



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROYECTO DE INVESTIGACION

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE
REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico en
Sistemas Eléctricos de Potencia.

Autor:

Gutiérrez Cunalata Mario Sebastián

Tutor:

MSc. Pesantez Palacios Gabriel Napoleón

LATACUNGA-ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Gutiérrez Cunalata Mario Sebastián, declaro ser autor del presente proyecto investigativo **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS”**, siendo el MSc. PEZANTES PALACIOS GABRIEL NAPOLEÓN tutor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente proyecto investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.



Gutiérrez Cunalata Mario Sebastián

C.I. 1804976148

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS”, de Gutierrez Cunalata Mario Sebastian, de la carrera INGENIERIA ELECTRICA, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 03 de Febrero del 2020

El Tutor


MSc. Gabriel Napoleón Pesantez Palacios

CC: 0301893889

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS; por cuanto, el postulante: **Mario Sebastian Gutierrez Cunalata** con el título de Proyecto de titulación: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

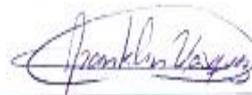
Latacunga, 03 de Febrero del 2020

Para constancia firman:



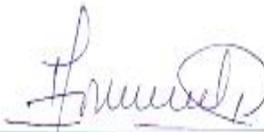
Lector 1 (Presidente)

Nombre: MSc. Xavier Proaño Maldonado
CC: 0502656424



Lector 2

Nombre: MSc. Franklin Vásquez Teneda
CC: 1710434457



Lector 3

Nombre: MSc. Iliana González Palau
CC: 1757070659

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme ser parte de su alma mater, en especial a la Carrera de Ingeniería Eléctrica por forjar mi formación académica dentro de sus aulas y así permitirme retribuir con mi labor profesional a la sociedad.

Mi más sincero agradecimiento a los docentes quienes me han impartido sus conocimientos y sabiduría a lo largo de mi formación profesional, en especial al MSc. Gabriel Pesantez por ser mi guía durante la elaboración del presente proyecto investigativo.

Mi profundo agradecimiento a la Empresa Eléctrica Ambato S.A. y al Departamento de Redes Subterráneas por permitirme realizar mi proyecto investigativo, en especial al Ing. Carlos Solís, Ing. Arturo Meneses, Ing. José Aniceto, y la Ing. Syomara Redroban, por ser mis mentores al momento de realizar mi investigación y permitirme seguir adelante en la culminación de mi meta universitaria.

Llegar hasta aquí no ha sido sencillo por eso agradezco a mis padres Mario Gutiérrez y Myriam Cunalata por impulsarme a culminar mi carrera profesional y ser mi sustento a cada paso que he dado durante este proceso.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico a cada una de las personas que intervinieron para lograr la culminación de mi carrera profesional.

A Dios quien me permitió seguir cada escalón hasta llegar a la meta, por inspirarme a superar cada adversidad y seguir luchando.

A mis padres Mario Gutiérrez y Myriam Cunalata, por ser mi razón e impulso para culminar mi carrera universitaria, por su apoyo constante y ser quienes han sido mi bastón al caminar, pues han creído en mi capacidad y esfuerzo.

A mis hermanos Wellington Gutiérrez y Jeremy Gutiérrez por ser mi fortaleza en el día a día, por estar en todo momento difícil y especial.

Gracias por ser mi inspiración para lograr mis objetivos, con todo mi cariño.

ÍNDICE GENERAL

1.	INFORMACION GENERAL.....	1
2.	RESUMEN DEL PROYECTO	2
3.	JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	3
4.	BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5.	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5.1	Situación problemática.....	4
6.	OBJETIVOS	4
6.1	Objetivo General	4
6.2	Objetivos Específicos	5
7.	ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8.	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1	Antecedentes de la Investigación	6
8.2	Sistema eléctrico de distribución subterránea	9
8.3	Elementos que conforman un sistema de distribución eléctrica	9
8.3.1	Sistema de subtransmisión	9
8.3.2	Subestación de distribución	9
8.3.3	Red primaria.....	10
8.3.4	Transformadores de distribución	10
8.3.5	Red secundaria	10
8.3.6	Acometidas y medidores	10
8.4	Topología del sistema.....	10
8.4.1	Red tipo radial	11
8.4.2	Red anillo abierto	11
8.4.3	Red anillo cerrado.....	11
8.4.4	Red tipo mallado	11
8.5	Equipos eléctricos de una red subterránea	11
8.5.1	Transformadores para redes subterráneas	11
8.5.1.1	Transformador sumergible.....	12
8.5.1.2	Transformadores tipo pedestal o paudmonted	12
8.5.1.3	Transformadores convencionales con frente muerto	13
8.5.1.4	Transformadores tipo seco	13
8.5.2	Equipos de protección y accesorios.....	13

8.5.2.1 Celdas de medio voltaje aisladas en SF6.....	14
8.5.2.2 Interruptor para redes subterráneas.....	14
8.5.3 Conectores.....	15
8.5.3.1 Conectores aislados separables.....	15
8.5.3.2 Tipos de Conectores para una red subterránea.....	15
8.6 Características de la carga.....	16
8.6.1 Factor de demanda.....	17
8.6.2 Factor de utilización.....	17
8.5.3 Factor de carga.....	17
8.6.4 Factor de diversidad.....	18
8.6.5 Factor de coincidencia.....	18
8.6.6 Factor de potencia.....	19
8.6.7 Demanda.....	19
8.6.8 Tasa de crecimiento de la demanda.....	20
8.6.9 Demanda máxima unitaria.....	20
8.7 Alumbrado público.....	20
8.8 Métodos de estimación de la demanda.....	21
9. HIPÓTESIS.....	21
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	21
10.1 Enfoque:.....	21
10.2 Modalidad básica de la investigación.....	21
10.2.1 Investigación bibliográfica.....	21
10.2.2 Investigación de campo.....	21
10.2.3 Investigación descriptiva.....	22
10.2.4 Investigación explicativa.....	22
10.2.5 Investigación documental.....	22
10.2.6 Investigación hipotética - deductiva.....	22
10.3 Técnicas e instrumentos.....	22
10.3.1 Observación.....	22
10.3.2 El experimento.....	22
10.3.3 Simulación.....	23
11. METODOLOGIA DE DISEÑOS DE DEMADA.....	23
11.1 Levantamiento de datos.....	23
11.1.1 Cobertura y localización.....	23
11.1.2 Delimitación del área de estudio.....	24

11.2 Sistema eléctrico actual del área de diseño	24
11.2.1 Potencia instalada del área de estudio	25
11.2.2 Tipo de usuarios	26
11.2.3 Análisis de la actual demanda	27
11.2.4 Ubicación de los centros de transformación.....	28
11.4 Método de diseño de red según EEASA	29
11.4.1 Sectorizar el área de influencia de la red.....	29
11.4.2 Demanda de diseño	30
11.4.3 Diseño de la red	30
11.5 Método de diseño según EEQ.....	32
11.5.1 Demanda Máxima Diversificada (DMD).....	32
11.5.2 Demanda de Diseño.....	32
11.5.3 Período de Diseño	33
11.5.4 Caída de Voltaje.....	33
11.6 Método de diseño REA (Rural Electrification Administration).....	34
11.6.2 Factor A	34
11.6.3 Factor B	35
12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	35
12.1 Tipo de cable conductor.	35
12.2 Determinación de la demanda de alumbrado público	37
12.3 Determinación de la demanda de clientes comerciales y especiales	37
12.4 Cálculo de la demanda de diseño EEASA.....	38
12.4.1 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios EEASA	39
12.4.2 Cálculo de caída de voltaje de circuitos primarios EEASA	40
12.5 Cálculo de la demanda de diseño EEQ	41
12.5.1 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios EEQ.....	42
12.5.2 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos primarios EEQ	44
12.6 Cálculo de la demanda de diseño método REA	44
12.6.1 Demanda de cocinas de inducción.	48
12.6.2 Cálculo de la demanda de diseño REA.....	49
12.6.3 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios REA	50
12.6.4 Cálculo de la caída de voltaje de circuito primario REA.....	51
12.7 Simulación.....	52
12.8 Lista de materiales eléctricos.....	55
12.9 Comparación y Discusión.....	55

12.9.1 Comparación de caídas de voltaje de circuitos secundarios.....	55
12.9.2 Comparación entre demandas de centros de transformación	57
12.9.3 Comparación económica	59
13. IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO:.....	60
14. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	60
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
16. BIBLIOGRAFÍA	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Actividades y sistema de tareas relacionado a los objetivos.....	5
Tabla 2	Tipos de Conectores Red.....	15
Tabla 3	Ubicación Georreferenciada del cantón Pelileo.....	23
Tabla 3.1	Potencia de transformadores actuales del área de estudio.	25
Tabla 3.2	Tipo de tarifas de clientes del área de concesión	26
Tabla 3.3	Agrupación de categorías con respecto al tipo de cliente	26
Tabla 3.4	Número de usuarios en el área de estudio.....	27
Tabla 3.5	Consumo por manzana y por tipo de usuario	27
Tabla 3.6	Centros de transformación para el diseño eléctrico.....	29
Tabla 3.7	Demanda Máxima Unitaria de acuerdo a EEASA.	30
Tabla 3.8	Valores Máximos de Caídas de Voltaje en el alimentador Primario EEASA.	31
Tabla 3.9	Valores Máximos de Caídas de Voltaje de la red secundaria EEASA	31
Tabla 3.10	Estratos de consumo de acuerdo a EEQ [18].	32
Tabla 3.11	Valores Máximo de Caída de Voltaje en el Alimentador Primario EEQ	33
Tabla 3.12	Valores Máximos de Caídas de Voltaje de la red secundaria EEQ.....	34
Tabla 4.	Reactancia de la configuración del cable de aluminio trifásico a 4 hilos.....	35
Tabla 4.1	Valores "a" de cada configuración.	36
Tabla 4.2	Demanda de alumbrado Público.....	37
Tabla 4.3	Demanda de Usuarios Comerciales y Especiales.....	38
Tabla 4.4	Demanda de diseño para los centros de transformación.....	38
Tabla 4.5	Proyección de Demanda EEASA	38
Tabla 4.6	Dimensionamiento de transformadores	39
Tabla 4.7	Caída de Voltaje EEASA.....	40
Tabla 4.8	Caída de voltaje circuito primario EEASA.....	41
Tabla 4.9	Demanda de diseño para los centros de transformación EEQ	41

Tabla 4.10 Proyección de Demanda EEQ.....	42
Tabla 4.11 Dimensionamiento de transformadores EEQ.....	42
Tabla 4.12 Caída de Voltaje EEQ.....	43
Tabla 4.13 Caída de voltaje de circuitos primarios EEQ	44
Tabla 4.14 Datos de consumo de la manzana 17.....	45
Tabla 4.15 Demandas coincidentes.....	45
Tabla 4. 16 Demandas coincidentes para usuarios de cada manzana.....	45
Tabla 4.17 Consumo promedio de los usuarios.....	46
Tabla 4.18 Determinación de Demandas diversificadas REA.....	47
Tabla 4.19 Demanda diversificada de cocinas de inducción.....	48
Tabla 4.20 Demanda de diseño REA	49
Tabla 4.21 Proyección de Demanda REA.....	49
Tabla 4.22 Dimensionamiento de transformadores REA.....	50
Tabla 4.23 Caída de Voltaje Método REA.....	51
Tabla 4.24 Caída de voltaje del circuito primario REA	51
Tabla 4.25 Resultados de la Caída de Voltaje de los Tres Métodos Utilizados.....	55
Tabla 4. 26 Comparación de demandas de diseño de cada método.....	58
Tabla 4.27 Comparación Económica de cables conductores	59
Tabla 5 Presupuesto aproximado del proyecto.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Transformador tipo sumergible.	12
Figura 1.1 Transformadores tipo Pedestal [12].	12
Figura 1.2 Transformador con frente muerto [12].	13
Figura 1.3 Transformador tipo seco. [12]	13
Figura 1.4 Celdas de medio voltaje aisladas en SF6 [12].	14
Figura 1.5 Seccionador Interruptor [12].	14
Figura 2 Curva de la demanda diaria nacional del Ecuador.	19
Figura 3 Área proyectada de intervención.	24
Figura 4 Curva de demanda unitaria de cocinas de inducción.	49
Figura 4. 1 Ingreso de datos del transformador.	52
Figura 4. 2 Ingreso de datos del conductor	53
Figura 4. 3 Ingreso de datos para la configuración del cable conductor.	54
Figura 4. 4 Trazo de redes secundarias en Cymdist.	54
Figura 4. 5 Comparación de porcentajes de caídas de Voltaje.	56
Figura 4.6 Comparación de la demanda de centros de transformacion	59

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

TITULO: “ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS”

Autor: Gutierrez Cunalata Mario Sebastian

RESUMEN

En el presente proyecto investigativo se establece un estudio comparativo de las metodologías de diseño de redes de distribución eléctrica subterránea tanto, técnica como económica, lo cual se realiza mediante un estudio de diseño eléctrico del centro del cantón de Pelileo perteneciente a la Provincia del Tungurahua. Al momento de ejecutar un diseño eléctrico subterráneo, se puede constatar que no cuenta con una metodología estandarizada para realizarlo, por lo que se aplican métodos distintos dependiendo del área de concesión de los proyectos de soterramiento que posee cada una de las empresas distribuidoras de energía eléctrica del país, haciendo que estas varíen el cálculo de las demandas de diseño según el área de concesión de las mismas, perjudicando la obtención exacta de un diseño eléctrico y consecuentemente afecte para la adquisición e implementación de equipos y materiales, siendo estos sobredimensionados a un costo elevado. Por tal motivo en la presente investigación se toma tal referencia y se hace mención a tres distintos métodos de análisis de diseño aplicados por las empresas distribuidoras: Ambato, Quito y Método de la REA (Rural Electrification Administration), en lo cual se establece una comparación analítica y descriptiva de estos métodos. Por medio de la elaboración de un diseño eléctrico de distribución subterránea del centro del cantón Pelileo en el cual se ejecutan cada una de las metodologías planteadas, de acuerdo a sus normas establecidas donde se obtienen valores variables dependiendo al método que utilizado para el cálculo, tanto de sus demandas máximas coincidentes de los centros de transformación como de las caídas de voltaje en los circuitos secundarios, mismas que representan distintos dimensionamientos de materiales y equipos y por ende distintos costos lo cual involucra un costo diferencial de \$136.374,60 en la elaboración de cada rubro dependido la metodología ocupada

Palabras Clave: Demanda, dimensionamiento, metodologías, subterráneo.

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERIA ELECTRICA

TITLE: “COMPARATIVE STUDY OF THE DESIGN METHODOLOGIES OF UNDERGROUND DISTRIBUTION NETWORKS”

Author: Gutiérrez Cunalata Mario Sebastian

ABSTRACT

This research project establishes a comparative study of the design methodologies of underground electrical distribution networks in both, technical and economical methodologies. This is carried out through an electrical design study of Pelileo canton downtown, Tungurahua Province. When executing an underground electrical design, it can be found that it does not have a standardized methodology for performing it, so different methods are applied depending on the concession area of the underground projects owned by each of the country's electricity distribution companies, this causes a variation in the calculation of design demands depending to the area of grant, harming the performance of the electrical design and consequently affects the acquisition and implements equipment and materials, being oversized at a high cost. For this reason, this reference is taken in this investigation, and three different design analysis methods are mentioned by the distribution companies: Ambato, Quito and Method of the REA (Rural Electrification Administration), in which an analytical and descriptive comparison of these methods is established. Through the designing of an underground electrical distribution design in the Pelileo canton downtown, in the proposed methodologies is executed, according to its established norms, variable values are obtained depending on the calculation method used, so we can know about both the maximum matching demands and voltage drops in the secondary circuits, which represent different dimensions of materials and equipment and therefore different costs, which involves a differential cost of \$ 136,374.60 in the preparation of each item depending on the methodology used.

Keywords: Demand, sizing, methodologies, underground.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS GUTIÉRREZ CUNALATA MARIO SEBASTIÁN**, cuyo título versa “**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,



MARCO ANTONIO VERDEZOTO LEÓN
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C.0201890316

1. INFORMACION GENERAL

Título del Proyecto:

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS

Fecha de inicio: 18 de Marzo 2019

Fecha de finalización: 12 de Febrero 2020

Lugar de ejecución:

Cantón Pelileo- Provincia de Tungurahua

Facultad que auspicia:

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (C. I. Y. A)

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica

Proyecto de investigación vinculado:

Proyecto de carrera vinculado con la sociedad.

Equipo de Trabajo:

- MSc. Ing. Gabriel Pesantez (Tutor)
- Mario Sebastian Gutierrez Cunalata

Área de Conocimiento:

Distribución de Energía Eléctrica.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Explotación y Diseño de Sistemas Eléctrico de Potencia.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

En el presente proyecto investigativo se establece un estudio comparativo de las metodologías de diseño de redes de distribución eléctrica subterránea tanto, técnica como económica, lo cual se realiza mediante un estudio de diseño eléctrico del centro del cantón de Pelileo perteneciente a la Provincia del Tungurahua. Al momento de ejecutar un diseño eléctrico subterráneo, se puede constatar que no cuenta con una metodología estandarizada para realizarlo, por lo que se aplican métodos distintos dependiendo del área de concesión de los proyectos de soterramiento que posee cada una de las empresas distribuidoras de energía eléctrica del país, haciendo que estas varíen el cálculo de las demandas de diseño según el área de concesión de las mismas, perjudicando la obtención exacta de un diseño eléctrico y consecuentemente afecte para la adquisición e implementación de equipos y materiales siendo estos sobredimensionados a un costo elevado. Por tal motivo en la presente investigación se toma tal referencia y se hace mención a tres distintos métodos de análisis de diseño aplicados por las empresas distribuidoras: Ambato, Quito y Método de la REA (Rural Electrification Administration), en lo cual se establece una comparación analítica y descriptiva de estos métodos. Por medio de la elaboración de un diseño eléctrico de distribución subterránea del centro del cantón Pelileo en el cual se ejecutan cada una de las metodologías planteadas, de acuerdo a sus normas establecidas donde se obtienen valores variables dependiendo al método que utilizado para el cálculo, tanto de sus demandas máximas coincidentes de los centros de transformación como de las caídas de voltaje en los circuitos secundarios, mismas que representan distintos dimensionamientos de materiales y equipos y por ende distintos costos lo cual involucra un costo diferencial de \$136.374,60 en la elaboración de cada rubro dependido la metodología ocupada.

Palabras Clave: Demanda, dimensionamiento, metodologías, subterráneo, rubro.

3. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La Empresa Eléctrica Ambato como distribuidora de energía eléctrica del cantón Pelileo, con el fin de acatar la disposición del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables sobre el reemplazo de redes aéreas a subterráneas, la cual se toma a consideración para la realización de proyectos de soterramiento que beneficia a la comunidad.

En el presente proyecto se pretende realizar el diseño de un sistema eléctrico de distribución aplicando distintas metodologías de diseño para posteriormente realizar una comparación en las variaciones tanto técnicas como económicas que se produzcan.

El estudio comparativo de metodologías de diseño de redes de distribución subterránea a su vez refleja que método de diseño de redes de distribución subterránea es el más exacto, tratando de limitar posibles sobredimensionamientos de las cargas en equipos o en cables conductores de electricidad, brindando beneficios técnicos y económicos por su adquisición.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto tendrá un impacto social puesto que no solo se beneficiara la empresa eléctrica distribuidora sino también la población a la que va dirigida siendo así:

Los beneficiarios directos son los usuarios quienes sentirán seguridad al no existir redes aéreas y el riesgo de posibles descargas eléctricas que perjudiquen la salud dejaría de existir, se incrementa la confiabilidad en la empresa eléctrica distribuidora sintiendo la garantía de este sistema, aumenta la plusvalía en el territorio, por lo anteriormente mencionado y por la nueva fachada estética que se presentaría en la zona territorial.

El beneficiario directo es la empresa de distribución eléctrica, pues al usar una metodología exacta, le permite calcular de una forma más idónea los diseños de redes de distribución subterránea para la adquisición de materiales y equipos, evitando el sobredimensionamiento, e incrementado la confiabilidad del sistema eléctrico garantizando un abastecimiento energético continuo y seguro.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1 Situación problemática

Se constata que para el análisis de diseño de una red eléctrica de distribución subterránea existe desconocimiento entre aspectos técnicos y económicos al utilizar distintas metodologías de diseño para generar el cálculo de las redes eléctricas, es por ello que se hace necesario un análisis técnico de las metodologías que ocupan las empresas encargadas de la distribución eléctrica de Ambato, Quito y de la metodología internacional de la REA, de las cuales se comparan las variables técnicas y económicas de cada metodología para evitar sobredimensionamientos en equipos y materiales siendo económicamente factibles para su posterior ejecución.

Las redes de distribución aéreas generan inseguridad debido a diferentes temáticas, entre las que se pueden mencionar las siguientes: la inseguridad debido a la cercanía de los cables eléctricos a las líneas así como la contaminación visual, a su vez radica en estas una baja confiabilidad, lo que se traduce en continuos cortes de energía. Finalmente se puede mencionar como otro inconveniente las conexiones clandestinas que se presentan en las zonas.

Todos estos factores afectan a la Empresa Distribuidora de Energía, produciendo una baja calidad de energía que termina por verse reflejada en la insatisfacción de los usuarios finales. Es por esto que surge la necesidad de realizar el diseño eléctrico de una nueva red subterránea, para la solución se emplean métodos de diseño aplicados por las empresas distribuidoras: Ambato, Quito y Método de la REA (Rural Electrification Administration).

Se realiza el análisis y comparación técnica y económica de los métodos, analizando y comparando los resultados obtenidos por las tres metodologías.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Realizar la comparación de metodologías de diseño utilizadas en las empresas de distribución EEASA, EEQ y metodología de la REA aplicado al proyecto de soterramiento de las redes de distribución del centro de Pelileo.

6.2 Objetivos Específicos

- Analizar la recopilación bibliográfica de metodologías de diseño de redes subterráneas utilizadas por las empresas de distribución eléctrica EEASA, EEQ y metodología de la REA.
- Diseñar un sistema de distribución eléctrica soterrado para el centro del cantón Pelileo con la utilización de cada metodología planteada.
- Establecer una comparación técnica y económica de cada metodología de diseño.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas relacionado a los objetivos.

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad
Analizar la recopilación bibliográfica de metodologías de diseño de redes subterráneas utilizadas por las empresas de distribución eléctrica EEASA, EEQ y metodología de la REA.	Recepción de material bibliográfico que argumenta la utilización de cada metodología.	Obtener los parámetros de diseño para cada metodología.
Diseñar un sistema de distribución eléctrica soterrado para el centro del cantón Pelileo con la utilización de cada metodología planteada.	Delimitar el área. Ubicación de centros de transformación y pozos. Calculo de demandas de diseño. Elaboración de los planos de ductos, iluminación, bajo y medio voltaje.	La ubicación exacta de las cámaras de transformación. Obtención de la demanda actual del área de concesión. Obtención del plano eléctrico el cual conste con todas las especificaciones técnicas.
Establecer una comparación técnica y económica de cada metodología de diseño.	Comparación y discusión con los resultados obtenidos en cada método realizado. Obtención de rubros eléctricos contemplados para el proyecto de cada método.	Establecer una discusión técnica-económica de que método es el más adecuado y real para el establecer un diseño eléctrico subterráneo. Brindar una lista de rubros reales para una posterior ejecución del proyecto.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Antecedentes de la Investigación

Es conveniente implementar un sistema de distribución subterráneo, dado el peligro que representan las redes de distribución aéreas para sus habitantes como para su propia red sin olvidar el impacto visual de las líneas. proporcionado en el estudio de factibilidad para el sistema de distribución de energía eléctrica subterránea [1].

En el cantón Pelileo , siendo este uno de los cantones con mayor porcentaje de habitantes en la Provincia de Tungurahua es un claro ejemplo del desarrollo urbanístico en donde las redes de distribución eléctrica aéreas han aumentado con gran rapidez, y causado aglomeración de cableado en los postes que las sostienen, es por ello que al verse tal magnitud de incremento poblacional y exceso de conductores aéreos se constata también un riesgo para el bienestar de sus habitantes y la confiabilidad del sistema, por lo cual es necesario realizar el soterramiento de sus redes de distribución eléctrica.

La construcción de una red de distribución de energía eléctrica tipo subterránea se justifica a plenitud por las siguientes razones: alta confiabilidad, economía en la operación y mantenimiento, disminución de contaminación visual e incremento en plusvalía [2].

El estudio de factibilidad de una red subterránea describe un proceso técnico que debe aplicarse para la determinación de parámetros de diseño de una red de energía eléctrica, el cual debe partir desde el estudio de diseño de demanda, es decir estudiar la carga instalada que posee el sector [3].

Para lo cual se debe considerar el número de usuarios que intervienen en el sector con su respectivo consumo actual, donde se realiza el levantamiento de información del área, la misma que permite la colocación idónea de cada centro de transformación y el trazado de una nueva topología de red idónea para la realización del estudio de diseño.

Para la creación de un nuevo diseño eléctrico de distribución subterráneo se debe considerar un pronóstico de crecimiento de cargas los cuales se basa en un incremento horizontal al que se refiere al aumento de demanda debido a la creación de nuevas viviendas, y un incremento vertical al que toma en cuenta como un incremento de carga por modificaciones en la construcción de un sistema ya consolidado descrito en el diseño eléctrico de la red subterránea para la ciudad de Santo Domingo [4].

Para la ejecución del diseño de la red subterránea del centro de Pelileo se toman en cuenta que el área de estudio a intervenir se encuentra ya consolidada por lo cual se descarta la posibilidad de un aumento considerable en un incremento horizontal, por lo cual se toma en consideración la proyección de demanda para un incremento vertical para los próximos años.

La incidencia del programa de cocción eficiente impulsada por el Gobierno Nacional existe un cambio en la demanda máxima unitaria al sustituir las cocinas de GLP por cocinas de inducción por lo cual el diseño de redes de distribución debe acoplarse a la demanda máxima unitaria reestructurada al incluir estas variaciones según [5].

Al acoplarse a la introducción de nueva carga potencial a cada uno de los usuarios las empresas distribuidoras encargadas del abastecimiento de energía eléctrica, deben aumentar la potencia en la demanda máxima diversificada por usuario anexada en sus datos de guía de diseño para garantizar el servicio energético con garantías, en lo cual estos datos son de mucha importancia para la realización de estudios de demandas de diseño de redes de distribución esta interviene para el dimensionamiento directo de equipos como cables conductores.

Para elaborar un diseño eléctrico se estudian los arreglos de las redes de distribución analizando sus ventajas al momento de presentarse una falla, la selección de una topología es fundamental la cual indica cómo y dónde hay que operar la red en caso de alguna falencia [6].

El diseño de una red siempre va acompañado de su topología la cual ayuda a realizar labores de maniobrabilidad en caso de existir alguna falla, por otro lado, esta topología ayuda a la dimensión de la obra civil la misma que se proyecta según la dimensión del sentido topológico de la red corroborando para el tipo de bancos de ductos.

El uso de especificaciones técnicas permite diseñar y construir de forma técnica las redes subterráneas de distribución eléctrica, la determinación del tipo y tamaño de las cargas eléctricas, es fundamental durante el diseño de redes de distribución subterráneas [7].

El levantamiento de información de la demanda actual, la estimación de la demanda proyectada, la delimitación del área de estudio, y el número y tipos de usuarios son esencialmente importantes para la realización del estudio de soterramiento de líneas eléctricas, lo cual conlleva a tener un claro resultado tanto para el dimensionamiento de potencia para cada centro de transformación como para la elección adecuada del conductor, y

debidamente para sus protecciones, ya que a partir de dicho proceso es posible la elección de los equipos y accesorios a utilizar.

Las redes de distribución subterráneas son empleadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, confiabilidad de un buen servicio eléctrico, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo [8].

En la actualidad las redes aéreas están siendo reemplazadas por subterráneas en zonas altamente pobladas, en donde las empresas distribuidoras con el fin de brindar un mejor servicio a sus clientes, mejorando la calidad y confiabilidad de su sistema la misma que va a la par con el mejoramiento de la estética y seguridad, lo cual emotiva al crecimiento comercial y turístico del cantón.

El estudio de soterramiento para líneas eléctricas contempla un amplio estudio en el área tanto eléctrica como civil para su construcción los proyectos subterráneos de distribución eléctrica presentan en forma de planos, especificaciones y un informe que contiene además de los cálculos, todos los aspectos básicos del diseño en forma detallada con la intención de facilitar la comprensión del proyecto [9].

El diseño de una red subterránea contempla el estudio técnico normalizado con las normas y equipos de construcción homologados por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables esto hace que sea comprendido por cualquier ingeniero eléctrico, para una posterior construcción, lo cual se basa en el identificativo de planos, como del estudio técnico el contempla el cálculo de ingeniería del diseño eléctrico subterráneo.

La ubicación y características de las obras civiles donde se colocan los conductores, equipos y demás accesorios eléctricos contribuyen a una alta confiabilidad y eficiencia durante el funcionamiento de la red ya que garantiza la protección y el fácil mantenimiento de equipos [10].

La utilización de equipos y materiales que corresponden al área civil, son materiales homologados por las empresas distribuidoras de energía y por el Manual de Construcción de redes Subterráneas, los cuales son de alta resistividad garantizando la protección y la permeabilidad tanto como para los ductos, pozos, y cámaras de transformación que se son habituales en este tipo de proyectos.

8.2 Sistema eléctrico de distribución subterránea

Son empleadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas [8].

8.3 Elementos que conforman un sistema de distribución eléctrica

Los elementos que conforman un sistema de distribución pueden ser representados jerárquicamente como:

- Subtransmisión
- Subestación de Distribución
- Red primaria
- Transformador de Distribución
- Red Secundaria
- Acometidas y Medidores

8.3.1 Sistema de subtransmisión

Las líneas de subtransmisión están generalmente alimentadas desde una subestación de transmisión y distribuyen energía a varias subestaciones de distribución [9].

Los niveles de voltaje son directamente correspondidos a la magnitud de la demanda que se maneja, en caso de la Empresa Eléctrica Ambato el nivel de subtransmisión es de 69 KV, el mismo que es distribuido a las diferentes subestaciones reductoras las cuales disminuyen el nivel de voltaje.

8.3.2 Subestación de distribución

Las subestaciones de distribución (S/E) son aquellos puntos de transformación ubicados estratégicamente la cual se encarga de la transformación de energía eléctrica de nivel de voltaje de subtransmisión a nivel de voltaje primario de distribución [8].

La subestación de distribución eléctrica consta a más de los transformadores de potencia, con elementos de protección a la entrada y salida, con elementos de control y algunos de servicios auxiliares. Además, estas permiten que las unidades de la subestación puedan intercambiarse al momento de existir alguna emergencia.

Para el caso de la distribución eléctrica del cantón Pelileo el nivel de voltaje primario de distribución el cual es transformado por estas subestaciones es de 13,8KV.

8.3.3 Red primaria

La distribución de energía eléctrica se denomina voltajes primarios a aquellos voltajes de nivel intermedio, los cuales parten desde las subestaciones de distribución y sirven a un buen número de transformadores de distribución esparcidos en un área relativamente grande [8].

El nivel de voltaje de la red primaria, por parte de la Empresa Eléctrica Ambato como empresa distribuidora de energía en el cantón utiliza un voltaje de 13,8 Kv el mismo que se distribuye para cada transformador de distribución existente en el área de concesión.

8.3.4 Transformadores de distribución

El transformador es un equipo eléctrico que sirve para aumentar o disminuir voltaje manteniendo la potencia de ingreso la misma que debe ser igual a la que sale, lo cual no es común ya que existen pequeñas pérdidas porcentuales, debido a diferentes factores constructivos del mismo. Su uso es común en los sistemas eléctricos de distribución y pueden ser de diferente potencia de acuerdo a lo estimado en los estudios de diseño.

8.3.5 Red secundaria

La red de distribución secundaria se inicia en los bornes de bajo voltaje del transformador de distribución hasta el punto más alejado donde sea necesario proveer de servicio eléctrico, asegurando la confiabilidad y continuidad del servicio eléctrico [8].

8.3.6 Acometidas y medidores

Las acometidas son instalaciones eléctricas que se conectan desde el circuito secundario hasta los bornes de bajo voltaje de los medidores, los cuales son los encargados de medir y registrar la energía de consumo de cada usuario, para la toma de mediciones se lo realiza en kW-h.

8.4 Topología del sistema

Las topologías que adopta una red de distribución hacen referencia al esquema o método escogido para que la energía se distribuya desde la fuente hasta la carga. Para el diseño de la red subterránea se escogerá una topología de acuerdo a las necesidades eléctricas del sector donde se vaya a aplicar teniendo en cuenta también el aspecto constructivo de la red. Las topologías más usadas en un sistema de distribución eléctrica son: de tipo radial, anillo abierto, anillo cerrado y de tipo mallado.

8.4.1 Red tipo radial

La característica principal de esta topología es que la alimentación de energía se lo realiza por un solo extremo, siendo este poco confiable, porque al momento de ocurrir alguna falla se desconectaría todo el alimentador, es de bajo costo y de fácil implementación.

8.4.2 Red anillo abierto

Esta topología se caracteriza por ser alimentada por dos fuentes de alimentación distintas las cuales forman un anillo, Esta topología es muy confiable ya que al momento de existir una falla en la fuente de alimentación entrará en funcionamiento la otra sin dejar de brindar el suministro eléctrico a sus usuarios, esto hace que esta topología sea muy confiable y de fácil operación y mantenimiento [4].

8.4.3 Red anillo cerrado

Este tipo de topología se caracteriza por ser alimentada por dos trayectorias paralelas en forma de anillo, en lo cual uno solo de estos es el que brinda el servicio, en caso de contingencias se lo puede alimentar por el otro extremo por medio de un interruptor normalmente abierto. Esta topología es muy confiable y tiene una facilidad de operación de mantenimiento [4].

8.4.4 Red tipo mallado

Para el tipo mallado posee más de una trayectoria de alimentación, los circuitos primarios se conectan entre ellos formando una red paralela obteniendo una muy alta confiabilidad en relación a las demás, para lo cual el uso de protecciones es complejo y costoso [9].

8.5 Equipos eléctricos de una red subterránea

Son aquellos equipos que se utilizan para la distribución eléctrica subterránea. Entre los cuales son: Centros de Transformación, Seccionadores, equipos de protección y aislamiento entre otros.

8.5.1 Transformadores para redes subterráneas

Los transformadores son equipos que se utilizan para reducir o aumentar el voltaje de la red, En el caso de distribución eléctrica subterránea los transformadores autorizados por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables para cumplir estas labores son: Transformadores sumergibles, Transformadores tipo Pedestal o Padmonted, Transformadores Convencionales con frente muerto y Transformadores Tipo Seco.

8.5.1.1 Transformador sumergible

Los transformadores sumergibles son aquellos equipos utilizados en cámaras subterráneas propensos a inundaciones, Este tipo de transformador está diseñado para operar en situaciones extremas, puede soportar inundaciones bajo condiciones predeterminadas de presión y tiempo. Para la parte de operación de estos transformadores sus partes vivas como fusibles, instrumentos y boquillas son montadas en la tapa superior del mismo [12].



Figura 1 Transformador tipo sumergible [12].

8.5.1.2 Transformadores tipo pedestal o paudmonted

Estos transformadores tipo pedestal monofásicos y trifásicos se fabrican especialmente para aquellos sitios donde la distribución de medio voltaje es subterránea tales como: urbanizaciones, parques, aéreas verdes, plazas, etc. y estarán ubicados a la intemperie o excepcionalmente en lugares donde no exista el espacio físico para la construcción de una cámara eléctrica a nivel. Estos transformadores no necesitan estar en cámaras subterráneas, y son de fácil mantenimiento y operación [12].



Figura 1.1 Transformadores tipo Pedestal [12].

8.5.1.3 Transformadores convencionales con frente muerto

La característica principal de estos transformadores es que no disponen de elementos expuestos en medio voltaje los cuales pueden provocar riesgos sobre posibles eventualidades. Sus especificaciones serán similares a los transformadores convencionales a excepción de la conexión exterior de medio voltaje el cual se efectuará por medio de conectores elastoméricos [12].



Figura 1.2 Transformador con frente muerto [12].

8.5.1.4 Transformadores tipo seco

Estos transformadores son amigables con el medio ambiente los mismos que no contaminan el medioambiente al igual que su refrigeración es por aire sin necesidad de ventilación forzada y no requiere servicios complicados y periódicos para asegurar su correcto funcionamiento, son libres de mantenimiento [12].



Figura 1.3 Transformador tipo seco. [12]

8.5.2 Equipos de protección y accesorios

Los equipos de protección son aquellos instrumentos eléctricos que se usan para maniobrar una red eléctrica los cuales brindan seguridad y confianza al momento de realizar algún trabajo de operación y mantenimiento de red, garantizando una confiabilidad y seguridad tanto al operario como a la red [13].

8.5.2.1 Celdas de medio voltaje aisladas en SF6.

Estas celdas forman parte del equipo de protección, las cuales son encargadas de abrir y cerrar y cerrar el circuito, Las celdas con aislamiento en SF6 deben ser diseñadas y probadas para aplicaciones en servicio interior, empleando como medio de aislamiento el gas hexafluoruro de azufre (SF6). Estas celdas deberán ser diseñadas para todo tipo de aplicaciones en servicio interior, instaladas en cámaras a nivel.

Este tipo de celdas no deberán ser ubicadas en cámaras subterráneas, para este caso deberá instalarse equipos de tipo sumergible según norma NEC 923-7b3 [12].



Figura 1.4 Celdas de medio voltaje aisladas en SF6 [12].

8.5.2.2 Interruptor para redes subterráneas

Los interruptores para redes subterráneas poseen seccionadores interruptores de apertura con carga e interruptores de falla con sistema de extinción al vacío.

Están conectado con codos y empotrados en un tanque de acero, los cuales poseen un aislamiento en SF6, protegidos contra cualquier eventualidad ambiental.



Figura 1.5 Seccionador Interruptor [12].

Dispone de 2 vías hasta 6 vías, los cuales contienen terminales de barra, seccionadores y/o interruptores de fallas.

Los terminales estarán equipados con boquillas tipo pozo con capacidad de 200 A o boquillas tipo perno de 600 o 900 A [12].

8.5.3 Conectores

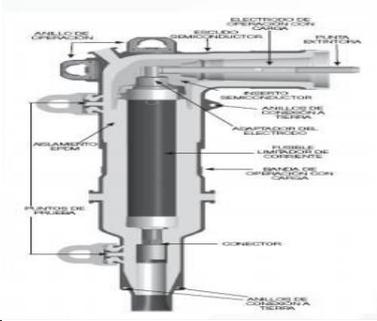
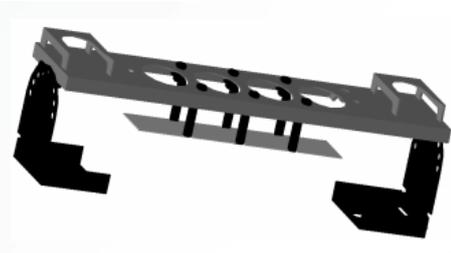
8.5.3.1 Conectores aislados separables

Son elementos de protección los cuales permiten tener terminaciones aisladas para instalar en los extremos de los cables, permitiendo además la conexión y desconexión de una manera aislada y segura hacia cada equipo.

8.5.3.2 Tipos de Conectores para una red subterránea

Tabla 2 Tipos de Conectores Red Subterránea [13].

Conectores	Características
 <p data-bbox="424 972 676 1005">Boquilla tipo pozo</p>	Sirve como enlace o unión entre el bobinado primario del transformador y la boquilla tipo inserto.
 <p data-bbox="368 1458 735 1491">Boquilla tipo inserto doble</p>	Sirve para convertir los transformadores radiales en anillo o añadir un pararrayo tipo codo, también sirve como acoplamiento de boquillas tipo pozo y conector.
<p data-bbox="280 1615 341 1809">Conector tipo</p>  <p data-bbox="517 1834 584 1868">codo</p>	Sirven para la unión de conectores aislados separables, donde se hace posible la conexión a los equipos.

 <p style="text-align: center;">Conector tipo T</p>	<p>Este conector no se utiliza en aquellas conexiones donde la operación sea continúa debido a que posee un blindaje, frente muerto y son totalmente sumergibles.</p>
<p>Cod o port a fusi ble</p> 	<p>Se utilizar para realizar operaciones bajo carga el cual combina una terminación conectable sellada el cual contiene un fusible limitador de corriente.</p>
 <p style="text-align: center;">Barrajes desconectarles</p>	<p>Este equipo es encargado de seccionar circuitos y hacer derivaciones en medio voltaje.</p>
 <p>Descargador o pararrayos tipo codo</p>	<p>Son equipos que se utilizan para la protección de los equipos sobre posibles sobre voltajes.</p>

8.6 Características de la carga

Las características eléctricas vinculadas con la carga, está relacionada con los receptores de energía o usuarios, los mismos que consumen cargas determinadas de energía eléctrica es por

esta razón que tanto sus característica como comportamiento deben conocerse a cada momento con el fin de obtener datos exactos para el pronóstico de la demanda en el sector, es necesario realizar un estudio minucioso de la demanda donde se debe considerar adecuadamente la magnitud de estas cargas para tener una muy buena planificación de alimentación eléctrica de las mismas. Los factores de carga más utilizados en la determinación de los cálculos son los siguientes:

8.6.1 Factor de demanda.

El factor de demanda de un intervalo de tiempo, de una carga es la relación existente entre la demanda máxima y su carga instalada. El factor de demanda debe ser menor o igual 1, es igual o superior a 1 solo en casos excepcionales [14].

$$FD = \frac{D_{Max}}{C_{inst}} \quad (1)$$

Donde:

FD= Factor de demanda

D_{Max} =Demanda máxima

C_{inst} =Carga instalada

8.6.2 Factor de utilización.

El factor de utilización en un intervalo de tiempo, es la relación entre la demanda máxima y la capacidad nominal del elemento en cuestión. Este factor representa la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando en un periodo de carga dado.

$$FU = \frac{D_{Max}}{P_{inst}} \quad (1.1)$$

Donde:

FU= Factor de utilización

D_{Max} =Demanda máxima

P_{inst} =Potencia instalada

8.5.3 Factor de carga

Es la relación entre la demanda media y la demanda máxima en un intervalo de tiempo.

$$FC = \frac{D_{media}}{D_{Max}} \quad (1.2)$$

Donde:

FC= Factor de carga

D_{media} = Demanda media

D_{Max} = Demanda máxima

8.6.4 Factor de diversidad

El factor de diversidad está definido como la razón entre la suma de las demandas máximas individuales y la demanda máxima grupo de usuarios [8].

La selección de un transformador se lo calcula mediante la demanda máxima, sin embargo, cuando existe la presencia de varios usuarios su demanda máxima no coincide en el tiempo, dado a que sus usuarios no utilizan el 100% de su carga instalada en un mismo periodo de período. Por ende, es necesario considerar la diversidad de las cargas.

$$FD = \frac{\sum D_{max i}}{D_{M grupo}} \quad (1.3)$$

Donde:

FD = Factor de Diversidad

$\sum D_{max}$ = Suma de demandas máximas

$D_{M grupo}$ = Demanda máxima entre usuarios

8.6.5 Factor de coincidencia

Es la relación entre la demanda máxima que coincide en el grupo de consumidores y la suma de las demandas de potencia máxima de consumidores individuales que conforman del mismo grupo [8].

El factor de coincidencia es de suma importancia por el cual se calcula la demanda máxima rectificadora por este factor, el mismo que será aplicado para la selección de un equipo como transformadores o conductores lo cual con un buen calculo puede abaratar costos.

$$FC = \frac{D_{M grupo}}{\sum D_{max i}} \quad (1.4)$$

Donde:

FC= Factor de Coincidencia

$D_{M \text{ grupo}}$ = Demanda máxima entre usuarios

ΣD_{max} = Suma de demandas máximas

8.6.6 Factor de potencia

Se define como la relación entre potencia Activa y potencia aparente. Es de mucha importancia debido a que incide en el cálculo de caída de tensión, y en la capacidad nominal instalada.[9]

$$Fp = \cos\phi = \frac{P}{S} \quad (1.5)$$

Donde:

Fp = Factor de Potencia.

P= Potencia Activa

S = Potencia Aparente

8.6.7 Demanda

Se la define como la carga requerida durante un tiempo determinado, la cual se expresa en KW, KVA, y KVAR. En un ciclo de carga interesa siempre saber el valor de la demanda máxima la misma que sirve para elección de capacidad de los equipos [9].

Como se puede observar en la fig. 3 la curva de demanda máxima.

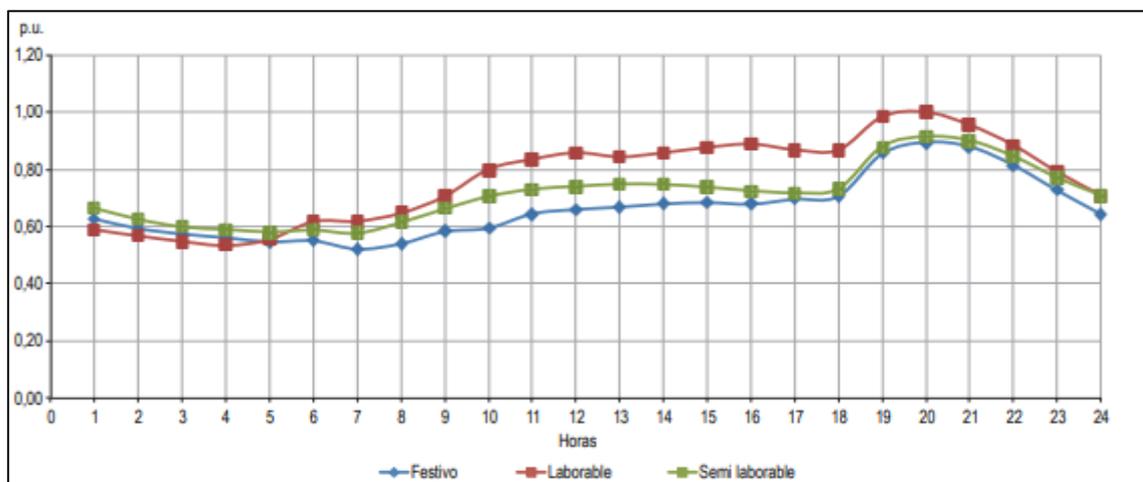


Figura 2 Curva de la demanda diaria nacional del Ecuador [15].

Cabe mencionar que la demanda es un lineamiento esencial para el estudio de los de sistemas de distribución, pues permite tener un adecuado dimensionamiento de equipos, conductores y aislantes para cada uno de estos.

8.6.8 Tasa de crecimiento de la demanda

La tasa de crecimiento para un estudio de diseño es muy importante la cual se la debe tomar en cuenta para el crecimiento de carga en el sistema la cual se debe calcular con mucho cuidado para evitar sobredimensionamientos en las demandas. La tasa de crecimiento depende del consumo siendo esta mayor para sectores de bajo de bajo consumo y menor para sectores de alto y medio consumo [8].

8.6.9 Demanda máxima unitaria

Es el máximo valor otorgado a la demanda en un intervalo de tiempo la cual ayuda a garantizar una proyección de demanda en los próximos años. La demanda máxima unitaria proyectada (DMUp) va directamente involucrada con la tasa de crecimiento para el cálculo de esta se lo realiza con ayuda de la siguiente ecuación.

$$DMUp = DMC * \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^t \quad (1.6)$$

Donde:

DMUp = Demanda máxima unitaria Proyectada

DMC= Demanda máxima coincidente

tc = Taza de crecimiento

t = Tiempo estimado de crecimiento

8.7 Alumbrado público

Para el diseño de redes de distribución subterráneas deben tomar en cuenta el control y el equipamiento de alumbrado público para proveer la iluminación de vías, parques de uso público. Se debe precautelar el aspecto estético satisfaciendo a los usuarios

Por lo tanto, se utilizará los niveles de luminancia establecidos con los factores de uniformidad, el tipo de fuente luminosa y la debía localización para su montaje respectivo, teniendo en cuenta que el circuito de iluminación es independiente a los circuitos secundarios del transformador.

8.8 Métodos de estimación de la demanda

Para la estimación de la demanda de diseño se puede utilizar distintas metodologías dependiendo la guía de diseño de cada empresa distribuidora en donde se hace énfasis en tres métodos los cuales son:

- Diseño según la Empresa Eléctrica Ambato
- Diseño según la Empresa Eléctrica Quito
- Método de Diseño de la (REA)

Las cuales posteriormente son aplicadas y comparadas en el diseño de la red eléctrica del centro del cantón Pelileo.

9. HIPÓTESIS

Existe una diferencia técnica-económica al utilizar distintas metodologías de diseño de redes eléctricas subterráneas entonces se establece una comparación analítica entre metodologías para establecer la más idónea.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Enfoque:

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo y bibliográfico, ya que el tema tratado fue recopilado a través de artículos científicos, esto se refiere a la primera etapa de un proceso investigativo, el cual proporciona conocimientos de temas ya existentes y facilitan la consecución de la investigación. Es cuantitativo por motivos de involucramiento de un análisis técnico numérico orientado a la explicación de resultado.

10.2 Modalidad básica de la investigación

10.2.1 Investigación bibliográfica.

Se recauda información de fuentes primarias y secundarias las que aportaran a la investigación para la realización del marco teórico.

10.2.2 Investigación de campo.

Se realiza en el mismo lugar de los hechos, se recoge la información en el lugar que se realice la investigación, se recolectará datos georreferenciales del centro del cantón Pelileo.

10.2.3 Investigación descriptiva

Permite describir las situaciones prevalecientes durante investigación, siendo estas las descritas por cada metodología de diseño.

10.2.4 Investigación explicativa.

Permite pronosticar la realización de efectos con un carácter correctivo en lo efectos, de esta manera se analizará los resultados del diseño por metodología de red subterránea hasta lograr los resultados esperados.

10.2.5 Investigación documental.

Se basa en la obtención y análisis de datos obtenidos.

10.2.6 Investigación hipotética - deductiva

A través de un procedimiento el investigador podrá hacer una práctica científica mediante la observación del fenómeno a estudiar, creando hipótesis para explicar el fenómeno, para deducir consecuencias para así llegar a la verificación o comprobación de resultados enunciados, deducidos y comprobados por la experiencia.

10.3 Técnicas e instrumentos

10.3.1 Observación.

Consiste en observar el fenómeno, registrar información y analizar. Con esta técnica se analizarán la base de datos de usuarios de energía eléctrica a su vez las estructuras de diseño que se puede utilizar para la red.

Las herramientas a emplear en dicha técnica son:

- Usuarios. - Se tendrá acceso a la base de datos de los clientes de la Empresa Eléctrica Ambato los cuales detallan el consumo de cada uno de los clientes que se encuentran dentro del área de concesión.
- Ubicación de usuarios. - Para lo cual se toma el contenido del software ArcGis el cual es un sistema que copia información georreferenciada de los usuarios y elementos eléctricos.

10.3.2 El experimento.

Es la comprobación del análisis técnico del diseño donde se basa en la comparación de los datos obtenidos en el cálculo experimental del proyecto, donde se evalúan los resultados y la evaluación de la hipótesis planteada, el cual también permite la corrección en caso de existir un tipo de error en el sistema.

Las herramientas informáticas a emplear en dicha técnica son:

ArcGis. - Es un software en el cual permite georreferenciar coordenadas reales, este contiene una base de datos donde se encuentran todos los equipos eléctricos instalados dando la ubicación exacta de los mismos.

Excel. - Es un software informático en cual permite realizar el cálculo de diseño, formatos, bases de datos, dimensionamientos, etc. para la elección de equipos adecuados.

AutoCAD.- Es un software el cual permite diseñar o graficar la estructura de modelo de la red eléctrica subterránea, el cual es de gran ayuda para la elaboración de los planos de diseño.

10.3.3 Simulación

Es comprobación de análisis la cual se basa en un proceso de modelar algún tipo de fenómeno real por medio de fórmulas matemáticas, el cual sirve para la evaluación de resultados y rectificarlos si es necesario.

Para la simulación del proyecto investigativo se lo realiza a través del software Cymdist el cual es un software de simulación que ayuda a constatar resultados del diseño el cual permite tener una simulación real del sistema garantizando así la ejecución futura del mismo.

11. METODOLOGIA DE DISEÑOS DE DEMADA

11.1 Levantamiento de datos

Para determinar el estudio de comparación de los métodos se realiza el diseño de la red subterránea del casco central del cantón Pelileo, donde se toma en cuenta factores y parámetros que ocupa cada metodología de cálculo.

11.1.1 Cobertura y localización

Para el levantamiento de datos lo primero que se toma en cuenta es el área proyectada de intervención o de concesión que va a tener el estudio el cual consta de un área aproximada de 20 manzanas detalladas en la fig. 3 siendo este el lugar céntrico de la ciudad.

Tabla 3 Ubicación Georreferenciada del cantón Pelileo.

Soterramiento de red Pelileo	
Zona	3
Región	Sierra
Coordenada x	773542.6164

Coordenada y	9853047.4486
Datum UTM	Wgs 84
Parroquia	Central
Cantón	Pelileo
Provincia	Tungurahua

11.1.2 Delimitación del área de estudio

Para conocer e identificar los números de usuarios y demandas que abarca el sector se debe limitar e identificar el número de manzanas del área a soterrar. En lo cual el presente proyecto involucra el soterramiento de redes eléctricas en los tramos siguientes:

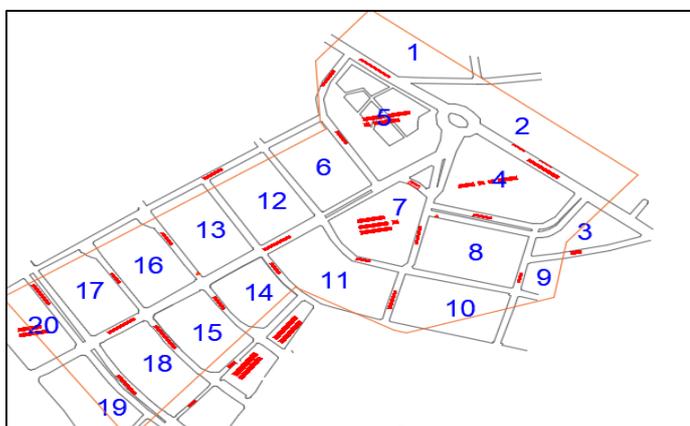


Figura 3 Área proyectada de intervención.

Como son:

- Av. De La Confraternidad que limita desde las calles Calicuchima y Celiano Monje.
- Av. P. Jorge Chacón y sus transversales la misma que limita entre la calle 22 de Julio hasta Av. De La Confraternidad.
- Av. Antonio Clavijo la cual limita entre la calle José Mejía hasta Av. De La Confraternidad.
- Calle Quiz Quiz la cual limita entre las calles Celiano Monge y Ricaurte.
- Calle Calicuchima entre la calle Celiano Monge y Av. De la Confraternidad.
- Calle Ricaurte entre calles Quiz Quiz y Calicuchima.

11.2 Sistema eléctrico actual del área de diseño

El sistema eléctrico actual es netamente aéreo el cual consta de una red trifásica de medio voltaje de 13800 voltios con un conductor trifásico 4/0 ASCR, el mismo que es energizado por el alimentador Pelileo de la subestación Pelileo. Esta red atraviesa toda la parte céntrica

de la ciudad alimentado los centros de transformación aéreos instalados, a partir de los cuales se deriva la red secundaria aérea de 220V la que se encarga de distribuir la energía eléctrica hasta cada acometida donde se encuentra su centro de medición perteneciente a cada usuario.

11.2.1 Potencia instalada del área de estudio

La Potencia instalada en el área de estudio consta de 13 transformadores siendo estos ubicados específicamente en lugares adecuados para mitigar caídas de voltajes de acuerdo a los límites emitidos por la empresa distribuidora encargada del área, siendo estos los abastecedores de potencia la cual es netamente suficiente para alimentar las cargas de sus usuarios.

En la tabla 3.1 se presenta la potencia instalada de cada transformador de distribución actualmente ubicada en el área de estudio.

Tabla 3.1 Potencia de transformadores actuales del área de estudio.

Id	Fase Conexión	Tipo	No. Transf.	Potencia KVA
13335	A	Monofásico	9481	25
19415	B	Monofásico	5010	15
74977	C	Monofásico	3361	25
13336	ABC	Trifásico	7155	50
21253	ABC	Trifásico	10089	50
23276	ABC	Trifásico	11239	30
23551	ABC	Trifásico	9430	45
59027	ABC	Trifásico	1766	45
60241	ABC	Trifásico	11178	50
62481	ABC	Trifásico	9603	50
283841	ABC	Trifásico	7539	50
21451	ABC	Trifásico	10418	160
217489	ABC	Trifásico	10894	50
TOTAL				642

Se puede verificar que la potencia instalada en el área de concesión de estudio es de 642 KVA, los cuales no tienen problemas de sobrecarga y operan con normalidad.

11.2.2 Tipo de usuarios

Para establecer el tipo de usuario esta se la define de acuerdo al Pliego Tarifario para las empresas eléctricas de distribución, dependiendo de las categorías tarifarias, con el fin de tener valores más reales de la demanda a utilizar. Los tipos de usuarios que intervienen en el cálculo de diseño del proyecto son adquiridos por los datos de la empresa eléctrica encargada del suministro energético en el anexo 7 se puede verificar el número y tipos de usuario pertenecientes al área de estudio. Los tipos de usuarios a intervenir en el estudio se detallan a continuación.

Tabla 3.2 Tipo de tarifas de clientes del área de concesión

Item	Tarifa
1	Residencial
2	Bombeo de Agua
3	Comercial con demanda
4	Comercial con demanda horaria
5	Comercial sin demanda
6	Industrial bajo voltaje
7	Industrial con demanda en bajo voltaje
8	Industrial con demanda horaria
9	Oficial bajo voltaje

Para el caso de estudio se debe tomar en cuenta que el área de diseño predomina clientes con tarifa residencial pero también existen clientes con las tarifas antes mencionadas en la tabla 3.2 para lo cual por motivos de cálculo se agrupan estas tarifas de la siguiente manera:

Tabla 3.3 Agrupación de categorías con respecto al tipo de cliente

Categorías	
Residencial	<ul style="list-style-type: none">- Residenciales- Oficial bajo voltaje
Comercial	<ul style="list-style-type: none">- Comercial con demanda- Comercial con demanda horaria- Comercial sin demanda
Especial	<ul style="list-style-type: none">- Bombeo de Agua- Industrial bajo voltaje- Industrial con demanda en bajo voltaje- Industrial con demanda horaria

Siendo estos:

Tabla 3.4 Número de usuarios en el área de estudio

Número de usuarios del área de estudio	
Tipo	Número de usuarios
Comerciales	262
Residenciales	350
Especiales	21

11.2.3 Análisis de la actual demanda

Para determinar la demanda actual del área de estudio se analizan los datos de consumo mensual de cada medidor instalado en esta, estos datos se los solicito a la empresa distribuidora (EEASA), responsable del área de concesión. Donde se procede a realizar la debida identificación georreferenciada por manzana de cada medidor perteneciente a cada usuario, por lo cual se puede saber y exportar cada uno de los consumos mensuales de estos.

Se ejecuta la debida agrupación de acuerdo a los tres tipos de usuarios antes mencionados con la tarifa promedio del consumo mensual por tipo de abonado y manzana. En la tabla 3.5 se puede observar el consumo mensual promedio por manzana y tipo de cliente.

Tabla 3.5 Consumo por manzana y por tipo de usuario

Consumo según el tipo de cliente							
Datos		Residenciales		Comerciales		Especiales	
Manzana	Usuarios T.	usuarios	(kWh-mes)	usuarios	(kWh-mes)	usuario	(kWh-mes)
1	18	12	113,22	5	169,80	1	472,00
2	43	30	151,90	12	295,00	1	99,00
3	15	6	249,00	9	241,00	0	0,00
4	53	19	117,31	33	154,58	1	510,00
5	25	17	149,00	8	157,00	0	0,00
6	49	32	158,00	13	268,00	4	650,00
7	32	11	99,80	19	81,78	2	690,50
8	50	27	120,81	20	192,75	3	865,21
9	17	13	123,07	4	100,25	0	0,00
10	16	10	54,50	6	355,33	0	0,00
11	44	15	233,00	29	260,00	0	0,00
12	37	20	100,95	15	324,00	2	342,50
13	49	26	133,52	22	120,56	1	456,87
14	25	19	126,20	6	135,96	0	0,00
15	32	22	136,85	8	198,52	2	569,41

16	32	21	185,45	10	165,21	1	458,45
17	45	23	150,45	20	175,54	2	853,20
18	27	15	129,20	11	213,58	1	395,20
19	11	7	132,18	4	189,50	0	0,00
20	13	5	148,52	8	160,20	0	0,00

Como se puede observar en la tabla 3.5 los consumos por manzana y por tipo de usuario no se mezclan esto ayuda para obtener el consumo específico del área para la aplicación del método de diseño de Demanda REA.

11.2.4 Ubicación de los centros de transformación

Para la ubicación idónea de los centros de transformación se considera la amplitud del área de estudio, además la demanda que estos ocupan en el actual tendido aéreo.

Se considera varias alternativas para la ubicación de los centros de transformación mismos que dependen de las demandas de cada sector considerando la cargabilidad de estos. Por tal motivo se ubica cada centro de transformación en un punto medio equilibrado para que pueda abastecer la demanda de dichos sectores y para obtener un mínimo porcentaje de caídas de voltaje en los circuitos secundarios. En el plano del anexo 9 se muestra la ubicación de los centros de transformación.

Para la elaboración del proyecto se toma en cuenta el área de concesión de la red por la cual se selecciona la utilización de 3 centros de transformación los mismos que abastecerán la carga de todos los usuarios ubicado dentro del área de diseño.

Para la derivación del circuito primario se toma en cuenta el uso de una cámara de derivación la misma que es de tipo barra de 6 vías que permitirá la distribución de los circuitos primarios hacia los centros de transformación a instalarse en el área de concesión establecidos.

Para la estimación y capacidad de cada centro de transformación se lo realiza a través del cálculo de caídas de voltaje, la demanda máxima proyectada, la demanda de las cocinas de inducción, y alumbrado público los mismo que serán realizados por los tres métodos antes mencionados. Siendo como ideal la utilización de tres centros de transformación, debido a la estandarización de capacidad de cada centro de transformación es beneficioso de manera técnica y económicamente lo cual hace que todos los cables y accesorios sean de las mismas características para la adquisición.

El tipo de centro de transformación y las potencias se detalla en la tabla 3.6

Tabla 3.6 Centros de transformación para el diseño eléctrico

Ítem	Detalle	Cantidad
1	Transformador padmounted trifásico con aceite vegetal tipo malla.	1
2	Transformador sumergible trifásico con aceite vegetal tipo malla.	2

Los Centros de transformadores serán tipo mallas, consta de dos transformadores tipo sumergibles y un transformador tipo padmounted.

El transformador tipo padmounted es ideal para zonas en la cual se puede contar de un espacio físico donde no afecte a la visibilidad estética del medio y la seguridad de los transeúntes. Este centro de transformación será ubicado en un área adecuada dentro del parque Héroes de Paquilla entre la calle Calicuchima y la Av. Jorge Chacón.

El transformador tipo sumergible el cual consta de una cámara de transformación ideal para zonas de afluencia de tránsito vehicular y peatonal el mismo que se encuentre bajo el suelo será ubicado entre las calles Calicuchima y Antonio Clavijo.

El segundo centro de transformación tipo sumergible será ubicado en las calles Eplicachima y Av. Jorge Chacón.

11.4 Método de diseño de red según EEASA

Para realiza el dimensionamiento de los elementos eléctricos que forman parte de una red subterránea estos son dependientes específicamente de la demanda diversificada impuesta por el número de usuarios o clientes que abarca el área de estudio, para lo cual se presenta los siguientes aspectos técnicos para la correcta orientación en el cálculo de estos parámetros.

11.4.1 Sectorizar el área de influencia de la red

Para sectorizar el área o zona de influencia en el cual interviene la construcción de la red subterránea se divide la zona de influencia en campos homogéneos dependiendo del comportamiento de la carga instalada en cada sector. Para la sectorización se lo define o categoriza dependiendo de los tipos de usuarios pudiendo ser estos de tipo: A, B o C.

11.4.2 Demanda de diseño

Al obtener identificada la categoría de tipo de usuario se implantan las demandas máximas unitarias para la actual carga, y considerando una proyección de crecimiento a 10 y 20 años para lo cual se ilustra en la tabla 3.7 referente a la empresa eléctrica Ambato.

Tabla 3.7 Demanda Máxima Unitaria de acuerdo a EEASA [17].

Categoría	Demanda Máxima Unitaria (KVA)		
	Actual	Proyección	
		10 años	20 años
A	2.3	3.27	4.40
B	2.0	2.96	4.18
C	1.7	2.58	3.81

El dato de demanda máxima unitaria actual se los utiliza en cálculos de demanda para operación y mantenimiento, los de la demanda máxima unitaria proyectada en el diseño de la nueva red se presenta en el anexo 1. Los valores dependiendo del número de usuarios considerando las demandas diversificadas por la utilización de cocinas de inducción y calentamiento de agua

11.4.3 Diseño de la red

Para la aplicación del método de diseño se indican los criterios que sujetan en la guía de diseño de la EEASA para el cálculo de su demanda de diseño, caídas de voltaje, y dimensionamiento de conductores y de centros de transformación que se usaran en el análisis

11.4.3.1 Demanda de diseño EEASA

Para determinar la demanda de diseño se utiliza la siguiente formula

$$DD = (DMp + AP + Ce) \tag{2}$$

Donde:

DD = Demanda de diseño

DMp = Demanda Diversificada Proyectada

Ap = Carga Alumbrado Publico

Ce = Cargas Especiales

Para poder obtener el valor de la DMD se estima este valor dependiendo el tipo de cliente clasificado según su consumo el cual puede ser de tipo A, B, C. Para el caso del estudio se toma en cuenta un usuario de tipo C, el cual depende del número de abonados que intervienen en el área de estudio. En el anexo 1 se aprecia la tabla con las demandas diversificadas según la EEASA.

11.4.3.2 Periodos de diseño

Se considera una proyección de 10 años, para lo cual considera el dimensionamiento de equipos y componentes tanto den redes de bajo y medio voltaje a partir de la fecha de ejecución de la obra o proyecto. Además de la demanda de los usuarios se debe considerar la demanda por alumbrado público y cargas puntuales [16].

11.4.3.3 Caídas de Voltaje EEASA

El límite de caídas de voltaje impuesto por la guía de diseño de la EESA para alimentadores primarios, en el cual se considera desde el punto de inicio de la subestación hasta el centro de transformación más alejando no debe ser superior a los valores dados en la tabla 3.8.

Tabla 3.8 Valores Máximos de Caídas de Voltaje en el alimentador Primario de acuerdo a EEASA [17].

Zona	Porcentaje de caída de voltaje
Urbano	3,5 %
Rural	5,0 %

Para redes secundarias el límite de caídas de voltaje impuesto por la guía de diseño de la EEASA, para lo cual se considera la caída de voltaje aceptable para el punto más lejano desde el centro de carga no deberá ser superior a los valores dados en la tabla 3.9

Tabla 3.9 Valores Máximos de Caídas de Voltaje de la red secundaria de acuerdo a EEASA [17].

Zona	Porcentaje de caída de voltaje
Urbano	3,5 %
Rural	5 %

11.5 Método de diseño según EEQ

El dimensionamiento de la demanda y la localización de los distintos usuarios que conforman la red de distribución eléctrica, hace que la Empresa Eléctrica Quito realice una clasificación de clientes dependiendo de la carga y el área de concesión los cuales son georreferenciados, mismos que permiten tener establecidas las demandas máximas diversificadas para cada estrato de consumo y se clasifican en cinco categorías de consumo como se puede ver en la tabla 3.10.

Tabla 3.10 Estratos de consumo de acuerdo a EEQ [18].

Estratos de Consumo	
Categoría de Estrato de Consumo	Escalas (kWh/mes/cliente)
E	0-100
D	101-150
C	151-250
B	251-350
A	351-500
A1	501-900

11.5.1 Demanda Máxima Diversificada (DMD)

De acuerdo al cambio de matriz de eficiencia energética de la cual consta la implementación para el uso eficiente de cocción y calentamiento de agua lo cual hace que le (DMD) sufra un aumento considerado por la implementación de dichas cargas.

En el anexo 2 se muestran las demandas diversificadas que deben ser consideradas según el estrato asignado y el número de usuario.

11.5.2 Demanda de Diseño

Para determinar la longitud de la red y el cálculo para las caídas de voltaje, se considera a partir de cada punto de circuito de alimentación, lo cual es directamente afectado por el número de usuarios los mismos que son dependientes de la longitud de ubicación y de las cargas aledañas distribuidas ya que las demandas máximas unitarias no coinciden en el tiempo por ende la potencia de carga es menor a la suma de demandas máximas individuales.

Por tal razón la demanda que se debe considerar para la red se calcula mediante la siguiente expresión:

$$DD = \frac{DMD + D_{AP} + D_{PT}}{FP} \quad (2.1)$$

DD = Demanda de Diseño

Fp = Factor de Potencia (0.95)

DMD = Demanda máxima diversificada

D_{AP} = Demanda de Alumbrado Publico

D_{PT} = Demanda de Perdidas resistivas

11.5.3 Período de Diseño

El periodo que se considera para los componentes de una red primaria es de 15 años a partir de su ejecución. Para el dimensionamiento de transformadores en redes secundarias se considera el número de usuarios incluyendo los proyectados a un periodo mínimo de 10 años a partir de su ejecución [17].

11.5.4 Caída de Voltaje

Para la caída de voltaje desde el centro de transformación hacia el punto de carga más alejado con la demanda de diseño establecida no debe ser mayor a los siguientes límites establecidos en las tablas 3.11 y 3.12 donde brindan el porcentaje máximo admisible para caídas de voltaje tanto para la red primaria como para la secundaria.

Para la red Primaria la cual se considera desde el alimentador de la subestación hacia los ramales o centros de carga de distribución.

Tabla 3.11 Valores Máximo de Caída de Voltaje en el Alimentador Primario de acuerdo a EEQ [18].

Zona	Porcentaje de caída de voltaje
Urbano	3,5 %
Rural	4 %

Para la red secundaria se considera la longitud o distancia desde el centro de transformación hasta el punto más lejano donde el punto de corriente se anula, los límites no deben ser inferiores a los mostrados en la tabla.

Tabla 3.12 Valores Máximos de Caídas de Voltaje de la red secundaria de acuerdo a EEQ [18].

Zona	Porcentaje de caída de voltaje
Urbano	3 %
Rural	3,5 %

11.6 Método de diseño REA (Rural Electrification Administration)

El método REA o Administración de Electrificación Rural Americana es el método en el cual se puede calcular la demanda actual dependiendo del número de usuarios y su consumo para proyectar el volumen de carga a futuro.

Este método propone obtener la demanda máxima diversificada mediante una ecuación utilizando los siguientes factores:

11.6.1 Demanda máxima Coincidente

El factor A, corresponde al número de usuarios que van a intervenir en el diseño proyectado, mientras que el factor B hace referencia con los kW-h de consumo, lo cual se lo denomina como demanda máxima coincidente o diversificada, y se lo determina mediante la siguiente ecuación:

$$DMD = A * B \tag{2.2}$$

Donde:

DMD= Demanda máxima Coincidente

11.6.2 Factor A

El factor A, a más de corresponder al número de usuarios este considera la diversificación de la carga dependiendo del número de usuarios (n), este factor mejora la diversidad con respecto al incremento de usuarios lo cual se evalúa con la ecuación.

$$FA = n(1 - 0,4*n + 0,4(n^2 + 40)^{1/2}) \tag{2.3}$$

Dónde:

FA= Factor A

n= número de usuarios

11.6.3 Factor B

El factor B que hace referencia al consumo mensual (kWh/mes) estimula un mejoramiento en el factor de carga por aumento el uso de energía lo cual se lo puede calcular con la siguiente ecuación [14].

$$FB = 0,005929 * Ce^{0.885} \quad (2.4)$$

Donde

FB= Factor B

Ce = Consumo energético expresado en kWh/mes

Se establecen varios parámetros para el cálculo de la demanda de diseño de la red eléctrica subterránea del centro de Pelileo, lo cual conlleva a un estudio de cargas y usuarios residentes del sector donde se toma en cuenta las cargas instaladas, el cálculo de demandas independientes como es la del alumbrado público, que este va a ser común para el estudio de los tres métodos.

Se realiza el debido dimensionamiento de cable conductor el cual será calculado y establecido para cada método de diseño del mismo modo se lo ejecuta con el dimensionamiento de equipos como son los centros de transformación.

12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

12.1 Tipo de cable conductor.

En los tres casos se toma en cuenta el tipo de cable que será utilizado para el análisis de diseño eléctrico subterráneo en cual corresponde al cable de aluminio aislado trifásico a 4 hilos como se aprecia en la tabla 4 cabe mencionar que se utiliza este cable por su buena conductividad eléctrica y por su costo económico en el mercado siendo este tipo los más utilizado actualmente por las empresas distribuidoras para este tipo de proyectos. En el análisis siguiente se toma en cuenta el tipo de calibre ideal para el cálculo idóneo de las caídas de voltaje dependiendo a los métodos que se va a utilizar [14].

Tabla 4. Reactancia de la configuración del cable de aluminio trifásico a 4 hilos

Calibre	Resistencia (ohm/km)	Diámetro Conductor (m)	Reactancia (ohm /km)	Reactancia (ohm /100 pies)
4	1,03747	0,00588	0,1575	0,0048

2	0,65327	0,00741	0,1476	0,0045
1/0	0,40167	0,00945	0,1444	0,0044
2/0	0,31625	0,01065	0,1411	0,0043
3/0	0,25118	0,01195	0,1378	0,0042
4/0	0,19976	0,01340	0,1345	0,0041
250	0,16943	0,01455	0,1345	0,0041
300	0,14100	0,01595	0,1345	0,0041
350	0,12083	0,01723	0,1312	0,0040

Para el cálculo del factor de voltaje FDV (KVA-m) se establece la ecuación (2.5)

$$FDV = \frac{10 \cdot a \cdot (KV^2)}{\sigma} \quad (2.5)$$

Donde:

a = Configuración del sistema (adimensional)

Kv= Voltaje

σ = Valor dependiente de la resistencia y reactancia del cable

Los datos de a se pueden ver en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Valores "a" de cada configuración.

Configuración	a
1F2C	0.5
1F3C	2
2F2C	
2F3C	
3F/3C	3
3F/4C	

$$\sigma = (R * \cos\theta + X * \sen\theta) \quad (2.6)$$

Donde:

R= Resistencia de la fase

X= Reactancia de la fase

ϕ = Angulo entre potencia activa y aparente

De esta forma y reemplazando los datos obtenidos del FDV el cual es de 2320 para el calibre de cable 250MCM, y el valor de 2700 para el calibre de 300 MCM los cuales son utilizados para determinar el valor parcial de caída de voltaje en los métodos de la EEQ, EEASA y REA.

12.2 Determinación de la demanda de alumbrado público

Para el cálculo de la demanda de alumbrado público se toma en cuenta el número de luminarias que posee cada circuito de iluminación perteneciente a cada centro de transformación. Se considera la potencia y el tipo de cada luminaria la cual es de 180W de tipo Led, se lo toma este tipo por su bajo consumo, por su buena iluminación y durabilidad en la tabla 4.2 se puede apreciar el cálculo de la demanda de estos.

Tabla 4.2 Demanda de alumbrado Público.

Demanda de Alumbrado Publico						
Transformador	Luminarias		Sumatoria	Luminaria Led	Potencia KW	Potencia KVA
	C1	C2				
CT-1	9	11	20	0,18 KW	3,6	3,91
CT-2	24	8	32	0,18 KW	5,76	6,26
CT-3	19	22	41	0,18 KW	7,38	8,02
TOTAL			93	0,18 KW	16,74	18,20

En la tabla 4.2 se observa el cálculo de las demandas de alumbrado público donde estas demandas serán utilizadas para el diseño de demandas en los tres métodos a estudiar siendo esta demanda la misma para todos los casos al ser un circuito independiente de los circuitos de la red secundaria de cada centro de transformación.

12.3 Determinación de la demanda de clientes comerciales y especiales

La determinación de demanda para los usuarios especiales por cuestión de cálculo, para cada metodología se aplica la demanda otorgada realizada por método de la REA ya que este método permite obtener la demanda por medio de los valores de consumo de cada uno de los

clientes especiales y comerciales. En la tabla 4.3 se puede observar los valores de demanda para estos usuarios.

Tabla 4.3 Demanda de Usuarios Comerciales y Especiales

C.T.	Comerciales	Demanda (KVA)	Especiales	Demanda (KVA)	Total (KVA) comerciales y especiales
CT1	89	88,01	9	33,97	121,98
CT2	84	107,14	5	28,48	135,62
CT3	89	71,99	7	34,93	106,92

12.4 Cálculo de la demanda de diseño EEASA

Para determinar la demanda de diseño la cual permite saber el dimensionamiento que tendrán los tres centros de transformación correspondientes al área de estudio se utiliza la ecuación 2, correspondiente a la guía de diseño que ejerce la empresa eléctrica Ambato. Se toma en cuenta la tabla otorgada por la Empresa eléctrica Ambato en su guía de diseño donde constan las demandas diversificadas proyectadas para los próximos 10 a 20 años por lo cual los valores de proyección de la demanda se los toma directamente de la tabla mencionada dependiendo del número de clientes que consolidan el área de estudio.

En la tabla 4.4 se puede apreciar el cálculo de la demanda de diseño para los de los centros de transformación del área de estudio.

Tabla 4.4 Demanda de diseño para los centros de transformación.

Total	Residencial	Demanda (KVA)	Comerciales y especiales	Demanda (KVA)	Demanda Ap (KVA)	Demanda de diseño	
						KVA	KW
205	107	116,37	98	121,98	3,91	242,26	223
194	105	114,27	89	135,62	6,26	256,15	236
234	138	149,09	96	106,93	8,02	264,04	243

Para realizar el cálculo de la proyección de la demanda se toma en cuenta la demanda calculada por centro de transformación a la cual se le aplica la fórmula para del cálculo de proyección de demanda (ecuación 1.6), con una tasa de crecimiento del 2.25% para los primeros 10 años y posteriormente para los próximos 20 años, como se puede observar en la tabla 4.5

Tabla 4.5 Proyección de Demanda EEASA

Transformador	Demanda de Diseño	Demanda Proyectada	
		10 Años	20 Años

	(KVA)	(KVA)	(KVA)
CT1	242,26	302,63	378,05
CT2	256,15	319,98	399,72
CT3	264,04	329,84	412,04

Se puede observar que los valores obtenidos por la demanda proyectada de diseño en cada centro de transformación los cuales son estandarizados y normalizados para un periodo de proyección de 10 años obteniendo una capacidad de 350KVA. En la tabla 4.6 se puede observar el dimensionamiento de cada centro de transformación por manzana y estandarizado.

Tabla 4.6 Dimensionamiento de transformadores

Manzanas	Transformador	Potencia (KVA)
1,5,6,7,11,12	CT1	350
2,3,4,8,9,10	CT2	350
13,14,15,16,17,18,19,20	CT3	350

12.4.1 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios EEASA

Para determinar las caídas de voltaje por medio del método que utiliza la Empresa Eléctrica Ambato (EEASA), esta se basa en factores que no siempre son constantes la cual depende de un entorno social clasificado por categorías de consumo, por ende, se tiene establecido valores máximos de demanda diversificada para la realización de estudios.

El método se lo realiza principalmente con la información del número de usuarios lo cual se impone para el valor máxima de la demanda diversificada emitida en la tabla del anexo 1, dependido de la categoría que se la imponga, la longitud medida en kilómetros de cada tramo. La demanda diversificada está establecida para tener una proyección de demanda de 10 años, cabe mencionar que el área de estudio al ser un área ya consolidada no se prevé un aumento considerable de usuarios en próximos años.

La EEASA, ha establecido una sectorización del área de influencia, la misma que depende del comportamiento de la carga según su consumo mensual del sector, por lo tanto se otorga una categoría de usuarios considerando el uso de cocinas a inducción, siendo esta para el proyecto nombrado de categoría C. Establecida la categoría de usuario se determina el valor de la demanda máxima unitaria.

Se realiza el cálculo de caídas de voltaje por este método para lo cual se toma como ejemplo el circuito 1 del centro de transformación 3, para el cálculo se utiliza el cable 250 MCM, siendo este el más idóneo el mismo que no supera las caídas de voltaje admisibles por la guía de diseño de la EEASA.

Tabla 4.7 Caída de Voltaje EEASA

DATOS		USU.	DEMANDA DMUp KVA	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO				N° DE CONDUCTOR	TAMAÑO (AWG)	FCV KVA-m	KVA - m	Δ V%	
REF.	LONG (Km)	PARCIAL	TOTAL						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 -Pz84	0,008	66	73,10	250MCM		2320	584,77	0,25	0,25
Pz84 -Pz85	0,0385	6	9,23	250MCM		2320	355,20	0,15	0,41
Pz85 -Pz86	0,0335	4	6,90	250MCM		2320	231,25	0,10	0,35
Pz84 -Pz87	0,0065	60	66,76	250MCM		2320	433,95	0,19	0,54
Pz87 -Pz88	0,033	60	66,76	250MCM		2320	2203,15	0,95	1,49
Pz89 -Pz90	0,033	57	63,60	250MCM		2320	2098,64	0,90	2,39
Pz88 -Pz90	0,045	17	21,65	250MCM		2320	974,11	0,42	0,77
Pz90 -Pz91	0,0445	8	11,48	250MCM		2320	511,00	0,22	0,99
Pz89 -Pz92	0,031	34	39,20	250MCM		2320	1215,34	0,52	1,52
Pz92 -Pz93	0,0315	31	36,19	250MCM		2320	1140,13	0,49	2,01
Pz93 -Pz94	0,045	21	25,91	250MCM		2320	1165,99	0,50	1,27
Pz94 -Pz95	0,0445	11	14,81	250MCM		2320	659,02	0,28	1,56
Pz93 -Pz96	0,0135	6	9,23	250MCM		2320	124,55	0,05	0,83
Pz96 -Pz97	0,0395	6	9,23	250MCM		2320	364,42	0,16	0,98

Como se puede observar en la tabla 4.7 El valor máximo de caída de voltaje es de 2.39% lo cual hace que sea satisfactorio según los límites establecidos en su guía de diseño.

Los datos de caídas de voltaje utilizado de cada centro de transformación correspondiente al área de estudio se presentan en el anexo 3.

12.4.2 Cálculo de caída de voltaje de circuitos primarios EEASA

Se sostiene que para el cálculo de caídas de voltaje en la red primaria este no debe ser mayor al 3.5% establecido en su norma, en la tabla 4.8 indica que el valor máximo que de caída de voltaje es de 1.35%, lo cual indica que es idóneo para su uso.

Para el análisis del cálculo se utiliza el conductor de 250 MCM de Cu, siendo este el más adecuado para la proyección del diseño.

Tabla 4.8 Caída de voltaje circuito primario EEASA

DATOS				CARGA	LINEA	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO		TRAFO.		KVA	N° FASES	TAMAÑO (AWG)	FCV KVA *Km	KVA *Km	Δ V%	
REF.	LONG (Km)	REF.	KVA						PARCIAL	ACUMU.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pz83-CD	2,7	CD	-	1050	3	250	2360	2835,00	1,2013	1,20
CD-Pz41	0,44	CT1	350	350	3	250	2360	154,00	0,0653	1,27
CD-CT2	0,37	CT2	350	700	3	250	2360	259,00	0,1097	1,31
CT2-CT3	0,255	CT3	350	350	3	250	2360	89,25	0,0378	1,35

El circuito primario consta de una cámara de derivación (CD) o seccionamiento tipo barra de 6 vías a 900 A, la cual ayuda para la derivación de los circuitos de medio voltaje a cada centro de transformación.

12.5 Cálculo de la demanda de diseño EEQ

Para establecer valores aptos para el cálculo de la de demanda de diseño por parte de la Empresa Eléctrica Quito se establece una proyección de la demanda diversificada por medio de la tabla del anexo 2 la cual contiene datos específicos de la demanda diversificada contemplando el uso calentador de agua y cocinas de inducción. Por lo tanto, en la guía de diseño de la Empresa Eléctrica Quito utiliza el cálculo de demandas la cual trata de la suma de las potencias que intervienen directamente en el cálculo de dimensionamiento dada en la ecuación 2.1.

En la tabla 4.9 se puede apreciar el cálculo de la demanda de diseño para los de los centros de transformación del área de estudio.

Tabla 4.9 Demanda de diseño para los centros de trasformación EEQ

C.T.	Total	Residencial	Demanda (KVA)	Comerciales y especiales	Demanda (KVA)	Demanda Ap (KVA)	Demanda de diseño	
							KVA	KW
CT1	205	107	135,03	98	121,98	3,91	260,92	240
CT2	194	105	132,81	89	135,62	6,26	274,69	253
CT3	234	138	169,36	96	106,93	8,02	284,31	262

Para realizar el cálculo de la proyección de la demanda al igual que caso anterior expuesto por la EEASA se toma en cuenta la demanda calculada por centro de transformación a la cual se le aplica la ecuación de tasa de crecimiento, como se puede apreciar en la tabla 4.10

Tabla 4.10 Proyección de Demanda EEQ.

Transformador	Demanda de Diseño (KVA)	Demanda Proyectada	
		10 Años (KVA)	20 Años (KVA)
CT1	260,92	325,94	407,17
CT2	274,69	343,14	428,66
CT3	284,31	355,16	443,67

Se puede observar que los valores obtenidos por la demanda proyectada de diseño en cada centro de transformación son mayores de 300KVA. Lo cual se estandariza a valores normalizados para un periodo de proyección de 10 años obteniendo la potencia para cada centro de transformación de 350KVA.

En la tabla 4.11 se puede observar el dimensionamiento de cada centro de transformación por manzana y estandarizado.

Tabla 4.11 Dimensionamiento de transformadores EEQ

Manzanas	Transformador	Potencia
1,5,6,7,11,12	CT1	350 KVA
2,3,4,8,9,10	CT2	350 KVA
13,14,15,16,17,18,19,20	CT3	350 KVA

Como se observa en la tabla 4.11 se realiza la estandarización de los transformadores dependiendo de la potencia de cada uno, ajustando a valores homologados.

12.5.1 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios EEQ

Para determinar las caídas de voltaje por medio del método que utiliza la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), al igual que la Ambato esta se basa en factores que no siempre son constantes la cual depende de un entorno social clasificado por categorías de consumo, de igual forma se tiene valores máximos de demanda unitaria incluyendo las demandas por el uso de cocinas de inducción.

El método se lo ejecuta con la información del número de usuarios, lo cual se impone para el valor máximo de la demanda diversificada emitida en la tabla del anexo 2 de acuerdo al tipo de estrato que se considere, la longitud medida en metros de cada tramo.

El tipo de estrato para el cálculo de las caídas de voltaje se lo considera de estrato tipo D, siendo este de valores cercanos a la que maneja la Empresa Eléctrica Ambato, dueña del área de concesión del proyecto.

Se realiza el cálculo de caídas de voltaje por este método para lo cual se toma como ejemplo el circuito 1 del centro de transformación 3, para el cálculo se utiliza primero el calibre 250 MCM dando como resultados muy críticos con caídas que superaban extremadamente al límite que permite la guía de diseño para lo cual no se puede garantizar un buen servicio eléctrico por los voltajes bajos distintos tramos. Por lo cual se toma se utiliza el calibre de cable número 300MCM el cual da como resultado niveles admisibles de caídas de voltaje emitidos por la EEQ.

Tabla 4.12 Caída de Voltaje EEQ

ESQUEMA		USU.	DEMANDA KVA(d)	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO				CALIBRE	KVA (L/T)	KVA - m	KVA - m	Δ V%	
DESIGNACION	LONG(m)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 -Pz84	8	66	88,17	300		2700	705,35	0,26	0,26
Pz84 -Pz85	38,5	6	11,19	300		2700	430,77	0,16	0,42
Pz85 -Pz86	33,5	4	8,33	300		2700	279,11	0,10	0,36
Pz84 -Pz87	6,5	60	80,98	300		2700	526,39	0,19	0,56
Pz87 -Pz88	33	60	80,98	300		2700	2672,42	0,99	1,55
Pz89 -Pz90	33	57	77,44	300		2700	2555,46	0,95	2,50
Pz88 -Pz90	45	17	27,05	300		2700	1217,03	0,45	0,82
Pz90 -Pz91	44,5	8	14,14	300		2700	629,41	0,23	1,05
Pz89 -Pz92	31	34	49,22	300		2700	1525,68	0,57	1,61
Pz92 -Pz93	31,5	31	45,32	300		2700	1427,65	0,53	2,14
Pz93 -Pz94	45	21	32,51	300		2700	1462,89	0,54	1,36
Pz94 -Pz95	44,5	11	18,43	300		2700	820,13	0,30	1,66
Pz93 -Pz96	13,5	6	11,19	300		2700	151,05	0,06	0,87
Pz96 -Pz97	39,5	6	11,19	300		2700	441,96	0,16	1,03

Como se puede observar en la tabla 4.12 El valor máximo de caída de voltaje es de 2.50% lo cual hace que sea satisfactorio según los límites establecidos en su guía de diseño.

Los datos de caídas de voltaje utilizado de cada centro de transformación correspondiente al área de estudio se presentan en el anexo 4.

12.5.2 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos primarios EEQ

Para la realización del cálculo de la caída de voltaje de la red primaria se toma el porcentaje máximo establecido por norma para el cálculo de caída de voltaje en la red primaria la cual no debe ser superar el 3.5%, en la tabla 4.13 indica el valor máximo de caída es de 1,18% por lo cual sostiene que es aceptable.

Para el análisis del cálculo se utiliza el conductor de 300 MCM de Cu, se utiliza este conductor por garantizar la calidad de energía, ya que para el cálculo de las caídas de voltaje en el secundario da un valor netamente aceptable esto hace que infiera directamente en su uso tanto en bajo como en medio voltaje.

Tabla 4.13 Caída de voltaje de circuitos primarios EEQ

ESQUEMA					LINEA			COMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACION		CARGA	N DE	CONDUCTOR		KVA* Km	Δ V%	
DESIG.	LONG (Km)	N	KVA	TOTAL KVA	FASES	CALIBRE	KVA -Km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Pz83-CD	2,7	CT1	-	1050	3	300	2700	2835,00	1,0500	1,05
CD-Pz41	0,44	CT1	350	350	3	300	2700	154,00	0,0570	1,11
CD-CT2	0,37	CT2	350	700	3	300	2700	259,00	0,0959	1,15
CT2-CT3	0,255	CT3	350	350	3	300	2700	89,25	0,0331	1,18

Al igual que el anterior método el circuito primario consta de una cámara de derivación (CD) o seccionamiento tipo barra de 6 vías a 900 A, la cual ayuda para la derivación de los circuitos de medio voltaje a cada centro de transformación.

12.6 Cálculo de la demanda de diseño método REA

Para determinar los parámetros del método de REA, se considera el cálculo de sus principales factores los cuales son el Factor A y el factor B, los mismos que se calculan con los datos obtenidos en las tablas de consumos de cada manzana (ver tabla 3.5)

Para poder obtener la demanda máxima coincidente (ver ecuación 2.2), se toma como ejemplo la manzana número 17 la misma que pertenece al centro de transformación 3 circuito 1 ya que posee los tres tipos de usuarios antes mente mencionados como son residencial, comercial y especial, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla 4.14 Datos de consumo de la manzana 17.

DATOS		RESIDENCIALES		COMERCIALES		ESPECIALES	
Manzana	USUARIOS	usuarios	(kWh-mes)	usuarios	(kWh-mes)	usuario	(kWh-mes)
17	45	23	150,45	21	175,54	2	853,2

Con la obtención de los datos mencionados en la tabla 4.14 se puede aplicar el método REA para el cálculo de los factores A y B como se puede apreciar en la tabla 4.15, aplicando las ecuaciones (2.3, y 2.4) utilizando el número de usuarios y el consumo promedio de cada categoría establecida en la manzana 17 según corresponde. Al obtener los factores A y B posteriormente se calcula la demanda máxima coincidente de cada categoría en KW, aplicando la (ecuación 2.2).

Tabla 4.15 Demandas coincidentes

DATOS		RESIDENCIALES		COMERCIALES			ESPECIALES			
MANZANA	17	USUARIOS	45	USUARIOS	Factor A	Factor B	Usuarios	Factor A	Factor B	
		23	30,854232	0,5008186	20	27,809416	0,5740652	21	5,7065997	2,3263141
		DMC (KW)	15,452		DMC (KW)	15,964		DMC (KW)	13,275	
		Total (KW)	44,692							
		Total (KVA)	48,578							

Se suman las demandas coincidentes dando un total de 45.27 KW, se toma en cuenta un factor de potencia de 0.92 para tener la apreciación de la potencia aparente la misma que sirve para calculo posteriores como son los dimensionamientos del cable y transformador. El cálculo se lo realiza para cada manzana que contiene el área de estudio. En la tabla 4.16 se aprecia las demandas coincidentes para cada manzana pertenecientes al área de estudio.

Tabla 4. 16 Demandas coincidentes para usuarios de cada manzana.

MANZ.	RESIDENCIALES			COMERCIALES			ESPECIALES		
	FACTOR A	FACTOR B	MCM (KVA)	FACTOR A	FACTOR B	MCM (KVA)	FACTOR A	FACTOR B	MCM (KVA)
1	19,51037	0,38941	8,26	11,12452	0,55742	6,74	3,16125	1,37761	4,73
2	37,91303	0,50509	20,81	19,51037	0,90883	19,27	3,16125	0,34580	1,19

3	12,52271	0,78221	10,65	16,20000	0,75993	13,38	0,00000	0,00000	0,00
4	26,78988	0,40184	11,70	40,92786	0,51297	22,82	3,16125	1,47533	5,07
5	24,74083	0,49654	13,35	15,03372	0,52007	8,50	0,00000	0,00000	0,00
6	39,92336	0,52300	22,70	20,57553	0,83481	18,67	9,57330	1,82859	19,03
7	18,42974	0,34827	6,98	26,78988	0,29200	8,50	5,70660	1,92907	11,97
8	34,89317	0,41243	15,64	27,80942	0,62360	18,85	7,80000	2,35527	19,97
9	20,57553	0,41925	9,38	9,57330	0,34966	3,64	0,00000	0,00000	0,00
10	17,32864	0,20389	3,84	12,52271	1,07151	14,59	0,00000	0,00000	0,00
11	22,67292	0,73756	18,18	36,90707	0,81272	32,60	0,00000	0,00000	0,00
12	27,80942	0,35182	10,63	22,67292	0,98746	24,34	5,70660	1,03720	6,43
13	33,88503	0,45061	16,60	29,84121	0,41167	13,35	3,16125	1,33846	4,60
14	26,78988	0,42867	12,48	12,52271	0,45789	6,23	0,00000	0,00000	0,00
15	29,84121	0,46054	14,94	15,03372	0,64010	10,46	5,70660	1,62645	10,09
16	28,82638	0,60266	18,88	17,32864	0,54406	10,25	3,16125	1,34255	4,61
17	30,85423	0,50082	16,80	27,80942	0,57407	17,35	5,70660	2,32631	14,43
18	22,67292	0,43768	10,79	18,42974	0,68289	13,68	3,16125	1,17726	4,05
19	13,81515	0,44660	6,71	9,57330	0,61429	6,39	0,00000	0,00000	0,00
20	11,12452	0,49513	5,99	15,03372	0,52944	8,65	0,00000	0,00000	0,00
Suma			255,29			278,27			106,16
TOTAL	639.72 KVA								

El área de concesión actualmente posee una potencia instalada de 642 KVA, lo cual abastece a la demanda calculada del sector que posee 639.72 KVA, lo cual informa que esta potencia es normalmente abastecida por el sistema energético actual, pero muy cerca del límite para posibles incrementos de demanda.

Para el comenzar el cálculo de las caídas de voltaje de los circuitos que contiene cada del transformador se realiza la sumatoria de la demanda total (kWh-mes) del número de usuarios pertenecientes al área de estudio, los mismos que se los divide para el número total de usuarios, siendo este 633, con lo cual se puede obtener un consumo promedio por usuario el mismo que será utilizado para el cálculo más adelante como se puede apreciar en la tabla 4.17.

Tabla 4.17 Consumo promedio de los usuarios

Consumo Promedio de Usuarios								
Residenciales			Comerciales			Especiales		
Usuarios	(kWh-mes)	Total kWh-mes	Usuarios	(kWh-mes)	Total kWh-mes	Usuarios	(kWh-mes)	Total kWh-mes
12	113,22	1358,64	5	169,80	849,00	1	472,00	472,00
30	151,90	4557,00	12	295,00	3540,00	1	99,00	99,00
6	249,00	1494,00	9	241,00	2169,00	0	0,00	0,00
19	117,31	2228,89	33	154,58	5101,14	1	510,00	510,00
17	149,00	2533,00	8	157,00	1256,00	0	0,00	0,00
32	158,00	5056,00	13	268,00	3484,00	4	650,00	2600,00
11	99,80	1097,80	19	81,78	1553,82	2	690,50	1381,00
27	120,81	3261,87	20	192,75	3855,00	3	865,21	2595,63
13	123,07	1599,91	4	100,25	401,00	0	0,00	0,00

10	54,50	545,00	6	355,33	2131,98	0	0,00	0,00
15	233,00	3495,00	29	260,00	7540,00	0	0,00	0,00
20	100,95	2019,00	15	324,00	4860,00	2	342,50	685,00
26	133,52	3471,52	22	120,56	2652,32	1	456,87	456,87
19	126,20	2397,80	6	135,96	815,76	0	0,00	0,00
22	136,85	3010,70	8	198,52	1588,16	2	569,41	1138,82
21	185,45	3894,45	10	165,21	1652,10	1	458,45	458,45
23	150,45	3460,35	20	175,54	3510,80	2	853,20	1706,40
15	129,20	1938,00	11	213,58	2349,38	1	395,20	395,20
7	132,18	925,26	4	189,50	758,00	0	0,00	0,00
5	148,52	742,60	8	160,20	1281,60	0	0,00	0,00
350		49086,79	262		51349,06	21		12498,37
Consumo promedio por usuario			112934,22	112934,22/633=		178,41109		

Al obtener el consumo promedio por usuario este es de mucha importancia ya que el mismo sirve para el dimensionamiento de demanda del área de estudio por lo tanto este se lo aplica en la tabla 4.18, donde se realiza el método de REA con los factores A y B directamente involucrados en el cálculo de la demanda por usuario, la misma que establece valores de demanda para cada usuario.

Se toma como factor de potencia el valor de 0.92 establecido en las normas de diseño de la empresa dueña del área de concesión.

Tabla 4.18 Determinación de Demandas diversificadas REA.

Usuarios	Factor A	Consumo mensual (kWh)	Factor B	Demanda (kW)	Demanda (kVA)
1	0,4998588	178,41	-0,234805659	1,84	2,00
2	0,756377407	178,41	-0,234805659	3,32	3,61
3	0,892094603	178,41	-0,234805659	4,54	4,94
4	0,981061834	178,41	-0,234805659	5,58	6,06
5	1,046281105	178,41	-0,234805659	6,48	7,04
6	1,097698494	178,41	-0,234805659	7,29	7,93
7	1,140355516	178,41	-0,234805659	8,05	8,75
8	1,177066599	178,41	-0,234805659	8,76	9,52
9	1,209515015	178,41	-0,234805659	9,43	10,25
10	1,238764436	178,41	-0,234805659	10,09	10,97
20	1,444191864	178,41	-0,234805659	16,20	17,60
30	1,578788531	178,41	-0,234805659	22,08	24,00
40	1,680794185	178,41	-0,234805659	27,92	30,35
50	1,763190216	178,41	-0,234805659	33,76	36,69
60	1,832367747	178,41	-0,234805659	39,59	43,03
70	1,892004058	178,41	-0,234805659	45,41	49,36
80	1,94442117	178,41	-0,234805659	51,24	55,70
90	1,991182413	178,41	-0,234805659	57,07	62,03
100	2,033391649	178,41	-0,234805659	62,89	68,36
110	2,071857713	178,41	-0,234805659	68,72	74,69

120	2,107191146	178,41	-0,234805659	74,54	81,02
-----	-------------	--------	--------------	-------	-------

12.6.1 Demanda de cocinas de inducción.

La demanda de las cocinas de inducción se las realiza por medio del método de REA la cual permite el cálculo aproximado según el número de usuarios y la demanda del tipo de cocina a inducción la misma que puede ser de 2,4 o 3,8 KW la cual se expresa en la tabla 4.19.

Tabla 4.19 Demanda diversificada de cocinas de inducción

DMU DIVERSIFICADA PARA COCINAS DE INDUCCION			
Número de usuarios	3,8KW	2,4 KW	FACTOR DIVERSIDAD
1	3,800	2,400	1,000000
2	3,400	2,147	0,596491
2	3,000	1,895	0,394737
3	2,400	1,516	0,210526
4	2,000	1,263	0,131579
5	1,800	1,137	0,094737
6	1,650	1,042	0,072368
7	1,580	0,998	0,059398
8	1,500	0,947	0,049342
9	1,450	0,916	0,042398
10	1,400	0,884	0,036842
20	1,150	0,726	0,015132
40	1,000	0,632	0,006579
60	0,945	0,597	0,004145
100	0,890	0,562	0,002342
200	0,830	0,524	0,001092
300	0,800	0,505	0,000702
500	0,770	0,486	0,000405
4000	0,700	0,442	0,000046

Para poder calcular la demanda máxima coincidente de cocinas de inducción por el número de usuario, se multiplica la demanda de la cocina por el número de usuarios y se lo divide para un factor de potencia de 0.92 para la apreciación de la potencia aparente.

En la figura 4 se puede apreciar la curva de demanda unitaria de las cocinas a inducción dependiendo de la potencia de esta

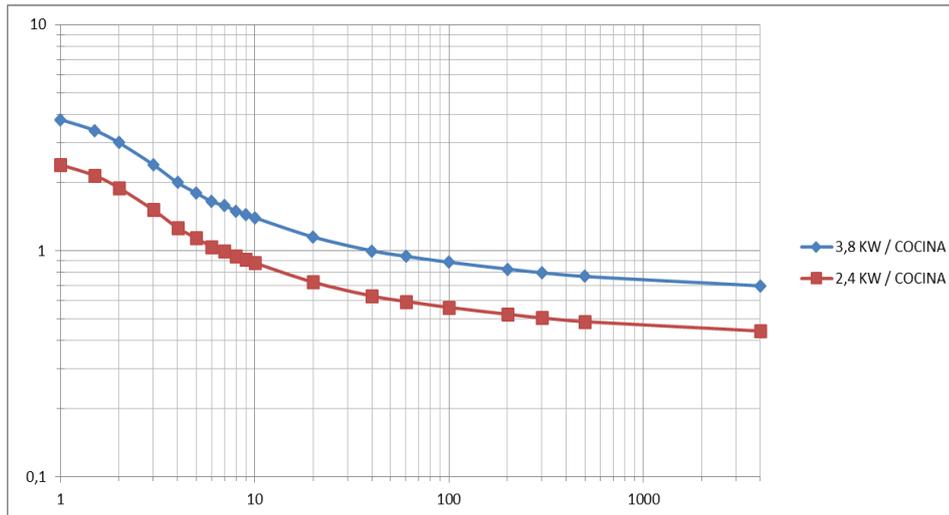


Figura 4. Curva de demanda unitaria de cocinas de inducción.

12.6.2 Cálculo de la demanda de diseño REA

Cuando se haya obtenido las demandas máximas se debe incluir las demandas por el uso general de cocinas de inducción, calentamiento de agua y de alumbrado público.

La sumatoria de estas demandas tanto de demanda residencial, especial, alumbrado público y demandas de cocinas de inducción permite el cálculo de cada centro de transformación que va a tener el estudio lo cual se puede apreciar en la tabla 4.20. Cabe recalcar que la demanda por alumbrado público se establece en la tabla 4.2

Tabla 4.20 Demanda de diseño REA

Demanda de Diseño Metodo de REA								
C.T.	Usu.	Residencial	Demanda (KVA)	Comerciales y especiales	Demanda (KVA)	Demanda Ap (KVA)	Demanda de diseño	
							KVA	KW
CT1	205	107	132,29	98	121,98	3,91	258,18	238
CT2	194	105	130,09	89	135,62	6,26	271,97	250
CT3	234	138	165,43	96	106,93	8,02	280,38	258

Para realizar el cálculo de la proyección de la demanda de igual manera se toma en cuenta la demanda calculada por centro de transformación a la cual se le aplica la ecuación de tasa de crecimiento en lo cual se aprecia en la siguiente tabla 4.21

Tabla 4.21 Proyección de Demanda REA

Transformador	Demanda de Diseño (KVA)	Demanda Proyectada	
		10 Años (KVA)	20 Años (KVA)

CT1	258,18	322,52	402,89
CT2	271,97	339,75	424,41
CT3	280,38	350,25	437,54

Se puede observar que los valores obtenidos por la demanda proyectada de diseño en cada centro de transformación son mayores de 300 KVA. Lo cual se estandariza a valores normalizados para un periodo de proyección de 10 años obteniendo la potencia para cada centro de transformación de 350KVA.

Se considera el uso de tres centros de transformación descritos en la tabla 4.22, los cuales son homologados y normalizados con la misma capacidad.

Tabla 4.22 Dimensionamiento de transformadores REA

Manzanas	Transformador	Potencia
1,5,6,7,11,12	CT1	350 KVA
2,3,4,8,9,10	CT2	350 KVA
13,14,15,16,17,18,19,20	CT3	350 KVA

12.6.3 Cálculo de la caída de voltaje de circuitos secundarios REA

Para el cálculo de las caídas de voltaje por método de la REA, este método se basa en estudios más exactos de tal manera que para la realización del método se realiza un estudio de demanda individualizado de cada tipo de clientes que intervienen en el área de concesión, para lo cual se utilizan los datos obtenidos en el estudio de demanda como son el consumo promedio por usuario que se puede apreciar en la tabla 4.17, posteriormente se calculan el factor A, como el factor B para la obtención de las demandas diversificadas que son utilizadas para el cálculo de las caídas de voltaje según en número de usuarios. En el cálculo se incluyen la demanda diversificadas por el uso de cocinas de inducción a una potencia de 3.8 o de 2.4 Kw, establecido en la tabla 4.19.

Se realiza el cálculo de caídas de voltaje por el método de REA para lo cual se toma como ejemplo al igual que los casos anteriores el circuito 1 del centro de transformación 3, para el cálculo se utiliza el calibre 250 MCM, con sus valores de resistencia y reactancia expresados en la tabla 4. Obteniendo como resultados muy favorables admisibles de caída de voltaje apreciados en la tabla 4.23.

Tabla 4.23 Caída de Voltaje Método REA

TRAMO	Lon. (m)	No. Usuarios	No. Usuarios acum	Divers. acum. (KVA)	Divers. cocinas (KVA)	Total (KVA)	Parcial (V)	Caída de V. (%)
Pz0 -Pz84	8	0	66	46,83	39,05	85,88	0,22	0,22
Pz84 -Pz85	38,5	2	6	7,93	6,25	14,18	0,17	0,39
Pz85 -Pz86	33,5	4	4	6,06	5,05	11,11	0,12	0,33
Pz84 -Pz87	6,5	0	60	43,03	35,82	78,85	0,16	0,50
Pz87 -Pz88	33	3	60	43,03	35,82	78,85	0,82	1,32
Pz89 -Pz90	33	6	57	41,13	34,31	75,44	0,79	2,11
Pz88 -Pz90	45	9	17	15,66	13,16	28,82	0,41	0,74
Pz90 -Pz91	44,5	8	8	9,52	7,58	17,10	0,24	0,99
Pz89 -Pz92	31	3	34	26,54	22,44	48,98	0,48	1,47
Pz92 -Pz93	31,5	4	31	24,64	20,89	45,53	0,45	1,92
Pz93 -Pz94	45	10	21	18,25	15,16	33,41	0,48	1,22
Pz94 -Pz95	44,5	11	11	11,67	9,55	21,21	0,30	1,52
Pz93 -Pz96	13,5	0	6	7,93	6,25	14,18	0,06	0,81
Pz96 -Pz97	39,5	6	6	7,93	6,25	14,18	0,18	0,98

De igual manera los resultados de las de caídas de voltaje utilizado de cada centro de transformación correspondiente al área de estudio se presentan en el anexo 5.

12.6.4 Cálculo de la caída de voltaje de circuito primario REA

Se establece que para la caída de voltaje del circuito primario, basado en el método de la REA, el mismo que brinda un valor de caída máximo del 1%. El cual es aceptable según las normas de los dos anteriores métodos.

Para el análisis del cálculo se utilizó el calibre de cable 250 MCM de cobre del cual se obtuvieron los valores de resistencia y reactancia como se muestra en la tabla 4.24 de igual manera se aprecia los tramos y el cálculo utilizado.

Tabla 4.24 Caída de voltaje del circuito primario REA

TRAMO	Long. (km)	N°	KVA	Total KVA	Calibre conductor	Resistencia Ω	Reactancia Ω/km	Parcial %	Acumulada %
Pz83-CD	2,7	CD	1050	1050	250	0,14	0,23497	0,89	0,89
CD-Pz41	0,44	CT1	350	350	250	0,14	0,23497	0,05	0,93
CD-CT2	0,37	CT2	350	700	250	0,14	0,23497	0,08	0,97
CT2-CT3	0,255	CT3	350	350	250	0,14	0,23497	0,03	1,00

Al igual que los anteriores métodos el circuito primario consta de una cámara de derivación (CD) o seccionamiento tipo barra de 6 vías a 900 A, la cual sirve para la derivación de los circuitos de medio voltaje a cada centro de transformación.

12.7 Simulación

Se utilizó el software de simulación de redes de distribución eléctrica llamado CYMDIST, El cual es un programa que utilizan las empresas eléctricas de distribución para el cálculo de las redes, el mismo que permite el ingreso de parámetros de diferentes equipos que conforman un sistema de distribución eléctrica tales como conductores, cables, transformadores, equipos de protección y maniobra, cargas, motores etc.

Para la simulación del sistema de distribución subterránea se establece primero los parámetros que se va a utilizar los cuales son: tipo de fuente, datos del transformador, tipo de cable, cargas concentradas con su debida potencia.

Ingreso de datos del transformador.

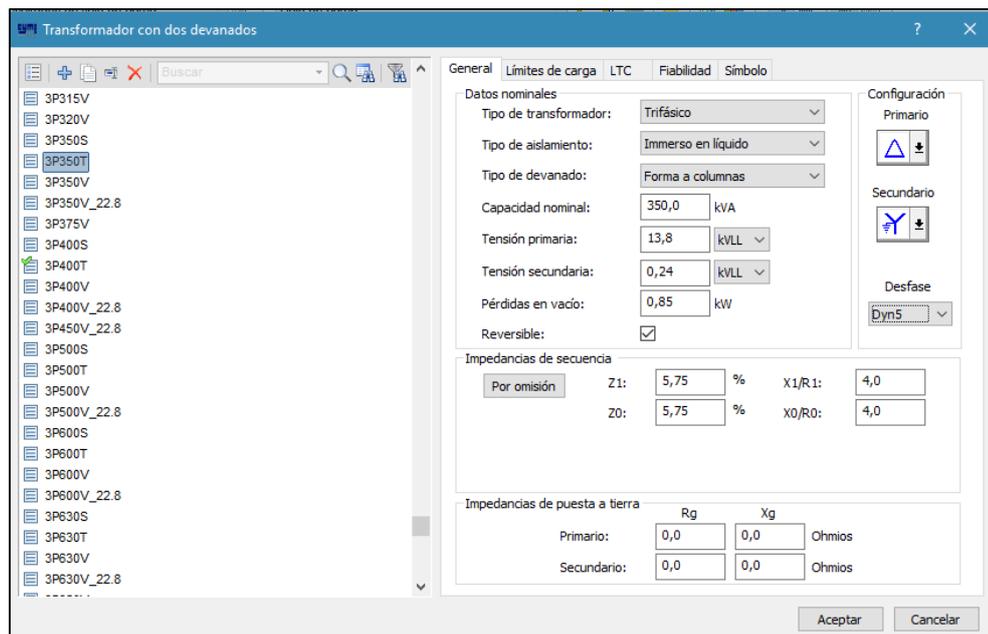


Figura 4. 1 Ingreso de datos del transformador.

La incorporación de datos nominales de configuración en el transformador es:

El tipo de transformador, el tipo de aislamiento, la capacidad nominal, la configuración de devanados, El voltaje primario y secundario Las pérdidas en vacío, las impedancias. Como se puede apreciar en la fig. 4.1 se muestran los datos de ingreso para la configuración del transformador.

Ingreso de para la configuración del conductor

Para la configuración del conductor el cual permite escoger el tipo de material y establecer parámetros los cuales son: tipo y construcción, material de construcción, tamaño, diámetro interno y externo, RMG del conductor, capacidad nominal y resistencia del conductor.

General			
Límites de carga			
Fiabilidad			
Notas			
Detalles de construcción			
Palabra código:	250 mcm		
Tipo de construcción:	Compacto redondo		
Material:	Aluminio		
Tamaño:	211,6	kcmil	?
Diámetro interno:	0,4532	pulgada	
Diámetro externo:	0,5728	pulgada	
RGM:	0,20016	pulgada	
Capacidad nominal			
Crte perman. nominal:	480,0	A	
Capac. de soporte de cc:	480,0	A	
Resistencia			
	ac	cc	
R 25°C:	0,2779	0,0	Ohmios/mi
R 50°C:	0,303	0,0	Ohmios/mi

Figura 4. 2 Ingreso de datos del conductor

Realizado una vez la configuración del conductor se establece el tipo de circuito y posición de los cables como se puede apreciar en la siguiente fig. 4.3

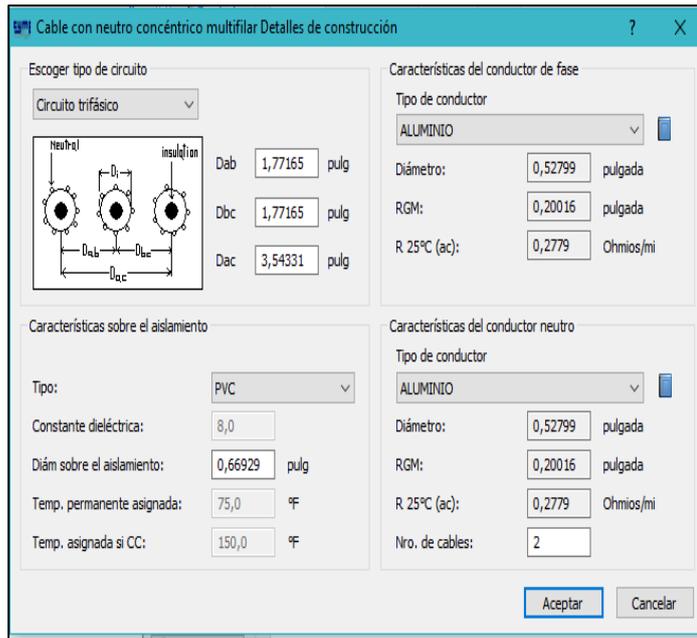


Figura 4. 3 Ingreso de datos para la configuración del cable conductor.

Para la configuración de las cargas estas se las considera de acuerdo al número de usuarios por tramo concentrado acompañado de su potencia KVA y su factor de potencia para el cual es de 0.92

Se procede a trazar las redes secundarias de cada centro de transformación en cual se puede apreciar en la fig. 4.4, el cual está siendo alimentado por una fuente que simula a una red primaria de 13.8KV.

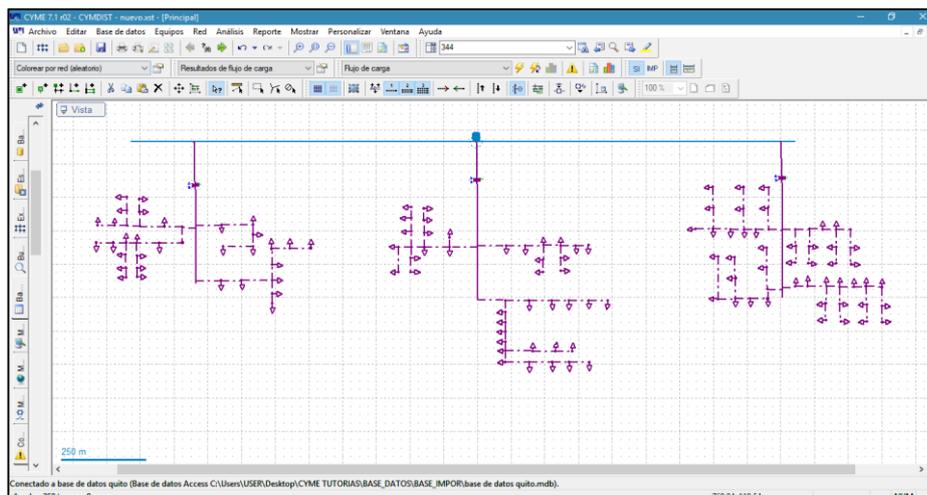


Figura 4. 4 Trazo de redes secundarias en Cymdist.

Al establecer la configuración de todos los componentes que conforma la red se puede simular las caídas de voltaje de los circuitos secundarios lo cual se establece en el anexo 6.

12.8 Lista de materiales eléctricos

Para la estimación de materiales que conlleva a una posible ejecución de obra se establece un listado básico de estos, los cuales se toma a consideración el tipo de equipos que se podría utilizar para una previa implementación. Por lo cual se toman en cuenta rubros de materiales y equipos específicos que le permitirá a la empresa distribuidora tenerlos en cuenta para la posible construcción como son:

- Centros de Transformación
- Cables
- Postes para Iluminación
- Luminarias
- Acometidas, medidores y salidas a poste
- Accesorios de medio y bajo voltaje
- Sistema de puesta a tierra

En el anexo 8 se aprecia la lista de materiales contemplados en los rubros que involucra la parte eléctrica de la nueva red subterránea del cantón Pelileo, con el ajuste de materiales dependiendo al modelo de diseño anteriormente calculado.

12.9 Comparación y Discusión

12.9.1 Comparación de caídas de voltaje de circuitos secundarios

Para la determinación el cálculo de caídas de voltaje de los circuitos secundarios se lo realizo de los tres métodos como son el método que ocupa la EEASA, la EEQ y REA acompañados de una simulación en el software CYME.

Se emplea el software de simulación de redes eléctricas CYME utilizado por las empresas distribuidoras del país, para constatar el método más eficiente y con menores caídas de voltaje, para lo cual se obtiene valores de caídas de voltaje aceptables. En la tabla 4.25 se presentan las caídas de voltaje más significativas de cada circuito del centro de transformación de cada uno de los métodos utilizados.

Tabla 4.25 Resultados de la Caída de Voltaje de los Tres Métodos Utilizados.

Porcentajes de caidas de voltaje red secundaria										
Modelo	%Δ CT1			%Δ CT2			%Δ CT3			
	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C4

REA	3,08	2,47	3,1	2,69	2,74	3,24	2,11	2,06	1,48	3,21
EEASA	3,1	2,69	3,28	2,96	3,03	3,5	2,39	2,21	1,52	3,33
EEQ	3,36	3,07	3,53	3,11	3,01	3,7	2,5	2,36	1,62	3,66
CYMDIST	3,21	2,73	3,4	3,4	2,73	2,6	3,16	1,92	1,42	2,9

Los resultados que se observan son de acuerdo a las variables que cada método representa en sus respectivas metodologías de diseño para el cálculo de caídas de voltaje en los circuitos secundarios del transformador.

Cabe mencionar que para la demanda emitida por el alumbrado público se lo considera como una constante carga por lo que la potencia que emite no influye en el diseño eléctrico de la nueva red subterránea, siendo que esta está conectada en un circuito externo especialmente para su uso.

En la fig. 4.5 se puede apreciar columnas comparativas del resultado del cálculo de caídas de voltaje de los tres métodos donde se observan diferentes valores los cuales claramente se puede definir como el método de la REA es cual proporciona el menor índice de pérdidas.

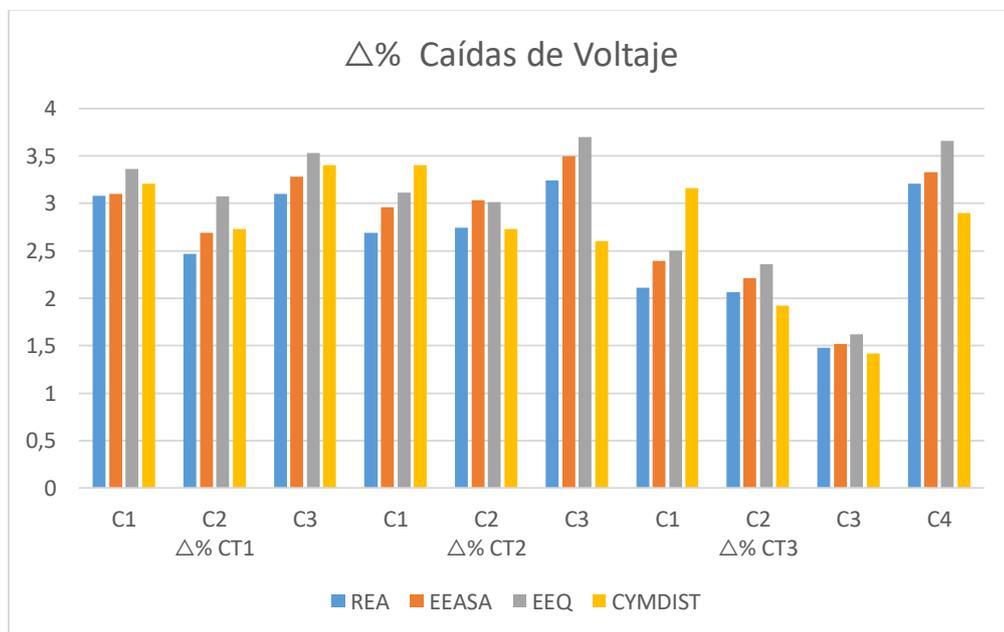


Figura 4. 5 Comparación de porcentajes de caídas de Voltaje.

En el método utilizado por la Empresa Eléctrica Ambato (EEASA) al calcular las demandas de diseño se lo realiza con la tabla de demanda diversificada estandarizada en su norma, la cual depende de un estrato según la ubicación y la carga, siendo esta de tipo C misma que se puede observar en la tabla del anexo 1.

Para el análisis se tomó en cuenta el calibre de cable 250 MCM siendo este favorable para la obtención de los límites de caída de voltaje. En este método la demanda de diseño se lo calcula en KW. Dando como resultado el porcentaje de caídas de voltaje no superior al 3.5% establecido en su norma de diseño.

En el método utilizado por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) al momento de calcular las demandas de diseño se lo realiza con la tabla de demanda diversificada estandarizada en su norma, la cual trata de un estrato dependido de la carga del sector de la misma forma siendo esta de tipo D, con valores muy distintos a los que ocupan en el anterior método (EEASA), la cual se puede observar en la tabla del anexo 2. De igual manera se toma en cuenta que la demanda de diseño se lo calcula en KVA.

Al realizar el cálculo por este método la caída de voltaje es excesiva superior al 3.5% establecido en su norma, por lo tanto para llegar al límite de caída de voltaje establecido se incrementa el calibre del conductor que en primera instancia se lo considero al calibre 250 MCM de aluminio aislado para lo cual se considera un aumento de calibre al no brindar el valor mínimo admisible de caída de voltaje se procede a realizar el cálculo con el calibre 300 MCM el cual si brinda valores favorables y dentro de los límites permitidos.

En el método de la REA, se toman el cálculo del consumo promedio por cada usuario otorgado por la empresa distribuidora EEASA, el cual es de un valor de 178,41 (kWh-mes), donde al hacer los cálculos derivados por cada factor que se utiliza en este método, tanto el factor a, como factor b y la debida aplicación, sustitución en las fórmulas detalladas donde se obtiene valores adecuados en la caída de voltaje no superiores al 3,5%.

En el caso los tres métodos cumplen la misma labor siendo los método de REA y de la EEASA los más favorables con valores mínimos de caída de voltaje teniendo un valor máximo de caída de voltaje de 3.24%, y de 3.5% en los cuales se utiliza el mismo cable 250 MCM de aluminio de un valor máximo que equivale al 3.5%.

12.9.2 Comparación entre demandas de centros de transformación

El análisis de la demanda para cada centro de transformación se lo realiza dependiendo de cada metodología de cálculo, por lo cual esta va a variar dependiendo al método que se utiliza, esto se da por las siguientes razones.

En los tres métodos varían al momento de identificar las demandas en caso de la EEASA y EEQ esto se da por las cargas que se imponen en su tabla de demandas diversificadas ya que

las dos asignas valores dependido del número de usuarios que corresponde, la cual es la principal razón por lo cual varia la demanda, ya que el cálculo de demanda de alumbrado público y de consumidores especiales es el mismo para cada centro de transformación.

En el caso de la metodología de la REA esta se basa en el consumo real de los usuarios donde se calcula directamente los valores de demanda de cada manzana, involucrada en el área de intervención de cada centro de transformación.

En la tabla 4.26 se aprecia la diferencia entre demandas de cada centro de transformación de cada método.

Tabla 4. 26 Comparación de demandas de diseño de cada método

Demandas de Diseño del Transformador por cada Método			
Centro de Transformación	EEASA (KVA)	EEQ (KVA)	REA (KVA)
CT1	242,26	260,92	258,18
CT2	256,15	274,69	271,97
CT3	264,04	284,31	280,38

Se puede observar que los valores de demanda de cada centro de transformación poseen variaciones, los mismos que al momento de ser homologados a valores estandarizados estos pueden coincidir sin ningún tipo de problemas.

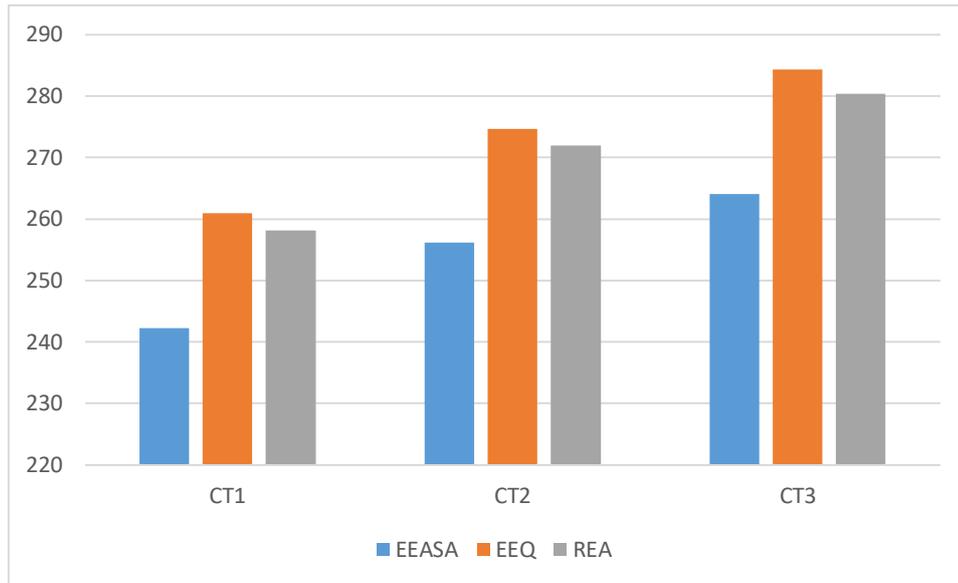


Figura 4.6 Comparación de la demanda de centros de transformación

Se puede observar que la demanda calculada para cada centro de transformación por parte de la metodología de la EEQ es quien sobresale, con valores más altos y la de menor demanda es la metodología de la EEASA, como se mencionó esto se da por el desbalance en sus demandas diversificadas otorgadas según el número de usuarios.

12.9.3 Comparación económica

En base a lo estimado en el estudio técnico de diseño donde existen variaciones según la metodología, como es el caso en el dimensionamiento de cables conductores lo cual conlleva a un análisis económico de estas, esto implica la relación económica que existe entre costos de un material y otro lo que implica que cada método sea técnica y económicamente factible. En la tabla 4.27 refleja el análisis económico relacionado al estudio de diseño planteado.

Tabla 4.27 Comparación Económica de cables conductores

Metodología	Conductor primario	metros	costo	Conductor secundario	metros	costo	Costo Total
EEASA y REA	15Kv 250 MCM Cu	3000	60630,00	4kV 250 MCM Al	13500	107865,00	168495,00
EEQ	15kV 300 MCM Cu	3000	85500,00	4kV 300 MCM Al	13500	160650,00	246150,00

Existe una diferencia económica entre los materiales conductores calculados por la EEQ del \$77655,00 equivalente al 31,55% más en relación a los materiales calculados por la EEASA y REA. La diferencia de precios se da por el tipo de conductor que se utilizó en cada método cabe recalcar que en los alimentadores primarios el conductor es de cobre mientras en los

circuitos secundarios son de aluminio lo que varía entre ellos son su calibre y a su vez el costo.

En lo que se refiere al diseño eléctrico calculado por la metodología que ocupa la EEASA y REA los dimensionamientos son los mismos ya que al calcular el diseño estos dieron valores idóneos, pero en caso de la metodología expresada por la EEQ esto cambio ya que se utilizó otro calibre de conductor lo cual hace que exista una diferencia de precios en sus rubros. En el anexo 8 se puede observar los rubros correspondientes a cada metodología de diseño.

13. IMPACTO TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y ECONÓMICO:

El presente proyecto investigativo posee un impacto **social** el cual involucra a los usuarios dueños de cada medidor de distribución, los cuales al intervenir dicho proyecto presentan un gran beneficio el cual se basa en la extinción de líneas energizadas aéreas aumentando la seguridad tanto vial como peatonal del sector de influencia; tiene un impacto **técnico** mismo que hace mención al cálculo idóneo de las metodología de las demandas de diseño, manteniendo un sistema seguro y confiable siendo fácil de operar en casos de mantenimientos y emergencias; posee un impacto **ambiental** relacionado con el actual tendido eléctrico aéreo, el cual provoca contaminación visual en el área de concesión, al implementar un sistema soterrado de energía eléctrica está brindando una mejor estética visual en la zona de intervención; es importante mencionar que al tener un impacto **económico** es de gran beneficio para la empresa distribuidora de energía dado que al implementar un estudio coherente y exacto de diseño de demanda se evita sobredimensionamientos tanto para equipos y materiales que intervienen en la construcción de un nuevo sistema energético.

14. PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR LA PROPUESTA DEL PROYECTO

La inversión total del aproximado del proyecto se lo estimula en la tabla 5, que involucra el presupuesto de la obra civil y eléctrica, como se puede apreciar existe una diferencia de \$136.374,60 entre los rubros de cada método analizados.

En el anexo 8 se presenta una lista detallada de rubros reales que conlleva una posible ejecución del proyecto.

Tabla 5. Presupuesto aproximado del proyecto

Descripción	EEASA Y REA Monto [US\$]	EEQ Monto [US\$]
OBRA CIVIL ESTIMADA	384.389,98	419.179,42
OBRA ELÉCTRICA	960.974,95	1.047.948,55

SUBTOTAL	1.345.364,93	1.467.127,97
IVA	161.443,79	176.055,36
TOTAL CON IVA	1.506.808,72	1.643.183,32

Se considera un estimado del 40% para la obra civil, ya que el diseño de la misma no se encuentra ejecutado.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se recopiló de manera metódica información bibliográfica del uso de las metodologías de diseño que poseen las empresas distribuidoras vinculadas en cada una de sus guías de diseño, donde se pudo afirmar ciertas diferencias como las demandas máximas por usuarios las cuales difieren según el tipo de categorización que adoptan las empresas distribuidoras de acuerdo a sus normativas para la realización de diseños eléctricos; también se recopiló información establecido por la REA. En la metodología de la REA se realiza un estudio minucioso de los históricos de consumo de los usuarios que establece la cantidad real promedio entre todos los usuarios involucrados.

Comparando las metodologías de diseño usadas por las empresas distribuidoras EEASA, EEQ y de la REA denotan valores variantes en cada metodología, sobresaliendo notablemente en los cálculos realizados tanto en el dimensionamiento de la demanda de diseño como en las caídas de voltaje, lo cual se da por los valores de demanda diversificada que poseen las empresas distribuidoras comparadas.

Con el fin de realizar una comparación adecuada se utilizó tanto en la simbología como en la nomenclatura de planos lo establecido en la normativa del Ministerio de Energía y de Recursos Naturales no Renovables, con el fin de evitar las diferencias entre empresas eléctricas lo cual desembocaría en confusiones y una baja apreciación.

Luego de realizar el análisis se observó que en las metodologías de diseño EEASA, EEQ y REA, presentan mínimas diferencias tanto en los porcentajes de caídas de voltaje como en la categorización de usuarios para la implementación de las demandas máximas diversificadas de consumo; con respecto a la metodología de la REA está realiza sus diseños de acuerdo al consumo real de cada uno de sus usuarios involucrados en el área de concesión, lo que hace que existan variaciones en sus cálculos y a su vez involucre diferentes dimensionamientos en la lista de materiales.

Recomendaciones

Se recomienda que para realizar un análisis de diseños de redes de distribución subterráneas por cualquier método, se debe realizar un estudio de demanda de consumo del área actual puesto que es muy importante para el dimensionamiento de materiales y sobre todo para la planificación de proyección de demanda del sector.

Es recomendable tener en cuenta la zonificación del área de clientes los dependiendo de sus consumos actuales, para la aplicación correcta de una categoría de consumo, útil para posteriores aplicaciones de las metodologías que involucran a estas.

Es recomendable la utilización de cada metodología acorde al área de concesión a la que corresponde siendo que estas, están elaboradas para sostener y aplicar en áreas ya establecidas por cada empresa de distribución.

Para la utilización de la metodología de la REA es recomendable su aplicación en lugares donde no consten con un estudio de zonificación de clientes, siendo este un método apropiado en el cual solo intervienen los usuarios y los consumos.

16. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Allan Omar Sac de Paz, «Estudio de Factibilidad para el Sistema de Distribución de Energía Eléctrica en el Centro Histórico de Quetzaltenango con Líneas Subterráneas», Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2005.
- [2] Raúl Ortiz, Ezequiel Pacheco, José Rivera, y Alfonso Valdés, «Cambio de una Red de Distribución Aérea por una Red de Distribución Subterránea en el Barrio de Xochimilco en el Municipio de Oaxaca de Juárez», Instituto Politécnico Nacional, Oaxaca de Juárez - México, 2011.
- [3] Edwin Vladimir Torre Díaz, «Estudio de Factibilidad para la Electrificación desde Arajuno hasta la Comunidad de Villano, Cantón Arajuno, Provincia de Pastaza», Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, 2012.
- [4] Luis Rafael Realpe Hernández, «Diseño Eléctrico de la Red Subterránea para el Casco Comercial de la Ciudad de Santo Domingo de los Colorados», Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2013.
- [5] Carlo Orellana, Marcos Pañi, «Incidencia del Programa Cocción Eficiente En La Demanda Máxima Unitaria En El Sector Residencial Rural De La Ciudad De Cuenca», Universidad de Cuenca, Ecuador - Cuenca, 2015.

- [6] Roberto Gonzales Hernández, «Diseño de La Red De Distribución Subterránea en 13.8 Kv del Parque Industrial “El Huasteco” Localizado en Altamira, Tamaulipas», Instituto Politécnico Nacional, Mexico, 2015.
- [7] Juan Carlos Niela Morocho, «Proyecto de Especificaciones Técnicas para el Diseño de la Redes Subterráneas de la Empresa Eléctrica Regional Centro Norte S.A.», Universidad Politécnica Salesiana Sede en Cuenca, Cuenca-Ecuador, 2012.
- [8] Samuel Ramírez Castaño, Redes de Distribución de Energía, Tercera Edición. Colombia, 2004.
- [9] Alberto Naranjo, Proyecto del Sistema de Distribución Eléctrico. Caracas- Venezuela: Equinoccio, 2018.
- [10] Pedro Ramos Fonseca, «Elaboración de un Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea para 24.9 Kv», Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, 2008.
- [11] Google Earth, «Mapa Geográfico del Cantón Pelileo», Ecuador - Tungurahua, 2019.
- [12] Ministerio de Energía y de Recursos Naturales no Renovables, «Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas». 2019.
- [13] Ministerio de Energía y de Recursos Naturales No Renovables, «Manual de Construcción del Sistema de Distribución Eléctrica de Redes Subterráneas». .
- [14] Gabriel García, «Implementación de la Normativa Nacional de Soterramiento de Redes (MEER) En el Diseño Eléctrico del Área de Regeneración Urbana a Ejecutarse en el Cantón Cevallos, Provincia de Tungurahua», Escuela Politécnica Nacional, Quito- Ecuador, 2015.
- [15] José Dolores Juárez Cervantes, Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica, Primera Edición. México 1995.
- [16] ARCONEL, «Plan Maestro de Electrificación 2013-2022». .
- [17] Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., «Normas y Procedimientos para Diseño, Aprobación, Fiscalización Y Recepción de Proyectos». ago-2011.
- [18] Empresa Eléctrica Quito S.A., «Normas para Sistemas de Distribución». mar-2015.

17. ANEXOS

Anexo 1

Demandas Diversificadas para redes subterráneas proyectada 10 años EEASA				
NUM. ABON.	FAC. DIV.	ZONAS		
		A	B	C
1	1,00	3,27	2,96	2,58
2	131,00	4,99	4,52	3,94
3	1,50	6,54	5,92	5,16
4	1,63	8,02	7,26	6,33
5	1,72	9,51	8,60	7,50
6	1,83	10,72	9,70	8,46
7	1,89	12,11	10,96	9,56
8	1,96	13,35	12,08	10,53
9	2,01	14,64	13,25	11,55
10	2,05	15,95	14,44	12,59
11	2,09	17,21	15,58	13,58
12	2,11	18,60	16,83	14,67
13	2,14	19,86	17,98	15,67
14	2,17	21,10	19,10	16,65
15	2,19	22,40	20,27	17,67
16	2,20	23,78	21,53	18,76
17	2,21	25,15	22,77	19,85
18	2,23	26,39	23,89	20,83
19	2,25	27,61	25,00	21,79
20	2,27	28,81	26,08	22,73
21	2,28	30,12	27,26	23,76
22	2,29	31,41	28,44	24,79
23	2,30	32,70	29,60	25,80
24	2,31	33,97	30,75	26,81
25	2,33	35,09	31,76	27,68
26	2,35	36,18	32,75	28,54
27	2,36	37,41	33,86	29,52
28	2,38	38,47	34,82	30,35
29	2,39	39,68	35,92	31,31
30	2,40	40,88	37,00	32,25
31	2,41	42,06	38,07	33,19
32	2,42	43,24	39,14	34,12
33	2,43	44,41	40,20	35,04
34	2,44	45,57	41,25	35,95
35	2,45	46,71	42,29	36,86
36	2,45	48,05	43,49	37,91
37	2,46	49,18	44,52	38,80
38	2,46	50,51	45,72	39,85
39	2,47	51,63	46,74	40,74
40	2,47	52,96	47,74	41,78
41	2,48	54,06	48,94	42,65
42	2,48	55,38	50,13	43,69
43	2,49	56,47	51,12	44,55
44	2,49	57,78	52,31	45,59
45	2,49	59,10	53,49	46,63
46	2,49	60,41	54,68	47,66
47	2,49	61,72	55,87	48,70

NUM. ABON.	FAC. DIV.	ZONAS		
		A	B	C
48	2,50	62,78	56,83	49,54
49	2,50	64,09	58,02	50,57
50	2,50	65,40	59,20	51,60
55	2,52	71,45	64,68	56,38
60	2,53	77,59	70,23	61,22
65	2,54	83,73	75,79	66,06
70	2,55	89,86	81,34	70,90
75	2,55	96,00	86,90	75,74
80	2,56	102,13	92,45	80,58
85	2,57	108,26	98,00	85,42
90	2,57	114,40	103,55	90,26
95	2,58	120,53	109,10	95,10
100	2,58	126,66	114,66	99,94
105	2,59	132,80	120,21	104,78
110	2,59	138,93	125,76	109,61
115	2,59	145,06	131,31	114,45
120	2,60	151,19	136,86	119,29
125	2,60	157,33	142,41	124,13
130	2,60	163,46	147,96	128,97
135	2,60	169,59	153,51	133,81
140	2,61	175,72	153,51	138,65
145	2,61	181,85	164,61	143,49
150	2,61	187,99	170,16	148,33
160	2,61	200,25	181,27	157,99
170	2,62	212,51	192,37	167,67
180	2,62	224,78	203,47	177,36
190	2,62	237,04	214,57	187,02
200	2,62	249,30	225,67	196,70
250	2,63	310,61	281,17	245,07
300	2,64	371,92	336,67	293,44

Anexo 2

Demanda máxima diversificada considerando la utilización de equipos eléctricos para uso general, cocción y calentamiento de agua. EEQ						
# Usuarios	Estrato A1	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D	Estrato E
1	6.86	5.43	4.30	3,53	2,73	2,31
2	10.97	8.68	6.88	5,65	4,37	3,70
3	15.08	11.93	9.46	7,76	6,00	5,09
4	19.20	15.19	12.04	9,88	7,64	6,48
5	23.15	18.31	14.51	11,91	9,21	7,81
6	26.34	20.56	16.26	13,36	10,26	8,66
7	29.51	23,07	18,37	15,07	11,57	9,77
8	32.93	25,87	20,57	16,87	12,97	10,97
9	36.10	28,46	22,56	18,56	14,36	12,16
10	39.27	30,93	24,63	20,23	15,63	13,23
11	41.44	33,50	26,70	21,90	16,90	14,40
12	45.61	36,07	28,77	23,67	18,27	15,47
13	49.02	38,73	30,83	25,43	19,63	16,63
14	52.19	41,28	32,88	27,08	20,88	17,68
15	55.36	43,82	34,92	28,72	22,22	18,82
16	58.53	46,36	36,96	30,36	23,46	19,96
17	61.70	48,90	38,90	32,00	24,80	21,00
18	64.87	51,43	40,93	33,73	26,03	22,13
19	67.80	53,76	42,86	35,26	27,26	23,16
20	71.22	56,39	44,99	36,99	28,59	24,29
21	74.14	58,81	46,81	38,51	29,81	25,31
22	77.31	61,33	48,83	40,23	31,13	26,33
23	80.00	63,54	50,64	41,64	32,24	27,34
24	82.68	65,75	52,35	43,15	33,35	28,35
25	85.12	67,76	54,06	44,56	34,46	29,26
26	87.80	69,97	55,87	45,97	35,67	30,27
27	90.73	72,27	57,67	47,57	36,87	31,27
28	94.87	75,37	60,07	49,47	38,27	32,47
29	96.34	76,87	61,37	50,57	39,17	33,27
30	99.26	79,17	63,17	52,07	40,37	34,37
31	102.19	81,56	65,06	53,56	41,56	35,36
32	105.12	83,85	66,95	55,15	42,75	36,35
33	108.08	86,14	68,74	56,64	43,94	37,34
34	110,73	88,33	70,53	58,13	45,13	38,33
35	113,65	90,72	72,42	59,62	46,32	39,32
36	116,34	92,90	74,10	61,10	47,40	40,30
37	119,26	95,18	75,98	62,58	48,58	41,28
38	121,94	97,36	77,76	64,06	49,76	42,26
39	124,99	99,74	79,64	65,64	50,94	43,24
40	127,55	101,82	81,32	67,02	52,02	44,22
41	130.30	104,02	83,04	68,46	54,13	45,19
42	132,92	106,17	84,77	69,87	54,27	46,17
43	135,11	108,04	86,34	71,14	55,24	47,04
44	138,29	110,51	88,21	72,81	56,51	48,01
45	141,21	112,88	90,08	74,28	57,68	48,98
46	143,89	115,05	91,85	75,75	58,75	49,95
47	146,82	117,31	93,61	77,21	59,91	50,91
48	149,75	119,58	95,48	78,68	61,08	51,98
49	152,19	121,64	97,14	80,04	62,14	52,84
50	154,87	123,80	98,80	81,50	63,30	53,80
51	157,80	126,06	100,66	82,96	64,46	54,76
52	160,24	128,12	102,22	84,32	65,52	55,72
53	162,67	130,08	103,88	85,68	66,48	56,58

# Usuarios	Estrato A1	Estrato A	Estrato B	Estrato C	Estrato D	Estrato E
54	165,84	132,54	105,84	87,24	67,74	57,64
55	16828,00	134,60	107,40	88,60	68,80	58,50
56	171,21	136,85	109,25	90,05	69,95	59,45
57	173,65	138,81	110,91	91,41	71,01	60,41
58	176,33	140,96	112,56	92,86	72,06	61,36
59	179,50	143,41	114,51	94,41	73,31	62,31
60	181,70	145,25	115,96	95,66	74,26	63,16
61	184,38	147,41	117,71	97,11	75,41	64,11
62	187,06	149,56	119,46	98,46	76,46	65,06
63	189,75	151,71	121,11	99,91	77,61	66,01
64	192,43	153,86	122,86	101,36	78,66	66,96
65	195,11	156,00	124,60	102,70	79,80	67,80
66	197,79	158,15	126,25	104,15	80,85	68,75
67	200,36	160,19	127,87	105,49	81,89	69,69
68	202,92	162,23	129,53	106,83	83,03	70,63
69	205,60	164,38	131,28	108,28	84,08	71,48
70	208,28	166,52	133,02	109,72	85,12	72,42
71	210,96	168,66	134,66	111,06	86,26	73,36
72	213,65	170,80	136,40	112,50	87,30	74,30
73	216,21	172,84	138,04	113,84	88,44	75,24
74	218,77	174,97	139,67	115,17	89,47	76,07
75	221,33	177,01	141,31	116,51	90,51	77,01
76	223,89	179,05	142,95	117,95	91,55	77,85
77	226,45	181,08	144,58	119,28	92,58	78,78
78	229,01	183,22	146,32	120,62	93,72	79,72
79	231,57	185,25	147,95	121,95	94,75	80,55
80	234,13	187,29	149,59	123,39	95,79	81,49
81	236,94	189,52	151,32	124,82	96,92	82,42
82	239,74	191,65	153,05	126,25	98,05	83,35
83	241,82	193,48	154,48	127,38	98,98	84,18
84	243,89	195,21	155,91	128,61	99,91	85,01
85	246,83	197,24	157,54	129,94	100,94	85,84
86	248,77	199,17	159,07	131,27	101,97	86,77
87	251,21	201,20	160,70	132,60	103,00	87,60
88	253,65	203,13	162,23	133,83	104,03	88,53
89	257,30	205,85	164,35	135,55	105,25	89,55
90	260,96	208,58	166,48	137,28	106,58	90,58
91	263,40	210,51	168,11	138,61	107,61	91,50
92	265,84	212,53	169,63	139,93	108,63	92,33
93	268,28	214,46	171,23	141,20	109,63	93,24
94	270,72	216,48	172,78	142,48	110,68	94,08
95	273,16	218,40	174,40	143,80	111,70	95,00
96	275,60	220,43	175,93	145,13	112,73	95,83
97	278,03	222,35	177,55	146,45	113,75	96,75
98	280,47	224,37	179,17	147,77	114,77	97,57
99	282,91	226,29	180,69	148,99	115,79	98,49
100	285,35	228,31	182,31	150,31	116,71	99,31
150	409,73	327,59	261,57	215,71	167,49	142,46
200	531,68	424,54	338,87	279,36	216,79	184,31
250	651,18	519,38	414,45	341,56	264,93	225,14
300	768,25	612,24	488,45	402,45	312,05	265,11
350	887,76	706,14	563,09	463,72	359,25	305,01
400	1004,82	798,24	636,32	523,84	405,60	344,21
450	1126,77	892,93	711,36	585,24	452,64	383,80
500	1248,71	987,35	786,14	646,36	499,42	423,13

Anexo 3

COMPUTO CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS EEASA							ANEXO HOJA __DE__		
PROYECTO									
CLIENTE CATEGORIA : Tipo C DDMp: NUMERO DE CLIENTES 205 LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%					TRANSFORMADOR REFERENCIA: POTENCIA NOMINAL (Kva) 350 MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado				
DATOS			DEMAN.	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		CLIENTES	DMUp KVA	N DE CONDUCTOR	TAMAÑO O (AWG)	FCV KVA -m	KVA - m	Δ V%	
REF.	LONG(Km)							PARCIAL	TOTAL
Pz0 - Pz1	0,002	117	126,92	250MCM		2320	253,84	0,11	0,11
Pz1 - Pz2	0,028	55	61,48	250MCM		2320	1721,55	0,74	0,85
Pz1 - Pz3	0,016	62	68,87	250MCM		2320	1101,97	0,47	0,58
Pz3 - Pz4	0,028	62	68,87	250MCM		2320	1894,02	0,82	1,40
Pz4 - Pz5	0,042	56	62,54	250MCM		2320	2595,39	1,12	2,52
Pz5 - Pz6	0,033	19	23,76	250MCM		2320	772,28	0,33	2,85
Pz6 - Pz7	0,022	14	18,16	250MCM		2320	399,46	0,17	3,02
Pz7 - Pz8	0,049	6	9,23	250MCM		2320	447,45	0,19	3,22
Pz5 - Pz9	0,007	31	36,19	250MCM		2320	235,26	0,10	2,62
Pz9 - Pz10	0,031	11	14,81	250MCM		2320	459,09	0,20	2,82
Pz10 - Pz11	0,024	9	12,60	250MCM		2320	302,29	0,13	2,95
Pz11 - Pz12	0,050	4	6,90	250MCM		2320	341,70	0,15	3,10
Pz9 - Pz13	0,035	18	22,72	250MCM		2320	783,69	0,34	2,96
Pz13 - Pz14	0,036	11	14,81	250MCM		2320	525,73	0,23	3,19
Pz2 - Pz15	0,042	51	57,31	250MCM		2320	2407,18	1,04	1,89
Pz15 - Pz16	0,049	14	18,16	250MCM		2320	880,63	0,38	2,27
Pz16 - Pz17	0,049	8	11,48	250MCM		2320	556,94	0,24	2,51
Pz15 - Pz18	0,007	37	42,31	250MCM		2320	275,03	0,12	2,01
Pz18 - Pz19	0,048	13	17,09	250MCM		2320	820,25	0,35	2,36
Pz19 - Pz20	0,049	9	12,60	250MCM		2320	610,89	0,26	2,62
Pz18 - Pz21	0,035	24	29,24	250MCM		2320	1023,30	0,44	2,45
Pz21 - Pz22	0,034	14	18,16	250MCM		2320	617,35	0,27	2,71
C2									
Pz0 - Pz1	0,004	53	59,40	250MCM		2320	207,90	0,09	0,09
Pz1 - Pz23	0,007	53	59,40	250MCM		2320	386,09	0,17	0,26
Pz23 - Pz24	0,042	53	59,40	250MCM		2320	2465,05	1,06	1,32
Pz24 - Pz25	0,040	37	42,31	250MCM		2320	1692,50	0,73	2,05
Pz25 - Pz26	0,023	22	27,03	250MCM		2320	608,27	0,26	2,31
Pz26 - Pz27	0,027	11	14,81	250MCM		2320	392,45	0,17	2,48
Pz27 - Pz28	0,047	7	10,43	250MCM		2320	490,00	0,21	2,69
C3									
Pz0 - Pz1	0,004	35	40,20	250MCM		2320	140,69	0,06	0,06
Pz1 - Pz29	0,034	35	40,20	250MCM		2320	1366,69	0,59	0,65
Pz29 - Pz30	0,034	33	38,21	250MCM		2320	1295,39	0,56	1,21
Pz30 - Pz31	0,030	32	37,21	250MCM		2320	1097,66	0,47	1,68
Pz31 - Pz32	0,018	32	37,21	250MCM		2320	669,76	0,29	1,97
Pz32 - Pz33	0,015	32	37,21	250MCM		2320	539,53	0,23	2,20
Pz33 - Pz34	0,022	12	16,00	250MCM		2320	350,68	0,15	2,35
Pz34 - Pz35	0,024	4	6,90	250MCM		2320	162,22	0,07	2,42
Pz33 - Pz36	0,035	20	24,79	250MCM		2320	867,57	0,37	2,58
Pz36 - Pz37	0,026	16	20,46	250MCM		2320	521,69	0,22	2,80
Pz37 - Pz38	0,040	13	17,09	250MCM		2320	683,54	0,29	3,10
Pz38 - Pz39	0,040	7	10,43	250MCM		2320	421,92	0,18	3,28

COMPUTO CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS EEASA							ANEXO HOJA __DE__		
---	--	--	--	--	--	--	----------------------	--	--

PROYECTO

CLIENTE CATEGORIA : Tipo C DDMp: NUMERO DE CLIENTES 194 LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%	TRANSFORMADOR REFERENCIA: POTENCIA NOMINAL (Kva) 350 MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado
--	--

DATOS		CLIENTES	DEMAN DA DMUp KVA	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO				N DE CONDUCTOR	TAMAÑO (AWG)	FCV KVA -m	KVA - m	Δ V%	
REF.	LONG(Km)	PARCIAL	TOTAL						
Pz0 -Pz40	0,006	65	72,04	250MCM		2320	432,24	0,19	0,19
Pz40-Pz41	0,036	65	72,04	250MCM		2320	2593,45	1,12	1,30
Pz41 - Pz42	0,010	6	9,23	250MCM		2320	92,26	0,04	1,34
Pz41 - Pz43	0,034	51	57,31	250MCM		2320	1948,67	0,84	2,14
Pz43 - Pz44	0,035	20	24,79	250MCM		2320	855,17	0,37	2,51
Pz44 - Pz45	0,035	11	14,81	250MCM		2320	518,33	0,22	2,74
Pz45 - Pz46	0,036	6	9,23	250MCM		2320	332,13	0,14	2,88
Pz43 - Pz47	0,008	24	29,24	250MCM		2320	233,90	0,10	2,24
Pz47 - Pz48	0,037	17	21,65	250MCM		2320	790,11	0,34	2,59
Pz48 - Pz49	0,035	11	14,81	250MCM		2320	518,33	0,22	2,81
Pz49 - Pz50	0,038	6	9,23	250MCM		2320	350,58	0,15	2,96
Pz47 - Pz51	0,031	3	5,63	250MCM		2320	171,63	0,07	2,32
Pz51 - Pz52	0,031	1	2,81	250MCM		2320	85,81	0,04	2,36
Pz47 - Pz53	0,010	4	6,90	250MCM		2320	69,03	0,03	2,27
Pz53 - Pz54	0,031	4	6,90	250MCM		2320	213,99	0,09	2,37
Pz54 - Pz55	0,031	1	2,81	250MCM		2320	85,81	0,04	2,40

C2

Pz0 - Pz56	0,035	57	63,60	250MCM		2320	2194,03	0,95	0,95
Pz56 - Pz57	0,040	50	56,27	250MCM		2320	2250,85	0,97	1,92
Pz57 - Pz58	0,027	42	47,65	250MCM		2320	1262,60	0,54	2,46
Pz58 - Pz59	0,034	7	10,43	250MCM		2320	349,25	0,15	2,61
Pz59 - Pz46	0,034	3	5,63	250MCM		2320	188,51	0,08	2,69
Pz58 - Pz60	0,006	31	36,19	250MCM		2320	217,17	0,09	2,55
Pz60 - Pz61	0,025	12	16,00	250MCM		2320	399,95	0,17	2,73
Pz61 - Pz62	0,010	4	6,90	250MCM		2320	65,58	0,03	2,75
Pz62 -Pz63	0,033	4	6,90	250MCM		2320	227,80	0,10	2,85
Pz6 - Pz64	0,026	16	20,46	250MCM		2320	531,92	0,23	2,78
Pz64 - Pz65	0,046	9	12,60	250MCM		2320	573,10	0,25	3,03

C3

Pz0 - Pz40	0,006	72	79,43	250MCM		2320	476,58	0,21	0,21
Pz40 - Pz66	0,013	71	78,37	250MCM		2320	979,67	0,42	0,63
Pz66 - Pz67	0,041	26	31,12	250MCM		2320	1260,51	0,54	1,17
Pz67 - Pz68	0,040	19	23,76	250MCM		2320	950,50	0,41	1,58
Pz68 - Pz69	0,029	13	17,09	250MCM		2320	495,57	0,21	1,79
Pz69 - Pz70	0,018	9	12,60	250MCM		2320	226,72	0,10	1,89
Pz70 - Pz71	0,040	6	9,23	250MCM		2320	369,03	0,16	2,05
Pz66 - Pz72	0,007	46	51,97	250MCM		2320	337,83	0,15	0,77
Pz72 - Pz73	0,014	45	50,85	250MCM		2320	711,92	0,31	1,08
Pz73 - Pz74	0,030	44	49,72	250MCM		2320	1491,51	0,64	1,72
Pz74 - Pz75	0,040	40	45,56	250MCM		2320	1822,49	0,79	2,51
Pz75 - Pz76	0,014	37	42,31	250MCM		2320	592,37	0,26	2,76
Pz76 - Pz77	0,040	16	20,46	250MCM		2320	808,10	0,35	3,11
Pz77 - Pz78	0,039	8	11,48	250MCM		2320	447,85	0,19	3,31
Pz78 - Pz71	0,047	3	5,63	250MCM		2320	261,66	0,11	3,42
Pz76 - Pz79	0,009	17	21,65	250MCM		2320	194,82	0,08	2,85
Pz79 - Pz80	0,031	14	18,16	250MCM		2320	562,88	0,24	3,09
Pz80 - Pz81	0,031	10	13,73	250MCM		2320	418,76	0,18	3,27
Pz81 - Pz82	0,040	5	8,18	250MCM		2320	327,16	0,14	3,41
Pz82 - Pz83	0,039	3	5,63	250MCM		2320	219,46	0,09	3,51

COMPUTO CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS EEASA							ANEXO HOJA __DE__		
PROYECTO									
CLIENTE CATEGORIA : Tipo C DDMp: NUMERO DE CLIENTES 234 LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%					TRANSFORMADOR REFERENCIA: POTENCIA NOMINAL (Kva) 250 MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado				
DATOS		DEMANDA	CONDUCTOR				COMPUTO		
TRAMO		CLIENTES	DMUp KVA	N DE CONDUCTOR	TAMAÑO (AWG)	FCV KVA -m	KVA - m	Δ V%	
REF.	LONG(Km)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 -Pz84	0,008	66	73,10	250MCM		2320	584,77	0,25	0,25
Pz84 -Pz85	0,0385	6	9,23	250MCM		2320	355,20	0,15	0,41
Pz85 -Pz86	0,0335	4	6,90	250MCM		2320	231,25	0,10	0,35
Pz84 -Pz87	0,0065	60	66,76	250MCM		2320	433,95	0,19	0,54
Pz87 -Pz88	0,033	60	66,76	250MCM		2320	2203,15	0,95	1,49
Pz89 -Pz90	0,033	57	63,60	250MCM		2320	2098,64	0,90	2,39
Pz88 -Pz90	0,045	17	21,65	250MCM		2320	974,11	0,42	0,77
Pz90 -Pz91	0,0445	8	11,48	250MCM		2320	511,00	0,22	0,99
Pz89 -Pz92	0,031	34	39,20	250MCM		2320	1215,34	0,52	1,52
Pz92 -Pz93	0,0315	31	36,19	250MCM		2320	1140,13	0,49	2,01
Pz93 -Pz94	0,045	21	25,91	250MCM		2320	1165,99	0,50	1,27
Pz94 -Pz95	0,0445	11	14,81	250MCM		2320	659,02	0,28	1,56
Pz93 -Pz96	0,0135	6	9,23	250MCM		2320	124,55	0,05	0,83
Pz96 -Pz97	0,0395	6	9,23	250MCM		2320	364,42	0,16	0,98

C2

Pz0 - Pz98	0,0375	69	76,26	250MCM		2320	2859,85	1,23	1,23
Pz98 - Pz99	0,0335	7	10,43	250MCM		2320	349,25	0,15	1,38
Pz0 - Pz100	0,0065	53	59,40	250MCM		2320	386,09	0,17	0,17
Pz100-Pz101	0,033	48	54,02	250MCM		2320	1782,81	0,77	0,93
Pz101-Pz102	0,032	34	39,20	250MCM		2320	1254,54	0,54	1,48
Pz102-Pz103	0,0455	11	14,81	250MCM		2320	673,83	0,29	1,77
Pz103-Pz104	0,049	6	9,23	250MCM		2320	452,07	0,19	1,96
Pz102-Pz105	0,005	17	21,65	250MCM		2320	108,23	0,05	1,52
Pz105-Pz106	0,045	17	21,65	250MCM		2320	974,11	0,42	1,94
Pz106-Pz107	0,0495	9	12,60	250MCM		2320	623,48	0,27	2,21

C3

Pz0 - Pz84	0,008	39	44,43	250MCM		2320	355,42	0,15	0,15
Pz84 - Pz108	0,022	39	44,43	250MCM		2320	977,42	0,42	0,57
Pz108-Pz109	0,0405	7	10,43	250MCM		2320	422,23	0,18	0,76
Pz109-Pz110	0,0265	3	5,63	250MCM		2320	149,12	0,06	0,82
Pz108-Pz111	0,008	32	37,21	250MCM		2320	297,67	0,13	0,70
Pz111-Pz112	0,031	15	19,27	250MCM		2320	597,36	0,26	0,96
Pz112-Pz113	0,0345	9	12,60	250MCM		2320	434,55	0,19	1,15
Pz111-Pz114	0,0325	17	21,65	250MCM		2320	703,53	0,30	1,01
Pz114-Pz115	0,0335	15	19,27	250MCM		2320	645,53	0,28	1,28
Pz115-Pz116	0,042	7	10,43	250MCM		2320	437,87	0,19	1,47
Pz116-Pz117	0,019	3	5,63	250MCM		2320	106,92	0,05	1,52
Pz115-Pz118	0,008	6	9,23	250MCM		2320	73,81	0,03	1,32
Pz118-Pz119	0,03	6	9,23	250MCM		2320	276,78	0,12	1,44
Pz119-Pz120	0,0305	2	4,30	250MCM		2320	131,05	0,06	1,49

C4

Pz0 - Pz84	0,008	60	66,76	250MCM		2320	534,10	0,23	0,23
Pz84-Pz108	0,0155	60	66,76	250MCM		2320	1034,81	0,45	0,68
Pz108-Pz121	0,0305	56	62,54	250MCM		2320	1907,45	0,82	1,50
Pz121-Pz122	0,0325	51	57,31	250MCM		2320	1862,70	0,80	2,30
Pz122-Pz123	0,0405	17	21,65	250MCM		2320	876,70	0,38	2,68
Pz123-Pz124	0,0445	7	10,43	250MCM		2320	463,93	0,20	2,88
Pz122-Pz125	0,0065	31	36,19	250MCM		2320	235,26	0,10	2,40
Pz125-Pz126	0,04	7	10,43	250MCM		2320	417,02	0,18	2,58
Pz126-Pz127	0,04	4	6,90	250MCM		2320	276,12	0,12	2,70
Pz125-Pz128	0,028	23	28,14	250MCM		2320	787,80	0,34	2,74
Pz128-Pz129	0,03	17	21,65	250MCM		2320	649,41	0,28	3,02
Pz129-Pz130	0,04	7	10,43	250MCM		2320	417,02	0,18	3,20
Pz130-Pz131	0,044	3	5,63	250MCM		2320	247,59	0,11	3,31
Pz129-Pz132	0,0155	8	11,48	250MCM		2320	177,99	0,08	3,10
Pz132-Pz133	0,04	6	9,23	250MCM		2320	369,03	0,16	3,26
Pz133-Pz134	0,04	2	4,30	250MCM		2320	171,87	0,07	3,33

Anexo 4

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION GUIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION EEQ									
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD									
CODIGO: DI-EP-P001-D001									
APENDICE A - 12 - B		CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS						A-12-B REVISION: 06	
N° DEL PROYECTO			USUARIO TIPO D			DMU KVA			
TIPO DE LA INSTALACION SUBTERRANEO			N° FASES : 3			CIRCUITO N°			
VOLTAJE : 220/127 V			LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%			MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado			
ESQUEMA		DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO			
TRAMO		USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA (L/T)	KVA - m	KVA - m	Δ V%	
DESIGNACION	LONG(m)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 - Pz1	2	117	146,10	300MCM		2700	292,21	0,11	0,11
Pz1 - Pz2	28	55	75,03	300MCM		2700	2100,79	0,78	0,89
Pz1 - Pz3	16	62	83,38	300MCM		2700	1334,11	0,49	0,60
Pz3 - Pz4	27,5	62	83,38	300MCM		2700	2293,00	0,85	1,45
Pz4 - Pz5	41,5	56	76,28	300MCM		2700	3165,72	1,17	2,62
Pz5 - Pz6	32,5	19	29,73	300MCM		2700	966,15	0,36	2,98
Pz6 - Pz7	22	14	22,77	300MCM		2700	500,94	0,19	3,17
Pz7 - Pz8	48,5	6	10,80	300MCM		2700	523,80	0,19	3,36
Pz5 - Pz9	6,5	31	45,32	300MCM		2700	294,59	0,11	2,73
Pz9 - Pz10	31	11	18,43	300MCM		2700	571,33	0,21	2,94
Pz10 - Pz11	24	9	15,66	300MCM		2700	375,84	0,14	3,08
Pz11 - Pz12	49,5	4	8,04	300MCM		2700	398,08	0,15	3,23
Pz9 - Pz13	34,5	18	28,39	300MCM		2700	979,33	0,36	3,10
Pz13 - Pz14	35,5	11	18,43	300MCM		2700	654,26	0,24	3,34
Pz2 - Pz15	42	51	70,30	300MCM		2700	2952,40	1,09	1,98
Pz15 - Pz16	48,5	14	22,77	300MCM		2700	1104,35	0,41	2,39
Pz16 - Pz17	48,5	8	14,14	300MCM		2700	685,99	0,25	2,64
Pz15 - Pz18	6,5	37	52,98	300MCM		2700	344,36	0,13	2,11
Pz18 - Pz19	48	13	21,41	300MCM		2700	1027,54	0,38	2,49
Pz19 - Pz 20	48,5	9	15,66	300MCM		2700	759,51	0,28	2,77
Pz18 - Pz21	35	24	36,37	300MCM		2700	1272,92	0,47	2,58
Pz21 - Pz22	34	14	22,77	300MCM		2700	774,19	0,29	2,87
C2									
Pz0 - Pz1	3,5	53	72,50	300MCM		2700	253,74	0,09	0,09
Pz1 - Pz23	6,5	53	72,50	300MCM		2700	471,24	0,17	0,17
Pz23 - Pz24	41,5	53	72,50	300MCM		2700	3008,67	1,11	1,29
Pz24 - Pz25	40	37	52,98	300MCM		2700	2119,11	0,78	2,07
Pz25 - Pz26	22,5	22	33,95	300MCM		2700	763,83	0,28	2,36
Pz26 - Pz27	26,5	11	50,51	300MCM		2700	1338,60	0,50	2,85
Pz27 - Pz28	47	7	12,62	300MCM		2700	593,02	0,22	3,07
C3									
Pz0 - Pz1	3,5	35	50,51	300MCM		2700	176,80	0,07	0,07
Pz1 - Pz29	34	35	50,51	300MCM		2700	1717,45	0,64	0,70
Pz29 - Pz30	33,9	33	47,92	300MCM		2700	1624,41	0,60	1,30
Pz30 - Pz31	29,5	32	46,62	300MCM		2700	1375,29	0,51	1,81
Pz31 - Pz32	18	32	46,62	300MCM		2700	839,16	0,31	2,12
Pz32 - Pz33	14,5	32	46,62	300MCM		2700	675,99	0,25	2,37
Pz33 - Pz34	21,92	12	19,92	300MCM		2700	436,73	0,16	2,54
Pz34 - Pz35	23,5	4	8,33	300MCM		2700	195,79	0,07	2,61
Pz 33 - Pz36	35	20	31,18	300MCM		2700	1091,24	0,40	2,78
Pz36 - Pz37	25,5	16	25,58	300MCM		2700	652,39	0,24	3,02
Pz37 - Pz38	40	13	21,41	300MCM		2700	856,28	0,32	3,34
Pz38 - Pz39	40,47	7	12,62	300MCM		2700	510,63	0,19	3,53

**NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION
GUIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION EEQ**

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD

CODIGO: DI-EP-P001-D001

APENDICE A - 12 -B

CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS

A-12-B
REVISION: 06

N° DEL PROYECTO TIPO DE LA INSTALACION SUBTERRANEO VOLTAJE : 220/127 V N° FASES : 3 LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%	USUARIO TIPO D DMU KVA CIRCUITO N° MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado
--	---

ESQUEMA		DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO			
TRAMO		USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA (L/T)	KVA - m	KVA - m	Δ V%	
DESIGNACION	LONG(m)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 - Pz40	6	65	87,024	300MCM		2700	522,14	0,19	0,19
Pz40 - Pz41	36	65	87,02	300MCM		2700	3132,86	1,16	1,35
Pz41 - Pz42	10	6	11,19	300MCM		2700	111,89	0,04	1,40
Pz41 - Pz43	34	51	70,30	300MCM		2700	2390,04	0,89	2,24
Pz43 - Pz44	34,5	20	31,18	300MCM		2700	1075,65	0,40	2,64
Pz44 - Pz45	35	11	18,43	300MCM		2700	645,05	0,24	2,88
Pz45 - Pz46	36	6	11,19	300MCM		2700	402,80	0,15	3,03
Pz43 - Pz47	8	24	36,37	300MCM		2700	290,95	0,11	2,35
Pz47 - Pz48	36,5	17	27,05	300MCM		2700	987,14	0,37	2,71
Pz48 - Pz49	35	11	18,43	300MCM		2700	645,05	0,24	2,95
Pz49 - Pz50	38	6	11,19	300MCM		2700	425,17	0,16	3,11
Pz47 - Pz51	30,5	3	6,54	300MCM		2700	199,57	0,07	2,42
Pz51 - Pz52	30,5	1	2,98	300MCM		2700	90,80	0,03	2,45
Pz47 - Pz53	10	4	8,33	300MCM		2700	83,32	0,03	2,38
Pz53 - Pz54	31	4	8,33	300MCM		2700	258,28	0,10	2,47
Pz54 - Pz55	30,5	1	2,98	300MCM		2700	90,80	0,03	2,51

C2

Pz0 - Pz56	34,5	57	77,44	300MCM		2700	2671,62	0,99	0,99
Pz56 - Pz57	40	50	69,03	300MCM		2700	2761,21	1,02	2,01
Pz57 - Pz58	26,5	42	59,18	300MCM		2700	1568,35	0,58	2,59
Pz58 - Pz59	33,5	7	12,62	300MCM		2700	422,68	0,16	2,75
Pz59 - Pz46	33,5	3	6,54	300MCM		2700	219,20	0,08	2,83
Pz58 - Pz60	6	31	45,32	300MCM		2700	271,93	0,10	2,69
Pz60 - Pz61	25	12	19,92	300MCM		2700	498,10	0,18	2,88
Pz61 - Pz62	9,5	4	8,33	300MCM		2700	79,15	0,03	2,91
Pz62 - Pz63	33	4	8,33	300MCM		2700	274,94	0,10	3,01
Pz6 - Pz64	26	16	25,58	300MCM		2700	665,18	0,25	2,94
Pz64 - Pz65	45,5	9	15,66	300MCM		2700	712,53	0,26	3,20

C3

Pz0 - Pz40	6	72	95,20	300MCM		2700	571,22	0,21	0,21
Pz40 - Pz66	12,5	71	94,07	300MCM		2700	1175,86	0,44	0,65
Pz66 - Pz67	40,5	26	38,90	300MCM		2700	1575,41	0,58	1,23
Pz67 - Pz68	40	19	29,73	300MCM		2700	1189,11	0,44	1,67
Pz68 - Pz69	29	13	21,41	300MCM		2700	620,80	0,23	1,90
Pz69 - Pz70	18	9	15,66	300MCM		2700	281,88	0,10	2,01
Pz70 - Pz71	40	6	11,19	300MCM		2700	447,55	0,17	2,17
Pz66 - Pz72	6,5	46	64,07	300MCM		2700	416,44	0,15	0,80
Pz72 - Pz73	14	45	62,90	300MCM		2700	880,62	0,33	1,13
Pz73 - Pz74	30	44	61,63	300MCM		2700	1848,77	0,68	1,81
Pz74 - Pz75	40	40	56,73	300MCM		2700	2269,17	0,84	2,65
Pz75 - Pz76	14	37	52,98	300MCM		2700	741,69	0,27	2,93
Pz76 - Pz77	39,5	16	25,58	300MCM		2700	1010,56	0,37	3,30
Pz77 - Pz78	39	8	14,14	300MCM		2700	551,62	0,20	3,51
Pz78 - Pz71	46,5	3	6,54	300MCM		2700	304,26	0,11	3,62
Pz76 - Pz79	9	17	27,05	300MCM		2700	243,41	0,09	3,02
Pz79 - Pz80	31	14	22,77	300MCM		2700	705,88	0,26	3,28
Pz80 - Pz81	30,5	10	17,04	300MCM		2700	519,87	0,19	3,47
Pz81 - Pz82	40	5	10,04	300MCM		2700	401,75	0,15	3,62
Pz82 - Pz83	39	3	6,54	300MCM		2700	255,18	0,09	3,71

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCION GUIA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION EEQ									
SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD CODIGO: DI-EP-P001-D001									
APENDICE A - 12 -B		CAIDA DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS					A-12-B REVISION: 06		
Nº DEL PROYECTO					USUARIO TIPO D				
TIPO DE LA INSTALACION SUBTERRANEO					DMU KVA				
VOLTAJE : 220/127 V					CIRCUITO Nº 1				
LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE 3,5%					Nº FASES : 3				
					MATERIAL DEL CONDUCTOR Aluminio aislado				
ESQUEMA		DEMANDA	CONDUCTOR			COMPUTO			
TRAMO		USUARIOS	KVA(d)	CALIBRE	KVA (L/T)	KVA - m	KVA - m	Δ V%	
DESIGNACION	LONG(m)							PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pz0 -Pz84	8	66	88,17	300MCM		2700	705,35	0,26	0,26
Pz84 -Pz85	38,5	6	11,19	300MCM		2700	430,77	0,16	0,42
Pz85 -Pz86	33,5	4	8,33	300MCM		2700	279,11	0,10	0,36
Pz84 -Pz87	6,5	60	80,98	300MCM		2700	526,39	0,19	0,56
Pz87 -Pz88	33	60	80,98	300MCM		2700	2672,42	0,99	1,55
Pz89 -Pz90	33	57	77,44	300MCM		2700	2555,46	0,95	2,50
Pz88 -Pz90	45	17	27,05	300MCM		2700	1217,03	0,45	0,82
Pz90 -Pz91	44,5	8	14,14	300MCM		2700	629,41	0,23	1,05
Pz89 -Pz92	31	34	49,22	300MCM		2700	1525,68	0,57	1,61
Pz92 -Pz93	31,5	31	45,32	300MCM		2700	1427,65	0,53	2,14
Pz93 -Pz94	45	21	32,51	300MCM		2700	1462,89	0,54	1,36
Pz94 -Pz95	44,5	11	18,43	300MCM		2700	820,13	0,30	1,66
Pz93 -Pz96	13,5	6	11,19	300MCM		2700	151,05	0,06	0,87
Pz96 -Pz97	39,5	6	11,19	300MCM		2700	441,96	0,16	1,03

C2

Pz0 - Pz98	37,5	16	25,58	300MCM		2700	959,39	0,36	0,36
Pz98 - Pz99	33,5	7	12,62	300MCM		2700	422,68	0,16	0,51
Pz0 - Pz100	6,5	53	72,50	300MCM		2700	471,24	0,17	0,17
Pz100-Pz101	33	48	66,61	300MCM		2700	2198,11	0,81	0,99
Pz101-Pz102	32	34	49,22	300MCM		2700	1574,89	0,58	1,57
Pz102-Pz103	45,5	11	18,43	300MCM		2700	838,56	0,31	1,88
Pz103-Pz104	49	6	11,19	300MCM		2700	548,25	0,20	2,09
Pz102-Pz105	5	17	27,05	300MCM		2700	135,23	0,05	1,62
Pz105-Pz106	45	17	27,05	300MCM		2700	1217,03	0,45	2,07
Pz106-Pz107	49,5	9	15,66	300MCM		2700	775,17	0,29	2,36

C3

Pz0 - Pz84	8	39	55,55	300MCM		2700	444,41	0,16	0,16
Pz84 - Pz108	22	39	55,55	300MCM		2700	1222,13	0,45	0,62
Pz108-Pz109	40,5	7	12,62	300MCM		2700	511,00	0,19	0,81
Pz109-Pz110	26,5	3	6,54	300MCM		2700	173,39	0,06	0,87
Pz108-Pz111	8	32	46,62	300MCM		2700	372,96	0,14	0,76
Pz111-Pz112	31	15	24,23	300MCM		2700	751,18	0,28	1,03
Pz112-Pz113	34,5	9	15,66	300MCM		2700	540,27	0,20	1,23
Pz111-Pz114	32,5	17	27,05	300MCM		2700	878,96	0,33	1,08
Pz114-Pz115	33,5	15	24,23	300MCM		2700	811,76	0,30	1,38
Pz115-Pz116	42	7	12,62	300MCM		2700	529,93	0,20	1,58
Pz116-Pz117	19	3	6,54	300MCM		2700	124,32	0,05	1,62
Pz115-Pz118	8	6	11,19	300MCM		2700	89,51	0,03	1,41
Pz118-Pz119	30	6	11,19	300MCM		2700	335,66	0,12	1,54
Pz119-Pz120	30,5	2	4,77	300MCM		2700	145,35	0,05	1,59

C4

Pz0 - Pz84	8	60	80,98	300MCM		2700	647,86	0,24	0,24
Pz84-Pz108	22	60	80,98	300MCM		2700	1781,61	0,66	0,90
Pz108-Pz121	30,5	56	76,28	300MCM		2700	2326,61	0,86	1,76
Pz121-Pz122	32,5	51	70,30	300MCM		2700	2284,60	0,85	2,61
Pz122-Pz123	40,5	17	27,05	300MCM		2700	1095,32	0,41	3,01
Pz123-Pz124	44,5	7	12,62	300MCM		2700	561,47	0,21	3,22
Pz122-Pz125	6,5	31	45,32	300MCM		2700	294,59	0,11	2,72
Pz125-Pz126	40	7	12,62	300MCM		2700	504,70	0,19	2,90
Pz126-Pz127	40	4	8,33	300MCM		2700	333,26	0,12	3,03
Pz125-Pz128	28	23	35,16	300MCM		2700	984,44	0,36	3,08
Pz128-Pz129	30	17	27,05	300MCM		2700	811,35	0,30	3,38
Pz129-Pz130	40	7	12,62	300MCM		2700	504,70	0,19	3,57
Pz130-Pz131	44	3	6,54	300MCM		2700	287,90	0,11	3,68
Pz129-Pz132	15,5	8	14,14	300MCM		2700	219,23	0,08	3,46
Pz132-Pz133	40	6	11,19	300MCM		2700	447,55	0,17	3,63
Pz133-Pz134	20	2	4,77	300MCM		2700	95,31	0,04	3,66

Anexo 5

CALCULO DE CAIDAS DE VOLTAJE METODO REA

CT-1

Voltaje Nominal	220	
calibre cable	250	AL
reactancia	0,13451444	OHM/M
resistencia	0,16943463	OHM/M

Circuito C1

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz1	3,5	0	117	79,12	64,04	143,16	0,16	0,16
Pz1 - Pz2	28	4	55	39,86	33,33	73,19	0,65	0,81
Pz1 - Pz3	16	0	62	44,30	36,90	81,19	0,41	0,57
Pz3 - Pz4	27,5	6	62	44,30	36,90	81,19	0,71	1,27
Pz4 - Pz5	41,5	6	56	40,50	33,82	74,32	0,97	2,25
Pz5 - Pz6	32,5	5	19	16,96	14,10	31,06	0,32	2,57
Pz6 - Pz7	22	8	14	13,69	11,49	25,19	0,18	2,74
Pz7 - Pz8	48,5	6	6	7,93	6,25	14,18	0,22	2,96
Pz5 - Pz9	6,5	2	31	24,64	20,89	45,53	0,09	2,34
Pz9 - Pz10	31	2	11	11,67	9,55	21,21	0,21	2,55
Pz10 - Pz11	24	5	9	10,25	8,24	18,50	0,14	2,69
Pz11 - Pz12	49,5	4	4	6,06	5,05	11,11	0,17	2,52
Pz9 - Pz13	34,5	7	18	16,31	13,64	29,95	0,33	2,84
Pz13 - Pz14	35,5	11	11	11,67	9,55	21,21	0,24	3,08
Pz2 - Pz15	42	0	51	37,33	31,21	68,54	0,91	1,72
Pz15 - Pz16	48,5	6	14	13,69	11,49	25,19	0,39	2,10
Pz16 - Pz17	48,5	8	8	9,52	7,58	17,10	0,26	2,36
Pz15 - Pz18	6,5	0	37	28,45	23,90	52,35	0,11	1,82
Pz18 - Pz19	48	4	13	13,02	10,87	23,89	0,36	2,19
Pz19 - Pz 20	48,5	9	9	10,25	8,24	18,50	0,28	2,47
Pz18 - Pz21	35	10	24	20,17	16,97	37,14	0,41	2,23
Pz21 - Pz22	34	14	14	13,69	11,49	25,19	0,27	2,50

Circuito C2

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz1	3,5	0	53	38,60	32,28	70,87	0,08	0,08
Pz1 - Pz23	6,5	0	53	38,60	32,28	70,87	0,15	0,22
Pz23 - Pz24	41,5	16	53	38,60	32,28	70,87	0,93	1,15
Pz24 - Pz25	40	15	37	28,45	23,90	52,35	0,66	1,82
Pz25 - Pz26	22,5	11	22	18,89	15,77	34,66	0,25	2,06
Pz26 - Pz27	26,5	4	11	11,67	9,55	21,21	0,18	2,24
Pz27 - Pz28	47	7	7	8,75	6,99	15,73	0,23	2,47

Circuito C3

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 -Pz1	3,5	0	35	26,79	22,93	49,71	0,06	0,06
Pz0 -Pz1	3,5	0	35	27,18	22,93	50,10	0,06	0,06
Pz1 - Pz29	34	2	35	27,18	22,93	50,10	0,54	0,59
Pz29 - Pz30	33,9	1	33	25,91	21,95	47,85	0,51	1,11
Pz30 - Pz31	29,5	0	32	25,27	21,41	46,68	0,44	1,54
Pz31 - Pz32	18	0	32	25,27	21,41	46,68	0,27	1,81
Pz32 - Pz33	14,5	0	32	25,27	21,41	46,68	0,21	2,02
Pz33 - Pz34	21,92	8	12	12,35	10,22	22,57	0,16	2,18
Pz34 - Pz35	23,5	4	4	6,06	5,05	11,11	0,08	2,26
Pz 33 - Pz36	35	4	20	17,60	14,52	32,12	0,36	2,38
Pz36 -Pz37	25,5	3	16	15,01	12,62	27,63	0,22	2,60
Pz37 -Pz38	40	6	13	13,02	10,87	23,89	0,30	2,90
Pz38 -Pz39	40,47	7	7	8,75	6,99	15,73	0,20	3,10

CT-2

Voltaje Nominal=	220	
calibre cable	250	AL
reactancia	0,1345144	OHM/M
resistencia	0,1694346	OHM/M

Circuito C1

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 -Pz40	6	0	65	46,20	38,51	84,71	0,16	0,16
Pz40-Pz41	36	8	65	46,20	38,51	84,71	0,96	1,12
Pz41 - Pz42	10	6	6	7,93	6,25	14,18	0,04	1,17
Pz41 - Pz43	34	7	51	37,33	31,21	68,54	0,74	1,86
Pz43 - Pz44	34,5	9	20	17,60	14,52	32,12	0,35	2,21
Pz44 - Pz45	35	5	11	11,67	9,55	21,21	0,23	2,45
Pz45 - Pz46	36	6	6	7,93	6,25	14,18	0,16	2,61
Pz43 - Pz47	8	0	24	20,17	16,97	37,14	0,09	1,95
Pz47 - Pz48	36,5	6	17	15,66	13,16	28,82	0,33	2,29
Pz48 - Pz49	35	5	11	11,67	9,55	21,21	0,23	2,52
Pz49 - Pz50	38	6	6	7,93	6,25	14,18	0,17	2,69
Pz47 - Pz51	30,5	2	3	4,94	4,55	9,48	0,09	2,05
Pz51 - Pz52	30,5	1	1	2,00	2,40	4,40	0,04	2,09
Pz47 - Pz53	10	0	4	6,06	5,05	11,11	0,04	1,99
Pz53 - Pz54	31	3	4	6,06	5,05	11,11	0,11	2,10
Pz54 - Pz55	30,5	1	1	2,00	2,40	4,40	0,04	2,14

Circuito C2

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz56	34,5	7	57	41,13	34,31	75,44	0,82	0,82
Pz56 - Pz57	40	8	50	36,69	30,70	67,39	0,85	1,67
Pz57 - Pz58	26,5	4	42	31,62	26,38	58,00	0,49	2,16
Pz58 - Pz59	33,5	4	7	8,75	6,99	15,73	0,17	2,33
Pz59 - Pz46	33,5	3	3	4,94	4,55	9,48	0,10	2,43
Pz58 - Pz60	6	3	31	24,64	20,89	45,53	0,09	2,25
Pz60 - Pz61	25	8	12	12,35	10,22	22,57	0,18	2,43
Pz61 - Pz62	9,5	0	4	6,06	5,05	11,11	0,03	2,46
Pz62-Pz63	33	4	4	6,06	5,05	11,11	0,12	2,57
Pz6 - Pz64	26	7	16	15,01	12,62	27,63	0,23	2,47
Pz64 - Pz65	45,5	9	9	10,25	8,24	18,50	0,27	2,74

Circuito C3

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz40	6	0	72	50,63	42,22	92,85	0,18	0,18
Pz40 - Pz66	12,5	0	71	50,00	41,70	91,69	0,36	0,54
Pz66 - Pz67	40,5	7	26	21,45	18,15	39,60	0,51	1,05
Pz67 - Pz68	40	6	19	16,96	14,10	31,06	0,39	1,44
Pz68 - Pz69	29	4	13	13,02	10,87	23,89	0,22	1,66
Pz69 - Pz70	18	3	9	10,25	8,24	18,50	0,11	1,76
Pz70 - Pz71	40	6	6	7,93	6,25	14,18	0,18	1,94
Pz66 - Pz72	6,5	1	46	34,16	28,57	62,72	0,13	0,67
Pz72 - Pz73	14	1	45	33,52	28,04	61,56	0,27	0,94
Pz73 - Pz74	30	4	44	32,89	27,46	60,35	0,57	1,51
Pz74 - Pz75	40	3	40	30,35	25,28	55,63	0,70	2,22
Pz75 - Pz76	14	4	37	28,45	23,90	52,35	0,23	2,45
Pz76 - Pz77	39,5	8	16	15,01	12,62	27,63	0,34	2,79
Pz77 - Pz78	39	5	8	9,52	7,58	17,10	0,21	3,00
Pz78 - Pz71	46,5	3	3	4,94	4,55	9,48	0,14	3,14
Pz76 - Pz79	9	3	17	15,66	13,16	28,82	0,08	2,53
Pz79 - Pz80	31	4	14	13,69	11,49	25,19	0,25	2,78
Pz80 - Pz81	30,5	5	10	10,97	8,84	19,81	0,19	2,97
Pz81 - Pz82	40	2	5	7,04	5,68	12,73	0,16	3,13
Pz82 - Pz83	39	3	3	4,94	4,55	9,48	0,12	3,24

CT-3

Voltaje Nominal=	220	AL OHM/M OHM/M
calibre cable	250	
reactancia	0,13451444	
resistencia	0,16943463	

Circuito C1

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 -Pz84	8	0	66	46,83	39,05	85,88	0,22	0,22
Pz84 -Pz85	38,5	2	6	7,93	6,25	14,18	0,17	0,39
Pz85 -Pz86	33,5	4	4	6,06	5,05	11,11	0,12	0,33
Pz84 -Pz87	6,5	0	60	43,03	35,82	78,85	0,16	0,50
Pz87 -Pz88	33	3	60	43,03	35,82	78,85	0,82	1,32
Pz89 -Pz90	33	6	57	41,13	34,31	75,44	0,79	2,11
Pz88 -Pz90	45	9	17	15,66	13,16	28,82	0,41	0,74
Pz90 -Pz91	44,5	8	8	9,52	7,58	17,10	0,24	0,99
Pz89 -Pz92	31	3	34	26,54	22,44	48,98	0,48	1,47
Pz92 -Pz93	31,5	4	31	24,64	20,89	45,53	0,45	1,92
Pz93 -Pz94	45	10	21	18,25	15,16	33,41	0,48	1,22
Pz94 -Pz95	44,5	11	11	11,67	9,55	21,21	0,30	1,52
Pz93 -Pz96	13,5	0	6	7,93	6,25	14,18	0,06	0,81
Pz96 -Pz97	39,5	6	6	7,93	6,25	14,18	0,18	0,98

Circuito C2

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz98	37,5	9	16	15,01	12,62	27,63	0,33	0,33
Pz98 - Pz99	33,5	7	7	8,75	6,99	15,73	0,17	0,49
Pz0 - Pz100	6,5	5	53	38,60	32,28	70,87	0,15	0,15
Pz100-Pz101	33	14	48	35,43	29,62	65,04	0,68	0,82
Pz101-Pz102	32	6	34	26,54	22,44	48,98	0,50	1,32
Pz102-Pz103	45,5	5	11	11,67	9,55	21,21	0,31	1,62
Pz103-Pz104	49	6	6	7,93	6,25	14,18	0,22	1,84
Pz102-Pz105	5	0	17	15,66	13,16	28,82	0,05	1,36
Pz105-Pz106	45	8	17	15,66	13,16	28,82	0,41	1,77
Pz106-Pz107	49,5	9	9	10,25	8,24	18,50	0,29	2,06

Circuito C3

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz84	8	0	39	29,72	24,80	54,52	0,14	0,14
Pz84 - Pz108	22	0	39	29,72	24,80	54,52	0,38	0,52
Pz108-Pz109	40,5	4	7	8,75	6,99	15,73	0,20	0,72
Pz109-Pz110	26,5	3	3	4,94	4,55	9,48	0,08	0,80
Pz108-Pz111	8	0	32	25,27	21,41	46,68	0,12	0,63
Pz111-Pz112	31	6	15	14,35	12,08	26,43	0,26	0,89
Pz112-Pz113	34,5	9	9	10,25	8,24	18,50	0,20	1,10
Pz111-Pz114	32,5	2	17	15,66	13,16	28,82	0,30	0,93
Pz114-Pz115	33,5	2	15	14,35	12,08	26,43	0,28	1,21
Pz115-Pz116	42	4	7	8,75	6,99	15,73	0,21	1,42
Pz116-Pz117	19	3	3	4,94	4,55	9,48	0,06	1,48
Pz115-Pz118	8	0	6	7,93	6,25	14,18	0,04	1,25
Pz118-Pz119	30	4	6	7,93	6,25	14,18	0,13	1,38
Pz119-Pz120	30,5	2	2	3,61	3,79	7,40	0,07	1,45

Circuito C4

TRAMO	LONGITUD	No. USUARIOS	No. USUARIOS ACUM	KVA DIVERS ACUM	KVA DIVERS COCINAS	KVA TOTAL	PARCIAL (V)	ACUMULADA (%)
Pz0 - Pz84	8	0	60	43,03	35,82	78,85	0,20	0,20
Pz84-Pz108	22	4	60	43,03	35,82	78,85	0,55	0,75
Pz108-Pz121	30,5	5	56	40,50	33,82	74,32	0,72	1,46
Pz121-Pz122	32,5	3	51	37,33	31,21	68,54	0,70	2,17
Pz122-Pz123	40,5	10	17	15,66	13,16	28,82	0,37	2,54
Pz123-Pz124	44,5	7	7	8,75	6,99	15,73	0,22	2,76
Pz122-Pz125	6,5	1	31	24,64	20,89	45,53	0,09	2,26
Pz125-Pz126	40	3	7	8,75	6,99	15,73	0,20	2,46
Pz126-Pz127	40	4	4	6,06	5,05	11,11	0,14	2,60
Pz125-Pz128	28	6	23	19,53	16,38	35,91	0,32	2,58
Pz128-Pz129	30	2	17	15,66	13,16	28,82	0,27	2,85
Pz129-Pz130	40	4	7	8,75	6,99	15,73	0,20	3,05
Pz130-Pz131	44	3	3	4,94	4,55	9,48	0,13	3,18
Pz129-Pz132	15,5	2	8	9,52	7,58	17,10	0,08	2,94
Pz132-Pz133	40	4	6	7,93	6,25	14,18	0,18	3,12
Pz133-Pz134	40	2	2	3,61	3,79	7,40	0,09	3,21

Anexo 6**Resultado de flujos de carga Cymdist****CENTRO DE TRANSFORMACION 1**

Id equipo	Código	V	Longitud m	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	IEquil (A)	Desfase I (°)	Pérdidas totales (kW)	Pérdidas totales (kvar)	Carga (%)	Dv(V) (%)
4KV.AL.250	Cable	119,4	3,5	279	280	716,6	123,7	1	1,2	149,3	0,53
4KV.AL.250	Cable	118,4	16	157	157	403,8	124,07	1,4	1,8	84,1	1,37
4KV.AL.250	Cable	117,2	27,5	155	155	403,8	124,07	2,4	3,1	84,1	2,35
4KV.AL.250	Cable	116,1	41,5	138	138	366,4	124,23	3	3,8	76,3	3,21
4KV.AL.250	Cable	119,0	32,5	44	44	120,7	124,3	0,3	0,3	25,1	0,83
4KV.AL.250	Cable	119,5	22	31	31	85,9	124,37	0,1	0,1	17,9	0,4
4KV.AL.250	Cable	119,5	48,5	14	14	39	124,45	0	0,1	8,1	0,4
4KV.AL.250	Cable	119,7	6,5	76	76	207,2	124,26	0,2	0,2	43,2	0,28
4KV.AL.250	Cable	119,3	31	31	31	85,7	124,29	0,1	0,2	17,9	0,56
4KV.AL.250	Cable	119,6	24	24	24	65,5	124,33	0,1	0,1	13,6	0,33
4KV.AL.250	Cable	119,6	49,5	11	11	30,6	124,4	0	0	6,4	0,32
4KV.AL.250	Cable	119,1	34,5	37	37	101,4	124,31	0,2	0,2	21,1	0,74
4KV.AL.250	Cable	119,5	35,5	21	21	58,3	124,39	0,1	0,1	12,2	0,44
4KV.AL.250	Cable	117,8	28	121	122	312,8	123,23	1,5	1,9	65,2	1,85
4KV.AL.250	Cable	117,0	42	109	109	284	123,37	1,8	2,3	59,2	2,52
4KV.AL.250	Cable	119,0	48,5	31	31	83,7	123,28	0,2	0,2	17,4	0,86
4KV.AL.250	Cable	119,4	48,5	17	17	45,8	123,36	0,1	0,1	9,6	0,47
4KV.AL.250	Cable	119,7	6,5	75	75	200,3	123,4	0,1	0,2	41,7	0,28
4KV.AL.250	Cable	119,0	48	30	30	79,5	123,39	0,2	0,2	16,6	0,81
4KV.AL.250	Cable	119,4	48,5	18	18	49,7	123,47	0,1	0,1	10,4	0,51
4KV.AL.250	Cable	118,9	35	45	45	120,8	123,41	0,3	0,4	25,2	0,89
4KV.AL.250	Cable	119,4	34	25	25	67,8	123,49	0,1	0,1	14,1	0,49
4KV.AL.250	Cable	117,2	37,5	113	113	290,3	124,12	1,7	2,2	60,5	2,3
4KV.AL.250	Cable	117,7	33,9	104	104	271,1	124,28	1,4	1,7	56,5	1,94
4KV.AL.250	Cable	115,9	62	98	98	259,5	124,35	2,3	2,9	54,1	3,4
4KV.AL.250	Cable	118,8	35	51	51	139,8	124,68	0,4	0,5	29,1	1,03
4KV.AL.250	Cable	119,3	25,5	40	40	109,3	124,79	0,2	0,2	22,8	0,59
4KV.AL.250	Cable	119,2	40	30	30	83,2	124,88	0,2	0,2	17,3	0,7
4KV.AL.250	Cable	119,6	40,5	16	16	43,8	124,95	0	0,1	9,1	0,37
4KV.AL.250	Cable	119,6	21,9	28	28	77	124,03	0,1	0,1	16	0,36
4KV.AL.250	Cable	119,8	23,5	11	11	30,4	124,07	0	0	6,3	0,15
4KV.AL.250	Cable	116,7	48	105	105	269,5	122,68	1,9	2,4	56,1	2,73
4KV.AL.250	Cable	118,0	40	75	75	197,6	122,92	0,9	1,1	41,2	1,67
4KV.AL.250	Cable	119,3	22,1	48	48	127,9	123,05	0,2	0,2	26,6	0,6
4KV.AL.250	Cable	119,5	26,5	27	27	71,6	123,16	0,1	0,1	14,9	0,4
4KV.AL.250	Cable	119,5	47	16	16	42	123,23	0	0,1	8,8	0,42

CENTRO DE TRANSFORMACION 2

Id equipo	Código	V	Longitud m	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	IEquil (A)	Desfase I (°)	Pérdidas totales (kW)	Pérdidas totales (kvar)	Carga (%)	Dv(V) (%)
-----------	--------	---	---------------	--	---------------------------------------	---------------	------------------	-----------------------------	-------------------------------	--------------	--------------

4KV.AL.250	Cable	115,9	42	167	168	430	-56,36	4,2	5,3	89,6	3,4
4KV.AL.250	Cable	116,9	34	131	131	347,7	-56,07	2,5	2,8	72,4	2,6
4KV.AL.250	Cable	118,9	34,5	46	46	123,7	-55,99	0,3	0,4	25,8	0,9
4KV.AL.250	Cable	119,4	35	27	27	73,5	-55,88	0,1	0,1	15,3	0,54
4KV.AL.250	Cable	119,6	36	14	14	38,8	-55,82	0	0	8,1	0,3
4KV.AL.250	Cable	119,6	8	67	67	181,7	-56,03	0,2	0,2	37,9	0,32
4KV.AL.250	Cable	119,0	36,5	41	41	112,2	-55,85	0,3	0,3	23,4	0,87
4KV.AL.250	Cable	119,4	35	27	27	73,7	-55,75	0,1	0,1	15,3	0,54
4KV.AL.250	Cable	119,6	38	14	14	38,9	-55,69	0	0	8,1	0,31
4KV.AL.250	Cable	119,9	10	14	14	37,5	-56,34	0	0	7,8	0,08
4KV.AL.250	Cable	119,9	30,5	4	4	11,9	-56,32	0	0	2,5	0,08
4KV.AL.250	Cable	119,7	30,5	12	12	32	-56,29	0	0	6,7	0,21
4KV.AL.250	Cable	119,9	30,5	4	4	11,9	-56,27	0	0	2,5	0,08
4KV.AL.250	Cable	119,9	10	14	14	37,4	-57,54	0	0	7,8	0,08
4KV.AL.250	Cable	117,5	18,5	207	207	531,8	-55,99	2,9	3,6	110,8	2,08
4KV.AL.250	Cable	119,4	6,5	137	138	360	-55,44	0,5	0,6	75	0,49
4KV.AL.250	Cable	118,8	14	133	133	348,5	-55,35	0,9	1,2	72,6	1,03
4KV.AL.250	Cable	117,4	30	127	127	337	-55,27	1,9	2,3	70,2	2,14
4KV.AL.250	Cable	116,9	40	114	114	307,2	-55,12	2,1	2,6	64	2,6
4KV.AL.250	Cable	119,0	14	102	102	281,2	-55,05	0,6	0,8	58,6	0,83
4KV.AL.250	Cable	119,7	9	50	50	140,6	-54,97	0,1	0,1	29,3	0,27
4KV.AL.250	Cable	119,1	31	41	41	114,3	-54,87	0,2	0,3	23,8	0,75
4KV.AL.250	Cable	119,4	30,5	30	30	83,3	-54,77	0,1	0,1	17,3	0,54
4KV.AL.250	Cable	119,5	40	17	17	47,6	-54,68	0	0,1	9,9	0,4
4KV.AL.250	Cable	119,7	39	9	9	26,7	-54,64	0	0	5,6	0,22
4KV.AL.250	Cable	118,9	39,5	39	39	109,9	-55,01	0,3	0,3	22,9	0,92
4KV.AL.250	Cable	119,4	39	22	22	62,3	-54,9	0,1	0,1	13	0,51
4KV.AL.250	Cable	119,7	46,5	9	9	26,6	-54,84	0	0	5,5	0,26
4KV.AL.250	Cable	118,2	40,5	66	66	171,8	-57,16	0,7	0,8	35,8	1,47
4KV.AL.250	Cable	118,7	40	49	49	130,6	-57	0,4	0,5	27,2	1,1
4KV.AL.250	Cable	119,3	29	35	35	92,9	-56,9	0,1	0,2	19,4	0,57
4KV.AL.250	Cable	119,7	18	24	24	63,3	-56,85	0	0	13,2	0,24
4KV.AL.250	Cable	119,6	40	14	14	38	-56,8	0	0	7,9	0,32
4KV.AL.250	Cable	116,8	34,5	142	142	364,4	-56,42	2,5	3,2	75,9	2,66
4KV.AL.250	Cable	116,7	40	123	123	323,4	-56,22	2,3	2,9	67,4	2,73
4KV.AL.250	Cable	118,1	26,5	103	103	277,8	-56,09	1,1	1,4	57,9	1,56
4KV.AL.250	Cable	119,6	33,5	19	19	51,6	-56,18	0	0,1	10,7	0,37
4KV.AL.250	Cable	119,8	33,5	9	9	25,8	-56,14	0	0	5,4	0,18
4KV.AL.250	Cable	119,7	6	72	72	196,1	-56,03	0,1	0,2	40,9	0,25
4KV.AL.250	Cable	119,5	25	28	28	76,9	-56,06	0,1	0,1	16	0,41
4KV.AL.250	Cable	119,7	42,5	11	11	30,3	-55,99	0	0	6,3	0,27
4KV.AL.250	Cable	119,4	26	34	34	93,5	-55,95	0,1	0,2	19,5	0,51
4KV.AL.250	Cable	119,4	45,5	18	18	50,6	-55,86	0,1	0,1	10,5	0,49

CENTRO DE TRANSFORMACION 3

Id equipo	Código	V	Longitud m	Potencia total de paso (kvar)	Potencia total de paso (kVA)	IEquil (A)	Desfase I (°)	Pérdidas totales (kW)	Pérdidas totales (kvar)	Carga (%)	Dv(V) (%)
4KV.AL.250	Cable	119,1	8	164	164	426,9	-55,96	0,8	1	88,9	0,72

4KV.AL.250	Cable	119,5	38,5	19	19	48,6	-58,38	0	0,1	10,1	0,4
4KV.AL.250	Cable	119,7	33,5	11	11	29,2	-58,35	0	0	6,1	0,21
4KV.AL.250	Cable	116,2	39,5	144	145	378,3	-55,65	3,1	3,9	78,8	3,16
4KV.AL.250	Cable	117,0	33	131	131	352,9	-55,52	2,2	2,8	73,5	2,46
4KV.AL.250	Cable	118,9	45	36	36	98,9	-56,01	0,2	0,3	20,6	0,94
4KV.AL.250	Cable	119,5	44,5	17	17	47,6	-55,92	0,1	0,1	9,9	0,45
4KV.AL.250	Cable	118,3	31	78	78	215	-55,13	0,8	1	44,8	1,41
4KV.AL.250	Cable	118,5	31,5	68	68	188,5	-55,01	0,6	0,8	39,3	1,26
4KV.AL.250	Cable	118,7	45	42	42	117,1	-54,83	0,3	0,4	24,4	1,11
4KV.AL.250	Cable	119,3	44,5	21	21	60,7	-54,72	0,1	0,1	12,6	0,57
4KV.AL.250	Cable	119,5	53	14	14	40,1	-55,23	0	0,1	8,4	0,45
4KV.AL.250	Cable	119,8	2	153	153	397,6	-57,62	0,2	0,2	82,8	0,17
4KV.AL.250	Cable	119,2	35,5	34	34	89,7	-58,47	0,2	0,2	18,7	0,67
4KV.AL.250	Cable	119,7	33,5	16	16	41,3	-58,41	0	0	8,6	0,29
4KV.AL.250	Cable	119,5	6,5	118	118	308	-57,37	0,3	0,4	64,2	0,42
4KV.AL.250	Cable	117,7	33	105	105	274,7	-57,22	1,4	1,7	57,2	1,92
4KV.AL.250	Cable	118,3	32	78	78	207,9	-57	0,8	1	43,3	1,41
4KV.AL.250	Cable	119,2	45,5	27	27	72,9	-57	0,1	0,2	15,2	0,7
4KV.AL.250	Cable	119,5	49	14	14	38,5	-56,93	0	0	8	0,4
4KV.AL.250	Cable	118,8	50	36	36	96,8	-56,85	0,3	0,3	20,2	1,02
4KV.AL.250	Cable	119,4	49,5	19	19	50,4	-56,75	0,1	0,1	10,5	0,53
4KV.AL.250	Cable	118,3	23,5	110	110	286,1	-57,64	1,1	1,3	59,6	1,42
4KV.AL.250	Cable	119,4	40,5	21	21	54,4	-58,1	0,1	0,1	11,3	0,47
4KV.AL.250	Cable	119,8	26,5	9	9	25,1	-58,07	0	0	5,2	0,14
4KV.AL.250	Cable	119,5	8	88	88	231,7	-57,54	0,2	0,3	48,3	0,39
4KV.AL.250	Cable	119,3	31	33	33	86,8	-57,86	0,1	0,2	18,1	0,57
4KV.AL.250	Cable	119,6	34,5	19	19	49,2	-57,8	0	0,1	10,3	0,36
4KV.AL.250	Cable	118,8	32,5	55	55	144,9	-57,34	0,4	0,5	30,2	1
4KV.AL.250	Cable	118,9	33,5	47	47	125,2	-57,27	0,3	0,4	26,1	0,89
4KV.AL.250	Cable	119,4	42	21	21	55,5	-57,22	0,1	0,1	11,6	0,49
4KV.AL.250	Cable	119,9	19	9	9	25,6	-57,2	0	0	5,3	0,1
4KV.AL.250	Cable	119,9	8	19	19	49,9	-57,26	0	0	10,4	0,08
4KV.AL.250	Cable	119,6	30	19	19	49,9	-57,26	0	0,1	10,4	0,32
4KV.AL.250	Cable	119,8	30,5	7	7	19,9	-57,23	0	0	4,2	0,13
4KV.AL.250	Cable	116,5	30	176	176	457,8	-55,29	3,4	4,3	95,4	2,9
4KV.AL.250	Cable	116,7	30,5	160	161	428,2	-55,12	3,1	3,8	89,2	2,76
4KV.AL.250	Cable	116,8	32,5	144	144	393,4	-54,97	2,7	3,5	82	2,7
4KV.AL.250	Cable	119,0	40,5	36	36	100,6	-55,27	0,2	0,3	20,9	0,86
4KV.AL.250	Cable	119,5	44,5	16	16	44,6	-55,18	0	0,1	9,3	0,42
4KV.AL.250	Cable	119,6	6,5	95	95	266,3	-54,78	0,3	0,3	55,5	0,37
4KV.AL.250	Cable	119,4	40	21	21	58,2	-55,29	0,1	0,1	12,1	0,49
4KV.AL.250	Cable	119,7	40	11	11	31,5	-55,24	0	0	6,6	0,27
4KV.AL.250	Cable	118,6	28	70	70	195,7	-54,58	0,6	0,7	40,8	1,16
4KV.AL.250	Cable	118,8	30	55	55	155,4	-54,45	0,4	0,5	32,4	0,99
4KV.AL.250	Cable	119,4	40	21	21	59,4	-54,42	0,1	0,1	12,4	0,5
4KV.AL.250	Cable	119,7	44	9	9	27,4	-54,36	0	0	5,7	0,25
4KV.AL.250	Cable	119,7	15,5	26	26	74,8	-54,42	0	0,1	15,6	0,24
4KV.AL.250	Cable	119,5	40	19	19	53,5	-54,36	0,1	0,1	11,1	0,45
4KV.AL.250	Cable	199,4	40	7	7	21,4	-54,31	0	0	4,5	0,18

Anexo 7

BASE DE DATOS DE CLIENTES EEASA				
Código Cliente	Ultimo Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
39920	118	2	398554	EEASA_ResidencialUrbano

39932	72	2	726457	EEASA_ResidencialUrbano
39984	984	2	732564	EEASA_ComercialUrbano
40001	472	2	422788	EEASA_ResidencialUrbano
40005	174	2	432121	EEASA_ResidencialUrbano
40044	912	2	432095	EEASA_ComercialUrbano
40137	351	2	727679	EEASA_ResidencialUrbano
40141	7	2	722900	EEASA_ResidencialUrbano
40144	36	2	719179	EEASA_ResidencialUrbano
40184	20	2	755230	EEASA_ResidencialUrbano
40188	8	2	704272	EEASA_ResidencialUrbano
40189	88	2	705123	EEASA_ResidencialUrbano
40233	480	2	391503	EEASA_ResidencialUrbano
40247	101	2	705724	EEASA_ResidencialUrbano
40433	36	1	282631	EEASA_ComercialUrbano
40476	237	2	683792	EEASA_ComercialUrbano
40477	164	2	410961	EEASA_ComercialUrbano
40489	95	2	345089	EEASA_ComercialUrbano
40502	1140	2	755750	EEASA_ResidencialUrbano
40503	230	2	371753	EEASA_ComercialUrbano
56614	52	2	719397	EEASA_ResidencialUrbano
59692	177	2	726555	EEASA_ResidencialUrbano
64712	241	2	231548	EEASA_ComercialUrbano
67650	318	1	267465	EEASA_ResidencialUrbano
94323	517	2	704258	EEASA_ComercialUrbano
117723	120	2	715296	EEASA_ResidencialUrbano
136942	168	2	715282	EEASA_ResidencialUrbano
150935	225	2	361763	EEASA_ResidencialUrbano
151255	91	2	715293	EEASA_ResidencialUrbano
151624	12	1	282475	EEASA_ComercialUrbano
152062	33	2	711996	EEASA_ResidencialUrbano
152400	120	2	704271	EEASA_ResidencialUrbano
152661	152	2	711986	EEASA_ComercialUrbano
152953	258	2	437537	EEASA_ResidencialUrbano
152986	192	2	367964	EEASA_ResidencialUrbano
153266	69	2	726432	EEASA_ResidencialUrbano
153310	865,21	1	238238	EEASA_Especial
153693	112	2	705263	EEASA_ResidencialUrbano
154558	46	2	707139	EEASA_ResidencialUrbano
155674	181	1	245688	EEASA_ResidencialUrbano
156108	90	2	451135	EEASA_ComercialUrbano
156938	192	2	719395	EEASA_ResidencialUrbano
157315	30	2	719171	EEASA_ResidencialUrbano
157602	402	1	271924	EEASA_ComercialUrbano
157825	708	2	726560	EEASA_ComercialUrbano
157886	159	2	708794	EEASA_ComercialUrbano
158081	297	1	287208	EEASA_ComercialUrbano
158165	26	2	698744	EEASA_ResidencialUrbano
158229	23	2	705728	EEASA_ComercialUrbano
158330	2	2	708394	EEASA_ComercialUrbano
158802	321	3	289037	EEASA_ComercialUrbano
158821	38	2	705721	EEASA_ComercialUrbano
158949	75	2	707314	EEASA_ResidencialUrbano
177218	52	2	422416	EEASA_ComercialUrbano
177689	2281	2	362783	EEASA_ComercialUrbano
179775	174	2	705260	EEASA_ComercialUrbano
252171	217	2	1774908	EEASA_ComercialUrbano
253410	231	2	1781893	EEASA_ComercialUrbano
254112	69	2	454785	EEASA_ResidencialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
260912	2083	3	335776	EEASA_Especial
261013	86	2	469720	EEASA_ComercialUrbano
262190	6	2	469602	EEASA_ComercialUrbano
39935	172	2	716008	EEASA_ResidencialUrbano

39996	180	2	740574	EEASA_ResidencialUrbano
40029	8	2	707406	EEASA_ResidencialUrbano
40047	144	1	277764	EEASA_ResidencialUrbano
40087	120	1	242582	EEASA_ResidencialUrbano
40097	1579	2	365288	EEASA_Especial
40098	148	1	244275	EEASA_ResidencialUrbano
40140	37	2	719170	EEASA_ResidencialUrbano
40143	49	2	719220	EEASA_ResidencialUrbano
40182	299	2	698738	EEASA_ResidencialUrbano
40246	1095	2	705720	EEASA_ComercialUrbano
40249	138	2	705722	EEASA_ComercialUrbano
40441	164	1	282404	EEASA_ComercialUrbano
40472	147	2	366578	EEASA_ResidencialUrbano
40474	286	2	370721	EEASA_ComercialUrbano
40514	1214	2	721599	EEASA_Especial
40520	9	3	231503	EEASA_ComercialUrbano
85588	210	2	722422	EEASA_ResidencialUrbano
150147	253	2	726552	EEASA_ComercialUrbano
150437	358	2	683791	EEASA_ResidencialUrbano
150475	112	2	715292	EEASA_ResidencialUrbano
151245	149	2	715489	EEASA_ResidencialUrbano
151793	39	2	707384	EEASA_ResidencialUrbano
152202	22	2	356356	EEASA_ResidencialUrbano
152204	81	2	707310	EEASA_ComercialUrbano
152249	79	2	422706	EEASA_ComercialUrbano
152251	162	2	422787	EEASA_ComercialUrbano
152520	112	2	711990	EEASA_ComercialUrbano
152722	348	2	422463	EEASA_ComercialUrbano
153202	6	2	126874	EEASA_Especial
153381	36	2	722142	EEASA_ResidencialUrbano
153655	75	1	211967	EEASA_ResidencialUrbano
154630	75	2	707204	EEASA_ResidencialUrbano
155677	133	1	247423	EEASA_ResidencialUrbano
156110	33	2	722909	EEASA_ComercialUrbano
156286	176	2	693041	EEASA_ResidencialUrbano
156347	0	2	726803	EEASA_ResidencialUrbano
156686	489	2	707221	EEASA_ComercialUrbano
157316	8	2	719182	EEASA_ResidencialUrbano
157750	180	2	742154	EEASA_ComercialUrbano
158699	691	1	289015	EEASA_Especial
159131	50	2	726805	EEASA_ResidencialUrbano
159277	60	2	432126	EEASA_ResidencialUrbano
159528	1	2	354539	EEASA_ComercialUrbano
159543	8	1	345085	EEASA_ResidencialUrbano
177310	82	2	412431	EEASA_ComercialUrbano
177421	119	2	364432	EEASA_ResidencialUrbano
177653	204	2	364631	EEASA_ComercialUrbano
178275	0	2	366841	EEASA_ComercialUrbano
178500	36	2	378588	EEASA_ComercialUrbano
179164	0	2	384022	EEASA_ResidencialUrbano
179403	1	2	352412	EEASA_ComercialUrbano
179424	608	2	397437	EEASA_ComercialUrbano
248991	27	2	702091	EEASA_ComercialUrbano
255907	0	2	455234	EEASA_ResidencialUrbano
261012	1	2	469620	EEASA_ComercialUrbano
39890	357	1	297748	EEASA_ResidencialUrbano
39891	0	2	747273	EEASA_ResidencialUrbano
39918	536	2	707196	EEASA_ComercialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
39919	69	2	732832	EEASA_ResidencialUrbano
39924	164	2	702243	EEASA_ResidencialUrbano
40018	394	2	750815	EEASA_ResidencialUrbano
40022	24	2	690373	EEASA_ResidencialUrbano

40051	229	1	277768	EEASA_ResidencialUrbano
40084	200	1	205061	EEASA_ComercialUrbano
40139	91	2	719226	EEASA_ResidencialUrbano
40142	428	2	719542	EEASA_ResidencialUrbano
40179	101	1	166402	EEASA_ResidencialUrbano
40187	106	2	706397	EEASA_ResidencialUrbano
40190	109	2	705130	EEASA_ResidencialUrbano
40431	47	1	282638	EEASA_ComercialUrbano
40483	28	2	422812	EEASA_ResidencialUrbano
40519	45	2	750778	EEASA_ResidencialUrbano
40524	10	1	245330	EEASA_ComercialUrbano
40531	82	2	726808	EEASA_ComercialUrbano
82681	638	2	746023	EEASA_ResidencialUrbano
91184	79	1	282461	EEASA_ComercialUrbano
91193	2	2	721789	EEASA_ComercialUrbano
93529	116	2	740896	EEASA_ResidencialUrbano
101267	176	2	715294	EEASA_ResidencialUrbano
102484	217	1	312550	EEASA_ResidencialUrbano
107976	117	2	437763	EEASA_ResidencialUrbano
131334	148	3	271921	EEASA_ResidencialUrbano
150374	76	2	740838	EEASA_ResidencialUrbano
150531	307	2	704269	EEASA_ComercialUrbano
150561	76	2	702284	EEASA_ResidencialUrbano
150735	196	2	719404	EEASA_ComercialUrbano
151794	130	2	707396	EEASA_ResidencialUrbano
152074	84	2	712000	EEASA_ResidencialUrbano
152378	36	2	715284	EEASA_ResidencialUrbano
152379	138	2	726485	EEASA_ResidencialUrbano
152676	483	2	707136	EEASA_ComercialUrbano
152726	274	2	726811	EEASA_ResidencialUrbano
152813	220	2	700031	EEASA_ResidencialUrbano
152985	340	2	366337	EEASA_ResidencialUrbano
153251	57	1	202598	EEASA_ResidencialUrbano
153263	2496	1	1887	EEASA_ComercialUrbano
153911	9	2	702085	EEASA_ResidencialUrbano
154064	0	3	231520	EEASA_ResidencialUrbano
154701	274	3	335617	EEASA_ComercialUrbano
155295	268	1	248698	EEASA_ComercialUrbano
155834	258	1	246020	EEASA_ComercialUrbano
156602	172	2	726541	EEASA_ResidencialUrbano
156811	804	2	755233	EEASA_ResidencialUrbano
157589	94	1	271672	EEASA_ComercialUrbano
157706	164	2	370234	EEASA_ComercialUrbano
157877	56	2	440336	EEASA_ComercialUrbano
158345	17	2	728208	EEASA_ResidencialUrbano
159100	418	3	335695	EEASA_ComercialUrbano
159547	54	2	355909	EEASA_ResidencialUrbano
178019	7	2	366678	EEASA_ResidencialUrbano
178279	73	2	366845	EEASA_ComercialUrbano
179187	22	2	385330	EEASA_ComercialUrbano
179413	5	2	397434	EEASA_ResidencialUrbano
179783	137	2	719221	EEASA_ComercialUrbano
179827	147	2	422823	EEASA_ComercialUrbano
219733	865	3	13030045	EEASA_Especial
247329	22	2	726590	EEASA_ComercialUrbano
247330	28	2	726571	EEASA_ComercialUrbano
262191	3	2	469598	EEASA_ComercialUrbano
39985	0	2	422639	EEASA_ResidencialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
39998	274	2	707357	EEASA_ComercialUrbano
40049	158	1	135640	EEASA_ComercialUrbano
40050	141	2	709664	EEASA_ResidencialUrbano
40086	164	1	242621	EEASA_ResidencialUrbano

40090	158	2	392401	EEASA_ResidencialUrbano
40250	96	2	708789	EEASA_ComercialUrbano
40418	7	2	755184	EEASA_ComercialUrbano
40428	74	1	282632	EEASA_ComercialUrbano
40440	294	1	282280	EEASA_ComercialUrbano
40443	164	1	282402	EEASA_ComercialUrbano
40469	611	2	407936	EEASA_ComercialUrbano
40487	430	1	282480	EEASA_ComercialUrbano
40527	24	2	712059	EEASA_ResidencialUrbano
59660	187	2	294882	EEASA_ComercialUrbano
67649	333	2	391505	EEASA_ComercialUrbano
86330	2039	3	15580836	EEASA_ComercialUrbano
86977	123	2	705725	EEASA_ComercialUrbano
91200	33	2	745908	EEASA_ComercialUrbano
102261	106	2	715290	EEASA_ResidencialUrbano
108255	210	2	403192	EEASA_ResidencialUrbano
115609	403	3	334503	EEASA_ComercialUrbano
117724	113	2	726471	EEASA_ResidencialUrbano
137999	702	3	231504	EEASA_ComercialUrbano
150260	32	2	719546	EEASA_ResidencialUrbano
150557	161	2	715285	EEASA_ResidencialUrbano
150840	136	2	721031	EEASA_ResidencialUrbano
150930	280	2	719548	EEASA_ResidencialUrbano
151004	777	2	728206	EEASA_ResidencialUrbano
151137	395	2	705690	EEASA_ResidencialUrbano
151310	13	2	705692	EEASA_ResidencialUrbano
151311	99	2	705691	EEASA_ComercialUrbano
151573	7	2	435249	EEASA_ResidencialUrbano
151786	65	2	1785480	EEASA_ResidencialUrbano
152121	176	1	282628	EEASA_ComercialUrbano
152242	115	2	707129	EEASA_ResidencialUrbano
152368	2	2	702282	EEASA_ResidencialUrbano
153027	78	2	719767	EEASA_ResidencialUrbano
153258	224	2	432009	EEASA_ComercialUrbano
153423	5	2	722137	EEASA_ComercialUrbano
153535	99	2	702247	EEASA_ComercialUrbano
154844	182	1	249540	EEASA_ResidencialUrbano
155264	47	2	705369	EEASA_ComercialUrbano
157297	51	2	293133	EEASA_ComercialUrbano
157340	70	2	437708	EEASA_ResidencialUrbano
157578	378	1	282053	EEASA_ResidencialUrbano
157586	128	3	336288	EEASA_ComercialUrbano
157829	97	2	707397	EEASA_ResidencialUrbano
158331	11	2	708398	EEASA_ComercialUrbano
158407	510	2	317628	EEASA_Especial
158609	2271	3	288956	EEASA_ComercialUrbano
158691	186	2	432015	EEASA_ComercialUrbano
158782	257	1	329463	EEASA_ComercialUrbano
159346	92	2	432089	EEASA_ComercialUrbano
177220	79	2	422426	EEASA_ComercialUrbano
177781	869	3	366474	EEASA_ComercialUrbano
177939	0	2	334461	EEASA_ResidencialUrbano
178197	125	2	366619	EEASA_ResidencialUrbano
178285	0	2	366856	EEASA_ComercialUrbano
178503	77	2	378585	EEASA_ResidencialUrbano
179241	124	2	440033	EEASA_ResidencialUrbano
179397	132	2	352422	EEASA_ComercialUrbano
179418	15	2	397427	EEASA_ComercialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
179426	63	2	397429	EEASA_ComercialUrbano
179759	0	2	740693	EEASA_ResidencialUrbano
248011	74	2	732613	EEASA_ComercialUrbano
251314	50	2	689006	EEASA_ResidencialUrbano

253036	125	2	445037	EEASA_ComercialUrbano
253262	122	2	1799716	EEASA_ResidencialUrbano
255912	0	2	441758	EEASA_ComercialUrbano
260783	2	2	469624	EEASA_ResidencialUrbano
39934	21	2	715281	EEASA_ComercialUrbano
40000	1595	3	231486	EEASA_Especial
40017	59	2	414797	EEASA_ResidencialUrbano
40030	172	2	450969	EEASA_ComercialUrbano
40083	206	2	680320	EEASA_ResidencialUrbano
40132	8	2	726716	EEASA_ResidencialUrbano
40183	43	2	698754	EEASA_ResidencialUrbano
40232	169	2	437705	EEASA_ResidencialUrbano
40241	142	2	388272	EEASA_ResidencialUrbano
40339	0	2	705124	EEASA_ResidencialUrbano
40415	15	1	246020	EEASA_ComercialUrbano
40420	60	2	721783	EEASA_ComercialUrbano
40432	150	1	282626	EEASA_ComercialUrbano
40475	226	2	719768	EEASA_ComercialUrbano
40491	95	2	707283	EEASA_ComercialUrbano
40513	86	2	721600	EEASA_ResidencialUrbano
65852	35	1	282468	EEASA_ResidencialUrbano
67648	115	2	1789714	EEASA_ResidencialUrbano
74548	300	1	184572	EEASA_ComercialUrbano
91198	231	2	726405	EEASA_ResidencialUrbano
92630	320	1	267464	EEASA_ComercialUrbano
102262	49	2	716010	EEASA_ComercialUrbano
129410	76	2	719550	EEASA_ResidencialUrbano
135410	256	1	159505	EEASA_ResidencialUrbano
150639	25	2	715291	EEASA_ResidencialUrbano
150732	94	1	133883	EEASA_ResidencialUrbano
151005	209	2	740570	EEASA_ResidencialUrbano
151038	115	2	716005	EEASA_ResidencialUrbano
151248	56	1	154519	EEASA_ResidencialUrbano
152203	1260	2	271528	EEASA_ComercialUrbano
152250	222	2	422545	EEASA_ComercialUrbano
152943	238	2	755901	EEASA_ComercialUrbano
153050	38	2	432008	EEASA_ResidencialUrbano
153075	260	2	435237	EEASA_ComercialUrbano
153644	8	2	716012	EEASA_ResidencialUrbano
153773	1434	2	393183	EEASA_ComercialUrbano
155534	250	2	707295	EEASA_ResidencialUrbano
155750	124	2	705713	EEASA_ResidencialUrbano
156371	43	2	726455	EEASA_ResidencialUrbano
156614	435	3	239034	EEASA_ComercialUrbano
157591	33	1	271678	EEASA_ComercialUrbano
157606	144	2	704311	EEASA_ResidencialUrbano
158216	221	2	755187	EEASA_ComercialUrbano
159130	77	2	705125	EEASA_ResidencialUrbano
159546	82	2	355906	EEASA_ComercialUrbano
177420	86	2	364431	EEASA_ResidencialUrbano
178276	164	2	366842	EEASA_ComercialUrbano
178504	129	2	370599	EEASA_ResidencialUrbano
178755	165	2	403423	EEASA_ResidencialUrbano
179162	217	2	384007	EEASA_ComercialUrbano
179411	424	2	384332	EEASA_ResidencialUrbano
179420	67	2	397420	EEASA_ComercialUrbano
248606	27	2	750724	EEASA_ResidencialUrbano
249901	328	2	707128	EEASA_ComercialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
255909	175	2	455236	EEASA_ComercialUrbano
255977	0	2	448121	EEASA_ComercialUrbano
255987	1	2	443814	EEASA_ComercialUrbano
257981	5	2	444762	EEASA_ComercialUrbano

257982	8	2	447932	EEASA_ComercialUrbano
258832	100	2	458689	EEASA_ComercialUrbano
39888	326	2	700017	EEASA_ResidencialUrbano
39913	222	2	392908	EEASA_ResidencialUrbano
39921	641	2	413613	EEASA_ComercialUrbano
39949	0	2	1790291	EEASA_ResidencialUrbano
40023	148	1	313017	EEASA_ResidencialUrbano
40024	142	2	1780588	EEASA_ResidencialUrbano
40027	1	1	141648	EEASA_ComercialUrbano
40085	295	1	244077	EEASA_ResidencialUrbano
40091	106	2	707194	EEASA_ResidencialUrbano
40240	140	2	437636	EEASA_ResidencialUrbano
40244	53	2	705727	EEASA_ComercialUrbano
40248	251	2	705718	EEASA_ResidencialUrbano
40251	515	2	726475	EEASA_ResidencialUrbano
40421	132	1	282462	EEASA_ComercialUrbano
40424	23	1	263329	EEASA_ComercialUrbano
40426	81	1	263333	EEASA_ComercialUrbano
40435	146	1	282637	EEASA_ComercialUrbano
40439	125	1	282477	EEASA_ComercialUrbano
40481	19	2	410654	EEASA_ComercialUrbano
40494	244	2	432010	EEASA_ComercialUrbano
40501	233	2	722912	EEASA_ComercialUrbano
40526	238	2	726807	EEASA_ComercialUrbano
97704	525	2	317577	EEASA_ComercialUrbano
136953	118	2	712058	EEASA_ResidencialUrbano
141113	153	2	706386	EEASA_ResidencialUrbano
150069	53	1	271110	EEASA_ResidencialUrbano
150854	39	2	471361	EEASA_Especial
151236	160	1	156933	EEASA_ResidencialUrbano
151819	160	2	392907	EEASA_ResidencialUrbano
151944	136	2	702276	EEASA_ResidencialUrbano
152045	374	1	144281	EEASA_ComercialUrbano
152380	116	2	715295	EEASA_ResidencialUrbano
152456	75	1	290849	EEASA_ResidencialUrbano
152660	77	2	711995	EEASA_ResidencialUrbano
152691	108	2	683787	EEASA_ComercialUrbano
153013	59	2	366701	EEASA_ResidencialUrbano
153115	5	1	290857	EEASA_ResidencialUrbano
153323	1026	2	726441	EEASA_ResidencialUrbano
153492	103	2	702082	EEASA_ResidencialUrbano
153840	54	2	445897	EEASA_ResidencialUrbano
155263	63	2	721767	EEASA_ResidencialUrbano
155492	67	2	437764	EEASA_ResidencialUrbano
155613	30	2	704260	EEASA_ComercialUrbano
156350	274	2	726802	EEASA_ResidencialUrbano
156656	220	3	239071	EEASA_Especial
156709	201	2	445885	EEASA_ResidencialUrbano
157931	246	2	716014	EEASA_ResidencialUrbano
158589	376	2	436001	EEASA_ComercialUrbano
159542	89	1	345080	EEASA_ResidencialUrbano
159544	38	1	345082	EEASA_ResidencialUrbano
159545	61	1	345088	EEASA_ResidencialUrbano
159607	1025	2	362949	EEASA_ComercialUrbano
177354	18149	3	21705450	EEASA_ComercialUrbano
178039	282	2	366677	EEASA_ResidencialUrbano
178286	0	2	366857	EEASA_ComercialUrbano
178462	95	2	379480	EEASA_ResidencialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
178887	80	2	402362	EEASA_ResidencialUrbano
179396	48	2	352409	EEASA_ComercialUrbano
179421	14	2	397425	EEASA_ComercialUrbano
179423	19	2	397436	EEASA_ComercialUrbano

179782	9	2	719217	EEASA_ComercialUrbano
222831	1518	2	288143	EEASA_ComercialUrbano
247334	11	2	726572	EEASA_ComercialUrbano
248607	486	2	740945	EEASA_ComercialUrbano
249584	420	2	755434	EEASA_ComercialUrbano
252336	147	2	1798681	EEASA_ComercialUrbano
253411	383	2	1790302	EEASA_ComercialUrbano
258393	123	2	749456	EEASA_ResidencialUrbano
258833	126	2	458897	EEASA_ResidencialUrbano
39894	91	2	385719	EEASA_ResidencialUrbano
40020	49	2	722141	EEASA_ComercialUrbano
40094	71	2	726425	EEASA_ComercialUrbano
40135	145	2	706387	EEASA_ComercialUrbano
40181	31	2	755221	EEASA_ResidencialUrbano
40191	429	2	704261	EEASA_ResidencialUrbano
40416	131	1	282479	EEASA_ComercialUrbano
40430	370	1	282639	EEASA_ComercialUrbano
40438	181	1	282622	EEASA_ComercialUrbano
40470	826	2	732604	EEASA_ComercialUrbano
40471	54	2	732716	EEASA_ResidencialUrbano
40515	825	2	362947	EEASA_ResidencialUrbano
40528	281	2	711997	EEASA_ComercialUrbano
40714	1539	3	335975	EEASA_ComercialUrbano
59450	0	2	1789865	EEASA_ComercialUrbano
65851	12	2	726585	EEASA_ComercialUrbano
89359	472	2	1990235	EEASA_Especial
107785	162	2	700029	EEASA_ComercialUrbano
133238	70	2	716009	EEASA_ResidencialUrbano
150176	99	2	728195	EEASA_ResidencialUrbano
150442	191	1	246560	EEASA_ResidencialUrbano
150456	357	2	707202	EEASA_ResidencialUrbano
150474	157	2	707450	EEASA_ResidencialUrbano
150567	67	2	363617	EEASA_ResidencialUrbano
151120	42	2	435252	EEASA_ResidencialUrbano
151360	0	2	1782323	EEASA_ResidencialUrbano
151420	49	2	702252	EEASA_ResidencialUrbano
151843	14	2	366706	EEASA_ComercialUrbano
151853	184	1	170460	EEASA_ComercialUrbano
151886	83	2	700018	EEASA_ResidencialUrbano
152018	0	2	143412	EEASA_ComercialUrbano
152361	139	2	705683	EEASA_ResidencialUrbano
152575	99	2	732754	EEASA_ResidencialUrbano
152933	0	2	740839	EEASA_ResidencialUrbano
153179	153	2	716015	EEASA_ResidencialUrbano
153241	182	2	437557	EEASA_ResidencialUrbano
153516	77	1	212720	EEASA_ComercialUrbano
153761	67	2	702138	EEASA_ResidencialUrbano
153897	217	2	722130	EEASA_ResidencialUrbano
153903	140	1	217027	EEASA_ComercialUrbano
154239	196	2	732713	EEASA_ResidencialUrbano
154526	630	2	231506	EEASA_Especial
155328	79	2	391865	EEASA_ResidencialUrbano
155349	76	2	740706	EEASA_ResidencialUrbano
158357	124	2	367209	EEASA_ResidencialUrbano
158447	1003	2	317920	EEASA_ComercialUrbano
158803	94	2	707026	EEASA_ResidencialUrbano
158944	123	2	150783	EEASA_ComercialUrbano
177308	78	2	412427	EEASA_ComercialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
178160	74	2	366390	EEASA_ResidencialUrbano
178281	0	2	366847	EEASA_ComercialUrbano
178283	32	2	366849	EEASA_ComercialUrbano
179115	217	2	393706	EEASA_ResidencialUrbano

179402	0	2	352408	EEASA_ComercialUrbano
179407	22	2	393195	EEASA_ComercialUrbano
179417	14	2	397423	EEASA_ComercialUrbano
179422	15	2	397433	EEASA_ComercialUrbano
179427	296	2	397432	EEASA_ComercialUrbano
179428	87	2	397426	EEASA_ComercialUrbano
179784	35	2	719218	EEASA_ComercialUrbano
255031	57	2	450973	EEASA_ResidencialUrbano
258418	0	2	726314	EEASA_ResidencialUrbano
261007	32	2	469082	EEASA_ResidencialUrbano
39892	117	2	755316	EEASA_ResidencialUrbano
39930	98	2	726412	EEASA_ResidencialUrbano
39986	391	2	722139	EEASA_ResidencialUrbano
39999	25	1	282634	EEASA_ResidencialUrbano
40033	66	2	750792	EEASA_ResidencialUrbano
40054	23	2	133931	EEASA_ComercialUrbano
40178	92	2	755345	EEASA_ComercialUrbano
40423	22	1	282630	EEASA_ComercialUrbano
40482	0	1	282625	EEASA_ResidencialUrbano
40511	16	2	436840	EEASA_ComercialUrbano
65576	214	2	727601	EEASA_ResidencialUrbano
70844	143	2	693046	EEASA_ResidencialUrbano
86972	25	2	711999	EEASA_ResidencialUrbano
91206	221	2	1789868	EEASA_ResidencialUrbano
98017	30	1	222113	EEASA_Especial
98024	114	2	718752	EEASA_ResidencialUrbano
99186	75	2	719771	EEASA_ResidencialUrbano
150462	347	2	700027	EEASA_ResidencialUrbano
150577	9	2	704314	EEASA_ComercialUrbano
150579	201	2	705264	EEASA_ResidencialUrbano
150671	100	2	726467	EEASA_ResidencialUrbano
151759	38	1	168703	EEASA_ComercialUrbano
151792	83	2	707390	EEASA_ComercialUrbano
152073	57	2	727067	EEASA_ResidencialUrbano
152644	451	2	437707	EEASA_ResidencialUrbano
152851	26	2	721587	EEASA_ResidencialUrbano
152934	38	2	740941	EEASA_ResidencialUrbano
153076	474	2	436017	EEASA_ComercialUrbano
153527	168	2	704259	EEASA_ComercialUrbano
153673	234	2	422827	EEASA_ComercialUrbano
153715	194	2	732626	EEASA_ComercialUrbano
154845	515	2	718452	EEASA_ComercialUrbano
155216	99	2	740846	EEASA_ResidencialUrbano
156860	31	2	459750	EEASA_ComercialUrbano
157529	592	2	704257	EEASA_ResidencialUrbano
157592	69	1	271679	EEASA_ComercialUrbano
157824	81	2	726562	EEASA_ComercialUrbano
157862	629	2	440335	EEASA_ResidencialUrbano
157951	39	2	719764	EEASA_ResidencialUrbano
158172	506	2	379187	EEASA_ComercialUrbano
158185	241	2	683786	EEASA_ComercialUrbano
177309	44	2	412428	EEASA_ComercialUrbano
177345	722	2	364476	EEASA_ResidencialUrbano
178280	5	2	366846	EEASA_ComercialUrbano
178284	48	2	366855	EEASA_ComercialUrbano
178499	1	2	378589	EEASA_ComercialUrbano
179398	93	2	352419	EEASA_ComercialUrbano
179404	0	2	352418	EEASA_ComercialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
179405	0	2	352411	EEASA_ComercialUrbano
179408	207	2	407929	EEASA_ResidencialUrbano
179410	59	2	393194	EEASA_ResidencialUrbano
179416	205	2	397428	EEASA_ResidencialUrbano

258394	42	2	700601	EEASA_ResidencialUrbano
258416	53	2	684467	EEASA_ResidencialUrbano
258419	110	2	359209	EEASA_ResidencialUrbano
39893	671	2	221745	EEASA_Especial
39948	207	2	367467	EEASA_ResidencialUrbano
40016	130	2	718447	EEASA_ResidencialUrbano
40045	102	2	432087	EEASA_ResidencialUrbano
40055	132	2	366750	EEASA_ResidencialUrbano
40056	249	2	422531	EEASA_ComercialUrbano
40092	221	2	1786583	EEASA_ResidencialUrbano
40136	182	2	375203	EEASA_ResidencialUrbano
40138	5	2	719172	EEASA_ResidencialUrbano
40234	327	2	722911	EEASA_ResidencialUrbano
40422	123	1	282471	EEASA_ComercialUrbano
40436	365	1	282621	EEASA_ComercialUrbano
40508	4	2	690376	EEASA_ResidencialUrbano
59785	103	2	391518	EEASA_ComercialUrbano
102263	202	2	715286	EEASA_ResidencialUrbano
150268	153	2	707025	EEASA_ResidencialUrbano
150761	348	1	135639	EEASA_ComercialUrbano
151748	107	2	702249	EEASA_ResidencialUrbano
151782	84	2	750812	EEASA_ComercialUrbano
152717	43	2	743680	EEASA_ResidencialUrbano
153772	434	2	393181	EEASA_ComercialUrbano
155565	198	2	726559	EEASA_ResidencialUrbano
156348	86	2	706032	EEASA_ResidencialUrbano
157593	10	1	271673	EEASA_ComercialUrbano
158601	228	2	707053	EEASA_ComercialUrbano
178158	202	2	366396	EEASA_ResidencialUrbano
179414	314	2	397439	EEASA_ResidencialUrbano
179828	3812	2	422824	EEASA_ComercialUrbano
247939	15	2	745786	EEASA_ResidencialUrbano
255604	51	2	449316	EEASA_ComercialUrbano
40239	21	2	437635	EEASA_ResidencialUrbano
40427	93	1	282636	EEASA_ComercialUrbano
40434	23	1	282629	EEASA_ComercialUrbano
40442	147	1	282496	EEASA_ComercialUrbano
40505	389	1	113948	EEASA_ResidencialUrbano
107801	1493	2	432129	EEASA_ResidencialUrbano
150562	387	2	702283	EEASA_ComercialUrbano
151256	47	1	233852	EEASA_ComercialUrbano
151995	221	2	711987	EEASA_ResidencialUrbano
152291	22	2	437536	EEASA_ResidencialUrbano
153043	159	2	705716	EEASA_ComercialUrbano
153368	120	2	432006	EEASA_ResidencialUrbano
153714	549	2	732559	EEASA_ComercialUrbano
154219	83	2	432118	EEASA_ResidencialUrbano
156109	32	2	712054	EEASA_ComercialUrbano
157252	768	2	334288	EEASA_ResidencialUrbano
157485	192	2	705715	EEASA_ComercialUrbano
157832	11	1	297968	EEASA_ComercialUrbano
158789	93	2	732843	EEASA_ComercialUrbano
178159	3	2	366397	EEASA_ResidencialUrbano
178277	101	2	366843	EEASA_ComercialUrbano
178343	12	2	367438	EEASA_ResidencialUrbano
178502	190	2	378586	EEASA_ResidencialUrbano
179395	0	2	352416	EEASA_ComercialUrbano
179412	0	2	397431	EEASA_ResidencialUrbano
Código Cliente	Último Consumo Mes (kWh)	Número de Fases	Número de Medidor	Categoría
179425	212	2	397430	EEASA_ComercialUrbano
179952	1	2	700032	EEASA_ResidencialUrbano
179953	141	2	700023	EEASA_ResidencialUrbano
253543	87	2	1787048	EEASA_ResidencialUrbano

256049	0	2	443809	EEASA_ResidencialUrbano
39889	109	2	719524	EEASA_ResidencialUrbano
40014	133	2	718745	EEASA_ResidencialUrbano
40185	79	2	704262	EEASA_ResidencialUrbano
76685	202	2	367633	EEASA_ResidencialUrbano
150558	173	2	384815	EEASA_ResidencialUrbano
150844	102	2	422830	EEASA_ResidencialUrbano
152280	165	2	715283	EEASA_ResidencialUrbano
155675	0	1	247412	EEASA_ResidencialUrbano
157654	52	2	702159	EEASA_ResidencialUrbano
179830	117	2	718464	EEASA_ResidencialUrbano
40093	79	2	376285	EEASA_ResidencialUrbano
40145	180	2	375142	EEASA_ResidencialUrbano
40194	162	2	403194	EEASA_ResidencialUrbano
40238	115	2	437634	EEASA_ResidencialUrbano
40492	370	2	707311	EEASA_ResidencialUrbano
62561	99	3	60642	EEASA_Especial
102260	102	2	715289	EEASA_ResidencialUrbano
106803	346	2	422640	EEASA_ResidencialUrbano
108503	41	2	294805	EEASA_ResidencialUrbano
152279	4	2	715287	EEASA_ResidencialUrbano
152369	27	2	702292	EEASA_ResidencialUrbano
152721	101	2	422465	EEASA_ResidencialUrbano
156935	55	3	436003	EEASA_ResidencialUrbano
157647	139	2	462490	EEASA_Especial
158804	3	2	705128	EEASA_ResidencialUrbano
159529	5	2	356361	EEASA_ResidencialUrbano
262165	724	2	469595	EEASA_ResidencialUrbano
40133	67	2	726709	EEASA_ResidencialUrbano
40473	137	2	719202	EEASA_ResidencialUrbano
141112	354	2	727676	EEASA_ResidencialUrbano
153367	73	2	432011	EEASA_ResidencialUrbano
153463	235	2	391519	EEASA_ResidencialUrbano
156306	115	1	254265	EEASA_ResidencialUrbano
157555	153	2	376295	EEASA_ResidencialUrbano
157830	36	2	702285	EEASA_ResidencialUrbano
158195	62	3	334287	EEASA_ResidencialUrbano
178954	76	2	414784	EEASA_ResidencialUrbano
189612	1544	3	5147714	EEASA_Especial
254110	36	3	335901	EEASA_Especial
257955	2	2	447938	EEASA_ResidencialUrbano
40028	138	2	707391	EEASA_ResidencialUrbano
40052	77	1	277777	EEASA_ResidencialUrbano
40134	37	2	740948	EEASA_ResidencialUrbano
40236	15	2	391517	EEASA_ResidencialUrbano
153701	609	2	212177	EEASA_Especial
157900	110	2	437260	EEASA_ResidencialUrbano
39938	238	2	722421	EEASA_ResidencialUrbano
40007	136	1	313015	EEASA_ResidencialUrbano
40015	25	2	719178	EEASA_ResidencialUrbano
40039	0	1	275925	EEASA_ResidencialUrbano
40046	340	2	432005	EEASA_Especial
40192	107	2	401921	EEASA_ResidencialUrbano
40243	89	2	705719	EEASA_ResidencialUrbano
40516	307	1	306054	EEASA_ResidencialUrbano
40521	383	2	750784	EEASA_ResidencialUrbano
40523	12	2	712057	EEASA_ResidencialUrbano



EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

Trabajando con energía...!

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director encargado del Departamento de Distribución, me permito certificar que el señor **MARIO SEBASTIAN GUTIERREZ CUNALATA**, C.I.: 1804976148, estudiante de décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la UNIVERSIDA TÉCNICA DE COTAPAXI, con su tema de tesis "**ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS**".

Me permito certificar que para la elaboración de la presente tesis, el estudiante utilizó toda la información técnica disponible en lo referente a la Red Subterránea de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A., EEASA.

Autorizo a la interesada hacer uso del presente certificado como a bien tuviere.

Ing. Cristian Marín
DIRECTOR DISTRIBUCIÓN (E)



Ambato enero 24, 2020

CM/Veros

Av. 12 de Noviembre 11-29 y Espejo Casilla 18-01-446
Telf: (03) 2998600 Reparaciones: 136 Fax: (03) 2421265
www.eeasa.com.ec e-mail: presidencia@eeasa.com.ec
Ambato - Ecuador



Anexo 8

PRESUPUESTO REFERENCIAL EEASA Y REA

PROYECTO: RED SUBTERRÁNEA CENTRO DE PELILEO

CAPITULO 1. PRESUPUESTO MATERIALES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	PRECIO	COSTO TOTAL
TRANSFORMADORES					
1	TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TRIFASICO 350 KVA CON ACCESORIOS TIPO FRENTE MUERTO	C/U	2	19.700,00	39400
2	TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFASICO 350 KVA CON ACCESORIOS TIPO FRENTE MUERTO	C/U	1	15.000,00	15000
SECCIONADORES					
3	EQUIPO DE SECCIONAMIENTO DE 6 VIAS	C/U	1	120.000	120.000
CABLES					
4	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 250MCM AWG Al	M	13500	7,99	107865
5	CABLE TIPO SUCRE CU 3X12 AWG (Acometida Iluminación)	M	3500,00	1,78	6230
6	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 4 AWG Al (Acometida)	M	10500,00	0,65	6825
7	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 6 AWG Al (Alumbrado)	M	8700,00	0,48	4176
8	CABLE BAJA TENSION TTU COLOR VERDE 4/0 AWG (Neutro)	M	6700,00	2,50	16750
9	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 6 AWG Al. COLOR VERDE (Neutro Iluminación)	M	4400,00	0,48	2112
10	CABLE MEDIA TENSION XLPE 15kV 250MCM Al apantallamiento de cinta y 133% aislamiento	M	3000	20,21	60630
14	CONDUCTOR DE CU AISLADO COLOR VERDE # 4 AWG	M	3000,00	2,34	7020
POSTES					
14	POSTE DE ILUMINACION ORNAMENTAL P.R.F.V CON BRAZO	C/U	93	625,99	58217,163
15	BRAZO CON ACOPLER PARA POSTES DE ILUMINACION SIMPLE DE COLOR GRIS DE 50.8X6.4 DE 1.50m DE LARGO	C/U	93	50,28	4675,854
16	CANASTILLA DE SUJECIÓN DE POSTE	C/U	93	36,40	3385,2
LUMINARIAS					
17	LUMINARIA 80 LED 180 - 200 W	C/U	93	402,50	37432,5
18	TABLERO DE CONTROL PARA ALUMBRADO PUBLICO	C/U	3	505,51	1516,5165
ACOMETIDAS, MEDIDORES Y SALIDAS A POSTE					
19	SISTEMAS DE MEDICIÓN BIFASICOS CON CAJAS DE SEGURIDAD	C/U	633	70,00	44310
20	TUBO EMT 1 1/2" X 3 MTS	C/U	317	19,70	6244,4879
21	CONECTOR EMT 1 1/2"	C/U	480	3,27	1571,616
22	UNION EMT 1 1/2"	C/U	150	3,49	523,23
23	ABRAZADERA EMT 1 1/2" DOBLE ALTEA INCLUYE TORNILLO 1X8X3/4" TRIPA DE PATO Y TACO F8	C/U	1.440	0,94	1355,904
24	ABRAZADERA METÁLICA DE PRESIÓN DE 1 1/2"	C/U	480	2,41	1155,6
25	CODO EMT DE 1 1/2"	C/U	480	2,78	1335,36
26	CODO REVERSIBLE EMT 4" / salidas 4	C/U	5	5,09	25,466
27	CODO EMT DE 4"	C/U	5	3,87	19,367
28	TUBO EMT 4"x 3m	C/U	15	24,68	370,2735
29	UNIÓN EMT 4"	C/U	15	6,47	97,1025
30	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 20 x 0,7 mm	m	23	1,98	44,53875
31	HEBILLA ACERO INOXIDABLE HE 19	C/U	45	6,72	302,4
32	Caja de distribución para medidor	C/U	480	42,00	20160

ACCESORIOS DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE					
33	Conector de compresión tipo H Al-Cu para acometidas Fases de 250 MCM	C/U	460	7,57	3480,82
34	Conector de compresión tipo H Al-Cu para secundario Fase de 250 MCM	C/U	108	6,83	737,748
	Conector de compresión tipo H Al-Cu 6 AWG - 12 AWG	C/U	276	6,00	1656
35	Conector de compresión tipo H Al-Cu 6 AWG - 6 AWG	C/U	39	1,78	69,5175
36	Conector compresión tipo C Cu. 4 AWG - 5/8" para varilla	C/U	24	14,86	356,592
37	Conector tipo ojal para cable 4/0 AWG	C/U	15	6,12	91,77
38	Kit de empalmes para BV tipo gel para derivación	C/U	393	52,59	20667,6735
39	Kit de empalmes para BV tipo gel para alumbrado	C/U	39	14	538,2
40	Kit de empalmes para BV tipo gel para acometida luminaria	C/U	184	16,26	2992,024
41	kit de empalme MT de 4/0 AWG	C/U	6	526,60	3159,579
42	kit de empalme MT de 2 AWG	C/U	3	526,60	1579,7895
43	Puntas terminales unipolar 15 kV exterior goma moldeada	C/U	12	113,29	1359,438
44	Barras de derivación 6 vías de BV	C/U	315	21,47	6763,2075
45	Barras premoldeadas de medio voltaje 6 vias (200 A)	C/U	3	1175,16	3525,486
46	Conectores tipo codo 15kV, 200A para cable #2 AWG	C/U	3	40,23	120,696
47	Conectores tipo codo 15kV, 200A para cable 4/0 AWG	C/U	12	339,15	4069,8
48	Tapones de protección aislados 15kV, 200ª	C/U	6	26,45	158,7
49	Bushing de parqueo	C/U	3	57,45	172,362
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA					
52	VARILLA COPPERWELD DE 5/8"X1,8 M, CON CAPA DE CU	C/U	123	6,42	789,66
53	CONECTOR COMPRESIÓN TIPO C Cu 4/0 AWG A 5/8"	C/U	18	14,86	267,444
54	Cinta 23 Autofundente	Rollo	105	13,11	1376,55
55	Cinta 33 Taipe	Rollo	210	6,90	1449
				TOTAL (1)	624132,63

CAPITULO 2. PRESUPUESTO MANO DE OBRA INSTALACIÓN RED SUBTERRÁNEA

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	RECONOCIMIENTO, REPLANTEO E INVENTARIO POR KM DE RED (PROYECTO)	KM	4	133,00	465,5
2	TENDIDO CABLE XLPE, CIRCUITO TRIFASICO CON NEUTRO, RED DE MEDIO VOLTAJE	M	1.000	4,60	4600
3	TENDIDO CABLE TTU, 3X 250MCM , RED DE BAJO VOLTAJE INCLUYE NEUTRO	M	4.500	3,38	15210
4	TENDIDO CABLE TTU, 2x6 ó 3X6 AWG, RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	M	3.000	1,85	5550
5	MONTAJE DE BARRA DESCONECTABLE 4 ó 6 VÍAS PARA 15 kV., 200 A - 900A.	JGO.	1	174,00	174
6	PROVISIÓN Y MONTAJE DE BARRA DE NEUTRO O PUESTA A TIERRA EN CÁMARA	C/U	3	46,50	139,5
7	INSTALACIÓN EMPALME EN RED DE BAJO VOLTAJE	C/U	616	28,10	17309,6
8	ELABORACIÓN DE; PUNTAS TERMINALES, CONECTORES CODOS, EN MV INCLUYE CONEXIONADO	C/U	27	68,20	1841,4
9	ELABORACIÓN DE EMPALME RECTO UNIPOLAR PARA MEDIA TENSIÓN	C/U	9	70,40	633,6
10	ACOMETIDA, TUBERIA, CABLEADO, CONEXION, MONTAJE E INSTALACIÓN PARA LUMINARIA TIPO MURAL O EN POSTE ORNAMENTAL	C/U	93	34,17	3177,81
11	UBICACIÓN DE TRANSFORMADOR EN LA BASE O EN CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	C/U	3	199,00	597
12	MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN	C/U	3	11,00	33

	DE A. P. Y SERVICIOS				
13	INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA (INCLUYE EXCAVACIÓN)	C/U	117	18,50	2164,5
14	SEÑALIZACION, PLANOS, SOPORTES Y ETIQUETADO COMPLETO DE CABLES, EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO, TRANSFORMADORES Y BARRAS DE DERIVACIÓN EN MV Y BV	C/U	109	74,00	8066
15	ENSAMBLAJE E INSTALACION DE LUMINARIA EN POSTE O FACHADA	C/U	93	11,00	1023
16	TRANSPORTE POSTES HORMIGÓN 12/10/9 MTS, O POSTE ORNAMENTAL	C/U	93	34,00	3162
17	EXCAVACIÓN , DISTRIBUCIÓN, PARADA Y COLOCACIÓN DE POSTES HORMIGÓN 12/10/9 MTS. U ORNAMENTAL CON BASE O DIRECTAMENTE ENTERRADO	C/U	93	47,00	4371
18	INSTALACIÓN DE SALIDA TRIFÁSICA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEO A RED AÉREA POR POSTE EN DUCTO METÁLICO	C/U	12	66,00	792
19	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN SISTEMAS TRIFÁSICOS, SECCIONADORES, PARARRAYOS	C/U	14	27,00	378
				TOTAL (2)	69687,91

CAPITULO 3. INGRESO AL SISTEMA

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE POZO AL ARCGIS (INCLUYE CAMARAS, REDES Y NUMERACIÓN DE POZO)	C/U	132	4,00	528
2	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE MEDIDOR AL ARCGIS (INCLUYE ACOMETIDA Y NUMERACIÓN DE MEDIDOR)	C/U	633	2,30	1455,9
3	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE POSTE AL ARCGIS (INCLUYE REDES Y NUMERACIÓN DE POSTES)	C/U	95	4,00	380
4	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE LUMINARIA AL ARCGIS (INCLUYE ACOMETIDA Y NUMERACIÓN DE LUMINARIA)	C/U	93	2,10	195,3
				TOTAL (4)	2559,2

CAPITULO 4. DESMANTELAMIENTO REDES EXISTENTES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	INVENTARIO POR KM DE RED EXISTENTE	KM	4	119,00	476
2	TRANSPORTE Y REINGRESO DE POSTES HORMIGON 12, 11,10,9 Y 6.5 METROS	C/U	130	22,00	2860
3	EXCAVAC. Y RETIRO DE POSTES DE HORM. 12,11,10,9 Y 6.5 METROS	C/U	130	29,00	3770
4	RETIRO DE ENSAMBLAJE DE ACCESORIOS DE TENSORES	C/U	45	16,50	742,5
5	RETIRO DE EQUIPOS DE PROTECCION EN SISTEMAS MONOFASICOS (SECCIONADORES, PARARRAYOS, PUESTA A TIERRA ADICIONAL)	C/U	15	11,00	165
6	RETIRO DE EQUIPOS DE PROTECCION EN SISTEMAS TRIFASICOS (SECCIONADORES, PARARRAYOS, PUESTA A TIERRA ADICIONAL)	C/U	15	11,00	165
7	RETIRO DE CENTROS DE TRANSFORMACION MONOFASICOS HASTA 37.5 KVA CON EQUIPO DE PROTECCION EN BAJA	C/U	4	88,00	352
8	RETIRO DE CENTROS DE TRANSFORMACION TRIFASICOS HASTA 50 KVA CON EQUIPO DE PROTECCION EN BAJA	C/U	12	88,00	1056
9	RETIRO CONDUCTOR # 4 , 2, 1/0 Y 2/0 AWG	KM	4,5	110,00	495

10	RETIRO CONDUCTOR # 266 MCM y 4/0 AWG	KM	2,0	110,00	220
11	RETIRO CONDUCTOR DUPLEX, TRIPLEX, CUADRUPLEX Y YODIRAL	KM	0,5	66,00	33
12	RETIRO DE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2H/3H/4H	KM	2	110,00	220
13	RETIRO DE ESTRUCTURA MONOFASICA DE MEDIA TENSION INCLUIDO NEUTRO	C/U	10	10,00	100
14	RETIRO DE ESTRUCTURA TRIFASICA DE MEDIA TENSION INCLUIDO NEUTRO	C/U	100	17,50	1750
15	RETIRO DE ESTRUCTURA DE BAJA TENSION - UNA FASE, DOS FASES Y TRES FASES	C/U	280	7,50	2100
16	RETIRO DE ESTRUCTURA PREEMSAMBLADA DE SUSPENSIÓN, TERMINAL Y RETENCION	C/U	70	6,50	455
17	RETIRO DE BAJANTE DE TRANSFORMADORES	GLOB	16	7,20	115,2
18	RETIRO DE INSTALACION DE LUMINARIA	C/U	95	10,80	1026
19	RETIRO DE PUENTE AEREO (UNIDAD)	C/U	18	7,20	129,6
20	DESCONEXION DE ACOMETIDAS EN REDES AEREAS	C/U	480	7,40	3552
				TOTAL (5)	19782,3

CAPITULO 5. RECTIFICACION DE MEDIDORES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA EN BV, INCLUYE BARRAS DE BAJO VOLTAJE, TUBERIA, CABLEADO, CONEXION, 1F, 2F O 3F, MURAL O SUBTERRANEA	C/U	480	39,60	19008
2	INSTALACION Y MONTAJE DE MEDIDOR TOTALIZADOR, INCLUYE CAJA EXTERIOR DE PROTECCION	GLOB	633	149,00	94317
3	DESMONTAJE DE MEDIDOR MONOFASICO, BIFASICO O TRIFÁSICO, INCLUYE TABLERO DE MADERA O CAJA	C/U	633	4,40	2785,2
4	INSTALACION DE CAJA DE SEGURIDAD PARA MEDIDOR, CAJA DE DISTRIBUCION O CAJA VERTICAL/HORIZONTAL	C/U	633	6,60	4177,8
5	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR BIFASICO	C/U	605	8,80	5324
6	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR TRIFASICO	C/U	28	9,90	277,2
7	RECONEXION, INSTALACION Y MONTAJE DE RETORNO POR MEDIDOR	C/U	673	7,70	5182,1
				TOTAL (6)	131071,3

CAPITULO 6. OBRAS CIVILES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	COLOCACIÓN DE CANASTILLA EN ACERA PARA SUJECIÓN DE POSTE ORNAMENTAL INCLUYE OBRA CIVIL	C/U	93	44,00	4092
2	RESANADO DE ACERAS POR RETIRO DE POSTES	C/U	130	18,60	2418
3	ROTURA DE ACERA, INSTALACIÓN DE MANGUERA Y/O CODO, REPOSICIÓN HORMIGÓN Y DESALOJO	C/U	75	20,60	1545
4	ROTURA DE ACERA, CONSTRUCCIÓN DE CAJA 20X20X20 CM CON TAPA,, RELLENO DE HORMIGÓN Y DESALOJO	C/U	50	54,50	2725
				TOTAL (7)	10780

TOTAL	858013,3462
IVA 12%	102961,6015
TOTAL + IVA	960974,9477

PRESUPUESTO REFERENCIAL EEQ

PROYECTO: RED SUBTERRÁNEA CENTRO DE PELILEO

CAPITULO 1. PRESUPUESTO MATERIALES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	PRECIO	COSTO TOTAL
	TRANSFORMADORES				
1	TRANSFORMADOR SUMERGIBLE TRIFASICO 350 KVA CON ACCESORIOS TIPO FRENTE MUERTO	C/U	2	19.700,00	39400
2	TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFASICO 350 KVA CON ACCESORIOS TIPO FRENTE MUERTO	C/U	1	15.000,00	15000
	SECCIONADORES				
3	EQUIPO DE SECCIONAMIENTO DE 6 VIAS	C/U	1	120.000	120.000
	CABLES				
4	CABLE BAJA TENSION TTU 4kV 300MCM AWG Al	M	13500	11,90	160650
5	CABLE TIPO SUCRE CU 3X12 AWG (Acometida Iluminación)	M	3500,00	1,78	6230
6	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 4 AWG Al (Acometida)	M	10500,00	0,65	6825
7	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 6 AWG Al (Alumbrado)	M	8700,00	0,48	4176
8	CABLE BAJA TENSION TTU COLOR VERDE 4/0 AWG (Neutro)	M	6700,00	2,50	16750
9	CABLE BAJA TENSION TTU 2kV 6 AWG Al. COLOR VERDE (Neutro Iluminación)	M	4400,00	0,48	2112
10	CABLE MEDIA TENSION XLPE 15kV 300MCM Cu apantallamiento de cinta y 133% aislamiento	M	3000	28,50	85500
14	CONDUCTOR DE CU AISLADO COLOR VERDE # 4 AWG	M	3000,00	2,34	7020
	POSTES				
14	POSTE DE ILUMINACION ORNAMENTAL P.R.F.V CON BRAZO	C/U	93	625,99	58217,163
15	BRAZO CON ACOPLER PARA POSTES DE ILUMINACION SIMPLE DE COLOR GRIS DE 50.8X6.4 DE 1.50m DE LARGO	C/U	93	50,28	4675,854
16	CANASTILLA DE SUJECIÓN DE POSTE	C/U	93	36,40	3385,2
	LUMINARIAS				
17	LUMINARIA 80 LED 180 - 200 W	C/U	93	402,50	37432,5
18	TABLERO DE CONTROL PARA ALUMBRADO PUBLICO	C/U	3	505,51	1516,5165
	ACOMETIDAS, MEDIDORES Y SALIDAS A POSTE				
19	SISTEMAS DE MEDICIÓN BIFASICOS CON CAJAS DE SEGURIDAD	C/U	633	70,00	44310
20	TUBO EMT 1 1/2" X 3 MTS	C/U	317	19,70	6244,4879
21	CONECTOR EMT 1 1/2"	C/U	480	3,27	1571,616
22	UNION EMT 1 1/2"	C/U	150	3,49	523,23
23	ABRAZADERA EMT 1 1/2" DOBLE ALTEA INCLUYE TORNILLO 1X8X3/4" TRIPA DE PATO Y TACO F8	C/U	1.440	0,94	1355,904
24	ABRAZADERA METÁLICA DE PRESIÓN DE 1 1/2"	C/U	480	2,41	1155,6
25	CODO EMT DE 1 1/2"	C/U	480	2,78	1335,36
26	CODO REVERSIBLE EMT 4" / salidas 4	C/U	5	5,09	25,466
27	CODO EMT DE 4"	C/U	5	3,87	19,367
28	TUBO EMT 4"x 3m	C/U	15	24,68	370,2735
29	UNIÓN EMT 4"	C/U	15	6,47	97,1025
30	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 20 x 0,7 mm	m	23	1,98	44,53875

31	HEBILLA ACERO INOXIDABLE HE 19	C/U	45	6,72	302,4
32	Caja de distribución para medidor	C/U	480	42,00	20160
ACCESORIOS DE MEDIO Y BAJO VOLTAJE					
33	Conector de compresión tipo H Al-Cu para acometidas Fases de 250 MCM	C/U	460	7,57	3480,82
34	Conector de compresión tipo H Al-Cu para secundario Fase de 250 MCM	C/U	108	6,83	737,748
	Conector de compresión tipo H Al-Cu 6 AWG - 12 AWG	C/U	276	6,00	1656
35	Conector de compresión tipo H Al-Cu 6 AWG - 6 AWG	C/U	39	1,78	69,5175
36	Conector compresión tipo C Cu. 4 AWG - 5/8" para varilla	C/U	24	14,86	356,592
37	Conector tipo ojal para cable 4/0 AWG	C/U	15	6,12	91,77
38	Kit de empalmes para BV tipo gel para derivación	C/U	393	52,59	20667,6735
39	Kit de empalmes para BV tipo gel para alumbrado	C/U	39	14	538,2
40	Kit de empalmes para BV tipo gel para acometida luminaria	C/U	184	16,26	2992,024
41	kit de empalme MT de 4/0 AWG	C/U	6	526,60	3159,579
42	kit de empalme MT de 2 AWG	C/U	3	526,60	1579,7895
43	Puntas terminales unipolar 15 kV exterior goma moldeada	C/U	12	113,29	1359,438
44	Barras de derivación 6 vías de BV	C/U	315	21,47	6763,2075
45	Barras pre moldeadas de medio voltaje 6 vías (200 A)	C/U	3	1175,16	3525,486
46	Conectores tipo codo 15kV, 200A para cable #2 AWG	C/U	3	40,23	120,696
47	Conectores tipo codo 15kV, 200A para cable 4/0 AWG	C/U	12	339,15	4069,8
48	Tapones de protección aislados 15kV, 200A	C/U	6	26,45	158,7
49	Bushing de parqueo	C/U	3	57,45	172,362
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA					
52	VARILLA COPPERWELD DE 5/8"X1,8 M, CON CAPA DE CU	C/U	123	6,42	789,66
53	CONECTOR COMPRESIÓN TIPO C Cu 4/0 AWG A 5/8"	C/U	18	14,86	267,444
54	Cinta 23 Auto fundente	Rollo	105	13,11	1376,55
55	Cinta 33 Taipe	Rollo	210	6,90	1449
				TOTAL (1)	701787,6

CAPITULO 2. PRESUPUESTO MANO DE OBRA INSTALACIÓN RED SUBTERRÁNEA

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	RECONOCIMIENTO, REPLANTEO E INVENTARIO POR KM DE RED (PROYECTO)	KM	4	133,00	465,5
2	TENDIDO CABLE XLPE, CIRCUITO TRIFASICO CON NEUTRO, RED DE MEDIO VOLTAJE	M	1.000	4,60	4600
3	TENDIDO CABLE TTU, 3X 250MCM , RED DE BAJO VOLTAJE INCLUYE NEUTRO	M	4.500	3,38	15210
4	TENDIDO CABLE TTU, 2x6 ó 3X6 AWG, RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	M	3.000	1,85	5550
5	MONTAJE DE BARRA DESCONECTABLE 4 ó 6 VÍAS PARA 15 kV., 200 A - 900A.	JGO.	1	174,00	174
6	PROVISION Y MONTAJE DE BARRA DE NEUTRO O PUESTA A TIERRA EN CÁMARA	C/U	3	46,50	139,5
7	INSTALACIÓN EMPALME EN RED DE BAJO VOLTAJE	C/U	616	28,10	17309,6
8	ELABORACIÓN DE; PUNTAS TERMINALES, CONECTORES CODOS, EN MV INCLUYE CONEXIONADO	C/U	27	68,20	1841,4
9	ELABORACIÓN DE EMPALME RECTO UNIPOLAR PARA MEDIA TENSIÓN	C/U	9	70,40	633,6
10	ACOMETIDA, TUBERIA, CABLEADO, CONEXION, MONTAJE E INSTALACIÓN PARA LUMINARIA TIPO MURAL O EN POSTE ORNAMENTAL	C/U	93	34,17	3177,81

11	UBICACIÓN DE TRANSFORMADOR EN LA BASE O EN CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	C/U	3	199,00	597
12	MONTAJE DE TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN DE A. P. Y SERVICIOS	C/U	3	11,00	33
13	INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA (INCLUYE EXCAVACIÓN)	C/U	117	18,50	2164,5
14	SEÑALIZACIÓN, PLANOS, SOPORTES Y ETIQUETADO COMPLETO DE CABLES, EQUIPOS DE SECCIONAMIENTO, TRANSFORMADORES Y BARRAS DE DERIVACIÓN EN MV Y BV	C/U	109	74,00	8066
15	ENSAMBLAJE E INSTALACION DE LUMINARIA EN POSTE O FACHADA	C/U	93	11,00	1023
16	TRANSPORTE POSTES HORMIGÓN 12/10/9 MTS, O POSTE ORNAMENTAL	C/U	93	34,00	3162
17	EXCAVACIÓN, DISTRIBUCIÓN, PARADA Y COLOCACIÓN DE POSTES HORMIGÓN 12/10/9 MTS. U ORNAMENTAL CON BASE O DIRECTAMENTE ENTERRADO	C/U	93	47,00	4371
18	INSTALACIÓN DE SALIDA TRIFÁSICA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEO A RED AÉREA POR POSTE EN DUCTO METÁLICO	C/U	12	66,00	792
19	INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN SISTEMAS TRIFÁSICOS, SECCIONADORES, PARARRAYOS	C/U	14	27,00	378
				TOTAL (2)	69687,91

CAPITULO 3. INGRESO AL SISTEMA

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE POZO AL ARCGIS (INCLUYE CAMARAS, REDES Y NUMERACIÓN DE POZO)	C/U	132	4,00	528
2	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE MEDIDOR AL ARCGIS (INCLUYE ACOMETIDA Y NUMERACIÓN DE MEDIDOR)	C/U	633	2,30	1455,9
3	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE POSTE AL ARCGIS (INCLUYE REDES Y NUMERACIÓN DE POSTES)	C/U	95	4,00	380
4	LEVANTAMIENTO E INGRESO DE LUMINARIA AL ARCGIS (INCLUYE ACOMETIDA Y NUMERACIÓN DE LUMINARIA)	C/U	93	2,10	195,3
				TOTAL (4)	2559,2

CAPITULO 4. DESMANTELAMIENTO REDES EXISTENTES

ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	INVENTARIO POR KM DE RED EXISTENTE	KM	4	119,00	476
2	TRANSPORTE Y REINGRESO DE POSTES HORMIGON 12, 11,10,9 Y 6.5 METROS	C/U	130	22,00	2860
3	EXCAVAC. Y RETIRO DE POSTES DE HORM. 12,11,10,9 Y 6.5 METROS	C/U	130	29,00	3770
4	RETIRO DE ENSAMBLAJE DE ACCESORIOS DE TENSORES	C/U	45	16,50	742,5
5	RETIRO DE EQUIPOS DE PROTECCION EN SISTEMAS MONOFASICOS (SECCIONADORES, PARARRAYOS, PUESTA A TIERRA ADICIONAL)	C/U	15	11,00	165
6	RETIRO DE EQUIPOS DE PROTECCION EN SISTEMAS TRIFASICOS (SECCIONADORES, PARARRAYOS, PUESTA A TIERRA ADICIONAL)	C/U	15	11,00	165
7	RETIRO DE CENTROS DE TRANSFORMACION MONOFASICOS HASTA 37.5 KVA CON EQUIPO DE PROTECCION EN BAJA	C/U	4	88,00	352
8	RETIRO DE CENTROS DE TRANSFORMACION TRIFASICOS HASTA 50 KVA CON EQUIPO DE PROTECCION EN BAJA	C/U	12	88,00	1056

9	RETIRO CONDUCTOR # 4 , 2, 1/0 Y 2/0 AWG	KM	4,5	110,00	495
10	RETIRO CONDUCTOR # 266 MCM y 4/0 AWG	KM	2,0	110,00	220
11	RETIRO CONDUCTOR DUPLEX, TRIPLEX, CUADRUPLEX Y YODIRAL	KM	0,5	66,00	33
12	RETIRO DE CONDUCTOR PREENSAMBLADO 2H/3H/4H	KM	2	110,00	220
13	RETIRO DE ESTRUCTURA MONOFASICA DE MEDIA TENSION INCLUIDO NEUTRO	C/U	10	10,00	100
14	RETIRO DE ESTRUCTURA TRIFASICA DE MEDIA TENSION INCLUIDO NEUTRO	C/U	100	17,50	1750
15	RETIRO DE ESTRUCTURA DE BAJA TENSION - UNA FASE, DOS FASES Y TRES FASES	C/U	280	7,50	2100
16	RETIRO DE ESTRUCTURA PREEMSAMBLADA DE SUSPENSIÓN, TERMINAL Y RETENCION	C/U	70	6,50	455
17	RETIRO DE BAJANTE DE TRANSFORMADORES	GLOB	16	7,20	115,2
18	RETIRO DE INSTALACION DE LUMINARIA	C/U	95	10,80	1026
19	RETIRO DE PUENTE AEREO (UNIDAD)	C/U	18	7,20	129,6
20	DESCONEXION DE ACOMETIDAS EN REDES AEREAS	C/U	480	7,40	3552
				TOTAL (5)	19782,3

CAPITULO 5. RECTIFICACION DE MEDIDORES

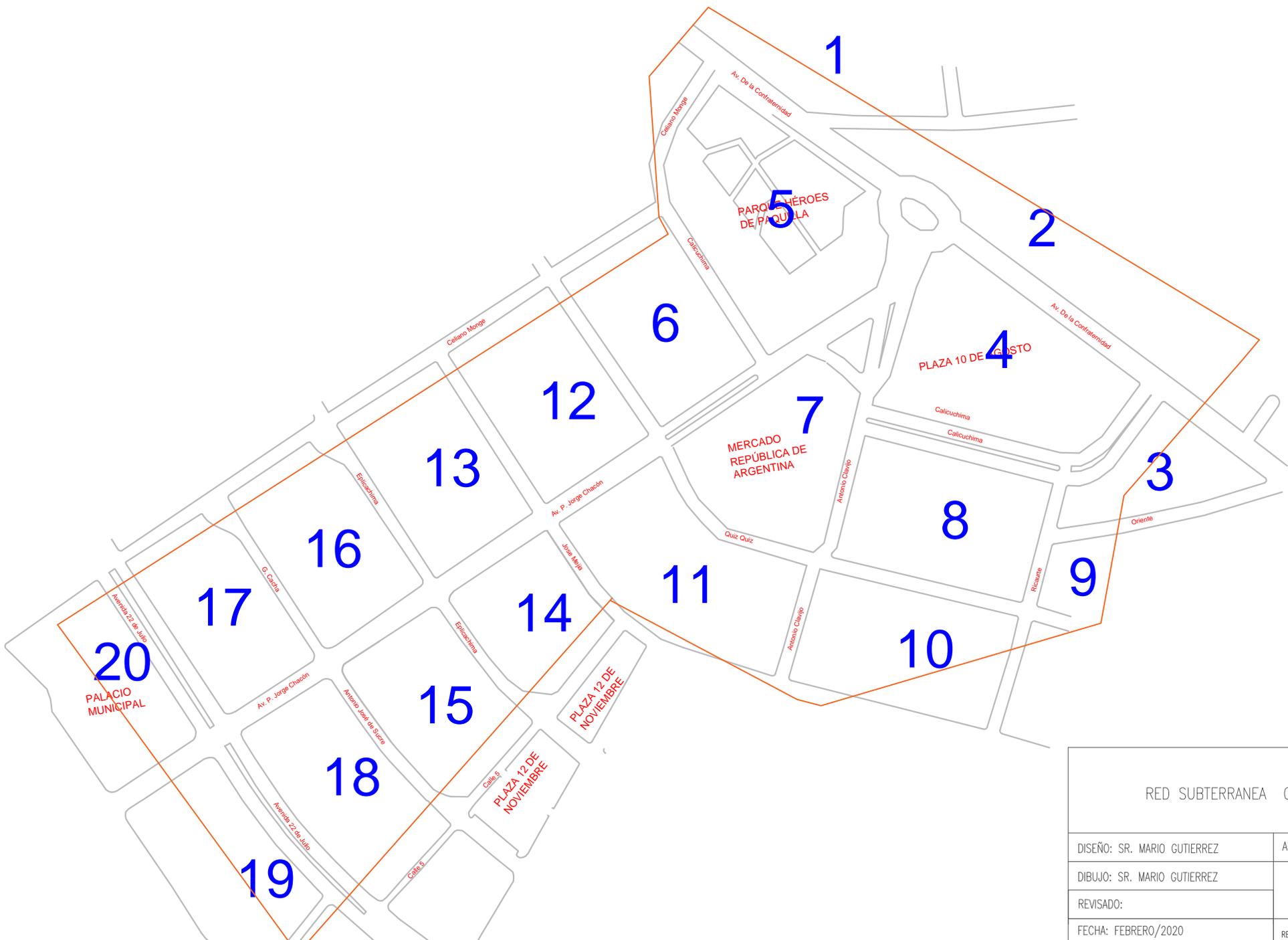
ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	INSTALACIÓN DE ACOMETIDA EN BV, INCLUYE BARRAS DE BAJO VOLTAJE, TUBERIA, CABLEADO, CONEXION, 1F, 2F O 3F, MURAL O SUBTERRANEA	C/U	480	39,60	19008
2	INSTALACION Y MONTAJE DE MEDIDOR TOTALIZADOR, INCLUYE CAJA EXTERIOR DE PROTECCION	GLOB	633	149,00	94317
3	DESMONTAJE DE MEDIDOR MONOFASICO, BIFASICO O TRIFÁSICO, INCLUYE TABLERO DE MADERA O CAJA	C/U	633	4,40	2785,2
4	INSTALACION DE CAJA DE SEGURIDAD PARA MEDIDOR, CAJA DE DISTRIBUCION O CAJA VERTICAL/HORIZONTAL	C/U	633	6,60	4177,8
5	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR BIFASICO	C/U	605	8,80	5324
6	MONTAJE Y CONEXION DE MEDIDOR TRIFASICO	C/U	28	9,90	277,2
7	RECONEXION, INSTALACION Y MONTAJE DE RETORNO POR MEDIDOR	C/U	673	7,70	5182,1
				TOTAL (6)	131071,3

CAPITULO 6. OBRAS CIVILES

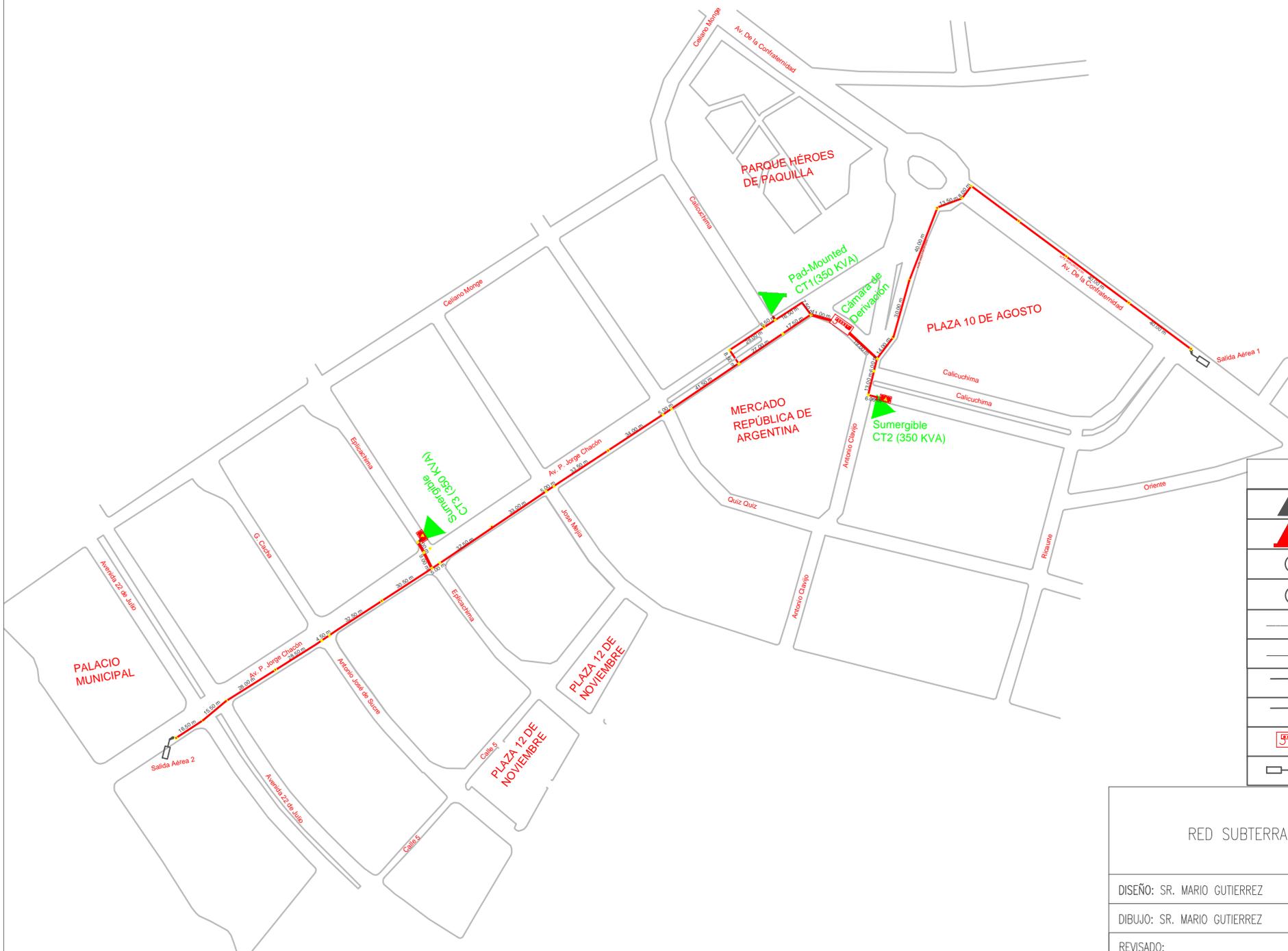
ITEM	RUBRO	U.	CANT.	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	COLOCACIÓN DE CANASTILLA EN ACERA PARA SUJECIÓN DE POSTE ORNAMENTAL INCLUYE OBRA CIVIL	C/U	93	44,00	4092
2	RESANADO DE ACERAS POR RETIRO DE POSTES	C/U	130	18,60	2418
3	ROTURA DE ACERA, INSTALACIÓN DE MANGUERA Y/O CODO, REPOSICIÓN HORMIGÓN Y DESALOJO	C/U	75	20,60	1545
4	ROTURA DE ACERA, CONSTRUCCIÓN DE CAJA 20X20X20 CM CON TAPA,, RELLENO DE HORMIGÓN Y DESALOJO	C/U	50	54,50	2725
				TOTAL (7)	10780
				TOTAL	935668,3
				IVA 12%	112280,2
				TOTAL + IVA	1047949

ANEXO 9

PLANOS



RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	DELIMITACIÓN DE ÁREA DE ESTUDIO	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED
	POSTE PRFV 10m
	LUMINARIA LED
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CONDUCTOR AÉREO PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CÁMARA DE DERIVACIÓN
	TRANSICIÓN DE RED AÉREA A SUBTERRÁNEA

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	RED DE MEDIO VOLTAJE	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



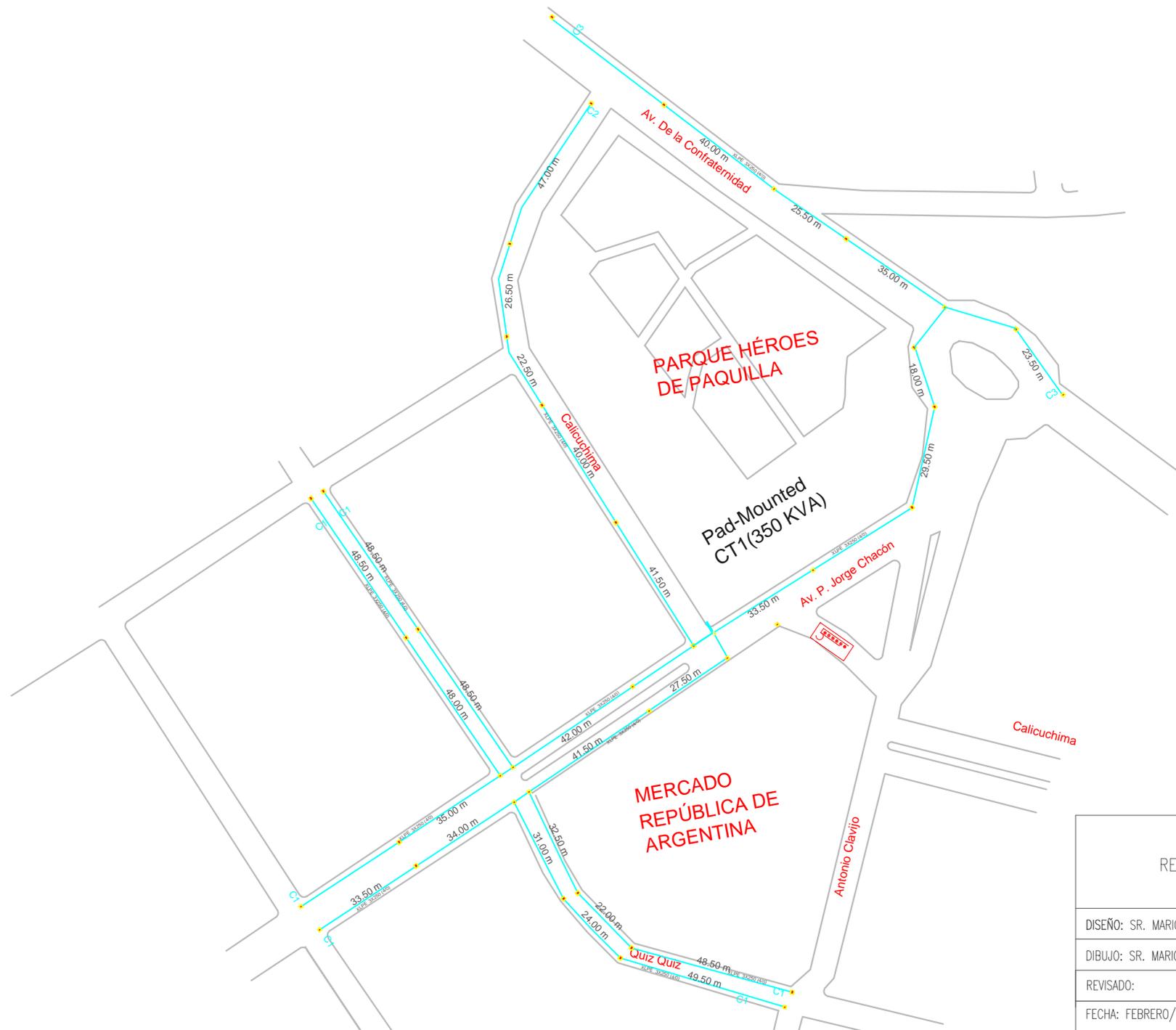
SIMBOLOGIA	
	POSTE EXISTENTE
	SHAWO DE DUCTOS PRIMER NIVEL
	SHAWO DE DUCTOS SEGUNDO NIVEL
	MANIFESTO PARA ACOMETIDA DE MEDIDOR
	MANIFESTO PARA ACOMETIDA DE TELECOMUNICACION
	MANIFESTO PARA ALAMBRO PUBLICO
	POZO EXISTENTE
	POZO ELECTRICO TIPO B PROTEGIDO
	POZO ELECTRICO TIPO C PROTEGIDO CRUCE
	POZO DE CALZADA ELECTRICO Y OPERANDOS
	CAMARA PARA TRANSFORMADOR
	CAMARA PARA BARRAS DE DERIVACION
	CAMARA PARA EQUIPO SECCIONADOR
	CAMARA DOBLE

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	DUCTOS PARA RED DE M.V.
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST./PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1



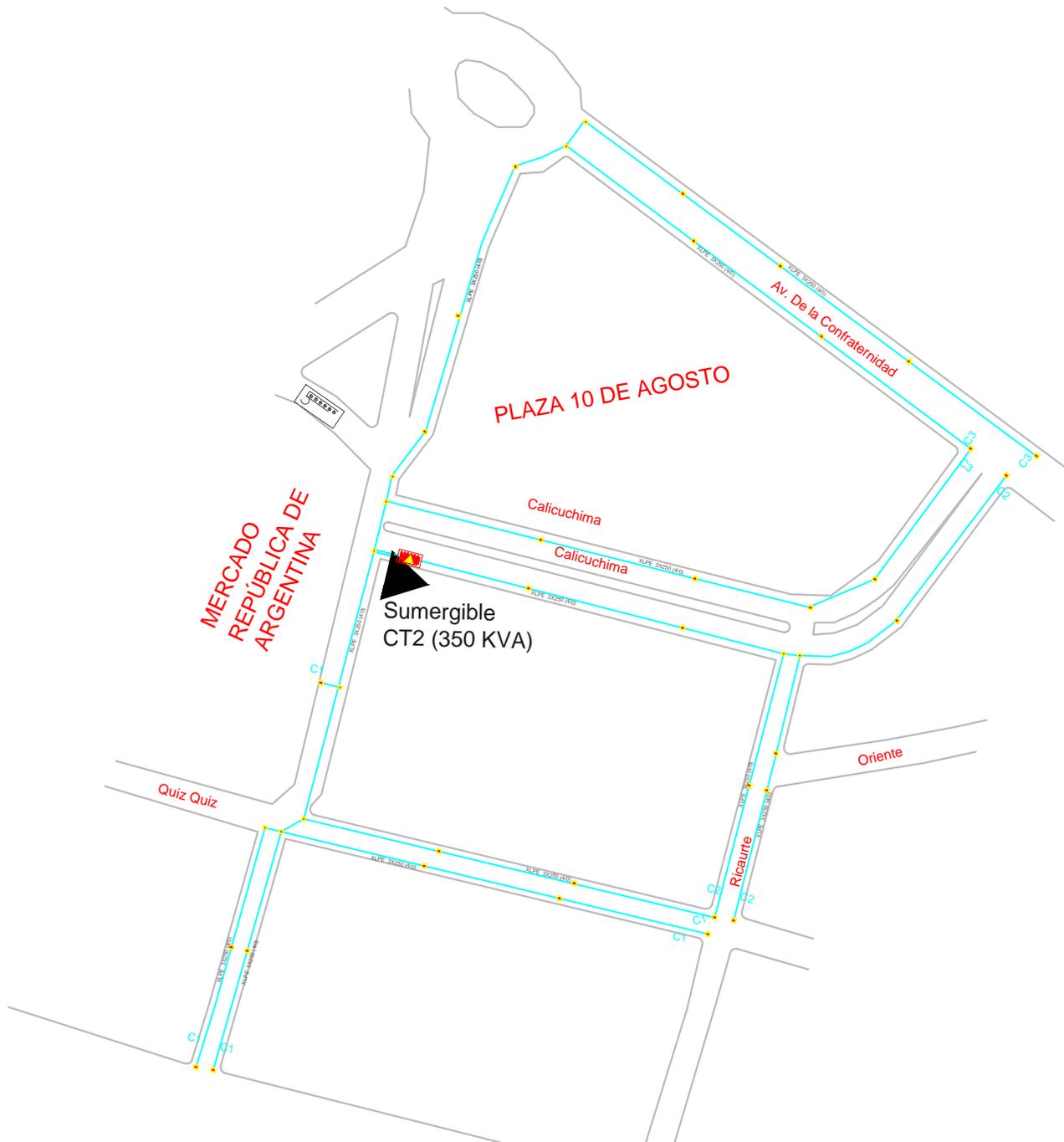
SIMBOLOGIA	
	POSTE EXISTENTE
	BANCO DE DUCTOS PRIMER NIVEL
	BANCO DE DUCTOS SEGUNDO NIVEL
	MANDRIEN PARA AZOMETIA DE MEDIDOR
	MANDRIEN PARA AZOMETIA DE TELECOMUNICACION
	MANDRIEN PARA ALAMBRAO PUBLICO
	POZO EXISTENTE
	POZO ELECTRICO TIPO B PROYECTADO
	POZO ELECTRICO TIPO C PROYECTADO CRUCE
	POZO DE CALZADA ELECTRICO Y OPERANDOS
	CAMARA PARA TRANSFORMADOR
	CAMARA PARA BARRAS DE DERIVACION
	CAMARA PARA EQUIPO SECUNDARIO
	CAMARA DOBLE

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	DUCTOS PARA RED DE B.V.
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1



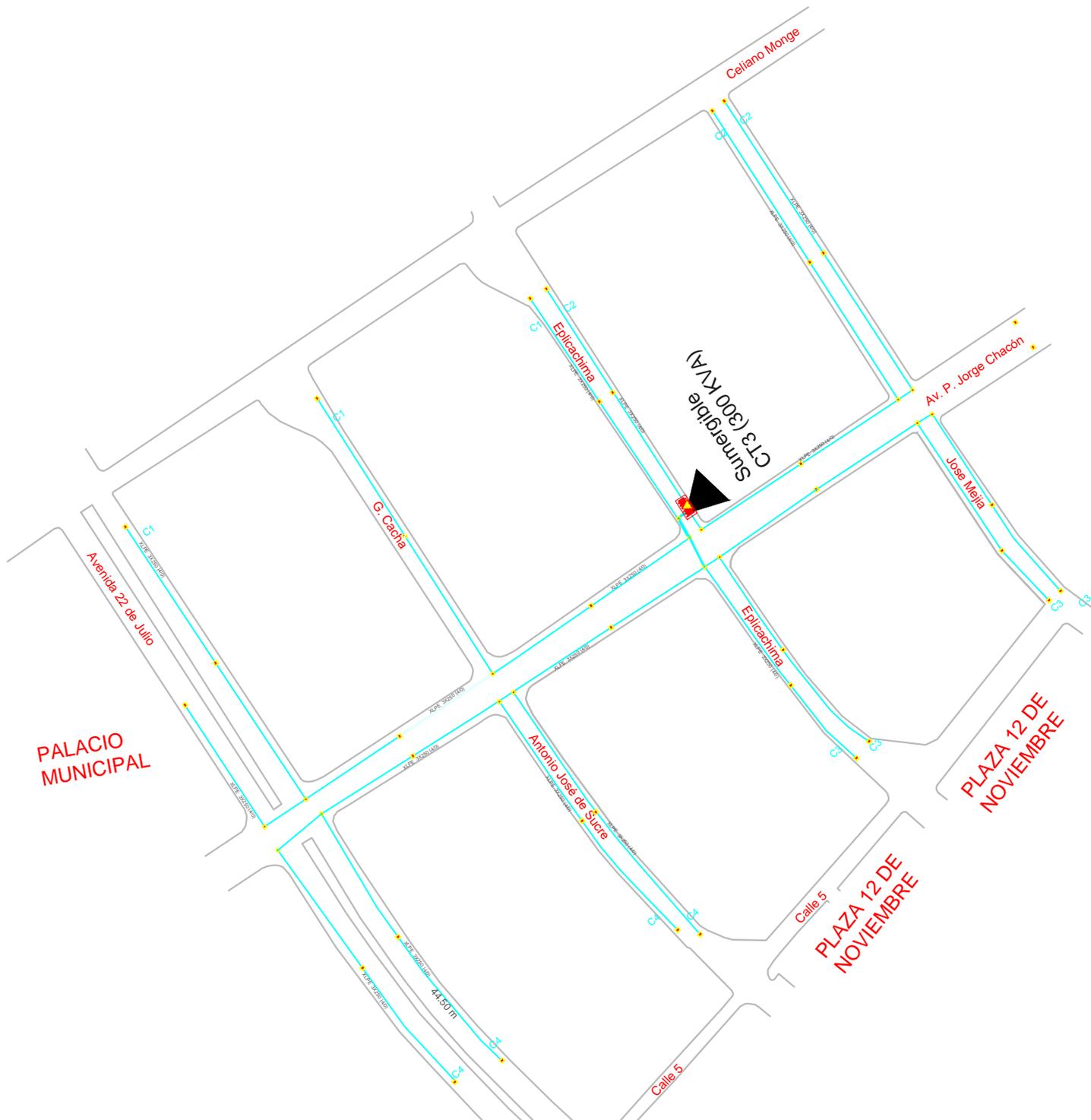
SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED
	POSTE PRFV 10m
	LUMINARIA LED
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CONDUCTOR AÉREO PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CÁMARA DE DERIVACIÓN
	TRANSICIÓN DE RED AÉREA A SUBTERRÁNEA

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	RED DE BAJO VOLTAJE CT1	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST./PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED
	POSTE PRV 10m
	LUMINARIA LED
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CONDUCTOR AÉREO PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CÁMARA DE DERRIVACIÓN
	TRANSICIÓN DE RED AÉREA A SUBTERRÁNEA

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	RED DE BAJO VOLTAJE CT2	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST./PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED
	POSTE PRFV 10m
	LUMINARIA LED
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CONDUCTOR AÉREO PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CÁMARA DE DERIVACIÓN
	TRANSICIÓN DE RED AÉREA A SUBTERRÁNEA

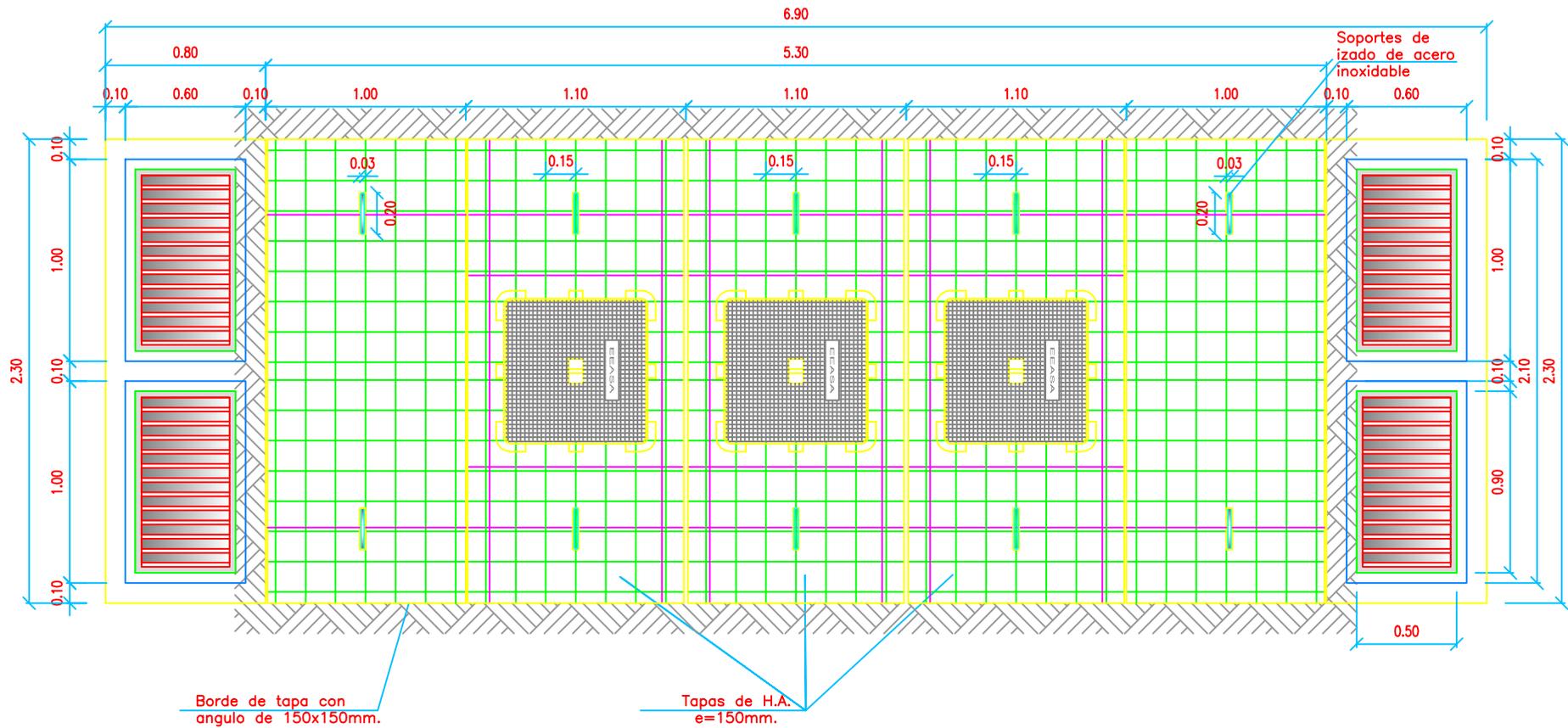
RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	RED DE BAJO VOLTAJE CT3	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



SIMBOLOGIA	
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE
	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO PADMOUNTED
	POSTE PRFV 10m
	LUMINARIA LED
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE ALUMBRADO PÚBLICO
	CONDUCTOR PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CONDUCTOR AÉREO PARA CIRCUITO DE MEDIO VOLTAJE
	CÁMARA DE DERIVACIÓN
	TRANSICIÓN DE RED AÉREA A SUBTERRÁNEA

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	RED DE ILUMINACIÓN	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST./PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1

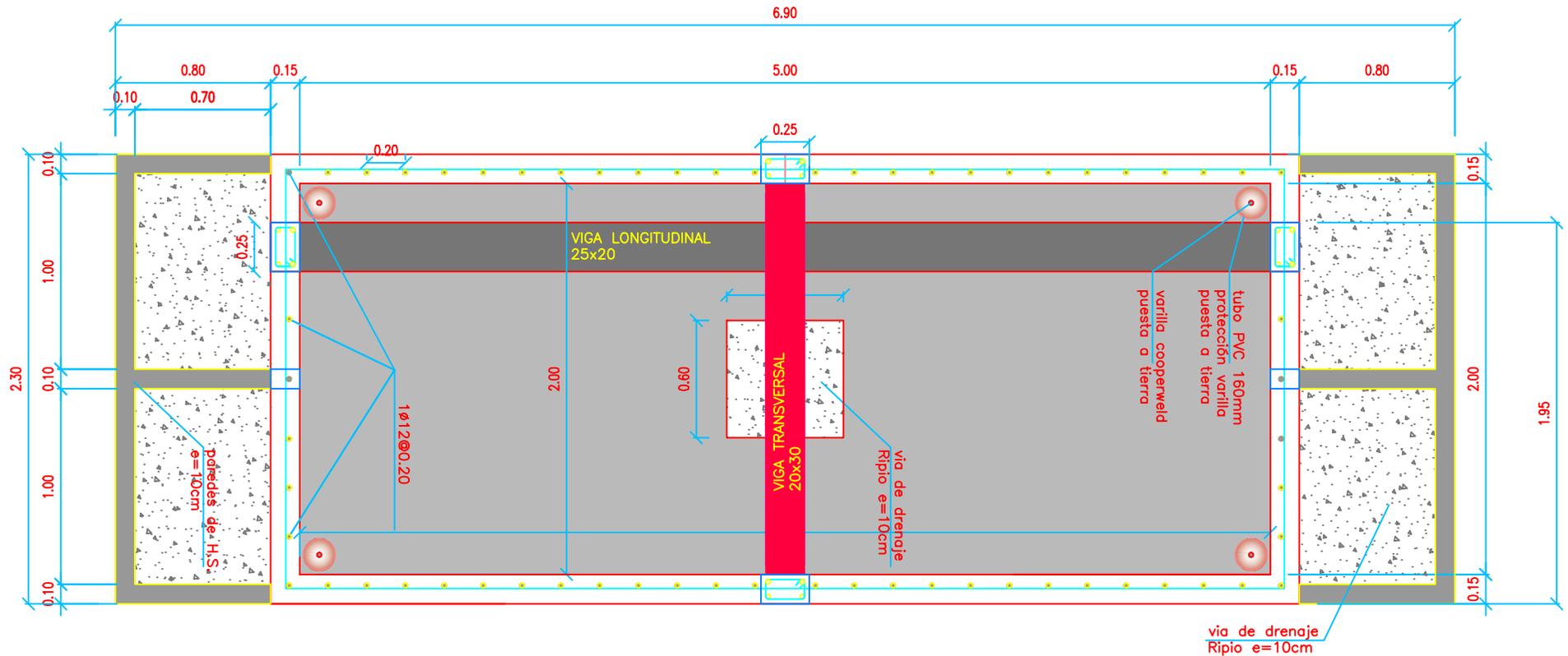
CAMARA PARA BARRAS DE DERIVACIÓN



VISTA EN PLANTA

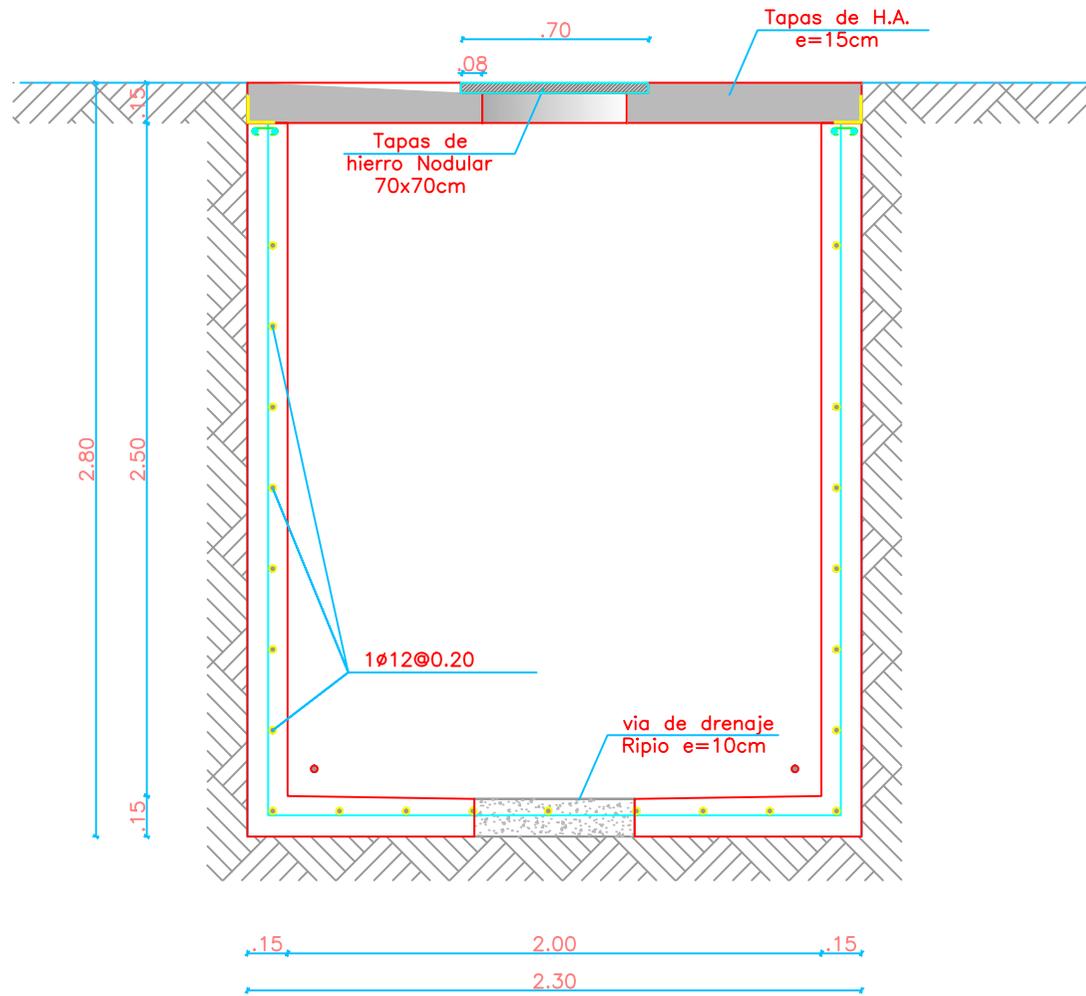
RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	CÁMARA DE DERIVACIÓN
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1

CAMARA PARA BARRAS DE DERIVACIÓN

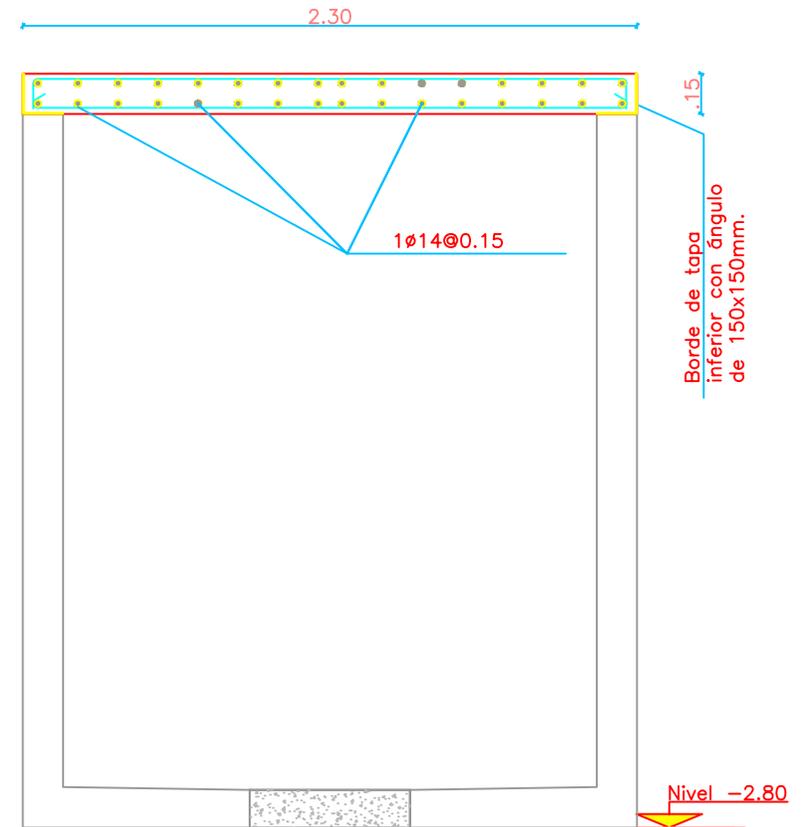


CORTE EN PLANTA

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	CÁMARA DE DERIVACIÓN
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1

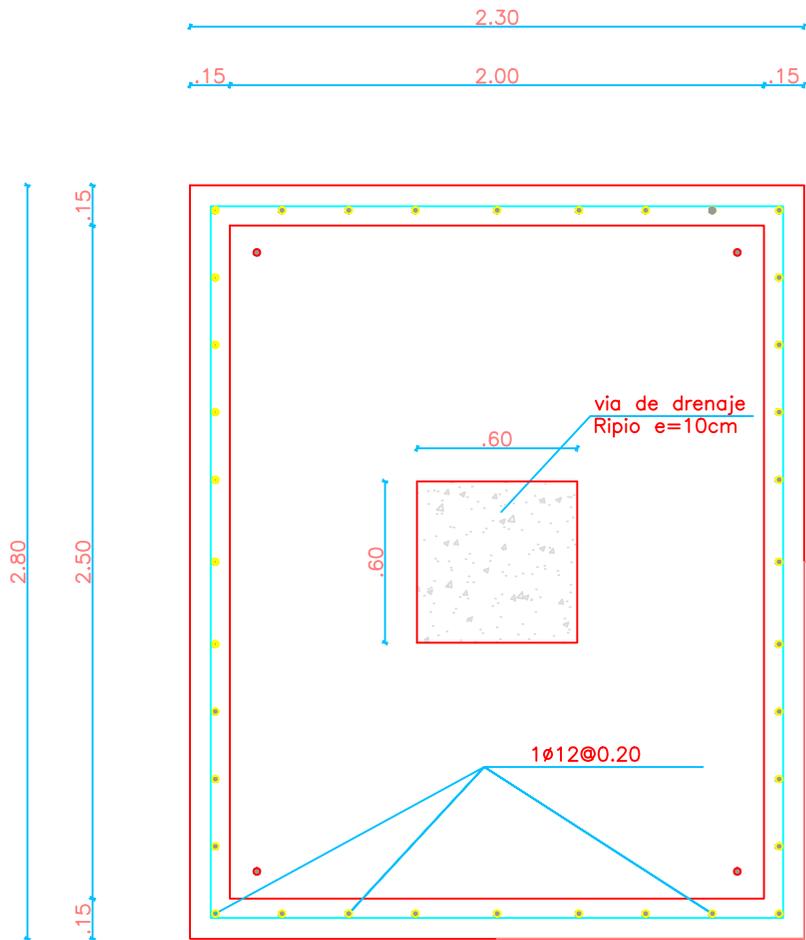


CORTE TRANSVERSAL

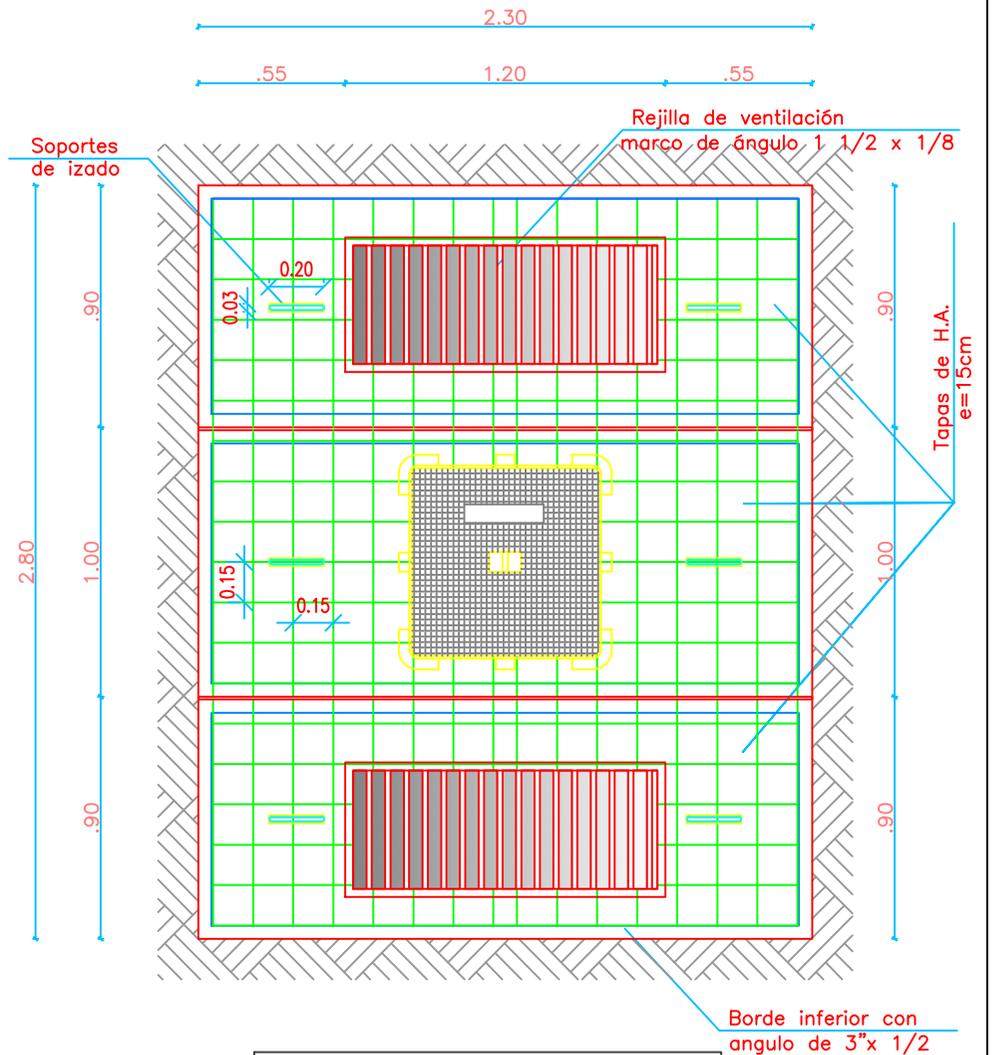


CORTE LATERAL

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1



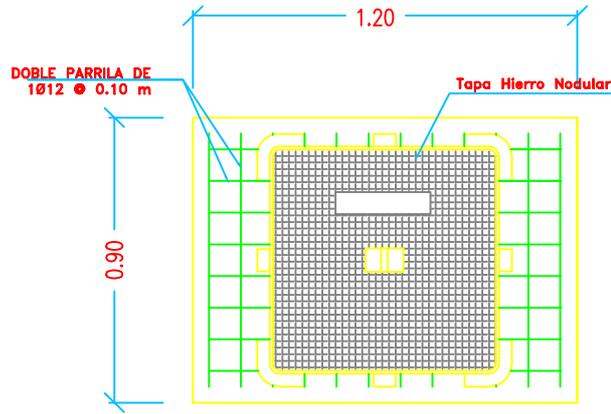
CORTE EN PLANTA



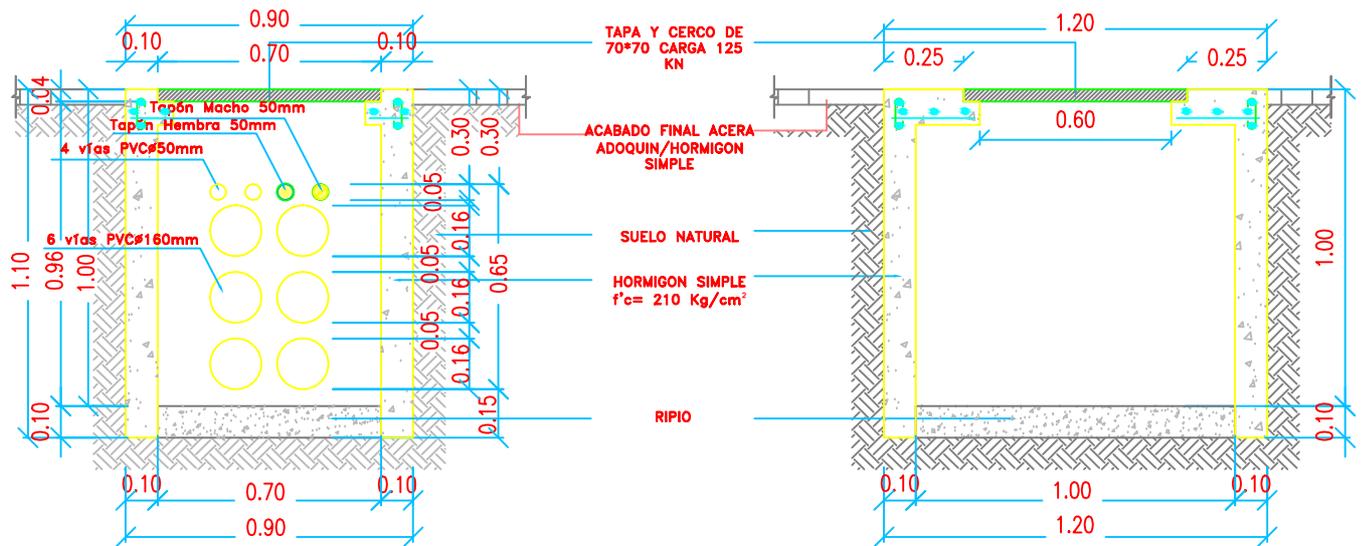
VISTA EN PLANTA

CAMARA PARA TRANSFORMADOR

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1



VISTA PLANTA

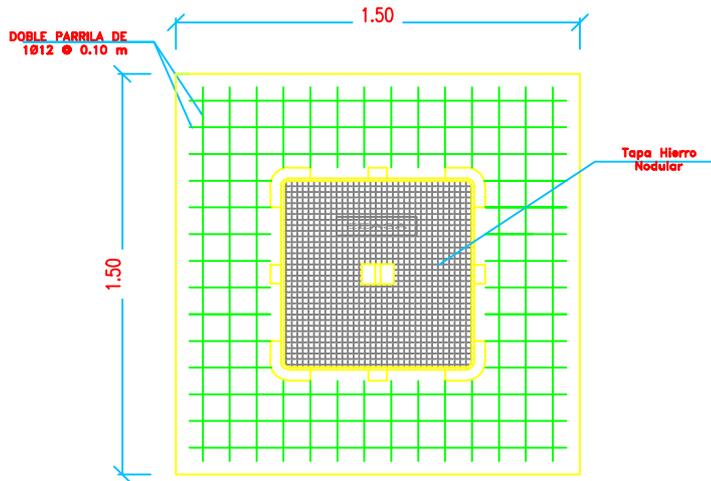


VISTA FRONTAL

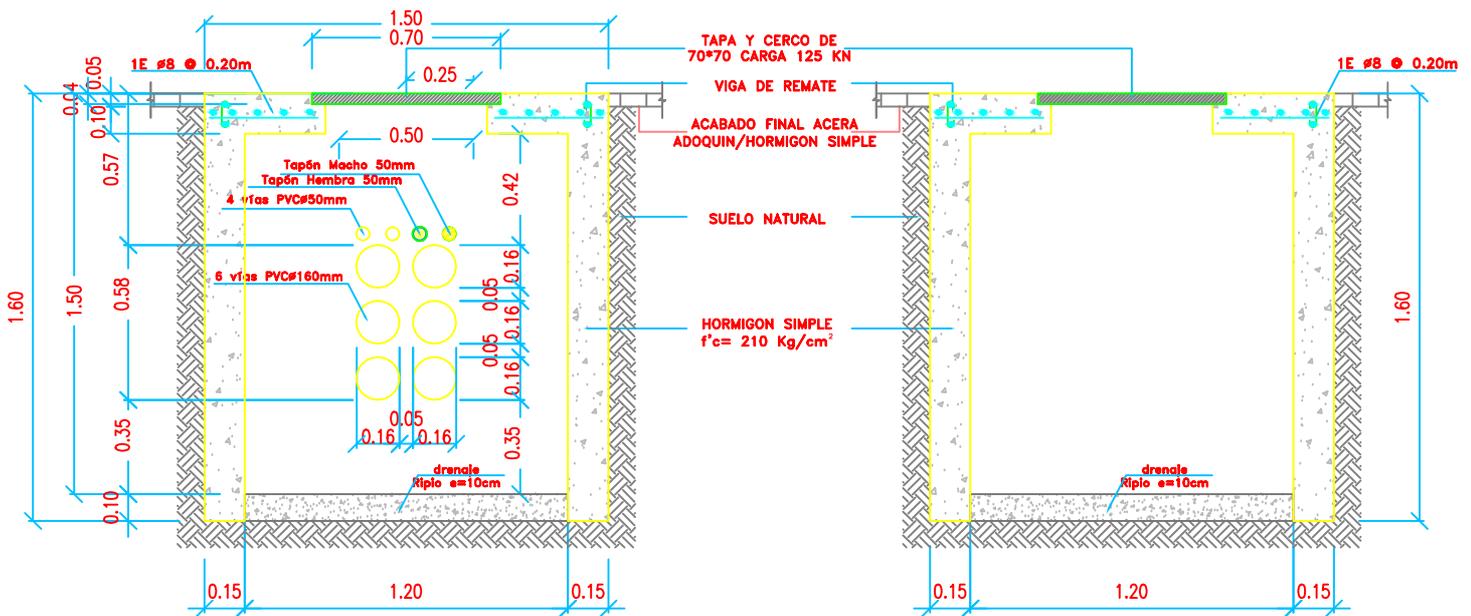
VISTA LATERAL

CAJA DE REVISIÓN TIPO B (100x70x100mm)

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	POZO TIPO B
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1



VISTA PLANTA

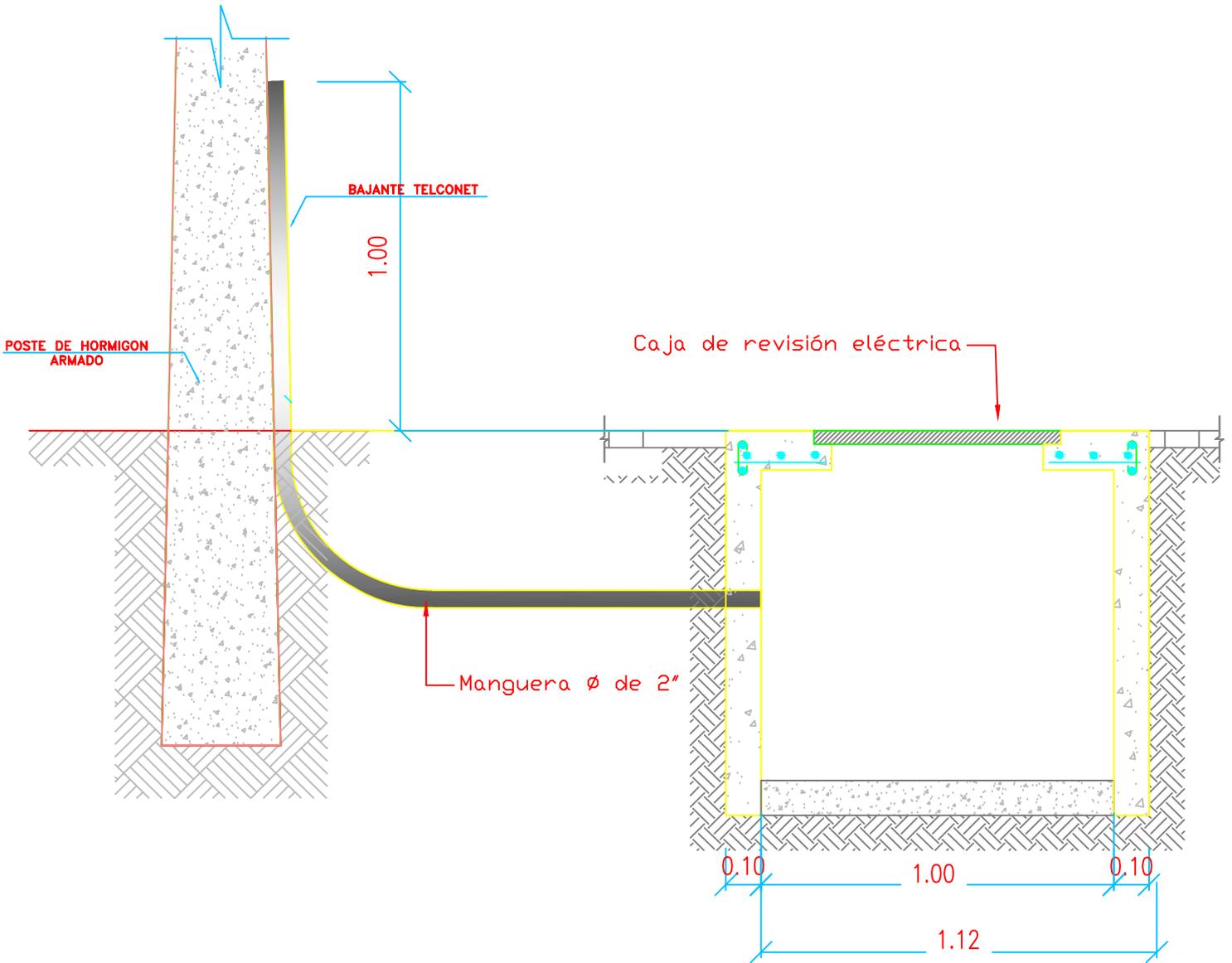
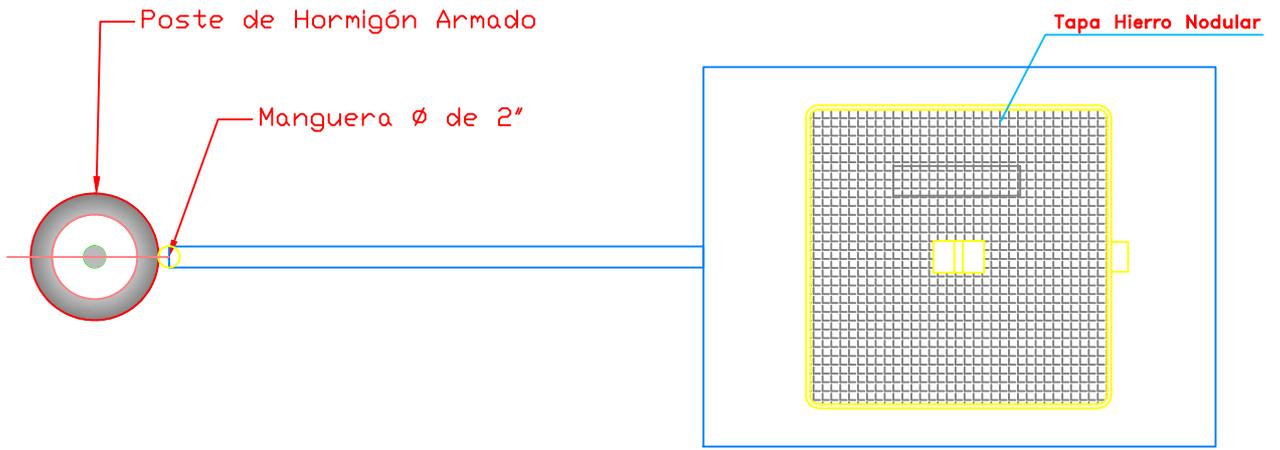


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

CAJA DE REVISION TIPO C (120x120x150mm)

RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO	
ESCALA : 1:100	
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	POZO TIPO B
REVISADO:	
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST/PROY. RED SUBTERRANEA HOJA 1 DE 1



RED SUBTERRANEA CENTRO DE PELILEO		
ESCALA : 1:100		
DISEÑO: SR. MARIO GUTIERREZ	APROBADO:	
DIBUJO: SR. MARIO GUTIERREZ	BAJANTE DE POSTE	
REVISADO:		
FECHA: FEBRERO/2020	REF. DIST./PROY. RED SUBTERRANEA	HOJA 1 DE 1