

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE BOMBEO DE AGUA
CON ENERGÍA SOLAR Y ENERGÍA A DIESEL EN LAS COMUNIDADES DE
SANCAYUNI Y VILLA ORINOJON - ISLA AMANTANI”**

TESIS

PRESENTADO POR:

ARMANDO JUVENAL LLANQUI COILA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

TESIS:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS DE BOMBEO
DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR Y ENERGÍA A DIESEL EN LAS
COMUNIDADES DE SANCA YUNI Y VILLA ORINOJON -
ISLA AMANTANI

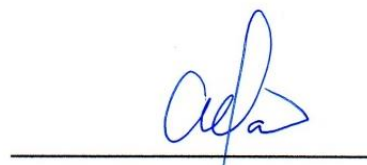
PRESENTADO POR:

ARMANDO JUVENAL LLANQUI COILA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR:


Ing. Ricardo Bardales Vassi
PRESIDENTE
Ing. Roberto Alfaro Alejo
PRIMER MIEMBRO
Ing. José Alberto Limache Rivas
SEGUNDO MIEMBRO
Ing. Edilberto Huaquisto Ramos
DIRECTOR
ASESOR DE TESIS
Ing. Edilberto Velarde Coaquira

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Aprovechamiento de energías renovables

LÍNEA: Mecanización Agrícola y Energía

DEDICATORIA

La presente tesis ha pasado a formar una de las experiencias más importantes de mi vida y por este motivo va dedicada en primer lugar a Dios por ser la luz que guía mi camino.

*Con mucho cariño y eterna gratitud a mis padres **GREGORIO SANTIAGO Y LUISA**, que son mi guía continua y por su gran apoyo para culminar mi carrera profesional.*

*A mi hermano **EDWIN GUILLERMO** por su gran apoyo y confianza.*

Gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A la Universidad Nacional Del Altiplano – Puno, y en especial a la Facultad de Ingeniería Agrícola, por guiarme y orientarme personal y profesionalmente en todo el camino para llegar hasta aquí.

- ✓ Al Ingeniero Edilberto Huaquisto Ramos, por la acertada dirección del trabajo de Tesis.

- ✓ A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola, que, han contribuido en mi formación personal y superación profesional.

- ✓ A los miembros de jurado revisor Ing. Ricardo Bardales Vassi, Ing. Roberto Alfaro Alejo, Ing. José Alberto Limache Rivas, por todo su apoyo y sugerencias constructivas a mi persona.

- ✓ A todas las personas y amigos que me dieron unas palabras de aliento en los momentos difíciles y me impulsaron a plasmar el proyecto de tesis.

INDICE

INTRODUCCION	2
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Antecedentes	6
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos.....	8
1.5. hipótesis.....	8
II. REVISION DE LITERATURA.....	10
2.1. Aspectos generales del proyecto.....	10
2.1.1. <i>Proyecto</i>	10
2.1.2. <i>Evaluación</i>	10
2.1.3. <i>Evaluación técnica</i>	11
2.1.4. <i>Propuesta</i>	11
2.1.5. <i>Alternativas de proyectos</i>	11
2.1.6. <i>Inversiones del proyecto</i>	12
2.1.7. <i>Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento</i>	12
2.2. Evaluación de los sistemas de bombeo	13
2.2.1. <i>Sistemas de bombeo</i>	13
2.2.2. <i>Selección del tipo de abastecimiento de agua potable</i>	14
2.2.3. <i>Consideraciones para el diseño de Un sistema de bombeo de agua</i>	16
2.2.4. <i>Bombeo solar fotovoltaico</i>	17
2.2.5. <i>Estaciones de bombeo</i>	18
2.2.6. <i>Bombas sumergibles</i>	19
2.2.7. <i>Potencia de la bomba</i>	21
2.2.8. <i>Fuentes de abastecimiento de agua</i>	21
2.2.9. <i>Calidad de agua</i>	22
2.2.10. <i>Cisterna de bombeo</i>	23
2.2.11. <i>Componentes de un sistema de bombeo</i>	24
2.2.12. <i>Periodo de bombeo</i>	25
2.3. Evaluación económica de costo de operación y mantenimiento	26
2.3.1. <i>Problemas de diseño y operación del sistema de bombeo</i>	26
2.3.2. <i>Operación y mantenimiento en un sistema a diesel</i>	27
2.3.3. <i>Operación y mantenimiento en un sistema fotovoltaico</i>	27
III. MATERIALES Y METODOS	29
3.1. Ubicacion.....	29
3.1.1. <i>Características generales del ámbito de estudio</i>	29
3.1.2. <i>Características socioeconómicas</i>	33
3.1.3. <i>Características agroeconómicas</i>	36
3.1.4. <i>Actividad forestal y de conservación de suelos</i>	36
3.2. Materiales y equipos.....	36

3.3.	Metodología	37
3.3.1.	<i>Identificación del proyecto de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Sancayuni</i>	39
3.3.2.	<i>Inventario del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Sancayuni y Villa Orinojon.</i>	39
3.3.3.	<i>Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel</i>	40
3.3.4.	<i>Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar</i>	49
3.3.5.	<i>Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel</i>	55
3.3.6.	<i>Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar</i>	58
3.3.7.	<i>Calidad de agua</i>	61
3.3.8.	<i>Determinación de la alternativa adecuada para el sistema de bombeo de agua potable</i>	65
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	67
4.1.	Evaluación Técnica de las alternativas de bombeo de la comunidad de Sancayuni y Villa Orinojon	67
4.1.1.	<i>Identificación del proyecto de abastecimiento de agua potable</i>	67
4.1.2.	<i>Inventario y caracterización del sistema de abastecimiento de agua potable.</i>	67
4.1.3.	<i>Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel</i>	68
4.1.4.	<i>Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar</i>	77
4.1.5.	<i>Ventajas y desventajas de las alternativas de bombeo</i>	81
4.2.	Evaluación económica de las alternativas de bombeo de la comunidad de Sancayuni y Villa Orinojon	83
4.2.1.	<i>Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel</i>	83
4.2.2.	<i>Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar</i>	85
4.2.3.	<i>Calidad de agua</i>	87
4.3.	Selección de la alternativa adecuada para el sistema de bombeo potable para las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon	88
4.3.1.	<i>Costos total de inversión</i>	89
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1.	Conclusiones	92
5.2.	Recomendaciones	94
	BIBLIOGRAFIA	95
	ANEXOS	97

LISTADO DE CUADROS

Cuadro N° 3.1 Vías de acceso a la localidad de investigacion.....	30
Cuadro N° 3.2 Operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con generador a diesel	56
Cuadro N° 3.3 Costos de operación y mantenimiento de un sistema debombeo con generador a diesel	57
Cuadro N° 3.4 Operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con panel solar	59
Cuadro N° 3.5 Costos de operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con generador a diesel mensual	60
Cuadro N° 3.6 Indicadores de evaluación	66
Cuadro N° 4.1 Características del sistema de bombeo a energía eléctrica	67
Cuadro N° 4.2 Costo y cantidad de combustible, cambios de aceite y filtro	68
Cuadro N° 4.3 Ventajas y desventajas de los sistemas de bombeo	82
Cuadro N° 4.4 Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del bombeo con energía eléctrica	83
Cuadro N° 4.5 Tarifa mensual por familia por bombeo con energía eléctrica	84
Cuadro N° 4.6 Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del bombeo con energía solar.....	85
Cuadro N° 4.7 Tarifa mensual por familia por bombeo con energía solar	86
Cuadro N° 4.8 Resultado de análisis físico químico de agua	87
Cuadro N° 4.9 Resultado de análisis microbiológico de agua	87
Cuadro N° 4.10 Cuaro de indicadores de evaluacion.....	89
Cuadro N° 4.11 Costo total de inversión de los sistemas de bombeo.....	90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Estación de bombeo	19
Figura 2.2 Bomba sumergible	20
Figura N°: 3.1 Esquema metodológico básico para la evaluación de las alternativas de bombeo.....	38
Figura. 3.2 Curva característica de la bomba	46
Figura. 3.3 Esquema de Componentes sistema de bombeo con energía solar	50
Figura N° 4.1, Curva característica de la bomba HIDROSTAL modelo SO4SH	75
Figura N° 4.2 Relacion entre el caudal diario y el tipo de bomba para energía solar	81
Figura N° 4.2 Comparación de costos de inversión total, energía a diesel y energía solar	91

RESUMEN

El problema del suministro y disponibilidad de agua en la población rural de nuestro País y la Región es una preocupación latente y cada vez más complicado, el crecimiento demográfico desordenado del medio rural hace que el consumo de agua potable sea cada vez mayor, motivo por el cual se debe suministrar de manera adecuada y racional.

En la actualidad las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon no disponen de los servicios básicos de agua potable ni desagüé, la población de las comunidades consumen el agua de pozos que están ubicados en lugares lejanos a sus viviendas que distan de 500 a 700 m. y sin ningún control sanitario ni tratamiento previo, muchas veces llegando a consumir del lago Titicaca principalmente en épocas de escases de agua.

Para realizar el presente trabajo se evaluara la situación actual de los sistemas de bombeo existentes en el lugar e investigación para luego determinar la mejor alternativa, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno y realizando un análisis económico de las alternativas para evaluar el costo de vida en su operación y mantenimiento de ambos sistemas de bombeo, para así seleccionar la alternativa más adecuada para la zona de estudio.

Al realizar el presente estudio llegamos a la conclusión de que la mejor alternativa para solucionar el problema de agua potable en dichas comunidades, es el bombeo de agua potable mediante la utilización de la energía solar, debido a que no requiere de mano de obra calificada para la operación y mantenimiento ya que solo consiste en realizar las limpiezas de los paneles, limpieza del tanque, esto lo puede realizar el propio beneficiario y el costo del ciclo de vida útil en un periodo de 20 años asciende a S/. 668,533.14 mientras que del bombeo con energía a diesel es de S/. 761,168.43 teniendo una diferencia el monto de S/ 92,635.29, y mensual con energía solar asciende a S/. 450.00 mensuales, mientras que en la

generación de energía a diesel tiene un costo de S/. 1,238.08, siendo mayor y más complicado y requiere de un personal técnico especializado.

La alternativa seleccionada tendrá las siguientes características: un sistema de bombeo con una corriente de 15 A, el arreglo fotovoltaico tendrá una capacidad de 2387.4watts.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación titulado: Análisis comparativo de las alternativas de bombeo de agua con energía solar y energía a diesel en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon – isla Amantani, tiene como propósito evaluar la situación actual de los sistemas de bombeo existentes en el lugar de investigación para luego determinar la mejor alternativa, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno y realizando un análisis económico de las alternativas para evaluar el costo de vida en su operación y mantenimiento de ambos sistemas de bombeo, para así seleccionar la alternativa más adecuada para la zona de estudio

El Capítulo I, explica la razón del planteamiento del problema, formando parte de ello la descripción, antecedentes, justificación, los objetivos y las hipótesis de investigación, a los que se arriba.

En el capítulo II, se sustenta el marco teórico de la investigación; el cual está compuesto por la revisión de literatura de acuerdo a las variables e indicadores, y el marco conceptual básico.

En el Capítulo III, se explica la metodología de la investigación tomando en consideración los siguientes puntos:

los materiales y equipos usados, identificación del proyecto en estudio, inventario de los sistemas de abastecimiento de agua, evaluación técnica y evaluación económica.

Capitulo IV, se presenta el análisis e interpretación de los resultados de las evaluaciones técnicas y económicas, tomando en cuenta los resultados de los

cálculos realizados, análisis de agua. Para la interpretación de los cuadros y gráficos.

Finalmente, en el Capítulo V, se da a conocer las conclusiones y las recomendaciones a las que se arribaron, adjuntándose además los respectivos anexos.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según estudio publicado por la Organización Mundial de Salud, a nivel internacional se estima que cada año mueren 3.3 millones de personas a causa de la enfermedad diarreica aguda (EDA) y 1.5 millones sufren de infecciones parasitarias siendo resultado de la contaminación del ambiente, en nuestro país el año 2002, Ministerios de Salud, publica 1'168,648 casos de EDA, de los cuales 700,000 fueron niños menores de cinco años.

Mediante la evaluación de servicios de agua y saneamiento en el Perú, mediante la inversión realizada en el medio rural se estima que 425 millones de dólares tuvieron poco impacto, por la falta de estrategia sectorial y la aplicación de tecnología sin una evaluación social previa.

El problema del suministro y disponibilidad de agua en la población rural de nuestro país y la región una preocupación latente y cada vez más complicado, el crecimiento demográfico desordenado del medio rural hace que el consumo de agua potable sea cada vez mayor, motivo por el cual se debe suministrar de manera adecuada y racional.

En la actualidad las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon no disponen de los servicios básicos de agua potable ni desagüé, en la actualidad consumen el agua de pozos que están ubicados en lugares lejanos a sus viviendas que distan de 500 a 700 m. y sin ningún control

sanitario ni tratamiento previo, muchas veces llegando a consumir del lago Titicaca principalmente en épocas de estiaje, esta situación motivó a la población a plantear soluciones reales al problema de falta de agua potable.

Las fuentes de abastecimiento de agua superficiales de los lugares de estudio en la actualidad son escasas, los ojos de agua o manantiales existentes por la topografía irregular están ubicados en zonas bajas de la población, para abastecimiento óptimo del recurso hídrico de consumo poblacional es necesario impulsar o bombear a las partes altas de la población para luego sean distribuidas, además es importante resaltar que las comunidades rurales en estudio y del medio en su mayoría tienen un nivel socio cultural bajo, así como escasos recursos económicos y materiales, lo que nos permite implementar en ellas proyectos con características tecnológicas que impliquen una inversión elevada, por lo tanto existe la necesidad de simplificar las soluciones para lograr que estén de acuerdo con la capacidad existente en las comunidades, para construir operar y mantener, estos sistemas de modo que puedan cumplir cabalmente su objetivo.

La grave crisis ambiental y el agotamiento de los recursos, son factores que han permitido plantear el estudio de evaluación de energía solar y a diesel que permita resolver los grandes retos del futuro, así en el intento de lograr estos objetivos para las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon de la isla de Amantani, se ha realizado el presente estudio con el objetivo de proponer una alternativa de solución en el sistema de agua potable.

1.2. ANTECEDENTES

En el año 2002 FONCODES ejecuta a pedido de la Municipalidad de Pomata el proyecto de abastecimiento de agua potable por bombeo con energía eléctrica en la localidad de Chatuma, dicho proyecto transcurrido los años dejó de funcionar por falta de presupuesto para el mantenimiento y deficiencia en el cuidado de la infraestructura.

En el año 2001 FONCODES ejecutó proyectos de abastecimiento de agua potable para la isla de Amantani para la población concentrada por medio de bombeo con energía eólica y otra con energía eléctrica generada por combustible, pero la obra ejecutada en su etapa de funcionamiento no solucionó en su totalidad el problema ya que en épocas donde no existen vientos este sistema deja de funcionar y el otro sistema dejó de funcionar por motivos de no contar con suficiente economía para solventar los gastos de operación y disponibilidad de combustible que genere la energía necesaria para bombear el agua.

En el año 2008 FONCODES ejecuta a pedido de la Municipalidad de Atuncolla el proyecto de Sistema de agua potable mediante sistema solar en el centro poblado de Llungo, que a la actualidad viene suministrando agua a dicha población.

Considerando los antecedentes y las necesidades del servicio de agua potable de las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon de la isla de Amantani, previo aprobación de las comunidades con sus respectivas

autoridades, realizado en el centro poblado del distrito de Amantani es que se opta por hacer otro tipo de sistema de abastecimiento de agua potable que solucione el problema de la falta de agua en todo el año.

1.3. JUSTIFICACION

El proyecto de investigación propone realizar el análisis comparativo de las alternativas de bombeo de agua con energía solar y energía a diesel lo que compromete a la población del distrito con mediante el resultado de análisis del abastecimiento de agua potable con el tipo de bombeo más rentable, pretende beneficiar a la población y mejorar las condiciones y calidad de vida de los beneficiarios de este proyecto, además contribuir en forma positiva los hábitos de higiene de la población lo que evitara en lo futuro la contaminación del agua y la dotación a la población para consumo humano en condiciones de salubridad que garantice la reducción de enfermedades gastrointestinales como la hepatitis, diarrea, tifoidea, etc.

En la actualidad las comunidades tienen una población total de 875 habitantes, dedicado a las actividades del turismo, agrícola y pesca, los pobladores no cuentan con servicios básicos, la Municipalidad Distrital de Amantani, ha establecido plantear el proyecto de saneamiento con el fin de atender la carencia del servicio de agua por medio de bombeo pero que a su vez sea rentable a lo largo del tiempo.

El estudio que se realizó apostara mediante la determinación del tipo de energía en beneficio y solución a la falta del abastecimiento de agua potable

en las diferentes zonas que tengan las mismas condiciones del lugar del presente estudio.

1.4. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Analizar los sistemas de bombeo de agua con energía solar y energía a diesel que nos permita plantear una alternativa que solucione el problema de abastecimiento de agua potable en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon.

OBJETIVO ESPECIFICO

- ✓ Recolectar información necesaria para realizar la evaluación de los sistemas de bombeo con energía solar y energía a diesel en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon.
- ✓ Evaluar los sistemas de abastecimiento de agua potable por bombeo con energía solar y energía a diesel en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon y plantear una alternativa de solución.

1.5. HIPOTESIS

HIPOTESIS GENERAL

- ✓ Mediante el análisis de los sistemas de bombeo de agua existentes en el lugar de estudio, la alternativa que nos permite plantear una solución

del problema de abastecimiento de agua potable en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon es la utilización de la energía solar.

HIPOTESIS ESPECIFICOS

- ✓ Mediante la información recolectada del lugar de estudio ya se puede realizar la evaluación de los sistemas de bombeo para plantear una alternativa que soluciones el problema del abastecimiento de agua potable en dichas comunidades.

- ✓ Al realizar la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable se determina que el bombeo con energía solar es más apropiado para la zona por necesitar menores costos de mantenimiento y operación.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS GENERALES DE PROYECTO

2.1.1. Proyecto

Baca (2001), define que el proyecto, es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver entre muchas, una necesidad humana.

Nassir & Sapag (2003), mencionan que los proyectos surgen de las necesidades individuales y colectivas de la persona. Es ella la que importa, son sus necesidades las que se debe satisfacer a través de una adecuada asignación de recursos, teniendo en cuenta la realidad social, cultural y política en la que el proyecto pretende desarrollarse.

2.1.2. Evaluación

Es un conjunto de factores indicadores o parámetros que presentan algún aspecto a través de la comparación de los beneficios generados y los costos incurridos del proyecto.

CICDA (1993), sustenta que la evaluación consiste en apreciar una acción y conviene precisar entonces sobre qué aspectos se va a realizar, para ello es necesario definir criterios (punto de vista desde el cual se puede hacer un balance sobre la realidad y aclararla) también se puede buscar conocer los efectos de la acción, saber si los resultados responden

bien a los objetivos generales seleccionados, entonces se trabajara con criterios de impacto.

2.1.3. Evaluación técnica

Quiroz (1972), explica que es donde se priorice la intencionalidad diagnóstica, explorar, verificar el estado de la infraestructura en cuando a conocimiento previos.

Los pasos que se siguen en la evaluación técnica son:

- Acción y efecto de diagnosticar.
- Recopilación de datos
- Análisis de los datos obtenidos.
- Reconocimiento de problemas y defectos.
- Evaluación del problema.

2.1.4. Propuesta

Plaza (1987), indica para obtener un mejor beneficio de los recursos que se dispone, que hace necesario buscar posibles alternativas coherentes, realistas de solución, entonces según el diccionario enciclopédico (2002), “es la idea que se manifiesta y ofrece alguien con determinado fin”

2.1.5. Alternativas de proyectos

El concepto de alternativas de proyectos se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden

tener poblaciones objetivos distintos como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado.

2.1.6. Inversiones del proyecto

Sapag (2007), menciona que la mayoría de las inversiones de un proyecto se concentra en aquellas que se deben realizar antes del inicio de la operación, aun que es importante también las que se deben realizar durante la operación del proyecto, tanto como para enfrentar la ampliación proyectada del nivel de actividad.

Para Baca (2001), un proyecto de inversión es un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporciona insumos de varios tipos, podrá producir un bien o un servicio útil al ser humano o a la sociedad en general. La evaluación de un proyecto de inversión cualquiera que este sea, tiene por objeto conocer su rentabilidad económica y social de tal manera que asegure resolver una necesidad humana en forma eficiente, segura y rentable.

2.1.7. Tasa de crecimiento de los costos de mantenimiento

Sapag (2007), define que los costos de mantenimiento de las maquinas tienden a ser considerados, en la evaluación de proyectos, como un valor constante en el curso de los años, sin embargo, este costo varía

permanentemente, pudiendo ser e alta significación en proyectos de reemplazo donde la variable determinante de aceptación o rechazo está basado en costos relevantes

A medida que el tiempo transcurre y los equipos son más antiguos y tienen mayor cantidad de horas de uso acumuladas, estos empiezan a requerir cada vez más repuestos, más horas hombre destinado a su reparación y más insumos para efectuar el mantenimiento.

2.2. EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE BOMBEO

2.2.1. Sistemas de bombeo

Blanco y Velarde (1994), sustentan que un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos.

Según CARE (2004), hay varias maneras de bombear agua con pozo perforado. La diferencia consiste en el tipo de energía que se usa. Se puede utilizar varios tipos de energía, por ejemplo: energía solar o generador eléctrico a diesel. Cada tipo tiene sus ventajas y desventajas. Para diseñar un sistema de bombeo de agua, es importante conocer los detalles de cada tipo de energía antes de decidir cuál sistema es lo más aplicable para comprar.

Esta sección da una comprensión sobre cómo hacer para que un sistema sea sostenible, es decir, económicamente viable y competitivo; socialmente realizable, de manera que los comunitarios puedan mantener y operar el sistema; ecológicamente estable, que no produzca daños al medio ambiente de tal manera que baje la productividad, la salud y el bienestar de la comunidad.

