



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Ascuña Quiroga, Mirian Estefhany (orcid.org/ 0000-0002-0696-0796)

ASESOR:

MSc. Clemente Condori, Luis Jimmy (orcid.org/ 0000-0002-0250-4363)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Al editar estas líneas quiero dedicar este trabajo de investigación a Dios quien me ha permitido llegar a estos momentos de mi vida, a mis padres Rober y Lucila quienes han estado conmigo en todas las situaciones en las que me ha puesto la vida, a mis queridos hermanos Yenifers, Noel y Melisa, quienes me han sabido comprender y estar a mi lado, a mis amigos que me rodean que gracias a las picardías y situaciones vividas en las aulas hemos logrado culminar con satisfacción nuestra etapa académica.

Mirian Estefhany.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a la Universidad César Vallejo por dejarme cumplir mis metas profesionales y dejarme ser parte de esta gran institución, agradezco al M. Sc. Clemente Condori Luis Jimmy, quien fue el guía para la elaboración de este proyecto de investigación, en segundo lugar, agradezco a la Localidad de Pusi, por brindarme la información necesaria con la cual se desarrolló el proyecto de investigación, en tercer lugar, agradezco a mis padres Rober y Lucila quienes me han apoyado de manera incondicional en todo este proceso profesional.

Mirian Estefhany.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
Índice de abreviaturas	viii
Índice de anexos	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1 Tipo y diseño de investigación	25
3.2 Variables y operacionalización	26
3.3 Población, muestra y muestreo	27
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimiento	29
3.6 Método de análisis de datos.....	32
3.7 Aspectos éticos	33
IV. RESULTADOS	34
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	69
VII. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	76

Índice de tablas

Tabla 1: <i>Tipo de agua subterránea.</i>	15
Tabla 2: <i>Clasificación de aguas subterráneas.</i>	16
Tabla 3: <i>Confiabilidad de la investigación.</i>	28
Tabla 4: <i>Cuadro de cálculo de alfa de Cronbach.</i>	29
Tabla 5: <i>Coordenadas UTM, sistema WG84</i>	34
Tabla 6: <i>Datos de campo del SEV 1</i>	36
Tabla 7: <i>Datos de campo del SEV 2</i>	39
Tabla 8: <i>Datos de campo del SEV 3.</i>	42
Tabla 9: <i>LMP de parámetros de calidad organoléptica.</i>	49
Tabla 10: <i>LMP de parámetros microbiológicos.</i>	49
Tabla 11: <i>Resultados de análisis físico-químico de la muestra.</i>	50
Tabla 12: <i>Resultados de análisis microbiológico de la muestra.</i>	51
Tabla 13: <i>Número de familias y habitantes de la localidad de Pusi.</i>	52
Tabla 14: <i>Población según censos nacionales</i>	53
Tabla 15: <i>Combinación con dos censos</i>	54
Tabla 17: <i>Población histórica para los años censales.</i>	55
Tabla 18: <i>Proyección. de. la. población</i>	56
Tabla 19: <i>Dotación. diaria. por. habitante. según. R.N.E.</i>	56
Tabla 20: <i>Dotación. de agua para usuarios no doméstico.</i>	57
Tabla 21: <i>Consumo. promedio diario. de usuarios no domésticos.</i>	59
Tabla 22: <i>Resultado de los criterios de diseño.</i>	61

Índice de figuras

<i>Figura 1:</i> Representación del Ciclo Hidrológico.....	11
<i>Figura 2:</i> Captación de agua de lluvia.	12
<i>Figura 3:</i> Captación de agua superficial.	12
<i>Figura 4:</i> Captación de aguas subterráneas.	13
<i>Figura 5:</i> Flujo y tiempo de desplazamiento del agua en un acuífero.	14
<i>Figura 6:</i> Tipos de acuíferos.....	17
<i>Figura 9:</i> Componentes de un sistema de agua.....	22
<i>Figura 10:</i> Ubicación del Distrito de Pusi.....	30
<i>Figura 11:</i> Área de influencia del proyecto.	31
<i>Figura 12:</i> Equipo geofísico para realizar el SEV.	32
<i>Figura 13:</i> Ubicación de los puntos SEV.	34
<i>Figura 14:</i> Estación 1 SEV 1	35
<i>Figura 15:</i> Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-1	37
<i>Figura 16:</i> Estación 2 SEV 2	38
<i>Figura 17:</i> Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-2	40
<i>Figura 18:</i> Estación 3 SEV 3	41
<i>Figura 19:</i> Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-3.	43
<i>Figura 20:</i> Perfil geológico entre los SEV 1-2.....	44
<i>Figura 21:</i> Perfil geológico entre los SEV 1-3.....	45
<i>Figura 22:</i> Perfil geológico entre los SEV 2-3.....	46
<i>Figura 23:</i> Vista del bombeo de agua.....	47
<i>Figura 24:</i> Número de habitantes por barrio.....	52
<i>Figura 25:</i> Longitud de tubería y altura estática.	65

Índice de abreviaturas

SEV	: Sondaje eléctrico vertical.
UTPL	: Universidad Técnica Particular de Loja.
UTM	: Universidad Técnica de Manabí.
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
UCV	: Unidad de calor verdadero.
UNT	: Unidad nefelométrica de turbiedad.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.
LMP	: Límite máximo permisible.

Índice de anexos

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Operacionalización de Variables

Anexo 03: Reporte de turnitin

Anexo 04: Constancia de validación.

Anexo 05: Resultados de los ensayos de sondeo eléctrico vertical.

Anexo 06: Resultados de laboratorio físico – químico y microbiológico de agua.

Anexo 07: Certificado de calibración de equipos.

Anexo 08: Ficha técnica del panel de solar

Anexo 09: Panel fotográfico

Resumen

La investigación realizada se llevó a cabo en la Localidad de Pusi, localizado en la región de Puno, dicha localidad en la actualidad cuenta con escasez de recurso hídrico para el consumo humano, por tal motivo la extracción subterránea se ha considerado como mejor fuente de abastecimiento de agua. El estudio tiene como objetivo principal viabilizar los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar, el método de esta investigación es descriptivo aplicado. Se utilizó como instrumentos de recolección cuestionarios, fichas de recolección de datos, se realizó también el estudio hidrogeológico en campo, donde se llevó a cabo el Sondaje eléctrico vertical SEV utilizando la configuración de Schlumberger en 3 puntos, se analizó el recurso hídrico mediante laboratorio, se calculó los componentes del sistema, de acuerdo a esto se tuvo que el sondaje eléctrico vertical 3 es el más recomendable para el pozo de exploración encontrándose el acuífero fisurado a una profundidad de 30 m, según los resultados de laboratorio del análisis físico químico bacteriológico el recurso hídrico cumple con los límites máximos permisibles según el reglamento de calidad de agua, se calculó un caudal máximo diario requerido es de 6.77 lt/s, con un almacenamiento de 107 m³ para el cual se determinó una bomba de 10 hp de potencia, el cual será accionado por energía solar por lo que se requiere 29 paneles solares. Llegando a la conclusión de que el acuífero subterráneo como fuente de abastecimiento de agua es viable para un sistema de abastecimiento de agua.

Palabras claves: sistema de agua, acuíferos, sondaje eléctrico vertical, energía solar.

Abstract

The research carried out was carried out in the town of Pusi, located in the Puno region, this town currently has a shortage of water resources for human consumption, for this reason underground extraction has been considered as the best source of supply. of water. The main objective of the study is to make viable underground aquifers as a power source for a drinking water supply system powered by solar energy, the method of this research is applied descriptive. Questionnaires, data collection forms, were used as collection instruments, the hydrogeological study was also carried out in the field, where the SEV vertical electrical drilling was carried out using the Schlumberger configuration in 3 points, the water resource was analyzed by means of a laboratory, the components of the system were calculated, according to this it was found that the vertical electrical drilling 3 is the most recommended for the exploration well, the fissured aquifer being found at a depth of 30 m, according to the laboratory results of the physical chemical bacteriological analysis. water resource complies with the maximum permissible limits according to the water quality regulations, a maximum required daily flow was calculated to be 6.77 lt/s, with a storage of 107 m³ for which a 10 hp power pump was determined, the which will be powered by solar energy so 29 solar panels are required. Concluding that the underground aquifer as a source of water supply is viable for a water supply system.

Keywords: water system, aquifers, vertical electrical drilling, solar energy.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

Durante los últimos tiempos internacionalmente, se ha venido desarrollando el proceso de reflexión sobre las políticas de gestionar y poder manejar adecuadamente todos los recursos hídricos. La declaración de Dublín (División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, 1992), sobre “Agua y desarrollo sostenible”, en la conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente destacando el tema de la buena gestión de los recursos, con esto se desea fijar una acción concertada para poder cambiar la actual tendencia del excesivo consumo. Debido a la actual escasez y uso desmesurado del consumo de agua dulce se tiene un fuerte crecimiento, lo cual amenaza el desarrollo sostenible del medio ambiente.

Según (Paucar, 2016, p. 16) menciona que en diferentes países van desarrollando uno de los grandes problemas que tienen es el aumento en el índice de enfermedades estomacales, esto por la calidad del recurso hídrico, además también se debe al bajo nivel de vida y condición humilde de los pobladores donde se observó servicios sanitarios en pésimo estado, nivel socioeconómico bajo y un nivel de educación deplorable; en zonas rurales marginadas urbano - rurales el problema de esta zona es muy significativo debido a la falta de abastecimiento de agua en conexiones domiciliarias lo cual lleva a la población a ingerir productos contaminados esto debido a las condiciones del saneamiento ambiental el cual es deficiente. Hoy en día en Perú uno de los problemas que se afronta es el suministro del servicio de agua en las zonas rurales, se podría decir que se tiene una carencia de información sobre los estados actuales de los sistemas. para el consumo de la población lo cual no nos permite saber el estado de sostenibilidad que han alcanzado en su periodo de funcionamiento, si se contara con la información correspondiente sobre la sostenibilidad de las estructuras. en zonas rurales se podría generar una política nacional; en ese entender se concretizaría el mejoramiento, la rehabilitación y gestión de los mismos, con dicha información se podría ayudar

a las condiciones de salud, economía, desarrollo social y cultural de las familias del Perú profundo.

En la actualidad la localidad de Pusi, no cuenta con un sistema eficiente, debido a que los manantiales de donde se capta el agua no abastecen a la localidad, por lo cual esta población tiene agua potable de manera Inter diaria, afectando la calidad de vida y la salud de las personas.

El trabajo de investigación dio a conocer el problema de la localidad de Pusi, en la cual tenemos que el suministro agua es inadecuado para la localidad; el actual sistema viene funcionando desde hace más de 15 años, consta de tres captaciones de agua las cuales son: Sipin I, Sipin II, Sipin III, en los cuales sus manantiales no cuentan con el aforo necesario para el abastecimiento del servicio, debido a que se estas fuentes se vienen agotando por el paso del tiempo, a causa del desabastecimiento se tiene como consecuencia la lenta recolección del recurso hídrico lo cual genera que el servicio funcione de manera Inter diaria, generando el desabastecimiento del suministro de agua en la Localidad de Pusi, por otro lado también se tiene que las estructuras como las cámara de captación, cámaras rompe presión, y reservorio se encuentran con fisuras y filtraciones, se tienen las tuberías de conducción expuestas lo cual genera un gran riesgo para el servicio de agua, se tiene también que la presión no se está cumpliendo debido a que en las viviendas alejadas solo llega alrededor de una hora el recurso hídrico, esto debido al agotamiento del recurso en las captaciones de agua, en la zona ya no se cuentan con fuentes de agua superficiales por lo cual se tiene que optar por una fuente subterránea, en el trabajo de investigación se realizó el estudio hidrogeológico de los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para el sistema accionado con energía solar, con lo cual se va a contribuir de alguna manera con el gobierno local, para que pueda brindar el énfasis necesario para mejoramiento de la calidad de vida de los beneficiarios.

1.2 Formulación del problema

Problema general

¿Cómo el sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar podría viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación?

Problemas específicos

- ¿Cuál será el punto de exploración más óptimo para los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?
- ¿Cuál será la calidad del recurso hídrico en los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?
- ¿Cuáles serán los componentes adecuados de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?

1.3 Justificación

Justificación teórica:

La justificación teórica del trabajo de investigación se basó en establecer el punto de exploración más óptimo, calidad de los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema accionado con energía solar.

Justificación metodológica:

Para el trabajo de investigación se justifica metodológicamente porque se realizó la constatación de los eventos los cuales nos permitieron realizar los estudios gracias a la aplicación de herramientas de estimación de investigaciones anteriores confiables, de tal manera que el trabajo de investigación ayuda a otras como referencia de investigaciones de obras hidráulicas.

Justificación social:

La investigación aporta la mejora de las condiciones de vida y condiciones de salubridad de los beneficiarios de la Localidad de Pusi, en tal sentido las situaciones de enfermedades por digestión serán reducidas en los menores de edad, con el cumplimiento de los términos de la norma vigente y con la calidad de agua requerida para consumo.

1.4 Objetivos

Objetivo general:

Viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.

Objetivos específicos:

- Establecer el punto de exploración más óptimo para los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar
- Determinar la calidad del recurso hídrico en los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.

Determinar los componentes adecuados de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.

1.5 Hipótesis

Hipótesis general:

Los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación son viables para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.

1.6 Delimitación

Delimitación temporal

El trabajo de investigación se realizó en 4 meses, iniciando el mes de abril del 2022 y concluyendo el mes de julio de 2022.

Delimitación espacial

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de Pusi, región de Puno.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes internacionales

Según Tello (2008), en su artículo "El acceso al agua potable, un derecho humano", donde el objetivo del artículo nos indica que el agua es fundamental para todo tipo de actividad por lo que su disposición es un derecho humano, la autora realiza el artículo con el método de investigación descriptivo, donde concluye que el recurso hídrico se debe asegurar su acceso para el uso total de la población, el agua es importante y esencial para la vida, se le considera como una necesidad básica para las personas, para las necesidades de todos los seres vivos, por lo cual en la actualidad el abastecimiento de agua no se deberían limitar las posibilidades de acceso a las cantidades necesarias para las actividades de las personas como la preparación de alimentos, acceso a la higiene personal, la lo cual el funcionamiento de los servicios son de importancia.

También, Jimbo (2011), en su investigación para la elaboración de su tesis de evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala la cual fue presentada a la UTPL en Ecuador tiene como objetivo principal realización de manera minuciosa el estudio técnico del sistema, para poder proponer soluciones que mejorarían su sistema actual, de tal manera ayudara a la población de Machala. Por lo cual el método utilizado por el autor es aplicativo descriptivo con un enfoque cuantitativo. El autor al terminar el estudio técnico de la investigación concluye que el diagnóstico no es favorable por lo cual recomienda que se realice el rediseño de toda la estructura, el cual debe contemplar todos los componentes.

En Murillo y Alcívar (2015), nos describe que para lograr la obtención de su título desarrollaron el proyecto de investigación (tesis), siendo esta el estudio y diseño de una red de distribución de agua potable para la comunidad de Puerto Ébano, para la parroquia de nombre Leónidas plaza del Canto Sucre, la cual fue presentado a la UTM en Ecuador. Teniendo como objetivo principal el diseño de un sistema, lo cual beneficiaría a la población del lugar. Para la realización de la tesis los autores utilizan el enfoque cuantitativo, al terminar la investigación los autores concluyen

que la distribución actual de agua la cual es por cisternas está siendo la causante de los problemas de salubridad lo cual afecta a la salud y la economía de los pobladores, los tesisas recomiendan la capacitación y concientización responsable para el mejor manejo del recurso hídrico.

Correnti (2015), en su investigación denominada “Cambio de la fuente de abastecimiento de agua y modificaciones en la entrada neta de agua al ambiente subterráneo”, presentado a la Universidad Nacional del Litoral en Argentina. Cuyo objetivo principal es la evaluación la modificación de la entrada del agua a ambientes subterráneos y poder realizar el monitoreo eventual impacto en la respuesta del acuífero subterráneo y una estimación de la variabilidad de recarga por infiltración de agua de lluvia. El autor utiliza una investigación aplicada, el investigador concluye que, dadas las características climáticas del área de estudio, se produce una recarga anual al acuífero cuya variabilidad está condicionada por la variabilidad de las precipitaciones.

Según Vásquez (2016), quien realizo la tesis de diseño del sistema de agua potable de Guantopolo de Tiglan para la Parroquia Zumbahua en la provincia de Cotopaxi, en la ciudad de Quito, Ecuador. Tiene como principal objetivo la realización de un sistema de agua potable en dicha localidad, la autora para el trabajo de investigación utilizo la investigación metodológica aplicada descriptiva. Al terminar los aspectos técnicos de la investigación la autora concluye que el análisis realizado es importante para la realización de proyectos futuros ya así poder mejorar la estructura para el área de influencia cumpliendo con todos los requerimientos para cubrir las necesidades de la comunidad Guantopolo Tiglan, también recomienda que para el adecuado uso y funcionamiento de debe tener en cuenta el mantenimiento constante el cual garantizara el buen funcionamiento.

Antecedentes nacionales

Entre los antecedentes nacionales tenemos a Chancasanampa Nieto, (2019, p. 5), quien realizo el proyecto de investigación para su tesis que es la evaluación de un sistema para mejoramiento del abastecimiento de agua en el distrito de Moya, donde el objetivo general se centra en la determinación de la evaluación del sistema actual de agua para el mejoramiento del abastecimiento de agua hacia la población, el autor en el proyecto de tesis utiliza la investigación aplicada –

explicativo. El autor concluye manifestando que los componentes que son parte del sistema, se encuentran en condiciones no favorables para su uso, lo cual no permite que el recurso hídrico llegue por completo al reservorio, en las líneas de conducción y aducción no se encuentran de manera hermética lo cual hace que la resistencia a la presión sea baja, se evidencian fugas de agua no visibles, por lo cual el autor recomienda realizar los componentes del sistema según la Norma OS. 010, y realizar los ensayos correspondientes para evidenciar las fugas de agua no visibles, darle el mantenimiento correspondiente al sistema de agua.

Se tiene como antecedente también a Vargas y Rojas (2019), quienes realizaron el proyecto de tesis de diseño de un sistema de bombeo de agua accionado por paneles solares para el mejoramiento del riego por goteo de los cultivos de cacao en Lamas de la provincia de San Martín, donde el objetivo de estudio se centra en el diseño del sistema de bombeo accionado por paneles solares lo cual ayudara a mejorar el riego por goteo en la siembra de cacao en el fundo la Esperanza, el trabajo de investigación de tesis se utilizó un enfoque cuantitativo, de nivel explicativo experimental, metodológica aplicativo - explicativo. El tesista concluye diciendo que los resultados de este tipo de sistema con paneles solares son aptos para la realización, por tal motivo recomienda a las autoridades del lugar realizar el nuevo diseño de agua potable lo cual será una solución definitiva.

Según, Diaz (2019, p. 28) quien realizo el trabajo de investigación para la obtención de su título profesional, diseño de un sistema tubular de acuíferos profundos para el mejoramiento del abastecimiento de agua de la localidad de Grau en Yurimaguas, donde el objetivo el centra técnicamente en el diseño de un sistema tubular usando como fuente de alimentación un acuífero subterráneo profundo, el cual mejora el abastecimiento de agua potable en la localidad Grau, para el proyecto de tesis se utilizó la investigación metodológica aplicativo - descriptiva. El autor concluye manifestando que existe una gran demanda de agua subterránea la cual cubre con la demanda de la localidad de Grau, por lo cual el autor recomienda mantener constantemente la inspección de nata freática del acuífero subterráneo, del acuífero, del mismo modo monitorear la condición calidad y cantidad del acuífero, para asegurar su funcionamiento y abastecimiento de la demanda poblacional, realizar el equipamiento correspondiente para el pozo tubular.

Según, (Quispe, 2019) quien realizo el proyecto de investigación para su tesis titulado: Diseño y análisis de plantas potabilizadoras de agua para consumo en el centro poblado de Balsapata - 2017”, de la Universidad Nacional del Altiplano, donde el objetivo general se centra en diseñar la planta potabilizadora de agua para consumo humano, en el centro poblado de Balsapata, para el proyecto de tesis se utilizó la investigación metodológica aplicativo - descriptiva. El autor concluye manifestando que es factible diseñar la planta potabilizadora, por lo cual el autor recomienda que al personal técnico realizar las acciones correspondientes.

Según, (Paucar, 2016) quien realizo el proyecto de investigación para su tesis del sistema de agua en el distrito de Macari, provincia de Melgar, presentado a la Universidad Nacional del Altiplano, donde el objetivo principal es proponer un adecuado sistema que mejore la condición actual del área de influencia, para el proyecto de tesis se utilizó la investigación metodológica aplicativo - descriptiva. El autor concluye manifestando que los cálculos y ensayos realizados se puede realizar la ejecución sistema para Macari, por lo cual el autor recomienda que al personal técnico realizar las acciones correspondientes.

Bases teóricas

Teoría de la formación del agua

La tierra se formó hace más de 4.500 millones de años, la teoría más aceptada acerca del origen de la Tierra es la de los planetesimales, en los inicios del origen de la tierra la temperatura eran demasiadas altas y con un numero grade de impactos de meteoritos y diferentes cuerpos celestes, por lo cual se producían erupciones volcánicas en la superficie las cuales salieron hacia la atmosfera, también se produjeron vapores de agua. Después la tierra se fue enfriando, lo cual permitió que el vapor existente en la atmosfera diera paso a las primeras lluvias, lo que dio origen a los océanos. Solo el planeta tierra cuenta con agua en estado líquido.

El agua es una sustancia con características singulares, de gran significancia para los seres vivos, es el recurso más abundante en la naturaleza y es crucial para los procesos físicos, químicos y biológicos que rigen el entorno natural del planeta. Tales de Mileto suponía que el agua era

el inicio de todo ser vivo existentes, más tarde los filósofos Platón y Aristóteles, lo consideraron como el elemento más importante y básico para creación del mundo, en 1781, el inglés Henry Cavendish quien al realizar el estudio los gases, probó que el agua es la combinación del hidrógeno (aire inflamable), con el oxígeno de la atmósfera (aire vital). El agua se resume en la fórmula H_2O , que es la característica principal de las más grandes áreas que corresponden al 71% de la superficie del planeta (océanos, glaciares, casquetes polares, aguas superficiales y subterráneas) y que conforman la hidrosfera, algunos oceanógrafos nos dicen que la masa de agua distribuida uniformemente tendría un espesor de 4km, según (Sánchez et al., 2001).

