



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA
ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS,
2018”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

FLORES CHEMPEN, JESUS ISIDORO

ASESOR:

MGTR.CELADA PADILLA, JAMES SKINNER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACION, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA

CHICLAYO, PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 11 horas del día 25 de mayo de 2018, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 832-2018-I-UCV-CH, de fecha 25 de mayo de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERIO TUPAC AMARU, OLMOS, 2017; presentado por el (la)(los) Bachiller: FLORES CHEMPEN JESUS ISIDORO, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes :

Presidente : Ing. Fredy Dávila Hurtado
Secretario : Ing. James Skinner Celada Padilla
Vocal : Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobar por mayoría la tesis

Siendo las 11:50 h del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 25 de mayo de 2018

Ing. Fredy Dávila Hurtado
Presidente

Ing. James Skinner Celada Padilla
Secretario

Ing. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Vocal

DEDICATORIA

Agradeciéndole a Dios por todos los días de vida que me da por guiarme en mi camino para seguir adelante día a día, por darme fuerzas para ser una mejor persona capaz de lograr grandes éxitos.

Esta tesis se las dedico a mis padres que me dan fuerzas para salir adelante día a día con superación.

A mi madre Delia Chempen Cruz quien siempre está conmigo en las buenas y en las malas aconsejándome para ser una mejor persona cada día.

A mi padre José Flores Tantarico quien con sus palabras me alienta a ser alguien de progreso.

AGRADECIMIENTO

Siempre agradeciéndole a Dios por todos los días de vida que me da por guiarme en mi camino para seguir adelante día a día, por darme fuerzas para ser una mejor persona capaz de lograr grandes éxitos.

Un agradecimiento a mi centro de estudio Universidad Cesar Vallejo por brindarme los profesores adecuados para culminar mi carrera con éxitos, a mis profesores por brindarme todo su conocimiento para terminar con éxitos mi carrera profesional.

A mi asesor externo Ing. Carlos Jonathan Lozano Ventura, por guiarme en el transcurso del tiempo de duración de mi tesis para que sea lo más completo y con la mayor fiabilidad que una tesis se merece

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, JESUS ISIDORO FLORES CHEMPEN, **identificado** con DNI N° 45763832, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la **Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo toda responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la **Universidad César Vallejo**.

Chiclayo, 17 Enero del 2018



JESUS ISIDORO FLORES CHEMPEN

DNI: 45763832

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Título de la Universidad César Vallejo presento antes ustedes la Tesis titulada **“Estudio de factibilidad de uso de energía fotovoltaica para abastecer de agua potable al Caserío Túpac Amaru, olmos, 2017”**

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico

El Autor

JESUS ISIDORO FLORES CHEMPEN

GENERALIDADES

Título

“Estudio de factibilidad de uso de energía fotovoltaica para abastecer de agua potable al caserío Túpac, Amaru Olmos, 2018”

Autor

Flores Chempen, Jesus Isidoro

Asesor

Mg. Celada Padilla, James

Tipo de investigación

- Tipo de investigación: Aplicada
- Diseño de investigación: No Experimental

Línea de investigación

Generación, transmisión y distribución de energía

Localidad:

Chiclayo, Perú

Ubicación de la localidad:

Caserío Túpac Amaru - olmos

Duración de la investigación:

Fecha de inicio : 15 de Abril del 2017

Fecha de culminación : 17 de Diciembre 2017

INDICÉ

ACTA DE SUSTENTACION.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN.....	VI
GENERALIDADES.....	VII
INDICÉ.....	VIII
INDICÉ DE FIGURAS.....	XI
INDICÉ DE TABLAS.....	XIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XV
I. INTRODUCCIÓN.....	16
1.1 Realidad Problemática.....	16
1.1.1 Realidad problemática internacional.....	16
1.1.2 Realidad problemática nacional.....	18
1.1.3 Realidad problemática local.....	19
1.2 Trabajos previos	20
1.2.1 A nivel internacional.....	20
1.2.2 A nivel nacional.....	22
1.2.3 A nivel local	23
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	24
1.3.1 Energías alternativas	24
1.3.2 Tipos de energías alternativas	25
1.3.3 Espectro electromagnético	25
1.3.4 Energía solar.....	25
1.3.5 Radiación solar	27
1.3.5.1. Tipos de radiación solar	27
1.3.6 Celdas solares	29
1.3.7 Principio físico de funcionamiento.....	29
1.3.8 Sistemas fotovoltaicos aislados	29
a. Panel	30
b. Regulador de carga	30
c. Inversor.....	31

d. Baterías	31
1.3.9 Ventajas del uso de un sistema fotovoltaico aislado	31
1.3.10 Sistemas aislados convencionales	32
1.3.11 Instrumentación para radiación solar.....	33
1.3.11.1. Piranómetro o solarímetro	33
1.3.11.2. Pirheliómetro	33
1.3.11.3. Heliógrafo	34
1.3.12 Aplicaciones de los sistema solares	35
1.3.12.1. Agricultura	35
1.3.12.2. Industria.....	35
1.3.12.3. Telecomunicaciones.....	35
1.3.12.4. Servicios publicos.....	35
1.3.12.5. Residencial.....	36
1.3.12.6. Tiempo libre.....	36
1.3.13 Recurso hídrico.....	36
1.3.13.1.Recurso hídrico superficial	36
1.3.13.2.Recurso hídrico subterráneo - Acuífero.....	37
1.3.13.3.Técnicas para evaluación de recursos Hídricos	37
1.3.13.4. Ensayos geofícios	37
1.3.14 Bombas	38
1.3.14.1. Definción	38
1.3.14.2. Características tecnicas de la bomba	38
1.3.15 Bombeo solar	40
1.3.16 Tuberias.....	41
1.3.16.1. Perdidas en tuberias.....	41
a. Perdidas primarias.....	41
b.Perdidas secundarias	42
1.3.17 Estimación del crecimiento poblacional	43
1.4 Formulación del problema	43
1.5 Justificación del estudio	43
1.5.1 Justificación técnica.....	43
1.5.2 Justificación económica.....	43
1.5.4 Justificación ambiental.....	43
1.6 Hipótesis	45

1.7	Objetivos.....	45
1.7.1	Objetivo general.....	45
1.7.2	Objetivo específicos.....	45
II.	METODO.....	46
2.1	Diseño de investigación.....	46
2.1.1	Tipo descriptiva.....	46
2.1.2	Tipo propositiva.....	46
2.1.3	No experimental.....	46
2.2	Variables de Operacionalización.....	46
2.2.1	Variable independiente.....	46
2.2.2	Variable dependiente.....	46
2.3	Población y muestra.....	48
2.3.1	Población.....	48
2.3.2	Muestra.....	48
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	48
2.4.1	Técnicas.....	48
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	49
2.4.3	Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	49
2.5	Métodos de análisis de datos.....	49
2.5.1	Aspectos éticos.....	79
2.5.2	Aspectos ambientales.....	51
III.	RESULTADOS.....	51
IV.	DISCUSIÓN.....	100
V.	CONCLUSIÓN.....	102
VI.	RECOMENDACIONES.....	104
VII.	REFERENCIAS.....	105
	ANEXOS.....	108
2.1	ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	127
2.2	TURNITIN.....	128
2.3	FORMULARIO DE AUTORIZACION.....	129

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Población y extracción de agua mundiales en el tiempo.....	15
Figura 2 Acceso al agua y saneamiento en América Latina.....	16
Figura 3 Cobertura mundial de instalacines de saneamiento.....	17
Figura 4 Hogares con acceso a red pública de agua y desagüe.....	18
Figura 5 Disponibilidad hídrica en el Perú.....	18
Figura 6 Cobertura de agua potable a nivel nacional (%)......	19
Figura 7 Esquema de los Efectos de la Atmósfera sobre la Radiación.....	26
Figura 8 Fotografía Efecto Fotovoltaico en un material NP.....	29
Figura 9 Fotografía Sistema Fotovoltaico Aislado conectado.....	30
Figura 10 Fotografía Sistema Fotovoltaico Aislado.....	32
Figura 11 Representación esquemática de un piranómetro.....	33
Figura 12 Representación esquemática de un heliógrafo.....	34
Figura 13 Representación esquemática de un heliógrafo.....	34
Figura 14 Montaje piloto de un sistema de bombeo hibrido solar.....	40
Figura 15 Geolocalización de la zona de estudio, Valle del río olmos.....	53
Figura 16 Distancia calculada desde la plaza mayor de Olmos.....	54
Figura 17 Proyección de la construcción del pozo y cisterna de abastecimiento...54	
Figura 18 Localización y reconocimiento del manantial-Relieve externo.....	56
Figura 19 Caudal del manantial – Zonificación baja (Caserío Túpac Amaru).....	58
Figura 20 Proyección método Wenner, diagrafía eléctrica.....	58

Figura 21 Día 1: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.....	60
Figura 22 Día 2: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.....	61
Figura 23 Día 3: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.....	61
Figura 24 Resultado de la diagrafía eléctrica en la que se muestran.....	62
Figura 25 Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Enero 2016.....	68
Figura 26 Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Marzo 2016.....	68
Figura 27 Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Junio 2016.....	69
Figura 28 Evolución de la radiación solar (Kwh/m2).....	70
Figura 29 Evolución de la radiación solar (Kwh/m2).....	71
Figura 30 Tendencia de los niveles de radiación entre las 12:00 y 14:00.....	72
Figura 31 Selección del regulador de carga.....	78
Figura 32 Instrumento opcional.....	79
Figura 33 Especificaciones técnicas.....	80
Figura 34 Especificaciones técnicas.....	81
Figura 35 Inversor seleccionado.....	84
Figura 36 Selección de electrobomba seleccionada.....	86
Figura 37 Curvas y datos de prestaciones.....	87
Figura 38 Dimensiones del producto seleccionado.....	89
Figura 39 Interruptor termo magnético de 2x25 A.....	91
Figura 40 Interruptor diferencial de 2x25 A.....	92
Figura 41 Soporte para panel de módulo fotovoltaico.....	93
Figura 42 Accesorios.....	93
Figura 43 Sistemas de potabilización para aguas contaminadas.....	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Coordenadas de localización del proyecto.....	52
Tabla 2	Relación de valores de resistividad para distintas rocas.....	59
Tabla 3	Día 3: Representación espectroscópica de los estratos y acuífero.....	62
Tabla 4	Proyección de la Población del caserío Túpac Amaru.....	64
Tabla 5	Proyección del consumo de agua Centro Poblado Túpac.....	65
Tabla 6	Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura.....	67
Tabla 7	Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura.....	68
Tabla 8	Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura.....	69
Tabla 9	Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura.....	70
Tabla.10	Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura.....	71
Tabla 11	Características eléctricas controlador solar PHOCOS.....	82
Tabla 12	Selección de inversores según corriente a plena carga.....	83
Tabla 13	Datos del inversor seleccionado.....	85
Tabla 14	Selección del modelo adecuado.....	88
Tabla 15	Inversión Inicial del Proyecto.....	96
Tabla 16	Flujo de Caja de Proyecto de Inversión.....	99

RESUMEN

La presente tesis denominada “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2017”, tiene como propuesta analizar técnica y económicamente el acceso al agua potable del caserío Túpac Amaru, y de esa manera la población tenga una mejor calidad de vida.

El agua subterránea que actualmente consume la población no tiene condiciones de potabilidad, sin embargo lo utilizan. El proyecto plantea el uso de pozos tubulares ya existentes para la extracción del agua hacia un tanque elevado que será de concreto armado de 6,25 metros cúbicos, ubicado a 5 metros de altura. La energía eléctrica no es de acceso en el caserío, debido a la distancia que se encuentra del punto de alimentación del sistema interconectado nacional, por lo cual el proyecto contempla el uso de un sistema fotovoltaico, con 2 paneles cristalinos de 250 watt, cada uno con inversores, reguladores y baterías de almacenamiento de energía.

La potencia de la electrobomba sumergible es de 0.75 HP, y tendrá un funcionamiento de dos veces de dos horas de funcionamiento. La proyección de la población rural se realizó hasta en 20 años, con tasa de crecimiento demográfico de 1.1% anual, para proyectar la demanda hídrica de la población del caserío Túpac Amaru.

Así mismo, la factibilidad económica, determina la rentabilidad del proyecto, que será de interés social, es por ello que la principal rentabilidad será la satisfacción de la población, debido a que es un derecho de contar con agua potable, así como también el estado Peruano, tiene entre sus planes que cada vez más población tengan acceso al agua potable, y que sus niveles de índice de desarrollo humano se incrementen.

Palabras claves. Fotovoltaico, almacenamiento de energía, electrobomba sumergible.

ABSTRACT

This thesis entitled "STUDY OF FEASIBILITY OF USE OF PHOTOVOLTAIC ENERGY TO SUPPLY DRINKING WATER TO CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2017", has as a proposal to analyze technically and economically the access to drinking water of the Tupac Amaru farmhouse, and in this way the population have a better quality of life.

The groundwater that currently consumes the population does not have potability conditions, however they use it. The project proposes the use of already existing tubular wells for the extraction of water to an elevated tank that will be reinforced concrete of 6.25 cubic meters, located 5 meters high. Electricity is not accessible in the village, due to the distance from the feeding point of the national interconnected system, for which the project includes the use of a photovoltaic system, with 2 crystalline panels of 250 watts, each one with inverters, regulators and energy storage batteries.

The power of the submersible electric pump is 0.75 HP, and it will have a two-time operation of two hours of operation. The projection of the rural population was made up to 20 years, with a demographic growth rate of 1.1% per year, to project the water demand of the population of the Tupac Amaru farmhouse.

Also, the economic feasibility, determines the profitability of the project, which will be of social interest, that is why the main profitability will be the satisfaction of the population, because it is a right to have drinking water, as well as the state Peruano, has among its plans that more and more people have access to drinking water, and that their levels of human development index are increasing.

Keywords. Photovoltaic, energy storage, submersible electric pump

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Realidad problemática internacional

“Desde hace algunos años la población mundial está encarando problemas energéticos y a la carencia del recurso hídrico, debido al desgaste que a sufrido las reservas energéticas convencionales mundiales” (AIE, 2014, p.4).

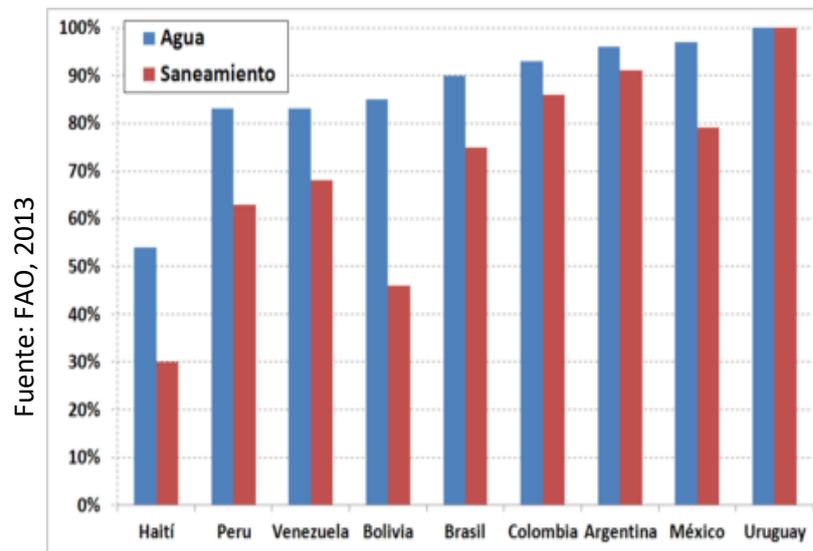
Cabe recalcar que los procesos energéticos que se usan para accionar grandes masas de agua y succionar para fines de consumo y/o riego, son una extensa mayoría de productos convencionales como lo son el petróleo y sus derivados. Debido a esto algunos países en vías de desarrollo, no cuentan con inversión en proyectos que transporten la red de electrificación a sectores rurales o regiones de complejos accesos, por lo cual, al no contar con la demanda eléctrica, se elige el uso de otras formas de energías, como lo son las alternativas. (AIE, 2014, p.5).

Figura 1



La forma más usual para suministrar este líquido elemento es la variante del curso de un río para que este circule por gravedad hasta el punto deseado. Son pocas las posibilidades de utilizar este método en todos los puntos ni en todos los periodos del año, por ello la necesidad del uso de técnicas de extracción de agua, para succionar el agua del subsuelo o de los manantiales superficiales que se localizan en niveles inferiores, especialmente en los lugares rurales donde el suministro de energía eléctrica convencional presenta obstáculos, el bombeo fotovoltaico, que emplea la energía del sol, en ocasiones es usada para succionar el agua desde un pozo u otro tipo de fuente. (Ministerio de Energía de Bolivia, 2012, p. 1)

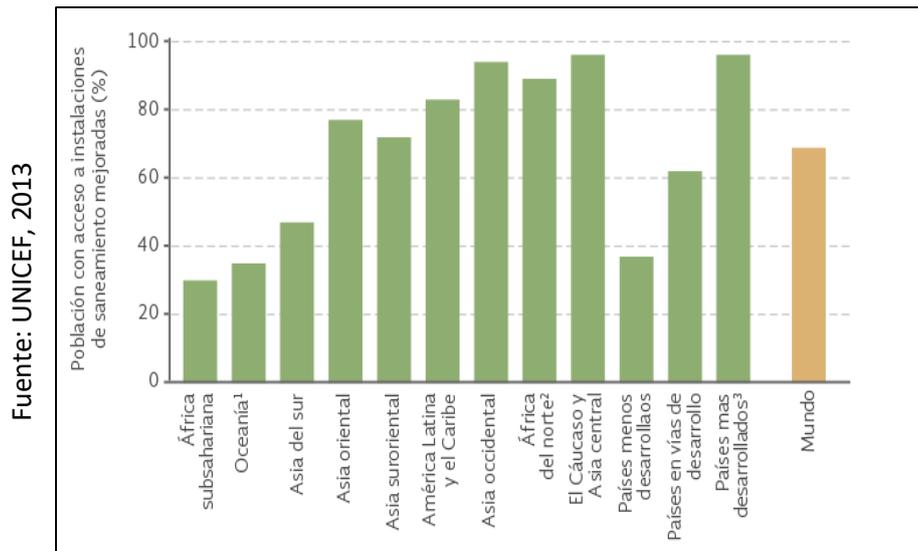
Figura 2



Acceso al agua y saneamiento en América Latina.

Según Practical Action (Technology Challenging Poverty) expone que, frente a la posición expuesta, el aerobombeo y el bombeo solar o fotovoltaico, son las técnicas más fáciles y de bajo costo para proveer agua a las zonas rurales alejadas de la red de energía eléctrica, utilizando además técnicas y tecnologías limpias. Mediante el recurso solar se puede sustraer agua desde un pozo, una vertiente o un río, y utilizarla para abastecer de agua una reducida sociedad, regar una huerta o mejorar el tipo de cultivo de un terreno agrario, de seco a regadío, o a través de abrevaderos proveer agua al ganado. (Practical Action, 2015, p. 1).

Figura 3



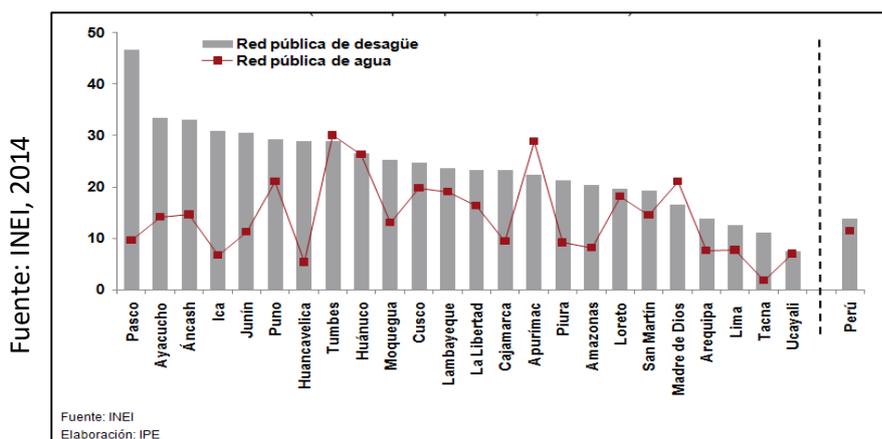
Cobertura mundial de instalacines de saneamiento mejorado, 2015

1.1.2. Realidad problemática nacional

“Uno de los orígenes primordiales de que la cobertura del sistema de agua potable en el medio rural del País, se debe a que los métodos convencionales de suministro de agua potable no siempre se adaptan a la realidad de las sociedades rurales” (Autoridad Autónoma del agua, 2015).

El uso de fuentes de energía como lo son los hidrocarburos y combustibles y la electricidad, no son alternativas adecuadas ya que generalmente suelen tener problemas de acopios, traslados y distribución de combustible, además generando desechos que son masivos y perjudiciales para el ambiente. Esto no avala un buen trabajo seguido y confiable de los equipos del sistema de suministro de agua potable generando elevados costos.

