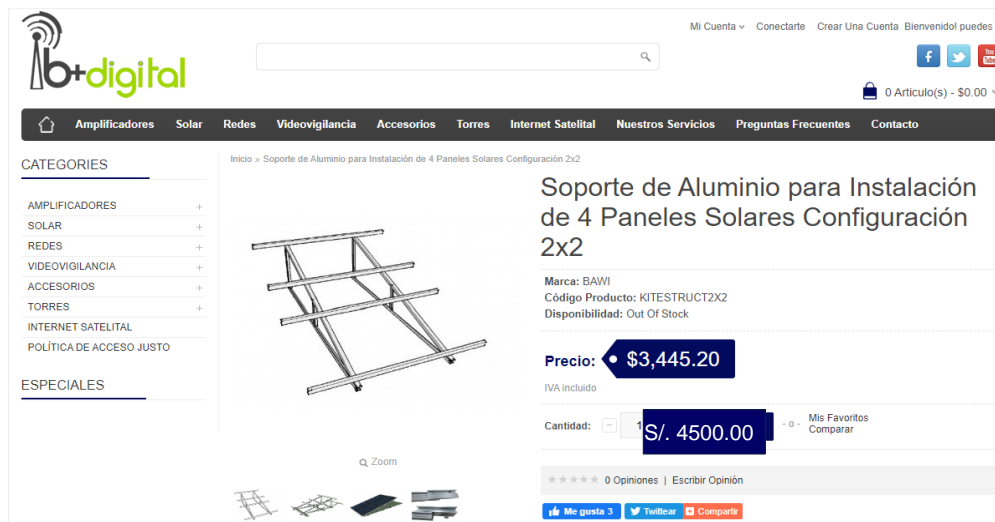
S/ **5.15** C/U  
Acumulas: 5 CMR Puntos

Cantidad: 1

Ag

REVISLA LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUI:

Imagen 13: Costo de grapa malla 3/4"



b+digital

Mi Cuenta Conectarle Crear Una Cuenta Bienvenido! puedes o

0 Artículo(s) - \$0.00

Amplificadores Solar Redes Videovigilancia Accesorios Torres Internet Satelital Nuestros Servicios Preguntas Frecuentes Contacto

CATEGORIES

- AMPLIFICADORES +
- SOLAR +
- REDES +
- VIDEOVIGILANCIA +
- ACCESORIOS +
- TORRES +
- INTERNET SATELITAL
- POLÍTICA DE ACCESO JUSTO

ESPECIALES

Inicio > Soporte de Aluminio para Instalación de 4 Paneles Solares Configuración 2x2

### Soporte de Aluminio para Instalación de 4 Paneles Solares Configuración 2x2

Marca: BAWI  
Código Producto: KITESTRUCT2X2  
Disponibilidad: Out Of Stock

Precio: **\$3,445.20**  
IVA incluido

Cantidad:    **S/. 4500.00** Mis Favoritos Comparar

★★★★★ 0 Opiniones | Escribir Opinión


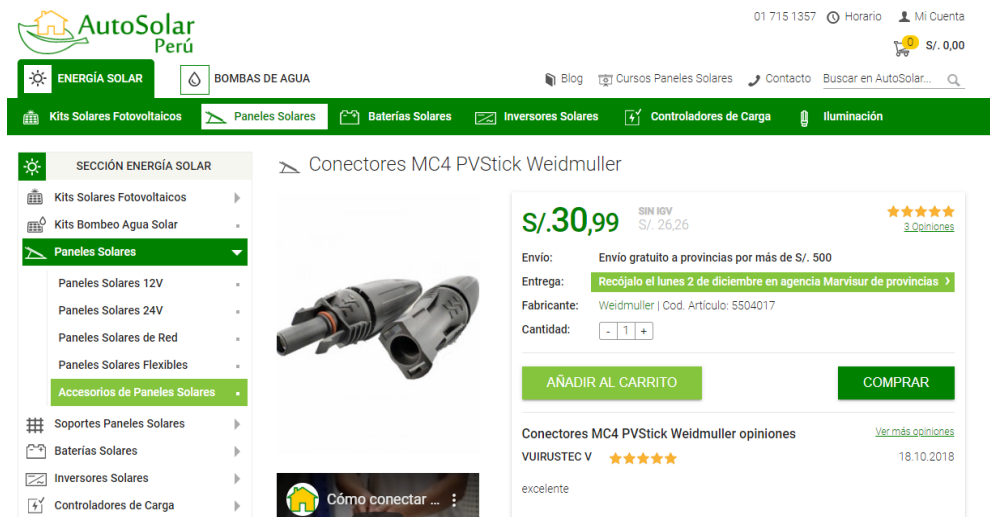
Imagen del soporte: 

Imagen 14: costo de soporte de aluminio para paneles solares



AutoSolar Perú

01 715 1357 Horario Mi Cuenta

Blog Cursos Paneles Solares Contacto Buscar en AutoSolar...