2.2.2. Selección del tipo de abastecimiento de agua potable

Existen dos tipos de abastecimiento de agua potable las cuales son:

A. Abastecimiento de agua potable por gravedad

En este caso el ojo de agua deberá estar ubicado más arriba que la última casa para que esta pueda abastecerse de agua potable, los componentes de un sistema por gravedad son:

- a. Captación.
- b. Línea de conducción – tubería entre captación y planta de tratamiento o reservorio de almacenamiento.
- c. Planta de tratamiento para mejorar la calidad de agua.
- d. Reservorio de almacenamiento.
- e. Línea de aducción – tubería entre reservorio e inicio de la red de distribución.
- f. Red de distribución – tuberías que distribuye el agua en la población.
- g. Piletas públicas o domiciliarias.

B. Abastecimiento de agua potable por bombeo

Esto sucede cuando los ojos de agua están por debajo de las casas que se abastecerán de agua, para ello es necesario bombear el agua a la parte más alta para que los beneficiarios tengan acceso a ello, los componentes en un sistema de bombeo, se tiene respecto al sistema de gravedad básicamente solo 3 cambios.

- a. La captación se convierte en estación de bombeo.
- b. La línea de conducción se convierte en línea de impulsión.
- c. No se utiliza planta de tratamiento.
- d. El resto de los componentes se mantienen igual

Para el funcionamiento de este sistema se requiere de un tipo de generación de energía para lo cual existen varias formas de generar:

- Motor a gasolina.
- Panel solar.
- Motor diesel.
- Red eléctrica.
- Molino de viento.

Adicionalmente deberán considerarse los siguientes aspectos:

- Los motores diesel o gasolina, deberán renovarse cada 5 a 10 años de acuerdo a su uso.
- Los paneles solares se estima que duren por lo menos 20 años.

- La red eléctrica supone de altos costos de operación y mantenimiento
- Los molinos de viento, representan muchos problemas en su mantenimiento y su funcionamiento de acuerdo a la estacionalidad de los vientos representa mucha incertidumbre.

2.2.3. Consideraciones para el diseño de Un sistema de bombeo de agua

Según CARE (2004), para elegir un sistema de bombeo de agua, no es suficiente tomar en cuenta las ventajas y desventajas generales y los costos. El tipo de sistema más común para bombear agua en lugares donde no hay una red eléctrica, es una bomba eléctrica con generador a diesel y otra opción frecuentemente usada es con paneles solares. Como estos sistemas son los más comunes y requieren una inversión bastante fuerte, la comparación estará especialmente dirigida a esos dos tipos de sistemas. Después de la comparación general el capítulo termina con algunas observaciones de otros sistemas que no son siempre aplicables como bomba rosario, generador a gas o energía eólica.

Los factores técnicos y sociales que se deben tomar en cuenta aparte de los costos de un sistema son:

- La cantidad de agua deseada diaria. Relacionado al uso del agua para consumo humano, ganado o riego.
- Combinado con el anterior, la profundidad del agua en la tierra y la altura del tanque a la que se tiene que bombear.

- Características ambientales: tipo y cantidad de recursos naturales (sol, viento, biomasa), ubicación de la comunidad, red eléctrica, calidad de los caminos.
- Situación local: capacidad técnica, económica y organizativa de la comunidad.

2.2.4. Bombeo solar fotovoltaico

Poza (2007), sustenta gracias a conversaciones con expertos en el mundo de la energía solar fotovoltaica, Dominique Campana, ingeniera francesa y apasionada por los problemas medioambientales, pensó en la modalidad fotovoltaica de la energía solar para hacer funcionar bombas de agua. Con la colaboración del fabricante de bombas Guinard, líder en Francia, y Philips como suministrador de módulos, llevó a cabo su idea poniendo en marcha el primer sistema de bombeo fotovoltaico del mundo. Guinard colaboró fabricando un prototipo de bomba para el sistema de Campana sustituyendo el motor de alterna por uno especial de corriente continua, como la generada por los módulos, y además mejorando el rendimiento de la bomba, con lo que el número de módulos necesarios se redujo. El prototipo fue instalado en una granja en la isla francesa de Córcega, residencia habitual de Campana, y allí fue puesto a punto por ella misma. El resultado fue excelente y sirvió para suministrar agua a la granja en sus necesidades diarias.

A. Características meteorológicas

CARE (2004), menciona que la radiación solar es un dato significativo para comprender la factibilidad de bombear agua con energía solar. La radiación solar es la cantidad de energía solar (W) que llega a la tierra por metro cuadrado (kWh/m²), ésta difiere por el lugar, por el mes del año y por las horas solares pico. El rendimiento de la bomba solar está relacionado directamente con las horas picos de sol diario, más horas de sol significa más horas de bombeo.

2.2.5. Estaciones de bombeo

OPS/CEPIS (2005), explica que 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.

Elementos de las estaciones de bombeo

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

- Caseta de bombeo.
- Cisterna o pozo de bombeo.
- Equipo de bombeo.
- Grupo generador de energía y fuerza motriz.

- Tubería de succión.
- Tubería de impulsión.
- Válvulas de regulación y control.
- Interruptores de máximo y mínimo nivel.
- Tableros de protección y control eléctrico.
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos.
- Área para el personal de operación.
- Cerco de protección para la caseta de bombeo.

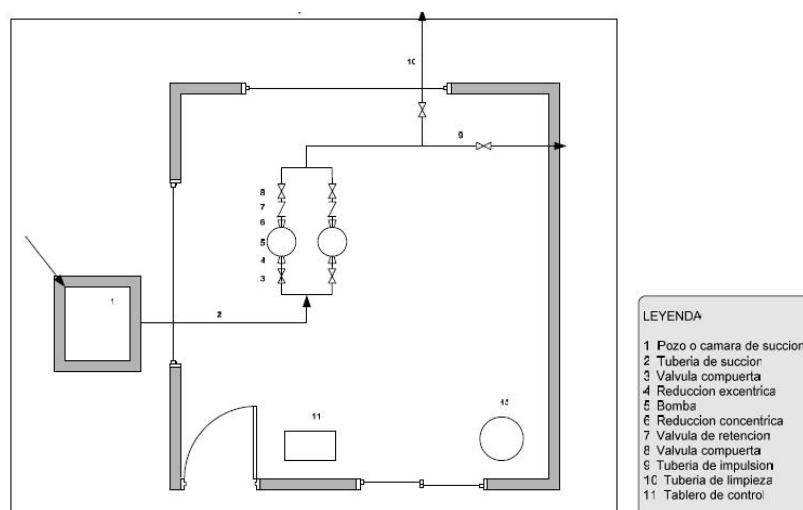


Figura 2.1 Estación de bombeo.

2.2.6. Bombas sumergibles

Una bomba sumergible es una bomba que tiene un impulsor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Las bombas sumergibles se encuentran en muchos usos, las bombas de etapa simple se utilizan para el drenaje, el bombeo de aguas residuales, el bombeo industrial general y el bombeo de la mezcla. Las bombas sumergibles de la etapa múltiple se bajan típicamente abajo de una perforación y se utilizan para la abstracción del agua en pozos.



Figura 2.1 Bomba sumergible. (Hidrostaal)

Según guía para el desarrollo de proyectos de bombeo de agua, las ventajas y desventajas de las bombas sumergibles son:

Ventajas

- Comúnmente disponibles.
- Pueden tolerar pequeñas cantidades de arena.
- Pueden utilizar el agua como lubricante.
- Cuentan con motores de CC de velocidad variable o CA.

- Manejan flujos altos.
- Operan a cargas dinámicas grandes.

Desventajas

- Tienen un rango de eficiencia estrecho con respecto a la CDT.
- Se dañan si trabajan en seco.
- Deben extraerse para darles mantenimiento.
- Sufren desgaste acelerado cuando se instalan en fuentes corrosivas.

2.2.7. Potencia de la bomba

La energía que entrega la bomba al fluido se conoce como potencia. De este modo, la potencia en el eje de la bomba, considerando su eficiencia, es aquella que corresponde para elevar una determinada masa de agua por unidad de tiempo, comunicándole una cierta presión al fluido para vencer la carga magnética.

2.2.8. Fuentes de abastecimiento de agua

Agüero (1997), define que las fuentes de agua constituyen un elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, calidad y cantidad. Se considera tres fuentes principales de agua.

- a) Agua de lluvia.- la captación de agua de lluvia se emplea en aquellos casos en los que no es posible obtener aguas superficiales y

subterráneas de buena calidad y cuando el régimen de lluvias sea importante.

- b) Aguas superficiales.- Están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. Que discurren naturalmente en la superficie terrestre, estas fuentes no son tan deseables, especialmente si existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba.
- c) Aguas subterráneas.- Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así aguas subterráneas.

La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica de los acuíferos.

2.2.9. Calidad de agua

OPS/CEPIS. (2005), define que los requerimientos básicos para que el agua sea potable:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco color, etc.).
- No salina.
- Que no contenga compuestos que acusen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

En cada país existen reglamentos en los que se consideran los límites de tolerancia en los requisitos que debe satisfacer una fuente. Con la finalidad de conocer la calidad de la fuente que se pretende utilizar se deben realizar los análisis fisicoquímico y bacteriológico y conocer los rangos tolerables de la OMS, que son los referentes en el tema.

2.2.10. Cisterna de bombeo

Según OPS/CEPIS (2005), son cámaras de forma circular, cuadrada o rectangular (vista de planta) que tienen la función de almacenar el agua, previa a su bombeo.

Esta cámara, desde donde parte la tubería que conduce el agua hacia la bomba debe poseer dimensiones mínimas para facilitar el asentamiento de las piezas, evitar grandes velocidades y agitación de las aguas, y permitir el acceso para labores de mantenimiento.

A veces, no existe propiamente una división estructural con las características de una cisterna, pues la toma de agua es hecha directamente de un río, represa un reservorio de agua muy amplio.

En el diseño de la cisterna de bombeo deben tenerse en cuenta las siguientes Consideraciones:

Dimensiones de la cisterna

Las especificaciones siguientes son referentes a la posición y disposición de las bombas de eje vertical; sin embargo, también pueden ser aplicadas para las bombas de eje horizontal.

En el cálculo del volumen de las cámaras de bombeo se presentan dos casos:

- Cisterna de bombeo con almacenamiento, que se debe emplear cuando el rendimiento de la fuente no sea suficiente para suministrar el caudal de bombeo.
- Cisterna de bombeo sin almacenamiento, que se debe emplear cuando la fuente de provisión de agua tenga una capacidad mayor o igual al caudal de bombeo.

Cisterna de bombeo con almacenamiento

El volumen de la cisterna de bombeo con almacenamiento debe ser calculado realizando un balance o diagrama de masas, considerando el caudal mínimo de la fuente de agua y el caudal de bombeo.

2.2.11. Componentes de un sistema de bombeo

Energía a diesel

Un sistema típico con generador eléctrico consiste de las siguientes partes:

- Bomba eléctrica de corriente alterna (CA).
- Generador de energía Eléctrica a Diesel
- Tablero de control
- Tanque de almacenamiento.
- Tubería y grifos hasta las casas.

Energía solar

Los componentes de un sistema de bombeo de agua con panel solar son los siguientes:

- Una bomba eléctrica, preferiblemente CC, es la apropiada para bombas solares y tiene mejor eficiencia.
- Un arreglo de paneles fotovoltaicos.
- Tablero de control.
- Tanque de almacenamiento.
- Instalación de tubería y grifos hasta las casas.

2.2.12. Periodo de bombeo

OPS/CEPIS (2005), explica que el número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.

Por razones económicas y operativas, es conveniente adoptar un periodo de bombeo de ocho horas diarias, que serán distribuidas en el

horario más ventajoso. En situaciones excepcionales se adoptará un periodo mayor, pero considerando un máximo de 12 horas.

2.3. EVALUACION ECONOMICA DE COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

2.3.1. Problemas de diseño y operación del sistema de bombeo

Blanco y Velarde (1994), explican que la especificación básica que debe satisfacer un sistema de bombeo es el transporte de un caudal de un determinado fluido de un lugar a otro. Además, suele ser necesario que el fluido llegue al lugar de destino con una cierta presión, y que el sistema permita un rango de variación tanto del caudal como de la presión.

El diseño de un sistema de bombeo consiste en el cálculo y/o selección de las tuberías, bombas, entre otros, que permitan cumplir las especificaciones de la forma más económica posible.

De todas formas, aunque el dinero suele ser una parte muy importante al final de un diseño, para que esté correctamente realizado es necesario contemplar otros aspectos como la seguridad, fiabilidad, facilidad de mantenimiento, impacto ambiental y otros factores humanos, que en muchos casos quedan fuera del ámbito del presente estudio.

En cuanto a la operación de un sistema de bombeo, hay que tener en cuenta los sistemas de regulación y control que permitan obtener el caudal y

la presión deseados, así como los problemas de cavitación, inestabilidades y transitorios que se puedan producir.

2.3.2. Operación y mantenimiento en un sistema a diesel

Una de las características más importantes de un sistema con generador a diesel es la gran potencia del motor. Esto permite bombear una cantidad de agua hasta profundidades muy grandes. La instalación es bastante fácil y hay mucha experiencia en esto a nivel regional. Los bajos costos iniciales pueden ser una ventaja para la institución que instale el sistema (por ejemplo una ONG, municipio o gobiernos regionales), pero el combustible que consume el generador hace que los costos de operación para una comunidad pobre del área rural sean altos. Mientras más fuerza necesita una bomba (por la cantidad de agua o la profundidad) más combustible requiere consumir. La capacidad económica de una comunidad, determina en gran medida el éxito del sistema, porque si la comunidad no puede pagar el mantenimiento necesario, el sistema no cumplirá su vida útil; sin embargo, si la comunidad aparte de los costos de diesel, aceite y filtros, todavía puede ahorrar para el mantenimiento necesario, el sistema puede resultar durable.

2.3.3. Operación y mantenimiento en un sistema fotovoltaico

La operación y mantenimiento de un sistema de bombeo solar si es bien diseñado e instalado, es muy sencillo. Hay posibilidades (por bajo costo) de automatizar todo el sistema. Eso funciona con interruptores (flotador y electrodo). El instalador del sistema debe proveer un manual de operación y

Mantenimiento para el operador, que conste de los principios de operación del sistema, el mantenimiento de rutina y los requerimientos de servicio. En general el mantenimiento de un sistema fotovoltaico de bombeo requiere lo siguiente:

Mantenimiento de rutina y reparaciones menores. Eso incluye el monitoreo de desempeño del sistema, el nivel de agua y su calidad. Una inspección visual puede detectar ruidos o vibraciones inusuales, corrosión, invasión de insectos, componentes o conexiones eléctricas sueltas, fugas de agua, algas, etc. El operador puede solucionar la mayoría de esos problemas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

3.1.1. Características generales del ámbito de estudio

3.1.1.1. *Ubicación*

El área de estudio se encuentra ubicada de la siguiente manera:

a) Ubicación área geográfica

Coordenadas UTM 8268955.75 N, 424318.97 E

Altitud 3921.00 m.s.n.m.

b) Hidrográfica

Cuenca : lago Titicaca

Vertiente : lago Titicaca

c) Política

Comunidad : Alto Sancayuni – Villa Orinojon

Distrito : Amantani

Provincia : Puno

Departamento : Puno

3.1.1.2. Vías de comunicación y acceso

El distrito de Amantani, es una isla que se encuentra ubicado el interior del lago Titicaca, teniendo acceso principal del puerto embarcadero de la ciudad de Puno vía acuática, como se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro Nº 3.1 Vías de Acceso a la localidad de investigación

TRAMO	DISTANCIA (KM)	TIEMPO RECORRIDO	TIPO DE VIA
MUELLE PUNO – EMBARCADERO PRINCIPAL ISLA AMANTANI	120	4 HORAS	LACUSTRE
EMBARCADERO PRINCIPAL AMANTANI – LUGAR DE ESTUDIO	1.7	50 MIN	A PIE

Fuente: *Elaboración Propia* (2012)

3.1.1.3. Fisiografía y climatología.

a) Fisiografía

El área del proyecto tiene pendientes suaves, en las partes altas presenta un paisaje con cerros cubiertos de vegetación típica de la zona (chilligua, paja, y otros), el aspecto general es de una planicie, con ligeras lomadas rocosas en determinados espacios y puntos, presenta depresiones de poca profundidad sobre las que circulan las escorrentías formando charcos de agua temporales

b) Clima

Las condiciones climáticas, responden a su ubicación geográfica respectiva

El clima de la zona es típico del altiplano Frio - seco, por encontrarse sobre una altura de los 3921 m.s.n.m., pero se registra dos estaciones principales. El clima Puna Alta que tiene un régimen de estaciones similar al del Altiplano, teniendo como diferencia los meses más fríos entre los meses de mayo a Julio con temperaturas que descienden hasta -10° . Soplan vientos fríos en direcciones variables

El clima del altiplano tiene un período frío entre mayo y agosto, este último es parcialmente un mes con mucho viento; las temperaturas máximas se dan entre octubre y marzo coincidiendo en estos meses con la máxima precipitación y las mínimas precipitaciones entre Junio-Julio.

El clima es frío y semi húmedo, influenciado ligeramente por la zona de convergencia ínter tropical (ZCIT) ubicada entre dos núcleos de alta presión, los del Atlántico y del pacífico Sur, frente a los del Atlántico Norte formando una zona de depresión y sus desplazamientos que causan las intensas lluvias en el llano amazónico en los meses de verano y que afectan la vertiente de Puno y de alguna manera la zona del altiplano.

La presencia del lago Titicaca es un factor de regulación de las áreas cercanas al litoral, que logra mantener temperaturas

ligeramente más altas que en otras zonas del altiplano.

c) Temperatura

Varía entre 4.6°C. (Junio-Julio) a 9.5°C. (Enero), siendo el promedio mensual de 7.6°C. La temperatura media máxima varía de 13.5°C. (Junio) a 16.1°C. (Noviembre) con una máxima absoluta de 21.2°C. La temperatura media mínima de -10°C. (Mayo) a 5.6°C. (Enero) con una mínima absoluta de -13.8°C.

d) Precipitación

Según los registros; la precipitación anual promedio es de 642 mm. Considerada como precipitación normal de la zona. Los meses más secos son junio y julio.

e) Evaporación

La evaporación en la zona del lago fluctúa entre 163.5 mm. en enero y 122.12 mm., en el mes de junio, estos datos son tomados en la isla de Taquile. Como se aprecia la evaporación es alta en el lago Titicaca.

f) Humedad

La humedad relativa mensual varía entre 47.6 % en Julio a 71.8 % en Enero con un promedio anual de 55.9%. Los promedios de los valores extremos varían de 31% en julio a 95% en marzo. La mayor humedad relativa se presenta en abril, coincidente con las lluvias. La zona es seca, existe poca saturación.

g) Viento

Los vientos en la zona como se aprecia en la escala de

Beaufort, son suaves, las velocidades van de 2.1 a 3.1m/seg. Se presentan máximas de hasta 6.6m/seg., que se clasifican como brisa ligera. Los vientos locales o brisas del lago soplan en ambos sentidos durante el día. En la época de lluvias se presentan vientos que soplan del este y en los meses de estiaje del sur y del oeste.

3.1.1.4. Recursos hídricos - fuente de agua - demanda y uso

En la fase de recopilación de información básica, se observó que la fuente de agua a utilizar es varios ojos de agua que están ubicados en la parte alta y baja de las comunidades que por su ubicación se define de ladera y por su afloramiento es concentrado.

3.1.1.5. Características del suelo para cimentación

Los suelos característicos de la zona que se puede ubicar son suelos semi rocoso, rocoso y material suelto.

3.1.2. Características socioeconómicas

3.1.2.1. Actividad principal de la población y nivel de vida

Las comunidades de isla Amantani, tiene como actividad económica principal la agricultura y el turismo, destinando la producción mayormente para consumo propio y muy poca cantidad para la comercialización.

El bajo ingreso familiar solamente permite que tengan una economía de subsistencia, sin mayores márgenes de capitalización.

La escasez de agua adecuada hace que no puedan tener mayores posibilidades de desarrollo y estar sujetos a contraer diversas enfermedades gastrointestinales durante el año.

La organización comunal y socio-cultural de los beneficiarios de la zona, están basadas en principios ancestrales manifestadas en su forma de trabajo aplicando en gran parte tecnología tradicional especialmente en lo que se refiere a la actividad agropecuaria.

En cuanto a las viviendas, se presentan construcciones precarias, edificadas en su mayoría en un piso con muros de adobe, piedra y techos de paja y/o calamina.

3.1.2.2. *Población económicamente activa*

Se estima que la población económicamente activa sea del orden del 15%, el comercio se desenvuelve por el sistema de auto consumo sin tener una actividad extensiva.

El distrito de Amantani se caracteriza por tener una economía de subsistencia dedicada principalmente a la actividad del Turismo y complementando con la agricultura.

3.1.2.3. *Infraestructura de servicios básicos de la población*

a) Educación

Existe un centro educativo en el que se imparte educación inicial (wawa wasi), cuenta con instituciones educativas Primaria y Secundaria.

b) Salud

En la isla de Amantani existe una infraestructura para el servicio de salud, puesto de salud.

c) Vivienda

Según la información recopilada se verificó que la mayoría de las viviendas son propiedades de los mismos beneficiarios. Las viviendas están constituidas con paredes de adobe y tapial, piedra asentada con techos de calamina.

d) Vías de comunicación

Por vía lacustre se comunica con las localidades aledañas.

3.1.3. Características agroeconómicas

La actividad agrícola se desarrolla con un nivel tecnológico bajo, a pesar de que desarrollan las labores agrícolas de forma limitada.

3.1.4. Actividad forestal y de conservación de suelos

En el área de conservación de suelos la comunidad está trabajando construyendo andenes, terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración y en cuanto se refiere a la producción agrícola específicamente con Fondos Rotatorios en semillas e insumos.

