



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

**Influencia de los residuos orgánicos como material de relleno  
en la conductividad eléctrica de pozos a tierra en La Paccha  
Baja – Cajamarca**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTOR:**

Rivera Naucar, Edwin Alfonso (ORCID: 0000-0003-3364-8201)

**ASESOR:**

Dr. Villareal Albitres, Wilian Fernando (ORCID: 0000-0001-9027-6358)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación se lo dedico a mi familia que es el motor para siempre continuar adelante, en especial a mi hijo como muestra que la edad no es impedimento para seguir desarrollándose profesionalmente.

Así mismo a todas las personas que siempre están a mi lado y que no critican mis actos, sino que te incentivan a continuar avanzando y haciéndome aprender de mis errores.

***Edwin Rivera***

### **Agradecimiento**

Dar gracias a Dios por estar siempre conmigo por cuidarme y protegerme dándome las fuerzas necesarias para seguir adelante y poder culminar mi carrera profesional.

A mi familia por apoyarme siempre en todo momento, por brindarme el tiempo necesario para dedicarme a mis estudios y culminar con éxito estos.

***Edwin Rivera***

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Resumen .....	vi
Abstract .....	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>10</b>
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización:.....	10
3.3. Población, Muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos.....	11
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>12</b>
<b>V. DISCUSION.....</b>	<b>35</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>38</b>
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS .....	42

## Índice de tablas

Tabla 1. Resistividad eléctrica de terrenos en Cajamarca. ....	2
Tabla 2. Valores típicos de resistividad del terreno. ....	8
Tabla 3. Material de relleno en Pozos a Tierra.....	13
Tabla 4. Resultados Análisis granulométrico.....	14
Tabla 5. Análisis de la composición química de muestras de materia orgánica...	15
Tabla 6. Resultados de Resistividad Eléctrica de muestras de materia orgánica.	18
Tabla 7. Lista de Materiales de Pozo a tierra. ....	23
Tabla 8. Especificaciones técnicas de Equipo de Medición de Puesta a tierra. ...	25
Tabla 9. Resultado de Mediciones Pozos a Tierra .....	25
Tabla 10. Resultado de Mediciones Pozos a Tierra .....	26
Tabla 11. Relación entre densidad aparente de la muestra y resistencia eléctrica. .....	27
Tabla 12. Relación entre el Potencial de Hidrógeno de la muestra y resistencia eléctrica.....	28
Tabla 13. Relación entre el Nitrógeno de la muestra y resistencia eléctrica .....	29
Tabla 14. Relación entre los fosfatos de la muestra y resistencia eléctrica .....	30
Tabla 15. Valores Mínimos y Máximos de Resistencia de Puesta a Tierra.....	31
Tabla 16. Valores Promedios de Resistencia de Puesta a Tierra. ....	32
Tabla 17. Costo de ejecución de pozos a tierra. ....	34
Tabla 18. Comparación de Costos de ejecución de pozos a tierra. ....	34

## Resumen

En la presente investigación denominada: “INFLUENCIA DE LOS RESIDUOS ORGANICOS COMO MATERIAL DE RELLENO EN LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA DE POZOS A TIERRA EN LA PACCHA BAJA – CAJAMARCA”, tiene como objeto de estudio determinar la factibilidad del uso de los residuos orgánicos como material de relleno en los pozos a tierra, estableciendo la relación entre la variación de su composición física y química con el valor de la resistencia eléctrica de puesta a tierra.

Se inició la investigación con la determinación de las propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos que se utilizan como material de relleno en los pozos a tierra, para lo cual se hizo el análisis físico químico de cuatro muestras de residuos orgánicos. Luego se hizo las mediciones de resistencia eléctrica del sistema de protección de puesta a tierra de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca, se utilizaron 4 pozos con material de relleno la tierra de cultivo y el material orgánico y 16 pozos de puesta a tierra de material de relleno la tierra de cultivo y la bentonita.

Así mismo se estableció la relación numérica entre la resistencia de puesta a tierra y la composición física y química de las muestras analizadas. Se hizo el análisis comparativo de los valores de resistencia de puesta a tierra entre los residuos orgánicos y la bentonita.

Finalmente se realizó la comparación del presupuesto de la ejecución de pozo a tierra, utilizando material de relleno tierra de cultivo con bentonita y tierra de cultivo con residuos orgánicos.

**Palabras Clave:** Residuos Orgánicos, Resistencia de Puesta a Tierra, Propiedades físicas y química de los residuos orgánicos.

## Abstract

In the present investigation called: “INFLUENCE OF ORGANIC WASTE AS FILLING MATERIAL IN THE ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF EARTH WELLS IN LA PACCHA BAJA - CAJAMARCA”, aims to study the feasibility of using organic waste as filler material in grounding wells, establishing the relationship between the variation of their physical and chemical composition with the value of the grounding electrical resistance.

The investigation began with the determination of the physical and chemical properties of the organic residues that are used as filling material in the wells on land, for which the physical chemical analysis of four samples of organic residues was made. Then, the electrical resistance measurements of the grounding protection system of the secondary distribution network in the La Paccha Baja farmhouse, Cajamarca, were made, 4 wells were used with filling material, the farmland and organic material and 16 wells. grounding material for filling the farmland and bentonite.

Likewise, the numerical relationship between the grounding resistance and the physical and chemical composition of the samples analyzed was established. The comparative analysis of the grounding resistance values between the organic residues and the bentonite was made.

Finally, the comparison of the budget for the execution of the well to the ground was made, using filling material, cultivation soil with bentonite and cultivation soil with organic residues.

**Keywords:** Organic Waste, Earthing Resistance, Physical and chemical properties of organic waste

## I. INTRODUCCIÓN.

El material de relleno de los pozos a tierra constituye un insumo esencial en la construcción de éstos sistemas de protección eléctrica, el cual debe reunir características de conducción eléctrica, estipulado por la reglamentación vigente del sector eléctrico.

En la investigación que se realizó, se evidenció que los costos del material de relleno de los pozos a tierra, de acuerdo a las características del suelo del lugar, influyen en el costo total del sistema protección eléctrica, por el cuál, la búsqueda de alternativas de éste material que tengas parecidas características de conductividad eléctrica, se utilizó los residuos orgánicos de los cultivos del lugar, que están almacenados en terrenos agrícolas contiguos, sin embargo la evaluación de sus propiedades de conductividad eléctrica, por medio de mediciones de puesta a tierra, determinarán la viabilidad de la utilización.

Los sistemas de protección de los sistemas eléctricos, actualmente están enmarcados dentro de todos los proyectos de diferentes envergadura que se ejecutan, con protocolos de medición de sus parámetros, en el caso de los sistemas de puesta a tierra, se realizan diseños eléctricos en el cual el objetivo es que respondan ante la eventualidad de fugas de corriente, por lo tanto los valores de conductividad eléctrica del terreno en dónde se insertan las varillas de cobre, deben mantener su valor óhmico de acuerdo a la normativa vigente. (Díaz, 2018, p.9).

En la ciudad de Cajamarca, se evidencia que existen instalaciones de puesta a tierra, los cuales se han construido en terrenos que cuentan con gran cantidad de restos orgánicos, producto de la descomposición de sembríos, y en los cuales las mediciones de conductividad presentan un valor promedio dentro de 1 a 4 Mhos, los cuales están dentro del rango que exige el código nacional de electricidad.

En cuanto a su valor de resistividad eléctrica, en la ciudad de Cajamarca, se distinguen tres tipos de terrenos, el rocoso, el arcilloso, y el arenoso, cada uno con valores característicos de resistividad, dichos valores se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1. Resistividad eléctrica de terrenos en Cajamarca.**

Tipo de suelo	Resistividad del terreno en Ohmios - Metro	
	Mínimo	Máximo
<b>Rocoso</b>	140	220
<b>Arenoso</b>	8	14
<b>Arcilloso</b>	5	8

Fuente: Colegio de Ingenieros del Perú, 2017

En la figura 1, se muestra la tendencia de los valores de resistividad de los tres tipos de suelos con sus valores mínimos y máximos medidos.

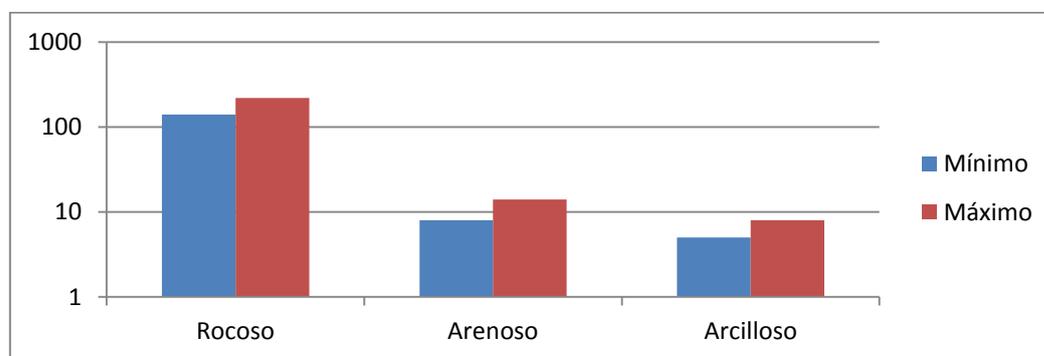


Figura 1. Resistividad eléctrica de terrenos en Cajamarca (Ohmios-Metro)

Se formula el problema de la presente investigación: ¿Cómo influyen los residuos orgánicos como material de relleno en conductividad eléctrica de los Pozos a Tierra, en la PACCHA Baja, Cajamarca?

Se justifica técnicamente la investigación porque se realiza el análisis del comportamiento de las variables eléctricas de los sistemas de protección puesta a tierra, teniendo como relleno a los restos orgánicos, para lo cual, con la metodología de medición de puesta a tierra, se determina si la resistividad eléctrica, está dentro de lo especificado por la norma NTP 370.052:1999, la que determina los materiales que Constituyen el Pozo de Puesta a Tierra; ambientalmente se justifica porque los residuos orgánicos no contaminan el suelo, como si lo hacen los materiales que son tratados industrialmente Torgel o Bentonita que se emplean de insumo combinado con la tierra de cultivo, que incrementa el valor de la conductividad eléctrica del terreno.

Económicamente, se justifica, debido a que el costo del tratamiento de los residuos orgánicos a utilizar como material de relleno, es menor que el que se utiliza actualmente, con lo cual los costos de la protección eléctrica de los pozos a tierra disminuyen. Socialmente se justifica porque muchos usuarios implementarán la protección eléctrica en sus viviendas, debido a la disminución de los costos, así como también el incremento de la seguridad ante eventuales accidentes de índole eléctrico que puedan ocurrir.

El objetivo de la investigación es determinar la Influencia de los residuos orgánicos como material de relleno en la conductividad eléctrica en el sistema de protección eléctrica de pozos a tierra, en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca. Los objetivos específicos son:

- Determinar las propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos que se utilizan como material de relleno en los pozos a tierra.
- Realizar mediciones de resistencia eléctrica del sistema de protección de puesta a tierra de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.
- Determinar la relación entre los valores de resistencia eléctrica de los pozos a tierra con las propiedades físicas y químicas del material de relleno.
- Hacer el análisis comparativo de los valores de Resistencia eléctrica de los pozos a tierra, entre los que utilizan los residuos orgánicos y aditivos convencionales como material de relleno, de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.
- Realizar el presupuesto de la ejecución de pozo a tierra, utilizando los dos materiales de relleno estudiados.

La hipótesis de la investigación es: La influencia de los Residuos Orgánicos como Material de Relleno en la Conductividad Eléctrica de Pozos a Tierra la Paccha baja – Cajamarca.

## II. MARCO TEÓRICO

La relación que existe entre la temperatura, PH y conductividad eléctrica del compostaje del estiércol ha considerado los resultados obtenidos y las condiciones en que se condujo el experimento se puede concluir lo siguiente. El pH influyó la temperatura, deduciéndose que este pudo haber afectado la actividad microbiana por la alcalinidad que presentaron los cuatro estiércoles y consecuentemente hubo influencia en la temperatura. La CE afectó el comportamiento del pH. La CE y la temperatura mostraron un comportamiento independiente. (Hernández, 2013, p.3).

El experimento se realizó en el establo lechero de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN). Los residuos orgánicos utilizados fueron: estiércol de bovino lechero (20 días aproximadamente de haber sido deyectado), estiércol caprino (10 días), estiércol de ovino (10 días), estos fueron recolectados en los corrales del establo de la Universidad. El estiércol de bovino de carne (10 días) fue proporcionado por la empresa PROKARNE. Para cada residuo orgánico se utilizaron 5 bolsas de 50 Kg aproximadamente acumulándose en pilas de 1.40 m de ancho por .80 m de altura aproximadamente. Durante el proceso de precomposteo la humedad se mantuvo entre 40% y 65% mediante riegos.

El análisis de la conductividad eléctrica en un suelo tratado con efluentes ganaderos, realizado por la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas, en Argentina, concluye que la presencia de sustancias contaminantes en el suelo supone la existencia de efectos nocivos potenciales para el hombre, la flora y la fauna y, su posibilidad de transmitirse a medios como el agua subterránea, hace que ecosistemas alejados de la zona contaminada también puedan verse afectados. Los efluentes ganaderos son una fuente de contaminación originada por la escorrentía de estiércol desde granjas de producción animal intensiva.

. (Lemeillet, 2017, p.67).

La Albufera de Valencia, uno de los humedales más importantes de la península ibérica, es un entorno de elevado valor paisajístico y medioambiental destinado en su mayor parte al cultivo del arroz. Climática y edáficamente la zona es adecuada para el cultivo del arroz (GALLART, 2017, p.45)

De acuerdo a un protocolo establecido, se ha realizado la Evaluación del comportamiento de las puestas a tierra tratados con cemento conductor para la Red de Datos de 16 Instituciones Educativas ubicadas en las Provincias de Azángaro, San Antonio de Putina, Huancané, Melgar y Sandía de La Región Puno, realizó el diagnóstico del comportamiento de los pozos a tierra que fueron tratados con cemento conductor de las redes de datos de las 16 instituciones educativas se ha realizado 3 mediciones por cada Sistema de Puesta a Tierra usando el telurómetro TESTECH KT 480D, se realizaron 48 mediciones, para lo cual se hizo el análisis estadístico, obteniéndose como valor final con una media de 4.63 Ohm. (Flores, 2017, p.34).

Los Sistemas de **Protección** se denominan a los que se utilizan en los sistemas eléctricos de potencia, y tiene como función principal que evitan la destrucción de equipos o instalaciones, teniendo como causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y luego podría extenderse, sin lograr ser controlado, de manera encadenada. (Juárez, 2014, p.5)

Según la norma (IEEE Std 80, 2000), los sistemas de puesta a tierra tienen tres objetivos principales:

- Asegurar la integridad física de cualquier persona.
- Proveer un camino de descarga a tierra de corrientes.
- Las puestas a tierra, tienen la misión de evitar que se desarrollen derivaciones de las intensidades de corriente eléctrica no deseada.

El comportamiento de un sistema de puesta a tierra es como una resistencia del suelo, su valor varía en función a:

- a) Resistencia eléctrica de los conductores eléctricos (cable, varilla o electrodo, etc.), así como las resistencias que se genera en las conexiones y en los empalmes.
- b) El valor resistivo entre el electrodo y el suelo.
- c) El valor resistivo del suelo.