Kits Solares Fotovoltaicos Paneles Solares Baterías Solares Inversores Solares Controladores de Carga Iluminación

SECCIÓN ENERGÍA SOLAR

- Kits Solares Fotovoltaicos
- Kits Bombeo Agua Solar
- Paneles Solares**
- Accesorios de Paneles Solares
- Soportes Paneles Solares
- Baterías Solares
- Inversores Solares
- Controladores de Carga

### Conectores MC4 PVStick Weidmuller

**S/. 30,99** SIN IGV S/. 26,26 ★★★★★ 2 Opiniones

Envío: Envío gratuito a provincias por más de S/. 500

Entrega: **Recójalo el lunes 2 de diciembre en agencia Marvisur de provincias**

Fabricante: Weidmuller | Cod. Artículo: 5504017

Cantidad:

Conectores MC4 PVStick Weidmuller opiniones [Ver más opiniones](#)  
VUIRSTEC V ★★★★★ 18.10.2018  
excelente


Imagen de los conectores: 

Imagen 15: Costo de conectores para paneles solares



Imagen 16: Costo de controlador bombeo solar

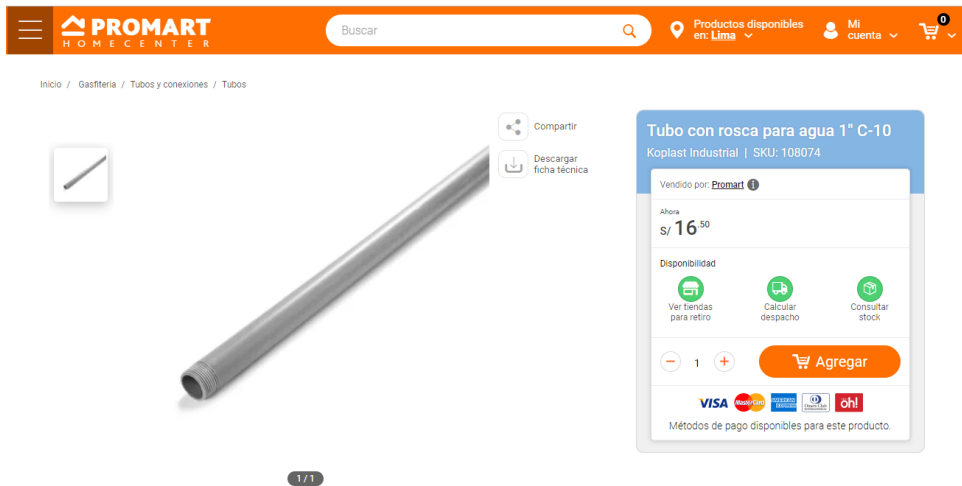


Imagen 17: Costo de tubería pvc

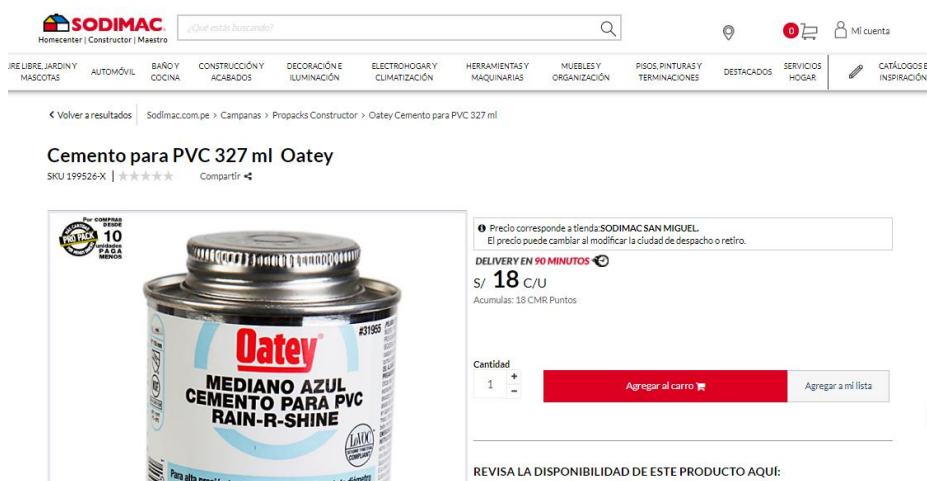


Imagen 18: Costo de cemento para pvc



Imagen 19: Costo de tanque de agua 2500 litros

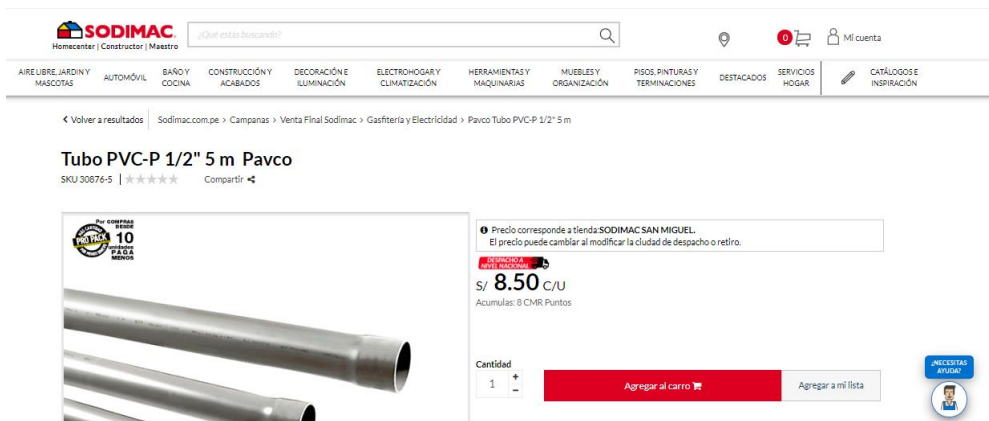


Imagen 20: Costo de tubería PVC



Imagen 21: Costo de reducción PVC

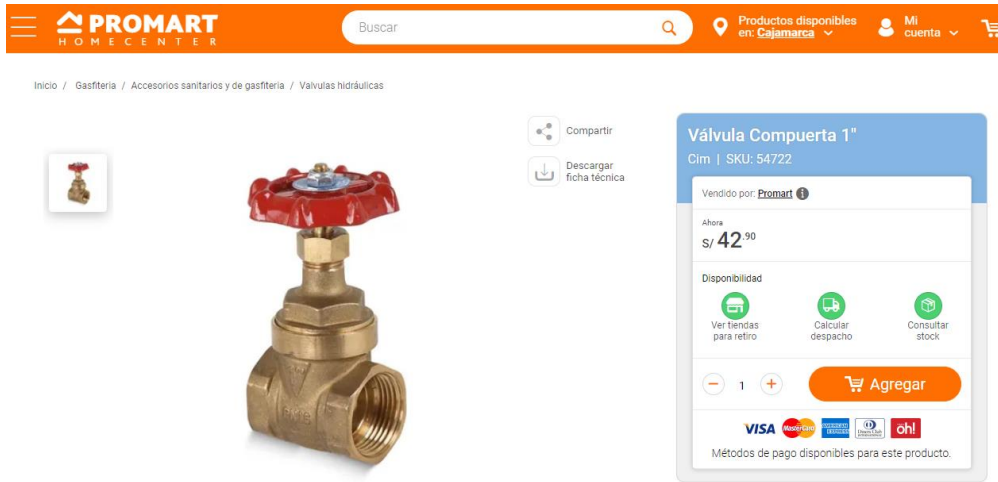


Imagen 22: Costo de válvula compuerta 1"

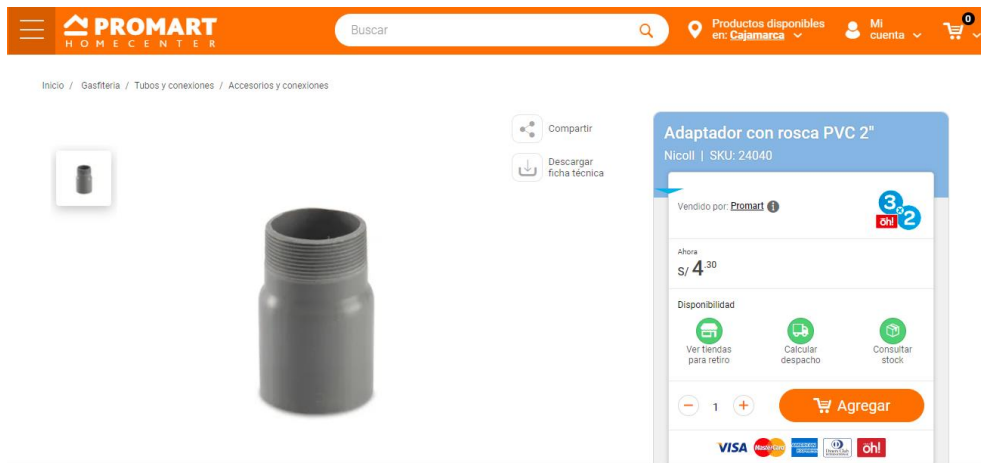


Imagen 23: Costo de adaptador PVC

## ANEXO N° 13: DISEÑO DE LA RED DE CONDUCCIÓN

### DATOS:

$P_{\text{futura}} =$	134	habitantes
$K1 =$	1.3	
$\text{Horas}_{\text{bombeo}} =$	6	(N)