En estos momentos se está proyectando aumentar las áreas de forestación así como las áreas de conservación de suelos en sus diferentes actividades.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales y equipos a utilizar es lo siguiente:

- 01 Estación total TOPCON
- 02 Prismas
- Libreta de apuntes
- Cámara
- 01 Computadora
- 01 Impresora
- Calculadora

- Memoria USB
- Documentación logística (Ley de recursos hidricos, OPS/CEPIS, normas de construcción etc.).
- Materiales de escritorio (papel bond de 80gr.,cuadernos y tóner para las impresiones)

El Software que se utilizó es el siguiente:

- AutoCAD Land 2009
- AutoCAD 2011
- Google Earth
- Microsoft Office
- S10

3.3. METODOLOGIA

La metodología que se utiliza en la presente investigación es el método análisis- síntesis que consiste en la separación de los componentes de un todo para estudiarlas en forma individual (análisis), y la reunión de los elementos para estudiarlos en su totalidad (síntesis).

Para el desarrollo de la evaluación técnica y económica de los sistemas de bombeo instaladas en la comunidad de Alto Sancayuni y Villa Orinojon - Amantani. Se plantea la siguiente metodología.

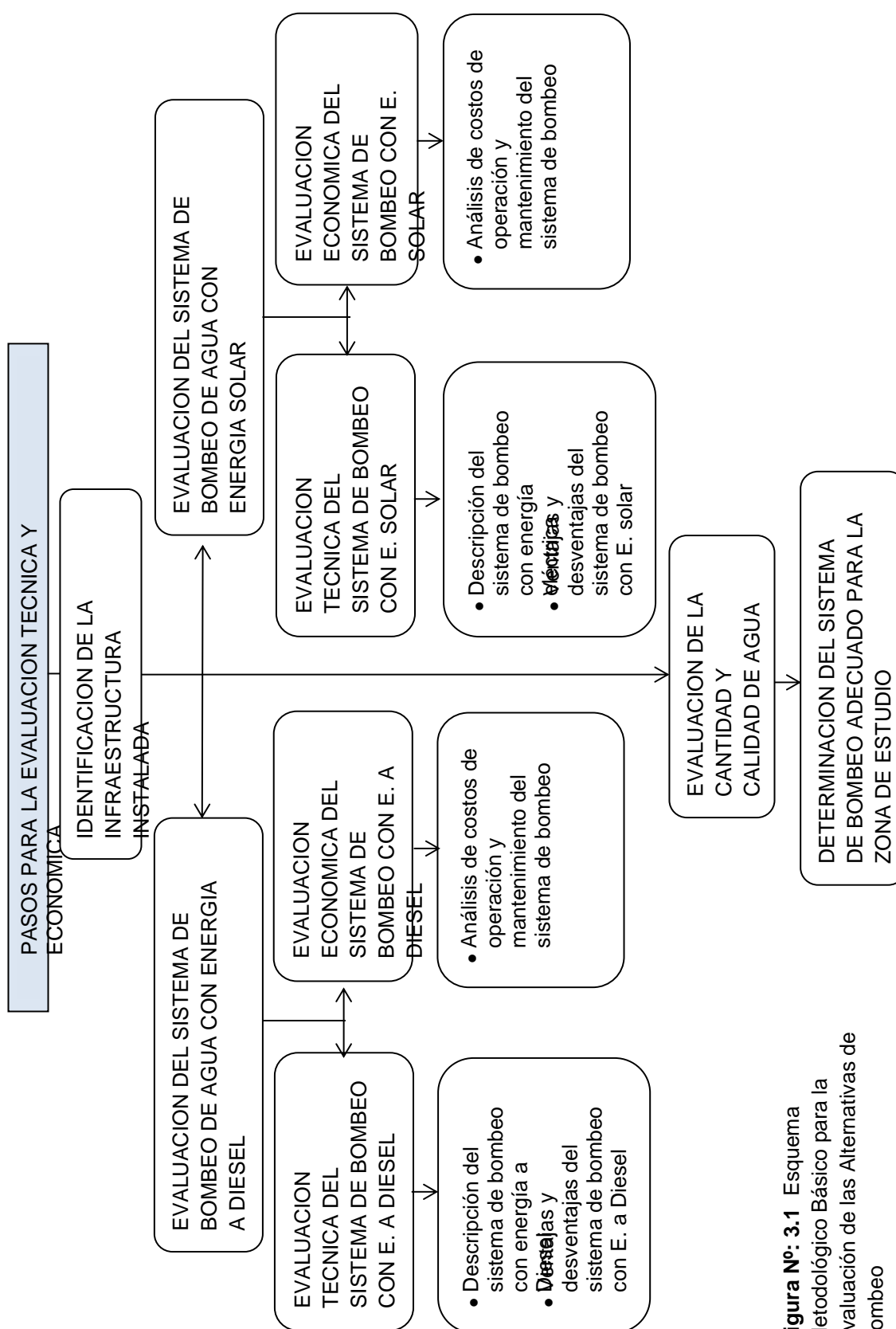


Figura Nº: 3.1 Esquema Metodológico Básico para la Evaluación de las Alternativas de Bombeo

3.3.1. Identificación del proyecto de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Sancayuni

- Localización de la infraestructura instalada, ubicación política, geográfica y vías de comunicación.
- Identificar la iniciativa de los pobladores en el mejoramiento y puesta en operación de la infraestructura.

3.3.2. Inventario del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Sancayuni y Villa Orinojon.

- Condiciones en la que se encuentra la infraestructura de abastecimiento de agua potable.
- Contar con la información adecuada para la evaluación técnica y económica, en la zona de estudio, coordinación con las autoridades para levantar información necesaria del campo.
- Inventario y caracterización de la infraestructura Instalada:
 - Sistema de distribución: tubería de distribución, válvulas de control, válvulas de purga, conexiones domiciliarias.
 - Sistema de bombeo: capacidad del reservorio, tubería de impulsión, accesorios (codo de 90°, codo de 45°, tees, unión universal, válvula de chek, válvula de compuerta), bomba sumergible profundidad de instalación de la bomba.

3.3.3. Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel

En la zona de investigación se tiene el sistema de bombeo de agua, que fue diseñada con enfoque de posibilitar una mejor comprensión de factores no económicos que se tienen que tomar en cuenta para instalar un sistema que sea sostenible a largo plazo. Conociendo la teoría que, un sistema típico con generador a diesel consiste de los siguientes partes:

- Generador de electricidad, funcionando a diesel.
- Bomba eléctrica de corriente alterna (CA)
- Tanque de almacenamiento
- Tubería y grifos hasta las casas

3.3.3.1. Factores determinantes en la evaluación técnica

Para la evaluación técnica se realiza el siguiente procedimiento para la obtención de parámetros hidráulicos en el sistema de bombeo:

a) Caudal de bombeo

Para seleccionar equipos de bombeo, se deben determinar el caudal o los diversos caudales con que trabajarán estos equipos durante su vida útil.

En proyectos de agua potable, el caudal que se utiliza para la selección de bombas es, una proporción del caudal máximo diario en función del número de horas de bombeo, así, (OPS-COSUDE/04-07)

Se determinó por la siguiente ecuación:

$$Qb = \frac{Q_{md} \cdot 24}{N} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dónde:

Qb = Caudal de bombeo (l/s).

Qm = Caudal medio diario (l/s).

N = Tiempo de bombeo (s).

b) Selección del diámetro económico

Teóricamente el diámetro puede ser cualquiera, si se adopta un diámetro relativamente grande resultaran perdidas de carga pequeñas en consecuencia la potencia del sistema de bombeo será reducida, las bombas serán de menos costo, sin embargo el costo de la tubería será elevado, si al contrario se establece un diámetro relativamente pequeño resultan perdidas elevadas exigiendo mayor potencia de las maquinas, el costo de la tubería será bajo y los sistemas de bombas serán costosos conservando más energía.

Existe un diámetro conveniente para el cual el costo total de las instalaciones es mínimo.

Para establecer el diámetro de las líneas de impulsión de bombas que no son operadas continuamente se hará mediante medición económica aplicando la ecuación de BRESSE:

$$X = \frac{\text{No. horas de bombeo por día}}{24}$$

$$D = 1.3X^{0.25}\sqrt{Qb} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dónde:

D = Diámetro económico de la tuberías de impulsión (m).

Qb = Caudal de bombeo (m³/s).

En este caso el valor obtenido corresponde al diámetro interior de la tubería comercial.

c) **Velocidad del flujo**

Para la verificación de la velocidad de flujo en la tubería de impulsión se determinó por la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{Qb}{A} = \frac{4*Qb}{\pi*D^2} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dónde:

D = Diámetro de la tuberías de impulsión (m).

Qb = Caudal de bombeo (m³/s).

V = Velocidad del flujo (m/s).

d) Tipo de flujo

Para la determinación del tipo de flujo o régimen de flujo que circula en la tubería de impulsión se analizó por la ecuación de Número de Reynolds que depende de los tres factores siguientes:

- Diámetro de la tubería ($D = m$).
- Viscosidad cinemática ($\nu = m^2/seg$).
- Velocidad del flujo ($V = m/seg$).

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots \dots \dots (3.4)$$

El valor de la viscosidad cinemática se observa en el Anexo N° 01.

Si:

- $Re < 2000$ → Flujo laminar.
- $Re > 4000$ → Flujo turbulento.
- $2000 < Re < 4000$ → Flujo indeterminado.

e) Pérdidas de carga por fricción en la tubería de impulsión

Para la determinación de las pérdidas de carga por fricción en la tubería de impulsión o pérdidas primarias se utilizó la ecuación de Darcy que es válida tanto para flujo laminar como turbulento de cualquier tipo de líquido en una tubería.

$$H_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dónde:

H_f = Pérdidas por fricción (m).

V = Velocidad promedio del fluido (m/s).

f = Factor de fricción (adimensional).

D = Diámetro del conducto (m).

L = Longitud de la corriente de flujo (m).

g = Fuerza de gravedad (m/s²).

Para el cálculo del factor de fricción (f), se utilizó la ecuación de Colebrook White debido a que es más precisa para determinar el factor de fricción.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{1}{3.7 \left(\frac{D}{\epsilon} \right)} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right] \dots \dots \dots (3.6)$$

Para ello se calculó la Rugosidad Relativa (D/ϵ).

$$Rugosidad\ Relativa = \frac{D}{\epsilon}$$

Dónde:

D = Diámetro de la tubería (mm).

k = Rugosidad absoluta (mm), Ver Anexo N° 01.

Sin embargo la ecuación de Colebrook white es de tipo implícita por lo que debe iterarse. Alternativamente, P. K. Swamee y A. K. Jain, (1976), redujo la siguiente ecuación, que permite el cálculo directo del valor del factor de fricción, se puede utilizar la siguiente fórmula que es explícita (sin necesidad de iterar) y utiliza los mismos parámetros.

$$f = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7\left(\frac{D}{\epsilon}\right)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}}\right)\right)^2} \dots\dots\dots(3.7)$$

f) Pérdidas de carga localizadas

Para la determinación de las pérdidas de carga por accesorios, localizada o secundaria se utilizó la siguiente ecuación:

$$H_s = K \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \dots\dots\dots(3.8)$$

Dónde:

Hs: Pérdidas de carga secundarias (m).

K: Coeficiente de pérdida de conexiones (adimensional).

V: Velocidad del fluido dentro del accesorio (m/s).

g: Fuerza de gravedad (m2/s).

El coeficiente (K) está dado en las tablas o cuadros existentes en bibliografías a causa pruebas realizadas para diferentes tipos de accesorios existentes como se puede apreciar en (Anexo N°01).

g) Pérdidas de carga total

Las pérdidas de carga total se obtuvo sumando las pérdidas de carga primaria (hf) y las pérdidas de carga secundarias (hs).

$$H_t = H_f + H_s$$

h) Curva característica de la bomba

Para determinar el tipo de bomba, se busca las curvas características de una bomba que trabaje en un rango de altura (ADT) y caudal (Qb) lo más parecido posible y así obtener la eficiencia de la bomba seleccionada como se aprecia en la figura 3.2.

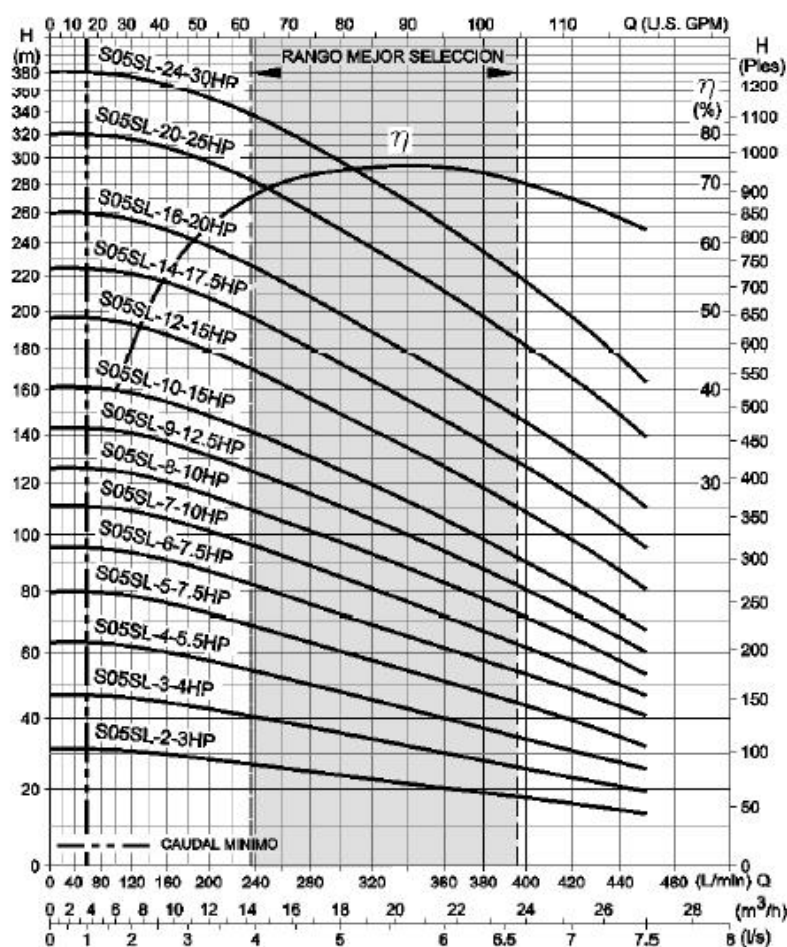


Figura. 3.2 curva característica de la bomba (Fuente: Hidrosta)

i) **Potencia de la bomba**

Para suministrar un caudal de agua Q_b , la bomba debe proporcionar la carga necesaria H , para mantener el flujo entre la fuente y la bomba, y entre esta y el punto de suministro. La carga puede considerarse como la altura a la que debiera elevarse la fuente para mantener el flujo sin una bomba.

Potencia consumida.

Es el producto del peso del agua descargada en la unidad de tiempo y la carga total desarrollada por la bomba afectada por un coeficiente de eficiencia del conjunto motor-bomba: $E = E_{\text{bomba}} \times E_{\text{motor}}$.

En este caso $E = 0.58 \times 0.7 = 0.4$.

$$P_{\text{cons}} = \frac{\gamma Q_b H}{75E} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dónde:

P_{cons} = Potencia en HP.

E = Eficiencia (40 %)

γ = Peso específico del líquido (Kg/m³)

H = Altura dinámica de bombeo (m.c.a.)

Q = Caudal de bombeo (m³/sg)

Para el caso del equipo sumergible existen motores monofásicos hasta 15 HP. Mientras que para el caso de sumergibles trifásicos las potencias varían de $\frac{1}{2}$ HP hasta 250 HP.

Los niveles de voltaje pueden ser monofásicos 110 voltios ó 220 voltios y en su defecto trifásicos 230 voltios, 460 voltios ó 575 voltios.

3.3.3.2. *Ventajas y desventajas del sistema de bombeo con energía a diesel*

De acuerdo al estudio realizado en el sistema de bombeo con energía eléctrica (generada con diesel), se puede observar las siguientes características favorables y desfavorables para el funcionamiento del sistema:

Ventajas

- Rápido y fácil mantenimiento
- Bajo coste de capital
- Ampliamente utilizadas
- Pueden ser portátiles

Desventajas

- Altos costos de combustible, filtros y aceite
- Elevado coste de mantenimiento
- Vida de operación corta (10 años)
- Contaminación por ruido y humo

- Se necesita reemplazo
- Incertidumbre del precio futuro de diesel

3.3.4. Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar

Los componentes de un sistema de bombeo de agua con panel solar son los siguientes:

- Una bomba eléctrica, preferiblemente de corriente continua (CC), es la apropiada para bombas solares y tiene mejor eficiencia.
- Un arreglo de paneles solares
- Una caja de control
- Tanque de almacenamiento
- Instalación de tubería y grifos hasta las casas

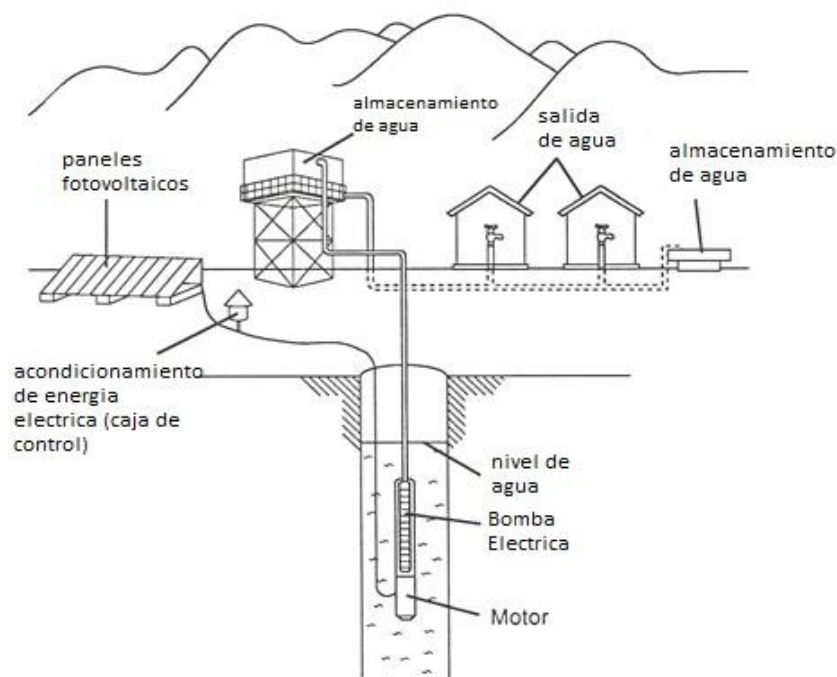


Figura. 3.3 Esquema de componentes sistema de bombeo con energía solar

Para instalar un sistema de bombeo de agua que funcione con energía solar es muy importante tomar en cuenta la situación ambiental. Como un sistema solar es bastante confiable y requiere poco mantenimiento y los costos se concentran en el inicio, incurrir en fallas al principio resultaría muy caro.

Los factores de evaluación en su mayoría son los mismos que el sistema de bombeo con energía eléctrica salvo por la generación de energía, por lo cual en este caso se da en base a la energía solar. Considerando que el sol es la fuente de energía del futuro por su limpieza ecológica y costos cada vez más competitivos por el avance tecnológico en su utilización mediante paneles solares, se da algunas apreciaciones al respecto:

- Los paneles solares de placas de silicio, producen energía eléctrica en base a luz solar que para la sierra es de 5 a 6 horas/día.
- La energía solar que llega a la tierra es aproximadamente 1.0 kw/m² y con la tecnología actual se obtiene con las placas de silicio una eficiencia de 16%, lo que representa 0.16 kw/m².
- La energía eléctrica producida por las placas, se utiliza para accionar las bombas de agua eléctricas.
- La instalación y mantenimiento de una bomba eléctrica con paneles solares es simple. Los paneles que son rectangulares de 0.5 x 1.0 m. se instalan sobre un marco de fierro, con un ángulo adecuado, tratando de que se ubique lo más perpendicular a la luz solar, para lo cual se utiliza una orientación al norte (fijo) o en un balancín este-oeste, movable para hacerlo perpendicular al sol.

Esta estructura de fierro, debe tener 4 salientes orientados hacia arriba, para que sirvan de pararrayos (basta 0.3 m.) y haciendo tierra con un cable o fierro de 3 a 6 metros de longitud.

La duración del panel, se estima que por lo menos sea de 20 años.

La bomba requiere un mantenimiento mínimo de cambio de aceite y revisiones periódicas y podrá durar aproximadamente 10 años.

3.3.4.1. *Factores determinantes en la evaluación técnica*

a) Cálculo de la carga de bombeo de agua

Recorrido del régimen de bombeo

$$R_b = \frac{Q_d}{i} \dots \dots \dots (3.10)$$

Dónde:

R_b = Recorrido del régimen de bombeo lt/hora

Q_d = volumen de agua necesario por día l/día

i = insolación del sitio h-pico/día

Energía hidráulica

$$E_h = \frac{Q_d * h_d}{367} \dots \dots \dots (3.11)$$

Dónde:

E_h = Energía hidráulica (Wh/día)

Q_d = volumen de agua necesario por día l/día

h_d = carga dinámica (m)

Energía de arreglo fotovoltaico

$$EFV = \frac{E_h}{0.57} \dots \dots \dots (3.12)$$

Dónde:

EFV = Energía de arreglo fotovoltaico (Wh/día)

E_h = Energía hidráulica (Wh/día)

e = eficiencia de la bomba 57% (decimal)

Corriente del proyecto

$$C = \frac{C_{ec}}{i} \dots \dots \dots (3.13)$$

Dónde:

C = Corriente del proyecto (A)

Cec = Carga eléctrica corregida (Ah/día)

i = insolación del sitio h-pico/día

b) Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico

Numero de módulos en paralelo

$$N_m = \left(\frac{C}{f}\right) / I_{mp} \dots\dots\dots(3.14)$$

Dónde:

N_m = Numero de módulos en paralelo

C = Corriente del Proyecto (A)

f = Factor de reducción del módulo (0.90)

I_{mp} = Corriente máxima del módulo (A)

Numero de módulos en serie

$$N_{ms} = \frac{V}{V_{mp}} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dónde:

N_{ms} = Numero de módulos en serie

V = Voltaje nominal del sistema (v)

V_{mp} = Voltaje máximo del módulo (v)

Número total de módulos

$$N_{tm} = N_{ms} * N_m \dots\dots\dots(3.16)$$

Dónde:

N_{tm} = Número total de módulos

N_{ms} = Número de módulos en serie

N_m = Número de módulos en paralelo

Tamaño del arreglo fotovoltaico

$$FV = N_{tm} * I_{mp} * V_{mp} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dónde:

FV = Tamaño de arreglo fotovoltaico

N_{tm} = Número total de módulos

I_{mp} = Corriente máxima del módulo (A)

V_{mp} = Voltaje máximo del módulo (v)

3.3.4.2. *Ventajas y desventajas del sistema de bombeo con energía Solar*

De acuerdo al estudio realizado en el sistema de bombeo con energía solar se puede observar las siguientes características favorables y desfavorables para el funcionamiento del sistema:

Ventajas

- Operación sin atención: no requiere
- Fácil mantenimiento
- Bajos costos de operación y mantenimiento
- Vida larga
- Fácil instalación

- Sistema limpio (no hay emisiones)
- No se necesita combustible

Desventajas

- Altos costos iniciales
- Se necesita abastecimiento de agua para periodos nublados
- Se necesita personas técnicas para la instalación y si acaso reparación
- Requiere frecuente sol

3.3.5. Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel

3.3.5.1. Factores económicos

a) Costos de instalación del proyecto

Los costos de instalación del proyecto se elaboraron en base a la instalación completa del sistema de bombeo con energía eléctrica a diesel.

b) Costos de operación, mantenimiento y sostenibilidad

La operación (trabajo del operador) del sistema a diesel en el estudio consiste en arrancar el generador, llenar el motor con diesel, vigilar la cantidad de agua en el tanque, cobrar las cuotas mensuales y

guardar el dinero, comprar diesel, aceite y filtros; hacer monitoreo visual del sistema de bombeo (tanque de bombeo, bomba, generador, etc).