Teoría del Ciclo hidrológico

En la cartilla técnica de (Ordoñez, 2011) del Foro Peruano para el Agua nos refiere que dentro de los ciclos biogeoquímicos se desarrollan en el ecosistema planetario, el ciclo hidrológico es el proceso continuo de la circulación del agua, que viene a ser una serie de procesos que el agua atraviesa cuando da paso por la tierra hacia la atmósfera y vuelve, también se tiene la evaporación desde la superficie, de la condensación se tienen a las nubes, precipitaciones pluviales, por lo cual se tiene la acumulación de agua en el suelo puede penetrar o salirse de la pendiente, en la dirección más empinada de la superficie, la penetración puede seguir tres caminos bien definidos, una parte es fuente de alimentación para las plantas, otra cantidad se mueve paralelamente a la superficie de la tierra, como la escorrentía superficial, hasta llegar a las fuentes como los manantiales, de lo contrario eventualmente se infiltrara hasta llegar a la saturación del área donde se recargara el agua subterránea, gran parte de la cual proporciona escorrentía al caudal base.

En la figura N°1 se muestra el proceso circulatorio permanente del ciclo hidrológico, el movimiento constante del ciclo hidrológico se debe a 2 causas principales, principalmente está el sol que nos suministra energía para la elevación del agua (evaporación); como la siguiente causa se tiene a la

gravedad de la tierra, que hace que el agua condensada retorne a la tierra mediante precipitaciones (lluvias o escurrimiento).

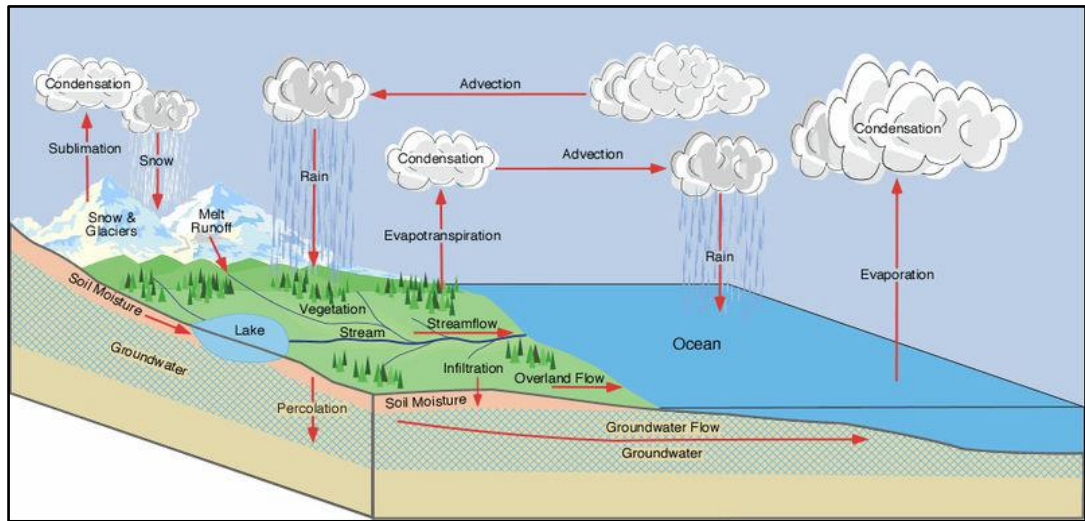


Figura 1: Representación del Ciclo Hidrológico.

Fuente : Hydrologic cycle - The Encyclopedia of Earth

Fuentes de abastecimiento

Según Agüero,(2007), nos dice que todas las fuentes de agua son importantes para el diseño de cualquier sistema, primero que se debe de hacer es definir la ubicación del elemento, tipo, volumen y calidad. De acuerdo a donde se encuentre ubicado se podrá determinar la naturaleza de la fuente.

Para realizar el diseño de un sistema, es primordial seleccionar correctamente la fuente o combinación de fuentes para el correcto abastecimiento del recurso hídrico, se tienen las siguientes fuentes:

a) Agua de lluvia

Este tipo de captación se lleva a cabo cuando no es posible la captación de aguas superficiales ni subterráneas que garanticen su consumo. La obtención de agua de lluvia como se muestra en la figura 2 se obtiene de las cubiertas altas de las viviendas y conducir a un sistema de gasto requerido.



Figura 2: Captación de agua de lluvia.

Fuente : Mundo Constructor | Sistemas de captación de agua pluvial

b) Aguas superficiales

Se refiere a la constitución de agua dulce de los lagos, etc que fluyen de forma natural en la superficie terrestre y se forman por las precipitaciones pluviales, estas fuentes no son tan deseables debido a que pueden tener contaminantes por el consumo de animales, pero en diferentes zonas no se tiene otro tipo de fuente lo cual lo hace viable para el diseño del sistema, la figura 3 se puede apreciar la represa en un río el cual servirá como captación y abastecerá a un sistema.



Figura 3: Captación de agua superficial.

Fuente : Universidad Politécnica de Cartagena (Pérez, 2011).

c) Aguas subterráneas

las aguas subterráneas se forman debido a las precipitaciones pluviales que se infiltran en la tierra hasta una zona de saturación, la obtención de estas aguas dependerá de sus características hidrológicas e hidrogeológicas del acuífero.

En la figura 4 podemos apreciar diferentes formas de aguas subterráneas tales como el manantial, galerías filtrantes y pozos, las cuales son aprovechados para el abastecimiento de agua.

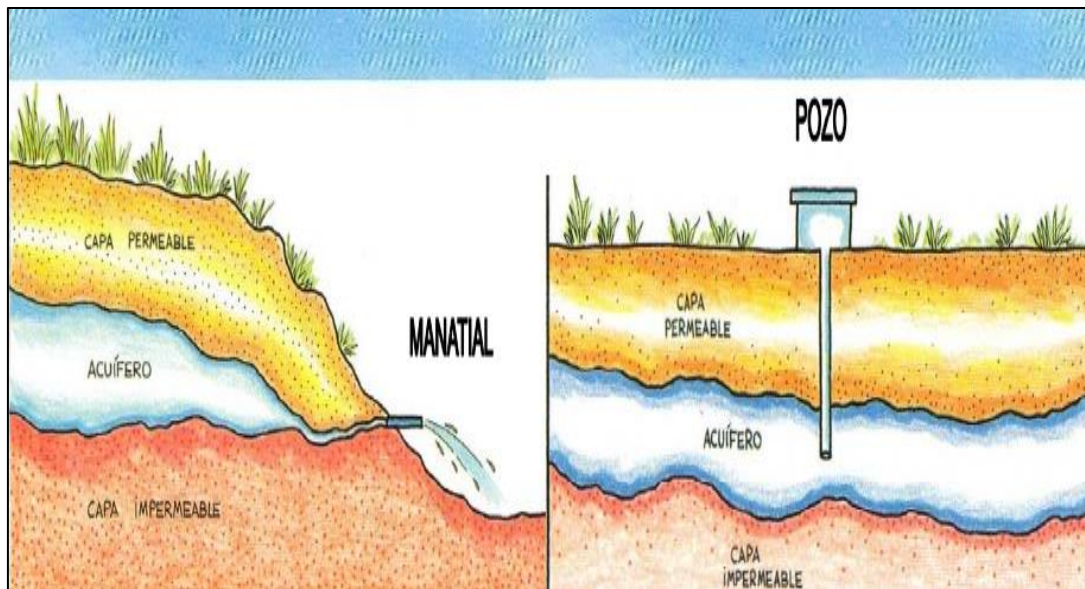


Figura 4: Captación de aguas subterráneas.

Fuente : Abastecimiento de agua, (Cotarelo y Mori, 2019)

Teoría del origen de agua subterránea

Según (Antonio et al., 2007), nos da a conocer que el agua subterránea se le conoce como el recurso hídrico que se encuentra debajo de la superficie terrestre y a menudo contiene vacíos, grietas o fisuras que se encuentran en las rocas más duras, este tipo de agua subterránea puede estar oculta por bastante tiempo, siempre y cuando la profundidad a la que se encuentre considerable, la mayor cantidad de este tipo de agua la encontramos a

profundidades pequeñas y medias, desempeñando un rol constante un rol constante en el ciclo hidrológico. El agua subterránea está presente en distintas zonas o áreas de interés, los cuales se encuentran a diferentes profundidades según sea el tipo de zona (costa, sierra, selva), la recarga de este tipo de agua es natural, puesto que se alimenta de las precipitaciones pluviales, o en algunas zonas el agua proviene del derretimiento de hielo. En la figura 5 se observaron las zonas de toma y descarga, así como los flujos y tiempos de viaje del agua en el acuífero desde que ingresa a la zona de saturación hasta que sale a la superficie en diferentes trayectorias.

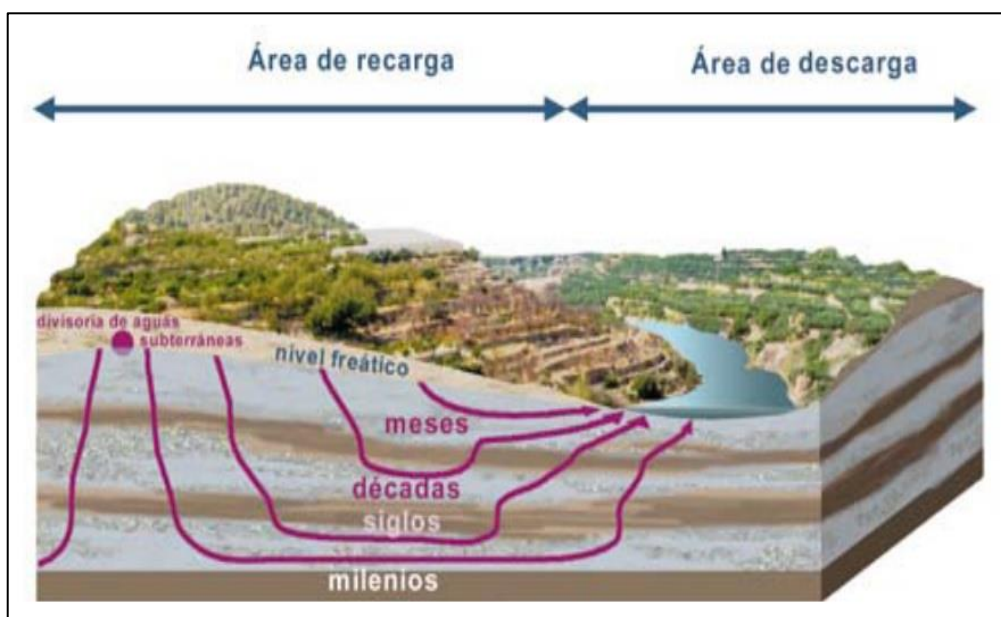


Figura 5: Flujo y tiempo de desplazamiento del agua en un acuífero.

Fuente : Las aguas subterráneas, (Antonio et al., 2007).

En la página web de ingeniería hidráulica (Origen del agua subterránea, 2015), nos da a conocer que la cantidad de agua subterránea a nivel mundial se puede representar como más de veinte veces la cantidad total del agua superficial, incluyendo continentes e islas, es por eso la importancia dentro de la utilización del recursos hídricos.

La mayoría de aguas subterráneas tienen origen meteórico, es decir que proviene del agua infiltrada por producto de la precipitación, luego que esta no se haya perdido por evaporación o transpiración de las plantas.

El origen de las aguas subterráneas puede dividirse en cuatro tipos característicos que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: *Tipo de agua subterránea.*

Tipo	Descripción
Agua de infiltración	Esta agua es el resultado del ingreso a profundidad de las aguas meteóricas.
Agua de condensación	Esta agua es el resultado de la condensación de la niebla nocturna, la podemos encontrar con mayor frecuencia en zonas cálidas como el desierto.
Agua juvenil	Es el resultado de los manantiales ubicados en zonas de actividad volcánica.
Agua fósil	Esta agua es la que se encuentra atrapada en las rocas producto de la solidificación de los sedimentos, podemos encontrarla en cuencas fluviales o marinas.

Fuente: Ingeniería hidráulica, (Origen del agua subterránea, 2015)

A la superficie de agua subterránea se le conoce como nata freática o tabla de agua. La profundidad de la nata freática de agua puede depender de distintos factores, ya sean propiedades físicas típicas de la región donde se encuentren localizadas, de las condiciones meteorológicas o de la magnitud y frecuencia con que sean aprovechados este tipo de recurso. También es importante considerar que en tiempo de estiaje la profundidad a la que se encuentra la nata freática de agua disminuye. Según sea la ubicación o el tipo de material en donde se encuentren las aguas subterráneas, en la tabla 2 se puede apreciar la clasificación de aguas subterráneas:

Tabla 2: Clasificación de aguas subterráneas.

Clase	Descripción
Agua freática	Agua que esta por encima de la primera capa impermeable, representa el agua de mayor extensión.
Agua suspendida	Agua subterránea que se encuentra a baja profundidad.
Agua confinada	Agua tiene la característica de encontrarse en un acuífero que está entre dos capas de material impermeable.
Agua artesisiana	Tiene como ubicación los sinclinales o monoclinales de los pliegues de las capas de las rocas.

Fuente : Ingeniería hidráulica, (Origen del agua subterranea, 2015)

Teoría de los acuíferos

Según (Ordoñez, 2011), habla que el acuífero es el volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua, este recurso de puede aprovechar a través de pozos y manantiales, en su totalidad los acuíferos tienes dos propiedades la primera es la capacidad de almacenar agua subterránea, la segunda es la capacidad de hacer posible el flujo del agua subterránea. Los acuíferos se pueden clasificar:

- **Acuíferos libres.** Son los acuíferos en donde el nivel de agua se halla por debajo de la cobertura de la formación permeable. El agua se libera por desaturación, el agua que da es por la procedencia del drenaje de los poros.
- **Acuíferos confinados.** Son los acuíferos cubiertos por una capa impermeable. El agua en los acuíferos confinados esta por encima del techo de la formación acuífera. El agua que
- **Acuíferos semiconfinados.** Son un caso muy particular de los acuíferos cautivos, en donde los muros y techo no son en su totalidad impermeables, permiten la circulación vertical. (ver figura 6).



Figura 6: Tipos de acuíferos.

Fuente : Cartilla técnica de aguas subterráneas acuíferos, (Ordoñez, 2011).

Teoría de la geofísica

Según (Sánchez, 2001), nos dice que todas las técnicas de geofísicas tratan de reconocer las formaciones geológicas que se encuentran en las profundidades por ciertos parámetros físicos, hay muchas técnicas electromecánicas o varias electromagnéticas que miden la resistividad de un material, o en algunos casos su inversa conductividad.

Sondaje eléctrico vertical (SEV). Método eléctrico de extensa aplicación en estudios geofísicos, mediante la introducción de corriente eléctrica al subsuelo con el cual se obtiene la resistividad aparente y la conductividad eléctrica de los suelos y rocas, verificando la diferencia potencial a través del arreglo eléctrico de Schlumberger que quiere decir que contara con cuatro electrodos, se obtiene el valor de la resistividad aparente para poder determinar la profundidad de los acuíferos. Los componentes presentan propiedades eléctricas en el suelo,

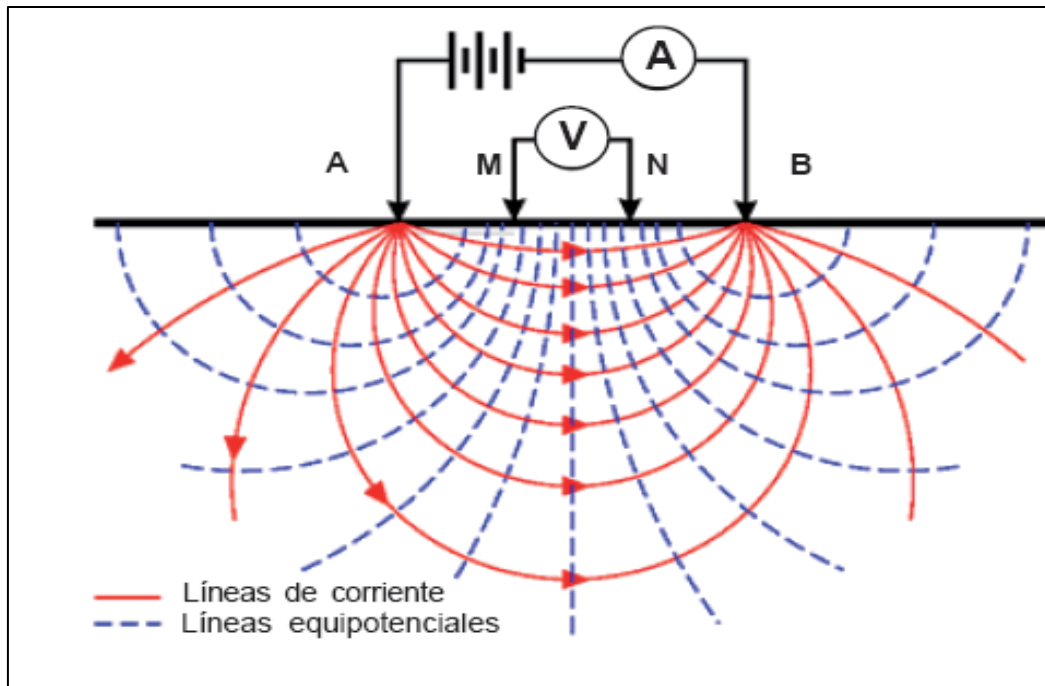


Figura 7: Dispositivo de Schlumberger simétrico

Fuente: Estudio sondaje eléctrico vertical (SEV).

Para el trabajo de investigación se realizó el método geo eléctrico de sondeo eléctricos verticales (SEV) empleando la configuración Schlumberger. Este arreglo eléctrico involucra captar en la superficie los efectos que causa la corriente eléctrica cuando fluye por el suelo.

Es la medición de la intensidad en la superficie y la diferencia del potencial entre los diferentes electrodos del dispositivo de medición. La relación entre estos dos parámetros no permite encontrar la resistividad de terrenos subyacentes, la resistividad es la propiedad inversa a la conductividad eléctrica y se expresa en Ωm .

Ley de Ohm

Según (Sánchez, 2001), es la corriente eléctrica que fluye a través de las rocas y sedimentos, este fenómeno se puede explicar mediante la Ley de Ohm que dice que la caída de potencial V entre 2 puntos por los que circula

una corriente eléctrica de intensidad I , es proporcional a ésta y a la resistencia R que ofrece el medio al pasaje de la corriente.

$$V = IR$$

Dónde :

V = Diferencia de potencial (voltios)

I = Corriente eléctrica (amperios)

R = Resistencia eléctrica (ohm)

Configuración Schlumberger. La aplicación en campo del método de Schlumberger consiste en la distribución de los electrodos en un orden definido, llamado dispositivo electrónico. El arreglo consiste en colocar los cuatro electrodos alineados y simétricos con respecto al centro del sondeo, distribuyendo la separación entre los electrodos de potencial, que disminuye en relación con los electrodos de corriente ($AB/5 > MN > AB/20$), como se muestra en la figura 8.

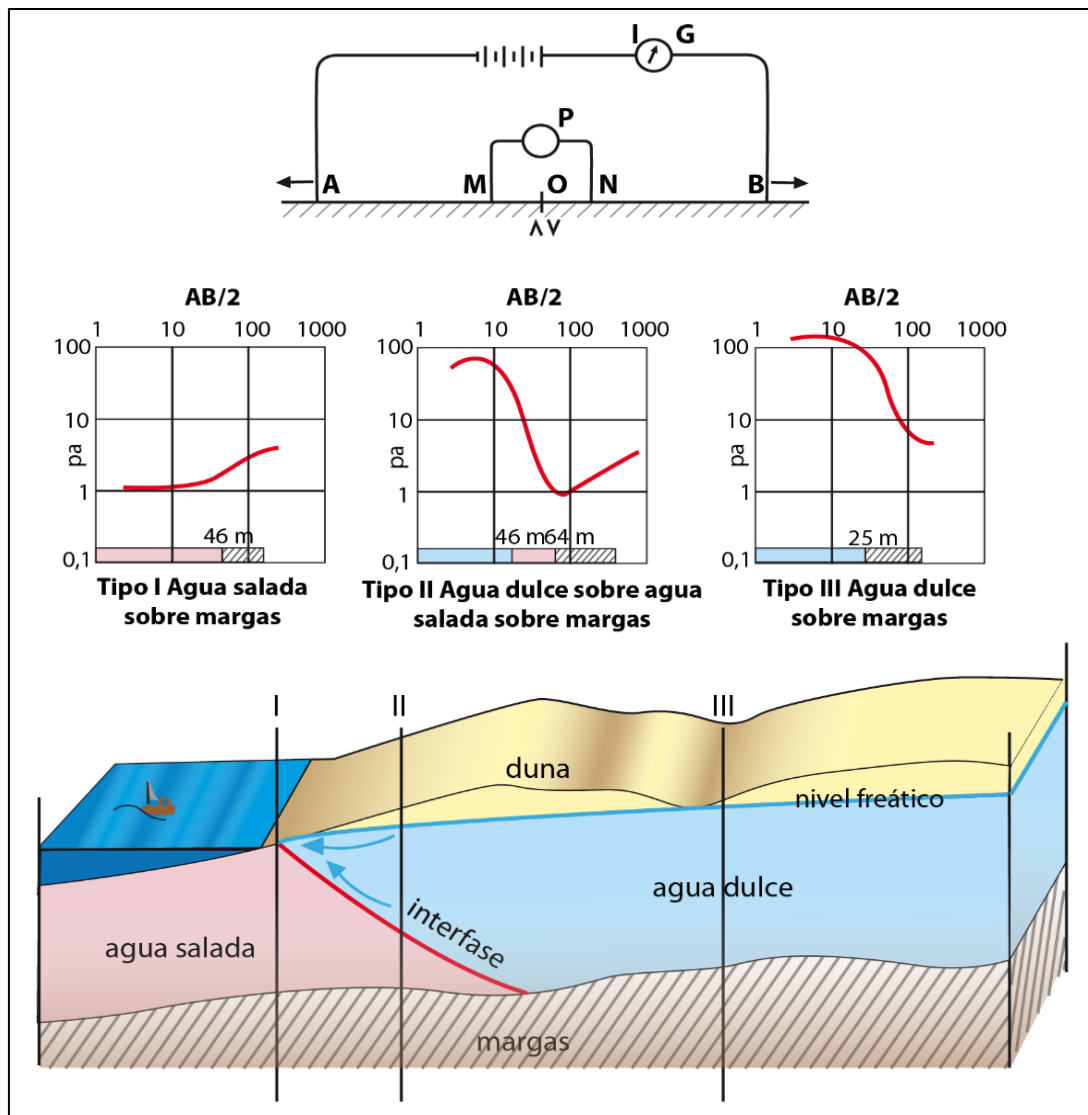


Figura 8: ejemplos de resultados con el método de Schulmberger.

