



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de
telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTORES:

Eder Manuel Arévalo Paredes (ORCID: 0000-0002-8573-5510)

Giovanni Viena Ramírez (ORCID: 0000-0001-8963-7670)

ASESOR:

Ing. Santiago Andrés Ruíz Vásquez (ORCID: 0000-0001-7510-5702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TARAPOTO - PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi madre y esposa: Zoila y Katherina por todo el soporte incondicional, el amor y dedicación que siempre me prestaron, para poder realizar este paso importante, porque sin ellos no hubiera sido posible, gracias totales.

A mi hija Cattleya, quien es el motivo y razón para poder seguir adelante cada día.

Eder Manuel

A mis padres José y Norma por su incondicional a ayuda en cada día de mi vida.

A mi esposa Marisol por su apoyo y paciencia en este sueño, el cual se cumplió y gracias por ese sentimiento de felicidad y orgullo.

A mis hijos por su amor, por ser los más importante en mi vida y esto se lo dedico a ellos y serán la razón para seguir entregándoles mi ejemplo.

Giovanni

Agradecimiento

Agradecer a nuestras familias por el completo apoyo brindado en nuestros sueños y metas la cual fueron concluidos gracias también a ellos.

A Dios por darnos y demostrarnos que somos capaces de lograr nuestra misión en la vida.

A nuestros padres por ser los principales guías, por confiar y creer en nosotros, por los valores y principios que nos inculcaron.

A nuestros amigos y compañeros de trabajo, porque con sus consejos y palabras nos hicieron mejores personas y nos acompañaron en nuestros sueños y metas.

A nuestros docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra educación quienes nos guiaron con su tolerancia y su rectitud, sus consejos y amistad.

A la empresa Contacto TV SAC, al Directorio y Gerente General por brindarnos su apoyo y por permitirnos desarrollar nuestro proyecto en sus instalaciones sin ellos esto no sería posible.

Los autores

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Giovanni Viena Ramírez** cuyo título es: "**Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019**";

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (DIECISEIS).

Tarapoto, 20 de julio de 2019



Gorki Ruiz Hidalgo
ING. MECÁNICO
 R. CIP. 119416

 Ing. Gorki Ruiz Hidalgo
 PRESIDENTE



Miguel Bartra Reátegui
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 CIP. N° 116901

 Ing. Miguel Bartra Reátegui
 SECRETARIO



Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
 CIP 125817

 Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez

VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Página del jurado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **Eder Manuel Arévalo Paredes** cuyo título es: **"Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019"**:

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **16 (DIECISEIS)**.

Tarapoto, 20 de julio de 2019



Gorki Ruiz Hidalgo
ING. MECÁNICO
R. CIP. 119416

 Ing. Gorki Ruiz Hidalgo
PRESIDENTE



Miguel Bartra Reátegui
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
CIP. N° 116901

 Ing. Miguel Bartra Reátegui
SECRETARIO



Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125887

 Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Declaratoria de autenticidad

Eder Manuel Arévalo Paredes, identificado con DNI N° 43864139 y **Giovanni Viena Ramírez**, identificado con DNI 03684816, autores de la tesis titulada: "Sistema de Puesta Tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019";

Declaramos bajo juramento que:

La Tesis es de nuestra autoría.

Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiado es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son verdaderos, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 20 de julio de 2019.



Eder Manuel Arévalo Paredes
DNI 43864139



Giovanni Viena Ramírez
DNI 0368481671

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad.....	vi
Índice	vii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	ix
Resumen	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	22
2.1. Diseño de investigación.....	22
2.2. Variables, operacionalización.....	22
2.3. Población y muestra.....	25
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	25
2.5. Métodos de análisis de datos	26
2.6. Aspectos éticos	27
III. RESULTADOS	28
IV. DISCUSIÓN.....	59
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	66
Matriz de consistencia	77
Instrumentos de recolección de datos	79
Validación de instrumentos	80
Autorización donde se ejecutó la investigación	83
Acta de aprobación de originalidad de tesis	84
Pantallazo de Turnitin.....	86
Autorización de publicación de tesis	87
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	88

Índice de tablas

Tabla 1: Tensiones de toque y paso de acuerdo al CNE-Utilización	18
Tabla 2: Operacionalización de las variables	23
Tabla 3: Valoración Técnica	36
Tabla 4: Valoración Económica	37
Tabla 5: Medidas de resistividad efectuadas para distintas separaciones	39
Tabla 6: Metodología aplicada en determinación de resistividad del terreno	40
Tabla 7: Valor de resistividad para nuestro diseño y parámetros empleados.....	41
Tabla 8: Valores de resistencia de conexión a tierra medidos para las tres clases de tratamiento del terreno y para tres separaciones de jabalinas	47
Tabla 9: Cuadro resumen de tensiones de toque y paso según el tiempo de actuación de protecciones	48
Tabla 10: Cuadro resumen de mediciones de tensiones de toque y paso antes de implementar sistemas de puesta a tierra	50
Tabla 11: Cuadro resumen de mediciones de tensiones de toque y paso después de implementar sistemas de puesta a tierra.	58

Índice de figuras

Figura 1. Parámetros utilizados para medición de resistividad	4
Figura 2. Diagrama de jabalinas para método Wenner	6
Figura 3. Diagrama de jabalinas para método Schlumberger.....	7
Figura 4. Tensiones de contacto y paso.....	13
Figura 5. Diseño de la investigación	22
Figura 6. Matriz morfológica	28
Figura 7. Cemento conductivo	29
Figura 8. Thor-gel.....	29
Figura 9. Bentonita sódica	29
Figura 10. Modelo biestratificado	32
Figura 11. Curva típica para K negativo	34
Figura 12. Curva típica para K positivo	35
Figura 13. Evaluación de prototipos.....	38
Figura 14. Medición de resistividad efectuada para distancia de 2m.....	39
Figura 15: Conexiones del equipo para la medición de tensión de paso.....	49
Figura 16. Conexiones del equipo para la medición de tensión de toque	49
Figura 17. Vista de entorno de trabajo de Minitab 18.....	51
Figura 18. Resumen para Vt1.....	53
Figura 19. Informe del Capability Sixpack del proceso Vt1	53
Figura 20. Resumen para Vt2.....	54
Figura 21. Informe del Capability Sixpack del proceso Vt2.....	54
Figura 22. Resumen para Vp1.....	55
Figura 23. Informe del Capability Sixpack del proceso Vp1.	55
Figura 24. Resumen para Vp2.....	56
Figura 25. Informe del Capability Sixpack del proceso Vp2	56
Figura 26. Estación de Telecomunicaciones Antares.....	67
Figura 27. Sacando distancias para las excavaciones.....	67
Figura 28. Excavaciones para SPT	68
Figura 29. Presentación de la jabalina de cobre para el trabajo de puesta a tierra con bentonita.....	69
Figura 30. El aditivo a utilizar en la puesta a tierra.....	69

Figura 31. Haciendo el primer procedimiento de la puesta a tierra con bentonita.....	70
Figura 32. Puesta a tierra terminada con bentonita sódica	70
Figura 33. Varilla de coperweld para la instalación de la puesta a tierra.....	71
Figura 34. Preparación del cemento conductorio	71
Figura 35. Instalación de la puesta a tierra con cemento conductorio	72
Figura 36. Puesta a tierra terminada con cemento conductorio.....	72
Figura 37. El insumo a utilizar para este sistema	73
Figura 38 Varilla de bronce para este sistema de puesta a tierra.....	73
Figura 39. Atestar con tierra vegetal unos 70cm de altura con bastante agua.....	74
Figura 40. Diluyendo el primer aditivo del Thor-gel	74
Figura 41. Mezclar el primer aditivo del Thor-gel	75
Figura 42. Diluyendo el segundo aditivo del Thor-gel.....	75
Figura 43. Mezclar el segundo aditivo del Thor-gel	76
Figura 44. Puesta a tierra terminada con Thor-gel	76

Resumen

El presente estudio de investigación fue plantear un sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019. Los datos de campo fueron obtenidos de mediciones hechas en la misma zona del estudio obteniéndose en primer lugar la resistividad aparente del terreno mediante un modelo biestratificado. En el presente trabajo de investigación se propone tres alternativas de diseño y construcción mediante la aplicación de las siguientes configuraciones como serian: con bentonita, cemento conductivo y Thor Gel. En primer lugar se efectuó la medida de la resistividad del suelo con la metodología de Wenner y utilizando Telurómetro digital marca SONEL modelo MRU-200 (Serie N° 701245). Posteriormente se realizó el proceso de información con el motivo de determinar la resistividad aparente del terreno, valor que nos sirvió para determinar la importancia teórica de la resistencia de una conexión a tierra, para dicho cálculo se utilizó el modelo de suelo biestratificado que simula que el terreno está constituido de dos capas. El valor de resistividad aparente calculado resultando un valor relativamente alto (198,06 Ω -m).

Una vez obtenido el valor de resistividad, se procedió a estimar la correspondiente validez teórica de la resistencia de puesta a tierra arrojando una estimación de 77,64 Ω . Valor que fue necesario corregir mediante el uso de tratamiento químico del terreno observando que los tres tipos de tratamiento químico dan valores acorde a normas.

Palabras Claves: Tensiones de toque y paso, Puesta a tierra y Estación de telecomunicaciones.

Abstract

The objective of the present investigation was to design a grounding system and of touch and pass voltages at the Antares - Tarapoto 2019 telecommunications station. The field data were obtained from measurements made in the same area of the study obtaining first, the apparent resistivity of the terrain using a bistratified model. In our research work, we propose three alternatives for the construction of earthing systems, using: bentonite, conductive cement and Thor Gel. First of all, the soil resistivity was measured using the Wenner method and using SONEL brand digital tellurometer model MRU-200 (Series No. 701245). Afterwards, the information was processed in order to determine the apparent resistivity of the ground, a value that helped us to determine the theoretical value of earthing resistance, for this calculation we used the bistratified soil method that simulates the terrain it is made up of two layers. The apparent resistivity value calculated resulting in a relatively high value (198.06 Ω -m).

Once the resistivity value was obtained, the corresponding theoretical value of earthing resistance was calculated, yielding a high value of 77.64 Ω . Value that was necessary to correct through the use of chemical treatment of the land observing that the three types of chemical treatment gave us values according to standards.

Keywords: Tap tensions and step, grounding and telecommunication station.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el desarrollo tecnológico obliga a tener un eficiente sistema de protección en las estaciones de telecomunicaciones. Esto indica que todo equipo electrónico es sensible a interferencias electromagnéticas y electroestáticas que afectan el buen funcionamiento de la misma. El Código Nacional Eléctrico del Perú norma y estandariza los parámetros de diseño e instalación.

En la región San Martín las estaciones de telecomunicaciones que cuentan con un esquema de conexión tierra como seguridad de equipos y personal, no cumplen con las normas de diseño y recomendaciones que dicta el Código Nacional Eléctrico, por lo mismo las estaciones son vulnerables a constantes averías en los equipos y accidentes de personas. Por ello es importante un plan de desarrollo para el proyecto, la misma que implicara una satisfacción de ahorro y seguridad para la compañía.

Durante este periodo de prueba se comprobó que fenómenos electromagnéticos, descargas electroestáticas, atmosféricas, radiaciones naturales etc., eran las más comunes y además venían afectando todo el sistema de operación de la antena de telecomunicaciones y poniendo en riesgo al personal, es por ello que planteamos a diseñar un procedimiento adecuado para reducir las descargas electroestáticas y atmosféricas, y así proteger a la estación de telecomunicaciones y personas.

El terreno donde está ubicado la estación de telecomunicaciones es de alta resistividad, y se encuentra en la parte más alta de la ciudad de Tarapoto, donde la probabilidad que siempre llegue a ver descargas atmosféricas es mayor, y a su vez pueda perjudicar todos los equipos y al personal que se encarga del mantenimiento del sistema.

En dicho proyecto de investigación se busca de proyectar un eficaz método con la finalidad de disminuir las tensiones en la estación de telecomunicaciones Antares la cual está ubicada en la ciudad de Tarapoto. Para lo cual se hará un análisis de los métodos de diseño, simultáneamente con los cálculos en campo de resistividad del terreno se llegará a mejorar los niveles de seguridad y protección de las instalaciones anteriormente indicadas.

Además se han registrado trabajos previos como:

PIZARRO, Luis. (2014): *Interpretación de mediciones de resistividad de terreno por medio de curvas de patrón*. (Tesis de Maestría). Universidad de Colombia. El autor efectuó 2 mediciones de resistividad de suelo mediante una técnica que denomina “Sondeos eléctricos verticales de tipo arreglo Schlumberger”. Esta técnica, que utiliza 4 electrodos en el suelo, permite conseguir la resistividad del suelo. Estos datos el autor los traslada a un gráfico y los compara manualmente a través de un set de curvas patrón de Orellana & Mooney, obteniendo buenos resultados. El autor utiliza software como el programa Ipi2Win, el cual genera una curva teórica, la cual se debe ir ajustando por el usuario, agregando o quitando capas. Por otra parte el software WinSev es de uso comercial y los resultados terminan siendo no satisfactorios. En relación a los resultados se destaca a lo esperado, validado por lo estudiado en el estado de arte y de comparación de resultados finales en el plan de pruebas con un proyecto real. Es posible entonces, representar computacionalmente estas curvas ajustándolas automáticamente de acuerdo al ajuste adoptado en esta tesis. Por su simplicidad y efectividad se contemplara, como una opción válida para la interpretación y esbozar el proyecto.

PACHECO, Ángel. (2013), desarrolla un tipo biestratificado de suelo y un software para ser aplicados en los análisis de puesta tierra que serán aplicados en el sector industrial. Esta metodología permite analizar cualquier tipo de suelo y así obtener la resistividad del terreno. En el mismo año el autor aplica la metodología descrita en diversos casos de estudio. El autor utiliza el software Cymdist para certificar y preponer por su simple manipulación desarrollando un ejemplo de tierra de gran precisión las diferentes aplicaciones en 2D y 3D; además Cymdist está dirigido a soluciones de sistemas y es de gran confiabilidad por sus soluciones.

HILDEMARO, Jesús. (2014): *Resistividad del terreno*. (Tesis de Maestría) Universidad de Concluyó que la metodología para suelos con estratificación vertical y biestratificados y explica en forma detallada la interpretación comparativa de diversas mediciones.

Para GALLEGO, José. et. al. (2014): *Modelación de sistemas de puesta a tierra para evaluación de sobretensiones transitorias*”, Cuba 2014. Concluye que una metodología para calcular el procedimiento transitorio de líneas de suelo, además el autor utiliza el software MATLAB-Simulink. Posteriormente el autor valida los resultados comparándolos con referencia basados en la conjetura del campo electromagnético, los cuales son difundidos en la referida publicación.

GUZMÁN, Felipe. (2018): *Desarrollo de una herramienta para el diseño óptimo de malla de puesta a tierra mediante algoritmos metaheurísticos*”, Chile, 2018. (Tesis de Pregrado). Universidad de Chile. Concluyó que con propósitos de brindar una mayor seguridad de las personas propone un plan enfocado en la minimización de costos de desarrollo de la misma. En la cual utiliza la herramienta MATLAB para determinar los voltajes de paso y toque. Después se utilizara la próxima herramienta basada en un método metaheurísticos de optimización y con las restricciones establecidas por la IEEE STD. 80TM, diseña una malla para un número restringido de parámetros de entrada.

QUISPE, Santiago. (2016): *Diseño de una malla de puesta a tierra para una subestación de distribución en condiciones de suelo extremas*, Ecuador 2018. Concluyó que diseña tipo malla con propósitos de dar seguridad al personal de una subestación de distribución, la misma que está en un terreno con un alto valor de resistividad del terreno.

PORTUGAL, John. (2014): *Optimización ambiental de sistemas puestas a tierra para edificaciones con variaciones estratigráfica en la Región Alto Andina Puno*” en el año 2014. (Maestría). Universidad Nacional del Altiplano. Concluyó que la aplicación de optimización mediante la estratificación para calcular la resistividad desarrollando lo que él denomina “método ambiental”

CRISÓSTOMO, Carlos. (2014): *Sistema de puesta a tierra menor a 02 ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras*” CMAC Piura, 2014. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Pampas Concluyó que el propósito de obtener un valor suficientemente bajo (02 ohmios). Todo ello con la finalidad de proteger los equipos electrónicos de entidades financieras. Dicho diseño se contrastó con el obtenido por mediciones en la obra ejecutada en la CMAC Piura

RAMÍREZ, Arnold. (2017): *Evaluación por métodos no convencionales de caracterización de suelos del distrito de Morales, provincia de San Martín - región de San Martín*”, en el año 2017. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Concluyó que la resistividad geo eléctrica empleada generalmente en la prospección de aguas subterráneas. El autor, a través de una empresa de investigación exploratoria, estimó la resistividad del terreno, buscando una reacción como respuesta a la reacción de seguir adelante y buscando la conexión entre la resistividad eléctrica y las cualidades de los geomateriales. Esta prueba tuvo la opción de cuantificar la resistividad de la suiedad y las propiedades geotécnicas del territorio identificado con ella y de las pruebas reunidas in situ se demostró: el tamaño mide, proporción de vacío, porosidad y límites de Atterberg.

Para reforzar esta tesis de indagación se tiene las hipótesis vinculadas a la materia.

Resistividad Eléctrica del Terreno.

De acuerdo a la revista Energía y Computación (2010).

Es la resistencia existente entre las caras opuestas de un cubo de dimensiones unitarias. Cuando la arista del cubo es un metro, la unidad de resistividad es el ($\Omega\text{-m}$), reconocido universalmente por el sistema internacional (S.I.).

Se concluye que la resistividad simboliza la resistencia de un conductor de 1 m^2 de sección por 1 m de longitud. (p. 60).

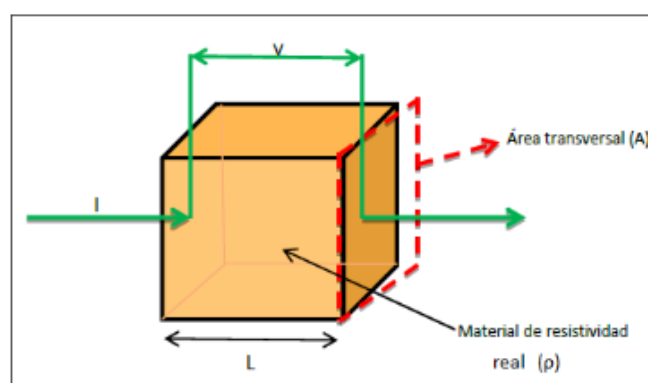


Figura 1. Parámetros utilizados para medición de resistividad

Fuente: Gabarrón (2013)

Los Factores que afectan la resistividad del suelo de acuerdo a la revista Energía y Computación (2010). En términos generales las capas terrestres presentan muy poca homogeneidad. La resistividad es variante, necesita de factores aleatorios, razón por la cual la resistencia específica se debe determinar por mediciones directas según las condiciones presentes en cada caso

Las características más relevantes que son:

- a. Tipo de tierra (composición del terreno).
- b. Densidad y composición de las sales disueltas. La mayor parte de los elementos del suelo aíslan; la conducción eléctrica actúa gracias a la presencia de las sales metálicas que al mezclarse con el agua forman un electrolito.
- c. Contenido de humedad. Esta es una variable importante por sí mismo y porque devuelve las diferentes sales presentes en algunos terrenos. Al subir la humedad del terreno, baja la resistividad. La cantidad de humedad es variable y depende de diversos factores tales como clima, estaciones, propiedades del subsuelo, etc. Rara vez el terreno es árido, la humedad se intensifica con la profundidad.
- d. Las mediciones de resistividad deben hacerse en las peores condiciones, es decir, cuando el contenido de humedad del terreno es mínimo. El agua congelada tiene características distintas al agua en estado natural. Suelos congelados y hielo tienen una resistencia alta comparativamente.
- e. Cuando la temperatura del terreno se reduce, la resistividad del suelo se incrementa.
- f. Tamaño o textura del grano.
- g. Compactibilidad.

Métodos de Medición de Resistividad

Wenner y Schlumberger son representaciones analíticas, se usa para dar una estimación de la resistividad, para ello se estima las distancias entre electrodos y las concordancias entre las corrientes y tensiones, inyectando una corriente a un componente.

Se realizará de esta manera:

- Se colocan y entierran 4 jabalinas en línea recta y a una distancia establecida.
- Se inyectan intensidad al suelo a través de las jabalinas externas.
- Las jabalinas internas, se usan para calcular la diferencia de potencial.
- La tensión eléctrica con la intensidad suministrada está relacionada para conseguir el dato correcto de la medición del terreno.
- El valor de la resistencia alcanzada, computa el dato de la resistividad del terreno.

Método de Wenner

De acuerdo a IEEE Std. 81 (2012) define la metodología de Wenner y se basa en un procedimiento donde los 4 electrodos se colocan a una distancia a [m] y a una profundidad b [m], indicada, se inyecta corriente a los extremos de las jabalinas, como dato de diferencia de potencial. De acuerdo a la figura: 2.

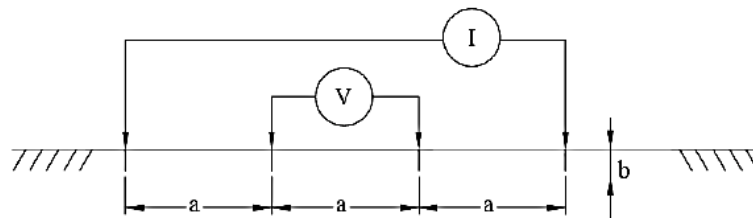


Figura 2. Diagrama de jabalinas para método Wenner

Fuente: IEEE Std. 81 (2012)

El cálculo se realiza a partir de la ecuación:

$$\rho = \frac{4\pi a R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}}$$

Donde:

R es la resistencia entre voltaje e intensidad suministrada en Ohmios.

Asumiendo $b=0$, como se muestra en la Ecuación:

$$\rho = 2\pi a R$$

Método de Schlumberger

De acuerdo a IEEE Std. 81 (2012) define la metodología de Wenner como un método que emplea también 4 jabalinas, la diferencia están en la separación, en los electrodos internos es constante y en los externos varía la longitud d [m]. Como resultado, las dos jabalinas de intensidad están alejados por una longitud $2c+d$, como se observa en la figura: 3

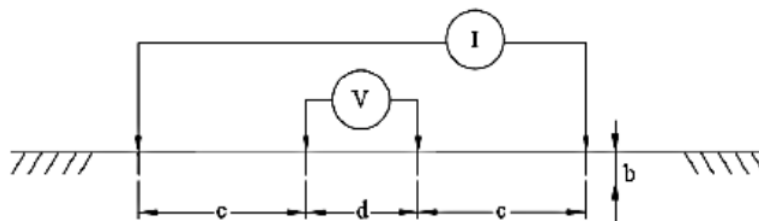


Figura 3. Diagrama de jabalinas para método Schlumberger

Fuente: IEEE Std. 81 (2012)

La siguiente ecuación indica:

$$\rho = \frac{\pi(c + d)R}{d}$$

Donde la profundidad de las varillas enterradas b , debe ser mínimo a la longitud entre las jabalinas c .

Malla de Puesta a Tierra

Para Taipe (2013), citado por Quispe (2018, p. 20) define a la malla al “grupo de conductores eléctricos conectados horizontalmente o verticalmente con distancias equidistantes, incluyendo las varillas de conexión a tierra enterrados verticalmente.

La malla en subestaciones eléctricas se instala en un área del terreno y la misma que es recubierta con gravilla, los conductores están empalmados con soldadura exotérmica y a una profundidad no superior de 70 cm.

Características Básicas de puesta a tierra

Están compuestos por materiales y componentes que proporcionan un buen funcionamiento, para una larga y eficiente duración a un gasto aceptable.

Las propiedades principales son:

- Resistencia mínima y una excelente repartición de voltaje de terreno.
- Capacidad de conducción nominal.
- Durabilidad.

Los elementos son:

- Conductor.
- Varilla o jabalina.

Para la configuración de puesta a tierra se contemplan el espacio físico y los requisitos eléctricos.

Para configurar se contemplan el espacio físico y los requisitos eléctricos.

Las estructuras básicas a tener en cuenta son:

- Jabalinas con un cerco establecido sin varillas en las puntas
- Jabalinas con un cerco establecido con varillas en las puntas.
- Jabalinas con un cerco establecido con un enmallado interno y sin varillas en las puntas.
- Jabalinas con un cerco establecido con un enmallado interno y con varillas en las puntas.

Para bajar la resistencia hay distintos tipos de procedimientos, algunos casos muestran un punto de congestión, es adecuado conocer para obviar planteamientos antieconómicos.

Los procedimientos son:

a. Incremento de la cantidad de jabalinas en paralelo

Las técnicas para ampliar la cantidad de jabalinas acoplados equivalentemente bajara la estimación de la llamada “Resistencia equivalente”, está perdida no es de forma lineal, porque la curvatura de decrecimiento tiene una afinidad asintótica a partir de la sexta o séptima jabalina e igualmente hay el fenómeno de la resistencia recíproca.

La fórmula para la resistencia de SPAT-1 con una jabalina es:

$$R_{PAT-1} = \frac{\rho_a}{2\pi l} \ln \left[\frac{4l}{1,36d} \times \frac{(2H + l)}{(4H + l)} \right]$$

Donde:

ρ_a = Resistividad eléctrica nominal del suelo (ohm-m)

l = Largura de la jabalina (2,4 m)

d = Circunferencia de la jabalina (16 mm)

H = Hondura de enterrado (0,3 m)

De la misma:

$$R_{PAT-1} = 0,392\rho_a$$

Para 2 SPAT -1(separación horizontal entre jabalinas de 3m) es:

$$R_{PAT-2} = \frac{R_{PAT-1}}{2} \times \left[1 + \frac{l}{a \operatorname{Ln}\left(\frac{4l}{d}\right)} \right]$$

La distancia entre jabalinas sería (3,0m), por lo tanto:

$$R_{PAT-2} = 0,206\rho_a = 52,61\%(R_{PAT-1})$$

Para 3 SPAT-1colocadas en posición triangular, separación horizontal entre jabalinas de 3m, es:

$$R_{PAT-3} = \frac{\rho_a}{2\pi 3l} \left[\operatorname{Ln}\left(\frac{4l}{b}\right) - 1 + \frac{l}{D} \left\{ \frac{1}{\operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{3}\right)} + \frac{1}{\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{3}\right)} \right\} \right]$$

Donde b es el radio de la varilla (8mm) y D es el diámetro del anillo formado por las tres varillas (3,46m), que reemplazando da:

$$R_{PAT-3} = 0,170\rho_a = 43,37\%(R_{PAT-1})$$

b. Incremento de la distancia y del espesor de las jabalinas

La largura de la jabalina, se basa en la resistividad y fondo de los estratos del suelo, se elige alojar la jabalina en el estrato de baja resistividad.

De este modo, señalaremos que antes de reanudar con las otras variables, que las soluciones están unidos a la resistividad del suelo donde se está elaborando, siendo los datos variables entre 200 a 600 0-m en normalmente.

c. Incremento de la longitud entre ejes de las jabalinas

Casualmente la longitud entre ejes de las jabalinas será $\geq 4L$ siendo L la longitud de la jabalina; cuando se busca adquirir resistencias eléctricas disminuidas y haya los recursos en el suelo, las longitudes entre ejes de las jabalinas, será en el extremo muy alto. Esto indica que a mayor longitud entre ejes de jabalinas, mayor será la disminución de la resistencia a alcanzar; y resistencia mutua entre jabalinas se obtendrá.

Por estas razones, el crecimiento de la longitud entre las jabalinas es uno de las razones que tendremos que detallar en la instalación.

d. Alteración del suelo

Los suelos pueden ser renovados totalmente, por uno con abundante en sales; sean rocosos, calizas, arcilloso, arenoso, etc., son suelos de alta gama de resistividad la misma será modificada, cuando el suelo está constituido por ingredientes de superior e inferior resistividad; uno de estas técnicas es el movimiento de suelo donde se descartan las rocas del suelo.

La variación del suelo deberá ser idóneo para que la jabalina tenga un radio de buen suelo sea de 0 a 0.50 metros, a su alrededor y profundidad.

El 1% de la pérdida es complicado rebajar, debido a las causas que se interponen, como son la resistividad del terreno inalterado o renovado en su totalidad o parcialmente, por su pegajosidad, por su compactación y limpieza de la jabalina. Por otra parte los espacios de alta resistividad donde se modifique el suelo de los fosos totalmente, la merma de la resistencia eléctrica resultante serán del 50% a 70%.

No obstante los suelos de poca resistividad, donde se modifique, será en forma parcial o total, y la disminución de la resistencia estará entre el 20% a 40%.

En estos casos la saturación se dará, si variamos volumen del suelo altamente, que nos indicara que las soluciones serán los mismos y el gasto será muy alto. En cuanto a las parcelas de cultivo, sus resistividades bajas estarán entre 5 a 50 ohmios y están disponibles reiteradamente en el SPAT.

e. Procedimiento químico del terreno

El procedimiento químico del terreno se manifiesta como un método para arreglar y bajar la resistencia eléctrica del SPAT, sin la exigencia a emplear un gran número de jabalinas. De esta manera para seleccionar el procedimiento químico de un SPAT se considerará:

- Elevado % de pérdida inicial.
- Simplicidad para su empleo.
- Periodo de duración limitada (del proceso y de los componentes del SPAT)
- Simplicidad en su renovación.
- Equilibrio (mantiene resistencia durante años)

Los componentes que se utilizan para un competente procedimiento químico serán:

- Higroscopicidad, absorber la humedad del aire.
- No ser corrosivas, consiguiendo alta conductividad eléctrica.
- Suelo químicamente duradero y no tóxico.
- Inofensivo para el ecosistema.

La presentación nos demuestra un contacto pie-pie que desarrolla un voltaje de paso E_s y un voltaje de toque E_t , siendo E_{trd} el voltaje transmitido y la E_m el voltaje de contacto máximo.

Tensiones de Toque y Paso

Las circunstancias más frecuentes del choque eléctrico que implican al personal se muestran:

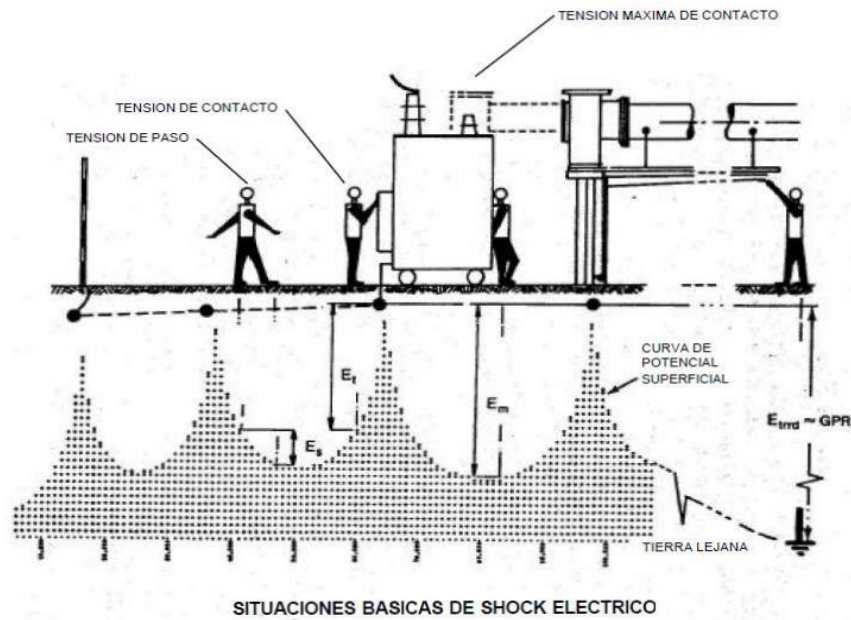


Figura 4. Tensiones de contacto y paso

Fuente: IEEE Std. 81 (2012)

La presentación nos demuestra un contacto pie-pie que desarrolla un voltaje de paso E_s y un voltaje de toque E_t , siendo E_{trrd} el voltaje transmitido y la E_m el voltaje de contacto máximo.

Tensión de choque: Hace referencia a todos los voltajes de toque y paso.

Tensión de paso: Aquellos voltajes en el suelo, donde las personas con los pies espaciados a una distancia de 1m, pero sin hacer roce con ningún dispositivo.

Tensión de contacto: Entre el GPR (Elevación del potencial de la tierra) y la tensión del suelo generan una diferencia de voltaje, en el momento cuando las personas hacen contacto con la estructura de conexión a tierra.

Tensión transferida: Es cuando el voltaje de contacto se transfiere al interior hacia el exterior de la estación.

¿Qué permite comprender los datos de estos voltajes?

Permite evaluar adecuadamente la conexión a tierra de la estación, es decir, sin fatalidades para el personal y equipamientos en general. De acuerdo con la norma estudiada, habrá límite de datos que no deben superarse en las tensiones.

Existen además, métodos y criterios para precisar las tensiones de toque y paso como por ejemplo:

Efectos de la resistividad del suelo

La Resistividad del terreno posee una cualidad de transportar energía, también nombrada como la Resistencia Específica del suelo. Por otra parte en la evaluación, equilibramos las metas de los distintos estratos que constituyen el suelo, éstos no son balanceados en la estructura, la misma se conocerá como una "Resistividad Aparente".

La Resistividad del suelo se altera a lo largo y ancho del planeta, y se determina por:

- Naturaleza de los terrenos.
- La higrometría.
- Temperatura del suelo.
- Aglomeración de sales diluidas.
- Compactación del suelo.
- Estratificación del suelo.

Principios, según la IEEE 80-2000 para el diagnóstico de las tensiones de toque y paso: IEEE (El Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica) con su patrón IEEE std. 80-2000 (IEEE - Orientación para la protección en la conexión a tierra de la subestación de CA) el planteamiento de una Puesta a Tierra se apoya en un patrón abreviado de choque eléctrico, los parámetros empleados para este patrón, se fundamentan en intereses y principios experimentales, como los de Dalziel los mismos fueron demostrados, en animales como en humanos.

Esto indica que el propósito del referido patrón es facilitar un folleto de información referente para la práctica fiable en el proyecto de puestas a tierra.

El principio básico es como sigue:

- Implantar como un principio para el proyecto, los márgenes de diferencia de potencial que se encuentran en una subestación bajo requisitos de deficiencia entre puntos de roce con personas.
- Inspeccionar las pruebas de aterramientos de subestaciones con singular hincapié en la protección, y principios de progreso para un diseño óptimo.
- Proporcionar una técnica para el planteamiento de los sistemas de tierra, fundamentado en estos principios.
- Fomentar técnicas analíticas como una asistencia a la comprensión y conclusión de asuntos gradientes.

Este modelo nos muestra:

La protección de una persona obedece de evitar la reprobación de energía asimilada por esta al instante de un defecto antes de librarse de la misma.

La tensión soportada por una persona ante cualquier deficiencia eléctrica no debería superar de los márgenes descritos en desempeño del circuito eléctrico; de ello resultan las ecuaciones según la ley de Ohm.

Cuando se comprometen Tensiones de paso los límites aceptables serán:

Individuos de 50 kg:

$$E_{step50} = (1000 + 6C_S x \rho_S) x \frac{0.116}{\sqrt{t_S}}$$

Individuos de 70 kg:

$$E_{step70} = (1000 + 6C_S x \rho_S) x \frac{0.157}{\sqrt{t_S}}$$

Del mismo modo, cuando se involucran tensiones de toque los límites admisibles serán:

Individuos de 50 kg:

$$E_{touch50} = (1000 + 1.5C_S x \rho_S) x \frac{0.116}{\sqrt{t_S}}$$

Individuos de 70 kg:

$$E_{touch70} = (1000 + 1.5C_S \rho_S) x \frac{0.157}{\sqrt{t_S}}$$

Donde:

E_{step} : Voltaje de paso en V

E_{touch} : Voltaje de toque en V

ρ_S : Resistividad del material en la superficie del suelo en Ω -m

ρ : Resistividad del suelo en Ω -m

h_S : Altura del estrato superficial de suelo en metros.

t_S : Tiempo de la falla en segundos

C_S : Denomina al factor de capa superficial del suelo (factor de contacto), se determina a partir de la siguiente expresión:

$$C_S = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_S}\right)}{2h_S + 0.09}$$

Si no se emplea gravilla o un estrato exterior de apoyo (losa, carpeta), será: $C_S = 1$ y $\rho_S = \rho$.

Los límites de voltaje de Toque entre caras metal-metal se originan en las formulaciones anteriores. Esta extensiones, no muestran el estrato superficial de protección, por lo que $C_S = 1$ y $\rho_S = \rho$.

Con estos productos, las ecuaciones anteriores serán:

Personas de 50 kg:

$$E_{touch50} = (1000 + 1.5\rho_S) x \frac{0.116}{\sqrt{t_S}}$$

Personas de 70 kg:

$$E_{touch70} = (1000 + 1.5\rho_S)x \frac{0.157}{\sqrt{t_S}}$$

Para tensiones de Toque entre metal-metal, tanto cuerpo a cuerpo y cuerpo a los pies, se traducirá en $\rho_S = 0$. Por lo tanto, la resistencia total en el momento de la falla es igual a la resistencia corporal R_B .

Con la sustitución de $\rho_S = 0$ en las ecuaciones anteriores, el margen de la tensión de toque para metal-metal de los individuos es:

Para personas de 50 kg:

$$E_{mm-touch50} = \frac{116}{\sqrt{t_S}}$$

Para personas de 70 kg:

$$E_{mm-touch50} = \frac{157}{\sqrt{t_S}}$$

Donde:

E_{mm} Es la tensión de toque metal-metal en V

De las ecuaciones citadas, se concluye que la tensión de toque, tensión de paso y tensión de toque metal-metal debe ser mínimo a los correspondientes reducciones de tensión máxima admitidos para respaldar la protección de los individuos.

Criterios del CNE – código nacional de electricidad. En la nación, con la apertura en vigor del Código Nacional de Electricidad a partir del 1 de Julio del 2006, no se progresó en cuanto a lo concerniente a estas Tensiones de Toque y Paso.

Como consecuencia dicha materia se localiza en la "Sección 190 de los reglamentos:

- 190-304 Resistencia de Puesta a Tierra de la Subestación.
- 190-306 Dispensaciones en la Subestación.
- 190-308 Conexiones a la jabalina de Puesta a Tierra de la Subestación.
- 190-310 Conexión a Tierra de Manivelas de Interruptores con Operación Simultánea de Todas las Fases.
- 190-312 Conexión a Tierra de perímetros Metálicos Perimetrales de Subestaciones al aire libre

Todos estos reglamentos hacen mención a la tabla 52 de dicho Código.

Tabla 1: Tensiones de toque y paso de acuerdo al CNE-Utilización

TIPO DE SUELO	RESISTIVIDAD	Duración de falla 0,5 segundos		Duración de falla 1,0 segundos	
		Tensión de Paso V	Tensión de Toque V	Tensión de Paso V	Tensión de Toque V
Orgánico					
Mojado	10	174	166	123	118
Húmedo	100	263	188	186	133
Seco	1000	1154	405	816	286
Piedra Partida					
105 mm	3000	3143	885	2216	626
Cama de Roca	10000	10065	2569	7116	1816

Fuente: CNE-Utilización 2006

Esta investigación se ha formulado el siguiente problema general: ¿Cuáles serían los resultados de un sistema de puesta tierra en la reducción de las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019?

Además se propusieron como problemas específicos los siguientes:

- ¿Cuáles serían los resultados de la resistividad del suelo en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019?
- ¿Cuáles serían las conclusiones de configuración de un sistema de puesta tierra en las tensiones de toque y paso de la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019?
- ¿Cuáles serían los resultados de la resistencia de un sistema de puesta tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019?

Esta investigación se justifica técnicamente, porque pretende abordar en aspectos que muchas veces es obviado por los especialistas en diseño y elaboración, como lo es por ejemplo, en la correcta determinación del valor de resistividad media del terreno para posteriormente realizar un buen diseño del proyecto. Ya que muchas veces se obvia la medida de este factor y se lleva a efecto no se toma en cuenta la metodología adecuada conllevando a sobrecostos en la ejecución final de los trabajos en campo.

Metodológicamente se justifica pues la manera como se aborda el presente estudio servirá para aplicaciones en cualquier tipo de terreno a estudiar teniendo en cuenta que los resultados a obtener serán comprobados mediante la aplicación de los conocimientos obtenidos en casos reales, como es el caso de la empresa en estudio, validando nuestros cálculos con el propósito final que es el cálculo real de la resistencia.

La justificación ambiental permitirá diseñar un sistema que no contamina el ecosistema, porque tiene por actividad cuidar al personal y equipamiento de sobre voltajes y descargas.

Socialmente permitirá mejorar las condiciones en el montaje de una conexión de puesta tierra, se contribuirá al desarrollo económico de los sectores doméstico, comercial e industrial, brindando además seguridad en sus instalaciones.

Como hipótesis general se formula: Mediante un sistema de puesta tierra se logró minimizar los riesgos y mejorar la protección eléctrica al personal de la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.

Además de han planteado algunas hipótesis específicas que fueron parte de la investigación, tales como:

- Mediante la obtención de la resistividad del terreno se reducirán las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.
- Comprobar la configuración del sistema de puesta a tierra y la reducción de las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.
- Determinando la resistencia de un sistema de puesta a tierra se reducirán las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.
- Los resultados de la diferencia de potencial redujeron las tensiones de toque y paso entre la estructura metálica y el terreno de la estación de Telecomunicaciones Antares.
- Los resultados de la tensión de toque y paso en un sistema de puesta tierra sobre la superficie del suelo disminuyeron en la estación de Telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.

El objetivo general de la presente investigación fue: Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.

También se plantearon objetivos específicos que permitieron investigar más a fondo. Por ello, se propuso:

- Determinar la resistividad del terreno para reducir las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.
- Demostrar la configuración del sistema de puesta tierra y la reducción de las tensiones de toque y pasó en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.
- Determinar la resistencia para reducir las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

Experimental con Post evaluación. Utilizan la selección probabilística para conformar el proyecto de estudio, a su vez será una investigación más estimada por su rigor y sus resultados. La variable independiente controla mínimamente el resultado, trabajamos los dos cálculos (GE) y (GC) al cual se le atribuye un impulso (sistema de puesta tierra para demostrar su finalidad en la variable dependiente (tensiones de toque y paso), aplicando una pre y post prueba, de la siguiente forma.

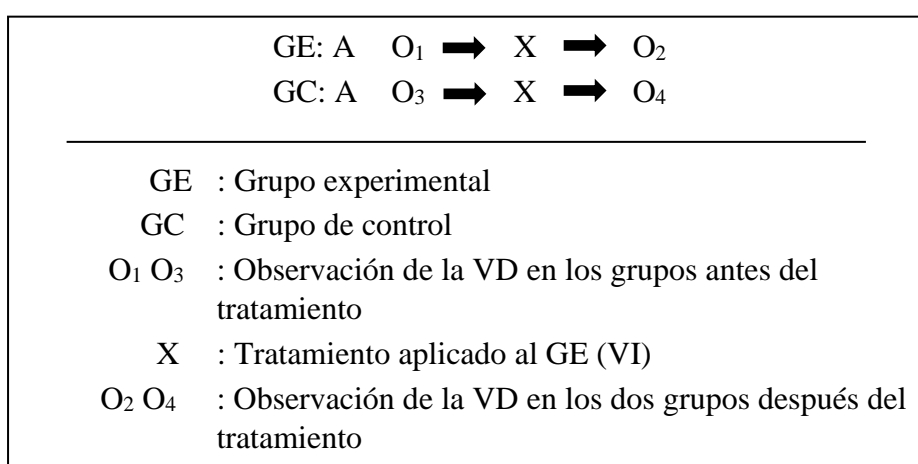


Figura 5. Diseño de la investigación

Fuente: Propia

2.2. Variables, operacionalización

Para nuestro proyecto se trabajará las dos variables, independiente y dependiente que para su evaluación y control se han subdividido en las siguientes dimensiones:

Variables

Independiente: Sistemas de puesta a tierra

Dependiente: Tensiones de toque y paso.

Operacionalización de las variables

Tabla 2: Operacionalización de las variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de medición
Sistema de puesta tierra	Procesos para dirigir a tierra corrientes con una continua, suficiente y permanente capacidad de falla eventual, determinada por un diseño, por impedancia idónea, la misma que restringe el aumento de tensiones sobre el suelo y permitir la operación se los mecanismos de protección en el perímetro.	Se da por la resistividad del terreno, a través de un método de medición se conoce el valor de la misma. Asimismo con la configuración correcta para el montaje de los sistemas, se conseguirá una óptima resistencia de conexión a tierra, la misma que asegura una óptima protección.	Resistividad del Terreno	Tipo de terreno	De razón
			Configuración de Puesta a tierra	<ul style="list-style-type: none"> Sección de conductores 	De razón
				<ul style="list-style-type: none"> Cantidad de varillas de P.T. 	De Razón
			Resistencia de Puesta a Tierra	<ul style="list-style-type: none"> Electrodo de Cobre Electrodo de Zinc 	De razón

Tensiones de toque y paso	Tensión de contacto o tensión de toque:	Las tensiones de toque y paso con este sistema se reducirán en las estructuras metálicas de la antena y la superficie de la tierra, y en equipamientos.	Diferencia de Potencial entre estructura metálica y tierra.	Diferencia de potencial	De razón
	Tensión de paso:		Diferencia de Potencial sobre superficie de la tierra.	Diferencia de potencial	De razón
	Tensión eléctrica que el personal podría comprobar a través de los pies, alejados por una distancia de 1 m, de forma horizontal entre la torre y la conexión a tierra				
	Tensión eléctrica que las personas experimentan a través del contacto con la mano en la estructura, para ratificar una posible falla en la conexión a tierra				

2.3. Población y muestra

Población

Estuvo establecida por las redes eléctricas de la estación de telecomunicaciones Antares.

Muestra

La muestra de nuestro proyecto correspondió a las redes eléctricas de la estación de telecomunicaciones Antares.

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

Para calcular la situación actual de las redes de distribución que eran tomadas de la muestra seleccionada, se realizaron mediciones de la calidad de energía eléctrica utilizando equipos (Analizadores de Redes) los cuales estaban calibrados por lo tanto tenían la precisión necesaria de acuerdo a normas.

Técnicas e Instrumentos

Para la obtención de los objetivos específicos se destinó las técnicas y herramientas:

Técnica

- Registros históricos de fallas por parte de la empresa Antares.
- Levantamiento de información.

Instrumentos de registro de diseño factorial

- Mediciones de resistividad del terreno
- Observación.

Validez y confiabilidad

La autenticidad del contenido para la recopilación de datos se realizó por la experiencia de juicio de profesionales y la evaluación de la misma:

1. Dra. Rosa Mabel Contreras Julián –Metodóloga.
2. Mg. Carlos Edwin Lozada Fustamante – Ingeniero Mecánico Electricista
3. Mg Oscar Martín Pineda Reátegui – Ingeniero Mecánico Electricista

2.5. Métodos de análisis de datos

Al obtener la conformidad de la empresa, se efectuó las mediciones para calcular la resistividad del terreno y posteriormente dimensionar la conexión a tierra.

En nuestro trabajo de investigación se propone tres alternativas de construcción de sistemas de puesta a tierra siendo: mediante el aprovechamiento de la bentonita, cemento conductor y Thor Gel. En primer lugar se efectuó la medición de la resistividad del suelo mediante la metodología de Wenner y utilizando Telurómetro digital de marca SONEL modelo MRU-200 (Serie N° 701245). Posteriormente se realizó el procedimiento del aviso con la designio de determinar la resistividad aparente del terreno, valor que nos sirvió para determinar el valor teórico de resistencia de puesta a tierra, para dicho cálculo se utilizó el método de suelo biestratificado que simula que el terreno está constituido de dos capas.

Una vez obtenido el valor de resistividad, se procedió a calcular el correspondiente valor teórico de resistencia de puesta a tierra. Una vez instalados los sistemas de conexión a tierra se procedió a realizar mediciones de las tensiones de contacto y paso con la finalidad de verificar el efecto en dichos valores obteniendo el siguiente resumen de mediciones, donde se aprecia la reducción de dichos valores y la consecuente mejora de la seguridad del montaje.

2.6. Aspectos éticos

El estudio del programa se llevó a cabo con esfuerzo y esmero propio de los autores de manera legal, respetando las normas de seguridad e higiene, según los reglamentos establecidos; considerando el uso de equipos de seguridad personal para trabajos en altura y trabajos eléctricos.

Los resultados adquiridos serán dados a conocer a la empresa de telecomunicaciones Antares para conocimiento y fines.

III. RESULTADOS

3.1. Diseño del modelo

La proyección del informe de indagación se efectuó mediciones en campo en la zona de instalación de la estación de telecomunicaciones Antares. Para lo cual se utilizó el método de Wenner.

Matriz morfológica

Sistema	A	B	C
Excavación	Vertical	Horizontal	Diagonal
Electrodo	Cobre	Coperweld	Parres
Cable para espiral	Cobre	Coperweld	Aluminio
Conectores AB	cobre	Bronce	Coperweld
Material de relleno	Tierra vegetal	Estierco de vaca	Desmonte
Insumos químicos	Bentonita	Torgel	Cemento conductivo

compuesto 1: (S1)
compuesto 2: (S2)
compuesto 3: (S3)
compuesto 4: (S4)
compuesto 5: (S5)

Figura 6. Matriz morfológica

Fuente: Propia

3.2. Prototipos:

a.- Cemento conductivo



Figura 7. Cemento conductivo

Fuente: Toma de campo

b.- Thor-gel

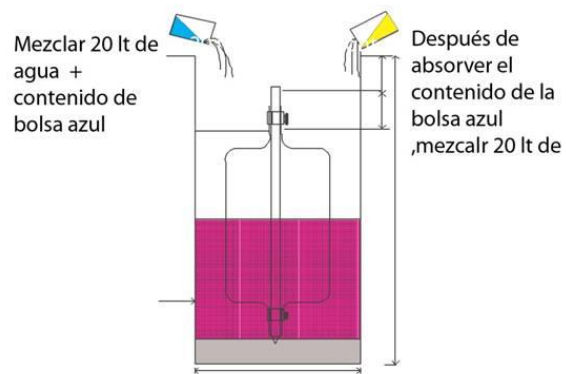


Figura 8. Thor-gel

Fuente: Propia

c.- Bentonita sódica



Figura 9. Bentonita sódica

Fuente: Toma de campo

Metodología empleada

El instrumento de medición utilizado fue Telurómetro digital de marca SONEL modelo MRU-200 (Serie N° 701245), el mismo que calcula la resistencia de aterramiento y la resistividad determinada del terreno y la exactitud del 2,5%. El instrumento se compone de 4 varillas de 45 cm de largo y 10 mm de diámetro, fabricado de acero galvanizado. El equipo está certificado según norma VDE 0143 Parte 7 (1982) y BS 7430 (1992).

La curvatura de resistividad del terreno se verifica aplicando la fórmula de Wenner, mundialmente reconocida para obtener óptimos resultados. Se basa en 4 varillas hundidas a una profundidad “b”, y separadas equidistantemente “a”. Se inyecta corriente I en las jabalinas de los extremos y se calcula la diferencia de potencial V en las varillas intermedias.

Se da por la siguiente ecuación:

$$\rho = 2\pi a R \text{ Ohm} - m$$

Donde:

- a Separación de las jabalinas en metros.
- b Hondura de enterramiento de las jabalinas ($b \leq a/20$) en metros.
- ρ Resistividad del suelo en Ohm.m.
- R Resistencia del suelo en Ohm.

Las distancias de las varillas para las pruebas de medición fueron de 2, 4 y 6 m.

La data adquirida de los cálculos se analizó y clasifíco tomando en cuenta lo siguiente:

La media aritmética de los valores de resistividad medidos para cada espaciamento fue calculado:

$$\rho_M(a_j) = \frac{1}{n} \sum_1^n \rho_i(a_j) \quad \forall j = 1, q \quad i = 1, n$$

Donde:

$\rho_M(a_j)$: Resistividad media para un espaciamento a_j

n : Número de mediciones efectuadas para un espaciamento a_j

$\rho_i(a_j)$: Valor de la i -ésima medición de resistividad con un espaciamento a_j

q : Número de espaciamentos considerados.

Se determinó la desviación de cada medida con respecto al valor medio

$$\rho_i(a_j) - \rho_M(a_j) \quad \forall j = 1, q \quad i = 1, n$$

Se despreció a los valores de resistividad que presentaron un desvío mayor que 50% con respecto a la media aritmética.

$$\left| \frac{\rho_i(a_j) - \rho_M(a_j)}{\rho_M(a_j)} \right| \times 100 \geq 50\% \quad \forall j = 1, q \quad i = 1, n$$

Con los valores aceptados, se recalcularon las medias aritméticas de los valores de resistividad, obteniéndose los valores definitivos y representativos.

Estratificación del suelo

Usando la teoría de electromagnetismo, es viable desarrollar un modelo, de las medidas ejecutadas por el método de Werner, se puede calcular la resistividad de las primeras dos estratos del terreno, así como la elevación de la misma.

Una corriente eléctrica “I” ingresando por el punto “A”, en un terreno de las capas tal como se muestra en la **Figura N° 11**, se obtiene potenciales en la capa superficial, por la ecuación de Laplace se encontrara las mediciones correctas.

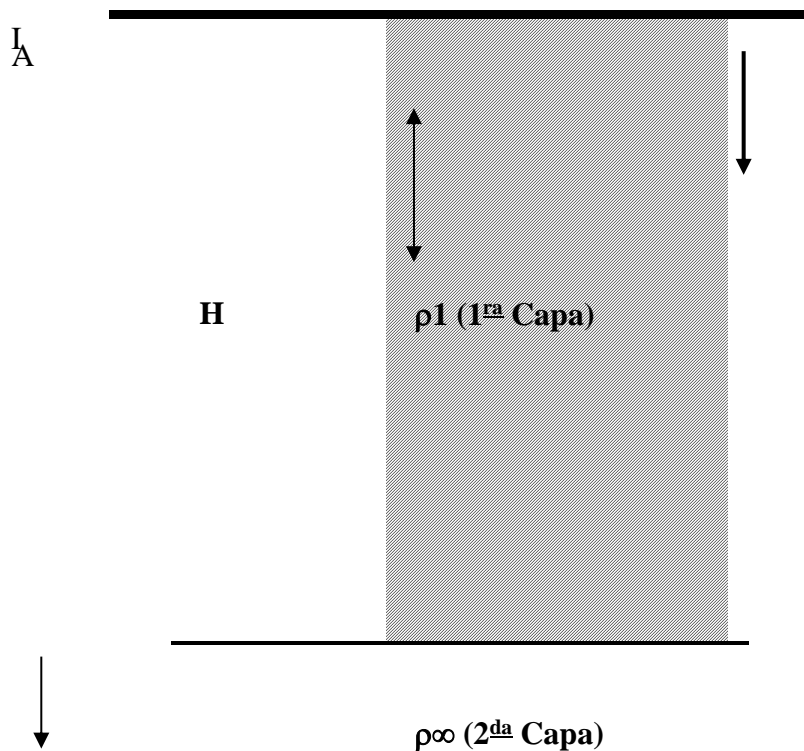


Figura 10. Modelo biestratificado

Fuente: Revista energía y computación, Vol. 2.

Resolviendo la ecuación de Laplace se tiene la siguiente expresión:

$$V_p = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left[\frac{1}{r} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{\sqrt{r^2 + (2nh)^2}} \right]$$

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}$$

De la expresión anterior se verifica que la variación del coeficiente de reflexión “K”, está limitado entre -1 y $+1$.

$$-1 \leq K \leq 1$$

La metodología empleada para la estratificación del suelo fue el procedimiento de Pirson, que recoge la propiedad de la constante K y que utiliza las curvas de $\rho(a)/\rho_1$ representada por h/a y una secuencia de valores de K negativos y positivos, ocultando todo el rango de variación.

La curva típica para K negativo, esto es la curva $\rho(a)xa$ como se observa:

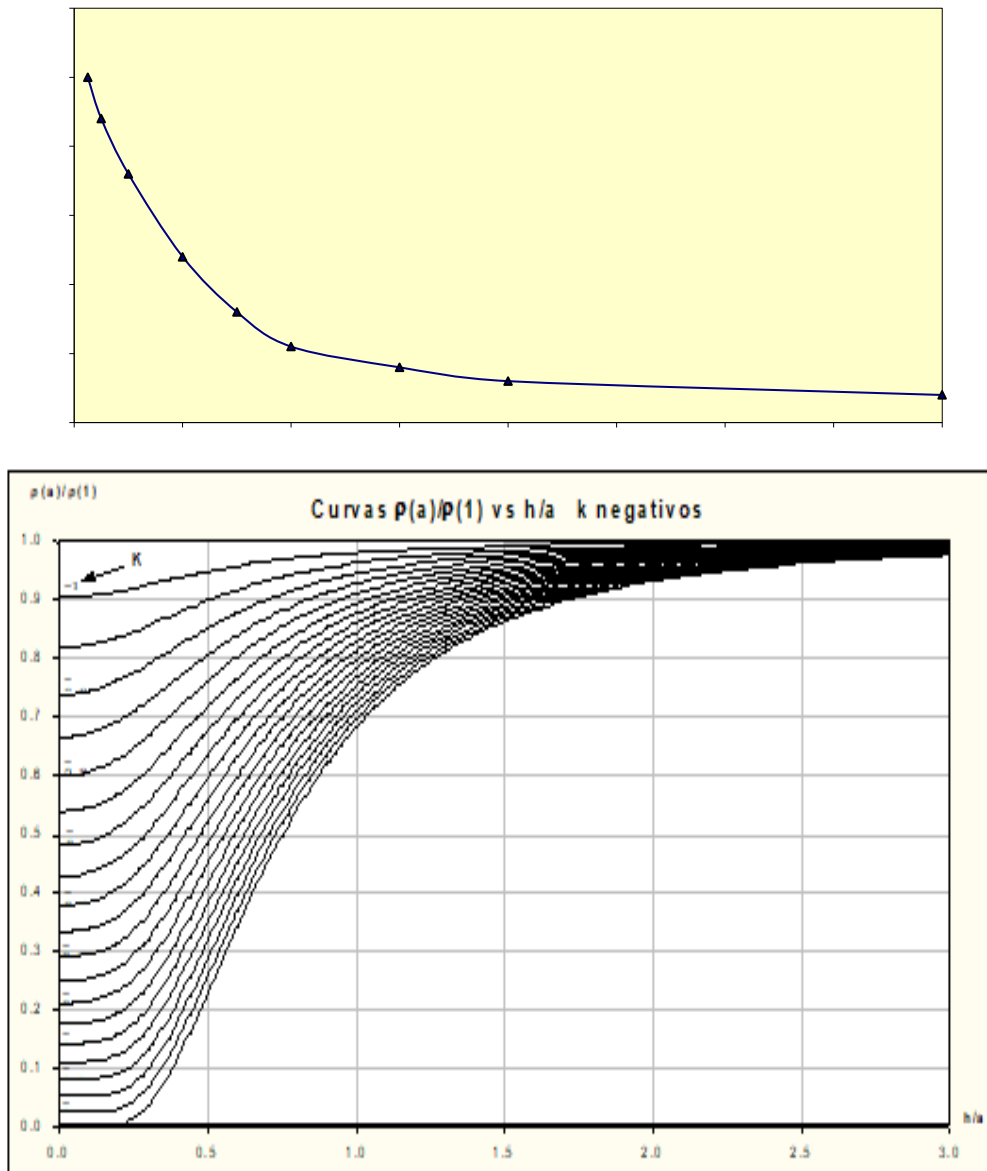


Figura 11. Curva típica para K negativo

Fuente: Revista energía y computación, Vol. 2.

Asimismo, la curva típica para K positivo, esto es la curva $\rho(a)$ xa ascendente será:

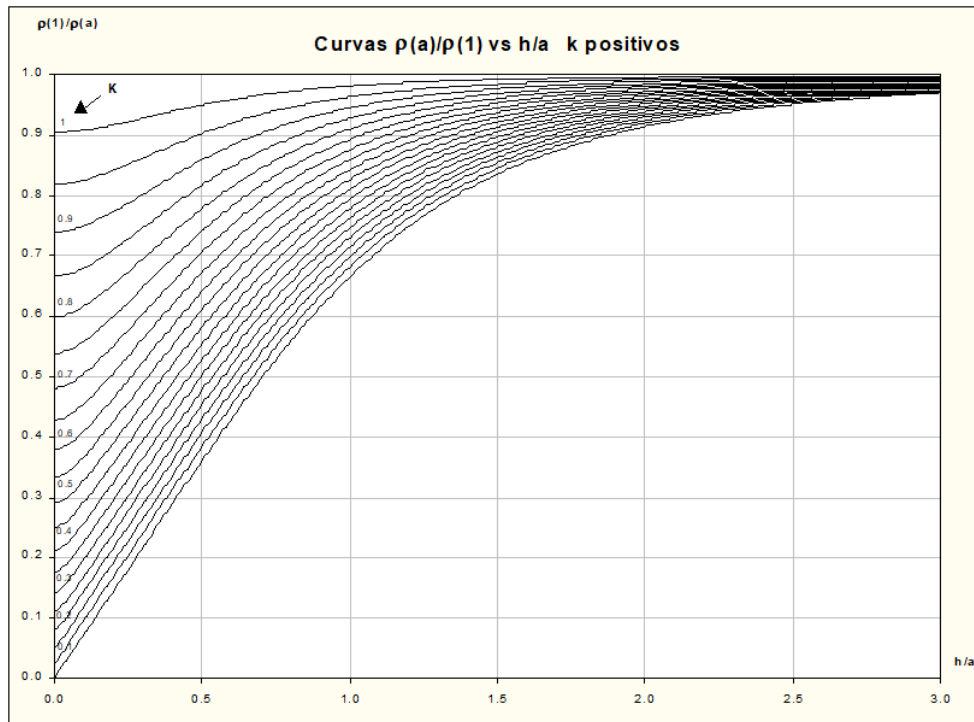


Figura 12. Curva típica para K positivo

Fuente: Revista energía y computación, Vol. 2.

Para la reducción de capas, considerando paralelismo entre las capas, se ha empleado la fórmula de **Hummel**, que transforma directamente el suelo en dos capas equivalentes:

$$d_{eq} = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n = \sum_{i=1}^n d_i \quad m$$

$$\rho_{eq} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{\frac{d_1}{\rho_1} + \frac{d_2}{\rho_2} + \frac{d_3}{\rho_3} + \dots + \frac{d_n}{\rho_n}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\rho_i}} \quad ohm - m$$

Donde:

- d_i : Espesor de la i-ésima capa en m
- ρ_i : Resistividad de i-ésima capa en Ohm.m
- n : Número de capas reducidas
- ρ_{eq} : Resistividad equivalente en Ohm -m
- d_{eq} : Distancia equivalente en m.

3.3. Selección de alternativa optima

1. Valoración técnica

Escala de valores según VDI 2225 con puntaje "p" de 0 a 3

Tabla 3: Valoración Técnica

0= No satisface, 1= Aceptable a las justas, 2= Suficiente, 3= Bien					
Variantes del Concepto		<i>Importancia "i"</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>
N°	Criterios de evaluación	%	p	p	p
1	Función	16	3	2	2
2	Geometría	7	2	2	2
3	Mano de obra	11	3	3	3
4	Transporte	7	2	2	2
5	Fabricación	10	3	1	2
6	Montaje	9	3	1	2
7	Pruebas	13	3	2	2
8	Seguridad	15	3	2	2
9	Mantenimiento	12	2	2	2
Puntaje total $PT = \sum p_i x(\%) i / 100$		100	2.67	1.67	2.11
Puntaje unitario $PU = PT / 3$			0.89	0.56	0.71

Fuente: Propia

Interpretación

El cuadro 3 la escala de valores en base criterios técnicos de evaluación, se muestra y evalúa en las 3 posibles soluciones en una escala del 0 al 3, como se observa la solución 3 es la que obtiene el mayor puntaje.

2. Valoración Económica

Tabla 4: Valoración Económica

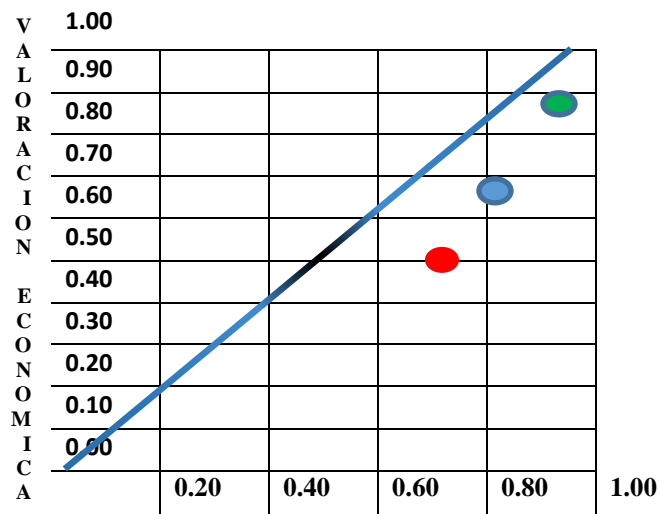
0=costoso, 1=medio, 2=barato					
N°	FACTOR ECONÓMICO	Importancia “i”	S1	S2	S3
		%	P	P	P
1	Costo de material	40	1	1	2
2	Costo de fabricación	35	1	1	2
3	Costo de montaje	25	1	2	1
	Puntaje Total $PT = \sum p_i x(\%)_i / 100$	100	1.04	1.38	1.73
	Puntaje Unitario $PU = PT/2$		0.52	0.69	0.86

Fuente: Propia

Interpretación

La selección de la alternativa optima en la parte económica se realizó evaluando en base a los valores del 0 al 2, donde: 0=Costoso, 1=medio, y 2= barato, como podemos ver la solución 3 es la óptima.

Evaluación de prototipos



VALORACION TECNICA

Figura 13. Evaluación de prototipos

Fuente: Propia

Interpretación

En la prueba de prototipos se evidencia la solución ideal con una línea de color azul; Y los tres puntos son los proyectos preliminares que estamos llamando (solución 1, solución 2, solución 3), se observa que la solución 3 está mucho más cerca de la línea ideal, de este modo se procederá a realizar el cálculo de todos los componentes y elementos del equipo que estarán presentes en este proyecto.

3.4. Mediciones efectuadas en campo

De acuerdo a lo mencionado líneas arriba, se utilizó la metodología de Wenner para definir la resistividad del terreno. Se tomaron las mediciones con separaciones de 2, 4 y 6 m entre varillas de prueba. En la figura 8 se muestra el equipo y la medición efectuada para separación de 2m. Los cálculos se evidencian en la tabla siguiente.



Figura 14. Medición de resistividad efectuada para distancia de 2m

Fuente: Toma de campo.

Tabla 5: Medidas de resistividad efectuadas para distintas separaciones

UBICACIÓN	Longitud L (m)	Lectura (R)
ESTACIÓN ANTARES	2	123,80
	4	197,80
	6	140,90

Fuente: Propia.

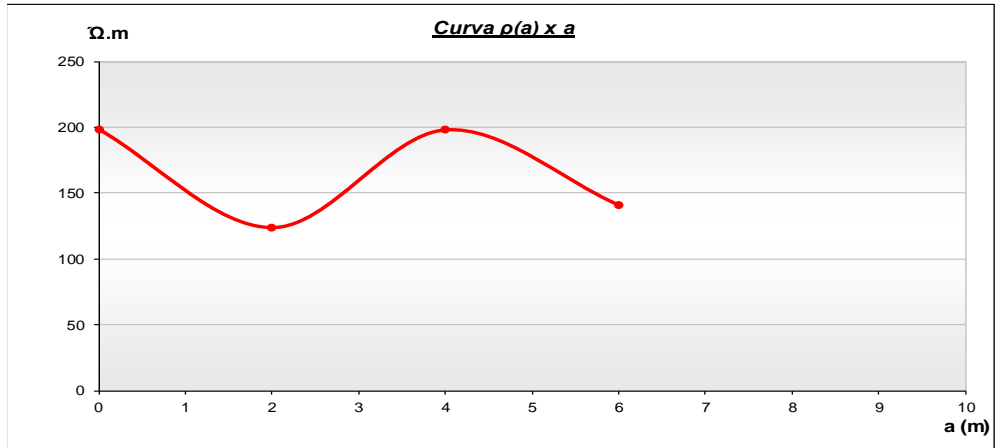
3.5. Resultados de cálculo

Empleando la metodología de cálculo descrita en las secciones precedentes procedemos a determinar la estratificación del terreno; en donde se presenta el número de estratos equivalentes, el valor de la resistividad y la profundidad de cada capa. Para nuestro caso el valor de resistividad a utilizar en nuestro cálculo será de 180,23 ohm-m.

Tabla 6: Metodología aplicada en determinación de resistividad del terreno

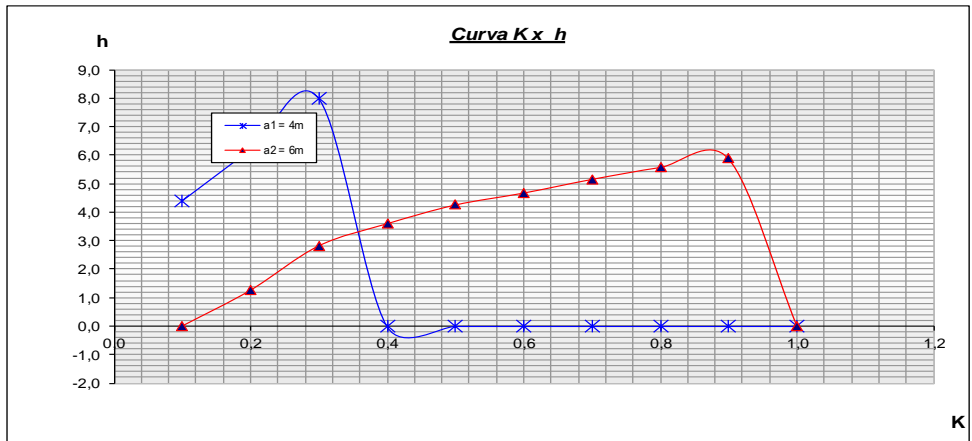
ESTRATIFICACION DEL SUELO

ESTACIÓN ANTARES (k < 0)

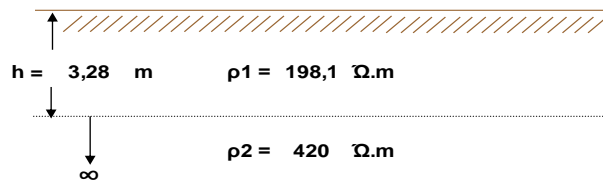


		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a1 =	4	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	p(a1)/p1=	h/a	1,10	1,55	2,00							
		h1 (m)	4,40	6,20	8,00							

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a2 =	6	K	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
	p(a1)/p1=	h/a		0,21	0,47	0,60	0,71	0,78	0,86	0,93	0,98	
		h2 (m)		1,26	2,82	3,60	4,26	4,68	5,16	5,58	5,88	



Resultados



Fuente: Propia

Tabla 7: Valor de resistividad para nuestro diseño y parámetros empleados

N°	Localidad	Resistividad (ohm-m)
1	ESTACIÓN ANTARES (K≤0)	180,23

N°	Localidad	h1 (m)	ρ_1 (ohm-m)	ρ_2 (ohm-m)	ρ_a (ohm-m)
1	ESTACIÓN ANTARES (k <0)	3,3	198,06	419,91	198,06

Fuente: Propia

3.6. Diseño del sistema de puesta a tierra a proponer

3.6.1. Configuración de los sistemas de puesta a tierra propuestos

Para nuestra tesis se plantearon tres metodologías de conexión a tierra, con el objetivo de determinar la variación de mediciones teniendo en cuenta que se plantean diferentes materiales y se describen a continuación:

a. Puesta a tierra tipo 1

Se empleó jabalina de bronce y el tratamiento del suelo se hizo con compuesto químico Thor Gel.

b. Puesta a tierra tipo 2

Se utilizó jabalina del tipo Copperweld tratándose el suelo con cemento conductor.

c. Puesta a tierra tipo 3

Se instaló jabalina de cobre y el tratamiento del terreno se efectuó con compuesto químico bentonita.

3.6.2. Descripción de los compuestos químicos utilizados

Los compuestos químicos que se disponen en sistemas de conexión a tierra son mezclas químicas que complementan al terreno para alterar su estructura, con el objetivo de hacer más conductivo el suelo. En algunas ocasiones son nocivos para estructuras y corroen con facilidad las jabalinas.

El tiempo de vida de la conexión son de seis meses, además el mantenimiento debe ser periódicamente para un buen rendimiento. De estos tipos los más comerciales son las sales minerales y la mayoría de "Gels".

Por estas razones se hará una limitada descripción de los suministros empleados en la cimentación de los conexiones de puesta a tierra utilizados en nuestro proyecto, de esta manera se mencionara que las sales de aspecto árido no es conductiva, para que los electrolitos de las sales canalizan la corriente se deben transformar en soluciones reales o semi soluciones, como: el cloruro de sodio en líquidos forma un compuesto verdadero, lo parecido con el azúcar, el mismo líquido diluido en benceno producirá una semi solución o diseminación coloidal.

a. Las bentonitas: Componen de un conjunto de componentes materiales arcillosos, no poseen una determinada estructura mineralógica, su denominación proviene del principal yacimiento descubierto cerca de Fort Benton, en las capas cretácico de Wyoming ; se diferencian entre ellas debidas a su diversidad, su propiedad característica es de hincharse y convertirse en una masa gelatinosa. En cuanto sus características podemos clasificarlas en:

Bentonita sódica. El ion de sodio es transferible y su propiedad notable es una acentuada abultamiento o hinchamiento que adquirirá en algunos tipos hasta 15 veces su volumen y 5 veces su peso.

Bentonita cálcica. En las que el ion de calcio es cambiante, tiene una mínima amplitud para asimilar el agua y en deducción aumentan su volumen en el mismo orden que las demás arcillas.

Las bentonitas trituradas conservan sus partículas en el agua, pero malgastan con una considerable rapidez al succionar el agua exigido por la sinéresis inducida por el reducido incremento en la temperatura ambiental. Por otra parte al malgastar el líquido desperdician conductividad y reducen la compactación, lo que resulta en la carencia de roce entre jabalinas e incrementándose la resistencia del foso evidentemente una vez que la Bentonita se ha protegido y su cabida de succionar agua es casi nula otra vez.

En nuestro proyecto hemos empleado bentonita sódica.

b. Cemento conductivo: Se usa comúnmente para terrenos de alta resistividad tales como suelos rocosos, arcillosos, etc. Los cuales este componente químico se aplica en forma de una pila de carbón que en el medio lleva un electrodo ya sea de cobre, bronce, copperweld. Este componente reduce y previene la corriente estática y la protección catódica. Es fundamental y muy bueno para las sobre tensiones existentes en los circuitos eléctricos y electrónicos

Sus principales rendimientos son:

- Previene los riesgos de toque y paso.
- Aumenta la defensa de las corrientes parasitas y las sobretensiones que existen en los equipos.
- Conserva al mínimo las variaciones de tensión que puedan surgir en el sistema.
- Aísla y protege al terreno de cualquier descarga eléctrica.
- Se puede conseguir hasta un 50% de reducción del terreno.
- Es fácil de utilizar y conveniente para terrenos de alta resistividad.

c. **Thor Gel:** Es un aditivo químico, su fórmula compuesta es Hexacianoferrato de Cobre ($C_6Cu_2FeN_6$), se mezcla con de agua cada uno de sus componentes (azul y blanco), se adhiere al suelo cuando se disuelve las soluciones acuosas de sus 02 ingredientes. La manera de cómo se utiliza este componente es de la siguiente manera.

Se inicia con la excavación de un pozo de 2.40m de profundidad por 60 cm², desechando todo el material sacado de la excavación y limpiándolo de todo material que puede influir en la resistividad de la puesta a tierra.

Seguidamente se rellena el pozo con tierra vegetal (tierra negra) un aproximadamente de 30cm para que el electrodo no haga contacto directo con el terreno trabajado.

Posteriormente se pasa a llenar hasta la mitad del pozo con la tierra vegetal para que así se prosiga a utilizar el primer componente que es el azul del Thor-gel.

Una vez hecho esta parte se vuelve a llenar el pozo con la tierra vegetal para que así seguidamente se disuelva el segundo componente del Thor-gel para que así este completo la operatividad de las puesta a tierra (**la dosis de Thor-gel se utiliza dependiendo la resistividad del terreno**).

3.6.3. Electrodo de puesta a tierra empleados

Se mencionó líneas arriba, se utilizaron tres tipos de jabalinas de conexión a tierra de: bronce, cobre y Copperweld. Estos últimos son barras de acero con revestimiento de cobre.

La opción para elegir la jabalina para el SPAT es relevante que valora las cualidades y características de los conductores que transportan electricidad y teniendo en cuenta el periodo de duración, el precio, la conductividad, la resistividad, la resistencia a la corrosión, etc.

3.6.4. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra teórica

En la sección 1.3.5. Se vio las ecuaciones empleadas para definir la resistencia teórica para procedimientos de conexión a tierra de 1, 2 y 3 jabalinas en paralelo, en nuestro caso nuestro constarán de 1 varilla de conexión a tierra y se construirán 3 con las modificaciones indicadas en la sección 3.2.1. La expresión mencionada es la siguiente:

$$R_{PAT-1} = \frac{\rho_a}{2\pi l} \ln \left[\frac{4l}{1,36d} \times \frac{(2H + l)}{(4H + l)} \right]$$

Donde:

ρ_a : Resistividad eléctrica aparente del terreno (ohm-m)

l : Largura de la jabalina (2,4 m)

d : Circunferencia de la jabalina (16 mm)

H : Hondura de enterramiento (0,3 m)

Resultando:

$$R_{PAT-1} = 0,392\rho_a$$

Reemplazando el valor de resistividad aparente determinado con la metodología descrita y aplicada en la sección 3.1. En donde se obtuvo que $\rho_a = 198,06\Omega$ se tiene:

$$R_{PAT-1} = 77,64\Omega$$

Por otro lado si quisiéramos disminuir el resultado de la resistencia de conexión a tierra únicamente aumentando el número de varillas emplearíamos las ecuaciones ya conocidas:

$$R_{PAT-2} = 0,206\rho_a = 52,61\%(R_{PAT-1}) = 40,85\Omega \text{ (Para dos varillas)}$$

$$R_{PAT-3} = 0,170\rho_a = 43,37\%(R_{PAT-1}) = 33,67\Omega \text{ (Para tres varillas)}$$

Lo anterior demuestra la necesidad de aplicar algún tipo de tratamiento químico al suelo con el motivo de mermar la resistividad del suelo, y por lo siguiente la resistencia del sistema de conexión a tierra. Como es sabida la resistencia de conexión a tierra máxima teniendo en cuenta las tensiones de toque debe ser 25 ohms.

Nuestro trabajo de investigación propone la utilización de tres tipos de procedimiento químico del suelo para disminuir la resistividad del terreno a mencionar: mediante el uso de bentonita, cemento conductor y Thor Gel.

3.7. Mediciones de resistencia de puesta a tierra de los pozos construidos

Las evaluaciones de conexión a tierra se hicieron teniendo en cuenta la metodología descrita de Wenner y se efectuó para tres distancias de separación de las jabalinas (2, 4 y 6m), obteniéndose los siguientes resultados tabulados:

Tabla 8: Valores de resistencia de conexión a tierra medidos para las tres clases de tratamiento del terreno y para tres separaciones de jabalinas

Separación de jabalinas	Tipo 1: Tratamiento de bentonita y varilla de cobre	Tipo 2: Tratamiento de Cemento conductivo y varilla Copperweld	Tipo 3: Tratamiento con Thor Gel y varilla de bronce
Separación de 2m	12,91 Ω	12,91 Ω	12,91 Ω
Separación de 4m	10,32 Ω	12,89 Ω	14,11 Ω
Separación de 6m	8,92 Ω	10,32 Ω	16,16 Ω

Fuente: Propia

Interpretación

Se nota, en cualquiera de los tres casos de tratamiento químico del suelo se han obtenido resultados satisfactorios teniendo en cuenta el valor límite de 25 ohmios de acuerdo a normal por lo que se recomienda el empleo de las tres alternativas. Por otro lado, en cuanto al aspecto económico la alternativa que propone la utilización de bentonita evidentemente es la más económica, siendo la de cemento conductivo la más cara.

3.7. Mediciones de tensiones de toque y paso

Como se indicó anteriormente, es necesario los cálculos de las tensiones de toque y paso en las inmediaciones de las instalaciones de conexión a tierra a fin de asegurar que los valores posibles en caso de alguna falla de las instalaciones estén por debajo de aquellos considerados como peligrosos.

Método de medición

EL equipo utilizado para calcular las tensiones de toque y paso es el CIRCUTOR modelo MPC – 50. El cual se inyecta una corriente alterna entre la jabalina y una varilla auxiliar denominado dispersor. El resultado de la corriente a introducir para nuestro caso fue determinado siguiendo las disposiciones reglamentarias. El dispersor fue colocado a una longitud la misma que al dividir la corriente que parte de la varilla por efecto sea regular.

De acuerdo a la norma utilizada (IEEE 80-2000 para la determinación de las tensiones de toque y paso) descrita en la sección 1.3.7 se obtuvieron los siguientes valores altos de tensiones de toque y paso, los mismos que han sido obtenidos para diferentes valores de tiempos de duración de las corrientes de falla. Estos valores serán comparados con los valores medidos en campo:

Tabla 9: Cuadro resumen de tensiones de toque y paso según el tiempo de actuación de protecciones

Tiempo (s)	Tensión de paso máxima (V)	Tensión de toque máxima (V)
10	80	48
5	114	67
3	147	87
2	179	106
1	254	150
0.9	268	159
0.8	284	168
0.7	303	180
0.6	328	194
0.5	359	213
0.4	401	238
0.3	463	275
0.25	508	301
0.25	568	336
0.1	803	476

Fuente: IEEE 80-2000

El equipo de medición fue instalado de acuerdo a las figuras siguientes, tanto para mediciones de tensiones de toque y paso.

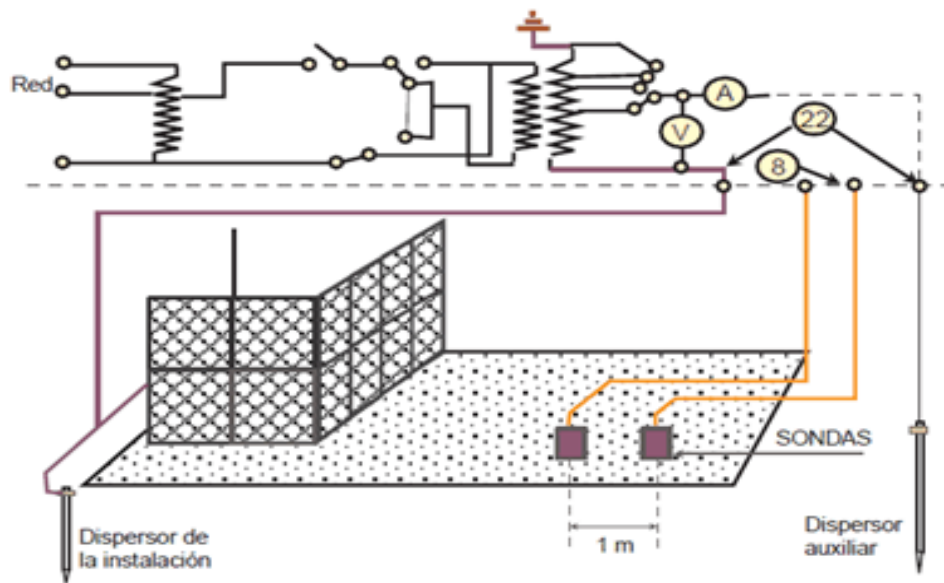


Figura 15: Conexiones del equipo para la medición de tensión de paso

Fuente: IMSE-Ingeniería de máquinas y servicios eléctricos

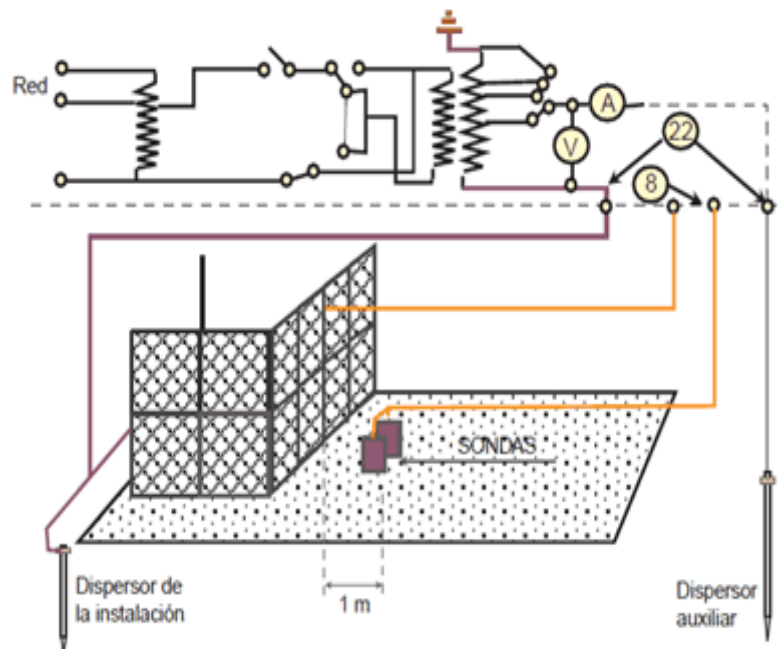


Figura 16. Conexiones del equipo para la medición de tensión de toque

Fuente: IMSE-Ingeniería de máquinas y servicios eléctricos

Mediciones efectuadas antes de instalación de PAT

A continuación se resume el resultado de mediciones de tensiones de contacto y paso, las muestras fueron tomadas en los puntos más críticos y sensibles de la instalación. Cabe destacar que estas mediciones fueron hechas antes del montaje de los modelos de conexión a tierra propuestos. El criterio seguido para puntualizar la condición del sistema de conexión a tierra fue que, teniendo en cuenta que el sistema de defensa en el montaje consta solamente de interruptores termo magnético, el tiempo de actuación de las protecciones a considerar es de 5s.

Tabla 10: Cuadro resumen de mediciones de tensiones de toque y paso antes de implementar sistemas de puesta a tierra

Punto	Ensayo	Ángulo	Valor medido (V)	Condición
Antena	Paso	0°	102	Mejorar PAT
		180°	126	Mejorar PAT
	Toque	0°	85	Mejorar PAT
		180°	69	Mejorar PAT
Estructura metálica caseta	Paso	0°	66	Buenas Condiciones
		180°	58	Buenas Condiciones
	Toque	0°	25	Buenas Condiciones
		180°	14	Buenas Condiciones
Masas Metálicas equipos	Paso	0°	72	Buenas Condiciones
		180°	48	Buenas Condiciones
	Toque	0°	75	Mejorar PAT
		180°	88	Mejorar PAT

Fuente: Propia

3.8. Indagación de los resultados

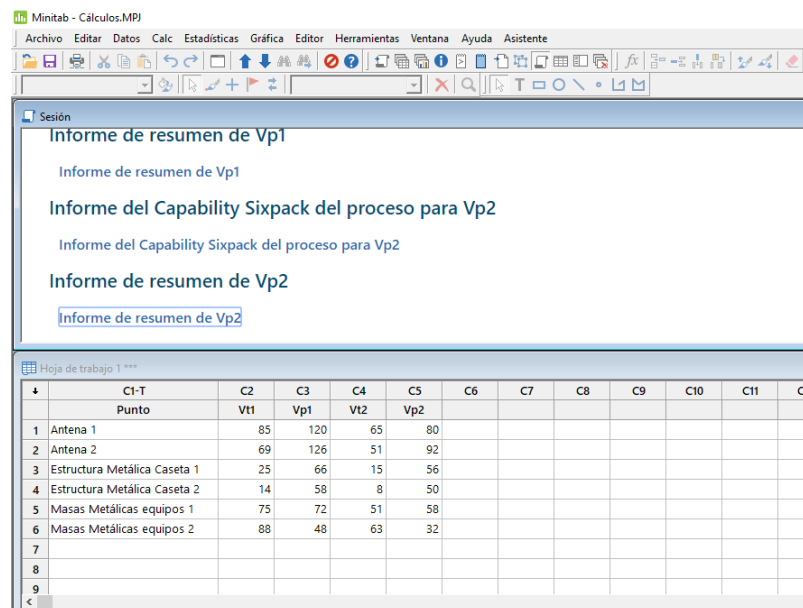
3.8.1. Descripción de los resultados

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se hicieron mediciones de tensiones de toque y paso para dos direcciones por punto con la finalidad de verificar si dichos valores cumplían con lo indicado en las normas. Dichas mediciones se hicieron en dos tiempos: las primeras mediciones fueron efectuadas antes del levantamiento de los sistemas de puesta a tierra y las otras fueron hechas después de instalar los sistemas definidos en acápite anteriores. Dichas mediciones son resumidas en las Tabla N° 8 y 9.

Con ayuda del programa Minitab 18 se realizó el tratamiento de la información anteriormente descrita, el resultado de ello se muestra a continuación.

3.8.2. Análisis estadístico

Mediante el software Minitab 18 se efectuó el análisis estadístico de la información de tensiones de toque y paso.



The screenshot shows the Minitab 18 software interface. At the top, there is a menu bar with options: Archivo, Editar, Datos, Calc, Estadísticas, Gráfica, Editor, Herramientas, Ventana, Ayuda, Asistente. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window is titled 'Sesión' and contains a list of reports: 'Informe de resumen de Vp1', 'Informe de resumen de Vp1', 'Informe del Capability Sixpack del proceso para Vp2', 'Informe del Capability Sixpack del proceso para Vp2', 'Informe de resumen de Vp2', and 'Informe de resumen de Vp2'. Below the reports is a data table with the following content:

	C1-T	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
	Punto	Vt1	Vp1	Vt2	Vp2							
1	Antena 1	85	120	65	80							
2	Antena 2	69	126	51	92							
3	Estructura Metálica Caseta 1	25	66	15	56							
4	Estructura Metálica Caseta 2	14	58	8	50							
5	Masas Metálicas equipos 1	75	72	51	58							
6	Masas Metálicas equipos 2	88	48	63	32							
7												
8												
9												
<												

Figura 17. Vista de entorno de trabajo de Minitab 18

Fuente: Programa Minitab

Interpretación

En la siguiente figura se presenta una muestra de la información estadística tratada y clasificada, en donde se puede observar la nomenclatura utilizada para diferenciar los dos estados: subíndice 1 para referirse a la situación antes de la instalación de los sistemas de puesta a tierra y el subíndice 2 para los valores tomados después de la instalación de las puestas a tierra. Por otra parte se nota también los subíndices “t” y “p” para referirse a las tensiones de toque y paso

Al inicio de la información anteriormente mencionada se determinaron los informes de resumen de cálculo y los informes del Capability Sixpack del proceso los cuatro grupos de datos.

A continuación se efectúa el análisis estadístico de nuestro estudio en donde se ha tomado dos tiempos: antes y después de la conexión de los sistemas de puesta a tierra:

a. Tensiones de toque

Resultados antes de instalación del SPT

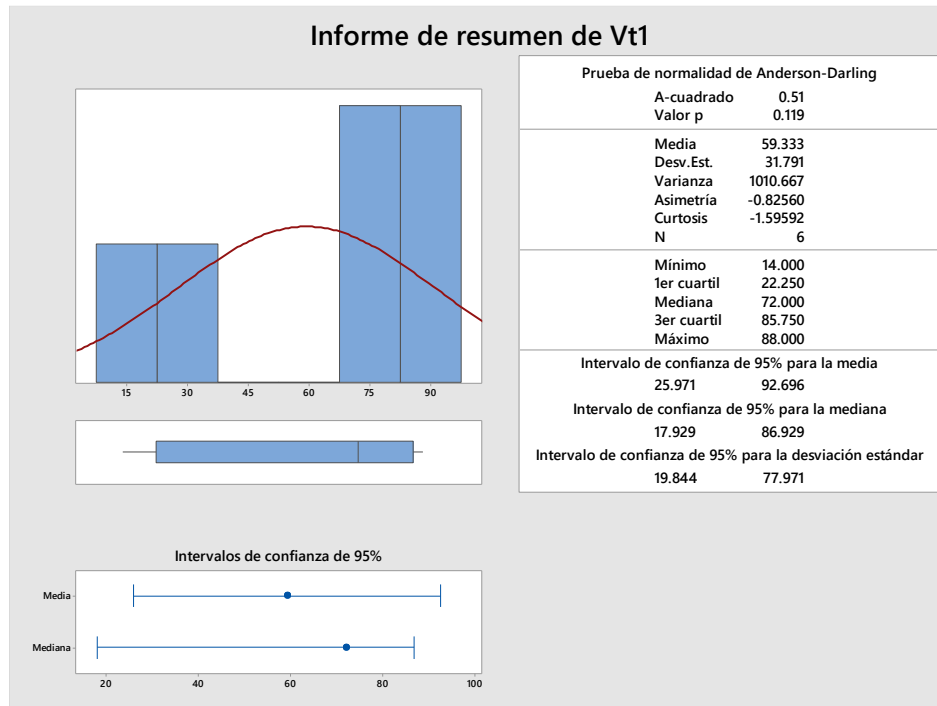


Figura 18. Resumen para Vt1

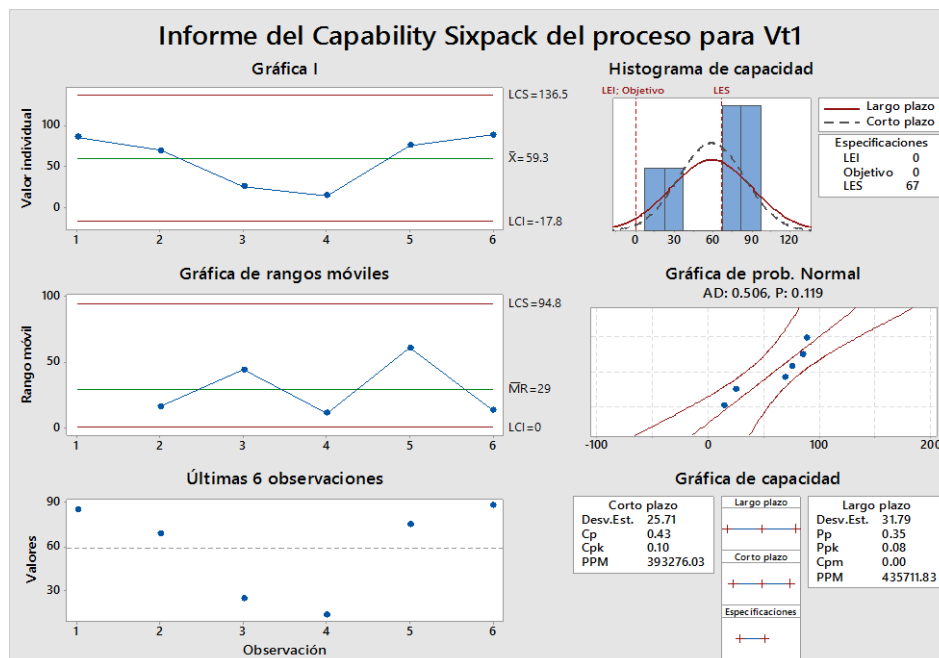


Figura 19. Informe del Capability Sixpack del proceso Vt1

Mediciones después de instalación del SPT

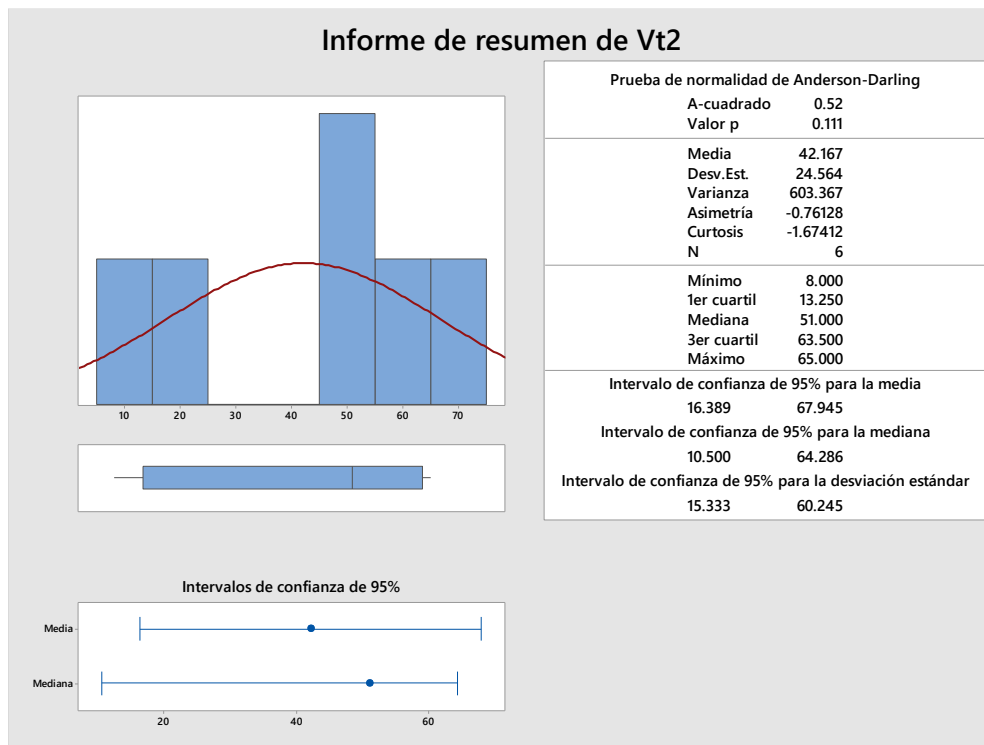


Figura 20. Resumen para Vt2

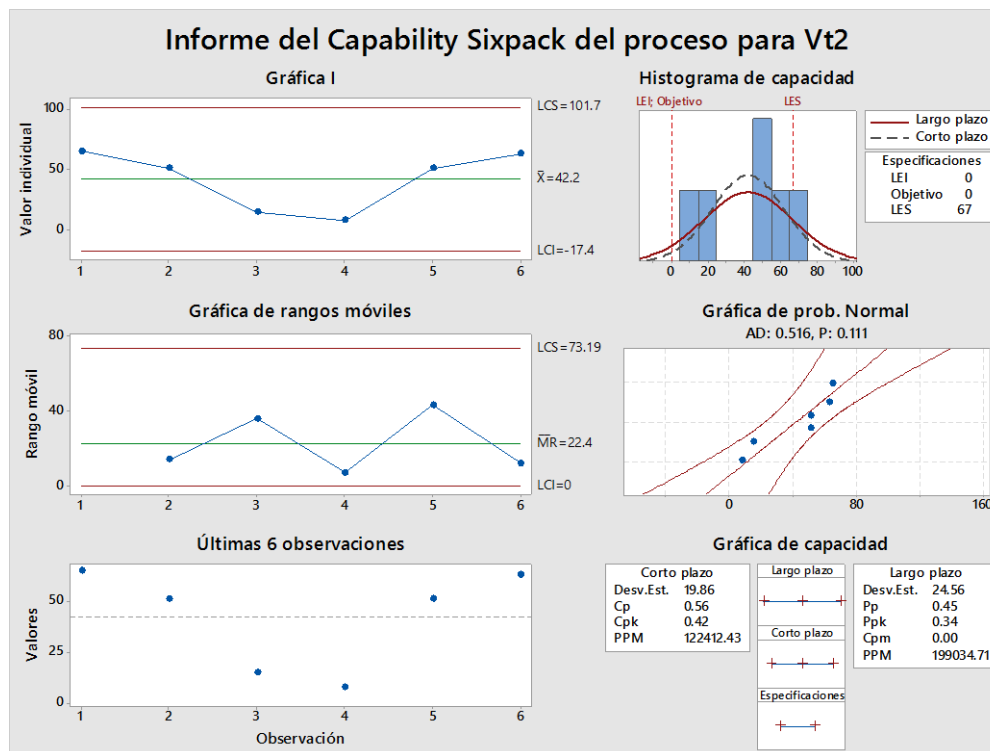


Figura 21. Informe del Capability Sixpack del proceso Vt2

b. Tensiones de paso

Mediciones antes de instalación del SPT

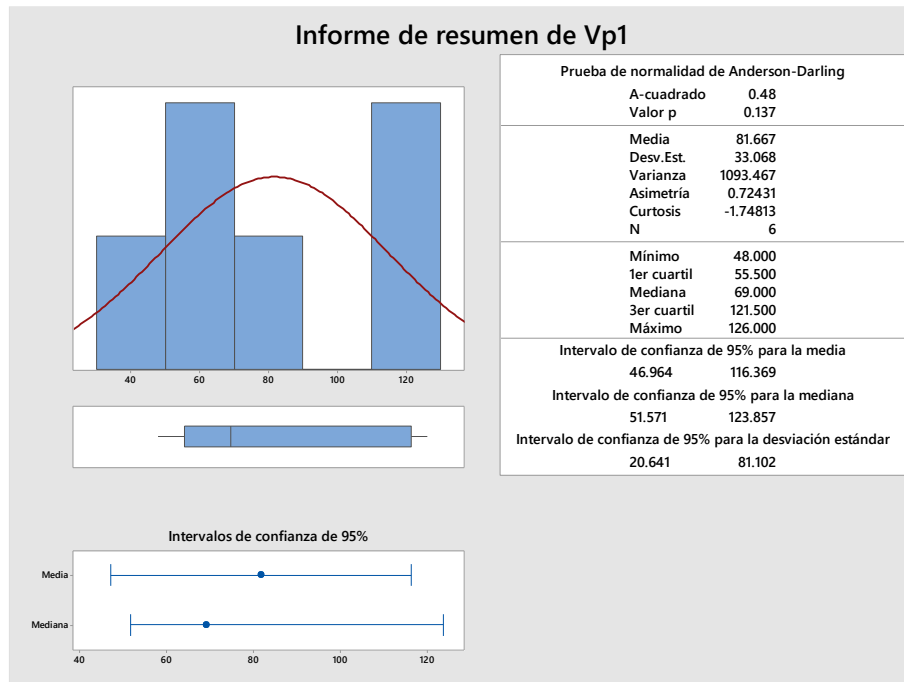


Figura 22. Resumen para Vp1

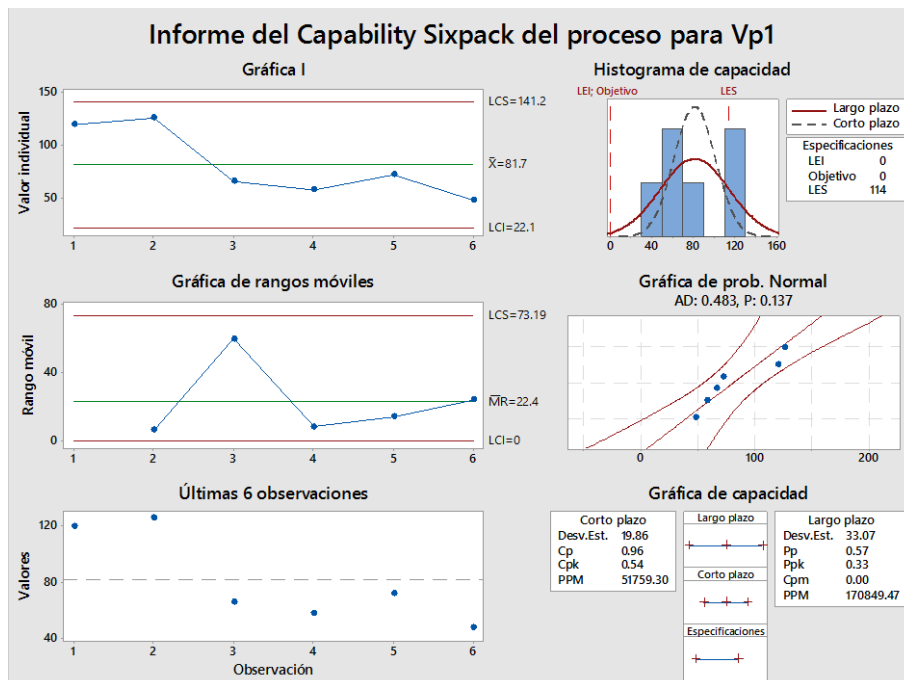


Figura 23. Informe del Capability Sixpack del proceso Vp1

Mediciones después de instalación del SPT

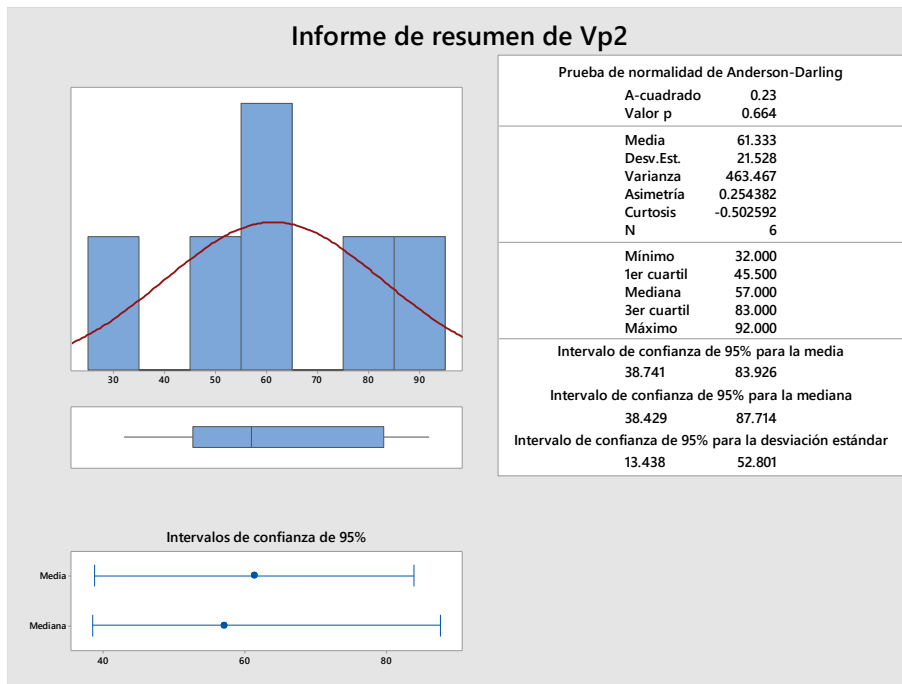


Figura 24. Resumen para Vp2

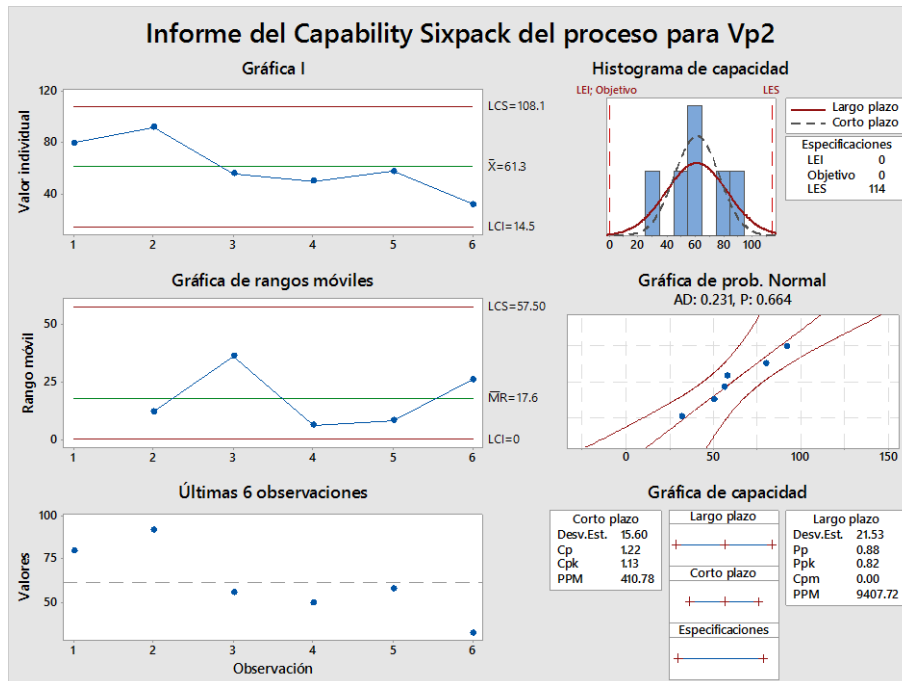


Figura 25. Informe del Capability Sixpack del proceso Vp2

3.8.3. Interpretación estadística

Podemos observar de los gráficos estadísticos mostrados que la instalación de los sistemas de puesta a tierra trajo mejoras para los valores de tensiones de toque y paso. A continuación se hará la interpretación estadística respectiva.

a. Tensiones de toque

Mediciones antes de instalación del SPT

La información sigue una distribución normal dado que el valor de P es mayor que $0,05 = 5\%$.

El intervalo de confianza se encuentra fuera de los valores normalizados, puesto que se tiene 4 valores por encima del valor máximo de acuerdo a normas (67 V).

Mediciones después de instalación del SPT

La información sigue una distribución normal dado que el valor de P es mayor que $0,05 = 5\%$. El intervalo de confianza se encuentra dentro de los valores normalizados, puesto que todos los valores se encuentran dentro de lo especificado (máximo 67 V).

b. Tensiones de paso

Mediciones antes de instalación del SPT

La información sigue una distribución normal dado que el valor de P es mayor que $0,05 = 5\%$. El intervalo de confianza se encuentra fuera de los valores normalizados, puesto que se tiene 2 valores por encima del valor máximo de acuerdo a normas (114 V).

Mediciones después de instalación del SPT

La información sigue una repartición normal dado que el valor de P es mayor que $0,05 = 5\%$. El intervalo de confianza se encuentra dentro de los valores normalizados, puesto que todos los valores se encuentran dentro de lo especificado (máximo 114 V).

Mediciones efectuadas después de instalación de PAT

Una vez instalados los sistemas de conexión a tierra se procedió a realizar mediciones de las tensiones de contacto y paso con la finalidad de verificar el efecto en dichos valores obteniendo el siguiente resumen de mediciones, donde se aprecia la reducción de dichos valores y la consecuente mejora de la seguridad del montaje.

Tabla 11: Cuadro resumen de mediciones de tensiones de toque y paso después de implementar sistemas de puesta a tierra

Punto	Ensayo	Ángulo	Valor medido (V)	Condición	
Antena	Paso	0°	80	Buenas Condiciones	
		180°	92	Buenas Condiciones	
	Toque	0°	65	Buenas Condiciones	
		180°	51	Buenas Condiciones	
	Estructura metálica caseta	Paso	0°	56	Buenas Condiciones
			180°	50	Buenas Condiciones
Masas Metálicas equipos	Toque	0°	15	Buenas Condiciones	
		180°	8	Buenas Condiciones	
	Paso	0°	58	Buenas Condiciones	
Masas Metálicas equipos	Paso	180°	32	Buenas Condiciones	
		Toque	0°	51	Buenas Condiciones
Masas Metálicas equipos	Toque	180°	63	Buenas Condiciones	

Fuente: Propia

IV. DISCUSIÓN

En el trabajo de investigación se propone tres alternativas de planteo de sistemas de puesta a tierra siendo: por medio del empleo de bentonita, cemento conductor y Thor Gel. En primer lugar se efectuó la medición de la resistividad del terreno utilizando la metodología de Wenner y empleando Telurómetro digital de marca SONEL modelo MRU-200 (Serie N° 701245). Posteriormente se realizó el proceso de la información con el objetivo de determinar la resistividad aparente del terreno, valor que nos sirvió para determinar el valor teórico de resistencia de puesta a tierra, para dicho cálculo se utilizó el método de suelo biestratificado que simula que el terreno está constituido de dos capas. El valor de resistividad aparente calculado resultando un valor relativamente alto (198,06 Ω -m).

Una vez obtenido el valor de resistividad, se procedió a calcular el correspondiente valor teórico de resistencia de puesta a tierra arrojando un valor alto de 77,64 Ω . Valor que fue necesario corregir mediante el uso de tratamiento químico del terreno observando que los tres tipos de tratamiento químico nos daban valores acorde a normas.

Una vez instalados los sistemas de conexión a tierra se procedió a realizar mediciones de las tensiones de contacto y paso con la finalidad de verificar el efecto en dichos valores obteniendo la reducción de dichos valores y la consecuente mejora de la seguridad del montaje.

Se puede observar de nuestro trabajo que con la instalación de los sistemas de puesta a tierra se obtuvo una sustancial reducción de las tensiones de toque y paso por lo que se cumplió con los objetivos de nuestro trabajo de investigación.

Haciendo una breve descripción de los trabajos previos podemos describir, en primer lugar que para PIZARRO, Luis el valor de resistividad obtenido mediante el mismo método utilizado por nosotros también arroja resultados satisfactorios por lo que coincide con nuestro estudio.

Por otra parte, PACHECO, Ángel también utiliza para determinación de la resistividad aparente del suelo, el molde biestratificado del suelo obteniendo valores que fueron comprobados con mediciones de los valores de puesta a tierra con lo cual refuerza nuestra investigación.

En otro trabajo previo citado de ARIAS, Marco quien efectúa una metodología de medición de tensiones de toque y paso, la cual hemos aplicado en nuestro estudio obteniéndose resultados satisfactorios con lo que concluimos que el uso de sistemas de puesta a tierra empleados en nuestro estudio es suficiente para reducir las tensiones de toque y paso, ofreciendo instalaciones seguras para el personal de la empresa.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo al examen que se ha seguido en el actual trabajo de investigación se tiene el desenlace:

- 5.1.** Se determinó la influencia del sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares verificándose la reducción de los valores a niveles aceptables de acuerdo a norma.
- 5.2.** Se determinó la resistividad del terreno utilizando modelo biestratificado con propósitos de reducir las tensiones de toque y de paso en la estación de telecomunicaciones Antares.
- 5.3.** Se demostró la configuración del sistema de puesta a tierra donde se pudo verificar que los tres tipos de sistemas de puesta a tierra empleados nos dan valores de resistencia de puesta a tierra aceptables con la consecuente reducción de las tensiones de toque y paso de las instalaciones de la estación de telecomunicaciones Antares.
- 5.4.** Se determinó las resistencias de puesta a tierra para reducir las tensiones de toque y paso en las instalaciones de la estación de telecomunicaciones las cuales arrojaron valores por debajo de la norma (67V para las tensiones de toque y 114 para las tensiones de paso).
- 5.5.** Se puede reducir las tensiones de toque y paso mediante la correcta aplicación de los sistemas de puesta a tierra.
- 5.6.** El terreno donde se encuentran las instalaciones de Antares presenta elevada resistividad por lo que para la implementación de los sistemas de puesta a tierra es necesario el tratamiento químico del mismo.
- 5.7.** El método biestratificado para la determinación de la resistividad aparente del terreno da resultados bastante satisfactorios.
- 5.8.** La resistencia de puesta a tierra máxima con la finalidad de reducir las tensiones de toque y paso a valores aceptables debe ser de 25 ohmios.

5.9. La seguridad de las personas y las instalaciones es un aspecto muy importante para la operación de sistemas eléctricos y donde existen equipos electrónicos, la implementación de sistemas de puesta a tierra bien dimensionados mejora la confiabilidad y seguridad para las personas.

5.10. Los resultados de las mediciones, nos muestran que dicha instalación cumple con los límites establecidos por la IEEE 80-2000 y el Código Nacional Utilización, esto quiere decir, que ante una condición de falla, las tensiones inducidas no serían peligrosas para una persona que se encuentre dentro de las instalaciones.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio que se ha seguido en el presente trabajo de investigación se ha llegado a las siguientes recomendaciones:

- 6.1.** Se recomienda el mantenimiento periódico anual de los sistemas de puesta a tierra, con la finalidad de mantener las características de resistencia y las propiedades del tratamiento del terreno.
- 6.2.** Se sugiere poner en funcionamiento sistemas de puesta a tierra independientes para los sistemas de comunicación para proteger los equipos electrónicos.
- 6.3.** De las tres alternativas, se recomienda por razones de menor costo, el sistema de puesta a tierra utilizando bentonita. Siendo el cemento conductor el de mayor costo.
- 6.4.** Se recomienda investigar sobre el uso de otras tecnologías de construcción de sistemas de puesta a tierra y su influencia en la reducción de las tensiones de toque y paso, como por ejemplo, el uso de mallas de puesta a tierra y otros sistemas de puesta a tierra empleando otros aditivos como los óxidos metálicos entre otros.

REFERENCIAS

- ARIAS, Marco. Tensiones de toque y paso en un sistema de puesta a tierra. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2008.
- CRISOSTOMO, Carlos. Sistema de puesta a tierra menor a 02 ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Huancavelica, Pampas, 2014.
- ARIAS, Marco. Tensiones de toque y paso en un sistema de puesta a tierra. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, 2008.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad - 2006.
- NTP 400, "Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo humano" Luis Pérez Gabarda, http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_GALLE
- GO, Y.; VALCARCEL, A.; LIMONTE, A., "Análisis de Sistemas de Puesta a Tierra en la región Central". Memorias de la XIV Convención de Ingeniería Eléctrica, CIE, Villa Clara, Cuba, 2011.
- GRCEV, L., "Impulse Efficiency of Ground Electrodes". IEEE Transactions on Power Delivery, 2009, vol. 24, n. 1, p. 441-451, ISSN 0885-8977.
- GUZMAN, Felipe. Desarrollo de una herramienta para el diseño óptimo de malla de puesta a tierra mediante algoritmos metaheurísticos. (Tesis de grado). Universidad Técnica Federico Santa María, Chile, 2018.
- IEEE std 80-2000, "Guide for Safety in AC Substation Grounding" IEEE Power Engineering Society, January 2000.
- IEEE-Std 81-1983, "IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance and Earth Surface Potentials of a Ground System"
- IEEE Standards Board, September 17, 1981
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 13 Ministerio de Industria y Energía - España 1984

QUISHPE, Santiago. Diseño de una malla de puesta a tierra para una subestación de distribución en condiciones de suelo extremas. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2016.

MODELACION de sistemas de puesta a tierra para evaluación de sobretensiones transitorias por GALLEGO, yandi [et al]. Ingeniería energética: Vol XXXV, 183-192, Setiembre 2014.
ISSN: 1815-5901.

PAPALEXOPOULOS, A.D.; MELIOPOULOS, A.P., "Frequency Dependent Characteristics of Grounding Systems". IEEE Transactions on Power Delivery, 1987, n.4, p.1073-1081,
ISSN 0885-8977.

ANEXOS

Estación Antares



Figura 26. Estación de Telecomunicaciones Antares

Fuente: Toma de campo



Figura 27. Sacando distancias para las excavaciones

Fuente: Toma de campo



Figura 28. Excavaciones para SPT

Fuente: Toma de campo

1.- Puesta a tierra con Bentonita



Figura 29. Presentación de la jabalina de cobre para el trabajo de puesta a tierra con bentonita

Fuente: Toma de campo



Figura 30. El aditivo a utilizar en la puesta a tierra

Fuente: Toma de campo



Figura 31. Haciendo el primer procedimiento de la puesta a tierra con bentonita

Fuente: Toma de campo



Figura 32. Puesta a tierra terminada con bentonita sódica

Fuente: Toma de campo

2.- Puesta a tierra con cemento Conductivo



Figura 33. Varilla de coperweld para la instalación de la puesta a tierra

Fuente: Toma de campo



Figura 34. Preparación del cemento conductivo

Fuente: Toma de campo



Figura 35. Instalación de la puesta a tierra con cemento conductivo

Fuente: Toma de campo



Figura 36. Puesta a tierra terminada con cemento conductivo

Fuente: Toma de campo

3.- Puesta a tierra con thor-gel



Figura 37. El insumo a utilizar para este sistema

Fuente: Toma de campo



Figura 38 Varilla de bronce para este sistema de puesta a tierra

Fuente: Toma de campo



Figura 39. Atestar con tierra vegetal unos 70cm de altura con bastante agua

Fuente: Toma de campo



Figura 40. Diluyendo el primer aditivo del Thor-gel

Fuente: Toma de campo



Figura 41. Mezclar el primer aditivo del Thor-gel

Fuente: Toma de campo



Figura 42. Diluyendo el segundo aditivo del Thor-gel

Fuente: Toma de campo



Figura 43. Mezclar el segundo aditivo del Thor-gel

Fuente: Toma de campo



Figura 44. Puesta a tierra terminada con Thor-gel

Fuente: Toma de campo

Matriz de consistencia

Título: “SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LAS TENSIONES DE TOQUE Y PASO EN LA ESTACIÓN DE TELECOMUNICACIONES ANTARES - TARAPOTO 2019”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles serían los resultados de un sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuales serían los resultados de la resistividad del terreno en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019?</p> <p>✓ ¿Cuales serían los resultados de la configuración del sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019?</p> <p>✓ ¿Cuales serían los resultados de la resistencia de un sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar la resistividad del terreno en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Demostrar la configuración del sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Determinar la resistencia de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Mediante el sistema de puesta a tierra se reducirán las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Mediante la obtención de la resistividad del terreno se reducirán las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Comprobar la configuración del sistema de puesta a tierra y la reducción de las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p> <p>Determinando la resistencia de puesta a tierra se reducirán las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019.</p>	<p>Técnica: Observación estructurada</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El registro de datos será factorial 2x2x3

Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones										
<p>El esquema del presente proyecto de investigación es la siguiente:</p> <p>GE: ○ ➡ X ➡ ○ 1 2</p> <p>GE: Grupo experimental</p> <p>O1: Observación de la VD antes del tratamiento</p> <p>X: Tratamiento aplicado al GE (VI)</p> <p>O2: Observación de la VD después del tratamiento</p>	<p>Población Caso Único.</p> <p>Muestra: Se hará la muestra en ubicación de Antena Telecomunicaciones de Antares.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1261 328 1424 352">Variables</th> <th data-bbox="1435 328 1774 352">Dimensiones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1261 352 1424 619" rowspan="3">Sistema de puesta tierra.</td> <td data-bbox="1435 352 1774 424">Resistividad del Terreno.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1435 424 1774 523">Configuración de Puesta a tierra.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1435 523 1774 619">Resistencia de Puesta a Tierra</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1261 619 1424 823" rowspan="2">Reducción de las Tensiones de toque y de paso.</td> <td data-bbox="1435 619 1774 718">Diferencia de Potencial entre estructura metálica y tierra.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1435 718 1774 823">Diferencia de Potencial sobre superficie de la tierra.</td> </tr> </tbody> </table>	Variables	Dimensiones	Sistema de puesta tierra.	Resistividad del Terreno.	Configuración de Puesta a tierra.	Resistencia de Puesta a Tierra	Reducción de las Tensiones de toque y de paso.	Diferencia de Potencial entre estructura metálica y tierra.	Diferencia de Potencial sobre superficie de la tierra.	
Variables	Dimensiones											
Sistema de puesta tierra.	Resistividad del Terreno.											
	Configuración de Puesta a tierra.											
	Resistencia de Puesta a Tierra											
Reducción de las Tensiones de toque y de paso.	Diferencia de Potencial entre estructura metálica y tierra.											
	Diferencia de Potencial sobre superficie de la tierra.											

Instrumentos de recolección de datos

Registro de datos 2x2x3

SISTEMAS DE PUESTA TIERRA				TENSIONES DE TOQUE Y PASO					
RESISTIVIDAD DEL TERRENO	CONFIGURACIÓN DE UNA PUESTA TIERRA	RESISTENCIA DE UNA PUESTA TIERRA	TRATAMIENTO	TENSIONES DE TOQUE			TENSIONES DE PASO		
				1° día (antes)	2° día (durante)	3° día (después)	1° día (antes)	2° día (durante)	3° día (después)
Método Wenner (X1)	Relleno 1 (X2) (sección de conductores)	Electrodo de Cobre (X3)	X1, X2, X3	120 V	43 V	0 V	85 V	20 V	0 V
		Electrodo de Copperweld (X3)	X, X2, X3	120 V	71 V	4 V	85 V	25 V	0 V
		Electrodo de Bronce (X3´)	X1, X2, X3´	120 V	97 V	7 V	85 V	27 V	0 V
	Relleno 2 (X2´) (cantidad de varilla de P.T)	Electrodo de Cobre (X3)	X1, X2´, X3	126 V	39 V	0 V	75 V	14 V	0 V
		Electrodo de Copperweld (X3)	X1, X2´, X3	126 V	61 V	5 V	75 V	24 V	0 V
		Electrodo de Bronce (X3´)	X1, X2´, X3	126 V	87 V	9 V	75 V	30 V	0 V
Método Schlumberger (X1´)	Relleno 1 (X2) (sección de conductores)	Electrodo de Cobre (X3)	X1´, X2, X3	156 V	73 V	13 V	98 V	18 V	0 V
		Electrodo de Copperweld (X3)	X1´, X2, X3	156 V	79 V	17 V	98 V	27 V	0 V
		Electrodo de Bronce (X3´)	X1, X2, X3´	156 V	87 V	21 V	98 V	20 V	0 V
	Relleno 2 (X2´) (cantidad de varilla de P.T)	Electrodo de Cobre (X3)	X1´, X2´, X3	-	-	-	-	-	-
		Electrodo de Copperweld (X3)	X1´, X2´, X3	-	-	-	-	-	-
		Electrodo de Bronce (X3)	X1´, X2´, X3	-	-	-	-	-	-

Validación de instrumentos



INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Lozada Fustamante Carlos Edwin.
 Institución donde labora : Independiente
 Especialidad : Ingeniero Mecánico Electricista
 Instrumento de evaluación : Registro 2x2x3
 Autor (s) del instrumento (s) : Eder Manuel Arévalo Paredes
 : Giovanni Viena Ramírez

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					5
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: sistema de puesta a tierra en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					5
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: sistema de puesta a tierra					5
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: sistemas de puesta a tierra y las tensiones de toque y paso de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				4	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				4	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					5
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				4	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: sistema e puesta tierra					5
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					5
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					5
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.7

Tarapoto, 19 de julio 2019

Carlos Edwin Lozada Fustamante
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. C.O.P.E. 18234

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Rubio Luna Victoria Edward Freddy
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Doctor en Gestión Universitario
 Instrumento de evaluación : Registro 2x2x3
 Autor (s) del instrumento (s) : Eder Manuel Arévalo Paredes
 : Giovanni Viena Ramírez

ASPECTOS DE VALIDACIÓN
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales				4	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: sistema de puesta a tierra en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				4	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: sistema de puesta a tierra					5
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: sistemas de puesta a tierra y las tensiones de toque y paso de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				4	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				4	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				4	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					5
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: sistema e puesta tierra					5
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				4	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					5
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

OPINIÓN DE APLICABILIDAD
EL INSTRUMENTO ES VÁLIDO, PUEDE SER APLICADO.
PROMEDIO DE VALORACIÓN:
44

Tarapoto, 19 de julio 2019



Edward F. Rubio Luna Victoria
 ING. DE SISTEMAS
 R. C.I.P. 116883

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Mg. Isuiza Pérez Alfonso.
 Institución donde labora : Director I.E Cleofe Arévalo Del Águila
 Especialidad : Lic. En Educación
 Instrumento de evaluación : Registro 2x2x3
 Autor (s) del instrumento (s) : Eder Manuel Arévalo Paredes
 : Giovanni Viena Ramírez

ASPECTOS DE VALIDACIÓN
MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: sistema de puesta a tierra en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: sistema de puesta a tierra				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: sistemas de puesta a tierra y las tensiones de toque y paso de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: sistema e puesta tierra				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						46

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento tiene coherencia con las variables de estudio por lo tanto es válido para su aplicación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 46

Tarapoto, 19 de julio 2019



GOBIERNO REGIONAL DE SAN MARTÍN
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SAN MARTÍN
 UNIDAD DE GESTIÓN EDUCATIVA - SAN MARTÍN
 I.E. CLEOFE ARÉVALO DEL ÁGUILA
 Lic/Mg. Alfonso Isuiza Pérez
 DIRECTOR

Autorización donde se ejecutó la investigación



CONSTANCIA

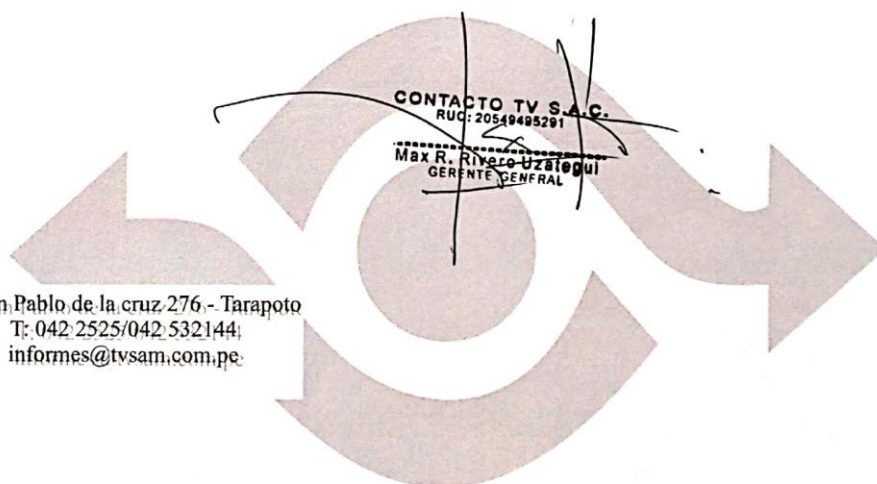
El que suscribe: Gerente General de la Empresa CONTACTO TV SAC, con RUC 20549495291 y con domicilio fiscal en el Jr. San Pablo de la Cruz 276 - Tarapoto

HACE CONSTAR:

Que los estudiantes: **Giovanni Viena Ramírez y Elder Manuel Arévalo Paredes**, identificado con DNI N° 03684816, DNI N° 43864139, realizaron la ejecución de su investigación del proyecto para su tesis titulada “**Sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019**”, en el Área Técnica de la empresa del 01 de abril al 26 de julio del 2019.

Se expide la presente CONSTANCIA, a solicitud de los interesados para los fines que estime conveniente.

Tarapoto, 20 de Julio del 2019



Jr. San Pablo de la cruz 276 - Tarapoto
T: 042 2525/042 532144;
informes@tvsam.com.pe

Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **RUÍZ VÁSQUEZ SANTIAGO ANDRÉS** docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada

“Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019”, del (de la) estudiante **Eder Manuel Arévalo Paredes**, Constató que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Tarapoto 20 de julio 2019


.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing./Mecánica
CIP 125897

.....
Firma
Ing. Santiago Andrés Ruíz Vásquez
DNI: 18882577

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-06-2019
		Página : 1 de 1

Yo, **RUÍZ VÁSQUEZ SANTIAGO ANDRÉS** docente de la Facultad de **Ingeniería** y Escuela Profesional de **Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada

“Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019”, del (de la) estudiante **Giovanni Viena Ramírez**, Constató que la investigación tiene un índice de similitud de **20%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó 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.

Tarapoto 20 de Julio 2019



 Ruíz Vásquez Santiago Andrés
 Ing./Mecánica
 P 125897

.....
Firma
Ing. Santiago Andrés Ruíz Vásquez
DNI: 18882577

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Pantallazo de Turnitin

Eder Manuel AREVALO PAREDES | Sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación... ?



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“Sistema de puesta a tierra en las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares - Tarapoto 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTORES:
AREVALO PAREDES, Eder Manuel
VIENA RAMIREZ, Giovanni

ASESOR:
Ing. Santiago Andrés, Ruiz Vásquez

Resumen de coincidencias ✕

20 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %	>
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
3	Entregado a Escuela S... Trabajo del estudiante	2 %	>
4	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
5	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1 %	>
6	docslide.us Fuente de Internet	1 %	>
7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
8	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>

Autorización de publicación de tesis

 UCV <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo **Eder Manuel Arévalo Paredes**, identificado con DNI N° 43864139 y **Giovanni Viena Ramírez**, identificado con DNI N° 03684816, egresado de la Escuela Profesional de Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo () , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado " **Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019** " ; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....



Eder Manuel Arévalo Paredes

DNI: 43864139



Giovanni Viena Ramírez

DNI: 03684816

Tarapoto, 20 de julio del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Autorización de la versión final del trabajo de investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Ing. Edward Freddy Rubio Luna Victoria

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Eder Manuel Arévalo Paredes

Giovanni Viena Ramírez

INFORME TÍTULADO:

“Sistema de puesta tierra y las tensiones de toque y paso en la estación de telecomunicaciones Antares – Tarapoto 2019”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

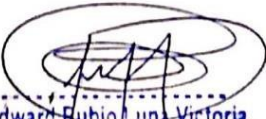
Ingeniero Mecánico Electricista

SUSTENTADO EN FECHA: Tarapoto, 20 de julio de 2019

NOTA O MENCIÓN:

Eder Manuel Arévalo Paredes 16

Giovanni Viena Ramírez 16


Edward Freddy Rubio Luna Victoria
DIRECTOR DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TARAPOTO