Cuadro Nº 3.2 Operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con generador a diesel

Tipo de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución
Operación del sistema	Diario	Operador
Monitoreo general	Semanal	Operador
Limpieza del tanque	Cada dos semanas	Operador y comunitarios
Cambio aceite	Cada 50 horas de operación	Operador del sistema
Cambio de filtros	Cada 3 meses	Operador
Revisión total del generador	Cada 750 horas de operación	Técnico especializado
Revisión de la bomba	Cada 5 años de operación	Técnico especializado

Fuente: CARE (2004)

El mantenimiento de un sistema con generador a diesel requiere varios tipos de acciones. La mayor parte del mantenimiento tiene que ver con el generador, primero se realiza el cambio de aceite cada 50 horas de operación. Este tipo de mantenimiento puede realizar el operador. Después cada 750 horas de operación se necesita revisión total del sistema, para lo cual se necesita una persona con el conocimiento técnico apropiado. A veces es necesario reemplazar un

repuesto, dependiendo de las horas de operación y del mantenimiento general (cambio de aceite y filtros). Dependiendo de la calidad del generador (y otra vez del mantenimiento) el generador puede durar unos 3 años sin reemplazo. La vida total de un generador normalmente está a unos 10 años. Esto varía por tipo de generador, los más caros generalmente necesitan menos mantenimiento y el necesario para una bomba varía mucho, si es una bomba sumergible normalmente no hay mucho mantenimiento. Dependiendo del ambiente se tiene que sacar la bomba cada cinco años para limpiarla y reemplazar unos repuestos.

Cuadro N° 3.3 Costos de operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con generador a diesel mensual

Descripcion	Unid	Cant.	C. U.	C. T. /mes	C. T. /año
Operador de Sistema	mes	1.00	500.00	500.00	6000.00
Diesel	Gln	45.00	9.75	438.75	5265.00
Transporte	Viaje	1.00	16.00	16.00	192.00
Aceite (1/4 Lt/cambio)	Und	4.80	25.00	120.00	1440.00
Filtro (cambios)	Und	0.333	40.00	13.33	160.00
Reparacion y Repuestos	Glb	1.00	150.00	150.00	1800.00
Total S/.				1238.08	14857.00

Fuente: Elaboración Propia

c) Análisis tarifaria por familia

El análisis tarifaria se calculó de acuerdo a los gastos realizados mensualmente los cuales implica la realización de operación y mantenimiento del sistema.

d) Costos total de inversión

El costo total de inversión es el Presupuesto inicial que se requirió para la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable más el costo de operación y mantenimiento el cual asciende a S/. 746,636.43

3.3.6. Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar**3.3.6.1. Factores económicos****a) Costos de operación, mantenimiento y sostenibilidad**

La operación y mantenimiento de un sistema de bombeo solar si es bien diseñado e instalado, es muy sencillo. Hay posibilidades (por bajo costo) de automatizar todo el sistema. Eso funciona con interruptores (flotador y electrodo). El instalador del sistema debe proveer un Manual de Operación y Mantenimiento para el operador, que conste de los principios de operación del sistema, el mantenimiento de rutina y los requerimientos de servicio. En general el mantenimiento de un sistema fotovoltaico de bombeo requiere lo siguiente.

- Mantenimiento de rutina y reparaciones menores. Eso incluye el monitoreo de desempeño del sistema, el nivel de agua y su calidad. Una inspección visual puede detectar ruidos o vibraciones inusuales, corrosión, invasión de insectos, componentes o conexiones eléctricas sueltas, fugas de agua, algas, etc. El operador puede solucionar la mayoría de esos problemas.
- Reparaciones preventivas y correctivas. Se incluye los reemplazos o reparación de componentes tales como: reemplazo del diafragma o impulsores, y reemplazo de los componentes defectuosos. Este tipo de mantenimiento requiere herramientas y conocimientos especiales de personas técnicas. El proveedor del sistema debe informar que partes necesitan reemplazo y mantenimiento y en qué tiempo.

Cuadro N° 3.4 Operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con panel solar

Tipo de mantenimiento	Frecuencia	Ejecución
Operación del sistema	Diario	Operador y comunitarios
Limpieza de los paneles	Semanal	Operador y comunitarios
Limpieza del tanque	Cada dos semanas	Operador y comunitarios
Monitoreo general	Anual	Operador
Revisión de la bomba	Cada 5 años	Técnico especializado

Fuente: CARE (2004)

Cuadro N° 3.5 Costos de operación y mantenimiento de un sistema de bombeo con generador a diesel mensual

Descripción	Unid	Cant.	C. U.	C. T. /mes	C. T. /año
Operador del Sistema					
Limpieza de Paneles Monitoreo General	mes	1.0	300.0	300.0	3600.0
Reparación y Repuestos	Glb	1.0	150.0	150.0	1800.0
Total S/.				450.0	5400.0

Fuente: Elaboración Propia (2012)

Capacitación

Educación y capacitación es una parte vital de la sostenibilidad de un proyecto de bombeo de agua. La capacitación debería estar dirigida a los usuarios del sistema, en especial al operador y al comité de agua, al personal gubernamental de los municipios y a la industria local. La situación ideal sería que la mayor parte del mantenimiento y reparación básica y pueda ser realizada por personas locales. Una parte del mantenimiento básico es la limpieza de los paneles solares y del tanque de almacenamiento, revisar la bomba sumergible estará a cargo de técnicos especializados.

b) Análisis tarifaria por familia

El análisis tarifaria se calculó de acuerdo a los gastos realizados mensualmente los cuales implica la realización de operación y mantenimiento del sistema.

c) Costos total de inversión

El costo total de inversión es el presupuesto inicial que se requirió para la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable más el costo de operación y mantenimiento el cual asciende a S/. 668,533.14

3.3.7. Calidad de agua

El agua potable es aquella que al consumirlo no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema

Los requerimientos básicos para que el agua sea potable son:

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades
- No contener compuestos que tengan un efecto inverso, agudo o crónico sobre la salud humana
- Ser aceptablemente clara (por ejemplo; baja turbidez, poco color, etc.)
- No salinas.
- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradable
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua y que no manche la ropa lavada con ella.

A. Toma de muestras para el análisis físico químico

- Limpiar el área cercana al manantial eliminando la vegetación y cuerpos extraños en un radio mayor al afloramiento
- Ubicar el ojo del manantial y construir un embalse lo más pequeño posible utilizando para el efecto material libre de vegetación y dotarlo, en su salida, de un salto hidráulico para la obtención de la muestra.
- Retirar los cuerpos extraños que se encuentran dentro del embalse.
- Dejar transcurrir un mínimo de 30 minutos entre el paso anterior y la toma de muestra.
- Tomar la muestra en un embace de vidrio de boca ancha.

B. Toma de muestras para el análisis microbiológico

- Utilizar frascos de vidrio esterilizados, proporcionados por el laboratorio
- Si el agua de la muestra contiene cloro, solicitar un frasco para este propósito
- Durante el muestreo sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejando un espacio de un tercio (1/3) de aire.
- Tapar y colocar el capuchón de papel.

- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de muestreo, el nombre del muestreador y la fecha de muestreo.
- Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad posible de acuerdo a las siguientes condiciones.
 - 1 a 6 horas sin refrigeración
 - 6 a 30 horas con refrigeración

C. Normas de estándares nacionales de calidad Ambiental para agua (ECA).

Según D.S. N° 002-2008-MINAM se aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, contenidos en el **Anexo N° 02**, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

D. Normas de calidad del agua según el organismo mundial de la salud (OMS).

La calidad del agua es un aspecto de importancia fundamental ya que esta contiene en suspensión y en solución una gran cantidad de sustancias y compuestos que son los que le dan sus características peculiares y los que determinan el tratamiento de acuerdo al uso que se le va a dar.

El agua utilizada para consumo humano debe reunir condiciones físicas, químicas y bacteriológicas. Las condiciones físicas se relacionan con el color, sabor, olor y turbiedad.

No es que toda agua coloreada o con cierto sabor y turbiedad sea inadecuada para suministro público, más bien que estos parámetros se les considera por razones de estética; un consumidor de agua con estas características, es posible que la rechace.

En cuanto a las condiciones químicas se considera como agua potable aquella que no contiene sustancias perjudiciales ni tóxicas con relación a la fisiología humana. El agua para consumo humano puede y debe contener algunas concentraciones de sales, pues ellas además de contribuir al equilibrio osmótico en el sistema celular, son las que le dan el sabor agradable, lo que sí debe controlarse es que su concentración no pase de ciertos límites.

La Organización Mundial de la Salud ha establecido normas de la calidad para el agua de consumo humano que pueden tomarse

como base; establece dos clases de límites: El aceptable que son concentraciones que en general puede admitir un consumidor y las tolerables, que son las concentraciones que directamente inciden en la potabilidad (Anexo N° 02).

En cuanto al aspecto bacteriológico el agua potable estará libre de gérmenes patógenos procedentes de contaminación fecal (Anexo N° 02).

El agua de una fuente de abastecimiento que sea posible a tratar debe tener cierto límite bacteriológico (Anexo N° 02).

Para aguas posibles a tratar para abastecimientos de localidades pequeñas se recomienda una calidad bacteriológica de máximo NMP de coliformes totales 3,000/100ml.

3.3.8. Determinación de la alternativa adecuada para el sistema de bombeo de agua potable

Cuadro N° 3.6 Indicadores de evaluación

Indicadores de Evaluación	Energía Solar	Energía a Diesel
I. Instalación		
Costos de instalación	Elevado (S/. 560,533.14 nuevos soles)	Moderado (S/. 464028.43 nuevos soles)
Instalación del sistema de bombeo	Requiere de técnicos Especialistas	requiere de Técnicos Especialistas
Costos total de del sistema de bombeo	Moderado (S/. 668,533.14 nuevos soles)	Elevado (S/. 746,636.43 nuevos soles)
I. Operación		
Tiempo de Operación (Ciclo de Vida)	20 años (Paneles solares)	10 años (Equipo de Bombeo)
Combustible (Diesel)	no requiere	Precios Elevados e inestables
Aceite para el generador	no requiere	Precios Elevados
Filtros de la bomba	no requiere	Precios Elevados
Impacto Ambiental	no tiene	contaminación por ruido y humo
Abastecimiento en Periodos nublados	requiere abastecer en gran cantidad para suministrar agua esos días	no tiene efecto
Radiación solar	necesita constante radiación solar	no tiene efecto
Reemplazo de la bomba	cada 10 años	cada 10 años
I. Mantenimiento		
Operación del sistema	diario	diario
Cambio de aceite	no requiere	cada 50 horas
Cambio de Filtros	no requiere	cada 3 meses
Revisión de la bomba	cada 5 años	cada 5 años
Limpieza del tanque	cada 2 semanas	cada 2 semanas
Limpieza total del Generador de energía	limpieza del polvo de los paneles solares	cada 750 horas de operación
Monitoreo general	anual	semanal
I. Organización		
Junta administradora del servicio de saneamiento (JASS)	si se requiere	si se requiere

Fuente: Elaboración Propia

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. EVALUACION TECNICA DE LAS ALTERNATIBAS DE BOMBEO EN LAS COMUNIDADES DE SANCAYUNI Y VILLA ORINOJON

4.1.1. Identificación del proyecto de abastecimiento de agua potable

La ubicación del proyecto de estudio se da a conocer en el capítulo anterior, lo cual cuenta con sistema de bombeo, reservorio de almacenamiento, líneas de distribución y conexiones domiciliarias.

4.1.2. Inventario y caracterización del sistema de abastecimiento de agua potable.

De acuerdo a la evaluación in-situ de la infraestructura del presente estudio en coordinación con las autoridades de la zona y con personal obrero que ejecutó esta obra, se pudo verificar de lo siguiente:

Cuadro N° 4.1 Características del sistema de bombeo a Energía Eléctrica

Descripción	CANTIDAD	UNIDAD
• Cisterna o pozo de bombeo	30	m3
• Reservorio de almacenamiento	24	m3
• Tubería de impulsión:	480	ml
• Bomba sumergible de 10 hp	1	und
• Generador eléctrico a diesel marca KIPOR 5kwatt 60hz voltaje 110/220 y 3600 revolución	1	und
• Tablero de control	1	und
• Tubería de distribución:		
- Tub. De 90 mm	38.00	ml
- Tub. 63 mm	2508.80	ml
- Tub de 1 1/2"	3388.00	ml
- Tub de 1"	1180.80	ml
• Válvulas de control:	6	und
• Válvulas de purga:	12	und
• Conexiones domiciliarias	175	und

Fuente: Elaboración Propia (2012)

4.1.3. Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel

En la zona de investigación se encontró un sistema de bombeo con energía eléctrica a Diesel que en la actualidad no funciona debido a la falta de presupuesto para suministrar el combustible, aceite, debido a su alto costo y la gran cantidad que se requiere para el funcionamiento del bombeo de agua

Cuadro N° 4.2 Costo y cantidad de combustible, cambios de aceite y filtro

Descripción	Unid	Cant.	C. U.	C. T. /mes
Diesel	Gln	45.0	9.75	438.75
Aceite (1/4 Lt/cambio)	Und	4.8	25.0	120.0
Filtro (cambios)	Und	0.33	40.0	13.3
Total S/.				572.05

Fuente: Elaboración Propia (2012)

En el sistema de bombeo con generador a diesel del estudio se encontró con las siguientes partes:

- Generador eléctrico a Diesel marca KIPOR voltaje 5kwatt 60hz 110/220 y 3600 de revolución
- Bomba sumergible de 10 hp, corriente alterna (CA)
- Tanque de almacenamiento
- Tubería y grifos hasta las casas

4.1.3.1. Factores determinantes en la evaluación técnica

Para la evaluación técnica se realiza el siguiente procedimiento para la obtención de parámetros hidráulicos en el sistema de bombeo:

a) Caudal de bombeo

Para seleccionar equipos de bombeo, se deben determinar el caudal o los diversos caudales con que trabajarán estos equipos durante su vida útil. El caudal de bombeo se ha determinado en consideración, que no es práctico bombear continuamente las 24 horas del día, se consideró un tiempo de bombeo de 08 horas diarias, en base a caudal medio diario, por la Ecuación N° 3.1:

$$Q_{md} = 0.803 \text{ l/s (hoja de cálculos).}$$

$$N = 28800 \text{ seg. (8 hrs)}$$

$$24 \text{ (hrs)} = 86400 \text{ seg}$$

$$Q_b = \frac{0.803 \text{ l/s} * 86400s}{28800s}$$

$$Q_b = 2.4 \text{ l/s}$$

Se puede observar que bombeando en forma continua durante 8 horas el caudal de bombeo es 2.4 l/s.

b) Selección del diámetro económico

El diámetro de La tubería de impulsión se obtuvo por la ecuación de BRESSE, que está en función de caudal de bombeo y en función de número de horas de bombeo, de la ecuación N° 3.2:

$$Q_b = 0.0024 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$X = \frac{08}{24} = 0.333.$$

$$D = 1.3 * 0.333^{0.25} * \sqrt{0.0024}$$

$$D = 0.0484\text{m} \approx 1.23''$$

Se adopta el diámetro comercial más próximo en este caso puede ser de $D = 2''$, que corresponde al diámetro interior de la tubería comercial para línea de impulsión, en este estudio caso se utilizó una tubería de $D = 2''$.

c) Determinación de la velocidad del flujo

La verificación de la velocidad en la tubería de descarga se determinó por la ecuación de continuidad que está en función de caudal de bombeo y la sección de la tubería de impulsión, por la ecuación N° 3.3:

$$D = 0.0573 \text{ m. (diámetro interior, anexo N° 01)}$$

$$Q_b = 0.0024 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$V = \frac{4 * 0.0024 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * (0.0573\text{m})^2}$$

$$V = 0.9307\text{m/s}$$

La velocidad de flujo que circula a través de la tubería de impulsión es 1.184 m/s, este dato es necesario para determinación del tipo de flujo que circula en la tubería de impulsión.

d) Determinación del tipo de flujo

El tipo de flujo se determinó por la ecuación de Número de Reynolds, que está en función de directa de la velocidad de flujo y diámetro de la tubería y en función inversa de la viscosidad cinemática, ecuación N°3.4

$$D = 0.0573 \text{ m.}$$

$$\nu = 0.000001562 \text{ m}^2/\text{seg.}$$

$$V = 0.9307 \text{ m/seg.}$$

$$Re = \frac{0.9307 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0573\text{m}}{0.000001562 \frac{\text{m}^2}{\text{s}}}$$

$$Re = 34141.56$$

De acuerdo a los límites del tipo de flujo ($NR > 4000$), corresponde al Flujo Turbulento que circula en el interior de la tubería de impulsión.

e) Pérdidas de carga por fricción en la tubería de impulsión

Se obtuvo las pérdidas de carga por fricción en la tubería de impulsión por la ecuación de Darcy para flujo turbulento, que está en función directa de coeficiente del factor de fricción (f) para ello se determinó por la ecuación de P. K. Swamee y A. K. Jain, derivado de la ecuación de C. E. Colebrook, que está en función de la rugosidad absoluta de acuerdo al tipo de material de la tubería de impulsión, ecuación N° 3.7:

$$D = 0.0573 = 57.3 \text{ mm}$$

$$\epsilon = 0.15 \text{ mm.}$$

$$Re = 34141.56$$

$$V = 0.9307 \text{ m/s}$$

$$L = 480 \text{ m}$$

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

$$f = \frac{0.25}{\left(\log\left(\frac{1}{3.7\left(\frac{57.3\text{mm}}{0.15\text{mm}}\right)} + \frac{5.74}{34141.56^{0.9}}\right)\right)^2}$$

$$f = 0.029195$$

$$H_f = 0.029195 * \frac{480\text{m}}{0.0573\text{m}} * \frac{(0.9307\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2}$$

$$H_f = 10.79 \text{ m}$$

Se tiene 10.79 m de pérdida de carga debido a la fricción en la tubería de impulsión.

f) Pérdidas de carga localizadas (accesorios)

Las pérdidas de carga localizada se determinó por la ecuación N° 3.8, de acuerdo al tipo de accesorio conformante en la línea de impulsión, que está en función del coeficiente de pérdidas por conexiones (k) según (Anexo N° 01) y velocidad del flujo.

De acuerdo al cuadro N° se tiene los siguientes accesorios:

-Para 01 codo de 90° F°G° K=0.85

$$H_l = 0.85 * \frac{(1.0964\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2} = 0.0521\text{m}$$

$$H_l = 0.0521\text{m}$$

-Para 01 codos de 45° F°G° K=0.30

$$H_l = 0.30 * \frac{(1.0964\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2} = 0.0184\text{m}$$

$$H_l = 0.0184\text{m}$$

-Para 07 Unión Universal de F°G° K=0.045

$$H_l = 0.045 * \frac{(1.0964\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2} = 0.0028\text{m}$$

$$H_l = 7 * 0.0028 = 0.0196\text{m}$$

-Para 02 Válvula de compuerta Abierta de F°G° K=0.32

$$H_l = 0.32 * \frac{(1.0964\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2} = 0.0196\text{m}$$

$$H_l = 2 * 0.0196 = 0.0392\text{m}$$

-Para 01 Válvula de retención horizontal chek de F°G° K=0.18

$$H_l = 0.18 * \frac{(1.0964\text{m/s})^2}{2 * 9.81\text{m/s}^2} = 0.0110\text{m}$$

$$H_l = 0.0110 \text{ m}$$

$$H_{lt} = 0.0521 + 0.0184 + 0.0196 + 0.0392 + 0.0110$$

$$H_{lt} = 0.1403 \text{ m}$$

Se tiene perdida de carga total en los accesorios 0.2985 m, en la línea de impulsión.

g) Pérdidas de carga total en sistema de impulsión

Se obtiene de la suma de pérdidas por fricción y pérdidas por accesorios.

$$H_t = 10.79 \text{ m} + 0.1403 \text{ m}$$

$$H_t = 10.9303 \text{ m}$$

h) Curva característica de la bomba

Teniendo la altura que debe vencer la bomba ($h_A = 89.68\text{m}$) y el caudal que debe suministrar la misma ($Q_b = 2.4 \text{ l/s}$), se seleccionó el tipo de bomba, Modelo SO4SS, según catálogo de Hidrostral. (Anexo N° 03).