$\text{Dotación} =$	50	l/p/d
$Q_{\text{md}} =$	0.101	l/s
$L =$	112.15	m (Long. Tubería)

### SOLUCIÓN:

#### a) Cálculo del caudal de bombeo:

$$Q_b = 0.404$$

$$Q_b = \mathbf{0.403} \quad \text{l/s}$$

#### b) Cálculo de diámetro:

$$D = 0.96 * (N/24)^{1/4} * Q_b^{0.45} \quad \text{ecuación 6}$$

$$D = 0.96 * (6/24)^{1/4} * 0.000403^{0.45} \quad Q_b \text{ en m}^3/\text{s}$$

$$D = 0.0201 \quad \text{m}$$

$$D = 1 \quad \text{"}$$

$$D_{\text{elegido}} = \mathbf{1} \quad \text{"}$$

$$D_{\text{elegido}} = \mathbf{29.4} \quad \text{mm}$$

#### c) Verificación de la velocidad con diámetro calculado:

$$V = 4Q_b / (3.1416 * D^2) \quad \text{ecuación 7} \quad (\text{Velocidad: } 0.6 - 2 \text{ m/s})$$

$$V = 4 * 0.000403 / (3.1416 * (1 * 0.0201)^2)$$

$$V = \mathbf{1.27} \quad \text{m/s}$$

**d) Cálculo de la velocidad con el diámetro comercial inferior:**

$$D_{\text{inferior}} = 1 \text{ "}$$

$$V = 4Qb/(3.1416 \cdot Dc^2) \quad \text{ecuación 7} \quad (\text{Velocidad: } 0.6 - 2 \text{ m/s})$$

$$V = 4 \cdot 0.000403 / (3.1416 \cdot (1 \cdot 0.0294)^2)$$

$$V = 0.6 \text{ m/s}$$

**e) Cálculo de pérdidas:**

Por tramo:

$$hf = (10.64 \cdot L \cdot (Bb^{1.85}) / C^{1.85} \cdot D^{4.87}) \quad \text{ecuación 8}$$

$$hf = 1.70 \text{ m}$$

Por accesorios: con ecuación 9

Datos:  $Qb = 0.000403 \text{ m}^3/\text{s}$

Diámetro  $0.0294 \text{ m}$

ACCESORIO	CANTIDAD	K UNIT.	K PARCIAL
Codo PVC de 90°	3	0.9	2.7
Valvula globo	1	10	10
		K TOTAL	12.7