Fuente: Estudio sondaje electrico vertical (SEV).

Criterios de análisis: Para tener idea de los materiales que se encuentran en el sub suelo, existen tablas con valores referenciales de éstos, como se muestra en la figura 9.

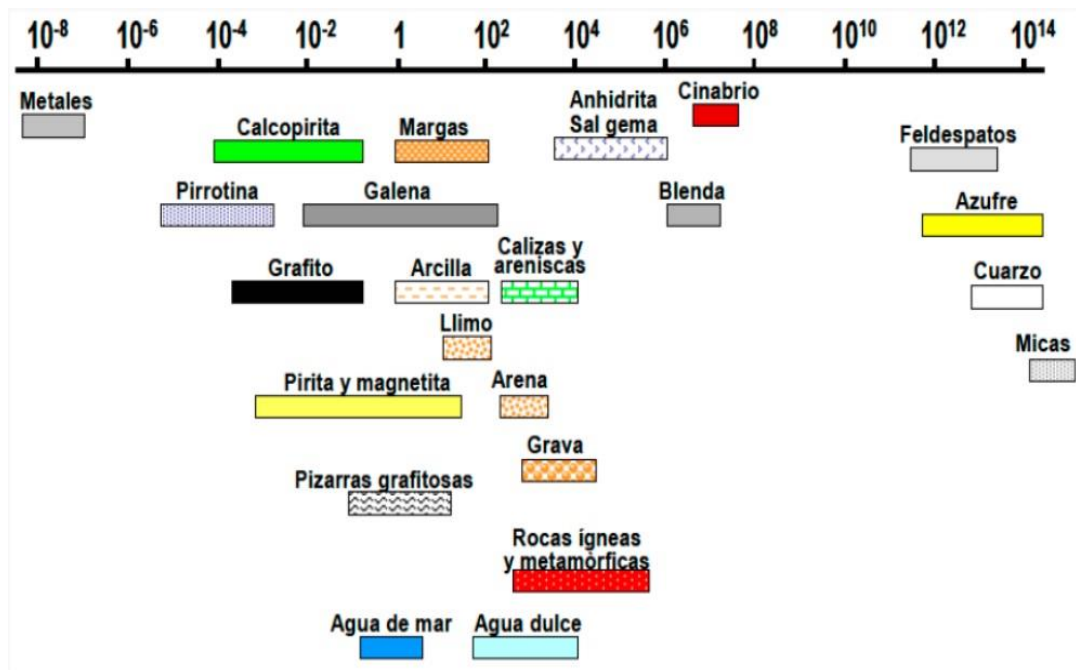


Figura 9 : Cuadro de resistividades geoelectricas referenciales.
 Fuente: Estudio sondaje electrico vertical (SEV).

En función a estos valores referenciales de analizan los Sondeos Eléctricos Verticales, y se definen los tipos de materiales que se encuentran en el sub suelo, además de la tabla, se requiere conocimientos mínimos de geología y geofísica para poder realizar interpretaciones.

La disposición electródica para realizar los sondeos eléctricos verticales es diferente para cada arreglo, algunos de los arreglos más usados son Wenner, Schlumberger, Wenner-Schlumberger, Polo Dipolo, Dipolo Dipolo, para resolver la ecuación de resistividad aparente, se requiere determinar la constante K, que se obtiene de las distancias de la disposición electrónica.

Sistema de abastecimiento de agua potable

Según Jiménez, (2013). Los sistemas de agua son eso que permiten que el agua llegue desde su punto de captación hasta los puntos de consumo con la cantidad y calidad para la cual ha sido diseñada.

Componentes de un sistema de agua potable

Linares y Vásquez (2017), como se muestra en la figura 10, los principales componentes en un sistema de un sistema son los siguientes:

- Fuente de abastecimiento
- Obra de captación
- Almacenamiento
- Tratamiento (de ser el caso)
- Obras de conducción
- Distribución

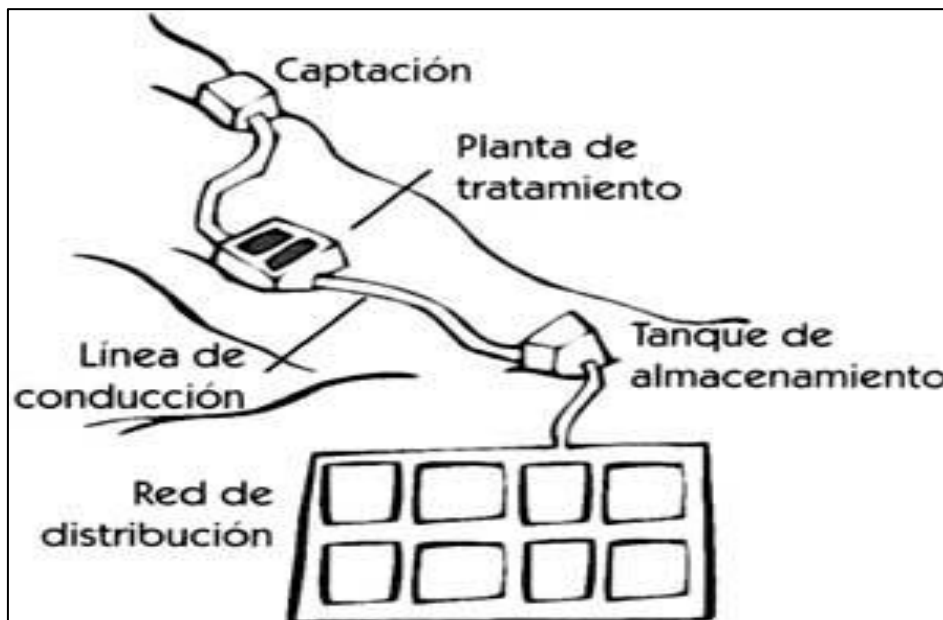


Figura 10: Componentes de un sistema de agua.

Fuente : Tecnologías Apropriadas en Agua potable y Saneamiento

Marco conceptual

Según (Agüero, 2007), nos da los siguientes conceptos:

Coeficiente de fricción: Es el coeficiente que nos permite determinar las pérdidas de energía en una línea de conducción.

Consumo de agua: Masa de agua utilizada para cubrir las necesidades de los beneficiarios, se tienen diferentes tipos de consumo como consumo doméstico, no doméstico y público.

Demanda: Volumen de agua requerido en los puntos de captación, para un área de influencia, se debe considerar a los diferentes usuarios.

Dotación: Cantidad de agua necesaria para satisfacer la demanda de la población en un día medio anual.

Estación de bombeo: Lugar donde se instalan los equipos mecánicos para la elevación de la carga hidráulica accionado por bombas.

Cámara de captación: construcción realizada en un manantial ubicado mayormente en partes altas del área de proyecto, con medidas mínimas y de construcción sencilla para proteger el manantial de agentes contaminantes.

Línea de conducción: línea de tubería desde la cámara de captación hacia el reservorio.

Reservorio de almacenamiento: Lugar de almacenamiento que satisface demandas de agua para consumo humano.

Línea de aducción: Línea de tubería desde el reservorio hacia el inicio de la red de distribución.

Red de distribución: Líneas de tuberías de agua a diferentes sectores del área del proyecto.

Manantial: Lugar donde se produce un afloramiento de agua subterránea.

Caudal: Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo a través de una sección dada de curso o conducción de agua.

Acuífero Libre: Acuífero en el cual no existen capas confinantes de baja permeabilidad, en un ejemplo simple los elementos permeables llegan hasta la superficie, de tal manera que en una parte del mismo todos los poros están llenos de agua.

Acuífero Confinado: Este tipo de acuífero es limitado en su parte de arriba por una capa permeable muy baja, por lo cual el flujo no se puede apreciar. El acuífero está en su totalidad saturado, de modo que cuando se tiene una perforación el agua asciende por encima del mismo, hasta la superficie.

Acuíferos Detríticos: Son acuíferos de rocas o sedimentos detríticos. Su permeabilidad se debe a la porosidad intergranular (de tipo primario). Si las rocas están parcialmente consolidadas o cementadas, la porosidad puede ser además de tipo secundario, por fisuración, disolución.

Acuíferos Fisurados: Estos acuíferos están formados por rocas que no presentan porosidad primaria, solo presentan porosidad secundaria, en muchos casos el recurso hídrico es de mejor calidad para consumo humano.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Método de investigación

Para (Gómez Bastar, 2012), “El método es una manera de ordenar y estructurar el trabajo, y si esto no se diera así, obviamente se desperdiciarán tiempo y dinero”,

El trabajo de investigación se basó en un método lógico inductivo, porque se realizó la observación, recolección de datos y estudios los cuales se registraron, compararon y se clasificaron para expresar la relación de lo observado y la predicción de actos.

Tipo de investigación

Según (Hernández; Fernandez y Baptista, 2014), refiere que la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un problema o fenómeno.

El trabajo de investigación es de tipo aplicada, debido a que gracias a la recolección de datos y análisis se pudo dar solución a la problemática planteada del proyecto de tesis.

Enfoque

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo lo cual presenta una serie de procesos que son secuenciales y probatorios, por lo que cada etapa es predecesora de otra, por lo cual no se pueden saltar pasos. (Hernández; Fernandez y Baptista, 2014).

Diseño

Es la meta que hemos planificado para obtener los datos o información que nos permite responder a los planteamientos que nos formulamos en el problema. (Hernández ; Fernandez y Baptista, 2014, p. 128).

Para el trabajo de investigación se tomó el diseño de investigación no experimental transversal.

$$M \rightarrow O$$

Dónde:

M: Muestra

O: Observación

Nivel

Esta investigación es de nivel explicativo, según (Gómez Bastar, 2012), describe los niveles de investigación como la manera de buscar la respuesta frente a un hecho o suceso, de acuerdo a la relación entre las variables (causa–efecto).

3.2 Variables y operacionalización

Las variables de interés que se utilizaron en el trabajo de investigación son:

Acuíferos subterráneos

A continuación, se detalla la operacionalización de la variable independiente del siguiente modo:

Conceptualmente según (Agüero, 2007, p. 28) los acuíferos subterráneos son parte de la precipitación en la cuenca que absorben las capas suelo hasta la zona de la saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de los acuíferos dependerá de las propiedades hidrológicas y formación geológica.

Sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar

La variable dependiente del modo conceptual se define como los sistemas que son los que dotaran de agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de captación con cantidad y calidad establecidos por el ente a cargo. Según (Leonelha, 2020).

Operacionalización de variables

El cuadro de operacionalización de variables se puede apreciar en el anexo N° 2, con su definición conceptual, operacional, dimensión e indicadores.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Es el conjunto de objetos que son sujetos de investigación, este conjunto siempre es mayor a la muestra, se puede considerar espacios, personal o cosas, de este conjunto surge la toma de muestras. (Gómez Bastar, 2012)

En el presente proyecto de investigación tuvo como población al conjunto de acuíferos subterráneos encontrados en el área de influencia.

Muestra

La muestra es una cierta parte o un subconjunto más pequeño que la población debe ser representativa de la población, según (Hernández; Fernandez; Baptista, 2014)

Para el presente proyecto de tesis se consideró como muestra tres puntos donde se realizaron los ensayos en campo para determinar la profundidad de los acuíferos subterráneos en el área de influencia.

Muestreo

Para la obtención de las muestras debemos de seguir un criterio metodológico, cuyo método está reflejado en bases reglamentarias de procedimientos que nos permitirán seleccionar un conjunto de elementos que representan a toda la población.

El trabajo de investigación considero el muestreo dirigido o no probabilístico, se tomó como apoyo la accesibilidad que se tenía a los puntos donde se realizaron los ensayos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Para el presente trabajo de investigación las técnicas utilizadas fueron la observación directa debido a que primero se hizo el análisis del servicio de agua actual en la Localidad de Pusi, también se observó la superficie para

la determinación de los puntos donde se llevaron a cabo los ensayos de campo, así mismo se empleó la técnica de medición para el procesamiento de datos en gabinete

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron, fueron un formato para la recolección de datos, tablero acrílico para evidenciar en la foto, formatos para laboratorios, cámara digital para poder tomar las evidencias fotográficas, una grabadora que ayudo como medio de almacenamiento de la información.

Validez

La validez se refiere a que tan bien un aprueba mide lo que realmente debe medir. Se mencionan dos formas de validez, externa o interna. La validez externa de una encuesta se refiere a las generalizaciones de sus conceptos, mientras que la validez interna se define como la capacidad de una herramienta para medir los que se presenta según (Namakforoosh, 1987).

En este caso esta investigación fue validada mediante el juicio de tres expertos.

Confiabilidad

Según Santos (2002), nos dice que la confiabilidad consiste en aplicar repetidas veces un instrumento para verificar su variabilidad, en cuanto mayor sea la precisión los resultados serán más confiables. El autor hace la representación de la confiabilidad a través de la tabla 3 el cual se tiene los rangos de cero a uno.

Tabla 3: *Confiabilidad de la investigación.*

Rango	Confiabilidad
De 0.53 a menos	Confiabilidad nula
De 0.54 hasta 0.59	Confiabilidad baja
De 0.60 hasta 0.65	Confiable
De 0.66 hasta 0.71	Muy Confiable
De 0.72 hasta 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

Fuente: (Santos, 2002).

Para la medida de la confiabilidad de los instrumentos se desarrolló el Alpha de Cronbach tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Cuadro de cálculo de alfa de Cronbach.

Observaciones	Ítems								Suma
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	4	5	5	5	4	4	5	5	37
2	4	4	4	3	5	4	4	5	33
3	5	5	5	4	5	4	5	5	38
Varianza	0.22	0.22	0.22	0.67	0.22	0.00	0.22	0.00	
\sum Varianzas	1.778								
Varianza \sum Ítems	4.667								

Fuente: Elaboración propia.

α = valor del coeficiente de confiabilidad del cuestionario.

k = número de ítems

$\sum s_i^2$ = sumatoria de las varianzas de los ítems.

s_t^2 = varianza total de los instrumentos

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum s_i^2 / s_t^2)}{k-1}$$

$$\alpha = 0.707$$

Como se aprecia en la tabla 4 se tiene los datos de la validación de los expertos con el cual se determinó el alfa de Cronbach con la finalidad de identificar el intervalo de confiabilidad, el alfa de Cronbach nos resultó 0.707 que según la tabla 3 se encuentra en el rango de 0.66 a 0.71 que tiene un rango de muy confiable.

3.5 Procedimiento

Primero: Ubicación e identificación del área de influencia

En esta etapa de campo se ubicó e identifico el área de influencia, con el fin de delimitar la zona de trabajo.

Ubicación:

El Distrito de Pusi es uno de los o distritos que conforman la provincia de Huancané, ubicada en la región de Puno en el sudeste del Perú, como se muestra en la figura 11.

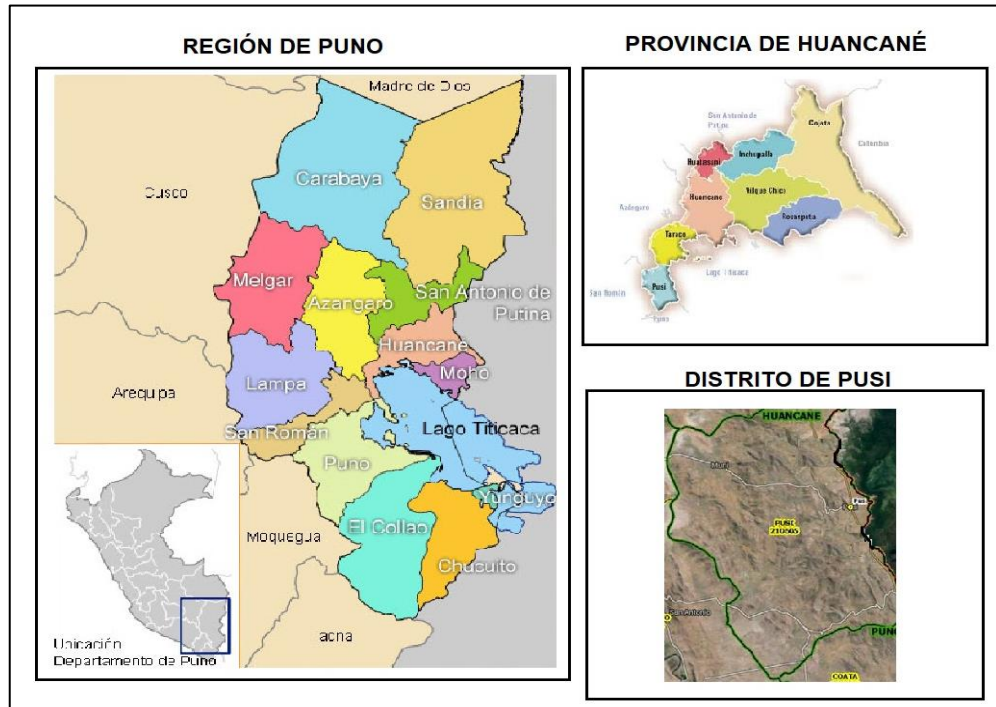


Figura 11: Ubicación del Distrito de Pusi

Fuente : Elaboración propia

Área de influencia:

Las zonas afectadas por el presente proyecto fue toda la zona urbano-rural de la localidad de Pusi el cual estuvo conformado por el Barrio de 3 de mayo, Central Pusi, Barrio Los Pinos, Barrio Pampilla. (Ver figura 12).



Figura 12: Área de influencia del proyecto.

Fuente: Google earth imagen satelital.

Segundo: Reconocimiento y problemática del sistema actual.

Se realizó la evaluación superficial del sistema actual en la Localidad de Pusi, el cual nos dio como resultado que las captaciones actuales ya no disponen del recurso necesario para el abastecimiento de la población, se realizaron los aforamientos en las diferentes captaciones. se verifica que en diferentes puntos se tienen tuberías expuestas en mal estado, el reservorio actual cuenta con fisuras.

Debido al sistema actual se tiene la problemática que en la Localidad de Pusi solo se cuenta con agua potable una vez cada dos días, generando la incomodidad en la población.

Tercero: se realizó el estudio hidrogeológico.

En esta etapa de campo se realizó el estudio hidrogeológico para determinar la estratigrafía e identificar el origen del acuífero, se realizó el sondaje eléctrico vertical SEV con la configuración de Schlumberger en tres puntos. Donde se recolectaron datos para el procesamiento en gabinete, este

mediante el software IPI2 WIN, el cual nos permitió determinar la profundidad en la cual se encuentra el acuífero para su perforación.



Figura 13: Equipo geofísico para realizar el SEV.

Fuente: Elaboración propia

Cuarto: Se realizó el análisis de la calidad del agua

En esta etapa de campo se realizó la recolección de la muestra de agua, en el complejo deportivo de la localidad de Pusi esto en colaboración de la Municipalidad Distrital de Pusi, dicha muestra se envió a laboratorio para el análisis Físico-químico bacteriológico, para determinar la calidad del recurso.

Quinto: determinación de los componentes del nuevo sistema

En esta etapa de gabinete se realizó el diseño de los componentes del nuevo sistema los cuales se realizaron según la norma (Norma OS.100, 2008), para lo cual se calcula la población futura, dotación, demanda, estación de bombeo, almacenamiento y red de conducción.

3.6 Método de análisis de datos

De esta manera, el presente trabajo de investigación se empleó un método analítico de estadística inferencial, el cual comprende con la obtención de resultados de las muestras, con la finalidad de caracterizar o dar respuesta

a la población, estos resultados se analizaron en gabinete utilizando las normas vigentes.

3.7 Aspectos éticos

Para la ejecución del trabajo de investigación se respetó y cumplió con la ética y moralidad profesional, desde el enfoque reflexivo, la ética de esta casa de estudios está dirigida a todos lo que formamos parte de ella, tanto como para los docentes y estudiantes, donde se fomenta el respeto a las personas por su integridad y autonomía. Puesto en práctica la reglas y normativas de conducta para el bien común poniendo las cosas en su fin existencial.

IV. RESULTADOS

4.1 Estudio hidrogeológico: Resultados de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV).

En la figura 14 se visualiza la ubicación de los puntos donde se realizó los SEV.



Figura 14: Ubicación de los puntos SEV.

Fuente: Google earth imagen satelital.

La ubicación geográfica de los puntos de sondeo fue obtenida por un GPS marca Garmin, utilizando coordenadas UTM en el sistema WG84, estos datos se muestran en la tabla 5:

Tabla 5: *Coordenadas UTM, sistema WG84*

SEV	ESTE	NORTE	COTA
1	400602	8293053	3740.00
2	400400	8293608	3739.85
3	400204	8292934	3747.42

Fuente: Elaboración propia.

- Sondaje eléctrico vertical (SEV 1)

Se puede apreciar en la figura 15 la estación 1, donde se puede observar la ubicación del equipo e instalación de los accesorios tales como los cables y las estacas, se procedió a tender el cable a ambos lados del equipo de forma equidistante y lineal, se plantaron las estacas y posteriormente se dio corriente al subsuelo para obtener la resistividad, los datos fueron obtenidos con la distancia $AB/2$ de cada medida vs la resistividad de cada punto. Los resultados de las distancias y resistividades se muestran en la tabla 6.