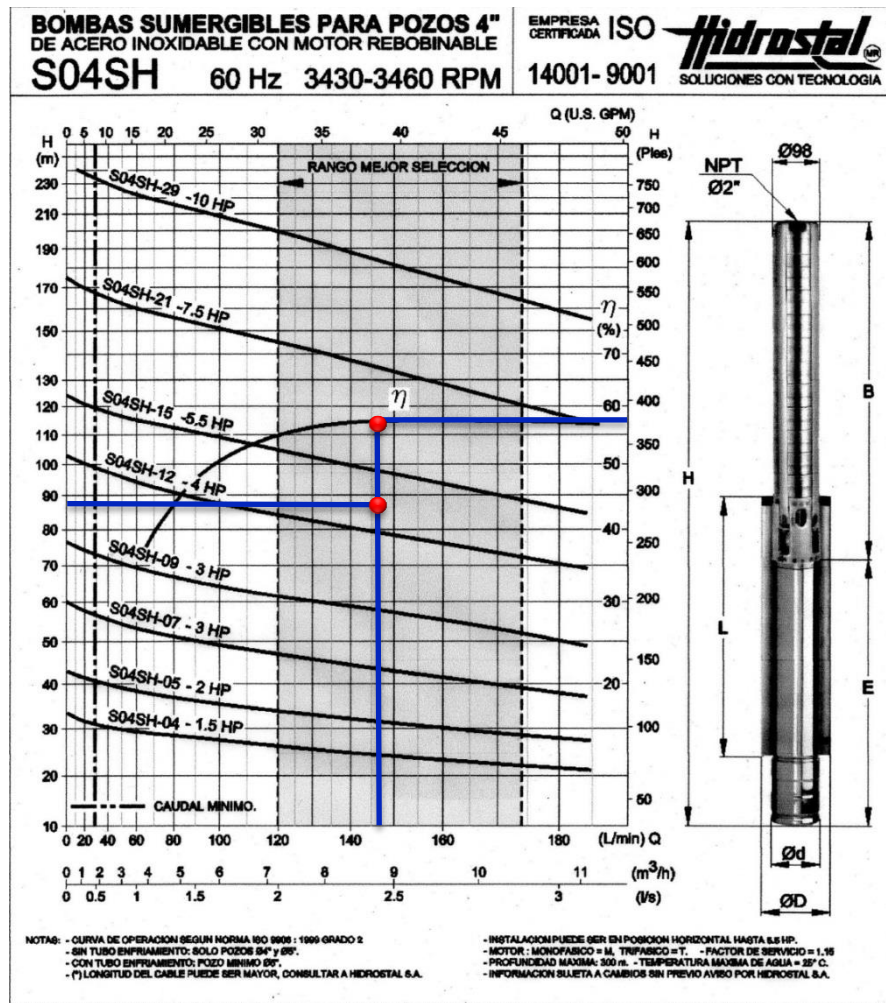


Figura N° 4.1, Curva característica de la bomba HIDROSTAL Modelo SO4SH

En la figura 4.1, se puede ver las líneas de color azul. Estas líneas representan la altura a vencer (línea horizontal) y el caudal a suministrar (línea vertical). Donde se cruzan las líneas, se encuentra un punto rojo el cual representa la eficiencia con la que trabajará la bomba; que en este caso es aproximadamente 58 % y la potencia varía de 4 – 15 HP.

i) Potencia de la bomba

Es el producto del peso del agua descargada en la unidad de tiempo y la carga total desarrollada por la bomba afectada por un coeficiente de eficiencia del conjunto motor-bomba: $E = E_{bomba} \times E_{motor}$.

De la ecuación 3.8 tenemos.

$$P_{cons} = \frac{1000kg/m^3 * 0.0024 m^3/seg * 89.68m}{75 * 0.4}$$

$$P_{cons} = 7.2 HP$$

Datos:

P_{cons} = Potencia en HP.

E = Eficiencia (40 %)

γ = Peso específico del líquido (1000 Kg/m³)

H = Altura dinámica de bombeo (89.68 m.)

Q = Caudal de bombeo (0.0024 m³/sg)

Reemplazando obtenemos: $P_{cons} = 7.2 HP$

Por no existir en el mercado una bomba con esta potencia se opta por una de 10 HP tipo sumergible Hidrostal, se detalla las características en el Anexo 3, para el sistema de bombeo que va desde pozo hasta el reservorio se eligió una bomba sumergible de acero inoxidable con motor rebobinable de la empresa HIDROSTAL, modelo SO4SS que suministrando un caudal de 2.4 (l/s) genera una altura de carga de

89.68 m trabajando a 3430 revoluciones por minuto (rpm), con una eficiencia del 58%.

4.1.4. Evaluación técnica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar

Los componentes del bombeo de agua con panel solar que se encuentran en el lugar de estudio son los siguientes:

- Una bomba eléctrica, CC.
- Un arreglo de paneles solares
- Una caja de control
- Tanque de almacenamiento
- Instalación de tubería y grifos hasta las casas

4.1.4.1. Factores determinantes en la evaluación técnica

a) Calculo de la carga de bombeo de agua

Recorrido del régimen de bombeo

De la ecuación N° 3.10 tenemos:

$$R_b = \frac{34689.6 \text{ l/día}}{5.2 \text{ h} - \text{pico/día}}$$

$$R_b = 6671.1 \text{ l/h}$$

Dónde:

R_b = Recorrido del régimen de bombeo lt/hora

Q_d = volumen de agua necesario por día l/día

i = insolación del sitio h-pico/día

Energía hidráulica

De la ecuación N° 3.11 tenemos:

$$E_h = \frac{34689.6 \text{ l/día} * 77.57 \text{ m}}{367}$$

$$E_h = 7332.1 \text{ Wh/día}$$

Dónde:

E_h = Energía hidráulica (Wh/día)

Q_d = volumen de agua necesario por día l/día

h_d = carga dinámica (m)

Energía de arreglo fotovoltaico

De la ecuación N° 3.12 tenemos:

$$EFV = \frac{7332.1 \text{ Wh/día}}{0.57}$$

$$EFV = 12863.3 \text{ Wh/día}$$

Dónde:

EFV = Energía de arreglo fotovoltaico (Wh/día)

E_h = Energía hidráulica (Wh/día)

e = eficiencia de la bomba 57% (decimal)

Corriente del proyecto

De la ecuación N° 3.13 tenemos:

$$C = \frac{77.4 \text{ Ah/dia}}{5.2 \text{ h} - \text{pico/dia}}$$

$$C = 14.9 \text{ A}$$

Dónde:

C = Corriente del proyecto (A)

Cec = Carga eléctrica corregida (Ah/dia)

i = insolación del sitio h-pico/dia

b) Dimensionamiento del arreglo fotovoltaico

Numero de módulos en paralelo

De la ecuación N° 3.14 tenemos:

$$Nm = \left(\frac{14.9 \text{ A}}{0.9}\right)/4.6 \text{ A}$$

$$Nm = 4$$

Dónde:

Nm = Numero de módulos en paralelo

C = Corriente del Proyecto (A)

f = Factor de reducción del módulo (0.90)

Imp = Corriente máxima del módulo (A)

Numero de módulos en serie

De la ecuación N° 3.15 tenemos:

$$N_{ms} = \frac{175 \text{ v}}{17.2 \text{ v}}$$

$$N_{ms} = 10.17 = 11$$

Dónde:

N_{ms} = Numero de módulos en serie

V = Voltaje nominal del sistema (v)

V_{mp} = Voltaje máximo del módulo (v)

Número total de módulos

De la ecuación N° 3.16 tenemos:

$$N_{tm} = 10.17 * 4$$

$$N_{tm} = 40.7$$

Tamaño del arreglo fotovoltaico

De la ecuación N° 3.17 tenemos:

$$FV = 40.7 * 4.6 \text{ A} * 17.2 \text{ V}$$

$$FV = 3220 \text{ watts}$$

c) Curva de tipo de bomba

Teniendo en cuenta la altura dinámica de 89.68 m y el caudal de 23.12 m³/día se determinará el tipo de bomba que será necesario utilizar para el bombeo de agua con energía solar el cual es una bomba sumergible de corriente continua, según catálogo de Sandia Laboratories como se observa en el Anexo N° 03.

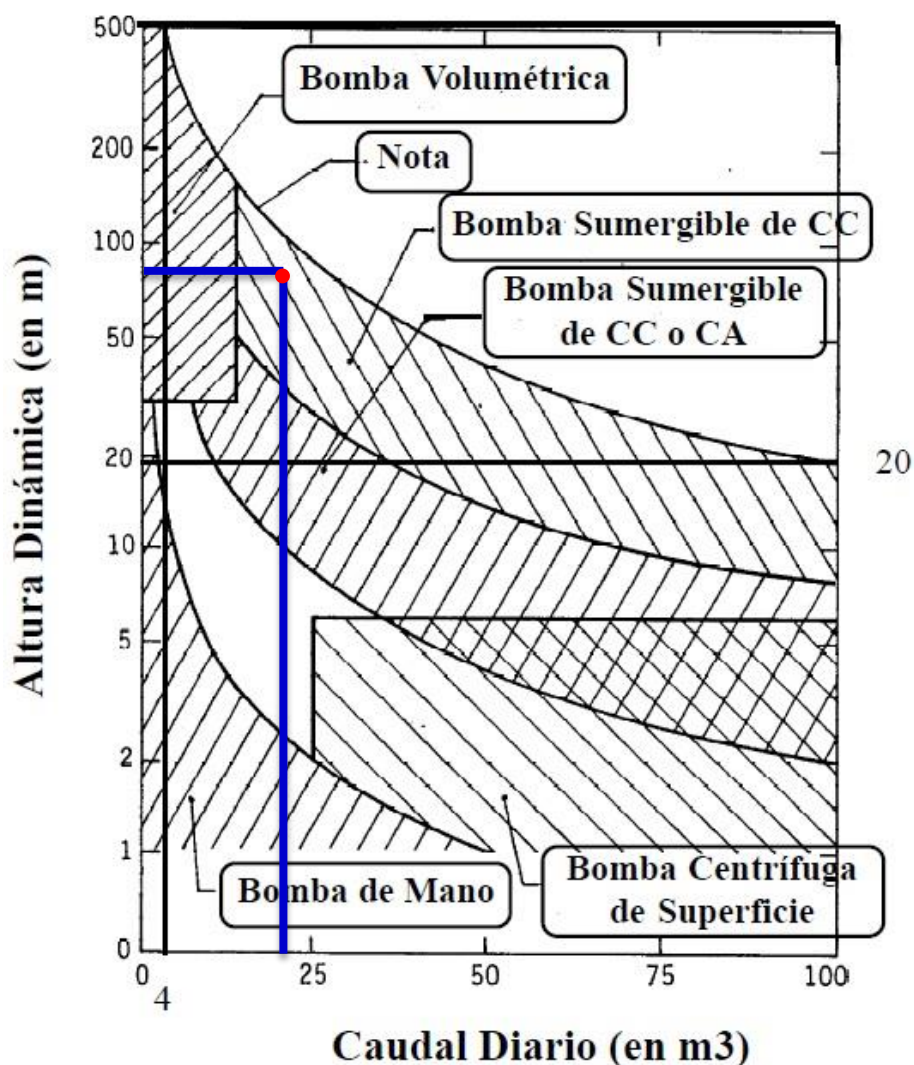


Figura N° 4.2, Relación entre el caudal diario y el tipo de bomba para energía solar según Sandia Laboratories

4.1.5. Ventajas y desventajas de las alternativas de bombeo

En el siguiente cuadro se puede observar las Ventajas y Desventajas de los sistemas de bombeo evaluados.

Cuadro Nº 4.3 Ventajas y desventajas de los sistemas de bombeo

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Rápido y fácil mantenimiento • Bajo coste de capital • Ampliamente utilizadas • Pueden ser portátiles 	<ul style="list-style-type: none"> • Operación sin atención: no requiere • Fácil mantenimiento • Bajos costos de operación y mantenimiento • Vida larga • Fácil instalación • Sistema limpio (no hay emisiones) • No se necesita combustible
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos de combustible, filtros y aceite • Elevado coste de mantenimiento • Vida de operación corta (10 años) • Contaminación por ruido y humo • Se necesita reemplazo • Incertidumbre del precio futuro de diesel 	<ul style="list-style-type: none"> • Altos costos iniciales • Se necesita abastecimiento de agua para periodos nublados • Requiere frecuente sol • Requiere frecuente sol

Fuente: Elaboración Propia (2012)

4.2. EVALUACION ECONOMICA DE LAS ALTERNATIVAS DE BOMBEO DE LA COMUNIDAD DE SANCAYUNI Y VILLA ORINOJON

4.2.1. Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía a diesel

4.2.1.1. Factores económicos

a) Costos de instalación del proyecto

Los costos de instalación o presupuesto del proyecto de acuerdo al expediente técnico asciende a la suma de S/. 464,028.43, el cual se tomara como costo inicial o de inversión inicial para los cálculos de costo total del ciclo de vida del proyecto

b) Costos de operación, mantenimiento

En el siguiente cuadro se puede apreciar los costos de operación y mantenimiento del sistema de bombeo de agua con energía eléctrica generada a diesel

Cuadro N° 4.4 Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del bombeo con energía a diesel

Descripción	Unid	Cant.	C. U.	C. T. /mes	C. T. /año
Operador de Sistema	mes	1.0	500.0	500.0	6000.0
Diesel	Gln	45.0	8.8	394.2	4730.4
Aceite (1/4 Lt/cambio)	Und	4.8	25.0	120.0	1440.0
Filtro (cambios)	Und	0.33	40.0	13.3	160.0
Reparación y Repuestos	Glb	1.0	150.0	150.0	1800.0
Total S/.				1177.5	14130.4

Fuente: Elaboración Propia (2012)

c) Análisis tarifaria por familia

En el siguiente Cuadro se muestra la tarifa mensual de los usuarios para realizar el mantenimiento y el normal funcionamiento del sistema, el cual varia de S/. 6.73 el primer año y S/. 11.92 al final del ciclo de vida del proyecto en el año 20

Cuadro N° 4.5 Tarifa mensual por familia por bombeo con energía a diesel

	Años	Costo O y M anual	Tarifa anual x familia	Tarifa mensual x familia
costo de instalación mas costo de operación y mantenimiento	1	14,130.40	80.75	6.73
	2	14,130.40	80.75	6.73
	3	14,130.40	80.75	6.73
	4	15,543.44	88.82	7.40
	5	15,543.44	88.82	7.40
	6	15,543.44	88.82	7.40
	7	17,097.78	97.70	8.14
	8	17,097.78	97.70	8.14
	9	17,097.78	97.70	8.14
	10	18,807.56	107.47	8.96
	11	18,807.56	107.47	8.96
	12	18,807.56	107.47	8.96
	13	20,688.32	118.22	9.85
	14	20,688.32	118.22	9.85
	15	20,688.32	118.22	9.85
	16	22,757.15	130.04	10.84
	17	22,757.15	130.04	10.84
	18	22,757.15	130.04	10.84
	19	25,032.87	143.04	11.92
	20	25,032.87	143.04	11.92

Fuente: Elaboración Propia (2012)

4.2.2. Evaluación económica del sistema de abastecimiento de agua por bombeo con energía solar

4.2.2.1. Factores económicos

a) Costos de instalación del proyecto

Los costos de instalación o presupuesto del proyecto de acuerdo al expediente técnico asciende a la suma de S/. 560,533.14, el cual se tomara como costo inicial o de inversión inicial para los cálculos de costo total del ciclo de vida del proyecto

b) Costos de operación, mantenimiento

En el siguiente cuadro se puede apreciar los costos de operación y mantenimiento del sistema de bombeo de agua con energía eléctrica generada a diesel

Cuadro N° 4.6 Costos de operación y mantenimiento mensual y anual del bombeo con energía solar

Descripción	Unid	Cant.	C. U.	C. T. /mes	C. T. /año
Operador del Sistema					
Limpieza de Paneles Monitoreo General	mes	1.0	300.0	300.0	3600.0
Reparación y Repuestos	Glb	1.0	150.0	150.0	1800.0
Total S/.				450.0	5400.0

Fuente: Elaboración Propia (2012)

c) Análisis tarifaria por familia

En el siguiente Cuadro se muestra la tarifa mensual de los usuarios, el cual varia de S/. 2.57 el primer año y S/. 4.56 al final del ciclo de vida del proyecto en el año 20 para realizar el mantenimiento y la operación del proyecto.

Cuadro Nº 4.7 Tarifa mensual por familia por bombeo con energía Solar

	Años	Costo OyM Mensual	Tarifa anual x familia	Tarifa Mensual x familia
costo de instalación más costo de operación y mantenimiento	1	5,400.00	30.86	2.57
	2	5,400.00	30.86	2.57
	3	5,400.00	30.86	2.57
	4	5,940.00	33.94	2.83
	5	5,940.00	33.94	2.83
	6	5,940.00	33.94	2.83
	7	6,534.00	37.34	3.11
	8	6,534.00	37.34	3.11
	9	6,534.00	37.34	3.11
	10	7,187.40	41.07	3.42
	11	7,187.40	41.07	3.42
	12	7,187.40	41.07	3.42
	13	7,906.14	45.18	3.76
	14	7,906.14	45.18	3.76
	15	7,906.14	45.18	3.76
	16	8,696.75	49.70	4.14
	17	8,696.75	49.70	4.14
	18	8,696.75	49.70	4.14
	19	9,566.43	54.67	4.56
	20	9,566.43	54.67	4.56

Fuente: Elaboración Propia (2012)

4.2.3. Calidad de agua

Luego de realizar los análisis físico químico y el análisis bacteriológico los resultados que se obtuvo están dentro de los márgenes de las normas que nos da el Organismo Mundial de la Salud (OMS), como se puede observar en los resultados obtenidos de la Dirección Regional de Salud – Puno.

Cuadro N° 4.8 Resultado de análisis físico químico de agua

PARAMETROS	RESULTADO DE MUESTRA
ASPECTO	LIMPIO
COLOR (PtCo)	INCOLORO
TURBIEDAD (NTU)	0.42
TEMPERATURA EN LAB - (°c)	13.5
PH	7.48
CONDUCTIVIDAD Us/cm	238
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS	119
DUREZA TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/L)	130.2
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/L)	165.6
CLORUROS COMO Cl (mg/L)	8.2
CLORURO RESIDUAL LIBRE	0

Fuente: Dirección Regional de Salud

Cuadro N° 4.9 Resultado de análisis microbiológico de agua

METODO ANALITICO	RESULTADOS	
	COLIFORMES Totales (35°C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5°C)
NMP/100 MI	10 x 10 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL

Fuente: Dirección Regional de Salud

Según los Cuadros N° 4.8 y 4.9 se puede observar que los resultados obtenidos en el análisis Físico – Químico y Microbiológico de los Manantiales de Agua, estas son aptas para el consumo Humano

4.3. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ADECUADA PARA EL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES DE SANCAYUNI Y VILLA ORINOJON

Según las los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas tanto técnico como económico del presente estudio se puede observar que la alternativa solución para el abastecimiento de agua potable por bombeo para las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon es la Utilización de la energía Solar debido a que con la utilización de energía solar la operación y mantenimiento es más sencilla que el otro sistema a diesel y no requiere de muchos gastos económicos para el mantenimiento a lo largo de su vida útil como se puede apreciar en los siguientes cuadros.

Cuadro N° 4.10 Cuadro de indicadores de evaluación

Indicadores de Evaluación	Energía Solar	Energía a Diesel
I. Instalación		
Costos de Instalación	Elevado (S/. 560,533.14 nuevos soles)	Moderado (S/. 464028.43 nuevos soles)
Instalación del Sistema de bombeo	Requiere de técnicos Especialistas	requiere de Técnicos Especialistas
I. Operación		
Tiempo de Operación (Ciclo de Vida)	20 años (Paneles solares)	10 años (Equipo de Bombeo)
Combustible (Diesel)	no requiere	Precios Elevados e inestables
Aceite para el generador	no requiere	Precios Elevados
Filtros de la bomba	no requiere	Precios Elevados
Impacto Ambiental	no tiene	contaminación por ruido y humo
Abastecimiento en Periodos Nublados	requiere abastecer en gran cantidad para suministrar agua esos días	no tiene efecto
Radiación Solar	necesita radiación solar diario	no tiene efecto
Reemplazo de la Bomba	cada 10 años	cada 10 años
I. Mantenimiento		
Operación del Sistema	diario	diario
Cambio de Aceite	no requiere	cada 50 horas
Cambio de Filtros	no requiere	cada 3 meses
Revisión de la Bomba	cada 5 años	cada 5 años
Limpieza del Tanque	cada 2 semanas	cada 2 semanas
Limpieza Total del Generador de Energía	limpieza del polvo de los paneles solares	cada 750 horas de operación
Monitoreo General	anual	semanal
I. Organización		
Junta administradora del servicio de saneamiento (JASS)	si se requiere	si se requiere

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Costo total de inversión

En el siguiente cuadro se puede observar el costo total de las alternativas de bombeo de agua potable

Cuadro N° 4.11 Costo total de inversión de los sistemas de bombeo

	Años	E. a Diesel	E. Solar
Inv. inicial	0	464,028.43	560,533.14
costo de instalación más costo de operación y mantenimiento	1	478,158.83	565,933.14
	2	492,289.23	571,333.14
	3	506,419.63	576,733.14
	4	520,550.03	582,133.14
	5	534,680.43	587,533.14
	6	548,810.83	592,933.14
	7	562,941.23	598,333.14
	8	577,071.63	603,733.14
	9	591,202.03	609,133.14
	10	605,332.43	614,533.14
	11	619,462.83	619,933.14
	12	633,593.23	625,333.14
	13	647,723.63	630,733.14
	14	661,854.03	636,133.14
	15	675,984.43	641,533.14
	16	690,114.83	646,933.14
	17	704,245.23	652,333.14
	18	718,375.63	657,733.14
	19	732,506.03	663,133.14
	20	746,636.43	668,533.14

Fuente: Elaboración Propia (2012)

En el presente cuadro se puede observar el costo total de inversión de las alternativas siendo el valor de inversión con energía a diesel de S/. 746,636.43 nuevos soles y el de energía Solar S/. 668,533.14 nuevos soles pudiéndose observar que el consto de inversión total de un sistema de bombeo con energía a diesel es mayor en un periodo de 20 años siendo este un ciclo de vida útil de dicho proyecto.

