



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Detección de aguas subterráneas mediante el método de
resistividad eléctrica para mejorar la calidad de vida, San Martín
2024**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Cubas Ramirez, Alvaro Omar (orcid.org/0000-0001-9969-4054)

Rios Quintos, Renato Ghianfranco (orcid.org/0000-0002-8911-5300)

ASESOR:

Dr. Paredes Aguilar, Luis (orcid.org/0000-0002-1375-179X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TARAPOTO – PERÚ

2024

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PAREDES AGUILAR LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Detección de aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica para mejorar la calidad de vida, San Martín 2024.", cuyos autores son RIOS QUINTOS RENATTO GHIANFRANCO, CUBAS RAMIREZ ALVARO OMAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

TARAPOTO, 20 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PAREDES AGUILAR LUIS DNI: 01158952 ORCID: 0000-0002-1375-179X	Firmado electrónicamente por: LUPAREDESA el 20- 07-2024 01:08:59

Código documento Trilce: TRI - 0824110



Declaratoria de originalidad de los autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CUBAS RAMIREZ ALVARO OMAR, RIOS QUINTOS RENATTO GHIANFRANCO estudiantes de la de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Detección de aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica para mejorar la calidad de vida, San Martín 2024"., es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
RIOS QUINTOS RENATTO GHIANFRANCO DNI: 71503225 ORCID: 0000-0002-8911-5300	Firmado electrónicamente por: RGRIOSR el 03-08-2024 15:22:09
CUBAS RAMIREZ ALVARO OMAR DNI: 73175335 ORCID: 0000-0001-9969-4054	Firmado electrónicamente por: ACUBASRA99 el 03-08-2024 12:24:59

Código documento Trilce: INV - 1753626

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios y a mi familia, quienes me han ofrecido un apoyo constante a lo largo de mi carrera, permitiéndome finalizarla con gran satisfacción.

Cubas Ramírez, Álvaro Omar

El presente trabajo está dedicado a Dios, a mis padres y hermanos, quienes durante el inicio de mi formación profesional me inculcaron ser un profesional con ética y humildad logrando finalizar este largo trayecto profesional.

Ríos Quintos, Renato Gianfranco

Agradecimiento

Agradezco a mis padres por su constante apoyo, de una manera especial mi agradecimiento va para mi asesor metodológico el ingeniero Luis Paredes Aguilar docente catedrático de la prestigiosa Universidad César Vallejo agradecido por su apoyo, tiempo y consejos para llevar a cabo mi proyecto de investigación.

Cubas Ramírez, Álvaro Omar

Agradezco a mis padres, por el apoyo incondicional y por el esfuerzo, asimismo a mi asesor metodológico el Dr. Luis Paredes Aguilar que mediante la gran capacidad académica me guio en el proceso de conocimiento de investigación siendo uno de los mejores docentes a lo largo de mi trayectoria profesional.

Ríos Quintos, Renato Gianfranco

Índice de contenidos

Carátula	i
Declaratoria de autenticidad del asesor	ii
Declaratoria de originalidad de los autores	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	12
III. RESULTADOS	17
IV. DISCUSIÓN	21
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RECOMENDACIONES	26
REFERENCIAS	27
ANEXOS.....	31

Índice de tablas

Tabla 1 Características de área de investigación.....	17
Tabla 2 Características de los procedimientos realizados en la t.....	18
Tabla 3 Pendiente del terreno	20

Índice de figuras

Figura 1 Conducta de las variables de investigación	12
Figura 2 Mapas de tomografía geoelectrica en la línea L-1	19
Figura 3 Mapas de tomografía geoelectrica en la línea L-2	19
Figura 4 Tipos de acuíferos.....	32

Resumen

En la presente investigación titulada “Detección de aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica para mejorar la calidad de vida, San Martín 2024”, se enmarca en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS), “Agua limpia y saneamiento”. El principal objetivo es determinar los procedimientos para la detección de aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida en el departamento de San Martín. El tipo de investigación que se empleará es cuantitativo, descriptivo, transversal y aplicativo. La población y muestra de estudio se ubican en la zona del distrito de San José de Sisa, provincia de El Dorado, en el departamento de San Martín. El área de prospección geoeléctrica se encuentra a siete kilómetros de la ciudad de San José de Sisa. Entre los principales resultados obtenidos, se destaca que el método más preciso es la tomografía geoeléctrica (Sondeo eléctrico vertical) la cual permite visualizar los niveles del terreno a través de colores. Los colores azul y celeste indican menor resistividad, lo que sugiere una alta probabilidad de encontrar un acuífero. Además, se logró determinar la pendiente natural del terreno, lo que es fundamental para el desarrollo de futuros proyectos de captación de agua subterránea.

Palabras Clave: Aguas subterráneas, sondeo eléctrico vertical y agua limpia.

Abstract

In this research called "Detection of groundwater using the electrical resistivity method to improve the quality of life, San Martin 2024", has as objective of sustainable development (SDG), the item called "Clean Water and Sanitation", also has the following objective as is to determine the procedures for the detection of groundwater using the electrical resistivity method and thus improve the quality of life in the province of San Martin. The type of research will be quantitative, descriptive, transversal and applicative. The population and sample are the three types of arrays such as Wenner array procedures, Schlumberger array, and Dipole-Dipole arrays. For each array there will be two measurements of vertical electrical soundings, which in total there will be six measurements for the whole project. The main results and conclusions are as follows: the most accurate process is the geoelectrical tomography that allows us to visualize the ground levels by colors, being the blue and light blue color those with lower resistivity and therefore there is a huge possibility of finding an aquifer, as well as the determination of the natural slope of the terrain.

Keywords : Groundwater, vertical electrical sounding and clean water.

I. INTRODUCCIÓN

En cuanto a la realidad problemática de la presente investigación se tiene a las aguas subterráneas que son la fuente de agua de muchas ciudades de la costa y sierra peruana. Así mismo el aumento de la temperatura a niveles de los 40 grados en promedio en las ciudades de la selva peruana, ha permitido que las personas comiencen a considerar al agua como liquido de vital importancia, todo esto articulado con el objetivo de desarrollo sostenible que es agua limpia y saneamiento, además del objetivo denominado trabajo decente y crecimiento económico, según Galvao et al (2023) nos comentan que, “las aguas subterráneas realizan una función esencial en el papel hidrológico en la Amazonia, pero para conseguir los datos hidrogeológicos en la zona de selva son escasos” (pág. 37).

Entonces se tiene los antecedentes que engloban nuestro estudio, a nivel internacional, en Brasil tenemos a los autores Triches y Maffesoni (2023) se menciona que “la acción de la perforación de pozos de aguas subterráneas ha aumentado en estos años en el país de Brasil y esto genera alarma sobre los atributos del medio ambiente hídrico” (pág. 01). Asimismo, los autores Penner et al (2023) nos comentan que “para tener una gestión sostenible de las aguas subterráneas, se debe obtener los datos de la tasa de recarga y el rendimiento específico de las aguas subterráneas lo cual es un reto” (pág. 15). A nivel nacional, en el Perú se han creado organizaciones del estado que están incentivando la investigación mediante los estudios de sondeos eléctricos verticales (SEV) como son el Instituto Nacional del Agua (ANA) y el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Ministerio de Energía y Minas que propician estos estudios a consecuencia del déficit hídrico en los valles de Acarí, Bella Unión y Yauca en el distrito de Yauca, departamento de Arequipa.

En concordancia, se tiene a los investigadores Parí y Carpio (2017), que nos mencionan lo siguiente “se aplicó el método geo resistividad eléctrica mediante ensayos de sondeos eléctricos verticales (SEV) para una evaluación de las características físicas del subsuelo y conocer su comportamiento del sub suelo”, (pág. 5). Para terminar, a nivel local, se tiene a los investigadores Ríos y

Sánchez (2020) que nos comentan lo siguiente, “se recomienda la elaboración de estudios geofísicos mediante sondeos eléctricos verticales el cual será un método de corroboración de información con respecto a los estudios de mecánica de suelos” (pág. 3). Actualmente en la ciudad de San José de Sisa, no existe suministro de agua potable, esto es debido a que la fuente de captación ha disminuido su caudal debido al intenso verano y a la deforestación que se da en las cabeceras de la cuenca del río Sisa por los cultivos de café y cacao.