Figura 15: Estación 1 SEV 1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Datos de campo del SEV 1

AB/2	MN	K	I(mA)	V(mV)	R0	SP	R0_RD
2	0.8	15.079643	93.683472	1545.55298	248.778015	60.77779	0.00%
3	0.8	34.7146	97.383896	491.044098	175.043472	20.77143	0.11%
4	0.8	62.203529	139.599686	261.95697	116.724136	19.01393	0.01%
5	0.8	97.54644	76.901276	68.288834	86.621864	18.09005	0.00%
6	0.8	140.743332	95.2733	47.517105	70.195061	16.91568	0.01%
8	0.8	250.699081	73.048996	14.331241	49.183514	16.36075	0.14%
10	0.8	392.07074	142.903061	16.39142	44.971756	15.87901	0.05%
12	0.8	564.858337	115.209724	8.839719	43.339989	15.43310	0.01%
15	0.8	882.94458	64.507179	2.382977	32.617004	15.02830	0.06%
15	6	113.097328	64.369194	22.295984	39.174309	-25.29212	0.08%
20	6	204.727112	28.577732	4.027236	28.848957	-12.16628	0.52%
25	6	322.536835	26.668018	2.253337	27.252777	-10.33965	0.14%
30	6	466.526489	91.047417	5.333622	27.329435	-9.51300	0.04%
35	6	636.696106	90.296799	3.816319	26.909462	-8.71544	0.13%
40	6	833.045593	116.970543	3.705488	26.389891	-7.96030	0.02%
50	6	1304.28455	108.449051	2.428467	29.206421	-6.93014	0.15%
60	6	1880.24316	59.630104	0.894703	28.21158	-6.14000	0.01%
80	6	3346.31958	173.433975	1.357409	26.190458	-4.50757	0.18%
100	6	5231.2749	135.966476	0.629515	24.220453	-3.56931	0.04%

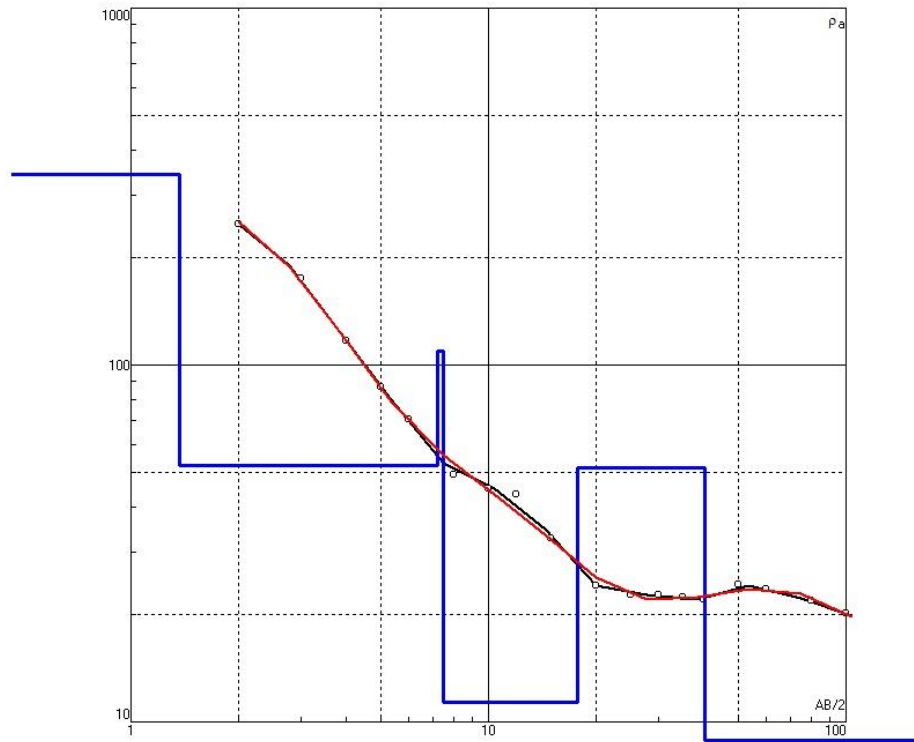
Fuente : Elaboración propia.

Interpretación de los resultados

En el SEV 1, se pudo identificar 6 horizontes geoelectricos, no se evidencio basamento rocoso, el nivel freático en este punto se encuentra por debajo de 1.3 metros de profundidad, las resistividades obedecen a materiales no consolidados, material aluvial, suelo gravoso arenoso, material residual. En la figura 16 se muestra el modelado 1D del SEV, las resistividades por capa y el espesor.

Según el cálculo de inversión se pudo definir que, por debajo de 17 metros de profundidad, existe un acuífero poroso no consolidado, acuífero detrítico.

DATA GRÁFICA CURVA DE RESISTIVIDAD SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL SEV-1



CÁLCULO DE INVERSIÓN

N	ρ	h	d	Alt
1	343	1.37	1.37	-1.368
2	52.4	5.83	7.2	-7.2
3	110	0.301	7.5	-7.50
4	11.4	10.2	17.7	-17.7
5	51.4	22.6	40.3	-40.21
6	7.49			

LEYENDA

— curva de resistividad verdadera con espesores

— curva teórica de ajuste lineal

o o o o o o curva de campo

Figura 16: Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-1

Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

- **Sondaje eléctrico vertical (SEV 2)**

Se puede apreciar en la figura 17 la estación 2, donde se puede observar la ubicación del equipo e instalación de los accesorios tales como los cables y las estacas, se procedió a tender el cable a ambos lados del equipo de forma equidistante y lineal, se plantaron las estacas y posteriormente se dio corriente al subsuelo para obtener la resistividad, los datos fueron obtenidos con la distancia $AB/2$ de cada medida vs la resistividad de cada punto. Los resultados de las distancias y resistividades se muestran en la tabla 7.



Figura 17: Estación 2 SEV 2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Datos de campo del SEV 2

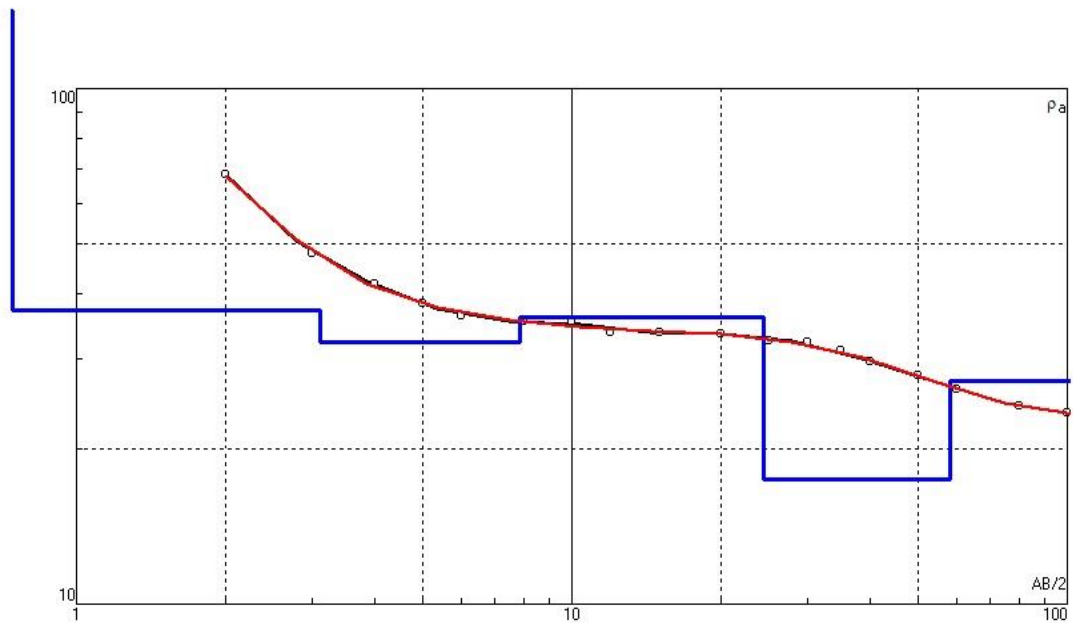
AB/2	MN	K	I(mA)	V(mV)	R0	SP	R0_RD
2	0.8	15.079643	63.864799	343.019287	80.993141	64.45036	0.06%
3	0.8	34.7146	63.549393	104.192612	56.91642	26.38173	0.04%
4	0.8	62.203529	79.983414	63.984753	49.761276	21.3766	0.05%
5	0.8	97.54644	55.400284	25.906431	45.614902	18.64367	0.09%
6	0.8	140.743332	92.092323	28.284983	43.22752	17.1683	0.01%
8	0.8	250.699081	93.761337	15.723413	42.041264	16.08067	0.08%
10	0.8	392.07074	84.354813	9.03271	41.982929	15.30254	0.03%
12	0.8	564.858337	97.977615	6.956708	40.106674	14.91047	0.08%
15	0.8	882.94458	77.249771	3.501383	40.019951	14.45392	0.10%
15	6	113.097328	77.1548	22.955856	33.649845	23.7297	0.08%
20	6	204.727112	77.369911	12.659467	33.497982	-3.42171	0.00%
25	6	322.536835	89.053719	8.961103	32.455532	-12.51994	0.01%
30	6	466.526489	131.80864	9.089984	32.17329	-15.09259	0.01%
35	6	636.696106	123.06588	5.989674	30.988283	-16.66898	0.04%
40	6	833.045593	204.836487	7.27859	29.601099	-17.45158	0.23%
50	6	1304.28455	180.926575	3.843699	27.708879	-17.95915	0.14%
60	6	1880.24316	176.499054	2.452493	26.126404	-17.77233	0.05%
80	6	3346.31958	61.112144	0.442292	24.218561	-17.33933	0.12%
100	6	5231.2749	191.358597	0.85828	23.463413	-16.92314	0.49%

Fuente : Elaboración propia.

Interpretación de los resultados

En el SEV 2, se pudo identificar 6 horizontes geoelectricos, no se evidencio basamento rocoso, el nivel freático en este punto se encuentra por debajo de 0.7 metros de profundidad, las resistividades obedecen a materiales no consolidados, material aluvial, suelo gravoso arenoso, material residual. En la figura 18 se muestra el modelado 1D del SEV, las resistividades por capa y el espesor. Se puede definir que por debajo de 3.1 metros de profundidad, existe un acuífero poroso no consolidado, acuífero detrítico.

DATA GRÁFICA CURVA DE RESISTIVIDAD SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL SEV-2



CALCULO DE INVERSIÓN

N	ρ	h	d	Alt
1	141.5	0.7239	0.7239	0.7239
2	37.15	2.384	3.107	-3.107
3	32.16	4.73	7.837	-7.837
4	35.92	16.54	24.37	-24.37
5	17.43	33.46	57.83	-57.83
6	27.06			

LEYENDA

— *curva de resistividad verdadera con espesores*
— *curva teórica de ajuste lineal*
o *curva de campo*

Figura 18: Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-2
 Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

- **Sondaje eléctrico vertical (SEV 3)**

Se puede apreciar en la figura 19 la estación 6, donde se puede observar la ubicación del equipo e instalación de los accesorios tales como los cables y las estacas, se procedió a tender el cable a ambos lados del equipo de forma equidistante y lineal, se plantaron las estacas y posteriormente se dio corriente al subsuelo para obtener la resistividad, los datos fueron obtenidos con la distancia $AB/2$ de cada medida vs la resistividad de cada punto. Los resultados de las distancias y resistividades se muestran en la tabla 8.



Figura 19: Estación 3 SEV 3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Datos de campo del SEV 3

AB/2	MN	K	I(mA)	V(mV)	R0	SP	R0_RD
2	0.8	15.079643	74.729836	778.48114	157.088867	81.72620	0.03%
3	0.8	34.7146	76.532494	305.063507	138.37439	17.55329	0.13%
4	0.8	62.203529	50.064007	101.746872	126.418098	14.63787	0.08%
5	0.8	97.54644	39.882492	52.800499	129.141037	12.94149	0.16%
6	0.8	140.743332	44.177986	42.451305	135.241135	11.70802	0.20%
8	0.8	250.699081	82.596565	48.400364	146.905884	10.53603	0.02%
10	0.8	392.07074	99.565643	37.648335	148.251877	9.88489	0.12%
12	0.8	564.858337	140.014252	37.748383	152.287903	9.26835	0.05%
15	0.8	882.94458	21.079924	3.527271	147.741669	8.59592	0.02%
15	6	113.097328	21.074411	27.03327	145.075974	-36.31406	0.01%
20	6	204.727112	42.147747	27.748762	134.78595	-6.11644	0.00%
25	6	322.536835	121.965721	49.90424	131.971054	-4.67141	0.06%
30	6	466.526489	221.979599	60.216705	126.555161	-4.24512	0.08%
35	6	636.696106	159.641037	30.305111	120.865807	-3.88590	0.02%
40	6	833.045593	149.554077	19.962831	111.196709	-3.75580	0.07%
50	6	1304.28455	114.002403	8.125283	92.960098	-3.63028	0.06%
60	6	1880.24316	120.286995	5.086976	79.515945	-3.56965	0.09%
80	6	3346.31958	126.044785	2.519461	66.888161	-3.58466	0.13%
100	6	5231.2749	168.045883	2.057918	64.062706	-3.63432	0.24%

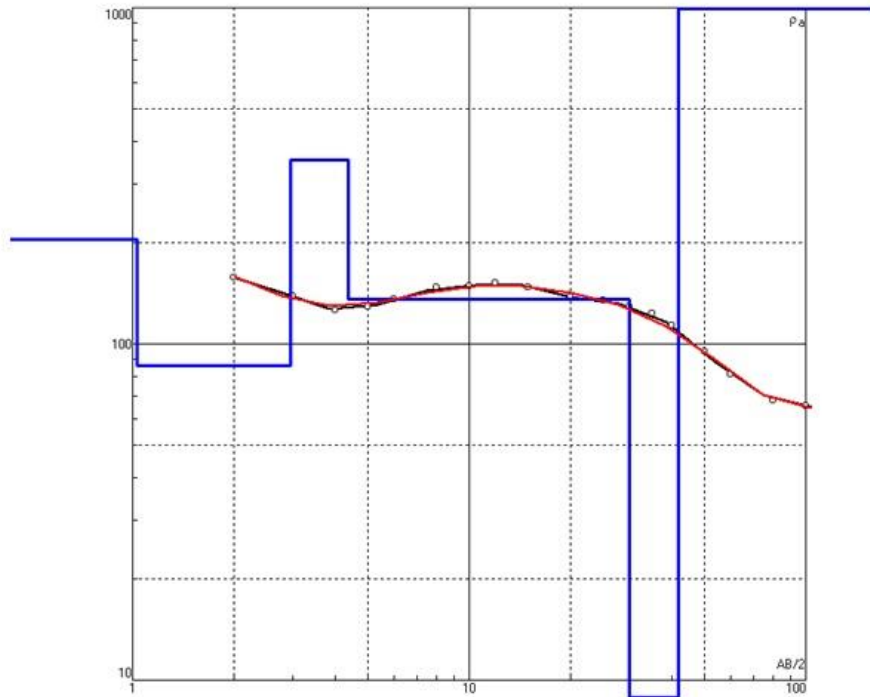
Fuente : Elaboración propia.

Interpretación de los resultados

En el SEV 03, se pudo identificar 6 horizontes geoelectricas, se evidencio basamento rocoso por debajo de 41.8 metros de profundidad, de 2.9 a 4.3 metros de profundidad, por la resistividad que presenta este estrato se puede definir como bolonería de roca y el nivel freático, que en este punto se encuentra por debajo de 4.3 metros de profundidad, las resistividades obedecen a materiales no consolidados por encima de los 41.8 metros de profundidad, material aluvial, suelo gravoso arenoso, material residual, roca fracturada o boloneria. En la figura 20 se muestra el modelado 1D del SEV, las resistividades por capa y el espesor.

Se puede identificar un Acuífero Fisurado por debajo de 29 metros de profundidad.

DATA GRÁFICA CURVA DE RESISTIVIDAD SONDAJE ELÉCTRICO VERTICAL SEV-3



CALCULO DE INVERSIÓN

N	ρ	h	d	Alt
1	205.2	1.033	1.033	-1.033
2	86.05	1.907	2.94	-2.939
3	352.9	1.425	4.364	-4.364
4	136.1	25.44	29.81	-29.80
5	7.601	12.07	41.88	-41.87
6	1025			

LEYENDA	
—	<i>curva de resistividad verdadera con espesores</i>
—	<i>curva teórica de ajuste lineal</i>
000000	<i>curva de campo</i>

Figura 20: Curva de resistividad y cálculo de inversión SEV-3.

Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

Con los Sondeos Eléctricos Verticales se procedió a realizar tres perfiles geológicos.

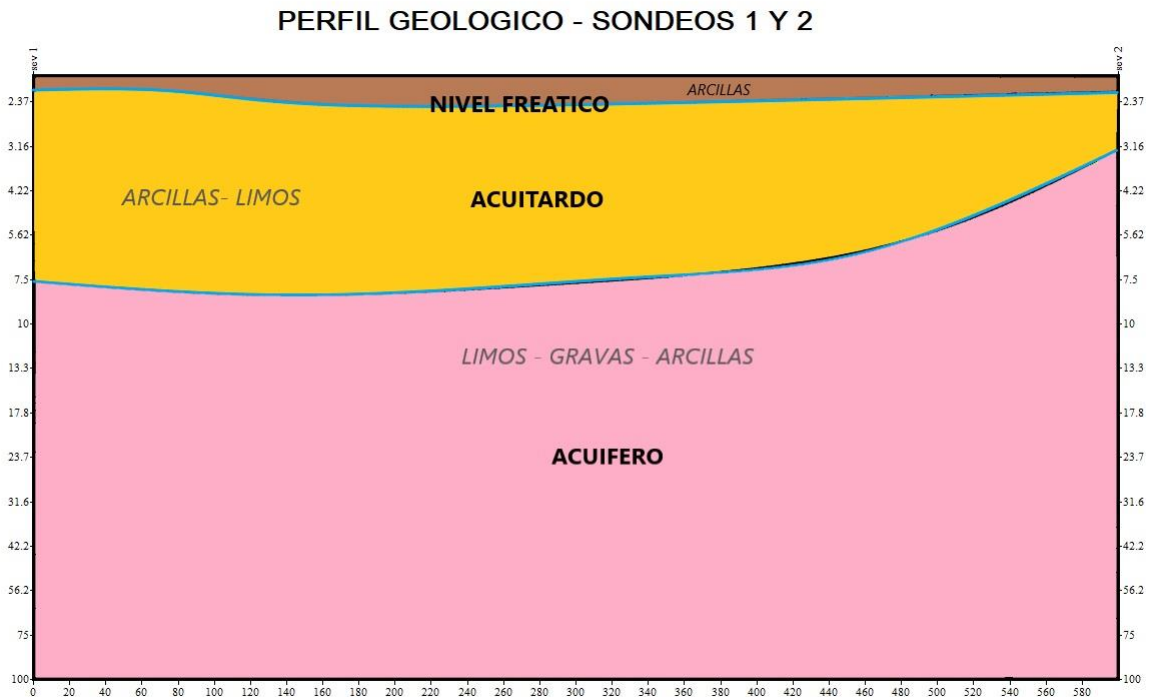


Figura 21: Perfil geológico entre los SEV 1-2

Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

En la figura 21 se logró apreciar el perfil geológico entre los SEV 1-2, interpretando las profundidades de las formaciones hidrogeológicas presentes en la zona. En la parte superior una capa de arcilla sin presencia de agua, por debajo de 1 metro de profundidad aproximadamente se puede encontrar el nivel freático entre estos dos Sondeos Eléctricos Verticales; por debajo de este nivel, se puede definir al estrato saturado que se encuentra de 1 a 7 metros de profundidad aproximadamente como Acuitardo, teniendo en consideración la presencia de limos y arcillas presentes allí; por debajo del acuitardo se puede observar la presencia de un Acuífero Detrítico o definido también como Acuífero poroso no consolidado, dado que las litologías que se encuentran en el sector solamente presentan porosidad primaria, típicos de materiales aluviales, éste se encuentra por debajo de los 7 metros de profundidad, hasta la profundidad de exploración que son

aproximadamente 60 metros. Este Acuífero es potencialmente explotable para la Localidad de Pusi.

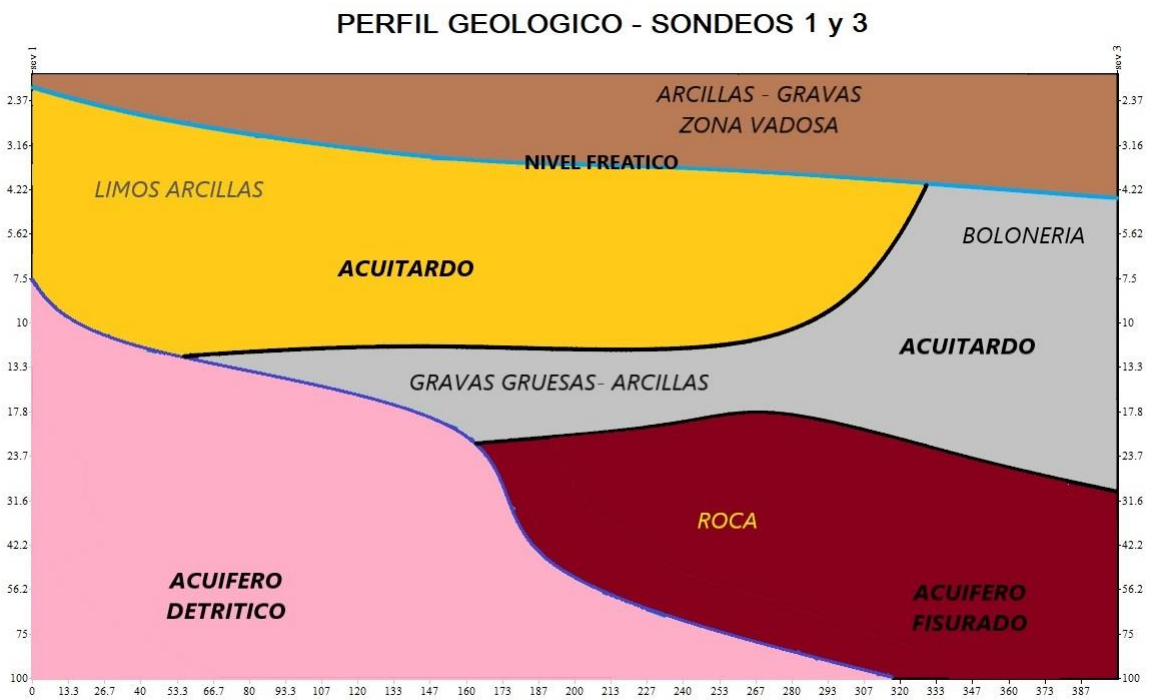


Figura 22: Perfil geológico entre los SEV 1-3

Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

En la figura 22 se logró apreciar el perfil geológico de los SEV 1-2, interpretando las profundidades de las formaciones hidrogeológicas presentes en la zona de estudio. En la parte superior una capa de arcilla sin presencia de agua, parte de la zona vadosa, de 1 a 4 metros de profundidad aproximadamente se puede encontrar el nivel freático entre estos dos sondeos eléctricos verticales; por debajo de este nivel, se puede definir al estrato saturado que se encuentra de 1 a 29 metros de profundidad aproximadamente como Acuitardo, hacia el sondeo eléctrico vertical 1, un terreno más arcilloso limoso, y hacia el sondeo eléctrico vertical 2 un material más arcilloso gravoso; por debajo del acuitardo se puede observar la presencia de un Acuífero Detrítico donde se encuentra en sondeo eléctrico vertical 1 y un Acuífero Fisurado en el sondeo eléctrico vertical 2, hasta la profundidad de exploración que son aproximadamente 60 metros. Estos Acuíferos son potencialmente explotables para la Localidad de Pusi.