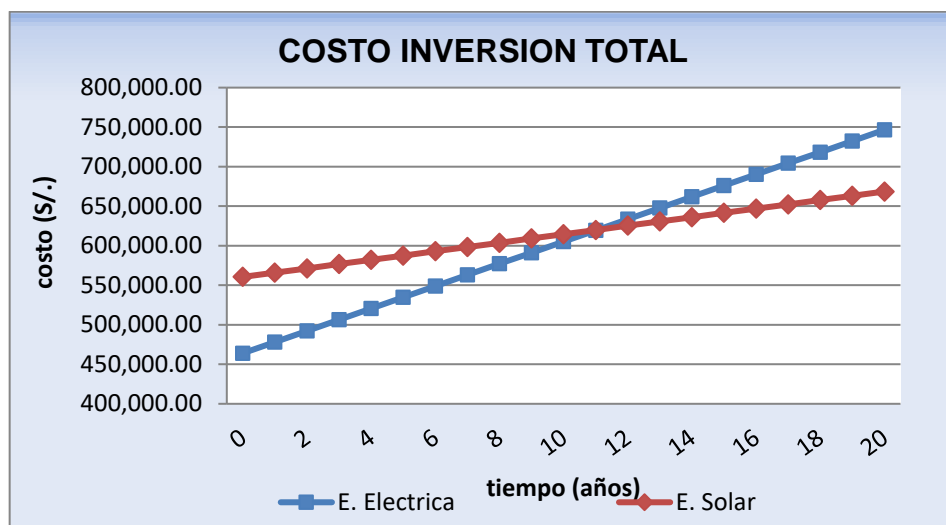


Figura N° 4.2 Comparación de costos de inversión total, energía a diesel y energía

En la Figura se puede observar que la curva de ciclo de vida útil del bombeo con energía a diesel tiene una pendiente mayor que de energía solar y esto debido a la diferencia en el costo total entre sistema con generador a diesel y sistema con panel solar es bastante grande. Los CCVU por generador a diesel son S/. 746,636.43, y por energía solar S/.668,533.14. Los costos de operación y mantenimiento con Energía Eléctrica asciende a la suma de S/. 14,130.40 nuevos soles anuales y la de energía solar a S/. 5,400.00 nuevos soles anuales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El resultado de la evaluación técnica de las alternativas elegidas de sistema bombeo en las comunidades de Sancayuni y Villa Orinojon de la isla de Amantani se concluye que lo más recomendable y apropiado para el abastecimiento de agua para la zona, es la utilización de la energía solar, ya a que no requiere de mano de obra calificada en las fases de operación y mantenimiento, como son: operación del sistema diario, limpieza de los paneles semanal, limpieza del tanque cada dos semanas, monitoreo general anual, revisión de la bomba cada 5 años y en el caso del bombeo con energía a diesel requiere la operación de una persona especializada las cuales deberá de realizar operaciones tales como: operación del sistema diario, monitoreo general semanal, limpieza del tanque cada dos semanas, cambio aceite cada 50 horas de operación, cambio de filtros cada 3 meses, revisión total del generador cada 750 horas de operación, revisión de la bomba cada 5 años de operación y cambio de la bomba cada 10 años.
- Desde el punto de evaluación económica, teniendo las dos alternativas con un ciclo de vida de 20 años, económicamente la mejor alternativa es el bombeo de agua con energía solar ya que su costo total de ciclo de vida asciende a un monto de S/. 668,533.14

que a diferencia del bombeo con energía a diesel su costo es de S/. 761,168.43 teniendo una diferencia el monto de S/ 92,635.29 el cual representa el 12.17 % en exceso y el costo de operación y mantenimiento mensual del bombeo con energía solar asciende a la suma de S/. 450.00 mensuales, mientras que en la generación de energía a Diesel tiene un costo mensual de S/. 1,238.08, teniendo una diferencia de S/. 788.08 el cual representa un 63.65% de exceso y a su vez los trabajos a realizar más complicado y requiere de un personal técnico especializado.

- La población está de acuerdo en organizarse para poner una cuota mensual y realizar los trabajos de operación y mantenimiento necesarios para el normal funcionamiento del sistema de bombeo de agua para dichas comunidades.
- La alternativa seleccionada tendrá las siguientes características: un sistema de bombeo con una corriente de 15 A, el arreglo fotovoltaico tendrá una capacidad de 2387.4 watts.

5.2. RECOMENDACIONES

- Al realizar la evaluación de los sistemas de abastecimiento de agua potable, se recomienda utilizar el bombeo de agua potable con energía solar debido que a largo plazo es más económico y no requiere mano de obra calificada para su operación y mantenimiento y existe una alta aceptación de parte de la población.
- Para que un proyecto de estas características funcione correctamente durante su ciclo de vida útil es necesario tener en cuenta que los beneficiarios realicen la operación y el mantenimiento del proyecto, por lo cual deben de organizarse y realizar cuotas mensuales para dichos trabajos.
- Utilizar la energía solar para la generación de energía eléctrica como se realiza en los países desarrollados ya que no genera mayores gastos para una persona y este recurso es inagotable.
- Es muy importante que existan personas responsables que supervisen el estado del sistema, pues ellos tendrían que realizar acciones cuando se presente un problema; esta responsabilidad se puede asegurar con la formación de un Comité de Agua o con una cooperativa, el comité (o si acaso la cooperativa) sería responsable de la operación y el mantenimiento del sistema.

BIBLIOGRAFIA

Agüero P., R (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales – Sistema de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento*. Servicios Educativos Rurales SER. Lima – Perú.

Alegre E., J. F. (2006) *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión* 6ta. Edición, Lima-Perú

Baca U., G. (2001). *Evaluación de Proyectos*, Editorial Mc Graw Hill, 4ta. Edición, México

Blanco M., E.; Velarde S., S., Fernández F., J. (1994) *Sistemas de Bombeo* Universidad de Oviedo E. T. S. Ingenieros Industriales, Departamento de Energía, Gijon – España.

CARE (2004). *Estudio comparativo de bombas eléctricas accionadas por generadores a diesel, energía solar, red eléctrica y aproximaciones acerca de su sostenibilidad*, Santa Cruz – Bolivia.

CICDA (1993), *Evaluación sobre proyectos en medio rural*, La Paz Bolivia

Nassir & Sapag Ch., R. (2003). *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Editorial Mc Graw Hill, 4ta. Edición, México.

OPS/CEPIS (2005). *Guías para el diseño de estaciones de bombeo de agua potable*. Lima

Plaza O. (1987), *Promoción campesina, desarrollo rura*” editorial DESCO lima – Perú.

Poza S., F. (2007). *Contribución al diseño de procesamientos de control de calidad para sistemas de bombeo fotovoltaicos. Tesis doctoral universidad politécnica de Madrid España*

Quiroz R. J. (1972), *Construcciones rurales* Lima - Peru

Sanchez B., J. P. (2002). *Análisis de rentabilidad de la empresa,*

Sapag Ch., N. (2007). *Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación.*

Pearson Educación de México S.A. de C. V., México D. F.

ANEXOS

CALCULOS PARA REDES DE AGUA POTABLE

(Sistema de bombeo a diesel)

1.- NOMBRE DEL PROYECTO **AGUA POTABLE SANCA YUNI Y VILLA ORINOJON - AMANTANI**

A.- POBLACION ACTUAL	875
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	1.10
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	20
D.- POBLACION FUTURA	1068
$P_f = P_o * (1 + r * t / 100)$	
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	50
F.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG)	0.618
$Q = P_{ob} * Dot / 86,400$	
G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO (LT/SEG)	0.803
$Q_{md} = 1.30 * Q$	
H.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG)	
I.- VOLUMEN DEL RESERVORIO (M3)	20.82
$V = 0.30 * Q_{md} * 86400 / 1000$	
A UTILIZAR :	
	24.00
J.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG)	0.927
$Q_{mh} = 2.00 * Q_{md} = 2.60 Q$	

LINEA DE SUCCION E IMPULSION

CAUDAL DE BOMBEO (m3/seg.)

$Q_b = (24 / N) * Q_{md}$ 0.00241
 N : N° de horas de bombeo = 8.00

LINEA DE IMPULSION

$D = 1.3 (N/24)^{1/4} * (Q_b)^{1/2}$ = 0.048 m = 2.00 "
 Diámetro asumido 2.00 "

LINEA DE SUCCION

Diámetro asumido 3.00 "
 (Se recomienda un diámetro comercial mayor al de Impulsión)

POTENCIA DE LA BOMBA

Altura de Succión : $H_s =$ 2.50 m Long. tubo Succión : $L_s =$ 2.35 m	Altura de Impulsión : $H_i =$ 73.50 m Long. tubo Impulsión: $L_i =$ 480.00 m
---	---

Velocidad :	$V = Q_b / A$	=	1.19	m/seg.
Pérdidas de carga :	$h_f = f(L/D) * (V^2 / 2g)$	=	13.68	m
Altura Dinámica Total :	$HDT = H_s + H_i + h_f$	=	89.68	m

POTENCIA TEORICA DE LA BOMBA :

$P = (1000 * Q_b * HDT) / (75 * E)$ = 4.80 H.P.

Potencia Instalada : $P_i = P + dP = P + 0.5 P =$ 7.20 H.P.

Nota :

En la Línea de Succión se utilizará tubería de	3.00 "
En la Línea de Impulsión se utilizará tubería F°G°	2.00 "
Se recomienda utilizar una Motobomba de Potencia	10.00 H.P.

CÁLCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA

BOMBEO DE AGUAS 1

CALCULO DE LA CARGA DEL BOMBEO DE AGUA.

Los textos y valores en rojo pueden cambiarse. Las casillas de color verde son necesarias para realizar todos los cálculos. El volumen de agua es en litros. Las cargas se dan en metros. Un mensaje de advertencia aparecerá si se ingresan valores incorrectos.

1	Volumen de agua necesaria por día (l/día)	2	Insolación del sitio (h-pico/día)	3	Recorrido Régimen de bombeo (lh)
	34689.6	/	5.2	=	6671.1

4	Nivel estático (m)	5	Abatimiento (m)	6	Altura de descarga (m)	7	Carga estática (m)	8	Recorrido adicional de tubería (m)	9	Recorrido total de tubería (m)	10	Factor de fricción (decimal)	11	Carga por fricción (m)	12	Carga estática (m)	13	Carga dinámica total (m)
	0.5	+	2	+	73.5	=	76	+	2.5	=	78.5	X	0.02	=	1.57	+	76	=	77.6

Ahora es posible seleccionar una bomba de agua de acuerdo a las necesidades y especificaciones del fabricante. Consulte la información técnica proporcionada por el fabricante de bombas de agua y llene las casillas de la derecha antes de continuar en la casilla 11.

INFORMACION DE LA BOMBA Y MOTOR

Marc	LORENT
Model	PS-4000 C-
Tipo de bomba	SOLAR SUMERGIBLE
Voltaje de operación (c.a/c.c.)	173 VEC
Eficiencia de la bomba	57%

14	Volumen de agua necesaria por día (l/día)	15	Carga dinámica (m)	16	Factor conversion	17	Energía Hidraulica (Wh/día)	18	Eficiencia de la bomba (decimal)	19	Energía del arreglo FV (Wh/día)	20	Voltaje nominal del sistema (V)	21	Carga eléctrica (Ah/día)
	34689.6	X	77.57	/	367	=	7332.1	/	0.57	=	12863.3	/	175	=	73.5

22	Carga eléctrica (Ah/día)	23	Factor de rendimiento del conductor (decimal)	24	Carga eléctrica corregida (Ah/día)	25	Insolación del sitio (h-pico/día)	26	Corriente del proyecto (A)
	73.5	/	0.95	=	77.4	/	5.2	=	14.9

HOJA DE CALCULOS 2
BOMBEO DE AGUA

DIMENSIONAMIENTO DEL ARREGLO FOTOVOLTAICO

INFORMACION DEL MODULO FOTOVOLTAICO	
Marca y modelo : LC80 - 12 M	
tipo	
Vmp	17.2
Voc	22.4
Imp	4.6
Isc	5.0

Ahora es el momento de seleccionar el modelo de módulo fotovoltaico que se usará en el arreglo. Repita este proceso hasta encontrar el menor número posible de módulos que satisfagan las necesidades del sistema de bombeo.

27	Corriente del Proyecto (A)	28	Factor de reducción del módulo (decimal)	29	Corriente ajustada del proyecto (A)	30	Corriente Imp del módulo (A)	31	Módulos en paralelo (núm. entero)
26	15.0 /	0.9	16.67 /	4.6	=	4.6	=	4.0	

32	Voltaje nominal del sistema (V)	33	Voltaje Vmp del módulo (V)	34	Módulos en serie	35	Módulos en paralelo	36	Total de Módulos	37	Corriente Imp del módulo (A)	38	Voltaje Vmp del módulo (V)	39	Tamaño del arreglo fotovoltaico (W)
20	175 /	17.2	=	10.17	X	4	=	40.70	X	4.6	17.2	=	3220		

HOJA DE CALCULOS 3
BOMBEO DE AGUA

AGUA BOMBEADA Y REGIMEN DE BOMBEO.

40	Módulos en paralelo	41	Corriente Imp del módulo (A)	42	Voltaje Nominal del sistema (V)	43	Factor de rendimiento del sistema (decimal)	44	Factor de conversión	45	Insolación del sitio (h-pico/día)	46	Factor de reducción del módulo (decimal)	47	Carga dinámica total (m)	48	Agua Bombeada (l/día)
31	4 X	30	4.6 X	20	175 X	18	0.57 X	16	367 X	2	5.2 X	28	0.95 /	13	77.57 =	42897.30	

Compare el régimen de bombeo (lh) de la casilla 51 con la capacidad de la fuente de agua. Si el régimen de bombeo es mayor que la capacidad de batería o bien amplíe la fuente de agua. Esta es una decisión que se basa en el aspecto económico.

46	Factor de Agua Bombeada (l/día)	47	Carga Insolución del sitio (h-pico/día)	48	Régimen de bombeo (lh)
48	42897.30 /	2	5.2	=	8249.48

ANEXO N° 01

DENSIDAD, VISCOSIDAD DINAMICA Y CINEMATICA DEL AGUA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA

<i>Temperatura</i> (°C)	<i>Densidad</i> (kg/m ³)	<i>Viscosidad</i> <i>dinámica</i> η (10 ⁵ kg/m · s)	<i>Viscosidad</i> <i>cinemática</i> ν $10^6 \frac{m^2}{s} = cSt$
0	999,8	178,7	1,787
2	999,9	167,1	1,671
4	1.000	156,2	1,562
6	999,9	146,4	1,464
8	999,8	137,6	1,375
10	999,7	130,5	1,307
12	999,4	122,6	1,227
14	999,2	116,1	1,163
16	998,9	110,4	1,106
18	998,5	105,2	1,053
20	998,2	100,2	1,0038
22	997,7	95,5	0,957
24	997,2	91,1	0,914
26	996,6	87,2	0,875
28	996,1	83,4	0,837
30	995,7	79,7	0,801
32	994,9	76,4	0,768
34	994,2	74,1	0,745
36	993,4	70	0,705
38	992,8	68	0,685
40	992,2	65,3	0,658
45	990,2	59,8	0,604
50	988	54,8	0,554
55	985,7	50,5	0,512
60	983,2	46,7	0,475
65	980,6	43,4	0,443
70	977,8	40,4	0,413
75	974,8	37,8	0,388
80	971,8	35,5	0,365
85	968,6	33,4	0,345
90	965,3	31,5	0,326
95	961,8	29,8	0,310
100	958,4	28,2	0,295
150	916,9	18,6	0,205
200	864,6	13,6	0,161
250	799,2	10,9	0,14
300	712,4	8,91	0,132

FUENTE: MATAIX, C.

RUGOSIDAD ABSOLUTA (ϵ), PARA DIFERENTES MATERIALES UTILIZADOS EN TUBERÍA.

Rugosidad del material	ϵ (mm)
Vidrio	0.0003
PVC	0.0015
Acero	0.046
Hierro forjado	0.06
Hierro fundido asfaltado	0.12
Hierro galvanizado	0.15
Arcilla Vitrificado	0.15
Hierro fundido	0.15
Hierro dúctil	0.25
Concreto	0.3-3.0
Acero bridado	0.9-9.0

FUENTE: SALDARRIAGA, J., MEXICO-2007.

COEFICIENTE DE HAZEN – WILLIAMS (C)

Tipo de conducto	Promedio para conductos limpios y nuevos	Valor de Diseño
Acero, hierro dúctil o hierro fundido con cemento aplicado centrífugamente o revestimiento bituminoso	150	140
Plástico, cobre, latón, vidrio	140	130
Acero o hierro fundido	130	100
Concreto	120	100
Acero corrugado	60	60

FUENTE: MOTT, R.

CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA DE ACERO, SIN SOLDADURA.

Normas: DIN 2440/61
 AFNOR 29025/59
 B.S. 1387/57- Medium
 ISO / R-65- Medium

Paso nominal pulgadas	mm	Diámetro exterior mm	Espesor mm	Peso Kg/m
1/8	6	10.2	2	0.407
1/4	8	13.5	2.35	0.650
3/8	10	17.2	2.35	0.852
1/2	15	21.3	2.65	1.22
3/4	20	26.9	2.65	1.58
1	25	33.7	3.25	2.44
1-1/4	32	42.4	3.25	3.14
1-1/2	40	48.3	3.25	3.61
2	50	60.3	3.65	5.10
2-1/2	65	76.1	3.65	6.51
3	80	88.9	4.05	8.47
3-1/2	90	101.6	4.05	9.72
4	100	114.3	4.50	12.1
5	125	139.7	4.85	16.2
6	150	165.1	4.85	19.2

Material: Acero St-00 o St-35, según DIN 1629.
Prueba: Se someten en fábrica a un ensayo de presión interna con agua a 50 kg/cm².

PRUEBAS REALIZADAS EN TUBO DE FIERRO GALVANIZADO PARA DETERMINAR COEFICIENTE (K) EN ACCESORIOS

Accesorios	Coefficiente de Resistencia (k)	Diámetro
Válvula de Compuerta	0.320	2 - 3"
Tee	0.360	2 - 3"
Codo estándar	0.530	2 - 3"
Unión Simple	0.045	2 - 3"
Codo de 45°	0.300	2 - 3"
Codo de 90°	0.850	2 - 3"
Unión Universal	0.045	2 - 3"
Válvula de Chek	0.180	2 - 3"

FUNTE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, LÓPEZ- UZHCA

ANEXO Nº 02

ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA

CATEGORÍA 1: POBLACIONAL Y RECREACIONAL

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A	A	A	B	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
FÍSICOS Y QUÍMICOS						
Aceites y grasas (MEH)	mg/L	1	1,0	1,0	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,00	0,02	0,02	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Cloruros	mg/L	25	25	25	*	**
Color	Color verdadero escala Pt/Co	1	10	20	sin cambio normal	sin cambio normal
Conductividad	us/cm ^(a)	1	1	*	*	**
D.B.O.	mg/L	3	5	1	5	10
D.Q.O.	mg/L	1	2	3	3	50
Dureza	mg/L	50	*	*	*	**
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	0,5	n.a	0,5	Ausencia de espuma persistente
Fenoles	mg/L	0,00	0,0	0,	*	**
Fluoruros	mg/L	1	*	*	*	**
Fósforo Total	mg/L P	0,	0,1	0,1	*	**
Materiales Flotantes		Ausencia de material flotant	*	*	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos	mg/L N	1	1	1	1	**
Nitritos	mg/L N	1	1	1	1(5	**
Nitrógeno amoniacal	mg/L N	1,	2	3,	*	**
Olor		Aceptable	*	*	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=	>=	>=	>=	>= 4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 –	5,5 –	6-9 (2,5)	**
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1	1	1	*	**
Sulfatos	mg/L	25	*	*	*	**
Sulfuros	mg/L	0,0	*	*	0,0	**
Turbiedad	UNT ^(b)	5	10	*	10	**
INORGÁNICOS						
Aluminio	mg/L	0,	0,	0,	0,	**
Antimonio	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Bario	mg/L	0,	0,	1	0,	**
Berilio	mg/L	0,00	0,0	0,0	0,0	**
Boro	mg/L	0,	0,	0,7	0,	**
Cadmio	mg/L	0,00	0,00	0,0	0,0	**
Cobre	mg/L	2	2	2	2	**
Cromo Total	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Cromo VI	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Hierro	mg/L	0,	1	1	0,	**
Manganeso	mg/L	0,	0,	0,	0,	**
Mercurio	mg/L	0,00	0,00	0,00	0,001	**
Níquel	mg/L	0,0	0,02	0,02	0,0	**
Plata	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05
Plomo	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Selenio	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	**
Uranio	mg/L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02
Vanadio	mg/L	0,	0,	0,	0,	0,1
Zinc	mg/L	3	5	5	3	**
ORGÁNICOS						
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES						
Hidrocarburos totales de petróleo, HTTP	mg/L	0,0	0,	0,	*	**
Trihalometanos	mg/L	0,	0,	0,	*	**
Compuestos Orgánicos Volátiles, COVs						
1,1,1-Tricloroetano -- 71-55-6	mg/L	2	2	*	*	**
1,1-Dicloroetano -- 75-35-4	mg/L	0,0	0,0	*	*	**
1,2 Dicloroetano -- 107-06-2	mg/L	0,0	0,0	*	*	**
1,2-Diclorobenceno -- 95-50-1	mg/L	1	1	*	*	**
Hexaclorobutadieno -- 87-68-3	mg/L	0,000	0,000	*	*	**
Tetracloroetano --127-18-4	mg/L	0,0	0,0	*	*	**
Tetracloruro de Carbono -- 58-23-5	mg/L	0,00	0,00	*	*	**
Tricloroetano -- 79-01-6	mg/L	0,0	0,0	*	*	**
BETX						

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
Plaguicidas						
Organofosforados:						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paratión	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Organoclorados (COP)*:						
Aldrín -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrín -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Endrín -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Carbamatos:						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Policloruros Bifenilos Totales						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
Otros						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

UNT Unidad Nefelométrica Turbiedad

NMP/ 100 mL Número más probable en 100 mL

* Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad competente determine.