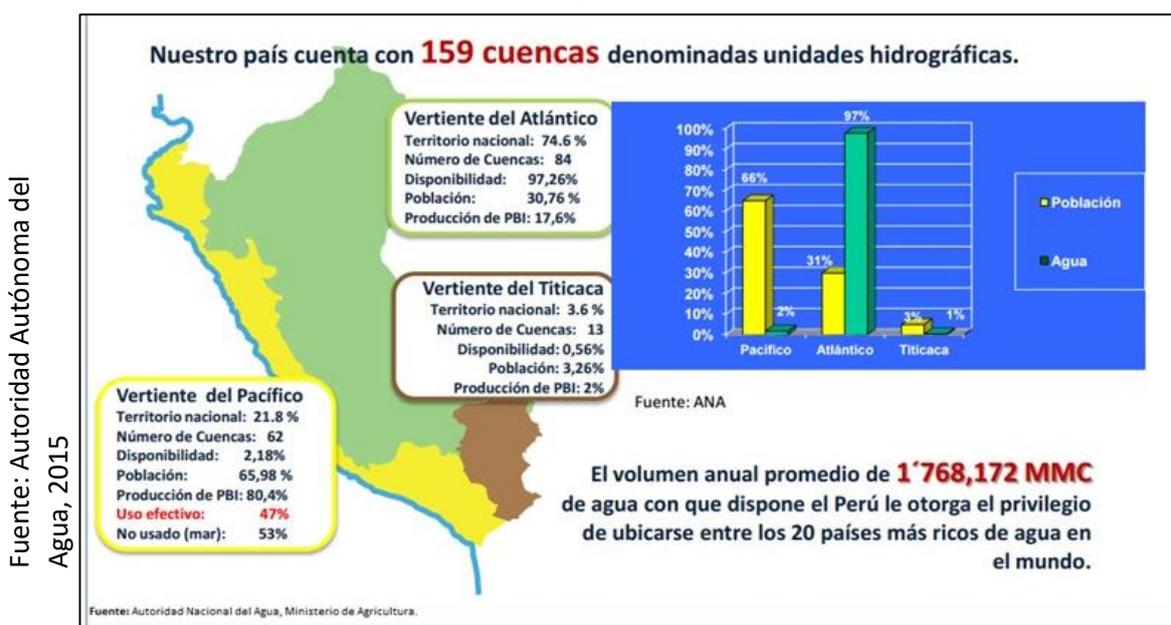
Figura 4



Hogares con acceso a red pública de agua y desagüe, 2002-2012

Por cual ha sido primordial descubrir nuevas fuentes de energía, que sean económicas e inocuas para el medio ambiente, con el fin de elevar los índices de la productividad agrícola y aumentar de gran manera las condiciones de vida de las sociedades rurales.

Figura 5

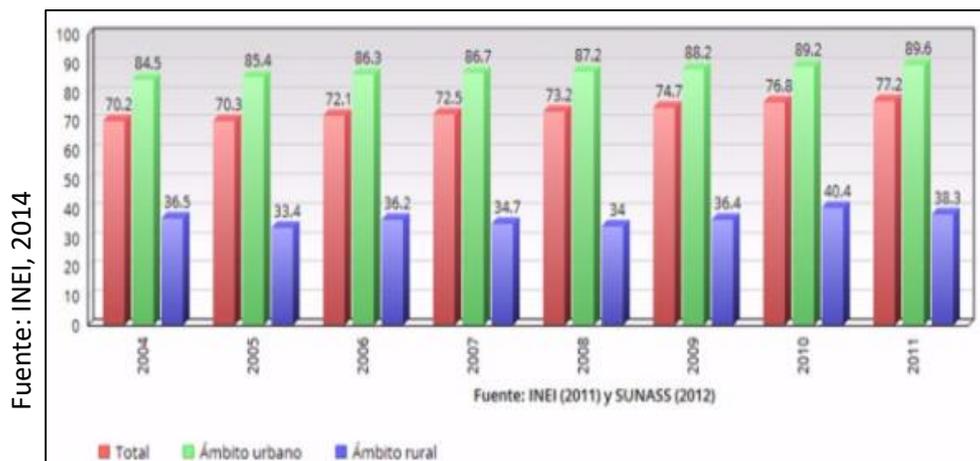


Fuente: Autoridad Autónoma del Agua, 2015

Disponibilidad hídrica en el Perú

Se puede estimar que las comunidades rurales de la zona costera tienen las mejores condiciones técnicas favorables para que las localidades pequeñas y medianas puedan beneficiarse con las aguas subterráneas de calidad para su consumo, empleando la energía solar fotovoltaica como alternativa posible por las muchas ventajas, entre las que se encuentran, que su bajo costo de instalación es económico para estas poblaciones.

Figura 6



Cobertura de agua potable a nivel nacional (%)

Esto se puede deducir que los diversos estudios y proyectos de abastecimiento de agua potable que el estado peruano viene invirtiendo, los cuales, han permitido conocer de cerca los problemas relacionados con los criterios de diseño que se presentan en la costa norte del Perú y en los que se han propuestos sistemas de suministro de agua por bombeo, empleando pozos de agua subterránea y norias como fuentes de captación. (Aricoché, 2012, p. 13)

1.1.3. Realidad problemática local

La región Lambayeque es una de las regiones del Perú más privilegiadas en lo que respecta a recursos naturales e hídricos, no obstante, diversas zonas rurales y centros poblados de la región no cuentan con el servicio básico y fundamental que es el agua. Tal como es el caso de los caseríos del distrito de Olmos, el cual es uno de los distritos que cuenta con uno de los proyectos más ambiciosos a nivel regional el PEOT

(PROYECTO ESPECIAL OLMOS TINAJONES), sin embargo, sus caseríos carecen del servicio de agua potable, y no por falta de recursos, sino por falta de inversión, e interés por parte de las autoridades, pues el suministro eléctrico en muchos casos llega hasta ciertas zonas y en otras, está ausente.

Una posible solución a este problema de la escases de agua sería adaptar un sistema de bombeo que pueda ser energizado por energías convencionales, pero dicho sistema demandaría un costo elevado por ello que no resulta viable. De tal manera que se propone la solución haciendo uso de energías renovables como es el sistema de bombeo solar fotovoltaico pues el distrito cuenta con un potencial solar aceptable.

1.2. Trabajos previos.

1.2.1. A nivel internacional

Cabrera (2011, pp. 185). En su tesis “Diseño de un sistema de bombeo solar – eólico para consumo de agua en cabañas ecoturísticas en la Pitaya, Veracruz, México”

“En su tesis, el autor expone lo siguiente: (...) Uno de los indicadores para evaluar la condición de vida de la población son los servicios con los que cuentan sus pobladores. Dos de los servicios básicos son el agua potable y la luz eléctrica”.

“A pesar de que estos servicios son básicos para muchas personas a nivel mundial a un no cuentan con alguno de ellos y en ocasiones con ninguno de los dos”.

Esta problemática es demasiado notorio en los países vía en desarrollo y se complica cuando la geografía del país es complicada. Ambos problemas se presentan en el caso de la República Mexicana, por lo que al año 2005 el 2.46% de la sociedad no se beneficiaba con energía eléctrica, el 12.12% no

contaba acceso a las redes públicas del suministro de agua potable y el 1.68% carecía de ambos servicios.

Una posible solución al problema del abastecimiento de agua potable son los sistemas de bombeo, pero para que estos sistemas de bombeo funcionen requieren energía. Si la zona cuenta con las redes de distribución de energía eléctrica, el sistema de bombeo solar puede ser instalado sin problemas.

“En el caso de los lugares que además de falta de suministro de agua no cuentan con el suministro eléctrico las alternativas de instalación de estos sistemas se ven más restringidas. (...)”.

Coloma (2012, pp. 156), en su tesis “Diseño preliminar de un sistema eólico para bombeo de aguas en zonas rurales”

“En su tesis, el autor manifiesta: El suministro de agua es una prioridad básica para ser humano. Esta necesidad, debe de ser priorizada por todas autoridades y, gobiernos de turno”

“En mayoría de los países desarrollados está sobradamente cubierta; pero no es de la misma forma en las naciones en vías de crecimiento o incluso en los países del tercer mundo”

Por esta razón, se busca un suministro eficiente para las localidades rurales alejadas, zonas donde no se puede llevar una canalización de agua. Es por ello que en esta tesis se diseñará un sistema de bombeo el cual era suministrado por un aerogenerador (Energía eólica) de tal forma que se pueda abastecer agua a las diferentes zonas rurales que no cuentan con este vital elemento. (...) (Jaime Coloma López, 2012, p. 05)

1.2.2. A nivel nacional.

Guevara (2016, pp. 190), en su tesis “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, Región de San Martín”

En su tesis, el autor nos manifiesta lo siguiente: El centro poblado de Ganimedes situado en el distrito y provincia de Moyobamba en la Región de San Martín, carece del suministro de agua potable, por tanto, el agua que llega a la población no es apta para el consumo no recibe ningún tipo de tratamiento, generando enfermedades de origen hídrico.

Debido al desnivel negativo entre la fuente de agua y el centro poblado, es imprescindible para la lograr la obtención del agua el uso de un sistema por bombeo, pero la fuente de energía para el funcionamiento del sistema requerirá de la ausencia de redes eléctricas y de combustibles fósiles, debido al alejamiento que presenta la comunidad.

Por tanto, se plantea una opción que pueda compensar en tal medida la problemática con la que sufre hoy en día las personas de esta comunidad, la cual se trata del diseño de un sistema de agua potable por bombeo, mediante la energía solar fotovoltaica, salvándose así el desnivel que hay entre la fuente de captación y el centro poblado.

“Tomando en cuenta que se pretende buscar una fuente de energía que suministre al sistema de bombeo sin el uso de las energías convencionales”.

Auccacusi (2014, pp. 121), en su tesis “Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptimo de bombeo en Muskarumi – Pucyura – Cusco, usando fuentes renovables de energía”

“(…) La vigente tesis es una iniciativa individual que está empeñada en mejorar las condiciones de vida de la población rural mostrando una solución a la problemática de falta de agua para riego en una zona específica del Perú”.

Por lo tanto, se elaboró un estudio técnico y económico para la elección del sistema de bombeo en Muskarumi - Pucyura – Cusco, usando fuentes de energías renovables, para lo cual se diagnosticó que el caudal de agua necesario para 3 hectáreas de cultivo, durante el día más seco del año, es de aproximadamente 3 l/s por lo que se requerirá sustraer un volumen de 282 m³ al día; por otro lado, se definió que el método de riego más adecuado para la zona es el de aspersión.

Entonces, eligiendo los aspersores a utilizar se diagnosticó que se requiere en promedio de 3.5 bar de presión, lo cual nos da la referencia de la altura en la cual se debe ubicar el tanque de agua.

Se elaboró el estudio económico con el fin de encontrar la economía para el proyecto, donde se hallaron los costos fijos y variables de todas las bombas estudiadas, así como el costo de producir vegetales en la zona, para luego efectuar un análisis financiero mediante las técnicas de evaluación del valor actual neto y tasa interna de retorno diagnosticando qué productos agrícolas harán posible el proyecto.

1.2.3. A nivel local.

Aguirre (2016, pp. 173), en su tesis “Diseño de un sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar agua para riego al fundo Rodríguez distrito de Oyotún de la provincia de Chiclayo y departamento d Lambayeque”

(…) En esta tesis se diseñó un sistema de bombeo fotovoltaico el cual abastecerá agua designada para riego al fundo Rodríguez en el distrito de Oyotún; en esta tesis se determina la necesidad de encontrar una opción

energética al sistema de bombeo, pues en el fondo se utilizan energías convencionales para el funcionamiento de la bomba.

“El autor propone que los preámbulos en la cual se ha diseñado el sistema de bombeo para riego, puede usarse para suministrar de agua en zonas rurales, teniendo en cuenta el marco normativo legal que compete a las autoridades competentes.”

Farfán (2014, pp. 112) en su tesis “Diseño y construcción de un solarímetro y su equipo de registro para la cuantificación del potencial de la energía solar”

“El propósito de la presente tesis es diseñar y fabricar un solarímetro y su equipo de registro para la cuantificación de la radiación solar e instalarlo en cualquier parte del país.”

Su valor estriba en que los resultados obtenidos permitirán diseñar el sistema fotovoltaico para suplir con la demanda energética de los pobladores ubicados en zonas aledañas de la población concentrada donde no llegará la energía ni a corto ni mediano plazo

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Energías alternativas

“Durante los primeros años, este desarrollo se basó en la minería del carbón y la hidráulica, para después pasar a utilizar combustibles derivados del petróleo, del gas natural y terminar con el uso de la energía nuclear” (Bridgewater, 2009, p.25).

En la actualidad, el sistema energético mundial se basa, en gran mayoría al, consumo de la energía fósil como son carbón, petróleo, gas natural y la energía nuclear, esto se debe al monopolio que existe entre los distintos países fabricantes del hidrocarburo.(Bridgewater, 2009, p.25).

Esta posición encausa a la contaminación atmosférica, mediante la emisión de gases de efecto invernadero (SO₂, CO₂, NO, NO₂), la formación de residuos sólidos en suspensión y líquidos tóxicos vertidos en nuestras reservas hidrológicas, con ello queda latente el riesgo de contagiar y el empobrecimiento progresivo de los yacimientos existentes en la biósfera. (Bridgewater, 2009, p.25).

1.3.2. Tipos de energías alternativas

“Las energías renovables son una solución y alternativa al uso de energías convencionales, las cuales contagian nuestro medio ambiente a través de la emisión de gases y otros elementos de toxicidad” (Bustamante, 2010)

1.3.3. Espectro electromagnético

“El espectro de un objeto es la división característica de la radiación electromagnética de ese objeto. El espectro electromagnético (o simplemente espectro) es el rango de todas las radiaciones electromagnéticas posibles” (Bustamante, 2010, p. 49)

1.3.4. Energía solar

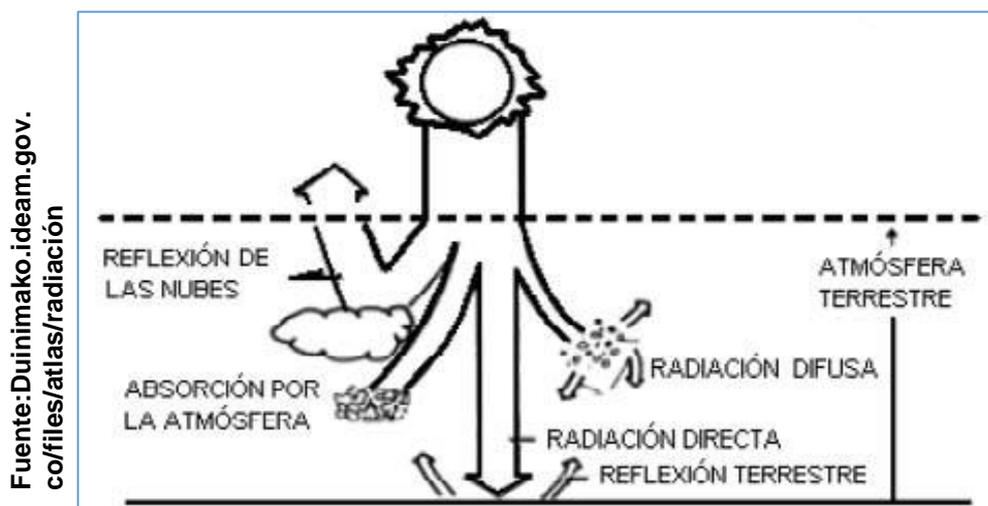
Toda la energía que se encuentra en el planeta viene del Sol y solo una corta parte de ella se emplea para sostener la vida orgánica en la biosfera, lo excedente se plasma necesariamente al calentamiento global, otra parte se expande al exterior exigido al fenómeno físico nombrado albedo. (Jutglar, 2008, p. 15)

Es la fuerza brillante elaborada por el sol, como producto de las repulsiones nucleares de unión que arriban a la tierra a través del espacio en fardos de energía llamados fotones (luz), que comunica con la atmosfera y la superficie terrestre. (Guevara, 2016, p. 62)

El sol es un origen inagotable de energía adecuado a la magnitud de las reacciones nucleares que acontece en su interior y corona. Debido a la considerable masa con la que cuenta, se afirma que el tiempo de vida con el que calcula puede ser eterno relacionado con el tiempo de vida del hombre en el planeta tierra una gran parte de esta energía llega a la tierra como radiación electromagnética que toma como nombre de energía solar, la cual está integrada en principio por luz y calor. (Guevara, 2016, p. 63)

La capacidad de la radiación solar que obtiene en un momento dado sobre un captador de una superficie asignada se le llama irradiación. (Guevara, 2016, p. 63)

Figura 7



Esquema de los Efectos de la Atmósfera sobre la Radiación.

1.3.4.1. Unidades de medida

Para diagnosticar el valor de la radiación total de un determinado lugar, se emplean distintas unidades. La más conveniente para aplicaciones fotovoltaicas es el (KWh/m²), es considerable decir que es una unidad de energía y no de potencia. Asimismo varios la emplean como unidad el Mega Joule por metro cuadrado (MJ/m²) o unidades de calor como calorías por metro cuadrado (Cal/m²) o BTU/ft². (Lara, 2007, p. 17)

$$1\text{KWh} / \text{m}^2 = 3.61\text{MJ} / \text{m}^2$$

$$1\text{KWh} / \text{m}^2 = 860\text{Cal} / \text{m}^2 = 317.02\text{BTU} / \text{ft}^2$$

1.3.5. Radiación Solar

La propagación solar puede detallar de varias formas, las cuales al final la radiación es el movimiento de energía que adquiere la tierra y que es expulsada por el sol en forma de ondas electromagnéticas de distintas frecuencias, o en otra versión, es el grupo de rayos electromagnéticos expulsados por el sol en todas las longitudes de onda existentes. (Jutglar, 2008, p. 25)

1.3.5.1. Tipos de radiación solar

“Se pueden analizar diferentes tipos de radiación, en función de cómo ésta es adquirida por las superficies, ellos son directa, difusa y reflejada, la suma de las tres nombradas da como resultado la radiación global” (Jutglar, 2008, p. 27).

a. Radiación directa

“Esta radiación viene directamente del sol sin haber sufrido ningún cambio en su trayectoria. Es la superior y la más importante en las aplicaciones fotovoltaicas” (Jutglar, 2008, p. 27).

b. Radiación difusa

“Parte de la radiación que pasa por la atmosfera y es reflejada e impregnada por las nubes, partículas de polvo, moléculas de agua, edificios y suelo. Las áreas horizontales obtienen en gran parte esta radiación y las áreas verticales obtienen una menor parte” (Jutglar, 2008, p. 27).

c. Radiación reflejada

“llamada albedo, es la radiación directa y difusa que llega inicialmente al suelo u otras áreas próximas que originan

reflexión para que de este modo llegue a los captadores” (Jutglar, 2008, p. 27).

d. Radiación global

“Es la suma de todas las radiaciones nombradas anteriormente y adquiere éste nombre ya que es la radiación solar total que llega a la superficie de un receptor y por lo tanto la que se debe saber y cuantificar” (Jutglar, 2008, p. 27).

1.3.5.2. Irradiancia.

“La capacidad de la radiación solar, que adquiere en un momento dado sobre un captador de una área determinada, se le denomina irradiancia y se mide en unidades de W/m^2 ” (Guevara, 2016, p. 19).

Se entiende que la masa de aire está formada por gases, nubes, vapor de agua, porciones contagiadas y sólidos en suspensión. En circunstancias óptimas de atmósfera pura, sin ningún desarrollo óptico y estando el sol en el zenit, la irradiancia que un captador pueda adquirir es de $1.000 W/m^2$ como un valor promedio normalizado. (Guevara, 2016, p. 19).

Con el fin de disponer con un estándar en la industria FV, los productores de paneles solares han adoptado por definir una reciente unidad llamada SOL. Cuyo valor describe la máxima potencia eléctrica de salida de un panel FV, y además es de mucha ayuda para la compra de paneles solares de distinta procedencia. (Guevara, 2016, p. 20).

$$1\text{SOL} = \frac{1\text{kw}}{m^2} = \frac{100\text{mW}}{cm^2}$$

1.3.6. Celdas solares.

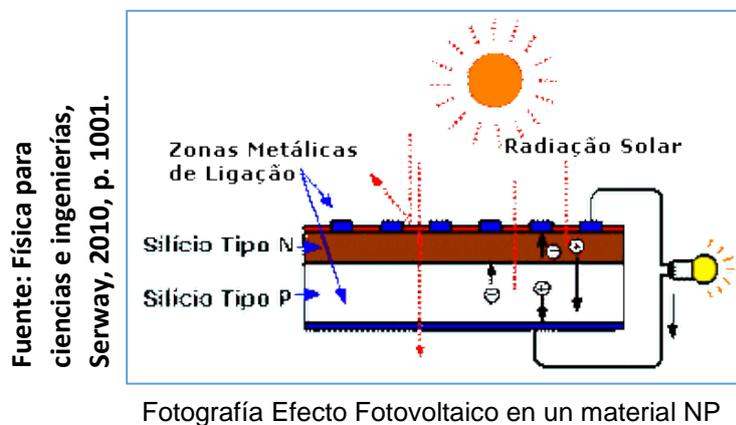
“Son dispositivos que transforman la energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química” (Klimovsky, 2012, p. 20)

1.3.7. Principio físico de funcionamiento.

1.3.7.1. Efecto fotoeléctrico o fotovoltaico.

“Es el efecto fotoeléctrico caracterizado por la elaboración de un flujo eléctrico entre dos piezas de material distinto que están en fricción y expuestas a la luz o, en general, a una radiación electromagnética” (Klimovsky, 2012, p. 21).

