

NOMBRE DEL TRABAJO

**FINAL TESIS ORTIZ CANO FECHA 21 03
.pdf**

AUTOR

Ortiz-Cano

RECuento DE PALABRAS

21358 Words

RECuento DE CARACTERES

117881 Characters

RECuento DE PÁGINAS

116 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.5MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 22, 2024 7:07 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 22, 2024 7:08 PM GMT-5

● 10% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (x) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: Ortiz Garcia, Kevin Herman
D.N.I.: 74982602
Otro Documento:
Nacionalidad: peruana
Teléfono: 997672392
e-mail: 2016200158@untels.edu.pe / kevin.og@hotmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico: TESIS
Título Profesional otorgado: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: "ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE TIPO MALLA SEGÚN IEEE STD 80-2013 PARA LA REDUCCIÓN DE TENSIONES DE FALLA EN UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 630 KVA EN VILLA MARÍA DEL TRIUNFO"
Fecha de Sustentación: 18 de diciembre del 2023
Calificación: Aprobado
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo ____ No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	()

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	(x)
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

info:eu-repo/semantics/restrictedAcces (Para documentos restringidos)

Motivos de la elección del acceso restringido:

Pensamos indagar más y por lo pronto no queremos que el tema sea de dominio publico

ORTIZ GARCIA, KEVIN HERNAN

APELLIDOS Y NOMBRES

74982602

DNI



Firma y huella:



Lima, 27 de MARZO del 2024



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA
PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN
EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS
(Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)**

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.unfels.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS (x) 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL ()

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: CANO JAIMES, GERSON CALEB
D.N.I.: 46957530
Otro Documento:
Nacionalidad: peruana
Teléfono: 927832366
e-mail: 2013200695@unfels.edu.pe / gcaleb090@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
Programa Académico: TESIS
Título Profesional otorgado: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: "ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE TIPO MALLA SEGÚN IEEE STD 80-2013 PARA LA REDUCCIÓN DE TENSIONES DE FALLA EN UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 630 KVA EN VILLA MARÍA DEL TRIUNFO"
Fecha de Sustentación: 18 de diciembre del 2023
Calificación: Aprobado
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA
A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo ____ No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	()

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	(x)
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

Info:eu-repo/semantics/restrictedAcces (Para documentos restringidos)

Motivos de la elección del acceso restringido:

Pensamos indagar más y por lo pronto no queremos que el tema sea de dominio publico

CANO JAIMES, GERSON CALEB

APELLIDOS Y NOMBRES

46957530

DNI



Firma y huella:

Lima, 27 de MARZO del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

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



“ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE TIPO MALLA SEGÚN IEEE STD 80-2013 PARA LA REDUCCIÓN DE TENSIONES DE FALLA EN UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 630 KVA EN VILLA MARÍA DEL TRIUNFO”

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR LOS BACHILLERES

ORTIZ GARCIA, KEVIN HERNAN
ORCID: 0009-0008-7053-8232

CANO JAIMES, GERSON CALEB
ORCID: 0009-0002-0804-0763

ASESOR

ZEGARRA CHOQUE, FABIO
ORCID: 0000-0002-7113-5100

**Villa El Salvador
2023**



DECANATO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

En Villa El Salvador, siendo las 9:50 del día 18 de diciembre del 2023, en la Facultad de Ingeniería y Gestión, los miembros del Jurado Evaluador, integrado por:

PRESIDENTE: ROBERTO PFUYO MUÑOZ DNI N° 23854398 C.I.P. N° 46900
SECRETARIO: SOLIN EPIFANIO PUMA CORBACHO DNI N° 72491744 C.I.P. N° 224387
VOCAL : ROLANDO PAZ PURISACA DNI N° 07043476 C.I.P. N° 186976
ASESOR : FABIO ZEGARRA CHOQUE DNI N° 40586051 C.I.P. N° 84031

Designados mediante Resolución de Decanato N° 293-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de agosto de 2023 quienes dan inicio a la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación de Tesis.

Acto seguido, el (la) aspirante al: Grado de Bachiller Título Profesional

Don: ORTIZ GARCIA KEVIN HERNAN identificado(a) con D.N.I. N° 74982602 y CANO JAIMES GERSON CALEB con D.N.I. N° 46957530 procedió a la Sustentación de:

Trabajo de investigación Tesis Trabajo de suficiencia Artículo científico

Titulado: "ANÁLISIS DEL DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE PUESTA A TIERRA DE TIPO MALLA SEGÚN IEEE STD 80-2013 PARA LA REDUCCIÓN DE TENSIONES DE FALLA EN UNA SUBESTACIÓN DE POTENCIA DE 630 KVA EN VILLA MARÍA DEL TRIUNFO"

Aprobado mediante Resolución de Decanato de N° 990-2023-UNTELS-R-D de fecha 15 de diciembre de 2023, de conformidad con las disposiciones del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales vigentes, sustentó y absolvió las interrogantes que le formularon los señores miembros del Jurado Evaluador.

Concluida la Sustentación se procedió a la evaluación y calificación correspondiente, resultando el aspirante APROBADO por con la nota de: 11.....(letras)..... once..... (números), de acuerdo al Art. 65° del Reglamento General para optar el Título Profesional.

CALIFICACIÓN		CONDICIÓN	EQUIVALENCIA
NÚMERO	LETRAS		
<u>11</u>	<u>Once</u>	<u>Aprobado</u>	<u>Regular</u>

Siendo las 10:10 horas del día 18 de Dic. del 2023, se dio por concluido el acto de sustentación, firmando el jurado evaluador el Acta de Sustentación, que obra en el Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión.

Solin Epifanio Puma Corbacho
INGENIERO MECÁNICO
PUMA CORBACHO
C.I.P. N° 224387

Roberto Pfyuo Muñoz
INGENIERO ELECTRICISTA
ROBERTO PFUYO MUÑOZ
PRESIDENTE

Rolando Paz Purisaca
INGENIERO MECÁNICO
Paz, C.I.P. N° 186976
ROLANDO PAZ PURISACA
VOCAL

Kevin Ortiz Garcia
ORTIZ GARCIA KEVIN HERNAN
BACHILLER

Kevin Cano Jaime Gerson Caleb
CANO JAIMES GERSON CALEB
BACHILLER

DEDICATORIA

"A Dios que lo hizo posible y a nuestros padres"

AGRADECIMIENTOS

"Docentes, y colaboradores que con ahínco trabajaron en la mejoría constante de esta investigación"

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo dimensionar un eficiente sistema de aterramiento para una subestación de 630 kVA para ello se han estudiado las principales fallas que suelen darse como es la tensión de toque, tensión de paso y fallas de índole externa, basando nuestro estudio en 3 tipos de mallas (cuadrada, triangular, tipo L), buscando la eficiencia de éstas, bajo condiciones similares a las fallas antes mencionadas, simulando mediante el software ETAP. Se ha demostrado que la malla de tipo en L ofrece un rendimiento plausible, su instalación es más económico y de fácil mantenimiento.

Se realizaron 24 casos en los que varían los parámetros de las mallas tanto como tipo de varilla, cantidad de metraje de conductor, corriente de cortocircuito y se delimito el análisis en dos grupos donde las mallas de diferentes configuraciones tienen perímetro igual o área similar.

La metodología que aplicamos en los diferentes casos resulto ser útil para poder analizar a diferentes parámetros los resultados de las configuraciones y así obtener un resultado mucho más preciso.

Palabras claves: SPAT, malla a tierra, reducción de tensiones de falla, voltaje de paso, voltaje de toque

ABSTRACT

The objective of this research work is to size an efficient grounding system for a 630 kVA substation. For this purpose, the main faults that usually occur have been studied, such as touch voltage, step voltage and external faults, based on our study. in 3 types of meshes (square, triangular, type L), seeking their efficiency, under conditions similar to the aforementioned failures, simulating using the ETAP software. It has been shown that the L mesh offers plausible performance, its installation is more economical and it is easy to maintain.

24 cases were carried out in which the parameters of the meshes varied, such as type of rod, amount of conductor footage, short-circuit current, and the analysis was delimited into two groups where meshes of different configurations had the same perimeter or similar area.

The methodology that we apply in the different cases turns out to be useful to be able to analyze the results of the configurations with different parameters and thus obtain a much more precise result.

Keywords: SPAT, ground mesh, fault voltage reduction, step voltage, touch voltage

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE.....	vi
INDICE DE FIGURAS	ix
INDICE DE TABLAS	xiv
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I	19
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.1. Motivación.....	19
1.2. Estado del arte.....	19
1.3. Descripción del problema	20
1.4. Formulación del problema.....	21
1.4.1. Problema general.....	21
1.4.2. Problemas específicos	21
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo general	22
1.5.2. Objetivos específicos	22
1.6. Justificación	22
1.6.1. Justificación Teórica	22
1.6.2. Justificación Tecnológica.....	22
1.6.3. Justificación Económica	23

1.6.4. Justificación Social	23
CAPITULO II.....	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.1.1. Antecedentes nacionales	24
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	26
2.2. Bases teóricas.....	28
CAPITULO III.....	49
VARIABLES E HIPÓTESIS	49
3.1. Operacionalización de las variables.....	49
3.2. Hipótesis de la investigación	50
3.2.1. Hipótesis general.....	50
3.2.2. Hipótesis específicas	50
CAPITULO IV	51
METODOLOGÍA.....	51
4.1. Descripción de la metodología	51
4.2. Implementación de la investigación	52
4.2.1. Resistividad del suelo por método Sunde	52
4.2.2. Manejo y uso del software Etap.....	58
4.2.3. Pruebas realizadas	59
4.3. Población y muestra.....	68
4.3.1. Población.....	68
4.3.2. Muestra.....	68
4.4. Técnicas de recolección de datos.....	68
4.5. Instrumentos de recolección de datos	68

4.5.1. Validez	69
4.5.2. Confiabilidad.....	69
4.6. Resultados.....	69
4.6.1. Nivel descriptivo	71
CAPITULO V.....	74
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
5.1. Resistencia	75
5.2. Máximo potencial de tierra (GPR).....	77
5.3. Voltaje de toque.....	81
5.4. Voltaje de paso	84
5.5. Cable conductor	87
5.6. Costos	89
5.7. Comportamiento de los voltajes de falla dentro de la malla.....	91
CAPTILULO VI.....	98
CONCLUSIONES.....	98
CAPTILULO VII.....	100
RECOMENDACIONES	100
CAPTILULO VIII	101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	103

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Tensión de paso</i>	31
Figura 2 <i>Tensión de toque o de contacto, cuando el usuario toca el equipo y recibe una descarga eléctrica</i>	33
Figura 3 <i>Medición según Método Wenner</i>	38
Figura 4 <i>Método sunde IEEE Std 80-2013</i>	45
Figura 5 <i>Resistividad gráfica de un tipo de suelo Resistividad vs “a” distanciamiento</i>	46
Figura 6 <i>Porcentaje de corriente de falla en la malla según IEEE</i>	48
Figura 7 <i>Esquema método de suelo de dos capas</i>	53
Figura 8 <i>Pruebas de resistividad del terreno realizados en el distrito de Villa María del Triunfo</i>	53
Figura 9 <i>Pruebas de resistividad del terreno realizados en el distrito de Villa María del Triunfo</i>	54
Figura 10 <i>Grafica "a" vs Resistividad aparente</i>	55
Figura 11 <i>Grafica método Sunde aplicado</i>	56
Figura 12 <i>Grafica "a" vs Resistividad aparente</i>	57
Figura 13 <i>Cálculos Obtenidos por el método Sunde aplicado al software ETAP</i>	57
Figura 14 <i>Logo de instrumento de informático Software ETAP</i>	58
Figura 15 <i>Configuración de conductor en software ETAP</i>	60
Figura 16 <i>Configuración de varilla en software ETAP</i>	60
Figura 17 <i>Configuración del estudio del software ETAP</i>	61
Figura 18 <i>Configuración de estudio para malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	62
Figura 19 <i>Configuración de estudio para malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	62
Figura 20 <i>Resultados de estudio en malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	63
Figura 21 <i>Resultados de estudio en malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	63
Figura 22 <i>Configuración de estudio para malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	64

Figura 23 <i>Configuración de estudio para malla triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	64
Figura 24 <i>Resultados de mediciones en malla de configuración triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	65
Figura 25 <i>Mediciones de estudio en malla de configuración triangular, cuando $I_{cc}=10$ kA</i> ..	65
Figura 26 <i>Configuración de estudio para malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	66
Figura 27 <i>Configuración de estudio para malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	66
Figura 28 <i>Resultados de estudio en malla L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	67
Figura 29 <i>Resultados de estudio de malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	67
Figura 30 <i>Gráfica resistencias de los casos en tabla 4</i>	76
Figura 31 <i>Gráfica resistencias de los casos en tabla 5</i>	77
Figura 32 <i>Gráfica GPR de los casos en tabla 4</i>	79
Figura 33 <i>Gráfica GPR de los casos en tabla 5</i>	80
Figura 34 <i>Gráfica tensión de toque de los casos en tabla 4</i>	82
Figura 35 <i>Gráfica tensiones de toque de los casos en tabla 5</i>	83
Figura 36 <i>Gráfica tensión de paso de los casos en tabla 4</i>	85
Figura 37 <i>Gráfica tensiones de paso de los casos en tabla 5</i>	86
Figura 38 <i>Gráfica de metraje de cable conductor usados en los diferentes casos de la tabla 4</i>	88
Figura 39 <i>Gráfica de metraje de cable conductor usados en los diferentes casos de la tabla 5</i>	89
Figura 40.....	90
<i>Gráfica costos de los diferentes casos de la tabla 4</i>	90
Figura 41.....	91
<i>Gráfica costos de los diferentes casos de la tabla 4</i>	91
Figura 42 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	92

Figura 43 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	92
Figura 44 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	93
Figura 45 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	93
Figura 46 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	94
Figura 47 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	94
Figura 48 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	95
Figura 49 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	95
Figura 50 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	96
Figura 51 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i> ..	96
Figura 52 <i>Comportamiento de la tensión de toque dentro de la malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	97
Figura 53 <i>Comportamiento de la tensión de paso dentro de la malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	97
Figura 54 <i>Ficha técnica de telurómetro</i>	104
Figura 55 <i>Certificado de calibración de telurómetro</i>	104
Figura 56 <i>Datos de conductor eléctrico del software ETAP</i>	105
Figura 57 <i>Datos de varilla de cobre del software ETAP</i>	105
Figura 58 <i>Datos de varilla de aluminio del software ETAP</i>	106
.....	
Figura 59 <i>Configuración de estudio, de conductores para malla cuadrada en $I_{cc}=5$ kA</i>	106
Figura 60 <i>Configuración de estudio en varilla para malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	107

Figura 61 <i>Configuración de estudio en conductores para malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	107
Figura 62 <i>Configuración de estudio en varilla para malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	108
Figura 63 <i>Resultados de Metraje del conductor usado para toda la malla cuadrada cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	108
Figura 64 <i>Resultados de Metraje del conductor usado para toda la malla cuadrada cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	109
Figura 65 <i>Configuración de estudio de conductores para malla triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	109
Figura 66 <i>Configuración de estudio en varilla para malla triangular en $I_{cc}=5$ kA</i>	110
Figura 67 <i>Configuración de estudio en conductores para malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	110
Figura 68 <i>Configuración de estudio en varilla para malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	111
Figura 69 <i>Resultado metraje del conductor usado para toda la malla triangular cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	111
Figura 70 <i>Resultado metraje del conductor usado para toda la malla triangular cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	112
Figura 71 <i>Configuración de estudio en conductores para malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	112
Figura 72 <i>Configuración de estudio de varilla para malla en L cuando $I_{cc}=5$ kA</i>	113
Figura 73 <i>Configuración de estudio de conductores para malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	113
Figura 74 <i>Configuración de estudio en varilla para malla en L donde $I_{cc}=10$ kA</i>	114
Figura 75 <i>Metraje de conductor usado en toda la malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	114
Figura 76 <i>Metraje de conductor usado en toda la malla en L cuando $I_{cc}=10$ kA</i>	115
Figura 77 <i>Plano sistema de puesta a tierra tipo malla configuración cuadrada</i>	116
Figura 78 <i>Plano sistema de puesta a tierra tipo malla configuración en L</i>	117

Figura 79 *Plano sistema de puesta a tierra tipo malla configuración triangular*
.....118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Variación de resistividad</i>	35
Tabla 2 <i>tabla de operacional</i>	49
Tabla 3 <i>Cuadro recopilación de datos Resistividad del suelo</i>	54
Tabla 4 <i>Resultados de simulaciones donde las configuraciones cuentan con perímetro igual</i>	70
Tabla 5 <i>Resultados de simulaciones donde las configuraciones cuentan con áreas similares</i> .	71
Tabla 6 <i>Matriz de consistencia</i>	103