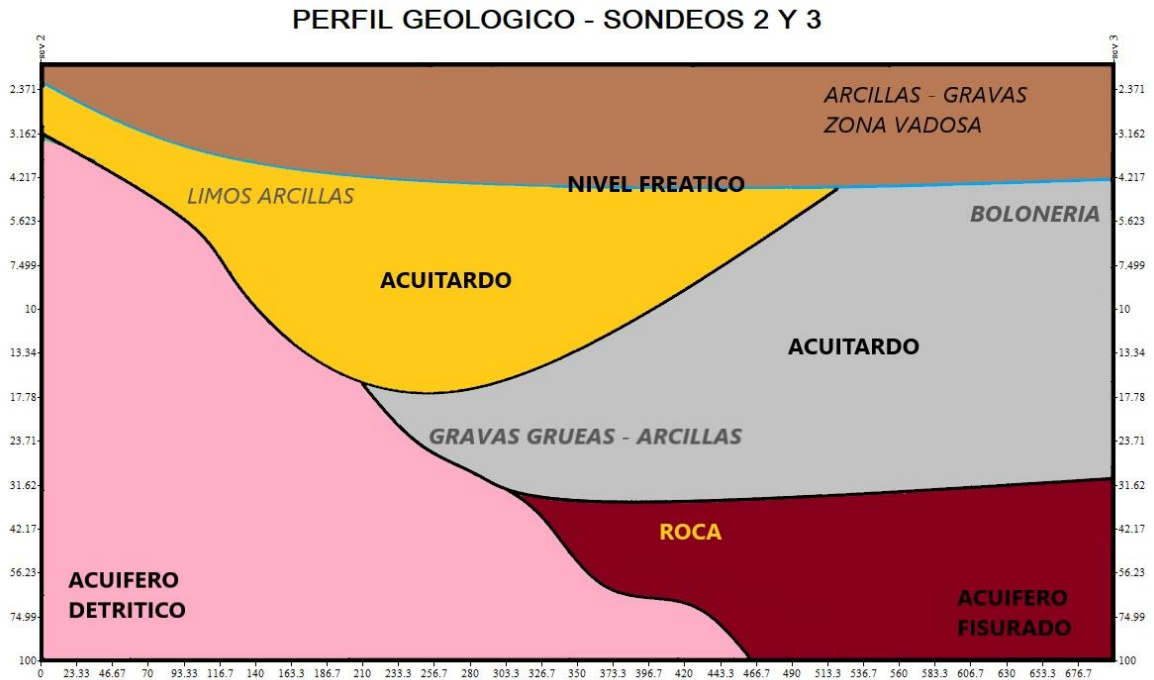


Figura 23: Perfil geológico entre los SEV 2-3
Fuente: Datos obtenidos del software IPI2WIN.

En la figura 23 se logró apreciar en el perfil geológico interpretado, las profundidades de las formaciones hidrogeológicas presentes en la zona de estudio. En la parte superior una capa de arcilla sin presencia de agua, parte de la zona vadosa, de 1 a 4 metros de profundidad aproximadamente se puede encontrar el nivel freático entre estos dos sondeos eléctricos verticales; por debajo de este nivel, se puede definir al estrato saturado que se encuentra de 1 a 29 metros de profundidad aproximadamente como acuitardo, hacia el sondeo eléctrico vertical 2, un terreno más arcilloso limoso, y hacia el sondeo eléctrico vertical 3 un material más arcilloso gravoso; por debajo del acuitardo se puede observar la presencia de un acuífero detrítico donde se encuentra en sondeo eléctrico vertical 2 y un acuífero fisurado en el sondeo eléctrico vertical 3, hasta la profundidad de exploración que son aproximadamente 60 metros. estos Acuíferos son potencialmente explotables para la Localidad Pusi.

Capacidad del pozo de exploración

El pozo de exploración se definió gracias al estudio hidrogeológico según los resultados. Según los sondajes eléctricos verticales realizados se tuvo como resultado que en sev 1 el acuífero subterráneo se encuentra a una profundidad de 17m, en el sev 2 el acuífero se encuentra a 3.1m de profundidad, ambos acuíferos se encuentran abastecidos en su totalidad por agua del Lago Titicaca, en cambio el sev 3 se encuentra en la parte superior en el cual se encuentra un acuífero fisurado a 30m de profundidad, el acuífero fisurado por lo general presenta mejor calidad en el recurso hídrico, se espera una producción de alrededor 3 a 5 lt/s, datos referenciales tomados del complejo deportivo de la Localidad de Pusi que cuenta con un pozo existente. El pozo de exploración debe contar con un diámetro mayor, se debe reservar el 25% por técnicas razones, por lo que tendríamos un caudal útil de aproximadamente de $Q=7.00\text{lt/s}$. la perforación del pozo debe de llegar hasta los 30 m de profundidad, por lo cual tendremos que el rendimiento del pozo llegara a los 5-7 lt/s, este estimado se debe ratificar por pruebas dinámicas a la que el pozo debe ser sometido, la estimación anterior es en base a un pozo de diámetro de 12 pulgadas, se puede obtener un mayor caudal ampliando el área de captación o diámetro de la perforación, de ser el caso se lograría un mejor rendimiento superando los 7 lt/s.



Figura 24: Vista del bombeo de agua.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Examen físico-químico micro bacteriológico: Resultados de laboratorio del agua subterránea obtenida.

En la localidad Pusi el 50% de la población se vienen abasteciendo del sistema actual, presentando problemas con el flujo del recurso hídrico debido a que los manantiales actuales no cuentan con el aforo suficiente para el consumo de la población por ende el flujo del servicio es inter diario, el 20% de la población se viene abasteciendo de pozos tubulares artesanales, según la encuesta realizada, el consumo de agua por pozos tubulares no cuenta con un estudio previo de calidad de agua, razón por la cual la población vulnerable sufre de enfermedades gastrointestinales, el reglamento de calidad de agua definen un rango de LMP para que no ocasionen problemas para la salud.

Para la recolección de la muestra se realizó en el complejo deportivo de la Localidad que encuentra a 100 metros de distancia del punto de sondeo eléctrico vertical 3, con la finalidad de analizar la calidad del agua. La muestra recogida se analizó en los Laboratorios Analíticos del Sur, los resultados de laboratorios se compararon con los LMP de la normativa del MS.

En la tabla 9 se aprecian los LMP según el reglamento de calidad de agua.

Tabla 9: *LMP de parámetros de calidad organoléptica*

Parámetros	Unidad	LMP
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 - 8.5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
Cloruros	mg Cl - L ⁻¹	250
Sulfatos	mg SO ₄ = L ⁻¹	250
Dureza total	mg CaCO ₃ L ⁻¹	500
Amoniaco	mg N L ⁻¹	1.5
Hierro	mg Fe L ⁻¹	0.3
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0.4
Aluminio	mg Al L ⁻¹	0.2
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
Sodio	mg Na L ⁻¹	200

Fuente : Reglamento de la calidad de agua, Dirección General de Salud, 2009.

Tabla 10: *LMP de parámetros microbiológicos.*

Parámetros	Unidad	LMP
Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44.5°C	0 (*)

Fuente: Reglamento de la calidad de agua, Dirección General de Salud, 2009.

Tabla 11: Resultados de análisis físico-químico de la muestra.

Parámetros	Unidad	Resultados
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	1
Turbiedad	UNT	3.98
pH	Valor de pH	7.4
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1486
Sólidos totales disueltos	mgL-1	940
Cloruros	mg Cl - L-1	98.9
Sulfatos	mg SO ₄ = L-1	150
Dureza total	mg CaCO ₃ L-1	420
Amoniaco	mg NH ₃ L-1	0.439
Hierro	mg Fe L-1	0.281
Manganeso	mg Mn L-1	0.01492
Aluminio	mg Al L-1	0.125
Cobre	mg Cu L-1	0.000289
Zinc	mg Zn L-1	0.0031
Sodio	mg Na L-1	82

Fuente: Laboratorios analíticos del sur.

Después de realizado el ensayo físico-químico por medio de los Laboratorios Analíticos del Sur, de la tabla 11 se apreció que en el parámetro de olor el resultado fue aceptable, el parámetro de sabor el resultado fue aceptable, el parámetro de color tuvo un resultado de 1 UCV que se encuentra en un rango permisible, el parámetro de turbiedad se consiguió un resultado de 3.98 UNT que se encuentra dentro del LMP, el parámetro de pH resulto 7.4 que está dentro del LMP que es 6.5 – 8.5, por otro lado la conductividad resulto 1486 µmho/cm que está dentro del LMP que es de 1500 µmho/cm, los sólidos totales disueltos resulto 940 mgL-1 que está dentro del límite que es de 1000 mgL-1, se tuvo también el parámetro de cloruros que resulto 98.9 mg Cl - L-1 que está dentro del LMP que el máximo es 250 mg Cl - L-1, el parámetro de sulfatos resulto 150 mg SO₄ = L-1 dicho resultado se encuentra dentro del límite permisible que es 250 SO₄ = L-1, el parámetro de dureza total resulto 420 mg

CaCO₃ L-1 este parámetro tiene como límite 500 mg CaCO₃ L-1, el parámetro de amoníaco tuvo como resultado 0.439 mg NH₃ L-1 que está dentro del LMP que es 1.5 mg NH₃ L-1, por otro lado el hierro resulto 0.281 mg Fe L-1, por otro lado se tuvo el parámetro de manganeso con un resultado de 0.01492 mg Mn L-1 que está dentro del LMP que es de 0.4 mg Mn L-1, el parámetro de aluminio resulto 0.125 mg Al L-1 que está dentro del LMP que es 0.2 mg Al L-1, el parámetro de cobre resulto 0.000289 mg Cu L-1 que está dentro del límite permisible que es 2.0 mg Cu L-1, el parámetro de zinc resulto 0.0031 mg Zn L-1 que se encuentra dentro del LMP que es de 3.0 mg Zn L-1, por último se tiene el parámetro de sodio resulto 82 mg Na L-1 el cual se encuentra dentro del límite permisible que es de 200 mg Na L-1.

Los valores obtenidos nos ayudaron a comprender la calidad del agua para la viabilidad del presente trabajo de investigación, en el anexo 6 se aprecian los resultados del laboratorio.

Tabla 12: *Resultados de análisis microbiológico de la muestra.*

Parámetros	Unidad	Resultados
Bacterias coliformes totales	NMP/100 mL	420
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100 mL	650

Fuente: laboratorios analíticos del sur.

De la tabla 12 podemos ver los resultados del análisis microbiológico, donde se obtuvo el resultado del parámetro de bacterias coliformes totales es 420 NMP/100 MI, y bacterias coliformes termotolerantes o fecales es de 650 NMP/100 mL, ambos análisis superan el LMP que debe encontrarse normalmente 0 NMP/100 mL, estos valores nos ayudaron a identificar la calidad del recurso hídrico, los resultados se pueden verificar en el anexo 6.

4.3 Diseño de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

- Población actual

La población actual es a cantidad de familias y habitantes que en la actualidad residen en la zona de estudio, este valor fue determinado mediante el empadronamiento social de las familias teniendo como promedio a 4 habitantes por familia, los resultados se muestran en la tabla 13.

Tabla 13: Número de familias y habitantes de la localidad de Pusi.

Barrio	N° de Familias	N° de Habitantes	% de Población
Pusi Central	98.00	392.00	29%
Los Pinos	80.00	320.00	24%
03 de Mayo	66.00	264.00	20%
Pampilla	93.00	372.00	28%
Total	409	1348	

Fuente: Elaboración propia.

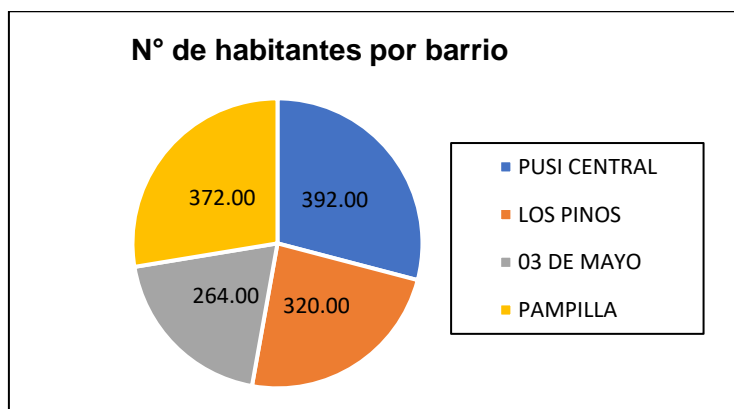


Figura 25: Número de habitantes por barrio

Fuente : Elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 13, se puede apreciar que tenemos una población actual total de 1,348 hab., en la figura 25 apreciamos el número de habitantes por barrio en la localidad de Pusi.

- **Población futura**

Se realizó la prospección de la población futura mediante el método aritmético, teniendo como datos los censos realizados en el 2007 y 2017 por el INEI y el padrón de beneficiarios del año 2022.

Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento poblacional, índice que expresa el crecimiento o disminución de la población de una determinada área, durante un periodo establecido.

Teniendo como base la población intercensal de la localidad se consideró los datos estadísticos según el censo INEI de los años 2007, 2017 y padrón de beneficiarios del año 2022 para la localidad de Pusi, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14: *Población según censos nacionales*

Censo INEI (año)	Población (hab)
2007	902
2017	1047
2022	1348

Fuente: Censos Nacionales y padrón de beneficiarios.

La tasa de crecimiento se mide a partir de una tasa de promedio anual de crecimiento, expresado mediante la siguiente relación:

$$r = \left(\frac{Pa}{Pi} - 1 \right) / t$$

Donde:

t : tiempo intercensal

Criterios utilizados para la elección de la tasa de crecimiento

- Criterio 1: Se considero la tasa intercensal entre los censos 2007 y 2017.
- Criterio 2: se consideró la tasa que más se acerque a la curva formada por los censos del INEI 2007 y el padrón de beneficiarios de la localidad.

- Criterio 4: Se considero la tasa entre censo del INEI del 2017 y el padrón de beneficiarios de la localidad.
- Criterio 4: Se considero la tasa entre censo del INEI del 2007, 2017 y el padrón de beneficiarios de la localidad.

En la tabla 15 se muestra los resultados del proceso de la combinación de dos censos.

Tabla 15: *Combinación con dos censos*

CURVA	CENSOS		TASA DE CRECIMIENTO (r)
Pf 1	2007	2017	1.61%
Pf 2	2007	2022	3.30%
Pf 3	2017	2022	5.75%

Fuente : Elaboración propia.

La tabla 16 muestra el resultado de la combinación de los tres censos.

Tabla 16: *Combinación con tres censos*

CURVA	CENSOS			TASA DE CRECIMIENTO (r)
Pf 4	2007	2017	2022	2.99%

Fuente : Elaboración propia.

De la tabla 17 podemos apreciar el comportamiento histórico de la población para los años censales, con respecto al método aritmético. De la cual tenemos la Pf 2, con una tasa de crecimiento de 3.30%, población actual de 1,348 hab.

Tabla 17: Población histórica para los años censales.

curva	tasa	Población histórica para los años censales			sumatoria	diferencia
		2007	2017	2022		
censo		902.00	1,047.00	1,348.00	3297	
Pf 1	1.61%	1,086.11	1,247.71	1,348.00	3682	385
Pf 2	3.30%	902.00	1,157.26	1,348.00	3407	110
Pf 3	5.75%	723.77	1,047.00	1,348.00	3119	178
Pf 4	2.99%	930.78	1,172.77	1,348.00	3452	155

Fuente: Elaboración propia.

- **Proyección poblacional**

La proyección poblacional nos determinó la población de diseño, usando el método aritmético que obedece a la siguiente relación:

$$Pf = Pa (1 + r * t)$$

Donde:

Pf = Población Futura.

Pa = 1,348 hab

r = 3.30%

t = 20 años

Se aplicó la tasa de crecimiento, donde se encontró la población objetivo, se realizó la proyección de la población para los 20 años.

Tabla 18: *Proyección de la población*

Periodo	Año	Población Total
0	2022	1348
1	2023	1388
2	2024	1429
3	2025	1469
4	2026	1509
5	2027	1549
6	2028	1590
7	2029	1630
8	2030	1670
9	2031	1711
10	2032	1751
11	2033	1791
12	2034	1831
13	2035	1872
14	2036	1912
15	2037	1952
16	2038	1993
17	2039	2033
18	2040	2073
19	2041	2113
20	2042	2154

Fuente: Elaboración propia.

- **Dotación de agua**

Con la finalidad de validar la dotación para el proyecto de la zona de influencia, se tuvo como referencia las dotaciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones, norma OS.100 como se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: *Dotación diaria por habitante según R.N.E.*

POBLACIONES	CLIMA	
	FRIO	TEMPLADO Y CÁLIDO
Poblaciones en general con conexiones domiciliarias.	180 l/h/d	220 l/h/d
Programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90m ² .	120 l/h/d	150 l/h/d
Sistemas indirectos.	30 l/h/d	50 l/h/d

Fuente: (Norma OS.100, 2008)

- **Determinación de caudal de diseño**

Consumo diario de la población

Consumo de usuarios domésticos: Para este punto se consideró un valor de dotación de 180 lt/hab/día; dicho valor se obtuvo de la tabla 18, esto en consideración de la Norma OS.100 del R.N.E.

Consumo de usuarios no domésticos: En la zona de estudio se pudo destacar como consumo no domestico a dos tipos de consumo, como son el consumo social y consumo público, se determinó el consumo no domestico según el R.N.E. de la Norma IS.010 instalaciones sanitarias para edificaciones que se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: *Dotación de agua para usuarios no doméstico.*

TIPO DE CONSUMO	DESCRIPCIÓN	RNE – I.S. 0.10 INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES
CONSUMO SOCIAL	Posta de salud	La dotación de agua para locales de salud como: Consultorios médicos de 500 L/d por Consultorio.
	Instituciones educativas	La dotación de agua para instituciones educativas será de 50 Lt. por persona por día.
	Salón comunal	La dotación de agua para salones de exposición es de 1 Lt. por espectador por día.
CONSUMO PUBLICO	Parques y jardines	La dotación de agua de riego de jardines será de 2 Lt. por m2 por día.

Fuente: R.N.E.

Consumo por pérdidas de red: En el proyecto se usó el 10 % por consumo de pérdidas.

Consumo promedio diario (Qm):

$$Q_m = \frac{Pf * Dotación (D)}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:

Qm = Consumo promedio diario actual (lt/s)
Pf = 2,154 hab
D = 180 (Lt/hab/día)

Por lo tanto, se realizó el cálculo correspondiente

$$Q_m = \frac{2,154 \text{ hab} * 180 \text{ lt/hab /día}}{86,400 \text{ s/día}}$$

$$Q_m = 4.49 \text{ lt/s}$$

Usuarios no domésticos

Se uso la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{N(CULSP * DLSP)}{86400 \text{ s/día}}$$

Dónde:

Qm = Consumo promedio diario actual (lt/s)
N = Número de locales sociales y públicos.
CULSP = Cantidad de usuarios de locales sociales y públicos.
DLSP = Dotación de locales sociales y públicos.

Tabla 21: Consumo promedio diario de usuarios no domésticos.

TIPO DE CONSUMO	DESCRIPCIÓN		N° DE VECES	DOTACIÓN	CANT.	Qm (Lt/s)
CONSUMO SOCIAL	POSTA DE SALUD	Consultorio medico	1	500 Lt/ consultorio/día	1	0.01
		Consultorio obstétrico	1	500 Lt/ consultorio/día	1	0.01
		Consultorio AIS NIÑO	1	500 Lt/ consultorio/día	1	0.01
		Tópico	1	500 Lt/ consultorio/día	1	0.01
		Farmacia	1	500 Lt/ consultorio/día	1	0.01
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS	IEI N° 90 Pusi	1	50 Lt/ alumno/día	37	0.02
		IEP N° 72308 Juan Bautista Dueñas	1	50 Lt/ alumno/día	96	0.05
		IES Pusi	1	50 Lt/ alumno/día	179	0.10
	SALÓN COMUNAL		3	1 Lt/ asistente/día	100	0.01
CONSUMO PUBLICO	PARQUES Y JARDINES		1	2 Lt/m2/día	900	0.02
TOTAL						0.25

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones R.N.E.

Por lo tanto, el consumo promedio diario – usuarios no domésticos es:

$$Q_m = 0.25 \text{ lt/s}$$

Perdidas en la red

Es el 10% (valor adoptado) del consumo total (usuarios domésticos y no domésticos); es decir:

$$Q_{m-perdidas} = \frac{10}{100} (Q_{m-domesticos} + Q_{m-no domesticos})$$

$$Q_{m-perdidas} = \frac{10}{100} (4.49 + 0.25)$$

$$Q_{m-perdidas} = 0.47 \text{ lt/s}$$

Consumo promedio diario total

Se determino el consumo promedio diario total con la siguiente relación:

$$Q_{m-total} = (Q_{m-domesticos} + Q_{m-no domesticos} + Q_{m-perdidas})$$

$$Q_{m-total} = (4.49 + 0.25 + 0.47)$$

$$Q_{m-total} = 5.21 \text{ lt/s}$$

Consumo máximo diario (Qmd)

Coeficiente de variación de consumo máximo diario (K1): Este se determinó por una serie de observaciones representativas de la variación del consumo por varios años, el cual viene a ser el mayor consumo en un solo día entre el consumo durante varios años.