Figura 8



1.3.8. Sistemas Fotovoltaicos aislados.

Toda instalación solar fotovoltaica aislada es un método de generación de flujo de corriente sin conexión a la red energía eléctrica que suministrar al propietario energía obtenida de la luz del solar. Esta energía generada por los sistemas fotovoltaicos es almacenada en acumuladores solares o baterías y permite emplearla durante las 24 horas del día. (Aparicio, 2010, p. 41)

Figura 9



Fotografía Sistema Fotovoltaico Aislado conectado a una casa

Estos sistemas de generación de energía eléctrica cuentan con los siguientes Elementos

a. Panel.

Un panel solar fotovoltaico funciona aprovechando en modo directo la luz solar, al chocar en la celda descarga los electrones que pueden ser capturados por el campo eléctrico generando un flujo eléctrico. El impacto se realiza en las capas de semiconductores, que es donde produce la corriente de electrones. Estos semiconductores son exclusivamente tratados para constituir dos capas diferentes (tipo p y tipo n) y conformar un campo eléctrico, positivo en una parte y negativo en la otra. (Gacitúa, 2010, p. 16)

“Encargados de propagar energía eléctrica, existen diferentes tipos, siendo los más utilizados los monocristalinos y los policristalinos” (Gacitúa, 2010, p. 2016)

b. Regulador de carga.

“Tienen la función de regular la porción de energía generada de los paneles y que se acopian en las baterías para su posterior

uso. Estos componentes evitan cargas o descargas excesivas y protegen la vida de las baterías” (Ramos, 2015, p. 2015)

c. Inversor.

Convierte la corriente continua que se obtiene a través de los paneles solares, fotovoltaicos de la batería en corriente alterna con valores de tensión y frecuencia ansiados para ser empleados en distintas cargas. Este dispositivo también tiene como función proteger y garantizar la protección de las personas y equipos y la importancia del suministro eléctrico. (Ramos, 2015, p. 31)

d. Baterías.

Son mecanismos capaces de convertir energía eléctrica y viceversa. Son acumuladas con la energía eléctrica producida por los paneles solares, cuya energía es acopiada en forma de energía química en el interior de las baterías y, cuando la exigencia energética lo requiera vuelve a ser convertida en energía eléctrica posteriormente entregada a la instalación. (Ramos, 2015, p. 30)

1.3.9. Ventajas del uso de un sistema fotovoltaico aislado.

“Estos equipos generan energía limpia y 100% renovable Independencia de las energías fósiles; su instalación es sencilla y de bajo costo al igual que su mantenimiento, bajo periodo de retorno de la inversión” (Aparicio, 2010, p. 45)

Las aplicaciones más usuales para este tipo de tecnologías son:

- Sistemas Aislados Convencionales
- Bombes Solares

1.3.10. Sistemas Aislados Convencionales

Los equipos aislados convencionales hasta hace unos años han sido sistemas de poca potencia (entre 3 y 10 KW) y que tenían una longitud aproximadamente de 500 metros al tendido eléctrico para suministrar. Estos sistemas han ido creciendo en los últimos años, siendo posible la construcción de sistemas de superior potencia, siempre con ayuda de grupos electrógenos para reforzar a la generación en aquellos días donde la generación solar es insuficiente. (Aparicio, 2010, p. 47)

Dependiendo del tipo de sistema y de su utilidad los sistemas pueden tener:

- a. Tensión de 12 V:
Sistemas pequeños compuesto por modulo, regulador, inversor y 6 vasos de baterías de 2 V cada una.
- b. Tensión 24 V
Sistemas medianos compuesto por módulo, regulador, inversor y 12 vasos de baterías de 2 V cada una.
- c. Tensión 48 V
Sistemas de gran tamaño compuesto por módulo, regulador, inversor y 24 vasos de baterías de 2 V cada una.



1.3.11. Instrumentación para radiación solar.

1.3.11.1. Piranómetro o solarímetro.

También conocido solarímetro, este aparato sirve para medir la radiación total. Su utilización es la siguiente: se exhibe a la radiación solar una lámina metálica con una superficie reflectante y junto a ella otra cuya superficie es absorbente; la lámina absorbente se calienta más que la reflectante, obteniendo una diferencia de temperatura proporcional a la radiación que es evaluada mediante un termopar. (Aparicio, 2010, p. 65)

Figura 11

**Fuente: JUTGLAR, Lluís
Energía solar.**



Representación esquemática de un piranómetro

1.3.11.2. Pirheliómetro.

Este mecanismo es usado para medir la radiación solar directa; en esencia es un piranómetro ubicado en el fondo de un tubo. Dicho tubo está recubierto interiormente con una pintura absorbente con el fin de bajar al máximo la reflexión, es lo suficientemente estrecho y largo como para que, desde el fondo, se vea el sol y la menor porción posible de cielo. (Aparicio, 2010, p. 65)

Figura 12



Representación esquemática de un heliógrafo

1.3.11.3. Heliógrafo.

Es usado para calcular el número de horas de sol radiante que se obtiene a lo largo del día, consiste en una bola de cristal transparente que concentra la luz sobre una banda de papel en la cual queda registrada una marca, cuya potencia es cualitativamente proporcional a la magnitud de la radiación solar. (Aparicio, 2010, p. 65).

Figura 13



Representación esquemática de un heliógrafo

1.3.12. Aplicaciones de los sistemas solares.

1.3.12.1. Agricultura

“Instalaciones de sistema bombeo de agua (son muy significativos para los Países en vías de desarrollo); sistemas de irrigación automática” (Enerpoint, 2014, p. 03).

1.3.12.2. Industria

“Protección catódica de gaseoductos, oleoductos y otros modelos de tuberías; suministro de potencia en general, en particular para cargas eléctricas limitadas (del orden de algunos kW) incluso en lugares alejados de la red o donde ésta no resulta confiable” (Enerpoint, 2014, p. 03).

1.3.12.3. Telecomunicaciones

“Repetidores de radio y televisión: instrumentos telefónicos; estaciones base celular y de transmisión de datos, (meteorológicos, sísmicos, sobre la cota de un curso de agua, sobre la aparición de incendios), a menudo muy convenientes en los servicios de protección civil” (Enerpoint, 2014, p. 03).

1.3.12.4. Servicios públicos

“Iluminación de calles y jardines y de paradas de medios de transporte público; señalización vial (Enerpoint, 2014, p. 03).

1.3.12.5. Residencial

“Provisión de energía (sobre todo iluminación) para hogares y refugios de montaña. Muy significativas las aplicaciones de este tipo en los Países en vías de desarrollo: los sistemas fotovoltaicos no requieren

particular mantenimiento y son de fácil instalación” (Enerpoint, 2014, p. 04).

1.3.12.6. Tiempo libre

“Carga de las baterías de las embarcaciones u autos o móviles solares” (Enerpoint, 2014, p. 04).

1.3.13. Recurso hídrico

Los recursos hídricos son los cuerpos de agua que existen en el planeta, desde los océanos hasta los ríos pasando por los lagos, los arroyos y las lagunas. Estos recursos deben preservarse y utilizarse de forma racional ya que son indispensables para la existencia de la vida. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

1.3.13.1. Recurso hídrico superficial

“Son aquellos recursos hídricos que se encuentran en la litósfera, y los acales pueden ser usados en forma directa sin tener que hacer alguna excavación o intervención en el subsuelo” (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

- a. Ríos.
- b. Laguna.
- c. Manantiales.

1.3.13.2. Recurso hídrico subterráneo – Acuífero

Un acuífero es un terreno rocoso permeable dispuesto bajo la superficie, en donde se acumula y por donde circula el agua subterránea. Existe una zona de saturación, que está situada encima de la capa impermeable, donde el agua rellena completamente los poros de las rocas. (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

1.3.13.3. Técnicas para evaluación de recursos hídricos subterráneos

“Permiten localizar con mayor precisión las aguas freáticas y, sobre todo, evaluar mejor sus dimensiones, su volumen, e incluso su calidad y continuidad” (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

a. La topografía

El análisis de la cartografía y de los índices vegetales proporciona una primera prueba de la presencia de agua. Mediante la topografía, se es capaz de poner de manifiesto la presencia de grandes líneas de relieve, que pueden ser el origen de fracturas con una dirección identificable o de afloramientos. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

b. La hidrogeofísica

“En la actualidad, los métodos geofísicos son los principales procedimientos para la prospección y la detección de los acuíferos subterráneos. La técnica escogida depende fundamentalmente del contexto geológico” (Autoridad Nacional del Agua, 2015).

1.3.13.4. Ensayos geofísicos

a. Sondeo Eléctrico Vertical

Son los más utilizados, ya que se adaptan a un mayor número de situaciones. Consisten en enviar una corriente continua a la estructura geotérmica de un terreno dado (de entre 50 y 400 voltios, según su resistividad-conductividad), utilizando para ello dos electrodos (A y B). Existen varios dispositivos para la colocación de los

electrodos (Wenner, Schlumberger, en cuadrado, etc.).
(Autoridad Nacional del Agua, 2015)

b. Tomografía eléctrica

Esta técnica, proporciona conjuntamente información lateral y en profundidad. El sistema consta de un resistivímetro o unidad básica, un selector de electrodos y un juego de cables multiconectores que permiten utilizar hasta 64 electrodos conmutables de forma totalmente automática a través del selector de electrodos y controlado por la unidad básica de control. (Autoridad Nacional del Agua, 2015)

1.3.14. Bombas

1.3.14.1. Definición

Una bomba es una turbo máquina hidráulica que absorbe energía mecánica y la convierte en energía hidráulica transfiriéndola al líquido que la atraviesa en forma de presión o de velocidad. (Herrejón, 2009, p. 38)

1.3.14.2. Caracterización técnica de bombas.

“Las bombas mecánicas se definen por tres características principales de operación, las cuales son el caudal, la altura o cabeza de bombeo y la potencia consumida” (Herrejón, 2009, p. 39).

A. Caudal.

“Este parámetro indica la cantidad de líquido (medido volumétricamente) que puede impulsar la bomba en determinado tiempo. El valor de este parámetro se establece de acuerdo a los requerimientos de fluido en cada caso específico” (Herrejón, 2009, p. 38).

B. Carga dinámica.

“La carga dinámica total de bombeo se define como la suma total de resistencias del sistema, correspondientes a la carga estática total, a la pérdida de carga por fricción en la tubería de succión y descarga y a la carga de velocidad” (Herrejón, 2009, p. 38).

$$CDT = H_e + H_f + H_v$$

C. Altura Útil.

“Se define como la altura que el rodete imparte al fluido menos las pérdidas generadas al interior de la bomba. El cálculo de este parámetro se da partiendo de la ecuación de Bernoulli entre el punto de entrada de líquido (E) y el punto de salida (S)” (Herrejón, 2009, p. 39).

$$\frac{P_E}{\rho g} + Z_E + \frac{v_E^2}{2g} + H = \frac{P_S}{\rho g} + Z_S + \frac{v_S^2}{2g}$$

Despejando H, se tiene:

$$H = \frac{P_S}{\rho g} + Z_S + \frac{v_S^2}{2g} - \frac{P_E}{\rho g} - Z_E - \frac{v_E^2}{2g}$$

Con lo cual se puede definir la altura útil como la diferencia de alturas totales entre la salida y la entrada de la bomba. Esta diferencia es el incremento de la altura útil comunicada por la bomba al fluido. Si se reordenan los términos de la ecuación anterior, se obtiene. (Herrejon, 2009, p. 39)

$$H = \frac{P_S - P_E}{\rho g} + (Z_S - Z_E) + \frac{v_S^2 - v_E^2}{2g}$$

La ecuación anterior es precisada por algunos autores como la primera expresión de la altura útil, la cual, a su vez, permite definir la altura útil como el incremento de altura de presión más el incremento de altura geodésica más el

incremento de altura dinámica. Si incluimos las pérdidas en las tuberías (H_r) nos quedaría la ecuación de la siguiente manera: (Herrejón, 2009, p. 39)

$$H = \frac{P_2 - P_1}{\rho g} + (Z_2 - Z_1) + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} + H_r$$

D. Potencia Útil.

“Es la potencia invertida para impulsar el caudal útil (Q) una altura útil (H)” (Herrejón, 2009, p. 39).

La expresión que permite realizar el cálculo es:

$$P = Q\rho gH$$

Dónde:

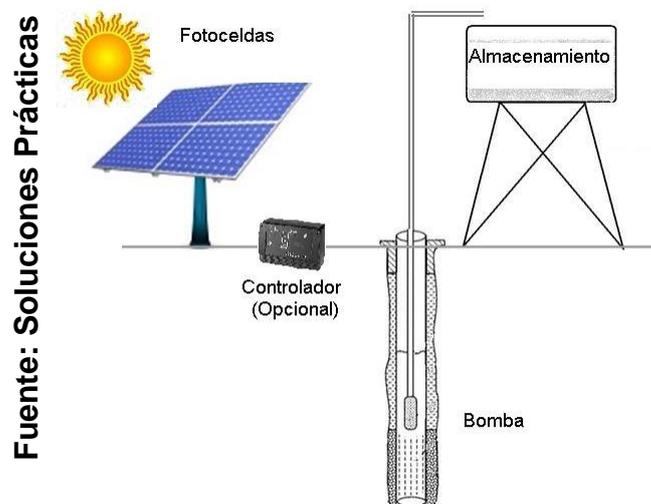
ρ es la densidad del fluido bombeado y,

g es la gravedad

1.3.15. Bombeo solar.

“Un sistema de bombeo solar consiste en una bomba hidráulica alimentada de manera directa por paneles solares fotovoltaicos, en lugar de ser abastecida mediante electricidad convencional o diésel” (Herrejón, 2009, p. 45).

Figura 14



Montaje piloto de un sistema de bombeo híbrido solar.

1.3.16. Tuberías.

1.3.16.1. Pérdidas en tuberías.

Las pérdidas de carga en las tuberías (H_r) son de dos tipos: primarias y secundarias; las primarias son las pérdidas de superficie, en el contacto del fluido con la tubería, el rozamiento de unas capas de fluido con otras o de las partículas de fluido entre sí. Las secundarias son las pérdidas de forma, que tienen lugar en las transiciones, válvulas y accesorios. (Aricoché, 2012, p. 64)

A. Pérdidas primarias.

Estas pérdidas se determinan mediante la ecuación general de pérdidas de Darcy – Weisbach:

$$H_{rp} = \lambda \frac{Lv^2}{2gD}$$

dónde:

H_{rp} = Pérdida de carga primaria

λ = Coeficiente de pérdida de carga primaria

L = Longitud de la tubería

D = Diámetro interno de la tubería

v = Velocidad media del fluido

El fluido puede presentar régimen laminar o régimen turbulento, dependiendo del número de Reynolds, el cual se calcula así:

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

El criterio para definir si el flujo es laminar o turbulento es:

$Re < 2\,000$, flujo laminar;

$Re > 10\,000$, flujo turbulento;

Así pues, para flujo laminar, el cálculo de λ se realiza mediante la ecuación de Poiseuille:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

La expresión anterior es válida tanto para tuberías lisas como rugosas.

Por otra parte, para el flujo turbulento en tuberías lisas, se puede emplear la ecuación de Blasius, para $Re < 100\ 000$:

$$\lambda = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

O la primera ecuación de Karman-Prandtl, para $Re > 100\ 000$:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log(Re \cdot \sqrt{\lambda}) - 0.8$$

Cuando se tienen tuberías rugosas, la expresión que permite determinar el coeficiente λ es:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log\left(\frac{k/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}}\right)$$

Conocida como la ecuación de Colebrook-White, la anterior expresión se puede aplicar sólo cuando el fluido está en zona de transición; de lo contrario, es decir, si el flujo por la tubería rugosa es turbulento, se aplica segunda ecuación de Karman-Prandtl. (Aricoche, 2012, p. 65)

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2 \log \frac{D}{2k} + 1.74$$

B. Pérdidas secundarias.

Para estimar el valor de este tipo de pérdidas, se debe recurrir a la aplicación de la ecuación fundamental de las pérdidas secundarias:

$$H_{rs} = \zeta \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

H_{rs} = pérdidas secundarias.

ζ = coeficiente adimensional de pérdida de carga secundaria que es propio de cada tipo de accesorio.

v = velocidad media en la tubería si se trata de codos o válvulas, o la velocidad de la sección menor en caso de ensanchamientos y o contracciones.

1.3.17. Estimación del crecimiento poblacional.

Para encontrar la tasa de crecimiento de la población total se puede utilizar la fórmula de Crecimiento Poblacional Compuesto:

$$P_t = P_0(1 + r)^t$$

P_t , es la población en “t” años.

P_0 , es la población inicial.

r , es la tasa de crecimiento.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo abastecer de agua potable al caserío Túpac Amaru en Olmos, mediante el uso de la energía fotovoltaica?

1.5. Justificación.

1.5.1. Justificación técnica.

Las tecnologías modernas permiten disminuir el coste de inversión en proyectos de energía alternativas aplicadas a la solución de bombeo de aguas para riego, estas tecnologías son de fácil mantenimiento, pues se usan en forma modular, es decir, se calculan de acuerdo a las necesidades.

1.5.2. Justificación social

Con esta propuesta se pretende suplir la problemática de escasez del líquido elemento en el caserío Túpac Amaru del distrito de Olmos, mediante el bombeo de aguas subterráneas y la distribución de las mismas hacia la población.

1.5.3. Justificación Económica.

El uso de tecnologías basadas en energías alternativas resulta ser rentable a largo plazo. Si bien es cierto en la primera inversión de todo proyecto que usa energías renovables genera un gasto mayor en comparación a proyectos que usan energías convencionales tales como el petróleo y sus derivados, sin embargo, las energías alternativas constituyen un gran ahorro a posteriori, pues su mantenimiento progresivo es mucho más económico en contraste al uso de energías convencionales.

1.5.4. Justificación Ambiental.

Hoy en día contamos con tecnologías modernas y automatizadas que nos permiten aprovechar los recursos naturales al máximo, de tal manera que podamos obtener un beneficio, como por ejemplo energía eléctrica a partir de energía solar haciendo uso de un panel automatizado que siga la trayectoria del sol; un aerogenerador automatizado que cambien de dirección constantemente de acuerdo a la dirección del viento de tal manera que aproveche las ráfagas al máximo.

Con este uso contribuimos al medio ambiente pues limitamos y tratamos de erradicar el uso de combustibles fósiles, de tal manera

que podamos contribuir con el cuidado de la biosfera, evitar depredación de nuestros bosques y cuidar nuestro medio ambiente no contaminando nuestra atmosfera.

1.6. Hipótesis.

“Si se elabora un estudio de factibilidad del uso de energía fotovoltaica se proyecta el abastecimiento de agua potable al caserío Túpac Amaru Olmos”

1.7. Objetivos.

1.7.1. General.

“Elaborar un estudio de factibilidad de uso de energía fotovoltaica para abastecer de agua potable al caserío Túpac Amaru olmos”

1.7.2. Específicos.

- Geolocalizar, estimar y evaluar el recurso hídrico en el Caserío Túpac Amaru.
- Calcular la demanda hídrica poblacional, el cual satisfaga la necesidad de agua para consumo humano.
- Determinar los niveles de radiación solar en la zona de influencia del proyecto, realizando mediciones siguiendo un protocolo predeterminado.
- Seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico y del sistema de bombeo de agua subterránea, así como también de los equipos de potabilización del agua.
- Realizar el análisis económico para determinar la factibilidad del sistema de bombeo solar fotovoltaico para el caserío Túpac Amaru.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Este diseño será de tipo descriptivo propositivo no experimental

2.1.1 Tipo descriptiva

La investigación que se muestra es aplicada ya que los conocimientos adquiridos en el trabajo de investigación pretenden solucionar un problema práctico y descriptivo ya que los datos se recogerán tal y como ocurren por observación directa.

2.1.2 Tipo propositiva no experimental

El tipo de diseño será no experimental por que no se manipularán las variables en forma física, sino que se usarán software para su cálculo.

2.2. Variables y Operacionalización

2.2.1. Variables Variable independiente

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA
FOTOVOLTAICA

2.2.2. Variable dependiente

ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC
AMARU

2.2.3. Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacionalidad	Dimensiones	Indicadores	INSTRUMENTOS	Escala de Medición
Variable Independiente ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA	Es un conjunto de acciones que tienen como finalidad determinar la viabilidad técnica y económica del uso de la energía solar con fines energéticos; éstos estudios se sustentan con la realidad del objeto de estudio.	El estudio técnico se realiza en función al potencial de niveles de radiación en la zona, y la demanda de energía para una determinada carga, mientras que el estudio económico, se basa en la rentabilidad del proyecto.	Estudio Técnico. Estudio Económico.	Niveles de radiación. Potencia eléctrica. Energía Eléctrica. Inversión del proyecto. Ingresos económicos del proyecto	Guía de Observación.	Kw-h/m2 Kw. Kw-H. S/.
Variable dependiente ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU	Consiste en suministrar de agua potable al caserío en una proporción de 50 litros por persona, para un total de 197 habitantes, en la cual puedan desarrollar sus actividades dentro de un nivel de vida adecuada.	El agua potable a suministrar será de una cantidad constante en un determinado tiempo, de acuerdo a la cantidad de agua en el subsuelo, como también a la energía solar disponible para abastecer de agua, con los valores de salubridad dentro del rango recomendado.	Flujo de agua Salubridad del agua	Caudal. Altura. Potencia Hidraulica. Salubridad del agua	Guía de Observación	m3/h. Metros. Kw %

2.3. Población y muestra

- La población es el caserío de Túpac Amaru del distrito de Olmos, departamento de Lambayeque.
- La muestra son todas las viviendas localizadas a la altura del km 14 de la carretera Fernando Belaunde Terry, teniendo en cuenta un ratio de 100m, al cual equivalen 11 viviendas.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confianza

2.4.1. Técnicas

Verificación de documentos

Nos permitirá examinar documentos, informes, tesis y publicaciones de diversos autores con el fin de conocer más sobre el proyecto a desarrollar.