Normas de Calidad para Agua Potable según la organización mundial de la salud

CARACTERISTICAS FISICAS Y SUSTANCIAS QUIMICAS QUE AFECTAN LA ACEPTABILIDAD DEL AGUA			
SUSTANCIA O CARACTERISTICA	CONCENTRACION MAX. ACEPTABLE	CONCENTRACION MAX. TOLERABLE	INCONVENIENTES QUE PUEDE OCASIONAR
Color	5 unidades (a)	50 unidades (a)	Coloración
Olor	No rechazable	No rechazable	Olores
Sabor	No rechazable	No rechazable	Sabores
Turbiedad	5 unidades (b)	25 unidades (b)	Posible irritación gástrica
Sólidos totales	500 mg/l	1500 mg/l	Sabor / irritación gástrica
Ph	7.0 - 8.5	6.5 - 9.2	Sabor / corrosión
Dureza Total (CaCO ₃)	100 mg/l	500 mg/l	Incrustación
Calcio (Ca)	75 mg/l	200 mg/l	Incrustación
Cloruro (Cl)	200 mg/l	600 mg/l	Sabor / corrosión
Cobre (Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l	Sabor / color / corrosión
Hierro (Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l	Sabor / color / turbiedad
Magnesio (Mg)	30 mg/l (c)	150 mg/l (c)	Incrustación / sabor / irritación gástrica
Manganeso (Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l	Sabor / color / turbiedad
Sulfato (SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l	Irritación gástrica cuando hay Na o Mg
Zing (Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l	Sabor / turbiedad
Detergentes	0.2 mg/l	1.0 mg/l	Sabor y espuma
Aceite	0.01 mg/l	0.3 mg/l	Sabor y olor
Compuestos fenolicos	0.001 mg/l	0.002 mg/l	Sabor en aguas cloradas

Fuente: Normas de Calidad del Agua según el Organismo Mundial de la Salud (OMS).

Escala Platino Cobalto

- (a) Unidades técnicas de Jackson
- (b) Se acepta Mg en concentración de 30 mg/l o menos cuando sulfato excede 250 mg/l si sulfato es menor puede permitirse 150 mg/l de magnesio.

Normas Bacteriológicas de Agua Distribuida por Tubería.

A.	Al entrar a la red de distribución.
A.1.	Agua clorada no desinfectada Coliformes totales 0 NPM/100 ml Coliformes fecales ----- 0 NPM/100 ml
A.2.	Agua sin desinfectar (a) Coliformes totales ----- 0 NPM/100 ml Coliformes fecales ----- 0 NPM/100 ml
B.	En la red de distribución. – En el curso del año el 955 de las muestras no deben tener coliformes totales. – Ninguna muestra debe tener coliforme fecal – Ninguna muestra debe tener más de 10 coliforme totales como NMP/100 ml. – En ningún caso debe hallarse coliformes en 100ml de dos muestras consecutivas. (a) Las pruebas de control deben ser periódicas y frecuentes La presencia de coliformes en dos muestras consecutivas no debe aceptarse.

Fuente: Normas de Calidad del Agua según el Organismo Mundial de la Salud (OMS).

Características Bacteriológicas Límites para Aguas Posibles a Tratar

LIMITES BACTERIAS	limite Permisible NMP	Limite Deseable NMP
COLIFORMES TOTALES	10 000/100ml	< 100/100 ml
COLIFORMES FECALES	2 000/100ml	< 20/100 ml

Fuente: Normas de Calidad del Agua según el Organismo Mundial de la Salud (OMS).

Para aguas posibles a tratar para abastecimientos de localidades pequeñas se recomienda una calidad bacteriológica de máximo NMP de coliformes totales 3,000/100ml.



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 - Puno - Telf (051)-369051 - Cel 951-892220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

RESULTADO DE ANALISIS FISICO QUIMICO DE AGUA
INFORME N° 191/2012

SOLICITANTE
PUNTOS DE MUESTREO
VOLUMEN DE MUESTRA
FECHA DE RECEPCION
FECHA DE ANALISIS
LOCALIDAD
MUESTREADO POR

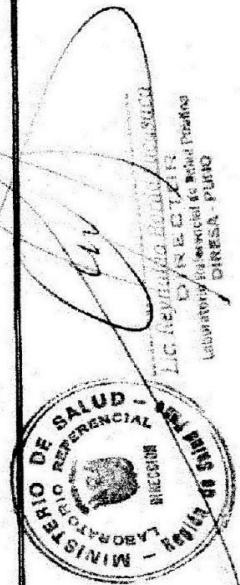
: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AMANTANI
: MANANTIAL TITIJUN WAYQU
: 2,000 mL APROX
: 16.07.2012.
: 16.07.2012.
: COMUNIDAD ALTO SANCAYUNI, DIST. AMANTANI, PROV. PUNO
: MUESTRA RECIBIDA EN EL LABORATORIO

RESULTADOS

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MANANTIAL TITIJUN WAYQU	MUESTRA N° 01
ASPECTO	INSPECCION FISICA		LIMPIO
COLOR (PtCo)	COLORIMETRICO		INCOLORO
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO		0.42
TEMPERATURA EN LAB. (°C)	TERMIDROMETRICO		13.5
PH	POTENCIOMETRO		7.48
CONDUCTIVIDAD uS/cm	POTENCIOMETRO		238
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS	POTENCIOMETRO		119
DUREZA TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/L)	TITULOMETRICO		130.2
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/L)	TITULOMETRICO		165.6
CLORUROS COMO Cl (mg/L)	TITULOMETRICO		8.2
HIERRO TOTAL como Fe++ (mg/l)	COLORIMETRICO		N.D
CLORO RESIDUAL LIBRE	COLORIMETRICO		0

Referencia Bibliografica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales, American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation, 20th Edition.

N.D = No Determinado.



Puno, Julio 19, del 2012.



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

Jr. José Antonio Encinas 145-165 – Puno – Telf. (051)-369051 – Cel.951-992220
e-mail: labpuno125@hotmail.com

**RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLOGICO DE AGUA
INFORME N° 191-B/2012**

SOLICITANTE
PUNTOS DE MUESTREO
VOLUMEN DE MUESTRA
FECHA DE RECEPCION
FECHA DE ANALISIS
LOCALIDAD
MUESTREADO POR

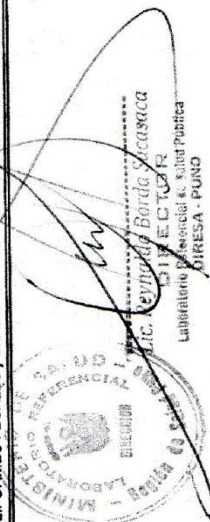
: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE AMANTANI
: MANANTIAL TITIJUN WAYQU
: 2,000 mL APROX
: 16.07.2012.
: 16.07.2012.
: COMUNIDAD ALTO SANCAYUNI, DIST. AMANTANI, PROV. PUNO
: MUESTRA RECIBIDA EN EL LABORATORIO

RESULTADOS:

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR	METODO ANALITICO	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35°C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5°C)
01	MUESTRA N° 01 MANANTIAL TITIJUN WAYQU C. ALTO SANCAYUNI	DIST. AMANTANI	NMP/100 MI	10 x 10 NMP/100 mL	< 1.8 NMP/100 mL

DONDE: < 1.8 = Significa Ausencia.
NMP/100 ml = Numero Más Probable por cien mililitros.

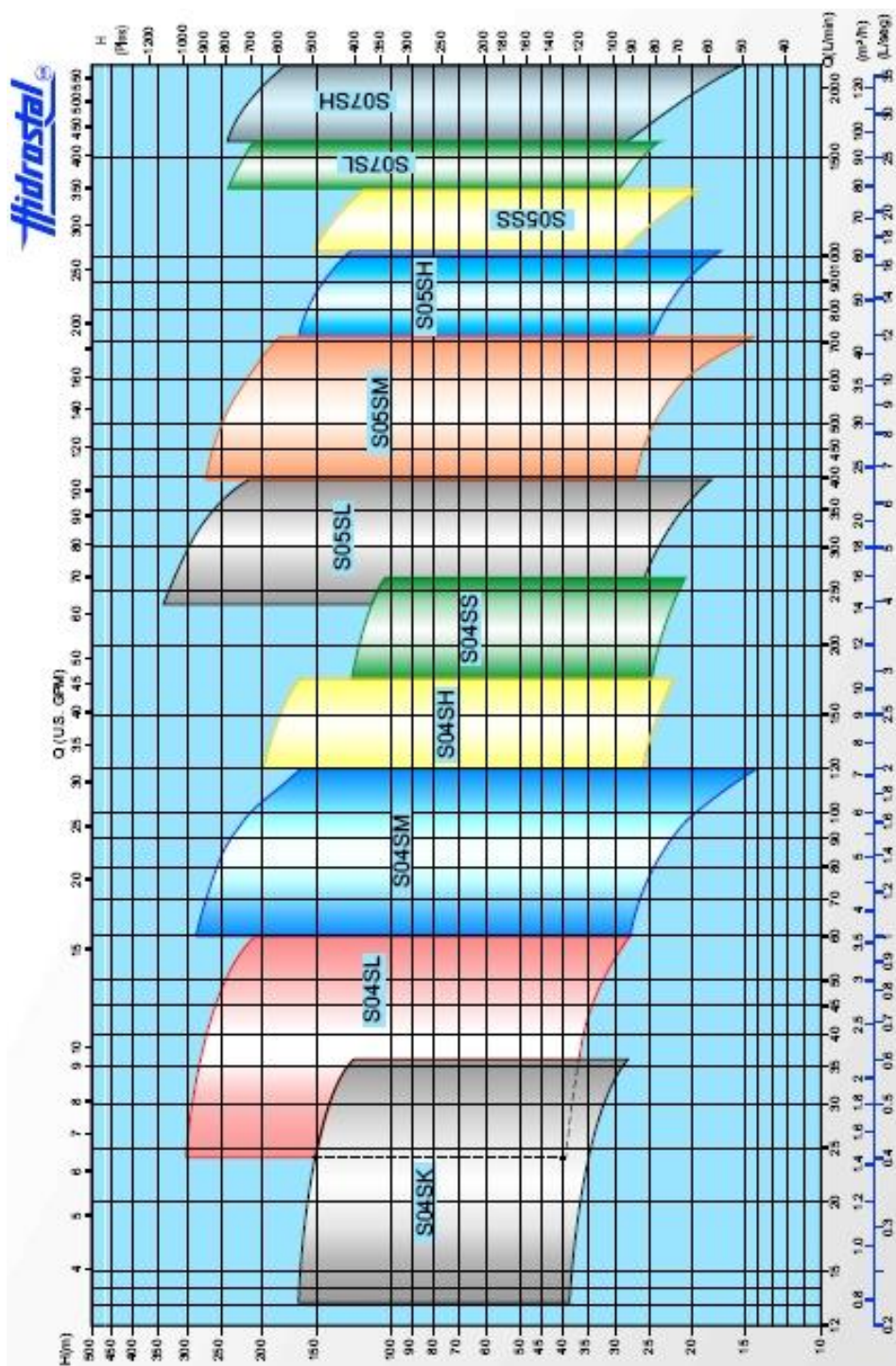
METODO DE ENSAYO: NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E.Coli: METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF Par.9221B.E. 21th ed. 2005.



Puno, Julio 19, del 2012

ANEXO N° 03

SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA



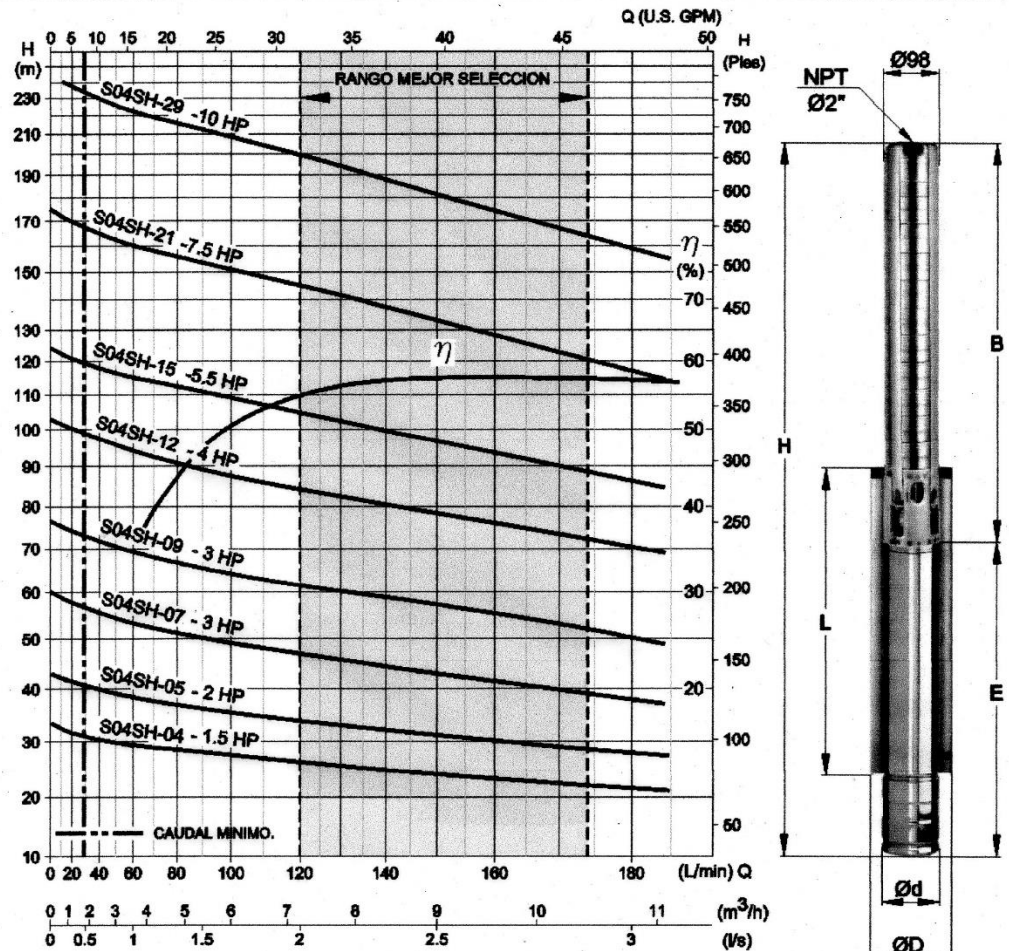
FUENTE: HIDROSTAL

CURVA CARACTERISTICA DE LA BOMBA MODELO SO4SS

BOMBAS SUMERGIBLES PARA POZOS 4" DE ACERO INOXIDABLE CON MOTOR REBOBINABLE
S04SH 60 Hz 3430-3460 RPM

EMPRESA CERTIFICADA ISO
 14001- 9001

Hidrostral
 SOLUCIONES CON TECNOLOGIA



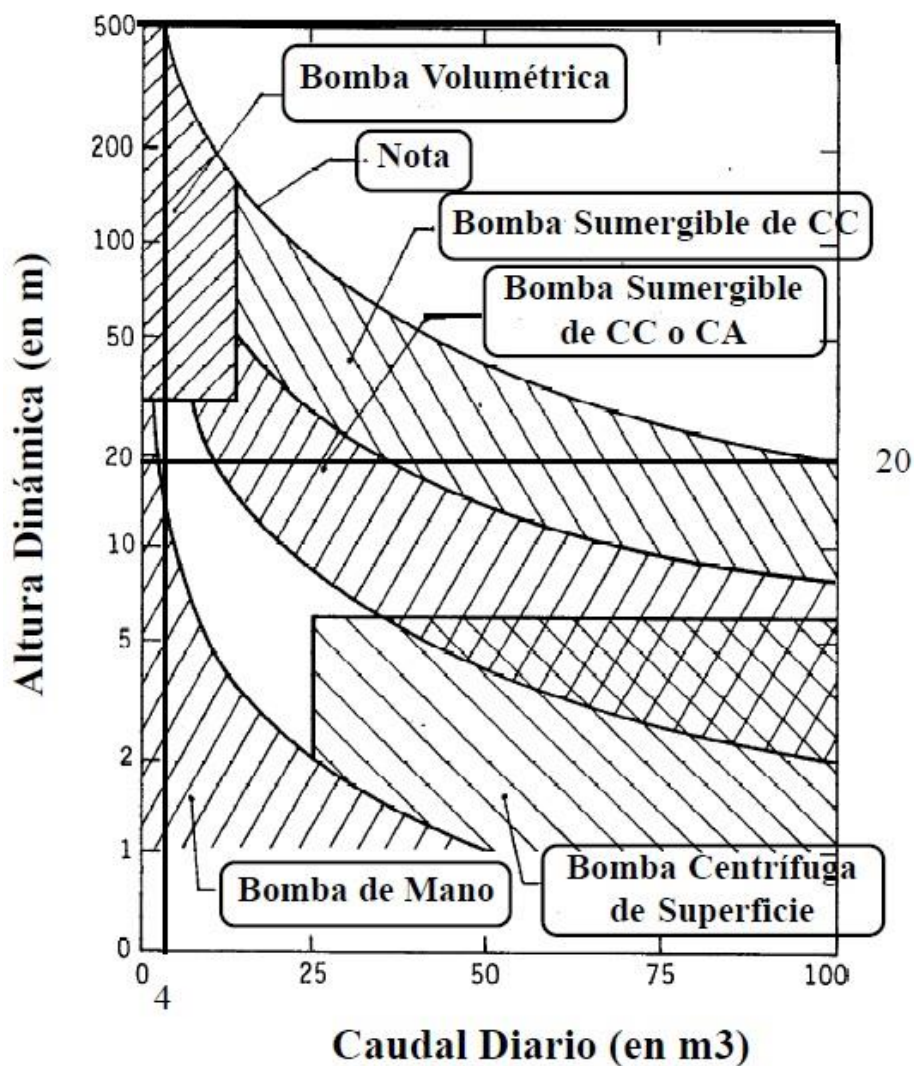
NOTAS: - CURVA DE OPERACION SEGUN NORMA ISO 9906 : 1999 GRADO 2
 - SIN TUBO ENFRIAMIENTO: SOLO POZOS 54" y 55"
 - CON TUBO ENFRIAMIENTO: POZOS MINIMO 50"
 - (*) LONGITUD DEL CABLE PUEDE SER MAYOR, CONSULTAR A HIDROSTAL S.A.
 - INSTALACION PUEDE SER EN POSICION HORIZONTAL HASTA 3.5 HP.
 - MOTOR: MONOFASICO = M, TRIFASICO = T. - FACTOR DE SERVICIO = 1.15
 - PROFUNDIDAD MAXIMA: 300 m. - TEMPERATURA MAXIMA DE AGUA = 25° C.
 - INFORMACION SUJETA A CAMBIOS SIN PREVIO AVISO POR HIDROSTAL S.A.

Etapas	Impulsor	Motor		Dimensiones (mm)				Peso (kg)	Máximos arranques x hora	Calibre del cable según voltaje y longitud					
		(HP)	B	E	H	Tubo de Enfriamiento				Arranque directo		Arranque E - T			
						D	L			220V	440V	220V	440V		
4	MAX.	1.5	M	365	428	793	94	108	30	12 AWG	12 AWG	No Disponible	No Disponible		
5		2	M	407	488	895								390	16.0
5		2	T	407	428	835								555	18.1
7		3	M	481	508	999								390	16.5
7		3	T	491	488	979								555	23.6
9		3	M	575	508	1083								555	20.3
9		3	T	575	488	1063								555	24.5
12		4	T	701	529	1230								555	21.2
15		5.5	T	827	609	1436								555	25.2
21		7.5	T	1079	719	1798								555	30.5
29	10	T	1415	799	2214	715	36.0								
									20	10 AWG	12 AWG				
										8 AWG					

Reemplaza a: 2-410-03/11-40/E Emitida: 13-06-11 Pag: 2-410-06/11-40/F

FUENTE: HIDROSTAL.

SELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA SOLAR



Relación entre el caudal diario y el tipo de bomba para energía solar según Sandia Laboratories

LORENTZ

PS4000 C-SJ5-25

Solar submersible pump system for 4" wells

Application

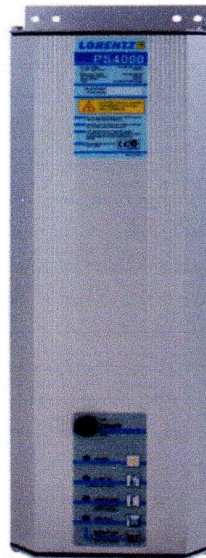
- drinking water supply
- pond management
- irrigation
- livestock watering
- pressurizing

Characteristics

- fast, failure-free installation
- excellent serviceability
- high reliability and life expectancy
- short Return of Investment (ROI) cycle
- lower Total Cost of Ownership (TCO)

Technical data

Item #	1281
Total dynamic head	max. 140 m
Flow rate	max. 7,0 m ³ /h
Vmp**	> 238 V
Voc	max. 375 V



Components

Controller: PS4000

- controlling and monitoring
- control inputs for well probe, dry running protection, remote control etc.
- protected against reverse polarity, overload and high temperature
- integrated MPPT (Maximum Power Point Tracking)

Motor: ECDRIVE 4000-C

- maintenance-free brushless DC motor
- water filled
- no electronics in the motor
- submersion max. 250 m, IP68
- premium materials

Pump end: PE C-SJ5-25

- high reliability and life expectancy
- non-return valve
- premium materials
- optional: dry running protection

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Kroegerskoppel 7, 24558 Henstedt-Ulzburg, Germany,
Tel +49 (0)4193 7548-0, Fax -29, www.lorentz.de

Created by LORENTZ COMPASS test 2.0.7.5
Errors excepted and possible alterations without prior notice.