El gobierno local ha tratado de buscar una solución a esta escasez del líquido elemento, esto conlleva a que la población de la localidad de San José de Sisa busque nuevas formas de acceder al líquido elemento de forma fácil y económica. El lugar donde se va a realizar es la localidad de San José Sisa con una población que mantiene una población promedio de 15,000 habitantes y se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas $6^{\circ}36'50''$ S y $76^{\circ}41'41''$ O. Se tiene una temperatura promedio bajo sombra de 36 grados centígrados. Por lo descrito líneas arriba esta investigación mantendrá un enfoque en determinar la ubicación, profundidad de una fuente de agua subterránea y la determinación de la calidad del agua del agua subterránea.

En merecimiento a todo lo mencionado conanterioridad se plantea el problema general: ¿Cuál serán los procedimientos para la detección aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica y de esa forma mejorar la calidad de vida en el departamento de San Martín 2024? Por consiguiente, planteamos los problemas específicos: PE1.-¿Cuál será la ubicación topográfica donde se va a realizar la detección de aguas subterráneas mediante el método de sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024?, PE2¿Cuáles serán los procedimientos y equipos para realizar el estudio mediante los sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024?,PE3.-¿Cuál será los tomografía eléctrica del terreno donde se realizará el estudio mediante los sondeos eléctricos verticales San Martín 2024?PE4.- ¿Cuál será el la pendiente del terreno donde se realizó el estudio de sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024?

Posteriormente se procedió plasmar la justificación teórica: Con el estudio presentado se contribuye con la literatura sobre mejorar la calidad de vida de las

personas en la región San Martín, mediante la relación entre la detección y tratamiento de aguas subterráneas y los métodos de resistividad eléctrica y el estudio no destructivo de la refracción sísmica. La **justificación práctica**: los resultados de esta investigación nos permitirán conocer la ubicación y profundidad de las venas de agua de los sectores en estudio, en ese contexto social ya se tendrá un estudio para posibles fuentes aguas subterráneas. Como **justificación metodológica**: En esta justificación se describe la razón de utilizar la metodología empleada, para esta investigación, por lo que se está utilizando medios no destructivos de reconocimiento como son los estudios de refracción sísmica y el método de resistividad eléctrica mediante sondeos verticales.

En tanto, la **justificación por conveniencia**: En la presente investigación se hace necesario el presente estudio por la falta de recurso hídrico en la región San Martín, esto aunado a la ausencia de lluvias en toda la región que van acompañadas con temperatura promedio de 38 grados centígrados. Así mismo, la justificación social: mediante este proyecto investigativo es para conocer los procedimientos para la determinación de aguas subterránea por métodos y medios no destructivos como son los métodos de resistividad eléctrica y el método de refracción sísmica, y los equipos y operadores se encuentran en la ciudad de Tarapoto.

Seguidamente se plantea el objetivo general: OG. -Detallar cuáles serán los procedimientos para la detección aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica y de esa forma mejorar la calidad de vida en el departamento de San Martín 2024. Por consiguiente, planteamos los objetivos específicos: OE1.-Determinar cuál será la ubicación topográfica donde se va a realizar la detección de aguas subterráneas mediante el método de sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024,OE2.-Determinar cuáles serán los procedimientos y equipos para realizar el estudio mediante el método de sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024,OE3.-Determinar cuál será los mapas de tomografía geoelectrica del terreno donde se realizará el proyecto mediante el estudio de los sondeos eléctricos verticales. San Martín 2024.OE4. - Determinar cuál será la pendiente del terreno donde se realizó el estudio de

sondeos eléctricos verticales. San Martín 2024.

Se tiene como antecedentes internacionales a los siguientes autores: se tiene la revisión en la base de datos del gestor bibliográfico Mendeley se tiene los siguientes antecedentes internacionales, Mustafá et al (2017) que nos menciona lo siguiente: “La determinación de las propiedades del suelo para algunas aplicaciones requiere un método rápido, fácil y barato en lugar de utilizar los métodos de ensayo de laboratorio tradicionales, sofisticados, costosos y que requieren mucho tiempo en laboratorio”. (p.01). El lugar donde se realizó esta investigación fue en los ambientes de la Universidad de Helwan. El objetivo de la investigación es presentar un estudio de caso llevado a cabo en la zona de Ain Helwan utilizando ensamblaje para mediciones de resistividad eléctrica con el fin de utilizar la resistividad eléctrica como prueba de control de calidad del grado de compactación y contenido de agua.

La población o muestra utilizada fue de 17 perforaciones como parte del programa de investigación del emplazamiento para las obras de construcción del campus, para las muestras de la zona 1 se extrajeron a una profundidad de 2 m por debajo del nivel del suelo, y para la zona 2 las muestras se tomaron a 4 m de profundidad desde el nivel del suelo. Los instrumentos utilizados fueron un resistivímetro de la marca Hematec. Se tiene como conclusiones lo siguiente que, basándose en los resultados de las pruebas, se constató que existe una relación entre la resistividad eléctrica del suelo y el tipo de suelo, el grado de compactación y el contenido de humedad del suelo. El aporte de este antecedente es que la resistividad eléctrica puede considerarse una herramienta de control de calidad rápida y limpia para la compactación sobre el terreno.

Viene a relación la investigación elaborada por Murillo (2008), que nos informa lo siguiente: “Los sondeos eléctricos verticales nos brindaron consecuencias positivas para la caracterización de los espesores de los tramos estudiados y nos permitieron obtener una mejor estratigrafía del subsuelo “(p.30). El lugar donde se realizó la investigación en la localidad de Guanacaste, Costa Rica. Se tuvo como objetivo de la investigación era elaborar el modelo conceptual del acuífero costero de playa Panamá, siendo necesario la utilización del método de

resistividad eléctrica con corriente continua. La población o muestra de este proyecto fueron doce sondeos eléctricos verticales con la caracterización electrónica Schlumberger, sobre los sedimentos recientes que conforman el almacén hídrico. Los instrumentos utilizados fueron el modelo Terrameter SAS 1000 de la ABEM® con cuatro electrodos y con una potencia máxima de 400 V. Se tiene como conclusión que los ensayos de resistividad eléctrica con corriente continua no permitieron estimar un valor representativo de resistividad para cada tipo de material. Sin embargo, los valores relativos de resistividad ayudaron a identificar el predominio de unos materiales sobre otros. El aporte de este antecedente nos brindó los procedimientos y equipos para utilizar en los estudios correspondientes a los sondeos eléctricos verticales para la modelación de acuíferos a partir de los datos geofísicos.

Asimismo, los investigadores Wahab, Shafiqullah, Saibi, Hakim; Mizunaga, Hideki, (2021), nos comenta “agua subterránea contiene varios electrolitos disueltos, y es iónicamente conductor, permitiendo que la corriente eléctrica fluya hacia el suelo. En consecuencia, la disponibilidad de agua se puede determinar calculando la resistividad del suelo” (p.05). El lugar donde se realizó esta investigación en el campus Ito, en la Universidad de Kyushu. El objetivo de la investigación fue detectar la profundidad del acuífero subterráneo y su espesor. La población o muestra, el área de estudio se ubica en la zona norte de la nueva Ito campus de la Universidad de Yushu (Fukuoka, Japón). La vigilancia eléctrica y se llevó a cabo en febrero de 2016, la topografía del área es de naturaleza plana. Los instrumentos utilizados fueron, un equipo de resistividad que tiene tres partes: el amplificador de 24 canales, el receptor y el sistema de alimentación, para determinar los valores de resistividad eléctrica del subsuelo, se indujo una corriente eléctrica en el suelo a través de electrodos y midieron los potenciales (voltajes) utilizando otros electrodos. Las conclusiones de esta investigación son: rocas duras, sin poros ni fracturas, y arenas secas, carentes de agua o arcilla, son extremadamente resistivo, con resistividades de 10.000 a 50.000 Ωm : El aporte de este antecedente es la clasificación de los materiales del subsuelo en función de la resistividad.

Ahora se tiene el investigador Oyeyemi.K, et al (2022), que nos comenta que “el

conjunto polo-dipolo tiene la mejor resolución para la estructura de falla subvertical sin ruido presente, mientras que con un 5% de ruido, el conjunto de Schlumberger proporcionó la mejor resolución” (p.03). El lugar donde se ubicó la investigación fue en el laboratorio, el objetivo de la investigación es realizar un modelado numérico para evaluar los conjuntos de resistividad eléctrica adecuados para la caracterización de estructuras geológicas. La población o muestra es cinco estructuras geológicas. Los instrumentos utilizados seis electrodos incluidas Wenner alfa (α), Wenner beta (β), Wenner gamma (γ), matriz Schlumberger , matriz dipolo-dipolo y matriz polo-dipolo, para evaluar las estructuras geológicas para la exploración de aguas subterráneas. Las conclusiones son las siguientes, para la exploración de aguas subterráneas en un terreno complejo de basamento con falla vertical como unidad acuífera, se recomienda encarecidamente el sistema Schlumberger. El aporte de este antecedente es que nos permite conocer adecuadamente que el sistema electro físico es más adecuado para la exploración de aguas subterráneas.