Observación

Esta técnica nos permitirá conocer la problemática y la posible solución que plantearemos en Caserío Túpac Amaru.

Encuesta

El tema de encuesta al poblador del caserío nos permitirá estimar la demanda hídrica del caserío Túpac Amaru.

Entrevista

La entrevista al experto nos permitirá corregir algunas deficiencias que se presenten en el desarrollo de esta investigación.

Base de datos

La base de datos se obtendrá de la data recogida a diario correspondiente a la radiación solar.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- Resistivímetro
- Solarímetro

2.4.3. Validez y confiabilidad

Para certificar la validez de los procedimientos y resultados, se procederá a “juicios de expertos”, en donde, diversos profesionales tañes como ing. Electrónicos e ing. Civiles aportarán parte de sus conocimientos para el desarrollo de este proyecto de investigación.

2.5. Métodos de análisis de datos

En la presente investigación se trabajará con los datos recolectados en campo mediante la entrevista, luego se procederá a realizar el trabajo de gabinete el cual consiste en el análisis de los datos a través del cálculo matemático y físico, así como el diseño de ingeniería. Posteriormente se realizará una simulación en la cual se puedan observar resultados numéricos que nos permitan estimar valores de ingeniería para la viabilidad del proyecto. Los últimos cálculos se realizarán mediante el procesamiento de data utilizando el programa Microsoft Excel para realizar los análisis estadísticos y proyecciones, así como el análisis de rentabilidad (VAN y TIR).

2.6. Aspectos éticos

Los datos recolectados serán analizados con rigurosidad y garantizan la veracidad de los mismos y no serán alterados al momento de la ejecución del proyecto.

El investigador se comprometerá a respetar todas las pautas necesarias dadas por los especialistas y jurado evaluador, de tal manera que esta investigación represente un aporte para el desarrollo social y ambiental

2.7. Aspectos Ambientales

Con este proyecto se podrá satisfacer la demanda de agua en el caserío Túpac Amaru, además, mediante el uso de energías alternativas como es el caso de los paneles solares y aerogeneradores, se contribuye con el cuidado del medio ambiente, pues, estas tecnologías no liberan gases contaminantes ni generan residuos que al acumularse dañen a

La tierra, aire o agua.

Respecto al ámbito legal, esta tesis tiene como soporte los decretos emitidos por el estado peruano, los cuales conllevan al desarrollo de proyectos con energías renovables y promoción de las mismas.

- Decreto Legislativo N° 1002 (“DL 1002”), 02/05/2008, declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de la generación de electricidad mediante recursos renovables.
- D.S. N° 012-2011-EM, 23/03/2011, aprobó reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.
- D.S. N° 020-2013-EM, 27/06/2013, aprobó reglamento para la promoción de la inversión eléctrica en áreas no conectadas a red.
- D.L. N° 1058 (28/06/2008), promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables
- D.S. N° 012-2011-EM (23/03/2011), Nuevo Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables
- D.L. N° 1002 (actualizado al 13/09/2010), Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables

III. RESULTADOS

3.1. Geolocalizar, estimar y evaluar el recurso hídrico en el Caserío Túpac Amaru.

Para geolocalizar reservas hídricas subterráneas es preciso recurrir a técnicas geofísicas de exploración como es el caso de la Diagrafia Eléctrica y/o Tomografía Eléctrica. En estas técnicas existen variedades de métodos como los S.E.V. (Sondeo Eléctrico Vertical, Polarización Inversa, etc.), para nuestra investigación hemos utilizado la diagrafia eléctrica, la cual fue proporcionada por las empresas TIVALOV COMPANHIA S.A.C. y CC ARARI, quienes se encontraban realizando estudios de prospección geoeléctrica en distintos distritos y caseríos de Olmos, en coordinación con la municipalidad de Olmos.

3.2. Geolocalización y georreferenciación de la zona de estudio

Para poder iniciar nuestro proyecto de investigación fue preciso georreferenciar y geolocalizar el punto más propicio de posible reserva y recarga hídrica, esto se llevó a cabo con ayuda de un GPS GARMIN (Registro de coordenadas usando archivos KLM), identificación de biota externa propia de zonas verdes a causa de filtración de masas de agua subterráneas, testimonios de habitantes con antigüedad no menor a 25 años en la zona los cuales manifiestan la presencia de arroyos y cauces naturales subterráneos perennes.

A continuación mostramos las coordenadas proyectadas del punto de estudio:

Tabla 1

Fuente: Elaboración Propia	Latitud:	5°51'04.92"S
	Longitud:	79°19'47.99"O
	Altitud:	169 msnm

Coordenadas de localización del proyecto.

Los puntos de georreferenciación plasmados anteriormente se pueden visualizar mediante coordenadas KLM en Google Earth como se muestra a continuación:

Figura 15

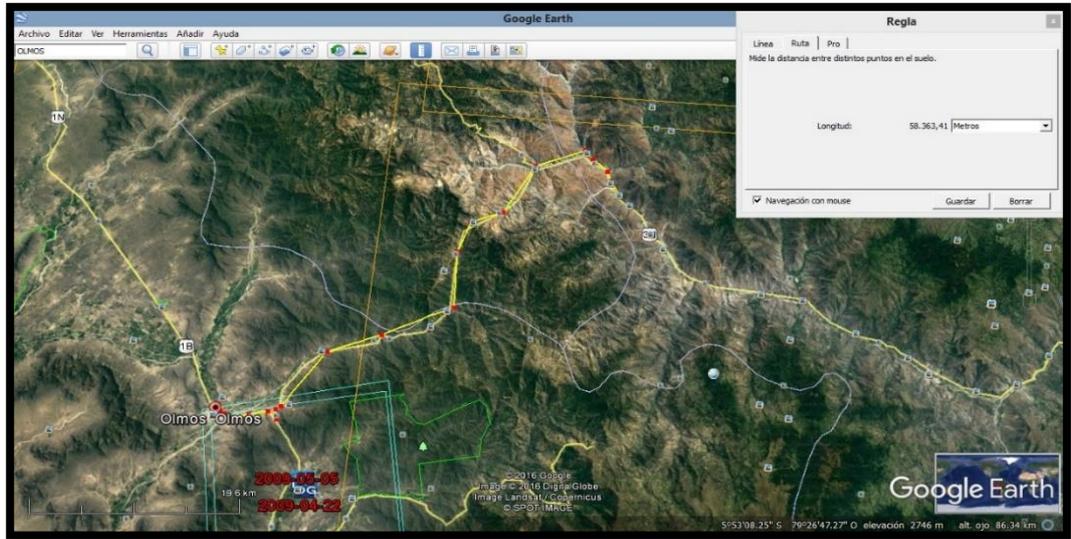


Geolocalización de la zona de estudio, Valle del río olmos.

Éstas coordenadas se sitúan a 20.00 km de distancia de la plaza mayor de olmos, debido a la geografía de la zona, para poder llegar a la localidad en donde se realizará el estudio y la proyección del pozo, es necesario atravesar distintos poblados, hasta llegar al Caserío Túpac Amaru, situado en el valle del río olmos.

Figura 16

Fuente: Elaboración Propia

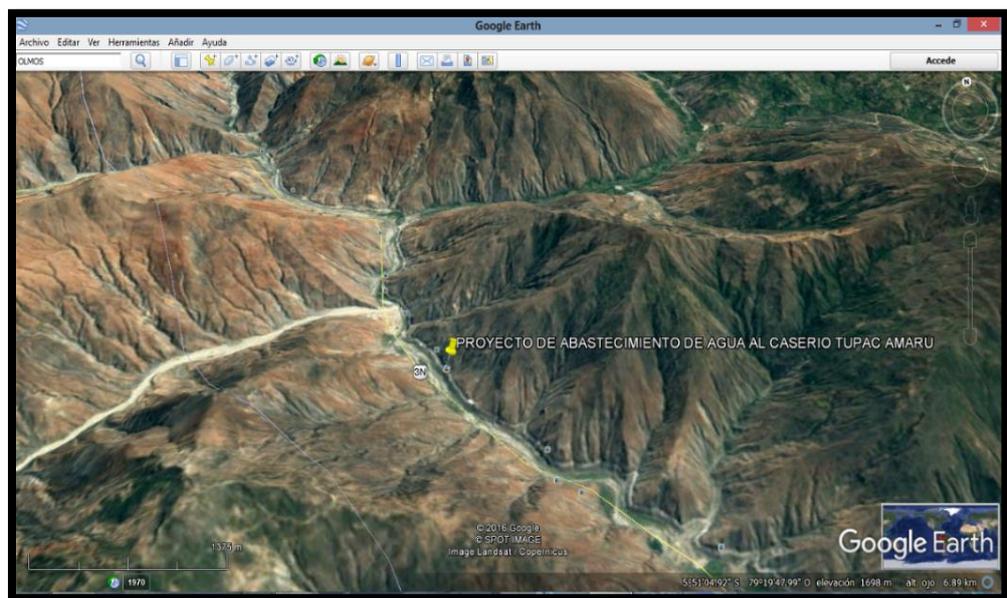


Distancia calculada desde la plaza mayor de Olmos hasta la zona de estudio (Entrada Carretera Marginal de la Selva).

Un pozo y la cisterna de abastecimiento para la extracción y distribución del líquido elemento, dicha proyección se muestra a continuación:

Figura 17

Fuente: Elaboración Propia



Proyección de la construcción del pozo y cisterna de abastecimiento.

Descripción del área de estudio

a) Área

El área de estudio es aproximadamente 196349.5408 m^2 , el cual es representado por una proyección de área circular de 250 m.

b) Topografía

El mayor porcentaje del relieve del terreno es ligeramente plano, con pendiente promedio de 1.5 por mil, presencia de elevaciones de aproximadamente 60m de altura, presencia de areniscas y rocas metamórficas.

c) Suelo

El análisis de suelo fue realizados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA-Estación Experimental Vista Florida Chiclayo, dando como resultado: Suelo de textura Franco Arenoso, pH 7.5, conductividad eléctrica promedio de 1.15 mmhos/cm., indicando buena aptitudes agronómicas y de estabilidad de taludes.

d) Recurso Hídrico subterráneo existente

Fuente de abastecimiento

La fuente principal de agua proviene de un manantial subterráneo superficial, el cual tiene aproximadamente un caudal de 20 litros/s . (Resultado obtenido de los ensayos de bombeo a 72 bar por 48 horas por parte de la empresa CC ARARI S.A.C. en distritos y caseríos aledaños al punto proyectado)

Disponibilidad

La frecuencia de abastecimiento del recurso hídrico es diaria, durante todo el año. (Reserva estimada de 12 años según data de filtración y esorrentía – TIVALOV COMPANHIA S.A.C. & CC ARARI S.A.C.)

Calidad de agua

El pH de la zona varía entre 6.5 a 6.8, en algunos casos, y de 16.8 a 7.8, en otros, siendo ácido y neutro, respectivamente. (Ver pág. 39 – 44 del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano – MINISTERIO DE SALUD *PERU)

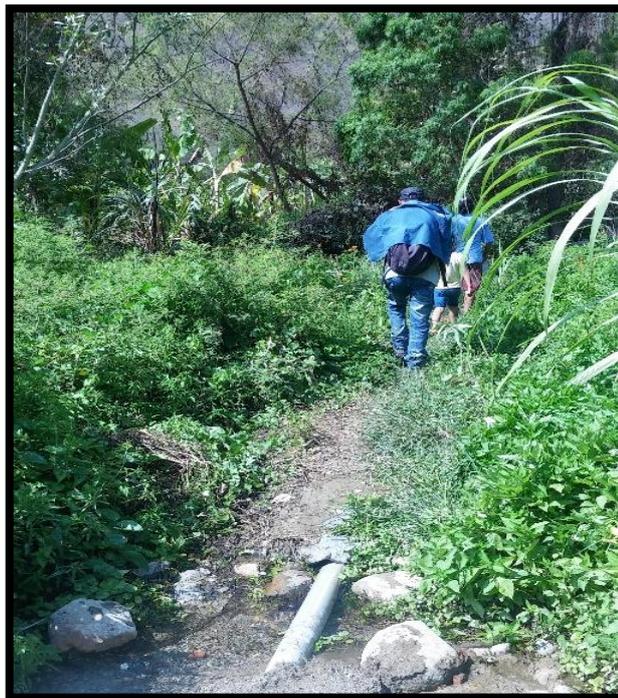
e) Clima

La zona donde se desarrolló el proyecto de investigación presenta un clima tropical – seco, con escasas precipitaciones, que generalmente se presentan en los meses de enero a abril.

Estimación y Evaluación del Recurso Hídrico: Diagrafia geofísica en el “Caserío Túpac Amaru”

Para poder localizar y evaluar las reservas hídricas subterráneas o también llamados acuíferos, es necesario emplear técnicas sofisticadas de geofísica, tal como lo es la diagrafia eléctrica o prospección geoeléctrica, ésta técnica analiza las resistividades de los distintos estratos geológicos y los posibles betas de agua a encontrarse por debajo de un terreno. Figura 18

Fuente: Elaboración Propia



Localización y reconocimiento del manantial-Relieve externo (Caserío Túpac Amaru)

Figura 19

Fuente: Elaboración Propia



Caudal del manantial – Zonificación baja (Caserío Túpac Amaru).

Se plantearon los principales objetivos de estudio para la prospección:

- ❖ Determinar las estructuras geo eléctricas del subsuelo y las condiciones generales de difusión de las aguas en los estratos permeables en todo el territorio comprendido en el estudio.
- ❖ Determinar la factibilidad racional de captación sostenida de aguas del subsuelo en el territorio de interés.
- ❖ Entre los puntos a explotar si el caso lo amerita, definir aquel o aquellos con mejores condiciones geoeléctricas para la perforación del pozo tubular, estableciendo sus condiciones constructivas generales, con miras a conseguir una estructura estabilizada, con mínimas pérdidas de carga en el ingreso del agua al pozo y sin arrastrar arenas y/o sedimentos.

Método de prospección utilizado

Para nuestra investigación se utilizó la prospección geoeléctrica, especialmente la de resistividad aparente y S.E.V. (Sondeo Eléctrico Vertical), cuya data obtenida fue procesada mediante el software Target Geosoft – Oasis Montaje.

Este método geofísico de configuración Schlumbenger consiste en inducir al terreno corriente continua mediante dos electrodos con lo que se espera como respuesta un potencial producido por el campo eléctrico de los distintos materiales que conforman los estratos del subsuelo, estos potenciales son medidos a través de otros electrodos situados o espaciados a una distancia promedio.

La resistividad es medida mediante una formulación y un algoritmo de Wenner que se detalla a continuación:

$$\rho = \frac{2\pi dV}{I}$$

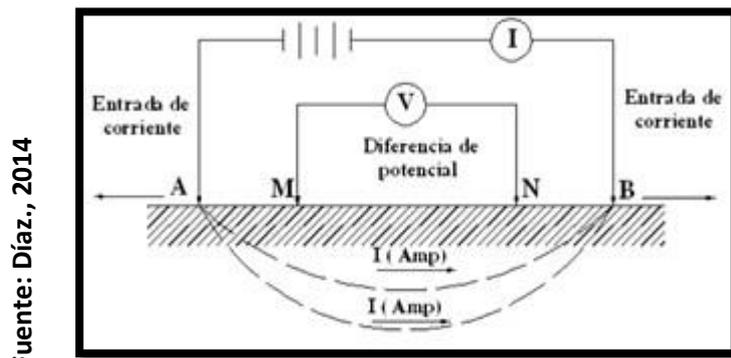
ρ , es la resistividad

d , es la distancia entre electrodos

V , es potencial espontáneo

I , es la corriente inducida

Figura 20



Fuente: Díaz., 2014

Proyección método Wenner, diagráfia eléctrica.

Tabla 2

	Agua y rocas	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
	Agua de Mar	0.2
	Agua de acuíferos aluviales	10-30
	Agua de fuentes	50-100
	Arenas y gravas secas	1000-10000
	Arenas y gravas con agua dulce	50-500
	Arenas y gravas con agua salda	0.5-5
	Arcillas	2-20
	Margas	20-100
	Calizas	300-1000
	Areniscas arcillosas	50-300
	Areniscas cuarcitas	300-10000
	Tobas volcánicas	20-100
	Lavas	300-10000
	Esquistos grafitosos	0.5-5
	Esquistos arcillosos	100-300
	Esquistos sanos	300-3000
	Gneis, granito alterado	100-1000
	Gneis, granito sanos	1000-10000

Fuente: Elaboración Propia

Relación de valores de resistividad para distintas rocas, sedimentos y tipos de agua, diagrfía eléctrica.

Instrumentación y Equipo utilizado

- ❖ Para la realización de la diagrfía se utilizaron la siguiente instrumentación:
- ❖ Sonda de diagrfía eléctrica o georesistímetro.
- ❖ Rollos de cable de señal.
- ❖ Barrenos de bronce acerados.
- ❖ GPS geodésico.
- ❖ Trasmisor de corriente continua (Rango de medición 400k de 0.1 m Ω , rango automático de voltaje a escala 0-500 V y salida 1-2-5-10-50-100-200-500 mA, T_{máx} de 500V).
- ❖ Una comba de 16 lb.
- ❖ Una pc portátil con software de modelamiento geofísico.

Trabajo de Campo y recolección de data geofísica

El trabajo de campo para la diagrafía eléctrica inicia con la colocación de barrenos espaciados 1.5m uno de otros, para luego así, inducirse una corriente continua y registrar el potencial espontáneo por punto y profundidad. En la figura adjunta, se puede observar a los operarios de C.C. ARARI realizando la toma de datos.

Figura 21



Fuente: Elaboración Propia

Día 1: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.

Para obtener una buena certeza de la geolocalización de un acuífero, es necesario realizar 3 ensayos, uno por día para medir el grado de escorrentía y saturación de las capas o estrato del subsuelo. En las figuras adjuntas, se puede observar al personal realizar los ensayos correspondientes (Estimación de filtración para Carga dinámica total de la instalación).

Figura 22

Fuente: Elaboración Propia



Día 2: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.

Figura 23

Fuente: Elaboración Propia



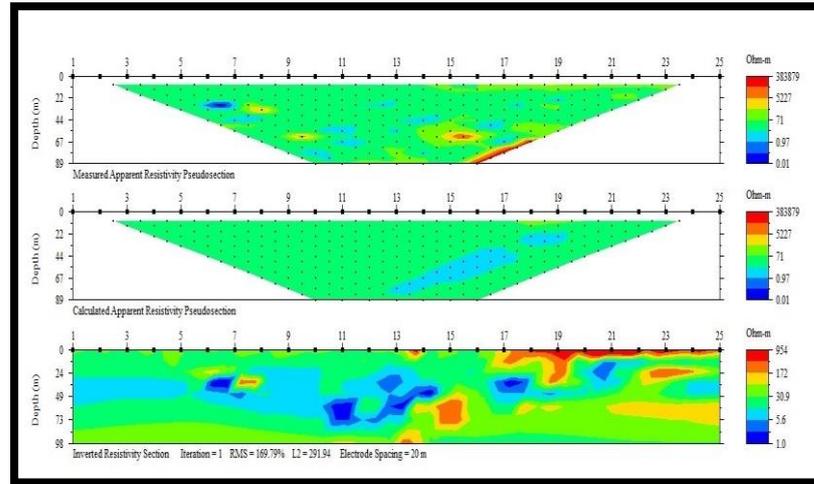
Día 3: Toma de datos de la diagrafía eléctrica.

Interpretación de data geofísica y evaluación del recurso hídrico usando Target – Geosoft.

Para realizar la interpretación de nuestra data de la diagrafía también se tomó en cuenta la presencia de aguas afluentes de un manantial cercano, el cual se sitúa debajo de la elevación que se muestra en la figura N°. Este manantial proporcionara una fuente adicional de abastecimiento de recurso hídrico a nuestro diseño. A continuación se muestra el resultado de la diagrafía:

Figura 24

Fuente: Elaboración Propia



Resultado de la diagrafía eléctrica en la que se muestran la posibilidad de ocurrencia de un acuífero.

Representación e Interpretación en espectros de frecuencia

En la figura mostrada anteriormente se puede observar una gama de espectros de frecuencia, para lo cual, cada color representa un estrato y/o masa del acuífero.

Tabla 3

Fuente: Elaboración Propia

Color	Representación
Celeste	Acuífero
Verde	Filtraciones
Amarillo	Escasas Filtraciones
Rojo	Zona seca
Violeta	Zona dura y roca

Día 3: Representación espectroscópica de los estratos y acuífero.