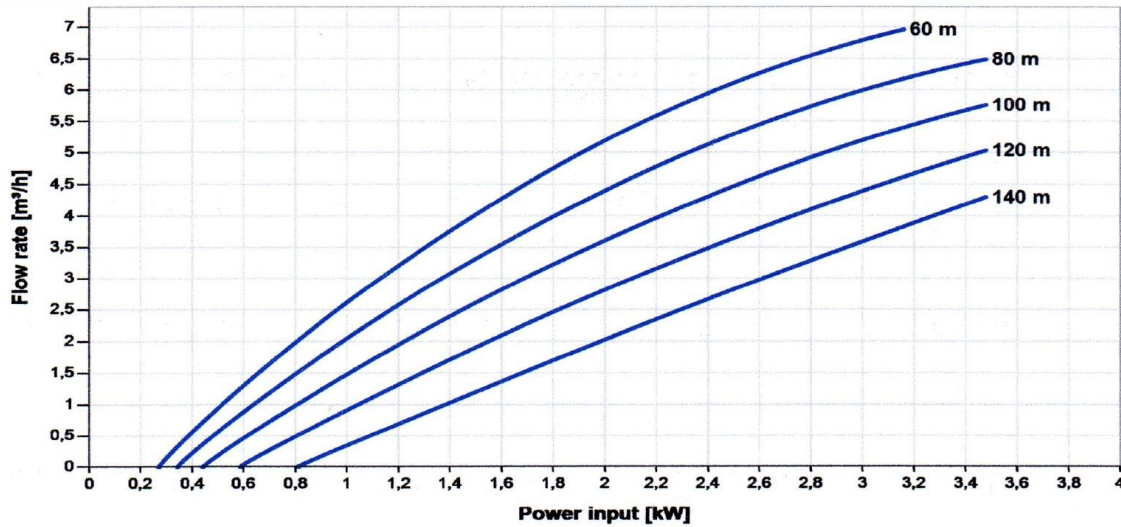


PS4000 C-SJ5-25

Solar submersible pump system for 4" wells

Pump chart

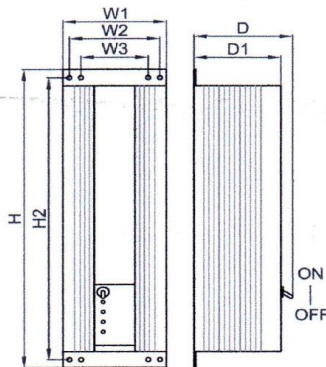
Max. power voltage (Vmp**): > 238 V



Dimensions and weights

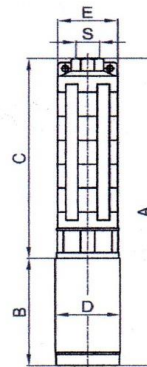
Controller

- H = 595 mm
- H2 = 563 mm
- W1 = 178 mm
- W2 = 158 mm
- W3 = 116 mm
- D = 165 mm
- D1 = 150 mm



Pump unit

- A = 941 mm
- B = 245 mm
- C = 696 mm
- D = 96 mm
- E = 98 mm
- S = 1,5 in



	net weight	packaging	shipping volume	gross weight
Controller	9,0 kg	670x250x240 mm	0,040 m³	9,9 kg
Pump unit	18 kg	1.030x160x150 mm	0,025 m³	19 kg
motor	10 kg	160x140x400 mm	0,009 m³	10 kg
pump end	8,0 kg	850x160x150 mm	0,020 m³	8,6 kg

*Max. flow rate at min. recommended head

**Vmp: max. power voltage under Standard Test Conditions (STC): AM = 1.5, E = 1000 W/m², cell temperature 25 °C

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Kroegerskoppel 7, 24558 Henstedt-Ulzburg, Germany,
Tel +49 (0)4193 7548-0, Fax -29, www.lorentz.de

Sun. Water. Life.

Created by LORENTZ COMPASS test 2.0.7.5
Errors excepted and possible alterations without prior notice.



LC80-12M

High-efficiency PV Module

Features

- high energy yields ensured by high conversion efficiency
- sturdy, clear-anodized aluminum frame with pre-drilled holes for quick installation
- advanced EVA encapsulation with triple-layer backsheet, meets the most stringent safety requirements for high-voltage operation
- pre-wired junction box equipped with connectors "plug'n'play"
- reliable bypass diodes to prevent overheating (hot spot effect) and to minimise power loss by shading
- manufactured in ISO 9001:2000-certified factory

Applications

- water pumping
- water purification systems
- remote village lighting
- solar home systems
- street and camp lights
- traffic signals
- medical facilities in remote areas
- microwave/radio repeater stations
- battery charging
- etc.

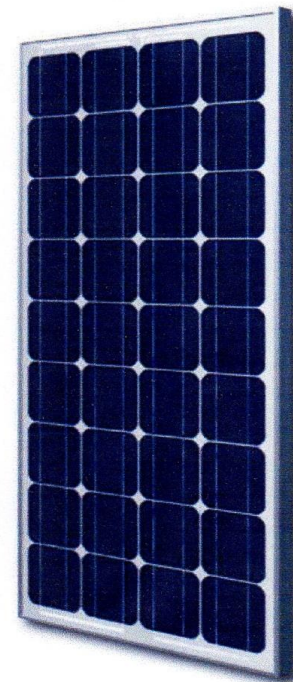


photo may differ from actual product

Warranty

- Warranty: 2 years
- Performance guarantee: up to 10 years (90% power output) up to 20 years (80% power output)

Details according to warranty issued by LORENTZ

Standards

LC80-12M is certified according to IEC 61215 and 61730 by TÜV Rheinland and meets the requirements for CE.



- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61730
- Periodic Inspection



Specifications

Electrical Data

Peak power	Pmax	[Wp]	80
Tolerance		[%]	+3/-3
Max. power current	Imp	[A]	4.6
Max. power voltage	Vmp	[V]	17.2
Short circuit current	Isc	[A]	5.0
Open circuit voltage	Voc	[V]	22.4
Temperature co-efficient for Pmax		[%/°C]	-0.50
Temperature co-efficient for Voc		[%/°C]	-0.35
Temperature co-efficient for Isc		[%/°C]	0.09
Max. system voltage		[V]	600

All technical data at standard test condition:
AM = 1.5, E = 1,000W/m², cell temperature: 25 °C

Cells

Number of cells in series	36
Number of cells in parallel	1
Cell technology	monocrystalline
Cell shape	rectangular

To find out more visit www.lorentz.de

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
Kroegerskoppel 7, 24558 Henstedt-Ulzburg, Germany
Tel. +49 (0) 4193 7548 - 0, Fax - 29, www.lorentz.de
Errors excepted and possible alterations without prior notice.

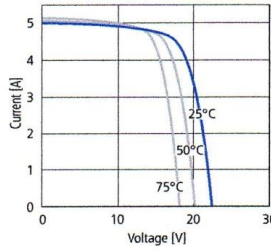
Sun. Water. Life.



Electrical Performance

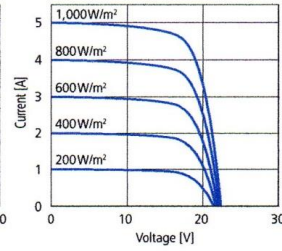
Electrical Performance

for different temperatures, at AM=1.5, E=1,000W/m²



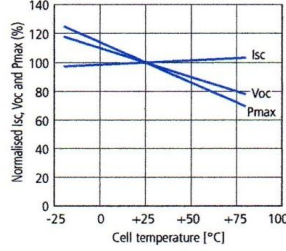
Electrical Performance

for different irradiation, at 25 °C



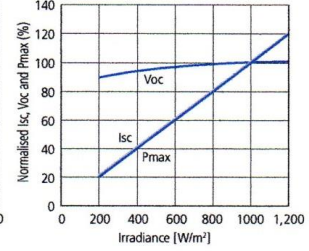
Temperature Dependence

of I_{sc}, V_{oc} and P_{max}

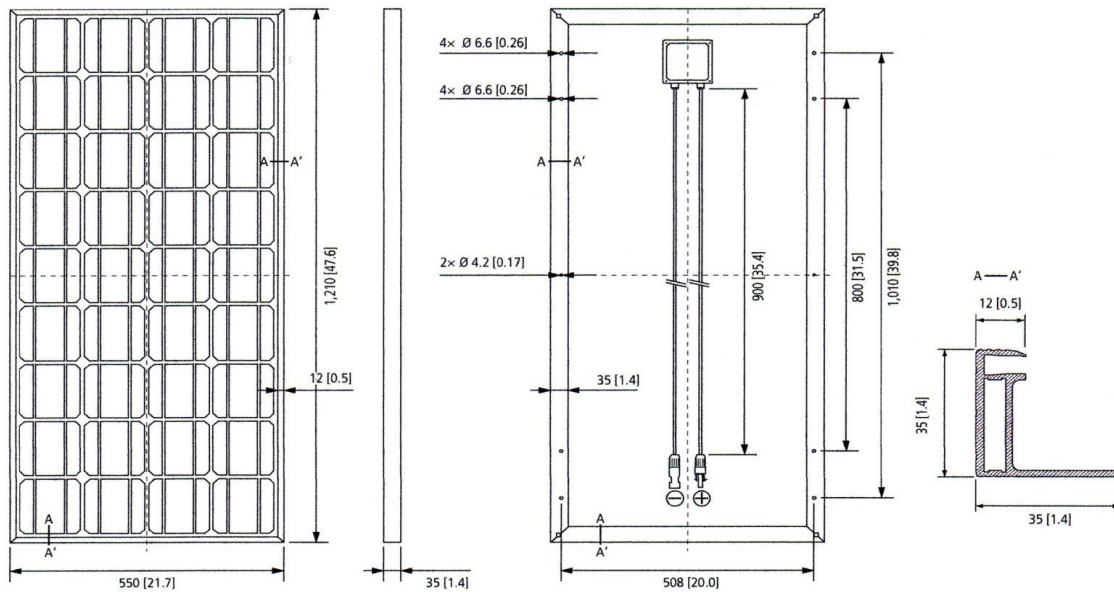


Irradiation Dependence

of I_{sc}, V_{oc} and P_{max} at 25 °C



Physical Specifications mm [in]



Weight	[kg]	9.6
Dimension	[mm]	550 × 1,210 × 35
Strength	[N/m ²]	2,400
Cable		approx. 900 mm / 35 in, 4 mm ² / AWG12
Connectors		NBZH PV-ZH202 or compatible

To find out more visit www.lorentz.de

BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
 Kroegerskoppel 7, 24558 Henstedt-Ulzburg, Germany
 Tel. +49 (0) 4193 7548-0, Fax - 29, www.lorentz.de
 Errors excepted and possible alterations without prior notice.

Sun. Water. Life.



BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG

Krögerskoppel 7
D-24558 Henstedt-Ulzburg
www.lorentz.de

Tel: +49-(0)4193 7548-0

Fax: +49-(0)4193 7548-29

info2012@lorentz.de

martes, 12 de febrero de 2013

Proyecto nuevo

Proyecto de bombeo solar

ELECTROSOL PUNO EIRL

MUNIC. DIST. AMANTANI
PUNO
PERU

Nota: SISTEMA DE AGUA POTABLE
COM. DE DIST. AMANTANI

Parámetro

Lugar:	Peru, Puno (16° Sur; 71° Oeste)	Altura estática:	73.5 m
Rendimiento diario requerido:	28 m³; Dimensionado para mes promedio	Cable motor:	100 m
Pérdida por suciedad :	5,0 %	Tubería:	480 m

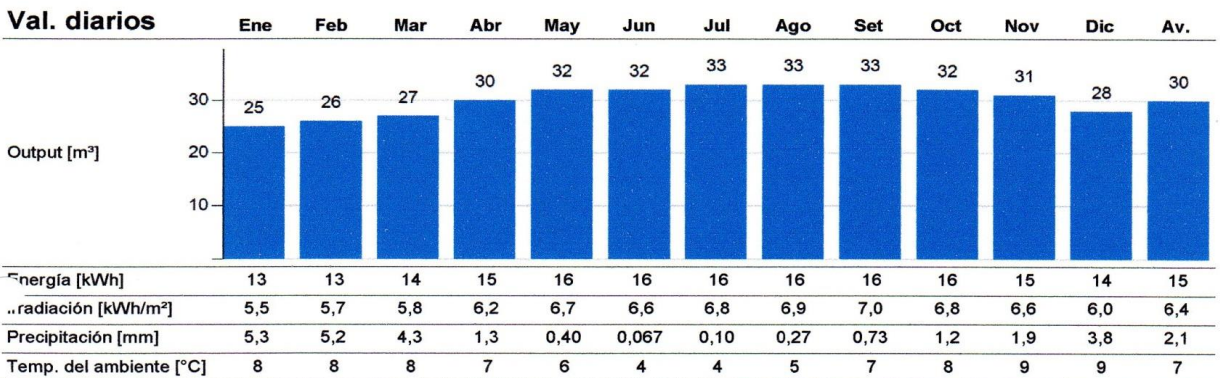
Productos

Cantidad	Detalles
PS4000 C-SJ5-25	1 pz. Sistema de bomba sumergible, incluido regulador, motor y extremo de la bomba
380-12M	44 pz. 2.560 Wp; 11 x 4 módulos PV; 16 ° inclinado
Cable motor	100 m #8 Cable trifásico
Tubería	480 m 57 mm (diámetro interior) Tubería

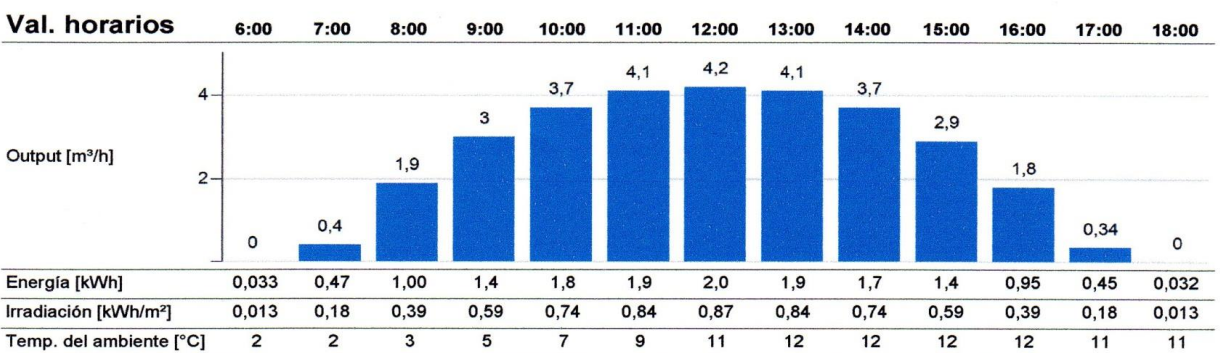
Rendimiento diario en mes promedio

30 m³

Val. diarios



Val. horarios



Creado por LORENTZ COMPASS 3.0
Todas las especificaciones e información están dadas con buenas intenciones. Los errores son posibles y los productos pueden estar sujetos a cambios sin ninguna notificación.





BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG

Krögerskoppel 7
D-24558 Henstedt-Ulzburg

www.lorentz.de

Tel: +49-(0)4193 7548-0

Fax: +49-(0)4193 7548-29

info2012@lorentz.de

martes, 12 de febrero de 2013

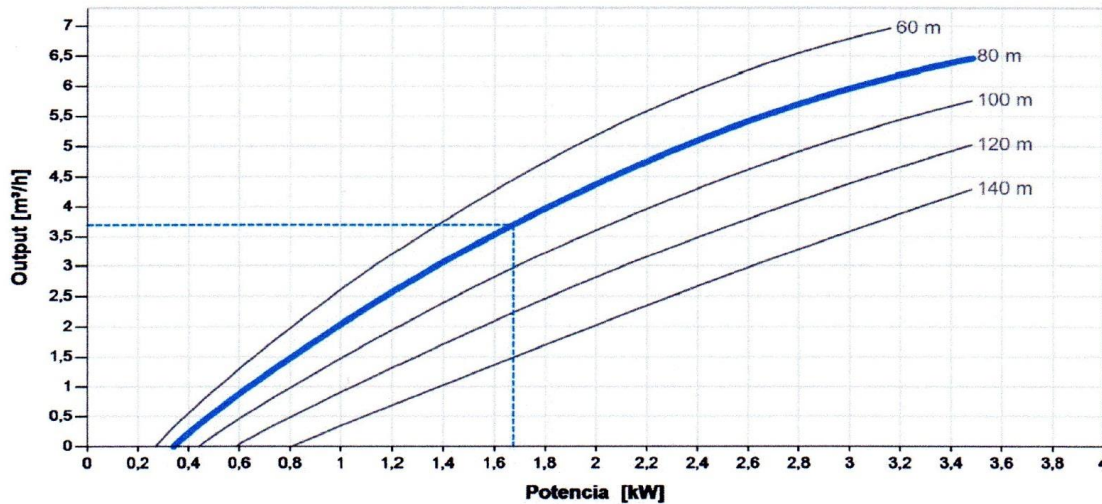
Proyecto nuevo

Proyecto de bombeo solar

ELECTROSOL PUNO EIRL

MUNIC. DIST. AMANTANI
PUNO
PERU

Característica del sistema



			Min.	800 W/m², 20 °C	Max./STC*
Generador PV	Temperatura de celda	[°C]		46	25
	Pérdida de temperatura	[%]		11	-
	Pérdida por suciedad	[%]		5,0	-
	Pmax	[Wp]		1.740	2.560
	Vmp	[V]		245	274
	Imp	[A]		7,1	9
	Voc	[V]		326	358
	Isc	[A]		7,9	10
	Pout	[W]		1.740	-
	Vout	[V]		245	-
	Iout	[A]		7,1	-
Cable motor	Pérdida de potencia	[%]	0,94	2,5	2,8
Sistema de bomba	Potencia motor	[W]	342	1.675	3.485
	Voltaje motor	[V EC]	127	173	241
	Corriente motor	[A]	2,7	9,7	15
	Revoluciones motor	[rpm]	2.135	2.550	3.245
	Flujo	[m³/h]	0	3,7	6,5
	Eficiencia	[%]	0	47	47
Tubería	Velocidad de flujo	[m/s]	0	0,20	0,36
	Pérdida por fricción	[m]	0	0,35	0,93

*STC: Condiciones estándares de prueba: 1.000 W/m2, temperatura de célula 25 °C



Creado por LORENTZ COMPASS 3.0
Todas las especificaciones e información están dadas con buenas intenciones. Los errores son posibles y los productos pueden estar sujetos a cambios sin ninguna notificación.



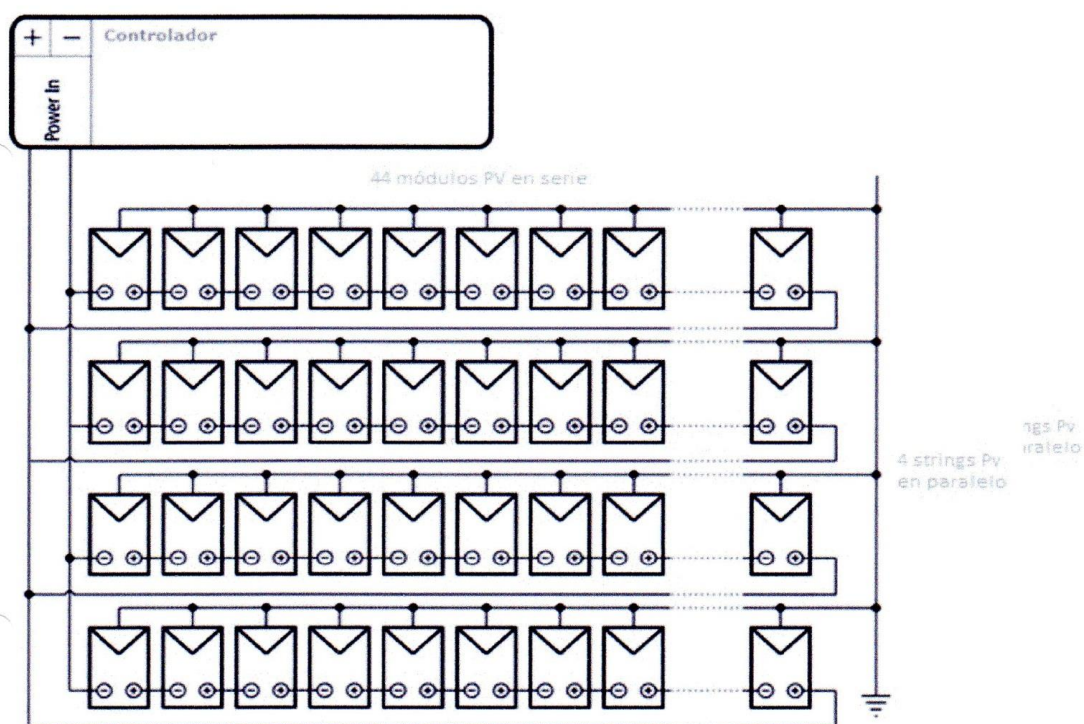


BERNT LORENTZ GmbH & Co. KG
 Krögerskoppel 7 Tel: +49-(0)4193 7548-0
 D-24558 Henstedt-Ulzburg Fax: +49-(0)4193 7548-29
www.lorentz.de info2012@lorentz.de

martes, 12 de febrero de 2013
Proyecto nuevo
 Proyecto de bombeo solar

ELECTROSOL PUNO EIRL **MUNIC. DIST. AMANTANI**
PUNO
PERU

Diagrama de cableado



Creado por LORENTZ COMPASS 3.0
 Todas las especificaciones e información están dadas con buenas intenciones. Los errores son posibles y los productos pueden estar sujetos a cambios sin ninguna notificación.



Anexo N° 04

Diámetro de tubería interior en mm

DIAMETRO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO EXTERIOR		DIAMETRO INTERIOR		ESPESOR DE PARED		PRESIÓN A 23°C		PESO APROX KG/M
	(PULG)(OD)	(MM)	(PULG)(ID)	(MM)	(PULG)(T)	(MM)	(PSI)	(KG/CM2)	
½"	0.840	21.3	0.709	18.0	0.062	1.6	315	22.1	0.15
¾"	1.050	26.7	0.923	23.4	0.060	1.5	200	14.0	0.15
1"	1.135	33.4	1.181	30.0	0.063	1.6	200	14.0	0.30
1¼"	1.660	42.2	1.524	38.7	0.064	1.6	160	11.2	0.30
1½"	1.900	48.3	1.745	44.3	0.073	1.9	160	11.2	0.45
2"	2.375	60.3	2.257	57.3	0.059	1.5	100	7.0	0.45
2½"	2.875	73.0	2.733	69.4	0.071	1.8	100	7.0	0.64
3"	3.500	88.9	3.300	84.6	0.085	2.2	100	7.0	0.89
4"	4.500	114.3	4.280	108.7	0.110	2.8	100	7.0	1.49