



Universidad
Nacional
de Loja

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

TÍTULO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA
TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA,
LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-
FEIRNNR.

**Trabajo de Integración Curricular
previo a la obtención del título de
Ingeniero Electromecánico**

AUTOR:

Rivera Ruilova Carlos Andres.

DIRECTOR:

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

Loja - Ecuador

2025

Certificación

Loja, 21 de marzo de 2025

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: “**DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR**”, de autoría del estudiante **Carlos Andres Rivera Ruilova**, con cédula de identidad Nro. **2300485394** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, pruebo y autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio. M.Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Carlos Andres Rivera Ruilova**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 2300485394

Fecha: 21 de marzo del 2025

Correo electrónico: carlos.rivera@unl.edu.ec

Teléfono: 0968091071

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Integración Curricular.

Yo **Carlos Andres Rivera Ruilova** declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **“DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero Electromecánico**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veintiún días del mes de marzo del dos mil veinticinco.

Firma:



Cédula de identidad: 2300485394

Fecha: 21 de marzo del 2025

Correo electrónico: carlos.rivera@unl.edu.ec

Teléfono: 0968091071

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Integración Curricular: Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio, MSc.

Dedicatoria

Dedico este Trabajo de Integración Curricular primordialmente a Dios y a la Virgen del Cisne, que me permitieron la culminación de mi investigación, proporcionándome de sabiduría en el proceso del mismo.

A mis padres Carlos y Martha, fuente inagotable de amor, sabiduría y sacrificio. Su apoyo constante y valores inculcados han sido mi mayor inspiración para alcanzar este logro. A mis queridos hermanos Mercy, Shuberth y Jenniffer, por su cariño y apoyo incondicional, por estar en cada circunstancia de mi vida. Y a mi pareja, por su paciencia, comprensión y amor constante. Este logro también es tuyo, y agradezco por ser mi fuente de apoyo inquebrantable en los momentos más difíciles.

Carlos Andres Rivera Ruilova

Agradecimientos

Agradezco a mis catedráticos por su orientación, conocimientos compartidos y desafíos que me han ayudado a crecer intelectualmente. Su dedicación ha dejado una marca indeleble en mi formación académica. A la Universidad Nacional de Loja, específicamente a la carrera de Ingeniería Electromecánica y a todo su cuerpo docente, les expreso mi profundo agradecimiento por impartirme las bases fundamentales del quehacer ingenieril. Estas enseñanzas han sido cruciales para mi desarrollo profesional, permitiéndome desempeñarme con ética y responsabilidad en mi trayectoria laboral.

Quiero dedicar un reconocimiento especial al Ing. Iván Alberto Coronel Villavicencio y al Centro de Investigaciones Tecnológicas y Energéticas (CITE) de la Universidad Nacional de Loja. Por su valioso asesoramiento y el respaldo logístico proporcionado, que han sido fundamentales para realizar de manera exitosa este trabajo de integración curricular.

Carlos Andres Rivera Ruilova

Índice de contenidos

AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
SIMBOLOGÍA	XV
1. TÍTULO.....	1
2. RESUMEN	2
3. INTRODUCCIÓN	4
4. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1 CAPÍTULO I: REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA	6
4.1.1 <i>Red de media tensión</i>	6
4.1.1.1 Redes de distribución de energía eléctrica por su tensión nominal.....	7
4.1.1.1.1 Red primaria o de media tensión.	7
4.1.1.1.2 Red secundaria o baja tensión.....	7
4.1.1.2 Redes de distribución de energía eléctrica por su ubicación geográfica.....	7
4.1.1.2.1 Redes de distribución urbanas.	7
4.1.1.2.2 Redes de distribución rural.	8
4.1.1.3 Redes de distribución de energía eléctrica por su construcción.....	8
4.1.1.3.1 Redes de distribución aéreas.....	8
4.1.1.3.2 Redes de distribución subterráneas o soterradas.....	9
4.1.1.4 Redes de distribución de energía eléctrica por su tipo carga.	9
4.1.1.4.1 Cargas residenciales.....	9
4.1.1.4.2 Cargas comerciales.	10
4.1.1.4.3 Cargas industriales.....	10
4.1.2 <i>Red de baja tensión</i>	10
4.1.2.1 Componentes.....	10
4.1.2.1.1 Conductores.	10
4.1.2.1.2 Acometida.....	10

4.1.2.1.3	Medidor.....	10
4.1.2.1.4	Centro de transformación.	10
4.2	CAPÍTULO II: REDES AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	11
4.2.1	<i> Materiales</i>	11
4.2.1.1	Postes.....	11
4.2.1.1.1	Según su resistencia.	11
4.2.1.1.2	Según su material de construcción.....	11
4.2.1.1.3	Según su longitud.	11
4.2.1.2	Conductores.....	12
4.2.1.3	Crucetas.....	12
4.2.1.4	Aisladores.....	12
4.2.1.5	Herrajes.	12
4.2.1.6	Transformadores.....	12
4.3	CAPÍTULO III: NORMATIVA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DE SUR S.A	13
4.3.1	<i> Nivel de aislamiento</i>	13
4.3.2	<i> Cálculo de la demanda de diseño</i>	13
4.3.2.1	Demanda máxima proyectada para edificaciones, centros comerciales, talleres y fábricas.	14
4.3.2.2	Demanda máxima unitaria proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.	14
4.3.2.3	Demanda máxima proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.....	14
4.3.2.4	Capacidad de los transformadores.....	15
4.4	CAPÍTULO IV: NORMATIVA PARA EL SOTERRAMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICAS	16
4.4.1	<i> Homologación de UP y UC de las Especificaciones Técnicas en Obras Civiles para la Construcción de las Cámaras Subterráneas</i>	17
4.4.1.1	Banco de Ductos.....	17
4.4.1.1.1	Zanjas.....	18
4.4.1.1.2	Ancho de la zanja.....	18
4.4.1.1.3	Ductos.	19
4.4.1.1.4	Configuración de ductos.	19
4.4.1.1.5	Cinta de señalización.	20
4.4.1.2	Pozos.	21

4.4.1.2.1 Tapas.....	22
4.4.1.2.2 Soportes.....	23
4.4.2 <i>Equipos y Criterios de Selección según la “Homologación de las UP y UC en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica de Redes Subterráneas”</i>	23
4.4.2.1 Transformadores.....	24
4.4.2.1.1 Transformador tipo sumergible.....	24
4.4.2.1.2 Transformador tipo pedestal.....	24
4.4.2.1.3 Transformador convencional con frente muerto.....	25
4.4.2.1.4 Transformador tipo seco.....	25
4.4.2.2 Equipos de protección y seccionamiento.....	26
4.4.2.2.1 Celdas de media tensión de azufre aisladas en hexafluoruro (SF ₆)	26
4.4.2.3 Cables eléctricos.....	26
4.4.2.3.1 Cables para red de media tensión.....	26
4.4.2.3.2 Cables para red de bajo voltaje.....	27
4.4.2.4 Transición de red aérea-subterránea.....	27
4.4.2.4.1 Transición subterránea de medio voltaje.....	27
4.5 CAPÍTULO V: CAÍDA DE TENSIÓN	28
4.5.1 <i>Caída de tensión admisible para una red primaria</i>	29
4.5.2 <i>Caída de tensión admisible para una red secundaria</i>	29
4.5.3 <i>Caída de tensión admisible para alumbrado público</i>	29
4.6 CAPÍTULO VI: ALUMBRADO PÚBLICO	29
4.6.1 <i>Cálculo de clases de alumbrado</i>	29
4.6.1.1 Vías para tráfico motorizado.....	29
4.6.1.2 Vías para tráfico peatonal.....	31
4.6.1.3 Vías en zonas de conflicto.....	33
4.6.1.4 Túneles	36
4.6.2 <i>Tipos de lámparas de alumbrado público</i>	36
4.6.2.1 Luz incandescente.....	36
4.6.2.2 Luz fluorescente.....	36
4.6.2.3 Luz fluorescente compacta.....	36
4.6.2.4 Luminaria de vapor de mercurio.....	37
4.6.2.5 Luminaria de sodio de alta presión.....	37
4.6.2.6 Luminaria de inducción.....	37
4.6.2.7 Luminaria LED.....	37

5. METODOLOGÍA	38
5.1 ÁREA DE TRABAJO	38
5.2 EQUIPOS Y MATERIALES	38
5.2.1 Recursos humanos:	38
5.2.2 Recursos técnicos:.....	38
5.2.3 Recursos tecnológicos.....	39
5.3 PROCEDIMIENTO	39
5.3.1 Primer objetivo	40
5.3.2 Segundo objetivo.....	40
5.3.3 Tercer objetivo	40
6. RESULTADOS	41
6.1 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL PARQUE TEMÁTICO DE LA FEIRNNR	41
6.1.1 Descripción del Sistema de Distribución Eléctrica Existente	41
6.1.2 Alimentador principal existente (red de medio voltaje).....	42
6.1.3 Centros de transformación existentes	42
6.1.4 Red de bajo voltaje existente.....	43
6.1.5 Alumbrado público existente.....	43
6.1.6 Abonados existentes	43
6.2 DISEÑO DEL ALUMBRADO PÚBLICO PROYECTADO	44
6.2.1 Estudio lumínico	44
6.2.2 Luminaria LED RZB – GONIA (611941.0031.1).....	46
6.3 DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE MEDIO VOLTAJE PROYECTADA	48
6.3.1 Transiciones áreas - subterráneas.....	48
6.3.2 Transformador proyectado	48
6.4 DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE BAJO VOLTAJE PROYECTADA.....	49
6.4.1 Caída de tensión en alumbrado público	50
6.4.2 Circuito de alumbrado público.....	50
6.5 DISEÑO DE LA OBRA CIVIL PROYECTADA.....	50
6.5.1 Pozos de revisión	50
6.5.2 Tapa de pozos.....	50
6.5.3 Soporte metálico para cables.....	51
6.5.4 Zanjas y banco de ductos	51
6.5.5 Sistemas de puesta a tierra	53

6.5.6 <i>Presupuesto referencial</i>	54
7. DISCUSIÓN	57
8. CONCLUSIONES	58
9. RECOMENDACIONES	59
10. BIBLIOGRAFÍA	60
11. ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla 1	Relaciones de transformación de tensión.....	13
Tabla 2	Niveles de aislamiento	13
Tabla 3	Demanda máxima unitaria proyectada en el sector urbano	14
Tabla 4	Demanda máxima unitaria proyectada en el sector rural.....	14
Tabla 5	Factor de sobrecarga	15
Tabla 6	Ductos y tubería metálica a emplear en las canalizaciones y transiciones	19
Tabla 7	Configuración de ductos	19
Tabla 8	Dimensiones mínimas de pozos.....	21
Tabla 9	Tipos de transformadores y zona de utilización en redes eléctricas subterráneas	24
Tabla 10	Condiciones principales de conductores de media tensión para el tipo de aislamiento	27
Tabla 11	Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo (M).....	30
Tabla 12	Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado.....	31
Tabla 13	Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo (P)	32
Tabla 14	Requisitos de iluminancia para tráfico peatonal	33
Tabla 15	Equivalencia entre clases de alumbrado tipo M y C para diferentes valores del coeficiente de luminancia medio (Q_o) de la superficie	33
Tabla 16	Características de la superficie y sus coeficientes de luminancia medio (Q_o).....	34
Tabla 17	Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo C	35
Tabla 18	Parámetros fotométricos para zonas de conflicto	36
Tabla 19	Transformadores existentes en el área de estudio.....	42
Tabla 20	Valores de iluminancia obtenidos en el software DIALux evo	46
Tabla 21	Cálculo de la capacidad del transformador	49
Tabla 22	Resumen del transformador proyectado	49
Tabla 23	Cantidad de pozos en función del tipo	50
Tabla 24	Cantidad de tapas de pozo según el tipo	51
Tabla 25	Dimensiones del tipo de zanja en acera	52
Tabla 26	Presupuesto referencial de la obra eléctrica.....	54

Índice de figuras

Figura 1 Estructura básica de distribución de energía	6
Figura 2 Separadores de ductos	18
Figura 3 Banco de ductos en calzada, configuración 1x2.....	20
Figura 4 Banco de ductos en acera, configuración 1x2	20
Figura 5 Cinta de señalización.....	21
Figura 6 Pozos de revisión.....	22
Figura 7 Tapa de grafito esferoidal.....	22
Figura 8 Tapa de hormigón.....	23
Figura 9 Soporte de acero galvanizado.....	23
Figura 10 Transformado tipo sumergible	24
Figura 11 Transformador tipo pedestal.....	25
Figura 12 Transformador convencional con frente muerto	25
Figura 13 Transformador tipo seco.....	26
Figura 14 Conductor para red de media tensión y sus partes principales.....	27
Figura 15 Área de estudio en la FEIRNNR	38
Figura 16 Flujoograma del desarrollo de actividades	39
Figura 17 Tramo de estudio a lo largo de la avenida Eduardo Kigman y Reinaldo Espinosa.....	41
Figura 18 Red de media tensión del área de estudio.....	42
Figura 19 Banco de 3 transformadores existente en el área de estudio	43
Figura 20 Obtención de la sumatoria de V_{pp}	45
Figura 21 Requisitos de iluminancia para el tráfico peatonal para el diseño de alumbrado del parque.....	45
Figura 22 Luminaria LED RZB-GONIA.....	46
Figura 23 Datos y características técnicas de luminaria LED RZB-GONIA	47
Figura 24 Esquema fotométrico, luminaria LED RZB-GONIA.....	47
Figura 25 Tapas de acceso de hormigón.....	51
Figura 26 Zanja tipo 1 en acera	52
Figura 27 Zanja tipo 2 en acera	53

Índice de anexos

Anexo 1. Certificado de traducción del resumen de trabajo de integración curricular.	61
Anexo 2. Estudio eléctrico del proyecto.....	62

Simbología

EERSSA: Empresa Eléctrica Regional del Sur.

MEER: Ministerio de Electricidad y Energía Renovables.

ARCERNNR: Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables.

MTD: Memoria Técnica Descriptiva.

V: Voltio.

VA: Voltamperio.

daN: Deca-newton.

kgf: Kilogramos-fuerza.

kcmil: Kilo-circular-mil.

kg/cm²: Kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado.

kN: Kilo-newton.

lx: Iluminancia.

ACSR: Aluminio reforzado con acero.

AWG: Calibre de alambre estadounidense (del inglés American Wire Gauge).

XLPE: Polietileno reticulado termoestable.

TRXLPE: Polietileno reticulado retardante a la arborescencia.

TTU: Aislamiento termoplástico, cubierta termoplástica de aislamiento subterráneo (del inglés Thermoplastic Insulation Thermoplastic Jacket Underground).

THHN: Cable recubierto de nylon termoplástico altamente resistente al calor (del inglés Thermoplastic High Heat-resistant Nylon-coated).

MV: Media tensión.

BV: Baja tensión.

DMD: Demanda máxima de diseño.

DMU: Demanda máxima unitaria.

DMU_p: Demanda máxima unitaria proyectada.

DMD_T: Demanda máxima de diseño del transformador.

PVC: Policloruro de vinilo.

PCB: Bifenilos policlorados.

EMT: Tubería metálica eléctrica.

FDV: Factor de caída de tensión.

1. Título

**DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL
PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS
INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-
FEIRNNR.**

2. Resumen

El presente estudio consiste en el diseño de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables (FEIRNNR). Primero se realiza el levantamiento de la infraestructura eléctrica del lugar caso de estudio con visitas en el campo y levantamiento de información mediante la página web de la Empresa Eléctrica Regional de Sur S.A (EERSSA), posteriormente se solicita el plano arquitectónico del parque temático que es el caso de estudio, esta información fue proporcionada por el departamento de planificación de la Universidad Nacional de Loja (UNL), con esta información se cumple el primer objetivo el mismo que consiste en el levantamiento de la red eléctrica existente.

Ya con la información de la red existente y con la información recopilada por el departamento de planificación se realiza el diseño de la red de media y baja tensión para el parque temático, para la elaboración del diseño se sigue los lineamientos de las Unidad de Propiedad (UP) y las Unidades de Construcción (UC) del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNNR) y la normativa interna de la EERSSA.

Del diseño de la red proyectada se obtiene la siguiente información. El diseño incluye el cambio de poste de 11 m número 141852, por uno de 12 m de 500 kg en la Av. Eduardo Kigman para la extensión de la red de media tensión, un transformador tipo padmounted monofásico de 10 kVA, el tendido de 24 m de conductor de medio voltaje, 1,729 km de conductor de bajo voltaje, la construcción de 46 pozos subterráneos, la excavación de 851,4 m de zanjas, el montaje de 40 postes metálicos de 6 m y el montaje de luminarias tipo LED de 24W.

Finalmente se elabora el diseño eléctrico que se presentará a la EERSSA para su aprobación.

Palabras claves: *Diseño eléctrico, alumbrado público, red eléctrica subterránea.*

Abstract

This study consists of the design of the Medium and Low Voltage network for the Theme Park of the Faculty of Energy, Industries and Non-Renewable Natural Resources (FEIRNNR). First, the electrical infrastructure of the study site is raising with field visits and information gathering through the website of the Regional Electric Company of the South S.A (EERSSA), then the architectural plan of the theme park that is the case study is requested, this information was provided by the planning department of the National University of Loja (UNL), with this information the first objective is met, which consists of the raising of the existing electrical network.

Now with the information of the existing network and with the information collected by the planning department, the design of the medium and low voltage network for the theme park is carried out, for the elaboration of the design the guidelines of the Property Units (UP) and the Construction Units (UC) of the Ministry of Energy and Non-Renewable Natural Resources (MERNNR) and the internal regulations of the EERSSA are followed.

From the projected network design, the following information is obtained. The design includes the replacement of the 11-meter pole number 141852 with a 12-meter, 500 kg pole on Eduardo Kigman Avenue for the extension of the medium voltage network, a 10 kVA singlephase pad-mounted transformer, the installation of 24 meters of medium voltage conductor, 1,729 km of low voltage conductor, the construction of 46 underground wells, the excavation of 851,4 meters of trenches, the installation of 40 metal poles of 6 meters, and the installation of 24 W LED-type luminaires.

Finally, the electrical design is prepared and will be presented to EERSSA for approval.

Keywords: *Electrical design, public lighting, underground electrical network.*

3. Introducción

La dependencia global de la energía eléctrica es innegable. Resulta inconcebible imaginar las repercusiones que tendría la falta de esta materia prima esencial para impulsar el desarrollo de los países. La importancia masiva del suministro eléctrico en la vida moderna es incuestionable, ya que no solo brinda comodidad en los hogares, sino que también impulsa de manera efectiva el comercio y posibilita el funcionamiento de la industria productiva. El progreso de una nación está directamente vinculado a su nivel de industrialización, el cual, a su vez, depende crucialmente de fuentes de energía, destacando especialmente la energía eléctrica (Ramirez, 2012).

A lo largo de los años, las características de construcción de las redes de distribución de energía han experimentado cambios significativos, influenciados por la evolución de las estructuras viejas y otros factores, como las pérdidas no técnicas de energía (Narvaez & Prado, 2012).

Las redes de energía eléctrica deben ser diseñadas, calculadas y operadas con el objetivo de satisfacer las demandas energéticas de los consumidores. Estructuralmente, estas redes se componen de la generación, el transporte y los consumos. El transporte implica trasladar la energía generada en las centrales hasta los puntos de consumo, lo que requiere la creación de redes capaces de transportar grandes cantidades de energía a distancias considerablemente largas (Ramirez, 2012).

Para lograr esto, se emplean redes de transporte de alta tensión que conectan las centrales con las subestaciones de transformación. A la vez, las subestaciones están conectadas a los centros de transformación por una red de media tensión. Dependiendo del nivel de tensión utilizado, podemos distinguir dos tipos de redes de distribución: las de media tensión y las de baja tensión. Las primeras se utilizan principalmente para suministrar energía a clientes industriales y acercarla a los clientes residenciales. Estos últimos se proveen de energía a través de las redes de baja tensión, que proviene desde los centros de transformación (Salgado, 2011).

En el presente documento se aborda el planteamiento del problema presentado en las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja (UNL), específicamente en el sector “La Argelia” situado en la provincia de Loja y cantón Loja, al sur de la ciudad, que tiene como objetivo el dimensionamiento de un sistema de red eléctrica de media y baja tensión, junto con un sistema de iluminación.

Dentro del marco teórico se incluyen los aspectos más relevantes de la normativa técnica establecida por la Empresa Eléctrica Regional del Sur S. A. (EERSSA) para el diseño de redes eléctricas tanto rurales como urbanas. Esta normativa abarca el diseño de redes de

media tensión, diseño de redes de baja tensión, criterios de diseño, caída de tensión y diseño de centros de transformación. Las normas hasta el año 2012 han sido actualizadas, teniendo cambios significativos empleados por la EERSSA, un claro ejemplo es la nomenclatura que se debe utilizar en los planos.

Los cálculos que respaldan el diseño de las redes se presentan en un capítulo separado, basándose en las normas presentadas en el marco teórico. Entre los cálculos incluidos en este capítulo se encuentra la capacidad del transformador y la regulación de tensión en los conductores. A consecuencia de estos cálculos, se han desarrollado herramientas de cálculo en Excel que simplifican la elaboración de cálculos eléctricos de media y baja tensión de manera fácil y sencilla.

Las conclusiones de este trabajo son afines a los resultados y datos obtenidos en el diseño de las redes de distribución.

En resumen, el trabajo de integración curricular enfatiza los parámetros claves a considerar para elaborar un diseño de red de media y baja tensión para la Universidad Nacional de Loja, centrándose principalmente en la Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables (FEIRNNR), donde se llevó a cabo el diseño.

Con base a lo ostentado, se han decretado los siguientes objetivos:

Objetivo general

Diseñar la red de media y baja tensión del Parque Temático de Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico del sistema eléctrico existente del Parque Temático de la FEIRNNR.
- Diseñar la red eléctrica del Parque Temático de la FEIRNNR, considerando el proyecto institucional.
- Elaborar el estudio eléctrico del proyecto para su aprobación futura por la EERSSA.

4. Marco teórico

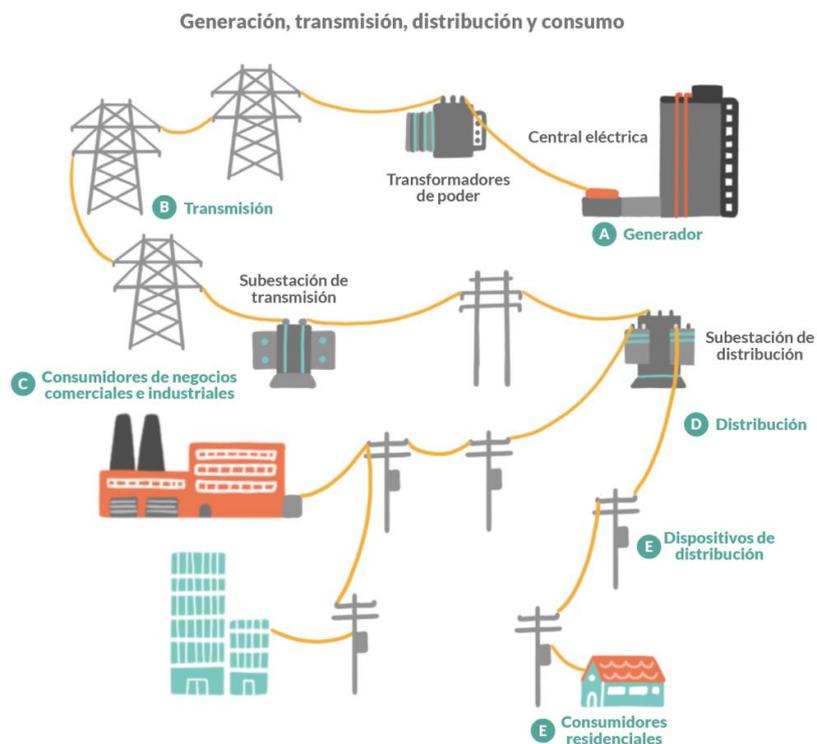
El presente documento incluye una descripción detallada de los conocimientos y las características relacionados con el diseño de distribución eléctrica, así como del alumbrado público.

4.1 Capítulo I: Redes de distribución de energía

Las redes de distribución de energía eléctrica es el componente del sistema de suministro eléctrico responsable del traslado de la energía desde las subestaciones de alta tensión hasta las subestaciones de distribución y, en última instancia, a los consumidores finales.

Figura 1

Estructura básica de distribución de energía



Fuente: (Fundación Solón, 2021)

Con el transcurso los años, en la distribución de energía eléctrica se ha tenido progresos significativos, pasando desde las concepciones iniciales y debates sobre el manejo de la corriente alterna frente a la corriente directa, a los avances tecnológicos en máquinas eléctricas y en las distintas fuentes de generación de energía eléctrica (Narvaez & Prado, 2012).

4.1.1 Red de media tensión

La red de media tensión, o red de distribución, es un componente esencial para el sistema eléctrico de potencia que permite el transporte de energía desde las subestaciones de transmisión y subtransmisión hasta las subestaciones de distribución. Su función principal es

ajustar el voltaje de operación, lo que la distingue claramente de las redes de transmisión y subtransmisión

4.1.1.1 Redes de distribución de energía eléctrica por su tensión nominal.

4.1.1.1.1 *Red primaria o de media tensión.*

Consiste en el cúmulo de componentes, elementos y equipos del sistema que ayuda al traslado de energía eléctrica que se transmite de la subestación de distribución con destino a un centro de transformación, ya sea de tipo elevadora o reductora, trabajando a una tensión de media tensión, según los requerimientos específicos. Asimismo, también puede abastecer a un módulo de transformación reductora que crea una salida de voltaje en baja tensión (Narvaez & Prado, 2012).

Según Flores (2022), “La tensión de una red de distribución primaria, que se refiere a media tensión, se entiende que la tensión abarca desde un voltaje superior a 600 V y hasta el máximo de 40 kV”.

4.1.1.1.2 *Red secundaria o baja tensión.*

Este conjunto de componentes, elementos y equipos tiene la finalidad de transportar la energía desde un centro de transformación de distribución tipo poste hasta la conexión con el usuario final, es decir, la red que abarca desde el punto de conexión de la red de distribución hasta una o varias cargas finales (Narvaez & Prado, 2012).

Según Flores (2022), “La tensión de una red de distribución secundaria consta desde los 0 V hasta una tensión de 600 V”.

4.1.1.2 Redes de distribución de energía eléctrica por su ubicación geográfica.

El sistema de distribución debe considerar a los usuarios de energía eléctrica que se encuentran en áreas urbanas, suburbanas, rurales y turística.

4.1.1.2.1 *Redes de distribución urbanas.*

Las redes de distribución urbana abarcan principalmente la población que reside dentro de las ciudades, lo que se define por áreas urbanas donde los usuarios se encuentran altamente concentrados. La clasificación de la población se puede determinar en función de la cantidad de usuarios agrupados en una ubicación específica (Flores, 2022; Ramirez, 2012).

Las principales características de la distribución urbana según Narvaez & Prado (2012) son las siguientes:

- Cargas monofásicas y trifásicas.
- Mayor cantidad de usuarios comerciales e industriales.
- Frecuentemente, se usa poste de concreto.

- La separación máxima de estructuras aéreas de tendido de distribución es de 50 metros.

4.1.1.2 Redes de distribución rural.

Las redes de distribución rurales tienen la responsabilidad de llevar la energía eléctrica a regiones alejadas de las ciudades o municipios, situándose en la periferia de las áreas urbanas. Además, en la mayoría de las zonas rurales, no existe un trazado de calles organizado ni una distribución basada en manzanas (Narvaez & Prado, 2012).

Estas regiones se caracterizan por ser de habitantes que se dedican a la agricultura y la ganadería, actividades que contribuyen al desarrollo del país (Flores, 2022).

Sus características principales según (Ramirez, 2012) son:

- Usuarios están disipados.
- Comúnmente cargas monofásicas.
- En sitios de fácil acceso se usa postes de concreto, pero para sitios de complejidad de acceso se utiliza postes de madera.
- La separación de las estructuras de tendido de distribución supera los 50 metros.

4.1.1.3 Redes de distribución de energía eléctrica por su construcción.

4.1.1.3.1 Redes de distribución aéreas.

La red de distribución de media tensión se caracteriza por la presencia de elementos, componentes y/o equipos que se encuentran instalados en estructuras de soporte ubicadas en el suelo. En este tipo de redes, el conductor que transporta la energía eléctrica se sostiene por encima de aisladores en estructuras conocidas como crucetas, las cuales van situadas en cada poste.

La selección de la tipología de las estructuras, elementos y materias dependerá tanto del nivel de tensión de la red que deben soportar como del tipo de contaminación presente en la zona donde se ubica la red. En general, en este tipo de construcción, los conductores son desnudos, es decir, no cuentan con ningún recubrimiento aislante (Ramirez, 2012).

Este tipo de redes es esencialmente de configuración radial y se caracteriza por tener un costo inicial de construcción más bajo en comparación con las redes subterráneas, lo que lo convierte en la opción más utilizada en el país. La disponibilidad y calidad de los materiales son ventajoso debido a la amplia implementación de esta red, lo que agiliza los procesos de instalación y construcción. Además, las redes aéreas son fáciles de mantener gracias a su facilidad para la detección de fallos (Flores, 2022).

Una desventaja significativa de este tipo de red de distribución es la contaminación visual, ya que su aspecto estético es poco atractivo. Además, su confiabilidad y seguridad es menor, dado que las redes son visibles para los transeúntes (Ramírez, 2012).

4.1.1.3.2 *Redes de distribución subterráneas o soterradas.*

La red de distribución de media tensión es un sistema en el cual se pueden encontrar elementos, componentes y equipos que se instalan por debajo del nivel del suelo. Se caracteriza por su instalación subterránea, ya sea a través de bancos de ductos soterrados o por enterramiento directo, por los cuales pasan los conductores. El nivel de aislamiento y las cubiertas protectoras se definen en función del voltaje de operación de la red de distribución (Ramírez, 2012).

Hoy en día, las redes soterradas están reemplazando en gran medida a las redes aéreas en las zonas céntricas de las ciudades y municipios. Esto se debe a que ofrecen una mejor estética, reducen el riesgo de vandalismo y proporcionan mayor seguridad y confiabilidad para los transeúntes. Además, no requieren trabajos previos, como la poda de vegetación o la limpieza, lo que las convierte en una opción más conveniente (Narvaez & Prado, 2012).

La desventaja más representativa de las redes soterradas. Según Flores (2022):

El costo de construcción es mucho más elevado comparado con los costos de inversión en redes aéreas; su mantenimiento es más complicado, además de estar expuesta a la humedad y la acción de agentes destructores, como es el caso de los roedores presentes en ductos. Resulta más complicado localizar fallas en este tipo de redes de distribución.

4.1.1.4 *Redes de distribución de energía eléctrica por su tipo carga.*

Una única red de distribución de energía eléctrica puede atender a diferentes tipos de usuarios o cargas, y su comportamiento depende de cómo estos usuarios utilizan la energía eléctrica. La diferencia principal entre estos tipos de cargas radica en las horas de mayor demanda o consumo durante el día. Los operadores de la red pueden segmentar estos sectores por circuitos para mejorar la gestión de la energía (Flores, 2022).

4.1.1.4.1 *Cargas residenciales.*

Las cargas residenciales abarcan una amplia variedad de inmuebles destinados a la vivienda, como apartamentos, casas, condominios y edificios de apartamentos, entre otros. Estas cargas se caracterizan por ser principalmente resistivas, aunque también pueden incluir algunos electrodomésticos inductivos. El nivel de consumo eléctrico tiende a ser más alto en estratos socioeconómicos elevados, ya que suelen contar con un mayor número de aparatos eléctricos, lo que resulta en un consumo de electricidad más elevado (Flores, 2022).

4.1.1.4.2 Cargas comerciales.

Este tipo de cargas se encuentran principalmente en las zonas céntricas de las ciudades y municipios, incluyendo centros comerciales, edificios de oficinas y todo el sector comercial. Estas cargas se caracterizan en su mayoría por ser resistivas, aunque pueden incluir algún componente inductivo que influye en la regulación del factor de demanda. Además, en la actualidad, prevalecen cargas con una alta sensibilidad que pueden generar armónicos (Ramírez, 2012).

4.1.1.4.3 Cargas industriales.

Las cargas industriales, como su nombre indica, se encuentran en el sector industrial, y se caracterizan por tener una gran cantidad de energía reactiva debido a la presencia de numerosos motores en este sector. Los usuarios de industrias suelen dar prioridad al control y corrección del factor de potencia. El operador de la red se asegura de que las horas pico de consumo de cargas residenciales no coincidan con las horas de mayor demanda en este sector (Narvaez & Prado, 2012).

4.1.2 Red de baja tensión

La red de baja tensión, considerada como parte de la red de distribución, se extiende desde los transformadores de distribución hasta el medidor del usuario final. En otras palabras, es el sistema a través del cual se suministra la energía eléctrica, ya sea a través de acometidas o derivaciones.

4.1.2.1 Componentes.

4.1.2.1.1 Conductores.

Se trata de un componente destinado a conducir la energía eléctrica, ofreciendo una baja resistencia al flujo de las cargas eléctricas (Flores, 2022).

4.1.2.1.2 Acometida.

Un conjunto de conductores y equipos se emplea para suministrar la energía eléctrica, comenzando desde las estructuras tipo poste y procediendo desde el sistema de distribución de voltaje hasta la infraestructura del usuario final (Flores, 2022).

4.1.2.1.3 Medidor.

El medidor es un dispositivo electrónico que registra el consumo de energía en un inmueble, así como otros parámetros eléctricos (Flores, 2022).

4.1.2.1.4 Centro de transformación.

Un conjunto de componentes que incluye transformadores, dispositivos de protección y secciones de la red. Como su nombre indica, este conjunto transforma la energía eléctrica desde un voltaje de distribución a un voltaje de utilización (Flores, 2022).

4.2 Capítulo II: Redes aéreas de distribución eléctrica

En su mayoría, las redes aéreas son la más utilizadas para la distribución de energía eléctrica debido a su menor costo de construcción en comparación con las redes soterradas.

4.2.1 Materiales

En Ecuador, específicamente en la ciudad de Loja, todos los materiales empleados en las instalaciones eléctricas deben contar con certificaciones que garanticen el cumplimiento de las normas técnicas establecidas por la EERSSA para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales.

4.2.1.1 Postes.

Los postes desempeñan un papel fundamental en las redes de distribución eléctrica, al servir como soporte para las estructuras de media y baja tensión, proporcionando la altura necesaria para los conductores del sistema de distribución (Narvaez & Prado, 2012).

Estos postes se pueden clasificar según su resistencia, material de construcción y longitud. Además, presentan una identificación de colores en sus bases y cabezas, que varía en función de sus características constructivas. Los postes utilizados en las redes aéreas deben cumplir con las especificaciones del apartado 4.3.1 del Capítulo IV de las Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbana y rurales de la EERSSA.

4.2.1.1.1 Según su resistencia.

La selección de los postes depende principalmente de la carga que deben soportar, y un factor crucial en este cálculo es la velocidad del viento. Los postes que sostienen múltiples componentes, como transformadores o sistemas de anclaje, requieren una mayor resistencia. La resistencia del poste se expresa en deca-Newton (daN) o kilogramos fuerza (kgf) (Narvaez & Prado, 2012).

4.2.1.1.2 Según su material de construcción.

Estos soportes, utilizados para sostener las estructuras, pueden estar fabricados en diferentes materiales, como metal, hormigón, poliéster reforzado o madera. Se recomienda evitar el uso de madera debido a sus limitaciones en términos de resistencia y durabilidad.

4.2.1.1.3 Según su longitud.

La longitud de los postes en las redes de distribución varía según el nivel de tensión que deben soportar. Para redes de media tensión, se emplean postes de al menos 12 metros de longitud, mientras que, en las redes de baja tensión, se utilizan postes de 9 metros. La cantidad de elementos estructurales o circuitos determinará la longitud del poste, siendo comúnmente no superior a dos circuitos, y para ello se emplean postes de 14 metros de longitud.

4.2.1.2 Conductores.

Estos conductores tienen la función de transportar la energía desde las subestaciones de distribución hasta las subestaciones de poste. Los materiales utilizados en la construcción de sistemas de distribución aéreos incluyen cables con aleación de aluminio (5005 o 6201), cables de aluminio reforzado con acero (ACSR) y cables preensamblados (EERSSA, 2012).

Los cables empleados como conductores en las redes aéreas deben cumplir con las especificaciones detalladas en el apartado 5.1 del Capítulo V de las Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbana y rurales de la EERSSA.

4.2.1.3 Crucetas.

Según Narvaez & Prado (2012), “Son la estructura que va anclada a los postes por medio de herrajes, sobre estas se colocan los aisladores, dependiendo del tipo de estructura así será la cantidad de crucetas necesarias y el tipo de aisladores que se instalaran en estas. Su función es sostener horizontalmente las líneas y cuentan con el tamaño adecuado para dar la separación mínima adecuada a cada nivel de tensión”.

En general, existen dos tipos de crucetas, diferenciadas principalmente por el material de fabricación: crucetas metálicas y de madera.

4.2.1.4 Aisladores.

Estas cumplen la función de aislar las líneas de las estructuras en todos los postes, y su elección depende del tipo de estructura y del nivel de tensión de la red de distribución. Los aisladores pueden ser de vidrio, porcelana, poliméricos, esteatita u otros materiales resistentes a las condiciones climáticas (Narvaez & Prado, 2012).

4.2.1.5 Herrajes.

Se denomina 'herrajes' a todas las piezas de metal presentes en las estructuras, ya que su propósito es asegurar todos los componentes utilizados en el poste. En las redes de media tensión, se requieren herrajes de acero galvanizado, mientras que, en las redes de baja tensión, se utilizan herrajes de acero inoxidable. Entre los herrajes más comunes en las redes aéreas se encuentran los pernos de rosca, tornillos, grapas de amarre y abrazaderas (Narvaez & Prado, 2012).

4.2.1.6 Transformadores.

En los sistemas de distribución de energía, se emplean transformadores con la finalidad de reducir los niveles de tensión de la energía eléctrica en este sector. Para transformadores de media a baja tensión, se utilizan transformadores monofásicos con valores nominales de 25, 37,5, 50 y 75 kVA, y transformadores trifásicos con valores de 30, 45, 125 y 150 kVA (Narvaez & Prado, 2012).

En la **Tabla 1**, presenta las relaciones de transformación más comunes en distribución.

Tabla 1

Relaciones de transformación de tensión.

Tensión de entrada	Tensión de salida
110 kV	34,5/13,2 kV
34,5 kV	13,2 kV
34,5 kV	440 V
13,2 kV	440V
13,2 kV	240/120 V
7,6 kV	240/120 V

Fuente: (EERSSA, 2012)

En el apartado 3.3 del Capítulo III de las Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbana y rurales de la EERSSA, se establecen todos los requisitos de tienen que cumplir los transformadores que se instalaran.

4.3 Capítulo III: Normativa de la Empresa Eléctrica Regional de Sur S.A

El área de concesión de la EERSSA presenta una normativa para los diseños eléctricos de distribución de medio y bajo voltaje, los mismos que se deben cumplir obligatoriamente según lo establece el reglamento, además, las líneas de medio voltaje, centros de transformación y las redes de bajo voltaje subterráneas se proyectarán para un periodo de 30 años (EERSSA, 2012).

Se proyecta un período de 15 años para las líneas de media tensión y una proyección de 10 años para las redes de baja tensión y los centros de transformación.

4.3.1 Nivel de aislamiento

Los componentes tales como seccionadores, pararrayos, transformadores, capacitores, entre otros, que sean instalados en el sistema de distribución del área de concesión de la EERSSA, deben cumplir con los siguientes niveles de aislamiento mostrados en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Niveles de aislamiento

Nivel de tensión	Nivel de aislamiento BIL
13,8 kV	95 kV
22 kV	125 kV
69 kV	350 kV

Fuente: (EERSSA, 2012)

4.3.2 Cálculo de la demanda de diseño

La demanda de diseño debe determinarse para un lugar específico, y su cálculo involucra varios escenarios:

4.3.2.1 Demanda máxima proyectada para edificaciones, centros comerciales, talleres y fábricas.

Se basa en la carga total instalada, teniendo en cuenta factores como la coincidencia y la simultaneidad, lo que permite calcular la demanda máxima de diseño (DMD) para centros comerciales, fábricas, edificios o talleres.

La Empresa Eléctrica Regional del Sur (EERSSA) proporcionará el servicio eléctrico a edificaciones cuya carga instalada no supere los 10 kW y se encuentre dentro de la zona de servidumbre. Para edificios cuya carga instalada sea superior a 10 kW, deberán contar con un transformador en la red aérea o una cámara de transformación dentro de la edificación. En el caso de edificaciones ubicadas en la zona de red subterránea, la demanda máxima no deberá superar los 30 kW (EERSSA, 2012).

4.3.2.2 Demanda máxima unitaria proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

En la **Tabla 3**, se muestran las demandas máximas unitarias proyectadas, las cuales varían en función del tamaño de los lotes en el sector urbano y del tipo de usuarios en el área rural.

Tabla 3

Demanda máxima unitaria proyectada en el sector urbano

Área promedio de lotes [m ²]	Tipo de usuario	DMU _p [kVA] [10 años]
A>400	A	4,48
300<A<400	B	2,35
200<A<300	C	1,33
100<A<200	D	0,82
A<100	E	0,56

Fuente: (EERSSA, 2012)

Tabla 4

Demanda máxima unitaria proyectada en el sector rural

Tipo de sector	Tipo de cliente	DMU _p [kVA] [10 años]
Periferia ciudad	F	0,60
Centro parroquial	G	0,50
Rural	H	0,40

Fuente: (EERSSA, 2012)

4.3.2.3 Demanda máxima proyectada, urbanizaciones, lotizaciones y proyectos rurales.

En un punto específico, se establece mediante la ecuación (1)

$$DMP = DMU_p * N * FC \quad (1)$$

Donde:

DMP: Demanda máxima proyectada en el punto dado [kVA] (EERSSA, 2012)

DMUp: Demanda máxima unitaria proyectada [kVA] (EERSSA, 2012)

N: Número de usuarios (EERSSA, 2012)

FC: Factor de coincidencia (EERSSA, 2012)

$$FC = N^{-0,944} \quad (2)$$

Esta demanda se refiere exclusivamente al conjunto de usuarios habituales. Además, se debe incluir la demanda de las cargas especiales, como las relacionadas con el alumbrado público y cualquier otra carga que sea relevante para el cálculo.

$$DMD = DMP + AP + Ce \quad (3)$$

Donde:

DMD: Demanda máxima de diseño [kVA] (EERSSA, 2012)

AP: Carga de alumbrado público [kVA] (EERSSA, 2012)

Ce: Cargas especiales (puntuales) [kVA] (EERSSA, 2012)

4.3.2.4 Capacidad de los transformadores

La capacidad de los transformadores se calcula según la demanda máxima de diseño, todos los transformadores deben cumplir con las normas NTE INEN 2114 y 2115, normas referidas a las máximas pérdidas admisibles en los transformadores, además debe considerarse que el aceite de los transformadores no debe tener contenidos de PCB (EERSSA, 2012).

Para determinar la capacidad de los transformadores, deberá considerarse los valores de demanda máxima de diseño (DMD) y el factor de sobrecarga (FS), para lo cual se deberá aplicar la ecuación 4 (EERSSA, 2012).

$$DMD_T = DMD * S \quad (4)$$

Donde:

DMD_T: Demanda máxima de diseño del transformador [kVA] (EERSSA, 2012)

DMD: Demanda máxima de diseño [kVA] (EERSSA, 2012)

FS: Factor de sobrecarga (EERSSA, 2012)

Tabla 5

Factor de sobrecarga

Categoría	FS
A	0,9
B y C	0,8
D ... H	0,7

Fuente: (EERSSA, 2012)

4.4 Capítulo IV: Normativa para el soterramiento de redes de distribución eléctricas

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), ha presentado un documento en el cual, se establecen los parámetros para el diseño y construcción de un sistema eléctrico, denominado: “HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA”.

Que tiene por objetivos:

- Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad (UP) que conforman el sistema de distribución (MEER, 2013).
- Estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las Unidades Constructivas (MEER, 2013).
- Definir un sumario de especificaciones técnicas de los materiales y equipos eléctricos de mayor uso en el sistema de distribución (MEER, 2013).
- Estandarizar la simbología para representar los elementos del sistema de distribución (MEER, 2013).

El documento consigna 4 secciones que se detallan a continuación:

- SECCIÓN 1: Marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica (MEER, 2013).
- SECCIÓN 2: Manual de las unidades de construcción (UC) (MEER, 2013).
- SECCIÓN 3: Especificaciones técnicas de materiales y equipos del sistema de distribución (MEER, 2013).
- SECCIÓN 4: Simbología de los elementos del sistema de distribución (MEER, 2013).

De la misma manera el MEER, ha presentado un documento que establecen los parámetros para el diseño y construcción de un sistema eléctrico subterráneo, denominado: “HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS”.

Que tiene por objetivos:

- Establecer un sistema único para la identificación de las Unidades de Propiedad (UP) que conforman el sistema de distribución de redes subterráneas (MEER, 2013).

- Estandarizar y homologar los materiales y equipos que conforman las Unidades Constructivas (MEER, 2013).
- Definir un sumario de especificaciones técnicas de los materiales y equipos eléctricos de mayor uso en el sistema de distribución de redes subterráneas. (MEER, 2013).
- Estandarizar la simbología para representar los elementos del sistema de distribución subterráneo (MEER, 2013).

El documento consigna 6 secciones que se detallan a continuación:

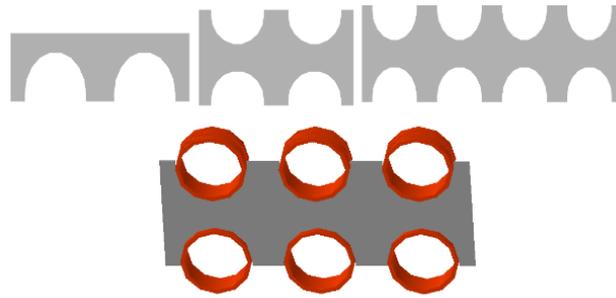
- SECCIÓN 1: Marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas (MEER, 2013).
- SECCIÓN 2: Manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas (MEER, 2013).
- SECCIÓN 3: Especificaciones técnicas de los materiales para sistemas de distribución eléctrica de redes subterráneas (MEER, 2013).
- SECCIÓN 4: Manual de las unidades de construcción (UC) (MEER, 2013).
- SECCIÓN 5: Código de las unidades de propiedad (UP) para los sistemas de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución (MEER, 2013).
- SECCIÓN 6: Simbología de los elementos del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas (MEER, 2013).

4.4.1 Homologación de UP y UC de las Especificaciones Técnicas en Obras Civiles para la Construcción de las Cámaras Subterráneas

4.4.1.1 Banco de Ductos.

Con el fin de mantener una distancia constante entre conductos, se deben emplear separadores conforme a las especificaciones detalladas en la sección 3; estos separadores deben ser de láminas de PVC. La separación mínima tanto horizontal como vertical entre conductos pertenecientes al mismo conjunto deberá ser de 5 cm, sin importar el diámetro de la tubería o el nivel de voltaje utilizado. La separación a lo largo entre cada separador se situará en un intervalo de 2,5 a 3 m (MEER, 2013).

Figura 2
Separadores de ductos



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.1.1.1 Zanjas.

Se tienen para media tensión y baja tensión.

- **Zanja Nro. 1:** La canalización para media tensión debe ser de 60 cm de ancho por 110 cm de profundidad. El relleno se realizará de la siguiente manera: los primero 10 cm rellenos de arena, luego se colocará la tubería de PVC para media tensión seguida de la tubería de PVC para baja tensión y alumbrado público, estas tuberías estarán rodeadas de arena, sobre éstas se colocará una capa de ladrillo, para finalmente ponerse 45 cm de relleno compactado y replantillo de grava (EERSSA, 2012).
- **Zanja Nro. 2:** La canalización para baja tensión debe ser de 50 cm de ancho por 50 cm de profundidad. El relleno se realizará de la siguiente manera: los primeros 10 cm con arena, luego se colocará la tubería de PVC rodeada de arena, sobre esta una capa de ladrillos, para finalmente ponerse 30 cm entre relleno compactado y replantillo de grava (EERSSA, 2012).

4.4.1.1.2 Ancho de la zanja.

El ancho de la zanja debe ser tal, que permita colocar la plantilla, hacer el acoplamiento sin dificultad y compactar el relleno. Representada por la ecuación (5) (MEER, 2013).

$$Bd = N * D + (N - 1)e + 2x \quad (5)$$

Donde:

Bd: Ancho de la zanja (MEER, 2013)

N: Número de tubos (vías) en sentido horizontal (MEER, 2013)

D: Diámetro exterior del tubo (MEER, 2013)

e: Espacio entre tubos (mínimo 5 cm) (MEER, 2013)

x: Distancia entre la tubería y la pared de la zanja (mínimo 10 cm) (MEER, 2013)

4.4.1.1.3 Ductos.

Según la Norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869 deberán instalarse tubo PVC de pared estructurada e interior lisa tipo B para red de MV y BV (diámetro de 110 y 160 mm) (MEER, 2013).

Tabla 6

Ductos y tubería metálica a emplear en las canalizaciones y transiciones

Calibre del conductor [AWG o kcmil]	Tensión [kV]	Diámetro del ducto [mm] para 1 conductor y neutro	Diámetro del ducto [mm] para 3 conductor y neutro	Transición ducto [mm]
1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	35	110	160	160
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	15-25	110	110	110
	15-25	110	160	160
4, 2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 6, 4, 2, 1/0	0.6		110	110
	0.6 (AP y acometidas)		50	50

Fuente: (EERSSA, 2012)

4.4.1.1.4 Configuración de ductos.

La configuración de los ductos recomendada por el documento de homologación dentro de una misma zanja se detalla en la **Tabla 7**:

Tabla 7

Configuración de ductos

Fila x Columna	Fila x Columna	Fila x Columna
1x2	1x3	1x4
2x2	2x3	2x4
3x2	3x3	3x4
4x2	4x3	4x4

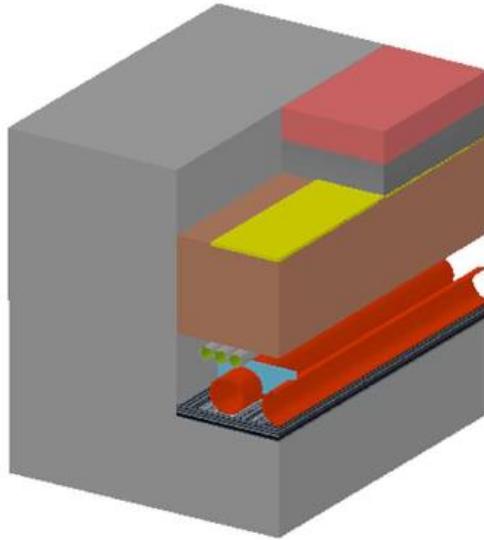
Fuente: (MEER, 2013)

Para los sistemas de comunicación de equipos eléctricos, se podrá colocar en toda canalización un triducto de polietileno de pared exterior lisa e interior con estrías longitudinales, de 40 mm de diámetro (MEER, 2013).

Banco de ductos bajo calzada: Estos serán rellenos con hormigón libre de piedra; con una resistencia mínima de 180 kg/cm². La profundidad mínima a la que deben instalarse los ductos o bancos de ductos será de 0,8 m. En la **Figura 3** se presenta a manera de ejemplo un banco de ductos en calzada (MEER, 2013).

Figura 3

Banco de ductos en calzada, configuración 1x2

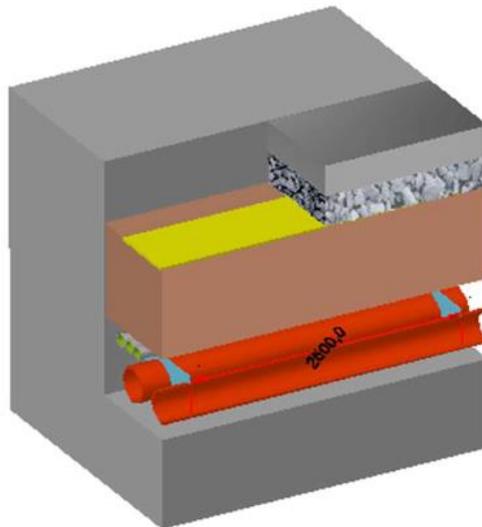


Fuente: (MEER, 2013)

Banco de ductos bajo acera: El material de relleno será de arena y opcionalmente de hormigón de 140 kg/cm^2 en caso de requerirse una mayor resistencia mecánica. La profundidad mínima a la que deben instalarse los bancos de ductos será de 0,6 m, en la **Figura 4** se encuentra ejemplificado la construcción de este banco de ductos (MEER, 2013).

Figura 4

Banco de ductos en acera, configuración 1x2



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.1.1.5 **Cinta de señalización.**

Para indicar la existencia de ductos eléctricos se debe colocar una cinta o banda de PVC en toda la trayectoria del banco de ductos, la cinta o banda se colocará a una profundidad de 20 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la acera o calzada, que se muestra en la **Figura 5**.

Figura 5
Cinta de señalización



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.1.2 Pozos.

Los pozos son empleados en situaciones de cambios de dirección, transiciones de la ruta de aérea a subterránea y a lo largo de los tramos rectos del circuito. La separación entre pozos variará según el diseño, oscilando entre 30 y 60 m. En la **Tabla 8** se detallan las dimensiones mínimas de los pozos destinados al tendido de cables eléctricos

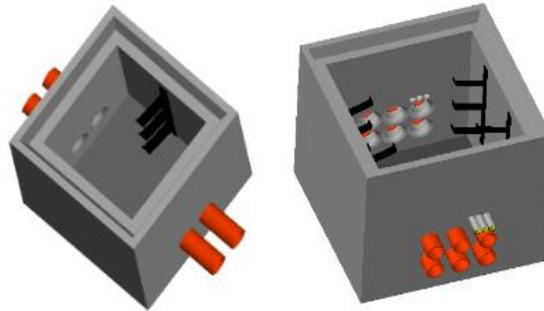
Tabla 8
Dimensiones mínimas de pozos

Tipos	Largo [m]	Ancho [m]	Profundidad [m]	Aplicación
Tipo A0	0,40	0,40	0,40	AP
Tipo A	0,60	0,60	1,20	AP-Acometida
Tipo B	0,90	0,90	0,90	MT-BT-AP
Tipo C	1,20	1,20	1,20	MT-BT-AP
Tipo D	1,60	1,20	1,50	MT-BT-AP
Tipo E	2,50	2,00	2,00	MT-BT-AP

Fuente: (MEER, 2013)

Los pozos serán construidos con paredes de hormigón armado de 210 kg/cm² (en calzada) o de mampostería de ladrillo o bloque de hormigón pesado en acera, el espesor de la pared será como mínimo de 12 cm, las paredes interiores de los pozos construidos de mampostería de ladrillo o bloque serán enlucidas con mortero 1:3 y alisadas con cemento, en la **Figura 6** se puede observar algunos ejemplos (MEER, 2013).

Figura 6
Pozos de revisión

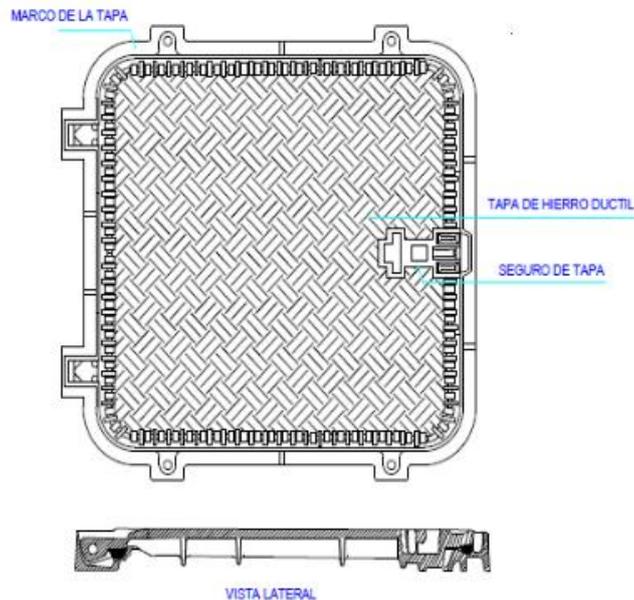


Fuente: (MEER, 2013)

4.4.1.2.1 Tapas.

Tapas de grafito esferoidal: La **Figura 7** presenta una cubierta fabricada en grafito esferoidal (acero dúctil) de clase D400-400 kN, con dimensiones ajustadas al tamaño del pozo. Estas cubiertas están equipadas con un mecanismo de cierre de $\frac{1}{4}$ de vuelta y una llave correspondiente. Además, las cubiertas se asientan sobre un marco de acero galvanizado que ofrece apoyo y bisagras (MEER, 2013).

Figura 7
Tapa de grafito esferoidal

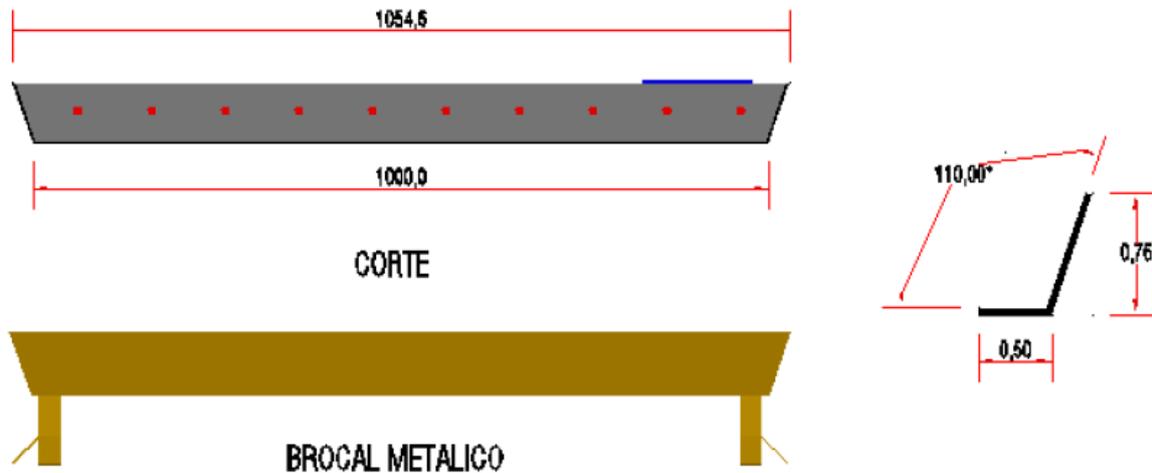


Fuente: (MEER, 2013)

Tapas de hormigón: Las tapas de hormigón estarán provistas de un marco y brocal metálico fabricado con pletina de acero de 4 mm de grosor y dimensiones de 50 mm de ancho por 75 mm de alto. Tanto el brocal como el marco presentarán una apertura de 110 grados. El hormigón de la tapa tendrá una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y un espesor de 70 mm en áreas

peatonales y 150 mm en zonas de tráfico vehicular, con una armadura de refuerzo de $\varnothing=12$ mm cada 100 mm en ambas direcciones (MEER, 2013). Para detalles constructivos, consultar la **Figura 8**.

Figura 8
Tapa de hormigón

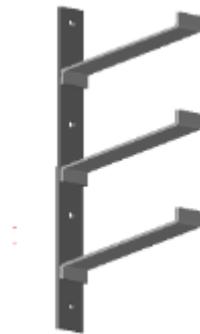


Fuente: (MEER, 2013)

4.4.1.2.2 Soportes.

Los pozos dispondrán de soportes como se observa en la **Figura 9** fabricados de acero galvanizado o fibra de vidrio para sujetar y ordenar los conductores (MEER, 2013).

Figura 9
Soporte de acero galvanizado



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2 Equipos y Criterios de Selección según la “Homologación de las UP y UC en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica de Redes Subterráneas”

En la elección de los dispositivos eléctricos para las redes subterráneas, se presenta a continuación una lista de los materiales y equipos que componen la red. Se proporciona una descripción general de su utilización, el lugar donde se aplican y, en algunos casos, sus valores admisibles de carga, como voltaje, amperaje, nivel de aislamiento, entre otros (MEER, 2013).

La especificación técnica, los equipos y elementos se detallan en la SECCIÓN 3 “Especificaciones técnicas de los materiales para sistemas de distribución eléctrica de redes subterráneas” (MEER, 2013).

4.4.2.1 Transformadores.

En el documento de Homologación se proporciona la **Tabla 9** que detalla los distintos tipos de transformadores y las zonas específicas donde se utilizan para su funcionamiento

Tabla 9

Tipos de transformadores y zona de utilización en redes eléctricas subterráneas

Tipo	Zona de utilización
Sumergible	Cámaras subterráneas
Pedestal	Lugares en la intermedie
Convencional con frente muerto	Primer piso subsuelos
Seco	Solo a partil del primer piso alto

Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.1.1 Transformador tipo sumergible.

Este equipo está diseñado para que opere ocasionalmente sumergido en agua, bajo condiciones predeterminadas de presión y tiempo, en la **Figura 10**, se puede apreciar todas las partes vivas del transformador: fusibles, instrumentos y boquillas son montadas en la tapa superior del mismo (MEER, 2013).

Figura 10

Transformado tipo sumergible



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.1.2 Transformador tipo pedestal.

Se muestra en la **Figura 11** y se fabrica especialmente para áreas donde la distribución de medio voltaje es subterránea, como en urbanizaciones, parques, áreas verdes, plazas, etc. Estos dispositivos estarán instalados a la intemperie (MEER, 2013).

Figura 11
Transformador tipo pedestal



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.1.3 *Transformador convencional con frente muerto.*

Este equipo se caracteriza por no disponer de elementos expuestos en MV que puedan significar riesgos de contacto accidental, sus especificaciones serán similares a los transformadores convencionales a excepción de la conexión exterior de MV el cual se efectuará por medio de conectores elastoméricos en la **Figura 12** se puede apreciar este tipo de transformador (MEER, 2013).

Figura 12
Transformador convencional con frente muerto



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.1.4 *Transformador tipo seco.*

Los transformadores tipo seco tienen que instalarse dentro un gabinete de tal forma que se impida la entrada de objetos extraños, en la **Figura 13** se presenta el interior (bobinado) de este tipo de transformador (MEER, 2013).

Figura 13
Transformador tipo seco



Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.2 Equipos de protección y seccionamiento.

4.4.2.2.1 Celdas de media tensión de azufre aisladas en hexafluoruro (SF_6)

Las celdas son exclusivamente diseñadas para la conexión y desconexión y la distribución de la energía eléctrica en corrientes de hasta 630 A y en voltajes hasta 38 kV, 60 Hz, a continuación, se describen sus aplicaciones (MEER, 2013).

- Maniobras de conexión y desconexión de redes de distribución con carga en medio voltaje (MEER, 2013).
- Interrupción automática de corrientes de falla en medio voltaje (MEER, 2013).
- Maniobras de conexión y desconexión de transformadores de distribución (MEER, 2013).

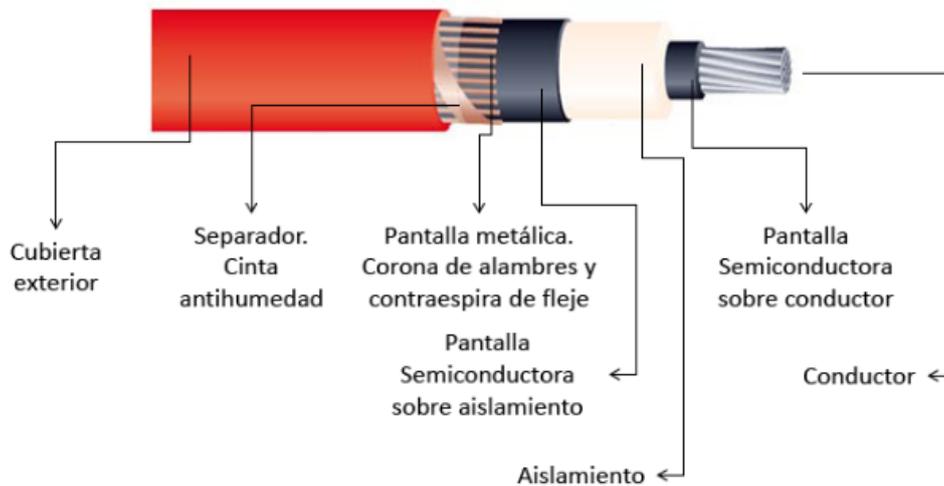
4.4.2.3 Cables eléctricos.

4.4.2.3.1 Cables para red de media tensión.

En el sistema de distribución subterráneo para medio voltaje, se utilizarán cables monopolares con conductor de cobre aislados (100% y 133% de nivel de aislamiento) con polietileno reticulado termoestable (XLPE) o polietileno reticulado retardante a la arborescencia (TRXLPE) para voltajes de 15, 25 y 35 kV (MEER, 2013).

La **Figura 14** ilustra los componentes del conductor de media tensión, mientras que en la **Tabla 10** se detallan los niveles de aislamiento junto con sus condiciones principales

Figura 14
Conductor para red de media tensión y sus partes principales



Fuente: (MEER, 2013)

Tabla 10
Condiciones principales de conductores de media tensión para el tipo de aislamiento

Nivel de aislamiento	Condición principal
100%	Con neutro conectado a tierra (provistos de dispositivos de protección)
133%	Con neutro aislado

Fuente: (MEER, 2013)

4.4.2.3.2 Cables para red de bajo voltaje.

Para red secundaria subterránea se utilizan cables con conductor de cobre, aislamiento de 2 000 V con polietileno (PE) y chaqueta de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad (MEER, 2013).

4.4.2.4 Transición de red aérea-subterránea.

En la transición de una línea que va de aérea a subterránea, las directrices del MEER indican que la altura mínima del poste debe ser de 12 m para media tensión y de 10 m para baja tensión. Además, los cables empleados en estas transiciones se colocarán dentro de tuberías rígidas de acero galvanizado (MEER, 2013).

En toda transición se instalará puntas terminales de uso exterior para los extremos de los cables monopolares de baja tensión, debidamente instalados con todos los elementos que los proveedores recomiendan, además en las puntas terminales serán seleccionadas adecuadamente para el voltaje y el calibre del conductor (MEER, 2013).

4.4.2.4.1 Transición subterránea de medio voltaje.

La transición subterránea de medio voltaje que se deriven de redes aéreas deberán incluirse los siguientes elementos:

- Estructuras con dos crucetas para instalación de seccionadores tipo abierto y pararrayos; asimismo para la sujeción de los cables de media tensión (MEER, 2013).
- Cable de cobre desnudo, cableado suave #2 AWG 7 hilos, para puesta a tierra (MEER, 2013).
- Conductor de puesta a tierra de los pararrayos se alojará dentro del poste (MEER, 2013).
- Punta terminal tipo exterior, seleccionada según el voltaje de la red y el calibre del cable monopolar de media tensión (MEER, 2013).
- Conector de cobre tipo espiga u ojo, seleccionado según el calibre del cable monopolar de media tensión (MEER, 2013).
- Sellar la tubería en su punto superior con codo metálico reversible o tapón de salida múltiple, seleccionado en base al número y diámetro de los conductores de la transición (MEER, 2013).
- Tubería de acero galvanizado de al menos 4" de diámetro, la cual se debe asegurar al poste utilizando cinta metálica y hebillas fabricadas con acero inoxidable, demás, la tubería debe ser conectada a tierra utilizando un conector de aterrizamiento tubo-cable (MEER, 2013).
- Codo metálico rígido con una curva amplia de 90°, con el mismo diámetro que la bajante, para conectarlo al pozo que se instala en la base del poste.
- Para la puesta a tierra una varilla de acero recubierta de cobre de 1,80 m por 15,87 mm (5/8") de diámetro, la conexión mediante suelda exotérmica (MEER, 2013).

4.5 Capítulo V: Caída de tensión

La caída de tensión se emplea en redes de distribución de media y baja tensión con el propósito de garantizar la calidad de la energía eléctrica. Los cálculos de regulación se efectúan en un tramo de línea, y la caída total de tensión es el resultado de la suma de todas las caídas en cada tramo del sistema.

Para calcular los valores de FDV, se encuentran establecidos en el Anexo 4 y Anexo 5 de las Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbana y rurales de la EERSSA.

4.5.1 Caída de tensión admisible para una red primaria

El valor máximo permitido para la caída de tensión, calculado desde el punto de salida de la subestación hasta el transformador más alejado eléctricamente en el proyecto, no debe exceder las siguientes cantidades:

Área urbana: 3,5 %

Área rural: 7 %

4.5.2 Caída de tensión admisible para una red secundaria

El valor máximo de la caída de tensión se calcula desde el transformador hasta la residencia más alejada en términos de distancia eléctrica, lo que incluye la red de distribución secundaria y la acometida. El valor de la caída de tensión no debe exceder los siguientes límites:

Área urbana: 4,5 %

Área rural: 5,5 %

4.5.3 Caída de tensión admisible para alumbrado público

Para el cálculo de la caída de tensión en cada punto, debe considerarse la potencia de las luminarias (lámpara(s) y reactor(es)), incluidos su factor de potencia que para todos los casos se establece en 0,85, la caída de tensión permisible será de 2% (EERSSA, 2012).

4.6 Capítulo VI: Alumbrado público

El sistema de iluminación se centra principalmente en proporcionar un servicio que beneficie a la población, consistente en la iluminación de parques, vías públicas y áreas de libre acceso para el tránsito peatonal.

El propósito fundamental del alumbrado público es garantizar una visibilidad adecuada durante las actividades que tienen lugar en espacios de libre acceso, parques públicos y vías públicas, permitiendo que vehículos y peatones puedan desplazarse en horarios nocturnos con la misma comodidad, seguridad y eficiencia que durante el día.

Un entorno con iluminación adecuada es esencial en el paisaje urbano, ya que genera una sensación de seguridad contra actos delictivos y, sobre todo, reduce el riesgo de accidentes al proporcionar una mayor claridad y visibilidad en las calzadas (EERSSA, 2012; Flores, 2022).

4.6.1 Cálculo de clases de alumbrado

4.6.1.1 Vías para tráfico motorizado.

Las categorías de alumbrado para vías destinadas al tráfico motorizado se clasifican desde M1 hasta M6, estableciendo así sus especificaciones correspondientes. La asignación de la clase se realiza con base a la ecuación (6) (ARCERNNR, 2023).

$$M = \left(6 - \sum V_{pM} \right) \quad (6)$$

Donde:

M: Clase de iluminación, va de M1 a M6 (ARCERNNR, 2023)

$\sum V_{pM}$: Sumatoria de los valores de ponderación (V_{pM}) seleccionados como se indica en la **Tabla 11** (ARCERNNR, 2023)

La suma de los valores ponderados debe estar en el rango de 0 a 6. Si el resultado no es un número entero, se redondea al entero inferior más cercano.

Tabla 11

Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo (M)

Parámetro	Opciones	Valor de ponderación	V_{pM} seleccionado
Velocidad	Muy alta, $v \geq 100$ [km/h]	1	
	Alta, $70 < v < 100$ [km/h]	0,5	
	Moderada, $40 < v < 70$ [km/h]	0	
Volumen del tráfico	Muy alto	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
Composición del tráfico	Muy bajo	-1	
	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	
Densidad de la intersección	Alta	1	
	Moderada	0	
Vehículos parqueados	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
Iluminación ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías visuales	Pobre	0,5	
	Moderado o bueno	0	

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

El parámetro de velocidad señalado en la **Tabla 11** corresponde a la velocidad máxima permitida en la vía, determinada por la autoridad competente.

El parámetro de volumen de tráfico, también mencionado en la **Tabla 11**, varía según el tipo de vía. En el caso de calles y avenidas, la ponderación se establece en función de la densidad poblacional, clasificada en muy alta, alta, moderada, baja o muy baja (ARCERNNR, 2023).

Los parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado (M1 a M6) se detallan en la siguiente **Tabla 12**:

Tabla 12*Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado*

Clases de iluminación	Luminancia promedio L_{av} [cd/m^2] mantenido		Factor de uniformidad U_o mínimo	TI % máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_L mínimo	Relación de alrededores (SR) mínima ²
	Máxima	Mínima				
M1	2,4	2,0	0,40	10	0,7	0,5
M2	1,8	1,5	0,40	10	0,7	0,5
M3	1,2	1,0	0,40	15	0,6	0,5
M4	1,0	0,75	0,40	15	0,6	0,5
M5	0,75	0,50	0,35	15	0,4	0,5
M6	0,50	0,30	0,35	20	0,4	0,5

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

4.6.1.2 Vías para tráfico peatonal.

Las clases de alumbrado tipo P están diseñadas para garantizar una visibilidad adecuada a los peatones en aceras y otras superficies, así como a los ciclistas en ciclovías, bermas, carriles de estacionamiento y demás áreas de una vía que se encuentran separadas o a lo largo de la calzada destinada al tránsito vehicular (ARCERNNR, 2023).

El alumbrado para vías de tráfico peatonal se clasifica en categorías que van de P1 a P6, estableciendo así sus especificaciones correspondientes. La asignación de la clase se determina mediante la siguiente ecuación (7):

$$P = \left(6 - \sum V_{pP} \right) \quad (7)$$

Donde:

P: Clase de iluminación, va de P1 a P6 (ARCERNNR, 2023)

$\sum V_{pP}$: Sumatoria de los valores de ponderación (V_{pP}) seleccionados como se indica en la **Tabla 13** (ARCERNNR, 2023)

La sumatoria de los valores ponderados debe oscilar entre 1 y 6. Si el resultado no es un número entero, se ajusta al entero menor más próximo.

Tabla 13*Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo (P)*

Parámetro	Opciones	Valor de ponderación	V _{pp} seleccionado
Velocidad de desplazamiento	Baja, $6 < v \leq 40$ [km/h]	1	
	Muy baja, velocidad de caminar $6 \leq$ [km/h]	0	
Volumen del tráfico	Muy alto, tránsito superior a 480 peatones y/o ciclistas por hora	1	
	Alto, tránsito entre 300 y 480 peatones y/o ciclistas por hora	0,5	
	Moderado, tránsito entre 121 y 299 peatones y/o ciclistas por hora	0	
	Bajo, tránsito entre 60 y 120 peatones y/o ciclistas por hora	-0,5	
	Muy bajo, tránsito menor a 60 peatones y/o ciclistas por hora	-1	
Composición del tráfico	Mezcla entre peatones, ciclistas y tránsito motorizado	2	
	Mezclado entre peatones y tránsito motorizado	1	
	Mezclado entre peatones y ciclistas	1	
	Solamente peatones	0	
	Solamente ciclistas	0	
	No presentes	0	
	Moderada	0	
Separación de vías	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
Iluminación ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

El parámetro de velocidad de desplazamiento indicado en la **Tabla 13** corresponde a la velocidad máxima permitida en la vía, determinada por la autoridad competente. Si una vía no tiene una velocidad máxima establecida, pero permite la circulación de vehículos motorizados, así como en el caso de ciclovías, se considera la categoría de velocidad baja. Por otro lado, si la vía no cuenta con una velocidad máxima permitida y no admite el tránsito de vehículos motorizados, se aplica la categoría de velocidad muy baja o equivalente a la velocidad de caminata (ARCERNNR, 2023).

Los parámetros fotométricos para tráfico peatonal (P1 a P6) se indica en la **Tabla 14**.

Tabla 14*Requisitos de iluminancia para tráfico peatonal*

Clases de iluminación	Iluminancia (lx)			Requisitos adicionales	
	Valor promedio horizontal máximo (*)	Valor promedio horizontal mínima (*)	Valor horizontal mínimo (*)	Valor vertical	Valor semicilíndrico
P1	18	15	3	5,0	3,0
P2	12	10	2	3,0	2,0
P3	9,0	7,5	1,5	2,5	1,5
P4	7,5	5,0	1,0	1,5	1,0
P5	5,0	3,0	0,6	1,0	0,6
P6	3,0	2,0	0,4	0,6	0,4

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

Nota: (*) Medidas a nivel de suelo.**4.6.1.3 Vías en zonas de conflicto.**

Las zonas de conflicto son áreas con un alto riesgo de colisión, ya sea entre vehículos o entre vehículos y objetos fijos, peatones, ciclistas u otros usuarios. Estas situaciones ocurren cuando los flujos vehiculares se cruzan entre sí o intersecan con espacios utilizados por peatones y ciclistas. También incluyen tramos de carreteras con curvas pronunciadas, rotondas y zonas donde la geometría de la vía cambia, como la reducción del número de carriles, el estrechamiento de los carriles o el angostamiento de la calzada (ARCERNNR, 2023).

Las clases de alumbrado tipo C se organizarán en seis categorías, designadas desde C0 a C5.

Tabla 15*Equivalencia entre clases de alumbrado tipo M y C para diferentes valores del coeficiente de luminancia medio (Q_0) de la superficie*

Coeficiente de luminancia medio (Q_0)	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Clase de alumbrado C si $Q_0 \leq 0,05$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Clase de alumbrado C si $0,05 < Q_0 \leq 0,08$	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Clase de alumbrado C si $Q_0 > 0,08$	C0	C1	C2	C3	C4	C5

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

Tabla 16*Características de la superficie y sus coeficientes de luminancia medio (Q_o)*

Clase	Q_o	Características de la superficie	Tipo
R1	0,10	-Superficies de asfalto con un mínimo del 15 % de materiales reflectivos o materiales artificiales claros o al menos un 30 % de anortositas ³ muy brillantes; -Superficies que contienen gravas que cubren más del 80% de la superficie de la calzada, y las gravas constan de gran cantidad de material claro, o reflectivos o están compuestas al 100% de anortositas muy brillantes; -Superficies de calzada de hormigón de concreto.	Difusa o casi difusa
R2	0,07	-Superficies con textura rugosa que contienen agregados normales; -Superficies asfálticas (pavimentos bituminosos que contienen el 10% al 15% de abrilladores artificiales); -Hormigón bituminoso grueso y rugoso, rico en gravas (más del 60%) de tamaños mayores a 10 mm; -Asfalto mástico después de ser tratado. Se conoce también como asfalto mástico ⁴ en estado nuevo.	Difusa especular o ligeramente difusa (mixta)
R3	0,07	-Revestimiento en Hormigón (asfalto frío, asfalto cemento) con tamaño de grava superior a 10 mm, con textura rugosa; -Superficies tratadas con textura rugosa pero pulimentada.	Ligeramente especular o brillante
R4	0,08	-Asfalto mástico después de varios meses de uso; -Superficies con textura bastante suave o pulimentada.	Brillante o muy especular

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

Cuando se disponga de información sobre las clases de alumbrado tipo M en un área de conflicto, la clase de alumbrado tipo C correspondiente se determinará utilizando la **Tabla 15**, considerando el Coeficiente de luminancia medio de la superficie del área de conflicto (Q_0), según lo indicado en la **Tabla 16** (ARCERNNR, 2023).

Cuando en un área de conflicto no se cuente con la información de las clases de alumbrado tipo M que concurren a dicha área, o no se cuente con Alumbrado Público en una o más vías que concurren a la referida área, se maneja la **Tabla 17** para determinar la clase de alumbrado tipo C del área de conflicto (ARCERNNR, 2023).

En caso de no contar con información sobre las clases de alumbrado tipo M en un área de conflicto, o si no existe alumbrado público en una o más de las vías que atraviesan dicha área, se debe recurrir a la **Tabla 17** para establecer la clase de alumbrado tipo C en el área de conflicto.

La clase se define según la siguiente ecuación (8).

$$C = \left(6 - \sum V_{pC} \right) \quad (8)$$

Donde:

C: Clase de iluminación, va de C0 a C5 (ARCERNNR, 2023)

$\sum V_{pC}$: Sumatoria de los valores de ponderación (V_{pC}) seleccionados como se indica en la **Tabla 17** (ARCERNNR, 2023)

La suma de los valores ponderados debe estar en el rango de 0 a 5. Si el resultado no es un número entero, se redondea al valor entero inferior más cercano.

Tabla 17

Parámetros para la selección de la clase de alumbrado tipo C

Parámetro	Opciones	Valor de ponderación	V _{PC} seleccionado
Velocidad	Muy alta, $v \geq 100$ [km/h]	3	
	Alta, $70 < v < 100$ [km/h]	2	
	Moderada, $40 < v < 70$ [km/h]	1	
	Baja, $40 \geq$ [km/h]	0	
Volumen del tráfico	Muy alto	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy bajo	-1	
Composición del tráfico	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	
Iluminación ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías visuales	Pobre	0,5	
	Moderado o bueno	0	

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

El parámetro de velocidad, especificado en la **Tabla 17**, corresponde a la velocidad máxima permitida en la vía, según lo determinado por la autoridad competente.

El parámetro de volumen de tráfico, también señalado en la **Tabla 17**, se establecerá en función del tipo de vía, ya sea carretera o calle/avenida en una zona urbana o rural. Para las carreteras, se empleará la información proporcionada por el MTOP. En el caso de calles y avenidas, la ponderación depende de la densidad poblacional, clasificada como muy alta, alta, moderada, baja o muy baja (ARCERNNR, 2023).

Los parámetros fotométricos para las seis clases de iluminación, de C0 a C5, se especifican en la **Tabla 18** para las zonas de conflicto.

Tabla 18*Parámetros fotométricos para zonas de conflicto*

Clases de iluminación	Iluminancia horizontal promedio $E (lx)^5$		Uniformidad global de iluminancia mínima U_o	Incremento de umbral (%) ⁶	
	Máxima	Mínima		Moderada y alta velocidad	Baja y muy baja velocidad
C0	60	50		10	15
C1	36	30		10	15
C2	24	20	0,4	10	15
C3	20	15		15	20
C4	15	10		15	20
C5	10	7,5		15	25

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

4.6.1.4 Túneles

En el caso de los túneles, se sigue lo estipulado en la norma CIE 88-20047.

4.6.2 Tipos de lámparas de alumbrado público.**4.6.2.1 Luz incandescente.**

Fabricadas con filamentos de tungsteno, estas luminarias son de las primeras de baja potencia que se utilizaron en áreas urbanas. Aunque su eficiencia es limitada debido a que la mayoría de la energía se disipa en forma de calor, se destacan por ofrecer una alta calidad de luz.

4.6.2.2 Luz fluorescente.

Estas lámparas consisten en un tubo de gas que se ilumina cuando una corriente eléctrica lo calienta, produciendo un brillo característico. A menudo se les conoce coloquialmente como luminarias de bajo consumo, ya que son altamente eficientes. Sin embargo, en la actualidad, su uso en el alumbrado público es bastante limitado.

4.6.2.3 Luz fluorescente compacta.

Su empleo en el alumbrado público es limitado debido a su baja confiabilidad, pero gozan de gran popularidad en edificaciones comerciales, especialmente en pasillos públicos. Sin embargo, su vida útil es corta, ya que, con el tiempo y el uso intermitente, el gas se agota, lo que provoca que la luz se vuelva gradualmente más tenue.

4.6.2.4 Luminaria de vapor de mercurio.

En sus inicios, en 1948, se emplearon lámparas de vapor de mercurio para farolas de media tensión, y se consideraron una gran mejora en comparación con las lámparas incandescentes de la época. No obstante, su característico color verde-azulado generó descontento en la población, y en la actualidad, estas lámparas están desapareciendo gradualmente. Con el paso del tiempo, su intensidad lumínica disminuía, lo que hizo que perdieran popularidad en el alumbrado público (Flores, 2022).

4.6.2.5 Luminaria de sodio de alta presión.

Los comienzos de las luces de sodio de alta presión datan de 1980 y se caracterizaban por emitir una luz anaranjada. Esta tecnología ampliamente adoptada en carreteras y espacios públicos debido a su eficiencia. Existen dos tipos de luces: las de alta presión y las de baja presión, siendo esta última la más eficiente. En estas lámparas, el vapor de sodio se encuentra sellado en una cápsula y, al entrar en contacto con la corriente eléctrica, aumenta su temperatura, lo que produce haces de luz brillante. Por lo tanto, es común observar que, en el alumbrado público, estas lámparas comienzan con una luminosidad tenue y, con el paso de unos minutos, mejoran su claridad. Además, cuentan con una vida útil muy prolongada, lo que las convierte en una elección popular en el alumbrado público, ya que requieren un mantenimiento mínimo.

4.6.2.6 Luminaria de inducción.

Manifiestan con una gran reproducción de color y un calor de temperatura muy similares a las incandescentes. Sin embargo, superan a estas últimas en eficiencia energética y tienen una vida útil excepcionalmente prolongada. A pesar de su temperatura elevada, requieren un mantenimiento continuo.

4.6.2.7 Luminaria LED.

Conocidas por sus siglas en inglés Light Emitting Diode, que se traduce al español como 'diodos de emisores de luz', estas han venido reemplazando gradualmente a las lámparas incandescentes. Son altamente competitivas, ya que proporcionan una reproducción de luz muy cercana a la luz natural, y tienen la ventaja de ser altamente eficientes y permitir la regulación de la intensidad luminosa. En comparación con las lámparas incandescentes, su consumo energético es significativamente menor. Aunque el costo inicial de las luces LED es más elevado, su eficiencia y vida útil prolongada hacen que sean una opción atractiva para el alumbrado público. Además, su costo de electricidad es bajo y requieren poco mantenimiento (Flores, 2022).

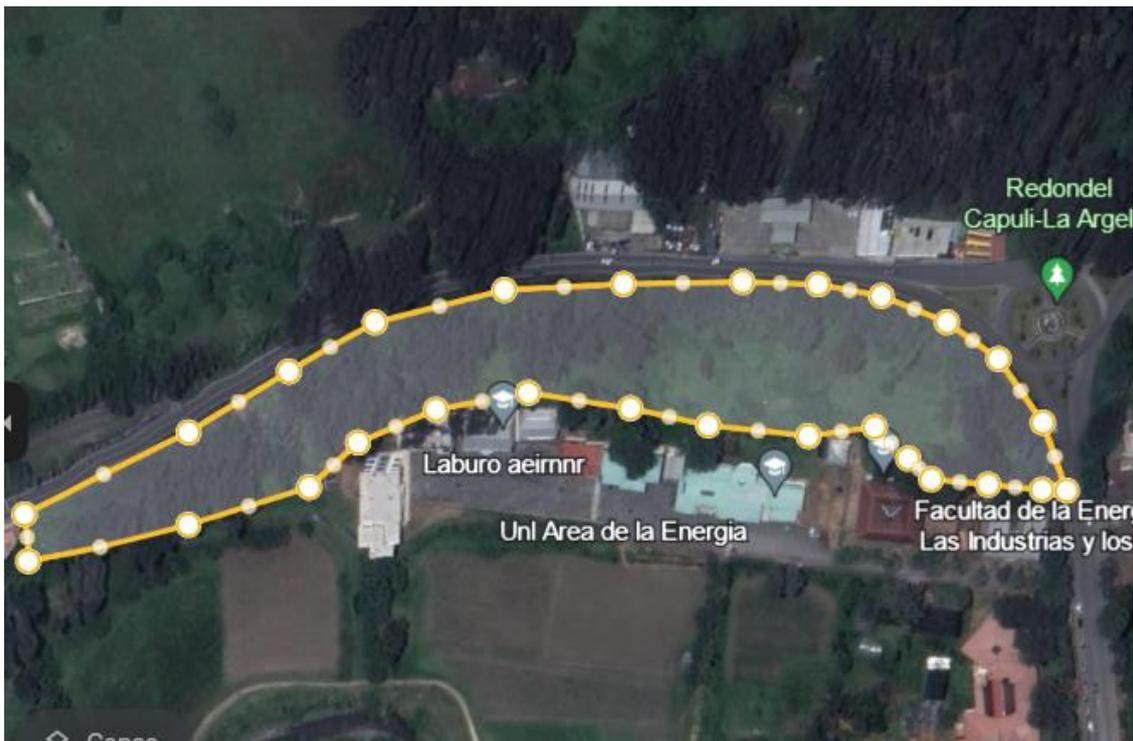
5. Metodología

5.1 Área de trabajo

El área de estudio se localiza las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja, específicamente en el sector “La Argelia” situado en la provincia de Loja y cantón Loja, al sur de la ciudad, y posee las siguientes coordenadas geográficas: Latitud $4^{\circ}01'54,4''S$ y longitud $79^{\circ}11'57,0''W$. Su área aproximada es de $23\ 623,29\ m^2$.

Figura 15

Área de estudio en la FEIRNNR



Fuente: (Google Earth)

5.2 Equipos y materiales

En la elaboración de este trabajo integración curricular, se emplearon los siguientes recursos tanto para recopilar información como para diseñar la red eléctrica. A continuación, se detallan estos materiales utilizados:

5.2.1 Recursos humanos:

- Tutor del proyecto.
- Autor (Carlos Rivera).

5.2.2 Recursos técnicos:

- Manual de obras eléctricas y civiles.
- Tesis.
- Artículos.

- Catálogos.

5.2.3 Recursos tecnológicos

- Computadora portátil.

Marca: Lenovo.

Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-8550U CPU @ 1,80GHz 1,99 GHz.

RAM instalada: 8,00 GB.

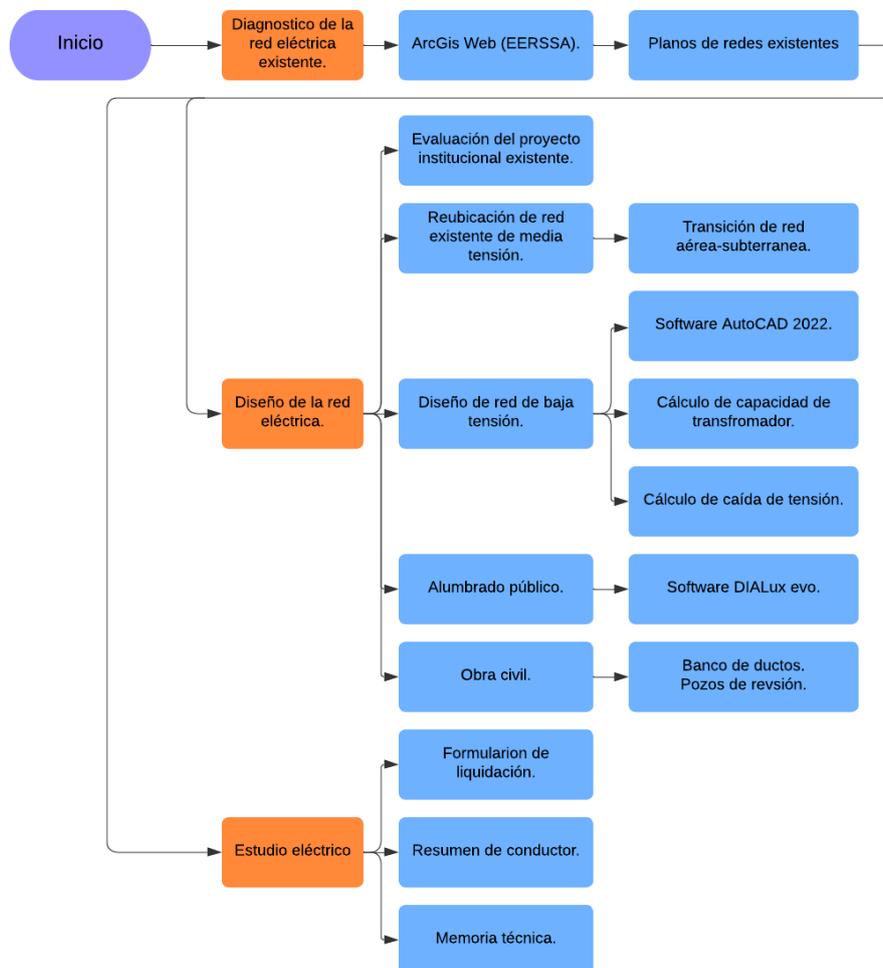
Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador basado en x64

- Celular (Fotografías).
- Internet.
- Softwares CAD y de iluminación.
- Paquete de Microsoft Office.
- ArcGIS Web EERSSA

5.3 Procedimiento

La **Figura 16** resume el proceso de cálculo utilizado en el diseño del proyecto actual.

Figura 16
Flujograma del desarrollo de actividades



5.3.1 Primer objetivo

El proyecto comienza con la adquisición de información oficial que existe del parque temático que se planea realizar en la FEIRNNR, otorgada por el Ingeniero Marco Rojas docente de la Carrera Electromecánica.

Después, con la información oficial proporcionada, se procede a realizar el levantamiento de la infraestructura de la red de media y baja tensión existente revisando la página web ArcGIS Web de la EERSSA S.A.

5.3.2 Segundo objetivo

Para la elaboración del diseño eléctrico de la red de media tensión se realiza una extensión de línea desde un poste existente, y para la red baja tensión se calcula el sistema de alumbrado público con el que se puede determinar la Demanda Máxima de Diseño del Transformador (DMD_T).

Con la DMD_T definida, se procede a seleccionar la capacidad del transformador para llevar a cabo el diseño eléctrico, el cual se dimensiona utilizando el Software de AutoCAD 2022. Durante este proceso, es imperativo aplicar y cumplir con las normativas de la (EERSSA, 2012) y Unidades de Propiedad (UC) y Unidades de Construcción (UC) del ex MEER.

5.3.3 Tercer objetivo

Tras realizar el diseño eléctrico de la red de media y baja tensión, se determina la caída de tensión de los ramales del sistema de alumbrado público (red de baja tensión) mismo que se detalla y documenta en la memoria técnica del proyecto. En la investigación de los catálogos o ficha técnica de cada uno de los equipos y accesorios se lo obtiene mediante las páginas oficiales de los fabricantes.

6. Resultados

6.1 Diagnóstico del sistema eléctrico del parque temático de la FEIRNNR

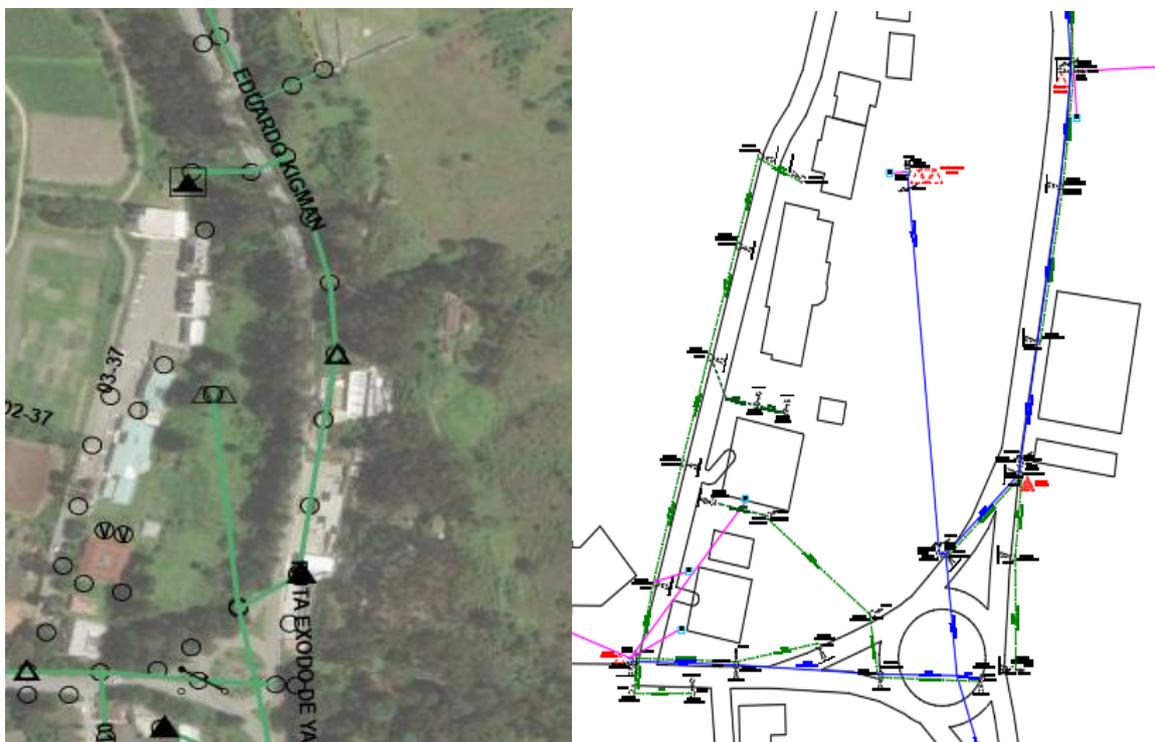
6.1.1 Descripción del Sistema de Distribución Eléctrica Existente

La zona de estudio, ubicada al sur de la ciudad, se encuentra en la FEIRNNR que pertenece a la entidad de la UNL. La red eléctrica de esta área se describe en el siguiente orden:

- Comienza con el alimentador principal, que es la red de medio voltaje (13,8 kV) encargada de suministrar energía.
- A continuación, del alimentador principal se derivan dos tramos de media tensión aérea abasteciendo a los centros de transformación. El primero posee una longitud de 36 m alimentando al transformador padmounted trifásico instalado en cabina de 50 kVA.
- Finalmente, el segundo tramo de media tensión aéreo consta de una longitud de 141,9 m que suministra al banco de 3 transformadores con una potencia total de 75 kVA, instalados en poste de hormigón rectangular de 11 m de altura con carga de rotura mecánica de 500 kg.

Figura 17

Tramo de estudio a lo largo de la avenida Eduardo Kigman y Reinaldo Espinosa



Fuente: (ArcGis)

6.1.2 Alimentador principal existente (red de medio voltaje)

Esta zona actualmente se encuentra servida por un alimentador primario llamado Cajanuma, con un nivel de tensión de 13,8 kV, nivel que maneja la EERRSA en toda la provincia de Loja, además la infraestructura del alimentador está dispuesta de manera longitudinal a lo largo de la Avenida Eduardo Kigman. La red de medio voltaje es trifásica aérea situada en postes de hormigón y soportadas por estructuras estandarizadas por el MEER a un nivel de 13 800 V, además está conformada por conductores de aluminio trenzado con acero reforzado (ACSR), cuyo calibre son de 4/0 AWG en las fases y 1/0 AWG en el neutro.

La **Figura 18** detalla la condición actual del alimentador Cajanuma y en el Anexo 1 se encuentra el levantamiento planímetro de la electrificación aérea existente.

Figura 18

Red de media tensión del área de estudio



6.1.3 Centros de transformación existentes

Los transformadores existentes son convencionales refrigerados en aceite, muy usados en redes aéreas. El primer centro de transformación suma en total una carga de 75 kVA, distribuida en 3 transformadores monofásicos, como se muestra en la **Figura 19**. Para el transformador padmounted la potencia instalada es de 50 kVA. La **Tabla 19** proporciona el número del transformador y su potencia instalada en la zona analizada.

Tabla 19

Transformadores existentes en el área de estudio

Transformadores existentes en el área							
Nro	Código	Potencia	Configuración	Voltaje en media	Voltaje en baja	Servicio	Sistema
T1	14498	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico

Transformadores existentes en el área							
Nro	Código	Potencia	Configuración	Voltaje en media	Voltaje en baja	Servicio	Sistema
T2	4101	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico
T3	4102	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico
T4	18213	50 kVA	3F4C	13,8 kV	220 V	Público	Trifásico

Figura 19

Banco de 3 transformadores existente en el área de estudio



6.1.4 Red de bajo voltaje existente.

En lo que compete el área de estudio para el parque temático, no existe red de bajo voltaje existente, pero para la realización del presente proyecto hay que proyectar el sistema eléctrico de baja tensión.

6.1.5 Alumbrado público existente

Para el parque temático de la FEIRNNR, objeto de estudio no existe como tal un sistema de alumbrado público dentro del área. Pero en la elaboración del trabajo se debe realizar el sistema de alumbrado público.

6.1.6 Abonados existentes

El parque temático no posee abonados, más bien se proyecta el diseño de alumbrado público. Dentro del área de estudio se encuentra dos tramos de red de media tensión aérea una que alimenta a un transformador tipo padmounted de 50 kVA trifásico que energiza al bloque

A2, el otro tramo que alimenta al banco de 3 transformadores de 25 kVA cada uno monofásicos, estos dotan de energía a los bloques A3 hasta el bloque A10.

La modificación de esta red de encuentra dentro del estudio del tesista Víctor Ríos por lo que no contempla o no es parte del presente estudio, para más información se recomienda revisar la información del compañero tesista. Para la elaboración del diseño de la red de media y baja tensión del parque temático a realizarse en la FEIRNNR se sugiere retirar la red existente.

6.2 Diseño del alumbrado público proyectado

El estudio no contempla el alumbrado público vial más bien es un estudio de alumbrado ornamental interno para el parque temático. En el punto 3.3.12 de la Homologación de las Unidades de Construcción y Unidades de Propiedad del Sistema de Distribución del MEER indica que las luminarias tipo led para alumbrado público ornamental la potencia máxima permitido es de 24 W.

Del proyecto institucional existente del Parque Temático la variable a considerar es la distancia entre los postes metálicos de 6 metros que es de 20 metros de separación.

6.2.1 Estudio lumínico

Para calcular los requisitos mínimos de iluminación del alumbrado público peatonal, se determina la clase de iluminación en función de las peculiaridades de la misma. Para determinar la clase P, se utiliza la ecuación 7 y se completan las plantillas del punto 9.2 proporcionadas en la regulación ARCERNR-007/23, que ayudan a definir la clase de iluminación requerida. Las plantillas correspondientes se detallan en la **Figura 20**.

Figura 20
Obtención de la sumatoria de V_{pP}

Parámetro	Opciones	Valor de ponderación	V_{pP} seleccionado
Velocidad de desplazamiento	Baja, $6 < v \leq 40$ [km/h]	1	0
	Muy baja, velocidad de caminar $6 \leq$ [km/h]	0	
Volumen del tráfico	Muy alto, tránsito superior a 480 peatones y/o ciclistas por hora	1	0
	Alto, tránsito entre 300 y 480 peatones y/o ciclistas por hora	0,5	
	Moderado, tránsito entre 121 y 299 peatones y/o ciclistas por hora	0	
	Bajo, tránsito entre 60 y 120 peatones y/o ciclistas por hora	-0,5	
	Muy bajo, tránsito menor a 60 peatones y/o ciclistas por hora	-1	
Composición del tráfico	Mezcla entre peatones, ciclistas y tránsito motorizado	2	1
	Mezclado entre peatones y tránsito motorizado	1	
	Mezclado entre peatones y ciclistas	1	
	Solamente peatones	0	
	Solamente ciclistas	0	
	No presentes	0	
Separación de vías	Se permite	0,5	0
	No se permite	0	
Iluminación ambiental	Alta	1	1
	Moderada	0	
	Baja	-1	

$\sum V_{pP} = 2$

La asignación de la clase se realiza utilizando la ecuación (7).

$$P = (6 - \sum V_{pP})$$

$$P = (6 - 2)$$

$$P = 4$$

Figura 21
Requisitos de iluminancia para el tráfico peatonal para el diseño de alumbrado del parque

Clase de iluminación	Iluminancia (lx)			Requisitos adicionales	
	Valor promedio horizontal máximo (*)	Valor promedio horizontal mínima (*)	Valor horizontal mínimo (*)	Valor vertical	Valor semicilíndrica
P1	18	15	3	5.0	3.0
P2	12	10	2	3.0	2.0
P3	9.0	7.5	1.5	2.5	1.5
P4	7.5	5.0	1.0	1.5	1.0
P5	5.0	3.0	0.6	1.0	0.6
P6	3.0	2.0	0.4	0.6	0.4

Fuente: (ARCERNNR, 2023)

Los parámetros fotométricos que deben cumplir los circuitos de iluminación para tráfico peatonal P4 se indica en la **Figura 21**.

Para lograr los parámetros fotométricos de iluminancia promedio de la **Figura 21** se utiliza luminarias tipo LED de 24 W. Los valores logrados de los circuitos de iluminación 1, 2 y 3 son de 5,92, 6,17 y 5,61 lx respectivamente mostrados en la **Tabla 20**. En el Anexo 6 de la Memoria Técnica Descriptiva (MTD), se detallan los circuitos de iluminación correspondientes a cada ramal.

Tabla 20

Valores de iluminancia obtenidos en el software DIALux evo

Circuitos de iluminación	Iluminancia (lx)
Ramal nro. 1	5,92
Ramal nro. 2	6,17
Ramal nro. 3	5,61

6.2.2 Luminaria LED RZB – GONIA (611941.0031.1)

La tecnología implementada dentro del proyecto de iluminación del Parque Temático de la FEIRNNR es: LED, dentro de **Figura 23** se especifica los datos y características técnicas de la tecnología.

Figura 22

Luminaria LED RZB-GONIA



Fuente: (RZB, 2023)

Figura 23

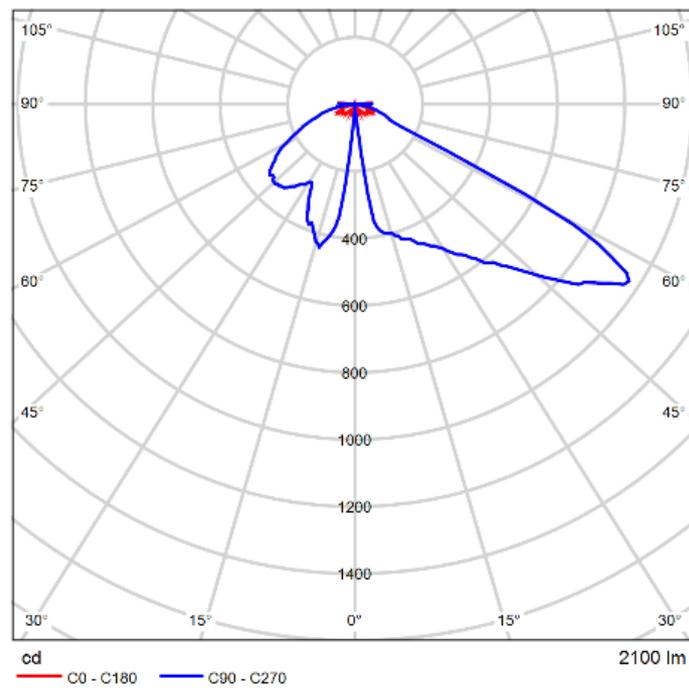
Datos y características técnicas de luminaria LED RZB-GONIA

Datos del producto	
Diámetro D	500 mm
Altura H	525 mm
Peso	9.42 kg
Fuente de luz	LED
Temperatura de color	3000 K
Flujo luminoso nominal	1800 lm
Potencia de referencia	24 W
Rendimiento del sistema	75 lm/W
Índice de deslumbramiento RUG	28,2
Ángulo de abertura	74°/62°/74°/0°
Vida útil	50000 h (L80/B10)
Índice de reproducción cromática CRI	70
Tolerancia cromática (McAdam)	5 SDCM
seguridad fotobiológica conforme a EN 62471	Grupo de riesgo 2
Equipo	Convertidor regulador
Control	DALI
Tensión	220 - 240 V / 50 Hz, 60 Hz
luminarias en el fusible B10A	8
luminarias en el fusible B16A	12
Corriente de conexión / Tiempo de conexión	54 A / 200 µs
código CIE Flux / código CEN Flux	27 71 97 100 100
Tipo de protección	IP 65
Clase de protección	II
Ensayo del hilo incandescente	960 °C
Resistencia al impacto	IK07
Temperatura ambiente	-20 °C bis + 45 °C
Marca de conformidad	CE, EAC

Fuente: (RZB, 2023)

Figura 24

Esquema fotométrico, luminaria LED RZB-GONIA



CDL polar

Fuente: (DIALux, 2023)

6.3 Diseño de la red eléctrica de medio voltaje proyectada

En el sitio de estudio, la red de medio voltaje se mantendrá en una configuración radial para suministrar energía al transformador. Para lograr esto, se utilizarán conductores de AWG tipo ACSR. La fase se cableará con un calibre de 1/0 AWG, mientras que el neutro se cableará con un calibre de 1/0 AWG. La configuración será de 1x1/0(1/0). La longitud total de la red de medio voltaje será de 10 m.

La instalación de la red de media tensión debe cumplir con todas las normativas y regulaciones establecidas en la Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas, los detalles sobre el tendido de la red se encuentran en la Lámina 2 de la MTD.

6.3.1 Transiciones áreas - subterráneas

Las transiciones deben cumplir con los parámetros de diseño descritos en el manual de construcción, expuesto en la sección 4.4.2.4 del presente estudio. La transición del presente estudio es proyectada únicamente para la red de medio voltaje. (MEER, 2013).

En la Lámina 5 de la MTD muestra la ubicación geográfica de la transición, detallando el tipo de transición, así como los materiales usados en las transiciones de media tensión según el manual de construcción.

6.3.2 Transformador proyectado

El dimensionamiento del transformador se basa en el número de luminarias a instalarse. La capacidad del centro de transformación proyectado se calcula según la DMD que viene dada por la ecuación (3), en la que se incorpora la demanda de las cargas de alumbrado público, para finalmente determinar la capacidad del transformador con la ecuación (4), considerando el factor de sobrecarga. La **Figura 21** resume el cálculo realizado en Microsoft Excel, la **Tabla 22** muestra un resumen del transformador proyectado.

Tabla 21

Cálculo de la capacidad del transformador

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR PROYECTADO			
Proyectista:	Carlos Andres Rivera Ruilova	Sector:	La Argelia
Parroquia:	San Sebastián	Abonados:	0
Cantón:	Loja	Área [m ²]:	23623,29
Tranformador:	Monofásico	Categoría:	A
$DMP = DMU_p * N * FC$		$FC = N^{-0.0944}$	
Donde:			
DMP:	Demanda máxima proyectada en el punto dado	0	
DMUp:	Demanda máxima unitaria proyectada	4,48	
N:	Número de Usuarios	0	
FC:	Factor de coincidencia (FC)	0	
$DMD = DMP + AP + CE$		$AP = \frac{L * CAP}{\cos \varphi}$	
Donde:			
DMD:	Demanda máxima de Diseño	4,43 kVA	
L1:	Número de luminarias (ornamental)	38,00 Unidades	
CAP1:	Carga por luminaria	24,00 W	
AP1:	Carga de alumbrado público	1,01 kVA	
L2:	Número de luminarias (ojo de buey)	61,00 Unidades	
CAP2:	Carga por luminaria	28,00 W	
AP2:	Carga de alumbrado público	3,42 kVA	
Ce:	Cargas Especiales	0,00 kVA	
$DMD_T = DMD * FS$			
Donde:			
DMD _T :	Demanda Máxima de Diseño del Transformador	4,43 kVA	
FS:	Factor de Sobrecarga	1,00	
La capacidad del transformador a usar es de:			10 kVA

Tabla 22

Resumen del transformador proyectado

Centro de transformador	Número de clientes	Número de luminarias	Capacidad del transformador [kVA]
CT-1	1	38	10

6.4 Diseño de la red eléctrica de bajo voltaje proyectada

La red subterránea de baja tensión está compuesta por cables de cobre compacto de sección circular, que consisten en varios alambres. Estos cables tienen un aislamiento de 2 kV y están revestidos con polietileno reticulado XLPE y una chaqueta de PVC. Se instalan bajo tubos de PVC con un diámetro de 50 mm, la red utiliza una tensión de 240/120 V y se cableará con calibre 6 AWG para la fase y neutro. La configuración será de 2x6, la longitud total de la red de bajo voltaje es de 823,4 m. En la Lámina 2 de la MTD se encuentra el tendido de la red en bajo voltaje (MEER, 2013).

6.4.1 *Caída de tensión en alumbrado público*

Para determinar la sección de los conductores en la red eléctrica, se aplica un criterio en el cual la caída de voltaje máximo no debe exceder el 2% del voltaje nominal. Además, se verifica que la corriente máxima admisible en los conductores se mantenga dentro de los límites establecidos. Se debe tener en cuenta que el conductor neutro tendrá la misma sección que los conductores de fase. Los valores específicos de la caída de tensión se encuentran detallados en el Anexo 1 de la MTD.

6.4.2 *Circuito de alumbrado público*

El sistema de alumbrado público utiliza cables TTU (XLPE) de cobre de calibre 6 AWG (1FC) para la red de alumbrado público. Las acometidas de alumbrado público se realizan utilizando cables THHN de cobre de calibre 12 AWG (1F2C). Durante el cálculo de la sección de los conductores, se asegura que la caída de voltaje máximo no supere el 2%. En la Lámina 4 de la MTD se encuentra el tendido eléctrico detallado de esta red, y en el Anexo 1 de la MTD se presentan las tablas utilizadas para el cálculo de la caída de tensión.

6.5 **Diseño de la obra civil proyectada**

6.5.1 *Pozos de revisión*

Se utilizan pozos en distintas situaciones, como cambios de dirección, transiciones aéreas-subterráneas y tramos rectos de hasta 28 metros, para facilitar el acceso y manipulación de los cables y elementos del sistema eléctrico. Su uso mejora el mantenimiento y eficiencia del sistema. Los detalles específicos de cada tipo de pozo se encuentran en **Tabla 23**. Para las derivaciones en bajo voltaje desde un pozo, se utilizarán conectores de gel.

Tabla 23

Cantidad de pozos en función del tipo

Tipo de pozo	Medidas	Cantidad
A	60x60x75 cm	44
B	90x90x90 cm	2

6.5.2 *Tapa de pozos*

Las tapas de los pozos se diferenciarán según su ubicación bajo calzada o bajo acera. En el caso de los pozos bajo acera, se utilizará una tapa de hormigón. Las dimensiones detalladas se pueden encontrar en la Lámina 6 de la MTD. Estas tapas permitirán un acceso seguro al pozo y cumplirán con los estándares correspondientes.

Figura 25
Tapas de acceso de hormigón

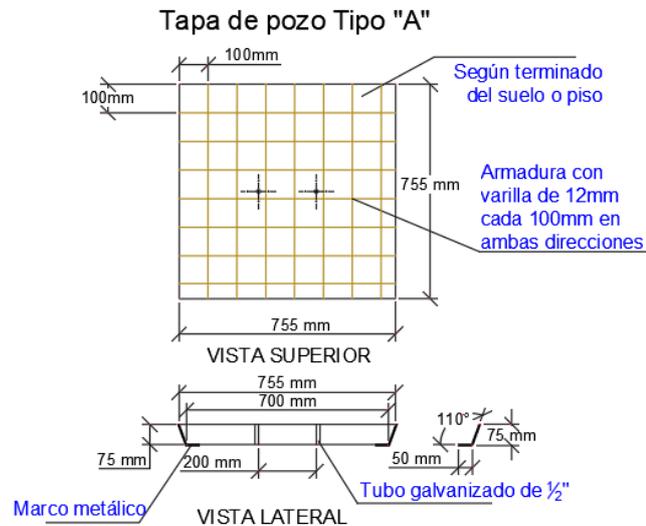


Tabla 24
Cantidad de tapas de pozo según el tipo

Tipo de pozo	Cantidad de tapas	Medida interior	Medida exterior
A	44	700x700 mm	755x755 mm
B	2	Tapas de grafito, hierro nodular ó acero dúctil	

6.5.3 Soporte metálico para cables

Dentro de los pozos, se instalan soportes metálicos para sujetar y ordenar los cables. Estos soportes deben resistir la masa de los cables y las cargas dinámicas, manteniéndolos separados en claros específicos, se colocan al menos 10 cm por encima del piso para proteger los cables y permitir su movimiento sin daños (MEER, 2013).

6.5.4 Zanjas y banco de ductos

Dentro del proyecto se incluye la implementación de un banco de ductos específico que tiene como objetivo principal el transporte de conductores utilizados en redes de media, así como los circuitos de alumbrado público, además, estos conductos permiten la interconexión de los pozos de revisión necesarios en el sistema.

El ancho de la zanja para el banco de ductos, se calcula usando la ecuación (5).

Cálculo ancho de zanja con el diámetro del ducto de 50 mm.

$$Bd = N * D + (N - 1)e + 2x$$

$$Bd = 2 * 5 + (2 - 1)5 + 2 * 10$$

$$Bd = 35 \text{ cm}$$

Cálculo ancho de zanja con el diámetro del ducto de 110 mm.

$$Bd = N * D + (N - 1)e + 2x$$

$$Bd = 2 * 11 + (2 - 1)5 + 2 * 10$$

$$Bd = 47 \text{ cm}$$

La **Tabla 25** resume el cálculo realizado para el tipo de zanjas proyectados y longitudes dentro del proyecto y la Lámina 6 de la MTD contiene los detalles específicos de cada una de las zanjas.

Tabla 25

Dimensiones del tipo de zanja en acera

Configuración	Tipo	Ancho [mm]	Profundidad [mm]	Longitud total [m]
EU0-0A2x2A1	1	350	920	826
EU0-0A2x2B1	2	470	1070	29
Total [m]				855

La configuración de los ductos en acera cumple con la especificación EU0-02x2A1. El banco de ductos está compuesto por 1 tubo de polietileno triducto de 40 mm y 4 tubos de PVC corrugado con un diámetro de 50 mm.

En la configuración de EU0-02x2B1. Está compuesto por 1 tubo de polietileno triducto de 40 mm y 4 tubos de PVC corrugado con un diámetro de 110 mm. Estas configuraciones cumplen con las normas de homologación establecidas. A modo de ejemplo, se muestra la zanja en acera en la **Figura 26** y **Figura 27**.

Figura 26

Zanja tipo 1 en acera

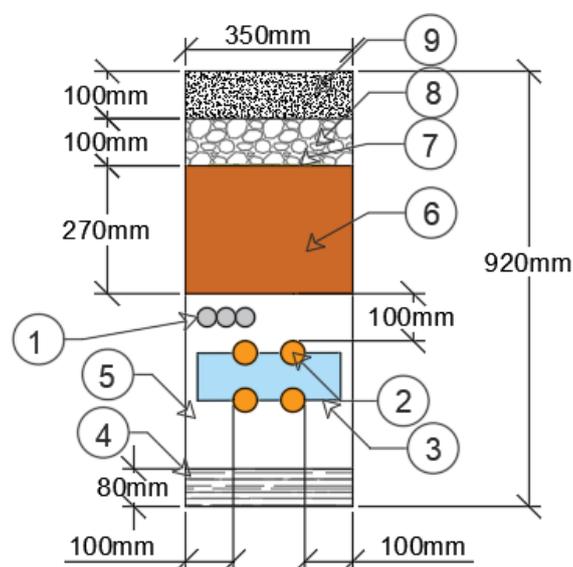
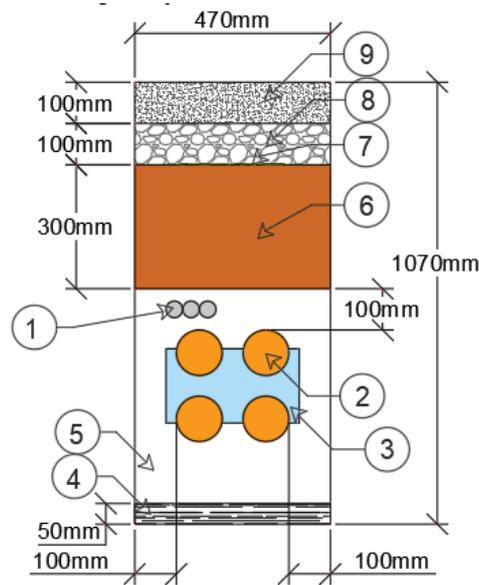


Figura 27
Zanja tipo 2 en acera



6.5.5 Sistemas de puesta a tierra

Los transformadores deben estar conectados a tierra para garantizar la seguridad de las personas, así como de las instalaciones eléctricas, protegiendo contra posibles sobrevoltajes y sobrecorrientes. Para lograr esto, se utilizará uno o dos varillas copperweld, con diámetros de 16 mm y longitudes de 1,8 metros dependiendo de los requisitos. Además, se utilizará un cable de cobre desnudo de 2 AWG para la puesta a tierra (MEER, 2013).

El borne neutro del transformador también se conectará a la puesta a tierra mediante un conductor de cobre desnudo del mismo calibre que el conductor del neutro, además, el tanque del transformador y todas las partes metálicas que no transporten corriente y estén expuestas deberán estar sólidamente conectadas a la puesta a tierra (MEER, 2013).

La unión entre el conductor de cobre desnudo y la varilla de tierra se realizará mediante soldadura cadweld, el sistema de puesta a tierra debe proporcionar protección a los equipos instalados, por lo tanto, la resistividad del terreno debe ser inferior a 10 Ohm. (MEER, 2013)

En los pozos de media tensión, se utilizará cable de calibre 10 AWG para realizar la puesta a tierra de los codos desconectables o botas (MEER, 2013).

La puesta a tierra en los pozos de alumbrado público se realizará de la siguiente manera: se instalará un electrodo de 5/8" de diámetro y 1 800 mm de longitud, el calibre del conductor de puesta a tierra será de 8 AWG y se utilizará un conector de aleación y soldadura exotérmica para realizar la conexión correspondiente a la varilla de tierra (MEER, 2013).

6.5.6 Presupuesto referencial

Se realizó un análisis exhaustivo de los precios unitarios de los materiales requeridos para el proyecto, los cuales fueron registrados en la **Tabla 26**.

Tabla 26

Presupuesto referencial de la obra eléctrica

Análisis de precios unitarios					
Diseño eléctrico de la red de media y baja tensión para el parque temático de la FEIRNNR					
Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total
Pozos de revisión tipo					
1	Pozo de revisión tipo "A" incluye la tapa.	U	44	\$360,74	\$15 872,56
2	Pozo de revisión tipo "B" incluye la tapa metálica.	U	2	\$415,36	\$830,72
Canalizaciones					
3	Banco de ductos EU0-0A2x2A1	m	826	\$25,65	\$21 186,9
4	Banco de ductos EU0-0A2x2B1	m	29	\$30,92	\$896,68
5	Excavación manual y reposición del suelo en terreno sin clasificar para zanjas y pozos hasta 1,5m de profundidad.	m ³	290	\$16,19	\$4 695,1
Red aérea de media tensión					
6	Estructura monofásica centrada en retención EST-1CR	U	2	\$309,25	\$618,5
7	Instalación y suministro del conductor de aluminio para red Aérea, 1F2C, ASCR 1/0(1/0) AWG.	m	10	\$3,75	\$37,5
8	Tensor y anclaje a tierra simple TAT-0TS	U	2	\$46,79	\$93,58
9	Excavación para postes o tensores.	U	4	\$26,6	\$106,4
10	Transición Aérea - Subterránea de 13,8 kV GDRY/7967 V - Para 1 fase en estructura retención	U	1	\$986,54	\$986,54

Análisis de precios unitarios

Diseño eléctrico de la red de media y baja tensión para el parque temático de la FEIRNNR

Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total
11	Adquisición, izado y retacado de postes H.A. 12m-500 kg con máquina.	U	2	\$377,43	\$754,86
12	Instalación del transformador monofásico convencional de 10 kVA en poste	U	1	\$1 600	\$1 600
13	Suministro e instalación de puesta a tierra en el transformador	U	1	\$182,37	\$182,37
14	Bajante de poste con tubería EMT de 4" hasta pozo	U	1	\$188,22	\$188,22
Red soterrada en bajo voltaje					
15	Suministro e instalación de conductor de cobre para red de BT subterránea, 2F3C, TTU 2(2) AWG.	m	15	\$10,32	\$154,8
16	Instalación de medidor clase 100, Forma 1A, 13A	U	1	\$323,56	\$323,56
17	Instalación del tablero metálico de distribución en BT	U	1	\$397,74	\$397,74
18	Suministro e instalación de acometida subterránea de cobre 2F3C; TTU 4(4) AWG.	m	12	\$8,07	\$96,84
19	Instalación y suministro de varilla de puesta a tierra en pozos con acometidas de BT.	U	2	\$38,20	\$76,4
Alumbro público ornamental					
20	Poste metálico ornamental de 6 metros con base de anclaje para alumbrado público.	U	38	\$112,72	\$4 283,36
21	Excavación para postes metálicos	U	38	\$12,52	\$475,76

Análisis de precios unitarios

Diseño eléctrico de la red de media y baja tensión para el parque temático de la FEIRNNR

Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	P. Unitario	P. Total
22	Suministro e instalación del circuito para red de Alumbrado Público en configuración 1F2C, TTU 6(6) AWG.	m	1729	\$5,79	\$10 010,91
23	Acometida subterránea de cobre para AP, 1F2C, 220/127 V, THHN 12 (12) AWG	m	658	\$2,10	\$1 381,8
24	Empalme sumergible GHFC-1 para instalar luminarias cable cobre - cobre	U	78	\$6,53	\$509,34
25	Suministro e instalación de la luminaria led de 24 W para alumbrado publico	U	38	\$112,52	\$4 275,76
26	Suministro e instalación de varilla de puesta a tierra para alumbrado público	U	38	\$34,20	\$1 299,6
SUBTOTAL					\$74 335,8
IVA 15%					\$10 700,37
TOTAL					\$85 036,17

7. Discusión

Este estudio tiene como objetivo cumplir con las regulaciones establecidas por el MERNNR, ARCERNNR y la EERSSA, centrándose en la innovación de las redes eléctricas y la adopción de tecnologías modernas, como las luminarias LED, con el fin de optimizar el consumo de energía. El flujo luminoso estándar de una bombilla de vapor de sodio de 400 W es de 48 000 lúmenes (120 lm/W), mientras que una luminaria LED de 120 W y 125 lm/W, tendría unos 15 000 lúmenes. La eficiencia de las luminarias de vapor de sodio, oscilan entre 0,45 y 0,85, mientras que la eficiencia de las luminarias LED oscilan entre 0,7 y 0,99. La tecnología para iluminación del parque temático es seleccionada considerando la norma ARCERNNR-007/23 y las características que rigen al alumbrado público ornamental dentro del país; para el desarrollo del proyecto se selecciona la tecnología tipo LED de la marca RZB modelo GONIA de 24 W.

El Geoportal Técnico de la EERSSA se empleó como herramienta para llevar a cabo el levantamiento de la red eléctrica existente. A través de este sistema, se recopilaron datos sobre el número de consumidores, la ubicación de los transformadores, la disposición de los postes y el calibre de los cables.

DIALux evo y Ulysse son herramientas utilizadas para el diseño y análisis de iluminación. Para el cálculo de la disposición óptima de las luminarias, se utilizó el software DIALux evo, ampliamente reconocido y utilizado en proyectos de iluminación aprobados por la EERSSA. Anrango (2023), optó por emplear el software Ulysse debido a su exhaustiva funcionalidad en el diseño de alumbrado público vial (en carreteras) que le proporciono resultados más detallados del sistema de alumbrado. Para el caso de estudio del parque temático el DIALux evo se utiliza para un enfoque de comprobación, resulta indispensable para calcular con precisión los niveles de lúmenes y determinar la disposición óptima de las luminarias. Este software permite la creación de áreas poligonales, lo cual es crucial debido a que el plano arquitectónico consta de áreas asimétricas.

En el diseño de la red eléctrica de media y baja tensión, se siguió la normativa establecida por la EERSSA. Esta normativa toma en consideración la carga en relación con el área de los terrenos y el factor de potencia de las luminarias al dimensionar los transformadores. Además, en cuanto a la selección del conductor, se optó por utilizar cobre, tal como lo indica el MERNNR. Para la obra civil, se consultó un manual especializado en la construcción de sistemas de distribución subterránea. Este recurso facilitó el diseño y dimensionamiento estandarizado de los bancos de ductos (zanjas) y pozos subterráneos. El manual proporciona directrices precisas sobre la cantidad y el tipo de materiales requeridos para estas estructuras.

8. Conclusiones

La red eléctrica existente se compone principalmente de conductores de aluminio desnudo montados en postes de hormigón armado, misma que se encuentra electrificada por dos transformadores, uno tipo padmounted de 50 kVA y el otro conformado por un banco de transformadores monofásicos instalados en postes con una capacidad total del banco de 75 kVA. El transformador padmounted de 50 kVA proporciona energía a los bloques A2 y el banco de transformadores de 75 kVA suministran de energía a los bloques que van desde el A3 hasta el A10.

Los transformadores existentes dentro del área de estudio no se pueden utilizar para energizar el proyecto, ya que el banco de transformadores será retirado y reubicado. Además, el uso de alguno de estos centros de transformación condicionada a un nuevo cálculo de la demanda.

La separación de los postes metálicos en el circuito de iluminación es de 20 m, ya que al aumentar la distancia de separación el valor de la potencia de la luminaria incrementa. Sin embargo, el valor máximo permitido para luminarias tipo LED, según la Homologación de las UP y UC del Sistema de Distribución Eléctrica del MEER es de 24 W. Además, un aumento en la potencia de las luminarias puede generar niveles de iluminancia (lx) que exceden los límites permitidos para la clase de iluminación P4.

El nivel de iluminación mínimo y máximo para la clase P4 es de 5 y 7,5 lx respectivamente. En el estudio lumínico realizado con el Software de DIALux evo para los tres sistemas de iluminación los valores alcanzados son 5,92, 6,17 y 5,61 lx, cumpliendo así con el rango permitido según la norma de ARCERNNR-007/23. El alumbrado público ornamental se diseña con 38 luminarias de tecnología tipo LED de la marca RZB, mismas que serán montadas en postes ornamentales metálicos de 6 m, y se especifica el cumplimiento de los parámetros de caída de voltaje, de acuerdo a las normas establecidas por la EERSSA.

El diseño de la obra civil se realizó de manera coherente con las características eléctricas del proyecto, diseñando 851,4 m de zanjas. Además, se han diseñado un total de 46 pozos, con pisos de grava y paredes de concreto reforzado con estructuras de acero.

El presupuesto estimado para el proyecto se calculó considerando los costos actuales de los materiales y los precios de la fuerza laboral. El monto total presupuestado asciende a USD 85 036,17 cubriendo todos los aspectos necesarios para la ejecución del proyecto.

9. Recomendaciones

Realizar una visita de las ubicaciones georreferenciadas de los postes y otros elementos de la red eléctrica existente, incluyendo los transformadores de la Universidad Nacional de Loja, dado que se pudo constatar que, en plano proporcionado por la Universidad Nacional de Loja, existen discrepancias en los valores de posicionamiento.

Mantener actualizado el software del Geoportal Técnico de EERSSA, ya que se observó que algunas estructuras existentes no estaban registradas en el sistema. Mantener una base de datos precisa y actualizada es fundamental para garantizar la integridad y precisión de la información.

El diagnóstico del sistema eléctrico existente del área de estudio evidencia la necesidad de modificar la red existente y el banco de transformadores de 75 kVA que electrifican los bloques A3 hasta el A10 de la FEIRNNR para permitir la construcción del parque temático. Para apreciar de cómo va a ser el retiro y reubicación de las estructuras y componentes se encuentra dentro del estudio del tesista Víctor Ríos.

10. Bibliografía

- Anrango, M. (2023). *Diseño de la red subterránea de media, baja tensión y alumbrado público del trayecto de la Av. Isidro Ayora entre 18 de Agosto y Av. Eliseo Arias de la ciudad de Catamayo*[Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional UNL.
- ARCERNNR. (2023). *REGULACIÓN NRO. ARCERNNR-007/23*. Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables. Obtenido de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/27.-Regulacion-Nro.-ARCERNNR-007_23.pdf
- ArcGis. (2024). Obtenido de <https://portalserver.eerssa.gob.ec/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=8da9c17e889347eca322c322b995bc82>
- EERSSA. (2012). *Normas técnicas para el diseño de redes eléctricas urbanas y rurales*.
- Flores, D. (2022). *Diseño de una red de distribución eléctrica en media, baja tensión y sistema de alumbrado público para la cabecera parroquial de Guayusa en el cantón Francisco de Orellana*[Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Quito.
- Fundación Solón. (15 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://fundacionsolon.org/2021/12/15/como-avanza-la-generacion-distribuida-en-bolivia/>
- Google Earth. (s.f.). Obtenido de https://earth.google.com/web/search/loja/@-4.03102054,-79.19892735,2133.18991257a,769.98312104d,35y,96.47844787h,0t,0r/data=CigiJgokCTi8FZ9mTQ_AEQ-TyiB6QRHAGVEJYZgQxVPaiWI3M-xR2FPAOgMKATA
- MEER. (2013). *Ministerio de Electricidad y Energías Renovables*.
- Narvaez, Y., & Prado, K. (2012). *DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA*.
- Ramirez, S. (2012). *Redes de distribución de energía*.
- RZB. (2023). Obtenido de <https://www.rzb.de/es/products/iluminacion-exterior/luminarias-de-poste/gonia/61194100311/>
- Salgado, M. (2011). *Sistemas de distribución eléctrica*. Obtenido de <https://www.siigo.com/blog/contador/que-es-un-ingreso-en-contabilidad/>

11. Anexos

Anexo 1. Certificado de traducción del resumen de trabajo de integración curricular.

Loja, 02 de marzo de 2024

Yo, **Maxima Macrina Ruilova Sarango**, con número de cédula **1103404065**, **MAGÍSTER EN TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA Y LICENCIA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN EN LA ESPECIALIDAD DE IDIOMA INGLÉS.**

CERTIFICO:

Haber realizado la traducción textual del resumen, correspondiente al trabajo de integración curricular denominado **“DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR”** elaborado por el señor **Carlos Andres Rivera Ruilova**, con número de cédula **2300485394**.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, facultando al portador el presente documento para el tramite correspondiente.

Atentamente.



Mgs. Maxima Macrina Ruilova Sarango

Docente académico

Registro senescyt: 1077-2022-2532171

Registro senescyt: 1008-02-153830



macinaruilova1974@hotmail.com



Cel: 09000000000

Anexo 2. Estudio eléctrico del proyecto.

Loja, (Poner fecha)

Asunto: Oficio

Sr. Ingeniero

(Poner nombre)

GERENTE DE PLANIFICACIÓN DE LA EERSSA

Presente. –

Por medio de la presente solicito ante su autoridad que se delegue a quien corresponda la revisión y posterior aprobación del proyecto “**Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-FEIRNNR**”. El cual se encuentra ubicado en el sector la Argelia, Av. Reinaldo Espinosa – Eduardo Kigman, del cantón y provincia de Loja.

El proyectista declara que la información proporcionada en el presente proyecto es verídica, cualquier omisión o alteración que modifique las condiciones del diseño y posterior construcción del proyecto, será de su absoluta responsabilidad.

Por su gentil atención, de antemano le anticipo mi sincero agradecimiento.

Atentamente,

(Poner nombre)

INGENIERO ELÉCTRICO.

REG. PROF.: 1XXX-2XXX-1XXXXX4

Loja, (Poner fecha)

Asunto: Autorización

Sr. Ingeniero.

(Poner nombre)

PRESIDENTE EJECUTIVO DE LA EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A. (EERSSA)

Ciudad. -

Reciban un cordial saludo a nombre del Rectorado de la Universidad Nacional de Loja.

Por medio del presente, me permito hacer conocer que la Universidad Nacional de Loja se encuentra ejecutando el proyecto “**Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-FEIRNNR**”, para lo cual me permito autorizar al Ingeniero (Poner nombre) con CI: (Poner CI), para que realice los trámites pertinentes en la EERSSA; y, que presente los estudios eléctricos para su posterior ejecución.

Particular que me permito poner en su conocimiento, para los fines pertinentes de ley.

Atentamente,

(Poner nombre)
RECTOR

**INFORMACIÓN ENTREGADA PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA
REGIONAL DEL SUR S.A. (EERSSA)**

La legalidad y veracidad de la información (planos, escrituras, documentos públicos, etc) presentados ante la EERSSA en el presente proyecto “**Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-FEIRNNR**”, es de exclusiva responsabilidad del propietario y del ingeniero proyectista, en caso de confirmarse dentro del período de vigencia del mismo la consignación de datos falsos, omisiones técnicas que afecten la normal ejecución del proyecto, la EERSSA procederá a la revocatoria del proyecto eléctrico aprobado, sin que exista responsabilidad de dicha Institución o de sus funcionarios en las consecuencias técnicas, económicas y legales que puedan ocasionar dicha revocatoria, o derivados de la aplicación del presente proyecto.

(Poner nombre)
INGENIERO ELÉCTRICO.

(Poner nombre)
RECTOR

Documento de cedula de identidad y certificado de votación del propietario (Rector Universidad Nacional de Loja)

 **REPÚBLICA DEL ECUADOR**
DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL,
IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN

 No. 171819203-0



CÉDULA DE
CIUDADANÍA
APELLIDOS Y NOMBRES
**SERRANO ROSERO
CARLOS ANIBAL**

LUGAR DE NACIMIENTO
**PICHINCHA
QUITO
SANTA BARBARA**

FECHA DE NACIMIENTO **1978-01-23**
NACIONALIDAD **ECUATORIANA**
SEXO **M**
ESTADO CIVIL **CASADO**



**PAZMIÑO ORTIZ
LAURA JHCANA**



INSTRUCCIÓN **SUPERIOR** PROFESIÓN / OCUPACIÓN **MAGISTER** Y88875875

APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE
MEJIA LOOR JUAN

APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE
MEJIA LOOR JUAN

LUGAR Y FECHA DE EXPEDICION
**QUITO
2014-11-18**

FECHA DE EXPIRACIÓN
2024-11-18

 000875875

DIRECTOR GENERAL FIRMA DEL CEDULADO





CERTIFICADO DE VOTACIÓN

24 - MARZO - 2019



0015 F
JUNTA No.

0015 - 056
CERTIFICADO No.

171819203-0
GEDULA No.

Serrano Rosero Carlos Anibal

APELLIDOS Y NOMBRES



PROVINCIA: PICHINCHA

CANTÓN: RUMIÑAHUI

CIRCUNSCRIPCIÓN:

PARROQUIA: SAN RAFAEL

ZONA:

Escritura de propiedad de la FEIRNNR.

ACTA DE CONDICIONAMIENTOS BÁSICOS DEL PROYECTO

Fecha: Loja, febrero 2024

ANTECEDENTES:

Nombre del proyecto: Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-FEIRNNR

UBICACIÓN:

Provincia:	<u>Loja</u>	Cantón:	<u>Loja</u>
Ubicación:	<u>Área Sur</u>	Barrio:	<u>Argelia</u>
Calles:	<u>Av. Reinaldo Espinoza</u>		
Proyectista:	<u>Ing. Iván Coronel – Egresado Carlos Rivera</u>		
Propietario:	<u>PhD. Nikolay Aguirre</u>		

DATOS TECNICOS:

Número del transformador más cercano:	<u>14403</u>	Capacidad:	<u>25 kVA</u>
Carga del transformador actual:			
Coordenadas ubicación transformador:	<u>X: 4.030799</u>	<u>Y: 7.9198640</u>	
Alimentador:	<u>Cajanuma</u>		

RESUMEN DE OBRA:

Red de Media Tensión proyectada:		Estación de transformación proyectada:	
Topología:	<u>CO0-0B1x1/0(1/0) 1F2C</u>	Topología:	<u>TRT-1P10</u>
Cantidad:	<u>10 mts</u>	Cantidad:	<u>1</u>
Red de Baja Tensión existente:		Acometida en Baja Tensión Proyectada:	
Topología:		Topología:	<u>CO0-0P2x6p</u>
Cantidad:		Cantidad:	<u>1703 mts</u>

POSIBILIDADES, LIMITACIONES Y OBSERVACIONES:

Los materiales deben cumplir con la sección 3 del documento “Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) y unidades de construcción (UC) del sistema de distribución eléctrica” emitido por el MERNNR.

El presente proyecto cumple con los parámetros de iluminación (lx) de acuerdo a la regulación NRO. ARCERNNR-007/23.

La vigencia del presente diseño eléctrico será de dos años a partir de la fecha de aprobación.

El proyectista declara que la información proporcionada en el presente proyecto es verídica, cualquier omisión o alteración que modifique las condiciones del diseño y posterior construcción del proyecto, será de su absoluta responsabilidad.

La operación inadecuada de las instalaciones contempladas en el diseño será de responsabilidad del propietario de la obra y del ingeniero proyectista.

El tablero general de Medición se situará de tal manera que facilite la lectura por parte del personal de la EERSSA.

PROYECTISTA

GERENTE DE PLANIFICACIÓN

**MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA - ESTUDIO ELÉCTRICO PARA EL
PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y
LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LOJA.**

1. Generalidades

1.1. Datos

- A. Provincia: Loja.
- B. Ciudad: Loja.
- C. Solicitante: Universidad Nacional de Loja.
- D. Dirección Proyecto: Av. Reinaldo Espinosa – Eduardo Kigman.
- E. Diseño: Carlos Andres Rivera Ruilova.

1.2. Antecedentes

La Universidad Nacional de Loja (UNL) en beneficio de los estudiantes de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables (FEIRNNR) ha puesto en marcha proyectos de recreación, con el fin de mejorar el ornato de la UNL. Por lo que el departamento de planificación ha visto la necesidad de diseñar un parque temático en la FEIRNNR.

1.3. Objetivo

Diseñar la estación de transformación que cubra la demanda energética de la iluminación del parque temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos no Renovables, mediante un contador energía bifásico Clase 100, Forma 1A, 13A.

2. Descripción y diagnóstico del sistema existente

2.1. Redes primarias

La red primaria existente en el área de la FEIRNNR, están conformadas por redes trifásicas a un nivel de tensión de 13,8 kV, con conductor que van desde los siguientes calibres 3x4/0(2/0), 3x4/0(1/0) AWG tipo ACSR que corresponde a un ramal del alimentador

CAJANUMA, las estructuras están montadas en postes de hormigón armado de 14, 12 y 11 m de propiedad de la Empresa Eléctrica Regional del Sur S. A.

2.2. Redes secundarias

La red secundaria que electrifica al área donde se construirá el parque temático es electrificada por un banco de 3 transformadores monofásico cada uno con una potencia de 25 kVA Nro. 14498, 4102 y 4102 que alimenta al sector mediante una red aérea de configuración 3F4C, cuyos calibres son: 3x4/0(2/0) ACSR para la fase y neutro montada en postes de hormigón armado de 11 m, sujetas por estructuras normalizadas por la EERSSA.

2.3. Estaciones de transformación

Las estaciones de transformación que sirve para electrificar a los bloques de la FEIRRNR se presentan en las **Tabla 1**:

Tabla 1

Características de la estación de transformación #1 que electrifica al sector

Transformadores existentes en el área							
Banco de 3 transformadores							
Nro	Código	Potencia	Configuración	Voltaje en media	Voltaje en baja	Servicio	Sistema
T1	14498	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico
T2	4101	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico
T3	4102	25 kVA	3F4C	7,97 kV	240 V	Público	Monofásico

Tabla 2*Características de la estación de transformación #2 que electrifica al sector*

Transformadores existentes en el área							
Padmounted trifásico en cabina							
Nro.	Código	Potencia	Configuración	Voltaje en media	Voltaje en baja	Servicio	Sistema
T4	18213	50 kVA	3F4C	13,8 kV	220 V	Publico	Trifásico

2.4. Alumbrado público

En el sector existe alumbrado público con luminarias cerradas con vapor de sodio de alta presión tipo autocontroladas de 150, 250 y 400 W.

3. Cálculo de la demanda eléctrica de diseño, descripción del sistema proyectado

3.1. Descripción del sistema proyectado

Para la electrificación del parque es necesario realizar una extensión de red en media tensión aérea, que alimentará al transformador monofásico convencional de 10 kVA que va a servir para electrificar al Parque Temático. Para lo cual es necesario reemplazar el poste existente Nro. 141852 de 11 m, por un poste circular de 12 m de H.A. con carga de rotura de rotura mecánica de 500 kg, además es necesario la colación de un poste adicional de 12 m de H.A con carga de rotura de rotura mecánica de 500 kg al frente de la vía (Ver lámina de redes proyectada).

3.2. Configuración del conductor de la red de distribución de media tensión

Para la alimentación de la estación de transformación del parque, se lo realizará con una red monofásica de configuración 1F2C, cuyos calibres son: 1x1/0(1/0) ACSR para la fase y neutro.

3.3. Transición aérea – subterránea en media tensión

La transición aérea subterránea en media tensión partirá desde la red de media tensión proyectada que se encuentra en el poste proyectado P2p de 12 m con una carga de rotura

mecánica de 500 kg, mediante una bajante en tubería EMT de 2'', que contará con todos los accesorios como son tubos, codos reversibles, codos de 90° y uniones, hasta el pozo de revisión de arranque designado como PZ1p.

3.4. Circuito de alumbrado público

El circuito de alumbrado público del Parque Temático será totalmente independiente del circuito de baja tensión y tendrá el mismo recorrido por los pozos proyectados y banco de ductos que presenta el circuito de baja tensión. El circuito tendrá una configuración 2F2C con un nivel de tensión de 240 V, el conductor será aislado tipo TTU de cobre calibre 6 AWG para las fases a 1 kV.

Las luminarias serán del tipo LED de 24 W, mismas que serán montadas en postes ornamentales de plástico metálico de 6 m a una distancia 20 m, esto se realiza debido a las características del parque, las derivaciones desde el respectivo pozo de revisión a cada luminaria, se realizará con cable de cobre tipo THHN Nro. 12 AWG a 0,6 kV configuración 2F2C y se alojarán dentro de politubo de 25 mm.

3.5. Sistema de medición (TM)

El presente estudio planifica la instalación de 1 contador de energía, las características de los contadores de energía se presentan en la **Tabla 3**.

Tabla 3
Características de los contadores de energía

Sistema de medición para la lotización					
Sistema	Potencia nominal kVA	Corriente (Arms)	Sistema de medición	Protección máxima (Amp)	Tipo de medidor
Monofásico	10	41,67	Directa	40	Clase 100, Forma 1A, 13A

3.6. Tablero de distribución principal (TDP)

Este tablero será metálico y hermético, pintado y ensamblado totalmente, donde se montarán las protecciones y control de alumbrado público, el tablero debe cumplir con la norma NEMA 3R 1,2x0,9x0,3 m, con dos puertas abatibles, para 600 V, y 220/127 V, permitirá el montaje de caja moldeada de 2F y 3F de 100 A a 20 A, riel DIN, barras de cobre desnudo, aisladores de barra, terminales y conductores. El tablero de distribución será empotrado en bases de hormigón armado al pie del poste donde se monta la estación de transformación.

4. Características técnicas de construcción de la red subterránea

Todos los materiales, equipos y mano de obra deberán cumplir con la Homologación de las Unidades de Propiedad (UP) y Unidades de Construcción (UC) del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas.

4.1. Pozos de revisión

Los pozos pueden ser de paso, para cambios de dirección y para la derivación de acometidas y circuitos de alumbrado, los cuales deberán cumplir con la Homologación de las (UP) y (UC) del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas.

En el presente proyecto se considera el uso de 2 tipos de pozos de revisión, como se indica en la **Tabla 4**:

Tabla 4

Características de los pozos de revisión

Pozos de revisión		
Tipo de pozo	Medidas	Aplicación
A	60x60x75 cm	Para circuitos de AP y acometidas.
B	90x90x90 cm	Para media y baja tensión y circuitos de AP.

Los pozos serán construidos con paredes de hormigón de 210 kg/cm² ó de mampostería de ladrillo o bloque de hormigón pesado, el espesor de la pared será como mínimo de 12 cm, las paredes interiores de los pozos construidos con mampostería de bloque o ladrillo serán enlucidas con mortero 1:3 y alisadas con cemento, las bases de los pozos tendrán una capa de material filtrante, ripio, de 10 cm de alto.

Los tubos dentro de los pozos de revisión deberán taponarse con tapas ó tapones ciegos de PVC del mismo diámetro de los tubos a taponar.

4.2. Tapa de pozos

4.2.1 Tapa de hormigón

Las tapas de los pozos serán de hormigón con una resistencia de 210 kg/cm², de 70 mm de espesor cuando el pozo se construya en la vereda y de 100 mm de espesor cuando el pozo se construya en la calzada con armadura de varilla de 12 mm cada 100 mm en ambas direcciones, tendrán un marco y un brocal metálico construido de pletina de acero de espesor de 4 mm y 50 mm de base por 75 mm de alto con una abertura de 110° tanto para el brocal como para el marco de la tapa.

El marco y el brocal deberá tener un recubrimiento de pintura anticorrosiva, con el fin de que el brocal se empotre correctamente y se dispondrá de anclajes que irán embebidos al contorno del pozo, para una fácil apertura de la tapa se dejará dos orificios de 20x50 mm sin fundir.

Las tapas de los pozos deberán contar con una placa que contenga la siguiente información:

- Siglas de la empresa distribuidora.
- Nivel de voltaje MV ó BV
- Año de fabricación
- Numeración de la tapa

Las especificaciones de la placa son: 15 cm de largo, 10 cm de ancho, 0,5 cm de espesor y una letra técnica.

Las dimensiones de las tapas se detallan en la **Tabla 5**:

Tabla 5

Características de las tapas de hormigón para los pozos de revisión

Tapas de pozos de revisión			
Tipo de pozo	Cantidad de tapas	Medida interior	Medida exterior
A	44	700x700 mm	755x755 mm

4.2.1 Tapa de acero dúctil

Estas tapas contarán con un mecanismo de cierre de $\frac{1}{4}$ de vuelta, asegurado con su llave correspondiente.

Fabricadas en fundición dúctil, las tapas se apoyan sobre un marco de hierro nodular, el cual proporciona estabilidad y bisagras para su apertura. Su diseño incluye una superficie antideslizante para mayor seguridad de los peatones.

La identificación de las tapas deberá cumplir con lo establecido en la Norma NTE INEN 2496 e incluir la siguiente información, grabada en letra técnica con un ancho de 4 cm y una altura de 7 cm:

- Siglas de la empresa distribuidora.
- Nivel de voltaje MV y/ó BV
- Año de fabricación
- Numeración de la tapa

Las dimensiones de las tapas se detallan en la **Tabla 6**:

Tabla 6*Características de las tapas de acero dúctil para los pozos de revisión*

Tapas de pozos de revisión				
Tipo de pozo	Cantidad de tapas	Grupo	Carga de ensayo	Uso
B	2	A	125 kN	Zona peatonal

4.3. Soporte metálico para cables

Los cables dentro de los pozos deben quedar fácilmente accesibles y soportados de forma que no sufran daño debido a su propia masa, curvatura o movimientos durante su operación, para ello los pozos dispondrán de soportes metálicos para cables de acero galvanizado de baja aleación laminada en caliente, con un espesor de galvanizado mínimo de 75 micras ó de fibra de vidrio, para sujetar y ordenar los conductores que se encuentren dentro de éste.

Los soportes deben estar diseñados para resistir la masa de los propios cables y de cargas dinámicas, para mantenerlos separados en claros específicos, también deben quedar soportados cuanto menos 10 cm arriba del piso para estar adecuadamente protegidos y su ubicación debe permitir el movimiento del cable sin que exista concentración de esfuerzos destructivos.

4.4. Banco de ductos

Los bancos de ductos se utilizan para transportar los conductores de las redes de media, baja tensión y los circuitos de alumbrado público y también cumplen con la función de interconectar los respectivos pozos de revisión.

Para el presente proyecto se planifica la construcción de 2 tipos de banco de ductos, éste se detalla en **Tabla 7**.

Tabla 7
Tipo de banco de ductos

Tipo de banco	Descripción	Aplicación
2x2 A	2 fila, 2 columnas, tubo PVC de 50 mm tipo de pared estructurada interior liso y exterior corrugado	Para circuitos de AP y acometidas.
2x2 B	2 fila, 2 columnas, tubo PVC de 110 mm tipo de pared estructurada interior liso y exterior corrugado	Para media y baja tensión y circuitos de AP.

Los fondos de la zanja de los bancos de ductos tendrán un terminado uniforme sobre el cual se colocará una cama de arena ó ripio de 5 cm dependiendo si el material de relleno del banco de ductos es arena u hormigón con resistencia mínima de 140 kg/cm² respectivamente consiguiendo un piso regular y uniforme de tal manera que al colocar la primera fila se apoye en toda su longitud.

Los bancos de ductos para el proyecto están ubicados en:

- Aceras (1), material de relleno arena.
- Calzada (2), material de relleno hormigón $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$.

4.5. Separadores de tubería

Para conservar una distancia uniforme entre ductos se deberán utilizar separadores, los mismos deberán ser láminas de PVC o de otro material aprobado por la EERSSA.

La separación mínima horizontal y vertical entre ductos de un mismo banco será de 5 cm, independiente del diámetro de la tubería y del nivel de voltaje empleado.

La distancia longitudinal entre cada separador será de 2,5 m.

4.6. Cintas de señalización

Para indicar la existencia de ductos eléctricos se debe colocar una cinta o banda de PVC de 250 mm de ancho por 0,175 mm de espesor en toda la trayectoria del banco de ductos.

La cinta ó banda se colocará a una profundidad de 20 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la acera o calzada.

Cuando el ancho de la zanja es menor o igual a 0,5 m se colocará una cinta de señalización, si la zanja es mayor a 0,5 m se colocará dos cintas de señalización.

La cinta de señalización deberá contener señal de advertencia de peligro de riesgo eléctrico, leyenda de advertencia de la presencia de cables eléctricos y logotipo de la empresa distribuidora.

4.7. Empalmes de derivación

Para la derivación eléctrica desde la red de bajo voltaje hasta la luminaria se debe hacer uso de empalmes los cuales permitirán aislar y encapsular fácilmente las derivaciones sin necesidad de cortar el cable principal, el encapsulado debe utilizar material sellante tipo Gel que garantice la hermeticidad de la conexión y de un conector tipo “H”, deberán ser de uso específico para el calibre de conductor de la red principal y de su derivación.

Empalme en Gel **GHFC-1** es el acoplamiento de derivación que permite aislar y encapsular fácilmente derivaciones sin necesidad de cortar el cable principal. El barraje utiliza material sellante en gel, con lo que se garantiza la hermeticidad de la conexión. Este empalme servirá para realizar la derivación desde los pozos hacia los postes de metal de 6 m proyectado para el alumbrado ornamental, la **Figura 1** muestra este empalme.

Figura 1

Empalme en Gel tipo GHFC-1



5. Responsabilidad

El tipo de material a utilizar para la construcción será de responsabilidad de quien administre la misma, cualquier cambio por revisión al diseño eléctrico, motivo de esta memoria y especificaciones, será efectuado con aprobación de la EERSSA S.A., y bajo la firma y responsabilidad de un Ingeniero Eléctrico en libre ejercicio de la profesión.

Las especificaciones técnicas de la presente memoria están basadas en las especificaciones técnicas de la EERSSA S.A. y de la Homologación de las Unidades de Propiedad y Unidades de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas del MEER, por lo cual en caso que se requiera de detalles más específicos se hará referencia a dichas especificaciones.

6. Anexos

Anexo 1: Caídas de tensión de las redes proyectadas.

Anexo 2: Resumen del conductor.

Anexo 3: Liquidación de listado de materiales.

Anexo 4: Resumen de estructuras en cada unidad.

Anexo 5: Banco de ductos proyectados.

Anexo 6: Cálculo lumínico DIALux.

7. Planos

Lámina 1:

- Simbología.
- Ubicación.
- Red eléctrica existente.

Lámina 2:

- Simbología.
- Ubicación.
- Red eléctrica proyectada.

Lámina 3:

- Simbología.
- Ubicación de pozos de revisión y recorrido de banco de ductos.

Lámina 4:

- Simbología.
- Diseño de alumbrado público.
- Detalle de poste metálico con luminaria led 24 W.

Lámina 5:

- Detalle de la transición aérea a subterránea en baja tensión.

- Distribución del transformador, tablero de medición y distribución.
- Lista de materiales.

Lámina 6:

- Especificaciones del pozo de revisión.
- Especificaciones de zanjas.
- Especificaciones de tapa de pozos.
- Lista de materiales.

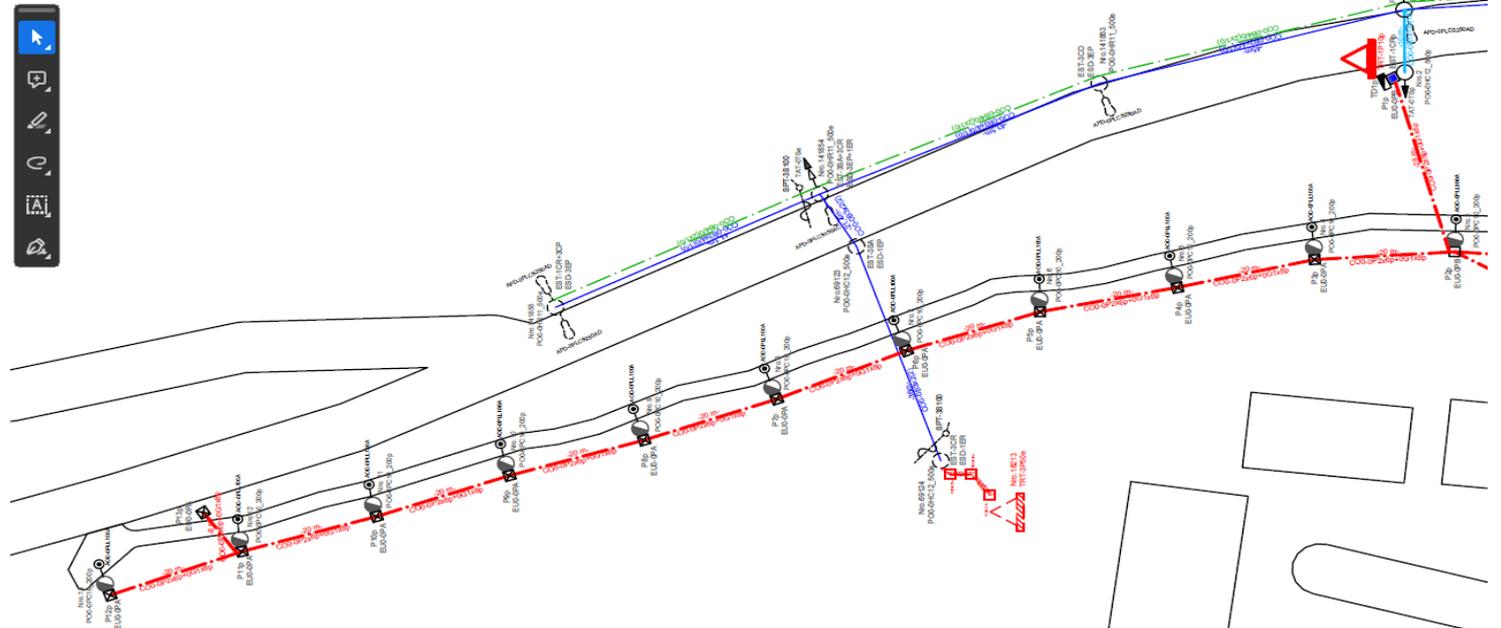
Lámina 7:

- Especificaciones de las dimensiones del tablero de medición.
- Especificaciones de las dimensiones del tablero de distribución.
- Diagrama unifilar.

COMPUTO DE LA CAÍDA DE TENSION

REDES DE AP	PROYECTO ELÉCTRICO DEL PARQUE TEMÁTICO DE LA FEIRNNNR COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE	ANEXO: 1
		HOJA: 1

PROVINCIA:	CANTÓN:	FECHA:
LOJA	LOJA	FEBRERO, 2024
C. TRANSFORMADOR N°:	CATEGORÍA ABONADO:	NÚMERO DE ABONADOS:
1	A	NO
	POTENCIA LUMINARIA:	COCINAS DE INDUCCIÓN:
	24 W	NO
DATOS DEL TRANSFORMADOR:		PROYECTISTA:
POTENCIA (kVA): 10		Carlos Rivera R
REFERENCIA:	V. NOMINAL A.T:	RESPONSABLE:
T1p	13800 / 7967 V	Carlos Rivera R
NÚMERO DE FASES:	V. NOMINAL B.T:	REVISÓ:
1	240 / 120 V	Ing. Ivan Coronel

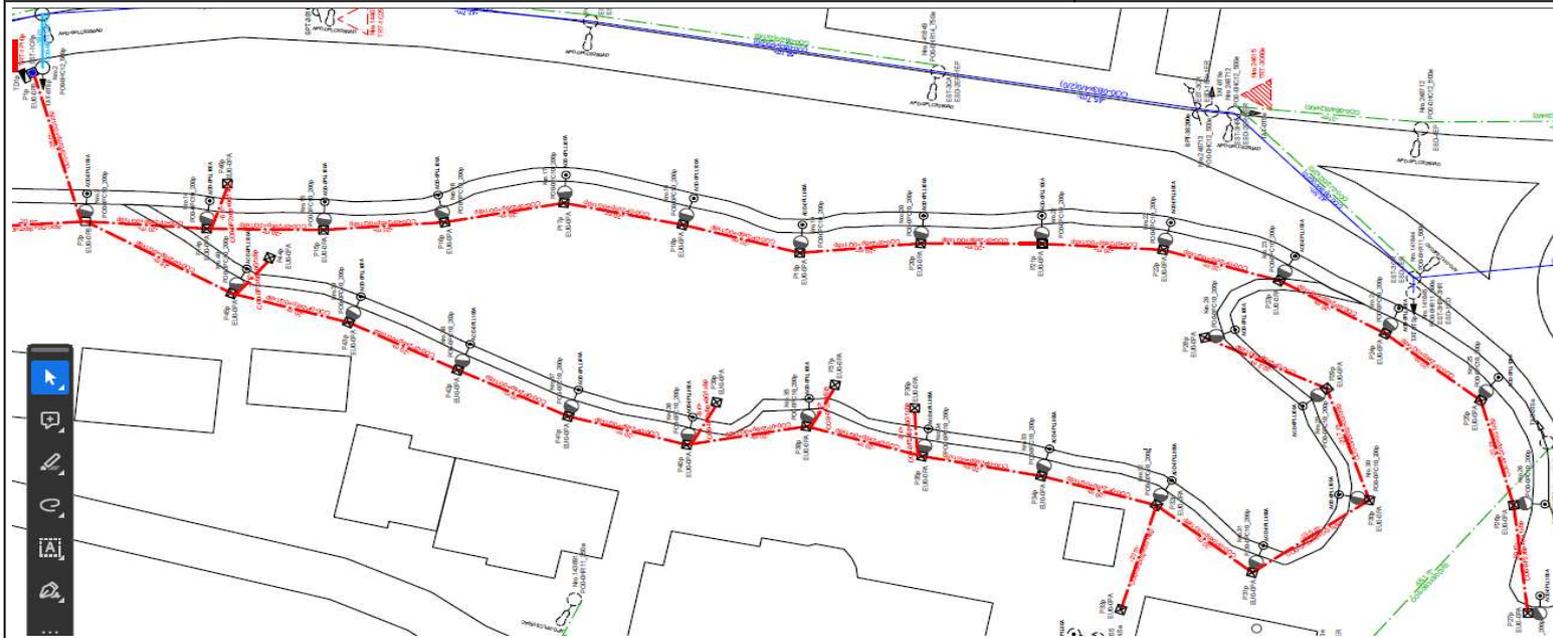


TRAMO PZ a PZ	LONGIT (m)	N° DE CONSUM	N° DE LUMIN	KVA DE AP	KVA DE COCINA	DMD KVA	N° DE FASES N° DE COND.	CALIBRE (AWG)	FDV (KVA x m)	M.P. (KVA x m)	DV% PARCIAL	DV% ACUMUL
A	B	C	D	E	F	G	H	I=B*E	J=I/H	K		
PZ1-PZ2	28	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	25,365	0,137	0,137
PZ2-PZ3	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,226
PZ3-PZ4	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,306
PZ4-PZ5	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,377
PZ5-PZ6	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,440
PZ6-PZ7	20	0	6	0,49	0,00	0,49	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,882	0,053	0,493
PZ7-PZ8	20	0	5	0,41	0,00	0,41	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	8,235	0,045	0,538
PZ8-PZ9	20	0	4	0,33	0,00	0,33	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	6,588	0,036	0,573
PZ9-PZ10	20	0	3	0,25	0,00	0,25	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	4,941	0,027	0,600
PZ10-PZ11	20	0	2	0,16	0,00	0,16	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	3,294	0,018	0,618
PZ11-PZ13	8	0	0	0,00	0	0,39	1Ø2H F=N	7 (6) Cu	185	3,136	0,017	0,635
PZ1-PZ2	28	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	25,365	0,137	0,137
PZ2-PZ3	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,226
PZ3-PZ4	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,306
PZ4-PZ5	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,377
PZ5-PZ6	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,440
PZ6-PZ7	20	0	6	0,49	0,00	0,49	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,882	0,053	0,493
PZ7-PZ8	20	0	5	0,41	0,00	0,41	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	8,235	0,045	0,538
PZ8-PZ9	20	0	4	0,33	0,00	0,33	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	6,588	0,036	0,573
PZ9-PZ10	20	0	3	0,25	0,00	0,25	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	4,941	0,027	0,600
PZ10-PZ11	20	0	2	0,16	0,00	0,16	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	3,294	0,018	0,618
PZ11-PZ12	20	0	1	0,08	0,00	0,08	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	1,647	0,009	0,627
NOTAS:										DV MAXIMO % = 0,635		

COMPUTO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

REDES DE AP	PROYECTO ELÉCTRICO DEL PARQUE TEMÁTICO DE LA FEIRNNNR COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE	ANEXO: 1
		HOJA: 2

PROVINCIA:	CANTÓN:	FECHA:
LOJA	LOJA	FEBRERO, 2024
C. TRANSFORMADOR N°:	CATEGORÍA ABONADO:	NÚMERO DE ABONADOS:
1	A	NO
	POTENCIA LUMINARIA:	COCINAS DE INDUCCIÓN:
	24 W	NO
DATOS DEL TRANSFORMADOR:		PROYECTISTA:
POTENCIA (kVA): 10		Carlos Rivera R
REFERENCIA:	V. NOMINAL A.T:	RESPONSABLE:
T1p	13800 / 7967 V	Carlos Rivera R
NÚMERO DE FASES:	V. NOMINAL B.T:	REVISÓ:
1	240 / 120 V	Ing. Ivan Coronel



TRAMO PZ a PZ	LONGIT (m)	N° DE CONSUM.	N° DE LUMIN.	KVA DE AP.	KVA DE COCINA	DMD KVA	N° DE FASES N° DE COND.	CALIBRE (AWG)	FDV (KVA x m)	M.P. (KVA x m)	DV% PARCIAL	DV% ACUMUL.
A	B	C	D	E	F	G	H	I=B*E	J=I/H	K		
PZ1-PZ2	28	0	15	1,24	0,00	1,24	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	34,588	0,187	0,187
PZ2-PZ14	20	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	23,059	0,125	0,312
PZ14-PZ46	8	0	0	0,00	0,00	0,50	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	4,032	0,022	0,333
PZ1-PZ2	28	0	15	1,24	0,00	1,24	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	34,588	0,187	0,187
PZ2-PZ14	20	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	23,059	0,125	0,312
PZ14-PZ15	20	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	21,412	0,116	0,427
PZ15-PZ16	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,534
PZ16-PZ17	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,632
PZ17-PZ18	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,721
PZ18-PZ19	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,801
PZ19-PZ20	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,872
PZ20-PZ21	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,935
PZ21-PZ22	20	0	6	0,49	0,00	0,49	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,882	0,053	0,988
PZ22-PZ23	20	0	5	0,41	0,00	0,41	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	8,235	0,045	1,033
PZ23-PZ24	20	0	4	0,33	0,00	0,33	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	6,588	0,036	1,068
PZ24-PZ25	20	0	3	0,25	0,00	0,25	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	4,941	0,027	1,095
PZ25-PZ26	20	0	2	0,16	0,00	0,16	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	3,294	0,018	1,113
PZ26-PZ27	20	0	1	0,08	0,00	0,47	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,487	0,051	1,164
NOTAS:										DV MAXIMO % =	1,164	

COMPUTO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

REDES DE AP

PROYECTO ELÉCTRICO DEL PARQUE TEMÁTICO DE LA FEIRNNNR
COMPUTO DE CAÍDA DE VOLTAJE

ANEXO: 1

HOJA: 3

PROVINCIA: LOJA CANTÓN: LOJA FECHA: FEBRERO, 2024

C. TRANSFORMADOR N°: 1 CATEGORÍA ABONADO: A NÚMERO DE ABONADOS: POTENCIA LUMINARIA: 24 W COCINAS DE INDUCCIÓN: NO

DATOS DEL TRANSFORMADOR: POTENCIA (kVA): 10 PROYECTISTA: Carlos Rivera R

REFERENCIA: T1p V. NOMINAL A.T: 13800 / 7967 V RESPONSABLE: Carlos Rivera R
NÚMERO DE FASES: 1 V. NOMINAL B.T: 240 / 120 V REVISÓ: Ing. Ivan Coronel



TRAMO PZ a PZ	LONGIT (m)	Nº DE CONSUM.	Nº DE LUMIN.	KVA DE AP.	KVA DE COCINA	DMD KVA	Nº DE FASES Nº DE COND.	CALIBRE (AWG)	FDV (KVA x m)	M.P. (KVA x m)	DV% PARCIAL	DV% ACUMUL.
A	B	C	D	E	F	G	H	I=B*E	J=I/H	K		
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ44	8	0	0	0,00	0,00	0,06	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	0,448	0,002	0,339
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ43	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,443
PZ43-PZ42	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,541
PZ42-PZ41	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,630
PZ41-PZ40	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,710
PZ40-PZ39	8	0	0	0,00	0,00	0,28	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	2,240	0,012	0,723
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ43	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,443
PZ43-PZ42	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,541
PZ42-PZ41	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,630
PZ41-PZ40	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,710
PZ40-PZ38	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,782
PZ38-PZ37	8	0	0	0,00	0,00	0,39	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	3,136	0,017	0,799
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ43	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,443
PZ43-PZ42	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,541
PZ42-PZ41	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,630
PZ41-PZ40	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,710
PZ40-PZ38	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,782
PZ38-PZ35	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,844
PZ35-PZ36	8	0	0	0,00	0,00	0,62	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	4,928	0,027	0,871
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ43	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,443

TRAMO PZ a PZ	LONGIT (m)	Nº DE CONSUM.	Nº DE LUMIN.	KVA DE AP.	KVA DE COCINA	DMD KVA	Nº DE FASES Nº DE COND.	CALIBRE (AWG)	FDV (KVA x m)	M.P. (KVA x m)	DV% PARCIAL	DV% ACUMUL.
A	B	C		D		E	F	G	H	I=B*E	J=I/H	K
PZ43-PZ42	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,541
PZ42-PZ41	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,630
PZ41-PZ40	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,710
PZ40-PZ38	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,782
PZ38-PZ35	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,844
PZ35-PZ34	20	0	6	0,49	0,00	0,49	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,882	0,053	0,897
PZ34-PZ32	20	0	5	0,41	0,00	0,41	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	8,235	0,045	0,942
PZ32-PZ33	8	0	0	0,00	0,00	0,78	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	6,272	0,034	0,976
PZ1-PZ2	28	0	14	1,15	0,00	1,15	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	32,282	0,174	0,174
PZ2-PZ45	28	0	13	1,07	0,00	1,07	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	29,976	0,162	0,337
PZ45-PZ43	20	0	12	0,99	0,00	0,99	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	19,765	0,107	0,443
PZ43-PZ42	20	0	11	0,91	0,00	0,91	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	18,118	0,098	0,541
PZ42-PZ41	20	0	10	0,82	0,00	0,82	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	16,471	0,089	0,630
PZ41-PZ40	20	0	9	0,74	0,00	0,74	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	14,824	0,080	0,710
PZ40-PZ38	20	0	8	0,66	0,00	0,66	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	13,176	0,071	0,782
PZ38-PZ35	20	0	7	0,58	0,00	0,58	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	11,529	0,062	0,844
PZ35-PZ34	20	0	6	0,49	0,00	0,49	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	9,882	0,053	0,897
PZ34-PZ32	20	0	5	0,41	0,00	0,41	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	8,235	0,045	0,942
PZ32-PZ31	20	0	4	0,33	0,00	0,33	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	6,588	0,036	0,978
PZ31-PZ30	23,5	0	3	0,25	0,00	0,25	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	5,806	0,031	1,009
PZ30-PZ29	21,7	0	2	0,16	0,00	0,16	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	3,574	0,019	1,028
PZ29-PZ28	22,2	0	1	0,08	0,00	0,08	1Ø2H F=N	6 (6) Cu	185	1,828	0,010	1,038
NOTAS:										DV MAXIMO % =		1,038

Anexo 2
RESUMEN DE CONDUCTOR

T1p

CONTRATISTA: **Carlos Andres Rivera**
FISCALIZADOR: **Ing. Iván Coronel Villavicencio**

OBRA: **Particular**

N° CUENTA:

Poste		Longitud Vano [m]	Media Tensión	Baja Tensión	12 Cu.	6 Cu.	4 Al.	2 Al.	1/0 Al.	2/0 Al.	3/0 Al.	Tipo
Inicial	Final											
P1p	P2p	12	1x1/0(1/0)						24			N
P2p	PZ1p	16	1x2(2)					32				N
PZ1p	PZ2p	28		2x6		56						N
PZ2p	PZ3p	20		2x6		40						N
PZ2p	P3p	9		2x12	18							N
PZ3p	PZ4p	20		2x6		40						N
PZ3p	P4p	9		2x12	18							N
PZ4p	PZ5p	20		2x6		40						N
PZ4p	P5p	9		2x12	18							N
PZ5p	PZ6p	20		2x6		40						N
PZ5p	P6p	9		2x12	18							N
PZ6p	PZ7p	20		2x6		40						N
PZ6p	P7p	9		2x12	18							N
PZ7p	PZ8p	20		2x6		40						N
PZ7p	P8p	9		2x12	18							N
PZ8p	PZ9p	20		2x6		40						N
PZ8p	P9p	9		2x12	18							N
PZ9p	PZ10p	20		2x6		40						N
PZ9p	P10p	9		2x12	18							N
PZ10p	PZ11p	20		2x6		40						N
PZ10p	P11p	9		2x12	18							N
PZ11p	PZ12p	20		2x6		40						N
PZ11p	P12p	9		2x12	18							N
PZ11p	PZ13p	8		2x6		16						N
PZ2p	PZ14p	20		2x6		40						N
PZ14p	PZ46p	8		2x6		16						N
PZ14p	P14p	9		2x12	18							N
PZ14p	PZ15p	20		2x6		40						N
PZ15p	PZ16p	20		2x6		40						N
PZ15p	P15p	9		2x12	18							N
PZ16p	PZ17p	20		2x6		40						N
PZ16p	P16p	9		2x12	18							N
PZ17p	PZ18p	20		2x6		40						N
PZ17p	P17p	9		2x12	18							N
PZ18p	PZ19p	20		2x6		40						N
PZ18p	P18p	9		2x12	18							N
PZ19p	PZ20p	20		2x6		40						N
PZ19p	P19p	9		2x12	18							N
PZ20p	PZ21p	20		2x6		40						N
PZ20p	P20p	9		2x12	18							N
PZ21p	PZ22p	20		2x6		40						N
PZ21p	P21p	9		2x12	18							N
PZ22p	PZ23p	20		2x6		40						N
PZ22p	P22p	9		2x12	18							N
PZ23p	PZ24p	20		2x6		40						N
PZ23p	P23p	9		2x12	18							N
PZ24p	PZ25p	20		2x6		40						N
PZ24p	P24p	9		2x12	18							N
PZ25p	PZ26p	20		2x6		40						N
PZ25p	P25p	9		2x12	18							N
PZ26p	PZ27p	20		2x6		40						N
PZ26p	P26p	9		2x12	18							N
PZ27p	P27p	9		2x12	18							N
PZ2p	PZ45p	28		2x6		56						N
PZ45p	PZ44p	8		2x6		16						N
PZ45p	P40p	9		2x12	18							N

Anexo 2
RESUMEN DE CONDUCTOR

T1p

CONTRATISTA: **Carlos Andres Rivera**
FISCALIZADOR: **Ing. Iván Coronel Villavicencio**

OBRA: **Particular**

N° CUENTA:

Poste		Longitud Vano [m]	Media Tensión	Baja Tensión	12 Cu.	6 Cu.	4 AL.	2 AL.	1/0 AL.	2/0 AL.	3/0 AL.	Tipo
Inicial	Final											
PZ45p	PZ43p	20		2x6		40						N
PZ43p	PZ42p	20		2x6		40						N
PZ43p	P39p	9		2x12	18							N
PZ42p	PZ41p	20		2x6		40						N
PZ42p	P38p	9		2x12	18							N
PZ41p	PZ40p	20		2x6		40						N
PZ41p	P37p	9		2x12	18							N
PZ40p	PZ39p	8		2x6		16						N
PZ40p	P36p	9		2x12	18							N
PZ40p	PZ38p	20		2x6		40						N
PZ38p	PZ37p	8		2x6		16						N
PZ38p	P35p	9		2x12	18							N
PZ38p	PZ35p	20		2x6		40						N
PZ35p	PZ36p	8		2x6		16						N
PZ35p	P34p	9		2x12	18							N
PZ35p	PZ34p	20		2x6		40						N
PZ34p	PZ32p	20		2x6		40						N
PZ34p	P33p	9		2x12	18							N
PZ32p	PZ33p	20		2x6		40						N
PZ32p	P32p	9		2x12	18							N
PZ32p	PZ31p	20		2x6		40						N
PZ31p	PZ30p	23,5		2x6		47						N
PZ31p	P31p	9		2x12	18							N
PZ30p	PZ29p	21,7		2x6		43,4						N
PZ30p	P30p	9		2x12	18							N
PZ29p	PZ28p	22,2		2x6		44,4						N
PZ29p	P29p	9		2x12	18							N
PZ28p	P28p	9										
SUBTOTAL 1					648	1.703	-	32	24	-	-	
OTROS ARREGLOS												
SUBTOTAL 2					648	1.703	-	32	24	-	-	
Desperdicio					10	26						
TOTAL					658	1.729	-	32	24	-	-	%
Nuevo					648	1.703	-	32	24	-	-	Si
Reutilizado (MyD)					-	-	-	-	-	-	-	
Existente (C.Poste)					-	-	-	-	-	-	-	

FECHA: 1-feb-2024

FIRMA

Anexo 4

RESUMEN DE ESTRUCTURAS EN CADA UNIDAD DE PROPIEDAD

Localidad: San Sebastian, Loja
Contrato: OBRA PARTICULAR / RED PROYECTADA

Contratista: Carlos Rivera R
Administrador: Ing. Ivan Coronel

Hoja: 1 de 3

Número en el Plano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	H1
NÚMERO DE POSTE	P1p	P2p	P3p	P4p	P5p	P6p	P7p	P8p	P9p	P10p	P11p	P12p	P13p	P14p	1
ESTRUCTURA EN MV	3SAe+1C	1CRp													
ESTRUCTURA EN BV	3EPe														
TENSORES	1SPp	1SPp													
LUMINARIAS	250 W		LED 24W												

Hoja: 2 de 3

Número en el Plano	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	H2
NÚMERO DE POSTE	P15p	P16p	P17p	P18p	P19p	P20p	P21p	P22p	P23p	P24p	P25p	P26p	P7p	P28p	2
ESTRUCTURA EN MV															
ESTRUCTURA EN BV															
TENSORES															
LUMINARIAS	LED 24W														

Hoja: 3 de 3

Número en el Plano	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	H3
NÚMERO DE POSTE	P29p	P30p	P31p	P32p	P33p	P34p	P35p	P36p	P37p	P38p	P39p	P40p			3
ESTRUCTURA EN MV															
ESTRUCTURA EN BV															
TENSORES															
LUMINARIAS	LED 24W														

**Anexo 5
BANCO DE DUCTOS PROYECTADOS**

Hoja 1 de 3

T-1 proy (10 kVA)

Pozo		Banco de Ducos [m]				Cantidad en [m]		
Inicial	Final	1x2A	1x2B	2x2A	2x2B	Tubo PVC 50 mm	Tubo PVC 110 mm	Alambre guía #14
PZ1	PZ2				28			112
PZ2	PZ3			20		80		80
PZ3	PZ4			20		80		80
PZ4	PZ5			20		80		80
PZ5	PZ6			20		80		80
PZ6	PZ7			20		80		80
PZ7	PZ8			20		80		80
PZ8	PZ9			20		80		80
PZ9	PZ10			20		80		80
PZ10	PZ11			20		80		80
PZ11	PZ12			20		80		80
PZ11	PZ13			8		32		32
PZ2	PZ14			20		80		80
PZ14	PZ46			8		32		32
PZ14	PZ15			20		80		80
PZ15	PZ16			20		80		80
PZ16	PZ17			20		80		80
PZ17	PZ18			20		80		80
PZ18	PZ19			20		80		80
PZ19	PZ20			20		80		80
PZ20	PZ21			20		80		80
PZ21	PZ22			20		80		80
PZ22	PZ23			20		80		80
PZ23	PZ24			20		80		80
PZ24	PZ25			20		80		80
PZ25	PZ26			20		80		80
PZ26	PZ27			20		80		80
PZ2	PZ45			20		80		80
PZ45	PZ44			8		32		32
PZ45	PZ43			20		80		80
PZ43	PZ42			20		80		80
PZ42	PZ41			20		80		80
PZ41	PZ40			20		80		80
PZ40	PZ39			8		32		32
PZ40	PZ38			20		80		80
PZ38	PZ37			8		32		32
PZ38	PZ35			20		80		80
PZ35	PZ36			8		32		32
PZ35	PZ34			20		80		80
PZ34	PZ32			20		80		80
PZ32	PZ33			20		80		80
PZ32	PZ31			20		80		80
PZ31	PZ30			24		96		96
PZ30	PZ29			22		88		88
PZ29	PZ28			23		92		92
SUBTOTAL		0	0	817	28	3268	112	3380
Desperdicio 1%		0,00	0,00	9,00	1,00	33,00	2,00	34,00
TOTAL		0	0	826	29	3301	114	3414

FIRMA: _____

FECHA: Febrero/2024

Anexo 5

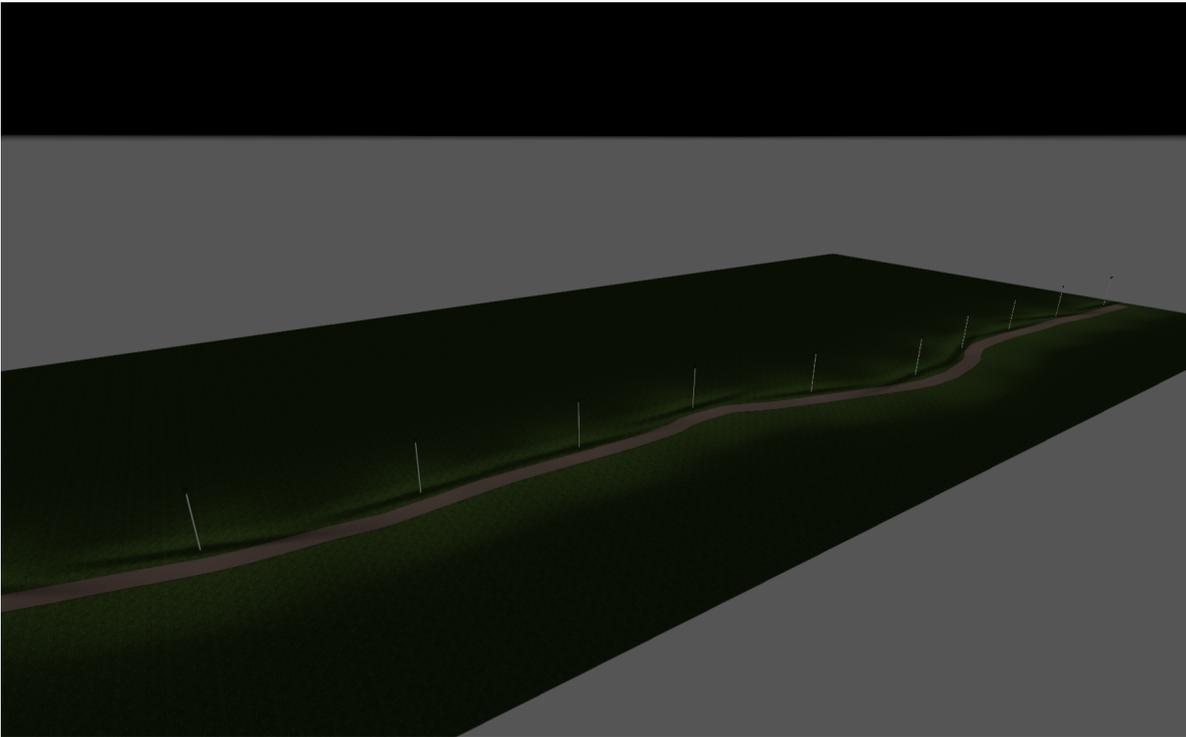
DUCTOS PROYECTADOS PARA DERIVACIONES DE ALUMBRADO

Hoja 3 de 3

T-1 proyec (10 kVA)

Banco de Ductos		Banco 1x2A	Banco 1X2B	Banco 2x2A	Banco 2x2B	Banco 3x3A	Banco 3x3B	
Distancia Total Recorrida en [m]		0	0	826	29	0	0	
Ductos Proyectados	Ducto	Politubo 1"	Politubo 2"	Tubo PVC 50mm	Tubo PVC 110mm	Triducto 40mm	Alambre guía #14	Cinta de Señalización
	Sin desperdicio	38	0	3268	112,000	845	3418,000	845
	Desperdicio 1%	1,00	0,00	33,00	2,00	9,00	35,00	9,00
	TOTAL [m]	39	0	3301	114	854	3453	854
TOTAL TUBOS [u]				551	19	Tubos de 6 m de longitud		

Separador de Tuberías 1 Fila x 1 Columna Para Tubo PVC 110mm [u]	0
Separador de Tuberías 1 Filas x 2 Columnas Para Tubo PVC 110mm [u]	0
Separador de Tuberías 2 Filas x 2 Columnas Para Tubo PVC 50mm [u]	327
Separador de Tuberías 2 Filas x 2 Columnas Para Tubo PVC 110mm [u]	12
Separador de Tuberías 3 Filas x 2 Columnas Para Tubo PVC 110mm [u]	0
Separador de Tuberías 3 Filas x 3 Columnas Para Tubo PVC 110mm [u]	0



Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Estudio luminotécnico

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Contactos	3
Descripción	4
Lista de luminarias	5

Fichas de producto

RZB - GONIA (1x LED)	6
----------------------------	---

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1

Imágenes	7
Plano de situación de luminarias	8
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	11
Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	13

Contactos

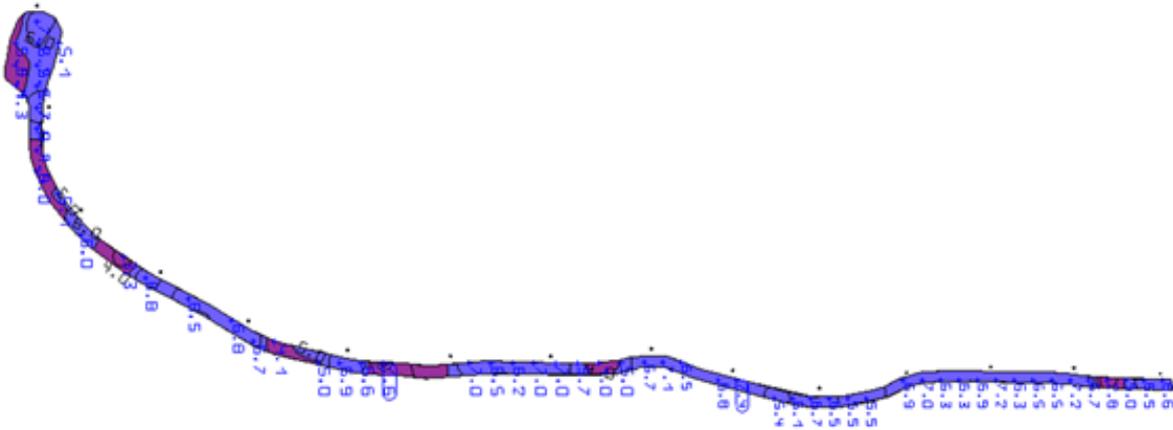


Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071
carlos.rivera@unl.edu.ec



Descripción

Proyecto Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-Ramal 1

Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071

carlos.rivera@unl.edu.ec

Lista de luminarias

Φ_{total} 31500 lm	P_{total} 360.0 W	Rendimiento lumínico 87.5 lm/W
----------------------------	------------------------	-----------------------------------

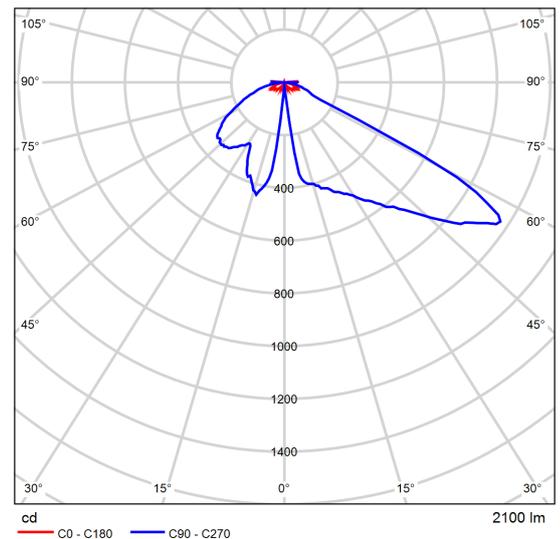
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	RZB	611941.0031. 1	GONIA	24.0 W	2100 lm	87.5 lm/W

Ficha de producto

RZB - GONIA



Nº de artículo	611941.0031.1
P	24.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2100 lm
Rendimiento lumínico	87.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polar

Serie: GONIA

Mastaufsatzleuchte in klassischer Linienführung mit moderner LED Technik. Leuchtenkörper Aluminium, Arm Aluminium-Guss mit integrierter Leitungsführung und Edelstahl-Gewindeinsätzen, seewasserbeständig pulverbeschichtet. Serienmäßig mit Membranventil zur Kondenswasservermeidung. Refraktoroptik mit Multichip LED. Lichteinsatz Aluminium pulverbeschichtet mit ESG Verglasung. Asymmetrische Lichtverteilung. Mastaufsatz für Zopf \varnothing 76 mm. Mit Edelstahl Schrauben. Schnelle Austauschwartung durch Twist-Lock und Steckverbinder. Komplett mit Anschlussleitung 4 x 1,0 mm², Länge 5,5 m. CityTouch Ready, Leuchte kann bei Bedarf mit CityTouch Komponenten ausgestattet werden. Reduzierstück für Mastzopf D 60 mm bitte separat bestellen.

Farbe: anthrazit metallic (DB703)

Durchmesser: 500 mm

Höhe: 525 mm

Lichtquelle: LED

Bemessungsleistung: 24 W

Bemessungsleuchtenlichtstrom: 2100 lm

Systemeffizienz: 88 lm/W

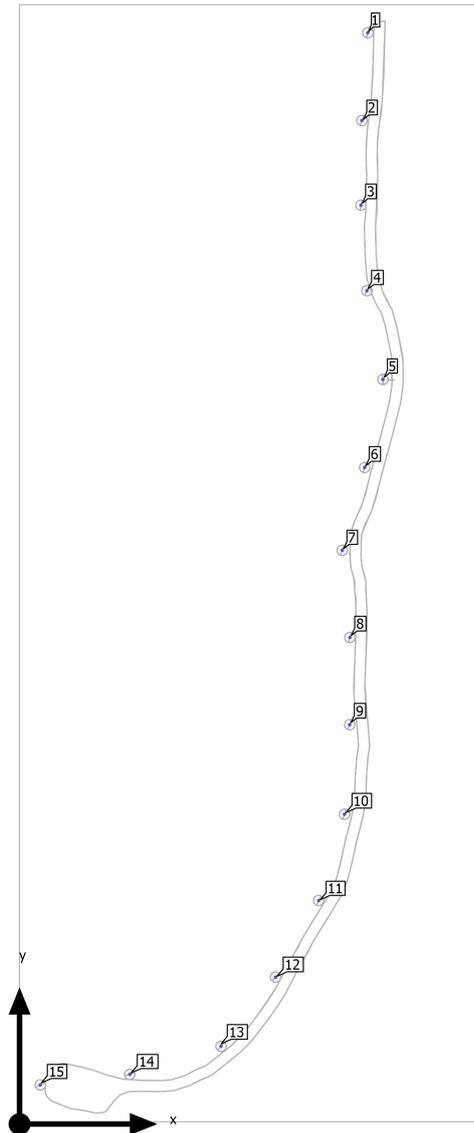
Betriebsgerät: Konverter dimmbar DALI

Schutzklasse: II

Schutzart: IP 65

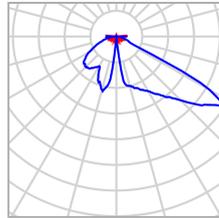
Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1

Plano de situación de luminarias



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	RZB	P	24.0 W
Nº de artículo	611941.0031.1	Φ Luminaria	2100 lm
Nombre del artículo	GONIA		
Lámpara	1x LED		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
78.736 m	248.611 m	6.000 m	1
77.397 m	228.620 m	6.000 m	2
77.174 m	209.324 m	6.000 m	3
78.526 m	189.845 m	6.000 m	4
82.138 m	169.632 m	6.000 m	5
78.015 m	149.576 m	6.000 m	6
72.950 m	130.717 m	6.000 m	7
74.680 m	110.857 m	6.000 m	8
74.615 m	90.986 m	6.000 m	9
73.453 m	70.579 m	6.000 m	10
67.633 m	50.922 m	6.000 m	11
57.865 m	33.469 m	6.000 m	12
45.546 m	17.713 m	6.000 m	13

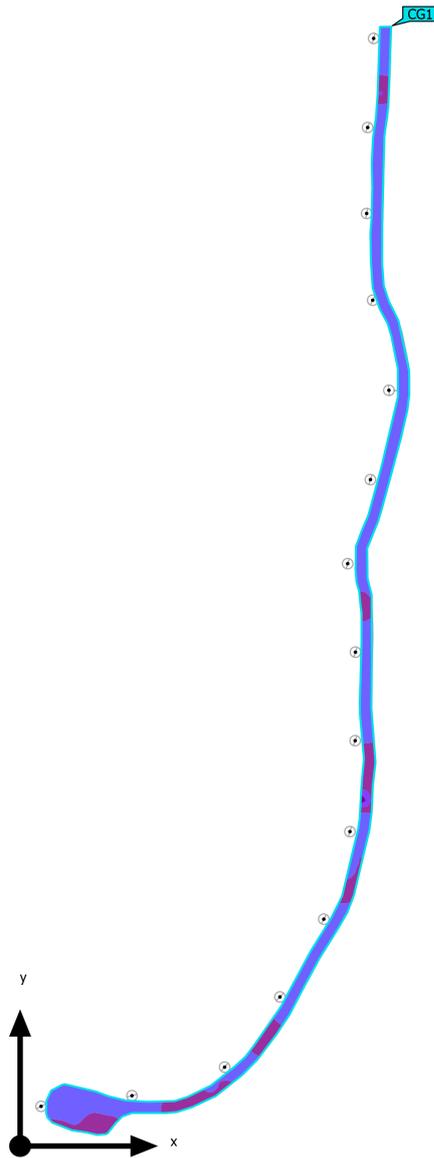
Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
24.905 m	11.304 m	6.000 m	14
4.673 m	8.910 m	6.000 m	15

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1 (Escena de luz 1)

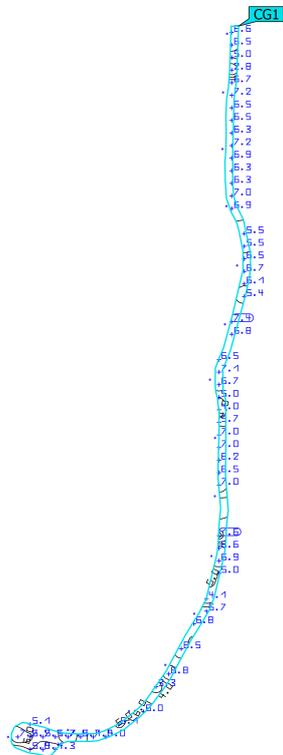
Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.050 m	5.92 lx	1.55 lx	7.41 lx	0.26	0.21	CG1

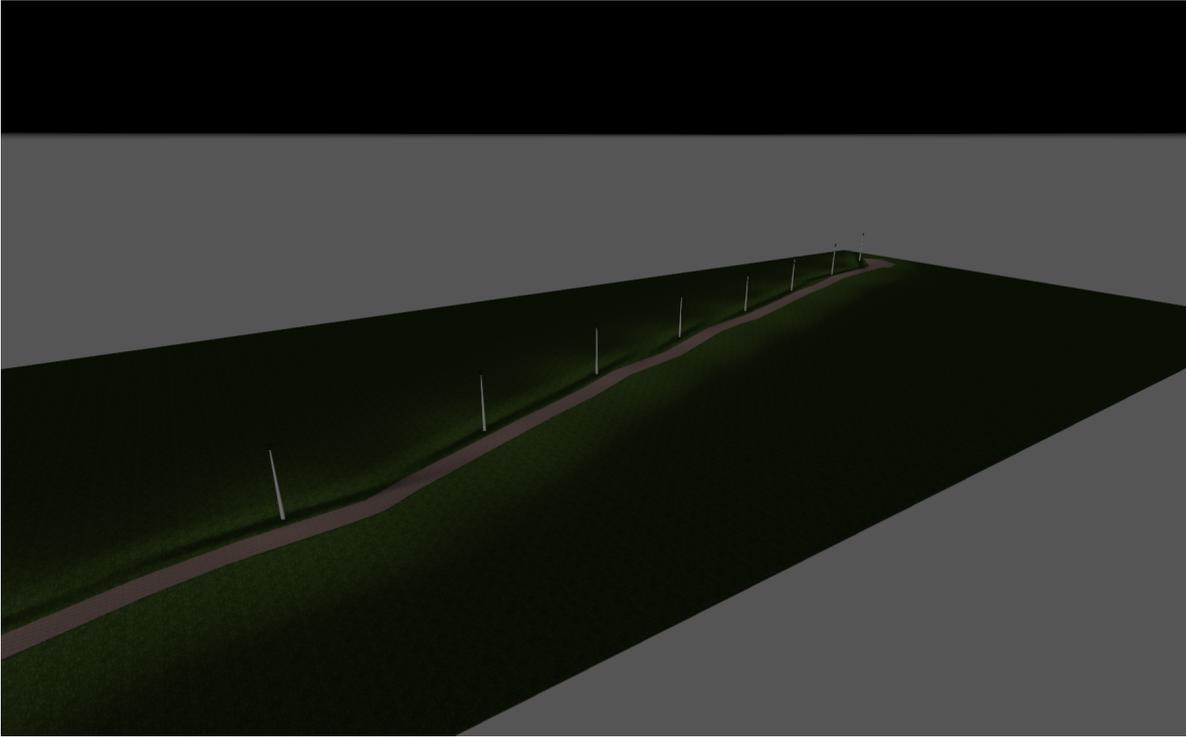
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 1 (Escena de luz 1)
Superficie de cálculo 1



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.050 m	5.92 lx	1.55 lx	7.41 lx	0.26	0.21	CG1

Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)



Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Estudio luminotécnico

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Contactos	3
Descripción	4
Lista de luminarias	5

Fichas de producto

RZB - GONIA (1x LED)	6
----------------------------	---

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 2

Plano de situación de luminarias	7
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	9
Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular	11

Contactos



Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071
carlos.rivera@unl.edu.ec



Descripción

Proyecto Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-Ramal 2

Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071

carlos.rivera@unl.edu.ec

Lista de luminarias

Φ_{total} 23100 lm	P_{total} 264.0 W	Rendimiento lumínico 87.5 lm/W
----------------------------	------------------------	-----------------------------------

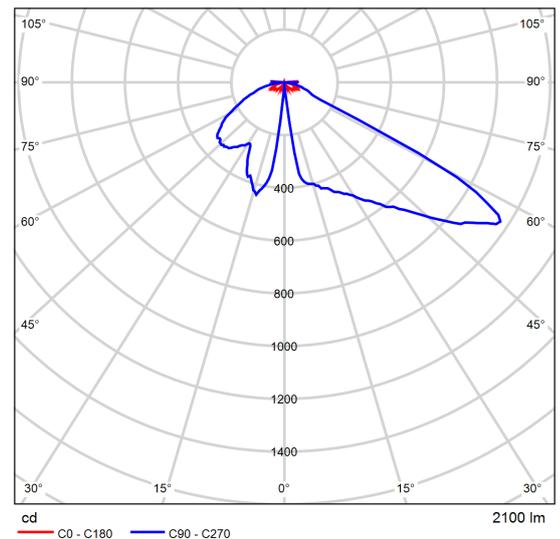
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
11	RZB	611941.0031. 1	GONIA	24.0 W	2100 lm	87.5 lm/W

Ficha de producto

RZB - GONIA



Nº de artículo	611941.0031.1
P	24.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2100 lm
Rendimiento lumínico	87.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polar

Serie: GONIA

Mastaufsatzleuchte in klassischer Linienführung mit moderner LED Technik. Leuchtenkörper Aluminium, Arm Aluminium-Guss mit integrierter Leitungsführung und Edelstahl-Gewindeinsätzen, seewasserbeständig pulverbeschichtet. Serienmäßig mit Membranventil zur Kondenswasservermeidung. Refraktoroptik mit Multichip LED. Lichteinsatz Aluminium pulverbeschichtet mit ESG Verglasung. Asymmetrische Lichtverteilung. Mastaufsatz für Zopf \varnothing 76 mm. Mit Edelstahl Schrauben. Schnelle Austauschwartung durch Twist-Lock und Steckverbinder. Komplett mit Anschlussleitung 4 x 1,0 mm², Länge 5,5 m. CityTouch Ready, Leuchte kann bei Bedarf mit CityTouch Komponenten ausgestattet werden. Reduzierstück für Mastzopf D 60 mm bitte separat bestellen.

Farbe: anthrazit metallic (DB703)

Durchmesser: 500 mm

Höhe: 525 mm

Lichtquelle: LED

Bemessungsleistung: 24 W

Bemessungsleuchtenlichtstrom: 2100 lm

Systemeffizienz: 88 lm/W

Betriebsgerät: Konverter dimmbar DALI

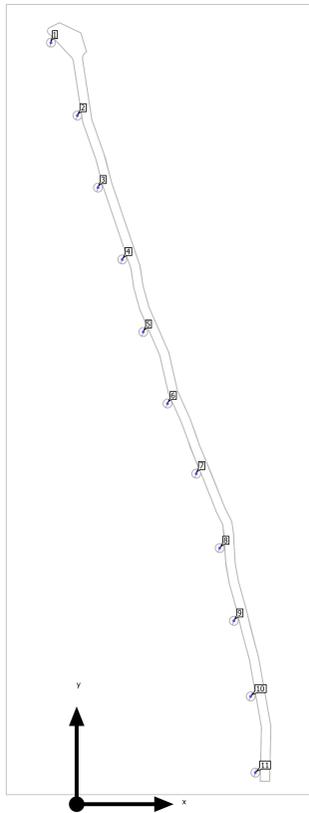
Schutzklasse: II

Schutzart: IP 65

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 2

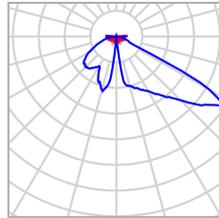
Plano de situación de luminarias

Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 2

Plano de situación de luminarias

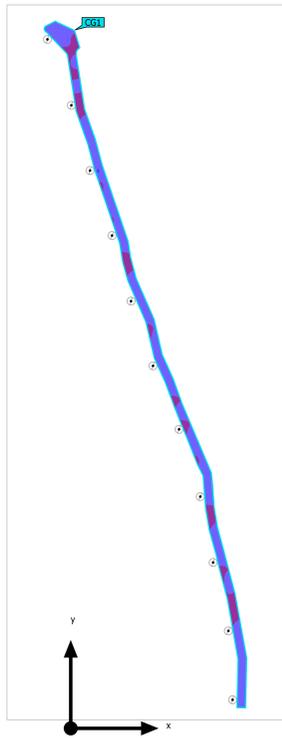


Fabricante	RZB	P	24.0 W
Nº de artículo	611941.0031.1	Φ Luminaria	2100 lm
Nombre del artículo	GONIA		
Lámpara	1x LED		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
-6.827 m	200.734 m	6.000 m	1
0.184 m	181.529 m	6.000 m	2
5.664 m	162.535 m	6.000 m	3
12.116 m	143.584 m	6.000 m	4
17.683 m	124.469 m	6.000 m	5
24.134 m	105.614 m	6.000 m	6
31.770 m	87.129 m	6.000 m	7
37.999 m	67.508 m	6.000 m	8
41.759 m	48.330 m	6.000 m	9
46.232 m	28.405 m	6.000 m	10
47.469 m	8.320 m	6.000 m	11

Objetos de cálculo



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 2 (Escena de luz 1)

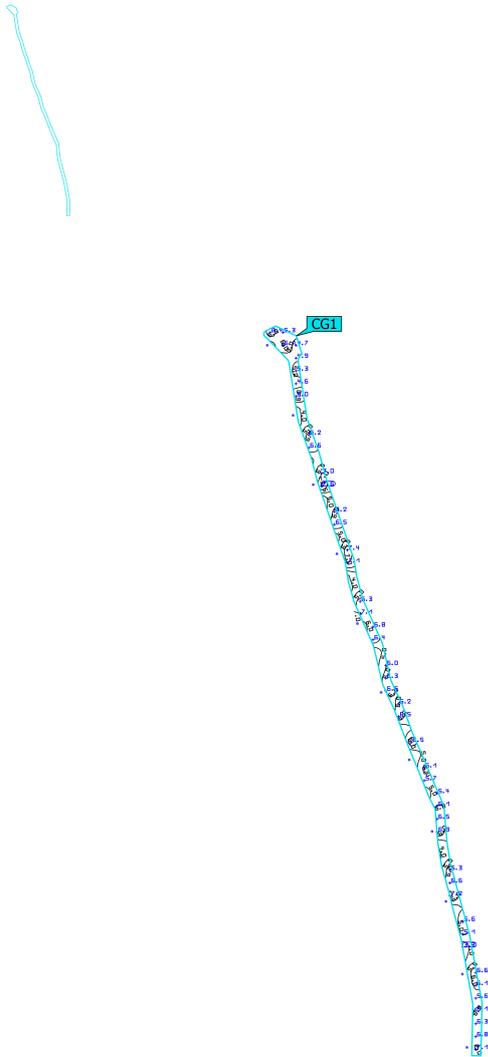
Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.050 m	6.17 lx	3.29 lx	7.62 lx	0.53	0.43	CG1

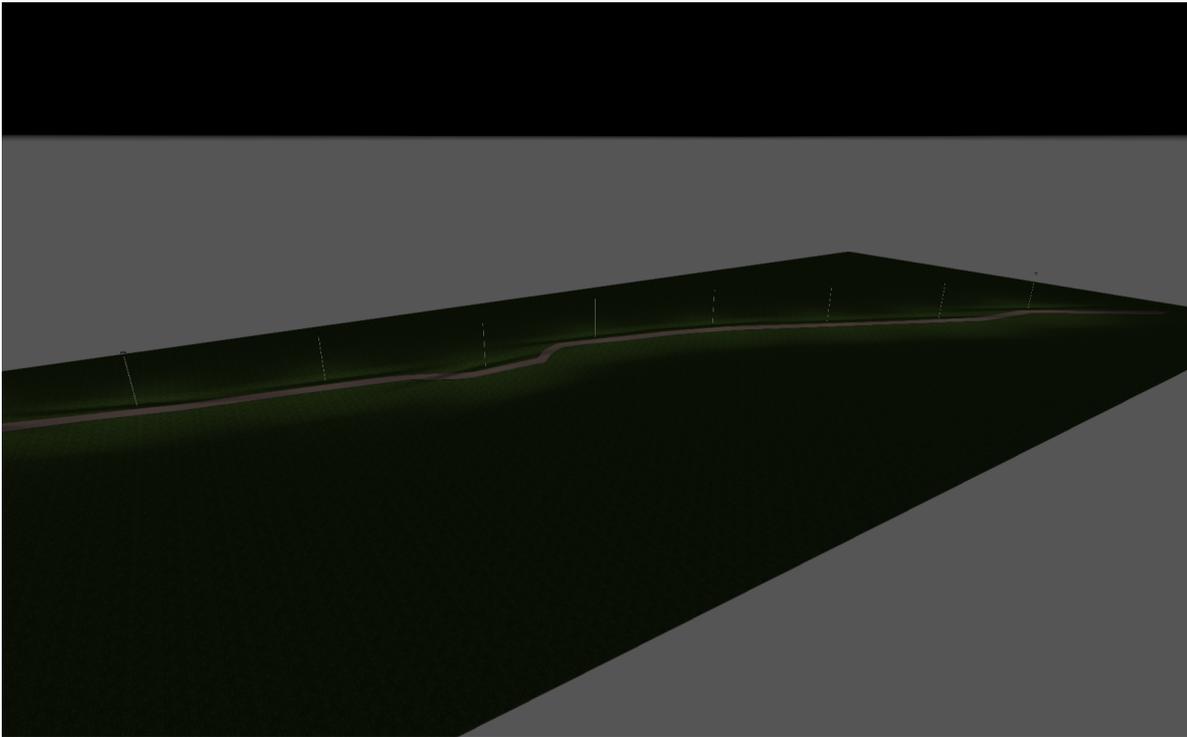
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 2 (Escena de luz 1)
Superficie de cálculo 1



Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.050 m	6.17 lx	3.29 lx	7.62 lx	0.53	0.43	CG1

Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)



Diseño eléctrico de la red de Media y Baja Tensión para el Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables.

Estudio luminotécnico

Contenido

Portada	1
Contenido	2
Contactos	3
Descripción	4
Lista de luminarias	5

Fichas de producto

RZB - GONIA (1x LED)	6
----------------------------	---

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3

Plano de situación de luminarias	7
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	9
Superficie de cálculo 1 / Escena de luz 1 / Intensidad lumínica horizontal	11

Contactos

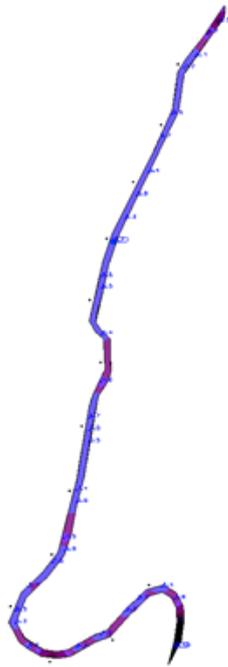


Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071
carlos.rivera@unl.edu.ec



Descripción

Proyecto Parque Temático de la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables-Ramal 3

Egresado

Carlos Andres Rivera

Universidad Nacional de Loja
Ciudad Universitaria Guillermo
Falconí - Loja - Ecuador

T 0968091071

carlos.rivera@unl.edu.ec

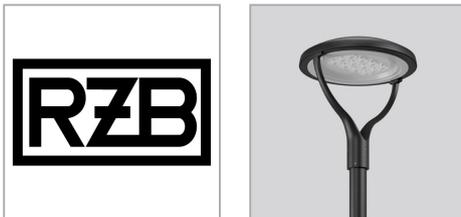
Lista de luminarias

Φ_{total} 27300 lm	P_{total} 312.0 W	Rendimiento lumínico 87.5 lm/W
----------------------------	------------------------	-----------------------------------

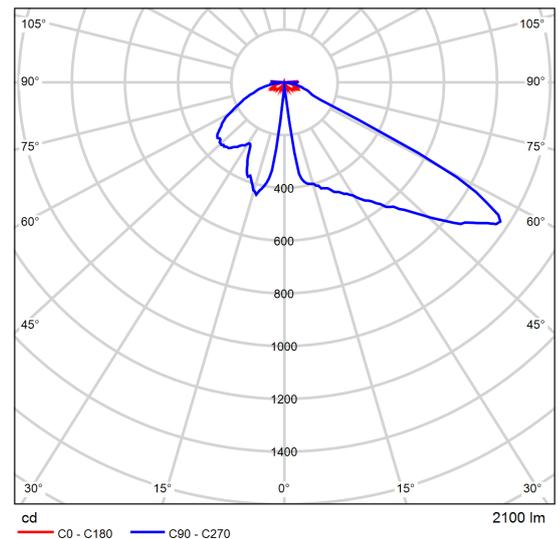
Uni.	Fabricante	N° de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
13	RZB	611941.0031. 1	GONIA	24.0 W	2100 lm	87.5 lm/W

Ficha de producto

RZB - GONIA



Nº de artículo	611941.0031.1
P	24.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	2100 lm
Rendimiento lumínico	87.5 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polar

Serie: GONIA

Mastaufsatzleuchte in klassischer Linienführung mit moderner LED Technik. Leuchtenkörper Aluminium, Arm Aluminium-Guss mit integrierter Leitungsführung und Edelstahl-Gewindeinsätzen, seewasserbeständig pulverbeschichtet. Serienmäßig mit Membranventil zur Kondenswasservermeidung. Refraktoroptik mit Multichip LED. Lichteinsatz Aluminium pulverbeschichtet mit ESG Verglasung. Asymmetrische Lichtverteilung. Mastaufsatz für Zopf \varnothing 76 mm. Mit Edelstahl Schrauben. Schnelle Austauschwartung durch Twist-Lock und Steckverbinder. Komplett mit Anschlussleitung 4 x 1,0 mm², Länge 5,5 m. CityTouch Ready, Leuchte kann bei Bedarf mit CityTouch Komponenten ausgestattet werden. Reduzierstück für Mastzopf D 60 mm bitte separat bestellen.

Farbe: anthrazit metallic (DB703)

Durchmesser: 500 mm

Höhe: 525 mm

Lichtquelle: LED

Bemessungsleistung: 24 W

Bemessungsleuchtenlichtstrom: 2100 lm

Systemeffizienz: 88 lm/W

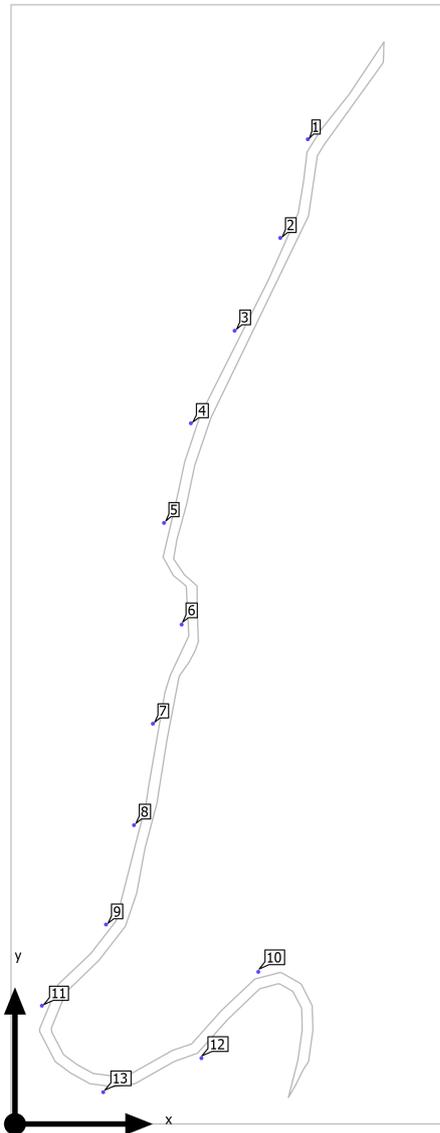
Betriebsgerät: Konverter dimmbar DALI

Schutzklasse: II

Schutzart: IP 65

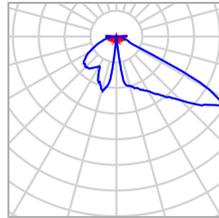
Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3

Plano de situación de luminarias



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3

Plano de situación de luminarias



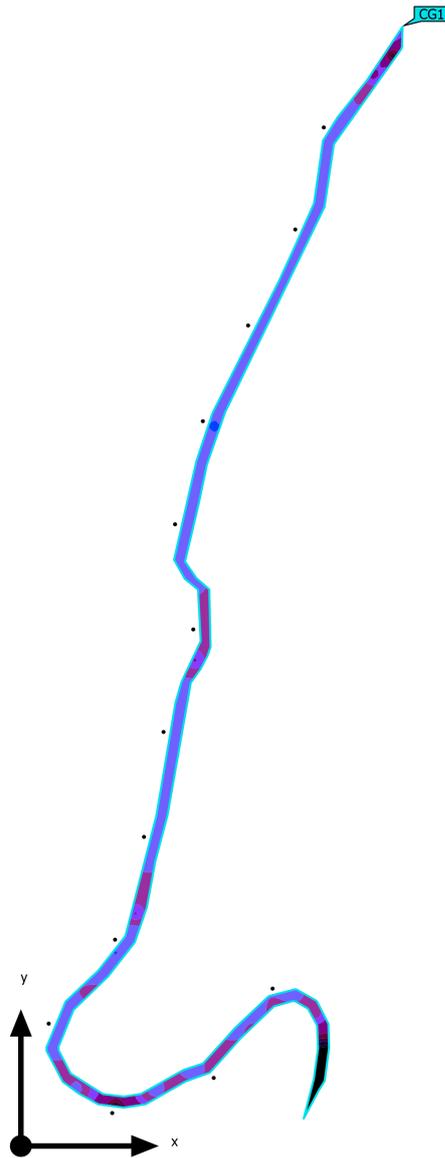
Fabricante	RZB	P	24.0 W
Nº de artículo	611941.0031.1	Φ Luminaria	2100 lm
Nombre del artículo	GONIA		
Lámpara	1x LED		

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
56.328 m	190.913 m	6.000 m	1
51.029 m	171.787 m	6.000 m	2
42.257 m	153.798 m	6.000 m	3
33.840 m	135.854 m	6.000 m	4
28.667 m	116.535 m	6.000 m	5
32.059 m	96.825 m	6.000 m	6
26.528 m	77.605 m	6.000 m	7
22.890 m	57.938 m	6.000 m	8
17.510 m	38.676 m	6.000 m	9
46.810 m	29.502 m	6.000 m	10
5.173 m	22.934 m	6.000 m	11
35.864 m	12.763 m	6.000 m	12
16.981 m	6.173 m	6.000 m	13

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3 (Escena de luz 1)

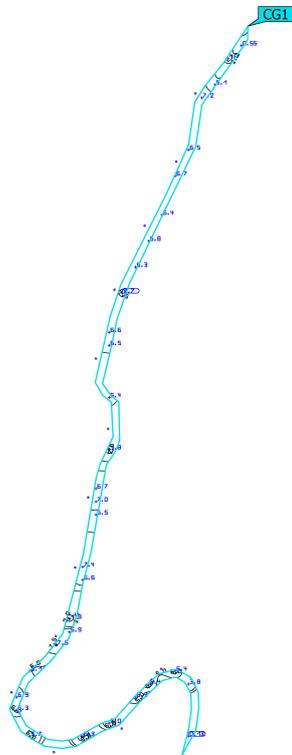
Objetos de cálculo

Superficie de cálculo

Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.050 m	5.61 lx	0.13 lx	7.72 lx	0.023	0.017	CG1

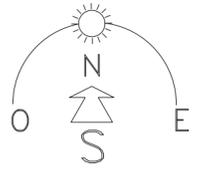
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)

Parque Temático FEIRNNR-Ramal 3 (Escena de luz 1)
Superficie de cálculo 1

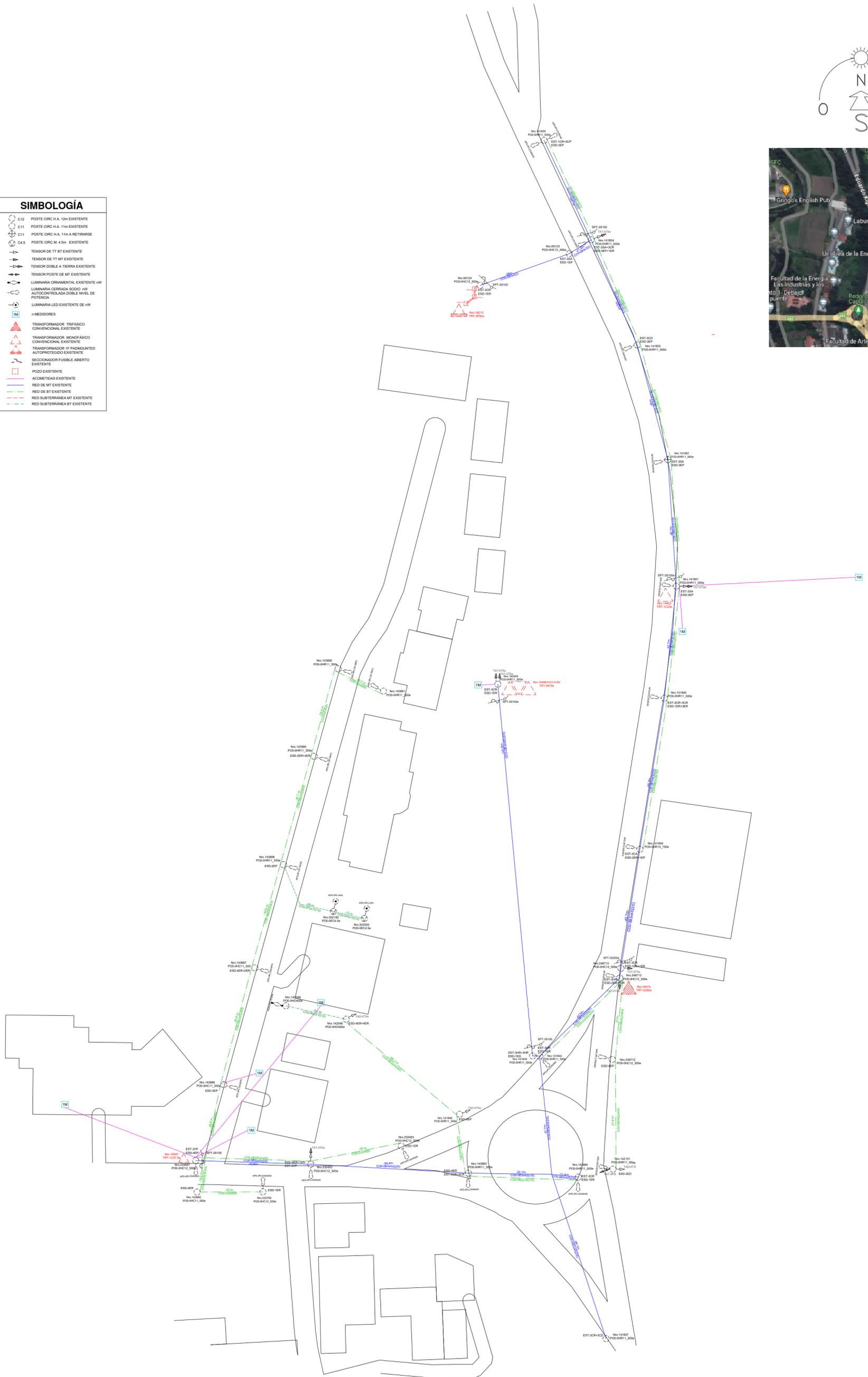


Propiedades	\bar{E}	E_{\min}	E_{\max}	$U_0 (g_1)$	g_2	Índice
Superficie de cálculo 1 Intensidad lumínica horizontal Altura: 0.050 m	5.61 lx	0.13 lx	7.72 lx	0.023	0.017	CG1

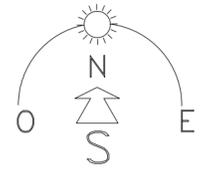
Perfil de uso: Áreas de tránsito generales en lugares de trabajo / puestos de trabajo al aire libre (5.1.1 Vías peatonales, exclusivamente para peatones)



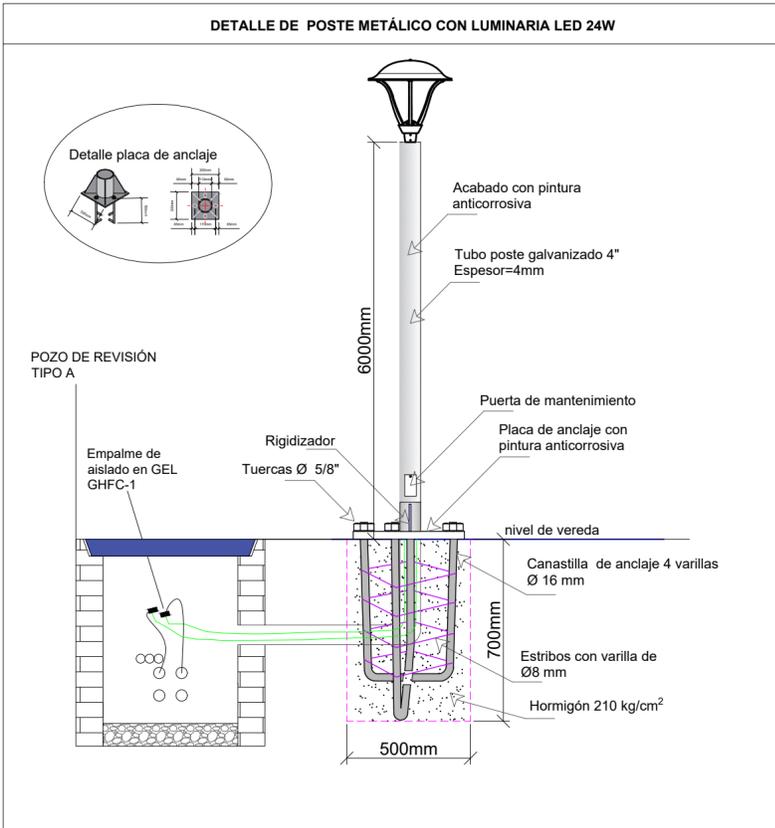
SIMBOLOGÍA	
	POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE
	POSTE CIRC H.A. 11m A RETIRARSE
	POSTE CIRC M. 4.5m EXISTENTE
	TENSOR DE TT EXISTENTE
	TENSOR DE TT EXISTENTE
	TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE
	TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE
	LUMINARIA ORNAMENTAL EXISTENTE HW
	LUMINARIA CERRADA SODO HW AUTOCENTRALADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA
	LUMINARIA LED EXISTENTE DE HW
	MEDIDORES
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE
	TRANSFORMADOR 1F PADMIANTADO AUTOPROTEGIDO EXISTENTE
	SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE
	POZO EXISTENTE
	ACOMETIDAS EXISTENTE
	RED DE MT EXISTENTE
	RED DE BT EXISTENTE
	RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE
	RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNRR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina: 1	Escala: Sin Escala



DETALLE DE POSTE METÁLICO CON LUMINARIA LED 24W

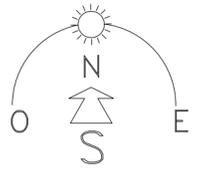


SIMBOLOGÍA

	POSTE CIRC METALICO 6m PROYECTADO
	POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO
	LUMINARIA LED ORNAMENTAL PROYECTADA DE 24W



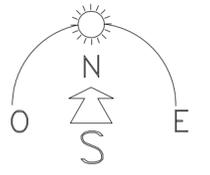
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.		INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina:4	Escala: Sin Escala



SIMBOLOGÍA	
	POSTE CIRC H.A. 12m EXISTENTE
	POSTE CIRC H.A. 11m EXISTENTE
	POSTE CIRC M. 4.5m EXISTENTE
	TENSOR DE TT BT EXISTENTE
	TENSOR DE TT MT EXISTENTE
	TENSOR DOBLE A TIERRA EXISTENTE
	TENSOR POSTE DE MT EXISTENTE
	LUMINARIA ORNAMENTAL EXISTENTE w/w
	LUMINARIA CERRADA SODIO w/w
	AUTOCONTROLADA DOBLE NIVEL DE POTENCIA
	LUMINARIA LED EXISTENTE DE w/w
	MEDIDORES
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL EXISTENTE
	TRANSFORMADOR 3F PADMOUNTED AUTOPROTEGIDO EXISTENTE
	SECCIONADOR FUSIBLE ABIERTO EXISTENTE
	POZO EXISTENTE
	ACOMETIDAS EXISTENTE
	RED DE MT EXISTENTE
	RED DE BT EXISTENTE
	RED SUBTERRÁNEA MT EXISTENTE
	RED SUBTERRÁNEA BT EXISTENTE
	POSTE CIRC METALICO 8m PROYECTADO
	POSTE CIRC H.A. 12m PROYECTADO
	LUMINARIA LED ORNAMENTAL PROYECTADA DE 24W
	POZO TIPO "B" PROYECTADO
	POZO TIPO "A" PROYECTADO
	TENSOR DE TT MT PROYECTADO
	DERIVACION DE MEDIA TENSION
	TRANSFORMADOR MONOFÁSICO CONVENCIONAL PROYECTADO
	RED DE MT PROYECTADA
	RED SUBTERRÁNEA MT PROYECTADA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PROYECTADO
	TABLERO DE MEDICIÓN PROYECTADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.		INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSION PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina:2	Escala: Sin Escala

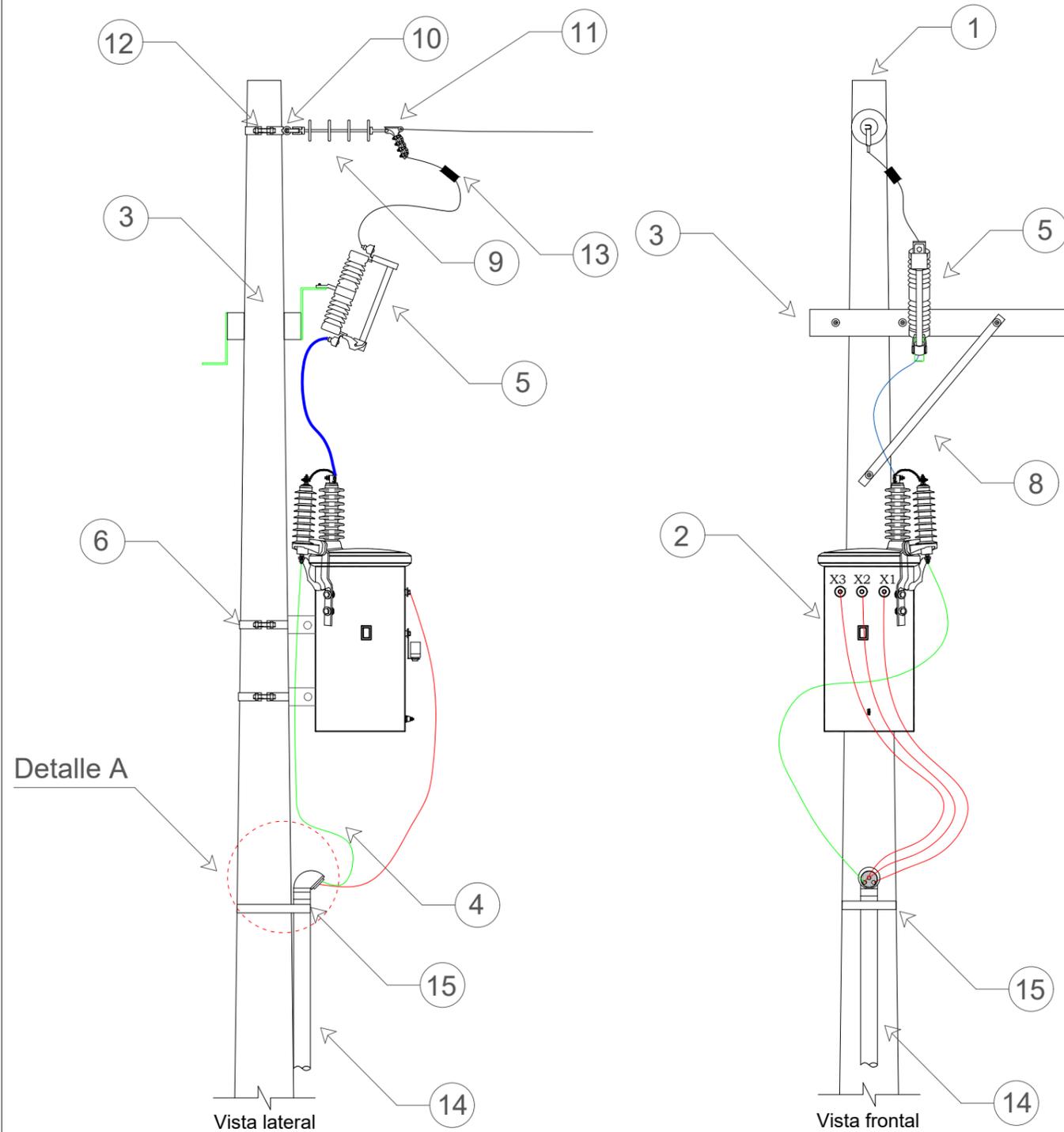


SIMBOLOGÍA	
	POZO TIPO B PROYECTADO
	POZO TIPO A PROYECTADO
	DERIVACIÓN DE MEDIA TENSIÓN
	ZANJA EN ACERA 2X2 TIPO A1 PROYECTADA
	ZANJA EN ACERA 2X2 TIPO B1 PROYECTADA

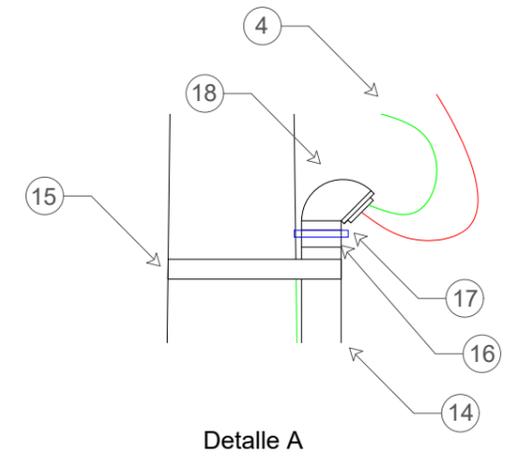


UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.	INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA	
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina:3	Escala: Sin Escala

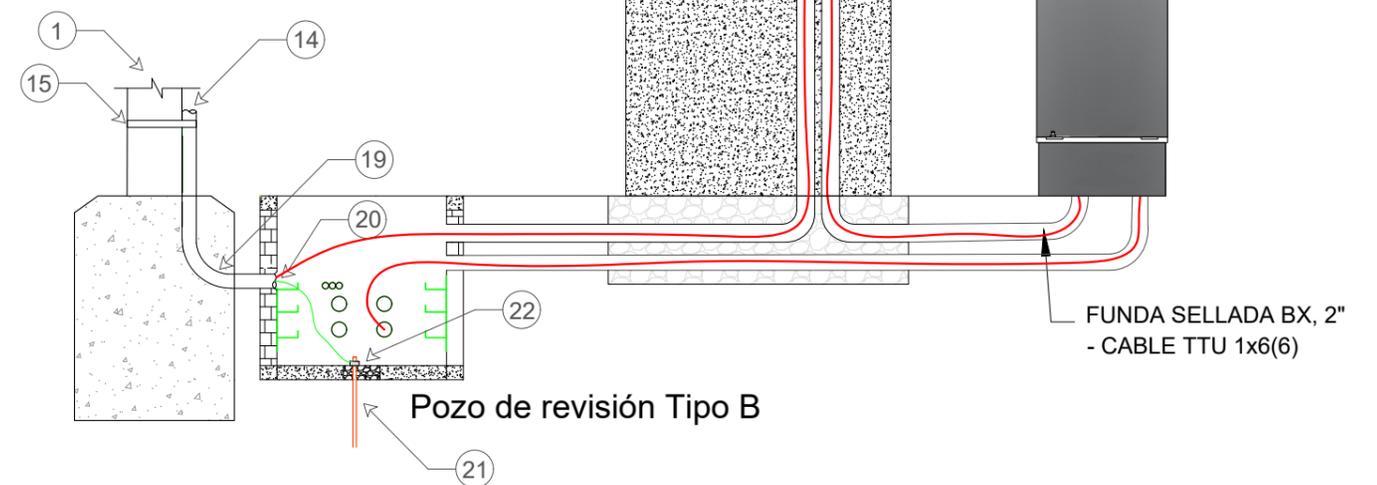
TRANSMISIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA MONOFÁSICA



LISTA DE MATERIALES	
Marca	Descripción
1	Poste de hormigón proyectado - 12 m
2	Transformador monofásico convencional 10 kVA
3	Estructura con doble cruceta
4	Cable de Cu aislado 15 kV - #2 AWG (PT)
5	Seccionador tipo abierto
6	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, 3 perno
7	Tablero de medición
8	Tablero de distribución
9	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado
10	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado
11	Grapa terminal tipo pistola, de aleación de AL
12	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos)
13	Conector de compresión, aleación de AL, tipo C.
14	Tubería de acero galvanizado Ø = 110mm - 6 m.
15	Abrazadera, cinta metálica y hebillas
16	Conector con rosca
17	Dispositivo con conector a tierra
18	Reversible EMT 110 mm
19	Codo rígido con curva amplia 90°; Ø = 110mm
20	Tueca corona
21	Varilla de Cu (PT) de 5/8" x 1,8 m
22	Suelda exotérmica



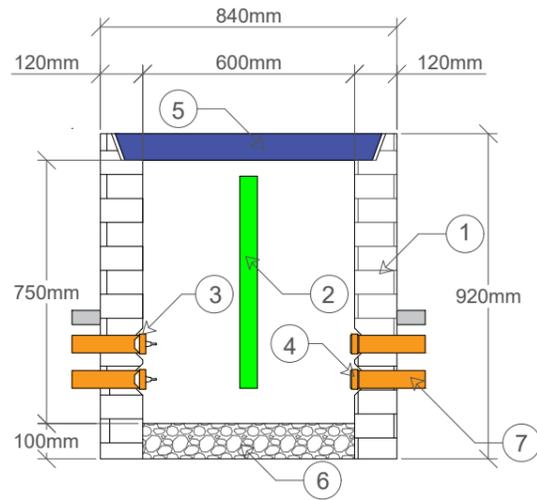
Detalle - Unión hacia pozo



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina: 5	Escala: Sin Escala

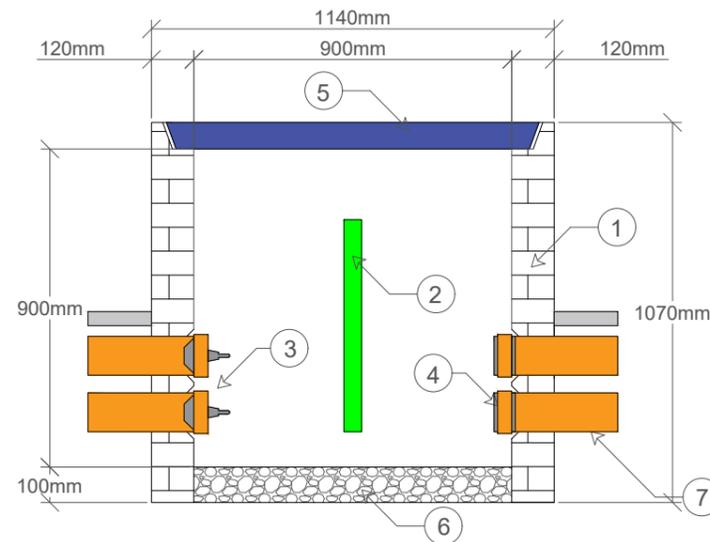
POZOS DE REVISIÓN Y ZANJAS

Pozo de revisión Tipo A
EU0-0PA



VISTA LATERAL (CORTE A-A')

Pozo de revisión Tipo B
EU0-0PB

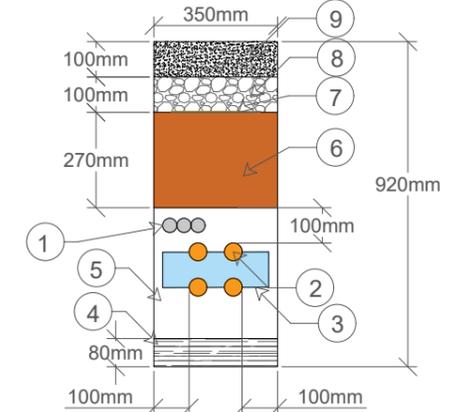


VISTA LATERAL (CORTE A-A')

LISTA DE MATERIALES POZO TIPO "A"

Marca	Descripción	Cantidad
1	Mampostería de ladrillo o bloque con enlucido mortero.	
2	Soporte metálico para cables.	2
3	Tapón ciego 50mm para ducto auxiliar.	2
4	Tapón de 50mm para ducto con cables.	2
5	Tapa para pozos, de hormigón armado con losa de 70mm de espesor con marco y brocal metálico galvanizado espesor de 4mm y 50mm de base x 75mm de alto, abertura de 110° de 700mm x 700mm interior de 755mm x 755mm exterior.	1
6	Material filtrante para piso de pozo (grava).	0,036
7	Tubo PVC tipo liviano de 50mm de diámetro.	1

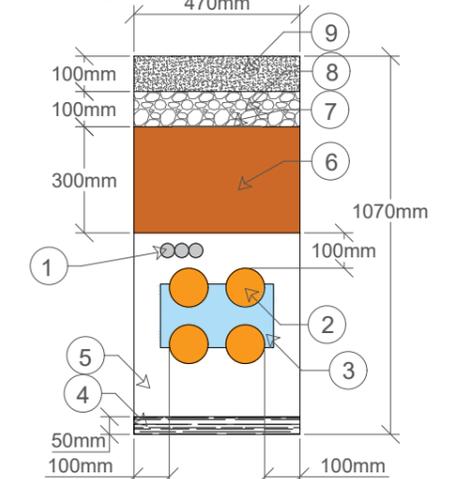
Zanja tipo EU0-0A2x2A1



LISTA DE MATERIALES

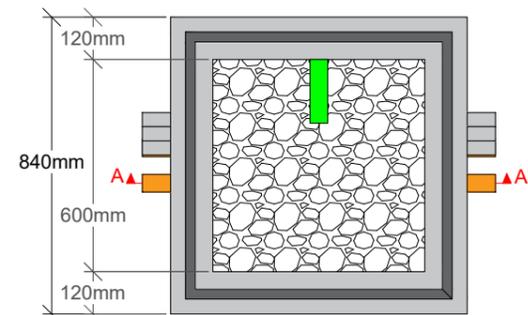
Marca	Descripción	Cantidad
1	Tubo de polietileno Triducto de 40mm.	1
2	Tubo PVC pared estructurada interior lisa y exterior corrugada de 50mm.	4
3	Separador de tubería PVC 2 filas x 2 columnas ancho 300mm x 100mm de alto.	2
4	Arena.	0,117
5	Hormigón de 140Kg/cm2.	0,028
6	Material de relleno.	0,084
7	Cinta de señalización ancho 250mm x 0,175mm de espesor.	1
8	Ripio.	0,035
9	Hormigón de 140Kg/cm2.	0,035

Zanja tipo EU0-0A2x2B1

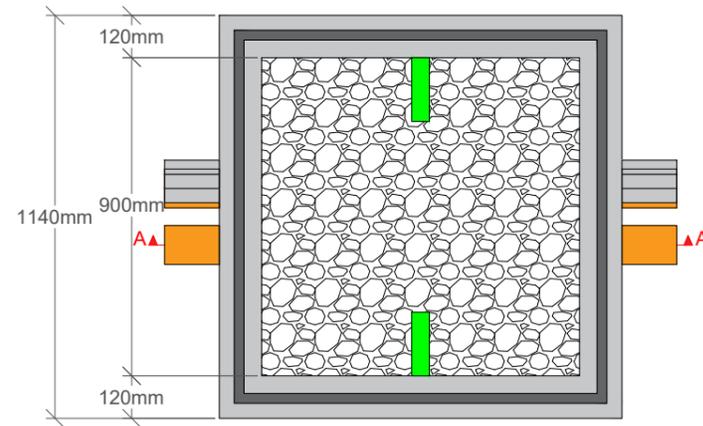


LISTA DE MATERIALES

Marca	Descripción	Cantidad
1	Tubo de polietileno Triducto de 40mm.	1
2	Tubo PVC pared estructurada interior lisa y exterior corrugada de 110mm.	4
3	Separador de tubería PVC 2 filas x 2 columnas ancho 320mm x 180mm de alto.	2
4	Arena.	0,117
5	Hormigón de 140Kg/cm2.	0,028
6	Material de relleno.	0,084
7	Cinta de señalización ancho 250mm x 0,175mm de espesor.	1
8	Ripio.	0,035
9	Hormigón de 140Kg/cm2.	0,035



VISTA SUPERIOR

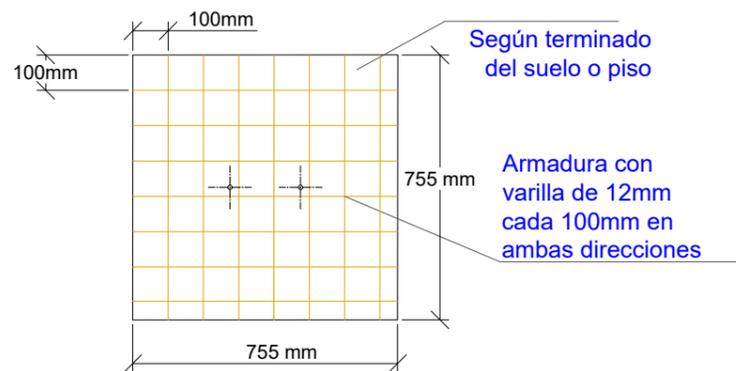


VISTA SUPERIOR

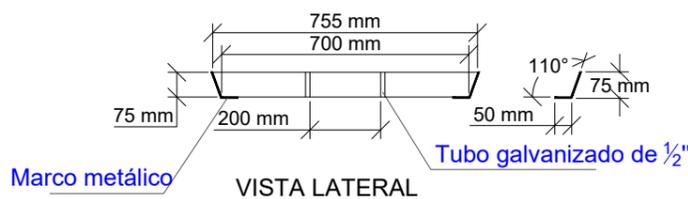
LISTA DE MATERIALES POZO TIPO "B"

Marca	Descripción	Cantidad
1	Mampostería de ladrillo o bloque con enlucido mortero.	
2	Soporte metálico para cables.	2
3	Tapón ciego 110mm para ducto auxiliar.	2
4	Tapón de 110mm para ducto con cables.	2
5	Tapa para pozos, de hormigón armado con losa de 70mm de espesor con marco y brocal metálico galvanizado espesor de 4mm y 50mm de base x 75mm de alto, abertura de 110° de 1000mm x 1000mm interior de 1055mm x 1055mm exterior.	1
6	Material filtrante para piso de pozo (grava).	0,036
7	Tubo PVC tipo liviano de 110mm de diámetro.	1

Tapa de pozo Tipo "A"



VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

F.E.I.R.N.N.R.

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR

Parroquia: San Sebastian

Cantón: Loja

Provincia: Loja

Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova

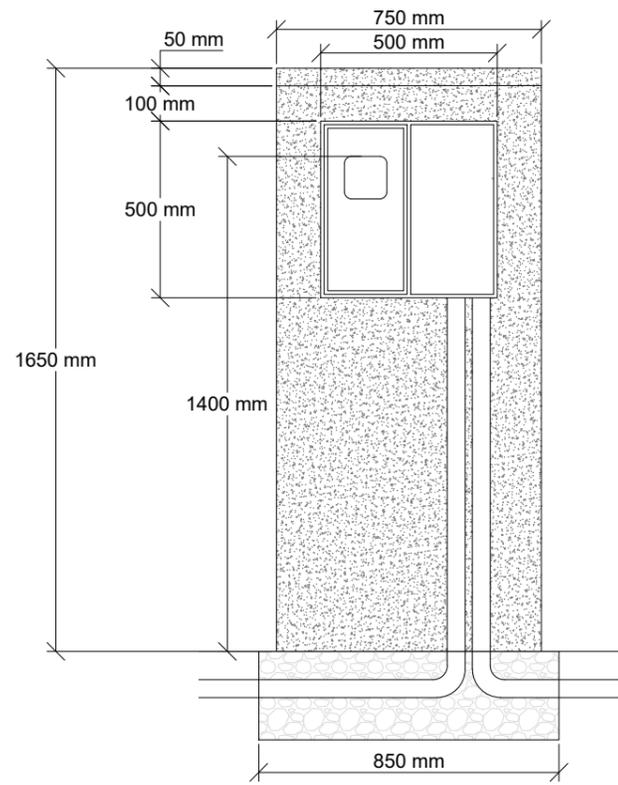
Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio

Fecha: Febrero 2024

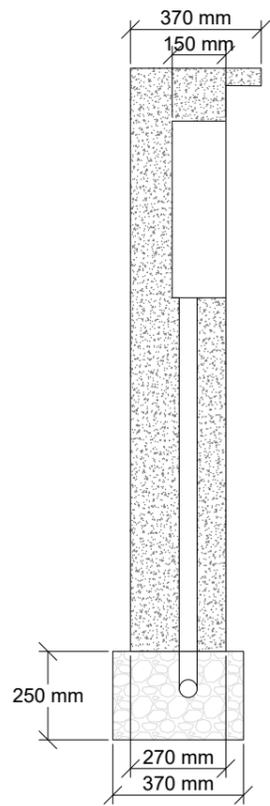
Lamina: 6

Escala: Sin Escala

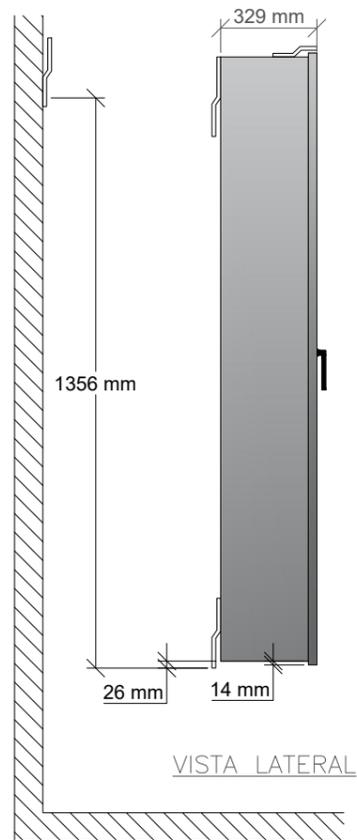
TABLERO DE MEDICIÓN/DISTRIBUCIÓN.



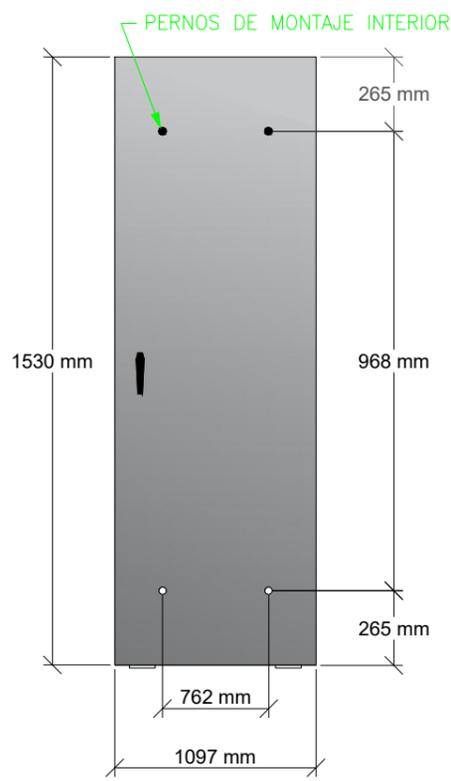
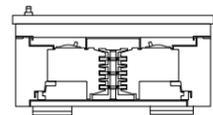
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

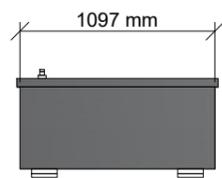
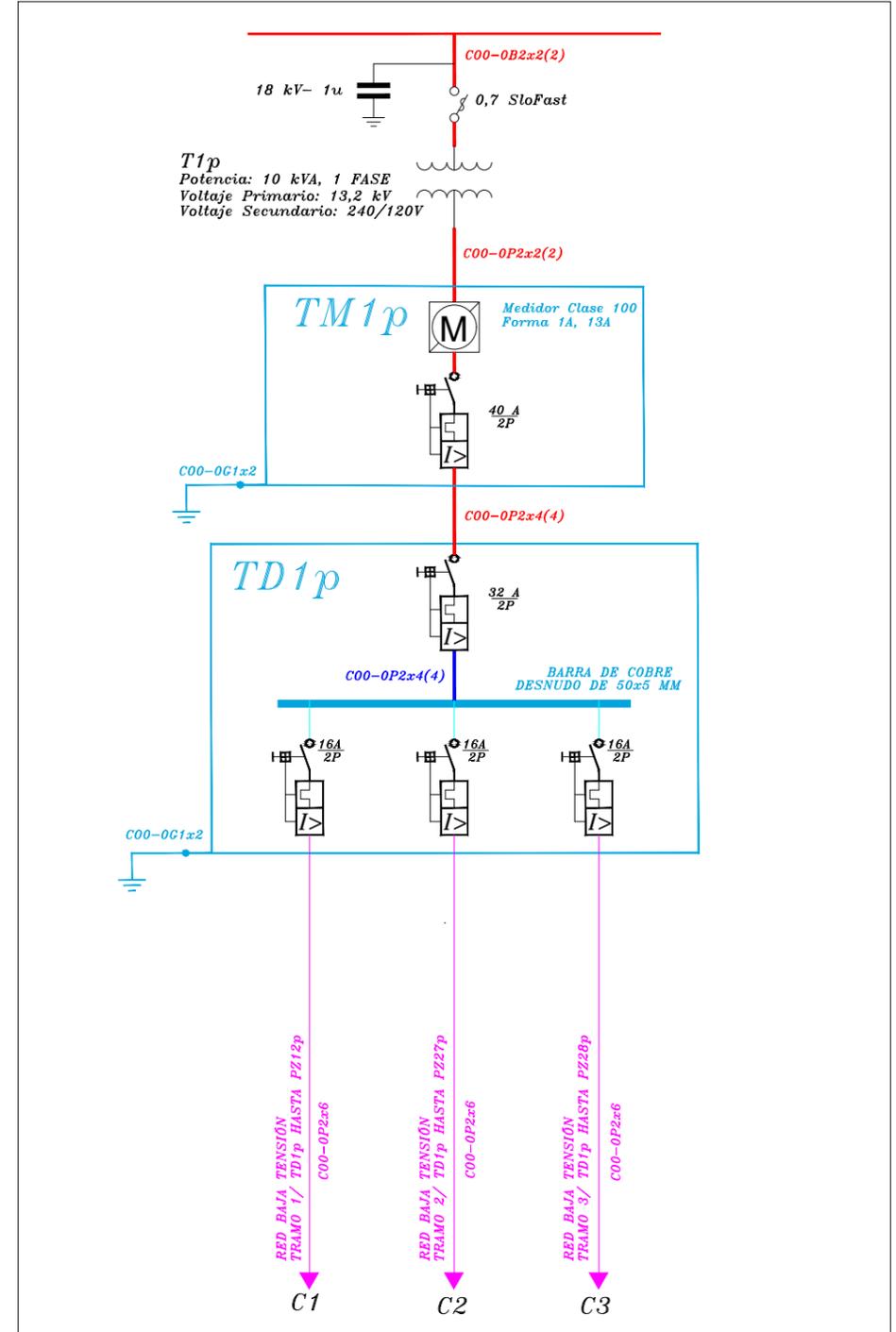


DIAGRAMA UNIFILAR



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
F.E.I.R.N.N.R.	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA	
PROYECTO: DISEÑO ELÉCTRICO DE LA RED DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PARQUE TEMÁTICO DE LA FACULTAD DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES-FEIRNNR		
Parroquia: San Sebastian	Cantón: Loja	Provincia: Loja
Autor: Carlos Andres Rivera Ruilova	Tutor: Ing. Iván Coronel Villavicencio	
Fecha: Febrero 2024	Lamina: 7	Escala: Sin Escala