Interpretación de la diagráfía eléctrica:

Según la figura N°, se puede observar que el espectro de color celeste representa un acuífero situado aproximadamente a una profundidad de 24m, con un radio aproximado de 25 m, esto significa, que el acuífero que se encuentra debajo de la elevación es alimentada gradualmente por un manantial, la beta de agua tiene aproximadamente una fluctuación volumétrica de aproximadamente 25 l/s, es decir $0.025 \text{ m}^3/\text{s}$ (Dato real de prueba de bombeo a 72 bares por 48 horas en el caserío Túpac Amaru), y un caudal anual promedio de $788400 \text{ m}^3/\text{año}$. La reserva hídrica es de aproximadamente 15 años (Dato exacto obtenido por TIVALOV COMPANHIA S.A.C.), manteniendo un caudal constante según evaluación conjunta de C.C. ARARI, TIVALOV COMPANHIA S.A.C. y la A.N.A. (Autoridad Nacional del Agua)

3.3. Calcular la demanda hídrica poblacional, el cual satisfaga la necesidad de agua para consumo humano.

La población del Centro Poblado Túpac Amaru del Distrito de Olmos es de 197 habitantes, con 41 viviendas, según datos proporcionados por la Municipalidad de Olmos, la población dedicada a la agricultura y ganadería, no cuenta con agua potable para consumo humano, actualmente extraen el agua de pozos artesanales, debido a que no cuentan con energía eléctrica.

La organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda que la cantidad de agua por persona durante un día para poder satisfacer sus necesidades mínimas de alimentación, aseo personal y otros, es de 50 litros.

La población del Centro Poblado Túpac Amaru, crece a una tasa de crecimiento demográfico, signado para el sector rural con niveles de pobreza, igual a 1.1% anual.

Se realiza la proyección de la población del Centro Poblado Túpac Amaru, considerando dicha tasa de crecimiento.

Tabla 4

Fuente: Autoría Propia

Año	Proyección de la Población
2017	197
2018	199
2019	201
2020	204
2021	206
2022	208
2023	210
2024	213
2025	215
2026	217
2027	220
2028	222
2029	225
2030	227
2031	230
2032	232
2033	235
2034	237
2035	240
2036	243

Proyección de la Población del caserío Tupac Amaru, con tasa de crecimiento demográfico de 1.1%

Proyección del consumo hídrico de la Población.

Para un consumo de 50 litros por persona, se tiene:

Tabla 5

Fuente: Autoría Propia

Año	Proyección consumo de agua (m3)
2017	9.85
2018	9.96
2019	10.07
2020	10.18
2021	10.29
2022	10.40
2023	10.52
2024	10.63
2025	10.75
2026	10.87
2027	10.99
2028	11.11
2029	11.23
2030	11.36
2031	11.48
2032	11.61
2033	11.73
2034	11.86
2035	11.99
2036	12.13

Proyección del consumo de agua Centro Poblado Tupac Amaru

Para asegurar la demanda hídrica de la población en 20 años, se requiere 12.13 metros cúbicos de agua potable por día.

3.3. Determinar los niveles de radiación solar en la zona de influencia del proyecto.

3.3.1. Protocolo de Medición.

El Centro Poblado Túpac Amaru, del Distrito de Olmos, es de un clima templado, con lluvia intensa durante los periodos de Noviembre – Marzo, al cual se realizaron mediciones de los niveles de radiación solar (kWh/m²), temperatura del ambiente en grados centígrados y de la humedad relativa.

Se estableció el siguiente procedimiento para la medición:

- a) Se utilizó un solarímetro de las siguientes características:
 - ✓ Solarímetro Digital Portatil HT instruments HT204.
 - ✓ -Medida de la irradiación solar hasta 1999W/m² / 634BTU/(ft²*h)
 - ✓ Alta precisión y rápida ejecución de la medida.
 - ✓ Función DATA HOLD para bloquear el valor medido.
 - ✓ Unidad de medida y signo visualizado para facilitar la lectura.
 - ✓ Selección de la unidad de medida entre W/m² y BTU/(ft²*h)
 - ✓ Selección cambio de escala manual
 - ✓ Lectura directa sin necesidad de regulación
 - ✓ Lectura del valor máximo y mínimo
 - ✓ Indicación de pila descargada
- b) La medición se realizará en 5 meses del año 2016, que serán en Enero, Marzo, Junio, Septiembre y Noviembre.
- c) La medición de la radiación solar se realiza en un día del mes seleccionado, desde las 09:00 hasta las 16:00 horas, para lo cual se hacen dos mediciones por cada hora, obteniendo el promedio de ellas como lectura final.
- d) Las mediciones no se deben registrar en presencia de precipitación fluvial, ni con la presencia de fuertes vientos.
- e) También registrar mediciones de temperatura ambiente y de humedad relativa.

3.3.2. Resultados de Mediciones.

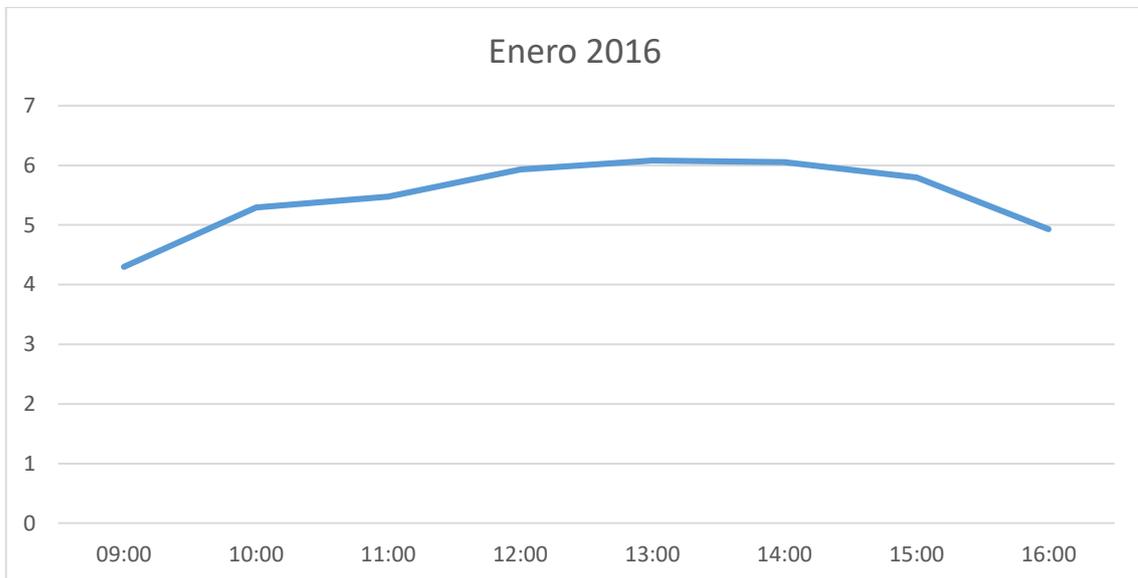
Tabla 6

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m2)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
ene-16	09:00	4.28	4.32	4.3	61	21.5
	10:00	5.21	5.38	5.295	58	22.5
	11:00	5.54	5.41	5.475	45	24.5
	12:00	5.98	5.88	5.93	42	30.5
	13:00	6.04	6.12	6.08	37	31.9
	14:00	6.03	6.08	6.055	43	28.5
	15:00	5.87	5.72	5.795	59	24.8
	16:00	4.98	4.88	4.93	67	23.5

Fuente: Autoría Propia

Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura, Enero 2016

Figura 25



Fuente: Autoría Propia

Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Enero 2016

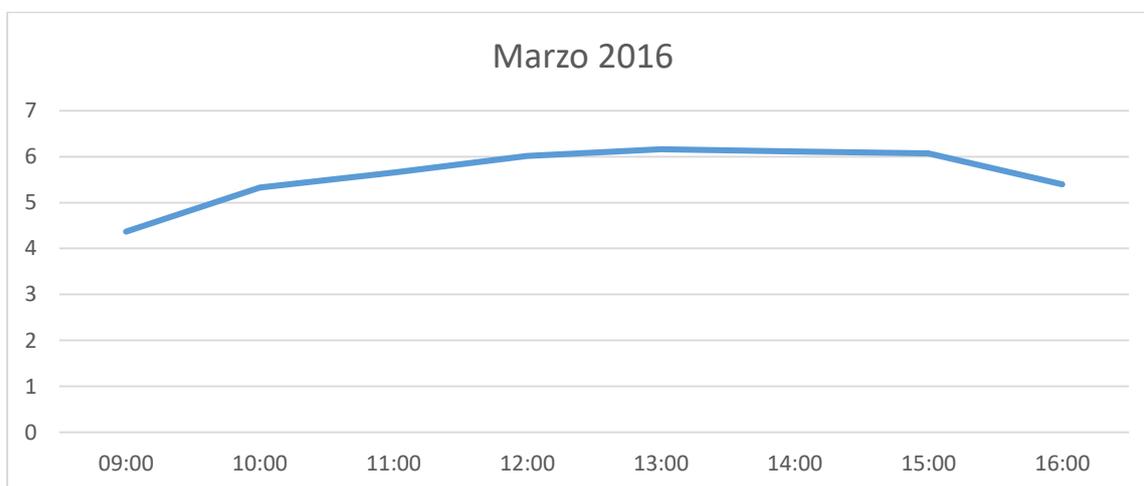
Tabla 7

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m2)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
mar-16	09:00	4.32	4.42	4.37	58	21.8
	10:00	5.23	5.43	5.33	54	22.7
	11:00	5.64	5.67	5.655	43	24.9
	12:00	6.04	5.99	6.015	41	31.2
	13:00	6.21	6.11	6.16	34	32.3
	14:00	6.12	6.11	6.115	41	29.2
	15:00	6.03	6.11	6.07	53	25.2
	16:00	5.43	5.36	5.395	62	24.6

Fuente: Autoría Propia

Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura, Marzo 2016

Figura 26



Fuente: Autoría Propia

Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Marzo 2016

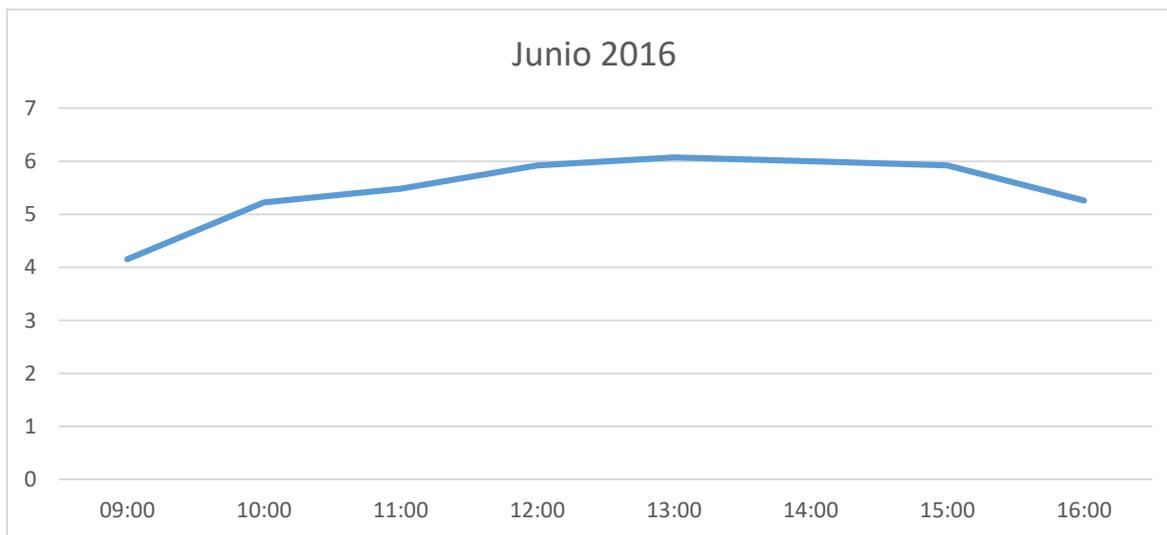
Tabla 8

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m2)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
jun-16	09:00	4.21	4.09	4.15	67	17.5
	10:00	5.21	5.24	5.225	58	19.3
	11:00	5.54	5.43	5.485	46	22.4
	12:00	5.98	5.87	5.925	44	29.3
	13:00	6.12	6.03	6.075	32	30.2
	14:00	6.02	5.98	6	40	27.3
	15:00	5.98	5.87	5.925	51	23.3
	16:00	5.31	5.21	5.26	68	21.4

Fuente: Autoría Propia

Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura, Junio 2016

Figura 27



Fuente: Autoría Propia

Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Junio 2016

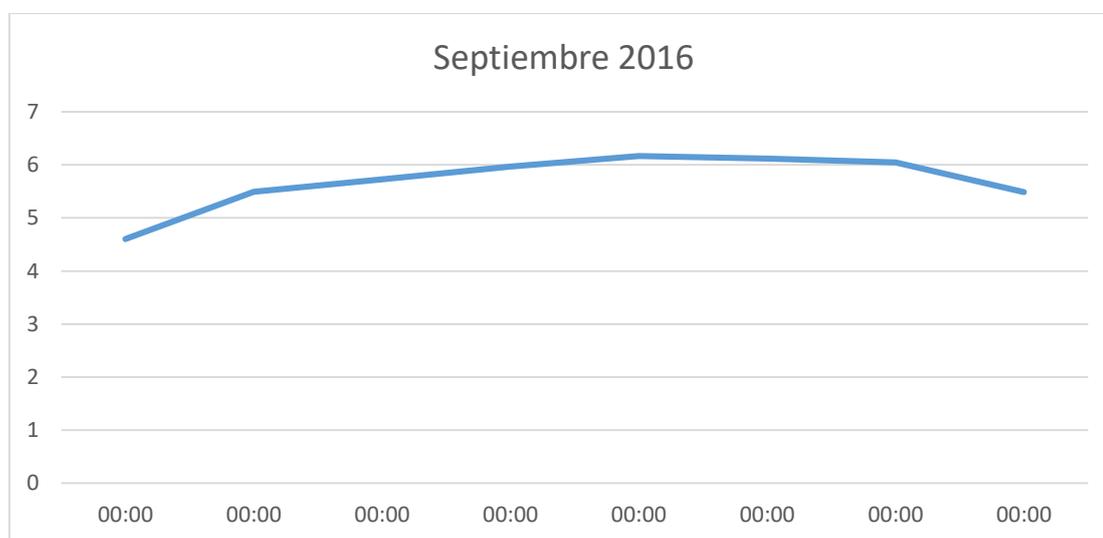
Tabla 9

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m2)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
sep-16	09:00	4.56	4.65	4.605	56	16.8
	10:00	5.43	5.56	5.495	52	18.3
	11:00	5.78	5.67	5.725	42	21.3
	12:00	6.03	5.91	5.97	41	28.4
	13:00	6.22	6.11	6.165	33	29.3
	14:00	6.11	6.13	6.12	37	26.4
	15:00	6.04	6.05	6.045	48	22.4
	16:00	5.43	5.54	5.485	61	19.3

Fuente: Autoría Propia

Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura, Septiembre 2016

Figura 28



Fuente: Autoría Propia

Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Septiembre 2016

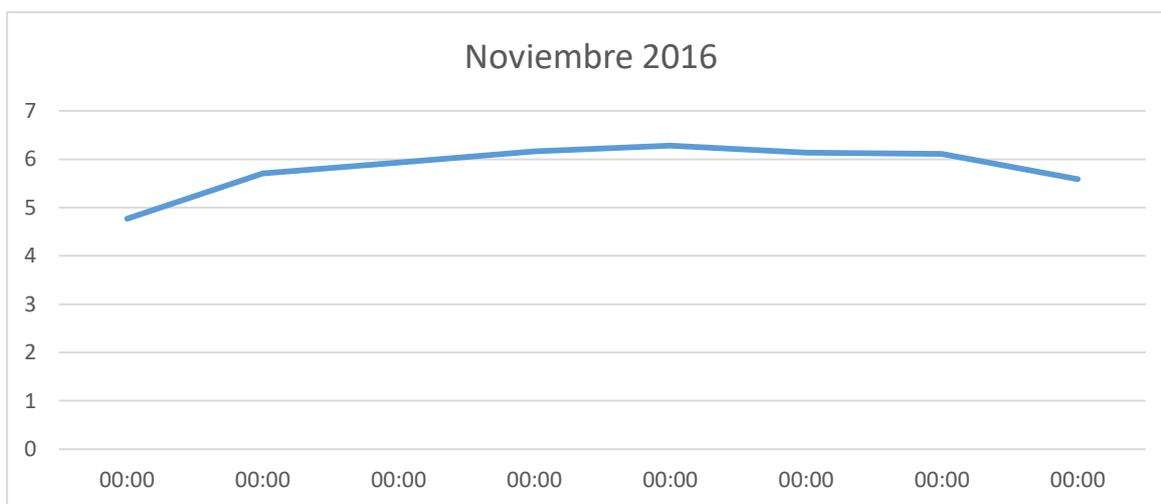
Tabla 10

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m2)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
nov-16	09:00	4.67	4.87	4.77	56	16.8
	10:00	5.55	5.87	5.71	52	18.3
	11:00	5.87	5.99	5.93	42	21.3
	12:00	6.11	6.22	6.165	41	28.4
	13:00	6.23	6.33	6.28	33	29.3
	14:00	6.15	6.12	6.135	37	26.4
	15:00	6.09	6.13	6.11	48	22.4
	16:00	5.56	5.61	5.585	61	19.3

Fuente: Autoría Propia

Niveles de radiación solar, humedad relativa y temperatura, Noviembre 2016

Figura 29



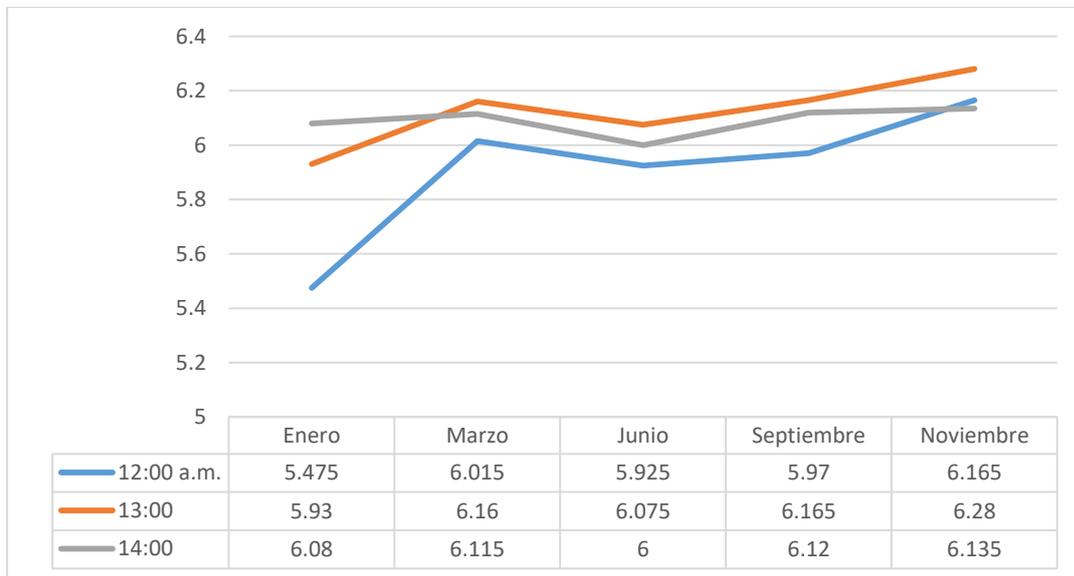
Fuente: Autoría Propia

Evolución de la radiación solar (Kwh/m2), en Noviembre 2016

3.3.3. Análisis de las Mediciones.

De las mediciones efectuadas, se puede observar que entre las 12.00 y las 14.00 horas ocurre los mayores valores de radiación solar, superando los 6.00 Kwh/m², por lo cual se hace una evaluación de la tendencia de los niveles entre las 12.00 y 14.00 horas de las cinco mediciones realizadas en los meses seleccionados.

Figura 30



Fuente: Autoría Propia

Tendencia de los niveles de radiación entre las 12:00 y 14:00 en las cinco mediciones

Se observa que los valores entre dichas horas están alrededor de los 6.00 Kwh/m², incluso a las 13:00 horas los valores son superiores. Con estas mediciones se garantiza que los paneles fotovoltaicos tienen el recurso energético para la captación de la energía solar y convertirla en energía eléctrica de corriente continua en los denominados módulos fotovoltaicos.

3.4. Seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico y del sistema de bombeo de agua subterránea, así como también de los equipos de potabilización del agua.

3.4.1. Sistema Fotovoltaico.

Para la selección del sistema fotovoltaico, es necesario conocer la potencia que se requiere para accionar la electrobomba que estará sumergida en un pozo tubular de 24 metros de profundidad, según lo analizado en el estudio geológico del agua subterránea, y un flujo de 25 litros por segundo de disponibilidad de agua.

Se proyecta la instalación de un tanque elevado de 12,25 metros cúbicos, construido a una altura de 5 metros del nivel de piso terminado, construido de concreto armado.

Por lo tanto la altura total será de $24 + 5 = 29$ metros, que es la altura que requiere la bomba para impulsar el agua.

La potencia que requiere la bomba se determina en función a la altura de impulsión y al caudal.

El caudal está limitado por la cantidad de agua que existe en el pozo tubular, y no será mayor de 25 litros por segundo.

Cálculo de la Altura total.

La altura de 29 metros, es la altura neta, sin embargo se debe adicionar a esa altura las pérdidas por caída de presión en la tubería.

Se considera para efectos de diseño una tubería de 2" de diámetro, de PVC, es decir de 0.0508m de diámetro.

La altura total será la que se adiciona por las pérdidas por fricción, y ésta en función a las características del flujo, como también a las dadas por las características de los accesorios y tuberías de la instalación.

