

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**SISTEMA MALLA PUESTA A TIERRA Y RESISTIVIDAD ELECTRICA
DE LA PLANTA DE INCUBACION, REDONDOS S.A. SUPE –
BARRANCA, 2019**

TESIS

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

CARLOS FRANCISCO GOÑY AMERI

ASESOR:

ING. ELÍAS FILIBERTO REQUENA SOTO

HUACHO - PERÚ

2019

ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO

PRESIDENTE

Ing. Julio Cesar Barrenechea Alvarado

SECRETARIO

Ing. José Antonio Garrido Oyola

VOCAL

Ing. Kevin Arturo Ascoy Flores

ASESOR

Ing. Elías Filiberto Requena Soto

DEDICATORIA

Esta tesis de Ingeniería Civil se lo dedicado a la persona que ha estado siempre a mi lado durante muchos años quien es **KARINA GUEVARA WINTONG**, gracias a su compañía y paciencia, que me motivaba inspiración y siempre estará presente en todos mis futuros logros.

Carlos Francisco Goñy Ameri

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido alcanzar este objetivo, agradecer por la motivación, paciencia, que me dio la iniciativa con sus palabras para esforzarme cada día más en estos últimos meses quien es: **PATRICIA MIRELA YPINCE LEYVA**, la agradezco infinitamente y lo llevaré siempre en mi corazón.

Carlos Francisco Goñy Ameri

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relación entre el sistema malla puesta a tierra y la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019. **Método:** El diseño de la investigación es relacional de tipo cualitativo, la población fue de 12 colaboradores involucradas nuestra muestra fue censal 12 colaboradores. **Resultados:** se realizó el sistema malla puesta a tierra con 5 pozos para aterrizar equipos eléctricos de la planta de incubación de Redondos S.A. ubicada en Supe Pueblo,

Se realizó la contratación de hipótesis con el software SSPS v23.0, donde se procesó los datos del cuestionario mediante la escala de Likert con la prueba de hipótesis de chi cuadrada, puesto que el grado de libertad fue de 2 (problema principal X -Y) $gl = (r-1)(k-1)$ y el nivel de significancia de 5% el valor en tabla resultó 5,991 el cual fue mayor al chi cuadrados calculado en las variables y dimensiones, por lo tanto, se afirma que existe un grado de relación entre sí.

Conclusión: Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 6,000^a$ es mayor a $\chi^2_{crítica} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos H_1 a un nivel de significancia del 5%, es decir; El sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

Palabras claves: Sistema malla puesta a tierra, resistencia del conector, resistencia de contacto, resistencia del terreno

ABSTRACT

Objective: Determine the relationship between the grid system grounding and the electrical resistivity of the hatchery, Redondos S.A. Supe - Barranca, 2019. Method: The design of the research is qualitative relational, the population was 12 employees involved, our sample was census 12 collaborators. Results: the grid system was made with 5 wells to ground electrical equipment of the incubation plant of Redondos S.A. located in Supe Pueblo, hiring hypothesis was performed using SSPS software v23.0 where the questionnaire data was processed by the Likert scale with the hypothesis test chi square, since the degree of freedom was 2 (main problem X And) $gl = (r-1) (k-1)$ and the level of significance of 5% the value in table was 5.991 which was greater than the chi squared calculated in the variables and dimensions, therefore, it is affirmed that there is a degree of relationship with each other. Conclusion: When applying the hypothesis test chi square the qualitative results obtained that is greater than $6,000a = x^2 = 5.991$ critical and falls in the rejection region, then reject H_0 and H_1 to accept a level of significance of 5% , that is to say; The grounded mesh system is related to the electrical resistivity of the hatchery, Redondos S.A. Supe - Barranca, 2019.

Keywords: Grounded mesh system, connector resistance, contact resistance, ground resistance

INTRODUCCION

El sistema malla puesta a tierra el cual es instalado en las empresas dedicada a toda extensión eléctrica y más aún que trabaje con equipos electromecánicos puesto que ellos funcionan con energía de voltajes elevados de media tensión el cual genera mayores peligros de electrocución a las personas que se encuentran manipulando alguna máquina.

Los sistemas de puesta tierra posee gran envergadura porque con ello se protege os equipos que se encuentran liberando energía perdida ligeramente y así no dañar el mismo, es de gran relevancia en subestaciones eléctricas, en instalaciones industriales y en algunos casos en edificaciones.

El sistema de puesta a tierra en una planta / instalación es muy importante por varias razones, todas ellas relacionadas con ya sea la protección de personas y equipos y / o el funcionamiento óptimo del sistema eléctrico.

Éstos incluyen:

Uniones equipotenciales de objetos conductores (por ejemplo, equipo metálico, edificios, tuberías, etc.)

El sistema de puesta a tierra evita la presencia de voltajes peligrosos entre objetos (y tierra).

El sistema de puesta a tierra proporciona una ruta de retorno de baja resistencia para fallas a tierra dentro del planta, que protege tanto al personal como al equipamiento.

Para fallas a tierra con rutas de retorno a fuentes de generación externas, una resistencia baja

La rejilla de conexión a tierra en relación con la tierra remota evita los peligros peligrosos del suelo y potenciales de paso

El sistema de puesta a tierra proporciona una trayectoria de baja resistencia (relativa a la tierra remota) para transitorios de tensión como rayos y sobretensiones / sobretensiones.

La unión equipotencial ayuda a prevenir la acumulación y descarga electrostática, que puede causar chispas con suficiente energía para encender atmósferas inflamables

El sistema de puesta a tierra proporciona un potencial de referencia para circuitos electrónicos y ayuda a reducir el ruido eléctrico de los sistemas electrónicos, de instrumentación y de comunicación [1-3]

Este cálculo se basa principalmente en las pautas proporcionadas por IEEE Std 80 (2000), "Guía para seguridad en la puesta a tierra de la subestación de CA ".

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCION.....	VII
INDICE GENERAL.....	IX
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	144
1.1. DETERMINACIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	144
1.2. Formulación del problema.....	144
1.2.1. Problema general.....	144
1.2.1. Problemas específicos.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. Objetivo general.....	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	16
CAPITULO II: MARCO TEÓRICOS.....	17
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	17
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1. Sistema malla puesta a tierra.....	32
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES:.....	49
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	50
2.3.1. Hipótesis Principal.....	50
2.3.2. Hipótesis Específicas.....	50
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	51
3.1.1. Diseño de investigación.....	51
3.1.2. Tipo de investigación.....	51

3.1.3.	Nivel de investigación	51
3.1.4.	Enfoque	52
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	52
3.2.1.	Población.....	52
3.2.2.	Muestra.....	52
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE E INDICADORES	53
3.3.1.	Técnica a emplear.....	54
3.3.2.	Descripción de los instrumentos	54
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	54
	CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	55
4.1.	Sistema malla puesta a tierra.....	55
4.1.3.	Resistencia del conductor	57
4.1.1.	Resistencia de contacto	57
4.1.2.	Resistencia del terreno.....	59
4.2.	Resistividad eléctrica.....	62
4.3.	Resultados metodológicos.....	63
4.3.1.	Validez del instrumento	63
4.3.2.	Confiabilidad del instrumento	64
4.4.	Contrastación de Hipótesis cualitativa	65
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN	74
5.1.	Discusión.....	74
5.2.	Conclusión.....	77
5.3.	Recomendación	79
	CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
5.1.	FUENTES BIBLIOGRÁFICA	80
	ANEXO.....	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Población de la investigación.....	52
Tabla 2: Matriz de operacionalización	53
Tabla 3: Resistencia del conductor.....	57
Tabla 4. Resistividad del cobre	62
Tabla 5: Calificación de los expertos	64
Tabla 6: Escala de validez de instrumento	64
Tabla 7 : Alpha de Cronbach aplicado al instrumento	64
Tabla 8: Escala de confiabilidad	65
Tabla 9 : Tabla de contingencia y frecuencia esperada (X-Y).....	66
Tabla 10 Chi cuadrada (sistema malla puesta a tierra – resistividad eléctrica).....	67
Tabla 11 : Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D1- Y).....	69
Tabla 12 : Chi cuadrada (resistencia del conductor – resistividad eléctrica).....	69
Tabla 13: Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D2-Y).....	71
Tabla 14: Chi cuadrada (resistencia de contacto – resistividad eléctrica).....	71
Tabla 15: Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D3-Y).....	73
Tabla 16: Chi cuadrada (resistencia del terreno – resistividad eléctrica).....	73

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	82
Anexo 2: Instrumento de la investigación.....	83
Anexo 3. Juicio de expertos	86
Anexo 4: Panel fotográfico.....	87
Anexo 5: Valores de chi cuadrada.....	89
Anexo 6: Panel fotográfico del SPSS.....	90

Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Determinación de la realidad problemática

A nivel mundial, muchos sistemas de puesta a tierra en la mayoría son de edificios gigantesco, empresas con sistemas eléctricos, y sitios o lugares donde se ubican bancos de componentes eléctricos a gran voltaje, para brindar mayor seguridad y aterrizar los equipos evitando electrocución de las personas y previniendo accidentes mortales.

A nivel nacional, se está realizando para plantas industriales los sistemas de malla a tierra y pozos a tierra con la finalidad de aterrizar equipos industriales, evitando accidentes eléctricos y disminuyendo la mortalidad que se gesta por accidentes en el Perú, motivo por el cual se incurren en gestiones de gerencia para aterrizar todo equipo eléctrico con menor ohmiaje posible para el correcto aterramiento.

En la empresa Redondos S.A. se toma encuentra todas las posibilidades para mejorar la seguridad del personal motivo por el cual en la obra “ampliación de la planta de incubación – segunda nave” se realizan el sistema malla puesta tierra en todo el perímetro de la planta seguida de pozos a tierra los cuales se encuentran arriostrados en las columnas de la infraestructura puesto que la nave industrial es de estructuras metálicas.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la relación existente entre el sistema malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?

1.2.1. Problemas específicos

- ✓ ¿Cuál es la relación existente entre la resistencia del conductor de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?
- ✓ ¿Cuál es la relación existente entre la resistencia de contacto de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?
- ✓ ¿Cuál es la relación existente entre la resistencia del terreno de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la relación entre el sistema malla puesta a tierra y la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la relación existente entre la resistencia del conductor de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.
- ✓ Determinar la relación existente entre la resistencia de contacto de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

- ✓ Determinar la relación existente entre la resistencia del terreno de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

1.4. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación sobre el sistema malla puesta a tierra y resistividad para disminuir electricidad perdida mediante este sistema se entierra los equipos eléctricos con la finalidad de asegurar la integridad física del personal, nuestro estudio se justifica mediante métodos de aterramiento y mediante encuesta que pretendemos medir la relación de ambas variables y la resistividad eléctrica es mínima quiere decir que el sistema de malla puesta a tierra funcionara a gran escala y no existirá equipos que liberen energía eléctrica el cual podría causar electrocución.

1.5. Delimitación de la investigación

Nuestro estudio de investigación tomara como partida el mes de enero del año 2019 hasta abril del mismo año, es un periodo adecuado para culminar los objetivos planteados. Se utilizará literatura para la investigación con una antigüedad de 10 años.

1.6. Viabilidad del estudio

La investigación es viable debido a lo siguiente:

- ✓ El autor de la investigación cuenta con los conocimientos básicos adquiridos durante la formación profesional y la experiencia necesaria para realizar el proyecto y dispone de los recursos económicos necesarios para llevar a cabo la investigación.
- ✓ Se cuenta con la facilidad de ingreso al área de investigación.

Capítulo II: Marco teóricos

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Antecedentes nacionales de la variable independiente.

i. Crisostomo, C. (2014), con su tesis: *Sistema puesta a tierra menor a 02 ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras*, realizada en la Universidad Nacional de Huancavelica.

Tuvo como objetivo: Diseñar e implementar un sistema de puesta a tierra menor a 02 ohmios, para protección de equipos electrónicos y personas contra sobrecargas eléctricas en entidades financieras.

Metodología:

Diseño: descriptivo en su variante correlacional

Los involucrados en el desarrollo de investigación fueron 34 y muestra censal.

Concluyendo:

✓ Con la instalación del sistema de pozo a tierra realizado en la entidad financiera de "San Hilarión" en la Caja Piura (CMAC PIURA}, se obtuvo el valor de 1.78 ohmios de la impedancia del sistema de pozo a tierra. Con esto, se logró proteger a los usuarios y equipos electrónicos en la entidad financiera.

✓ Con el electrodo de cobre puro, se mejoró la conductividad eléctrica del SPAT en un 90%, evitando la corrosión prematura del electrodo, ya que el cobre posee propiedades sólidas que mantienen el tiempo de vida útil hasta 40 años. Mientras con el electrodo de acero revestido de cobre (copperweld), su tiempo de vida es mayor en 05

años respecto al cobre puro. En la actualidad es el electrodo con mayor demanda en el SPAT.

✓ La determinación de la resistividad del terreno, es un factor muy importante para el SPAT en instalaciones eléctricas. Éstas dependieron de factores como la humedad y temperatura. Para tal efecto, con la aplicación de la tierra negra de cultivo en el sistema de pozo a tierra, se logró bajar la impedancia óhmica hasta 1.78 ohmios.

ii. Rojas E. (2009), con su tesis: *Puesta a tierra remota en centrales de generación*, realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú.

El objetivo fue: Demostrar mediante los cálculos de las puestas a tierra remota en centrales de generación los valores adecuados que nos brinden la confiabilidad en los equipos y la seguridad del personal.

Metodología: descriptivo correlacional de tipo cualitativo, siendo la población de 18 personas.

Concluyó en:

✓ Como se vio, las centrales de generación, por diversas razones, se instalan en terrenos que no necesariamente son los más adecuados desde el punto de vista de aterramiento, es decir que tienen una alta resistividad de terreno.

✓ Por esto es muy útil entender el concepto de tierra remota, pues como se puede ver, algunas veces es necesario llevar la puesta a tierra en suelo menos resistivo.

✓ Como nos basamos en algunos datos reales, se ha podido lograr cantidades comparativas, que nos dan un mejor espectro de los resultados aplicando un método u otro para el diseño de estas redes.

iii. Qqueshuayllo W. (2005), con su tesis: *Diseño y ejecución de una puesta a tierra de baja resistencia*, realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Tuvo como objetivo: Diseñar una puesta a tierra de baja resistencia.

Metodología: El diseño de la investigación es no experimental, correlacional, tipo de investigación es cualitativas con una población de 65 personas.

Se concluyó en:

✓ Para la instalación de una puesta a tierra, se estudia el comportamiento del suelo como conductor eléctrico, a partir de su composición mineralizada y sus contenidos de sales y humedad; incluyendo las Tablas Referenciales que ayudan a una identificación preliminar de su Resistividad.

✓ Para cualquier tipo de suelo estratificado, el método de caída de potencial, es la más recomendable por su sencillez, buena resolución y mínimo error.

✓ Para verificar la medida de la resistencia de la puesta a tierra se debe realizar otra medida con diferentes distancias para los circuitos (I) y (V), donde la mayor resistencia obtenida será reconocida y aceptada como referencial, a menos que se haga una tercera medida que dé un mayor valor promedio.

iv. Ordoñez N. (2010), con su tesis: *Minimización del efecto de acoplamiento de medición de resistencia de puesta a tierra en una malla de una sub estación eléctrica en zonas urbanas*, realizada en la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Tuvo como objetivo: Mejorar la exactitud de la medición de la resistencia

eléctrica de la malla en una sub estación eléctrica de media y alta tensión.

Metodología: El diseño es descriptivo en su variante correlacional, Población y muestra: los involucrados en el desarrollo de investigación fueron 29 y muestra censal.

Se concluyó:

- ✓ El efecto de acoplamiento disminuye cuando la medición se realiza a 90°. 2. A mayor distancia, mayor es el efecto de acoplamiento.
- 3. La medición de la resistencia de la malla adecuada que garantiza una buena medición que se acerca a la realidad, disminuyendo errores en la medición, utilizando menores distancias de medición.
- ✓ Para resistividades del terreno menores que 130 Ω -m, considerar un acoplamiento de 0.075 Ω por cada 100 metros de medición.
- ✓ Para resistividades del terreno mayores que 130 Ω -m, considerar un acoplamiento de 0.1 Ω por cada 100 metros de medición.

Antecedentes nacionales de la variable dependiente:

i. Huisa C. (2017), con su tesis: *Aplicación de los métodos de resistividad multielectrodo - georadar y su modelización 2d para caracterizar el subsuelo en la ampliación del terminal portuario general San Martín región Ica*, realizado en la Universidad Medellín, Antioquia.

El objetivo fue: Presentar el método de resistividad Multielectrodo y Georadar para la caracterización del subsuelo en investigaciones geotécnicas en la Ampliación del Terminal Portuario General San Martín Región Ica.

Metodología: el tipo de investigación es cualitativa de diseño no experimental siendo descriptivo correlacional con una población y muestra de 50 personas.

Concluyó de la siguiente manera:

✓ Se ha desarrollado el instrumental necesario para la determinación de resistividad del subsuelo en zonas marítimas mediante la descripción y la modificación que se realizó a cada uno de los equipos utilizados en un proyecto típico de resistividad Tomografía Eléctrica con arreglo polo-dipolo.

✓ De acuerdo a los resultados en correlación a ensayos in-situ para este estudio, se ha demostrado la credibilidad del procedimiento de trabajo de campo realizándose un control de calidad de datos de adquisición en campo, procesamiento e interpretación adecuado para proyectos con finalidades de ampliación portuaria en zonas marítimas.

✓ Tal como se demostró en los resultados de resistividad adquirida desde electrodos conectados directamente sobre el suelo y/o sedimento marino, se llegó a determinar 3 capas en el subsuelo en toda el área de estudio, que mediante la correlación con ensayos in situ (perforaciones diamantina) se denominaron como; Capa 1: Material de muy baja resistividad correlacionado como Limo inorgánico y/o arcillas de baja plasticidad (CL – ML); Capa 2: Material de baja resistividad correlacionado como Arenas y gravas mal graduadas (GP) y Capa 3: Material de mediana resistividad correlacionado como roca y/o bloques de roca ígnea volcánica muy fracturada.

ii. Reyes R. (2011), con su tesis: *Polarización inducida y resistividad eléctrica aplicados en la prospección minera*. realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.

Su objetivo fue: Mostrar la utilización de los métodos geofísicos en la exploración minera, identificar probables zonas mineralizada o de interés

exploratorio en 4 casos distintos.

Metodología:

Diseño: descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional.

Población y muestra: 44 representantes jerárquicos y 44 colaboradores

Concluyendo:

✓ Se identificaron probables zonas mineralizadas con presencia de sulfuras, en los 4 casos.

✓ En el caso 4 se corroboró la zona mineralizada con estudios de geoquímicos, en este caso la presencia de plata y cobre, lo que indica que es una zona de interés exploratorio.

✓ El modelo 3D y los planos de nivel, para el caso 4, nos permite definir con mayor detalle la zona de interés exploratorio.

✓ Los métodos geofísicos (resistividad y polarización inducida) ayudan a definir zonas de interés exploratorio, lo que verifica que su utilización es importante en la exploración minera.

iii. Mirada J. (2006), con su tesis: *Resistividad eléctrica en función de la deformación plástica de la aleación de cobre con aluminio*. realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Su objetivo fue: demostrar experimentalmente la dependencia de la resistividad eléctrica de su estructura cristalina (dislocaciones)

Metodología:

Diseño: descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y longitudinal.

Población y muestra: 30 representantes jerárquicos y 30 colaboradores

Concluyendo:

- ✓ La aleación Cu_{0.975}Al_{0.025} obtenido en el laboratorio de cristales reales y aleaciones metálicas de UNMSM, es una solución sólida de aluminio en cobre con parámetro de red igual a 0.362nm
- ✓ La resistividad eléctrica después de la deformación para todas las muestras se incrementa.
- ✓ La resistividad eléctrica antes de la deformación es de (4.5109) $\mu\Omega\text{cm}$ que es de valor aproximado para aleación de Cu-Al al encontrado en [10] que es de 4.79 $\mu\Omega\text{cm}$.

iv. Weingartner R. (2017), con su tesis: *“Implementación de un sistema de medición de resistividad eléctrica de películas delgadas semiconductoras a bajas temperaturas”*. Realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú Su objetivo fue: Implementar el sistema de medición de resistividad eléctrica de películas delgadas semiconductoras a bajas temperaturas.

Metodología: El diseño de investigación fue descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y longitudinal. La población y muestra son 30 representantes jerárquicos y 30 colaboradores

Concluyendo:

- ✓ El alambre de nicromo resulta eficiente como calefactor para el control de temperatura. Resulta conveniente elegir una longitud equivalente a una resistencia de, por lo menos, 30 Ω .
- ✓ A los valores de resistencia obtenidos mediante el programa de medición de resistividad eléctrica por la técnica de vander Pauw se les debe estimar el error de medida cuando los contactos no están en la periferia de la muestra y así poder decidir si se requiere de realizar una

corrección de la medida o si el error es lo suficientemente pequeño para ignorarlo.

- ✓ Para evitar errores en la medida mayores al 1 %, los contactos deben colocarse lo más cercano posible a las esquinas de la muestra.
- ✓ A 300K, la muestra tiene una resistividad de $3799\Omega \cdot \text{cm}$ y una concentración de impurezas de, aproximadamente, $2.9 \times 10^{12} \text{ cm}^{-3}$

2.1.2. Antecedentes internacionales

Antecedentes internacionales de la variable independiente

i. Gómez A. (2010), con su tesis: *Diseño y construcción de puestas a tierra para el Colegio Técnico Industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de a IEEE*, realizada en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca-Quito, Ecuador.

Tuvo como objetivo:

Disminuir la resistividad de los SPT, mediante la adición de sales, carbón y gel, posteriormente se determinará la efectividad de estos procesos cuando se mida la resistencia de puesta a tierra en cada punto designado.

Metodología: El diseño: descriptivo en su variante correlacional la población y muestra: los involucrados en el desarrollo de investigación fueron 15 y muestra censal.

Concluyó diciendo:

- ✓ Mediante la elaboración de este proyecto de tesis se presentó una formulación de procedimientos claros y sencillos para el análisis diseño y construcción de puestas a tierra, basado tanto en los conocimientos

adquiridos a lo largo del proceso de formación superior y en función de la aplicabilidad de las normas IEEE, a fin de establecer los criterios, metodología, procesos y especificaciones que se debe seguir.

✓ Contar con estudios de ingeniería realizados de manera técnica, y con el uso de herramientas modernas (computadoras y programas especializados), nos da una visión clara de la situación del sistema eléctrico, permitiéndonos detectar problemas. También nos permite establecer un orden de prioridades para la corrección de los problemas. En general nos dan un panorama para prevenir fallas y accidentes, a un costo mucho menor que el que se hace para corregir los problemas después de que causaron destrozos a la propiedad.

✓ Con la aplicación de las correspondientes dosificaciones de gel al terreno para disminuir su resistividad, a lo largo de este estudio y mediante la práctica constructiva, se comprobó que influye de manera notable y positiva en los resultados finales ya que se obtiene una disminución del 60% de la resistencia de puesta a tierra final, con respecto al mismo caso pero con el terreno no tratado químicamente.

ii. Villacres P. (2011), con su tesis: *Diseño e implementación del sistema de protecciones eléctricas y de seguridad en el laboratorio de pruebas de equipos a 15Kv.* realizada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.

Su objetivo fue:

Diseñar e implementar un sistema de protecciones eléctricas y de seguridad en el laboratorio de pruebas de equipos a 15KV en la Universidad Técnica de Cotopaxi, mediante ajustes de protección de alto voltaje para interrumpir los circuitos y aislar los equipos o aparatos

con falla, de manera que se minimice el efecto de la falla y se mantenga la continuidad del servicio.

Metodología: Diseño; descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional. La población y muestra, 22 representantes jerárquicos y 22 colaboradores.

Concluyó en que:

- ✓ Mediante la elaboración de este proyecto de tesis se presentó una formulación de procedimientos claros y sencillos para el diseño y construcción de puestas a tierra, basado tanto en los conocimientos adquirido a lo largo del proceso de formulación superior y en función de la aplicabilidad de las normas IEEE, a fin de establecer los criterios, metodologías, procesos y especificaciones que se debe seguir.
- ✓ Se ha podido demostrar en el diseño que el potencial máximo al que llega el sistema de malla respecto a tierra es menor que el potencial o tensión máxima que puede soportar una persona sin sufrir daño alguno de ser así el diseño de la red esta correcto y no requiere de mayores cálculos.
- ✓ Previa la determinación de la profundidad a la que fue enterrada la malla se pudo realizar la investigación de las características del terreno para hallar su resistividad la cual determina esencialmente la profundidad de la malla.
- ✓ El diseño de la puesta a tierra se lo ha realizado tomando en cuenta los cambios futuros, que generalmente obligan a aumentar la capacidad de electrodos por lo que resulta más económico diseñar y construir una malla de puesta tierra para la capacidad futura posible, que

hacer una ampliación del electrodo ya construido.

iii. Vallejós L. (2008), con su tesis: *Proyecto de electrodo de puesta a tierra terrestre para sistema HVDC*, realizada en la Universidad de Chile.

Tuvo como objetivo: Dimensionar un electrodo de puesta a tierra terrestre con forma de anillo para un sistema HVDC bipolar a partir de parámetros dados y en suelos de dos capas de distinta resistividad.

Metodología: El diseño es no experimental, descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional. Población y muestra; 75 representantes jerárquicos y 75 colaboradores

Su conclusión fue:

Los objetivos generales se pudieron realizar con satisfacción logrando resultados

aceptables. Se pudo dimensionar un electrodo de puesta a tierra terrestre con forma de anillo para un sistema HVDC bipolar, ingresando en el programa la información pertinente para determinar los potenciales en la superficie del suelo, logrando con esto determinar la capacidad de un terreno que albergue un electrodo. Junto con esto, se logra confeccionar un modelo con los principales parámetros que influyen en el costo del proyecto de un electrodo terrestre.

iv. Ajín M. (2012), con su tesis: *Análisis el sistema de puesta a tierra de la subestación Guatemala este*, realizada en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Su objetivo fue: “Realizar un análisis para proporcionar consideraciones, y lineamientos básicos del diseño de un sistema de puesta a tierra para una subestación eléctrica, teniendo como base la subestación Guatemala Este y la

distribución de su equipo de alta tensión”

Metodología: El diseño es descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional. La población y muestra: 16 representantes jerárquicos y 16 colaboradores.

Concluyendo:

- ✓ Un sistema de puesta a tierra de una subestación eléctrica mantiene las conexiones a estructuras y equipos por medio de conductores de cobre de forma permanente.
- ✓ En distintos puntos de la subestación Guatemala Este se cuenta con registros de monitoreo para mostrar el deterioro de la malla de cobre. Estos registros también son utilizados para conexiones futuras hacia electrodos verticales o hacia nuevas estructuras.
- ✓ Las mediciones realizadas en el suelo de la subestación Guatemala Este mostraron que la resistividad es homogénea, por lo que el diseño teórico de la puesta a tierra propuesto, es por el método de una capa de tierra
- ✓ Los cálculos realizados son para subestaciones convencionales y las ecuaciones utilizadas son para áreas cuadradas o rectangulares.
- ✓ Si la cuadrícula de la malla se redujera, el voltaje tolerable es más seguro, pero se convierte en una instalación antieconómica.

Antecedentes internacionales de la variable dependiente:

i. Arrubarrena M. (2010), con su tesis: *Caracterización de un sitio contaminado por hidrocarburos usando tomografías de resistividad eléctrica*. realizada, en la Universidad Nacional Autónoma de México.

Esta tesis se sustenta en su objetivo siguiente: Demostrar la aplicabilidad de la

tomografía de resistividad eléctrica en la caracterización de suelos contaminados por hidrocarburos evaluando si el método es sensible a los cambios de propiedad generados por la presencia del hidrocarburo en el subsuelo.

Metodología:

Diseño: descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional.

Población y muestra: 18 representantes jerárquicos y 18 colaboradores

Siendo su conclusión:

✓ La tomografía eléctrica es eficaz para identificar las zonas donde existe suelo contaminado por hidrocarburos de fracción media, logrando representar la distribución de la pluma contaminante en un espacio tridimensional. Sin embargo, para tal efecto, debe existir información que permita establecer de manera clara los valores de resistividad asociados a la presencia de hidrocarburo. Este tipo de información consiste esencialmente en muestras de suelo bien ubicadas y caracterizadas, así como análisis de tipo de suelo para descartar valores bajos de resistividad asociados a contenido de arcillas.

✓ La comparación de los resultados obtenidos mediante el análisis de concentraciones en suelo y los modelos geofísicos no fueron contundentes en la delimitación de la zona contaminada por la falta de información para descartar que la conductividad del subsuelo contaminado es alta. Así, la efectividad del método depende plenamente de una caracterización química precisa.

ii. Barrera J. (2015), con su tesis: Empleo del método geofísico Tomografía de Resistividad Eléctrica para la ubicación de un sitio de recarga de

acuífero en Xochimilco, realizada en la Universidad Nacional Autónoma de México.

El objetivo fue: Obtener mediante el empleo de la Tomografía de Resistividad Eléctrica 2D (TRE) la ubicación de un sitio pertinente para el diseño de un pozo de absorción.

Metodología: Diseño: descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional.

Población y muestra: 85 representantes jerárquicos y 85 colaboradores

Concluyó en:

- ✓ Cabe mencionar que la caracterización realizada en el presente trabajo de tesis se basa únicamente en los ámbitos geológico y geofísico para sugerir un lugar favorable para la construcción de un pozo que tendrá como propósito principal el disminuir significativamente las inundaciones presentadas en la zona durante la época de estiaje y como propósito secundario el efectuar una recarga artificial del acuífero de la zona, en caso de presentarse las condiciones necesarias para ello, las cuales se investigarán en trabajos posteriores.

- ✓ A partir de las suposiciones descritas en el párrafo anterior, la prospección geofísica llevada a cabo con el método de TRE, en conjunto con la investigación geológica y estratigráfica realizadas en el sitio de estudio han permitido concluir los siguientes puntos:

- ✓ Con base en los perfiles geoelectrónicos se ha establecido la zona en la cual se presenta un mayor grado de deterioración en el basalto, dicha zona está caracterizada por resistividades que van desde 500 hasta los 800m a una profundidad de aproximadamente 19 m.

✓ Las resistividades por encima de los valores mencionados en el punto anterior, a la misma profundidad sugieren que se trata del cuerpo basáltico con un menor grado de deterioro, en especial hacia la porción SE.

✓ Con ayuda del perfil estratigráfico obtenido a partir del sondeo mecánico, fue posible localizar una capa de basalto con arena y grava medias a una profundidad de 5.2 m, la cual al momento de interpretar el perfil de TRE se correlaciona perfectamente

iii. Rodriguez J. (2017), con su tesis: *Variación térmica de la resistividad eléctrica en nuevos materiales metálicos: compuestos de tierras raras y aleaciones amorfas*, realizada en la Universidad de Cantabria.

Tuvo como objetivo: “Calcular con precisión resistividades absolutas”

Metodología:

Diseño: descriptivo en su variante correlacional de tipo cualitativo y transaccional.

Población y muestra: 40 representantes jerárquicos y 40 colaboradores

Su conclusión fue:

✓ Con el programa de los elementos finitos EFINI\T4 (ver apéndice) hemos resuelto las limitaciones segunda y tercera, vistas al principio de la sección 3.2, que tenía el método analítico. Además, la primera limitación, referente a la geometría, se puede eliminar fácilmente sin mas que modificar en el programa la parte de construcción y definición de malla, adaptando ésta al caso concreto que queremos estudiar. Este método es particularmente útil para

poder estimar correctamente las resistividades en monocristales anisótropos. En el caso de muestras isótropas, estos cálculos pueden tomar relevancia cuando éstas dejan de tener forma alargada.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistema malla puesta a tierra

Según (Rojas G. 2015) nos dice:

Tipos de sistemas de puesta a tierra

De acuerdo a su aplicación los sistemas de puesta a tierra son:

- ✓ Puesta a tierra para sistemas eléctricos.
- ✓ Puesta a tierra de los equipos eléctricos.
- ✓ Puesta a tierra en señales electrónicas.
- ✓ Puesta a tierra de protección electrónica
- ✓ Puesta a tierra de protección atmosférica
- ✓ Puesta a tierra para sistemas eléctricos.

Una subestación eléctrica es una subsidiaria de una generación, transmisión y distribución de electricidad.

Sistema donde el voltaje se transforma de alto a bajo o al revés usando transformadores [IEEE STD-80,1986; MTU, n.d.]. Una subestación puede incluir transformadores para cambiar los niveles de voltaje entre altos voltajes de transmisión y menores voltajes de distribución, o en la interconexión de dos tensiones de transmisión. Entre la estación generadora y el consumidor, la energía eléctrica puede fluir.

A través de varias subestaciones a diferentes niveles de tensión. Por la posibilidad de rayos directos.

Se deben realizar movimientos a tierra, sobretensiones, etc. para proteger a los transeúntes, la subestación equipos y personal eléctrico en las proximidades de los peligros derivados de o fuera de la Sistema de poder.

2.2.1.1. Resistencia del conductor

Según (Redondo, 2010) nos dice:

La fuerza ejercida por el suelo sobre una pila que es empujada hacia ella.

Según (Serway, 2016), nos dice:

La circulación de la corriente eléctrica en un conductor genera siempre un efecto natural de calentamiento. Sin embargo, cuando existen puntos de contacto a presión o contactos deslizables, el efecto de calentamiento se puede volver crítico debido a posibles puntos de alta resistencia (falsos contactos) que pueden elevar la temperatura varios cientos de grados Celsius.

2.2.1.2. Resistencia de contacto

Según (Vega, 2004), nos dice:

La resistencia de los contactos debe ser muy baja (del orden de $\mu\Omega$) para evitar el calentamiento excesivo en los puntos de unión. Para poder medir resistencias eléctricas en este orden de magnitud, se utiliza un equipo llamado Ducter. Este equipo tiene una fuente de alimentación que hace circular una alta corriente a través de los contactos bajo prueba. Conociendo el valor de la corriente circulante y midiendo la caída de tensión en los

contactos, el Ducter calcula la resistencia utilizando la Ley de Ohm.

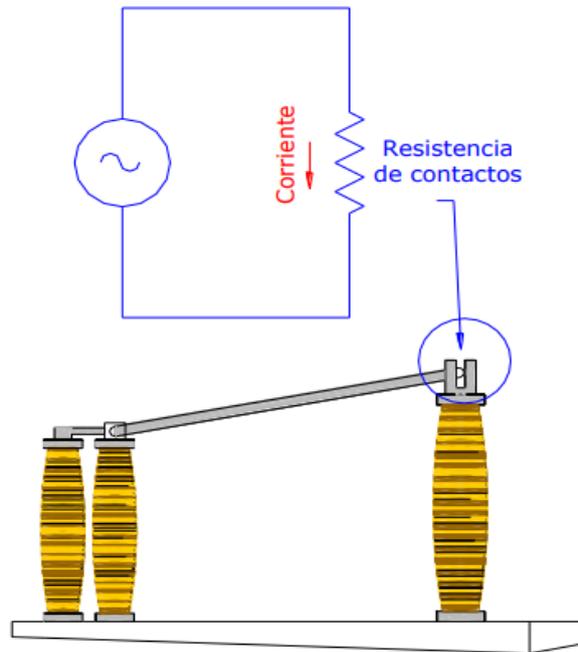


Figura 1: Resistencia de contactos

En resumen, decimos que la prueba de resistencia de contactos tiene como objetivo detectar oportunamente los problemas de sobrecalentamiento originados por falsos contactos. Las conexiones de prueba y los valores máximos aceptables de la resistencia de contactos varían dependiendo del tipo y marca de los equipos bajo prueba.

2.2.1.3. Resistencia del terreno

(Wilson, 2009) menciona que:

Cuando está construyendo un edificio, es muy importante verificar la resistencia del terreno antes de que comience la construcción, esto es particularmente importante cuando se construye sobre arcilla, arena o suelos aluviales. La torre inclinada de Piza es un ejemplo de lo que puede suceder si el ground no es lo suficientemente fuerte como para sostener el edificio. Aquí explicamos qué son las pruebas de suelo, cómo se llevan a cabo y los diferentes tipos de suelo que se pueden encontrar.

Investigando el terreno antes de construir

Las pruebas de suelo son muy importantes para cualquier persona que desee construir un edificio. Verá que la parte más importante de cualquier edificio es, de hecho, la parte que no puede ver, la broca debajo de la tierra, los cimientos. Cuanto más grande sea el edificio, más importante es esto.

Lo primero que se requiere antes de diseñar cualquier edificio es una investigación del terreno para determinar qué tipo de cimientos se requieren y, de hecho, qué tipo de edificio se puede construir. La Torre Inclinada de Pisa es un buen ejemplo. Giovanni Di Simone solo iba a construir un poco de quiosco de música, pensaron que lo mantendría fuera de problemas por un tiempo, nadie esperaba que subiera 8 pisos (¡eso fue un gran ascenso en 1178!) Revisando el suelo Primero podría

haber sido útil. Tiene solo una base de 3 metros en un subsuelo débil e inestable. Ten en cuenta que casi 900 años no es tan malo, ¿verdad?

¿Qué son las pruebas de suelo?

Entonces, ¿qué son las pruebas de suelo y por qué se llevan a cabo? Una prueba de suelo es un examen científico de un terreno para determinar qué tan estable es y qué tipo de peso puede soportar. Se toman y analizan muestras para determinar el peso, la densidad, el contenido de agua, la resistencia al corte, la elasticidad, la naturaleza de las partículas y, por supuesto, la capacidad de carga de la tierra. Los orificios se hunden para extraer los núcleos para que el suelo se pueda examinar y probar a diferentes profundidades y en diferentes ubicaciones clave del sitio.

Se compila un plan integral de la naturaleza del terreno a través de un sitio de construcción. A partir de esta información, los ingenieros estructurales pueden calcular las fuerzas involucradas y diseñar bases adecuadas para el edificio que se va a construir.

Las pruebas de suelo son cada vez más importantes a medida que cambia la naturaleza de los edificios. Las casas tradicionales balinesas tienden a ser estructuras relativamente ligeras de una sola planta. Hoy en día, cada vez más personas están construyendo edificios pesados de varios pisos e incluso bloques de apartamentos que son mucho más susceptibles de sufrir daños o colapsar debido a terrenos inestables o terremotos.

(Siempre debemos tener en cuenta los terremotos cuando diseñamos edificios en Bali, es solo cuestión de tiempo).

2.2.2 Resistividad

La tierra y la resistividad del terreno

La prueba de resistividad del suelo es el proceso de medir un volumen de suelo para determinar la conductividad del suelo. La resistividad del suelo resultante se expresa en ohm-metro o ohm-centímetro.

La prueba de resistividad del suelo es el factor más crítico en el diseño de puesta a tierra eléctrica. Esto es cierto cuando se analiza el diseño eléctrico simple, a sistemas de puesta a tierra dedicados de baja resistencia o a los problemas mucho más complejos relacionados con los Estudios de Aumento de Potencial de Tierra (GPR). Los buenos modelos de suelo son la base de todos los diseños de puesta a tierra y se desarrollan a partir de pruebas precisas de resistividad del suelo.

Pruebas de resistividad del suelo Wenner y otras pruebas de 4 puntos

El método de 4 puntos de Wenner es, con mucho, el método de prueba más utilizado para medir la resistividad del suelo. Existen otros métodos, como los métodos General y Schlumberger, sin embargo, se usan con poca frecuencia para aplicaciones de diseño de conexión a tierra y varían solo ligeramente en la forma en que se espacian las sondas cuando se comparan con el Método Wenner.

Prueba de Wenner de 4 puntos

La resistividad eléctrica es la medida de la resistencia específica de un material dado. Se expresa en ohmímetros y representa la resistencia medida entre dos placas que cubren los lados opuestos de un cubo de 1 m. Esta prueba de resistividad del suelo se realiza comúnmente en sitios de terreno sin tratar, durante el diseño y la planificación de sistemas de puesta a tierra específicos para el sitio probado.

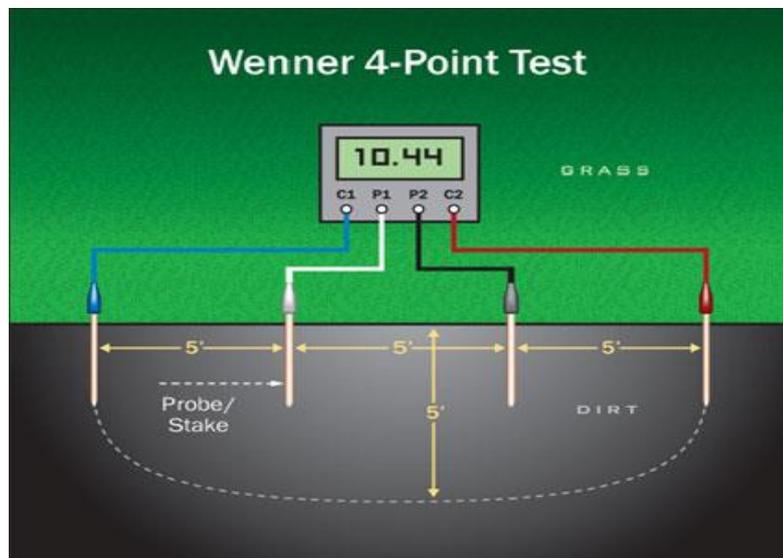
La prueba de resistividad del suelo espacia cuatro (4) sondas a distancias iguales para aproximarse a la profundidad del suelo a probar. Las separaciones típicas serán 1', 1.5', 2', 3', 4.5', 7', 10', etc., con cada separación que aumente de la anterior en un factor de aproximadamente 1.5, hasta una separación máxima que sea acorde con el 1 a 3 veces la dimensión diagonal máxima del sistema de conexión a tierra que se está diseñando, lo que resulta en una distancia máxima entre los electrodos de corriente externa de 3 a 9 veces la dimensión diagonal máxima del futuro sistema de conexión a tierra. Este es un "recorrido" o conjunto de mediciones, y se repite normalmente, aunque con distancias máximas más cortas, varias veces alrededor de la ubicación en ángulos rectos y en diagonal entre sí para garantizar lecturas precisas.

La premisa básica de la prueba de resistividad del suelo es que las sondas espaciadas a 5' de distancia a través de la tierra, leerán 5' de profundidad. Lo mismo ocurre si se espacian las sondas 40' a través de la tierra, se obtiene una resistencia promedio ponderada del suelo desde 0' hasta 40' de profundidad, y todos los puntos intermedios. Estos datos sin procesar generalmente se

procesan con software de computadora para determinar la resistividad real del suelo en función de la profundidad.

Realización de una prueba de resistividad del suelo de 4 puntos (o cuatro pines) de Wenner

A continuación se describe cómo realizar una "travesía" o conjunto de mediciones. Como indica el "4 puntos", la prueba consta de 4 pines que deben insertarse en la tierra. Los dos pines externos se llaman las sondas de corriente, C1 y C2. Estas son las sondas que inyectan corriente en la tierra. Las dos sondas internas son las sondas de potencial, P1 y P2. Estas son las sondas que toman la medida real de resistencia del suelo.



En el siguiente diagrama de configuración de prueba de 4 puntos de Wenner, una sonda C1 se introduce en la tierra en la esquina del área a medir. Las sondas P1, P2 y C2 se conducen a 5', 10' y 15' respectivamente desde la barra C1 en una línea recta para medir la resistividad del suelo desde 0' a 5' de profundidad. C1 y C2 son las sondas externas y P1 y P2 son las sondas internas. En este punto, se aplica una corriente conocida a través de las sondas C1 y C2, mientras que el voltaje resultante se mide a través de P1 y

P2. La ley de Ohm puede aplicarse para calcular la resistencia aparente medida.

Las sondas C2, P1 y P2 se pueden mover a espacios de 10', 20' y 30' para medir la resistencia de la tierra de 0' a 10' de profundidad. Continúe moviendo las tres sondas (C2, P1 y P2) alejándolas de C1 a intervalos iguales para aproximar la profundidad del suelo a medir. Tenga en cuenta que el rendimiento del electrodo puede verse afectado por resistividades del suelo a profundidades que son considerablemente más profundas que la profundidad del electrodo, en particular para electrodos horizontales extensos, como tuberías de agua, cimientos de edificios o redes de conexión a tierra.

Medidores de resistencia del suelo

Hay básicamente dos tipos de medidores de resistencia del suelo: modelos de baja frecuencia y alta frecuencia. Ambos tipos de medidores se pueden usar para pruebas de 4 puntos y 3 puntos, e incluso se pueden usar como medidor de voltios estándar (2 puntos) para medir la resistividad común del suelo.

Siempre se debe tener cuidado al seleccionar un medidor de resistencia del suelo, ya que los componentes electrónicos involucrados en el filtrado de señales son altamente especializados. Eléctricamente hablando, la tierra puede ser un lugar ruidoso. Las líneas eléctricas aéreas, las subestaciones eléctricas, las vías del ferrocarril, varios transmisores de señales y muchas otras fuentes contribuyen a la señal de ruido que se encuentra en cualquier ubicación. Los armónicos, el ruido de fondo de 60 Hz y el acoplamiento del campo magnético pueden distorsionar la señal de medición, lo que da como resultado lecturas de resistividad aparente en el suelo que son mayores en un orden de magnitud,

particularmente con grandes espaciamentos. La selección de equipos con paquetes electrónicos capaces de discriminar entre estas señales es fundamental.

Los medidores de resistencia del suelo de alta frecuencia suelen utilizar pulsos que funcionan a 128 pulsos por segundo, u otras frecuencias de pulso, excepto 60. Estos medidores de alta frecuencia generalmente sufren la incapacidad de generar suficiente voltaje para manejar travesías largas y, por lo general, no deben usarse para sondas espaciamentos mayores de 100 pies. Además, la señal de alta frecuencia que fluye en el cable de corriente induce un voltaje de ruido en los cables potenciales, que no se puede filtrar por completo: este ruido se hace mayor que la señal medida a medida que la resistividad del suelo disminuye y el espaciado de los pines aumenta. Los medidores de alta frecuencia son menos costosos que sus contrapartes de baja frecuencia, y son, con mucho, el medidor más común utilizado en las pruebas de resistividad del suelo.

Los medidores de baja frecuencia, que en realidad generan pulsos de baja frecuencia (del orden de 0,5 a 2,0 segundos por pulso), son el equipo preferido para las pruebas de resistividad del suelo, ya que eliminan el problema de inducción que sufren los medidores de alta frecuencia. Sin embargo, pueden ser muy caros de comprar. Dependiendo de la tensión máxima del equipo, los medidores de baja frecuencia pueden tomar lecturas con espaciados de sonda extremadamente grandes y, a menudo, a muchos miles de pies de distancia. Por lo general, los paquetes de filtros electrónicos que se ofrecen en los medidores de baja frecuencia son superiores a los que se

encuentran en los medidores de alta frecuencia. Se debe tener precaución para seleccionar un fabricante de buena reputación.

Análisis de los datos

Una vez que se recopilan todos los datos de resistividad del suelo, se puede aplicar la siguiente fórmula para calcular la resistividad aparente del suelo en ohm-metros:

4-POINT DATA INTERPRETATION

$\rho = 1.915 A R$
 $\rho = 1.915 (40) (4.5)$

$$\rho_a = \frac{4\pi AR}{1 + \frac{2A}{\sqrt{A^2 + 4B^2}} - \frac{2A}{\sqrt{4A^2 + 4B^2}}}$$

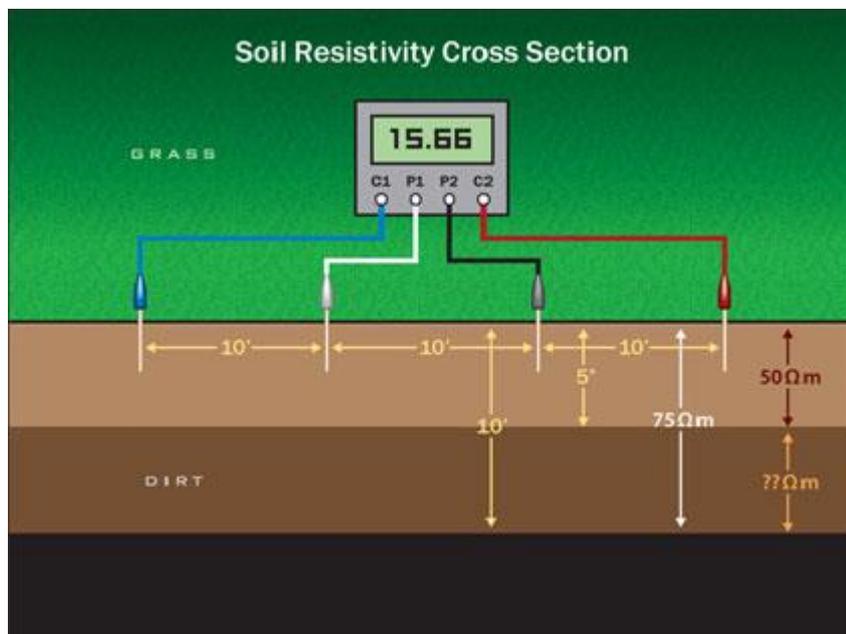
ρ = Resistivity B = Depth of Probes A = Spacing of Probes R = Resistance (reading from meter)

If $A > 20B$, then $\rho = 2 \pi AR = 1.915 AR$

Por ejemplo, si una resistencia aparente del suelo de 4,5 ohmios se encuentra en un espacio de 40 pies, la resistividad del suelo en ohm-metros sería 344.7. La figura muestra en detalle la fórmula completa de resistividad del suelo. Uno se refiere a la resistividad "aparente", porque esto no corresponde a la resistividad real del suelo. Estos datos sin procesar deben interpretarse mediante métodos adecuados para determinar la resistividad real del suelo.

Lecturas de poca profundidad

Las lecturas de poca profundidad, tan poco como 6 "de profundidad, son extremadamente importantes para la mayoría, si no todos, los diseños de conexión a tierra. Como se describió anteriormente, las lecturas de resistividad del suelo más profundas son en realidad promedios ponderados de la resistividad del suelo desde la superficie de la tierra hasta la profundidad, e incluyen todas las lecturas de resistencia poco profundas sobre ella. El truco para desarrollar el modelo de suelo final es sacar la resistencia real del suelo en profundidad, y eso requiere "restar" las capas superiores de las lecturas profundas. La siguiente figura muestra cómo las lecturas más superficiales impactan las más profundas debajo de ella.



Como puede ver en el siguiente diagrama, si tiene una lectura de 5' de 50 ohm-metros y una lectura de 10' de 75 ohmetros de suelo, la resistividad real del suelo de 5' a 10' podría ser de 100 ohm-metros (el El punto aquí es ilustrar un concepto: se necesitan curvas precalculadas o software de

computadora para interpretar correctamente los datos). Lo mismo se aplica a las distancias entre pines más grandes. Las lecturas más superficiales se utilizan una y otra vez para determinar la resistividad real en profundidad.

Las lecturas de poca profundidad de 6 pulgadas, 1 pie, 1.5 pies, 2 pies y 2.5 pies son importantes para el diseño de conexión a tierra, ya que los conductores de conexión a tierra generalmente están enterrados a una distancia de 1.5 a 2.5 pies debajo de la superficie de la tierra. Para calcular con precisión el rendimiento de esos conductores en estas profundidades, deben tomarse lecturas de suelo poco profundas. Estas lecturas poco profundas se vuelven aún más importantes cuando los ingenieros calculan el aumento del potencial de tierra, las tensiones de contacto y las tensiones de paso.

Es fundamental que las sondas de medición y las sondas de corriente se inserten en la tierra a la profundidad adecuada para las lecturas de resistividad del suelo superficial. Si las sondas son demasiado profundas, puede ser difícil resolver la resistividad del suelo poco profundo. Una regla de oro es que la profundidad de penetración de las sondas potenciales no debe ser más del 10% del espaciado entre las clavijas, mientras que las sondas actuales no deben manejarse más del 30% de la separación entre las clavijas.

Lecturas profundas

A menudo, el tipo de medidor usado determina la profundidad máxima o el espacio que se puede leer. Una guía general es que los medidores de resistividad del suelo de alta frecuencia son buenos para no más de 100 pies de separación de pines, particularmente en suelos de baja resistividad. Para una mayor separación de pines, se requieren medidores de resistividad del suelo de baja frecuencia. Pueden generar el voltaje requerido para empujar la

señal a través del suelo a distancias profundas y detectar una señal débil, libre de voltaje inducido de los cables de inyección actuales.

Ubicación de la prueba de resistividad del suelo

Las pruebas de resistividad del suelo se deben realizar lo más cerca posible del sistema de puesta a tierra propuesto, teniendo en cuenta los elementos físicos que pueden causar lecturas erróneas. Hay dos (2) problemas que pueden causar lecturas de baja calidad:

1. Las interferencias eléctricas causan que una señal de ruido no deseado entre al medidor.
2. Los objetos metálicos 'cortan' el camino eléctrico de sonda a sonda. La regla de oro aquí es que se debe mantener un espacio libre igual al espaciado de los pines entre el recorrido de medición y cualquier estructura metálica paralela enterrada. Pruebas en las proximidades del sitio en cuestión es obviamente importante; Sin embargo, no siempre es práctico. Muchas empresas de servicios eléctricos tienen reglas con respecto a qué tan cerca debe estar la prueba de resistividad del suelo para que sea válida. La geología del área también interviene en la ecuación, ya que pueden existir condiciones de suelo dramáticamente diferentes a una corta distancia.

Cuando se deja poco espacio o malas condiciones para realizar una prueba adecuada de resistividad del suelo, se debe usar el campo abierto más cercano disponible con las condiciones geológicas más similares del suelo.

Resistencia

Según (RapidTables, S.F) nos dice:

La resistencia es una cantidad eléctrica que mide cómo el dispositivo o material reduce el flujo de corriente eléctrica a través de él.

La resistencia se mide en unidades de ohmios (Ω).

Si hacemos una analogía con el flujo de agua en las tuberías, la resistencia es mayor cuando la tubería es más delgada, por lo que el flujo de agua disminuye.

Calculo de resistencia

La resistencia de un conductor es la resistividad del material del conductor multiplicado por la longitud del conductor dividido por el área de la sección transversal del conductor.

$$R = \rho \times \frac{l}{A}$$

R es la resistencia en ohmios (Ω).

ρ es la resistividad en ohmios-metro ($\Omega \times m$)

l es la longitud del conductor en metros (m)

A es el área de la sección transversal del conductor en metros cuadrados (m^2)

Es fácil entender esta fórmula con la analogía de las tuberías de agua:

- Cuando el tubo es más largo, la longitud es mayor y la resistencia aumentará.
- cuando el tubo es más ancho, el área de la sección transversal es más grande y la resistencia disminuirá.

Cálculo de resistencia con la ley de ohm.

$$R = \frac{V}{I}$$

R es la resistencia de la resistencia en ohmios (Ω).

V es la caída de voltaje en la resistencia en voltios (V).

I es la corriente de la resistencia en amperios (A).

Efectos de la temperatura de la resistencia.

La resistencia de una resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura de la resistencia.

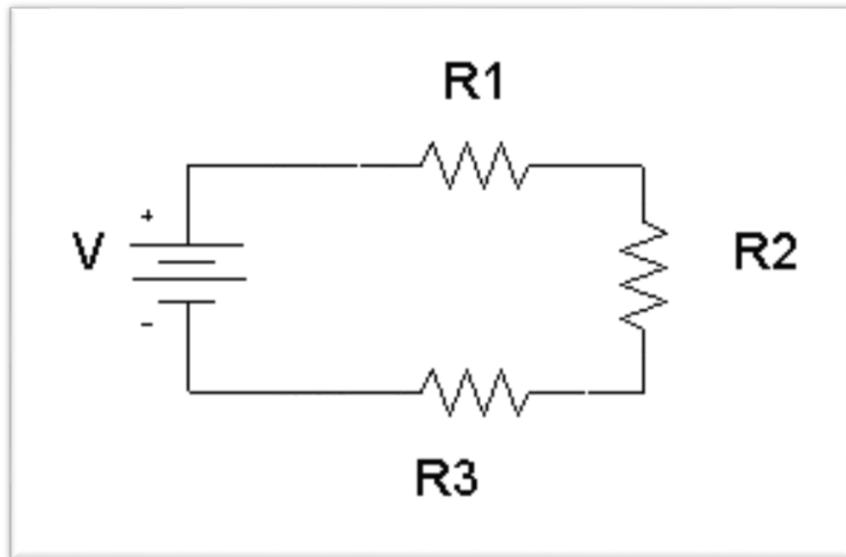
$$R_2 = R_1 \times (1 + \alpha (T_2 - T_1))$$

R_2 es la resistencia a la temperatura T_2 en ohms (Ω).

R_1 es la resistencia a la temperatura T_1 en ohms (Ω).

α es el coeficiente de temperatura.

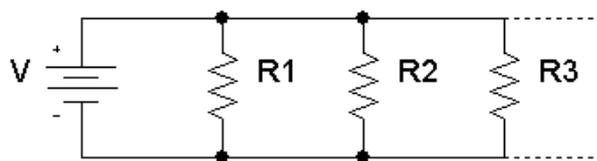
Resistencia de resistencias en serie.



La resistencia equivalente total de las resistencias en serie es la suma de los valores de resistencia:

$$R_{Total} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Resistencia de resistencias en paralelo



La resistencia equivalente total de resistencias en paralelo está dada por:

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Medición de resistencia eléctrica.

La resistencia eléctrica se mide con un instrumento de óhmetro.

Para medir la resistencia de una resistencia o un circuito, el circuito debe tener la fuente de alimentación apagada.

El óhmetro debe estar conectado a los dos extremos del circuito para que se pueda leer la resistencia.

Superconductividad

La superconductividad es la caída de resistencia a cero a temperaturas muy bajas cercanas a 0°K.

2.3. Definiciones conceptuales:

Tierra de Referencia. La referencia a la tierra es la etapa de investigación formal de los derechos mantenidos en la tierra. Incluye datos relacionados con factores que incluyen propiedad, informes ambientales y planes y escrituras de la tierra.

Electrodo de Tierra. Un electrodo de tierra es un elemento conductor enterrado directamente en el suelo, que facilita el flujo de corrientes de falla hacia el suelo (Futura Science, S.F)

Mallas de Tierra. Una malla de tierra es un sistema de puesta a tierra común para (generalmente) varios sistemas de energía que hacen referencia de manera óptima al mismo terreno (Malaby, 1999)

Conexión a Tierra.

1: Un cable que hace una conexión a tierra

2: La parte de un circuito formado por la tierra.

Resistividad de un Terreno.

(Física general) la propiedad eléctrica de un material que determina la resistencia de una pieza de dimensiones dadas.

2. La potencia o capacidad para resistir; resistencia (Diccionario, s.f)

2.4. Formulación de hipótesis

Planteamos la hipótesis de manera afirmativa.

2.3.1. Hipótesis Principal

El sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, redondos s.a. supe – barranca, 2019.

2.3.2. Hipótesis Específicas

- ✓ La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.
- ✓ La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.
- ✓ La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

Capítulo III: Metodología de la investigación

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Diseño de investigación

No **Experimental** porque no manipulamos las variables

Diseño: es de tipo descriptivo y correlacional.

Dónde:

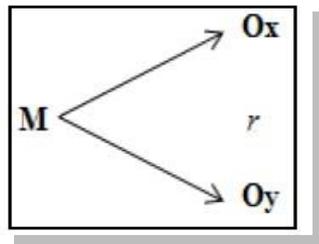


Figura 2: Diseño de investigación correlativo

Fuente: El proyecto de investigación cuantitativa (Córdova, 2013)

M: Muestra.

Ox: observación de la V.I.

Oy: observación de la V.D.

r: Coeficiente de correlación.

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es:

- ✓ Según su alcance temporal, longitudinal.
- ✓ Según su nivel o profundidad, es investigación descriptiva.
- ✓ Según su carácter de medida es investigación cualitativa.

3.1.3. Nivel de investigación

Descriptivo: Según la realidad problemática de la empresa y la posible solución planteada. Por lo cual consiste en especificar las características de uno o más sujetos de estudio. (Cordova, 2012)

Descriptivo: Tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. El procedimiento consiste en ubicar en una o diversas variables a un grupo de personas u otros seres vivos, objetos, situaciones, contextos, fenómenos, comunidades; y así proporcionar su descripción. Son, por tanto, estudios puramente descriptivos y cuando establecen hipótesis, éstas son también descriptivas (Sampieri, 2014) (p. 195)

3.1.4. Enfoque

Enfoque cualitativo: “Utiliza la recolección y análisis de datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (Sampieri, 2014) (p. 7)

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población en la elaboración del sistema malla a tierra consta de 12 personales los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1: Población de la investigación

Personal	Cantidad
Residente	01
Asistente de residente	01
Supervisora de SST	01
Supervisor de campo 1	01
Supervisor de campo 2	01
Operario	07

3.2.2. Muestra

Al ser nuestra población menor de cincuenta (50) individuos, la muestra es igual a la población. Por lo tanto, nuestra muestra es igual a 12 colaboradores.

3.3. Operacionalización de variable e indicadores

Tabla 2: Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
V. Independiente (X)	SISTEMA DE MALLA A TIERRA	Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que unen los equipos eléctricos con el suelo o terreno. Comprende la puesta a tierra y todos los elementos puestos a tierra (Saona, 2008)	Es un conjunto de elementos como la resistencia del conductor, resistencia de contacto y resistencia del terreno para cumplir la función de mitigar las energías eléctricas que se liberan a raíz de una inadecuada instalación.	D1 Resistencia del conductor	D1.1. Cuestionario de ítems 0 hasta ítems 5	T: Encuesta I: Cuestionario
				D2 Resistencia de contacto	D2.1. Cuestionario de ítems 6 hasta ítems 10	T: Encuesta I: Cuestionario
				D3 Resistencia del terreno	D3.1. Cuestionario de ítems 11 hasta ítems 15	T: Encuesta I: Cuestionario
V. Dependiente (Y)	RESISTIVIDAD	es el factor más crítico en el diseño de puesta a tierra eléctrica. Esto es cierto cuando se analiza el diseño eléctrico simple, a sistemas de puesta a tierra dedicados de baja resistencia o a los problemas mucho más complejos relacionados con los Estudios de Aumento de Potencial de Tierra (GPR).	Es aquel factor que se determina mediante la sección transversal y la resistencia del material para obtener la más baja resistencia de un determinado conductor.	d1. Sección transversal	d1.1. Cuestionario de ítems 16 hasta ítems 20	T: Encuesta I: Cuestionario
d2. Resistencia	d2.2. Cuestionario de ítems 21 hasta ítems 25					

3.3.1. Técnica a emplear

- Encuesta
- Entrevistas

3.3.2. Descripción de los instrumentos

- **Cuestionario:** Se basan en preguntas que pueden ser cerradas o abiertas
Sus contextos pueden ser: auto administrados o entrevistas personal o telefónica, vía internet
- **Guía de entrevistas:** se plasmas las preguntas de las cueles necesitamos recopilar información para nuestra investigación y proseguir con el proceso de la investigación cualitativa.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información se utilizarán las siguientes técnicas:

- Registro manual, ordenamiento y clasificación
- Microsoft Excel 2016.
- SPSS 23.0

Capítulo IV: Resultados de la investigación

4.1. Sistema malla puesta a tierra

En este apartado detallamos el proceso de construcción de la malla puesta a tierra y los procedimientos para realizar la prueba de resistencia.

PROCEDIMIENTO

Planificación

- Antes de realizar el tendido de cable se inspeccionará el área de trabajo, corroborando el uso adecuado de los implementos de protección personal y medidas de seguridad.
- Medir la zanja
- Desenrollar el cable de cobre desnudo de temple blando
- Medir el cable de cobre desnudo de temple blando
- Extender el cable de cobre desnudo de temple blando
- Encintar el cable de cobre desnudo de temple blando
- Cortar el cable de cobre desnudo de temple blando
- Enrollar el cable de cobre desnudo de temple blando cortado y medido.
- Ubicar en la zanja el cable de cobre desnudo de temple blando enrollado y medido.
- Desenrollar el cable de cobre desnudo de temple blando alrededor de toda la zanja.

Responsabilidades

Trabajadores

- Responsables de cumplir el presente procedimiento.

Capataz / Supervisores

- Autorizar el permiso de trabajo de tendido de cable y colocado en la zanja.
- No es necesario un permiso escrito.
- Responsable que el personal a cargo de la manipulación del cable de cobre y la colocación haya completado conocimientos teóricos.
- Responsable de realizar la labor de la manera adecuada, evitando los

inconvenientes en el desempeño de la labor.

Supervisor de Prevención

- Responsable de inspeccionar los espacios donde se realizarán las labores.
- Autorizar el permiso de tendido de cable en un lugar seguro y espacioso para disminuir la peligrosidad.

Equipo y materiales

Equipo

- Wincha
- Cierra manual
- Cinta aislante

Equipo de protección personal

- Casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Guantes de cuero amarillo 9 "tipo A".
- Botas de seguridad con punta de acero.
- Cinta de peligro color amarillo.
- Parantes de madera (cachacos).

Materiales

- Cable de cobre desnudo de temple blando

Recurso humano

El personal que trabaje en estas áreas tiene que estar capacitado en temas de procedimientos de tendido de cable de cobre desnudo de temple blando, utilización de las herramientas necesarias para realizar el trabajo adecuadamente.

Escenarios/peligros/riesgos de excavaciones y zanjas

- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Cortes en las manos.
- Raspaduras de la piel.

- Sobreesfuerzo.

Medidas de control en la ejecución de los trabajos

- No extender el cable cuando haya vehículos circulando.
- Evitar la circulación de personas en el momento del tendido de cable por el área de trabajo.

Medidas de control para el cierre del trabajo

- No dejar el cable del carrete suelto.
- Luego de colocar el cable de cobre en la zanja correspondiente, mantener remarcada el área donde se ubican las puntas de corte del cable.

4.1.3. Resistencia del conductor

Se realizaron 5 pozos a tierra que se encuentran conectados a malla que se encuentra extendida alrededor de toda la planta, la resistencia eléctrica de una persona es aproximadamente de 20 ohmios por ellos se aterran los equipos eléctricos por fallas de instalaciones de los equipos y así evitar electrocución.

Tabla 3: Resistencia del conductor

Conductor	ρ_{20° ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	L(m)	S(mm²)	R(Ω)
Cobre	0,01786	3	0,021	2,55
Cobre	0,01786	3	0,020	2,67
cobre	0,01786	3	0,021	2,55
cobre	0,01786	3	0,022	2,43
cobre	0,01786	3	0,022	2,43

4.1.1. Resistencia de contacto

La resistencia de contacto es la resistencia al flujo de corriente, debido a las condiciones de la superficie y otras causas, cuando los contactos se tocan entre sí (en el estado cerrado del dispositivo). Esto puede ocurrir entre contactos de:

- Interruptores

- Contactores
- Relés
- Interruptores
- Conectores
- Otros dispositivos de conmutación

La medición de la resistencia de contacto ayuda a identificar la corrosión por fricción de los contactos y permite diagnosticar y prevenir la corrosión por contacto. El aumento de la resistencia de contacto puede causar una caída de alto voltaje en el sistema, que debe controlarse.

(Corrosionpedia, s.f) explica la *resistencia de contacto*

La prueba de resistencia de contacto eléctrico se utiliza para dispositivos de conmutación, uniones de cables y otras conexiones. Puede medir la caída de voltaje o la resistencia ofrecida por los contactos o la resistencia de las uniones o conexiones.

Esta prueba detecta la resistencia en el nivel de mili-ohmios o en el nivel de micro-ohmios.

La medición de la resistencia de contacto se realiza para garantizar que los contactos de interrupción automática del contactor estén en buenas condiciones. En el caso de conexiones y uniones de piezas portadoras de corriente, la prueba puede:

- Identificar conectores sueltos.
- Mostrar áreas de caída de alto voltaje en el sistema.
- Indica baja estanqueidad en uniones atornilladas.
- Indicar superficies corroídas de barras colectoras.

La corrosión por contacto conduce a:

- Pérdida de potencia
- Generación de calor
- Pérdida de la capacidad del contacto
- No interrumpir la corriente cuando sea necesario

Estos problemas pueden conducir a fallas importantes en los motores conectados.

La corrosión por fricción a altas temperaturas es una de las causas de falla de contacto que resulta en una alta resistencia de contacto. Se utilizan diferentes recubrimientos de superficie y otros tratamientos para mejorar la resistencia a la corrosión de las superficies de contacto y las puntas de contacto.



Figura 3: Soldadura exotérmica de malla

4.1.2. Resistencia del terreno

Antes de realizar una excavación primero realizar un estudio de suelo , para identificar el tipo de suelo donde se va a trabajar :

Tipos de Suelos:

Suelo arenoso: Es ligero, cálido, seco y tiende a ser ácido y bajo en nutrientes.

Los suelos arenosos a menudo se conocen como suelos ligeros debido a su alta proporción de arena y poca arcilla (la arcilla pesa más que la arena). Estos suelos tienen un drenaje rápido del agua y son fáciles de trabajar. Son más rápidos de calentar en primavera que los suelos arcillosos, pero tienden a

secarse en verano y sufren pocos nutrientes que son eliminados por la lluvia. La adición de materia orgánica puede ayudar a dar a las plantas un aumento adicional de nutrientes al mejorar la capacidad de retención de nutrientes y agua del suelo.

Suelo arcilloso: son suelos pesados que se benefician de los nutrientes altos. Los suelos arcillosos permanecen húmedos y fríos en invierno y se secan en verano. Estos suelos están hechos de más del 25 por ciento de arcilla, y debido a los espacios que se encuentran entre las partículas de arcilla, los suelos arcillosos contienen una gran cantidad de agua. Debido a que estos suelos se drenan lentamente y tardan más en calentarse en verano, combinados con el secado y agrietamiento en verano, a menudo pueden hacer pruebas a los jardineros.

Suelo limoso: Son suelos retenidos por la luz y la humedad con un alto índice de fertilidad. Como los suelos limosos se comprometen con partículas de tamaño mediano, se drenan bien y mantienen la humedad bien. Como las partículas están bien, pueden compactarse fácilmente y son propensas a lavarse con la lluvia. Al agregar materia orgánica, las partículas de limo se pueden unir en grupos más estables.

Suelo de turba: Son altos en materia orgánica y retienen una gran cantidad de humedad. Este tipo de suelo se encuentra muy raramente en un jardín y, a menudo, se importa a un jardín para proporcionar una base de suelo óptima para la siembra.

Suelo de tiza: Puede ser ligero o pesado, pero siempre altamente alcalino debido al carbonato de calcio o cal dentro de su estructura. Como estos suelos son alcalinos, no soportarán el crecimiento de plantas ericáceas que requieren suelos ácidos para crecer. Si un suelo calcáreo muestra signos de bultos blancos

visibles, no se pueden acidificar y los jardineros deben resignarse a elegir solo las plantas que prefieren un suelo alcalino.

Suelo franco: es una mezcla de arena, limo y arcilla que se combinan para evitar los efectos negativos de cada tipo. Estos suelos son fértiles, fáciles de trabajar y proporcionan un buen drenaje. Dependiendo de su composición predominante pueden ser franco arenosos o arcillosos. Como los suelos son un equilibrio perfecto de las partículas del suelo, se considera que son los mejores amigos de los jardineros, pero aún así se benefician de la adición de materia orgánica adicional.



Figura 4: Terreno excavado para extender malla

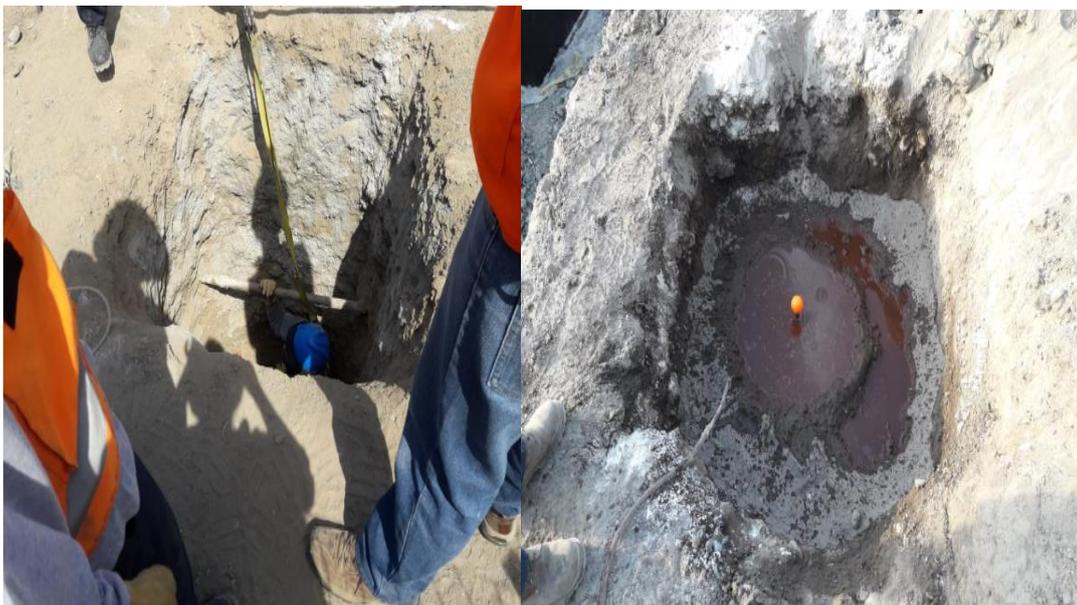


Figura 5: Pozo a tierra

4.2. Resistividad eléctrica

Resistividad de los 5 pozos ubicados en la planta de incubación segunda nave de Redondos S.A. siempre será del cobre puesto que es el único material que se utiliza para toda la conexión siendo uno de ellos mejores conductores de energía eléctrica y a costo accesibles, la conexiones se realizan con soldaduras exotérmicas para no incurrir en un deficiente contacto.

Según la formula desglosa debe cumplir:

$$\rho (\Omega.\text{mm}^2/\text{m})= (R(\Omega)* S(\text{mm}^2))/ L(\text{m})$$

Tabla 4. Resistividad del cobre

Conductor	R(Ω)	S(mm ²)	L(m)	ρ (Ω.mm ² /m)
Cobre	2,55	0,021	3	0,01785
Cobre	2,67	0,020	3	0,01780
cobre	2,55	0,021	3	0,01785
cobre	2,43	0,022	3	0,01782
cobre	2,43	0,022	3	0,01782

Por lo tanto, podemos afirmar que las resistividad es baja y muy confiables para operar las máquinas de incubación en las plantas, también decimos que los equipos se encuentran aterrados en condiciones adecuadas.

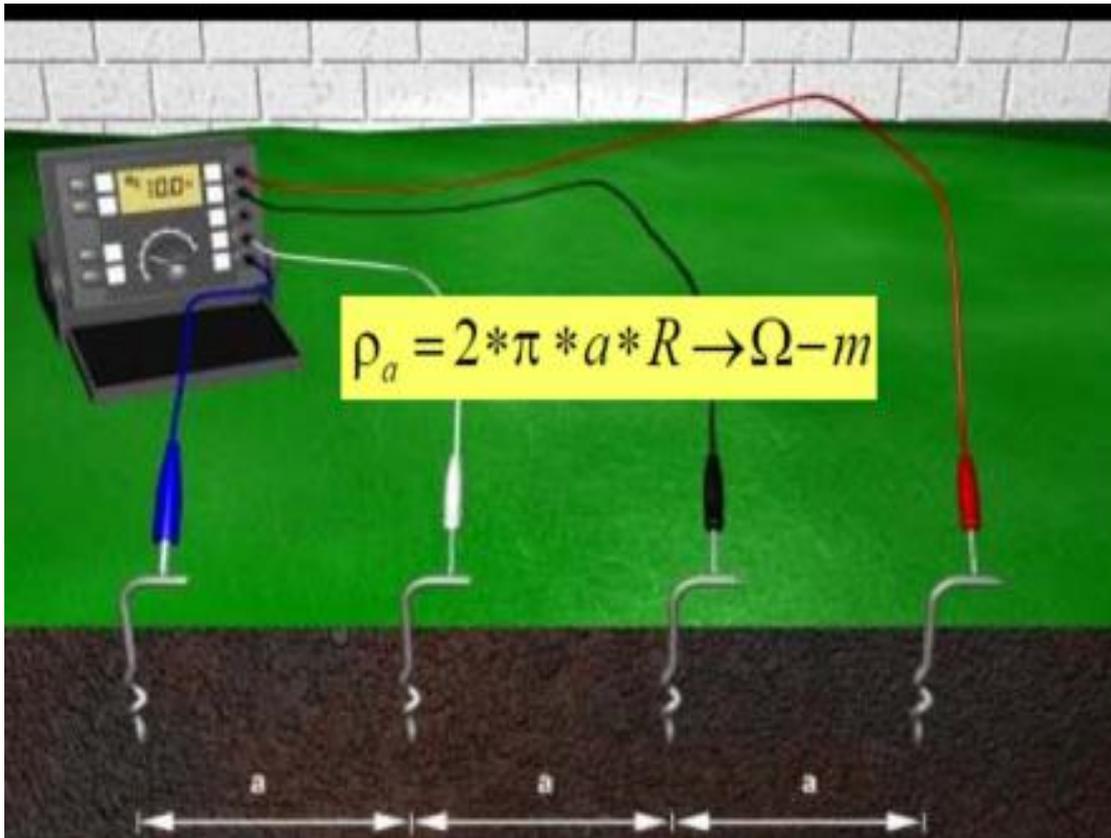


Figura 6: Medida con equipo en campo

4.3. Resultados metodológicos

4.3.1. Validez del instrumento

Se busca dar la validez respectiva al instrumento empleado en la presente investigación (sistema puesta a tierra y resistividad), (Ver Anexo 2), por medio de los juicios de expertos, donde se busca que mediante el criterio de nuestros expertos califique el contenido del instrumento empleado. Siendo, los expertos seleccionados los siguientes:

Experto 1: Ing. Ananías Huamán Duran

Experto 2: Ing. Elías Requena Soto

Las calificaciones para los criterios de validación, que se mencionan en la hoja de juicio de experto (Ver Anexo 3), respecto al contenido del instrumento, se muestran en la tabla.

Tabla 5
Calificación de los expertos

Expertos	Calificación de la Validez	Calificación en porcentaje	Validez general
Ing. Ananías Huamán Duran	14	88%	91%
Ing. Elías Requena Soto	15	94%	

Con una validez general de 91% según la escala de validez el instrumento tiene una excelente validez, de acuerdo al criterio de los expertos.

Tabla 6
Escala de validez de instrumento

Escala	Indicador
0,00 - 0,53	Validez nula
0,54 - 0,64	Validez baja
0,65 - 0,69	Válida
0,70 - 0,80	Muy válida
0,81 - 0,94	Excelente Validez
0,95 - 1,00	Validez perfecta

Fuente: Herrera, (1998)

4.3.2. Confiabilidad del instrumento

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Estatistics 23.0 al instrumento aplicado a la muestra poblacional (12 colaboradores según muestreo censal) en la empresa Redondos S.A., se obtuvo una fiabilidad de 0,657 este instrumento estuvo conformado por 25 ítems, distribuidos en 3 dimensiones para la variable independiente (sistema de malla puesta a tierra) y 2 dimensiones para la variable dependiente (resistividad).

Tabla 7
Alpha de Cronbach aplicado al instrumento

Alpha de Cronbach	Nº de elementos
0,657	25

Esto quiere decir que el instrumento tiene una **excelente confiabilidad** según la escala de Herrera (1998), como se muestra a continuación en la tabla.

Tabla 8
Escala de confiabilidad

Escala	Indicador
0,00 - 0,53	Confiabilidad nula
0,54 - 0,64	Confiabilidad baja
0,65 - 0,69	Confiable
0,70 - 0,80	Muy confiable
0,81 - 0,94	Excelente confiabilidad
0,95 - 1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera, (1998)

4.4. Contrastación de Hipótesis cualitativa

Para la realización de la contratación de la hipótesis se empleó la data obtenida del cuestionario mantenimiento preventivo y conservación de máquinas y equipos, donde se obtuvo las respuestas, por parte de los colaboradores consignado en la muestra poblacional, a las 25 afirmaciones planteadas, contestadas según escala de Likert, siendo (1) muy en desacuerdo, (2) Algo en desacuerdo, (3) ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) algo de acuerdo, (5) muy de acuerdo. El método empleado para contrastar las hipótesis de investigación planteadas en la matriz de consistencia, fue mediante la prueba de independencia (Chi cuadrado), siendo procesada la data respectiva en el paquete estadístico SPSS Statistics 23.0.

✓ **Contrastación de hipótesis general**

H₀: El sistema malla puesta a tierra no tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, **Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.**

H₁: El sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, **Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.**

a) **Nivel de significancia:** $\alpha=0,05$

b) **Estadístico de prueba:** x^2 crítico ($gl; \alpha$)

c) **Establecer el criterio de decisión**

Se rechaza la **H₀** si: x^2 crítico $<$ x^2 calculado

Se rechaza la H_0 de independencia entonces las 2 variables son dependientes; es decir existe relación entre ambas.

d) Cálculos

Tabla de contingencia y frecuencia esperada

La tabla, consolida las respuestas del instrumento de investigación en valor cualitativo según la escala de Likert que corresponden las variables mantenimiento preventivo (X) y conservación de las máquinas y equipos (Y); así mismo consolida las frecuencias esperadas según el cálculo respectivo con la ecuación.

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n}$$

Donde:

f_e : Frecuencia esperada

f_r : Frecuencia total de una fila

f_k : Frecuencia total de una columna.

Por ejemplo, el cálculo de la frecuencia esperada para la 1 fila, 1 columna es:

$$f_e = \frac{f_r * f_k}{n} = 0,30$$

En la contrastación de la hipótesis principal (X-Y) se contrastaron todas las afirmaciones de cada una de las dimensiones de la variable independiente (15) con las afirmaciones de la variables independiente (15). Ver anexo (2).

**Tabla 9 :
Tabla de contingencia y frecuencia esperada (X-Y)**

SISTEMA MALLA PUESTA A TIERRA*RESISTIVIDAD tabulación cruzada			RESISTIVIDAD		Total
			Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	
SISTEMA	Ni de acuerdo	Recuento	3	0	3
MALLA	ni en	Recuento esperado	1,5	1,5	3,0
PUESTA	desacuerdo				
A TIERRA	De acuerdo	Recuento	3	3	6

	Recuento esperado	3,0	3,0	6,0
Muy de acuerdo	Recuento	0	3	3
	Recuento esperado	1,5	1,5	3,0
Total	Recuento	6	6	12
	Recuento esperado	6,0	6,0	12,0

Tabla 10:
Chi cuadrada (sistema malla puesta a tierra – resistividad eléctrica)

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6,000 ^a	2	,050
Razón de verosimilitud	8,318	2	,016
Asociación lineal por lineal	5,500	1	,019
N de casos válidos	12		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,50.

Grados de libertad

Para los cálculos de grados de libertad se considera la ecuación.

$$gl = (r - 1)(k - 1)$$

Donde:

gl: Grados de libertad.

r: Número de filas.

k: Número de columnas.

Por lo tanto

$$gl = (r - 1)(k - 1) = (2-1)(2-1) = 2$$

Valor crítico para el estadístico de prueba

$$x^2 \text{ crítica } (gl ; \alpha) = x^2 \text{ crítica } (gl = 2 ; \alpha = 0,05) = 5,991$$

d) Toma de decisión

Como $x^2 = 6,000^a$ es mayor a $x^2 \text{ crítica} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos H_1 a un nivel de significancia del 5%, es decir; El

sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

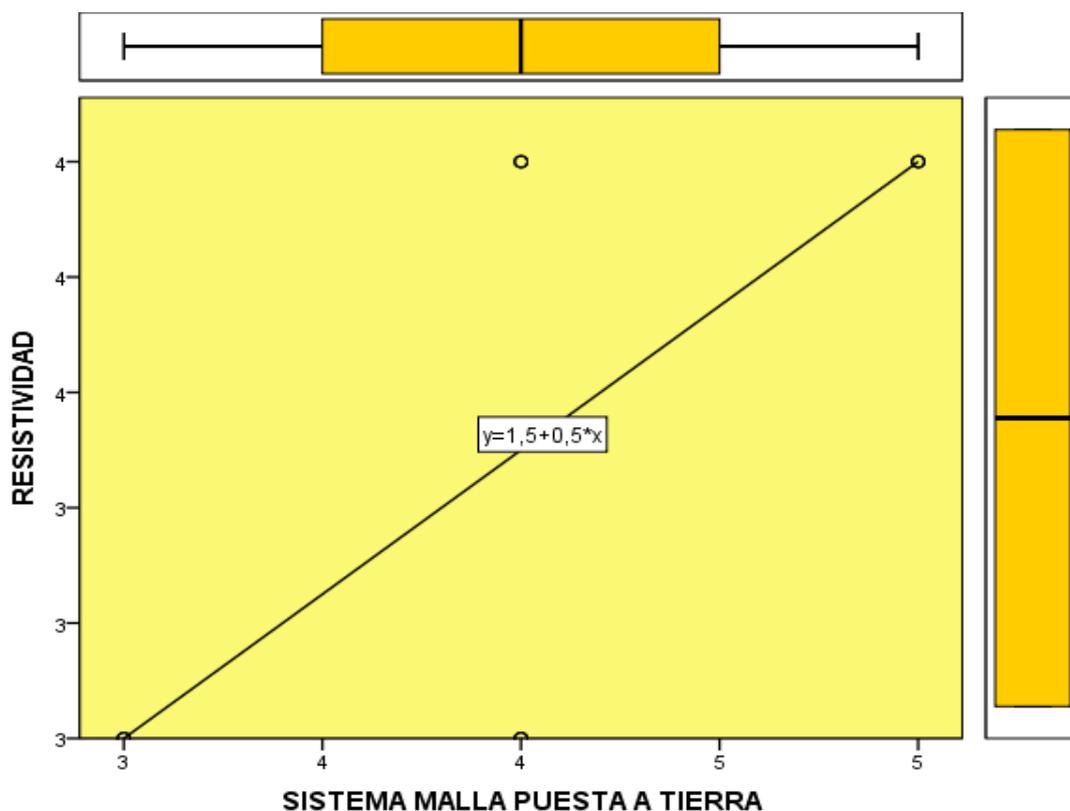


Figura 7: Grafica de la ecuación lineal de X-Y en el SSPS

✓ Contrastación de hipótesis específicos

En este apartado se desarrolló la contratación de las hipótesis específicas teniendo en cuenta la lógica de solución de la prueba de independencia Chi cuadrada de la hipótesis general, utilizando los valores cualitativos del instrumento documental (sistema de malla puesta a tierra y resistividad eléctrica) en las diferentes categorías establecidas dentro de la escala de Likert.

Resistencia de conductor (D1) – resistividad eléctrica (Y)

H₀: La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra no tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

H₁: La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

En la contrastación de las hipótesis específicas (D1-Y) se contrastaron todas las afirmaciones de la primera dimensión (resistencia de conductor) de la variable independiente (1 - 5) con las afirmaciones de la variables independiente (15). Ver anexo (2).

Tabla 11 :
Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D1- Y)
RESISTENCIA DEL CONDUCTOR*RESISTIVIDAD tabulación cruzada

		RESISTIVIDAD			
		Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Total	
RESISTENCIA DEL CONDUCTOR	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	4	1	5
		Recuento esperado	2,5	2,5	5,0
	De acuerdo	Recuento	2	1	3
		Recuento esperado	1,5	1,5	3,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	4	4
		Recuento esperado	2,0	2,0	4,0
Total	Recuento	6	6	12	
	Recuento esperado	6,0	6,0	12,0	

Valor crítico para estadístico de prueba

$$x^2 \text{ crítica } (gl ; \alpha) = x^2 \text{ crítica } (gl = 2 ; \alpha = 0,05) = 5,991$$

Tabla 12 :
Chi cuadrada (resistencia del conductor – resistividad eléctrica)

Pruebas de chi-cuadrado			Sig. asintótica (2 caras)
	Valor	gl	
Chi-cuadrado de Pearson	6,133 ^a	2	,047
Razón de verosimilitud	7,812	2	,020
Asociación lineal por lineal	5,037	1	,025
N de casos válidos	12		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,50.

Toma de decisión

Como $x^2 = 6,133^a$ es mayor a $x^2 \text{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo,

entonces rechazamos la **H₀** y aceptamos la **H₁**, a un nivel de significancia del

5%; es decir, La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

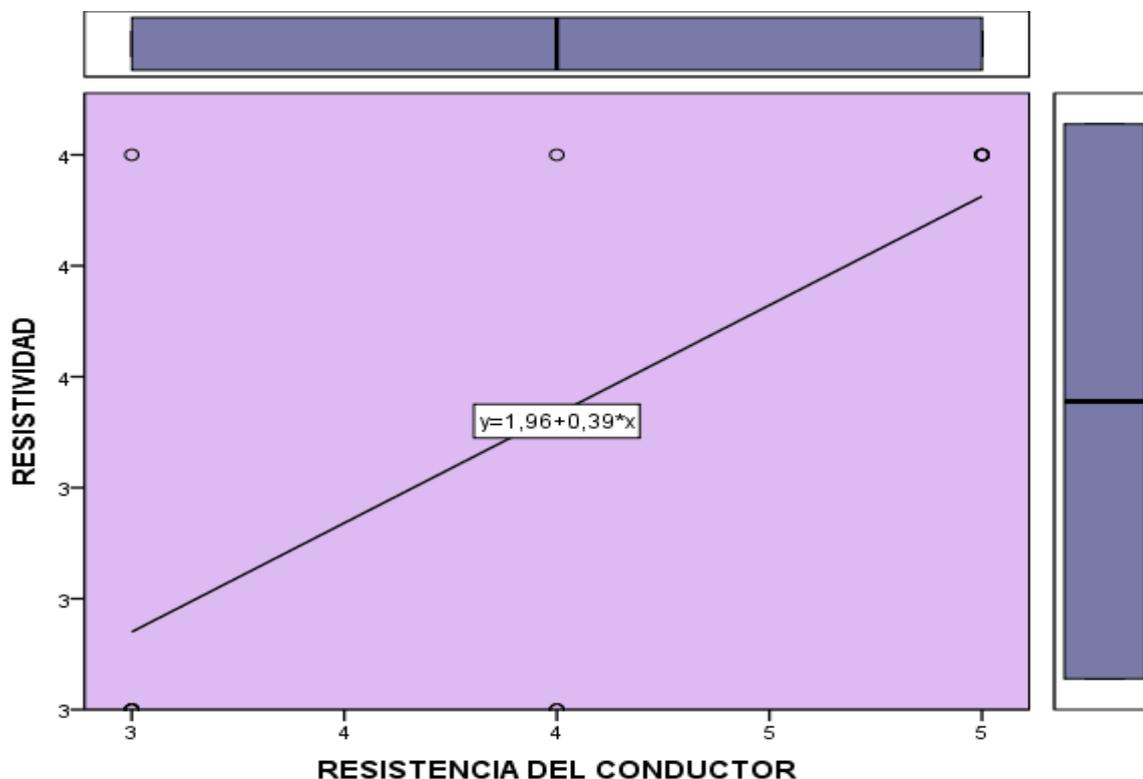


Figura 8: Grafico de la ecuación lineal de la D1-Y en el SSPS Resistencia de contacto (D2) – Resistividad eléctrica (Y)

H₀: La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra no tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

H₁: La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

En la contrastación de las hipótesis específicas (D2-Y) se contrastaron todas las afirmaciones de la segunda dimensión (condiciones de trabajo) de la variable independiente (6 - 10) con las afirmaciones de la variables independiente (15) Ver anexo (2).

Tabla 13:
Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D2-Y)

			RESISTIVIDAD		
			Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Total
RESISTENCIA DE CONTACTO	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	Recuento	3	1	4
		Recuento esperado	2,0	2,0	4,0
	De acuerdo	Recuento	3	1	4
		Recuento esperado	2,0	2,0	4,0
	Muy de acuerdo	Recuento	0	4	4
		Recuento esperado	2,0	2,0	4,0
Total	Recuento	6	6	12	
	Recuento esperado	6,0	6,0	12,0	

Valor crítico para estadístico de prueba

$$x^2 \text{ crítica } (gl ; \alpha) = x^2 \text{ crítica } (gl = 2 ; \alpha = 0,05) = 5,991$$

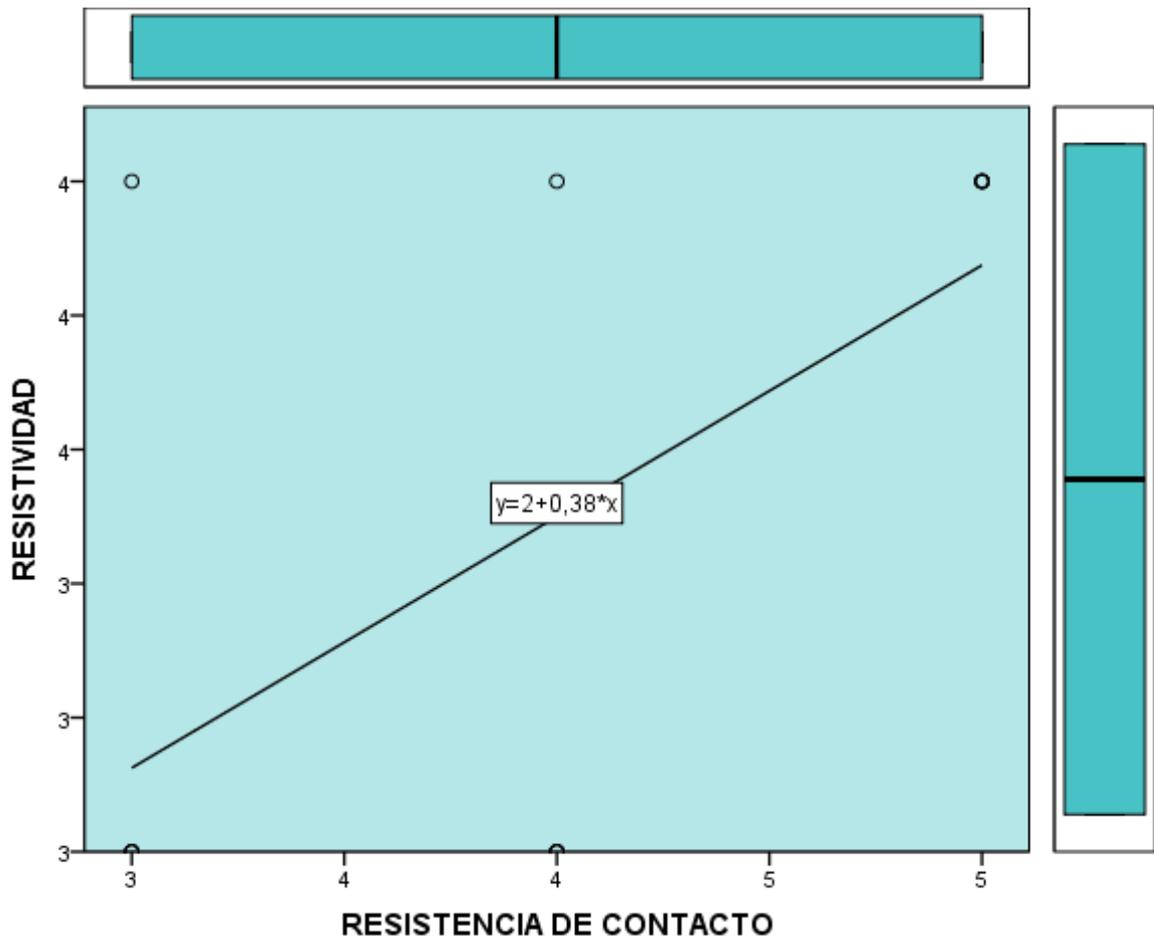
Tabla 14:
Chi cuadrada (resistencia de contacto – resistividad eléctrica)

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6,000 ^a	2	,050
Razón de verosimilitud	7,638	2	,022
Asociación lineal por lineal	4,125	1	,042
N de casos válidos	12		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 2,00.

Toma de decisión

Como $x^2 = 6,000^a$ es mayor a $x^2 \text{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.



**Figura 9: Grafico de la ecuación lineal de la D2-Y en el SSPS
Resistencia del terreno (D3) – resistividad eléctrica (Y)**

H₀: La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra no tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

H₁: La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019

En la contrastación de las hipótesis específicas (D3-Y) se contrastaron todas las afirmaciones de la tercera dimensión (resistencia del terreno) de la variable independiente (11 - 15) con las afirmaciones de la variables independiente (15).
Ver anexo (1).

Tabla 15:

Tabla de contingencia y frecuencia esperada (D3-Y)

			RESISTIVIDAD		Total
			Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	
RESISTENCIA DEL TERRENO	Ni de acuerdo	Recuento	3	0	3
	ni en desacuerdo	Recuento esperado	1,5	1,5	3,0
	De acuerdo	Recuento	2	1	3
		Recuento esperado	1,5	1,5	3,0
	Muy de acuerdo	Recuento	1	5	6
		Recuento esperado	3,0	3,0	6,0
Total	Recuento	6	6	12	
	Recuento esperado	6,0	6,0	12,0	

Valor crítico para estadístico de prueba

$x^2 \text{ crítica } (gl ; \alpha) = x^2 \text{ crítica } (gl = 2 ; \alpha = 0,05) = 5,991$

**Tabla 16 : Chi cuadrada (resistencia del terreno – resistividad eléctrica)
Chi cuadrada (resistencia del terreno – resistividad eléctrica)**

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	6,000 ^a	2	,050
Razón de verosimilitud	7,410	2	,025
Asociación lineal por lineal	5,444	1	,020
N de casos válidos	12		

a. 6 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,50.

Toma de decisión

Como $x^2 = 6,000^a$ es mayor a $x^2 \text{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra tiene relación

con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

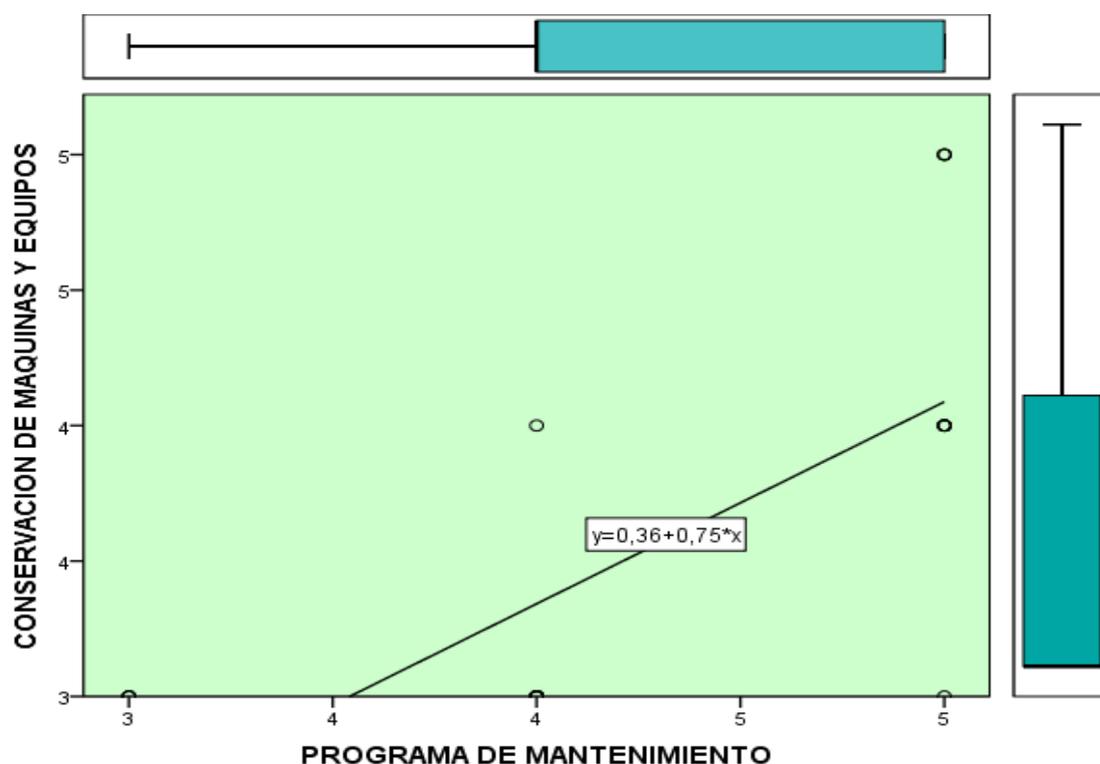


Figura 10: Grafico de la ecuación lineal de la D3-Y en el SSPS

Capítulo v: Discusión, Conclusión y Recomendación

5.1. Discusión

✓ Ordoñez N. (2010), El efecto de acoplamiento disminuye cuando la medición se realiza a 90. A mayor distancia, mayor es el efecto de acoplamiento. La medición de la resistencia de la malla a 90 garantiza una buena medición que se acerca a la realidad, disminuyendo errores en la medición, utilizando menores distancias de medición. Para resistividades del terreno menores que 130 Ω -m, considerar un acoplamiento de 0.075 Ω por cada 100 metros de medición. Para resistividades del terreno mayores que 130 Ω -m, considerar un acoplamiento de 0.1 Ω por cada 100 metros de medición. Resultados similares obtuvimos en nuestra investigación puesto que el sistema malla puesta a tierra en la planta de incubación segunda nave de Redondos S.A. puesto que solicitan según reglamento 20 Ω y ellos solicitan 10 Ω pero nosotros obtuvimos con el telurómetro 6 Ω lo cual tiene una excelente resistencia.

✓ Gómez A. (2010), Mediante la elaboración de este proyecto de tesis se presentó una formulación de procedimientos claros y sencillos para el análisis diseño y construcción de puestas a tierra, basado tanto en los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de formación superior y en función de la aplicabilidad de las normas IEEE, a fin de establecer los criterios, metodología, procesos y especificaciones que se debe seguir. También nos permite establecer un orden de prioridades para la corrección de los problemas. En general nos dan un panorama para prevenir fallas y accidentes, a un costo mucho menor que el que se hace para corregir los problemas después de que causaron destrozos a la propiedad. Con la aplicación de las correspondientes dosificaciones de gel al terreno para disminuir su resistividad, a lo largo de este estudio y mediante la práctica constructiva, se comprobó que influye de manera notable y positiva en los resultados finales ya que se obtiene una disminución del 60% de la resistencia de puesta a tierra final, con respecto al mismo caso pero con el terreno no tratado químicamente. Resultados similares obtuvimos en nuestra investigación para la resistencia del conductor de los 5 pozos los cuales calculamos las siguientes resistencias: pozo 1 siendo 2,55 Ω , pozo 2 siendo 2.67 Ω , pozo 2 siendo 2.55 Ω , pozo 3 siendo 2.43 Ω , pozo 4 siendo 2.43 Ω .

Ajín M. (2012), Un sistema de puesta a tierra de una subestación eléctrica mantiene las conexiones a estructuras y equipos por medio de conductores de cobre de forma permanente. En distintos puntos de la subestación Guatemala Este se cuenta con registros de monitoreo para mostrar el deterioro de la malla de cobre. Estos registros también son utilizados para conexiones futuras hacia electrodos verticales o hacia nuevas estructuras. Las mediciones realizadas en el suelo de la subestación Guatemala Este mostraron que la resistividad es homogénea, por lo que el diseño teórico de la puesta a tierra propuesto, es por el método de una capa de tierra. Los cálculos realizados son para subestaciones convencionales y las ecuaciones utilizadas

son para áreas cuadradas o rectangulares. Resultados similares obtuvimos en nuestra investigación puesto que el material que se utilizó es de cobre siendo su ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)= 0.01786 y con los agregados de llenado de pozo a tierra con sus componentes (tierra de chacra, bentonita, sal de mar, thorgel) en 3 metros de profundidad.

✓ Weingartner R. (2017), El alambre de nicromo resulta eficiente como calefactor para el control de temperatura. Resulta conveniente elegir una longitud equivalente a una resistencia de, por lo menos, 30Ω . A los valores de resistencia obtenidos mediante el programa de medición de resistividad eléctrica por la técnica de vander Pauw se les debe estimar el error de medida cuando los contactos no están en la periferia de la muestra y así poder decidir si se requiere de realizar una corrección de la medida o si el error es lo suficientemente pequeño para ignorarlo. Para evitar errores en la medida mayores al 1 %, los contactos deben colocarse lo más cercano posible a las esquinas de la muestra. A 300K, la muestra tiene una resistividad de $3799\Omega \cdot \text{cm}$ y una concentración de impurezas de, aproximadamente, $2.9 \times 10^{12} \text{cm}^{-3}$. Resultados similares obtuvimos en nuestra investigación puesto que la resistencia del terreno es de mayor consistencia puesto que es un terreno de tipo B es rellenado por suministros para disminuir la resistencia y así obtener mayor prevención evitando causar electrocución.

5.2. Conclusión

Conclusión general

El modelo de investigación que explica la relación del sistema malla puesta a tierra y resistividad eléctrica en la empresa de Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019, es:

Resistividad eléctrica = 1,5 + 0,5 (sistema malla puesta a tierra)

Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 6,000^a$ es mayor a $\chi^2 \text{ crítica} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos H_1 a un nivel de significancia del 5%, es decir; El sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, **Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.**

Conclusiones específicas

1) Conclusión para la dimensión D1 (resistencia del conductor)

El modelo de investigación que explica la relación de resistencia del conductor y resistividad eléctrica en la empresa de Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019, es:

Resistividad eléctrica = 1,96 + 0,39 (resistencia del conductor)

Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 6,133^a$ es mayor a $\chi^2 \text{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, **Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.**

2) Conclusión para la dimensión D2 (resistencia de contacto)

El modelo de investigación que explica la relación de resistencia del conductor y resistividad eléctrica en la empresa de Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019, es:

$$\textit{Resistividad eléctrica} = 2 + 0,38 (\textit{resistencia de contacto})$$

Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 6,133^a$ es mayor a $\chi^2 \textit{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

3) Conclusión para la dimensión D3 (resistencia del terreno)

El modelo de investigación que explica la relación de resistencia del conductor y resistividad eléctrica en la empresa de Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019, es:

$$\textit{Resistividad eléctrica} = 1,36 + 0,75 (\textit{resistencia del terreno})$$

Al aplicar la prueba de hipótesis chi cuadrada a los resultados cualitativo se obtiene que $\chi^2 = 6,133^a$ es mayor a $\chi^2 \textit{ crítico} = 5,991$ y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la H_0 y aceptamos la H_1 , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.

5.3. Recomendación

- ✓ Se recomienda que el sistema malla puesta a tierra para disminuir la electricidad que tiene contacto con la carcasa de los equipos y facilitar al operario la manipulación de los equipos eléctricos.
- ✓ Recomendamos que la resistencia del conductor sea el menor posible de manera que no se pueda electrocutar.
- ✓ Recomendamos que la resistencia de contacto sea del material cobre, plata, otro etc, para tener mejor circuito y aterrizar los equipos de incubación
- ✓ Recomendamos que la resistencia del terreno se llene de la manera adecuada mezclada con bentonita y sal marina también se puede adicionar cemento conductivo.

Capítulo V: Referencias bibliográficas

5.1. Fuentes bibliográfica

- Ajín, M. (2012). *Análisis el sistema de puesta a tierra de la subestación Guatemala este*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Arrubarrena, M. (2010). *Caracterizacion de un sitio contaminado por hidrocarburos usando tomografías de resistividad eléctrica*. Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Barrera, J. (2015). “ *Empleo del método geofísico Tomografía de Resistividad Eléctrica para la ubicación de un sitio de recarga de acuífero en Xochimilco .*” Universidad Nacional Autonoma de Mexico.
- Carmona, P. (2014). *Introducción resistividad*. (J. Zapata, Ed.) (Mexico D.F). Europa.
- Copelo, J. (2015). *Resistencia eléctrica*. (J. Cantares, Ed.) (alfaomega). Madrid.
- Cordova, I. (2012). *Proyectos de investigacion cientifica* (San Marcos). Lima.
- Crisostomo, C. (2014). *Sistema puesta a tierra menor a 02 ohmios para proteccion de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras*. Universidad Nacional de Huancavelica.
- Gómez, A. (2010). *Diseño y construcción de puestas a tierra para el Colegio Técnico Industrial Gualaceo, basado en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de a IEEE*. Universidad Politecnica Salesiana.
- Herrera, J. (2013). *Cálculo de la malla de puesta a tierra de una subestación*. (A. Barrerto, Ed.) (Alfaomega). Madrid.
- Huisa, C. (2017). *Aplicacion de los metodos de resistividad multielectrodo - georadar y su molelizacion 2d para caracterizar el subsuelo en la ampliacion del terminal portuario general San Martin region Ica*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.
- Mirada, J. (2006). *Resistividad eléctrica en función de la deformación plástica de la aleación de cobre con aluminio*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ordoñez, N. (2010). *Minimizacion del efecto de acoplamiento de medicion de resistencia de puesta a tierra en una malla de una sub estacion eléctrica en zonas urbanas*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Qqueshuayllo, W. (2005). *Diseño y ejecucion de una puesta a tierra de baja resistencia*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

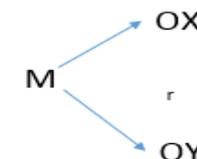
- Redondo, F. (2010). *Concepto de resistencia eléctrica*.
- Reyes, R. (2011). *Polarización inducida y resistividad eléctrica aplicados en la prospección minera*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Rodríguez, J. (2017). *Variación térmica de la resistividad eléctrica en nuevos materiales metálicos: compuestos de tierras raras y aleaciones amorfas*. Universidad de Cantabria.
- Rojas, E. (2009). *Puesta a tierra remota en centrales de generación*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Rojas, G. (2015). Manual de sistema de puesta a tierra.
- Sampieri, R. (2014). *Sesión 6 Hernández Sampieri Metodología de la investigación 5ta Edición*. (M. T. Catellanos, Ed.) (Mc Grw Hil). Mexico D.F. <https://doi.org/-ISBN-978-92-75-32913-9>
- Saona, F. (2008). Medidas de resistividad eléctrica del suelo, 1–20.
- Serway, R. (2016). *Corriente Eléctrica y Resistencia*. (F. Camarena, Ed.) (Pearson SA). Europa.
- Vallejos, L. (2008). *Proyecto de electrodo de puesta a tierra terrestre para sistema HVDC*. Universidad de Chile.
- Vega, J. (2004). Prueba de resistencia de contactos, (777), 1–17.
- Villacres, P. (2011). *Diseño e implementación del sistema de protecciones eléctricas y de seguridad en el laboratorio de pruebas de equipos a 15Kv*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Weingartner, R. (2017). *Implementación de un sistema de medición de resistividad eléctrica de películas delgadas semiconductoras a bajas temperaturas*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXO

Anexo 1: Matriz de consistencia

SISTEMA MALLA PUESTA A TIERRA Y RESISTIVIDAD ELECTRICA DE LA PLANTA DE INCUBACION, REDONDOS S.A. SUPE – BARRANCA, 2019.

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variable	Dimensión	Indicador	Metodología
¿Cuál es la relación existente entre el sistema malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?	Determinar la relación entre el sistema malla puesta a tierra y la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	El sistema malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, redondos s.a. supe – barranca, 2019.		D1: Resistencia del conductor (que conecta los equipos a la malla de tierra). D2: Resistencia de contacto (entre la malla y el terreno). D3: Resistencia del terreno (donde se ubica la malla)	D1.1. Cuestionario de ítems 0 hasta ítems 5 D2.1. Cuestionario de ítems 6 hasta ítems 10 D3.1. Cuestionario de ítems 11 hasta ítems 15	TIPO, según su : <ul style="list-style-type: none"> • Finalidad, aplicada • Alcance temporal, longitudinal • Profundidad, descriptiva. • Carácter de medida, cualitativa.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos				
1 ¿Cuál es la relación existente entre la resistencia del conductor de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?	Determinar la relación existente entre la resistencia del conductor de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	La resistencia del conductor de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	Variable independiente "X": Sistema malla puesta a tierra			
2 ¿Cuál es la relación existente entre la resistencia de contacto de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?	Determinar la relación existente entre la resistencia de contacto de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	La resistencia de contacto de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	Variable dependiente "Y": Resistividad		d1.1. Sección transversal d1.2. Resistencia	
¿Cuál es la relación existente entre la resistencia del terreno de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019?	Determinar la relación existente entre la resistencia del terreno de la malla puesta a tierra y resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.	La resistencia del terreno de la malla puesta a tierra tiene relación con la resistividad eléctrica de la planta de incubación, Redondos S.A. Supe – Barranca, 2019.			d2.2. Cuestionario de ítems 21 hasta ítems 25	



Donde:
M: Muestra
Ox: Observación de la variable 1 (v1)
Oy: Observación de la variable 2 (v2)
r: coeficiente de correlación
Diseño: será de tipo no experimental.
Enfoque: cualitativo, se utilizará los datos obtenidos del trabajo de las encuestas.
población=12
muestra=12

II. RESISTENCIA DEL CONTACTO. - Califique usted cada pregunta del 1 al 5.

		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
06	es la resistencia al flujo de corriente en las conexiones eléctricas, debido a las condiciones superficiales en la unión					
07	la prueba de resistencia de contacto mide la resistencia de las conexiones eléctricas en interruptores, relés, juntas, conectores, etc					
08	Es importante ya que una alta resistencia de contacto produce mayores pérdidas, menor corriente					
09	Asegura mediciones más precisas mediante la eliminación de las resistencias propias de los cables de prueba.					
10	eliminan los posibles errores debidos a efectos térmicos EMF (pequeñas tensiones o pares termoelectrónicos generados cuando se unen dos metales diferentes) en las conexiones					

III. RESISTENCIA DEL TERRENO. - Califique usted cada pregunta del 1 al 5.

		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
11	Se basa en medir la oposición que ofrece un suelo a ser punzonado a diferentes profundidades					
12	Es la capacidad que tiene de soportar las cargas que se le apliquen sin deformarse.					
13	La determinación de la resistencia del suelo donde se va a asentar es fundamental para garantizar que el suelo pueda soportar el peso de la construcción sin ningún tipo de deformación,					
14	Si un cuerpo pesado cae en tierra con alguna violencia, la zona inmediata al choque percibirá una sacudida cuya será mayor cuanto menor sea la capacidad de resistencia del terreno a ensayar					
15	Si el terreno es compacto y duro, el agua permanecerá inmóvil, si el terreno es poco consistente el agua se agitará por la vibración que le comunica el terreno					

RESISTIVIDAD ELECTRICA

Sección transversal	Resistencia
(16 al 20)	(21 al 25)

I. SECCION TRANSVERSAL. - Califique usted cada pregunta del 1 al 5

		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
01	Para un alambre con corte transversal está determinada por el tipo de material					
02	En el área de la sección transversal se mide la resistividad de la electricidad					
03	Para obtener una mejor resistividad los factores influyen en el sistema					
04	la longitud que posee el material y el área de su sección transversal constituyen la resistividad					
05	el área de su sección transversal apoya a calcular la resistividad eléctrica de una determinada descarga a tierra					

I. RESISTENCIA. - Califíquese usted cada pregunta del 1 al 5

		Calificación				
N°	Ítems	1	2	3	4	5
11	Es la oposición a que fluya la carga eléctrica					
12	Un material con una resistividad eléctrica alta es un aislante eléctrico					
13	Un material con una resistividad eléctrica baja es un buen conductor eléctrico					
14	para un conductor dado a una temperatura determinada, la resistividad se puede calcular a raíz de la constante de proporcionalidad.					
15	La constante de proporcionalidad es una propiedad del material llamada resistividad.					

Anexo 3. Juicio de expertos

SISTEMA MALLA PUESTA A TIERRA Y RESISTIVIDAD ELECTRICA DE LA PLANTA DE INCUBACION, REDONDOS S.A. SUPE – BARRANCA, 2019.

Instrucción: Luego de analizar y cotejar el instrumento de Investigación “ SISTEMA MALLA PUESTA A TIERRA Y RESISTIVIDAD ELECTRICA DE LA PLANTA DE INCUBACION, REDONDOS S.A. SUPE – BARRANCA, 2019.”

con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que en base a su **Criterio y Experiencia Profesional**, valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda:

CRITERIO	CALIFICACIÓN	INDICADOR
SUFICIENCIA: Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de ésta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no corresponden con la dimensión total.
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión complementaria.
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes.
CLARIDAD: El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de las mismas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA: El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Calificación de los Ítems del Cuestionario:

Criterio de Validez	Puntuación				Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4		
Suficiencia						
Claridad						
Coherencia						
Relevancia						
Total Parcial						
TOTAL						

Puntuación:

De 4 a 6: No válida, reformular

De 10 a 12: Válido, mejorar

De 7 a 9: No válido, modificar

De 13 a 16: Válido, aplicar

Apellidos y Nombres	
Grado Académico	
Registro CIP	

Firma

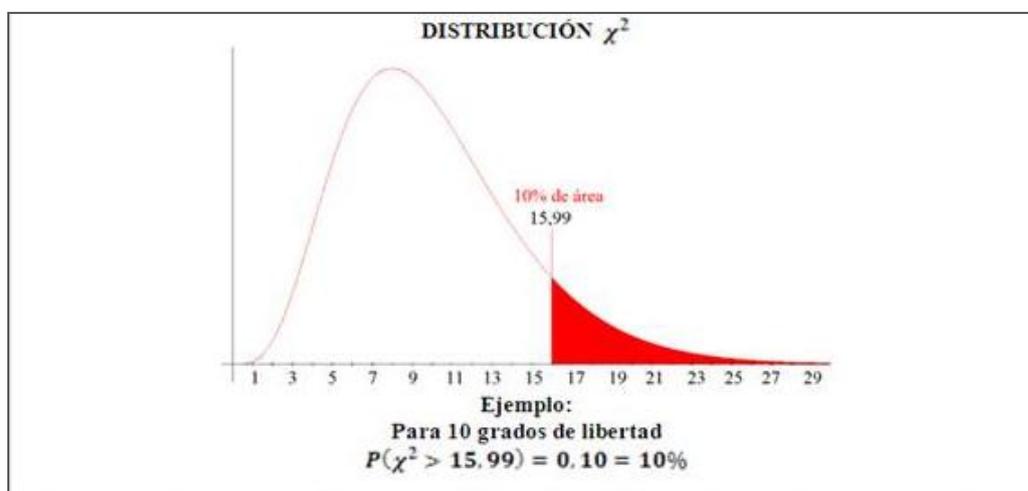
Anexo 4: Panel fotográfico

PANEL FOTOGRAFICO





Anexo 5: Valores de chi cuadrada



	0,995	0,990	0,975	0,950	0,900	0,750	0,500	0,250	0,100	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,000	0,000	0,001	0,004	0,016	0,102	0,455	1,323	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	0,575	1,386	2,773	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	1,213	2,366	4,108	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	1,923	3,357	5,385	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	2,675	4,351	6,626	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	3,455	5,348	7,841	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	4,255	6,346	9,037	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	5,071	7,344	10,219	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	5,899	8,343	11,389	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	6,737	9,342	12,549	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	7,584	10,341	13,701	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	8,438	11,340	14,845	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300

Anexo 6: Panel fotográfico del SPSS

encuesta p7sav.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	edad	Cadena	3	0	Edad	{a, 18-25}...	Ninguna	3	Izquierda	Nominal	Entrada
2	instr	Cadena	3	0	Nivel de Instrucción	{a, primaria}...	Ninguna	3	Izquierda	Nominal	Entrada
3	exper	Numérico	2	0	Tiempo de experiencia en la empresa	Ninguna	Ninguna	3	Derecha	Nominal	Entrada
4	p1	Numérico	1	0	Las medidas de resistencia eléctrica del subsuelo son h...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
5	p2	Numérico	1	0	Su finalidad es detectar y localizar cuerpos y estructuras...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
6	p3	Numérico	1	0	El método consiste en la inyección de corriente continua...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
7	p4	Numérico	1	0	Los cables conductores ofrecen resistencia al paso de la...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
8	p5	Numérico	1	0	Los conductores tienen resistividades del orden de 10-8...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
9	p6	Numérico	1	0	es la resistencia al flujo de corriente en las conexiones e...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
10	p7	Numérico	1	0	la prueba de resistencia de contacto mide la resistencia...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
11	p8	Numérico	1	0	Es importante ya que una alta resistencia de contacto pr...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
12	p9	Numérico	1	0	Asegura mediciones más precisas mediante la eliminaci...	{1, Muy en ...	Ninguna	1	Derecha	Escala	Entrada
13	p10	Numérico	1	0	eliminan los posibles errores debidos a efectos térmicos...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
14	p11	Numérico	1	0	Se basa en medir la oposición que ofrece un suelo a ser...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
15	p12	Numérico	1	0	Es la capacidad que tiene de soportar las cargas que se...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
16	p13	Numérico	1	0	La determinación de la resistencia del suelo donde se va...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
17	p14	Numérico	1	0	Si un cuerpo pesado cae en tierra con alguna violencia, l...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
18	p15	Numérico	1	0	Si el terreno es compacto y duro, el agua permanecerá...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
19	P16	Numérico	1	0	Para un alambre con corte transversal esta determinada...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
20	P17	Numérico	1	0	En el área de la sección transversal se mide la resistiv...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
21	P18	Numérico	1	0	Para obtener una mejor resistividad los factores influyen...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
22	P19	Numérico	1	0	la longitud que posee el material y el área de su sección...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
23	P20	Numérico	1	0	el área de su sección transversal apoya a calcular la res...	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada
24	P21	Numérico	1	0	Es la oposición a que fluya la carga eléctrica	{1, Muy en ...	Ninguna	2	Derecha	Escala	Entrada

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode ON

11:42 23/04/2019

encuesta p7sav.sav [Conjunto_de_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

15: p13

	edad	instr	exper	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25
1	a	c	2	4	5	4	5	4	3	5	2	4	4	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	3	3	2	3	4
2	b	d	3	5	5	4	5	5	5	5	5	4	3	4	5	3	4	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5
3	c	c	4	4	5	4	4	5	4	2	2	5	4	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	3	5	4
4	b	d	3	5	2	2	5	2	3	5	2	4	5	5	5	3	5	5	5	2	2	3	5	2	3	5	2	5
5	b	c	2	4	5	5	5	5	5	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	5	4	5	5	3	2	2	3	5
6	c	c	3	3	5	2	4	4	5	3	4	5	5	2	5	5	5	5	3	5	2	4	4	2	1	2	3	2
7	d	c	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	4	2	4	4	5	5	4	5	2	2	3	2	5
8	c	d	3	4	5	5	5	4	5	3	4	5	2	3	3	2	5	5	5	2	3	2	3	3	2	2	3	5
9	d	d	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	5	2	5	2	3	5	5	4	3	5	5	3	2	3	3	2
10	b	d	5	4	4	3	4	5	5	2	3	5	5	3	2	5	5	3	5	5	5	5	3	2	1	1	2	2
11	b	b	2	4	3	4	4	5	3	5	2	4	4	2	2	5	5	3	5	5	3	4	5	2	2	2	2	4
12	d	c	4	4	5	3	2	5	5	2	3	4	4	2	5	2	5	2	4	4	3	2	5	2	3	3	2	4

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ON | H: 504, W: 629 pt

11:43 23/04/2019

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ON | H: 504, W: 629 pt

11:43 23/04/2019

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ON | H: 504, W: 629 pt

11:44 23/04/2019

IBM SPSS Statistics Processor está listo | Unicode ON | H: 504, W: 629 pt

11:44 23/04/2019