



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

Evaluación del Comportamiento de compuestos mejoradores de los sistemas de puesta a tierra

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Mecánica Eléctrica	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Eléctrica

3. Duración del proyecto (meses)

12

4. Tipo de proyecto

Individual	☒
Multidisciplinario	☐
Director de tesis pregrado	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	Villanueva Cornejo, Marcos Jose
Escuela Profesional	Ingeniería Mecánica Eléctrica
Celular	990684650
Correo Electrónico	Marcosvillanueva unap.edu.pe

- I. Título (El proyecto de tesis debe llevar un título que exprese en forma sintética su contenido, haciendo referencia en lo posible, al resultado final que se pretende lograr. Máx. palabras 25)

Evaluación del Comportamiento de compuestos mejoradores de los sistemas de puesta a tierra

- II. Resumen del Proyecto de Tesis (Debe ser suficientemente informativo, presentando -igual que un trabajo científico- una descripción de los principales puntos que se abordarán, objetivos, metodología y resultados que se esperan)

El objetivo de este trabajo de investigación es el estudio de la variación de la impedancia de impulso y sus parámetros de puesta a tierra que son conducidas en compuestos mejoradores del suelo para obtener un relativo beneficio. A partir del análisis de los resultados de las mediciones, este trabajo aspira a investigar los posibles beneficios obtenidos del uso de estos materiales en sistemas de puesta a tierra, especialmente en el campo de los sistemas de protección contra las descargas de energía. Para este propósito, se realizarán ensayos a escala



adecuada de los sistemas de puesta a tierra utilizando para ello varillas de puesta a tierra verticales individuales, conducidas tanto en el suelo como en compuestos de mejora de suelo como elemento beneficioso. La resistencia y la resistividad serán medidos con el teluometro y estos serán registrados en las tablas de acuerdo al formato presentado que darán como resultado la determinación de la variación temporal de la impedancia. Los resultados proporcionan información útil para el diseño y el comportamiento de un sistema de puesta a tierra con compuestos mejoradores de la resistencia bajo corrientes de impulso de energía. La presente investigación es experimental puesto que se construirá pozos a escala que puedan ser analizados, el lugar para realizar el experimento será en el distrito de Puno.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

compuestos mejoradores, impedancia, puesta a tierra, resistencia.

IV. Justificación del proyecto (Describa el problema y su relevancia como objeto de investigación. Es importante una clara definición y delimitación del problema que abordará la investigación, ya que temas cuya definición es difusa o amplísima son difíciles de evaluar y desarrollar)

El estudio planteado, se justifica en cuanto: las puestas a tierra de las instalaciones eléctricas y equipos es un tema que afecta a varias de las diferentes disciplinas implicadas en la construcción y en el equipamiento eléctrico de un moderno edificio, centro comercial o industrial, y en las residencias el propósito principal es comprobar la influencia en el tratamiento de la puesta a tierra utilizando el estiércol de la alpaca en los pozos a tierra aditivados con el cemento conductivo o tratamiento con aditivos electroquímicos.

En este proyecto de tesis se presentara una propuesta nueva en el tema de las puestas a tierra que va a servir de guía básica para la realización de las puestas a tierra utilizando la arcilla en el tratamiento del sistema de puesta a tierra el mismo que debería garantizar una resistividad de acuerdo con lo establecido en las normas y principalmente en el Código Nacional de Electricidad.

En cuanto a la Seguridad los sistemas de puesta a tierra deben conducir las corrientes de cortocircuito y descargas a tierra sin que se produzca una subida de tensión intolerable o tensiones de contacto.

En cuanto a la protección de equipos los sistemas de puesta a tierra deben proteger los equipos eléctricos y electrónicos, facilitando una ruta de evacuación de baja impedancia a los equipos interconectados. La canalización, ordenación y el apantallamiento adecuado de los cables constituyen aspectos muy importantes y sirven para la producción de averías que podrían afectar el funcionamiento de los equipos.

En ese sentido el presente proyecto de tesis se justifica en cuanto es necesario comprobar la influencia del estiércol de la alpaca en el tratamiento de los pozos a tierra.

V. Antecedentes del proyecto (Incluya el estado actual del conocimiento en el ámbito nacional e internacional. La revisión bibliográfica debe incluir en lo posible artículos científicos actuales, para evidenciar el conocimiento existente y el aporte de la Tesis propuesta. Esto es importante para el futuro artículo que resultará como producto de este trabajo)

Como antecedentes a la presente investigación podemos mencionar las siguientes: (Mohamad et al., 2013) En este trabajo se presenta un conjunto de pruebas experimentales y



resultados de ensayos sobre el comportamiento de los sistemas prácticos de puesta a tierra bajo altas corrientes de impulso, donde los sistemas de puesta a tierra consisten en 3 conexiones de sistemas de puesta a tierra, 2, 3 y 4 electrodos de varilla. También se discuten los ensayos de calibración utilizando una carga de prueba lineal con el fin de validar los transductores adoptados para este estudio. Este trabajo también presenta la selección de la tierra remota y algunos datos de trabajos previamente publicados sobre el mismo sitio y las figuraciones de los sistemas de puesta a tierra bajo corrientes de baja magnitud y a frecuencia de potencia. Se investigaron las características de ionización del suelo en los sistemas de puesta a tierra reales. El rendimiento de los sistemas de puesta a tierra se investiga en base a sus formas de tensión y corriente, los valores de resistencia de pre y post ionización de la tierra y los retardos de tiempo. Se encontró que bajo condiciones de impulso, los sistemas de puesta a tierra se comportan de manera diferente cuando la resistencia de la tierra no es lineal, lo cual se debe a procesos térmicos y de ionización.

(Mazzetti & Veca, 1983), En este estudio se discute la influencia de las características de la tierra, el tamaño de los conductores enterrados, y la forma e intensidad de la onda de la corriente. El análisis fue hecho por un modelo matemático y Se obtuvo una concordancia satisfactoria con los resultados experimentales conocidos, incluso para aquellos valores actuales que provocan la descomposición del suelo.

(Sekioka et al., 2005), Este artículo ha investigado experimentalmente la transición comportamiento de los sistemas de electrodos de puesta a tierra especialmente para una alta corriente de impulso de hasta 40 kA en particular referencia con una resistencia mutua de puesta a tierra entre los electrodos. Los resultados experimentales muestran que la resistencia mutua de puesta a tierra depende de la corriente aplicada de manera similar a la dependencia de la corriente de la resistencia de puesta a tierra propia. El fenómeno puede ser explicado por el aumento de un radio efectivo de la varilla y una longitud efectiva. La resistencia de auto-conexión a tierra depende en gran medida de la dimensión de la varilla y de la resistividad del suelo para las corrientes bajas como es analíticamente bien conocido, sin embargo, los parámetros causan un menor efecto en el carácter no lineal, es decir, para las altas corrientes que exceden los 10 kA.

(Guo et al., 2010), En este documento se describe la instalación de prueba de puesta a tierra de la central de Dinorwig, incluyendo los detalles del montaje experimental. Se presentan los resultados de las pruebas experimentales en una red de tierra de 5mx5m, sumergida en agua y energizada, en corriente alterna, corriente continua e impulso. Los valores de Tierra medida se comparan las distribuciones de resistencia/impedancia y de potencial de la superficie del agua con las obtenidas de los cálculos analíticos y las simulaciones numéricas detalladas por ordenador.

(Tu, He, & Zeng, 2006), El material de baja resistividad (LRM) es ampliamente utilizado para disminuir las resistencias de puesta a tierra de frecuencia de potencia de los dispositivos de puesta a tierra para las líneas de transmisión en las regiones con alta resistividad del suelo. El estudio sobre la influencia del LRM en el funcionamiento del impulso de los dispositivos de puesta a tierra no se puede encontrar en la literatura. Los resultados experimentales de las características del impulso del relámpago de los dispositivos de puesta a tierra cubiertos con LRM fueron presentados en este documento. Las fluencias de la corriente de impulso, las dimensiones geométricas de los dispositivos de puesta a tierra, y la resistividad del suelo en la resistencia de puesta a tierra de impulso y el coeficiente de impulso de los dispositivos de puesta a tierra con las cubiertas LRM siguen siendo iguales con los que no tienen las cubiertas LRM. La resistencia de la puesta a tierra de los impulsos disminuye de aproximadamente 25% a 45% cuando se utiliza la cubierta LRM. Las fórmulas de montaje para calcular el coeficiente de reducción de la resistencia de puesta a tierra de los diferentes dispositivos de puesta a tierra se proporcionan. Por otro lado, se discute la influencia del LRM en la longitud efectiva del impulso de los electrodos de puesta a tierra.

(Hu et al., 2012), Se lleva a cabo una prueba de campo al aire libre para investigar el efecto del relleno conductor en la reducción de la resistencia de puesta a tierra de los impulsos. Se trata de la cuestión de si y por qué el efecto bajo la condición de relámpago es diferente del efecto bajo la condición de frecuencia de potencia. Basado en los resultados de la prueba, el efecto del relleno conductor bajo condición de relámpago se compara con el efecto bajo condición de frecuencia de energía. Se concluye que la ionización es también un factor importante además de la resistividad que afecta el efecto de la reducción de la resistencia de puesta a tierra bajo condición de relámpago. Pero el efecto del relleno conductor en la reducción de la resistencia de puesta a tierra bajo la condición de relámpago es difícil de comparar cuantitativamente con la condición de frecuencia de energía.

(Jones, 1980), Los métodos actuales de instalación fallan en suelos rocosos o duros. Se ha



desarrollado una técnica con Bentonita, una arcilla que consiste en un mineral, es un excelente relleno conductor. Si se le añade ofrece una reducción de la resistencia de hasta un 36% por varilla. Con una cantidad suficiente de agua, la bentonita absorberá hasta cinco veces su peso.

(Nor, Haddad, & Griffiths, 2006), Se investigaron diferentes contenidos de agua bajo corrientes de impulso rápido de alta magnitud, y se derivó un modelo de circuito equivalente para la ionización del suelo. Para la celda de prueba hemisférica utilizada, la resistencia de la resistencia limitó las magnitudes de la corriente a menos de 300 A en el rango de kilo-ohm. Estos altos valores antes de la ruptura ocurrieron en la celda de prueba. En la práctica, sin embargo, las magnitudes de la corriente transitoria pueden alcanzar varias decenas de kilogramos - la resistencia de una jabalina de tierra es generalmente inferior a 10 ohm. Por lo tanto, es necesario investigar el comportamiento de los suelos bajo altas magnitudes de corriente y compararlo con los resultados de las pruebas de baja corriente alterna y continua. Para lograr altas magnitudes de corriente de impulso con la celda de prueba adoptada, se utilizaron medios de baja resistividad como suelos de prueba. En este trabajo, se analizaron los datos de un nuevo ensayo de impulso utilizando arcilla y arena húmedas mezcladas con cantidades controladas de sodio (NaCl) para obtener un rango de materiales de baja resistividad. Las características del NaCl también se investigan bajo corrientes de impulso de baja magnitud y baja frecuencia para comprender mejor su efecto en las mezclas de suelos arenosos y salinos. Durante el programa de prueba se utilizaron corrientes de impulso de hasta 5 kA. Estos nuevos datos serían útiles para entender las características de un valor bajo de resistencia de la tierra (que es una condición típica en el sitio de campo) bajo condiciones de alto impulso. Incluyendo el efecto no lineal del suelo bajo altas corrientes, se podría lograr una modelación más precisa de los dispositivos de protección y su rendimiento. Además, la consideración de la no linealidad en los suelos puede ayudar al diseño óptimo de los sistemas de puesta a tierra.

(Galvan & Pretelln, 2010), Con el fin de estudiar el efecto a largo plazo del uso de "compuestos mejoradores de tierra" en conjunto con varios electrodos de tierra, se inició en 2007 un proyecto común entre el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) y la Compañía Mexicana de Electricidad (CFE). El objetivo del proyecto es caracterizar los compuestos mejoradores de tierra para obtener el beneficio relativo y tomar en cuenta sus limitaciones, para obtener los mejores resultados cuando se aplican en las líneas de transmisión. El proyecto se divide en dos tareas principales: mediciones a corto plazo mediante estudios de laboratorio y mediciones a largo plazo mediante evaluación de campo. En el laboratorio, se realizaron mediciones mecánicas y eléctricas, de corrosión y químicas, y en el campo se midieron la resistividad del suelo y las resistencias del terreno. Este trabajo muestra el comportamiento de la resistencia del suelo de los electrodos de tierra hechos de compuestos mejoradores de tierra, y los resultados se comparan con las relaciones matemáticas disponibles en la literatura. Se observa una buena concordancia para todos los compuestos, principalmente para hasta 1500 Ohm, y el beneficio dependerá del compuesto de mejora de tierra utilizado y la resistividad del suelo.

(Ahmad, Rahman, Jasni, Kadir, 2010), El objetivo de este trabajo es encontrar el material de mejora química que mejor se desempeñe para proporcionar el menor impedimento para que las corrientes de falla se dispersen en la tierra en el menor tiempo posible. Estas corrientes de falla se deben típicamente a los transitorios y podrían ser peligrosas para el sistema de energía, el equipo en él y el personal involucrado con el sistema. Por lo tanto, se desea que un sistema de puesta a tierra esté instalado para proporcionar tal trayectoria para despejar estas corrientes de falla del sistema de energía de la manera que el peligro podría ser reducido. Tales transitorios son generados por los relámpagos, o la acción de conmutación. Observe que en este estudio, solamente se considera la caída de un rayo. El rayo podría crear transitorios impulsivos durante sus impactos directos o indirectos en el sistema de energía. Este problema se evita normalmente instalando un sistema de conexión a tierra adecuado al sistema de energía. Un sistema de puesta a tierra creará un camino para que los transitorios se dispersen de forma segura en la tierra proporcionando una trayectoria de menor resistencia. Esto se puede hacer fácilmente usando materiales naturales o químicos. Sin embargo, este trabajo sólo reportó los hallazgos de tener materiales de mejora química en la vecindad del sistema de puesta a tierra para protección contra rayos. Se encuentra que el cloruro de sodio demostró el mejor funcionamiento como material de realce para el sistema de puesta a tierra sobre el tiosulfato de sodio, el cloruro de magnesio, el sulfato de cobre y el cloruro de amonio.

(Androvitsaneas, Gonos, & Stathopulos, 2012), El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de los compuestos mejoradores de tierra, los cuales son ampliamente usados en sistemas de puesta a tierra, con el fin de disminuir el valor de la resistencia de puesta a tierra. Es bien



sabido que la mayor parte de la subida de potencial de la varilla de puesta a tierra es determinada por la resistividad del suelo que rodea la varilla de puesta a tierra y la magnitud de la corriente aplicada. Como resultado, el valor más bajo de la resistencia de puesta a tierra factible es deseable, para proporcionar el camino más bajo de impedimento para que las corrientes de falla se dispersen en la tierra, en el tiempo más corto posible. Para este propósito, cinco barras de puesta a tierra fueron conducidas, cada una de ellas, en diferentes compuestos de mejora de tierra. Los resultados de la medición se presentan en relación con el tiempo y la lluvia. Además, se presentan varias reflexiones, comentarios y propuestas sobre: a) la viabilidad de uso de los compuestos de mejora de tierra, b) la elección del compuesto adecuado, en relación con el costo y el valor de resistencia de puesta a tierra alcanzado, c) la influencia del tiempo y las condiciones climáticas en el comportamiento de los compuestos de mejora de tierra.

(Liu et al., 2004), En este modelo, se asume que la región de la ionización del suelo retiene el 7% de su resistividad de pre-ionización, que es constante con los resultados experimentales sobre la ionización del suelo encontrados en la literatura y nuestros propios experimentos de laboratorio. Comparado con la modelación de la ionización del suelo como un aumento en el tamaño del conductor de tierra, el modelo presentado aquí no sobreestimaré la influencia beneficiosa de la ionización del suelo en la reducción de la subida potencial del suelo, especialmente en suelo de alta resistividad. El modelo también se aplica para estudiar el comportamiento transitorio de los conductores de puesta a tierra en el suelo estratificado bajo el impacto de un rayo incluyendo la ionización del suelo. Demuestra que haciendo que el conductor de puesta a tierra penetre en la capa de suelo de baja resistividad podría ayudar a disminuir la subida potencial del suelo en el punto de inyección varias veces.

(Zhang et al., 2020), Los electrodos de conexión a tierra de las torres enterrados en el suelo son propensos a la corrosión. La disipación de corriente se verá afectada por la corrosión. La evaluación exacta del estado de corrosión de los electrodos de conexión a tierra es crítica para la operación segura y estable del sistema de energía. En la actualidad, la resistencia de puesta a tierra relacionada de cerca con la resistividad ambiental del suelo es un indicador importante para evaluar el rendimiento de la puesta a tierra. Para eliminar la influencia de la resistividad del suelo, se propone un método para diagnosticar la corrosión de los electrodos de puesta a tierra de la torre. La resistencia de puesta a tierra en suelos de diferente resistividad puede ser equivalente a la resistencia de puesta a tierra en suelos de resistividad de referencia para diagnosticar el grado de corrosión bajo los criterios unificados de diagnóstico. En este estudio, se analizan la deformación de corrosión y los productos de corrosión, y se establece un modelo de electrodo de puesta a tierra de torre lineal horizontal con la capa de productos de corrosión. Se estudia el método de cálculo de la resistencia de puesta a tierra del electrodo corroído. La resistencia relativa de puesta a tierra se propone como criterio de diagnóstico de corrosión y dividiendo los grados de corrosión en base al criterio. Finalmente, se da el análisis de error del método de diagnóstico y se estudia el sistema de medición y diagnóstico a través de experimentos de campo. Los resultados de los cálculos y de los experimentos validan la exactitud del método propuesto.

(Kontargyri, Gonos, & Stathopoulos, 2015), En este documento se hace un análisis completo paso a paso para el diseño de un sistema de puesta a tierra de un parque eólico. La estructura del suelo se determina en base a las mediciones de resistividad del suelo. El uso del método apropiado y la aplicación rigurosa del mismo son muy importantes. Posteriormente, se diseña un sistema de puesta a tierra para cada aerogenerador y la estación de control y se proponen mejoras del sistema de puesta a tierra en los casos de valores incrementados de resistencia del suelo y tensiones de tacto y paso inseguras. La manera apropiada de realzar el sistema de puesta a tierra se investiga para diversos casos. Además, se investiga el efecto del hormigón en la fundación de la turbina eólica con el fin de diseñar de la manera más eficiente el sistema de puesta a tierra de un parque eólico. Los resultados y las metodologías propuestas se verifican con mediciones que se realizan después de la construcción del parque eólico.

(Gazzana et al., 2018), En este trabajo, se presenta una investigación experimental del comportamiento del sistema de puesta a tierra de las turbinas eólicas altas en los dominios de tiempo y frecuencia. Se consideraron dos escenarios: en el primero, las medidas fueron realizadas en el sistema de puesta a tierra embebido en la fundación del aerogenerador, antes del montaje del aerogenerador mismo; en el segundo, se incluyó el aerogenerador completo (torre, góndola y palas). El estudio también presenta una técnica de procesamiento mejorada para la cancelación de ruido en un ambiente electromagnético áspero. En el análisis, la dependencia de frecuencia de la impedancia



de puesta a tierra fue evaluada y una simulación numérica en estado estable fue realizada. El modelo de simulación conduce a una representación satisfactoria del sistema estudiado. Los resultados preliminares demuestran que la impedancia de puesta a tierra evaluada no es afectada perceptiblemente por la presencia de la turbina eólica completa en las frecuencias evaluadas.

VI. Hipótesis del trabajo (Es el aporte proyectado de la investigación en la solución del problema)

Los compuestos mejoradores influyen positivamente en la mejora de la resistencia del sistema de puesta a tierra.

VII. Objetivo general

Evaluar la Influencia del comportamiento de los compuestos mejoradores de los sistemas de puesta a tierra.

VIII. Objetivos específicos

1. Estimar la resistividad del terreno en cada estrato de la ubicación del electrodo.
2. Determinar la Resistencia del sistema de puesta a tierra.

IX. Metodología de investigación (Describir el(los) método(s) científico(s) que se empleará(n) para alcanzar los objetivos específicos, en forma coherente a la hipótesis de la investigación. Sustentar, con base bibliográfica, la pertinencia del(los) método(s) en términos de la representatividad de la muestra y de los resultados que se esperan alcanzar. Incluir los análisis estadísticos a utilizar)

a. Para determinar la Resistencia del sistema de puesta a tierra se utilizará el método de los 3 polos, también conocido como la caída del potencial, utilizando dos electrodos auxiliares hincados en el suelo a las distancias de 20m y 40m de la varilla principal, respectivamente (Androvitsaneas et al., 2015).

El procedimiento es el siguiente:

Se utiliza el método de la Caída de Potencial, que se utiliza para medir la resistencia de una sola varilla de tierra.

El electrodo de puesta a tierra debe desconectarse de su conexión al sitio es decir debe estar libre.

Se conecta el equipo al electrodo de puesta a tierra.

Para realizar la comprobación de caída de potencial, se colocan dos picas de puesta a tierra en el terreno, en línea recta separadas del electrodo de puesta a tierra una distancia de 20 metros.

b. Para medir la resistividad del terreno en cada estrato de la ubicación del electrodo, que se mide por el método de Wenner (Sekioka et al., 2005).

X. Referencias (Listar las citas bibliográficas con el estilo adecuado a su especialidad)

Alsharari, B., Olenko, A., & Abuel-Naga, H. (2020). Modeling of electrical resistivity of soil based on geotechnical properties. *Expert Systems with Applications*, 141, 112966.

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.112966>

Androvitsaneas, V. P., Gonos, I. F., & Stathopoulos, I. A. (2012). Performance of ground enhancing compounds during the year. *2012 31st International Conference on Lightning*



- Androvitsaneas, Vasilios P, Gonos, I. F., & Stathopulos, I. A. (2015). Experimental study on transient impedance of grounding rods encased in ground enhancing compounds. *Electric Power Systems Research*. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.11.032>
- Arturo Galvan D., Gilberto Pretelln G, E. G. E. (2010). Practical Evaluation of Ground Enhancing Compounds for. *30th International Conference on Lightning Protection - ICLP 2010*, m, 3–6.
- Chen, L. H., Chen, J. F., Liang, T. J., & Wang, W. I. (2008). Calculation of ground resistance and step voltage for buried ground rod with insulation lead. *Electric Power Systems Research*, 78(6), 995–1007. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2007.07.008>
- Committee, S., Power, I., & Society, E. (2012). *IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity , Ground Impedance , and Earth Surface Potentials of a Grounding System IEEE Power and Energy Society* (Vol. 2012).
- García Márquez, R. (1999). *La Puesta A Tierra De Instalaciones Electricas*.
- Gazzana, D. S., Smorgonskiy, A., Mora, N., Sunjerga, A., Rubinstein, M., & Rachidi, F. (2018). *An experimental field study of the grounding system response of tall wind turbines to impulse surges*. 160, 219–225. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2018.02.020>
- Guo, D., Lathi, D., Harid, N., Griffiths, H., Haddad, A., & Ainsley, A. (2010). Experimental investigation into the performance of large-scale earthing electrodes. *2010 International Conference on High Voltage Engineering and Application, ICHVE 2010*, 465–468. <https://doi.org/10.1109/ICHVE.2010.5640727>
- Hu, W., Yu, S., Cheng, R., & He, J. (2012). A testing research on the effect of conductive backfill on reducing grounding resistance under lightning. *2012 31st International Conference on Lightning Protection, ICLP 2012*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICLP.2012.6344300>
- Jones, W. R. (1980). Bentonite rods assure ground rod installation in problem soils. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, PAS-99*(4), 1343–1346. <https://doi.org/10.1109/TPAS.1980.319556>
- Kontargyri, V. T., Gonos, I. F., & Stathopulos, I. A. (2015). *Study on wind farm grounding system*. 9994(c). <https://doi.org/10.1109/TIA.2015.2418315>
- Liu, Y., Theethayi, N., Thottappillil, R., Gonzalez, R. M., & Zitnik, M. (2004). An improved model for soil ionization around grounding system and its application to stratified soil.



- Luiz, V., Piantini, A., Almaguer, H. A. D., Coelho, R. A., Boaventura, C., Osvaldo, J., & Paulino, S. (2015). The influence of seasonal soil moisture on the behavior of soil resistivity and power distribution grounding systems. *Electric Power Systems Research*, 118, 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2014.07.027>
- Manuel, R., Velásquez, A., Vanessa, J., & Lara, M. (2019). Failures in overhead lines grounding system and a new improve in the IEEE and national standards. *Engineering Failure Analysis*, 100(December 2018), 103–118. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.02.033>
- Mazzetti, C., & Veca, G. M. (1983). Impulse behavior of ground electrodes. *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, PAS-102(9), 3148–3156. <https://doi.org/10.1109/TPAS.1983.318122>
- Mohamad Nor, N., Abdullah, S., Rajab, R., & Ramar, K. (2013). Field tests: Performances of practical earthing systems under lightning impulses. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 45(1), 223–228. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.08.077>
- Nor, N. M., Haddad, A., & Griffiths, H. (2006). Performance of earthing systems of low resistivity soils. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 21(4), 2039–2047. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2006.874656>
- Sekioka, S., Sonoda, T., & Ametani, A. (2005). Experimental study of current-dependent grounding resistance of rod electrode. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 20(2 II), 1569–1576. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2004.838660>
- Tu, Y., He, J., & Zeng, R. (2006). Lightning impulse performances of grounding devices covered with low-resistivity materials. *IEEE Transactions on Power Delivery*, 21(3), 1706–1713. <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2006.874110>
- W. F., W. Ahmad, M. S., A. Rahman, J., Jasni, M. Z. A., A.Kadir, H. (2010). Chemical Enhancement Materials for Grounding Purposes. *System*, 2010, 1–8.
- Zhang, Z., Mei, D., Dan, Y., Zou, J., Liu, G., & Gao, C. (2020). Novel method for diagnosing corrosion of grounding electrodes in soil. *Electric Power Systems Research*, 178(September 2019), 106049. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2019.106049>

Zhiwei, L. U., & Zhao, Z. (2012). <i>The Grounding Impedance Calculation of Large Steel Grounding Grid</i> . 17, 157–163. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2012.02.077

- XI.** Uso de los resultados y contribuciones del proyecto (Señalar el posible uso de los resultados y la contribución de los mismos)



Se Verificará que el sistema de puesta a tierra tratado con cemento conductivo, cumpla con la seguridad de protección tanto del personal técnico como de los equipos y este de acuerdo a la normativa vigente.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Con la evaluación del comportamiento de las puestas a tierra tratadas con compuestos mejoradores, se busca promover la implementación de este tipo de conocimiento tecnológico en los demás sistemas de protección Eléctrica existentes en el ámbito.

ii. Impactos económicos

Con el Análisis del comportamiento del sistema de Puesta a Tierra, se pretende obtener alto impacto económico debido a que se reducirá los costos por pérdidas por daños a los equipos.

iii. Impactos sociales

Este sistema contribuye al desarrollo social, particularmente en zonas de estudio, garantizando de crecimiento social, ya que con la implementación de este sistema mejorará la calidad de vida, mejorando e innovando la técnica de tratamiento del sistema de puesta a tierra. Lo que traerá muchos beneficios para los pobladores principalmente en la seguridad.

iv. Impactos ambientales

El uso de este sistema no causa impactos ambientales negativos en su aplicación.

XIII. Recursos necesarios (Infraestructura, equipos y principales tecnologías en uso relacionadas con la temática del proyecto, señale medios y recursos para realizar el proyecto)

Para desarrollar el presente proyecto de tesis se utilizará y revisará los siguientes materiales básicos para el cumplimiento de los objetivos:

- Textos, tesis referidas a mantenimiento preventivo.
- Información actualizada sobre el avance tecnológico sobre sistemas de mantenimiento preventivo.
- Se optará el uso de software especializado en el área y aplicaciones web disponibles para el diseño experimental del tema a tratar

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

La zona del estudio se encuentra ubicada en la región de Puno, Provincia de Puno, distrito de Puno, en la región sierra. Geográficamente se sitúa entre las coordenadas UTM (WGS84) 391001.49 m E, 8250228.26 m S a una altitud promedio de 3825 m.s.n.m.

XV. Cronograma de actividades



Actividad	Trimestres											
Búsqueda de información	x	x	x									
Trabajo de campo				x	x	x						
Recogida productiva de datos							x	x	x			
Fase informativa, proyecto final										x	x	x

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Personal esp.	Glb.	4 000,00	1	4 000,00
Materiales y equipos	Glb.	5 000,00	1	5 000,00
Servicios	Glb.	2 000,00	1	2 000,00