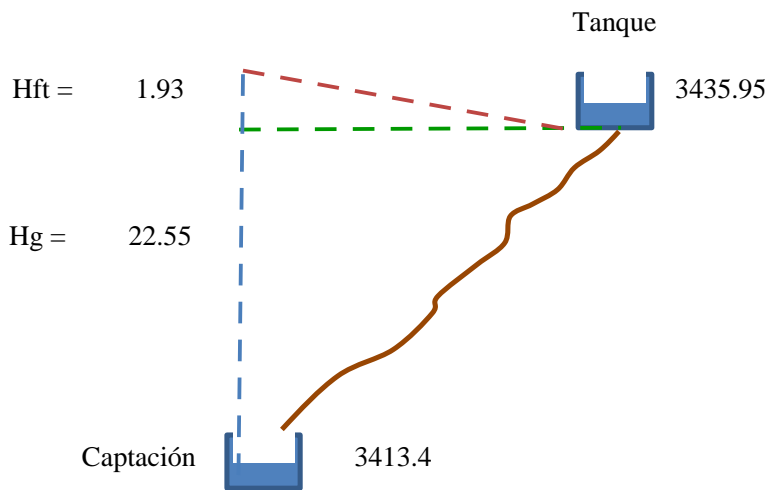
$$HL = 0.23 \text{ m}$$

Pérdida total:

$$Hft = hf + HL \quad \text{ecuación 10}$$

$$hft = 1.93 \text{ m}$$

**CROQUIS PERFIL LONGITUDINAL DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**



**f) Altura dinámica o carga dinámica:**

$$C.D. = H_g + H_{ft} \quad \text{ecuación 11}$$

$$C.D. = 24.48 \text{ m.c.a}$$

**g) Cálculo del golpe de ariete**

**Datos**

Caudal de bombeo	0.403 l/s
Altura geométrica de bombeo (Hg)	22.55 m
Altura dinámica de bombeo (AD)	24.48 m
Longitud de la línea de impulsión	112.15 m
Coefficiente de rugosidad (HW)	150
Velocidad máxima del flujo	0.60 m/s
Constante de gravedad	9.81 m/s <sup>2</sup>
Material propuesto de la tubería	PVC

***Carga por sobre presión de Golpe de Ariete (h<sub>golpe</sub>)***

$$h_{\text{golpe}} = \frac{a \times V}{g}$$

Con:

V = Velocidad del líquido en m/s

A = Velocidad de aceleración de la Onda en m/s

g = Aceleración de la Gravedad en m/s<sup>2</sup>

***Velocidad de aceleración de la onda (a) calculado por:***

$$a = \sqrt{\frac{K_v}{\rho \times \left( 1 + \frac{K_v \times d}{E \times e} \right)}}$$

ρ = 1000 Kg/m<sup>3</sup>; Densidad del agua a 20 °C

K<sub>v</sub> = 2.20E+09 Pa; Módulo de Bulk del agua a 20 °C

d = 29.40 mm; Diámetro interior de la tubería

E = 2.75E+09 Pa; Módulo de Elasticidad

e = 1.80 mm; Espesor del tubo

Entonces a = 395.47 m/s

***Tiempo de parada de la bomba (T)***

$$T_c = C + \frac{K \times L \times V}{g \times H_m} \quad \text{Formula de Mendiluce}$$

L = 112.15 m Longitud del Tramo



$V = 0.60$  m/s Velocidad del flujo

$g = 9.81$  m/s<sup>2</sup> Aceleración de la gravedad

$H_m = 24.48$  m Altura Dinámica de Bombeo

C y K Coeficientes de ajuste empírico Valores de C, según Mendiluce

Si	Condición	C		
	$H_m/L < 0.2$	1.0	$H_m/L =$	0.220
	$H_m/L \geq 0.4$	0.0	C =	0.6
	$H_m/L \approx 0.3$	0.6		

valores de K, según Mendiluce

Si	Condición	C		
	$L < 500$	2.00	L =	112.15 m
	$L \approx 500$	1.75	K =	2
	$500 < L < 1500$	1.50		
	$L \approx 1500$	1.25		
	$L > 1500$	1.00	$T_c =$	1.2 s

### *Tiempo de propagación de la Onda ( $T_p$ )*

El tiempo de propagación desde la válvula hasta la embocadura de la tubería:

$$T_p = \frac{2 \times L}{a}$$

L = 112.15 m Longitud de la tubería

a = 395.47 m/s Velocidad de la Onda

$T_p = 0.6$  s

## Determinación de la posibilidad del golpe de Ariete en la Impulsión

Siendo  $T_c$  = Tiempo de cierre de la válvula(s), cuando prevea un:

$T_c \leq T_p$  Equivale a un cierre instantáneo, ya que el tiempo de recorrido de ida y vuelta de la onda de presión es superior al de cierre. Es decir, tenemos un cierre rápido, alcanzándose la sobrepresión máxima en algún punto de la tubería, por lo tanto, se producirá el golpe de ariete.

$T_c > T_p$

La onda de presión regresará a la válvula sin que esta se encuentre totalmente cerrada. Estamos ante un cierre lento y ningún punto alcanzará la sobrepresión máxima; en consecuencia, no se producirá el golpe de ariete.

Tipo de cierre	Rápido	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 40px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> </div> </div>
	Lento	

**No habrá golpe de ariete**

### Cálculo de la longitud crítica ( $L_c$ )

$$L_c = \frac{a \times T_c}{2} \quad \text{Fórmula de Michaud}$$

$a = 395.47$  m/s; Velocidad de la Onda

$T_c = 1.16$  s; Tiempo de parada

$L_c = 229.40$  m

## Cálculo de la sobrepresión por golpe de ariete

Para el Cálculo de la sobrepresión, se aplicarán las fórmulas de Michaud o de Allieve, según se

$L > L_c$	Impulsión Larga	$T \leq T_p$	Cierre rápido	Allieve	$h_{golpe} =$	$\frac{a \times V}{g}$
$L < L_c$	Impulsión Corta	$T > T_p$	Cierre lento	Michaud	$h_{golpe} =$	$\frac{2 \times L \times V}{g \times T}$

Finalmente, la sobre carga por golpe de ariete  $h_{golpe}$  resulta en:

$$h_{golpe} = 11.80 \text{ m.c.a.}$$

### h) Altura dinámica total o carga dinámica total.

$$C.D.T = C.D. + H_{golpe} \quad \text{ecuación 12}$$

Datos

$$C.D. = 24.48 \text{ m.c.a.} \quad h_{golpe} = 11.80 \text{ m.c.a.}$$

$$C.D.T = 36.28 \text{ m.c.a.}$$

## Conclusión

Dado que la presión de trabajo (clase) de los accesorios y tubería no superan la presión máxima, incluida la sobre presión por golpe de ariete, la línea de impulsión no requiere válvulas de alivio.

## Selección de la clase

	Material	Diámetro	PN	Tipo/Clase
La Tubería seleccionada:	PVC	33	100 mca	PN 10

## CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA BOMBA

$$P_b = \frac{\gamma * Q_b * C.D.T.}{75n}$$

ecuación 13

Datos:

$$Q_b = 0.403 \quad \text{l/s}$$

$$\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$C.D.T = 36.28$$

$$n = 50\%$$

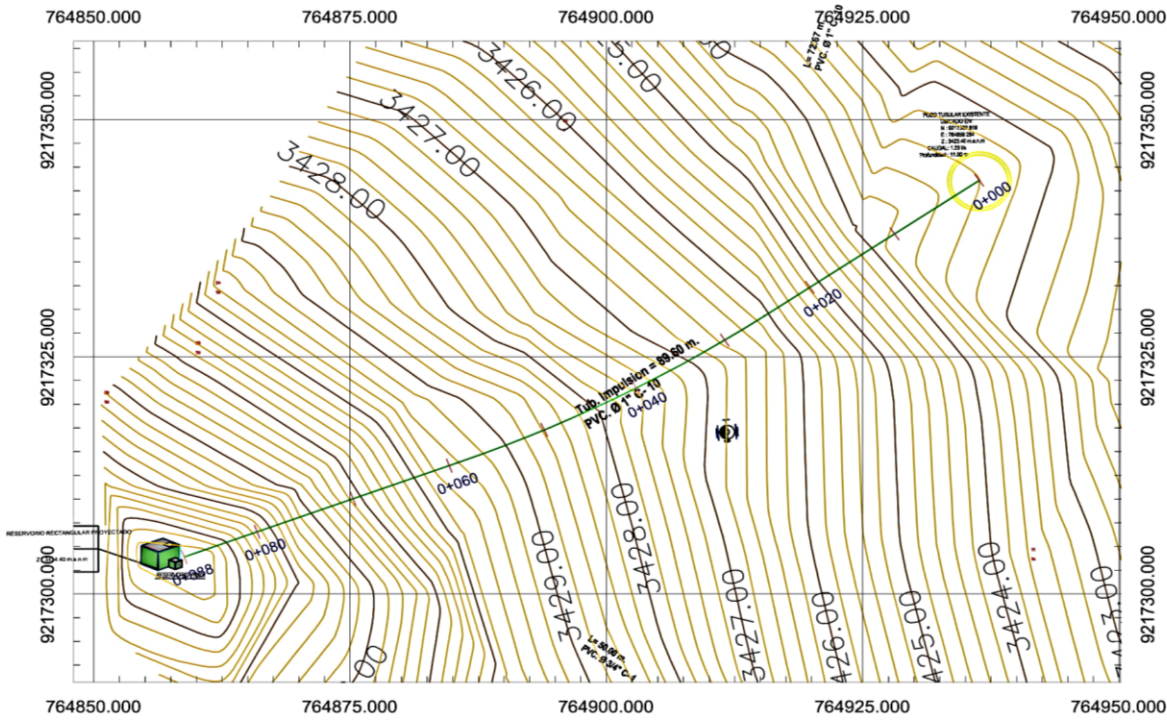
$$P_b = 0.39 \quad \text{HP}$$

Se selecciona de una bomba de:

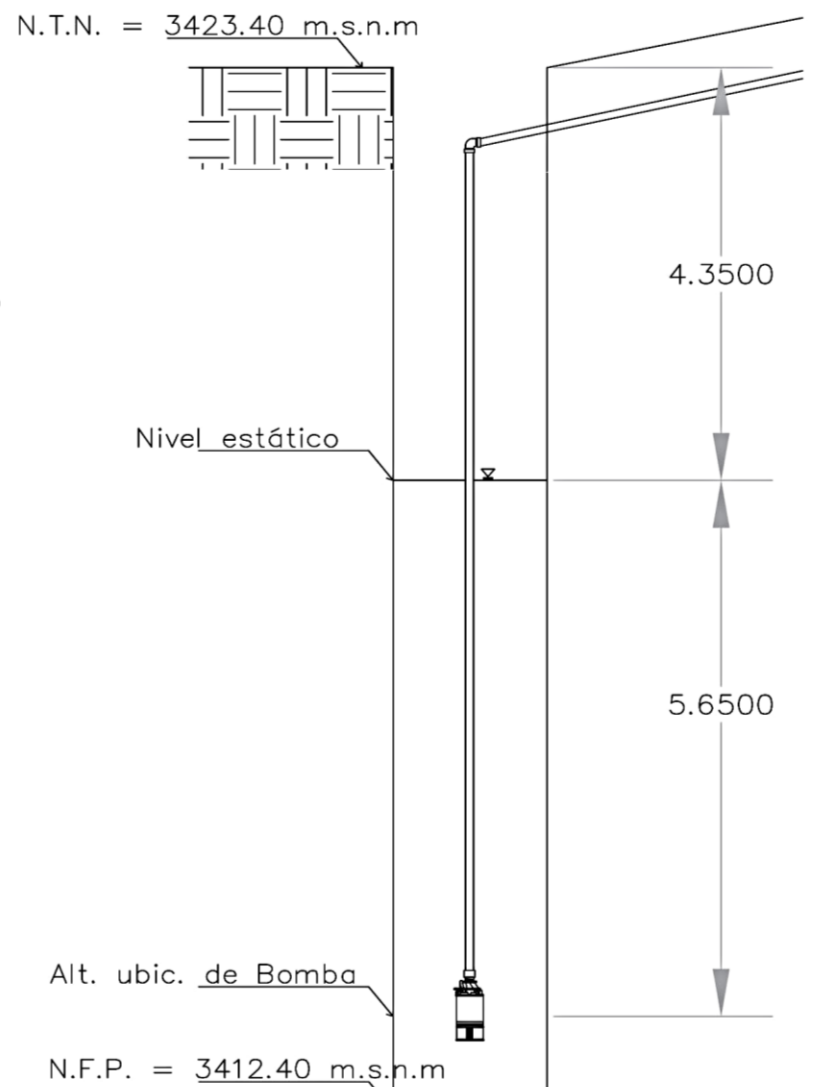
$$P_b = 1 \quad \text{HP}$$

**ANEXO N° 14: PLANO DE LA RED DE CONDUCCIÓN**

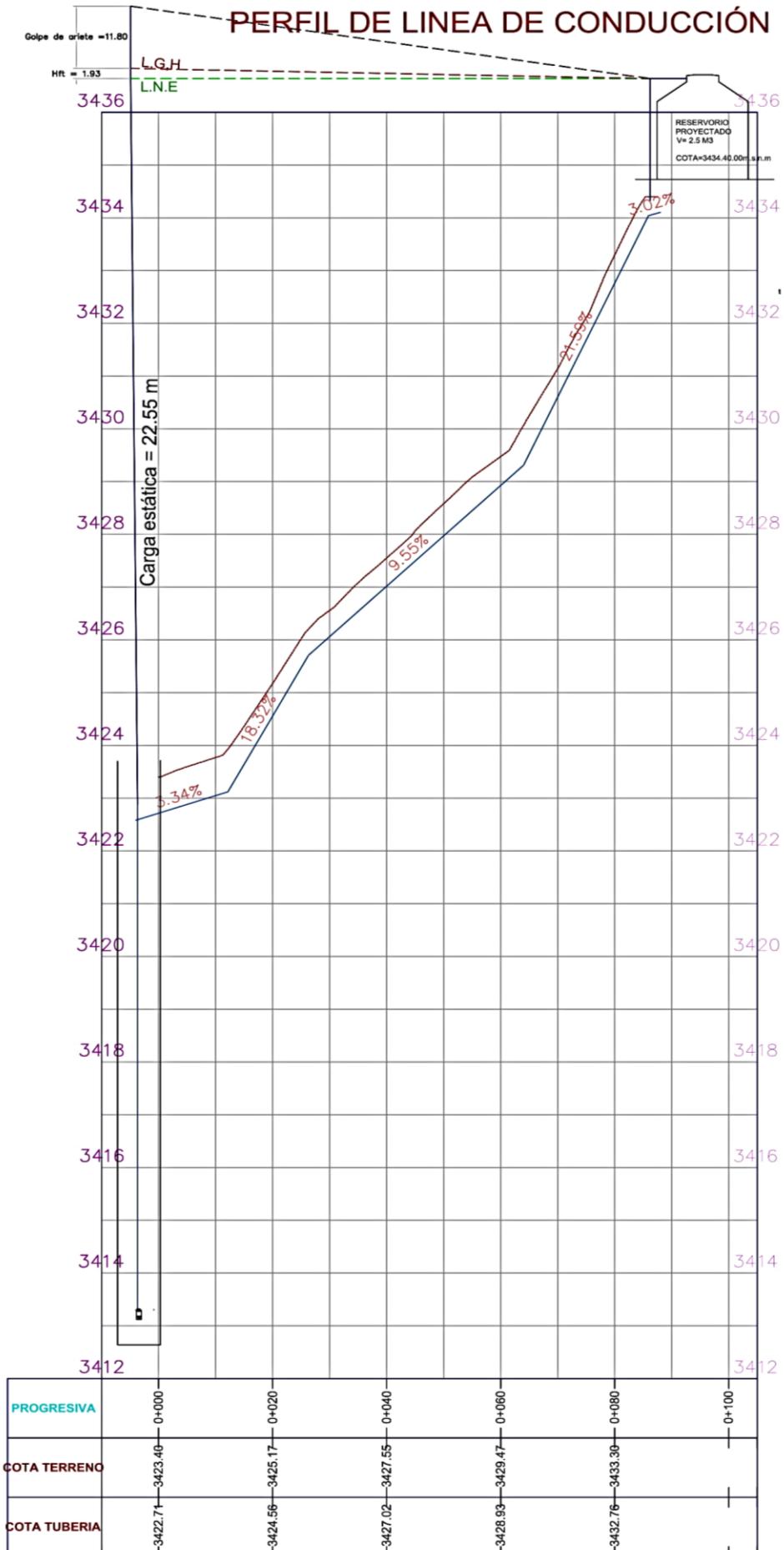
**LINEA DE CONDUCCION EN PLANTA**



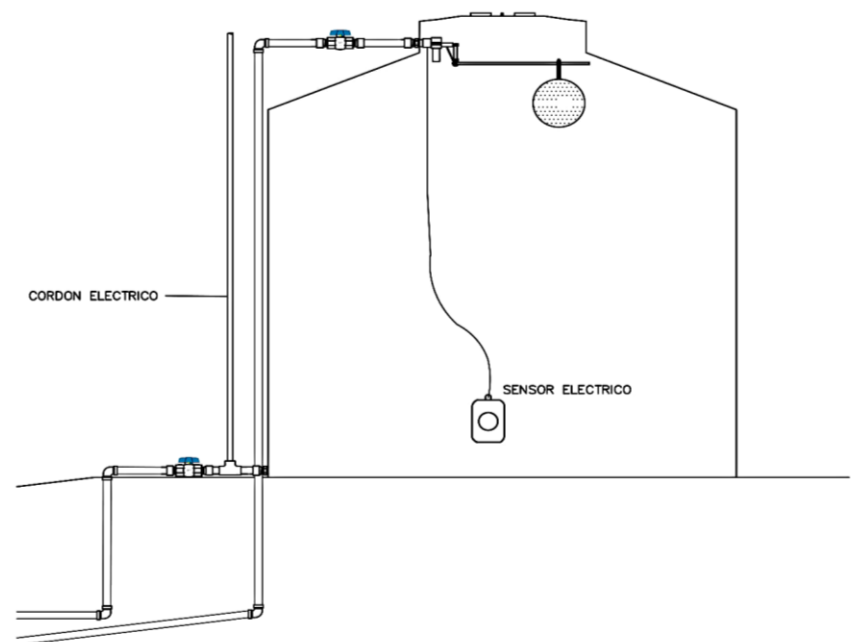
**DETALLE DE CAPTACION DE FONDO**



**PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION**

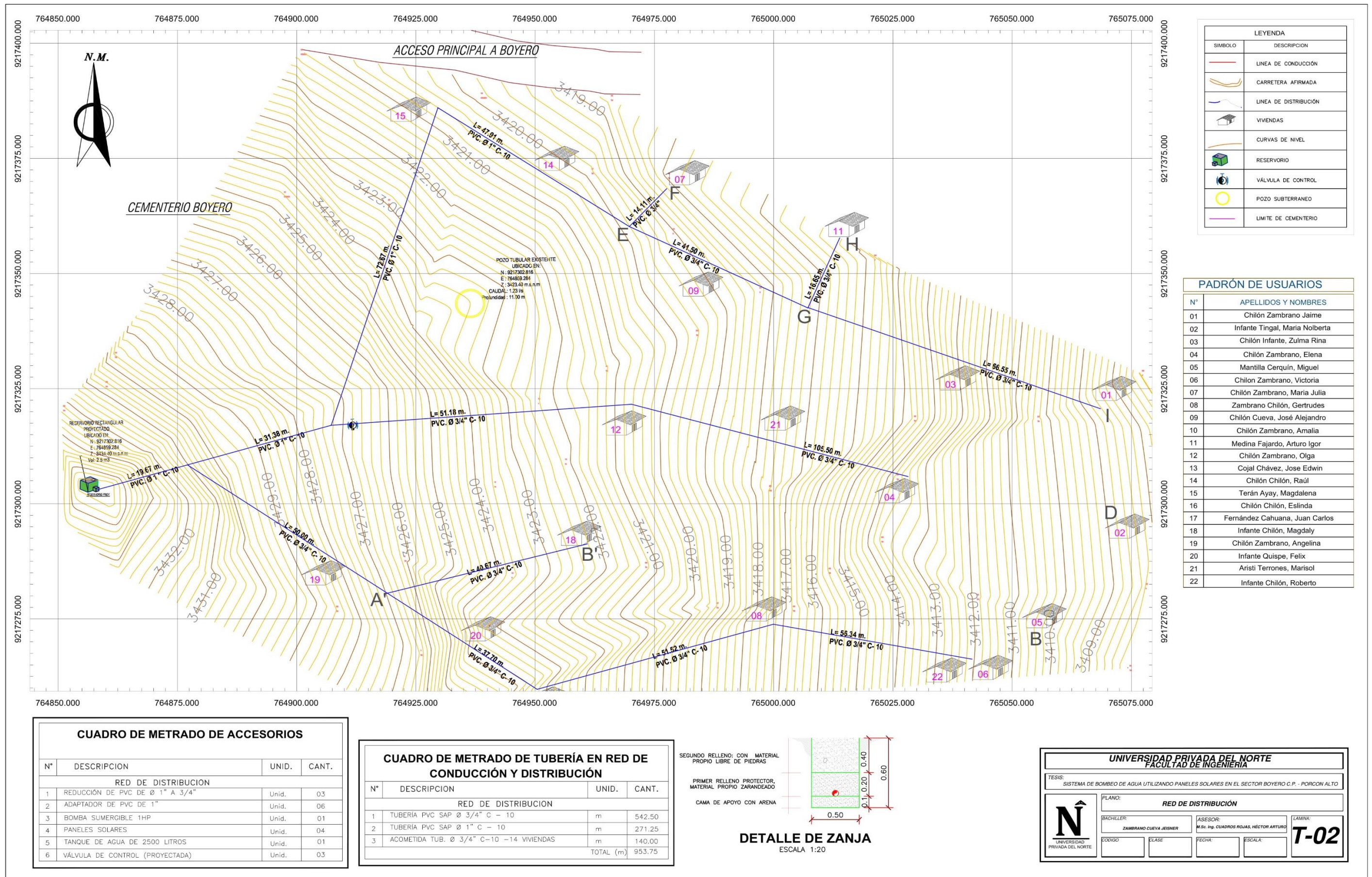


**DETALLE DE TANQUE DE POLIETILENO**



<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b> FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO C.P. - PORCON ALTO			
<b>N</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	PLANO:	<b>LINEA DE CONDUCCION</b>	
	BACHILLER:	ZAMBRANO CUEVA JEISNER	ASESOR: M.Sc. Ing. CUADROS ROJAS, HECTOR ARTURO
CODIGO:	ELASE:	FECHA:	ESCALA:
			<b>T-01</b>

# ANEXO N° 15: PLANO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	CARRETERA AFIRMADA
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