Según R.N.E. (Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria), recomienda el valor de 1.30 para la determinación de la demanda máxima diaria. (Norma OS.100, 2008).

Según el texto "Agua potable para poblaciones rurales", nos dice que se considerará entre el 1.20 y 1.50 del consumo promedio diario anual (Qm), recomendándose el valor promedio de 1.30. (Agüero, 2007).

De lo anterior tenemos la siguiente relación:

$$Q_{md} = K_1 * Q_{m-total}$$

$$Q_{md} = 1.30 * 5.21 \text{ lt/s}$$

$$Q_{md} = 6.77 \text{ lt/s}$$

Consumo máximo horario (Qmh)

Coeficiente de variación de consumo máximo horario (K2): Este valor nos da el mayor volumen consumido en una determinada hora del día de máximo consumo dividido por el consumo durante varios años promedio observado.

Según R.N.E. (Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria), recomienda un valor de 1.80 a 2.50 para la determinación de la demanda máxima diaria. (Norma OS.100, 2008).

Para la operación de utilizo $K_2=2.5$

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{m-total}$$

$$Q_{mh} = 2.5 * 5.21 \text{ lt/s}$$

$$Q_{md} = 13.03 \text{ lt/s}$$

En la tabla 22 se muestran los resultados de los criterios de diseño.

Tabla 22: Resultado de los criterios de diseño.

Año	P. Futura (hab)	Dotación (lt/hab/d)	Q promedio diario (Qm) (lt/s)	Q máximo diario (Qmd) (lt/s)	Q máximo horario (Qmh) (lt/s)
2042	2,154	180	4.49	6.77	13.03

Fuente: Elaboración propia.

- Reservoirio

Volumen de regulación: Del planteamiento hidráulico, se concluyó que el sistema planteado será continuo, por lo que es válido usar la Guía de criterios de diseño. En este proyecto se calculó conservadoramente con un volumen de regulación de 20%. del consumo promedio diario.

$$Vr = \frac{Pf * Dot * 0.25}{1000}$$

$$Vr = \frac{2,154 * 180 * 0.25}{1000}$$

$$Vr = 96.93 \text{ m}^3$$

Volumen contraincendios: En el área de estudio se tuvo una población menor a 10 000 habitantes, por lo que no se considero este item.

Volumen de reserva: Para el volumen adicional de reserva e imprevistos se tomó como seguridad el 10% del volumen de regulación y volumen contra incendio.

$$Vres = 0.10(Vr + Vi)$$

$$Vres = 0.10(96.93 + 0)$$

$$Vres = 9.69 \text{ m}^3$$

Volumen total del reservorio: Fue determinado por la siguiente expresión:

$$Vt = Vr + Vi + Vres$$

$$Vt = 96.93 + 0 + 9.69$$

$$Vt = 106.62 \text{ m}^3$$

Se tomo el valor aproximado de 107 m³.

Caudal de bombeo: Se encuentra mediante la siguiente fórmula.

$$Qb = Qmd * \frac{24}{N}$$

Dónde:

Qb : caudal de bombeo (lt/s)

Qmd : caudal máximo diario (lt/s)

N : Numero de hora de Bombeo, (6 horas).

Por lo tanto, el caudal de bombeo resulto:

$$Qb = 27.08 \text{ lt/s}$$

Diámetro de tubería de impulsión: Se halló la tubería de impulsión con el caudal de bombeo.

$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * Qb^{0.45}$$

Donde:

D : Diámetro de tubería de impulsión

N : Numero de hora de bombeo

Qb : Caudal de bombeo (lt/s)

Por lo tanto, el diámetro de tubería resultó:

$$D = 0.133 \text{ m}$$

Velocidad media de flujo:

$$V = 4 * \frac{Qb}{\pi * Dc^2}$$

Dónde:

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

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

Qb : Caudal de bombeo (m³/s).

Por lo tanto, el diámetro de tubería resultó:

$$V = 1.93 \text{ m/s}$$

Perdida de carga:

Por tramo:

$$hf = \frac{10.64 * L(Qb^{1.85})}{C * D^{4.87}}$$

Dónde:

L : Longitud de la tubería (m)

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

Qb : Caudal de bombeo (m³/s).

C : Factor de fricción=150

Hf : Perdida por Fricción

Por lo tanto, la perdida de carga resulto:

$$h_f = 1.52 \text{ m}$$

Por accesorios:

$$h_L = \frac{8 * K * Qb^2}{g * \pi * D^2}$$

Dónde:

K : Sumatoria de accesorios de fricción de accesorios

D : Diámetro de impulsión (m).

Qb : Caudal de bombeo (m³/s).

g : Aceleración de la gravedad=9.81 m/s²

h_L : Perdida local

Por lo tanto, la perdida por accesorios resulto:

$$h_L = 0.11 \text{ m}$$

Pérdida total:

$$H_{ft} = h_f + h_L$$

$$H_{ft} = 1.63 \text{ m}$$

Altura dinámica total:

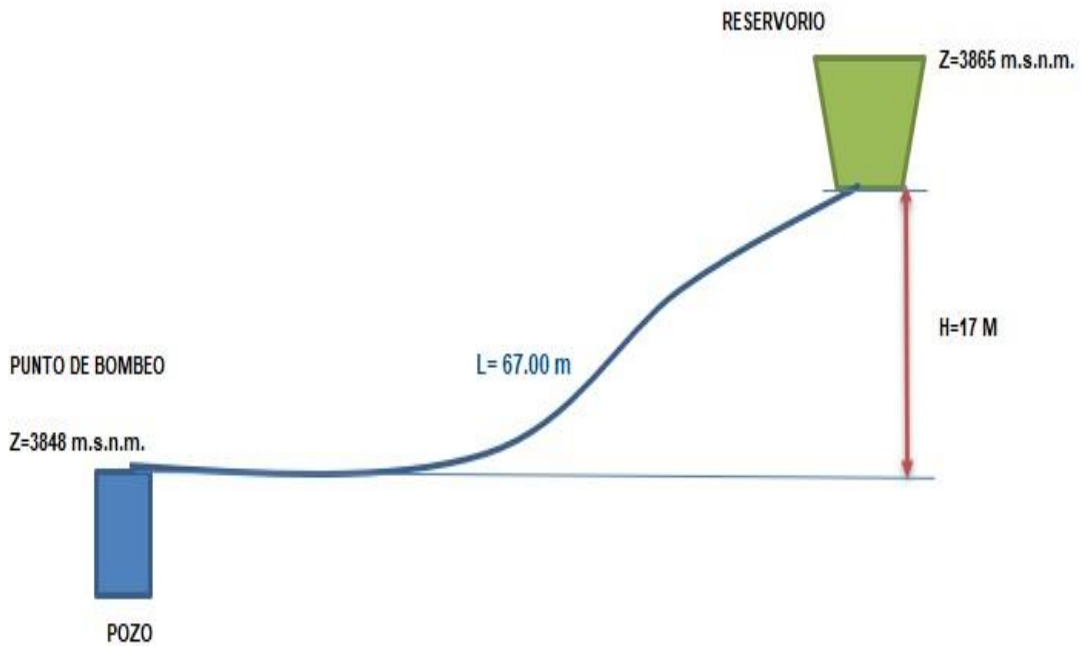


Figura 26: Longitud de tubería y altura estática.

Fuente : Elaboración propia.

$$HDT = He + Hft - Ps$$

Dónde:

He : Altura estática=17m

Hft : Pérdida total =1.63

Ps : Presión de salida= 2.0m

Por lo tanto, la HDP resulto:

$$HDT = 20.63 m$$

Equipo de bombeo:

$$Pb = \frac{\gamma * Qb * HDT}{75 n}$$

Dónde:

γ : Peso específico del agua =1000kg/m³

n : $n_1 \cdot n_2$

n_1 : Eficiencia del motor= 70% $<n_1<$ 85%

n_2 : Eficiencia de la bomba= 85% $<n_2<$ 90%

Por lo tanto, la potencia resulto:

$$Pb = 10.64 \text{ hp}$$

$$Pb = 10.00 \text{ hp} \dots\dots\dots \text{hp comercial}$$

- **Cálculo solar**

Para el cálculo de paneles solares necesarios para una bomba de 10 hp de potencia se utilizó la siguiente relación:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{Pb * 1.3}{WP}$$

Dónde:

Pb : potencia de la bomba (wh)

Wp : capacidad en (wh) del panel solar, (las especificaciones técnicas del panel solar en el anexo 8) =340wh

Se realizó primeramente la conversión de la potencia de la bomba en wh.

$$1 \text{ hp} = 750 \text{ wh}$$

$$10 \text{ hp} = 7500 \text{ wh}$$

Tenemos que el número de paneles es:

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = \frac{7500 * 1.3}{340}$$

$$N^{\circ} \text{ de paneles} = 29 \text{ paneles solares}$$

- **Contrastación de hipótesis**

De acuerdo a la hipótesis decimos que:

Teniendo los resultados de la investigación podemos aceptar la hipótesis debido a que se encontró acuíferos subterráneos en la zona de estudio mediante el estudio hidrogeológico donde se realizaron 3 sondajes eléctricos verticales y se terminó que el sondaje eléctrico vertical 3 es más aceptable para la realización de un pozo de exploración, de acuerdo a los resultados del análisis físico – químico y bacteriológico, se tiene que cumple con los límites permisibles del reglamento de calidad de agua del ministerio de salud haciendo viable el acuífero subterráneo.

V. DISCUSIÓN

Discusión general: en base al objetivo principal que es viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar tenemos que de acuerdo al estudio hidrogeológico se realizaron 3 SEV en la zona de estudio, entre el sev 1 y 2 se encuentra acuífero a una profundidad de 18m pero estos sondajes se encuentran muy cercanos al lago Titicaca, por lo que es probable que el recurso hídrico sea más contaminado, pero en cambio el sondaje 3 se encuentra en la parte alta y con una geología rocosa en la cual se encontró un acuífero fisurado a 30m de profundidad se estima que el recurso hídrico es menos contaminado y de mejor consumo humano por lo cual se escoge el sondaje 3 para realizar un pozo exploración, se realizó la toma de muestras en el complejo deportivo de la localidad de Pusi, que se encuentra a 100 m de distancia aproximadamente, dicha muestra se mandó a analizar a los Laboratorios Analíticos del Sur, en el cual los resultados del ensayo físico químico se encuentran dentro de los parámetros límites permisibles, el ensayo microbiológico supero los límites máximos permisibles peros esto se puede solucionar con una cloración adecuada. Se realizo el cálculo de la población futura para un periodo de diseño de 20 años, teniendo como resultado una capacidad de 107m³ de almacenamiento, el cual será accionado con energía solar requiriendo una bomba sumergible de 10hp, y 29 und de paneles solares, con los resultados obtenidos podemos hacer viable los acuíferos subterráneos para un sistema de abastecimiento de agua accionado con energía solar.

VI. CONCLUSIONES

En respuesta al objetivo general, se concluyó que los acuíferos subterráneos son viables hidráulica y energéticamente, para un sistema de abastecimiento de agua, según el estudio hidrogeológico se tiene que el sondaje eléctrico vertical 03 es el más recomendable para la realización del pozo de exploración, se estableció que el acuífero se encuentra a 30m de profundidad, se espera un caudal de 7 lt/s. se realizó los cálculos para la población futura donde se utilizó el método aritmético con un periodo de diseño de 20 años, con 2,154 hab con un caudal máximo diario de 6.77 lt/s, con una capacidad de reservorio de 107 m³, para el sistema de bombeo se obtuvo que es necesaria una bomba de 10 hp de potencia, dicha bomba será accionada mediante energía solar para lo cual se calculó que es necesario la implementación de 29 paneles solares.

En respuesta al objetivo específico 1, se tuvo que la zona vadosa se encuentra de 07 a 4 m de profundidad aproximadamente, tomando como referencia los 3 sondeos eléctricos verticales, entre los sondeos 1 y 2 los materiales presentes son consolidados, propios de materiales aluviales, arcillas, limos, arenas, y gravas pequeñas; a diferencia del Sondeo Eléctrico Vertical 3, donde se puede interpretar la presencia de bolonería de roca y el basamento rocoso del sector. Se pudo identificar en los dos sectores Acuíferos, de distinta categoría, el que se encuentra entre los Sondeos Eléctricos Verticales 1 y 2, Acuífero Detrítico; y el que se encuentra donde se realizó el Sondeo Eléctrico Vertical 3, como Acuífero Fisurado. Se concluyó que el sondeo eléctrico vertical 3 es el más óptimo para la realización del pozo de exploración.

En respuesta al objetivo específico 2, de acuerdo a los resultados de laboratorio se realizó el comparativo evidenciándose que el análisis físico químico cumple con los límites máximos permisibles, de acuerdo a la norma de calidad de agua, por lo cual no se necesitara algún tipo de tratamiento. En cuanto a los resultados del análisis microbiológico no cumplen con los límites permisibles, por lo cual es esencial un proceso de cloración y solucionar la calidad del recurso hídrico, podemos destacar que los resultados son bajos y con poca intervención para cumplir con la norma de calidad agua del ministerio de salud.

En respuesta al objetivo específico 3, se concluyó que para el trabajo de investigación se obtuvo una población futura de 2,154 habitantes, con un caudal máximo diario requerido de 6.77 lt/s, con un volumen de almacenamiento de 107m³, para el caudal máximo diario se determinó que se requiere una bomba de 10 hp de potencia, el cual será accionado mediante energía solar para lo cual se calculó que es necesario 29 paneles solares.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la perforación de un pozo exploratorio de 50 metros de profundidad en una ubicación próxima al Sondeo Eléctrico Vertical 3, dado que las aguas de un Acuífero Fisurado por lo general son de mejor calidad que las de un acuífero detrítico o acuífero libre; además del proceso de tamizado por el que pasaran las aguas para llegar al punto de bombeo.

Se recomienda que al realizar el pozo exploratorio se deben sacar muestras de agua para su posterior análisis completo para validar que el recurso se encuentra dentro de los límites permisibles de la norma de calidad de agua, posteriormente realizar el bombeo por 72 horas para calcular la capacidad del acuífero.

Se recomienda realizar la caseta de bombeo en un área amplia y limpia para que los paneles solares aprovechen el máximo de luz solar.

REFERENCIAS

Textos:

- AGÜERO, R., 2007. Agua potable para poblacion rurales (sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento). [en línea], pp. 165. Disponible en: <https://bit.ly/3OEuchc>.
- COTARELO y Mori, E., 2019. Capitulo I: El Agua. Abastecimiento de Agua, pp. 15-51. DOI 10.31819/9783865279224-003.
- GÓMEZ Sergio, 2012. Metodología de la investigacion. S.I.: s.n. ISBN 9786077331490.
- HERNÁNDEZ, Roberto; Fernandez, Carlos; Baptista, P., 2014. Metodología de la Investigación. sexta edic. S.I.: s.n. ISBN 9781456223960.
- LOPEZ. Juan, Fornes Juan, Ramos Gerardo y Villarroya Fermin, 2007. Las aguas subterráneas Un recurso natural del subsuelo. S.I.: s.n. ISBN 9788478408061.
- NAMAKFOROOSH, M.N., 1987. Metodología de la investigación [en línea] [Consulta: 23 abril 2022]. 1987. S.I.: s.n. ISBN 9681818768. Disponible en: <https://bit.ly/3bKkWJZ>.
- SANTOS, Guadalupe. Marco metodológico. [en línea]. [fecha de consulta: 15 de Febrero de 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3JXGjDG>

Tesis de investigacion:

- CHANCASANAMPA, Wilder, 2019. “Evaluación del sistema de agua potable para mejorar el abastecimiento de agua en el Anexo Tulturi - distrito de Moya - Huancavelica-2019” [en línea]. S.I.: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3nyWldE>
- CORRENTI, Matias, 2015. Cambio de la fuente de abastecimiento de agua y modificaciones en la entrada neta de agua al ambiente subterráneo Matías Correnti. S.I.: Universidad Nacional del Litoral (UNL).
- DIAZ, Hoimer, 2019. “Diseño de un sistema tubular de acuíferos profundos para mejorar el abastecimiento de agua potable en la localidad Grau km 40 tramo Yurimaguas-Tarapoto – 2018” [en línea]. S.I.: Universidad Cesar Vallejo. Disponible en: <https://bit.ly/3NCL2Mn>.
- JIMBO, Gabriela, 2011. “Evaluación y diagnóstico del sistema de

abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala". S.I.: universidad tecnica particular de loja.

- LINARES, Jean Jorge y Vásquez, Fredy, 2017. Diseño Del Sistema De Abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el sector Las Palmeras - Distrito de Pimentel - Provincia de Chiclayo - Región Lambayeque. Repositorio Institucional - USS [en línea], pp. 317. Disponible en: <https://bit.ly/3NBjlyF>.
- MURILLO, Ciro y Alcívar, Jesus, 2015. "Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad Puerto Ébano km 16 de la Parroquia Leónidas plaza del Cantón Sucre". [en línea]. [Consulta: 25 marzo 2022] S.I.: Universidad Técnica Manabí.
- PAUCAR, Elvis, 2016. "Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en las Urbanizaciones Nuevo Progreso y Unión Milluni del Distrito de Macari, Provincia de Melgar - Region Puno". [Consulta: 14 marzo 2022]S.I.: Universidad Nacional del Altiplano.
- QUISPE, Juan Gabriel, 2019. "Diseño y Análisis de Plantas Potabilizadoras de Agua para el Consumo Humano, en el Centro Poblado de Balsapata - 2017".[Consulta: 14 marzo 2022] S.I.: Universidad Nacional del Altiplano.
- VARGAS, Adonias; ROJAS Elmer, 2019. "Diseño de un sistema de bombeo de agua con paneles solares para mejorar el riego por goteo del cultivo de cacao en el fundo La Esperanza, Lamas, San Martín, 2019". S.I.: Universidad Cesar Vallejo.
- VÁSQUEZ, Bethy, 2016. Diseño del sistema de agua potable de la comunidad de guantopolo tiglán parroquia zumbahua cantón pujilí provincia de cotopaxi. [en línea]. S.I.: Universidad Central Ecuador. Disponible en: <https://bit.ly/3OY7nVs>

Manuales:

- CENSOS NACIONALES 2007: XI de Población y VI de Vivienda - Cuadros Estadísticos. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3y9UVLN>.

- Estudio sondaje electrico vertical (SEV). [en línea], [Consulta: 23 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3nxW0YY>.
- JIMÉNEZ, Jose Manuel, 2013. "Manual de Diseño para Sistemas de Agua potable". [en línea], [Consulta: 22 marzo 2022]. S.I.:Universidad Veracruzana.
- ORDÓÑEZ, Juan Julio, 2011a. Aguas Subterráneas - Acuíferos. Sociedad Geográfica de Lima [en línea], [Consulta: 15 mayo 2022] pp. 2-44, 10. Disponible en: <https://bit.ly/3OEzVUb>
- ORDÓÑEZ, Juan Julio, 2011b. Cartilla tecnica: Ciclo Hidrológico "Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico " [en línea], [Consulta: 10 mayo 2022] Lima -Perú 2011.
- SÁNCHEZ, Javier, 2001. Prospección geofísica: Sondeos Eléctricos Verticales. Departamento de geologia Universidad de Salamanca [en línea], pp. 1-12. Disponible en: <http://web.usal.es/javisan/hidro>.

Conferencias internacionales

- División de desarrollo sostenible de las naciones unidas, 1992. Declaración de Dublín Sobre El Agua y El Desarrollo Sostenible. Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente [en línea], pp. 1-7. Disponible en: <https://bit.ly/3I5GAV4>.

Revistas:

- Hydrologic cycle - The Encyclopedia of Earth. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 21 marzo 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3NygxHb>.
- LEONELHA Dillon, 2020. ¿Sabes qué son los sistemas de abastecimiento de agua? | SSWM - Find tools for sustainable sanitation and water management! [en línea]. [Consulta: 28 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3bJCp56>
- Mundo Constructor | Sistemas de captación de agua pluvial. [en línea], [Consulta: 21 marzo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/2NEASkd>.
- PÉREZ DE LA CRUZ, Francisco, 2011. Capítulo 2. Captación de aguas Tema 2. Captación de aguas superficiales introducción. [en línea], [Consulta: 18 marzo 2022], Disponible en: <https://bit.ly/3wVb3BE>

- SÁNCHEZ, Felix, Marín, Rodrigo, Gúzman, Hectar, Verdugo, Nesly, Domínguez, Efrain, Vargas, Omar, Panizzo, Lorenzo, Sánchez, Nancy, 2001. El agua. [en línea], [Consulta: 19 mayo 2022] pp. 114-189. Disponible en: <https://bit.ly/3lbCISG>
- Tecnologías Apropriadas en Agua Potable y Saneamiento. [en línea], [Consulta: 23 marzo 2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3AfTVZ7>.
- TELLO, Fernanda, 2008. El acceso al agua potable, un derecho humano. , pp. 101-123. [en línea], [Consulta: 17 marzo 2022], Disponible en: <https://bit.ly/3DFZnUM>

Normas y reglamentos:

- Dirección general de salud, 2009. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud [en línea], pp. 46 p. Disponible en: <https://bit.ly/3uj6RJN>.
- NORMA OS.100, R., 2008. Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. Relaciones, [en línea], [Consulta: 16 marzo 2022] vol. 202472, pp. 11.
- Origen del agua subterránea. Ingeniería Hidráulica [en línea], 2015. [Consulta: 19 mayo 2022]. Disponible en: <https://bit.ly/3R5y2S8>
- RNE, 2006. Reglamento Nacional De Edificaciones. El Peruano [en línea], pp. 434. ISSN 1460-2229. DOI 10.1093/fampra/cm070. Disponible en: <https://bit.ly/3bHG7fE>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

“Acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar”

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	METODOLOGÍA	
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo el sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar podría viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación?</p>	<p>OBJETIVO PRINCIPAL Viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.</p>	<p>HIPOTESIS PRINCIPAL Los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación son viables para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.</p>	<p>VI: Acuíferos subterráneos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios hidrológicos e hidrogeológicos • cantidad de agua (Norma OS100) • calidad de agua (reglamento de la calidad del agua) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aforamiento • Caudal • Calidad de agua 	<p>• METODO DE INVESTIGACION: Lógico inductivo</p> <p>• DISEÑO DE INVESTIGACION: No experimental</p> <p style="text-align: center;">M → O</p> <p>M: Muestra O: observación</p> <p>• TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada</p> <p>• NIVEL DE INVESTIGACIÓN Explicativo</p> <p>• POBLACIÓN Conjunto de fuentes de agua subterránea</p>	
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 1 ¿Cuál será el punto de exploración más óptimo para los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 1 Establecer el punto de exploración más óptimo para los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar</p>						
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 2 ¿Cuál será la calidad del recurso hídrico en los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 2 Determinar la calidad del recurso hídrico en los acuíferos subterráneos como fuente de alimentación del sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.</p>		<p>VD: sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos estructurales 	<ul style="list-style-type: none"> • Captación de agua • Almacenamiento • Línea de conducción y aducción 		<p>• MUESTRA 03 Fuentes de agua subterránea.</p> <p>• TÉCNICA DE MUESTREO. No probabilístico.</p> <p>• TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS: Fuentes primarias: Observación Fuentes secundarias: Textos, tesis, formatos de control, fichas.</p> <p>• TECNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS: A través de software de cálculo, excel</p>
<p>PROBLEMA SECUNDARIO Nº 3 ¿Cuáles serán los componentes adecuados de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar?</p>	<p>OBJETIVO SECUNDARIO Nº 3 Determinar los componentes adecuados de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar.</p>						

Anexo 02: Operacionalización de Variables

VARIABLES DE INTERES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Acuíferos subterráneos	Conceptualmente según (Agüero, 2007, p. 28) los acuíferos subterráneos son parte de la precipitación en la cuenca que se infiltra en el suelo hasta la zona de la saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de estas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.	Viabilizar los acuíferos subterráneos como una fuente de alimentación por medio de un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar para la Localidad de Pusi.	Punto exploración	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio hidrogeológico 	Razón
			Cantidad y calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen del agua subterránea • Examen físico químico bacteriológico 	Razón
Sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar	La variable dependiente del modo conceptual se define como los sistemas de abastecimiento de agua son aquellos que permiten que llegue el agua desde las fuentes naturales, sean subterráneas, superficiales o agua de lluvia, hasta el punto de consumo, con cantidad y calidad requerida. Según (Leonelha, 2020).	sistema de abastecimiento de agua potable que será accionado mediante energía solar lo cual reduce económicamente el aporte de la población a largo plazo.	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento • Diseño fotovoltaico 	<ul style="list-style-type: none"> • Población (hab) • Dotación (l/s) • Reservorio (m3) • Panel solar (und) 	Razón

Anexo 04: Constancia de validación.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Osias Benavente Paricahua con CIP N° 99071, como Profesional en Ingeniería Mecánico Electricista, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.				X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.					X
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.					X
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.					X
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.				X	
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					X
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.					X
Valoración Total		37				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 37 y está dentro del rango de valoración 37 – 40 y su validación fue excelente.