Para la determinación de las pérdidas por fricción, se utiliza la ecuación de Darcy, que establece las pérdidas de energía por fricción.

$$H_f = \frac{F * L * V^2}{2gD}$$

Dónde:

F: Factor de fricción (0.008, tubería PVC, según diagrama de Moody)

L: Longitud de la tubería PVC. (29 Metros)

V: Velocidad del fluido. (3-4 m/s)

D: Diámetro de la tubería de impulsión. (2" = 0.0508m)

Reemplazando valores se tiene:

$$H_f = (0.008 * 29 * 4^2) / (2 * 9.81 * 0.0508)$$

$$H_f = 3.72\text{m}$$

Por lo tanto la altura dinámica es la suma de la altura manométrica más la pérdida de carga, por lo tanto:

$$H_d = H_m + H_f$$

$$H_d = 29 + 3.72 = 32.72\text{m}.$$

Adicionalmente a ello, se debe considerar las pérdidas en los accesorios, y cambios de dirección, que se consideran un 30% de las pérdidas de presión en la tubería, es decir de $0.3 * 3.72 = 1.11$

Por lo tanto la altura total que requiere la electrobomba será de $32.72 + 1.11 = 33.83\text{m}$

Cálculo del caudal.

Para determinar el caudal de impulsión de la electrobomba sumergible, éste se determina mediante el siguiente análisis:

Para el primer año del proyecto se requiere de 9.85 metros cúbicos de agua en un día, y de 12.13 metros cúbicos para el año 20 de proyección; se analiza para un volumen de 12.13 m³.

Para abastecer de un volumen de 12.13 m³, se requiere que la electrobomba sumergible impulse agua dos veces al día, es decir por un periodo de 2 horas por cada impulsión.

Es decir un volumen de 6.07 por cada dos horas, que equivale a 3.04 m³ por hora, que equivale a 50 litros por minuto (aproximadamente 1 litro / segundo).

La ecuación de la potencia de la bomba es:

$$P_b = \frac{\gamma * Q * H_t}{\varphi}$$

Donde.

P: Potencia mecánica en Watt.

Q: Caudal, 0,001 m³/s.

H_t: Altura total de impulsión, 33.83 m

φ: Eficiencia de la bomba, 0.85

γ: Peso específico, 9810Kg/m³

Reemplazando valores:

$$P_b = \frac{9810 * 0.001 * 33.83}{0.85} = 390 \text{ Watt.}$$

La potencia eléctrica será el producto de la potencia mecánica entre la eficiencia del motor eléctrico (0.90), con lo cual la potencia eléctrica es de $390/0.9 = 433.82$ Watt.

Entonces la cantidad de energía que requiere el sistema es de 433.82×2 horas de funcionamiento en dos momentos, la energía total requerida será de 1735.28 kWh.

Radiación solar incidente para el mes de Junio como el menos favorable es aproximadamente $H=5,21$ kWh/m² – dia.

Utilizaremos paneles solares los cuales tiene una potencia de 250 watt

Con este dato podemos calcular la cantidad de paneles a utilizar para el arreglo fotovoltaico.

$$HPS = \frac{H}{I}, \quad I = 1Kw/m^2$$

$$HPS = 5,21 \text{ h}$$

$$N_p = \frac{E}{0.9 \times W_p \times HPS}$$

$$N_p = \frac{1735}{0,9 \times 250 \times 5,21}$$

$$N_p = 1.5$$

$$N_p = 2 \text{ paneles solares}$$

Se selecciona 2 paneles fotovoltaicos monocristalino de 250 watt pico, es decir se requiere de 2 paneles conectados en paralelo de 12 voltios.

Selección del banco de baterías

$$C = \frac{E \times N}{V \times P_d} (A - h)$$

$$C = \frac{1735 \times 3}{12 \times 0.8} (A - h)$$

$$C = 542.27 \text{ A-H}$$

Dónde:

C= Capacidad

A-H= Amperio-hora

Necesitaremos tres batería que pueda almacenar como mínimo 542.27 A-h, para esto tenemos la batería marca RITAR, modelo RA12-200 (12V200AH), la cual cumple con los datos tomados para nuestro cálculo.

Figura 31



RA12-200 (12V200Ah)



RA12-200 is a general purpose battery with 10 years floating design life, meet with IEC, JIS .BS and Eurobat standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RA series battery have long and reliable standby service life. Our RA Series batteries keep high consistent for better performance in series usage.

Specification	
Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	60 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F10
Container Material	A.B.S. (UL94-HB), Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.

 MH2839
 G4M20206-0910-E-16

 
 ISO9001:2000 Certificate

Selección del regulador de carga.

$$I_{max} = I_{cc} \times N_p$$

$$I_{sc} = 7,72 A$$

$$I_{max} = 7,72 \times 2$$

$$I_{max} = 15.44 A$$

Esto es la máxima intensidad nominal a la que trabaja el regulador (I_{max}). Seleccionamos un regulador que cumpla esta condición. Para esto tenemos el controlador de la marca PHOCOS, modelo CML 08.

Figura 32



El controlador de paneles solares TriStar MPPT de Morningstar, con tecnología TrakStar Technology™, es un avanzado controlador de carga de baterías con capacidad de detección del punto de máxima potencia (MPPT) para paneles fotovoltaicos independientes de la red eléctrica, de hasta 3 KW de potencia.

Figura 33

ESPECIFICACIONES TÉCNICA			
Parámetros eléctricos			
		TS-MPPT-45	TS-MPPT-60
• Corriente máxima de batería		45 amp.	60 amp.
• Entrada nominal máxima del panel	12 Voltios	600 Watts	800 Watts
	24 Voltios	1200 Watts	1600 Watts
	48 Voltios	2400 Watts	3200 Watts
TS-MPPT-45 y TS-MPPT-60			
• Rendimiento pico		99%	
• Voltaje nominal del sistema		12, 24, 36 o 48 VCC	
• Voltaje máximo del panel a circuito abierto		150 VCC	
• Rango de voltaje de servicio de batería		8-72 VCC	
• Consumo propio máximo		2.7 Watts	
• Protección contra picos transitorios		4500 Watts/conector	
Protecciones electrónicas			
• Panel solar:	Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje		
• Batería:	Alto voltaje		
• Alta temperatura			
• Descargas atmosféricas y picos transitorios			

Figura 34

Carga de batería	
• Algoritmo de carga	4 etapas
• Etapas de carga	Principal (a corriente constante), absorción, flotante, ecualización (balance de carga)
• Compensación de temperatura	
Coeficiente	-5 mV/°C/celda (25° de ref.)
Rango	-30 °C a +80 °C
Selector de carga	Absorción, flotante, ecualización, HVD
Nota: Incluye sensor remoto de temperatura.	
Características físicas	
• Dimensiones	29.1 x 13.0 x 14.2 cm 11.4 x 5.1 x 5.6 pulgadas
• Peso	4.2 kg / 9.2 libras
• Medida máxima del conductor	35 mm ² / 2 AWG
• Aberturas para conductos	M20; ½, 1, 1-¼ pulgadas
• Caja	Tipo 1 (para interiores, ventilada) IP20

➤ **Selección del inversor.**

Como bien sabemos la carga a alimentar es la electrobomba de 433 WATT (0.58 HP), pero como se sabe todo motor al momento del arranque tiene una corriente de pico (corriente de arranque o corriente a plena carga). Es decir el inversor no solamente debe estar preparado para soportar los 433 W, sino que debe estar preparado para soportar esa corriente de pico que dura milésimas de segundos.

Los inversores se han hecho baratos y eficientes, los sistemas de bombeo solar usan inversores especiales sinusoidales, lo cual optimiza su emparejamiento con el panel o baterías y la bomba, y que soporte esta corriente que dura menos de un segundo.

Tabla 11

Código nacional de electricidad-utilización

Potencia nominal (hp)	Corriente a plena carga (a)
01-jun	2,2
¼	2,9
01-mar	3,6
½	4,9
03-abr	6,9
1	8
1 ½	10
2	12
3	17
5	28
7 ½	40
10	50

Características Eléctricas Controlador Solar PHOCOS

Selección del inversor:

Esto nos quiere decir que el inversor que elijamos no solo debe estar preparados para la In que es de 17 A, este debe estar preparado para la corriente a plena carga que según el CNE, para un motor monofásico de 0.5HP es de 28,81 A.

Así tenemos la siguiente Tabla de Inversores marca Energitec, power inverter dc to ac, según iso9001:2000 rohs.

Tabla 12

Catálogo inversor energit	Potencia Nominal	200W	300W	400W	500W	600W	700W	800W	900W	1000W
	Corriente Nominal	1A	1.6A	2.1A	2.7A	3.2A	3.8A	4.3	4.8	5.4
	Potencia Pico	400W	600W	800W	1000W	1200W	1400W	1600W	1800W	2000W
	Corriente Pico	2.1A	3.2A	4.3A	5.4A	6.4A	7.6A	8.6A	9.6A	10.8A
Selección de Inversores según Corriente de a plena carga.										

Según nuestro requerimiento tendremos que elegir un inversor de Potencia Nominal de 500W Según ISO9001:2000, ya que este cumple con los parámetros de funcionamiento.

El inversor se encarga de transformar la corriente DC en AC, es por ello que se debe dimensionar por la potencia que se transmite.

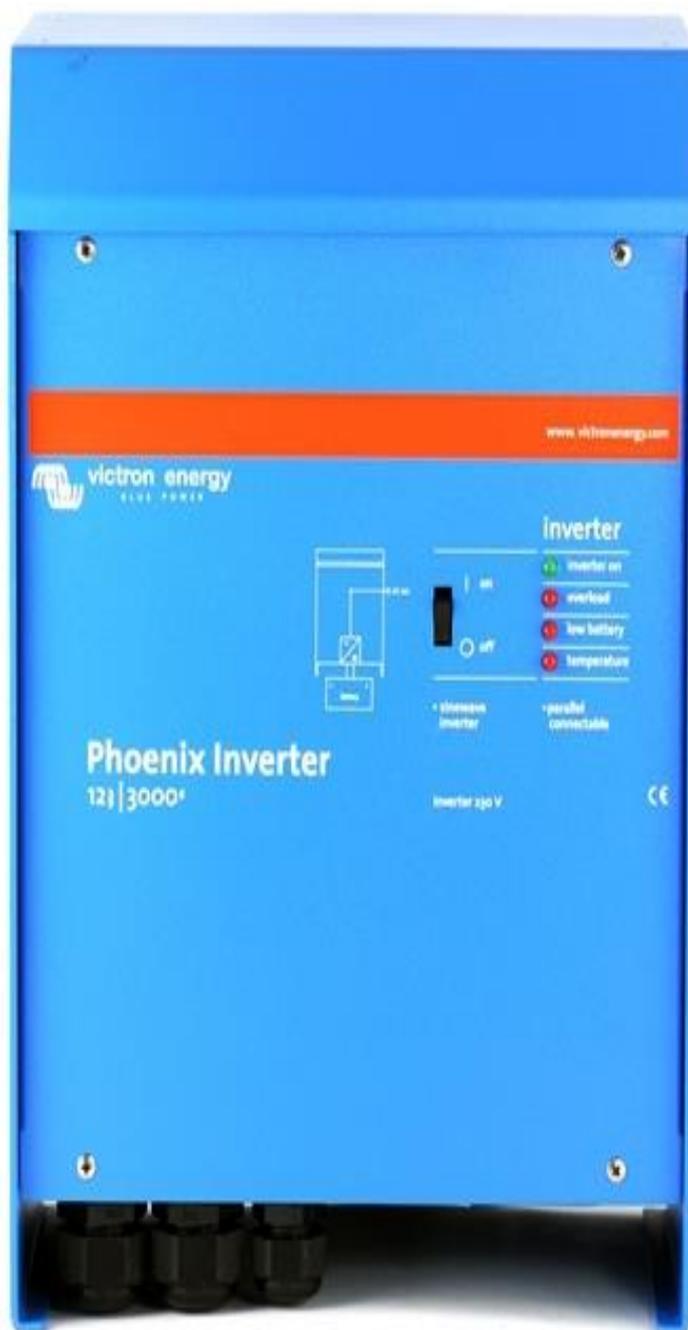
Es muy poco probable que todas las cargas funcionen al mismo tiempo. Sin embargo, asumiendo el caso crítico, es prudente colocar un coeficiente de simultaneidad de 100%.

$$Potencia\ nominal\ mínima(W)$$

$$= Potencia\ máxima * Coef.\ de\ simultaneidad$$

$$Potencia\ nominal\ mínima(W) = 2\ 200\ W$$

Figura 35



Inversor seleccionado

Tabla 13

INVERSOR	
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)
Potencia cont. de salida 25 oC (VA) (2)	3000
Potencia cont. de salida 25 oC (W)	2500
Potencia cont. de salida 40 oC (W)	2200
Pico de potencia (W)	6000
Eficacia máx. 12/ 24 /48 V (%)	93 / 94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	15 / 15 / 16
Consumo en vacío en modo AES (W)	10 / 10 / 12
Consumo en vacío modo Search (W)	4 / 5 / 5

Datos del inversor seleccionado

Figura 36

NK

Electrobombas sumergidas multicelulares



CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **120 l/min** (7.2 m³/h)
- Altura manométrica hasta **92 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+40 °C**
- Contenido de arena máximo **50 g/m³**
- Profundidad de utilizo hasta **20 m** bajo el nivel del agua (con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

⇒ Disponibles con cable de alimentación de **20 metros**

EN 60335-1 EN 60034-1
IEC 60335-1 IEC 60034-1
CEI 61-150 CEI 2-3



CERTIFICACIONES

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001: QUALITY
ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY

UTILIZOS E INSTALACIONES

Por su elevado rendimiento y fiabilidad, se aconsejan para bombear agua limpia en el sector doméstico, civil, agrícola, para la distribución del agua acoplada a equipos autoclaves, para riegos de huertas y jardines, para aumentar la presión, etc.

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Electrobomba equipada con cable de alimentación de diferente longitud
- Otros voltajes

GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

Figura 37



CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

60 Hz n= 3450 1/min

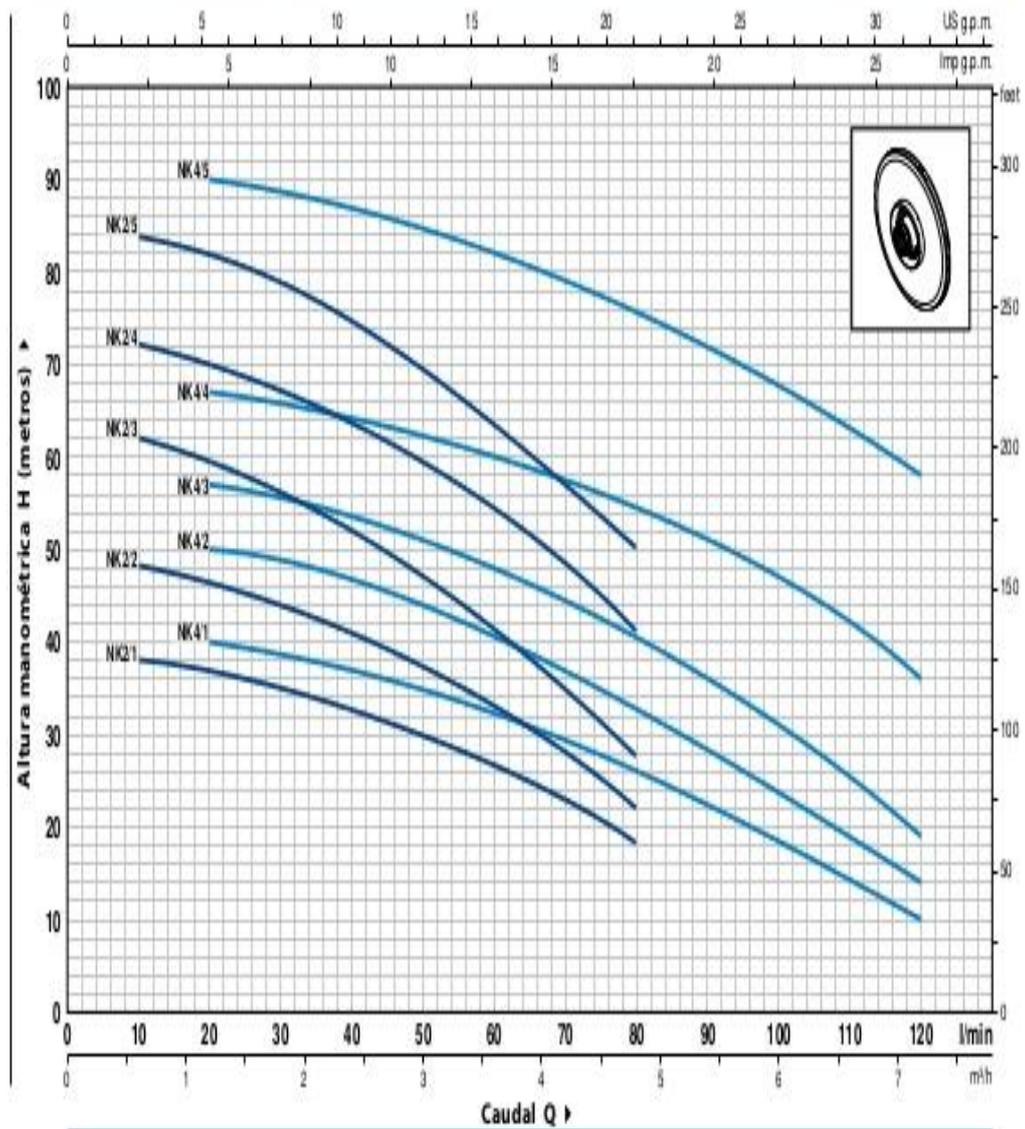


Tabla 14

VERSION CON FLOTADOR "GE"

MODELO	POTENCIA		Q	m ³ /h													
	kW	HP		0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	
Monofásica			l/min	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
NKm 2/1 - GE	0.45	0.6	H metros	39	38	37	35	32.5	29.5	26.5	22.5	18					
NKm 2/2 - GE	0.55	0.75		50	48	46.5	43.5	41	37	33	28	22					
NKm 2/3 - GE	0.75	1		64	62	60	56	52	47	41.5	35	28					
NKm 2/4 - GE	1.1	1.5		74	72	70	67	63.5	59	54	48.5	41					
NKm 2/5 - GE	1.5	2		85	84	81	78	74	69	63.5	56.5	50					
NKm 4/1 - GE	0.55	0.75		41	-	40	38.5	37	34.5	32	29	26	22	18	14	10	
NKm 4/2 - GE	0.75	1		52	-	50	48.5	47	44	41	36.5	32.5	28	23.5	18.5	14	
NKm 4/3 - GE	1.1	1.5		58	-	57	55	54	51	48	44	40	35.5	31.5	25	19	
NKm 4/4 - GE	1.5	2		68	-	67	66	64	62	60	57	55	51	47	42	36	
NKm 4/5 - GE	2.2	3		92	-	90	89	87	84	82	79	75	72	68	63	58	

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grade 3.

El modelo seleccionado es la monofásica NKm 2/1 GE; de:

- P= 433 kW
- Q= 60 L/min
- Tensión= 220 V
- Intensidad de corriente= 5 Amp.

Figura 38



DIMENSIONES Y PESOS

MODELO		BOCA DN	N° ETAPAS	DIMENSIONES mm		kg	
Monofásica	Trifásica			Ø	h	1-	3-
NKm 2/1	-	1 1/2"	3	135	495	13.9	-
NKm 2/2	-		4		519	14.5	-
NKm 2/3	NK 2/3		5		573	16.3	15.2
NKm 2/4	NK 2/4		4		621	18.1	18.0
NKm 4/1	-		4		519	14.3	-
NKm 4/2	NK 4/2		5		573	16.2	15.2
NKm 4/3	NK 4/3		4		621	18.1	18.0



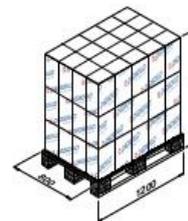
CONSUMO EN AMPERIOS

MODELO	TENSION (monofásica)		
	220 V	110 V	127 V
NKm 2/1	4.5 A	9.0 A	8.5 A
NKm 2/2	5.0 A	10.0 A	9.5 A
NKm 2/3	5.7 A	-	-
NKm 2/4	7.5 A	-	-
NKm 4/1	5.0 A	10.0 A	9.5 A
NKm 4/2	6.0 A	-	-
NKm 4/3	7.5 A	-	-

MODELO	TENSION (trifásica)		
	220 V	380 V	440 V
NK 2/3	4.5 A	2.6 A	2.3 A
NK 2/4	5.5 A	3.2 A	2.8 A
NK 4/2	4.7 A	2.7 A	2.4 A
NK 4/3	5.5 A	3.2 A	2.8 A

PALETIZADO

MODELO		PARA GRUPAJE				PARA CONTAINER			
Monofásica	Trifásica	n° bombas	H (mm)	kg		n° bombas	H (mm)	kg	
				1-	3-			1-	3-
NKm 2/1	-	30	1015	434	-	60	1890	852	-
NKm 2/2	-	30	1015	452	-	60	1890	887	-
NKm 2/3	NK 2/3	25	869	425	400	40	1307	670	626
NKm 2/4	NK 2/4	25	869	469	467	40	1307	740	737



Cálculo por caída de tensión.

La ecuación que determina la caída de tensión en un conductor eléctrico es:

$$\Delta V = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\theta}{S * V}$$

Donde.

ΔV : Caída de tensión en voltios

ρ . Resistividad Eléctrica 0.0171 Ohm · mm²/m

L: Longitud del circuito, 90m

I: Intensidad de Corriente en Amperios.