	VIVIENDAS
	CURVAS DE NIVEL
	RESERVORIO
	VÁLVULA DE CONTROL
	POZO SUBTERRANEO
	LÍMITE DE CEMENTERIO

PADRÓN DE USUARIOS	
N°	APELLIDOS Y NOMBRES
01	Chilón Zambrano Jaime
02	Infante Tingal, María Nolberta
03	Chilón Infante, Zulma Rina
04	Chilón Zambrano, Elena
05	Mantilla Cerquín, Miguel
06	Chilón Zambrano, Victoria
07	Chilón Zambrano, María Julia
08	Zambrano Chilón, Gertrudes
09	Chilón Cueva, José Alejandro
10	Chilón Zambrano, Amalia
11	Medina Fajardo, Arturo Igor
12	Chilón Zambrano, Olga
13	Cojal Chávez, Jose Edwin
14	Chilón Chilón, Raúl
15	Terán Ayay, Magdalena
16	Chilón Chilón, Esilda
17	Fernández Cahuana, Juan Carlos
18	Infante Chilón, Magdaly
19	Chilón Zambrano, Angelina
20	Infante Quispe, Felix
21	Aristi Terrones, Marisol
22	Infante Chilón, Roberto

CUADRO DE METRADO DE ACCESORIOS			
N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.
RED DE DISTRIBUCIÓN			
1	REDUCCIÓN DE PVC DE Ø 1" A 3/4"	Unid.	03