Juliaca, 20 de junio del 2022.


Osias Benavente Paricahua
CIP: 99071
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Ing. Osias Benavente Paricahua
CIP: 99071

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Ticona Quispe, Jhon Darwin con CIP N° 167739, como Profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.				X	
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.				X	
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.				X	
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X		
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.					X
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.				X	
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.					X
Valoración Total		33				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 36 y está dentro del rango de valoración 31 – 36 y su validación fue bueno.

Juliaca, 21 de junio del 2022.


Ing JOHN DARWIN TICONA QUISPE
CIP N° 167739

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, INDHIRA MEDINA HOYOS con CIP N° 279810, como Profesional en Ingeniera Geóloga, por medio de este presente hago constar que se ha revisado con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al personal que elabora la tesis titulada:

“Acuíferos subterráneos como fuente de alimentación para un sistema de abastecimiento de agua potable accionado con energía solar”

Luego de hacer las observaciones y sugerencias pertinentes, puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

Criterios	Indicadores	Valoración				
		1	2	3	4	5
Pertinencia	Los Items miden lo previsto en los objetivos de investigación.					X
Coherencia	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.					X
Congruencia	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.					X
Suficiencia	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.				X	
Objetividad	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.					X
Consistencia	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.				X	
Organización	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.					X
Claridad	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.					X
Valoración Total		38				

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

Validación	Deficiente	Regular	Bueno	Excelente
Rango de valoración	0-20	21 - 30	31 - 36	37 - 40

La valoración obtenida fue de 38 y está dentro del rango de valoración 31 – 36 y su validación fue excelente.

Juliaca, 20 de junio del 2022.



Ing. INDHIRA MEDINA HOYOS
CIP N° 279810



**ACUÍFEROS
SUBTERRÁNEOS COMO
FUENTE DE
ALIMENTACIÓN PARA UN
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE
ACCIONADO CON
ENERGÍA SOLAR**

**SONDEO
ELECTRICO
VERTICAL
SEV 01**

**PUNO – PERÚ
2022**



DATOS GENERALES

PROYECTO: ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA :** 22-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 01 **SONDEO:** 1
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO **COORDENADA:** N: 8293053
E: 400602

RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV

AB/2	MN	K	I (mA)	V (mV)	RO	SP	RO_RD
2	0.8	15.079643	93.683472	1545.552979	248.778015	60.778	0.00%
3	0.8	34.7146	97.383896	491.044098	175.043472	20.771	0.11%
4	0.8	62.203529	139.599686	261.95697	116.724136	19.014	0.01%
5	0.8	97.54644	76.901276	68.288834	86.621864	18.090	0.00%
6	0.8	140.743332	95.2733	47.517105	70.195061	16.916	0.01%
8	0.8	250.699081	73.048996	14.331241	49.183514	16.361	0.14%
10	0.8	392.07074	142.903061	16.39142	44.971756	15.879	0.05%
12	0.8	564.858337	115.209724	8.839719	43.339989	15.433	0.01%
15	0.8	882.94458	64.507179	2.382977	32.617004	15.028	0.05%
15	0.8	113.097328	64.369194	22.295984	39.174309	-25.292	0.08%
20	0.8	204.727112	28.577732	4.027236	28.848957	-12.166	0.52%
25	6	322.536835	26.668018	2.253337	27.252777	-10.340	0.14%
30	6	466.526489	91.047417	5.333622	27.329435	-9.513	0.04%
35	6	636.696106	90.296799	3.816319	26.909462	-8.715	0.13%
40	6	833.045593	116.970543	3.705488	26.389891	-7.960	0.02%
50	6	1304.284546	108.449051	2.428467	29.206421	-6.930	0.15%
60	6	1880.243164	59.630104	0.894703	28.21158	-6.140	0.01%
80	6	3346.31958	173.433975	1.357409	26.190458	-4.508	0.18%
100	6	5231.274902	135.966476	0.629515	24.220453	-3.569	0.04%



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DE PUNO
Ing. Indhira Medina Hoyas
INGENIERA GEOLOGA
CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Tel.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30. Salida Huancané

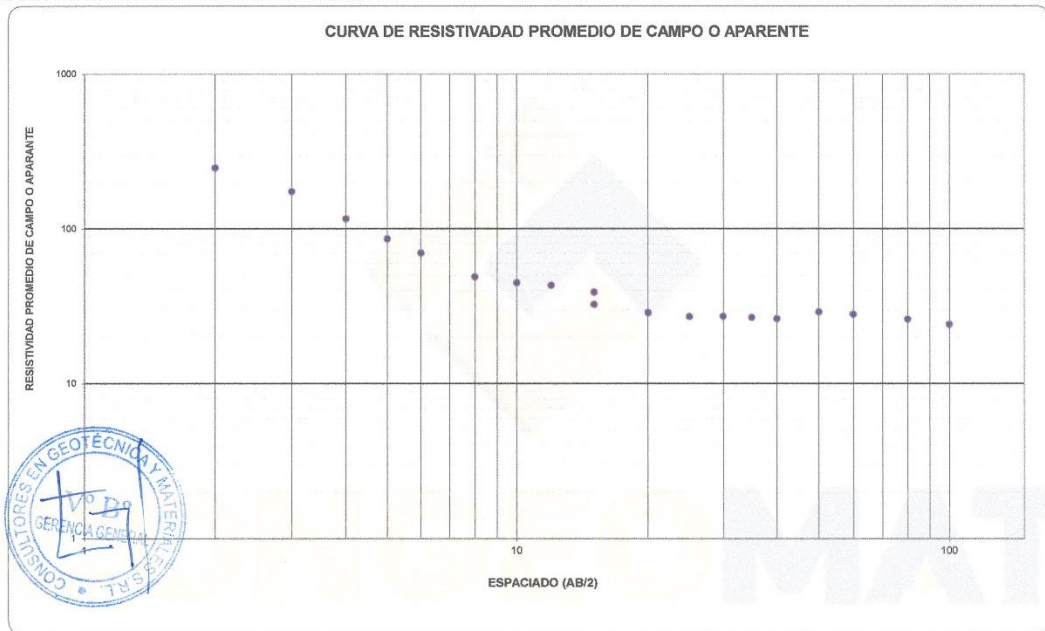
DATOS GENERALES

PROYECTO: ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY
REGISTRO: C - 2022 - 196
FECHA: 23-05-2022

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 01
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO
SONDEO: 1
COORDENADA: N: 8293053
E: 400602

CURVA DE RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS (C) PERÚ
Ing. Indhira Medina Hoyos
 INGENIERA GEÓLOGA
 CIP 278610

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

DATOS GENERALES

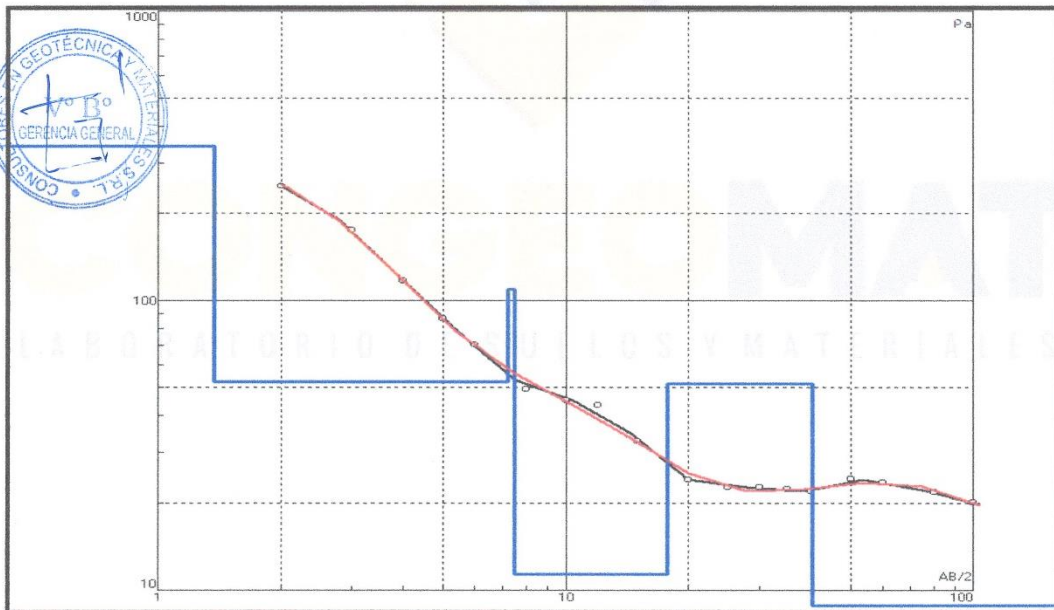
ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA:** 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 01 **SONDEO:** 1
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL **COORDENADA:** N: 8293053
E: 400602

RESISTIVIDAD REAL POR CAPA Y ESPESOR

N	P	h	d	Alt.
1	343.0	1.37	1.37	-1.37
2	52.4	5.83	7.2	-7.2
3	110.0	0.301	7.5	-7.5
4	11.4	10.2	17.7	-17.7
5	51.4	22.6	40.3	-40.3
6	7.49			



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Indhira Medina Piboyos
 INGENIERA GEOLOGA
 CIF. 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**ACUÍFEROS
SUBTERRÁNEOS COMO
FUENTE DE
ALIMENTACIÓN PARA UN
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE
ACCIONADO CON
ENERGÍA SOLAR**

SONDEO ELECTRICO VERTICAL SEV 02

**PUNO – PERÚ
2022**

DATOS GENERALES

PROYECTO: ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 196

SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY

FECHA : 22-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 02

SONDEO: 2

DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO

COORDENADA: N: 8293608

E: 400400

RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV

AB/2	MN	K	I (mA)	V (mV)	R0	SP	RO_RD
2	0.8	15.079643	63.864799	343.019287	80.993141	64.450	0.06%
3	0.8	34.7146	63.549393	104.192612	56.91642	26.382	0.04%
4	0.8	62.203529	79.983414	63.984753	49.761276	21.377	0.05%
5	0.8	97.54644	55.400284	25.908431	45.614902	18.644	0.09%
6	0.8	140.743332	92.092323	28.284983	43.22752	17.168	0.01%
8	0.8	250.699081	93.761337	15.723413	42.041264	16.081	0.08%
		392.07074	84.354813	9.03271	41.982929	15.303	0.03%
12	0.8	564.858337	97.977615	6.956708	40.106674	14.910	0.08%
15	0.8	882.94458	77.249771	3.501383	40.019951	14.454	0.10%
15	6	113.097328	77.1548	22.955896	33.649845	23.730	0.08%
		204.727112	77.369911	12.659467	33.497982	-3.422	0.00%
25	6	322.536835	89.053719	8.961103	32.455532	-12.520	0.01%
30	6	466.526489	131.80864	9.089984	32.17329	-15.093	0.01%
35	6	636.696106	123.06588	5.989674	30.988283	-16.669	0.04%
40	6	833.045593	204.836487	7.27859	29.601099	-17.452	0.23%
50	6	1304.284546	180.926575	3.843699	27.708879	-17.959	0.14%
60	6	1880.243164	176.499054	2.452493	26.126404	-17.772	0.05%
80	6	3346.31958	61.112144	0.442292	24.218561	-17.339	0.12%
100	6	5231.274902	191.358597	0.85828	23.463413	-16.923	0.49%



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



COLEGIO DE INGENIEROS DE PERU
Ing. Indhira Medina Foyas
INGENIERA GEOLOGA
C.I.F. 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Tel.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana: Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané



SONDEO ELECTRICO VERTICAL

GRAFICO DE RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO

Código : F - 066
Versión : 1.0
Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO : ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY
REGISTRO : C - 2022 - 196
FECHA : 23-05-2022

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 02
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO
SONDEO: 2
COORDENADA: N: 8293608
E: 400400

CURVA DE RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
ing. Inohira Medina Hervas
INGENIERA GEOLOGA
CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Tel.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané

DATOS GENERALES

ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 196

SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY

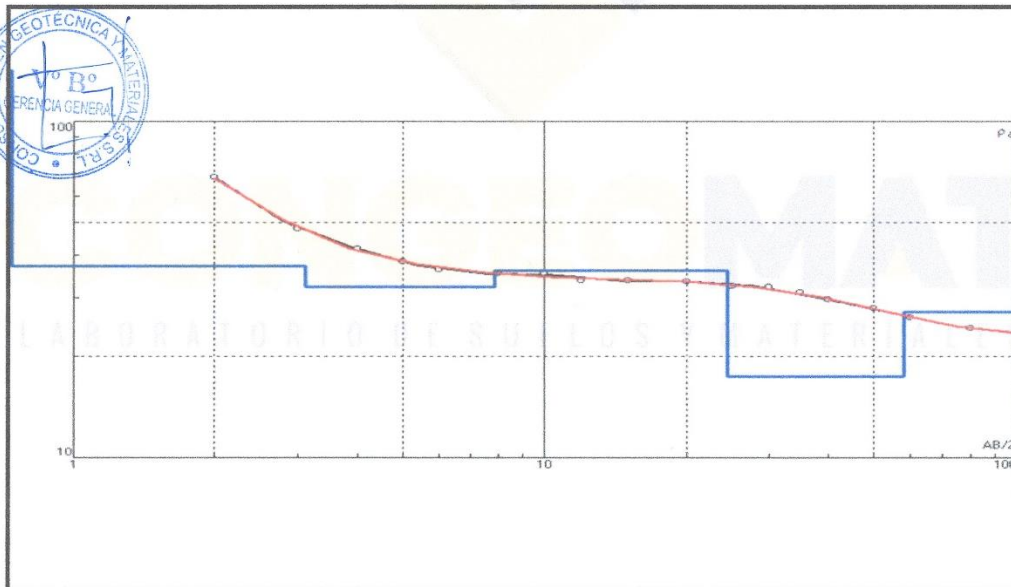
FECHA : 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 02 SONDEO: 2
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL COORDENADA: N: 8293608
E: 400400


RESISTIVIDAD REAL POR CAPA Y ESPESOR

N	P	h	d	Alt.
1	141.5	0.7239	0.7239	-0.7239
2	37.15	2.384	3.107	-3.107
3	32.16	4.73	7.837	-7.837
4	35.92	16.54	24.37	-24.37
5	17.43	33.46	57.83	-57.83
6	27.06			



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Indira Medina Hoyos
 INGENIERA GEOLÓGA
 CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.





**ACUÍFEROS
SUBTERRÁNEOS COMO
FUENTE DE
ALIMENTACIÓN PARA UN
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE
ACCIONADO CON
ENERGÍA SOLAR**

SONDEO ELECTRICO VERTICAL SEV 03

**PUNO – PERÚ
2022**

SONDEO ELECTRICO VERTICAL
RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO

Código : F - 065

Versión : 1.0

Aprobado : ene-21

DATOS GENERALES

PROYECTO: ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR

UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C - 2022 - 196

SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY

FECHA : 22-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 03

SONDEO: 3

DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO

COORDENADA: N: 8292934

E: 400204

RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV

AB/2	MN	K	I (mA)	V (mV)	RO	SP	RO RD
2	0.8	15.079643	74.729836	778.48114	157.088867	81.726	0.03%
3	0.8	34.7146	76.532494	305.063507	138.37439	17.563	0.13%
4	0.8	62.203529	50.064007	101.746872	126.418098	14.638	0.08%
5	0.8	97.54644	39.882492	52.800499	129.141037	12.941	0.16%
6	0.8	140.743332	44.177986	42.451305	135.241135	11.708	0.20%
8	0.8	250.699081	82.596565	48.400364	146.905884	10.536	0.02%
10	0.8	392.07074	99.565643	37.648335	148.251877	9.885	0.12%
12	0.8	564.858337	140.014252	37.748383	152.287903	9.268	0.05%
15	0.8	882.94458	21.079924	3.527271	147.741669	8.596	0.02%
18	0.8	113.097328	21.074411	27.03327	145.075974	-36.314	0.01%
20	0.8	204.727112	42.147747	27.748762	134.78595	-6.116	0.00%
25	0.8	322.536835	121.965721	49.90424	131.971054	-4.671	0.06%
30	6	466.526489	221.979599	60.216705	126.555161	-4.245	0.08%
35	6	636.696106	159.641037	30.305111	120.865807	-3.886	0.02%
40	6	833.045593	149.554077	19.962831	111.196709	-3.756	0.07%
50	6	1304.284546	114.002403	8.125283	92.960098	-3.630	0.06%
60	6	1880.243164	120.286995	5.086976	79.515945	-3.570	0.09%
80	6	3346.31958	126.044785	2.519461	66.888161	-3.585	0.13%
100	6	5231.274902	168.045883	2.057918	64.062706	-3.634	0.24%

OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Indhira Medina Rojas
INGENIERA GEOLOGA
CIP 219810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Tel.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Julaca, Jr. 16 de diciembre Mza. A Lote 30, Salida Huancané

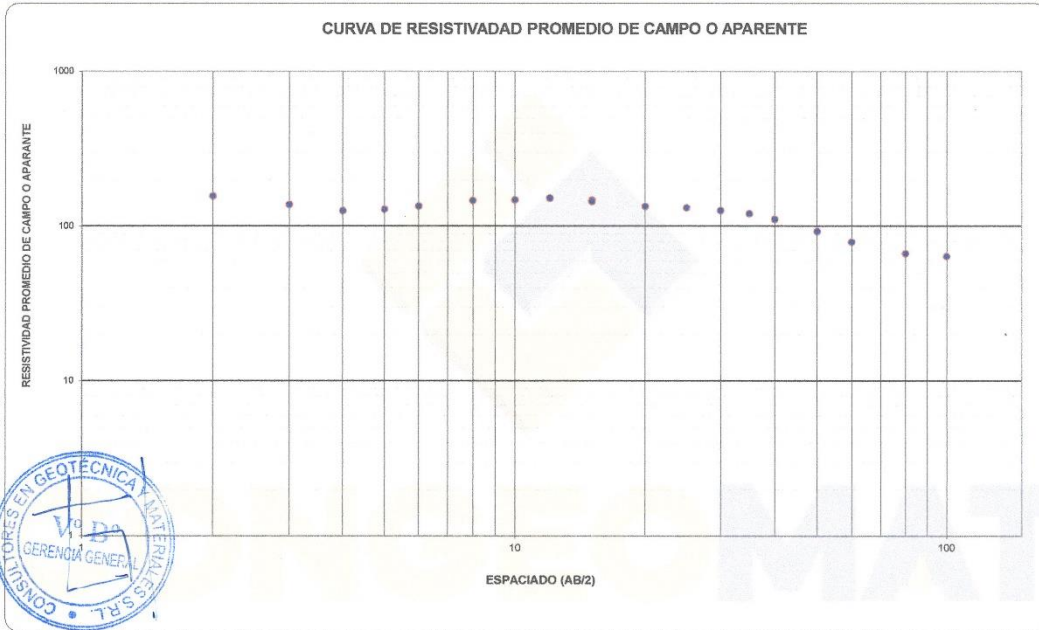
DATOS GENERALES

PROYECTO : ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN : SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO :** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA :** 23-05-2022

DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 03 **SONDEO:** 3
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD DE CAMPO **COORDENADA:** N: 8292934
E: 400204

CURVA DE RESISTIVIDAD PROMEDIO DE CAMPO O APARENTE DE CADA SEV



25

OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Indhira Medina Hoyos
 INGENIERA GEOLOGA
 CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Tel.: (051) 405295
Cel.: (+51) 997164766

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.
Juliana, 15 de diciembre, Man. A Lote 20, Salida Huancané

DATOS GENERALES

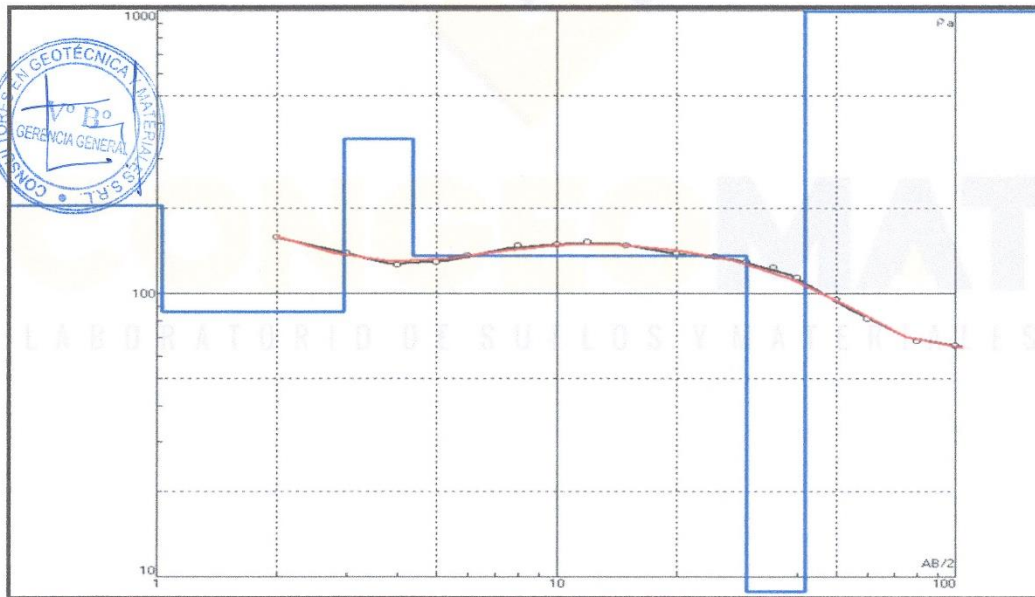
ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA:** 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV. 03 **SONDEO:** 3
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL **COORDENADA:** N: 8292934
E: 400204

RESISTIVIDAD REAL POR CAPA Y ESPESOR

N	P	h	d	Alt.
1	205.2	1.033	1.033	-1.033
2	86.05	1.907	2.940	-2.939
3	352.9	1.425	4.364	-4.364
4	136.1	25.44	29.81	-29.80
5	7.601	12.07	41.88	-41.87
6	1025			



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


COLGEO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Indhira Medina Hoyos
 INGENIERA GEOLOGA
 CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.