Se puede conocer más información proporcionada por el investigador Chaves. G. (2011) nos informa sobre un estudio realizado por la unidad de postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México, “añadiendo arreglos dipolo – dipolo al arreglo tipo “L”, se acondiciona a la mejora de la adquisición de información en la parte central y profunda del proyecto, por ese motivo se mejora la calidad de la inversión y las características del subsuelo”. El lugar donde elaboro la investigación fue el campus de la Casa Libertad de la Universidad Nacional Autónoma de la ciudad de México, ubicado en la zona oriente. El objetivo de esta investigación es la determinación de la geometría de una grieta expuesta en superficie dentro del campus de la Casa Libertad, ubicación de zonas de riesgo que puedan ocasionar daños estructurales en la actualidad. La población o muestra es el campus de la Casa Libertad, se tiene como conclusiones se ha podido identificar la entraña de la grieta expuesta en la superficie y la identificación de zonas resistivas que todavía no aparecen, en ese contexto realizar un plan de contingencia para las edificaciones adyacentes. El aporte de este antecedente nos permite es el arreglo propuesto para un estudio de tomografía de resistividad eléctrica en tres dimensiones y su aplicación en zonas urbanas con resultado positivos.

Se tiene un nuevo aporte de la investigadora Yusuf et al (2022), el cual ha realizado un estudio donde nos comenta: “Que las profundidades para realizar las perforaciones de pozos productivos están en un primer rango de 180 metros a 210 metros; para el segundo rango del estudio esta desde los 270 metros a 300 metros”, (p.01). El lugar donde se elaboró el estudio es la zona de Sanbogida, en el país de Nigeria, el objetivo de esta investigación fue realizar un estudio geofísico en un área conformada por esquisto (rocas metamórficas), este material no permite la perforación de pozos productivos. La población o muestra de esta investigación corresponde a veintidós sondeos eléctricos verticales, utilizando la matriz de Schlumberger con la ayuda de un megamedidor de resistividad de Ohms con una extensión de electrodo de $AB/2 = 215$ m; además se utiliza once datos cuantitativos de tomografía de resistividad eléctrica en dos dimensiones (2D). Los equipos utilizados fueron los equipos ADMT – 600 S - X. ERT, se utilizó veinte metros de cables, por cada perfil se utilizó trescientos metros que corresponde a diez líneas de perfil de terreno y como profundidad de exploración se ha tenido un margen de cuatrocientos metros. Como conclusión se tiene que luego del procesamiento de los datos de los sondeos eléctricos verticales nos da tres tipos capas geo eléctricas, al analizar los datos eléctricos se observa que los acuíferos están rodeados por capas de areniscas de varios espesores que están definidas por arenisca con participación de conchas y arenisca con participación de arcillas. El aporte de antecedente es los colores en función de la resistividad del suelo, la resistividad con valores bajos es azules, los valores de resistividad medios están los colores verde y amarillo y los que tiene mayor resistividad son los de color Marrón.

Además, se tiene a los investigadores Zhao et al (2020) nos comentan que “Este estudio confirmo que el método de los sondeos eléctricos verticales es confiable y su combinación con los estudios hidrogeológicos y la respectiva combinación de los datos de resistividad eléctrica y los datos hidrogeológicos, para finalmente alcanzar los datos del terreno en términos de diferencias espaciales” (p.01). el lugar donde se realizado los estudios están en el valle del rio Yuyao, en la cuenca Ningbo en el país de China. El objetivo de la investigación es obtener las características geométricas de un canal antiguo para generar un desarrollo de gestión sostenible de las aguas subterráneas, La población o muestra de estos

estudios fueron de setenta y siete estudios de sondeos eléctricos verticales en cinco perpendiculares al terreno, además se realizaron trece sondeos geológicos. Se ha llegado a la conclusión que luego de analizados los datos de los sondeos eléctricos verticales y los perfiles de resistividad eléctrica, se observa la existencia de un estrato paleocanal, donde los acuíferos de arena-grava o grava redonda cuyo diámetro de partículas aumenta gradualmente de arriba abajo. El aporte de este antecedente es la determinación del precipicio donde se encuentra el paleocanal está en un rango de treintaicinco y setenta metros por debajo del terreno natural y un ancho de mil metros.

Asimismo, los investigadores Asfahani J; Al-Fares W (2022) nos comenta lo siguiente: “Se obtuvo imágenes geoelectricas del interior del suelo, al utilizar un enfoque unido de dos técnicas, de varios perfiles en el área de estudio fijada”. La ubicación del estudio se realizó en las fallas activas del Mar Muerto, en la región de la depresión de Al-Ghab. El objetivo de esta investigación adoptar un nuevo enfoque geoelectrico mediante las técnicas de sondeo eléctrico vertical y una configuración de Schlumberger y la técnica de Pichgin y Habibuleave principalmente. El planteamiento elegido para canalizar los datos de resistividad para hundimientos leves de alrededor de diez metros. La población o muestra de este proyecto son ocho grupos de estudios de sondeos eléctricos verticales dentro un perfil ubicado en el área de Mehanbel, con un enfoque integrado mejorado de Pichgin y Habibuleave, nos dan resultados cuantitativos precisos que están en concordancia exacta con las posiciones reales de las estructuras reciente y cuaternaria. Los procedimientos seguidos son los espaciados AB/2 usados en esa disposición de Schlumberger son 1, 1.3, 1.68, 2.18, 2.82, 3.66, 4.74, 6.15, 7.97, 10.33, 13.38, 17.35, 22.49, 29.15, 37.78 y 48.87 metros. Se ha llegado a la conclusión que los efectos alcanzados se podrán utilizar esta configuración podrá ser utilizada en otros lugares para detectar fallas activas afloradas. El aporte de esta investigación es que nos provee una nueva configuración de método geoelectricas para profundidades de hasta diez metros y puede ser utilizado para la identificación de fallas tectónicas activas.

A nivel nacional se tiene a los autores Huamanchumo y Larraín (2019), nos comenta lo siguiente “las personas está acostumbradas a vivir de pozos

tubulares que tienen a su alrededor, los cuales no presentan las condiciones necesarias para garantizar una óptima calidad de vida”. El lugar donde se realizó el estudio fue en el centro poblado de las Casuarinas, en el distrito de Reque, provincia de Chiclayo. El objetivo de esta investigación es desarrollar un estudio geofísico del suelo a través del sondeo eléctrico vertical para alcanzarnos la ubicación del agua subterránea con las asistencias de las resistividades y de esa forma tener una información fidedigna de una fuente de agua para el centro poblado de las Casuarinas. La población o muestra de este estudio fue tres calicatas cada doscientos metros, además del estudio de sondeo eléctrico vertical. Se tiene como conclusiones que se ha determinado la posición exacta para la extracción de agua subterránea, que será complementado con un tanque de almacenamiento de quince metros cúbicos y la red de distribución de agua para el centro poblado. De las Casuarinas.

Por otro lado, se tiene las teorías relacionadas a la **variable independiente** denominada resistividad eléctrica, cuya definición conceptual se tiene que “son tipos de estudios utilizadas en las exploraciones geofísicas, tienen un propósito es descubrir y encontrar estructuras geológicas teniendo en cuenta las características de resistividad “(Alberto,1997). Se tiene la definición operacional se va a colocar corriente continua en el suelo con un par de electrodos y la determinación con otro par de electrodos de la diferencia de potencial, la capacidad va a depender de la distribución de resistividades de las estructuras del subsuelo, de la separación con los electrodos y de la corriente de baja frecuencia.

La presente investigación cuantitativa será la adquisición de los datos de campo, el responsable del estudio geofísico es quien se encarga de monitorear continuamente los datos de campo con el fin de garantizar una adecuada adquisición de los mismos, de manera que se pueda eliminar o corregir cualquier problema que pudiera presentarse, debido a factores geológicos, geofísicos o de instrumentación, para la detección de aguas subterráneas el sistema se especializa para cubrir vastas áreas y localizar el objetivo con una plaza de 1 metro hasta profundidades de 1200 metros por debajo de la superficie del terreno y la zona frontal hasta 2.500 metros, proporción el punto más adecuado

para realizar la perforación.