$\cos\theta$: Factor de Potencia, 0.9 Inductivo,

S: Sección del conductor en 2.08mm²

V: Tensión del circuito, 220 V

Reemplazando valores, se tiene:

$$\Delta V = \frac{2 * 0.0171 * 90 * 25 * 0.9}{2.08 * 220} = 0.15v$$

En términos porcentuales será de 0.15 / 220 = 0.068%

➤ **Equipo de protección.**

Interruptor Termomagnético de 2x25A.

El interruptor Termomagnético o denominado también llave térmica se utiliza para proteger un circuito eléctrico contra cortocircuitos y sobrecargas. Las características constructivas lo hacen para brindar protección térmica y magnética en las instalaciones donde las corrientes normales superan los 100 A. El diseño de la caja cinemática del interruptor termo magnético lograr independizar la velocidad de apertura y cierre de los contactos respecto a la velocidad de maniobra de la palanca.

Figura 39

Catálogo Schneider Electric



Interruptor Termomagnético de 2x16A.

Interruptor Diferencial Ultrasensible 2x25A

La protección diferencial de los interruptores diferenciales es independiente de la tensión de alimentación y posee seguridad intrínseca, es decir que ante la aparición de una fuga a tierra está asegurado su correcto funcionamiento.

Figura 40

Catálogo Schneider Electric



Interrupor Diferencial 2x16A.

Soporte de equipo y accesorios.

Soporte para Panel modulo Fotovoltaico.

Los soportes vienen fabricados para que su montaje no sea complicado y cuentan con la posibilidad de variar la orientación e inclinación de los paneles.

Figura 41

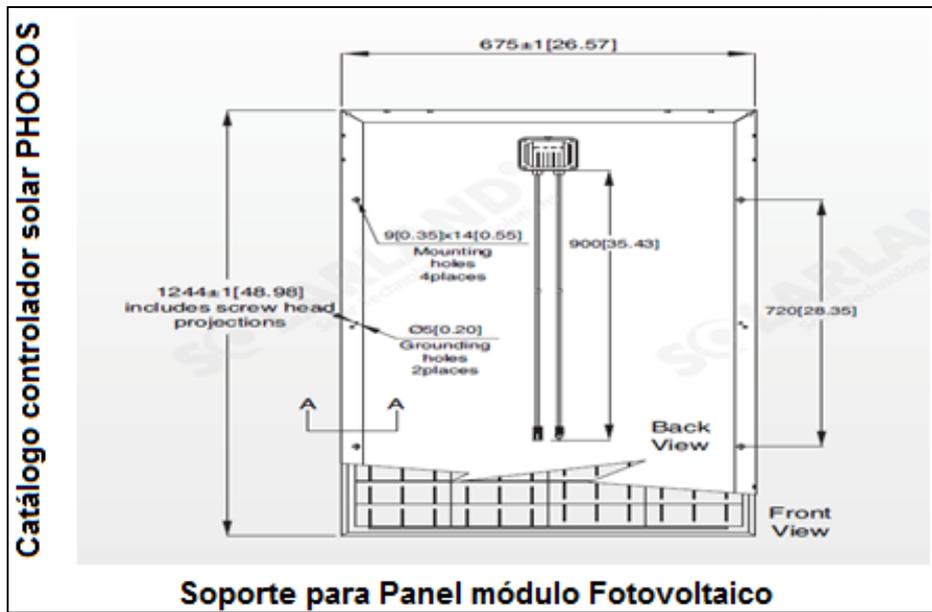
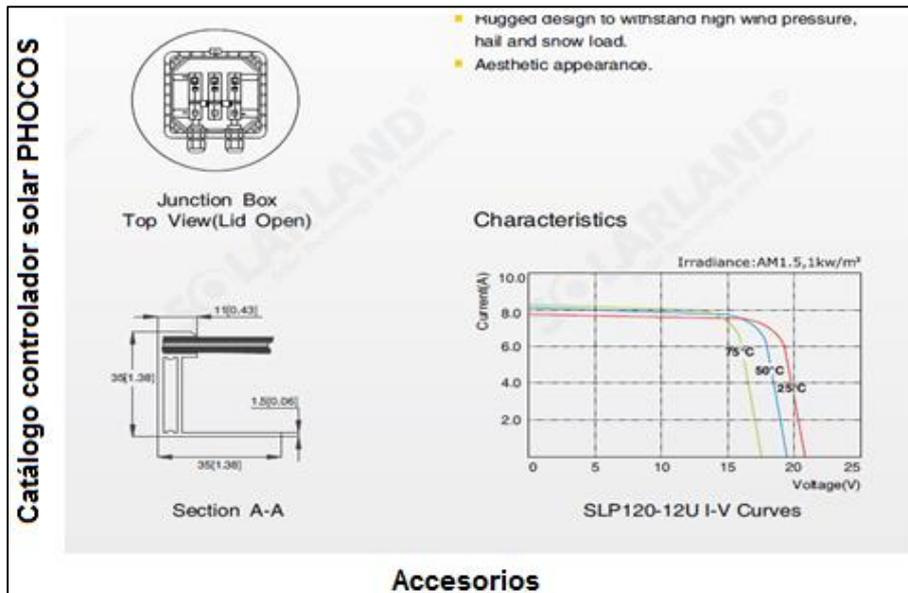


Figura 42



Equipos de potabilización de agua.

Por ósmosis inversa

Petsea SW-P

Figura 43



Sistemas de potabilización para aguas contaminadas de alta o baja salinidad por ósmosis inversa portátiles.

Los diseños SW-P corresponden a sistemas de potabilización para aguas contaminadas o de alta salinidad. Su capacidad de adaptación a diferentes situaciones, se centra en que tanto puede suministrar agua potable a partir de agua de mar, como de aguas salobres, dulces o incluso aguas de red en territorios con mínimas garantías de salubridad.

Son sistemas portátiles especiales que incluyen tratamiento químico, filtración y ósmosis inversa, siendo de uso común en ejércitos y campamentos de ayuda humanitaria.

Son fácilmente transportables, generalmente en remolques. En el diseño de su estructura se pueden incorporar receptáculos para favorecer su carga y descarga por las uñas de una carretilla elevadora.

Características:

- Producción: de 70 a 5.000 m³/día.
- Expulsión de sal mínima: 99,4 %.
- Presión del agua de mar: Mínimo 1 kg/cm².
- Presión máxima de operación: 70 kg/cm².
- Presión de agua de entrada máxima: 6 kg/cm².
- Temperatura del agua de mar: Mínimo 10 °C Máximo 30 °C.
- Máxima salinidad del agua de mar: 40.000 PPM TDS.
- Prefiltración: partículas de hasta 5 micras (opcionalmente hasta 1 micra).

3.5. Realizar el análisis económico para determinar la factibilidad del sistema de bombeo solar – eólico para el caserío Túpac Amaru

La evaluación económica, nos permite determinar la rentabilidad del proyecto de inversión, en un determinado tiempo, y de esa manera complementado con la evaluación técnica, determinar la viabilidad de ejecución de la propuesta.

Para ello, se analiza la inversión inicial del proyecto, el cual tiene la siguiente estructura de costos.

Tabla 15

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/)
1	Obras civiles de tanque elevado de concreto armado 6,25 m3 (2x1.8x1.8m)	Unidad	1	6890	6890
2	Panel fotovoltaico 250 Watt	Unidad	2	560	1120
3	Equipo regulador de carga e inversor,	Unidad	1	920	920
4	Batería 200 A-H, 12 voltios	Unidad	3	450	1350
5	Electrobomba 0.75 HP 220 V	Unidad	1	670	670
6	Equipo potabilizador de agua de 800 litros/hora	Unidad	1	4670	4670
7	Tablero de protección eléctrica (Incluye Interruptores)	Unidad	1	560	560
7	Cable N° 12	Rollo de 100	3	80	240
8	Tuberías y accesorios PVC	Juego	1	780	780
Total					17200

Inversión Inicial del Proyecto

Ingresos

Para analizar los ingresos que genera la implementación del proyecto, se hace el siguiente análisis, en el cual los ingresos están representados por:

Abastecimiento constante de agua para consumo humano, para 41 viviendas.

Costo del agua de 9.85 m³ por día, que equivale a 295.5 m³ al mes, que valorizados de acuerdo al precio comercial (1.90 Nuevos Soles por metro cúbico), será de 561.45 Nuevos Soles.

Egresos

Los egresos mensuales del proyecto son por lo costos de mantenimiento y los costos de los insumos químicos para la potabilización del agua.

Flujo de caja

El flujo de caja del proyecto se plantea una inversión en 5 años (60 meses). La inversión inicial es de 17200 Nuevos Soles.

Tabla 16

Item / Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión Inicial (S/.)	17200															
Ingresos (S/.)		561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento		80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Insumos Químicos		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Utilidad (S.)		446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5

Item / Mes	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Inversión Inicial (S/.)																
Ingresos (S/.)	561.45	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Insumos Químicos	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Utilidad (S.)	446.45	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5

Item / Mes	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Inversión Inicial (S/.)																
Ingresos (S/.)	561.45	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Insumos Químicos	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Utilidad (S.)	446.45	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5

Item / Mes	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Inversión Inicial (S/.)													
Ingresos (S/.)	561.45	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5	561.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Insumos Químicos	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Utilidad (S.)	446.45	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5	446.5

Flujo de Caja de Proyecto de Inversión

Valor actual neto

Se calculara el proyecto con una tasa de 1.05 % mensual, en base a una tasa de interés social para un periodo de 60 meses, la fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^{60} \frac{Flujo\ de\ caja_t}{(1 + 1.05\%)^t} - 17200 = 0$$

$$VAN = S/. 25947.46 - 17200 = S/. 8,747.46 \text{ Nuevos Soles.}$$

Tasa interna de retorno

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, la fórmula para cálculo del Tasa Interna de Retorno es:

$$\sum_{t=1}^{60} \frac{Flujo\ de\ caja_t}{(1 + TIR)^t} = 17200$$

$$\mathbf{TIR = 2\% \text{ Mensual, } 26,8\% \text{ Anual.}$$

La tasa de rendimiento es mayor a la tas utilizada en el cálculo del VAN (1.05%), el cual indica que es rentable el proyecto, debido a que la rentabilidad es superior a la tasa de interés social.

IV. DISCUSIÓN.

- 4.1. Las técnicas que se utilizaron para la determinación del recurso hídrico dentro de una zona de influencia, tiene un grado de asertividad que va a depender de los protocolos de la geolocalización de agua en el subsuelo. La técnica de diagráfia eléctrica o prospección geoelectrica que se utilizó está dentro de los más utilizados y que tienen mayor aceptación en la región, ésta técnica analiza las resistividades de los distintos estratos geológicos y los posibles betas de agua a encontrarse por debajo de un terreno.
- 4.2. Los cálculos de la demanda hídrica, se realizan en función al tipo de actividad que realizan la población del Centro Poblado Túpac Amaru, y un valor de 50 litros por persona. Dicha cantidad de agua satisface las necesidades de la persona, en cuanto a consumo directo, aseo personal. Lo pobladores del lugar realizan normalmente sus actividades en el campo, porque se dedican a la agricultura y a la ganadería, solamente permaneciendo en sus viviendas en horas de la mañana y en la noche.
- 4.3. Los niveles de radiación solar, en la zona de influencia del proyecto, mientras tengan valores estables, el aprovechamiento será de mejor manera, sin embargo las mediciones muestran que existe un horario de mayor concentración de radiación solar y es en el periodo de 12.00 a 14 horas, sin embargo en el periodo contemplado entre las 09.00 y 16.00 horas los valores de radiación son altos, superando los 5 Kwh/m².
- 4.4. Los componentes del sistema fotovoltaico, deben garantizar una disponibilidad y confiabilidad de uso, porque es la fuente de energía para el sistema de bombeo de agua, sin embargo se puede optimizar su funcionamiento, en función al ritmo de consumo de agua, es decir que los consumos se realicen de manera uniforme en todas las viviendas, para de esa manera se garantice agua en el tanque, mientras el sistema fotovoltaico acumula energía en el banco de baterías.

- 4.5. La rentabilidad del proyecto, es más de interés social, que un proyecto de inversión, por lo que se debe cuantificar los niveles de calidad de vida de la población al tener acceso al agua potable, sin embargo para efectos de determinar los costos operativos y los pagos por uso de agua potable, se realiza un análisis económico en el contexto de ser una obra de interés social y no privada.

V. CONCLUSIONES.

- 5.1. Se realizó la ubicación de la zona en donde el agua subterránea tiene mayor volumen, mediante La técnica de diagrafía eléctrica o prospección geoelectrica, y se determinó que existe un volumen utilizable en el interior del pozo tubular a 24 metros de profundidad, con un caudal de 25 litros por segundo.
- 5.2. La población del Centro Poblado Túpac Amaru, requiere de un volumen diario de agua de 9.85 metros cúbicos en el primer año del proyecto, y en una proyección de 20 años requiere de 12.13 metros cúbicos, por lo tanto se determinó que el volumen del tanque elevado de concreto armado ubicado a 5 metros del nivel de piso terminado será de 6,25 metros cúbicos, el cuál garantiza el abastecimiento de agua para la población en un dia normal de actividad. El consumo perca pité de agua es de 50 litros por persona por día.
- 5.3. Se realizó las mediciones de los niveles de radiación solar en la zona de influencia del proyecto, para lo cual se utilizó un equipo solarímetro digital; las mediciones muestran que en horas entre las 12.00 y 14.00 son superiores a 6 Kw-h/m², y que en el periodo de 09.00 y 16.00 horas son mayores a 5 kwh/m², lo cual hace factible la utilización de los paneles fotovoltaicos. La mediciones se realizaron en cinco momentos, una vez cada mes, y los meses seleccionados fueron Enero, Marzo, Junio, Septiembre y Noviembre, para tener un conocimiento más real de los niveles de radiación a lo largo del año, en distintas estaciones.
- 5.4. Los componentes seleccionados del sistema fotovoltaico y del sistema hidráulico, se hicieron en función a los recursos energéticos que se tiene, tanto en los niveles de radiación, de la cantidad de agua disponible en el pozo tubular, y de la demanda hídrica de la población; todos ellos dimensionados con dispositivos de alta eficiencia.

- 5.5. El análisis económico que se realizó al proyecto que está enmarcado como un proyecto de interés social y no de inversión, tiene un valor actual neto de 8,747.46 Nuevos Soles, un tasa interna de retorno mensual del 2% o de 26.8% anual, lo cual hace factible la ejecución de la propuesta.

VI. RECOMENDACIONES.

- 6.1. Se recomienda que se realice muestreo del agua potable a utilizar por periodos de tiempo para garantizar la salubridad del agua para consumo humano.
- 6.2. También utilizar otras energías alternativas no renovables como es el caso de la energía eólica, o la combinación de generación eléctrica eólico – solar.
- 6.3. Los mantenimientos del sistema deben ser realizados por la misma población, para lo cual se sugiere un plan de capacitación a la población del lugar.

VII. REFERENCIAS

Red de políticas en energía renovable para el siglo. 2016 Energías renovables 2016 - reporte de la situación mundial. [En línea] 12 de 08 de 2016. [Citado el: 25 de 10 de 2016.] http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2016/06/GSR_2016_KeyFindings_SPANISH.pdf.

Action, Practical. 2015. Bombeo de agua mediante energía solar. [En línea] 12 de 06 de 2015. [Citado el: 25 de 10 de 2016.] www.solucionespracticas.org.pe.

Agua, Autoridad Nacional del Agua. 2015. Recursos hídricos. [En línea] 23 de 10 de 2015. [Citado el: 25 de 10 de 2016.] <http://www.ana.gob.pe/organizacion-funciones/direcciones-linea/administracion-recursos-hidricos>.

Aparicio, Miguel Pareja. 2010. Energía solar fotovoltaica. Barcelona : Marcombo, 2010. ISBN: 978-84-267-1618-7.

Aricoché, Moira Milagros Lossio. 2012. Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones. PIRHUA : s.n., 2012.

Boreman, Glenn D. 2009. Fundamentos electro - óptica para ingenieros. Madrid : Lumberas, 2009.

Bridgewater, Allan y Gill. 2009. Energías alternativas. Madrid : Handbook, 2009.

Bustamante, Amelio Saiz de. 2010. Opciones energéticas. Barcelona : Atlantis, 2010.

Cabrera, Ana María Cerdán. 2011. Diseño de un sistema de bombeo solar eólico para consumo de aguas en cabañas ecoturísticas en la Pitaya, Veracruz, México. Andalucía, España : universidad internacional de Andalucía, 2011.

Delgado, Renato Aguirre. 2016. Diseño de un Sistema de bombeo fotovoltaico para suministrar agua para riego al fundo Rodríguez distrito de Oyoyun de la provincia de Chiclayo y departamento de Lambayeque. Lambayeque : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016.

Enciso, J. y Mecke, M. 2004. Utilizando energía renovable para bombear agua. Texas : comunicaciones agrícolas del sistema universitario Texas A&M, 2004. Libro.

Energía, El periódico de la. 2016. El periódico de la Energía. [En línea] 24 de 06 de 2016. [Citado el: 2016 de 10 de 08.] <http://elperiodicodelaenergia.com/las-10-mayores-plantas-fotovoltaicas-del-mundo/>.

Energía, Ministerio de. 2012. Energía Bolivia. [En línea] 15 de 03 de 2012. [Citado el: 20 de 10 de 2016.] <http://www.energiabolivia.com>.

Enerpoint. 2014. Enerpoint. [En línea] 07 de 05 de 2014. [Citado el: 11 de 10 de 2016.] http://www.enerpoint.es/photovoltaic_systems.php.

Escudero Lopez, J. M. 2008. Manual de energía eólica. Madrid : Mundi - Prensa, 2008. Manual.

Herrejón, José Cervantes. 2009. Estudio de sistemas de bombeo fotovoltaicos. Cuernavaca, Morelos : CENIDET, 2009.

Jobber. 2011. Jobber. [En línea] 22 de Noviembre de 2011. [Citado el: 30 de septiembre de 30.] <http://www.jobber.com>.

Jutglar, Lluís. 2008. Energía Solar. Barcelona : energías alternativas y medio ambiente, 2008. Edición Revisada.

Klimovsky, Ernesto. 2012. Caracterización y optimización de celdas solares de A-Si: H. La Plata : Dunken, 2012.

López, Jaime Coloma. 2012. Diseño preliminar de un sistema eólico para bombeo de agua en zonas rurales aisladas. Comillas : Universidad Pontificia Comillas, 2012.

López, José M. Escudero. 2008. Manual de energía eólica. Cataluña : Universidad Politécnica de Cataluña, 2008. Manual.

López, Miguel Villarubia. 2012. Ingeniería de la Energía Eólica. Barcelona : Marcombo, 2012.

Macedo, Alberto Yasir Guevara. 2016. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, mediante energía solar fotovoltaica en el centro poblado Ganimedes, distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, eegión San Martín. Tarapoto : Universidad Nacional de San Martín, 2016.

Minas, Ministerio de Energía y. 2011. Potencial de las energías renovables en el Perú. Lima : Viceministro de Energía, 2011.

Minas, Ministerio de Enrgia y. 2016. Ministerio de energía y minas. [En línea] 08 de 10 de 2016. [Citado el: 08 de 10 de 2016.] <http://www.minem.gob.pe/>.

Montejo, Dany Franco Auccacusi. 2014. Análisis técnico y económico para la selección del equipo óptico de bombeo en Muskarumi - Pucyura - Cusco usando fuentes renvables de energía. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Navales, Ana Patricia Talayero. 2011. Energía eólica. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011. Informe Técnico.

Perú, Ministerio de Energía y Minas del. 2010. Decreto legislativo de promoción de la Inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables. [En línea] 13 de 09 de 2010. [Citado el: 26 de 10 de 2016.] http://www.minem.gob.pe/archivos/legislacion-9ozj22z9ap5zz33z-DL_de_promocion_de_la_inversion_para_la_generacion_de_electricidad_con_el_uso_de_energias_renovables_1002.pdf.

Reyes, José Carlos Machicao y Juan Olazabal. 2016. Matriz energética en el Perú y energías renovables. Lima : FRIEDRICH EBERT STIFTUNG, 2016.

Social, Ministerio de la Mujer y Desarrollo. 2010. Plan nacional de población. [En línea] 02 de 05 de 2010. [Citado el: 26 de 10 de 2016.] http://www.mimp.gob.pe/webs/mimp/sispod/plan_nacional_2010-2014.pdf.

Verde, Ecología. 2016. La producción mundial de energía eólica . [En línea] 25 de 09 de 2016. [Citado el: 08 de 10 de 2016.] <http://www.ecologiaverde.com/la-produccion-mundial-de-energia-eolica-casi-se-duplico-en-2014/>.

Volt, Delta. 2015. deltavolt. [En línea] 16 de 12 de 2015. [Citado el: 08 de 10 de 2016.] <http://deltavolt.pe/energia-renovable/renovable-peru>.

Anexos



Guía de Observación

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2017”.

AUTOR: FLORES CHEMPEN, JESÚS ISIDORO

INSTRUCCIONES. REALICE LAS MEDICIONES TAL COMO INDICAN LO CAMPOS, PARA LO CUAL TENGA EN CUENTA EL PROTOCOLO DE MEDICIONES ESTABLECIDO.