**ACUÍFEROS
SUBTERRÁNEOS COMO
FUENTE DE
ALIMENTACIÓN PARA UN
SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE
ACCIONADO CON
ENERGÍA SOLAR**

**SONDEO
ELECTRICO
VERTICAL
PERFIL
GEOLOGICO
(SECCIÓN DE
RESISTIVIDAD)**

**PUNO – PERÚ
2022**

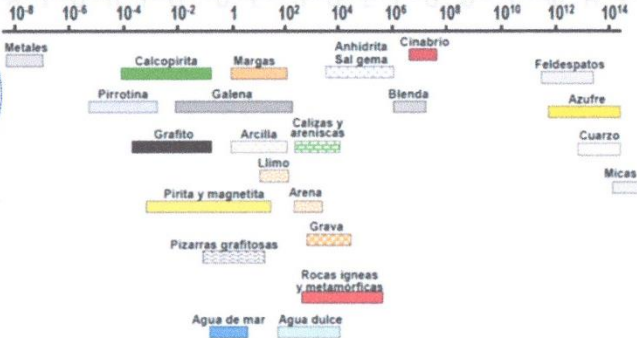
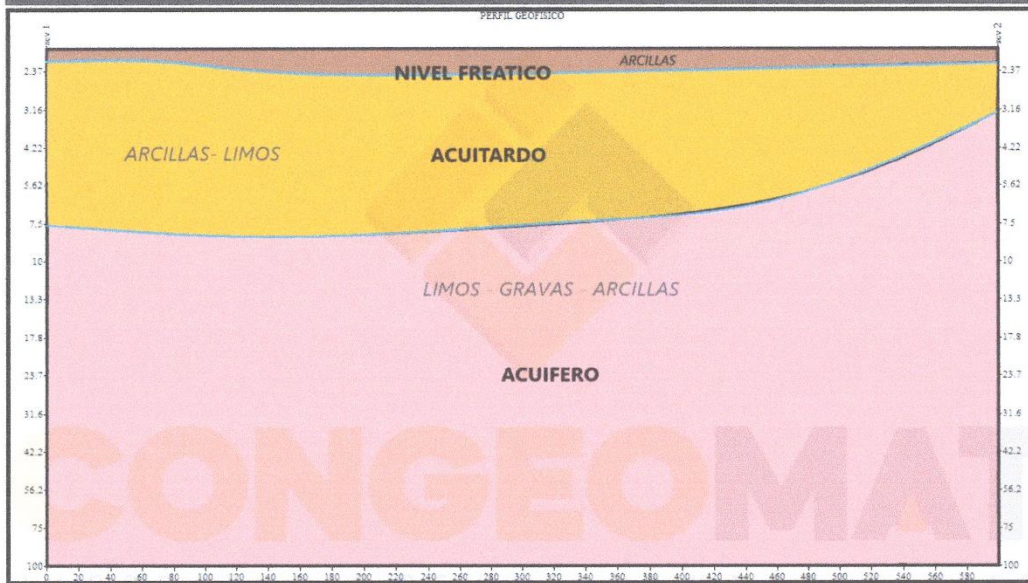
DATOS GENERALES

ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA:** 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV 1 - SEV 2 **SONDEOS:** 2
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL **COORDENADA:** SEV 01 : N: 8293053, E: 400602
SEV 02: N: 8293608, E: 400400

PERFIL GEOLOGICO - SECCIÓN DE RESISTIVIDAD DE SEV 1 - SEV 2



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Indhira Medina Hoyas
 INGENIERA GEOLOGA
 CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

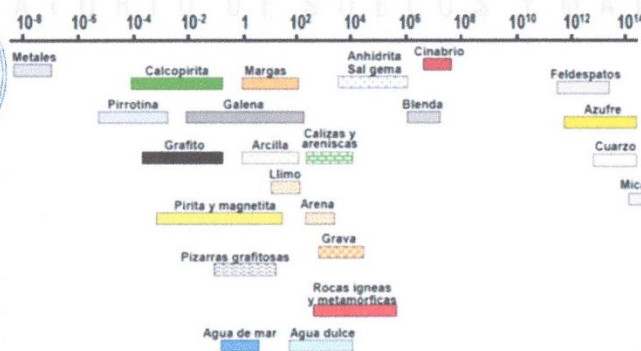
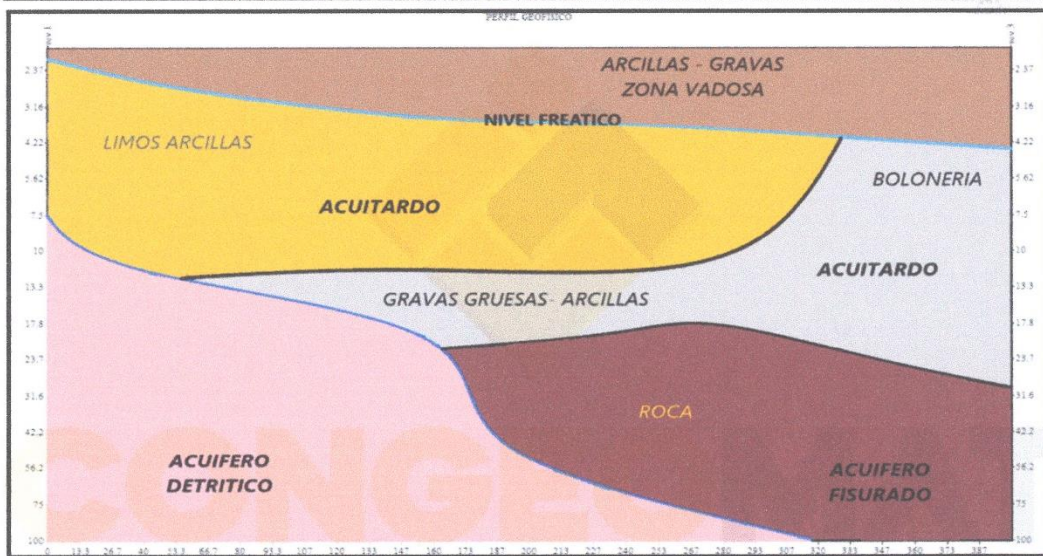
DATOS GENERALES

ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA:** 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA


UBICACIÓN: SEV 1 - SEV 3 **SONDEOS:** 2
DESCRIPCION: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL **COORDENADA:** SEV 01 : N: 8293053, E: 400602
SEV 03: N: 8292934, E: 400204

PERFIL GEOLOGICO - SECCIÓN DE RESISTIVIDAD DE SEV 1 - SEV 3



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Ing. Indhira Medina Hoyos
 INGENIERA GEOLÓGA
 CIP 279810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

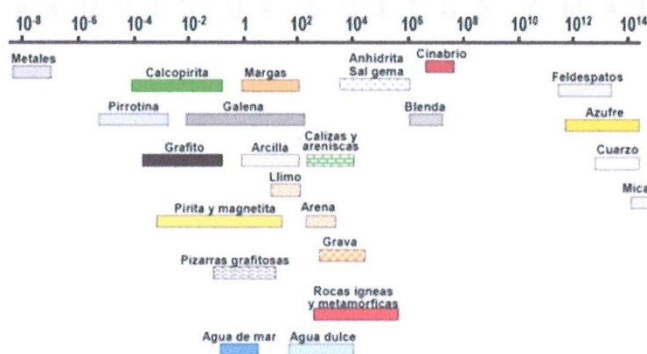
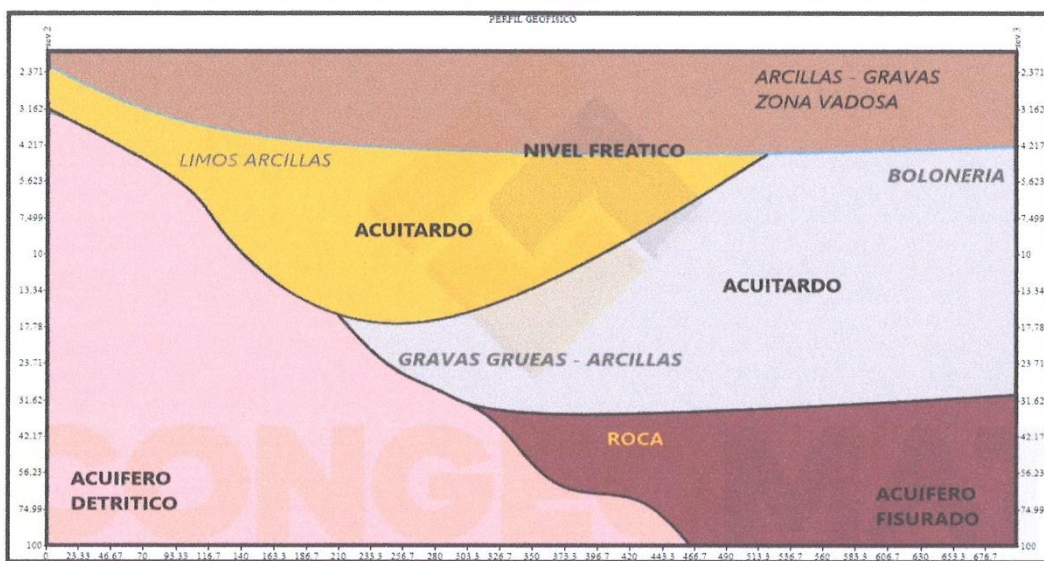
DATOS GENERALES

ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PROYECTO: POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR
UBICACIÓN: SAN ROMÁN - PUNO **REGISTRO:** C - 2022 - 196
SOLICITANTE: ASCUÑA QUIROGA MIRIAN ESTEFHANY **FECHA:** 24-05-2022

DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: SEV 2 - SEV 3 **SONDEOS:** 2
DESCRIPCIÓN: VALORES DE RESISTIVIDAD REAL **COORDENADA:** SEV 02: N: 8293608, E: 400400
SEV 03: N: 8292934, E: 400204

PERFIL GEOLOGICO - SECCIÓN DE RESISTIVIDAD DE SEV 2 - SEV 3



OBSERVACIONES

- Las ubicaciones fueron determinadas por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante


Ing. Inchiro Hoyos
 INGENIERA GEOLOGA
 CIP 179810

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada
 Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

Anexo 06: Resultados de laboratorio físico-químico y microbiológico de agua.



Laboratorios Analíticos de Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCION DE ACREDITACION DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00502

Fecha de emisión: 15/06/2022

Señores : MIRIAN ESTEFHANY ASCUÑA QUIROGA
Dirección : AV. HUANCANE N°404 JULIACA - PUNO
Atención : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Tesis : ACUÍFEROS SUBTERRÁNEOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ACCIONADO CON ENERGÍA SOLAR

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : Big(a) ELENA MORALES HINOJOSA **Fecha de recepción** : 07/06/2022
Registro de muestreo : 355-22 **Fecha de ensayo** : 07/06/2022
Procedimiento Aplicado : Muestrado por el cliente **Nro de muestras** : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona Urb. AAHH/Dist/Prov/Depart	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG22000873	COMPLEJO DEPORTIVO	Agua Natural - Subterránea - Agua de Mantial	CIUDAD DE PUSI / PUSI / HUANCANE / PUNO	400233 - 8299026	06/06/2022	15:30

(c): datos proporcionados por el cliente.

Condiciones de recepción de la muestra Cooler refrigerado
Observación -


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

"%<Valor numerico">= Limite de detección del método, "%<Valor Numérico">= Limite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Están terminantemente prohibida la reproducción parcial total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú



Laboratorios Analíticos de Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCION DE ACREDITACION DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00502

Fecha de emisión: 15/06/2022

RESULTADO DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Cod. interno L.A.S.	Parametros	Unidad	LMP para consumo humano	Complejo deportivo
AG22000873	Olor	-----	Aceptable	Aceptable
AG22000873	Sabor	-----	Aceptable	Aceptable
AG22000873	Color	UCV escala Pt/Co	15	1
AG22000873	Turbiedad	UNT	5	3.98
AG22000873	pH	Valor de pH	6.5 - 8.5	7.4
AG22000873	Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500	1486
AG22000873	Sólidos totales disueltos	mg/L-1	1000	940
AG22000873	Cloruros	mg Cl - L-1	250	98.9
AG22000873	Sulfatos	mg SO4 = L-1	250	150
AG22000873	Dureza total	mg CaCO3 L-1	500	420
AG22000873	Amoniaco	mg N L-1	1.5	0.439
AG22000873	Hierro	mg Fe L-1	0.3	0.281
AG22000873	Manganeso	mg Mn L-1	0.4	0.01492
AG22000873	Aluminio	mg Al L-1	0.2	0.125
AG22000873	Cobre	mg Cu L-1	2	0.000289
AG22000873	Zinc	mg Zn L-1	3	0.0031
AG22000873	Sodio	mg Na L-1	200	82


Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicente Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

" Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

(") Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"I<Valor numerico" = Limite de detección del método, "P<Valor Numérico" Limite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Están terminantemente prohibida la reproducción parcial total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú



Laboratorio Analítico de Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
LA DIRECCION DE ACREDITACION DEL
INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE-050

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00502

Fecha de emisión: 15/06/2022

RESULTADO DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO

Cod. Interno L.A.S.	Parametros	Unidad	LMP para consumo humano	Complejo deportivo
AG22000873	Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0	420
AG22000873	Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44.5°C	0	650


Laboratorio Analítico de Sur E.I.R.L.
José A. Ortiz Condon
Microbiología
Biólogo C.B.P. 13052

* Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

"<Valor numerico">= Límite de detección del método, "<Valor Numérico">= Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada.

Están terminantemente prohibida la reproducción parcial total de este documento sin la autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú

Anexo 07: Certificado de calibración de equipos.



CERTIFICATE OF CALIBRATION

This is to certify that the following equipment:

GD-10 Supreme RES/IP 2D/3D Imaging System serial number SN190010036

Delivered to the company
GRUPPO ACQUA TERRA S.A.C

Has been checked in our premises in Nanshan District, Shenzhen, China, before departure and has given the following results :

- Turn on & Sequence test OK
- Instrument inversion test OK
- GPS functional verification OK
- External power supply and charging test OK
- Distributed cable leader search OK
- Instrument insulation test OK
- Instrument grounding resistance and data acquisition test OK
- USB connection PC test OK
- High temperature aging test OK
- Appearance test OK
- Equipment waterproofing test OK

Made at ST Geomative Co., Ltd in Nanshan District, Shenzhen, China, on September 2021



Rongsheng Xiao
Product test manager


Add: Room 1603-1604, Floor 16, Block A, Building 8, International Innovation Valley, Shenzhen, China
Tel: +86 (0)755 86008732 Web: www.geomative.com Email: sales@geomative.com

Anexo 08: Ficha técnica del panel de solar

Mono
Multi
Solutions

THE DUOMAX^M

HALF-CELL DUAL GLASS 60 LAYOUT MODULE



60 LAYOUT
MONOCRYSTALLINE MODULE

325-340W
POWER OUTPUT RANGE

19.7%
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W
POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS	POWER RANGE
TSM-DEG2M.20(1)	325-340W

High power output

- Combined with MBB technology, maximum 340W
- Reduce BOS cost with higher power bin and 1500V system voltage

Half-cell design brings higher efficiency

- Half-Cell layout (120 monocrystalline)
- Low thermal coefficients for greater energy production at high operating temperature
- Low cell connection power loss due to half-cell layout (120 monocrystalline)
- Passivated Emitter and Rear Cell (PERC Technology)

Highly reliable due to stringent quality control




- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF etc)
- Internal test requirement of Trina more stringent than certification authority
- PID resistant
- 100% EL double inspection





Certified to withstand the most challenging environmental conditions


- Resistant to sand, acid, alkaline
- 2400 Pa negative load
- 5400 Pa positive load
- 2400/5400 is the measured load, and the safety factor is 1.5 times

Comprehensive Products And System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse gases Emissions Verification
 OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System



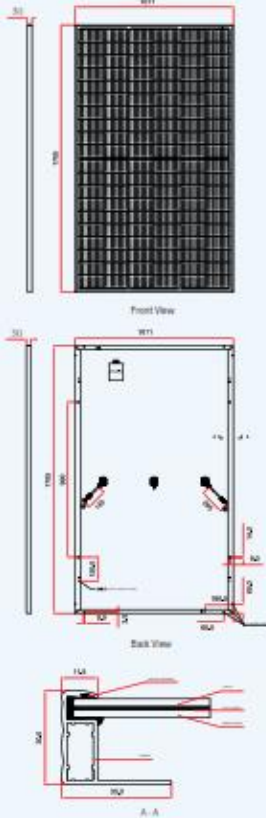
Trina Solar's DUOMAX Linear Performance Warranty



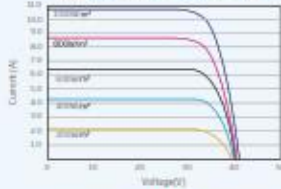
Years	Guaranteed Power (%)
0	100.0%
5	99.75%
10	99.5%
15	99.25%
20	99.0%
25	98.75%
30	98.5%

■ Trina's DUOMAX Linear Warranty
 ■ Trina standard
 ■ Industry standard

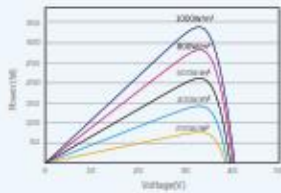
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(340W)



P-V CURVES OF PV MODULE(340W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Parameter	325	330	335	340
Peak Power Watts- P_{max} (Wp)*	325	330	335	340
Power Output Tolerance- P_{max} (W)	0 ~ +5			
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	33.0	33.8	34.0	34.2
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	9.07	9.70	9.85	9.94
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	40.4	40.6	40.7	41.1
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	10.30	10.40	10.50	10.60
Module Efficiency η_{mod} (%)	18.9	19.1	19.4	19.7

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Parameter	245	249	253	257
Maximum Power- P_{max} (Wp)	245	249	253	257
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	31.2	31.4	31.5	31.8
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	7.85	7.93	8.01	8.08
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	38.0	38.2	38.3	38.7
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	8.31	8.39	8.47	8.55

NMOT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	120 cells (6 × 20)
Module Dimensions	1705 × 1011 × 30 mm (67.13 × 39.80 × 1.18 inches)
Weight	20.4 kg (58.2lb)
Front Glass	2.5mm (0.10 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Back Glass	2.5mm (0.10 inches), Heat Strengthened Glass
Frame	30 mm (1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 inches ²), Portrait: N 140mm/P 285mm(5.51/11.22inches) Landscape: N 1200 mm /P 1200 mm (47.24/47.24 inches)
Connector	MC4 EVO2 / TS4

TEMPERATURE RATINGS

NMOT(Nominal Module Operating Temperature)	41°C (±3°C)
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.37%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.05%/°C

(DO NOT connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

10 year Product Workmanship Warranty
30 year Linear Power Warranty

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 32 pieces
Modules per 40' container: 768 pieces



Anexo 09: Panel fotográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Panel fotográfico



Figura 1: Vista panorámica del área de influencia



Figura 2: Vista del reservorio actual.



Figura 3: Captación de agua actual Sipin I



Figura 4: Captación de agua actual Sipin II



Figura 5: Equipo para realizar las lecturas de sondaje eléctrico vertical.



Figura 6: Equipo completo para realizar el sondaje eléctrico vertical.



Panel fotográfico



Figura 7: Sondaje eléctrico vertical (SEV 1) primer punto.



Figura 8: Sondaje eléctrico vertical (SEV 1) tendido de cable para la obtención de datos



Figura 9: Sondaje eléctrico vertical (SEV 2) segundo punto.



Figura 10: Sondaje eléctrico vertical (SEV 2) tendido de cable para la obtención de datos



Figura 11: Sondaje eléctrico vertical (SEV 3) segundo punto.



Figura 12: Sondaje eléctrico vertical (SEV 3) tendido de cable para la obtención de datos

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
CONGEO MAT
ENSAYO: SEV 3
PROYECTO: Acuífero Subterráneo como Fuente de Alimentación Un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable accionado con E. solar
FECHA: 21/05/2022