En la figura 2, se muestra los elementos del sistema de puesta a tierra, con el flujo de corriente ante una eventualidad de falla.

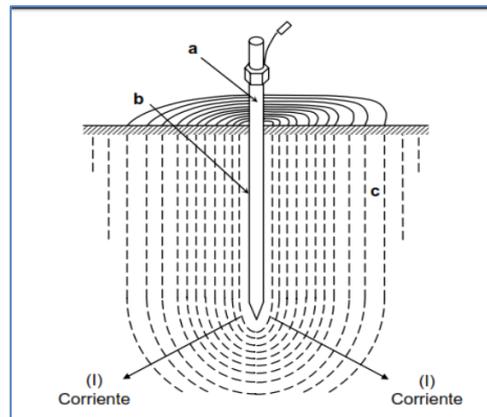


Figura 2. Componentes de la resistencia puesta a tierra del electrodo.

En la figura 3, se muestra la relación entre la conductividad, la resistividad de diferentes tipos de suelos, en función a la humedad, notándose la tendencia que existe en cada uno de ellos.

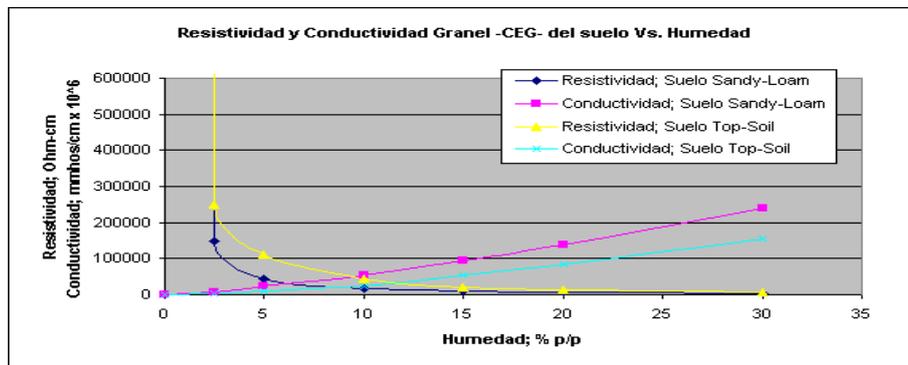


Figura 3. Resistividad y Conductividad eléctrica del suelo.

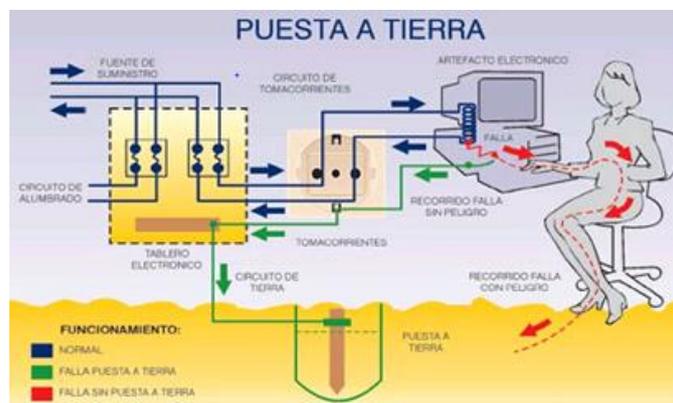


Figura 4. Puesta a Tierra

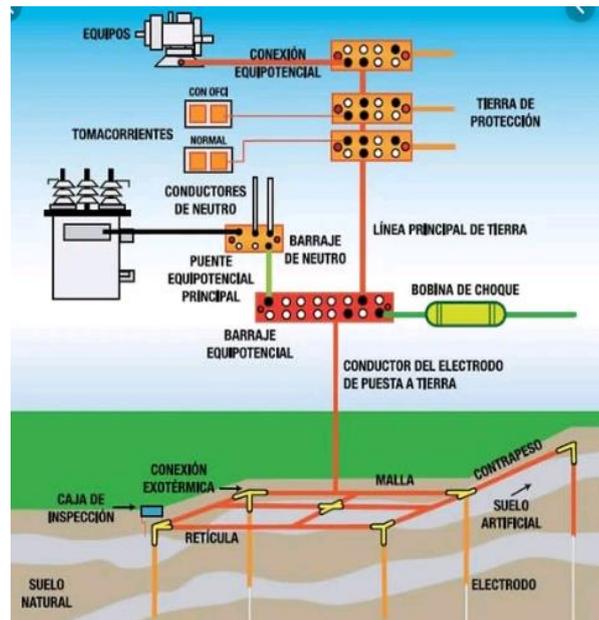


Figura 5. Conexión de electrodos en pozos a tierra.

En la determinación de los valores de la resistividad del terreno en donde se instala el pozo a tierra, se tiene en cuenta una serie de parámetros, como son la geometría de la malla del electrodo, y los valores de resistividad en cada tramo adyacente.

En la tabla 2, se tiene los valores típicos de resistividad de los terrenos en donde se instala los sistemas de puesta a tierra, los terrenos arenosos presentan un valor de resistividad entre 50 y 500 ohmios por metro, mientras que los terrenos pantanosos, u valor de resistividad menor a 30 ohmios por metro.

**Tabla 2. Valores típicos de resistividad del terreno.**

<b>Naturaleza del terreno</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega.m</math>)</b>
Terrenos pantanosos	< a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arenas arcillosas	50 a 500
Arena sílice	200 a 300
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	80
Granitos de gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos de gras muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Fuente: García, 2014.

Estos determinan la resistividad variable en cada lugar o capa del terreno, e influyen en la resistividad aparente. (Acuña, 2011, p.23)

Los factores más importantes son mencionados a continuación:

- a) Influencia de la humedad y temperatura.
- b) Influencia de compactación del suelo.
- c) Composición del terreno y Sales solubles.
- d) Granulometría Influye bastante sobre la porosidad y el poder retenedor de humedad y sobre la calidad del contacto con los electrodos aumentando la resistividad con el mayor tamaño de los granos de la tierra.

Las sustancias con alta conductividad eléctrica, fabricadas exclusivamente para incrementar el valor de conductividad eléctrica de los terrenos, tiene en su composición química al Hexacianoferrato de Cobre.

Uno de los métodos más empleados para medir el valor de la resistividad eléctrica de un terreno es el Método de Wenner, o también conocido como el método de los cuatro electrodos.

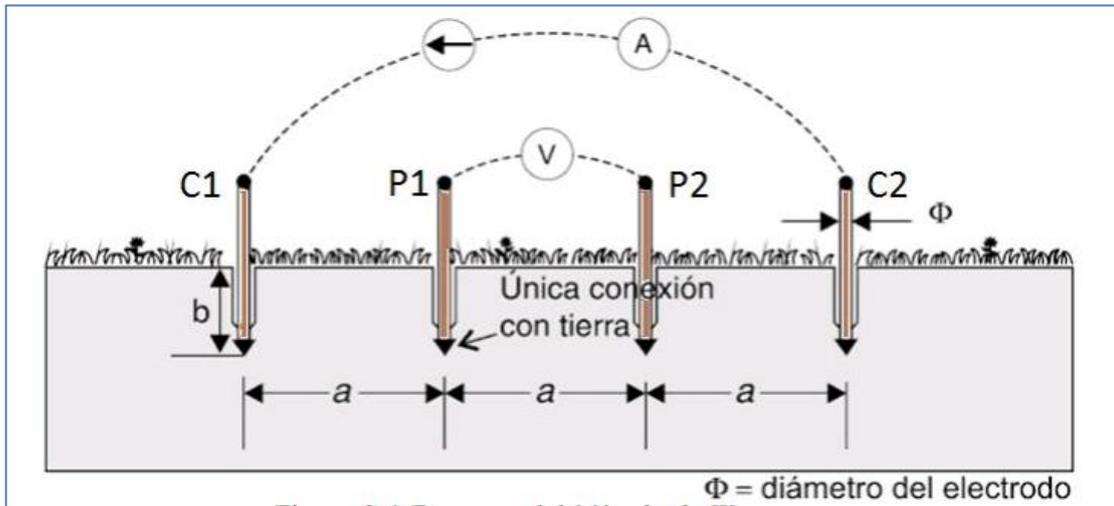


Figura 6. Método de medición de resistividad.

Normativa de Protección de puesta a tierra

ANSI / IEEE Std. 81: 1983, Guía para la medición de Resistencias de Tierra, Impedancias de Tierra y Potenciales de Superficie de Tierra en Sistemas de Aterramiento

NTP 370.052:1999 Materiales Que Constituyen El Pozo De Puesta A tierra

NTP 370.056 Electrodo De Cobre Para Puesta A Tierra.

ASTM B 3-01 Standard Specification For Soft Or Annealed Copper Wire

ASTM B 8-99 Standard Specification For Concentric-Lay-Stranded Copper Conductor, Hard, Medium – Hard, Or Soft

ANSI C33.8. Standard For Grounding And Bonding Equipment.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

**Tipo de Investigación:** Aplicada

Porque busca resolver el problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo científico.

**Diseño de la Investigación:** Diseño No experimental.

Investigación no experimental: es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Se basa fundamentalmente en la observación de los valores de resistividad eléctrica de los residuos orgánicos que se utilizaron en las protecciones de puesta a tierra

#### 3.2. Variables y operacionalización:

**Variable independiente:** influencia de los residuos orgánicos como material de relleno.

**Variable Dependiente:** conductividad eléctrica de pozos a tierra.

En el Anexo 03, se detalla el cuadro de operacionalización de las variables.

#### 3.3. Población, Muestra y muestreo.

**Población:** **Constituido por 20 Pozos a Tierra de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.**

**Muestra:** 4 Pozos a Tierra de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.

**Muestreo:** Se determinó un pozo a tierra por cada circuito de la red de distribución: pozos N° 2, 9, 13 y 18.

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

En esta investigación se aplicaron las técnicas de recolección de datos: Guía de observación, análisis documental.

Guías de observación: Propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos.

Medición de los valores de resistividad eléctrica de los pozos a tierra.

Análisis Documental. Sistemas de protección eléctrica. Código Nacional de Electricidad tomo V. Protocolos de medición de puesta a tierra.

### **Instrumentos de Recolección de Datos:**

Guía de observación 1: - Propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos

Guía de observación 2: - Medición de los valores de resistividad eléctrica de los pozos a tierra.

La validez de **los instrumentos** fue aprobada por tres especialistas en el área, quienes verificaron bajo que parámetros estará el diseño realizado.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizó el análisis de las muestras de residuos orgánicos; para lo cual se envió a Laboratorio especializado en determinación de las propiedades físicas y químicas de tres muestras, cada muestra analizada fue de 50 Kg. Así mismo se hizo las mediciones de los valores de puesta a tierra, en los pozos con residuos orgánicos y en los pozos con aditivos convencionales.

#### **Método de análisis de datos.**

Los datos se analizan utilizando las ecuaciones que relacionan los valores de corriente de falla y de la conductividad del terreno, así como de las relaciones de las variables eléctricas, para lo cual se utiliza el cálculo numérico y el Software Microsoft Excel, para el desarrollo de los mismos. Los datos serán analizados mediante la estadística con valores de dispersión y de tendencia central.

#### **Aspectos éticos**

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinar las propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos que se utilizan como material de relleno en los pozos a tierra.

#### 4.1.1. Muestras analizadas.

Para la determinación de las propiedades de los residuos orgánicos que se utilizó como material de relleno, se hizo el análisis de cuatro muestras de residuos. Estas muestras de 50 Kg cada una, fueron obtenidas de cada uno de los 4 pozos a puesta a tierra que se utilizaron como material de relleno en los sistemas de protección de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca. La red de distribución está constituida por 20 postes de 9 metros de material concreto armado.

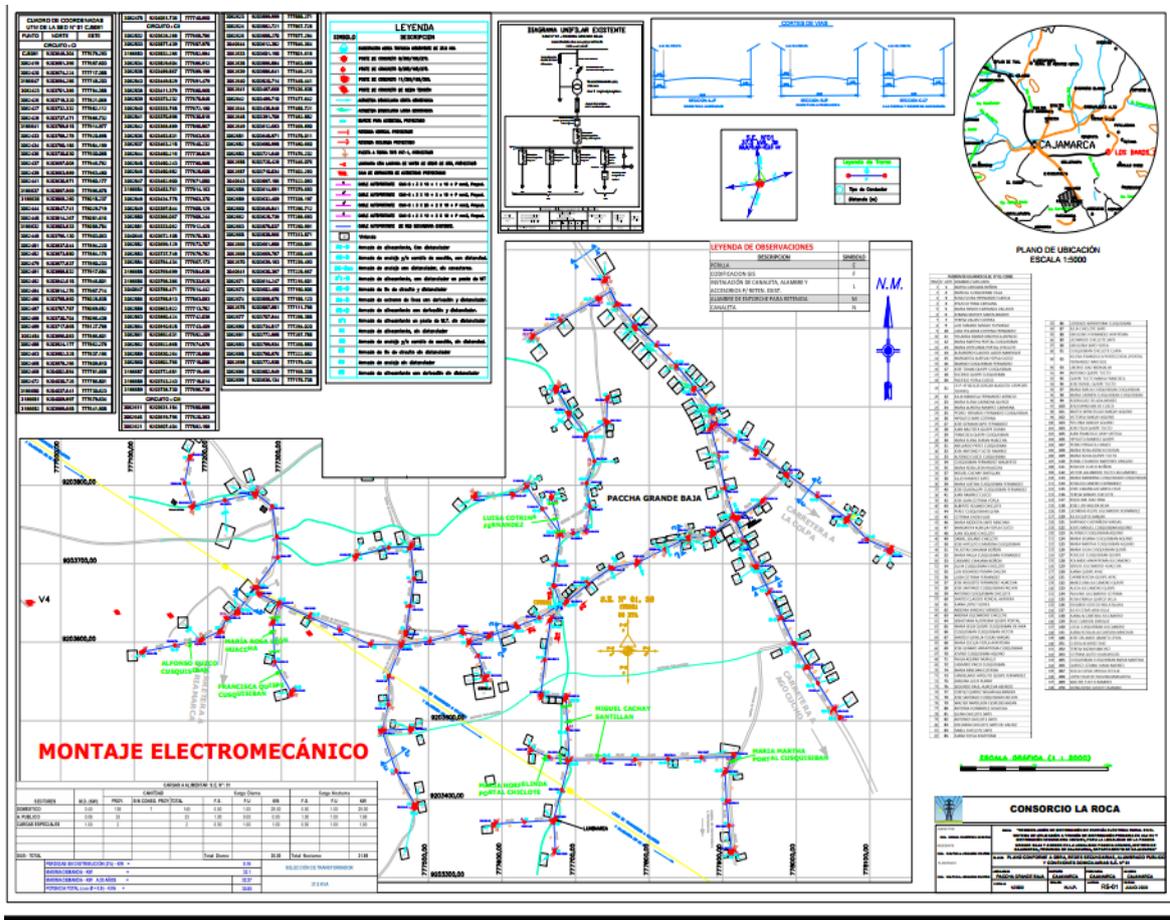


Figura 7. Distribución Red Secundaria Centro Poblado Paccha Baja, Cajamarca.

La instalación de los 20 pozos a tierra se hizo de acuerdo a los planos aprobados en el proyecto de electrificación, en el cuál se utilizó la Bentonita como material de

relleno mezclado con la tierra del cultivo del lugar; pero para efectos de la investigación de ésta tesis, se utilizó residuos orgánicos vegetales como material de relleno. Los pozos a tierra que se utilizaron con material de relleno materia orgánica, son los consignados con N° 2, 9, 13 y 18; la selección del pozo a tierra para el uso de la materia orgánica de relleno, se hizo de un pozo a puesta a tierra por cara circuito de la red de distribución

**Tabla 3. Material de relleno en Pozos a Tierra**

Pozo a Tierra	Material de Relleno
1	Bentonita
2	Materia Orgánica
3	Bentonita
4	Bentonita
5	Bentonita
6	Bentonita
7	Bentonita
8	Bentonita
9	Materia Orgánica
10	Bentonita
11	Bentonita
12	Bentonita
13	Materia Orgánica
14	Bentonita
15	Bentonita
16	Bentonita
17	Bentonita
18	Materia Orgánica
19	Bentonita
20	Bentonita

Fuente: Proyecto Electrificación 220 V Paccha Baja - Cajamarca.

#### 4.1.2. Propiedades Físicas.

El análisis físico de las 4 muestras de residuos orgánicos que se utilizó en los pozos a tierra de la red de distribución secundaria 220 Voltios, consistió en la medición de la densidad aparente, densidad de la partícula y el Porcentaje de porosidad

**Densidad aparente.** (Da). Es la densidad volumétrica, es una propiedad de los polvos, gránulos y otros sólidos "divididos". Se define como la masa de muchas partículas del material dividida por el volumen total que ocupan. Se mide en gr/cm<sup>3</sup>.

**Densidad de la Partícula.** ( $D_p$ ). La densidad de partículas mide la masa de una muestra de suelo en volumen dado de partículas (masa dividida entre volumen). La densidad de partículas indica, por ejemplo, la cantidad relativa de materia orgánica y de minerales en una muestra de suelo. Se mide en  $gr/cm^3$ .

**Porcentaje de Porosidad.** (%P). Porcentaje en volumen del suelo que no es ocupado por partículas sólidas. Los poros del suelo son espacios que alojan agua, gases y la actividad biológica del suelo. se mide en Porcentaje. En la tabla 2, se muestran los resultados del análisis realizado.

**Tabla 4. Resultados Análisis granulométrico.**

Parámetro	Unidad de Medida	Muestra 1 Pozo 2	Muestra 2 Pozo 9	Muestra 3 Pozo 13	Muestra 4 Pozo 18
Densidad Aparente	$gr/cm^3$	0.98	0.92	0.86	0.82
Densidad de Partículas	$gr/cm^3$	1.32	1.14	0.98	1.07
% Aireación	%	3.20	2.90	3.10	3.40

Fuente: Análisis Laboratorio, 2020.

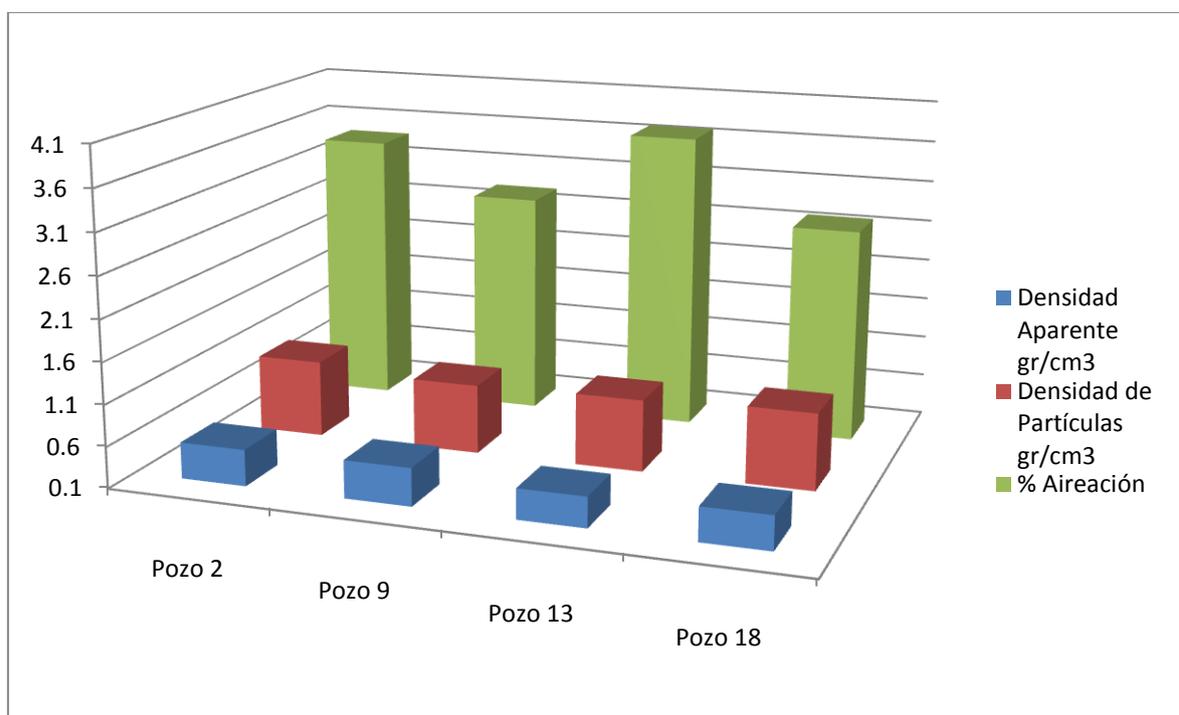


Figura 8. Resultados Análisis granulométrico.

Se puede observar que las cuatro muestras de residuos orgánicos analizados, presentan una variabilidad entre ellas en los tres parámetros de las propiedades

granulométricas, para el caso de la densidad aparente, el menor valor es de 0.82 y el de mayor es de 0.92 gr/cm<sup>3</sup>, para el caso de la densidad de partículas, el menor valor es de 0.98 y el de mayor valor es de 1.32 gr/cm<sup>3</sup>; y para el caso del porcentaje de aireación, el menor valor es de 2.90 y el de mayor valor es de 3.40%. Valores que muestran diferencias debido a que son muestras de materia orgánica obtenida de diferentes lugares.

#### 4.1.3. Propiedades Químicas.

En la tabla 5, se tiene los resultados del análisis químico de las cuatro muestras analizadas, con sus respectivas unidades de medida, siendo la que prevalece la unidad de partículas por millón, siendo el nitrógeno el que presenta mayor concentración.

**Tabla 5. Análisis de la composición química de muestras de materia orgánica.**

Elementos	Símbolo	Unidad	Pozo 2	Pozo 9	Pozo 13	Pozo 18
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
<b>Nitrógeno</b>	N	ppm	21500	32700	24600	22000
<b>Nitrato</b>	N03	ppm	4000	4150	4500	4370
<b>Amonio</b>	NH4	ppm	2600	2580	3000	2890
<b>Fosfato</b>	PO4	ppm	3.51	3.18	3.64	3.37
<b>Potasio</b>	K	ppm	7.39	6.88	7.36	7.25
<b>Tetraóxido de azufre</b>	SO4	ppm	208	200	228	207
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	PH	Grados	7.30	7.60	8.40	7.10
<b>Magnesio</b>	Mg	ppm	1.94	1.85	1.79	1.91

Fuente: Análisis Laboratorio, 2020.

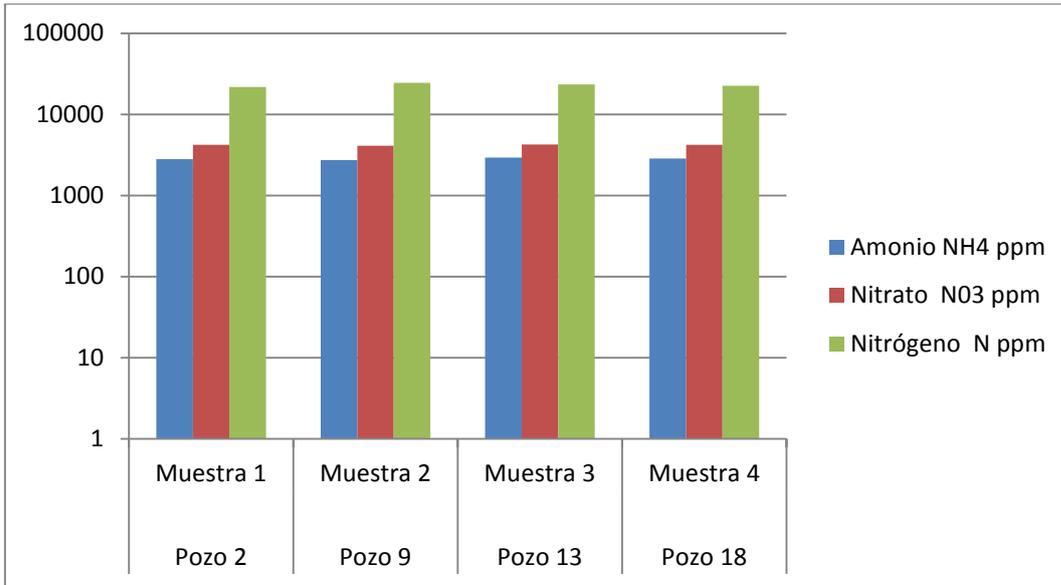


Figura 9. Resultados de Análisis Químico de Muestras de Residuos Orgánicos

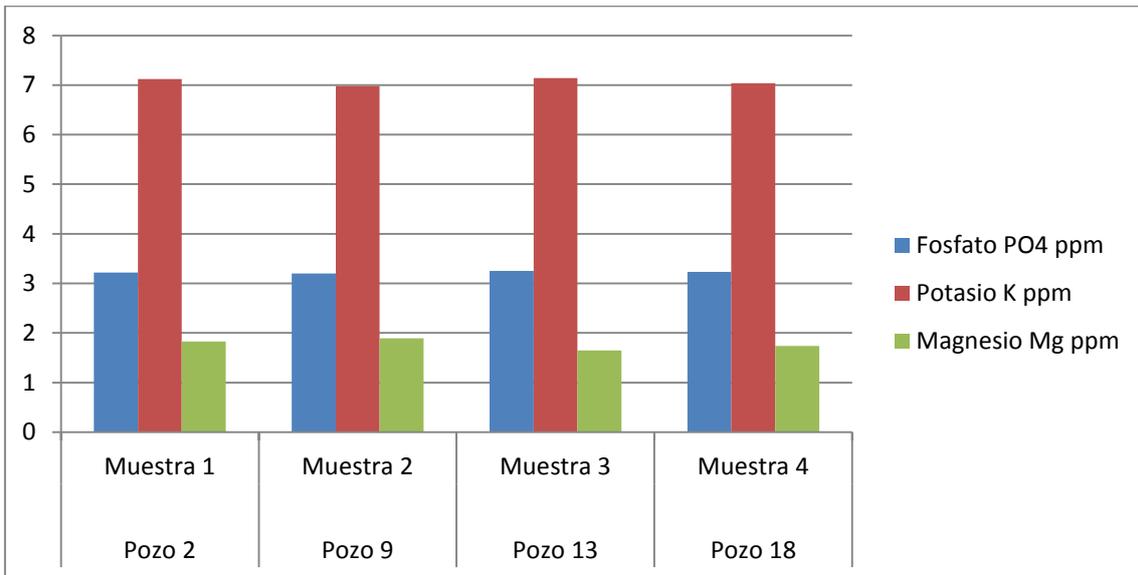


Figura 10. Resultados de Análisis Químico de Muestras de Residuos Orgánicos

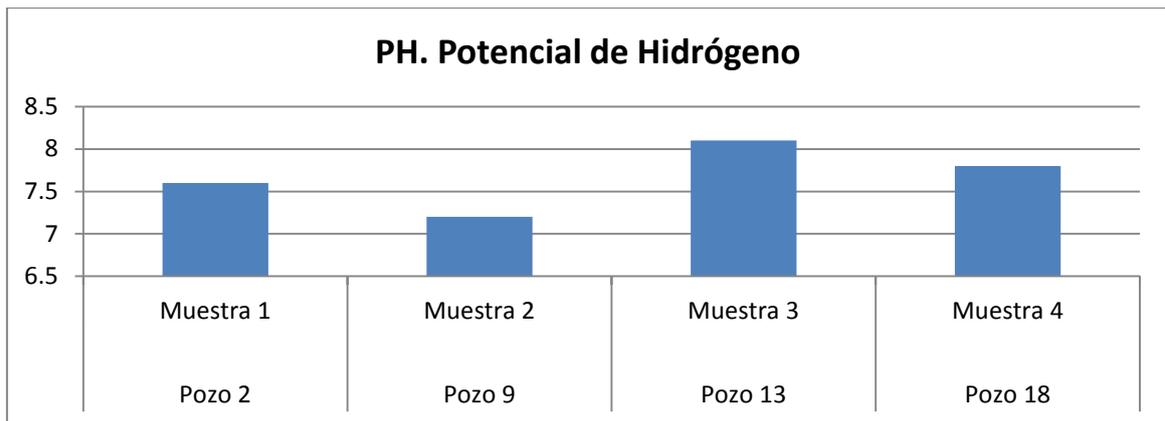


Figura.11. Potencial de Hidrógeno de las Muestras de residuos orgánicos.

#### 4.1.3 Conductividad eléctrica de las Muestras.

Los resultados del valor de conductividad eléctrica de las muestras de materia orgánica, se realizaron para un volumen de 1000 cm<sup>3</sup>, es decir un cubo de materia orgánica de 10 cm por cada lado; al cuál con un nivel de tensión de 24 Voltios, y a 5 diferentes valores de temperatura y a un valor de 16% de humedad. En la figura 12, se muestra la toma de lectura de la conductividad

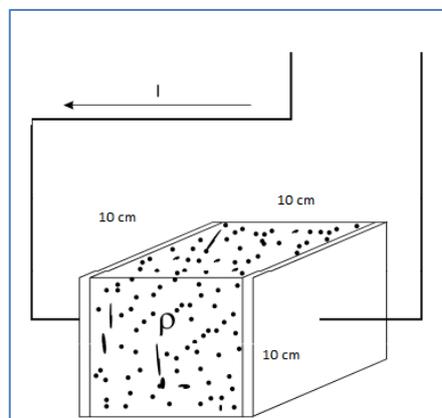


Figura 12. Medición de resistividad

En la tabla 6, se muestran los resultados del análisis de resistividad eléctrica de las tres muestras de material orgánico, los resultados de la medición de resistividad se obtuvo en unidades de ohmios – cm, debido al tamaño de la muestra que se hizo la medición (10 x 10 x 10 cm), luego el resultado obtenido se hizo la conversión a ohmios – m.

**Tabla 6. Resultados de Resistividad Eléctrica de muestras de materia orgánica.**

Muestra		Valores de resistividad eléctrica (Ohmios -m) a diferentes temperaturas			
		12°C	17°C	22°C	25°C
Pozo 2	Muestra 1	18.3	16.4	11.3	10.4
Pozo 9	Muestra 2	18.6	17.3	14.3	12.1
Pozo 13	Muestra 3	21.2	19.2	18.3	15.1
Pozo 18	Muestra 4	19.3	17.8	15.6	14.4

Fuente: Análisis Laboratorio, 2019.

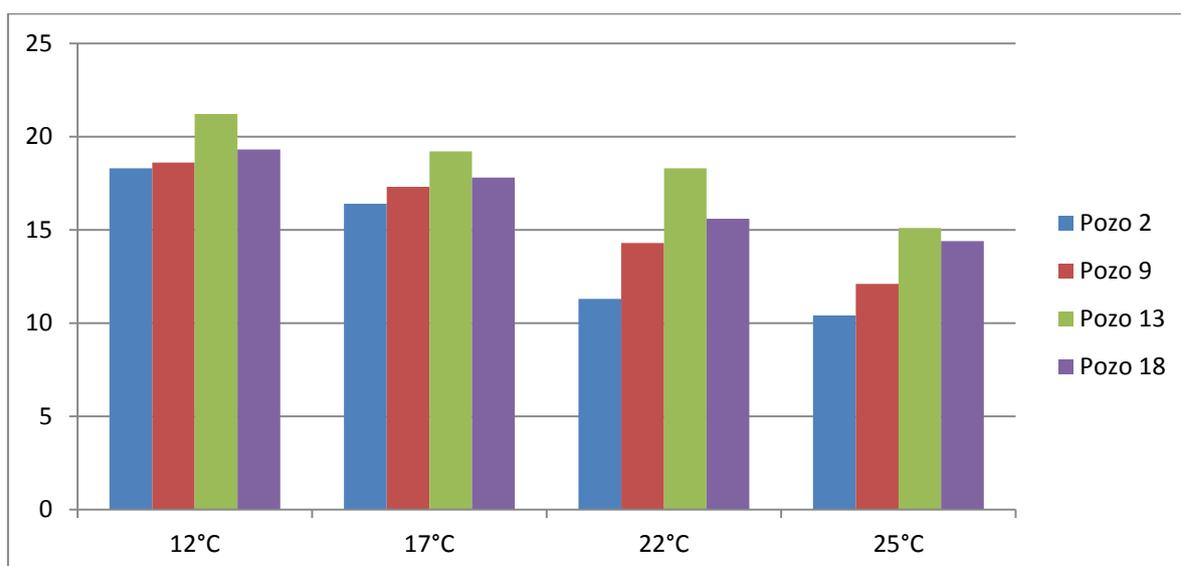


Figura 13. Variación de resistividad eléctrica (Ohmios – m) por efecto de variación de temperatura.

Se puede concluir de los resultados de los análisis, que el valor de la resistividad eléctrica (ohmios – metro), para las tres muestras de materia orgánica, que el incremento de temperatura ocasiona la disminución de los valores de resistividad eléctrica. Se hizo la medición de la resistividad con los valores de temperatura entre 12 y 22°C, que son en promedio las temperaturas en los meses del año en la zona de influencia del proyecto.

#### **4.2. Realizar mediciones de resistencia eléctrica del sistema de protección de puesta a tierra de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.**

##### **4.2.1. Instalación de los sistemas de puesta a tierra.**

Las mediciones de la resistencia de puesta a tierra, se realizaron en los pozos de puesta a tierra del proyecto de electrificación de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca, en el cual en cada poste de baja tensión de 220 Voltios, se instaló el pozo a tierra; el proyecto contempló la construcción de 20 pozos a tierra.

En los 20 pozos a tierra, se hizo la medición de la resistencia de puesta a tierra, en el cuál 16 pozos a tierra utilizaron como material de relleno la mezcla de tierra de cultivo con bentonita, y 4 pozos a tierra utilizaron como material de relleno restos de materia orgánica.

La ubicación del proyecto de electrificación de distribución secundaria, es:

Norte: 9204295.984

Este: 777323.206 77

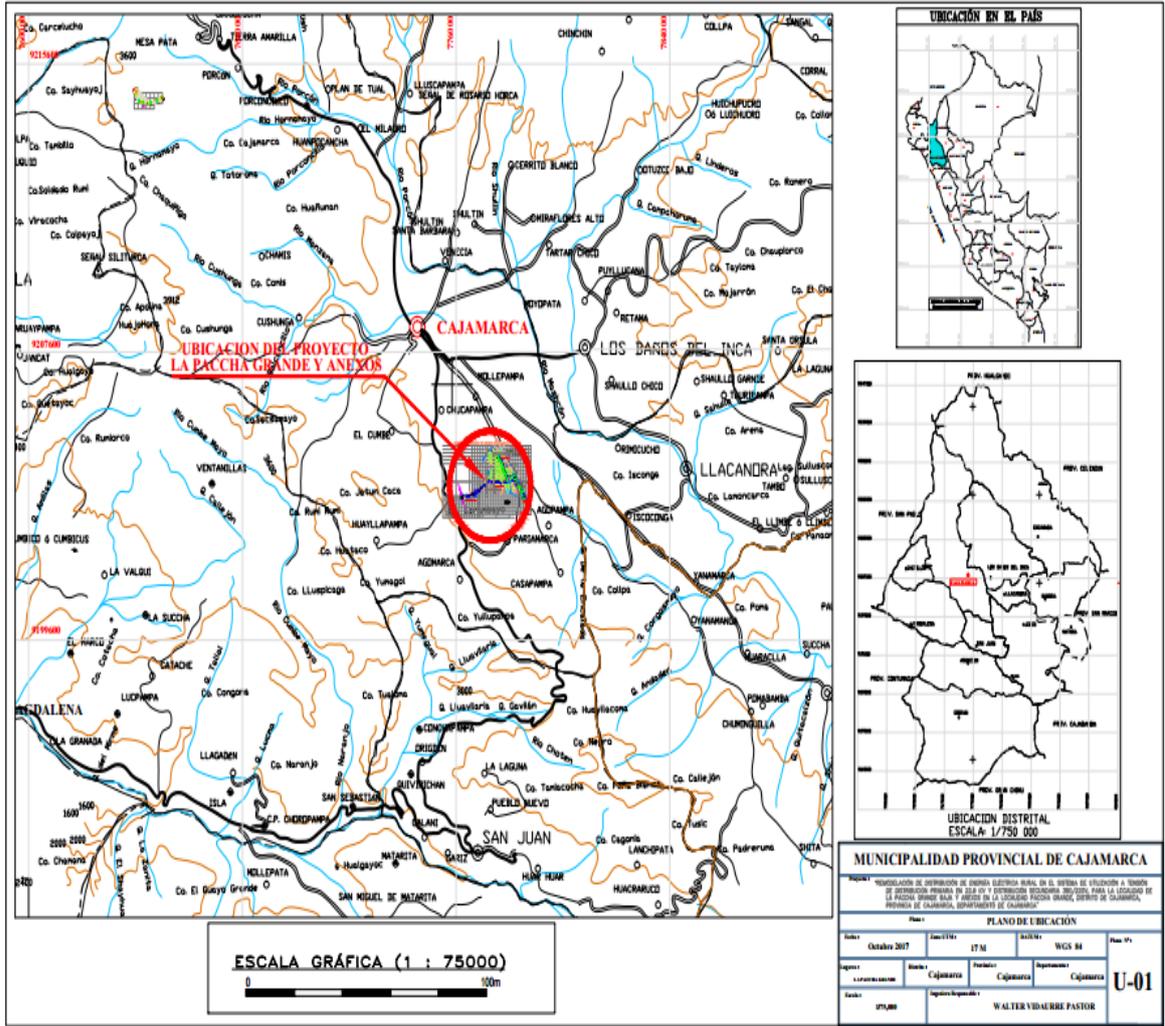


Figura 14. Ubicación del Centro Poblado Paccha Baja, Cajamarca.

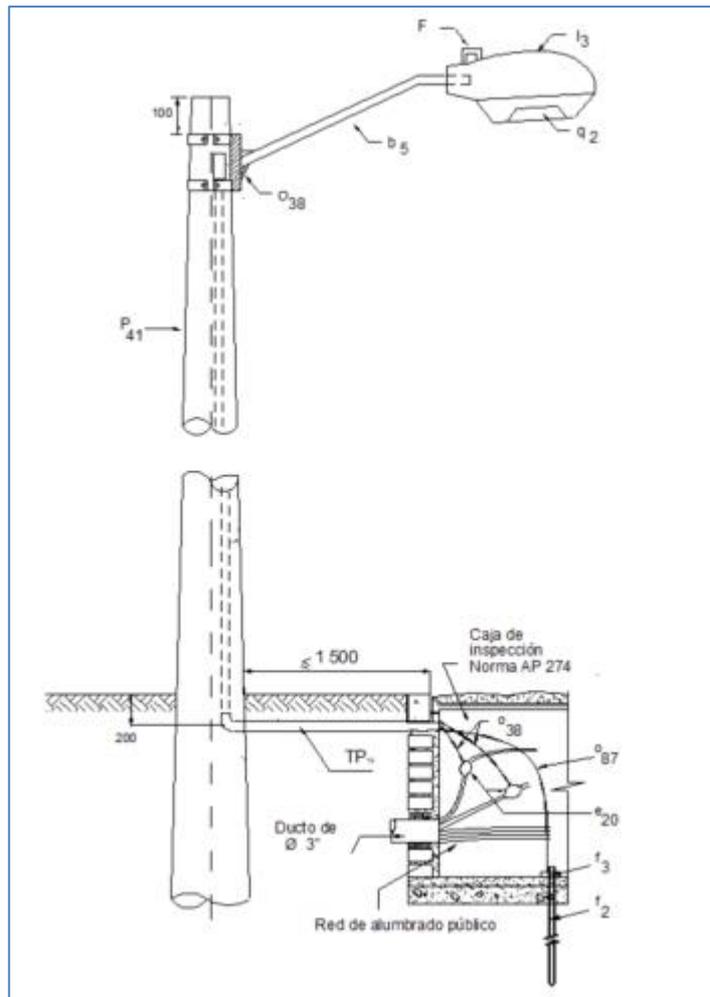


Figura 15. Puesta a tierra de Poste de Red Secundaria.

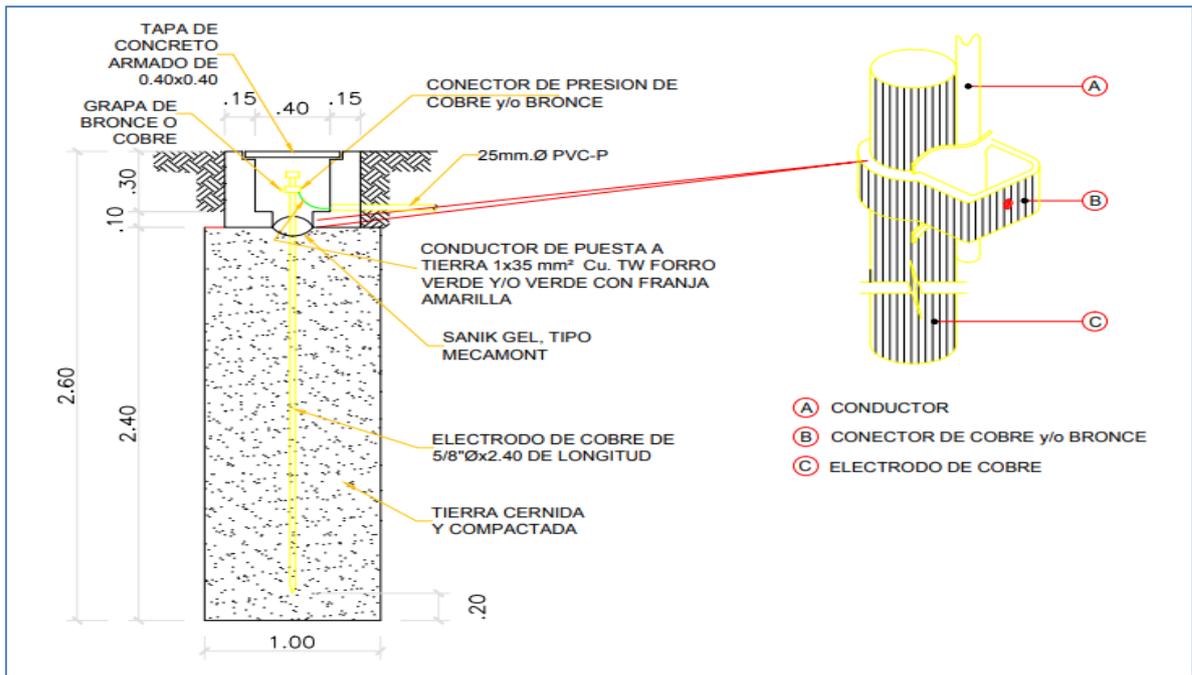


Figura 16. Dimensiones de Puesta a Tierra

#### 4.2.2. Cantidad de Material de relleno en Pozos a Tierra.

En la figura 16, se muestra las dimensiones del pozo a tierra, para lo cual se hace la excavación de terreno en una profundidad total de 2.60 metros, y un área de 1.00 m x 1.00 m. El volumen de tierra que se extrajo de cada pozo es:

La cantidad de Material de relleno, que se utilizó en los pozos de tierra, está en función a las cantidades de aditivos y de la densidad de cada uno de éstos.

Para el caso del uso de la bentonita y tierra de cultivo como material de relleno, el volumen total del pozo de tierra es de 3.74m<sup>3</sup>, siendo la proporción en volumen, de 95% tierra de cultivo y 5% de bentonita. La densidad de la tierra de cultivo es de 1820 Kg/m<sup>3</sup>, y la densidad de la bentonita es de 1041 Kg/m<sup>3</sup>.

Volumen de tierra de cultivo:  $0.95 \times 3.74 \text{ m}^3 = 3.55 \text{ m}^3$ .

Volumen de bentonita:  $0.05 \times 3.74 = 0.19 \text{ m}^3$ .

Masa de tierra de cultivo:  $1820 \text{ Kg/m}^3 \times 3.55 \text{ m}^3 = 6461 \text{ Kg}$

Masa de bentonita:  $1041 \text{ Kg/m}^3 \times 0.19 \text{ m}^3 = 197.9 \text{ Kg}$

Para el caso del uso de la materia orgánica y tierra de cultivo como material de relleno, el volumen total del pozo de tierra es de 3.74m<sup>3</sup>, siendo la proporción en volumen, de 70% tierra de cultivo y 30% de materia orgánica. La densidad de la tierra de cultivo es de 1820 Kg/m<sup>3</sup>, y la densidad de la bentonita es de 320 Kg/m<sup>3</sup>.

Volumen de tierra de cultivo:  $0.70 \times 3.74\text{m}^3 = 2.61 \text{ m}^3$ .

Volumen de materia orgánica:  $0.30 \times 3.74 = 1.12 \text{ m}^3$ .

Masa de tierra de cultivo:  $1820 \text{ Kg/m}^3 \times 2.61 \text{ m}^3 = 4750.2 \text{ Kg}$

Masa de materia orgánica:  $320 \text{ Kg/m}^3 \times 1.12 \text{ m}^3 = 358.4 \text{ Kg}$

#### 4.2.3. Materiales utilizados en pozos a tierra.

En la tabla 7, se muestra la lista de materiales que se utilizaron en cada uno de los pozos a tierra para el sistema de protección eléctrica del proyecto de electrificación de red secundaria, diferenciando los pozos a tierra que utilizaron tierra de cultivo con bentonita y los que utilizaron tierra de cultivo y material orgánico

**Tabla 7. Lista de Materiales de Pozo a tierra.**

N°	Descripción	Unidad	Cantidad
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Bentonita</b>			
1	Tapa de concreto armado 0.4x0.4 m	Conjunto	1
2	Electrodo de cobre 5/8" x2.40m de longitud	Varilla	1
3	Conductor de puesta a tierra 1x35mm <sup>2</sup> Cu TW	m	12
4	Conector de presión de cobre para varilla de 5/8".	Unidad	
5	Tubo PVC 25mm <sup>2</sup> , 3m	Unidad	2
6	Tierra de Cultivo	Kg	6461
7	Bentonita	Kg	197.9
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Materia orgánica</b>			
1	Tapa de concreto armado 0.4x0.4 m	Conjunto	1
2	Electrodo de cobre 5/8" x2.40m de longitud	Varilla	1
3	Conductor de puesta a tierra 1x35mm <sup>2</sup> Cu TW	m	12
4	Conector de presión de cobre para varilla de 5/8".	Unidad	
5	Tubo PVC 25mm <sup>2</sup> , 3m	Unidad	2
6	Tierra de Cultivo	Kg	4750.2
7	Materia Orgánica	Kg	358.4

Fuente: Autoría Propia.

#### 4.2.4. Mediciones de la resistencia eléctrica de los pozos a tierra.

Se realizaron las mediciones de los valores de resistencia eléctrica de los 20 pozos de la red de distribución secundaria del caserío La Paccha. 4 Pozos con material de relleno tierra de cultivo y materia orgánica (4750.2 Kg de tierra de cultivo y 358.4 Kg de materia orgánica) y 16 pozos con material de relleno tierra e cultivo y bentonita (6461 Kg de tierra de cultivo y 197.9 Kg de Bentonita)

El método de la medición de los 20 pozos a tierra, es el método de caída de potencia o de tres terminales, tal como se detalla en la figura 17.

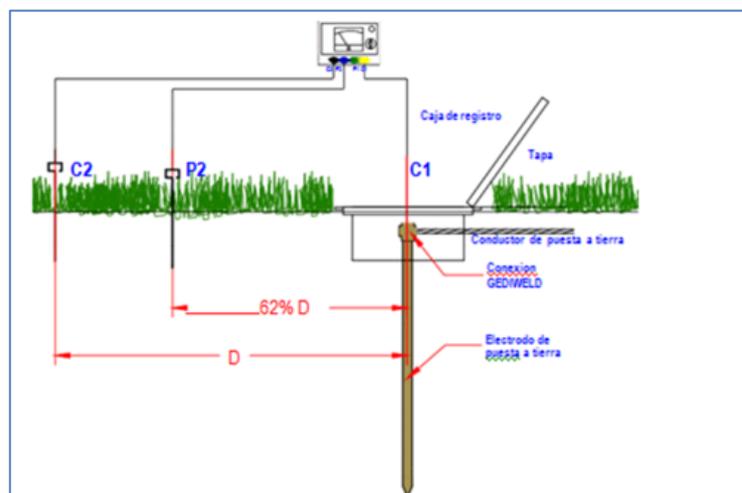


Figura 17. Método de medición de tres terminales.

El método que se describe, ubica un terminal en el conector de la varilla de cobre de 5/8", el segundo terminal se ubica a una distancia  $D = 10$  metros del primer terminal, y el tercer terminal se ubica la distancia del  $62\% D$ , es decir a 6.2 metros.

Se utilizó un equipo telurómetro Marca: Megabras, Modelo: MTD20KWe, Numero de serie: 19A1006 calibrado, de las siguientes características.

**Tabla 8. Especificaciones técnicas de Equipo de Medición de Puesta a tierra.**

Item	Características
<b>Rangos de medición:</b>	Resistencia a tierra: • 0-2 $\Omega$ , 0-20 $\Omega$ , 0-200 $\Omega$ , 0-2 k $\Omega$ Medición de voltaje a tierra: • 0-300 VCA
<b>Precisión:</b>	Resistencia a tierra: • $\pm 2\%$ de la lectura en pantalla $\pm 3$ digitos Medición de voltaje a tierra: • $\pm 2\%$ de la lectura en pantalla $\pm 3$ digitos
<b>Resolución para mediciones a tierra:</b>	• 0-2 $\Omega$ : 0.01 $\Omega$ • 0-20 $\Omega$ : 0.1 $\Omega$ • 0-200 $\Omega$ : 1 $\Omega$ • 0-2 k $\Omega$ : 0.01 K $\Omega$
<b>Temperatura y Humedad Relativa:</b>	Operación 0 $^{\circ}$ C - 50 $^{\circ}$ C y $\leq 80$ %HR Almacenamiento -10 $^{\circ}$ C - 60 $^{\circ}$ C y $\leq 80$ %HR
<b>Fuente de poder:</b>	8 pilas 1.5 VCD tipo "AA"
<b>Dimensiones:</b>	250 mm (largo) x 190 mm (ancho) x 110 mm (alto)
<b>Accesorios incluidos:</b>	4 cables de prueba (negro, amarillo, rojo y verde) 4 varillas de tierra auxiliares Fusible (0.1 A / 250 V 5 x 20 mm)

Fuente: TECNOMAB SOLUCIONES GENERALES S.A.C, 2020

En la tabla 9 y 10 se tiene los valores de las mediciones efectuadas; se estableció tres mediciones, tomando el valor promedio de las tres mediciones, para efectos de tener mayor exactitud en la toma de mediciones. En la tabla 9, las mediciones de los pozos a tierra con material de relleno de residuos orgánicos, y en la tabla 10, las mediciones de los pozos a tierra con material de relleno convencional, tal como lo detallado en el ítem 4.2.1.

**Tabla 9. Resultado de Mediciones Pozos a Tierra**

Pozo	Medición de Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)			
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
<b>2</b>	11.47	11.54	11.43	11.48
<b>9</b>	10.98	11.03	10.93	10.98
<b>13</b>	12.02	11.93	11.96	11.97
<b>18</b>	11.54	11.78	11.62	11.65

Fuente: Autoría Propia.

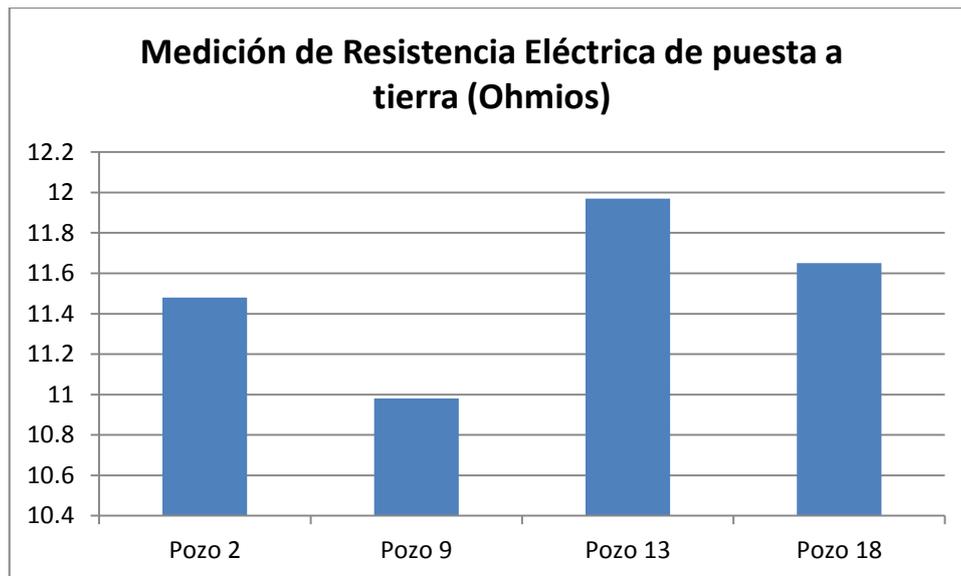


Figura 18. Medición de Resistencia eléctrica de puesta a tierra con material de relleno residuos orgánicos

**Tabla 10. Resultado de Mediciones Pozos a Tierra**

<b>Medición de Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)</b>				
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
1	8.45	8.34	8.32	8.37
3	8.54	8.45	8.49	8.49
4	8.94	9.03	8.87	8.95
5	7.65	7.89	7.67	7.74
6	8.12	8.15	8.05	8.11
7	8.13	8.19	8.23	8.18
8	9.04	9.01	9.07	9.04
10	8.88	8.93	8.91	8.91
11	6.56	6.78	6.71	6.68
12	7.23	7.24	7.18	7.22
14	7.56	7.59	7.51	7.55
15	6.98	6.78	6.87	6.88
16	7.76	7.81	7.79	7.79
17	8.12	8.19	8.04	8.12
19	6.37	6.43	6.41	6.40
20	8.34	8.39	8.31	8.35

Fuente: Autoría Propia.

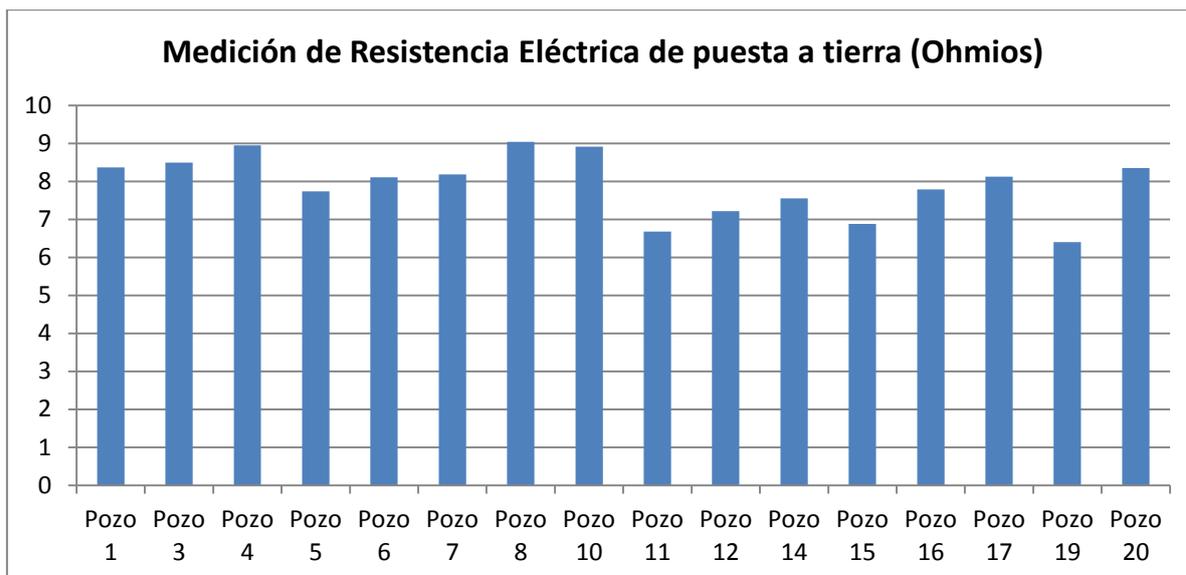


Figura 19. Medición de Resistencia eléctrica de puesta a tierra con material de relleno bentonita.

**4.3. Determinar la relación entre los valores de resistencia eléctrica de los pozos a tierra con las propiedades físicas y químicas del material de relleno.**

**4.3.1. Densidad Aparente de los residuos orgánicos y Resistencia eléctrica.**

Se estableció la relación que existe entre la densidad aparente de los residuos sólidos como material de relleno y la resistencia eléctrica de la protección eléctrica del pozo a tierra, a medida que el valor de la densidad aparente de la muestra (gr/cm<sup>3</sup>) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica disminuye; en la tabla 11, se muestra dicha relación de las muestras analizadas.

**Tabla 11. Relación entre densidad aparente de la muestra y resistencia eléctrica.**

Parámetro	Unidad de Medida	Muestra 3 Pozo 13	Muestra 4 Pozo 18	Muestra 1 Pozo 2	Muestra 2 Pozo 9
Densidad Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	0.86	0.	0.89	0.92
Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)	Ohmios	11.97	11.65	11.48	10.98

Fuente: Mediciones Realizadas.

En la figura 20, se muestra la tendencia del valor de la resistencia eléctrica del pozo a tierra, que es la variable Y, y el valor de la densidad aparente del material de relleno, que es la variable X, con una tendencia de linealidad de:  $y = -10.043x + 16.743$

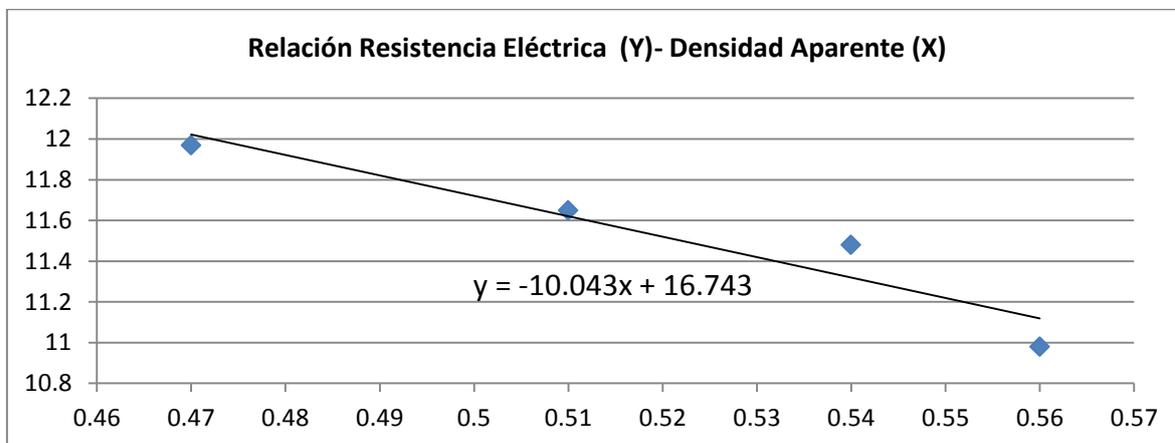


Figura 20. Tendencia entre Resistencia Eléctrica (Y)- Densidad Aparente (X)

#### 4.3.2. Potencial de Hidrógeno de los residuos orgánicos y Resistencia eléctrica.

Se estableció la relación que existe entre el potencial de hidrógeno de los residuos sólidos como material de relleno y la resistencia eléctrica de la protección eléctrica del pozo a tierra, a medida que el valor del potencial de hidrógeno de de la muestra (Grados) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa; en la tabla 12, se muestra dicha relación de las muestras analizadas.

**Tabla 12. Relación entre el Potencial de Hidrógeno de la muestra y resistencia eléctrica**

Item	Unidad	Pozo 13	Pozo 18	Pozo 2	Pozo 9
		Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	Grados	8.1	7.8	7.6	7.2
<b>Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)</b>	Ohmios	11.97	11.65	11.48	10.98

Fuente: Mediciones Realizadas.

En la figura 21, se muestra la tendencia del valor de la resistencia eléctrica del pozo a tierra, que es la variable Y, y el valor del Potencial de Hidrógeno del material de relleno, que es la variable X, con una tendencia de linealidad de:  $y = 1.0924x + 3.1358$

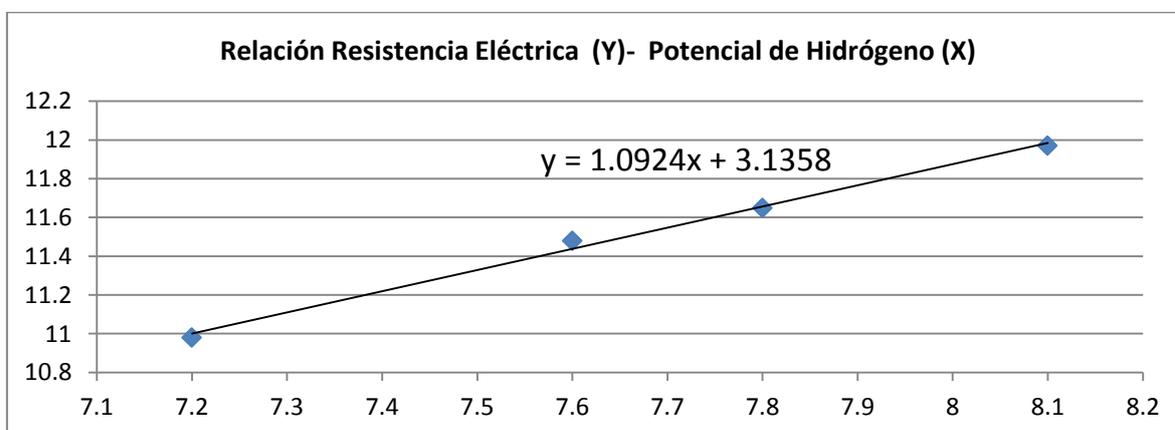


Figura 21. Tendencia entre Resistencia Eléctrica (Y)- Potencial de Hidrógeno (X)

#### 4.3.3. Nitrógeno de los residuos orgánicos y Resistencia eléctrica.

Se estableció la relación que existe entre la cantidad de nitrógeno en partes por millón de los residuos sólidos como material de relleno y la resistencia eléctrica de la protección eléctrica del pozo a tierra, a medida que el valor del nitrógeno de la muestra (ppm) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa; en la tabla 13, se muestra dicha relación de las muestras analizadas.

**Tabla 13. Relación entre el Nitrógeno de la muestra y resistencia eléctrica**

Item	Unidad	Pozo 13	Pozo 18	Pozo 2	Pozo 9
		Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2
<b>Nitrógeno</b>	Partes por Millón	23450	22560	22000	21800
<b>Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)</b>	Ohmios	11.97	11.65	11.48	10.98

Fuente: Mediciones Realizadas.

En la figura 22, se muestra la tendencia del valor de la resistencia eléctrica del pozo a tierra, que es la variable Y, y el valor del Nitrógeno del material de relleno, que es la variable X, con una tendencia de ecuación polinómica de grado 2, siendo:  $Y = -3E-07x^2 + 0.0162x - 177.52$

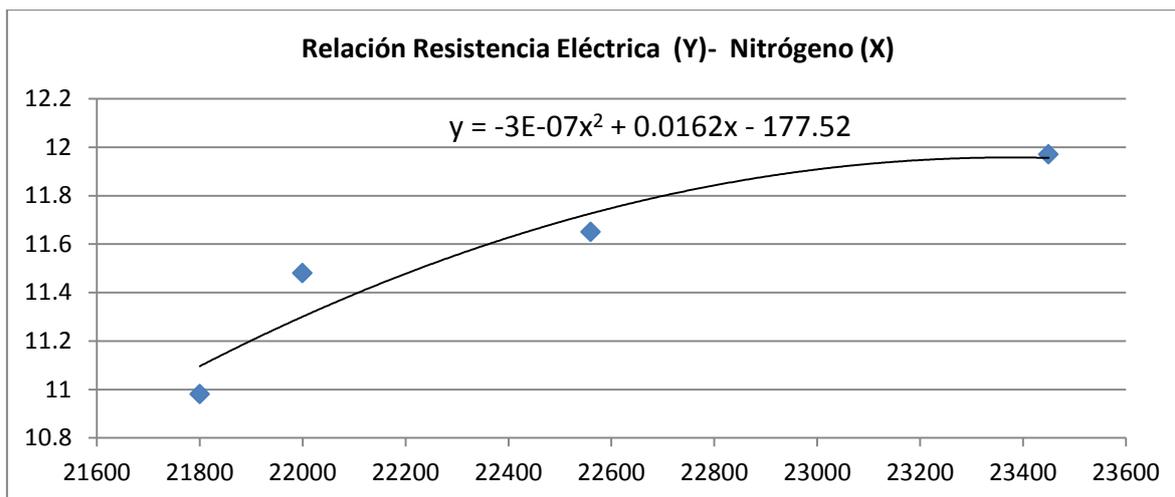


Figura 22. Tendencia entre Resistencia Eléctrica (Y)- Nitrógeno (X).

#### 4.3.4. Fosfato (PO4) de los residuos orgánicos y Resistencia eléctrica.

Se estableció la relación que existe entre la cantidad de fosfatos en partes por millón de los residuos sólidos como material de relleno y la resistencia eléctrica de la protección eléctrica del pozo a tierra, a medida que el valor del fosfato de la muestra (ppm) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa; en la tabla 14, se muestra dicha relación de las muestras analizadas.

**Tabla 14. Relación entre los fosfatos de la muestra y resistencia eléctrica**

Item	Unidad	Pozo 13	Pozo 18	Pozo 2	Pozo 9
		Muestra 3	Muestra 4	Muestra 1	Muestra 2
<b>Fosfato PO4</b>	Partes por Millón	3.25	3.23	3.22	3.205
<b>Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)</b>	Ohmios	11.97	11.65	11.48	10.98

Fuente: Mediciones Realizadas.

En la figura 23, se muestra la tendencia del valor de la resistencia eléctrica del pozo a tierra, que es la variable Y, y el valor del fosfato del material de relleno, que es la variable X, con una tendencia de linealidad de:  $y = 21.427x - 57.609$

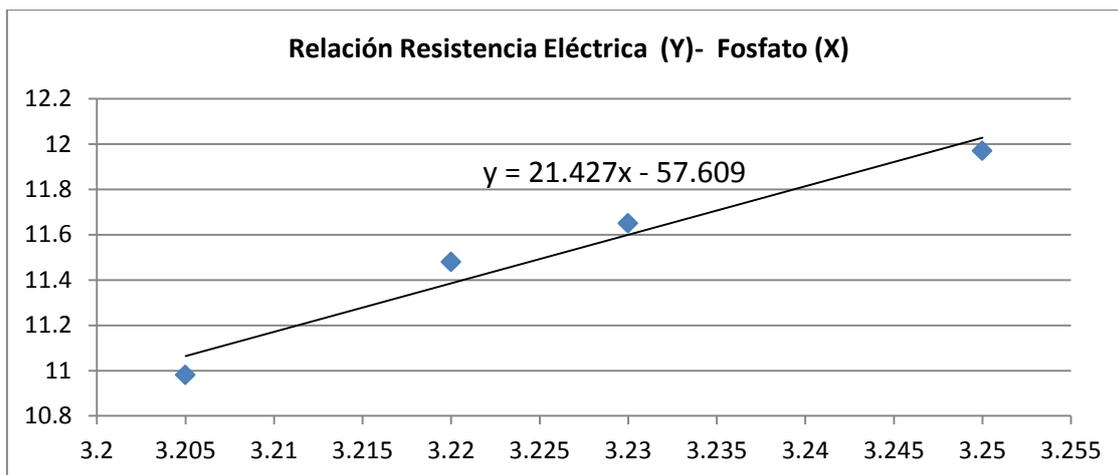


Figura 23. Tendencia entre Resistencia Eléctrica (Y)- Fosfatos (X).

**4.4. Hacer el análisis comparativo de los valores de Resistencia eléctrica de los pozos a tierra, entre los que utilizan los residuos orgánicos y aditivos convencionales como material de relleno, de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.**

**4.4.1. Valores Mínimos y Máximos de Resistencia de Puesta a Tierra.**

De las mediciones realizadas de resistencia de puesta a tierra, en los pozos en el cual se utilizó material de relleno bentonita y pozos con relleno de residuos orgánicos, se determinó los valores mínimos y máximos de las mediciones, los cuales se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15. Valores Mínimos y Máximos de Resistencia de Puesta a Tierra.**

Resistencia de Puesta a Tierra (Ohmios)			
	Aditivo en relleno:	Relleno: Residuos Orgánicos	
	Bentonita		
<b>Mínimo Valor</b>		6.4	10.98
<b>Máximo Valor</b>		9.04	11.97

Fuente: Mediciones Realizadas.

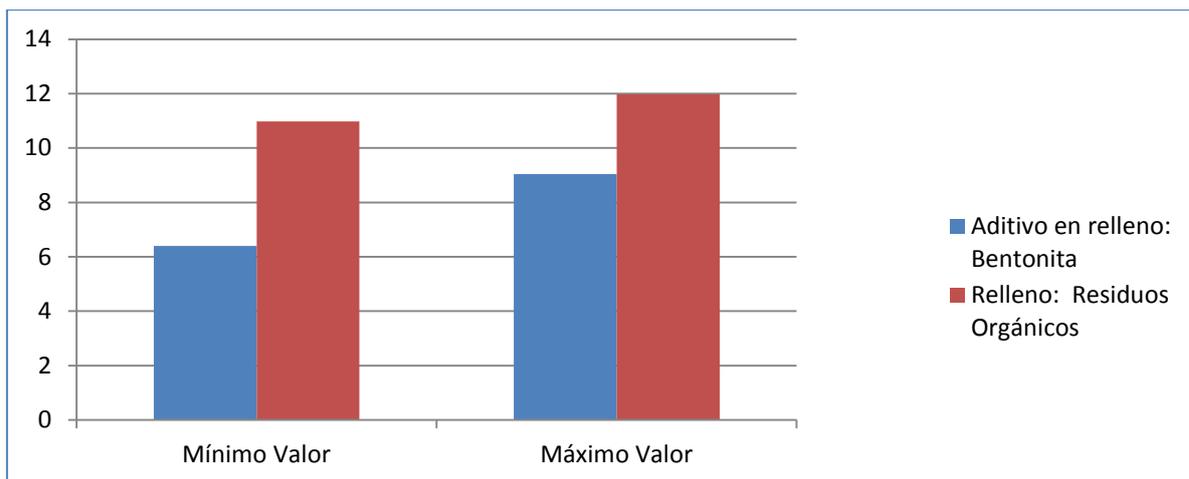


Figura 24. Comparación de valores mínimos y máximos de resistencia de puesta a tierra.

En la figura 24, se evidenció que para los valores mínimos y máximos de las mediciones de resistencia de puesta a tierra, los pozos a tierra con material de relleno de residuos orgánicos, son de mayor resistencia, pero sus valores están por debajo del límite máximo establecido, que es de 25 Ohmios.

#### 4.4.2. Valores Promedios de Resistencia de Puesta a Tierra.

De las mediciones realizadas de resistencia de puesta a tierra, en los pozos en el cual se utilizó material de relleno bentonita y pozos con relleno de residuos orgánicos, se determinó los valores promedios de las mediciones, los cuales se muestran en la tabla 15.

**Tabla 16. Valores Promedios de Resistencia de Puesta a Tierra.**

Resistencia de Puesta a Tierra (Ohmios)		
	Aditivo en relleno: Bentonita	Relleno: Residuos Orgánicos
<b>Promedio de Mediciones</b>	7.92	11.52

Fuente: Mediciones Realizadas.

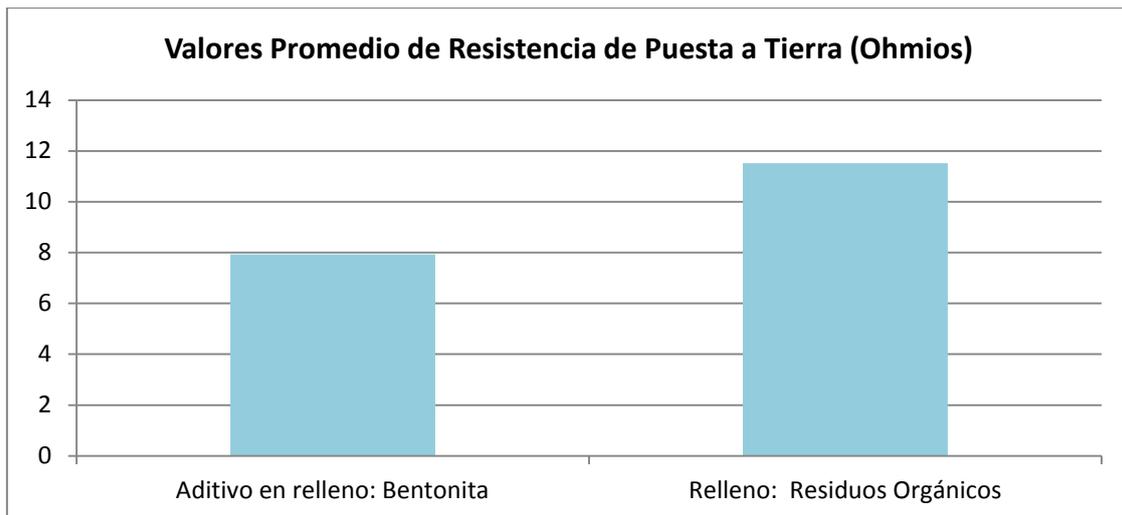


Figura 25. Comparación de valores promedios de resistencia de puesta a tierra.

En la figura 25, se evidenció que para los valores promedios de las mediciones de resistencia de puesta a tierra, los pozos a tierra con material de relleno de residuos orgánicos, son de mayor resistencia, pero sus valores están por debajo del límite máximo establecido, que es de 25 Ohmios.

En los valores promedios, la resistencia de puesta a tierra de los pozos a tierra con material de relleno de residuos orgánicos, es mayor en el porcentaje:

$$r = 100 * \frac{11.52 - 7.92}{11.52} = 31.25\%$$

Es decir que la resistencia de puesta a tierra promedio de los pozos a tierra con material de relleno de residuos orgánicos es superior en 31.25%; por lo tanto su utilización como material de relleno, se garantiza para su uso.

**4.5. Realizar el presupuesto de la ejecución de pozo a tierra, utilizando los dos materiales de relleno estudiados.**

**Tabla 17. Costo de ejecución de pozos a tierra.**

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario S/	Precio Total S/
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Bentonita</b>					
1	Tapa de concreto armado 0.4x0.4 m	Conjunto	1.00	80.00	80.00
2	Electrodo de cobre 5/8" x2.40m de longitud	Varilla	1.00	125.00	125.00
3	Conductor de puesta a tierra 1x35mm2 Cu TW	m	12.00	3.20	38.40
4	Conector de presión de cobre para varilla de 5/8".	Unidad	1.00	4.00	4.00
5	Tubo PVC 25mm2, 3m	Unidad	4.00	7.30	29.20
6	Tierra de Cultivo	T.M	6.46	22.00	142.14
7	Bentonita	Kg	197.90	1.80	356.22
8	Mano de Obra Excavación	Unidad	1.00	320.00	320.00
9	Mano de Obra Instalación	Unidad	1.00	450.00	450.00
10	Medición de resistencia de puesta a tierra	Unidad	1.00	280.00	280.00
<b>Total</b>					1824.96
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Materia orgánica</b>					
1	Tapa de concreto armado 0.4x0.4 m	Conjunto	1.00	80.00	80.00
2	Electrodo de cobre 5/8" x2.40m de longitud	Varilla	1.00	125.00	125.00
3	Conductor de puesta a tierra 1x35mm2 Cu TW	m	12.00	3.20	38.40
4	Conector de presión de cobre para varilla de 5/8".	Unidad	1.00	4.00	4.00
5	Tubo PVC 25mm2, 3m	Unidad	4.00	7.30	29.20
6	Tierra de Cultivo	Kg	4.75	22.00	104.50
7	Materia Orgánica	Kg	358.40	0.08	28.67
8	Mano de Obra Excavación	Unidad	1.00	320.00	320.00
9	Mano de Obra Instalación	Unidad	1.00	450.00	450.00
10	Medición de resistencia de puesta a tierra	Unidad	1.00	280.00	280.00
<b>Total</b>					1459.77

Fuente: Autoría Propia

**Tabla 18. Comparación de Costos de ejecución de pozos a tierra.**

Pozo a Tierra	Costo Total S/.
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Bentonita</b>	1825.0
<b>Material de relleno: Tierra de cultivo y Materia orgánica</b>	1459.8

Fuente: Autoría Propia

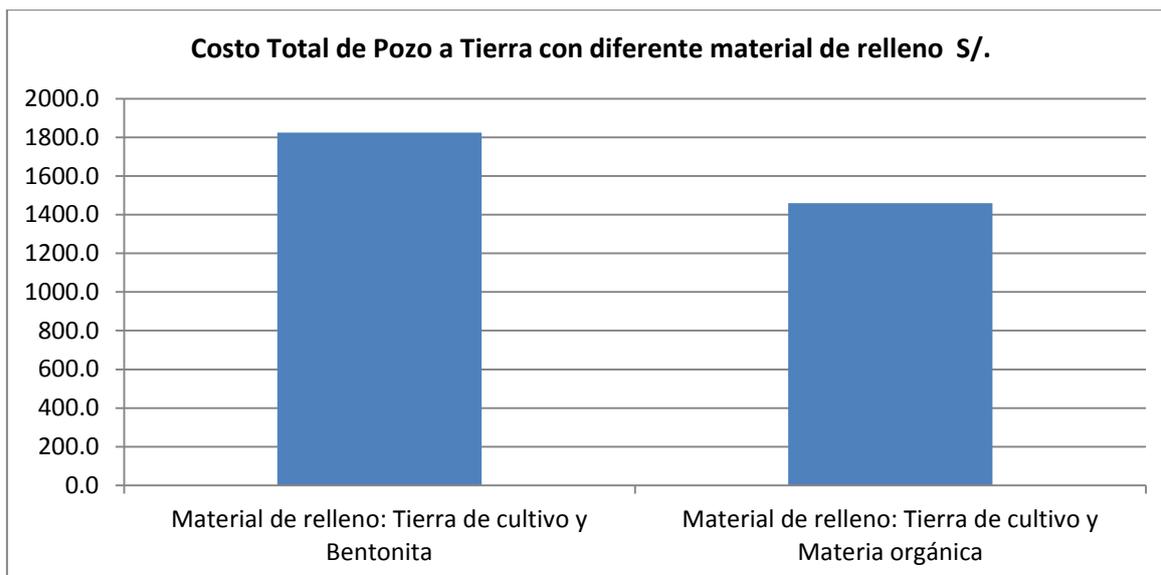


Figura 26. Comparación de costos de ejecución de pozos a tierra.

En la figura 26, se evidenció que el costo del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la materia orgánica es de 1459.8 Soles, en comparación al costo del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la bentonita fue de 1825 Soles, es decir que existe una diferencia entre ambos de 365.2 Soles por la ejecución de ambos pozos de tierra.

## V. DISCUSIÓN

El trabajo de investigación realizado logró demostrar que los restos orgánicos con ciertas características, utilizado como material de relleno para pozos de tierra, es una alternativa de uso en los proyectos de electrificación rural, y más aún que en las zonas rurales, tiene oferta de éste material, debido a las actividades agrícolas y ganaderas que desarrollan.

Se demostró que los pozos a tierra con material de relleno de materia orgánica, tienen valores mayores de resistencia de puesta a tierra en comparación con los pozos que utilizan bentonita de material de relleno, en un 31.25% en promedio mayor resistencia eléctrica de puesta a tierra, si bien es cierto que la bentonita como material de relleno tiene menor valor de resistencia eléctrica, ambos están dentro de los límites de resistencia eléctrica establecidos para éstos tipos de instalaciones, el cual requiere de 25 Ohmios de resistencia.

De las muestras analizadas, se evidenció que las cuatro muestras de residuos orgánicos analizados, presentaron valores diversos, siendo tres parámetros de análisis como son las propiedades granulométricas, para el caso de la densidad aparente, el menor valor es de 0.82 y el de mayor es de 0.92 gr/cm<sup>3</sup>, para el caso de la densidad de partículas, el menor valor es de 0.98 y el de mayor valor es de 1.32gr/cm<sup>3</sup>; y para el caso del porcentaje de aireación, el menor valor es de 2.90 y el de mayor valor es de 3.40%.

En el análisis de la medición de la resistividad eléctrica de las muestras, la temperatura influye en el valor de la resistividad, y ello se determinó para las cuatro muestras realizadas. El incremento de temperatura ocasiona la disminución de los valores de resistividad eléctrica. Se hizo la medición de la resistividad con los valores de temperatura entre 12 y 22°C, que son en promedio las temperaturas en los meses del año en la zona de influencia del proyecto.

Se estableció la relación que existe entre el valor de la resistencia eléctrica con la variación de las propiedades químicas de las muestras analizadas:

- A medida que el valor de la densidad aparente de la muestra (gr/cm<sup>3</sup>) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica disminuye.
- A medida que el valor del potencial de hidrógeno de la muestra (Grados) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa.
- A medida que el valor del nitrógeno de la muestra (ppm) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa.
- A medida que el valor del fosfato de la muestra (ppm) se incrementa, el valor de la resistencia eléctrica se incrementa

Para las cuatro muestras analizadas, se estableció numéricamente la relación que existe entre el valor de la resistencia eléctrica y la variación de la propiedad química de cada muestra, en función a la tendencia de cada variable, siendo lineal y cuadrática la relación existente.

En el aspecto económico, el costo del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la materia orgánica es de 1459.8 Soles, en comparación al

costo del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la bentonita fue de 1825 Soles, es decir que existe una diferencia entre ambos de 365.2 Soles por la ejecución de ambos pozos de tierra. Esta comparación es significativa si en un proyecto se tiene una gran cantidad de pozos a tierra a ejecutar, lo cual no solo disminuye el costo total del proyecto, sino también utiliza material de la zona, compra de dicho material a los pobladores, que de alguna manera tienen otro ingreso económico por la venta de este insumo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se hizo el análisis de las propiedades físicas y químicas de los residuos orgánicos que se utilizaron como material de relleno en los pozos a tierra del proyecto de electrificación de red secundaria, en el cual existe variabilidad de los datos, pero todos tienen valores de resistencia de puesta a tierra menores a 25 Ohmios, lo cual hace factible su utilización.
- Se realizó las mediciones de la resistencia de puesta a tierra de los 4 pozos a tierra con material de relleno tierra de cultivo con bentonita, y de material de relleno tierra de cultivo con material orgánico. Se hicieron tres mediciones por pozo a tierra, y se estableció el valor promedio como valor de resistencia de puesta a tierra.
- Se determinó las relaciones numéricas que existe entre las propiedades físicas y químicas de las muestras analizadas con los valores de resistencia de puesta a tierra, utilizando relaciones lineales y cuadráticas, de acuerdo a la tendencia de los datos analizados.
- Se hizo el análisis comparativo de los valores de resistencia de puesta a tierra, y se determinó que la resistencia eléctrica del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo con la bentonita tiene un menor valor de resistencia eléctrica en un 31.25%, comparado con el valor de resistencia de puesta a tierra en los pozos en donde se utilizó material de relleno la tierra de cultivo con el material orgánico.

- El costo de ejecución del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la materia orgánica es de 1459.8 Soles, en comparación al costo del pozo a tierra que utilizó material de relleno la tierra de cultivo y la bentonita fue de 1825 Soles, es decir que existe una diferencia entre ambos de 365.2 Soles por la ejecución de ambos pozos de tierra.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Utilizar materia orgánica con composición homogénea, a fin de que el mezclado con la tierra de cultivo, no presente vacíos, el cual hace variar los niveles de resistencia de puesta a tierra.
- Hacer el análisis de la compactación de la materia orgánica, a fin de evaluar la influencia de la compactación de la materia orgánica en el valor de la resistencia eléctrica.
- El mantenimiento a los pozos a tierra con material orgánico, debe realizarse teniendo en cuenta aspectos de la aparición de gases como el metano por el efecto de la temperatura.

## REFERENCIAS

- DÍAZ, N. Proyectos de Electrificación en el sector rural de Bolivia. Bolivia, 2018, 33pp.  
[https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/17/IADB-BO-L1117\\_a4YTCDG.pdf](https://ewdata.rightsindevelopment.org/files/documents/17/IADB-BO-L1117_a4YTCDG.pdf)
- IRAM. Guía de Mediciones de magnitudes de puesta a tierra, 2015, 56pp.  
[https://www.chauvinarnoux.com/sites/default/files/documents/cat\\_guia\\_de\\_medicion\\_de\\_tierra\\_ed2.pdf](https://www.chauvinarnoux.com/sites/default/files/documents/cat_guia_de_medicion_de_tierra_ed2.pdf)
- TRUJILLO, R. Fiscalización de los Sistemas eléctricos en Colombia. Cali, Colombia, 2014, 45pp.
- BARINDELLI, D. Sistemas de Protección eléctrica de puesta a tierra. México, 2014, 32pp.  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0214\\_EO.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0214_EO.pdf)
- ANDRADE, T. Eficiencia de los sistemas de protección eléctrica en Chile. Chile, 2014, 56pp.  
<http://eprints.uanl.mx/7718/1/1020133300.PDF>
- ECHEVARRÍA, E. Conductividad eléctrica de los tipos de suelos en la ciudad de Santiago de Chile. Chile, 2019, 43pp  
<https://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/>
- OSINERGMIN. Memoria Anual del Sector Eléctrico en el Perú, 2017, 87pp.  
[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Institucional/Memoria-Institucional-Osinergmin-2018.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Institucional/Memoria-Institucional-Osinergmin-2018.pdf)
- JUAREZ, R. Sistemas de protección eléctrica de baja tensión. Lima, 2014, 65pp.  
<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3917>
- QUESHUAYLLO, D. Resistividad Eléctrica de suelos para sistemas de protección. Lima, 2016, 33pp.  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/qqueshuayllo\\_cw/qqueshuayllo\\_cw.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Basic/qqueshuayllo_cw/qqueshuayllo_cw.pdf)

- ANSI / IEEE Std. 81: 1983, Guía para la medición de Resistencias de Tierra, Impedancias de Tierra y Potenciales de Superficie de Tierra en Sistemas de Aterramiento  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9008/1/Manual%20de%20aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20norma%20IEEE%20Std%2081.pdf>
- NTP 370.052:1999 Materiales Que Constituyen El Pozo De Puesta A Tierra  
[http://prevencionlaboralrimac.com/cms\\_data/contents/rimacdatabase/media/legislaciones/leg-8588686583102193887.pdf](http://prevencionlaboralrimac.com/cms_data/contents/rimacdatabase/media/legislaciones/leg-8588686583102193887.pdf)
- NTP 370.056 Electrodo De Cobre Para Puesta A Tierra.
- ASTM B 3-01 Standard Specification For Soft Or Annealed Copper Wire  
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/B3-01.htm>
- ASTM B 8-99 Standard Specification For Concentric-Lay-Stranded Copper Conductor, Hard, Medium – Hard, Or Soft  
<https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/B8-99.htm>
- ANSI C33.8. Standard For Grounding And Bonding Equipment.  
[https://global.ihs.com/doc\\_detail.cfm?document\\_name=ANSI%20C33%2E8&item\\_s\\_key=00007847](https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=ANSI%20C33%2E8&item_s_key=00007847)
- AGUILAR, P. G. (2010). Diseño y construcción de puestas a tierra para el colegio técnico industrial gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterramiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/405/13/UPS-CT001929.pdf>
- Diseño y ejecución de una puesta a tierra de baja. LIMA PERU: UNMSM.  
Cuenca, J. A. (2011). Evaluacion y diagnostico de la malla de puesta a tierra de la subestacion obrapia con niveles de tension de 69 kv y 13.8 kv perteneciente a E.E.R.S.S.A, para cumplir con los parametros establecidos por la NORMA IEEE. CUENCA ECUADOR: UPS.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4945/Flores\\_Figuero\\_a\\_Kevin\\_Renzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4945/Flores_Figuero_a_Kevin_Renzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- HARPER, E. (2000). Fundamentos de instalaciones eléctricas de mediana y alta tensión (Segunda ed.). Mexico: LIMUSA.  
<https://es.scribd.com/document/399578575/Fundamentos-de-Instalaciones-Elctricas-Mediana-Y-Alta-Tension-2-%C2%AA-Ed>
- Harper, E. (2011). Manual del tecnico en subestaciones electricas. Industriales y comerciales . (Primera Edición ed.). México: LIMUSA.  
[http://biblioteca.unap.edu.pe/opac\\_css/index.php?lvl=author\\_see&id=82526&page=3&nbr\\_lignes=46&l\\_typedoc=](http://biblioteca.unap.edu.pe/opac_css/index.php?lvl=author_see&id=82526&page=3&nbr_lignes=46&l_typedoc=)
- Monroy, M. A. (2012). Análisis del sistema de puesta a tierra de la subestación GUATEMALA ESTE. Guatemala: USC.  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0818\\_EA.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0818_EA.pdf)
- Monroy, M. A. (2012). Análisis del sistema de puesta a tierra de la subestación GUATEMALA ESTE. Guatemala: USCG.
- Rojas, G. (2008). Manual de Sistemas de Puesta A Tierra. Mexico: GEDISA.  
[http://www.gedisa.com.ve/recientes\\_aun/catalogos/electricos/libreria\\_gediweld/libreria/00%20MANUAL%20GEDIWELD%202007%20COMPLETO%20B.pdf](http://www.gedisa.com.ve/recientes_aun/catalogos/electricos/libreria_gediweld/libreria/00%20MANUAL%20GEDIWELD%202007%20COMPLETO%20B.pdf)
- Norma: Edición (1234). Seguridad Eléctrica en la Industria y Riesgos en la Empresa, Sistemas de Puesta a Tierra: Una introducción a la seguridad. / (CADAFE) Caracas, 2014.  
<http://docshare01.docshare.tips/files/6310/63103395.pdf>
- Ruelas, Roberto. Teoría y diseño de sistemas de tierras según las normas NOM e IEEE, (Tesis).--México: Universidad De la Salle Bajío.  
<https://www.ruelsa.com/notas/tierras/pe01.html>
- De la Vega, Miguel. Problemas de ingeniería de puesta a tierra., (Libro).-- España: Ed. Limusa, 2012.  
<https://libreria-limusa.com/producto/problemas-de-ingenieria-de-puesta-a-tierra-3a-ed/>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Influencia de los residuos orgánicos como material de relleno.</p>	<p>El material de relleno en el pozo a tierra, determina la eficiencia de una protección de puesta a tierra, con valores dentro de lo especificado por el Código Nacional de Electricidad.</p>	<p>El uso de los residuos orgánicos mezclados con la tierra de cultivo, como material de relleno de los pozos a tierra, incentiva la instalación de sistemas de protección eléctrica, con valores de óhmicos que incrementan la confiabilidad del sistema de protección eléctrica.</p>	<p>Composición química de los residuos orgánicos, Masa, peso, volumen de los residuos orgánicos.</p>	<p>Nominal.</p> <p>Partes por millón, Kilogramo, m3.</p>
<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Conductividad eléctrica de pozos a tierra</p>	<p>Es el valor de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él. Es el resultado de la inversa del valor de la resistividad..</p>	<p>La variación de la conductividad eléctrica, depende de las magnitudes como la longitud del medio, de la resistividad, de la sección del área a conducir la corriente</p>	<p>Indicadores: Resistividad Eléctrica, Longitud, Diámetro de conductor :</p>	<p>Ohmios-m, Metros, milímetros.</p>

## Anexo 2. Instrumento de recolección de datos

### GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

#### ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIA ORGÁNICA DE RELLENO DE POZOS A TIERRA.

Instrucciones: Realice el registro de las propiedades químicas de las 4 muestras de residuos de materia orgánica de 4 pozos de puesta a tierra de red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.

Elementos	Símbolo	Unidad	Pozo 2	Pozo 9	Pozo 13	Pozo 18
			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
<b>Nitrógeno</b>	N	Ppm	21800	24500	23450	22560
<b>Nitrato</b>	NO <sub>3</sub>	Ppm	4200	4100	4240	4220
<b>Amonio</b>	NH <sub>4</sub>	Ppm	2800	2730	2920	2850
<b>Fosfato</b>	PO <sub>4</sub>	Ppm	3.22	3.2	3.25	3.23
<b>Potasio</b>	K	Ppm	7.12	6.98	7.14	7.04
<b>Tetraóxido de azufre</b>	SO <sub>4</sub>	Ppm	203	203	206	205
<b>Potencial de Hidrógeno</b>	PH	Grados	7.6	7.2	8.1	7.8
<b>Magnesio</b>	Mg	Ppm	1.83	1.89	1.65	1.74

## GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

ANALISIS FISICO DE MATERIA ORGANICA DE RELLENO DE POZOS A TIERRA.

Instrucciones: Realice el registro de las propiedades físicas de las 4 muestras de residuos de materia orgánica de 4 pozos de puesta a tierra de red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Muestra 1 Pozo 2</b>	<b>Muestra 2 Pozo 9</b>	<b>Muestra 3 Pozo 13</b>	<b>Muestra 4 Pozo 18</b>
<b>Densidad Aparente</b>	gr/cm <sup>3</sup>	0.54	0.56	0.47	0.51
<b>Densidad de Partículas</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.03	0.94	0.97	1.03
<b>% Aireación</b>	%	3.4	2.8	3.7	2.7

### GUÍA DE OBSERVACIÓN 3

#### MEDICION DE LOS POZOS A TIERRA QUE UTILIZARON MATERIA ORGÁNICA COMO MATERIAL DE RELLENO

Instrucciones: El método de medición consiste en ubicar un terminal en el conector de la varilla de cobre de 5/8", el segundo terminal se ubica a una distancia  $D = 10$  metros del primer terminal, y el tercer terminal se ubica la distancia del 62%  $D$ , es decir a 6.2 metros.

Se utilizó un equipo telurómetro Modelo: MTD20KWe calibrado, de las siguientes características:

Pozo	Medición de Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)			
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
<b>2</b>	11.47	11.54	11.43	11.48
<b>9</b>	10.98	11.03	10.93	10.98
<b>13</b>	12.02	11.93	11.96	11.97
<b>18</b>	11.54	11.78	11.62	11.65

## GUÍA DE OBSERVACIÓN 4

### MEDICION DE LOS POZOS A TIERRA QUE UTILIZARON BENTONITA COMO MATERIAL DE RELLENO

Instrucciones: El método de medición consiste en ubicar un terminal en el conector de la varilla de cobre de 5/8", el segundo terminal se ubica a una distancia  $D = 10$  metros del primer terminal, y el tercer terminal se ubica la distancia del 62%  $D$ , es decir a 6.2 metros.

Se utilizó un equipo telurómetro Modelo: SEW 4234ER calibrado, de las siguientes características:

Pozo	Medición de Resistencia Eléctrica de puesta a tierra (Ohmios)			
	Primera Medición	Segunda Medición	Tercera Medición	Promedio
1	8.45	8.34	8.32	8.37
3	8.54	8.45	8.49	8.49
4	8.94	9.03	8.87	8.95
5	7.65	7.89	7.67	7.74
6	8.12	8.15	8.05	8.11
7	8.13	8.19	8.23	8.18
8	9.04	9.01	9.07	9.04
10	8.88	8.93	8.91	8.91
11	6.56	6.78	6.71	6.68
12	7.23	7.24	7.18	7.22
14	7.56	7.59	7.51	7.55
15	6.98	6.78	6.87	6.88
16	7.76	7.81	7.79	7.79
17	8.12	8.19	8.04	8.12
19	6.37	6.43	6.41	6.40
20	8.34	8.39	8.31	8.35

ANEXO 3

# SEGEING PROYECTOS

***ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y  
QUÍMICAS DE MATERIAL ORGÁNICO***

***SOLICITA : EDWIN ALFONSO RIVERA NAUCAR***

***UBICACIÓN:***

***SECTOR LA PACCHA BAJA - CAJAMARCA***

***TESIS:***

***INFLUENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO  
MATERIAL DE RELLENO EN LA CONDUCTIVIDAD  
ELÉCTRICA DE POZOS A TIERRA EN LA PACCHA  
BAJA - CAJAMARCA***

  
Jorge Luis Huatay Cestron  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 7466 - RNC. 0737

CAJAMARCA, JUNIO DEL 2020.

ÍNDICE

CONTENIDO

1. GENERALIDADES .....	3
1.1. Objetivo del Estudio: .....	3
1.2. Ubicación y descripción del área del estudio: .....	3
2. TRABAJO DE LABORATORIO: .....	3
2.1. Propiedades Físicas. ....	3
2.2. Propiedades Químicas. ....	4
3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO: .....	5
ANEXOS .....	6
PANEL FOTOGRÁFICO .....	7

  
Jorge Luis Ruzday Cedrejon  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 14888 - RUC: 07737

**TESIS:**

**INFLUENCIA DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS COMO MATERIAL DE RELLENO EN  
LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE POZOS A TIERRA EN LA PACCHA BAJA -  
CAJAMARCA**

**1. GENERALIDADES**

**1.1. Objetivo del Estudio:**

El presente informe técnico, está referido a los estudios de propiedades del material orgánico, efectuados a las muestras del material para relleno en los pozos a tierra del proyecto "RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA EN EL CASERIO LA PACCHA BAJA, CAJAMARCA".

La finalidad del estudio es determinar las principales propiedades físicas del material de relleno en los pozos a tierra, así como sus propiedades químicas.

El presente análisis está limitado a la cantidad, trabajo de campo y muestreo realizados por parte del solicitante, quién ha definido los tipos de ensayos para la elaboración del presente informe.

**1.2. Ubicación y descripción del área del estudio:**

El material fue alcanzado por el solicitante al laboratorio, indicándose que fueron obtenidas de cada uno de los 4 pozos a puesta a tierra que se utilizaron como material de relleno en los sistemas de protección de la red de distribución secundaria en el caserío La Paccha Baja, Cajamarca.

**2. TRABAJO DE LABORATORIO:**

**2.1. Propiedades Físicas.**

El análisis físico de las cuatro (04) muestras de residuos orgánicos que se utilizó en los pozos a tierra de la red de distribución secundaria 220 Voltios, consistió en la medición de la densidad aparente, densidad de la partícula y el Porcentaje de porosidad

**Densidad aparente.** ( $D_a$ ). Es la densidad volumétrica, es una propiedad de los polvos, gránulos y otros sólidos "divididos". Se define como la masa de muchas partículas del material dividida por el volumen total que ocupan, el cual se en  $g/cm^3$ .

**Densidad de la Partícula.** ( $D_p$ ). La densidad de partículas mide la masa de una muestra de suelo en volumen dado de partículas dividido entre su volumen. La densidad de partículas indica, por ejemplo, la cantidad relativa de materia orgánica y de minerales en una muestra de suelo, el sistema de medición se realiza en  $g/cm^3$ .

  
Jorge Luis Huatay Casarejon  
INGENIERO CIVIL  
CP N° 14888 - RUC: 07117

**Porcentaje de Porosidad (%).** La porosidad o fracción de huecos es una medida de espacios vacíos en un material y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, se expresa en porcentaje (%) en volumen del suelo que no es ocupado por partículas sólidas. Los poros del suelo son espacios que alojan agua, gases y la actividad biológica del suelo.

A continuación, se muestran los resultados del análisis realizado.

CUADRO N° 01: RESULTADOS DE PROPIEDADES FÍSICAS

PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MUESTRA 01 (POZO 2)	MUESTRA 02 (POZO 9)	MUESTRA 03 (POZO 13)	MUESTRA 04 (POZO 18)
Densidad Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	0.89	0.92	0.86	0.82
Densidad de Partículas	gr/cm <sup>3</sup>	1.32	1.14	0.98	1.07
Porosidad o Aireación	%	3.20	2.90	3.10	3.40

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Propiedades Químicas.

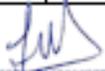
Estos ensayos se realizaron también para las cuatro (04) muestras orgánicas, cuyas unidades son expresadas en partículas por millón, a excepción del potencial de hidrógeno "PH" expresado en porcentaje (%), siendo el nitrógeno el que presenta mayor concentración.

A continuación, se muestran los resultados del análisis de la composición química de muestras del material orgánico.

CUADRO N° 02: RESULTADOS DE PROPIEDADES QUÍMICAS

ELEMENTOS	SÍMBOLO	UNIDAD	POZO 02	POZO 09	POZO 13	POZO 18
			MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Nitrógeno	N	ppm	21,500	23,700	24,600	22,000
Nitrato	NO3	ppm	4000	4150	4500	4370
Amonio	NH4	ppm	2600	2580	3000	2890
Fosfato	PO4	ppm	3.51	3.18	3.64	3.37
Potasio	K	ppm	7.39	6.88	7.36	7.25
Tetraóxido de azufre	SO4	ppm	208	200	228	207
Potencial de Hidrógeno	PH	Grados	7.30	7.60	8.40	8.10
Magnesio	Mg	ppm	1.94	1.85	1.79	1.91

Fuente: Elaboración propia.

  
 Jorge Luis Mustay Castro  
 INGENIERO CIVIL

### 3. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO:

- De los resultados del análisis granulométrico, se puede observar que las cuatro muestras de residuos orgánicos analizados, presentan una variabilidad entre ellas en los tres parámetros de las propiedades granulométricas, para el caso de la densidad aparente, el menor valor es de 0.82 y el de mayor es de 0.92 gr/cm<sup>3</sup>.
- Para el caso de la densidad de partículas, el menor valor es de 0.98 y el de mayor valor es de 1.32 gr/cm<sup>3</sup>.
- Respecto a la porosidad o porcentaje de aireación, el menor valor es de 2.90 y el de mayor valor es de 3.40%. Valores que muestran diferencias debido a que son muestras de materia orgánica obtenida de diferentes lugares.
- Según el análisis de composición química, el nitrógeno es el que presenta mayor concentración.
- El material es un suelo arcilloso orgánico.

Cajamarca, junio del 2020.

  
.....  
Jorge Luis Huatay Costrejon  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 7468 - RUC: 07727

## PANEL FOTOGRÁFICO

### CALICATA "C-01"

UBICACIÓN DE CALICATA

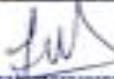


ELABORACIÓN DE LA CALICATA



Jose Luis Huety Castrejon  
INGENIERO CIVIL  
CP N° 1488 - RNC 0727



  
Jose Luis Huerta Castrejon  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 14888 - RUC: 0727

RECOLECCIÓN DE MUESTRA ESTRATO E-1



RECOLECCIÓN DE MUESTRA ESTRATO E-2



  
Jorge Luis Rivetay Castrejon  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 74880 - RUC: C7127

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 200563**
**Datos Generales**

Solicitante SERVICIOS GENERALES RALY INGENIEROS GRIC E.I.R.L.  
 Dirección P.J. LUZ DIVINA NRO. 248 SEC. COLUMBO - CAJAMARCA  
 Equipo TELUROMETRO  
 Marca Megabras  
 Modelo MTD20KWe  
 Número de serie 19A1006  
 Fecha de Calibración 2020-02-03  
 Registro 14-5668

**Método de Calibración**

Por comparación directa con nuestro Patrón  
 Se han tomado cinco lecturas por cada valor nominal.

**Patrón(es) utilizado(s).**

Descripción	N° de serie	Trazabilidad	Validez
DECADA DE RESISTENCIAS Marca:TIME ELECTRONICS Modelo:1051	8151C18	INACAL Certificado N°: LE - 003 - 2020 Calibrado 2020-01-10	2 año(s)

**Lugar de la Calibración**

Realizada en las instalaciones de Laboratorio de Calibraciones de LOGYTEC S.A.  
 Calle Isidoro Suárez # 236 - San Miguel - Lima

**Condiciones Ambientales**

Temperatura Ambiente	Humedad Relativa
23,0 °C ± 1 °C	60,0 % ± 5 %

**Nota**

Los resultados expresados en este Certificado son válidos únicamente para la unidad ensayada, no siendo extensivos a otras unidades aun cuando fueran del mismo tipo y lote.

La incertidumbre total expandida está basada en una incertidumbre patrón combinada multiplicada por un factor de expansión k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 200563**

## Resultado de la calibración

Rango	Nominal	Patrón	Lectura	Error	$\mu$ (K=2)
$\Omega$	5 $\Omega$	5,018 $\Omega$	5,01 $\Omega$	-0,159 %	0,590 %
	10 $\Omega$	10,016 $\Omega$	9,99 $\Omega$	-0,260 %	0,580 %
	50 $\Omega$	50,069 $\Omega$	49,5 $\Omega$	-1,14 %	0,16 %
	90 $\Omega$	90,166 $\Omega$	89,6 $\Omega$	-0,63 %	0,13 %
	600 $\Omega$	599,499 $\Omega$	595 $\Omega$	-0,8 %	0,2 %
	900 $\Omega$	899,731 $\Omega$	898 $\Omega$	-0,2 %	0,1 %
	5 k $\Omega$	5,0004 k $\Omega$	5,10 k $\Omega$	1,992 %	0,164 %
	10 k $\Omega$	10,0001 k $\Omega$	10,06 k $\Omega$	0,599 %	0,129 %

**Observaciones**

Del resultado de las mediciones se concluye que el instrumento se encuentra calibrado.



Calibrado por:


  
 Eduardo Fernandez Ulfée  
 Laboratorio de calibraciones