Para este proyecto se ha utilizado la tomografía geoelectrica que nos ha brindado información sobre las propiedades físicas del subsuelo utilizando el parámetro de resistividad real de las formaciones geológicas, el cual depende de cuatro variables físicas: porosidad y nivel de saturación en agua. Esto se convierte en una herramienta más precisa para identificar las características hidrogeológicas del terreno a lo largo de las secciones geoelectricas. El resultado final es una imagen 2D que representa la resistividad real del subsuelo en función de la distancia y la profundidad, la cual puede ser interpretada geológicamente tomografía geoelectrica (TGE), se va utilizar un equipo especial denominado geo tomógrafo ST150, además se tiene electrodos impolarizables, mediante estos accesorios se va a colocar corriente continua en el suelo con los electrodos, las características técnicas son número de canales que son 6, la unidad de medición es el milivoltio, la precisión de la medición será de 0.01 milivoltios, se tiene cuatro canales de medición, la máxima profundidad de medición fue de ciento cuenta metros (150.00 metros), se tiene un intervalo de muestreo de 0.25 milisegundos, la longitud de registro es de 1 a 4 segundos, se tiene una polaridad de apilamiento positiva y el programa Oasis Montaj.

Se tiene a las dimensiones, ubicación topográfica del lugar del estudio, detección de acuífero, tomografía eléctrica. Se tiene como indicadores, coordenadas UTM, planos de planta y perfil longitudinal del sector de la investigación. Segunda dimensión se tiene como indicadores, las medidas de resistividad eléctrica, los dispositivos tetraelectrodicos lineales básicos, prospecciones geoelectricas, los indicadores de la tercera dimensión son los espesores del subsuelo y los tipos de sustratos y la unidad de medición es de razón. Para la **variable dependiente** denominada "Calidad de vida", se tiene a los autores Celia y Tulsy (1990), que nos menciona "la valoración que una persona percibe de su vida y su complacencia con el nivel de vida actual y comparación con el nivel de vida ideal". Como definición operacional se menciona que, al tener un estudio técnico – económico de la localización y profundidad de las aguas subterráneas, esto permitirá que el poblador local pueda conocer y realizar la ubicación de sus pozos artesanales y de esa forma llevar agua a sus viviendas.

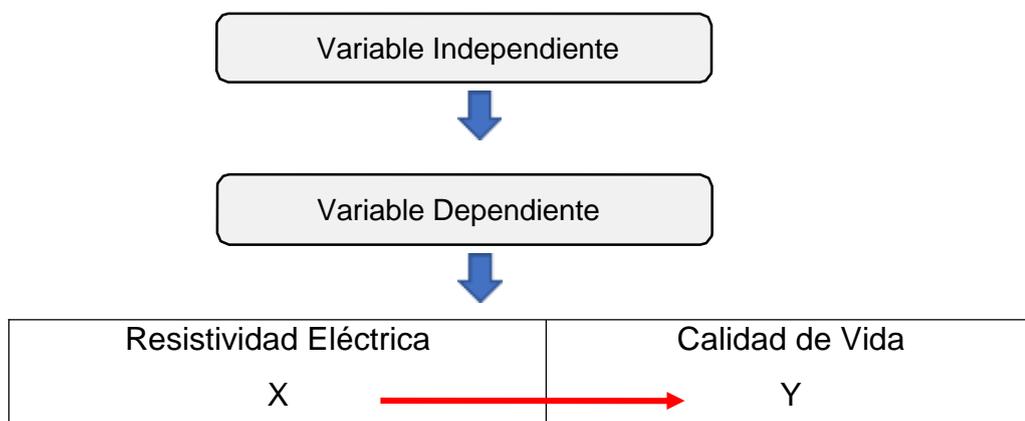
Como dimensiones se tiene el bienestar físico, bienestar emocional y bienestar material; estas dimensiones también pueden ampliadas como el desarrollo personal, inclusión social y derecho, así mismo se tiene los indicadores que son la salud en primer orden, seguridad física y la productividad. La unidad de medición es de razón. Por otro lado, se ha elaborado la hipótesis general; HG. - ¿Con los procedimientos para la detección aguas subterráneas mediante el método de resistividad eléctrica, se mejorará la calidad de vida en el departamento de San Martin 2024?

Por consiguiente, planteamos las hipótesis específicas: HE1.-Con la determinación de la ubicación topográfica donde se va a realizar la detección de aguas subterráneas mediante el método de sondeos eléctricos verticales se podrá conocer los lugares donde pueda existir aguas subterráneas, San Martin 2024, HE2.-Con la determinación de cuáles serán los procedimientos y equipos para realizar el estudio mediante el método de sondeos eléctricos verticales se podrá realizar más estudios detallados, San Martin 2024, HE3.-Con la determinación de la tomografía geoelectrica del terreno donde se realizará el proyecto mediante el estudio de los sondeos eléctricos verticales, se podrá manejar información de primer nivel. San Martin 2024. HE4.- Con la determinación de la pendiente del terreno donde se realizará el estudio de sondeos eléctricos verticales, se podrá conocer el tipo de terreno y su característica del terreno, pendiente y geoformas San Martin 2024.

II. METODOLOGÍA

Para definir el tipo proyecto investigativo se va utilizar el Manual de Oslo, de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que define cuatro tipos de innovaciones, como son innovación del producto y la innovación del proceso; por otro lado, se tiene la innovación organizativa y la innovación de marketing. Según esta clasificación el proyecto se clasifica en un proyecto de innovación del proceso por tener procesos como la detección del acuífero tomografía eléctrica basada en la resistividad eléctrica del terreno. Con respecto al enfoque de investigación mantiene un enfoque cuantitativo descriptivo transversal con dos variables, una variable independiente denominada resistividad eléctrica y la otra variable dependiente denominada calidad de vida, con respecto al alcance del proyecto este tendrá un alcance descriptivo. El presente proyecto mantiene un enfoque cuantitativo no experimental que viene a ser cuantitativo, que es una unión de varias teorías sólidas, que tiene como base las hipótesis nacidas de la misma, es necesario la utilización de una muestra discriminada pero propia de población que se va a utilizar en el estudio según Tamayo (2007)

Figura 1
Conducta de las variables de investigación



Fuente: Elaboración de los investigadores.

Donde:

Resistividad Eléctricas: Se realizó el sondeo eléctrico vertical mediante tomografía geoelectrónica con un arreglo del tipo Schlumberger.

Variables/Categorías Variable independiente: Resistividad Eléctrica.

Definición conceptual: son tipos de estudios utilizadas en las exploraciones geofísicas, tienen un propósito es descubrir y encontrar

estructuras geológicas teniendo en cuenta las características de resistividad (Alberto,1997).

Definición operacional: se va utilizar un equipo especial denominado geo tomógrafo ST150, además se tiene electrodos impolarizables, mediante estos accesorios se va a colocar corriente continua en el suelo con los electrodos, las características técnicas son número de canales que son 6, la unidad de medición es el milivoltio, la precisión de la medición será de 0.01 milivoltios, se tiene cuatro canales de medición, la máxima profundidad de medición fue de ciento cuenta metros (150.00 metros), se tiene un intervalo de muestreo de 0.25 milisegundos, la longitud de registro es de 1 a 4 segundos, se tiene una polaridad de apilamiento positiva y el programa Oasis Montaj.

La interpretación fue realizada a través del análisis de las diferentes secciones relativas a cada línea. Como una observación las resistividades en el área de estudio varían desde los 0.00 mV hasta los 29.27 mv, lo cual es indicativo de un ambiente geológico complejo. Se han identificado y distinguido zonas saturadas, las cuales presentan resistividades muy bajas debido a su alta porosidad, menor grado de litificación y mayor saturación en comparación con las áreas de resistividades elevadas. Las zonas con alta conductividad están influenciadas por lineamientos geoelectricos, los cuales podrían estar vinculados a estructuras geológicas. Las resistividades moderadas se asocian con zonas de transición, mientras que las resistividades altas corresponden a roca compacta de textura uniforme.

Dimensiones, se tiene a: ubicación topográfica de la fuente, procedimientos y equipos para realizar el método sondeos eléctricos verticales, detección del acuífero y tomografía eléctricas. Se tiene como indicadores, porosidad, nivel de saturación del agua, unidad de medición es de razón.

Variable dependiente: Calidad de Vida. Definición conceptual se tiene a los autores Celia y Tulsy (1990) que menciona “la valoración que una persona percibe de su vida y su complacencia con el nivel de vida actual y comparación con el nivel de vida ideal”. Como definición operacional se menciona que al tener un estudio técnico económico la localización y profundidad de las aguas subterráneas, esto permitirá que el poblador local

pueda conocer y realizar la ubicación de sus pozos artesanales y de esa forma llevar agua a sus viviendas. Como dimensiones se tiene el bienestar físico, bienestar emocional y bienestar material; estas dimensiones también pueden ampliadas como el desarrollo personal, inclusión social y derecho, así mismo se tiene los indicadores que son la salud en primer orden, seguridad física y la productividad. La unidad de medición es de razón.

En lo que respecta a la **población y muestra**, para tener un concepto claro sobre población que lo expresa Tamayo y Tamayo (1997), como el conjunto de fenómenos a analizar, donde el común denominador de este grupo posee una característica habitual que se va analizar y mediante este análisis se obtendrá datos cuantitativos. Se tiene los **criterios de inclusión**: para este criterio se tomará en cuenta los estudios de sondajes eléctricos verticales que se desarrollaron con los arreglos Schlumberger, utilizando la tomografía geoelectrica y equipos como el geotomografo ST15, electrodos impolarizables, se tiene los **criterios de exclusión**: no se tomará en cuenta los estudios de sondajes eléctricos verticales que no se desarrollaron con los arreglos Schlumberger, para este ítem.

En cuanto a la **muestra**, Hernández, Fernández y Baptista (2006), nos menciona que la muestra es una agrupación de la población que va a participar en el estudio. Para esta investigación, la población muestral se ubica en la zona de estudio del distrito de San José de Sisa, provincia de El Dorado, en el departamento de San Martín, el área de estudio de la prospección geoelectrica se encuentra a siete kilómetros de la ciudad de San José de Sisa, con un área de 18,896 metros cuadrado y un perímetro de 583.15 metros lineales. Unidad de análisis, La unidad de análisis es la razón.

En lo que concierne a las **técnicas e instrumentos de recolección de datos**, Hernández y Baptista (2006) manifiesta que la indagación descriptiva busca especificar peculiaridades y características primordiales de cualquier prodigio que se observe. Se llevan a cabo sondeos eléctricos verticales utilizando el método Schlumberger, con mediciones de resistividad tomadas

al nivel del terreno, conforme a lo establecido en la Norma NRF 011 CFE 2004. Las distancias entre electrodos “a” y “b” varían según el objetivo del estudio y son adecuadas para caracterizar el subsuelo hasta la profundidad deseada. Los sondeos eléctricos verticales se realizan en dos direcciones perpendiculares, con el centro de ambas líneas coincidiendo en el punto central del arreglo. Esto permite obtener la variación de resistividad en profundidad promediando ambas mediciones, minimizando así errores en la interpretación debido a variaciones laterales en la resistividad del subsuelo. La interpretación de la tomografía geoelectrica se realizó analizando las diferentes secciones correspondientes a cada línea.

Cabe destacar que las resistividades en el área de estudio oscilan entre 0.00 mV y 29.27 mV, esto sugiere la presencia de un entorno geológico complejo. Se han identificado y diferenciado zonas saturadas, las cuales se caracterizan por resistividades muy bajas, atribuibles a su alta porosidad, menor nivel de litificación y mayor saturación en comparación con las áreas de resistividades elevadas, se ha realizado la interpretación por colores, el color rojo representa alta resistividad una formación rocosa de alta resistencia, el color naranja representa formación rocosa de mediana resistencia e indica una fuerte advertencia de no encontrar agua. El color amarillo representa una formación rocosa media fuerte, es una advertencia para conseguir agua en esa zona, el color verde representa una formación rocosa de fuerza menor es el inicio de aproximación de agua. El color azul representa la presencia de roca blanda y portadora de agua, este color da una indicación de llegar a un acuífero. El color blanco representa la presencia de arena rojas.

Las áreas de alta conductividad están influenciadas por lineamientos geoelectricos, que posiblemente estén conectados con estructuras geológicas. Las resistividades moderadas están asociadas a zonas de transición, mientras que las resistividades elevadas indican la presencia de roca compacta con textura uniforme. Son instrumentos que se encuentran constituidos y organizados para efectuar una fase de recaudación de información fundamental para nuestra investigación. Estas técnicas se

acomodan a muestras de gran magnitud. Permiten acopiar respuestas objetivas de las muestras de nuestro estudio. Son técnicas que pueden argumentarse y que son confiables. La recolección de datos de corriente y potencial se efectúa utilizando un equipo transmisor de corriente de la marca GF Instruments, modelo ARES, que es capaz de aplicar al terreno pulsos rectangulares con una duración de entre 0.5 y 4 segundos. Este dispositivo posee una impedancia de entrada de 20 MΩ

Aspectos éticos, este proyecto de investigación será la realización de un estudio sobre la norma ISO 690-2, en el ítem de la realidad problemática, marco teórico además se ha tenido en cuenta la similitud tendrá que ser menor a 20%, se tendrá en cuenta la resolución N°531 – 2021/UCV, sobre el reglamento de propiedad Intelectual. También se ha aplicado la resolución N°470 – 2021/UCV al Código de Ética en Investigación de la Universidad Cesar Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1 Se ha determinado la ubicación topográfica donde se ha realizado la detección de aguas subterráneas mediante el método de sondeos eléctricos verticales, San Martín 2024.

Se tiene la tabla N°01 donde se tiene las coordenadas UTM del lugar donde se realizó la presente investigación mediante sondeo eléctrico vertical.

Tabla 1
Características de área de investigación

Coordenada	Terreno	Unidad	Altitud
Coordenada UTM (X)	312560	M	127
Coordenada UTM (Y)	9265631	M	137
Área de la investigación	18896	M2	
Perímetro investigación	583.15	M	

Fuente: Propia de investigadores.

Interpretación.

Se ha logrado realizar el estudio para la detección del acuífero y la tomografía geoelectrica realizada con las siguientes coordenadas UTM 312560 y 9265631, una altitud de 127 metros sobre el nivel de mar. Se tiene un área del lugar de la investigación de dieciocho mil ochocientos noventa y seis metros cuadrados (18896 m²). Se tiene el perímetro de quinientos ochenta y tres metros lineales (583.15 m). La zona de investigación se encuentra a siete kilómetros de la ciudad de San José de Sisa, en la provincia de El Dorado, departamento San Martín.

3.2 Se ha logrado determinar los procedimientos y equipos para realizar el estudio mediante sondeos eléctrico verticales, San Martin 2024.

Se tiene la tabla N°02 donde se tiene los procedimientos para la presente investigación mediante la tomografía geoelectrico y el sondeo eléctrico vertical.

Tabla 2

Características de los procedimientos realizados en la t

Procedimiento	E. Inicial	E. Final	Altitud
Línea -1	0.0	41 m	127
Línea - 2	0.0	15 m	137
Método TGE	F	F	
Longitud total medido	56	M	

Fuente: Propia de investigadores.

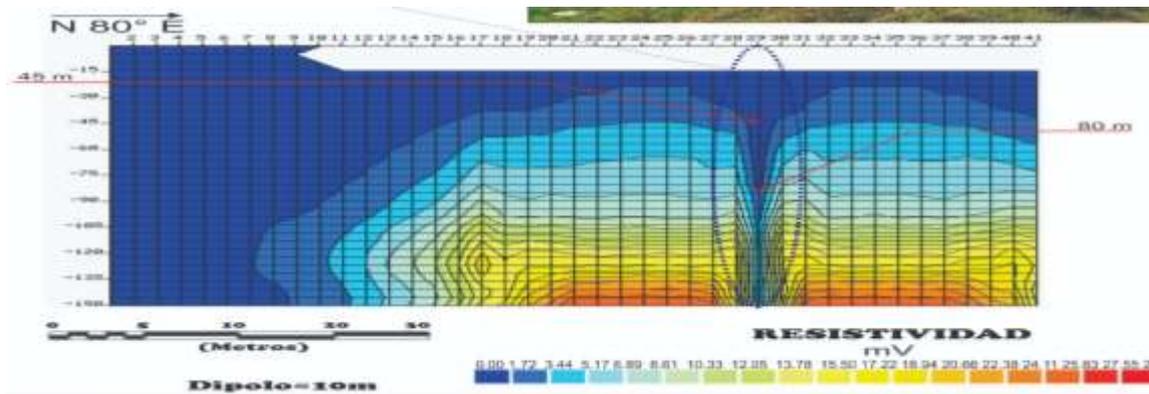
Interpretación.

Para obtener más detalles sobre las características físicas del subsuelo y datos verticales relacionados con los métodos geofísicos a utilizar, se llevó a cabo una exploración geológica preliminar en el área de la propiedad el señor Gustavo Santamaría Vargas, el distrito de San José de Sisa, provincia de El Dorado, departamento San Martín Para definir un plan de trabajo adecuado conforme a los objetivos, el encargado del estudio geofísico debe supervisar de manera constante la recopilación de datos de campo. Esto asegura que los datos se adquieran correctamente y permite corregir o resolver cualquier inconveniente que surja, ya sea por factores geológicos, geofísicos o relacionados con los instrumentos utilizados. Se tiene la línea L-1 con una lectura inicial de cero y una lectura final de cuarentaiuno metros, para la línea L-2 con una lectura inicial de cero y una lectura final de quince metros, una altitud de 137 metros sobre el nivel del mar.

3.3 Se ha logrado determinar los mapas de tomografía geoelectrica del terreno donde se realizó el estudio mediante sondeos eléctricos verticales. San Martin 2024.

Figura 2

Mapas de tomografía geoelectrica en la línea L-1



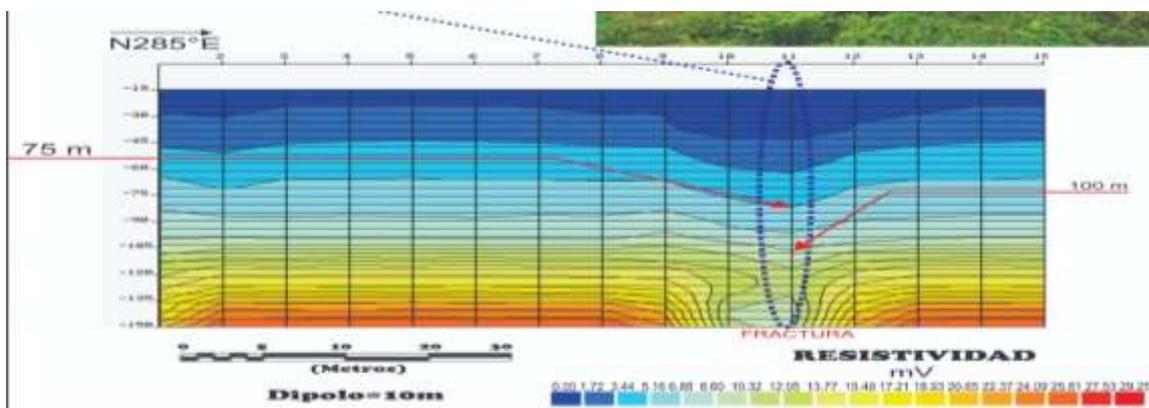
Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

Se puede visualizar que existe una saturación en la estación 29 donde se aprecia la presencia de una materia de baja resistencia que va desde los 0.00mv hasta los 12.05 mv que va desde una coloración azul hasta una coloración amarilla en la falla geológica en la estación 29 la profundidad aprovechable va desde los 45 metros hasta los 80 metros.

Figura 3

Mapas de tomografía geoelectrica en la línea L-2



Interpretación:

La línea L-2 Se han definido una zona saturada que son las estación 11 mostrándonos una coloración azul que sus valores van desde los 0.00 mV

hasta los 12.05 mv que están relacionados a la dureza de la roca indicando la presencia de fracturas o fisuras de la roca lugar donde se concentra el agua por su alta porosidad y grado permeabilizaste para la concentración del agua, por tal motivo las estaciones 11 es un lugar muy adecuado para la futura perforación o excavación de dicho pozo hasta una profundidad mínima de 75 metros y una profundidad de 100 metros.

3.4 Se ha logrado determinar la pendiente del terreno, en donde se ha realizado el estudio de sondeo eléctrico verticales. San Martin 2024.

Tabla 3

Pendiente del terreno

Terreno	Pendiente	Geoforma	Altitud
Llanos	Menos1°	Terraza	127
Inclinado con pendiente suave	Entre 1°-5°	Planicie	137
Pendiente moderada	5° - 15°	Piedemonte	137
Pendiente fuerte	15°-25°	Laderas	137

Fuente: Propia de investigadores.

Interpretación:

Se puede observar que el proyecto se encuentra en un terreno de pendiente moderada, en la vista fotográfica se puede observar sembríos de campos de arroz, según los datos de la tabla N°02, se tiene una pendiente moderada que fluctúa de entre 5° a 15° de inclinación, en las siguientes coordenadas Lat - 6.640866, Long -76.695528.

IV. DISCUSIÓN

Para el primer objetivo se tiene los resultados se tubo las características de las ubicaciones topográficas como son las características de las coordenadas UTM en (X), 312560 y las coordenadas UTM (Y) 9265631. Con respecto a esto se tiene al investigador Mustafá et al (2017) nos habla de los estudios de la Universidad de Helwan en la ciudad de Cairo en el país de Egipto se tiene las Coordenadas UTM (X): 690950.46 y la coordenada UTM (Y) 3431318.0. Por otro lado, se tiene al investigador Murillo que nos comenta que el lugar de la ubicación de su investigación de la localidad de Guanacaste en el país de Costa Rica se tiene las coordenadas UTM (X): 509730 y la coordenada UTM (Y): 9439817.3.

Asimismo, se tiene a los investigadores Wahab, Shafiqullah, Saibi, Hakim; Mizunaga, Hideki_ (2021), se tiene la ubicación de la investigación en coordenadas UTM (X): 631983 y las coordenadas en UTM (Y): 3127800 de la Universidad de Universidad de Kyushu. Para el autor Chaves (2011) nos menciona las coordenadas UTM (X): 631983 y las coordenadas en UTM (Y): 3127800 del lugar de la investigación de la unidad de postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para el autor Zhao et al (2020) nos comenta que su proyecto de investigación está ubicado en las siguientes coordenadas UTM (X) :359919.67 y las coordenadas en UTM (Y): 3306171.39. Para los investigadores Asfahani J; Al-Fares W (2022) nos mencionan la ubicación de su proyecto de investigación coordenadas UTM (X) :680266.65 y las coordenadas en UTM (Y): 3985798.20 en la región de la depresión de Al-Ghab en las fallas activas del Mar de Muerto.

A nivel nacional se tiene a los investigadores Huamanchumo y Larraín (2019), nos comentan sobre la ubicación de su proyecto en el centro poblado de las Casuarinas en el distrito de Reque en la provincia de Chiclayo (X) :9239700 y las coordenadas en UTM (Y): 629600. Para el segundo objetivo se tiene que se tiene las líneas de estudio tiene 41 metros de longitud y una altitud de 127 metros sobre el sobre el nivel del mar y la línea de estudio tiene una longitud de 15 metros de estudio con una altitud de 137 metros, se ha utilizado el método TGE. Para el investigador Mustafá et al (2017) los instrumentos utilizados fueron un

revestimiento de la marca Hematec; se tiene como conclusiones lo siguiente que basándose en los resultados de las pruebas, se constató que existe una relación entre la resistividad eléctrica del suelo y el tipo de suelo, el grado de compactación y el contenido de humedad del suelo.

Para el investigador Murillo (2008) nos menciona que, los instrumentos utilizados fueron el modelo Terrameter SAS 1000 de la ABEM® con cuatro electrodos y con una potencia máxima de 400 V Se tiene como conclusión que los ensayos de resistividad eléctrica con corriente continua no permitieron estimar un valor representativo de resistividad para cada tipo de material. Para el investigador Yusuf et al (2022), el cual ha realizado un estudio donde, donde se tuvo la población o muestra de esta investigación corresponde a veintidós sondeos eléctricos verticales, utilizando la matriz de Schlumberger con la ayuda de un megamedidor de resistividad de Ohms con una extensión de electrodo de $AB/2 = 215$ m; adema se utiliza once datos cuantitativos de tomografía de resistividad eléctrica en dos dimensiones (2D). Los equipos utilizados fueron los equipos ADMT – 600 S - X. ERT, se utilizó veinte metros de cables, por cada perfil se utilizado trescientos metros que corresponde a diez líneas de perfil de terreno y como profundidad de exploración se ha tenido un margen de cuatrocientos metros.

Asfahani J; Al-Fares W (2022), nos comentan que tuvieron. La población o muestra de este proyecto son ocho grupos de estudios de sondeos eléctricos verticales dentro un perfil ubicado en el área de Mehanbel, el enfoque integrado mejorado propuesto por Pichgin y Habibuleave proporciona resultados cuantitativos precisos que coinciden exactamente con la ubicación real de las estructuras recientes y cuaternarias. Los procedimientos utilizados incluyen los espaciados $AB/2$ según la configuración de Schlumberger, que son 1, 1.3, 1.68, 2.18, 2.82, 3.66, 4.74, 6.15, 7.97, 10.33, 13.38, 17.35, 22.49, 29.15, 37.78 y 48.87 metros y por último para los investigadores Huamanchumo y Larraín (2019), nos comentan sobre desarrollar un estudio geofísico del suelo a través del sondeo eléctrico vertical para alcanzarnos la ubicación del agua subterránea con las asistencias de las resistividades y de esa forma tener una información fidedigna de una fuente de agua para el centro poblado de las Casuarinas. La

población o muestra de este estudio fue tres calicatas cada doscientos metros, además del estudio de sondeo eléctrico vertical.

Para el objetivo número tres se tiene los siguientes datos como se puede visualizar que existe una saturación en la estación 29 donde se aprecia la presencia de una materia de baja resistencia que va desde los 0.00mv hasta los 12.05 mv que va desde una coloración azul hasta una coloración amarilla en la falla geológica en la estación 29 la profundidad aprovechable va desde los 45 metros hasta los 80 metros. La línea L-2 Se han definido una zona saturada que son las estación 11 mostrándonos una coloración azul que sus valores van desde los 0.00 mV hasta los 12.05 mv que están relacionados a la dureza de la roca indicando la presencia de fracturas o fisuras de la roca lugar donde se concentra el agua por su alta porosidad y grado permeabilizaste para la concentración del agua, por tal motivo las estaciones 11 es un lugar muy adecuado para la futura perforación o excavación de dicho pozo, se tiene al investigado nos comenta lo siguiente que basándose en los resultados de las pruebas, se constató que existe una relación entre la resistividad eléctrica del suelo y el tipo de suelo, el grado de compactación y el contenido de humedad del suelo.

El aporte de este antecedente es que la resistividad eléctrica puede considerarse una herramienta de control de calidad rápida y limpia para la compactación sobre el terreno, para el investigador Murillo (2008), nos comentan que los sondeos eléctricos verticales nos brindaron consecuencias positivas para la caracterización de los espesores de los tramos estudiados y nos permitieron obtener una mejor estratigrafía del subsuelo. Para el ultimo objetivo se tiene la obtención de la pendiente del terreno en donde se la logrado determinar que el terreno del estudio se tiene una pendiente moderada de entre 5° a 15° con las coordenadas Lat -6.640866, Long -76. 695528.. Para el investigador Chaves. G. (2011) nos menciona que el aporte de este antecedente nos permite es el arreglo propuesto para un estudio de tomografía de resistividad eléctrica en tres dimensiones y su aplicación en zonas urbanas con resultado positivos.

Ahora para otro investigador Yusuf et al (2022),nos comenta: "Que las

profundidades para realizar las perforaciones de pozos productivos están en un primer rango de 180 metros a 210 metros; para el segundo rango del estudio esta desde los 270 metros a 300 metros, el estudio se realizó sobre rocas metamórficas para la perforación de pozos productivos. Para el investigador Oyeyemi.K, et al (2022), nos menciona es para la exploración de aguas subterráneas en un terreno complejo de basamento con falla vertical como unidad acuífera, se recomienda encarecidamente el sistema Schlumberger. El aporte de este antecedente es que nos permite conocer adecuadamente que el sistema electro físico es más adecuado para la exploración de aguas subterráneas.

V. CONCLUSIONES

Se ha concluido la ubicación topográfica del presente estudio, el cual se centra en la determinación de acuíferos en la región de la selva, especialmente en la región de San Martín. Para ello, es esencial determinar estos puntos con especial atención a la precisión de los equipos tecnológicos utilizados, evitando errores.

Se concluye que, para determinar los procedimientos y equipos necesarios para realizar el estudio mediante sondeos eléctricos verticales, es imprescindible tener conocimientos básicos de hidrogeología, que se enfoca en el estudio y ubicación de aguas subterráneas. En esta ocasión, se ha utilizado el sondeo eléctrico vertical, combinado con la metodología de tomografía geoelectrica, lo que nos ha permitido definir la profundidad del acuífero de aguas subterráneas y las capas del terreno según los colores proporcionados por el manual del equipo PQT.

Para el objetivo número tres, se concluye que los mapas generados por los sondeos eléctricos verticales con el equipo PQT muestran con precisión el lugar donde se podrá trabajar, y dicha precisión se ve mejorada mediante el uso de colores.

Para el cuarto objetivo, se ha logrado determinar la pendiente del terreno, concluyendo que es necesario conocer las condiciones del terreno, la pendiente efectiva y la altitud.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar instrumentos topográficos modernos con bajos índices de error para medir con precisión las longitudes y ubicar con exactitud los puntos de localización de los acuíferos.

Asimismo, es aconsejable emplear tecnología de sondeos eléctricos verticales y tomografía geoelectrica, que permite interpretar los niveles del terreno mediante una codificación por colores hasta identificar el acuífero subterráneo.

Es fundamental revisar y analizar la información de resistividad del subsuelo obtenida a través de los colores, con el objetivo de determinar el sitio más óptimo para realizar la perforación. Actualmente, este proceso tiene un costo promedio de quinientos soles por metro lineal.

Además, se recomienda comprender adecuadamente la pendiente del terreno, ya que esto permitirá establecer la mejor línea de trabajo para colocar los sondeos eléctricos verticales y determinar la dirección probable del flujo de agua del acuífero.

REFERENCIAS

ASTIER, Jean., Louis, 1975. “*Geofísica Aplicada a la Hidrogeología*”. PARANINFO, Madrid, España. ISBN: 812830694X.

AUGE, Miguel.(2008).”*Métodos Geoelectricos para la Prospección Subterránea*”
<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/ProspeccGeoelec.pdf>

ARREDONDO GARCÍA, Roger Cancio, 2015. “*Estudio de sondajes eléctricos verticales y evaluación hidrogeológica de los manantiales en la quebrada de Tasata, distrito de Polobaya – Región Arequipa*”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/261>.

ASFAHANI, J. y ALFARES, W. (2022). Desarrollo y calibración de un nuevo enfoque de adquisición geoelectrica para detectar características tectónicas activas, Sistema de Fallas del Mar Muerto del Norte, Siria. *Geofísica Internacional*.
<https://doi.org/10.22201/igeof.2954436xe.2023.62.1.1450>

BALEK J., 1988. “*Estimation of natural Groundwater Recharge*”. NATO ASI Series.
https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-015-7780-9_1

CANTOS-FIGUEROLA (1974). Tratado de Geofísica Aplicada 2ª edición
https://www.academia.edu/31851873/Figuerola_Cantos_Tratado_De_Geofisica_Aplicada

CHAVEZ, Guillermo. (2011), “*Modelamiento 3D de datos de tomografía de resistividad eléctrica (TRE) con arreglo tipo “L”*”. Tesis de Maestría. Instituto de Geofísica UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000673339>

CASTILLO, Frank Jorge. (2017) “*Estudio geofísico para la exploración de agua subterránea en el fundo Buselcat Asia-Cañete, Lima*”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2017.

GÓMEZ, María. (2005): “*Estudio hidrogeológico Integral de las cuencas hidrográficas de los poblados el Coco y Ocotál, Carrillo, Guanacaste*”. - 168 págs. Univ. de Costa Rica, San José, [Tesis M.Sc.]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/1610#:~:text=elnazar%20este%20%C3%ADtem%3A->

HUAMANCHUMO, Irving Fernando y LARRAIN, Rogger Fabian (2019). “*Exploración geofísica de agua subterránea utilizando sondeo eléctrico vertical para el abastecimiento de agua potable en el centro poblado “Las Casuarinas” – Reque*”. Tesis de Pre-Grado para obtener el Título de Ingeniero Civil, correspondiente a la Universidad Señor de Sipán. Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6646>

HISCOCK., Kevin y BENSE, Víctor “Hydrogeology: Principles and Practice”. WILEY Blackwell, 2014. ISBN: 978-0-470-65662-4. <https://www.wiley.com/en-us/Hydrogeology%3A+Principles+and+Practice%2C+2nd+Edition-p-9780470656624>

KEHINDE. D. et al (2022).”*Assessing the suitable electrical resistivity arrays for characterization of basement aquifers using numerical modeling*”. Revista Heliyon Volume 8, Issue 5, 2022, e09427, ISSN 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09427>

LOKE, Meng. (2001). *Tutorial: 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys* https://www.researchgate.net/publication/264739285_Tutorial_2-D_and_3-D_Electrical_Imaging_Surveys.

MOSTAFA, Marwa; ANWAR, Mona; RADWAN, Amr. (2018). “*Application of electrical resistivity measurement as quality control test for calcareous soil*”. Publicado HBRC Journal. Volume 14, Issue 3, 2018. Pages 379 – 384. ISSN 1687 - 4048. <https://doi.org/10.1016/j.hbrcj.2017.07.001>

PAREDES, Alexis y ALVA, Daniel (2019). “*Aquifer potential through vertical electrical sounding (SEV) of lithostratigraphic units, Agocucho-Cajamarca 2019*” Universidad Privada del Norte.

https://www.researchgate.net/publication/344967284_Potencial_Acuifero_usando_Sondeo_Electrico_Vertical_SEV_en_Unidades_Litoestratigraficas_Agocucho-Cajamarca_2019

MENDOZA, A. “Estudio geológico e hidrogeológico y aplicaciones del SEV para la determinación de acuíferos en el centro poblado La Ramada Subcuenca Porcón”, Universidad Nacional de Cajamarca, 2012

MURILLO, Daniel. (2008). “*Aplicación Ambiental Del Método De Resistividad Eléctrica En El Modelado Del Acuífero Costero En Playa Panamá, Guanacaste, Costa Rica*”. Publicado en Revista Geológica de América Central, 38: 21-31, 2008 ISSN: 0256-7024 <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45437345002>

MORALES – ESCALANTE,R et al (2020). “Estudio Hidrogeológico De Zonas De Recarga Acuifera Para El Abastecimiento De Agua en la ciudad de México”. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiS5fbJr8eCAxW8uZUCHUFyBpwQFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.fondosdeagua.org%2Fcontent%2Fdam%2Fnc%2Fnature%2Fen%2Fdocuments%2Flatin-america%2Festudiohidr.pdf&usq=AOvVaw3bC-3GTBe_MBzmsWH2dD7i&opi=89978449

ORDOÑEZ DAVILA, Manuel Herick; VALDERA SANTAMARIA, Jimmy Frank (2020). “*Estudio hidrogeológico con fines de aprovechamiento hídrico subterráneo del manantial Uchpayacu para consumo humano en el Caserío Tres de Octubre, distrito de La Banda de Shilcayo, provincia de San Martín - región San Martín, 2019*” Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto. <https://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3668>

PENNER, Giovanni; MARTINS, Rubens; RODRIGUES, Salim y WEDLAND, Edson. (2023).” *Uncertainty in Groundwater recharge estimation using groundwater level fluctuation and aquifer*”. Publicado En test.RBRH. 2023. Vol. 28. E11. DOI: 10.1590/2318-0331.282320220113

WAHAB, Shafiqullah, SAIBI, Hakim; MIZUNAGA, Hideki. (2021). “*Groundwater aquifer detection using the electrical resistivity method at Ito Campus, Kyushu* “.

Publicado en la University (Fukuoka, Japan). Geoscience Letters. 10.1186/s40562-
https://www.researchgate.net/publication/350640699_Groundwater_aquifer_detection_using_the_electrical_resistivity_method_at_Ito_Campus_Kyushu_University_Fukuoka_Japan

YAMPASI SURCO, Larissa Galia. "Aplicación del método de sondaje eléctrico vertical para la ubicación de pozos de agua subterránea en los centros poblados de Buena Vista y Miraflores en el distrito de Sama, provincia y región de Tacna". Título Profesional de Ingeniero Geofísico. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10284>

YUSUF, S, DRENKAT, H, y AZI, C. (2022). "Groundwater Exploration Using Vertical Electrical Sounding And 2D Electrical Resistivity Tomography In Shale Formation: A Case Study Of Sabongida, Plateau State, North Central Nigeria". Publicado en la Revista *Warta Geología*, 48(1), 10–22. <https://doi.org/10.7186/wg481202202>

ZHAO, Yu; et al (2020). *Vertical electric soundings characteristics of paleochannel in the Yuyao River Valley, Eastern China*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment. 80. 1-15. 10.1007/s10064-020-01951-3. https://www.researchgate.net/publication/343738842_Vertical_electric_soundings_characteristics_of_paleochannel_in_the_Yuyao_River_Valley_Eastern_China

ANEXOS

Anexo 01: Tabla de Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Es m
Variable independiente	Alberto (1997). son tipos de estudios utilizadas en las exploraciones geofísicas, tienen un propósito es descubrir y encontrar estructuras geológicas teniendo en cuenta las características de resistividad.	se va utilizar un equipo especial denominado geo tomógrafo ST150, además se tiene electrodos impolarizables, mediante estos accesorios se va a colocar corriente continua en el suelo con los electrodos, las características técnicas son número de canales que son 6, la unidad de medición es el milivoltio, la precisión de la medición será de 0.01 milivoltios.	Ubicación Topográfica Procedimiento y equipos para realizar sondeos eléctricos verticales	Coordenadas UTM Resistividad eléctrica, dispositivos tetraelectrodicos	
Método resistividad eléctrica			Perfil estratigráfico y mapas de isosrestividad.	Espesores del subsuelo y tipos de sustratos	
Variable dependiente	Celia y Tulskey, (1990). la valoración que una persona percibe de su vida y su complacencia con el nivel de vida actual y comparación con el nivel de vida ideal	Tener un estudio técnico – económico de la localización y profundidad de las aguas subterráneas, esto permitirá que el poblador local pueda conocer y realizar la ubicación de sus pozos artesanales.	Bienestar fisico	Salud	
Calidad de Vida			Bienestar emocional	Seguridad física	

Anexo N°09: Otras Evidencias (fotografías, planos, documentos)



Vista Fotográfica N°01



Vista Fotográfica N°02



Vista Fotográfica N°03

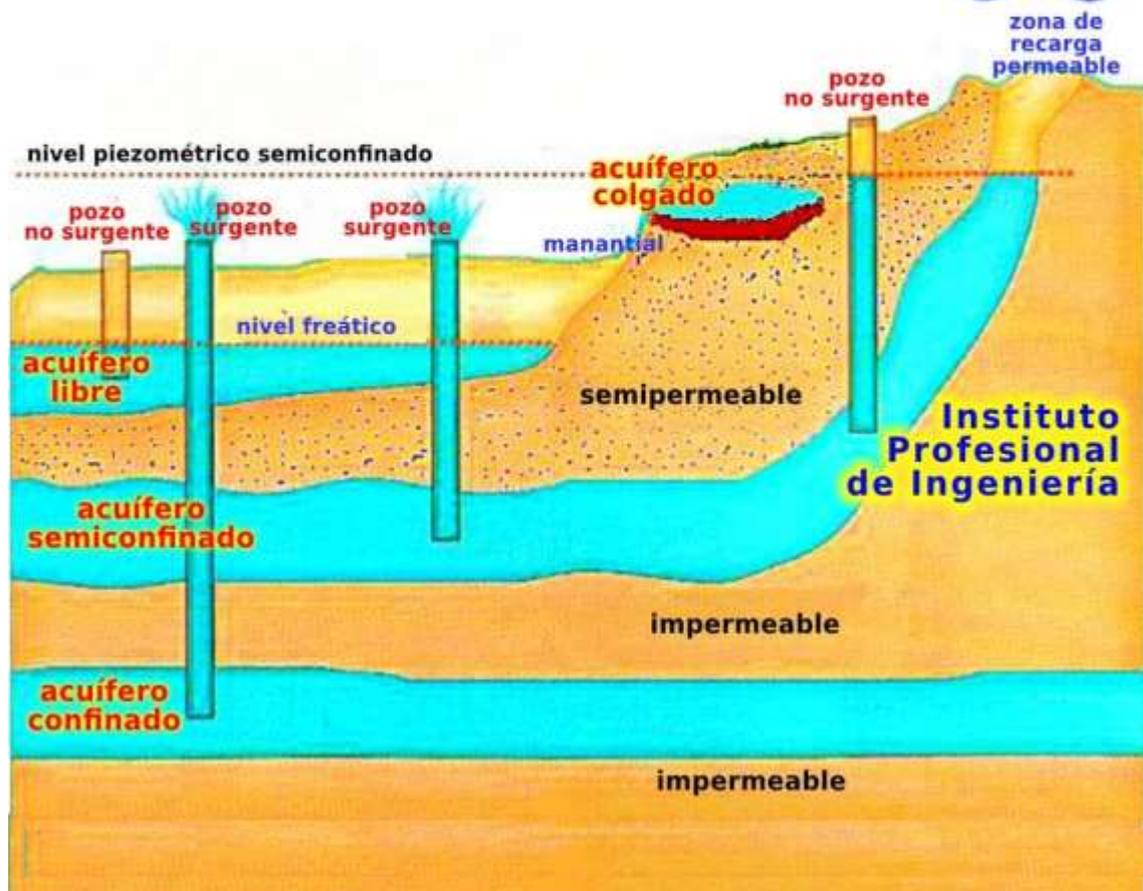


Vista Fotográfica N°04

Figura 4

Tipos de acuíferos

tipos de acuíferos



Fuente: Instituto Profesional de Ingeniería