Fecha	Hora	Radiación Solar (kW-h/m ²)			Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)
		Primera Medición	Segunda Medición	Promedio		
ene-16	09:00	4.28	4.32	4.3	61	21.5
	10:00	5.21	5.38	5.295	58	22.5
	11:00	5.54	5.41	5.475	45	24.5
	12:00	5.98	5.88	5.93	42	30.5
	13:00	6.04	6.12	6.08	37	31.9
	14:00	6.03	6.08	6.055	43	28.5
	15:00	5.87	5.72	5.795	59	24.8
	16:00	4.98	4.88	4.93	67	23.5

ANEXO 1

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

- Apellidos y Nombres:

AGUIRAGA CHAVEZ SILVIA MAGALI

- Profesión:

INGENIERO

- Grado académico:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

- Actividad laboral actual:

GERENTE DE LA EMPRESA ESM NORPERO EIRL

Estimado(a) experto(a):

El instrumento de recolección de datos a validar es una Entrevista, cuyo objetivo es recoger las validaciones, sugerencias y observaciones para el proyecto denominado. **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2017”**.

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Para saber el grado de conocimiento del tema

Recolecto información necesaria para el
desarrollo del proyecto

2. ¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Contiene todo el material necesario para el
estudio del sistema fotovoltaico

3. ¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: 1 Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Las preguntas abordan los aspectos del
diseño en forma sencilla.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.

Ítem	Precisión			Relevancia		
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco Relevante	Irrelevante
1er hoja (inspección visual)						
2da hoja (observación del ensayo)						

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Recordar sobre manera la importancia del
uso de las energías renovables.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación: 03/12/2017


Firma del experto
Silvia Magali Aguinaga Chávez
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. N° 77921

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular <input checked="" type="checkbox"/>	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--	-----------	---------------

1. Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realizados. (AT)		<input checked="" type="checkbox"/>	
b) Experiencia como profesional. (EP)		<input checked="" type="checkbox"/>	
c) Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)		<input checked="" type="checkbox"/>	
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)		<input checked="" type="checkbox"/>	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)		<input checked="" type="checkbox"/>	


Firma del entrevistado

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. N° 77921



ANEXO 2

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2017”.

AUTOR: Flores Chempen, Jesús Isidoro

ENTREVISTA

Esta entrevista está dirigida: A un poblador del caserío
Túpac Amaru

Nombre del Entrevistado:
Ramírez Córdova Wilmer

Nombre del Entrevistador:
Jesús Flores Chempen

Fecha:
03/12/2017

1.- Sr poblador, ¿Qué tiempo usted carece del servicio de agua potable?

En la zona solo se tiene agua subterránea y esa misma se utiliza para consumo humano, en algunas oportunidades se comprar agua en cilindros, pero resulta muy antieconómico, debido a que el costo de cada cilindro de agua potable es de 7.50 Nuevos Soles.

Si, sería una buena obra para la comunidad, muchos pobladores tenemos aún esperanza que el estado invierta en el bienestar de la sociedad, para que nuestros hijos tengan mejor oportunidades.

3.- ¿Cuáles son las principales actividades que usted realiza cotidianamente en la que emplea agua?

El agua se utiliza para la cocción de alimentos, para uso de aseo personal, el lavado de ropa lo hacemos en la quebrada adyacente al centro poblado.

4.- ¿Tiene algún conocimiento en proyectos y obras de paneles solares y aerogeneradores?

No, no se conoce de ningún proyecto con esos tipos de tecnologías.

5.- ¿Le gustaría que su gobernador instalara paneles solares y aerogeneradores de tal manera que se pueda extraer agua de ríos y/o pozos para luego filtrarla y pueda servir para consumo?

Sí, eso sería una gran obra, porque tenemos agua en el subsuelo, pero no es apta para consumo humano.

6.- ¿Estaría dispuesto a usar adecuada y racionalmente el agua una vez que se realice un proyecto de abastecimiento de agua potable en el caserío Túpac Amaru?

Sí, al tener el agua, debemos conservarla, porque tiene un costo tratarla y desperdiciarla no es correcto, se utilizaría agua solamente la que se requiere.



.....
Firma del entrevistado

ANEXO 3

Parámetros de calidad de agua potable para poblaciones rurales del Perú

La calidad del agua se determina por tres parámetros que son:

- Físicos.
- Químicos.
- Bacteriológicos.

Los componentes de éstos parámetros se indican en el cuadro N° 02.

De los 3 componentes, los aspectos físicos y bacteriológicos se pueden mejorar con procesos de filtros y desinfección respectivamente.

Los aspectos químicos no se pueden modificar por tanto son los de mayor cuidado. En los cuadros 3 y 4 se indican los parámetros permisibles nacionales y de la OMS.

Un aspecto fundamental en la calidad de las aguas es la salinidad, determinada por la conductividad eléctrica (CE) que se expresa mhos / cm (cuadro 1).

La normatividad USA considera los siguientes parámetros

Cuadro N° 01

Calidad de agua por salinidad

Tipo de agua	CE (micromhos / cm)
Excelente a buena	Hasta 1000
Regular a perjudicial	1000 – 3000
Perjudicial a dañina	Mayor a 3000

Cuadro N° 02

Requerimientos de calidad de agua potable

Físico	Químico	Bacteriológico
Turbiedad	Ph	Contaje total de bacterias
Sólidos totales	Alcalinidad	NMP de coli/100 ml de muestra
Color	Dureza	
Sabor	Hierro	
Olor	Manganeso	
	Sulfatos	
	Cloruros	
	Amoniaco	
	Nitritos	
	Nitratos	
	Oxígeno disuelto	

Cuadro N° 03

Parámetros de calidad y límites máximos de agua potable en el Perú

Parámetro	LMP
Coliformes totales UFC/100 ml	0 (ausencia)
Coniformes termotolerantes, UFC/100 ml	0 (ausencia)
Bacterias heterotróficas, UFC/ml	500
Ph	6.5 – 8.5
Turbiedad UNT	5
Conductividad 25° C – micromhos/cm	1500
Color, UCV Pt-Co	20
Cloruros, mg/l	250
Sulfatos, mg/l	250
Dureza, mg/l	500
Nitratos, mg NO3	50
Hierro, mg/l	0.3
Manganeso, mg/l	0.2
Aluminio, mg/l	0.2
Cobre, mg/l	3
Plomo, mg/l	0.1
Cadmio, mg/l	0.003
Arsénico, mg/l	0.1
Mercurio, mg/l	0.001
Cromo, mg/l	0.05
Fluor, mg/l	2
Selenio, mg/l	0.05

Cuadro N° 04

Directrices de la OMS para la calidad de agua potable (Génova 1933)

Item	Elementos / sustancias	Símbolo / fórmula	Directriz (mg/l)
1	Aluminio	AL	0.2
2	Antimonio	Sb	0.005
3	Arsénico	As	0.01
4	Bario	Ba	0.30
5	Boro	B	0.30
6	Cadmio	Cd	0.003
7	Cloro	Cl	250.00
8	Cromo	Cr	0.05
9	Cobre	Cu	2.00
10	Cianuro	CN	0.07
11	Fluor	F	1.50
12	Plomo	Pb	0.01
13	Manganeso	Mn	0.50
14	Mercurio	Hg	0.001
15	Molibdeno	Mo	0.07
16	Niquel	Ni	0.02
17	Nitrato y nitritos	NO3, NO2	50.00 (nitrógeno total)
18	Selenio	Se	0.01
19	Sodio	Na	200.00
20	Sulfato	SO4	500.00

Para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, se utilizará a Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a continuación:

$$Q = 0.0004264 * C * D^{263} * h_f^{0.54}$$

Donde:

C, coeficiente de Hazen y Williams

D, Diámetro de la tubería en pulgadas

h_f, pendiente en m/km

Q, caudal de conducción en l/s

Según la teoría de cálculos de tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N°. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

A continuación se muestran los coeficientes que se usarán en los cálculos de las pérdidas en los ductos o tuberías:

Fuente: Elaboración Propia

TIPO DE TUBERIA	C
(R.N.E) Tub.: Acero sin costura	120
(R.N.E) Tub.: Acero soldado en espiral	100
(R.N.E) Tub.: Cobre sin costura	150
(R.N.E) Tub.: Concreto	110
(R.N.E) Tub.: Fibra de vidrio	150
(R.N.E) Tub.: Hierro fundido	100
(R.N.E) Tub.: Hierro fundido con revestimiento	140
(R.N.E) Tub.: Hierro galvanizado	100
(R.N.E) Tub.: Polietileno, Asbesto Cemento	140
(R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

Cálculos Hidráulicos: Cotas, distancias horizontales del proyecto

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los

criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

DESCRIPCION	N°	COTAS - NIVEL DINAMICO - (m.s.n.m.)	DISTANCIA HORIZONTAL (metros)	DISTANCIA HORIZ. ACUMULADA (Km + m)	LONGITUD DE TUBERIA (metros)
CAPTACION	001	98.53 m.s.n.m.	0.00 m	00 Km + 000.00 m	0.00 m
tubería	002	96.23 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 005.00 m	5.50 m
PVI	003	95.12 m.s.n.m.	4.42 m	00 Km + 009.42 m	4.56 m
tubería	004	91.45 m.s.n.m.	0.58 m	00 Km + 010.00 m	3.72 m
tubería	005	90.35 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 015.00 m	5.12 m
tubería	006	87.22 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 020.00 m	5.90 m
PVI	007	82.56 m.s.n.m.	1.44 m	00 Km + 021.44 m	4.88 m
tubería	008	80.11 m.s.n.m.	3.56 m	00 Km + 025.00 m	4.32 m
tubería	009	76.58 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 030.00 m	6.12 m
tubería	010	70.01 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 035.00 m	8.26 m
PVI	011	65.12 m.s.n.m.	1.67 m	00 Km + 036.67 m	5.17 m
tubería	012	62.33 m.s.n.m.	3.33 m	00 Km + 040.00 m	4.34 m
tubería	013	58.24 m.s.n.m.	5.00 m	00 Km + 045.00 m	6.46 m
PVI	014	56.20 m.s.n.m.	2.73 m	00 Km + 047.73 m	3.41 m

tubería	015	55.52 m.s.n.m.	2.27 m	00 Km + 050.00 m	2.37 m
PVI	016	51.30 m.s.n.m.	2.74 m	00 Km + 052.74 m	5.03 m
Line - Line	017	50.00 m.s.n.m.	1.90 m	00 Km + 054.64 m	2.30 m
tubería	018	45.69 m.s.n.m.	0.36 m	00 Km + 055.00 m	4.33 m
RESERVORIO	019	42.87 m.s.n.m.	1.70 m	00 Km + 056.70 m	3.29 m
LONGITUD TOTAL REAL DE TUBERIA :					00 Km + 85.07 m

Esquema representativo del proyecto – Ductos de distribución vs Cota

ESQUEMA DEL PROYECTO - SISTEMA DE REDES DE TUBERIAS

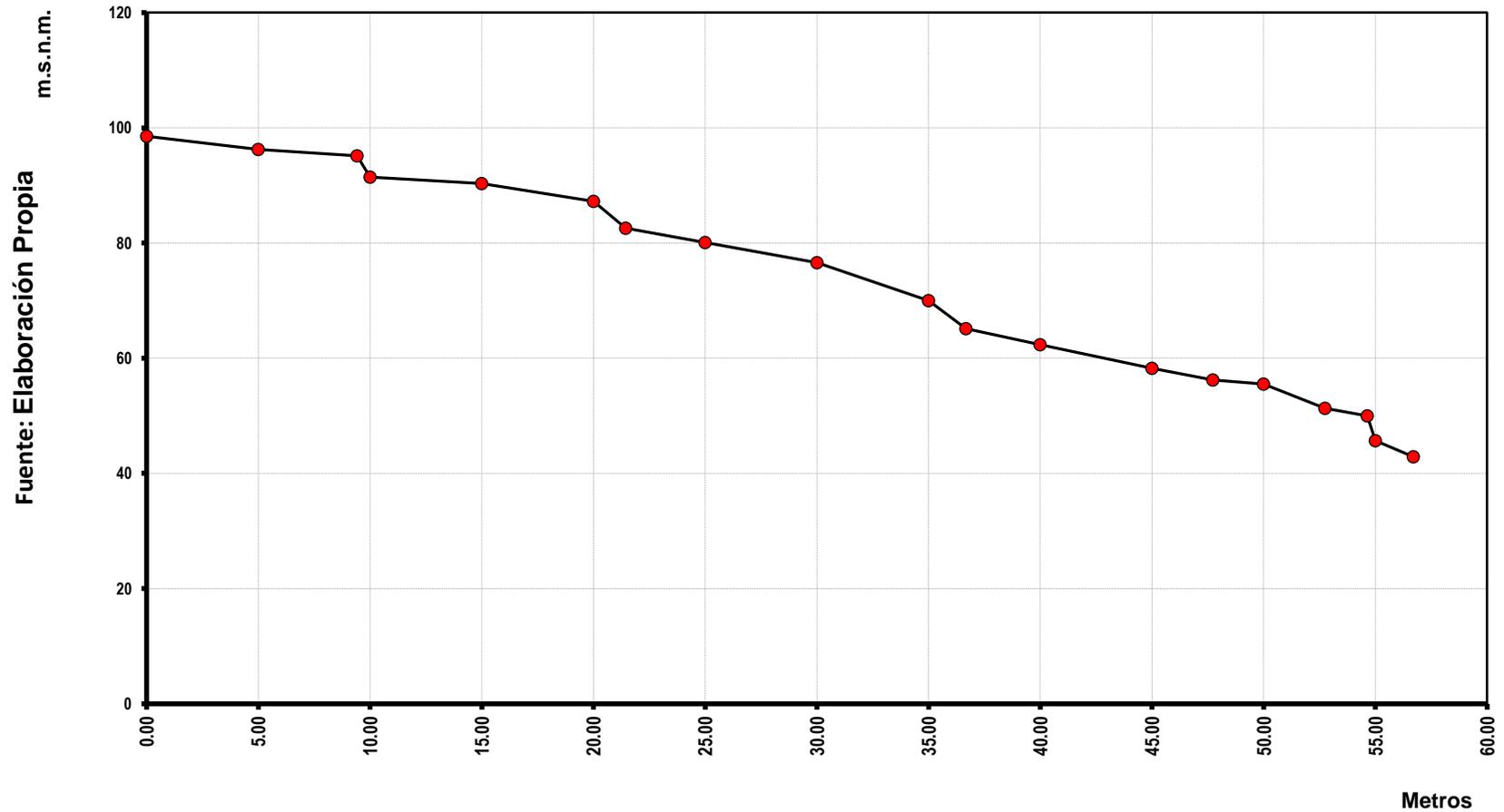


Figura N°. Representación gráfica de Cota de diseño vs Longitud de Tubería.

Para tener una mejor visión del funcionamiento del sistema, se presentará la Línea de Gradiente Hidráulico (L.G.H.), el cual indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación, lo cual se presenta a continuación: De acuerdo a los datos planteados, las cotas establecidas para el sistema, será un indicador de la carga disponible, para lo cual tenemos una cota de salida de 98.53 m.s.n.m., y una cota de llegada de 42.87 m.s.n.m.

La carga disponible en el sistema, está dado por:

$$\Delta_H = Cota S_{salida} - Cota L_{llegada}$$

$$\Delta_H = 55.66 \text{ m}$$

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

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Donde:

Z, es la cota respecto a un nivel de referencia arbitraria

P, altura de carga de Presión

V, velocidad media del punto considerado en m/s

H_f, pérdida de carga que se produce de un punto 1 a un punto 2

Presiones requeridas para el funcionamiento del sistema según

RNE

Fuente: RNE

PRESION REQUERIDA	DESCRIPCION
PRESION MINIMA	El Sistema, debe de funcionar adecuadamente para ello la presión MINIMA será de 10 mca
PRESION MAXIMA	El Sistema, debe de funcionar adecuadamente para ello la presión MAXIMA será de 50 mca

Tabla N°. Valores de la presión requerida según RNE

ANEXO 4

Diseño de la línea de conducción del sistema de distribución de agua potable

CAUDAL MAXIMO

.51 Lit./Seg.

DIARIO :

COEFICIENTE C

(R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de
vinilo)(PVC)

Entonces

será de : **150**

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo por tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

DISTANCIA HORIZONTAL L (Km + m)	NIVEL DINAMICO - COTA - (m.s.n.m.)	LONG. DE TUBERI A (m)	PENDIENT E (m/m)	CAUDAL (m ³ /S2eg)	DIAMETRO CALCULAD O (mm)	DIAMETR O ASUMIDO (mm)	VELOCIDA D CALCULAD A → (m/Seg.)	VELOCIDA D REAL → (m/Seg.)	PERDID A DE CARGA UNITARI A (m/Km)	H _f ACUMULAD A → (m)	ALTURA PIESOMET R. - COTA - (m.s.n.m.)	PRESIO N (m) ↑
00 Km + 000.00 m	98.53	0.00		0.001							98.530	0.000
00 Km + 005.00 m	96.23	5.50	0.418	0.001	16.229	100	2.476 m/Seg.	0.065 m/Seg.	0.000	0.000	98.530	2.300

00 Km + 010.00 m	91.45	3.72	1.286	0.001	12.883	100	3.928 m/Seg.	<u>0.065</u> <u>m/Seg.</u>	0.000	0.001	98.529	7.079
00 Km + 015.00 m	90.35	5.12	0.215	0.001	18.604	100	1.884 m/Seg.	<u>0.065</u> <u>m/Seg.</u>	0.000	0.000	98.529	8.179
00 Km + 020.00 m	87.22	5.90	0.531	0.001	15.452	100	2.731 m/Seg.	<u>0.065</u> <u>m/Seg.</u>	0.000	0.001	98.528	11.308
00 Km + 025.00 m	80.11	4.32	1.645	0.001	12.249	100	4.346 m/Seg.	<u>0.065</u> <u>m/Seg.</u>	0.000	0.000	98.528	18.418
00 Km + 030.00 m	76.58	6.12	0.577	0.001	15.190	100	2.826 m/Seg.	<u>0.065</u> <u>m/Seg.</u>	0.000	0.001	98.527	21.947
00 Km + 035.00 m	70.01	8.26	0.796	0.001	14.218	75	3.225 m/Seg.	<u>0.116</u> <u>m/Seg.</u>	0.002	0.002	98.525	28.515
00 Km + 040.00 m	62.33	4.34	1.768	0.001	12.069	75	4.476 m/Seg.	<u>0.116</u> <u>m/Seg.</u>	0.001	0.003	98.522	36.192
00 Km + 045.00 m	58.24	6.46	0.633	0.001	14.902	75	2.936 m/Seg.	<u>0.116</u> <u>m/Seg.</u>	0.002	0.002	98.521	40.281
00 Km + 050.00 m	55.52	2.37	1.148	0.001	13.188	75	3.749 m/Seg.	<u>0.116</u> <u>m/Seg.</u>	0.001	0.002	98.519	42.999
00 Km + 056.70 m	42.87	3.29	3.842	0.001	10.291	75	<u>6.156</u> <u>m/Seg.</u>	<u>0.116</u> <u>m/Seg.</u>	0.001	0.001	98.518	55.648
Pérdida de carga en el tramo:										0.012 m		

Tabla N°. Tabla de cálculos de las tuberías y diámetro, caudal, presión, velocidad del fluido, así como altura piezométrica del sistema de conducción.

Cálculo de las presiones en las tuberías o ductos de distribución

Las presiones establecidas para los diferentes tipos de tubería se basarán en el siguiente cuadro:

CLASE DE TUBERIA	CARGA ESTATICA (metros)	
	PRESION MAXIMA DE PRUEBA (metros)	PRESION MAXIMA DE TRABAJO (metros)
TUB. CLASE 5	50 m.	35 m.
TUB. CLASE 7.5	75 m.	50 m.
TUB. CLASE 10	100 m.	70 m.
TUB. CLASE 15	150 m.	100 m.

Tabla N°. Tabla de presiones máxima de prueba y máxima de trabajo.

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, James Skinner Celada Padilla, Docente del curso Desarrollo de Tesis, del trabajo académico (Tesis) titulado: “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERIO TUPAC AMARU, OLMOS, 2017”

Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:
FLORES CHEMPEN JESUS ISIDORO

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 22 Diciembre 2017



James Skinner Celada Padilla
Docente

“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS, 2018”

ORIGINALITY REPORT

21 %	20 %	1 %	9 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	alicia.concytec.gob.pe Internet Source	1 %
2	pirhua.udep.edu.pe Internet Source	1 %
3	tesis.unsm.edu.pe Internet Source	1 %
4	Submitted to Colegio San Agustín de Chiclayo Student Paper	1 %
5	www.petertaboada.es Internet Source	1 %
6	www.wikiwater.fr Internet Source	1 %
7	www.magrensas.com Internet Source	1 %
8	docslide.us Internet Source	1 %





Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Flores Chempu Jesus Isidoro
D.N.I.: 45963832
Domicilio: CALLE VIRGEN DE CHAPI MZ. G LOTE 22 P.J VIRGEN DE LA PAZ
Teléfono: Fijo: 074276466 Móvil: 982397497
E-mail: fospro17@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad: INGENIERIA
Escuela: PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
Carrera: INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
Título: INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Flores Chempu Jesus Isidoro

Título de la tesis:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERIO TUMAC AMARU OLMOS, 2018

Año de publicación: 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

[]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

[X]

Firma: [Signature]

Fecha: 28/01/2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FLORES CHEMPEN JESÚS ISIDORO

INFORME TÍTULADO:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA
ABASTECER DE AGUA POTABLE AL CASERÍO TÚPAC AMARU, OLMOS,
2018”**

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 25/05/2018

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN