

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Estudio de factibilidad técnica de un sistema puesta a tierra tipo malla para el Hospital Regional Hipólito Unanue, provincia y región de Tacna**

John Quispe Pilco

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Electricista

Arequipa, 2022

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPITULO I ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>2</b>
1.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.....	2
1.2 VISIÓN DE LA EMPRESA .....	2
1.3 MISIÓN DE LA EMPRESA.....	2
1.4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA .....	3
1.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DONDE REALIZA SUS PRINCIPALES FUNCIONES	3
1.6 DESCRIPCIÓN DEL CARGO Y RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER DENTRO DE LA INSTITUCIÓN Y/O EMPRESA.....	4
<b>CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....</b>	<b>6</b>
2.1 ANTECEDENTES O DIAGNÓSTICO SITUACIONAL .....	6
2.2 IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL ÁREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	6
2.3 OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL.....	7
2.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	8
2.4.1 Actividades que realizará el bachiller para lograr los objetivos mencionados: .	8
2.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	9
2.5.1 Instrumentos Utilizados .....	10
2.5.1.1 Software ETAP .....	10
2.5.1.2 Microsoft Office.....	11
2.5.1.3 AutoCAD .....	12
2.5.1.4 Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	13
<b>CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
3.1 BASES TEÓRICAS DE LAS METODOLOGÍAS O ACTIVIDADES REALIZADAS.	14
3.1.1 Justificación Legal.....	14
3.1.2 Tipos de sistema de puesta a tierra.....	18

3.1.2.1	Puesta a tierra vertical y horizontal .....	18
3.1.2.2	Malla de puesta a tierra .....	19
3.1.3	Equipo de medición para sistemas de puesta a tierra .....	19
3.1.3.1	Telurómetro .....	19
3.1.4	Principales consideraciones de diseño.....	20
3.1.4.1	Determinación de corriente de corto circuito .....	20
3.1.4.2	Factor de decremento.....	21
3.1.4.3	Corriente de falla asimétrica efectiva .....	22
3.1.4.4	Tensión de toque .....	22
3.1.4.5	Tensión de paso .....	23
3.1.4.6	Selección de conductor .....	24
3.1.4.7	Cálculo de resistencia de una varilla.....	25
3.1.4.8	Número mínimo de varillas .....	26
3.1.5	Consideraciones de diseño de sistema de puesta a tierra.....	26
3.1.5.1	Resistividad de terreno .....	26
3.1.5.2	Resistencia a tierra.....	27
3.1.5.3	Humedad.....	27
3.1.5.4	Salinidad del terreno.....	28
3.1.5.5	Compactación del terreno alrededor de los electrodos .....	28
3.1.5.6	Temperatura del terreno .....	29
3.1.5.7	Estratigrafía del terreno .....	29
3.1.6	Materiales que ayudan en la reducción de resistividad en sistemas de malla a tierra.....	30
3.1.6.1	Cloruro de sodio (sal) .....	30
3.1.6.2	Bentonita .....	31
3.1.6.3	Cemento conductor.....	32
3.1.6.4	Valores de resistencia para puestas a tierra .....	33
3.1.6.5	Diseño de sistemas de puesta a tierra .....	34
3.1.6.6	Toma de datos de resistencia del terreno .....	34
3.1.6.7	método de Wenner .....	34
3.1.6.8	Método resistividad promedio (Box Cox) .....	35
3.1.7	Métodos para la reducción de la resistencia eléctrica.....	36
3.1.7.1	El aumento de longitud de los electrodos .....	36
3.1.7.2	Cambio de terreno por uno de menor resistencia .....	37
3.1.8	Finalidad de los sistemas de puesta a tierra.....	37

<b>CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>38</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES PROFESIONALES .....	38
4.1.1 Enfoque de actividades profesionales .....	39
4.1.2 Alcance de las actividades profesionales .....	39
4.1.3 Entregables de las actividades profesionales .....	40
4.2 ASPECTOS TÉCNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL .....	41
4.2.1 Metodologías .....	41
4.2.2 Técnicas.....	42
4.2.3 Instrumentos .....	42
4.2.4 Equipos y materiales utilizados en desarrollo de actividades .....	42
4.3 EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	43
4.3.1 Toma de datos de resistencia del terreno en campo .....	43
4.3.1.1 Registro fotográfico de toma de datos de resistencia de las 13 zonas .....	44
4.3.2 Determinación de corriente de corto circuito .....	58
4.3.3 Modelo de cálculo de resistividad y valores de resistividad de las 13 zonas ..	60
4.3.3.1 Cálculo de resistividad de la Zona 01 .....	60
4.3.3.2 Cálculo de resistividad de la Zona 02 .....	63
4.3.3.3 Cálculo de resistividad de la Zona 03 .....	64
4.3.3.4 Cálculo de resistividad de la Zona 04 .....	66
4.3.3.5 Cálculo de resistividad de la Zona 05 .....	68
4.3.3.6 Cálculo de resistividad de la Zona 06 .....	69
4.3.3.7 Cálculo de resistividad de la Zona 07 .....	70
4.3.3.8 Cálculo de resistividad de la Zona 08 .....	72
4.3.3.9 Cálculo de resistividad de la Zona 09 .....	73
4.3.3.10 Cálculo de resistividad de la Zona 10 .....	75
4.3.3.11 Cálculo de resistividad de la Zona 11 .....	76
4.3.3.12 Cálculo de resistividad de la Zona 12 .....	78
4.3.3.13 Cálculo de resistividad de la Zona 13 .....	79
4.3.4 Modelo de determinación de resistividad mediante Software ETAP .....	80
4.3.4.1 Datos generales para todas las simulaciones .....	80
4.3.5 Modelo de determinación de resistividad sin cemento conductor.....	82
4.3.5.1 Resultado de simulación sin cemento conductor .....	85
4.3.6 Modelo de determinación de resistividad mediante Software ETAP con cemento conductor .....	86
4.3.6.1 Resultado de simulación con cemento conductor.....	88

4.4	RESULTADO FINALES DE SIMULACIÓN SIN ADITIVOS Y CON CEMENTO CONDUCTIVO .....	90
4.5	CANTIDAD DE MATERIALES NECESARIOS PARA LAS 13 MALLAS A TIERRA.....	93
4.6	MANTENIMIENTO DE MALLAS A TIERRA .....	94
<b>CAPÍTULO V RESULTADOS FINALES DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>		<b>95</b>
5.1	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE RESISTIVIDAD DE LAS ZONAS PROYECTADAS .....	95
5.2	LOGROS ALCANZADOS.....	96
5.3	DIFICULTADES ENCONTRADAS .....	96
5.4	PLANTEAMIENTO DE MEJORAS.....	96
5.4.1	Metodologías propuestas .....	96
5.4.1.1	Pruebas y consideraciones.....	97
5.4.1.2	Descripción de la implementación .....	97
5.5	ANÁLISIS.....	97
5.6	APORTE DEL BACHILLER EN LA EMPRESA Y/O INSTITUCIÓN.....	98
CONCLUSIONES .....		100
RECOMENDACIONES.....		101
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		103
ANEXOS.....		105

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Valores de resistencia en centros de salud.....	15
Tabla 2.	Cuadro de cargas modelo del hospital.....	16
Tabla 3.	Cuadro de cargas modelo del hospital.....	17
Tabla 4.	Valores de resistencia para subestaciones.....	18
Tabla 5.	Valores típicos de factor de decremento.....	21
Tabla 6.	Constata de materiales para puestas a tierra.....	25
Tabla 7.	Resistividades típicas de materiales de superficie .....	27
Tabla 8.	Cobertura estimada del cemento conductor .....	32
Tabla 9.	Resistencias máximas recomendables.....	33
Tabla 10.	Niveles de temperatura de la ciudad de Tacna.....	43
Tabla 11.	Resistencia del terreno de la zona 01 .....	60
Tabla 12.	Resistividad del terreno zona 01 .....	61
Tabla 13.	Resistividad del terreno de la zona 01 .....	62
Tabla 14.	Resistencia del terreno de la zona 02.....	63
Tabla 15.	Resistividad del terreno de la zona 02 .....	64
Tabla 16.	Resistencia del terreno de la zona 03.....	65
Tabla 17.	Resistividad del terreno de la zona 03 .....	65
Tabla 18.	Resistencia del terreno de la zona 04.....	66
Tabla 19.	Resistividad del terreno de la zona 04 .....	67
Tabla 20.	Resistencia del terreno de la zona 05.....	68
Tabla 21.	Resistividad del terreno de la zona 05 .....	69
Tabla 22.	Resistencia del terreno de la zona 06.....	70
Tabla 23.	Resistividad del terreno de la zona 06 .....	70
Tabla 24.	Resistencia del terreno de la zona 07 .....	71
Tabla 25.	Resistividad del terreno de la zona 07 .....	71
Tabla 26.	Resistencia del terreno de la zona 08.....	72
Tabla 27.	Resistividad del terreno de la zona 08 .....	73
Tabla 28.	Resistencia del terreno de la zona 09.....	74
Tabla 29.	Resistividad del terreno de la zona 09 .....	74
Tabla 30.	Resistencia del terreno de la zona 10.....	75
Tabla 31.	Resistividad del terreno de la zona 10 .....	76
Tabla 32.	Resistencia del terreno de la zona 11.....	77
Tabla 33.	Resistividad del terreno de la zona 11 .....	77

Tabla 34.	Resistencia del terreno de la zona 12.....	78
Tabla 35.	Resistividad del terreno de la zona 12.....	79
Tabla 36.	Resistencia del terreno de la zona 13.....	80
Tabla 37.	Resistividad del terreno de la zona 13.....	80
Tabla 38.	Resumen de resultados del estudio de resistividad del terreno. ....	91
Tabla 39.	Cantidad de conductores, varillas y cemento conductivo.....	93
Tabla 40.	Mantenimiento de malla a tierra.....	94

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Organigrama de la empresa. Tomada de Obras Ingenieros y Consultores S.A.C. 2021.....	3
Figura 2.	Software de simulación. Tomado de (ETAP   Software de análisis de sistemas eléctricos de potencia   Sistema de gestión de energía, 2022). ....	11
Figura 3.	Softwares ofimáticos. Tomada de (Microsoft Office, 2022).....	12
Figura 4.	Software de dibujo. Tomada de (AUTODESK, 2022). ....	12
Figura 5.	Malla a tierra interconectada. Elaboración propia. ....	19
Figura 6.	Telurómetro calibrado para medición de terrenos. Tomada de OBRAINCO, del proyecto de estudio de resistividad del Hospital Regional de Tacna. ....	20
Figura 7.	Variación de resistividad del terreno en función de la temperatura. Tomada de (Pacheco & Jiménez, 2013, p 9).....	29
Figura 8.	Estratigrafía del terreno. Tomada de (Estratigrafía (arqueología) Principios y contextos estratigráficos para la interpretación, s. f.).....	30
Figura 9.	Método de Wenner. Tomada de (IEEE Substations Committee, 2000, p 53).....	35
Figura 10.	Archivos del estudio de resistividad del terreno entregados al Ingeniero Encargado del estudio. Tomada de OBRAINCO S.A.C. del proyecto de estudio de resistividad del Hospital Regional de Tacna. ....	41
Figura 11.	Telurómetro Calibrado usado en campo. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del proyecto de estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	43
Figura 12.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 01. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	44
Figura 13.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 02. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	45
Figura 14.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 03. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	46
Figura 15.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	47

Figura 16.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	48
Figura 17.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	49
Figura 18.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 05. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	50
Figura 19.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 06. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	51
Figura 20.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 07. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	52
Figura 21.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 08. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	53
Figura 22.	Toma de datos de resistencia de la zona 09. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	54
Figura 23.	Toma de datos de resistencia del terreno de la zona 10. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	55
Figura 24.	Toma de datos de resistencia de la zona 11. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	56
Figura 25.	Toma de datos de resistencia de la zona 12. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	57
Figura 26.	Toma de datos de resistencia de la zona 13. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	58
Figura 27.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 01. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	60
Figura 28.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 02. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	63

Figura 29.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 03. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	64
Figura 30.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	66
Figura 31.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 05. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	68
Figura 32.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 06. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	69
Figura 33.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 07. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	70
Figura 34.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 08. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	72
Figura 35.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 09. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	73
Figura 36.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 10. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	75
Figura 37.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 11. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	76
Figura 38.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 12. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	78
Figura 39.	Ubicación de la puesta a tierra de la zona 13. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	79

Figura 40.	Selección de conductor para el diseño de malla a tierra y profundidad. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	81
Figura 41.	Selección de electrodo de puesta a tierra para el diseño de malla a tierra. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	82
Figura 42.	Procesamiento de datos de la malla a tierra proyectada 01. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	83
Figura 43.	Principales consideraciones en el caso de la zona 01. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	84
Figura 44.	Reporte de resultados de la malla a tierra en la zona 01 para personas de 50 kilogramos. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna.....	85
Figura 45.	Reporte de resultados de la malla a tierra en la zona 01 para personas de 70 kilogramos. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna.....	85
Figura 46.	Procesamiento de resistividad del terreno de la zona 01. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	86
Figura 47.	Procesamiento de datos de capa superior e inferior disminuido en 90 % de la zona 01. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna.....	87
Figura 48.	Procesamiento de resistividad del terreno de la zona 01. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	88
Figura 49.	Reporte de resultados de malla a tierra de la zona 01 con cemento conductor para personas de 50 kilogramos. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	89
Figura 50.	Reporte de resultados de malla a tierra de la zona 01 con cemento conductor para personas de 70 kilogramos. Tomada de ETAP., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	89
Figura 51.	Certificado de calibración del telurómetro MEGABRAS. Tomada de OBRAINCO S.A.C.....	105
Figura 52.	Certificado de calibración del telurómetro MEGABRAS. Tomada de OBRAINCO S.A.C.....	106
Figura 53.	Certificado de trabajo. Emitido por OBRAINCO S.A.C. hacia el bachiller. .	107

Figura 54.	Carta de autorización para el uso de información. Tomada de OBRAINCO S.A.C.....	108
Figura 55.	Términos de referencia para el estudio de resistividad del terreno. Tomada de OBRAINCO S.A.C. ....	109
Figura 56.	Aceptación del contrato de OBRAINCO S.A.C. para realizar el estudio. Tomada de OBRAINCO S.A.C. ....	110
Figura 57.	Constancia de conformidad de servicio, emitido por el ingeniero residente a cargo de proyectos eléctricos en el Hospital Regional de Tacna. ....	111
Figura 58.	Toma de datos de resistencia de la zona 01. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	112
Figura 59.	Toma de datos de resistencia de la zona 01. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	113
Figura 60.	Toma de datos de resistencia de la zona 02. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	114
Figura 61.	Toma de datos de resistencia de la zona 02. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	115
Figura 62.	Toma de datos de resistencia de la zona 02. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	116
Figura 63.	Toma de datos de resistencia de la zona 03. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	117
Figura 64.	Toma de datos de resistencia de la zona 03. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	118
Figura 65.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	119
Figura 66.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	120
Figura 67.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	121
Figura 68.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	122
Figura 69.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	123
Figura 70.	Toma de datos de resistencia de la zona 04. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	124



Figura 88.	Toma de datos de resistencia de la zona 10. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	142
Figura 89.	Toma de datos de resistencia de la zona 11. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	143
Figura 90.	Toma de datos de resistencia de la zona 11. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	144
Figura 91.	Toma de datos de resistencia de la zona 12. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	145
Figura 92.	Toma de datos de resistencia de la zona 13. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	146
Figura 93.	Toma de datos de resistencia de la zona 13. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	147
Figura 94.	Toma de datos de resistencia de la zona 13. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	148
Figura 95.	Diseño de malla 01, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo conl estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	149
Figura 96.	Diseño de malla 02, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	149
Figura 97.	Diseño de malla 03, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	150
Figura 98.	Diseño de malla 04, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	150
Figura 99.	Diseño de malla 05, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	151
Figura 100.	Diseño de malla 06, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	151
Figura 101.	Diseño de malla 07, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	152

Figura 102. Diseño de malla 08, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	152
Figura 103. Diseño de malla 09, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	153
Figura 104. Diseño de malla 10, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	153
Figura 105. Diseño de malla 11, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	154
Figura 106. Diseño de malla 12, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	154
Figura 107. Diseño de malla 13, proyectada para ejecución en obra propuesto de acuerdo con el estudio de resistividad del terreno, diseñado en ETAP. Tomada de AutoCAD. ....	155
Figura 108. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	156
Figura 109. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	157
Figura 110. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	158
Figura 111. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	159
Figura 112. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	160
Figura 113. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	161
Figura 114. Ficha técnica del cemento conductor. Tomada de (REDUCRETE, 2019).....	162
Figura 115. Ficha técnica del conductor de cobre desnudo de 95 mm <sup>2</sup> . Tomada de (INDECO, 2022).....	163

Figura 116. Ficha técnica del conductor de cobre desnudo de 95 mm <sup>2</sup> . Tomada de (INDECO, 2022).....	164
Figura 117. Ficha técnica de la varilla de cobre para puesta a tierra. (PROMART, 2022).....	165
Figura 118. Ficha técnica de la varilla de cobre para puesta a tierra. (PROMART, 2022).....	166
Figura 119. Conocimientos adquiridos por el bachiller dentro de la empresa. Diseño propio en Project. ....	167
Figura 120. Conocimientos adquiridos por el bachiller dentro de la empresa. Diseño propio en Project. ....	168
Figura 121. Dimensionamiento de mallas a tierra. Tomada de OBRAINCO S.A.C., del estudio de resistividad del terreno del Hospital Regional de Tacna. ....	169

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe, trata de una de las experiencias adquiridas en la empresa OBRAINCO, y dicho documento es esencialmente para describir el estudio de resistividad del terreno que se realizó en el Hospital Regional Hipólito Unanue de Tacna, como medida de protección para personas y equipos que estén en las instalaciones.

Los antecedentes de dicho trabajo son los siguientes:

Se instalarán equipos electrónicos de gran sensibilidad, al ser dispositivos electrónicos, requieren gran protección para evitar daños y mal funcionamiento de los mismos, de igual manera se requiere proteger al personal que se encuentre dentro de las instalaciones del hospital.

Se requiere que cumpla con los estándares y normativas en diseños de puesta a tierra y el hospital solicita dicho estudio de resistividad del terreno, para una evaluación interna o su posible ejecución dependiendo a los resultados que la empresa en la cual laboro entregue.

Una vez aprobado el estudio de resistividad del terreno, se evidencia fotográficamente como se realiza el proceso del estudio del sistema de mallas a tierra.

En los trabajos realizados, se aplicó de manera continua conocimientos adquiridos en ingeniería, en el área de electricidad.

Y en la parte final del trabajo de suficiencia profesional, se detalla las conclusiones a las cuales se llega al terminar dicho trabajo de estudio de resistividad del terreno.

De acuerdo con el estudio realizado, se determina si la ubicación de las mallas son las adecuadas de acuerdo con el expediente que se envía por parte de OBRAINCO, asimismo, se presenta el cuadro donde se evidencia cuanto es la cantidad en la que se reduce la resistencia de las zonas.

Y finalmente la cantidad de conductor de cobre, varillas y cemento necesario para la ejecución de dicho proyecto.