2	ADAPTADOR DE PVC DE 1"	Unid.	06
3	BOMBA SUMERGIBLE 1HP	Unid.	01
4	PANELES SOLARES	Unid.	04
5	TANQUE DE AGUA DE 2500 LITROS	Unid.	01
6	VÁLVULA DE CONTROL (PROYECTADA)	Unid.	03

CUADRO DE METRADO DE TUBERÍA EN RED DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN			
N°	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.
RED DE DISTRIBUCIÓN			
1	TUBERÍA PVC SAP Ø 3/4" C - 10	m	542.50
2	TUBERÍA PVC SAP Ø 1" C - 10	m	271.25
3	ACOMETIDA TUB. Ø 3/4" C-10 -14 VIVIENDAS	m	140.00
		TOTAL (m)	953.75



**UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**  
FACULTAD DE INGENIERÍA

TESIS: SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA UTILIZANDO PANELES SOLARES EN EL SECTOR BOYERO C.P. - PORCON ALTO

PLANO: **RED DE DISTRIBUCIÓN**

BACHILLER: ZAMBRANO CUEVA JEISNER      ASESOR: M.Sc. Ing. CUADROS ROJAS, HÉCTOR ARTURO      LAMINA: T-02

CODIGO:      ELASE:      FECHA:      ESCALA: