



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MECÁNICA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



SEGURIDAD DE LOS CIRCUITOS DE PROTECCIÓN
ELÉCTRICOS PARA REDUCIR EL PELIGRO EN HUMANOS Y
EQUIPOS ELÉCTRICOS EN LAS ESCUELAS PROFESIONALES
DE LA UNA, PUNO - 2021

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JOSE LUIS ARAUCANO PAREDES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

Dedico esta tesis, a mis padres que siempre estuvieron allí para mí, a mi mama Regina que con su apoyo siempre me condujo por el buen camino y a mi papa Eugenio Araucano que desde el cielo guía mis pasos y me cuida mientras continuo mi camino en esta vida.

A mi novia Raisa que sin su ayuda y sus constantes ánimos me ayudo a continuar y no rendirme.

A mi hermanita Jessica, a mi cuñado Iván y mi sobrina Micaela que siempre estuvieron allí apoyándome.

Al Mg. Marco Antonio Quispe Barra que gracias a sus conocimientos compartidos, su asesoramiento y sus valiosas aportaciones me ayudo a crecer como persona y como profesional”

A los docentes de la escuela profesional de Ingeniería electrónica, por sus enseñanzas y conocimiento impartido durante mi etapa de estudiante.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis docentes de la escuela de Ingeniería Electrónica que con los conocimientos impartidos durante mi tiempo de estudiante me han ayudado a desarrollarme profesionalmente de forma eficiente.

Al Ing. Marco Ramos por su apoyo durante mi etapa de estudiante, con sus enseñanzas me abrieron la mente para nuevos caminos en mi etapa profesional.



INDICE GENERAL

DEDICATORIA_Toc89706171

AGRADECIMIENTOS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INDICE DE ACRONIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT..... 11

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 13

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 14

1.3. JUSTIFICACIÓN 14

1.4. OBJETIVOS 15

1.4.1. Objetivo general..... 15

1.4.2. Objetivos específicos 15

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 17

2.1.1. A Nivel Internacional 17

2.1.2. A Nivel Nacional 19

2.1.3. A Nivel Local 21

2.2. MARCO TEÓRICO 21

2.2.1. Sistema de puesta a tierra 21

2.2.2. Partes del sistema de puesta a tierra 23

2.2.3. Tipos de sistema de puesta a tierra 24

2.2.3.1. Tipos de sistemas de puesta a tierra por función 24

2.2.3.2. Tipos de sistemas de puesta a tierra por aplicación..... 25

2.2.4. Puesta a tierra de los circuitos de alimentación 26

2.2.5. Conexión del neutro en los sistemas de alimentación 29

2.2.5.1. Esquema TN 30

2.2.5.2. Esquema TT..... 30



2.2.5.3. Esquema IT	31
2.2.6. Tierra de los equipos.....	32
2.2.7. Resistividad eléctrica y resistencia del suelo.....	32
2.2.7.1. Métodos de medida de resistividad	34
2.2.8. Medida de la resistencia de una puesta a tierra	36
2.2.8.1. Teluometro	36
2.2.8.2. Aplicación.....	37
2.2.9. Inspección y mantenimiento de los pozos a tierra.....	38
2.2.10. Métodos para la reducción de la resistencia eléctrica.....	39
2.2.11. Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica	42

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	44
3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO	44
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.3.1. Población	44
3.3.2. Muestra	44
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.1. Técnicas	45
3.4.2. Instrumentos	45
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.5.1.1. Evaluación de seguridad de los sistemas de puesta a tierra.....	46
3.5.2. Medición de los sistemas de puesta a tierra.....	47
3.5.2.1. Equipo necesario para la medición.....	48
3.5.2.2. Medida de resistencia de puesta a tierra	48
3.5.3. Diagnóstico de seguridad de los sistemas de protección de acuerdo a encuesta de percepción.....	50
3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	50

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE PUESTA A TIERRA.....	51
4.2. RESULTADOS DE MEDICION DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA.....	52
4.3. DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD DE LOS CIRCUITOS DE PROTECCION ..	54



4.3.1. Determinar la eficiencia de energía eléctrica en los pabellones.	54
4.3.2. Determinar la seguridad en las instalaciones eléctricas en los pabellones.	55
4.3.3. Determinación de deterioro en equipos.	56
4.3.4. Determinación si las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones adecuadas	57
4.3.5. Determinar la existencia de incidentes de cortocircuito en los pabellones.	58
4.3.6. Determinar la importancia del mantenimiento de sistema de puesta a tierra	58
4.3.7. Determinación de la escala de protección y seguridad eléctrica.	59
4.4. DISCUSION	60
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS	65
ANEXOS	68

Área : Automatización e instrumentación

Tema : Sistema de puesta a tierra

FECHA DE SUSTENTACION: 10 de diciembre de 2021



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Dispersión de corrientes en el suelo	22
Figura 2:	Sistema de alimentación en corriente continua	28
Figura 3:	Sistema TN	30
Figura 4:	Esquema TT	31
Figura 5:	Esquema IT	31
Figura 6:	Método de Wenner	34
Figura 7:	Método de schlumberger-pulmer	35
Figura 8:	Teluometro	36
Figura 9:	Esquema de medición de tierras	37
Figura 10:	Medición del Teluometro	38
Figura 11:	Funcionamiento de protección en equipos de computo	39
Figura 12:	Falla a tierra del motor y descarga eléctrica	43
Figura 13:	Puente de unión	43
Figura 14:	Esquema de medición de tierras	48



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores de resistividad para rocas y terrenos comunes	33
Tabla 2: Modelo de tabla para recolección de datos.....	46
Tabla 3: Prueba de hipótesis	51
Tabla 4: Resultado de las medidas de los sistemas de puesta a tierra	53
Tabla 5: Eficiencia de la Energía electrica	54
Tabla 6: Seguridad de las instalaciones eléctricas	55
Tabla 7: Deterioro de los equipos por descargas eléctricas	56
Tabla 8: Instalaciones eléctricas que cuentan con protecciones adecuadas	57
Tabla 9: Incidentes de cortocircuito dentro de las universidad	58
Tabla 10: Importancia del mantenimiento en sistemas de puesta a tierra	59
Tabla 11: Escala de protección y seguridad de los sistemas de puesta a tierra	60



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

SPAT:	Sistemas de puesta a tierra.
UNA:	Universidad Nacional del Altiplano
Ω:	Ohmios
I:	Corriente
V:	Voltaje
Hz:	Hertz
F:	Frecuencia
ω:	Frecuencia angular
ρ:	Resistividad del terreno σ Conductividad
π:	Pi
∞:	Infinito
\gg:	Mucho mayor que
m:	Metro
μr:	Constante magnética
E:	Intensidad de campo eléctrico
H:	Intensidad de campo magnético
J:	Densidad de corriente
L:	Inductancia
C:	Capacitancia
R:	Resistencia
Z:	Impedancia
δ:	Profundidad de penetración
gr:	Gramos
λ:	Longitud de onda
CA:	Corriente alterna
CD:	Corriente directa o continua
Cu:	Cobre



RESUMEN

La presente tesis realizada en la universidad Nacional del Altiplano se realizó con el objetivo de evaluar la seguridad de los circuitos de protección eléctricos para reducir el peligro en humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la UNA, Puno 2021 e identificar si cumple con las normas, términos dados por el Código Nacional de Electricidad y normas técnicas vigentes para brindar una protección adecuada a los equipos eléctricos que están operando y evitar los riesgo de electrocución. Para ello es importante que tengan un como valor de menos de 5 ohmios para un buen funcionamiento de los equipos eléctricos (según ANSI/NFPA 70 - 1990 (NEC) publicación - IEEE Std 142 – 1991). El estudio fue descriptivo, analítico y transversal, se utilizó un Teluometro de marca Kyoritsu 4105A para medir la resistividad de los pozos a tierra instalados mediante el método de Wenner, a través de una ficha de observación tomando 3 medidas y se consideró el promedio; además mediante un cuestionario realizada a 300 estudiantes de 8vo y 9vo semestre de las áreas de biomédicas, sociales e ingenierías para obtener la escala de seguridad de las instalaciones de circuitos de protección eléctricos. En la evaluación de seguridad de los pozos a tierra en 17 pabellones se encontró que el 24% están en buen estado y 76% restantes se encuentra en mal estado, así también al realizar el diagnostico de seguridad se identificó que presenta un 55% de escala regular de protección y seguridad del según los estudiantes a través de la encuesta realizada. Se concluyó que a raíz de la falta de mantenimiento no hay una adecuada protección de equipos y seguridad de los estudiantes que usan las instalaciones para lo cual es recomendable implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Palabras Clave: Seguridad, protección, sistema de puesta a tierra, resistividad.



ABSTRACT

This thesis was carried out at the National University of the Altiplano with the aim of evaluating the safety of electrical protection circuits to reduce the danger to humans and the operation of electrical equipment in 17 pavilions of the UNA, Puno 2021 and identify whether it meets the standards, terms given by the National Electricity Code and technical standards in force to provide adequate protection to electrical equipment that are operating and avoid the risk of electrocution. For this it is important that they have a value of less than 5 ohms for the proper functioning of electrical equipment (according to ANSI/NFPA 70 -1990 (NEC) publication - IEEE Std 142 - 1991). The study was descriptive, analytical and cross-sectional, a Kyoritsu 4105A Telurometer was used to measure the resistivity of the grounding wells installed using the Wenner method, through an observation sheet taking 3 measurements and the average was considered; also through a questionnaire conducted with 300 8th and 9th semester students from the biomedical, social and engineering areas to obtain the safety scale of the electrical protection circuit installations. In the safety evaluation of the grounded wells in 17 pavilions, it was found that 24% are in good condition and the remaining 76% are in poor condition, and also when carrying out the safety diagnosis, it was identified that 55% of the scale of protection and safety was regular according to the students through the survey carried out. It was concluded that due to the lack of maintenance there is no adequate protection of equipment and safety of students using the facilities, for which it is advisable to implement a preventive maintenance plan.

Keywords: Safety, protection, earthing system, resistivity,



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Los impactos directos de rayos como las fallas eléctricas en el Sistema Eléctrico pueden dañar transformadores, equipos de medición, control y comunicación de las sub estaciones. El Sistema de protección de resistencia a tierra debe ser diagnosticado, inspeccionado y certificado cada cierto tiempo, para controlar su estado. En las diferentes escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano ubicadas en el Departamento de Puno en donde se ha venido mejorando e implementando a raíz de los diferentes requisitos que pedía la SUNEDU para la obtención del licenciamiento, de esta manera se ha enfocado en identificar las condiciones de seguridad y protección que se encuentran los sistemas de puestas a tierra para reducir el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en las escuelas profesionales .

En el capítulo I: En la primera parte del proyecto de tesis se da conocer los antecedentes, objetivos, hipótesis y la justificación.

En el capítulo II: En la segunda parte, correspondiente a la revisión de literatura de la investigación. En donde se dan a conocer los distintos conceptos con los cuales se tiene que evaluar el estado, así como normas ya establecidas y también sobre las consecuencias de un ineficiente sistema de protección, Incidiendo en la peligrosidad del cuerpo humano cuando se tiene un contacto por una descarga eléctrica, así como su función en las instalaciones eléctricas como subsistema de protección, etc. para hacer un uso más eficiente.

En el capítulo III: Se explica la metodología, materiales e instrumentos utilizados para el presente proyecto, también el lugar donde se realizó la investigación.

En el capítulo IV: Se muestran los resultados tomados por las mediciones en los que servirán para el análisis de la situación actual de los sistemas de Puesta a de acuerdo con



las normas nacionales e internacionales, que definen la importancia de los sistemas de protección.

Finalmente se explica los resultados finales del presente proyecto de investigación, las conclusiones y recomendaciones finales del proyecto de investigación.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, con motivo de cumplir las condiciones básicas para obtener el licenciamiento institucional por parte de la SUNEDU, la Universidad Nacional del Altiplano se planteó mejorar las ocho condiciones básicas, en las cuales tenemos la condición tres de infraestructura y equipamiento adecuado. Si nos referimos a una universidad, estamos hablando de un conjunto de equipos electrónicos y personas que trabajan en él. Lo cual ayudaría a evitar daños electrónicos por ejemplo; por incendios, inundaciones entre otros, a veces cuando son ocasionados mediante fallas humanas, cortocircuitos, descargas atmosféricas entre otros. Estas desgracias, ocurren muchas veces al no tener un buen sistema de protección adecuado del sistema y más irreparable es cuando se observan las pérdidas humanas, porque no decir en forma frecuente, ya que a diario nos enteramos gracias a los medios informativos como televisión, radio, periódico entre otros. Por eso, la protección es una modalidad de carácter importante para la prevención de los equipos electrónicos y personas entre otros.

La Universidad Nacional del altiplano cuenta equipos de comunicaciones como: Vsat (Very Small Aperture Terminals o Terminal de Apertura Muy Pequeña), Routers, Switch, y un conjunto equipos electrónicos en las áreas de Biomédicas, ingenierías y sociales, así como teléfono IP(internet protocol o protocolo de internet), UPS(uninterruptible power supply o sistemas de alimentación ininterrumpida), aire acondicionado, ventiladores, sensores de movimiento, computadoras, entre otros componentes (equipos especializados). Por intermedio de las antenas de



telecomunicaciones y routers se brinda el servicio de voz (teléfono) y datos (internet) por medio de un cable de fibra óptica que pueden ser por parte de Bitel, telefónica, Gillat entre otras. Estos equipos electrónicos referidos son modernos y de una tecnología muy avanzada, por lo que tienen un elevado valor en el costo. Frente a ésta perspectiva, ha surgido la inquietud para resguardar eficientemente a los equipos electrónicos, personas y todo el sistema en general de los peligros, anomalías, que pueden presentarse en cualquier instante, como es, por ejemplo; de una posible descarga atmosférica (rayo), así como una posible sobretensión que se puede suscitarse. Por ello, siendo necesaria una política de prevención e inversión para proteger a los equipos electrónicos y personas; surge la interrogante:

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles la seguridad de los circuitos de protección eléctrico para reducir el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano -2021?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En una universidad el empleo del sistema de puesta a tierra es de vital importancia. Puesto que se usa un sistema de comunicación de fibra óptica en banda ancha de telefonía e internet, están compuestos por antenas de transmisión, moduladores, paneles, rectificadores, unidades de radio remoto, tarjetas de decodificación, torres de pararrayos, equipos electrónicos de alta tecnología en las escuelas profesionales de Biomédicas e ingenierías. Todos estos equipos, por la misma tecnología que poseen tienen un costo elevado y deben de ser protegidos en forma segura, contra la disipación de corrientes de falla, rayos generados en tormentas eléctricas, descargas estáticas, interferencia electromagnética, señales de radiofrecuencia e interferencia en general que pueden producirse en cualquier momento. Frente a ese panorama, una forma de proteger a los



equipos electrónicos y personas es mediante un sistema de puesta a tierra. De modo que todos los equipos deben de ser aterrados al pozo a tierra, formando un camino de vía hacia el suelo (ground/tierra). Por múltiples razones, el SPAT (Sistema de protección a tierra) se ha convertido en la solución eficaz frente a los problemas mencionados.

Para lo cual es necesario conocer en qué condiciones de seguridad y protección se encuentran las resistencias de las puestas a tierra y a la vez estas permitan conocer si reduce el peligro para los trabajadores de su institución y el funcionamiento de los equipos eléctricos en los pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

Actualmente no se tiene información acerca de la seguridad y protección de resistencias de las puestas a tierra en los diferentes pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano Puno para reducir el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos, el analizar estas condiciones de seguridad y protección en la que se encuentran las resistencias de las puestas a tierra; permiten identificar las condiciones reales de seguridad y protección en la que se encuentran las resistencias de las puestas a tierra según especificaciones para reducir el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en los pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la seguridad de los circuitos de protección eléctricos para reducir el peligro en humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Medir los sistemas de Puesta a Tierra de 17 pabellones en la Universidad Nacional del Altiplano.



- b) Diagnosticar la seguridad de las instalaciones de circuitos de protección eléctricos de los pabellones universitarios según los estudiantes de octavo y noveno semestre de la Universidad Nacional del Altiplano.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A Nivel Internacional

Abdiel et al. (2019) En su tesis titulada “Evaluación de la seguridad en las instalaciones eléctricas de las viviendas del distrito de Changuinola, Panamá” el objetivo fue evaluar la seguridad en las instalaciones eléctricas de las viviendas del distrito de Changuinola - Panamá, donde se evaluó la instalación eléctrica aplicando un cuestionario a 225 personas, además de evaluar los riesgos de las instalaciones eléctricas de 25 viviendas aplicando un checklist como instrumento. Los resultados indican que el 35% de las viviendas evaluadas no cumplen con la norma NFPA de 2008 y el 65% si cumple con las normas. Se concluyó que la mayoría de viviendas si cumplen con la seguridad en las instalaciones eléctricas.

Gallardo et al. (2017) En su investigación titulada “Sistemas eléctricos industriales y de potencia eficiencia a impulso de sistemas de puesta a tierra”, tiene como objetivo determinar que parámetros de un sistema de puesta a tierra, el cual es diseñado para estado estable, se desarrollaron diferentes modelos de mallas de tierra utilizando el software PAST; logrando determinar cuáles son los parámetros del sistema que deben de ser modificados para lograr la máxima eficiencia del mismo. Se concluyó de que el parámetro que más incidencia tiene en la eficiencia de un sistema de puesta a tierra es el lugar de impacto del rayo, mientras más al centro es el punto de impacto del rayo menor es el potencial máximo en la malla, logrando que el sistema se comporte de forma eficiente. Además, con el aumento del número de conductores en el área efectiva se logra casi que duplicar la eficiencia del sistema.



Mercado et al. (2015) En su investigación titulada “Influencia de los sistemas de puesta a tierra en la calidad de la energía eléctrica”, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica centrada en teorías e investigaciones científicas de las mejores prácticas para el diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra, complementándose con un análisis exploratorio de los datos históricos de un caso particular del sistema eléctrico Venezolano, donde se demuestra que alrededor del 30% de los problemas de interrupciones y perturbaciones en las líneas de transmisión son producto de las altas resistencias en los sistemas de puesta a tierra o por la falta de continuidad entre los sistemas de protección contra descargas atmosféricas. Se concluye que las fallas más comunes presentadas por la línea entre los años 2007-2012 se debieron a fallas a tierra por la alta vegetación en las cercanías de la subestación Barbacoa I, y a las descargas atmosféricas a lo largo de la línea.

Vergara (2014) En su investigación cuyo nombre tiene la “Implementación general del sistema de Puesta a Tierra en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, Ecuador” Su objetivo fue implementar un sistema de puesta a tierra con el propósito de proveer un excelente sistema de protección a las instalaciones eléctricas realizando todos los estudios, normas y parámetros para la debida instalación del sistema, en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná - Ecuador. Este trabajo investigativo, contempla la solución a la disminución de voltaje en los diferentes ambientes de la universidad, debido a que estaban alimentadas con una red no balanceada. Se concluyó con la implementación de la puesta a tierra la cual va a salvaguardar los equipos eléctricos y electrónicos que funcionen en la institución y disminuir la pérdida de energía debido a caídas de tensión por malos conductores.

Daza et al. (2012) en su investigación titulada “Diseño del sistema de puesta a tierra de la universidad de la costa aplicando las reglamentaciones vigentes” El objetivo



fue diseñar el sistema de puesta a tierra unificado de la Universidad de la Costa, Colombia de acuerdo a la normatividad vigente. Este trabajo implementa a la Universidad de la Costa Colombia un sistema de protección de Puesta a Tierra para que certifique la seguridad de los individuos y equipos, ante cualquier tipo de fallo eléctrico, se propuso el diseño más óptimo tomando en cuenta las referencias, normas y estándares actuales que puedan garantizar una correcta metodología para llevarlo a cabo. Se concluyó que un buen sistema de protección de puesta a tierra evita fallo eléctrico y accidentes de humanos.

Valencia Nuñez (2006) En su investigación titulada “Estudio del sistema de puesta a tierra en laboratorios Baxter S.A.” El objetivo de la investigación fue determinar la conformidad del Sistema de Puesta a Tierra (SPT) existente en la empresa Laboratorios Baxter S.A. según lo mencionado en la Norma Técnica Colombiana 2050 (artículo 250) y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. El sistema de puesta a tierra (SPT) ayuda a limitar las tensiones que puedan resultar peligrosas para las personas o que puedan causar fallas en los equipos, mediante la evacuación de esta tensión a lugares donde no representan peligro para personas y equipos, se concluyó que las cajas de inspección que se encuentran si los respectivos electrodos de tierra, al igual que hay algunas conexiones de puesta a tierra abiertas, las cajas de inspección están según norma, existen algunas instalaciones eléctricas inapropiadas, como el sistema eléctrico de puesta a tierra en Planta 3.

2.1.2. A Nivel Nacional

Galarreta Rivas (2018) En su investigación da a conocer el estado actual del sistema de protección de Puesta a Tierra en la Universidad César Vallejo - Trujillo, el objetivo de la investigación da a conocer la importancia del conjunto de normas, términos dados por el Código Nacional de Electricidad y normas técnicas vigentes para brindar una



protección adecuada a los equipos eléctricos que están operando y evitar los riesgos de electrocución, se tomó la medida de 35 de ellos de las cuales se revisó y comparó con las normas, las cuales la minoría cumplían con estas, 20 están operativos dentro de aquí 10 cumplen con las normas y 10 necesitan bajar su resistividad; los restantes 15 no tienen funcionalidad. También se propuso un sistema de protección de puesta a tierra a los sistemas de cómputos, ya que como son equipos electrónicos son más sensibles.

Ordoñez Blancas (2016) En su tesis titulada “Minimización del efecto de acoplamiento de medición de resistencia de puesta a tierra en una malla de una sub estación eléctrica en zonas urbanas”, el objetivo fue mejorar la exactitud de la medición de la resistencia eléctrica de la malla en una sub estación eléctrica de media y alta tensión. Busca informar sobre la seguridad en los equipos y en las personas principalmente en el ámbito de la electricidad en una subestación eléctrica de media y alta tensión, para poder desarrollar actividades dentro de la misma y por otra parte dar hincapié sobre las correctas mediciones de resistencia de malla de puesta a tierra. Las mediciones realizadas se hicieron con el método de caída de potencial, que es el método más empleado en el mercado con sus ejes colineales Existe un mayor error en la medición por el método de caída de potencial en comparación con el método del 62%. Se concluyó que la curva característica de la medición de la resistencia de pozo a tierra con ejes perpendiculares tiende a ser lineal por consiguiente si se midiera a un 40% de la longitud del electrodo de corriente se estaría aproximando al valor real que es el 62%.

Crisóstomo Perez (2014) En su investigación titulada “Sistema de puesta a tierra menor a 02 ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas en entidades financieras” se busca una resistividad por debajo de los dos ohmios, con esto brindar protección a los consumidores y equipos electrónicos expuestos a posibles descargas y/o sobrecargas eléctricas que pueden existir. Se instaló un sistema de Pozos a



Tierra, que se efectuó en la entidad de "San Hilarión" en la Caja Piura CMAC PIURA, consiguiendo un valor de 1.78 ohmios de impedancia del sistema de Pozos a Tierra. Este dato, consiguió señalar que un Pozo a Tierra puede llegar a tener una resistividad menor a 2 ohmios. Concluyendo que la disminución de la resistencia de un pozo a tierra radica principalmente en la humedad del suelo, también que el uso de tratamientos químicos como el Thor Gel es muy beneficioso para la reducción de la resistencia y que actúa mejor en Pozos a Tierra verticales.

2.1.3. A Nivel Local

Quispe y Gutierrez (2018) En su tesis titulada "Diseño e implementación de diferentes sistemas de puestas a tierra para los laboratorios de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la UNA – PUNO" tuvo como objetivo diseñar los sistemas de puestas a tierras planteadas, de los cuales se implementó el sistema de puesta a tierra con varilla más gel en la los cuales podrán ser usados como lugares de prueba para las prácticas de laboratorio. Se evaluó y comparó los diferentes sistemas de puesta a tierra. Siendo los más eficientes los sistemas de puesta a tierra método "varillas con tratamientos químicos" y los deficientes los sistemas de puesta a tierra método "varillas con acoplamientos radiales" tomando como referencia el sistema de puesta a tierra método "varilla enterrada directamente".

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra o puesta a tierra es un circuito eléctrico que conecta una parte del sistema eléctrico a la tierra con la finalidad de dispersar corrientes eléctricas y captar el potencial de referencia cero.

Por lo tanto, tierra se refiere al sistema de conexión a tierra del equipo, como conductos metálicos, blindaje de cables, recintos, gabinetes, marcos, acero de

construcción y todas las demás partes metálicas que no transportan corriente del sistema de distribución eléctrica (Huete - Serrano, 2008)

Las puestas a tierra eran fabricadas en plantas industriales en general para la protección de equipos y personas, estas puestas a tierra eran fabricadas de forma artesanal con un tubo galvanizado, sal y carbón vegetal.

Ante la evolución de la electrónica con los microprocesadores, computadoras, equipos especializados, es mucho más necesario que los componentes electrónicos estén conectadas a tierra y así puedan descargar permanentemente corrientes residuales a una puesta a tierra de baja resistencia, es por ello que las puestas a tierra tengan que estar en buena calidad, es decir de 3 a 5 ohmios de resistencia máxima o lo que especifique el fabricante del equipo (Qqueshuayllo - Cancha, 2005)

Finalidad del sistema de puesta a tierra: En una puesta a tierra la conexión entre el electrodo desnudo en contacto con el suelo, permite la conducción y dispersión de las diferentes corrientes eléctricas para brindar seguridad eléctrica y asegurar el correcto funcionamiento de los aparatos conectados al circuito eléctrico (Qqueshuayllo Cancha, 2005). Se tiene dos finalidades:

- a. Proveen a las masas eléctricas el potencial de referencia cero, debido a que la tierra se comporta como un conductor de carga, que hace que su potencial eléctrico sea cero ($V = 0$). Como se ve en la Figura 1

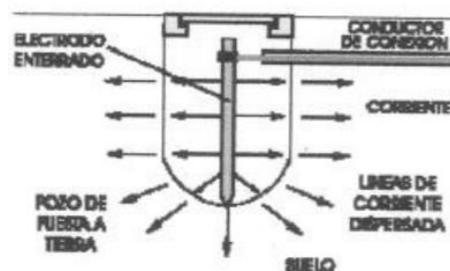


Figura 1: Dispersión de corrientes en el suelo

Fuente: Hernández – Morales, (2009)



b. Evacuan y dispersan las corrientes eléctricas con mínima resistencia.

Prácticamente todos los equipos eléctricos y electrónicos necesitan estar conectados a una red de tierra. Las torres que sostienen las líneas de transporte poseen este tipo de conexión, así como las subestaciones eléctricas requieren de una importante red de puesta a tierra que garantice el buen funcionamiento del sistema y la seguridad de las personas, animales y bienes que se encuentran en las cercanías.

La red de puesta a tierra debe ser capaz de tolerar corrientes de cortocircuito durante el tiempo transcurrido entre la producción del fallo y la actuación de las protecciones e interruptores que eliminan la falla, sin deteriorar sus propiedades mecánicas y eléctricas. (Gallardo - Sanchez et al., 2017)

2.2.2. Partes del sistema de puesta a tierra

Principalmente se encuentra conformado por las siguientes partes:

a) Conductores

El conductor que se utiliza en los sistemas de puestas a tierra es el conductor de cobre, ya que proporcionar mayor conductividad eléctrica y térmica, además de poseer propiedades de resistencia a la corrosión ambiental. (Huete - Serrano, 2008)

b) Electroodos

Integrado por barras, varillas, placas y/o la unión entre estos. Con suelos húmedos se tiene una menor resistividad. Por este motivo se pueden utilizar varillas verticales mejorando la resistividad del sistema. El material más usado es el cobre o el hierro galvanizado.

c) Conectores

Fundamentalmente constan de los elementos que nos sirven para la unión de los electroodos, conductores y el sistema eléctrico al cual se esté protegiendo.



Los principales conectores son los atornillados, a presión y los soldados. Hay que tener en cuenta que, cualquier tipo de conector debe tener la capacidad de soportar las corrientes de falla o atmosféricas de forma prolongada. Están fabricados de cobre de diferentes aleaciones. Al no ser un material magnético, permiten que las descargas atmosféricas de alta frecuencia tengan una vía de conducción segura. (Huete - Serrano, 2008)

2.2.3. Tipos de sistema de puesta a tierra

2.2.3.1. Tipos de sistemas de puesta a tierra por función

a) Puesta a tierra del equipo

En el sistema de puesta a tierra del equipo, todas las partes metálicas no portadoras de corriente están interconectadas y luego conectadas a tierra. De esta manera, en primer lugar, no hay potencial o voltaje entre las partes metálicas que no transportan corriente y luego, en segundo lugar, no hay diferencia de potencial entre la tierra y las partes metálicas que no transportan corriente. Las partes metálicas no portadoras de corriente son tales como: panel o cuerpo de la caja, canalización de metal, canal de cable, cuerpo del equipo o marco.

b) Puesta a tierra del sistema

En la puesta a tierra del sistema, un conductor portador de corriente se conecta intencionalmente al sistema de puesta a tierra. Este conductor portador de corriente se llama conductor puesto a tierra.

El neutro del lado de bajo voltaje del transformador y el estator del generador es el ejemplo de conexión a tierra del sistema. Aunque la mayoría de las veces el conductor conectado a tierra no transporta corriente, según el código internacional, estos deben tratarse de la misma manera que el conductor vivo. Se toman las precauciones para el aislamiento y el manejo que serán iguales que el de fase o conductor vivo.



En la conexión a tierra del sistema para la corriente de falla, hay una ruta de retorno de baja impedancia desde la carga a la fuente, por lo que se realiza la eliminación de la falla y también se puede iniciar el sistema de protección de falla a tierra.

2.2.3.2. Tipos de sistemas de puesta a tierra por aplicación

a) Puesta a tierra para sistemas eléctricos

Se coloca un sistema de puesta a tierra para limitar las corrientes de falla o por corrientes parasitas que puedan llegar a los equipos debido a una descarga atmosférica, también ayudan a limitar el voltaje máximo referente a tierra.

Aquí se conectan los neutros de los transformadores, motores y circuitos eléctricos en baja tensión.

b) Puesta a tierra para equipos eléctricos

Se aterran los equipos para proteger al personal que maniobra o manipula, eliminando el voltaje al tocarlos y la corriente de paso. Se deben de conectar a tierra todos los elementos o equipos. Cualquier sistema de puesta a tierra no debe superar una resistencia de lectura de 10 ohmios.

c) Puesta a tierra para señales electrónicas

Permiten eliminar señales de datos con frecuencias no deseadas, mediante el uso de cables blindados, el blindaje puede ser metálicos siempre que este vaya aterrado.

d) Puesta a tierra para elementos electrónicos

Al poseer elementos como semiconductores y circuitos integrados que son bastante sensibles a los cambios de voltaje, siempre es necesario colocar todos los equipos de control y electrónicos a tierra mediante una barra de cobre solo para estos elementos. Para este caso la resistencia del suelo no debe superar los 2 ohmios. (Hernandez - Morales et al., 2009)



e) Puesta a tierra para eventos atmosféricos

Protegen de las sobrecargas que puedan ocasionar las tormentas eléctricas y/o caídas de rayos, las corrientes que posee una descarga de rayo circula a través de los circuitos, por este motivo se diseña una malla de puesta a tierra, esta se puede construir con varillas y conductores trenzados, esta no debe superar los 10 ohmios.

Para proteger los equipos es necesario que los pararrayos funcionen de una manera efectiva como lo son el hecho de que las conexiones entre el punto de unión del pararrayos y tierra sean suficientemente cortas y se disponga de una baja resistencia de tierra, lo cual es fundamental en instalaciones de media tensión debido a que las caídas de tensión originadas por efecto óhmico e inductivo en las conexiones pueden alcanzar valores importantes en relación a la tensión residual del pararrayos, y otro aspecto a tomar en cuenta es el hecho de que la distancia entre el pararrayos y el equipo a proteger se mantenga dentro de un valor adecuado debido a que cuando la onda de tensión penetra en la estación, su amplitud se reduce al descargarse a tierra a través del pararrayos. (Gonzales - Longatt, 2007)

f) Puesta a tierra para protección

Diseñada para proveer seguridad al personal, en esta se conectan las carcasas y cubiertas metálicas de equipos e instrumentos. Siempre se deben aterrizar todos los elementos que tengan partes metálicas como gabinetes, armarios, tuberías metálicas, carcasas de motores, generadores, transformadores, medidores, puertas, cercas, vallas, columnas y soportes metálicos. (Daza - Guzman et al., 2012; Galarreta - Rivas, 2018)

2.2.4. Puesta a tierra de los circuitos de alimentación

Las redes no aterradas no son confiables debido a la protección o aislamiento que rodea a los cables. Los sistemas de corriente alterna siempre deben estar conectados a



tierra, Algunas Centrales eléctricas proporcional este servicio por lo que se requiere que la estructura cumpla ciertos requerimientos (NEC 250-20)

El código divide un sistema de corriente alterna en cuatro grupos,

- Menor de 50 voltios.
- De 50 a 1000 voltios.
- 1000 voltios y voltajes superiores.
- Sistemas derivados separadamente.

No se exige una conexión a tierra para un sistema CA menor a 50 V, excepto en tres situaciones:

- Cuando se suministra con transformador con voltaje superior a 50 V.
- Cuando se suministra por transformador y la fuente de potencia no se conecta a tierra.
- Cuando es instalado como conductores aéreos fuera de edificio.
- Cuando tenemos sistema de 50-1000V, el código requiere conexión a tierra en el sistema:
 - Es un sistema trifásico, de 4 hilos, conectado en estrella donde el conductor neutro es utilizado como conductor de circuito.
 - Es un sistema trifásico, de 4 hilos, conectado en delta el cual tiene el punto medio del devanado conectado a tierra.

A. Sistema de alimentación en corriente continua

Sistemas eléctricos en corriente continua de no más de 300 V no requieren conexión a neutro, a menos de que alguna de las siguientes condiciones se cumpla:

- Suministren energía a sistemas industriales en áreas limitadas y sean equipados con un detector de tierra.
- Operen a menos de 50 V entre conductores.
- Sean alimentados con un rectificador desde un sistema en CA aterrizado.

En la sección 250 162 del NEC, trata dos sistemas CD, de dos y tres hilos, dichos sistemas son:

- Un sistema de dos hilos entre 50 y 300 voltios.
- Un sistema de 3 hilos que suministra el cableado del edificio.

En un sistema de tres hilos se debe conectar el neutro a tierra sin excepciones. Los requerimientos son iguales en los dos sistemas, este depende de si la fuente se encuentra fuera o dentro del edificio. Si el sistema se encuentra fuera del edificio, la conexión a tierra se hace en una o más estaciones de suministro y no se hace en los servicios individuales o en cableado dentro del edificio como se ve en la Figura 2.

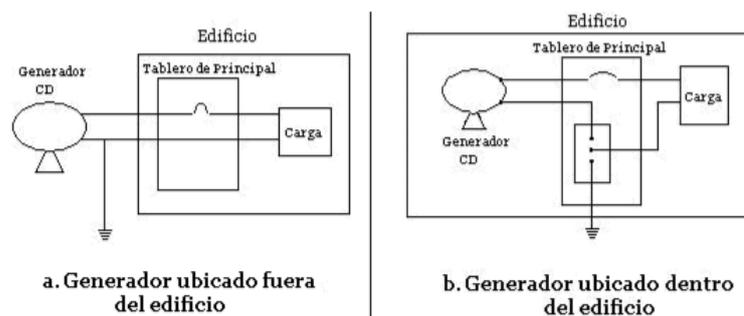


Figura 2: Sistema de alimentación en corriente continua

Fuente: Hernández – Morales, (2019)

Si la fuente está dentro del edificio, una conexión a tierra debe hacerse en uno de los siguientes puntos: la fuente, el interruptor de circuito y por medios que logren un sistema equivalente de protección utilizando equipo listado y apropiado.

B. Sistema de alimentación de corriente alterna

• Sistema sin conexión a tierra

No cuenta con una conexión a tierra, en condiciones adecuadas la capacidad entre fases y tierra es igual; mientras que el efecto de estabilizar el sistema con relación a tierra de modo que en el sistema trifásico el voltaje de cada fase a tierra es el voltaje estrella del sistema; el neutro está cerca al potencial de tierra.



Al ocurrir una falla debido a condiciones ambientales, no habrá daño puesto que no hay un circuito metálico cerrado que permita un flujo.

- **Sistema con conexión a tierra**

Cuenta con una conexión a tierra, esta conexión se realiza en donde se unen los 3 puntos individuales de un transformador trifásico, el punto común de una conexión estrella, a su vez estos se dividen en dos:

- a) **Mediante Impedancia**, incluyendo resistores y reactores en la conexión entre el neutro y la tierra, limitando la corriente de falla, evita los sobre voltajes debido a resonancia. Estas permiten un flujo a tierra de falla al menos de un 60% de la capacidad del cortocircuito en un sistema trifásico.
- b) **Baja Impedancia**, el neutro va conectado a tierra mediante sin impedancias, permite que la corriente de falla a tierra sea considerable pero el voltaje es controlado en condición de falla.

2.2.5. Conexión del neutro en los sistemas de alimentación

Se define las conexiones del neutro y de las masas con respecto a tierra, cada uno de ellos identificado mediante un código que contiene una letra para cada una de estas:

Primera letra:

Identifica la situación del neutro con respecto de la tierra.

T = conexión directa del neutro a la tierra.

I = conexión a la tierra mediante una impedancia elevada.

Segunda letra:

Identifica la situación de las masas con respecto de la tierra.

T = conexión directa de las masas a una tierra diferencial.

N = conexión de las masas a la tierra del neutro.

2.2.5.1. Esquema TN

- **TN-C:** La Línea de tierra (PE) y Neutro (N) van por el mismo conductor PEN. No está recomendado en lugares con riesgo de corrientes muy altas en el conductor como se indica en la Figura 3. La circulación de corrientes perturbadoras por la masa genera radiación por perturbaciones CEM (Compatibilidad Electromagnética) en tierra.

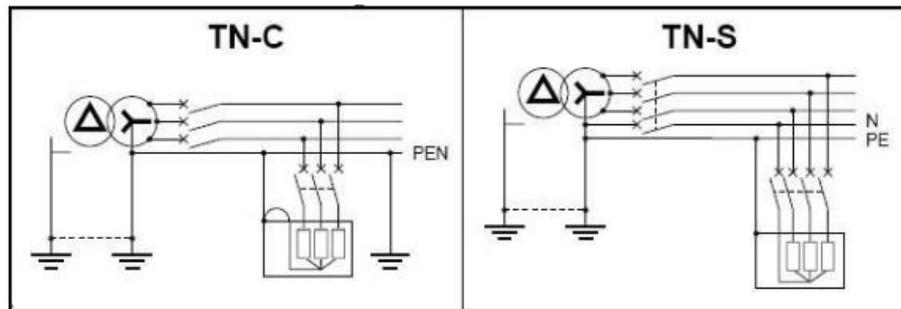


Figura 3: Sistema TN

Fuente: Mamani-Huayane, (2013)

- **TN-S:** Tierra (PE) y neutro van por conductores diferentes pero conectados a tierra de acuerdo a la Figura 3. Se debe controlar los equipos con corrientes de fuga dados después de las protecciones diferenciales. Además, se debe considerar lo siguiente:

En el esquema TN-C, el conductor PEN no debe estar cortado y debe estar conectado a tierra. En el esquema TN-S, el conductor PE no debe estar cortado en ningún caso.

Los esquemas TN-C y TN-S se pueden utilizar en una misma instalación, pero el esquema TN-C debe estar situado necesariamente delante del esquema TN-S, este es indispensable para secciones de cable menores a 10 mm^2 de cobre o menores a 16 mm^2 y con el uso de cables flexibles.

2.2.5.2. Esquema TT

En este tipo de esquema la alimentación se pone a tierra como punto único como se ve en la Figura 4, la pantalla del cable y demás partes metálicas expuestas de la instalación van conectadas a tierra mediante un electrodo independiente de la

alimentación, además del uso de un disyuntor diferencial de protección para la seguridad de las personas.

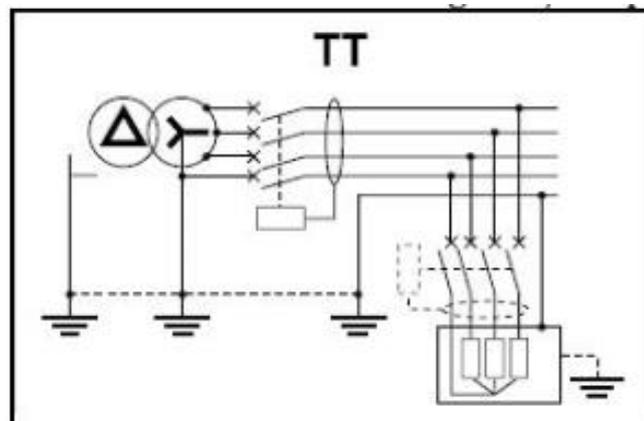


Figura 4: Esquema TT

Fuente: Mamani - Huayane, (2013)

2.2.5.3. Esquema IT

En este sistema no se tiene una conexión directa entre las líneas vivas y la tierra como se aprecia en la Figura 5 pero si se cuenta con partes conductivas expuesta en la instalación conectada a tierra. En muchos casos se realiza una conexión a tierra de alta impedancia que simplifica la protección para detectar la primera falla a tierra.

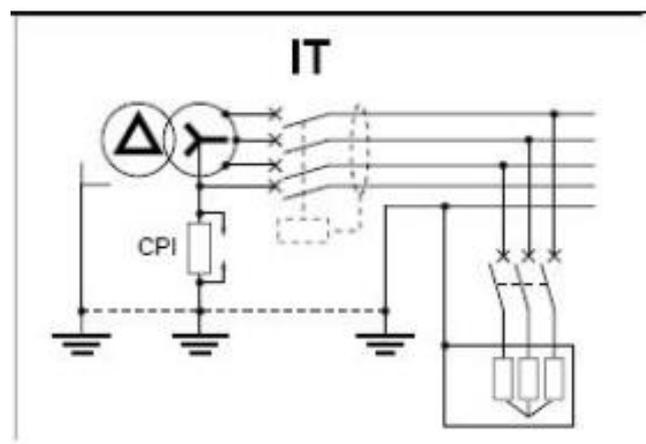


Figura 5: Esquema IT

Fuente: Mamani - Huayane, (2013)



2.2.6. Tierra de los equipos

Según el Código Nacional de electricidad, para las puestas a tierra y sus conexiones con instalaciones eléctricas especifica que estos deben de ir en sistemas, circuitos y equipos, la ubicación de las conexiones a tierra, tipos, tamaños o dimensiones de los conductores, conectores, electrodos, métodos y condiciones. (Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad, 2001)

En general se debe aterrizar las partes metálicas de un equipo no eléctrico con las siguientes características:

- Estructuras y grúas que operan con electricidad.
- Estructuras metálicas de elevadores o puentes que estén sujetos a conductores eléctricos.
- Cables de acero de ascensores que operan con electricidad.
- Partes metales de subestaciones con voltajes superiores a 1KV entre la unión de los conductores.

2.2.7. Resistividad eléctrica y resistencia del suelo

Los parámetros de resistividad y resistencia, tienen significados diferentes. La resistividad eléctrica del suelo describe la dificultad que se va a encontrar la corriente a su paso por él. La conductividad se define como la facilidad que encuentra la corriente eléctrica para atravesarlo. (Huete - Serrano, 2008) La resistencia eléctrica viene determinada por la resistividad del suelo y su geometría. En la ecuación 1 al considerar a la tierra como un conductor rectilíneo y homogéneo de sección S y longitudinal L , su resistencia eléctrica y resistividad.

$$R = P \times \frac{L}{S} \quad (1)$$

Dónde:

R: Resistencia Eléctrica

P: Resistividad Eléctrica

L: Longitud

S: Área o superficie

Las zonas superficiales en que se instalan las tomas de tierra tampoco son uniformes y, además, están afectadas fuertemente por los cambios climáticos, lluvias y heladas. (García Marquez, 2009)

En las tablas 1 se observa que la resistividad es muy variable de un lugar a otro y pueda resumirse en que la modifican, de manera muy notable, los siguientes factores del terreno: La composición (rocas, agua, gases, materiales orgánicos e inorgánicos), las sales solubles y su concentración, el estado higrométrico, la temperatura, humedad, la granulometría, la compacidad, la estratigrafía. (Galarreta Rivas, 2018; Garcia Marquez, 2009)

Otro factor que influye sobre la resistividad es el carácter geológico del terreno. En la tabla 1 se indica los valores para los diferentes tipos de suelo.

Tabla 1: Valores de resistividad para rocas y terrenos comunes

TERRENO	RESISTIVIDAD(-m)
Granito compacto+gnesis seco	16 ⁶
Carbono, diorita, sienita, gneiss dioritico	10 ⁵
Basalto, lava Basáltica	10 ⁴
Granito mojado	2000
Calcáreo mesozoico	1500+150
Calcáreo mioceno	1000+50
Arena normal	500+250
Formaciones cristalinas metamórficas	500+80
Arena arcilla	200+80
Aluviones, embebidos de agua dulce	200+20
Arcilla ferrosa, piritosa, margas, turbas, arcilla	10
Mioceno, plioceno (arcilla marga)	10+1
Aluviones embebidos de agua salada	5+1
Esquistos grafiticos secos	3.5
Agua de mar	1
Esquistos grafitos mojados	1-0.5
Mineral Conductor	0.1
Solución salina	0.1-0.01

Fuente: García – Márquez, (2009)

La mayoría de los terrenos no son homogéneos y están formados por diversos estratos normalmente horizontales y paralelos a la superficie del suelo. Debido a la estratificación del suelo se va obtener una resistividad aparente donde la dispersión de la corriente, en cada capa, se da de acuerdo a su resistividad.

2.2.7.1. Métodos de medida de resistividad

Los métodos más usados son el de los cuatro electrodos que presentan dos métodos:

A. Método de Wenner

El método de Wenner, desarrollado en 1915 por el Dr. Frank Wenner, se basa en los mismos principios que el método de Kelvin, pero se lo utiliza para medir la resistividad del suelo, valor que es importante saber para determinar diseños de la conexión a tierra de instalaciones en campo abierto como, por ejemplo, una planta generadora. (Hernandez - Morales et al., 2009)

Según la Figura 6 Se insertan cuatro electrodos en línea recta en el suelo y a igual distancia a entre ellos. Entre los dos electrodos exteriores (E y H), se inyecta una corriente de medida I mediante un generador. (Huete - Serrano, 2008)

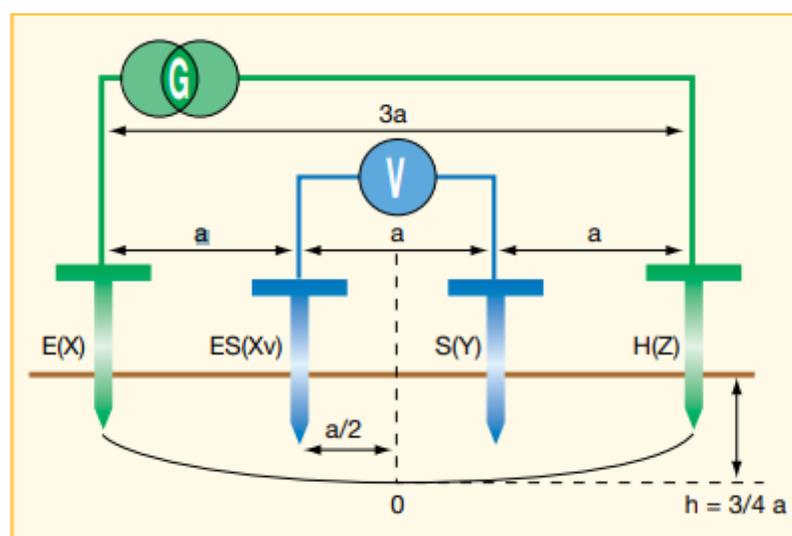


Figura 6:Método de Wenner

Fuente: Mamani – Huayane, (2013)

Entre los dos electrodos centrales (S y ES), se mide el potencial ΔV gracias a un voltímetro.

El instrumento de medida utilizado es un ohmímetro o teluometro de tierra clásico que permite la inyección de una corriente y la medida de ΔV . (Lozano - Jiménez, 2015)

En la Ecuación 2 el valor de la resistencia R leída en el ohmímetro permite calcular la resistividad mediante la siguiente fórmula de cálculo simplificada:

$$P_w = 2\pi AR \quad (2)$$

Dónde:

P_w : resistividad promedio de Wenner en Ω -m

A: distancia entre electrodos en metros

R: valor (en Ω) de la resistencia leída en el ohmímetro en Ω

B. Método de Schlumberger-Pulmer

Similar al método de Wenner ya que también emplea 4 electrodos, En la Figura 7 la separación entre los electrodos centrales o de potencial se mantiene constante y las mediciones se realizan variando la distancia entre los electrodos exteriores que inyectan corriente. (Hernandez et al., 2009; Lozano Jiménez, 2015).

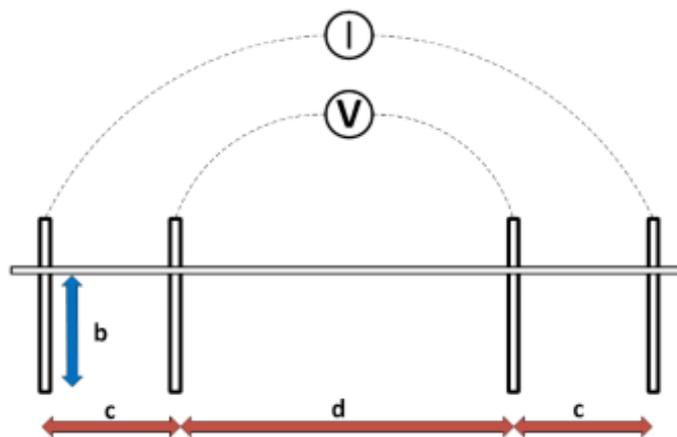


Figura 7: Método de schlumberger-pulmer

Fuente: Mamani – Huayane, (2013)

Para el cálculo de este método se usa la siguiente ecuación:

$$P = \frac{\pi c(c+d)R}{d} \quad (3)$$

En donde:

c: distancia de separación entre el electrodo de corriente y voltaje

d: Distancia entre electrodos de voltaje

P: resistividad en Ω -m

R: valor (en Ω) de la resistencia leída en el ohmímetro

2.2.8. Medida de la resistencia de una puesta a tierra

Es una comprobación de la cantidad de deyección y dispersión de la corriente eléctrica en el terreno, medido en una puesta a tierra desconectada; los cálculos de toman a través de un Teluometro portátil de tres o cuatro bordes. (Huete - Serrano, 2008)

2.2.8.1. Teluometro

Es un equipo usado para medir la resistencia de puesta a tierra y la resistividad mediante el método de Wenner Ambos parámetros mencionados son importantes al momento de hacer una puesta a tierra o verificar el funcionamiento del mismo, de esta manera el Teluometro se convierte en el instrumento principal para este tipo de trabajos.(Lozano - Jiménez, 2015). La figura 8 muestra un modelo de teluometro usado en la actualidad.



Figura 8: Teluometro

Fuente: <https://www.valiometro.pe/teluometros>

2.2.8.2. Aplicación

Este instrumento es ideal para medir sistemas de puesta a tierra en subestaciones, industrias, energía, líneas de distribución, etc. impreso de acuerdo con IEC 61557-5. También es útil para medir la resistividad específica del suelo, en la Figura 9 se muestra un esquema de conexión del telurómetro, con el fin de optimizar los proyectos del sistema de puesta a tierra. (Gallardo - Sanchez et al., 2017)

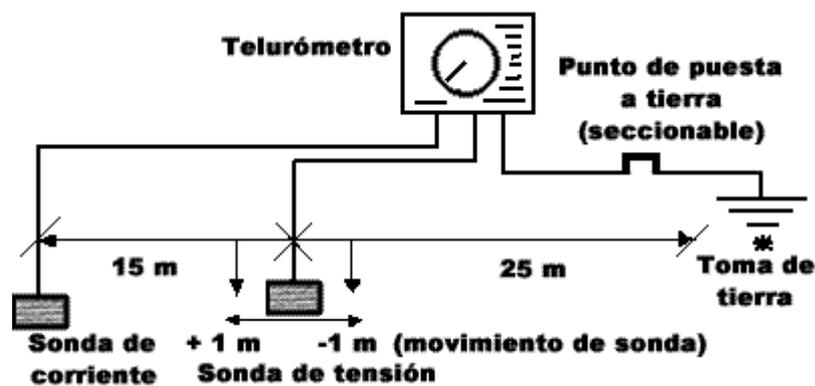


Figura 9: Esquema de medición de tierras

Fuente: Mamani – Huayane, (2013)

Así, este aparato puede llegar a medir la resistencia de la potencia y los componentes de acoplamiento. También se encarga de medir los electrodos de la toma de tierra, además de funcionar en casos de sistema de toma de tierra más pequeños.

Los datos que proporciona este aparato son confiables, puesto que contiene un filtro encargado de eliminar cualquier tipo de señal distorsionada. Así que es un aparato muy necesario, confiable y totalmente seguro. (Gonzales - Longatt, 2007)

2.2.8.3. Funcionamiento

A. Conexión del instrumento

Se conectan los tres cables al instrumento de la siguiente manera:

- Rojo al terminal C
- Amarillo al terminal P

- Verde al terminal E

Luego se conectan las jabalinas auxiliares (luego de haber sido enterradas en línea recta y a una distancia entre 5 a 10 m) a los extremos libres de los cables rojo y amarillo respectivamente. El cable rojo conecta siempre a la jabalina más alejada del instrumento. Finalmente se conecta la toma de tierra al cable verde. (García - Marquez, 2009).

B. Medición

Se gira la perilla hasta la función ACV y se verifica que la tensión de medida sea inferior a 10 V, si la tensión es mayor no habrá una medición exacta.

Luego se gira la llave de rango a X 10 y luego se gira la llave a la función Ω y se revisa la lectura.

Si la aguja indica fuera de escala se pasa al rango x100, se verifica el valor es un inferior a 10 Ω se pasa al rango x1. En la figura 10 se muestra como se realiza la medición con el teluometro en un rango x100.

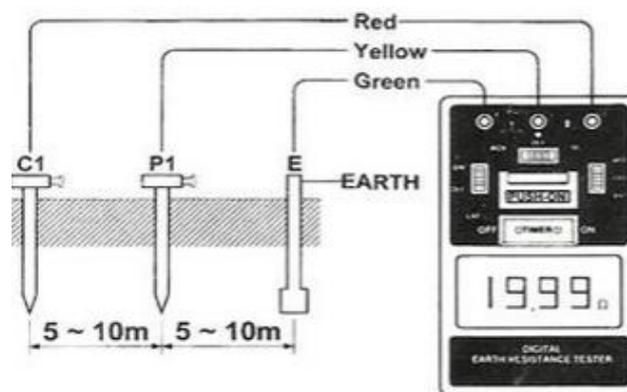


Figura 10: Medición del Teluometro

Fuente: García – Márquez, (2009)

2.2.9. Inspección y mantenimiento de los pozos a tierra

La inspección debe ser realizadas anualmente, con el fin de comprobar la resistencia y las conexiones, esto debe realizarse en época de sequía con el fin de

observaras en el momento más crítico debido a la falta de humedad. (Huete - Serrano, 2008)

(Qqueshuayllo - Cancha, 2005) El mantenimiento de Pozos a Tierra es una necesidad habitual, ya que es importante la protección de las personas y el óptimo funcionamiento de las máquinas y equipos de lo contrario podría afectar la integridad de las personas y perjudicar el funcionamiento de los equipos electrónicos., en la Figura 11 se muestra cómo funciona la protección con un sistema de pozo a tierra.

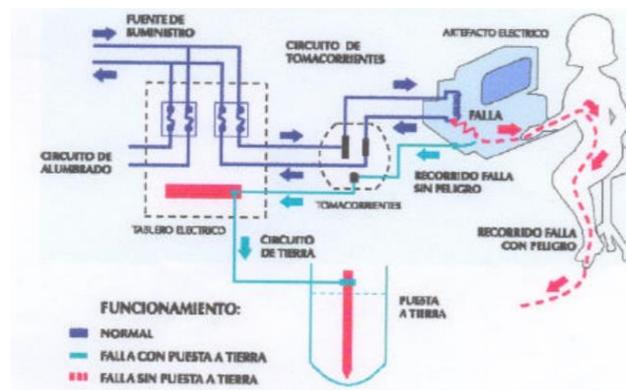


Figura 11: Funcionamiento de protección en equipos de computo

Fuente: García – Márquez, (2009)

En las inspecciones que da INDECI y en el informe de observaciones eléctricas que formulan los inspectores de este ente, regularmente recomiendan la presentación del protocolo de pruebas del Pozos a Tierra con una antigüedad no mayor de 8 meses.

2.2.10. Métodos para la reducción de la resistencia eléctrica

A. Ampliación del número de electrodos en paralelo

Cuando se instalan una gran cantidad electrodos en paralelo, se puede asegurar que baja la resistencia. Por lo tanto, es perjudicial que los electrodos empotrados estén colocados muy cerca uno de otro, ya que cada electrodo afecta la impedancia del circuito. Por ello es encomendable que la distancia de separación entre puestas a tierra debe ser por lo menos el doble de la medida del electrodo.(Daza - Guzman et al., 2012; Galarreta - Rivas, 2018)



B. Aumento del diámetro del electrodo

Al incrementar el diámetro del electrodo de Puesta a Tierra, ayuda muy poco en disminuir la resistencia. Por ejemplo, se puede duplicar el diámetro de un electrodo de puesta a tierra, pero la resistencia solo disminuiría un 10 %.

En terrenos donde la superficie es blanda y de gran profundidad se pueden encontrar capas de terreno más húmedas entonces se podrán utilizar electrodos que se pueden unir unos a otros para lograr profundidades de hasta 5 m.

La resistencia de un electrodo de sección circular se reduce al incrementarse su diámetro, no obstante, tiene un valor límite en el que ya no es recomendable aumentarlo debido a que el valor de la resistencia del terreno permanece prácticamente constante.

Para un electrodo de 5/8" (1.6 cm) de diámetro, se pretende aumentar su conductancia, se puede agregar helicoidales de cable 1/0 AWG, cuyo diámetro de espiras tendrá un diámetro de 18 cm, y la separación entre éstas sea de 20 cm, lográndose una reducción de 30% de la resistencia; es decir, el diámetro del electrodo creció de 1.6 cm (5/8") a 18 cm, lo que equivaldría a utilizar un electrodo de 7".

C. Aumento de la longitud de penetración del electrodo.

Acrescentando la distancia de enterramiento del electrodo en el terreno, se puede conseguir llegar a capas más profundas, en el que se puede llegar a tener una resistividad muy baja, esto se da si el terreno presenta una mayor cantidad de humedad o al inverso una resistividad muy alta, si el terreno es rocoso y pedregoso, que las encontrada en las capas superficiales. (Galarreta - Rivas, 2018; Hernandez - Morales et al., 2009)

D. Tratamiento químico electrolítico del terreno de los pozos.

El tratamiento químico al suelo surge como un método para mejorar y disminuir la resistividad del terreno, sin la necesidad de utilizar gran cantidad de electrodos, siendo



más factible económicamente. Existen diversos tipos de tratamiento químico para reducir la resistencia de un Pozo a Tierra. (Hernandez - Morales et al., 2009)

Este método químico a utilizarse en el mantenimiento de los pozos según estos requiera, básicamente porque está recomendado en el Código Nacional de Electricidad en el artículo 036.D. (anexos) (Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad, 2001)

- Las sales puras (cloruro de sodio) no actúan como un buen electrolítico en estado seco, por lo que se le incorpora carbón vegetal con el fin de que este sirviera como absorbente de las sales disueltas y de la humedad.
- Las bentonitas molidas son combinados minerales arcillosas, tiene la particularidad de absorber hasta cinco veces su peso de agua y de hincharse hasta 13 veces su volumen seco, pero esta propiedad se pierde con demasiada velocidad comparada con la de la absorción, esto se debe al incremento de la temperatura ambiente. Cuando ya está perdida el agua, también pierden conductividad y restan compactación, lo que conlleva a una pérdida de buen estado de contacto entre electrodo y el terreno, por ende, se eleva la resistencia del pozo a tierra a primera vista. Una vez que la bentonita ya ha operado, su propiedad de poder absorber nuevamente agua es aproximadamente nula.
- El Thor-gel se define por un compuesto químico que se puede formar cuando se mezclan dos componentes en el terreno, dando una solución acuosa. Esta solución acuosa resultante, tiene una estructura coloidal, y es específico para un tratamiento químico electrolítico de puestas a tierra, este componente se usa principalmente porque brinda muy buenos resultados, ya que posee sales concentradas de metales que llegan a neutralizar la corrosión de algunas sales dadas por el suelo, como también proporciona algunos aditivos para normalizar el PH y acidez de los suelos. (Hernandez et al., 2009)

También posee otro beneficio que al combinarse con el terreno se puede observar un compuesto gelatinoso, este ofrece mantener una estabilidad química y eléctrica por un intervalo de tiempo de casi 4 años. Es un método de aplicación que consiste en agregar al pozo a tierra los electrolitos que, aglutinados bajo la forma de un Gel, optimicen la conductibilidad eléctrica de la tierra, y puedan retener la humedad en el pozo, por un período extenso. De esta manera se certifica una positiva reducción de la resistencia eléctrica, y una estabilidad la cual no esté afectada por algunos cambios climáticos. (Daza et al., 2012)

2.2.11. Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica

Al momento de que una persona toca con la mano una línea de 120 V y tiene su pie sobre la tierra, en este se genera una trayectoria para la corriente. (Huete - Serrano, 2008) La magnitud de la corriente a través del cuerpo es limitada por el voltaje y la resistencia corporal, por lo que el daño hacia la persona depende de tres factores:

- La trayectoria de la corriente que circula a través del cuerpo.
- La duración que toma la corriente en circular.
- La cantidad de corriente que fluye a través del cuerpo.

Un conductor cuenta con un revestimiento o aislante que mantiene el voltaje y electrones dentro de él, separando otros voltajes del conductor. El revestimiento también proporciona resistencia mecánica al conductor.. La capacidad del cuerpo humano para transportar corriente es muy baja ya que sólo puede conducir una fracción de corriente antes de que cause daño. Una corriente de 80 mA puede ser mortal. (Garcia Marquez, 2009; Huete Serrano, 2008). En la figura 12 se aprecia un corto circuito dentro de un motor trifásico operando a 280 V, el chasis de éste se considera energizado. Cuando la falla ocurre dentro del armazón metálico del motor se encuentra al mismo potencial a tierra que el conductor de fase. Existe ahora probabilidad de un accidente si una persona

toca al mismo tiempo el armazón del motor y una superficie que esté conectado a tierra, existiendo una diferencia de potencial entre el punto 1 y los puntos 2 y 3, cuyo valor puede variar dependiendo de la efectividad de la unión entre el conductor de fase del armazón del motor. (Huete Serrano, 2008)

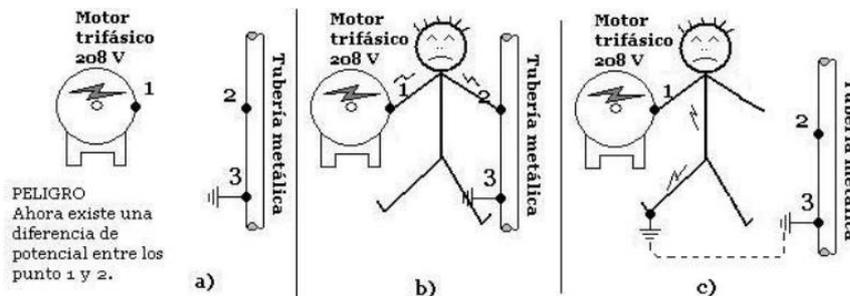


Figura 12: Falla a tierra del motor y descarga eléctrica

Fuente: Mamani - Huayane, (2013)

Se muestra un accidente que ocurre cuando alguien toca al mismo tiempo el armazón metálico del motor y la tubería metálica. Esto crea un circuito eléctrico completo a través de la persona quien ahora recibe la descarga. La figura 12 también ilustra el segundo peligro existente. Una persona toca el armazón del motor y pisa otra superficie conectada a tierra, al mismo potencial que la tubería metálica para agua.

De nuevo, existe una trayectoria de la corriente a través del cuerpo. La forma conceptual de eliminar esto es colocar un puente de unión, como en la figura 13. Esta instalación elimina los peligros anteriores. (Huete - Serrano, 2008)

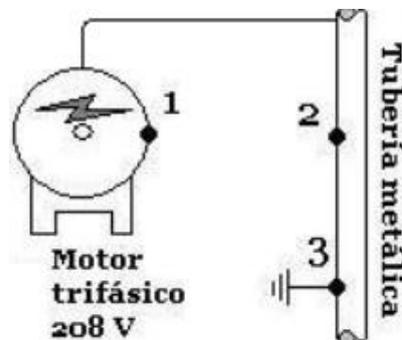


Figura 13: Puente de unión

Fuente: García - Márquez, (2009)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo analítico, descriptivo y transversal porque la medición se llevó a cabo en un lapso de tiempo determinado. (Hernandez Sampieri et al., 2014) Posee un diseño no experimental debido a que no se manipula a ninguna de las variables del estudio. (Hernandez et al., 2014)

3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

La investigación científica se realizó en la provincia de Puno, departamento de Puno en la Universidad Nacional del Altiplano a 3,836 m.s.n.m, ubicado sobre la ribera del Lago Titicaca, donde se llevó a cabo las diferentes actividades:

La medición de los sistemas de puesta a tierra se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población en estudio ha sido compuesta por las medidas de las resistencias de las puestas a tierra de 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno

La población inmersa en la investigación, está compuesta por las poblaciones de 1560 estudiantes del octavo y noveno semestre de las escuelas profesionales de la Universidad Nacional del Altiplano. Cifra tomada según INEI del número de alumnos matriculados en universidades públicas del año 2019.

3.3.2. Muestra

Muestra A: Se tomó una muestra de 17 resistencias de las puestas a tierra de diferentes escuelas profesionales, tipo de muestreo por conveniencia del investigador.



Muestra B: Se usó un muestreo no probabilístico y no aleatorio. Así tanto la muestra quedara conformada por quienes pudieron participar. (Hernandez - Sampieri et al., 2014) Estudiantes regulares de octavo y noveno de las diferentes escuelas profesionales, debido a que esta muestra de estudiantes se encuentra más tiempo en la universidad y se obtuvo un dato más fidedigno.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

El estado del sistema de puesta tierra se obtendrá mediante el método de Wenner a través de la medición de las varillas de cobre en los pozos a tierra en la universidad (Hernandez - Morales et al., 2009).

Para seguridad de las instalaciones de circuitos de protección eléctricos se analizó mediante una encuesta aplicado a estudiantes por correo electrónico con preguntas cerradas y respuestas dicotómicas y categorizadas. (Vergara Camacho, 2014) (Gallo ruiz, 2017)

3.4.2. Instrumentos

En la investigación realizada, se emplearon instrumentos de recolección de datos como: teluometro validado mediante un certificado de calibración (Anexo 13) con el cual se medirá las varillas de cobre en los pozos a tierra en la universidad para ello se usara la tabla 2 y el cuestionario seguridad de las instalaciones de circuitos de protección eléctricos (Anexo 1) ya usado y validado en la investigación de (Vergara Camacho, 2014), de igual forma fue validado por medio de una prueba piloto, a diez estudiantes elegidos al azar, para comprobar la claridad de las preguntas, modificándose aquellas de más difícil comprensión. (Hernandez - Sampieri et al., 2014)

Tabla 2: Modelo de tabla para recolección de datos

NRO.	FACULTAD	MEDICIONES			MEDIA	OBSERVACIONES
		1RA	2DA	3RA		
1						
2						
3						
4						
5						

Elaboración Propia

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1.1. Evaluación de seguridad de los sistemas de puesta a tierra.

El método estadístico usado aquí es la inferencia estadística con el método del contraste de hipótesis también llamado prueba de significación, donde se tomarán los datos obtenidos en la media de la medición de los sistemas de puesta a tierra y se hará uso de una hipótesis nula y alterna, las cuales son:

- **Hipótesis Nula**

La seguridad de los circuitos de protección eléctrica no reduce el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

La hipótesis nula (H_0) recoge el supuesto de que el parámetro toma un valor determinado y soporta la carga de la prueba. La decisión de rechazar la hipótesis nula, que en principio se considera cierta, está en función de que sea o no compatible con la evidencia contenida en la muestra. El contraste clásico permite controlar a priori la probabilidad de cometer el error de rechazar la hipótesis nula siendo ésta cierta; dicha probabilidad se llama nivel de significación del contraste (α) y suele fijarse en el 1%, 5% o 10%.

- **Hipótesis Alternativa**

La seguridad de los circuitos de protección eléctrico si reducen el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

Es la proposición contraria a la hipótesis nula recibe el nombre de hipótesis alternativa (H_a) y suele presentar un cierto grado de indefinición: si la hipótesis alternativa se formula simplemente como “la hipótesis nula no es cierta”, el contraste es bilateral o a dos colas; por el contrario cuando se indica el sentido de la diferencia, el contraste es unilateral o a una sola cola.

Planteamiento de la Hipótesis

$$H_0: P_1 = P_2$$

$$H_a: P_1 \neq P_2$$

Dónde:

H_0 : Hipótesis Nula

H_a : Hipótesis alterna

Obteniendo un nivel de significancia: Al 5% $\alpha = 0.05$

Regla de Decisión:

$$Z_c = 0.05$$

$$Z_t = 1.96$$

Si Z_c es $<$ a Z_t ; se acepta H_0 no existe diferencia significativa.

Si Z_c es $>$ a Z_t ; se acepta H_a existe diferencia significativa

3.5.2. Medición de los sistemas de puesta a tierra

Las instalaciones efectuadas del sistema de puesta a tierra en la Universidad Nacional del Altiplano, ha servido para la recolección de datos, conseguido mediante las mediciones reales que se hicieron en el sistema.

3.5.2.1. Equipo necesario para la medición

- Un Telurometro o medidor de tierra.
- Dos piquetas de acero o acero cobreado de 30 cm de longitud y 14 mm de diámetro.
- Adicionalmente a los cables que lleva el Telurometro de origen, 2 cables flexibles y aislados de las mismas características que los correspondientes a los testigos de tensión e intensidad de una longitud de 100 metros y 150 metros respectivamente, en carretes independientes para enrollar y transportar.
- Grapas de conexión, pinzas de cocodrilo u otro sistema que asegure la perfecta conexión de picas y testigos a sus respectivos cables del medidor.
- Maza para clavar las piquetas (bayonetas o estacas), cinta métrica, herramientas y útiles de uso general.
- Impresos de mediciones (Informe del instalador), bolígrafo y calculadora. (Huete - Serrano, 2008)

3.5.2.2. Medida de resistencia de puesta a tierra

Para una correcta medición debemos colocar el testigo de tensión en un punto a potencial cero. Se procederá siempre de la siguiente manera (Figura 14).

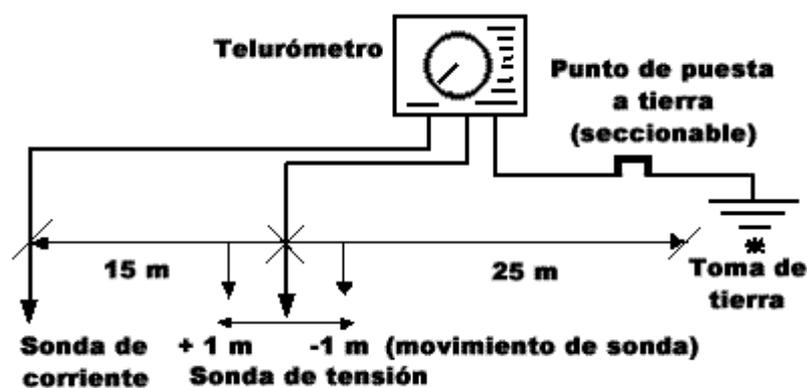


Figura 14: Esquema de medición de tierras

Fuente: García - Márquez, (2009)



Como aspectos previos, se deberá comprobar en todos los casos la ausencia de tensión en tierra a medir.

Tampoco debe de medirse en caso de tormenta o precipitación atmosférica.

Los pasos a seguir son los siguientes:

PRIMERO: Desconectar la toma de tierra del punto de puesta a tierra (regleta, borne etc.)

SEGUNDO: Conectar la toma de tierra al Teluometro.

TERCERO: Situar las sondas de tensión y de corriente en línea recta. Partiendo del punto de puesta a tierra, primero se coloca la de tensión y la más alejada la de corriente. Se colocará la de tensión a 25m del punto de puesta a tierra (seccionamiento) y la de corriente a 15m adicionales (es decir a 40m del punto de puesta a tierra).

CUARTO: Se efectuará la medición y se anotará el valor. Una vez obtenido este valor, se acerca la sonda de tensión 1m respecto al punto anterior y se vuelve a medir.

QUINTO: Se repite la operación anterior pero esta vez alejándose 1m respecto al punto anterior y se vuelve a medir. Si los dos nuevos valores son idénticos al inicial, o la diferencia es menos de(-3 %) o (+3 %) respectivamente, la medición se dará por correcta, puesto que estaríamos en zona lineal y se anotará en el informe del instalador como valor de resistencia de tierra (también se anotará la distancia de la sonda de tensión, en este caso 25m). (Hernandez - Morales et al., 2009)

SEXTO: Si las variaciones son mayores de las expresadas, alejaremos más ambas sondas. Así colocaremos la de tensión a 50m y la de corriente a 30m adicionales (es decir a 80m del punto de puesta a tierra). Como puede verse las distancias son el doble que las anteriores. Como en el caso anterior se tomará la medición en este punto y las correspondientes al movimiento de alejamiento y acercamiento de la sonda de tensión de 1m. Si por los valores obtenidos vemos que ya estamos en zona lineal daremos la



medición por correcta. Si no es así colocaremos los testigos a 75m y 45m (120m) respectivamente y repetiremos el procedimiento. (Garcia - Marquez, 2009)

3.5.3. Diagnóstico de seguridad de los sistemas de protección de acuerdo a encuesta de percepción

- Se desarrolló el cuestionario como instrumento que consta de 7 preguntas cerradas de fácil comprensión y respuestas dicotómicas y algunas categorizadas
- Antes de aplicar la encuesta en el grupo objetivo, el instrumento fue validado por dos ingenieros especialistas en temas de seguridad e instalaciones eléctricas, además se realizó una prueba piloto, a diez estudiantes elegidos al azar, para comprobar la claridad de las preguntas, modificándose aquellas de más difícil comprensión. (Hernandez et al., 2014).
- Se emitió el cuestionario de 7 preguntas a través google formularios que fue enviada por correo electrónico y WhatsApp a los estudiantes de octavo y noveno semestre. Tuvo una posibilidad de una duración de 5 minutos como máximo. Se remitió un recordatorio en aquellos casos en los que no se obtuvo respuesta, enfatizando la utilidad y relevancia de su participación en la investigación. (Gallo ruiz, 2017)

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se elaboró una base de datos en SPSS versión 25 de los datos recaudados. Se realizó un análisis exploratorio de los datos para determinar el porcentaje de los valores perdidos y establecer mejor medida de resumen. Para las variables cuantitativas de los sistemas de puesta a tierra se empleó promedios entre las tres tomas de medición en cada pabellón según Anexo 4 , para las variables cualitativas de la seguridad de las instalaciones de circuitos de protección eléctricos de los pabellones universitarios se resumieron mediante frecuencias, porcentajes. (Hernandez Sampieri et al., 2014).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADO DE EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE SEGURIDAD DE PUESTA A TIERRA

Según la tabla 3 las medidas realizadas en el sistema de puesta a tierra nos indican una media de 6,38; la desviación estándar indica que hay mucha variabilidad en este grupo de tomas, con resultados no uniformes.

Tabla 3: Prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de medida de sistema de puesta a tierra es normal con la media 6,38 y la desviación estándar 4,112.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,024 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es 0,05.

¹Lilliefors corregida

Elaboración propia

Sig. 0,000 < 0,05 se rechaza H₀

Según la prueba de hipótesis se observa un resultado de 0,24 lo cual indica que se rechaza la hipótesis nula y se considera la hipótesis alterna lo que quiere decir que un funcionamiento adecuado de los sistemas de puesta a tierra funcionan bien habrá protección de equipos contra descargas, y evitar descargas eléctricas en humanos, con eso evitamos riesgos a la salud y daños a equipos electrónicos, así como la reducción de costos por cambio de equipos no reparables (fusibles, focos, luminarias, llaves de fuerza, termo magnético, tomacorrientes), evitando que los equipos de muchos estudiantes no sufran de sobrecargas o de corto circuitos.



1. Hipótesis

H₀ (Hipotesis Nula):

La seguridad de los circuitos de protección eléctrica no reducen el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

H_a (Hipotesis Alterna):

La seguridad de los circuitos de protección eléctrico si reducen el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

2. Nivel de significancia al 5%

$$\alpha = 0.05$$

Se acepta hipótesis alterna: Las condiciones de seguridad y protección de las resistencias de las puestas a tierra ayudan a reducir el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos en 17 pabellones de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno – 2021.

De acuerdo a los resultados hay una relación entre una regular escala seguridad de los circuitos de protección eléctrico frente a un número menor de sistemas de puesta a tierra con falta de mantenimiento.

4.2. RESULTADOS DE MEDICION DE LOS SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo a la Tabla 4 y el Anexo 4 se observa que el 41% de los 17 pabellones presenta deficiencias en los sistemas de puesta a tierra respecto al 24% que se encuentran en buen estado, además hay otro 24% que se encuentra en estado regular como se ve en la Tabla 04.

Tabla 4: Resultado de las medidas de los sistemas de puesta a tierra

NRO.	PABELLON	1RA MEDICION (OHMIOS)	2DA MEDICION (OHMIOS)	3RA MEDICION (OHMIOS)	MEDIA (OHMIOS)	OBSERVACIONES
1	CLINICA ODONTOLOGICA	3.68	3.28	3.45	3.47	BUENO
2	BIOLOGIA	4.98	4.00	4.93	4.64	BUENO
3	ODONTOLOGIA	5.00	5.17	5.05	5.07	REGULAR
4	HOSPITAL UNIVERSITARIO	10.20	10.20	10.20	10.20	MALO
5	EDIFICIO CIENCIAS DE LA SALUD	5.08	5.22	5.17	5.16	REGULAR
6	MEDICINA HUMANA	5.40	5.50	5.80	5.57	REGULAR
7	NUTRICION	0.28	0.97	0.41	0.55	MALO
8	ING. AGRONOMIA	6.18	6.36	6.05	6.20	MALO
9	ING. MECANICA ELECTRICA	9.77	9.77	9.80	9.78	MALO
10	BIBLIOTECA CENTRAL	6.93	7.00	6.93	6.95	MALO
11	AUDITORIO MAGNO	5.21	5.32	5.27	5.27	REGULAR
12	EDUCACION	5.44	5.36	5.59	5.46	REGULAR
13	COMUNICACION SOCIAL	19.02	19.06	19.00	19.03	MALO
14	ING. DE SISTEMAS	4.09	4.11	4.12	4.11	BUENO
15	ING INFORMATICA	2.10	2.09	2.13	2.11	BUENO
16	TURISMO	5.72	5.75	5.40	5.62	REGULAR
17	ECONOMIA	9.82	9.09	9.06	9.32	MALO

Elaboración propia

De los pabellones que cuentan con un adecuado sistema de puesta a tierra. Solo 4 sistemas de puesta a tierra tomada se encuentran en buen estado como lo son los pabellones de las escuelas profesionales de Ing. Informática, ing. Sistemas, biología y la clínica odontológica tienen niveles normales de ohmios, siendo adecuado su funcionamiento,

Según la Tabla 04 se observa que 13 sistemas de puesta a tierra necesitan mantenimiento y entre ellos uno está por debajo de lo permitido indicando que el conector se encuentra dañado; según el Anexo 3 de acuerdo a Normas Internacionales ANSI/NFPA 70 -1990 (NEC) publicación - IEEE Std 142 – 1991, recomendaciones de fabricantes y experiencia de Cenyttec en trabajos similares: 5 Ohm como valor máximo

en sistemas electrónicos y de cómputo (Ministerio de Energía y Minas, 2001) de acuerdo a los resultados tenemos el pabellón de la escuela profesional de Comunicación Social con un mayor rango en medida de 19.03 ohmios, luego le sigue el pabellón del hospital universitario de 10.20 ohmios,

4.3. DIAGNOSTICO DE SEGURIDAD DE LOS CIRCUITOS DE PROTECCION

4.3.1. Determinar la eficiencia de energía eléctrica en los pabellones.

Se observa que la eficiencia de energía eléctrica, en las pabellones tiene un estado regular del 20.67% en los pabellones de sociales, un 29.67% en los pabellones de biomédicas y un 24% en los pabellones de ingenierías siendo un total de 74.3% de todos los encuestados. Queda en menor porcentaje los ítems de buena eficiencia en la energía eléctrica 20.7% de total de estudiantes, así como un 5% para ítem de mala eficiencia en la energía eléctrica del total de estudiantes como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Eficiencia de la Energia electrica

		Eficiencia de la energía eléctrica			Total	
		mala	regular	buena		
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	4	62	13	79
		% del total	1,3%	20,7%	4,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	4	89	37	130
		% del total	1,3%	29,7%	12,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	7	72	12	91
		% del total	2,3%	24,0%	4,0%	30,3%
Total	Recuento	15	223	62	300	
	% del total	5,0%	74,3%	20,7%	100,0%	

Elaboración propia

La mayor parte de los encuestados consideran que el servicio de energía eléctrica en la Universidad nacional del Altiplano no es eficiente, por lo que una subida o caída de tensión es muy común dentro de las instalaciones de los pabellones debiéndose tener en buen estado los sistemas de protección a pozo a tierra.

4.3.2. Determinar la seguridad en las instalaciones eléctricas en los pabellones.

Según el tipo de facultad a la que pertenecen los estudiantes encuestados se observó una gran diferencia entre en los estudiantes de sociales, biomédicas e ingenierías; para los estudiantes de sociales las instalaciones eléctricas son seguras en un 14.33%, un 12% contestaron que si son seguras las instalaciones eléctricas; en biomédicas los estudiantes encuestados contestaron en un 24% que las instalaciones eléctricas si son seguras, mientras que un 19.33% contestaron que no son seguras; en ingenierías los estudiantes contestaron que no son seguras las instalaciones eléctricas mientras que un 11, 33% contestaron que si son seguras las instalaciones eléctricas como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Seguridad de las instalaciones eléctricas

		Instalaciones eléctricas seguras		Total	
		no	si		
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	43	36	79
		% del total	14,3%	12,0%	26,3%
biomédicas		Recuento	58	72	130
		% del total	19,3%	24,0%	43,3%
ingenierías		Recuento	57	34	91
		% del total	19,0%	11,3%	30,3%
Total		Recuento	158	142	300
		% del total	52,7%	47,3%	100,0%

Elaboración propia

Del total de estudiantes predominó el 52.7% quienes indicaron que no son seguras las instalaciones eléctricas, mientras que un 47.3% indicaron que si son seguras las instalaciones eléctricas, observándose que aproximadamente la mitad piensan que las instalaciones eléctricas son seguras y la otra mitad piensan que no son seguras de total de encuestados.

Los estudiantes que día a día están dentro de la UNA y se dan cuenta de las malas condiciones de las instalaciones eléctricas, es normal que piensen que no son seguras y podrían ocasionar un accidente en cualquier momento, produciendo miedo del uso de equipos electrónicos propios y/o de la universidad.

4.3.3. Determinación de deterioro en equipos.

Según a la facultad que pertenecen los estudiantes se observó que el 15,67% de los estudiantes de sociales, el 28.33% de los estudiantes de biomédicas y el 27% de los estudiantes de ingenierías contestaron que si vieron el deterioro de equipos por descargas eléctricas dentro de los pabellones de la universidad, siendo un 71% del total de estudiantes de la muestra como indica la Tabla 7.

Tabla 7: Deterioro de los equipos por descargas eléctricas

		Deterioro de los equipos		Total	
		no	si		
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	32	47	79
		% del total	10,7%	15,7%	26,3%
	biomédicas	Recuento	45	85	130
		% del total	15,0%	28,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	10	81	91
		% del total	3,3%	27,0%	30,3%
Total		Recuento	87	213	300
		% del total	29,0%	71,0%	100,0%

Elaboración propia

Un 29% del total de los estudiantes contestaron que no vieron el deterioro de equipos por descargas eléctricas.

Esto ocasiona que el equipamiento de los laboratorios se deterioren rápidamente lo que ocasiona que retraso en las labores de aprendizaje académico y gastos en para compra y reparación de los mismos.

4.3.4. Determinación si las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones adecuadas

Según a la facultad que pertenecen los estudiantes se observó una gran diferencia en la respuesta de los estudiantes, un 16.33% de los estudiantes de sociales indicaron que no cuentan con protecciones adecuadas las instalaciones eléctricas, ya que los estudiantes indican que se observa muchas veces el tablero de distribución se encuentran abiertas, en el área de biomédicas casi la mitad de los estudiantes indicaron que si cuenta con protecciones adecuadas las instalaciones eléctricas y la otra mitad indican que si tiene protecciones adecuadas; en el área de ingenierías un 20.67% indican que no hay protecciones adecuadas las instalaciones eléctricas como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Instalaciones eléctricas que cuentan con protecciones adecuadas

		protecciones adecuadas		Total	
		no	si		
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	49	30	79
		% del total	16,3%	10,0%	26,3%
	biomédicas	Recuento	63	67	130
		% del total	21,0%	22,3%	43,3%
	Ingenierías	Recuento	62	29	91
		% del total	20,7%	9,7%	30,3%
Total	Recuento	174	126	300	
	% del total	58,0%	42,0%	100,0%	

Elaboración propia

El estado actual de las instalaciones eléctricas en la institución representa un gran riesgo para la seguridad de los estudiantes, y el personal que labora en ella, el estado las cajas de distribución y de las conexiones son malas, estos están sin las tapas u las barras y cables se encuentran a la vista y esta flojas las conexiones por lo que hacen cortocircuito.

También el uso de los cables y de llaves de fuerza no es el adecuado primando la compra de materiales de menor costo en contra de la calidad de los mismos. Lo que ocasiona una conducción deficiente de energía y muy poca protección contra cortes de energía.

4.3.5. Determinar la existencia de incidentes de cortocircuito en los pabellones.

Según a la facultad que pertenecen los estudiantes se observó que el 19% de los estudiantes de sociales, el 38.67% de los estudiantes de biomédicas y el 22 % de los estudiantes de ingenierías contestaron que no sufrieron algún cortocircuito dentro de la universidad, siendo un 79.7% del total de la muestra de estudiantes. Un 20.3% del total indicaron que si sufrieron; a pesar de ser una muestra menor los que si sufrieron un cortocircuito indica un peligro importante ya que muchos estudiantes no cuentan con un seguro de salud o con medios para obtener una adecuada atención de salud como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Incidentes de cortocircuito dentro de las universidad

			Sufrió de un cortocircuito		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	57	22	79
		% del total	19,0%	7,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	116	14	130
		% del total	38,7%	4,7%	43,3%
	ingenierías	Recuento	66	25	91
		% del total	22,0%	8,3%	30,3%
Total	Recuento	239	61	300	
	% del total	79,7%	20,3%	100,0%	

Elaboración propia

4.3.6. Determinar la importancia del mantenimiento de sistema de puesta a tierra

Según a la facultad que pertenecen los estudiantes se observó que un 25.67% de los estudiantes de sociales, un 42.33% de los estudiantes de biomédicas y un 29.67% de los estudiantes de ingenieras contestaron que si es importante el mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra en los pabellones universitarios, siendo un 97.7% del total de la muestra de estudiantes encuestados, demostrando la importancia de los sistemas de puesta a tierra para el buen funcionamiento de los equipos y protección en humanos como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10: Importancia del mantenimiento en sistemas de puesta a tierra

			Importancia del mantenimiento		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	2	77	79
		% del total	0,7%	25,7%	26,3%
	biomédicas	Recuento	3	127	130
		% del total	1,0%	42,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	2	89	91
		% del total	0,7%	29,7%	30,3%
Total	Recuento	7	293	300	
	% del total	2,3%	97,7%	100,0%	

Elaboración propia

El tema de mantenimiento es muy importante dentro de cualquier institución, ya que un adecuado programa vela por que los activos se mantengan en buen estado, así como alargar el ciclo de vida de los mismos, un buen plan de mantenimiento ahorra mucho dinero y tiempo de disponibilidad de los equipos de laboratorio.

4.3.7. Determinación de la escala de protección y seguridad eléctrica.

Según a la facultad que pertenecen los estudiantes se observó que en el área de sociales el 10,67% de los estudiantes contestaron que los pabellones universitarios tienen una escala regular de seguridad, en el área de biomédicas el 25% contestaron una regular escala de protección y seguridad eléctrica en los pabellones universitarios y el área de ingenieras el 19,33% de los estudiantes consideran una escala regular de protección y seguridad eléctrica, siendo un 55% del total de la muestra de estudiantes que según su cuestionario indicaron una escala regular de protección y seguridad eléctrica en los pabellones universitarios como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Escala de protección y seguridad de los sistemas de puesta a tierra

		Escala de protección y seguridad			Total	
		malo	regular	bien		
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	25	32	22	79
		% del total	8,3%	10,7%	7,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	26	75	29	130
		% del total	8,7%	25,0%	9,7%	43,3%
	ingenierías	Recuento	18	58	15	91
		% del total	6,0%	19,3%	5,0%	30,3%
Total		Recuento	69	165	66	300
		% del total	23,0%	55,0%	22,0%	100,0%

Elaboración propia

El uso no adecuado de un sistema de protección, entre pozos a tierra y pararrayos, eleva el riesgo de sufrir un shock eléctrico en estudiantes y personal universitario, así como pérdidas en equipos costosos, información valiosa e inversión en cambio de componentes no reparables.

4.4. DISCUSION

En comparación con Galarreta Rivas (2018) que realizó una medición de la funcionalidad de los sistemas de puesta a tierra en la universidad Cesar Vallejo tuvo un resultado más favorecedor ya que más de 50% de los sistemas de puesta a tierra están operativas y un porcentaje menor falta mantenimiento, siendo este requisito indispensable para la obtención de su licenciamiento.

De acuerdo a Abdiel et al. (2019).que realizó una investigación similar en viviendas, los resultados indican que el 35% de las viviendas evaluadas no cumplen con la norma NFPA de 2008 y el 65% si cumple con las normas, en el caso de nuestra investigación que fue realizada en pabellones universitarios deberían de cumplir con las normas mínimas de la condición 4 establecida por SUNEDU para el licenciamiento, como protección y buen funcionamiento de equipos electrónicos.



El método usado para medir los sistemas de puesta a tierra de los pabellones universitarios fue el método de varillas que al igual que Quispe y Gutierrez (2018) en su investigación indica que es más eficiente el uso del método “varillas con tratamientos químicos” y los deficientes los sistemas de puesta a tierra método “varillas con acoplamiento radiales” tomando como referencia el sistema de puesta a tierra método “varilla enterrada directamente

En la investigación de Mercado et al. (2015) alrededor del 30% de los problemas de interrupciones y perturbaciones en las líneas de transmisión son producto de las altas resistencias en los sistemas de puesta a tierra o por la falta de continuidad entre los sistemas de protección contra descargas atmosféricas lo cual produce deficiencia en la conducción de la energía eléctrica de calidad.

Por otra parte Mamani Huayane (2013) Crisóstomo Perez (2014) y Daza et al. (2012) Indican que la puesta a tierra de los equipos refieren la conexión intencional de carcasas, bastidores o estructuras metálicas, logrando mantener una diferencia de voltaje baja entre las diferentes estructuras metálicas, esto contribuye a un mejor desempeño de los sistemas eléctricos y electrónicos; evita incendios provocados por materiales volátiles o combustión de gases al mantener un camino seguro para la circulación de corrientes de falla y descargas atmosféricas.

De acuerdo a (Vergara-Camacho, 2014) quien contempla la solución a varios problemas que existen en una institución académica como lo es una universidad, uno de ellos es la disminución de voltaje en los diferentes ambientes de la universidad, debido a que estaban alimentadas con una red no balanceada. Para lo cual es importante el mantenimiento de los sistemas de puesta a tierra la cual va a salvaguardar los equipos eléctricos y electrónicos que funcionen en la institución.



Según Valencia Nuñez (2006) es muy importante que las cajas de inspección que se encuentran sin los respectivos electrodos de tierra, al igual que hay algunas conexiones de puesta a tierra abiertas, las cajas de inspección están según norma, existen algunas instalaciones eléctricas inapropiadas, ponen en riesgo a las personas que circulan por ahí.

Además Mamani Huayane (2013), Ordoñez Blancas (2016) y Daza et al. (2012) indican que la puesta a tierra de los equipos refiere la conexión intencional de carcassas, bastidores o estructuras metálicas, logrando mantener una diferencia de voltaje baja entre las diferentes estructuras metálicas, con lo que se resguarda al personal de cualquier choque eléctrico.

Por otra parte para Crisóstomo Perez (2014) el mantenimiento, para una disminución considerable de la resistencia de un Pozo a Tierra, radica principalmente en la humedad del suelo, también que el uso de Thor Gel es muy beneficioso para la reducción de la resistencia.



V. CONCLUSIONES

- Se evaluó las condiciones de seguridad y protección de las resistencias de las puestas a tierra, las cuales si reducen el peligro para humanos y el funcionamiento de los equipos eléctricos, brindando protección de equipos contra descargas, y evitar descargas eléctricas en humanos, con eso evitamos riesgos a la salud y daños a equipos electrónicos, así como la reducción de costos por cambio de equipos no reparables (fusibles, focos, luminarias, llaves de fuerza, termo magnético, tomacorrientes) obteniendo que solo un 24% de los pabellones cuenta con un adecuado sistema de protección.
- Se realizaron las mediciones de los sistemas de Puesta a Tierra de 17 pabellones en la Universidad Nacional del Altiplano obteniendo dando como resultado como valores de medición mayores a 5 ohmios, los cuales no se encuentran en buen estado y existe un riesgo de que el funcionamiento del equipamiento en las distintos pabellones de la universidad no sea el adecuado o pueda llegar a dañarse, además existen valores de medición muy bajos según el tipo de suelo.
- Se tiene condiciones regulares de seguridad y protección con un 55% de pabellones universitarios en estado regular, la energía eléctrica suministrada no es la adecuada debido a su variable eficiencia, se observó deterioro de equipos dentro de la universidad por descargas eléctricas, no se cuenta con protecciones adecuadas para evitar sobre cargas en equipos sensibles a la corriente, muchos alumnos indican no haber sufrido un corto circuito en las instalaciones de la universidad. Según la condición 3 de evaluación de SUNEDU para el licenciamiento es importante garantizar el equipamiento y la infraestructura, siendo importante los temas de protección en términos de seguridad, salud y funcionamiento de los laboratorios y equipamiento dentro de las instalaciones y laboratorios de la universidad.



VI. RECOMENDACIONES

Se debe dar importancia a los sistemas de puesta a tierra por que ayudan a mantener un ambiente libre de peligro, evitando sobretensiones peligrosas para el personal que se encuentra en el área de trabajo, por lo que reduce el riesgo a sobretensiones y descargas atmosféricas y manteniendo al mínimo las pérdidas.

Verificar que los equipos que se utilizan cumplen las normas y estándares establecidos de sistemas de puesta a tierra, esto reduciría los riesgos de daños a los mismos. La mano de obra calificada y adecuado seguimiento de las instrucciones dan como resultado un sistema óptimo de puesta a tierra, así como el funcionamiento del sistema electrónico desarrollado.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo ayudaría a mantener las instalaciones y los sistemas de protección es un estado óptimo, para prevenir descargas por tormentas eléctricas y sobretensiones en las instalaciones eléctricas.



VII. REFERENCIAS

BIBLIOGRAFIA

- Abdiel - Vasquez, L., Trejos, A., Valenzuela, V., Trotman, E., & Valdes, V. (2019). Evaluación de la seguridad en las instalaciones eléctricas de las viviendas del distrito de Changuinola. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 54–60. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.0.2370>
- Crisóstomo - Perez, C. M. (2014). *Sistema puesta a tierra menor a 02 Ohmios para protección de equipos electrónicos, contra descargas eléctricas, en entidades financieras*[Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/787>
- Daza - Guzman, R., Gomez Cera, J., & Peña Acosta, Y. (2012). *Diseño del sistema de puesta a tierra de la universidad de la costa aplicando las reglamentaciones vigentes*(Vol 1).[Universidad de la Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/610/1048204760.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galarreta - Rivas, J. J. (2018). *Diagnostico y mejora del sistema de protección de puesta a tierra del campus de la Universidad Cesar Vallejo - Trujillo*. Universidad Cesar Vallejo.
- Gallardo - Sanchez, C., Valcarcel Rojas, A., & Garcia Jacomino, J. L. (2017). Sistemas eléctricos industriales y de potencia eficiencia a impulso de sistemas de puesta a tierra. *Convencion Cientifica Internacional 2017*, 1–14.
- Gallo-ruiz, J. (2017). *Diseño de sistema para automatizar la gestion de investigacion de mercado* [Universidad de Piura]. https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3159/MAS_IME_AUT_029.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garcia - Marquez, R. (2009). La puesta a tierra de Instalaciones Electricas. In *Marcombo*. <https://books.google.com.ec/books?id=iQ8iYy7RT4gC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Gonzales - Longatt, F. (2007). Sistemas de Puesta a Tierra y Protección Contra Descargas Atmosféricas. *II Seminario En Seguridad y Riesgos Electricos En La Industria*, 5546954, 1–9.



- Hernandez - Morales, L. A., Rodriguez Garcia, V. J., & Zamudio Gomez, E. B. (2009). *Sistema de tierras para equipo electrico electrónico* [Universidad Nacional Autonoma de Mexico].<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1459/Tesis.pdf?sequence=1>
- Hernandez - Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de a investigación* (M.G.Hill(ed.); sexta). <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huete - Serrano, M. E. (2008). *Sistema de puesta a tierra y protección para sistemas de telecomunicaciones*. 1–146.
- Lozano - Jiménez, G. (2015). *Dinamica y optimización de los sistemas de puesta a tierra*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mamani - Huayane, C. A. (2013). *Sistema de puesta a tierra y proteccion equipotencial para sistema de computo*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Mercado - Polo, V., Bernardo Peña, J., & Pacheco, L. (2015). Influencia de los sistemas de puesta a tierra en la calidad de la energia electrica. *Revista Cientifica Electronica*,1,49–68.
<http://revista.unisinu.edu.co/revista/index.php/ingenieriaaldia/article/view/11/10>
- Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad. (2001). *Código Nacional de Electricidad Suministro* 2001.
www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/1.CNE SUMINISTRO.pdf
- Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad. (2007). *Manual de Interpretacion del Codigo Nacional de Electricidad*.
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Electricidad/normatividad/Manual ICNESuministro.pdf>
- Ordoñez Blancas, N. (2016). *Minimización del efecto de acoplamiento de medición de resistencia de puesta a tierra en una malla de una sub estación eléctrica en zonas urbanas* [Universidaad Nacional del Centro del Perú].
<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3599>
- Qqueshuayllo - Cancha, W. R. (2005). *Diseño y ejecucion de una puesta a tierra de baja resistencia* (Vol. 447, Issue May) [Universidad Nacional Mayor de san Marcos].
http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4147/Diaz_rc.pdf;jsessionid=CD5A7FF3022F1A5526948369A600356D?sequence=1
- Quispe - Machaca, R. W., & Gutierrez Aquino, Y. R. (2018). *Diseño e implemetacion*



de diferentes sistemas de puestas a tierra para los laboratorios de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la UNA - PUNO [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8955>

Valencia Nuñez, J. A. (2006). *Estudio del sistema de puesta a tierra en laboratorios Baxter S.A.* [Universidad Autónoma de Occidente].
<https://red.uao.edu.co/handle/10614/6011>

Vergara-Camacho, J. A. (2014). *Implementación general del sistema de Puesta a Tierra en la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná*. Universidad Tecnológica de Cotopaxi.



Anexo 2. Artículos Código Nacional de Electricidad Reglas 060-000

(1) Esta Sección cubre la protección de las instalaciones eléctricas por medio de la puesta a tierra y del enlace equipotencial o conductor de protección.

(2) Se acepta como medidas que proveen una protección adicional a la puesta a tierra, o como alternativas a las mismas, cuando el Código lo permita, a las siguientes: Aislamiento eléctrico, separación física de los circuitos y barreras mecánicas contra contacto accidental. 060-702(Anexos 2) Un electrodo de varilla debe tener las siguientes características:

(a) Ser un producto aprobado, de cobre o de acero revestido con cobre (acero-cobre), con diámetro no inferior a 16 mm (o 5/8 pulgada) para electrodos de acero-cobre y 13 mm (o 1/2 pulgada) para electrodos de cobre; y (b) Tener una longitud no menor de 2 m; y (c) Tener una superficie metálica limpia que no esté cubierta con pintura, esmalte u otro material de baja conductividad; y (d) Alcanzar una profundidad no menor de 2,5 m para cualquiera que sea el tamaño o número de varillas que se utilicen. 060-712 El valor de la resistencia de la puesta a tierra debe ser tal que, cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a las permitidas y no debe ser mayor a 25 Ω . Cuando un electrodo simple, consistente en una varilla, tubería o placa, tenga una resistencia a tierra mayor de 25 Ω , es necesario instalar un electrodo adicional a una distancia de por lo menos 2 m, o a una distancia equivalente a la longitud del electrodo; o se debe emplear cualquier otro método alternativo. (Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad, 2007)

- | | |
|--|----------------|
| ▪ <i>En centro urbano o urbano rural</i> | <i>6 ohms</i> |
| ▪ <i>En localidades aisladas o zonas rurales</i> | <i>10 ohms</i> |

Cuando tenga que disminuirse la resistencia de puesta a tierra se podrá usar otros métodos, como puede ser el empleo de tratamiento químico o suelos artificiales, que deberán ser aceptables y certificados por una entidad especializada e imparcial competente, asegurándose que dichos tratamientos no atenten contra el medio ambiente. (Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad, 2001)

060-806 Instalación de Conductores del Sistema de Puesta a Tierra



El conductor de puesta a tierra de un sistema no debe tener uniones ni empalmes a lo largo de toda su longitud, con excepción de las barras, uniones por soldadura exotérmica, conectores de compresión aplicados con una herramienta de compresión compatible con el tipo de conector a aplicarse, o donde sea necesario el control de corrientes de dispersión a tierra, caso en el que debe emplearse dispositivos adecuados para conexiones en serie con el conductor de puesta a tierra.

060-802 Material del Conductor de Puesta a Tierra

El conductor de puesta a tierra de un sistema de alambrado, ya sea que se use o no para conectar a tierra el equipo eléctrico, puede ser desnudo o aislado y debe ser de cobre.

060-806 Instalación de Conductores del Sistema de Puesta a Tierra

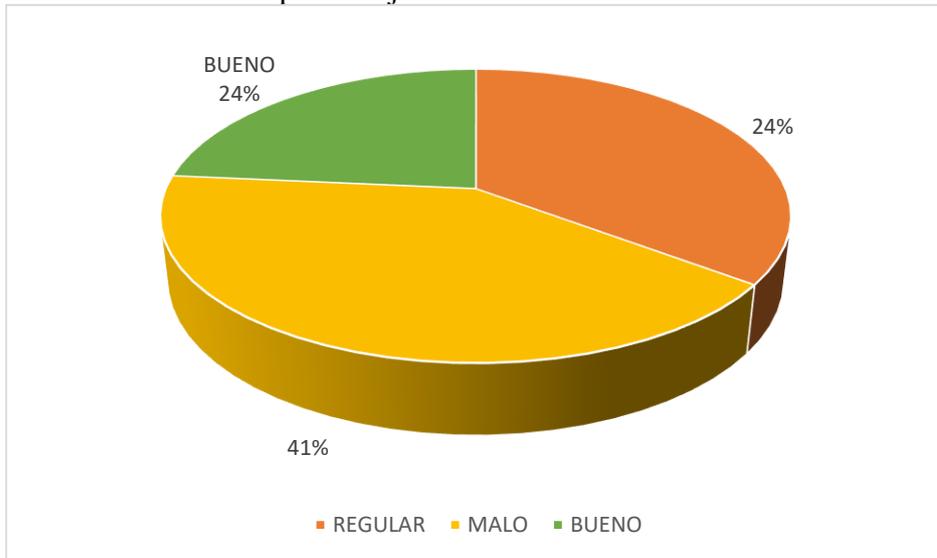
(1) El conductor de puesta a tierra de un sistema no debe tener uniones ni empalmes a lo largo de toda su longitud, con excepción de las barras, uniones por soldadura exotérmica, conectores de compresión aplicados con una herramienta de compresión compatible con el tipo de conector a aplicarse, o donde sea necesario el control de corrientes de dispersión a tierra, caso en el que debe emplearse dispositivos adecuados para conexiones en serie con el conductor de puesta a tierra. (Ministerio de Energía y Minas (Perú). Dirección General de Electricidad, 2001)

Anexo 3. Valor en ohmiaje recomendado

*f *De acuerdo a Normas Internacionales ANSI/NFPA 70 -1990 (NEC) publicación - IEEE Std 142 – 1991, recomendaciones de fabricantes y experiencia de Cenytec en trabajos similares: 5 Ohm como valor máximo en sistemas electrónicos y de cómputo.*

TIPO DE SERVICIO DEL POZO A TIERRA	VALOR DE OHMIAJE RECOMENDADO
Pozo a tierra de uso Industrial	< 25 Ω
Pozo a tierra para cargas generales	< 15 Ω
Pozo a tierra para laboratorios de computo	< 5 Ω
Pozo a Tierra para Equipo Médico, Equipo de Comunicaciones, Maquinaria Sofisticada (PLC, Variadores, Con Tarjetas de Control Electrónico)	2-1 Ω

Anexo 4. Gráfico de porcentajes de valores obtenidos en las mediciones



Anexo 5. Eficiencia de la energía eléctrica

			Eficiencia de la energía eléctrica			Total
			mala	regular	bueno	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	4	62	13	79
		% del total	1,3%	20,7%	4,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	4	89	37	130
		% del total	1,3%	29,7%	12,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	7	72	12	91
		% del total	2,3%	24,0%	4,0%	30,3%
Total		Recuento	15	223	62	300
		% del total	5,0%	74,3%	20,7%	100,0%

Elaboración propia

Anexo 6. Instalaciones eléctricas seguras

			Instalaciones eléctricas seguras		
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	43	36	79
		% del total	14,3%	12,0%	26,3%
	biomédicas	Recuento	58	72	130
		% del total	19,3%	24,0%	43,3%
	ingenierías	Recuento	57	34	91
		% del total	19,0%	11,3%	30,3%
Total		Recuento	158	142	300
		% del total	52,7%	47,3%	100,0%

Elaboración propia

Anexo 7. Distribución de los tomacorrientes

			Distribución de los tomacorrientes			Total
			malo	regular	bueno	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	18	45	16	79
		% del total	6,0%	15,0%	5,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	31	81	18	130
		% del total	10,3%	27,0%	6,0%	43,3%
	ingenierías	Recuento	11	47	33	91
		% del total	3,7%	15,7%	11,0%	30,3%
Total		Recuento	60	173	67	300
		% del total	20,0%	57,7%	22,3%	100,0%

Elaboración propia



Anexo 8. Deterioro de los equipos por descargas eléctricas

			Deterioro de los equipos		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	32	47	79
		% del total	10,7%	15,7%	26,3%
	biomédicas	Recuento	45	85	130
		% del total	15,0%	28,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	10	81	91
		% del total	3,3%	27,0%	30,3%
Total	Recuento	87	213	300	
	% del total	29,0%	71,0%	100,0%	

Elaboración propia

Anexo 9. Instalaciones eléctricas cuentan con protecciones adecuadas

			protecciones adecuadas		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	49	30	79
		% del total	16,3%	10,0%	26,3%
	biomédicas	Recuento	63	67	130
		% del total	21,0%	22,3%	43,3%
	Ingenierías	Recuento	62	29	91
		% del total	20,7%	9,7%	30,3%
Total	Recuento	174	126	300	
	% del total	58,0%	42,0%	100,0%	

Elaboración propia

Anexo 10. Sufrió de un cortocircuito dentro de las universidad

			Sufrió de un cortocircuito		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	57	22	79
		% del total	19,0%	7,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	116	14	130
		% del total	38,7%	4,7%	43,3%
	ingenierías	Recuento	66	25	91
		% del total	22,0%	8,3%	30,3%
Total	Recuento	239	61	300	
	% del total	79,7%	20,3%	100,0%	

Elaboración propia



Anexo 11. Importancia del mantenimiento a SPAT

			Importancia del mantenimiento		Total
			no	si	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	2	77	79
		% del total	0,7%	25,7%	26,3%
	biomédicas	Recuento	3	127	130
		% del total	1,0%	42,3%	43,3%
	ingenierías	Recuento	2	89	91
		% del total	0,7%	29,7%	30,3%
Total	Recuento	7	293	300	
	% del total	2,3%	97,7%	100,0%	

Elaboración propia

Anexo 12. Escala de protección y seguridad de los SPAT

			Escala de protección y seguridad			Total
			malo	regular	bien	
Facultad a la que pertenece el estudiante	sociales	Recuento	25	32	22	79
		% del total	8,3%	10,7%	7,3%	26,3%
	biomédicas	Recuento	26	75	29	130
		% del total	8,7%	25,0%	9,7%	43,3%
	ingenierías	Recuento	18	58	15	91
		% del total	6,0%	19,3%	5,0%	30,3%
Total	Recuento	69	165	66	300	
	% del total	23,0%	55,0%	22,0%	100,0%	

Elaboración propia



Anexo 13. Certificado de calibración del teluometro



EMPRESA VIETTEL PERU S.A.C
General Department

GIẤY CHỨNG NHẬN HIỆU CHUẨN (CERTIFICADO DE CALIBRACION)

Número (Số): YCXPUN_GDT/21/000762
Declaración (Diễn giải): (V/v: Telurômetro KYORITSU 4105A)
Date 07-month 04-year 2020

Salida (Xuất từ kho): ROTATIONAL WAREHOUSE BRANCH (MINKA, CALLAO)

Group Recipient (Đơn vị nhận): Đội UCTT PUNO BRANCH JR ALMAGRO 558, JULIACA, PUNO

FECHA DE RECEPCION	15-03-2020
OBJETO DE CALIBRACION	TELUROMETRO DIGITAL
FABRICANTE	KYORITSU (4105A)
SERIE	W8227736
PROCEDENCIA	TAILANDIA
PARAMETROS	Tension AC, Resistencia
FECHA DE CALIBRACION	01-04-2020
LUGAR DE CALIBRACION	M&E DEPT. HO, CALLE 21 NRO 878, SAN ISIDRO

CONDICIONES AMBIENTALES

TEMPERATURA INICIAL	22.4° C
TEMPERATURA FINAL	22.0° C
HUMEDAD RELATIVA INICIAL	65.3 %
HUMEDAD RELATIVA FINAL	64.7 %

Ao (ngày) 07 de (Tháng) 04 de (Năm) 2020

Unidade da proposta
Đơn vị yêu cầu


Le Minh Thanh

Unidad aprobada
Đơn vị phê duyệt



WILSON JORGE
VALVERDE CHANCAFE
INGENIERO ELECTRONICO
REG. CIP N° 136366

Unidade de controle
Đơn vị quản lý


HUYNH MINH THE

Página/Trang 1 / 2



GIẤY CHỨNG NHẬN HIỆU CHUẨN (CERTIFICADO DE CALIBRACION)

Número (Số): YCXPUN_GDT/21/000762

Declaración(Diễn giải): (V/v: Telurómetro PRASEK)

Date 07-month 04-year 2020

Salida (Xuất từ kho): ROTATIONAL WAREHOUSE BRANCH(MINKA, CALLAO)
Group Recipient (Đơn vị nhận): Đội UCTT PUNO BRANCH JR ALMAGRO 558, JULIACA, PUNO

PATRONES DE REFERENCIA:

INSTRUMENTO	Nº CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
Multimeter reference FLUKE AC/DC 6,5dgt	LE-576-2020	SNM-INDECO

RESULTADOS DE CALIBRACION

Medición de resistencias (ohmios)

RANGO	VALOR PATRON	UNIDAD	VALOR MEDIO	CORRECCION	INCERTIDUMBRE
20,00 Ω	2,00	Ω	1,98	0,02	0,01
	5,00	Ω	4,98	0,02	0,01
	10,00	Ω	9,98	0,02	0,01
	15,00	Ω	14,97	0,03	0,01
200,0 Ω	20,00	Ω	19,9	0,1	0,1
	50,00	Ω	49,9	0,1	0,1
	100,00	Ω	99,8	0,2	0,1
	150,00	Ω	149,6	0,4	0,1
2000 Ω	200,00	Ω	200	0	1
	500,00	Ω	500	0	1
	1000,00	Ω	999	1	1
	1500,00	Ω	1495	5	1

Medición de tensión – Corriente alterna (voltios)

RANGO	VALOR PATRON	UNIDAD	VALOR MEDIO	CORRECCION	INCERTIDUMBRE
200V 60.00Hz	5,0000	V	4,5	0,5	0,1
	10,0000	V	9,5	0,5	0,1
	50,0000	V	49,4	0,6	0,1
	100,0000	V	99,3	0,7	0,1
	150,0000	V	149,1	0,9	0,1

Ao (ngày) 07 de (Tháng) 04 de (Năm) 2020

Unidade da proposta
Đơn vị yêu cầu

Le Minh Thanh

Unidad aprobada

WILSON JORGE
VALVERDE CHANCAFE
INGENIERO ELECTRONICO
REG. CIP N° 131986

Unidade de controle
Đơn vị quản lý

HUYNH MINH THE

Anexo 14. Galería fotográfica

