



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

Informe del proyecto de investigación para obtener el título de:

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

**PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO DE LA CNEL
EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTO DOMINGO.**

Autor

MARCO VINICIO MEJÍA MARTÍNEZ

Director

ING. CRISTIAN S. LAVERDE ALBARRACÍN, MSc.

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

Mayo – 2018

PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO DE LA CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTO DOMINGO.

Ing. Cristian Laverde Albarracín, *MSc.*

DIRECTOR

APROBADO

Ing. Jorge Patricio Vega Peñafiel, *MSc.*

PRESIDENTE(A) DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Jácome Alarcón, *MSc.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Arlys Michel Lastre, *PhD.*

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo, de de 2018

Autor: MARCO VINICIO MEJIA MARTÍNEZ

**Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO**

**Título: PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL DISEÑO
Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE
DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO DE LA
CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTO
DOMINGO.**

Fecha: MAYO, 2018

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado.



Marco Vinicio Mejía Martínez
C.I. 1724093420

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR

Santo Domingo, 27 de abril de 2018

Señora Ingeniera
Karina Cecibel Cuenca Tinoco, *MSc.*
DIRECTORA ACADÉMICA (E) UTE-SD
Presente.-

Señora Directora:

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo escrito de titulación realizado por el señor: *MARCO VINICIO MEJÍA MARTÍNEZ*, cuyo título es: *“PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO DE LA CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTO DOMINGO.”*, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, *el mismo que no ha sido plagiado*, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Cordialmente,



Ing. Cristian Samuel Laverde Albarracín, *MSc.*
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dedicatoria

A mis amados padres

Marco Mejía y Jenny Martínez que con su amor, apoyo, consejos y sacrificio han luchado incansablemente durante toda mi vida para verme alcanzar mis ideales, este logro no es mío si no de ellos.

A mis hermanos

Aldair y Escarlet, quienes incondicionalmente me han brindado sus palabras de aliento cuando más lo he necesitado.

Agradecimiento

A mis padres por haberme forjado con los valores que han permitido convertirme en la persona que soy, motivándome continuamente si cesar a buscar y cumplir mis anhelos.

A mis hermanos y demás familiares que siempre estuvieron presentes en los momentos difíciles y confiaron en mí.

A los profesionales que integran los departamentos de Ingeniería y Construcciones y Unidad GIS de la CNEL EP Santo Domingo y en especial a los Ingenieros German Gordon y Kleber Chiluisa, quienes a pesar de sus labores diarias siempre pudieron encontrar un momento para guiarme y compartir sus conocimientos a lo largo de esta investigación.

A todos mis docentes que fueron parte de mi formación académica durante mi transcurso por las aulas de clases, A los ingenieros Cristian Laverde director del trabajo, Michel Lastre y Luis Jácome evaluadores, que con su apoyo y consejos fue posible alcanzar esta meta.

A mis amigos con quienes he tenido agrado de compartir varios momentos dentro y fuera las aulas de estudio y que siempre me han apoyado.



FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1724093420
APELLIDO Y NOMBRES:	Mejía Martínez Marco Vinicio
DIRECCIÓN:	Coop. Brisas del Colorado sector 2
EMAIL:	marcomejia2790@gmail.com
TELÉFONO FIJO:	023790129
TELÉFONO MÓVIL:	0982999763

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Propuesta de normativa para el diseño y construcción de sistemas de distribución del área de servicio de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.
AUTOR O AUTORES:	Marco Vinicio Mejía Martínez
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Mayo, 2018
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Cristian Samuel Laverde Albarracín, Msc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico
RESUMEN: Mínimo 180 y máximo 250 palabras	<p>La presente investigación tiene por objetivo realizar una normativa que permita homologar el diseño y construcción de los sistemas de distribución, mediante conceptos y procedimientos técnicos de acuerdo a las características del entorno de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo. El estudio se centró en atender de manera ágil y oportuna la creciente demanda de nuevos proyectos eléctricos de distribución, y evitar inconformidad y pérdidas económicas a los nuevos solicitantes del servicio de energía eléctrica.</p> <p>El procedimiento ha sido desarrollado bajo criterios y estándares de los principales entes reguladores de la energía eléctrica dentro del Ecuador, tales como la Agencia de Regulación y Control de Electricidad y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, además de soluciones implementadas por otras distribuidoras del país a problemas similares.</p>



	<p>Se determinó los factores kVA-L que permiten tener valores de caída de voltaje de acuerdo a las condiciones ambientales de las zonas de estudio que se encuentran dentro del área de servicio de la distribuidora.</p> <p>Se implementó un mapa digital que indica mediante polígonos el estrato al que pertenece un usuario en particular, y de esta forma fijar valores de demanda unitaria promedio sin sobredimensionar los equipos de potencia.</p> <p>El procedimiento y homologaciones permitieron reducir el tiempo de revisión y aprobación de un proyecto piloto de regeneración eléctrica que se desarrolló en el área urbana del cantón Flavio Alfaro.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Metodología, Redes de Distribución, Demanda, CNEL_EP Santo Domingo.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>The objective of this research is to make a standard that allows the design and construction of distribution systems to be homologated, by means of technical concepts and procedures according to the characteristics of the environment of the strategic public enterprise National Corporation of Electricity (CNEL EP), Business Unit Santo Domingo. The study focused on responding in an agile and timely manner to the growing demand for new electricity distribution projects, and to avoid dissatisfaction and economic losses to new applicants for electric power service.</p> <p>The procedure has been developed under criteria and standards of the main regulating entities of electric power within Ecuador, such as the Electricity Regulation and Control Agency and the Ministry of Electricity and Renewable Energy, as well as solutions implemented by other distributors in the country to similar problems.</p> <p>It was determined the kVA-L factors that allow to have values of voltage drop according to the environmental conditions of the study areas that are within the service</p>



	<p>area of the distributor.</p> <p>A digital map was implemented that indicates by means of polygons the stratum to which a particular user belongs and in this way to fix average unit demand values without oversizing the power equipment.</p> <p>The procedure and homologations allowed to reduce the time of review and approval of a pilot project of electric regeneration that took place in the urban area of Flavio Alfaro city.</p>
KEYWORDS	Methodology, Distribution Networks, Demand, CNEL_EP Santo Domingo.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
MEJÍA MARTÍNEZ MARCO VINICIO
C.I. 172409342-0

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MEJÍA MARTÍNEZ MARCO VINICIO**, C.I. 172409342-0 autor del proyecto titulado: **“Propuesta de normativa para el diseño y construcción de sistemas de distribución del área de servicio de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.”** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, mayo 03 de 2018

f: _____


MEJÍA MARTÍNEZ MARCO VINICIO
C.I. 172409342-0

Oficio Nro. CNEL-STD-DD-2018-0164-O

Santo Domingo, 20 de abril de 2018

Asunto: RESPUESTA A OFICIO N UTESD-FCII-CELE-2018-0004

Ingeniero
Jorge Vega Peñafiel
En su Despacho

De mi consideración:

Yo, MENENDEZ MOLINA VICTOR MANUEL, con cedula de identidad N° 130452371-3, en calidad de Director de Distribución de CNEL Unidad de Negocio Santo Domingo, Autorizo al señor estudiante MEJIA MARTÍNEZ MARCO VINICIO, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "PROPUESTA DE NORMATIVA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA DE SERVICIO DE LA CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO SANTO DOMINGO", basada en la información proporcionada por la esta Unidad de Negocio.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,



CNEL EP
CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD
UNIDAD DE NEGOCIO SANTO DOMINGO

Documento firmado electrónicamente

DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN
Ing. Victor Manuel Menendez Molina
DIRECTOR DE DISTRIBUCIÓN - STD

Copia:

Señora Ingeniera
Milta Liliana Correa Quichimbo
Técnico de Documentación - STD

ÍNDICE DE CONTENIDO

Portada.....	I
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal	II
Responsabilidad del autor	III
Informe del director.....	IV
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Formulario de registro bibliográfico	VII
Declaración y autorización.....	X
Índice de contenido	XII
Índice de tablas.....	XV
Índice de figuras.....	XVII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO REFERENCIAL	6
2.1. Procedimiento actual.....	8
2.2. Catálogo de Unidades de Propiedad	12
2.3. Estratificación Eléctrica	13
2.3.1. Categorización de consumidores	13
2.3.2. Estratificación	13
2.4. Uso de herramientas CAD en el diseño eléctrico	14
2.4.1. AutoCAD	16
2.5. Sistema de Información Geográfica SIG	16
2.5.1. ArcGIS Desktop.....	17
III. METODOLOGIA	18
3.1. Generalidades.....	18
3.2. Determinación del área de servicio.....	19
3.2.1. Voltajes de servicio.....	20
3.3. Dimensionamiento de Equipos y Materiales	21
3.3.1. Transformadores de Distribución	21
3.3.2. Conductores y Secciones normales.....	23
3.3.3. Protecciones y seccionamiento	24
3.3.4. Canalización subterránea	30

3.3.5.	Cámaras eléctricas de transformación	33
3.3.6.	Consumidores	34
3.3.7.	Estratificación	34
3.4.	Parámetros de cálculo.	39
3.4.1.	Procedimiento para la determinación de la Demanda Máxima Coincidente	39
3.4.2.	Procedimiento para determinación de la Demanda de Diseño	41
3.4.3.	Demanda máxima diversificada para cocinas de inducción.	42
3.4.4.	Procedimiento para la determinación de la caída de voltaje.....	43
3.4.4.1.	Determinación de la Caída de Medio Voltaje.....	44
3.4.4.2.	Determinación de la Caída de Bajo Voltaje.....	45
3.4.4.3.	Determinación de factores kVA-L.....	46
3.5.	Parámetros de Diseño.	48
3.5.1.	Sistema de Distribución Aéreo	48
3.5.1.1.	Medio voltaje urbano	48
3.5.1.2.	Medio voltaje rural.....	49
3.5.1.3.	Bajo voltaje urbano	49
3.5.1.4.	Bajo voltaje rural	50
3.5.2.	Sistema de Distribución Subterráneo.....	50
3.5.3.	Elementos de Sistemas de distribución.....	53
3.5.3.1.	Centros de transformación	53
3.5.3.2.	Cámaras de transformación	53
3.5.3.3.	Postes	55
3.5.3.4.	Ductos	55
3.5.3.5.	Pozos de revisión	56
3.5.3.6.	Transición Aérea – Subterránea.....	58
3.5.4.	Alumbrado Público	59
3.6.	Formatos de presentación.	66
3.6.1.	Simbología	66
3.6.2.	Codificación.....	68
3.6.3.	Planos.....	71
3.7.	Tramitología.....	72
3.7.1.	Registro de Profesionales.....	72

3.7.1.1.	Profesionales que tengan RUP.....	73
3.7.1.2.	Profesionales que no tengan RUP.....	74
3.7.2.	Áreas encargadas de la revisión y aprobación.....	75
3.7.3.	Proceso de aprobación de un proyecto eléctrico.....	76
3.7.4.	Solicitud de prefactibilidad.....	78
3.7.5.	Solicitud de revisión y aprobación del diseño eléctrico.	79
3.7.5.1.	Proyectos eléctricos para derivaciones y prolongaciones de redes de medio voltaje.....	79
3.7.5.2.	Proyectos eléctricos para urbanizaciones, conjuntos y lotizaciones.....	81
3.7.6.	Inicio de obra.	83
3.7.7.	Fiscalización.	84
3.7.7.1.	Aprobación de plano digital en la Unidad GIS.....	84
3.7.8.	Desconexión.....	85
3.7.8.1.	Medición.	86
IV.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	88
4.1.	Cálculo de la Demanda.....	89
4.2.	Caída de voltaje.....	92
4.3.	Homologación de simbología.....	94
4.4.	Estratificación.....	96
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
	REFERENCIAS.....	100
	ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estratificación por tarifa de consumo mensual CNEL EP Santo Domingo	14
Tabla 2.	Área de concesión de CNEL EP Santo Domingo determinada por sus subestaciones.	19
Tabla 3.	Potencia nominal de transformadores tipo autoprotegidos y convencionales.....	21
Tabla 4.	Potencia nominal de los transformadores tipo pedestal.....	22
Tabla 5.	Máximos y mínimos calibres de conductores de Cu y Al para sistemas de distribución.	23
Tabla 6.	Selección de protección tipo “T” para transformadores monofásicos autoprotegidos.....	25
Tabla 7.	Selección de protección tipo “T” para transformadores trifásicos convencionales.....	26
Tabla 8.	Selección de protección tipo slowfast para transformadores monofásicos autoprotegidos.....	26
Tabla 9.	Selección de protección tipo slowfast para transformadores trifásicos convencionales.....	26
Tabla 10.	Profundidad de instalación de ductos	31
Tabla 11.	Capacidad de ductos en función del calibre del conductor.....	32
Tabla 12.	Dimensiones de pozos de revisión.....	32
Tabla 13.	Consumo en kVA por estrato.....	38
Tabla 14.	Factor de coincidencia para N cocinas de inducción CNEL EP Santo Domingo.	43
Tabla 15.	Factor kVA - km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACSR a 13,8 kV.	46
Tabla 16.	Factor kVA - km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACSR a 34,5 kV.	47
Tabla 17.	Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACAR a 34,5 kV.	47
Tabla 18.	Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ASC a 34,5 kV.....	47

Tabla 19.	Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor de cobre XLPE a 13,8 kV.....	47
Tabla 20.	Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor de cobre XLPE a 34,5 kV.....	48
Tabla 21.	Factor kVA - m para la caída de voltaje secundario de conductor de aleación de aluminio preensamblado.....	48
Tabla 22.	Parámetros para la selección de la clase de iluminación (M).....	62
Tabla 23.	Parámetros fotométricos para tráfico motorizado.....	63
Tabla 24.	Parámetros para selección de la clase de iluminación (P).....	64
Tabla 25.	Parámetros fotométricos para áreas peatonales y de alto tráfico de baja velocidad.....	64
Tabla 26.	Parámetros para selección de la clase de iluminación (C).....	65
Tabla 27.	Parámetros fotométricos para zonas de conflicto.....	66
Tabla 28.	Representación de elementos proyectados	67
Tabla 29.	Representación de elementos existentes.....	67
Tabla 30.	Representación de elementos a retirar.....	67
Tabla 31.	Representación de elementos a reemplazar.....	68
Tabla 32.	Codificación de centros de transformación	68
Tabla 33.	Codificación de conductores.....	69
Tabla 34.	Codificación de estructuras preensambladas.....	70
Tabla 35.	Transformadores proyectados Regeneración del Centro Urbano del Cantón Flavio Alfaro.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proyectos aprobados respecto a proyectos recibidos por CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo durante los años 2016 y 2017.	8
Figura 2.	Diagrama de etapas de procedimientos para solicitud de servicio de energía eléctrica.	9
Figura 3.	Depuración de la base de consumo mensual de clientes.	35
Figura 4.	Filtrado de consumo promedios de usuarios residenciales.	36
Figura 5.	Nuevo cálculo promedio por cliente.	37
Figura 6.	Exportación de datos de Excel a formato shape de ArcGIS.	38
Figura 7.	Zonificación por estratos del área urbana de Santo Domingo.	39
Figura 8.	Zonificación por estratos del área de concesión de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.	39
Figura 9.	Redes de distribución existentes del centro poblado de Flavio Alfaro.	89
Figura 10.	Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial.	90
Figura 11.	Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial.	91
Figura 12.	Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial cálculo de DMUp de 1,5kVA.	91
Figura 13.	Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial cálculo de DMUp de 1,5.	92
Figura 14.	Planilla para la determinación de la caída de voltaje primario.	93
Figura 15.	Planilla para la determinación de la caída de voltaje secundario.	93
Figura 16.	Plano de medio voltaje proyectado.	94
Figura 17.	Plano de bajo voltaje proyectado.	95
Figura 18.	Plano de alumbrado público.	95
Figura 19.	Plano de canalización.	96
Figura 20.	Mapa de estratos sector Flavio Alfaro.	97

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	FO-CNEL-STD-CALC-DT-001 Planilla para cálculo de demanda.....	103
Anexo 2.	FO-CNEL-STD-CALC-DT-002 Planilla para cálculo de caída de medio voltaje.....	104
Anexo 3.	FO-CNEL-STD-CALC-DT-003 Planilla para cálculo de caída de bajo voltaje.....	105
Anexo 4.	Homologación para trazado de conductores.....	106
Anexo 5.	Plegado de planos.	107
Anexo 6.	Flujograma de procesos para la aprobación de un proyecto eléctrico de distribución.	108

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de potencia actuales son ejes fundamentales para el crecimiento de la sociedad, estos se encuentran conformados por sistemas de generación, transmisión, sub-transmisión y distribución. Las redes de distribución de energía eléctrica tienen un lugar muy importante dentro del sistema de potencia, que tiene como principal función tomar la energía eléctrica de las subestaciones y entregarla a los usuarios. La efectividad de estas redes se determina a partir de parámetros tales como regulación de voltaje, continuidad de servicio, modificaciones del sistema y costo.

El diseño, construcción, mantenimiento y operación son algunas de las tareas primordiales dentro de la distribución, las cuales buscan satisfacer las necesidades actuales y futuras de demanda del servicio de energía eléctrica de un área determinada. Las redes de distribución adoptan diferentes tipos de configuraciones, que dependen de las características de un lugar en específico, sin embargo, existen varios principios comunes que deben cumplir. Así, las redes de distribución deben entregar un servicio de calidad con el mínimo de variaciones de voltaje, un mínimo de interrupciones, para mantener un orden y estética, y evitar en lo posible la afectación al medio ambiente. Las interrupciones deben ser de corta duración y perjudicar al menor número posible de abonados.

El sistema debe considerar cambios en las condiciones de carga, es decir, poder cumplir con efectividad durante horas pico de servicio y el futuro incremento de la cantidad de abonados, todo esto con un mínimo de modificaciones y gastos. Como se puede apreciar de lo expuesto anteriormente, el diseño, construcción, mantenimiento y operación de las redes de distribución son factores muy importantes a considerar para poder brindar un servicio eléctrico óptimo a un costo razonable.

Cuando un cliente posee un carga instalada o proyectada que sobrepasa los 10 kW, generalmente la construcción de los sistemas de distribución es ejecutada por empresas y profesionales privados, en estos casos se procede a desarrollar un proyecto eléctrico, el cual indica a la distribuidora los trabajos que se llevara a cabo para atender las necesidades del nuevo cliente, este proyecto debe registrarse a las

normas y procedimientos establecidos por la distribuidora que tenga a concesionó el área donde se sitúa el nuevo sistema de distribución a construirse. Este nuevo proyecto eléctrico debe pasar por una previa revisión y aprobación por parte de la distribuidora y en caso de cumplir con todas las normas y requerimientos, el proyecto será aprobado para dar continuación a su ejecución.

El problema científico de la investigación se origina en “¿Cómo atender de manera ágil y oportuna la creciente demanda de nuevos proyectos eléctricos de distribución por parte de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo?”, que es el ente encargado de regular y aprobar todo proyecto que se planifique en su área de concesión.

La necesidad de la presente investigación se establece de la inconformidad y pérdidas económicas que genera que el periodo de revisión y aprobación de un proyecto se extienda más del establecido por la distribuidora, por otro lado, es importante socializar los nuevos procedimientos y homologaciones que intervienen dentro del diseño y construcción de los sistemas de distribución.

La falta de socialización de los procesos administrativos y el uso de metodologías de distintas empresas distribuidoras que no son la CNEL EP Santo Domingo, aplicadas a su área de concesión por parte de profesionales privados, ha provocado que en muchos casos los trabajos presentados por parte de estos profesionales no cumplan con los requerimientos exigidos por parte de la CNEL EP Santo Domingo, que impide que el departamento de fiscalización encargado de la revisión, aprobación y recepción de proyectos, logre emitir una pronta respuesta, para ello, la presente propuesta de normativa pretende reducir el tiempo que le toma a la distribuidora dar una contestación, e informar a los profesionales eléctricos sobre estos procedimientos y nuevas tecnologías de construcción.

El conocimiento teórico que abarca el problema de investigación se centra en la falta de homogeneidad en formatos de presentación de proyectos eléctricos de distribución, formatos que se encuentra establecidos de forma general en la regulación del catálogo de unidades de propiedad del Ministerio de Electricidad y

Energía Renovable, que deben ser adaptados a las necesidades de los clientes y características del entorno del área de concesión.

El objeto de investigación es el proceso de atención a nuevos clientes con una demanda superior a los 10 kW que se encuentran dentro del área de servicio de la CNEL EP Santo Domingo.

Campo de acción:

La estandarización de cálculos y procedimientos técnicos que regule los sistemas de distribución para reducir el tiempo requerido en la atención de nuevos sistemas.

El objetivo general de la presente investigación es:

Realizar una normativa que permita homologar el diseño y construcción de los sistemas de distribución, mediante conceptos y procedimientos técnicos de acuerdo a las características del entorno de CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.

- Orientar a los profesionales y clientes sobre los requisitos previos tanto técnicos como administrativos de las diferentes etapas que convergen en un proyecto eléctrico.
- Organizar y guiar de una manera estándar los sistemas de distribución en la fase de diseño y construcción dentro del área de servicio de la empresa distribuidora CNEL EP Santo Domingo.
- Mejorar tiempos de respuesta en los procesos de revisión, aprobación y recepción de los proyectos eléctricos.
- Desarrollar formatos para cálculo de caída de voltaje de acuerdo a las características propias de las zonas del área de concesión de la CNEL EP Santo Domingo.
- Establecer un mapa digital que permita identificar el tipo de usuario y su valor de demanda unitaria que sirva de referencia para nuevos proyectos.

La hipótesis específica de esta investigación es por tanto que “Facilitar una guía que sirva como herramienta, a los profesionales privados que extienden sus servicios, dentro del área de concesión de la distribuidora de energía eléctrica local, que contenga los lineamientos técnicos de diseño y construcción que deben ser seguidos durante las distintas etapas que convergen en un proyecto eléctrico, permitirá reducir los tiempos de respuesta de aprobación y recepción de una obra eléctrica.”

Los métodos de investigación que se desarrollará en el presente trabajo son, entre otros, los siguientes:

Métodos de la Investigación:

Inducción-deducción: A partir del estudio de los lineamientos establecidos por el MEER y la EEQ, se establece los parámetros de carácter general, fundamentos teóricos y científicos, que constituyen el inicio para la concepción de una normativa para el diseño y construcción de proyectos eléctricos en el área de servicio de la distribuidora local.

Análisis y síntesis: En el análisis se utiliza los requerimientos técnicos principales para el diseño de un proyecto y para la síntesis se determina la mejor posibilidad constructiva aplicada a las condiciones de la localidad.

Consulta a expertos: Para el desarrollo de los sistemas de distribución se ha recopilado las opiniones y sugerencias de profesionales que llevan varios años dedicados al campo de la construcción eléctrica y que proporcionan soluciones efectivas que ya han sido aplicadas en este tipo de sistemas de distribución, en los que se han obtenido buenos resultados.

Parte primordial de la presente investigación es presentar información fundamentada en las normas y criterios vigentes actuales de los principales entes reguladores de la energía eléctrica dentro del país, entre los cuales se encuentran el ARCONEL y el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), conjuntamente con las

disposiciones de la Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP) Unidad de Negocio Santo Domingo.

El contenido de la normativa está orientado preponderantemente hacia el diseño y construcción de redes de distribución urbana y rural, de nuevos proyectos eléctricos que pretenden incorporarse al sistema de la distribuidora local, los cuales deben cumplir con todo lo señalado por la empresa a fin de evitar inconvenientes técnicos o pérdidas de energía, que son los principales problemas que busca erradicar la CNEL EP Santo Domingo dentro de su área de servicio.

La aplicación de la normativa estará limitada únicamente a las instalaciones que se encuentran asociadas a la distribución eléctrica en áreas residenciales, comerciales con demandas de cargas bajas o medias, que constituyen los casos más frecuentes. En el caso de diseños de carácter industrial que pueden llegar a tener demandas de cargas altas y requieren de soluciones especiales, serán motivo de consulta ante la distribuidora, la cual emitirá en cada caso disposiciones complementarias que deberán ser consideradas por el profesional privado, sin embargo, la normativa tendrá una validez aun para este tipo de casos especiales, en todo lo relacionado a criterios y procedimientos de orden general.

II. MARCO REFERENCIAL

Uno de los ejes primordiales para el desarrollo de la sociedad es el sector eléctrico, que tiene como objetivo el promover y generar el progreso de un país, a través de parámetros que garanticen la seguridad y confiabilidad del servicio. Una de las partes fundamentales que integra los sistemas eléctricos de potencia es la distribución; en el Ecuador la distribución de energía eléctrica se encuentra bajo la gestión de varias empresas que tienen como función principal suministrar y comercializar la energía eléctrica dentro de su área de concesión, con estándares de calidad a fin de ofrecer continuidad en su servicio y estar en la capacidad de atender nuevas demandas que puedan presentarse en un futuro.

Dentro del territorio ecuatoriano existen 10 empresas distribuidoras de energía eléctrica:

- Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.
- Empresa Eléctrica Azogues C.A.
- Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.
- Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.
- Empresa Eléctrica Regional Norte S.A.
- Empresa Eléctrica Quito S.A.
- Empresa Eléctrica Riobamba S.A.
- Empresa Eléctrica Regional Sur S.A.
- Empresa Eléctrica Pública Estratégica Corporación Nacional de Electricidad CNEL EP.

CNEL EP es la empresa de distribución y comercialización de energía eléctrica más grande, esto luego de que, entre los años 2008 y 2015 mediante varios decretos y resoluciones se realizara la fusión de 11 empresas eléctricas autónomas de distribución.

Una de las características de los sistemas de distribución es que no son adaptativos, razón por la cual, la planificación de estos sistemas debe considerar un valor de

demanda que admita realizar modificaciones y que supla las necesidades de los usuarios a largo plazo, esto nos lleva a innovar constantemente e integrar nuevos métodos y tecnologías que permitan cumplir este objetivo.

El mejoramiento continuo del servicio a nuevos clientes y el asegurar la correcta construcción de los sistemas de distribución, son las metas que han establecido algunas empresas distribuidoras, y para poder alcanzarlas han implementado procedimientos internos que sirven de guía a su personal, así como también, a los profesionales que brindan sus servicios de forma privada; algunas de ellas son la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. (Emelnorte), Empresa Eléctrica Regional Sur S.A.(EERSSA), entre otras, dentro de las cuales se destaca la E.E.Q. que cuenta con uno de los procedimientos más completos, que establece ordenamientos que estandarizan el diseño, construcción y tramitología, que debe tener en cuenta el profesional privado al momento de solicitar la aprobación de un proyecto eléctrico.

Actualmente la empresa distribuidora CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo cuenta con un procedimiento que permite a nuevos solicitantes formar parte de su red de servicio de energía eléctrica, este procedimiento si bien funcional, aun cuenta con varias falencias, que retardan el proceso para que un solicitante adquiera el servicio. Los retrasos son evidenciados al momento que un solicitante supera los 10 kW de demanda y debe recurrir a los servicios de un profesional eléctrico privado, a fin de conseguir una aprobación previa de un diseño eléctrico. Los profesionales privados al no contar con una normativa que regule los parámetros que deben tomar en cuenta al momento de realizar el diseño y construcción de un proyecto eléctrico, provocan que el tiempo de entrega de una obra se extienda, para ello, es necesario introducir un manual de procedimientos técnicos que permita que el proceso sea fluido en todas sus etapas, y proporcionar una rápida atención para evitar todo tipo de malestar al nuevo solicitante.

La Unidad de Negocio Santo Domingo cuenta con datos de la cantidad de proyectos que superan los 10 kW que han sido atendidos, en la siguiente figura muestra una comparación entre proyectos ingresados y proyectos aprobados durante los años

2016 y 2017, en la que se puede apreciar que existen varios meses donde el número de proyectos recibidos supera el de proyectos aprobados.

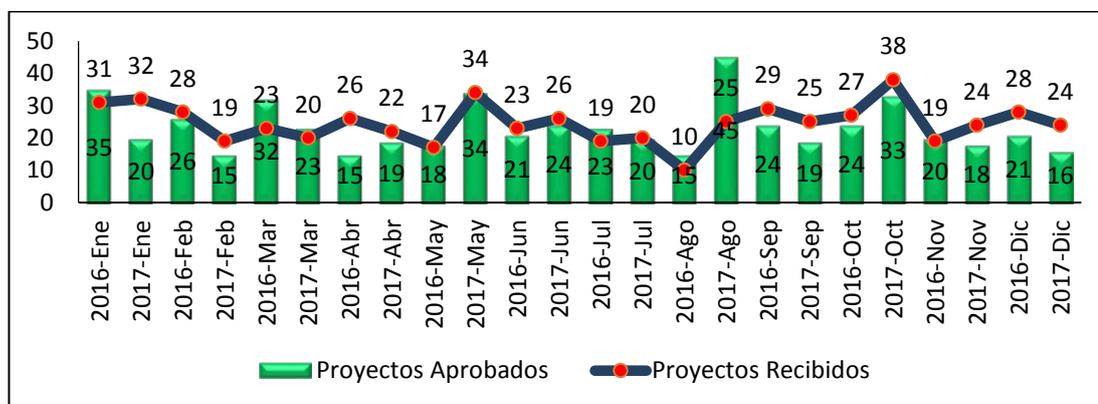


Figura 1. Proyectos aprobados respecto a proyectos recibidos por CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo durante los años 2016 y 2017.

Fuente: Departamento de Ingeniería y Construcciones CNEL EP Santo Domingo.

2.1. Procedimiento actual

La Unidad de Negocio Santo Domingo, es la encargada de proporcionar de energía a toda persona natural o jurídica que lo requiera y presente una solicitud formal, para ello, la empresa cuenta con un procedimiento establecido que será descrito a continuación a breves rasgos.

En función de la carga instalada del solicitante la Unidad de Negocio cuenta actualmente con dos tipos de procedimientos para dotar de energía eléctrica a un nuevo cliente en función de su carga instalada y que cuentan de las siguientes etapas:

Procedimiento 1

1. Definición de tipo de solicitud.
2. Atención por parte de CNEL EP.

Procedimiento 2

1. Definición de tipo de solicitud.
2. Diseño eléctrico.

3. Fiscalización.
4. Energización y recepción.

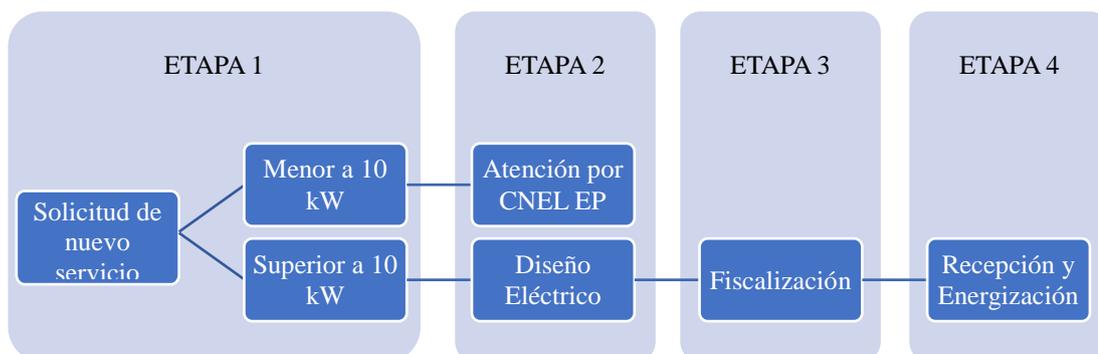


Figura 2. Diagrama de etapas de procedimientos para solicitud de servicio de energía eléctrica.

Etapa 1: Definición del tipo de solicitud.

En un primer caso, si un solicitante no sobrepasa los 10 kW de carga instalada y existen redes en las inmediaciones a lugar donde se solicita el servicio, la empresa estará en la capacidad de proveer de forma directa el servicio y dotar de un medidor de energía eléctrica, para lo cual, el solicitante deberá presentar la siguiente documentación:

Servicio Urbano

Si el solicitante se encuentra dentro del perímetro urbano se solicitará:

- Cédula y papeleta de votación (originales).
- Planilla del medidor más cercano (o número de medidor).
- Numero de teléfono y correo electrónico
- Certificado de desgravamen (máximo seis meses de antigüedad).
- Cooperativas – certificado de propietario firmado por el Representante legal de la Coop. (Adicionar copia del nombramiento del presidente y cédula) (indicar manzana y lote).
- Urbanizaciones o Edificios (propiedad horizontal) – copia certificada ante el Notario Público del Acta de Entrega-Recepción (Indicar manzana y lote).

Servicio Rural

En caso de que el solicitante se encuentre en un sector rural deberá presentar los siguientes documentos:

- Cédula y papeleta de votación (originales)
- Planilla del medidor más cercano (o número de medidor)
- Número de teléfono y correo electrónico
- Croquis
- Certificado de desgravamen o certificado de adjudicación (propietario) emitido por la entidad oficial (GAD municipal, juntas parroquiales, MAGAP) máximo un mes de antigüedad, adjuntar copia del nombramiento y cédula.

Cuando la carga instalada de una nueva solicitud supera los 10 kW, el solicitante previo a la presentación de los documentos mencionados anteriormente, deberá adjuntar un informe técnico de un proyecto eléctrico aprobado, el cual comprende como mínimo el diseño de la extensión o derivación de la red primaria y la instalación de un centro de transformación que pueda dotar la energía necesaria para suplir los requerimientos de la carga instalada, para ello el solicitante deberá ponerse en contacto con un profesional eléctrico, capacitado para realizar los trabajos pertinentes y efectuar el diseño y construcción del nuevo proyecto eléctrico, mismo que será aprobado por la CNEL EP en su departamento de Ingeniería y Construcciones.

Etapa 2

Atención por parte de CNEL EP

Luego de presentada la documentación de solicitud de un nuevo servicio, el solicitante deberá esperar que la distribuidora asigne a uno de los grupos de inspección de la empresa para que realice las verificaciones previas a la instalación, donde se determinara los materiales necesarios para la posterior instalación de la acometida y medidor de energía eléctrica.

Diseño eléctrico

En el caso de requerirse una previa aprobación de un proyecto eléctrico por parte de la Unidad de Negocio, el contratista contactado por el solicitante deberá estar registrado como profesional eléctrico en la distribuidora y presentar la documentación necesaria que componen un diseño eléctrico para que su requerimiento sea atendido:

- Documentos del solicitante (Documentos de identidad, autorizaciones y escrituras de la propiedad).
- Memoria técnica descriptiva.
- Planos del diseño eléctrico.

Fiscalización

Estos documentos son presentados en el departamento Comercial, el cual es el encargado de comunicar al área de Ingeniería y Construcciones de la nueva solicitud de aprobación de redes de distribución, para lo cual este último departamento designa un ingeniero fiscalizador que es el encargado de realizar las observaciones correspondientes al diseño, las cuales deben ser ejecutadas por el contratista. Luego de realizadas las correcciones solicitadas por el fiscalizador, el proyecto será sometido a una nueva revisión y en caso de no encontrarse nuevas observaciones el proyecto es aprobado. A continuación, el contratista puede proceder con la construcción de la obra eléctrica, para lo cual, el fiscalizador debe ser notificado por medio de una carta de Inicio de Obra, que indique la fecha en que iniciará los trabajos.

Cuando la obra eléctrica ha sido concluida el contratista deberá retomar el contacto con el fiscalizador para que este realice las observaciones en campo y compruebe que los trabajos realizados se encuentran de acuerdo al diseño aprobado. Este proceso requiere de la presentación de nueva información, entre la cual se solicita los documentos del centro de transformación con la finalidad de comprobar que el equipo es nuevo y corresponde a lo especificado en el diseño aprobado, junto con la

respectiva factura de la compra del equipo, el contratista deber entregar el cartucho portafusible incluido el correspondiente fusible, que será instalado en la derivación principal y además se solicitara la aprobación del levantamiento de la nueva red en la Unidad GIS.

Recepción y Energización

Si durante la fiscalización realizada en campo, no existe ninguna modificación solicitada por parte del ingeniero fiscalizador, la distribuidora entregará una recepción de obra, documento que indica que el cliente ya está en condiciones de realizar la solicitud del equipo de medición y deberá presentar la documentación establecida en la primera etapa del procedimiento.

Cuando el medidor es instalado el contratista debe acercarse una vez más al departamento de Ingeniería y Construcciones y presentar al fiscalizador las evidencias fotográficas de la instalación del nuevo equipo de medición, con estos datos el fiscalizador emite un Acta de Entrega del Proyecto Eléctrico, la cual debe ser firmada tanto por el fiscalizador en representación de la distribuidora, el contratista y cliente, de esta forma finaliza el proceso que se realiza actualmente dentro de la CNEL EP Santo Domingo.

2.2. Catálogo de Unidades de Propiedad

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), que actúa como ente rector del sector eléctrico, es el encargado de establecer los lineamientos, objetivos y políticas ligadas al sector eléctrico ecuatoriano, y en su afán de estandarizar los procedimientos de diseño y construcción, impulsó un convenio que fue suscrito el 11 de mayo del 2009 conjuntamente con las empresas de distribución eléctrica, en el cual se establece un Sistema de Gestión Único, que dispone la creación de un sistema de identificación de las unidades de propiedad, estandarización y homologación de materiales y equipos, su simbología, así como también, facilitar un catálogo con las especificaciones técnicas de los mismos. (Administrator, 2017)

2.3. Estratificación Eléctrica

Las distribuidoras cuentan con una demanda eléctrica muy variable entre sus clientes, la cual en función de la actividad a la que se dedica cada cliente se puede categorizar el tipo de suministro eléctrico, que permite a las empresas aplicar las tarifas de cobro por el servicio de suministro de energía.

2.3.1. Categorización de consumidores

En el área de concesión de la Unidad de Negocio Santo Domingo existen varios tipos de clientes, dentro de los cuales se establece una categorización principal que se maneja en función de la actividad del usuario y su carga instalada. Existen los siguientes tipos de consumidores: residencial, comercial e industrial.

- a) Consumidor residencial, la energía suministrada es únicamente empleada para fines domésticos.
- b) Consumidor Comercial, son todos los usuarios que emplean la energía eléctrica suministrada con fines de lucro para brindar bienes o servicios.
- c) Consumidor Industrial, son todos los clientes que dentro de su actividad manufacturan productos a gran escala y su actividad es totalmente industrial.

Muchas veces el tipo de actividad económica de los consumidores es variada o a su vez una mezcla de entre las tres principales actividades definidas anteriormente, motivo por el cual, el comportamiento de la demanda de estos clientes hace complicado el determinar a qué tipo de consumidor pertenece, por ello es importante establecer un criterio que permita agrupar a este tipo de consumidores de forma más fácil y fundamentada. (Córdova, 2017)

2.3.2. Estratificación

Una manera de obtener una base sólida para estratificar los usuarios es a través del consumo mensual registrado que realizan los medidores de energía eléctrica, por lo que ya no es fundamental conocer la actividad que desarrolla cada cliente, sino

simplemente observar su consumo mensual para poder categorizarlo en un grupo tarifario. (Flores, 2016)

Luego de recopilada la información de los registros de energía, se crean rangos, los cuales varían de acuerdo a las políticas comerciales de cada empresa distribuidora, que se determinan basándose en el tipo de mercado.

A continuación, se muestra la estratificación que realizó la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo, con criterios similares a la utilizada por la EEQ.

Tabla 1. Estratificación por tarifa de consumo mensual CNEL EP Santo Domingo

Estrato	Desde	Hasta
A1	501 kWh/mes	10000 kWh/mes
A	311 kWh/mes	500 kWh/mes
B	171 kWh/mes	310 kWh/mes
C	111 kWh/mes	170 kWh/mes
D	71 kWh/mes	110 kWh/mes
E	0 kWh/mes	70 kWh/mes

Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo

Este tipo de estratificación es uno de los más usados en el país, y es importante mencionar que varía en función de los requerimientos y necesidades del área de concesión.

2.4. Uso de herramientas CAD en el diseño eléctrico

El Diseño Asistido por Computadora o CAD de sus siglas en inglés (*Computer Aided Desing*), es actualmente una herramienta muy utilizada en el campo de la ingeniería, que consiste en la realización de tareas de creación, análisis, optimización y modificación de un diseño, para su posterior producción. (CAD/CAM, 2013)

Concretamente las herramientas CAD trabajan con una base de datos de formas geométricas como puntos, líneas, arcos, etc., además del uso de vectores para modelados de dos dimensiones (2D) y tres dimensiones (3D), que es capaz de operarse con una interfaz gráfica que nos muestra dichas formas. Para conseguir una interacción más fácil del usuario con el software, se utilizan comandos para el diseño

y edición que permiten manejar el análisis de tolerancias, propiedades físicas como masa, volumen, momentos, etc. Dentro de los sistemas de diseño y fabricación asistido por computadora existen diversos campos de aplicación entre los que podemos resaltar los siguientes:

- Modelado geométrico: este método usa la representación de información de entidades geométricas y podemos encontrar tres tipos, el primero denominado modelo alámbrico que nos permite diseñar objetos que requieran únicamente de propiedades físicas tales como áreas, volúmenes y masa. Los modelos de superficie se requiere representar el exterior del objeto. Los modelos sólidos utilizados para el diseño de piezas mecánicas, moldes, envases y es donde mayor cantidad de variables se puede encontrar (volumen, masa, centro de gravedad, momento, inercia, etc.).
- Técnicas de visualización: donde el modelo es creado utilizando generación de imágenes.
- Interfaz de usuario: se contempla como uno de los aspectos más importantes y se determina en función de la eficiencia de la herramienta.
- Base de datos: permite almacenar la información del modelo.
- Métodos numéricos: se utilizan para análisis y simulaciones de los sistemas CAD.
- Conceptos de fabricación: esta aplicación permite manejar parámetros de máquinas, herramientas y materiales.
- Comunicaciones: establece la conexión entre sistemas, dispositivos y máquinas de un sistema.

Dentro de la ingeniería eléctrica, algunas de las aplicaciones más habituales del CAD son:

- Librerías de componentes normalizados.
- Diseño de circuitos integrados.
- Diseño de placas de circuitos impresos.
- Diseño de instalaciones eléctricas.

- Análisis, verificación y simulación de diseños.
- Programación de control numérico para el mecanizado o montaje de placas.
(Silva, 2013)

2.4.1. AutoCAD

Es un programa desarrollado por Autodesk, ampliamente usado en el campo de la ingeniería y aplicado al dibujo técnico, se encuentra dentro del grupo de las herramientas CAD, destinado a la producción de planos y con características de diseño como color, grosor de línea, texturas, etc. Este software permite obtener una guía 2D, para percibir de forma adelantada como se plasmará la construcción de la obra eléctrica en la realidad.

2.5. Sistema de Información Geográfica SIG

Un Sistema de Información Geográfica es un hardware compuesto por varias herramientas que nos permite realizar el manejo de datos y usuarios, capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, a la vez que podemos representar dicha información en forma de gráficos y mapas. (Trigal, 2015). Un sistema SIG también puede ser visto como la representación de una realidad geográfica en un modelo informático, para emplear dicha información en un sistema de datos y mapas. (Brough, 1994)

Este sistema integra de manera organizada, componentes geográficos, hardware y software con el objetivo de resolver problemas de gestión de información espacial tales como modelos, rutas y localizaciones; además de reducir la incertidumbre, plasmando la realidad en un modelo para la fácil toma de decisiones. (K. Chiluisa, 2011) para esto es necesario:

- Creación de datos usando la digitalización de mapas impresos.
- Representación de datos a través de objetos.
- Almacenamiento de datos, esto se puede realizar por dos métodos:

- Rastreo: usando imágenes a manera de mallas se dividirá el espacio formando filas y columnas y cada una con un único valor que se centra en las propiedades de cada celda.
- Vectorial: se lo realiza mediante las formas geométricas, mismas que poseen datos propios o atributos.

2.5.1. ArcGIS Desktop

Los Sistemas de Información Geográfica, agrupan varios productos, dentro de los cuales se puede encontrar aplicaciones que ayudan con tareas como captura, edición, análisis, diseño, tratamiento publicación e impresión de información geográfica una de estas herramientas es ArcGIS un software que presta las funcionalidades básicas de SIG y que ha sido desarrollado por ESRI (Environmental Systems Research Institute), esta herramienta permite manejar y visualizar información geográfica a la que pueden agregarse nuevas funcionalidades. (Olaya, 2014)

Dentro del campo eléctrico el software ArcGIS, muestra la información de los sistemas de distribución eléctricos, así como los principales elementos de transformación, seccionamiento y protección que lo componen, esta herramienta permite buscar, verificar o añadir nueva información a una base de datos que sirve para planificar nuevos proyectos eléctricos.

III. METODOLOGIA

3.1. Generalidades

La presente metodología pretende desarrollar un manual técnico, por medio de homologaciones y estandarizaciones basadas en procedimientos actuales implementados por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) en su área de concesión y por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) organismo que aplica varios lineamientos de forma general para todas las distribuidoras de energía dentro del país. Este procedimiento aporta las pautas necesarias a fin de garantizar una mejor comprensión entre el contratista y la distribuidora, tanto para la etapa de diseño como para la etapa de construcción de redes de distribución, que se encuentren dentro del área de servicio de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo, además de buscar una atención ágil para casos donde el nuevo cliente solicite un suministro de energía y su carga instalada sobrepase los 10 kW.

Esta propuesta se basa en buscar el desarrollo sistemático de la construcción de nuevas redes de distribución solicitadas por nuevos clientes y presentadas por profesionales eléctricos privados, con métodos técnicos que sean aplicados a las varias etapas que intervienen en un proyecto eléctrico.

Actualmente la empresa distribuidora cuenta con un procedimiento el cual no ha cumplido con las metas planteadas por la misma, por varias razones, entre las que se puede resaltar dos principales, la primera es que el procedimiento se encuentra discontinuado con aproximadamente 30 años de antigüedad y no se acopla con las nuevas tecnologías y técnicas para el diseño y construcción de sistemas de distribución, y la segunda es la falta de socialización del procedimiento o desinterés por parte del contratista en informarse sobre los requerimientos que se presentan en las etapas de aprobación de un proyecto eléctrico.

Todo el procedimiento integra un conjunto de pasos, hojas formato y guías que serán propuestas a la Unidad de Negocio Santo Domingo, para mejorar la respuesta al atender nuevos requerimientos con una demanda superior a 10 kW.

3.2. Determinación del área de servicio

El área de servicio de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo comprende un área de 6.658,62 km² que corresponde al 2.34 % del territorio ecuatoriano, con un total de 28.577 abonados. En el siguiente cuadro se indica todas las subestaciones públicas pertenecientes a la distribuidora y sus respectivos alimentadores.

Tabla 2. Área de concesión de CNEL EP Santo Domingo determinada por sus subestaciones.

S/E N°	Denominación	Capacidad (MVA)	Voltaje (KVA)	Alimentadores primarios
1	Vía Quito	16	69/13.8	-Vía Quito -La Lorena -Central Diesel -Las Mercedes -Sur
2	El Centenario	20	69/13.8	-Quinindé -Los Rosales -Juan Eulogio
3	La Cadena	10	69/13.8	-Río Verde -Río Toachi -Santa Martha
4	Quevedo	10	69/13.8	-#1 -#3 -#4 -#5 -#6.
5	Valle Hermoso	5	69/13.8	-Valle Hermoso -EPACEM -El Porvenir
6	El Carmen	12	69/13.8	-Maicito -Av. Chone -Nuevo Israel
7	Alluriquín	5	69/13.8	-Chiguilpe Tandapi -Casa de Máquinas
8	Patricia Pilar	10	69/13.8	-Patricia Pilar -La 14 -Luz De América
9	Pedernales	10	69/34.5	-Cojimies Coaque -Pedernales Centro -Pedernales Malecón
10	Jama	10	69/34.5	-Vía San Isidro -Palmares -Jama Centro

Tabla 2. (Cont.)

11	Sesme	2.5	69/34.5	-San Isidro
		5	69/13.8	-Flavio Alfaro
12	El Rocío	5	69/13.8	-La Bramadora
				-Pto. Limón

3.2.1. Voltajes de servicio

La Unidad de Negocio CNEL EP Santo Domingo utiliza los siguientes niveles de voltaje para su área de concesión:

Medio Voltaje

Existen dos niveles de voltaje distribuidos en tres zonas:

- a) Zona de Santo Domingo de los Tsáchilas, comprende toda la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y 3 cantones aledaños, La Unión, Puerto Quito y Patricia Pilar, esta zona opera a un nivel de voltaje de 13.8 GrdY/7.97 kV.
- b) Zona Noroeste de Manabí, comprende los sectores de El Carmen y Flavio Alfaro con un nivel de voltaje de 13.8 GrdY/7.97 kV.
- c) Zona Noreste de Manabí, comprende los sectores de Pedernales, Jama, San Isidro y las parroquias de la zona norte del cantón Chone (Eloy Alfaro, Convento y Chibunga) a un nivel de voltaje de 34.5GrdY/19.9 kV.

Bajo Voltaje

Las redes de distribución pueden ser monofásicas o trifásicas, con un nivel de voltaje de:

- a) Sistemas monofásicos 240/120 V.
- b) Sistemas trifásicos 220/127 V.
- c) Otros niveles de voltaje que se soliciten para sistemas eléctricos industriales o comerciales, serán atendidos desde el secundario del transformador a instalar según se solicite.

3.3. Dimensionamiento de Equipos y Materiales

Para el dimensionamiento de los materiales y equipos debe considerarse un periodo de tiempo de 10 años, desde la fecha de construcción del proyecto, donde los centros de transformación y redes secundarias deben ser diseñados y construidos para tomar en cuenta la totalidad de los usuarios existentes y proyectados, según sea el caso.

3.3.1. Transformadores de Distribución

Los transformadores de distribución deben cumplir con la norma INEN 21201, que hace referencia a la máxima pérdida admisible en un transformador monofásico o trifásico, además estos equipos deben contener aceite libre de PCB².

Todo transformador de distribución monofásico será de tipo auto-protegido a 7967 – 240/120 V o 19920 – 240/120 V con polaridad aditiva +1 a -3 x 2.5% y deberá contar con seccionamiento en medio voltaje; así mismo, todo sistema trifásico debe usar transformadores convencionales trifásicos 13800 – 220/127 V o 34500 – 220/127 V con polaridad aditiva +1 a -3 x 2.5% y los elementos de protección y seccionamiento respectivos, además la capacidad del transformador estará determinada por la demanda máxima calculada y su potencia nominal deberá corresponder a uno de los valores que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3. Potencia nominal de transformadores tipo autprotegidos y convencionales

Voltaje nominal		N.º de Fases	Potencia nominal (kVA)
MV(kV)	BV(V)		
Transformadores monofásicos autoprottegidos			
13,8 GrdY/ 7,96	240 / 120	1	10; 15; 25; 37,5, 50
34,5 GrdY/ 19,9	240 / 120	1	10; 15; 25; 37,5, 50
Transformadores trifásicos convencionales			
13,8 GrdY	220 / 127	3	15; 30; 50; 75; 100; 112,5; 125; 150; 200; 250; 300
34,5 GrdY	220 / 127	3	15; 30; 50; 75; 100; 112,5; 125; 150; 200; 250; 300

¹ Para mayor información: <https://archive.org/details/ec.nte.2120.1998>

² El bifenilo ploriclorado (PCB), es un compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno, altamente contaminante.

Tabla 4. Potencia nominal de los transformadores tipo pedestal

Voltaje nominal		N.º de Fases	Potencia nominal (kVA)
MV(kV)	BV(V)		
Transformadores monofásicos			
13,8 GrdY/ 7,96	240 / 120	1	10; 15; 25; 37,5, 50
34,5 GrdY/ 19,9	240 / 120	1	10; 15; 25; 37,5, 50
Transformadores trifásicos			
13,8 GrdY	220 / 127	3	15; 30; 50; 75; 100; 112,5; 125; 150; 200; 250; 300
34,5 GrdY	220 / 127	3	15; 30; 50; 75; 100; 112,5; 125; 150; 200; 250; 300

Tipo de instalación de transformadores

Según las dimensiones del transformador, podemos determinar los siguientes tipos de instalaciones:

- a) Se instalarán en un solo poste mediante el uso de abrazaderas, los transformadores monofásicos autoprotegidos de hasta 50 kVA, sin importar el nivel de voltaje de servicio de la red desde la cual estén energizados.
- b) Todo transformador trifásico convencional de hasta 50 kVA, en redes con nivel de voltaje de servicio a 13800 V y trifásicos convencionales de hasta 30 kVA, a un nivel de voltaje de 34500 V, serán instalados sobre una base porta transformador, fabricada de acero galvanizado cuyas medidas estarán determinadas por la potencia del equipo.
- c) Transformadores trifásicos convencionales de 75 kVA hasta 125 kVA a 13800 V serán instalados en estructuras tipo “H”, de superar dicha potencia serán colocados en cámaras de transformación.
- d) Para transformadores trifásicos convencionales instalados en zonas con un nivel de voltaje de 34500 V, los equipos mayores a 30 kVA e inferiores o iguales a 100 kVA, serán instalados en estructura tipo “H”. Finalmente, los equipos trifásicos convencionales desde 125 kVA de potencia serán colocados en cámaras de transformación.

3.3.2. Conductores y Secciones normales

Para la determinación del tipo de conductor que debe considerarse en un diseño y posterior construcción, se considera el tipo de instalación y distribución. El calibre y tipo de aislamiento del conductor está determinado en función de los siguientes factores:

- Capacidad de corriente.
- Caída de voltaje.
- Capacidad de corto circuito.
- Nivel de contaminación ambiental.

Para instalaciones aéreas se usa conductores con aleación de aluminio, de tipo ACSR, ASC o ACAR y de tipo preensamblado para redes secundarias. Todo sistema de tipo subterráneo deberá realizarse con conductores de cobre con aislamiento tipo XLPE para redes primarias y TTU para redes secundarias. De lo expuesto se debe colocar los siguientes calibres mínimos de conductor:

Tabla 5. Máximos y mínimos calibres de conductores de Cu y Al para sistemas de distribución.

Tipo de red	Condición	Cobre AWG o MCM	Aluminio AWG o MCM
Red Primaria Troncal a 13,8 kV	Mínimo	4/0	4/0
Red Primaria Troncal a 34,5 kV	Mínimo	4/0	4/0
Derivación de red troncal primaria a 13,8 kV	Mínimo	1/0	1/0
Derivación de red troncal primaria a 34,5 kV	Mínimo	1/0	1/0
Red secundaria urbana	Máximo		2/0
	Mínimo	1/0	1/0
Red secundaria rural	Máximo		1/0
	Mínimo		2
Alumbrado público	Mínimo	6	6
Acometida	Mínimo	6	6

3.3.3. Protecciones y seccionamiento

En la presente sección se establece los criterios con los cuales se define el tipo de protección en cuanto a su función y tipo de instalación:

Coordinación de protecciones

El proyectista deberá realizar un estudio básico para determinar la magnitud de la corriente de carga y falla, en cada uno de los puntos en que sea necesaria la colocación dispositivos de protección, además de seleccionar las características de los mismos, con el propósito de alcanzar una adecuada coordinación de los tiempos de operación a fin de que las salidas de servicio ocasionadas por fallas permanentes sean limitadas a la mínima sección de la red por el menor tiempo posible.

Reconectores

- Todo alimentador dispondrá de un reconector en su salida con by pass, en caso de no contar con celdas encapsuladas de protección en la subestación.
- Todo ramal trifásico principal con una carga superior al 30% de la capacidad del alimentador o con una distancia superior a 5 km deberá disponer de un reconector.
- Los re conectadores de cabecera del alimentador deberán tener dos actuaciones, la primera instantánea y la segunda de disparo con curva IEC muy inversa.

Seccionadores portafusibles

- Los seccionadores dependen del nivel de voltaje de la red y la carga serán unipolares de 100 A – 15 kV o 100 A – 38 kV; tipo rompe arco 200 A – 15 kV o 200 A – 15 kV para transiciones aéreo subterráneas y derivaciones trifásicas que superen los 200 kVA.
- Todo ramal principal de medio voltaje debe contar en el arranque con un seccionador tipo rompe arco.
- Los ramales secundarios y subramales deben contar en el arranque con seccionador portafusible.

- El montaje de todo seccionador se realizará sobre una estructura compuesta por una cruceta 1,5 m y un pie amigo.

Fusibles para redes primarias

- En derivaciones de redes aéreas o transiciones aéreo-subterráneas se colocará seccionadores porta fusible con fusibles de curva lenta tipo “T”.
- Se usará fusibles de curva lenta-rápida tipo *slowfast* “SF” para protección de transformadores convencionales monofásicos y transformadores convencionales trifásicos, en el caso de estos últimos si se encuentran dentro de una cámara de transformación, al interior se deberá colocar una cruceta que soporte los seccionadores portafusibles con tirafusibles *slowfast*.
- Para la protección al interior de celdas de seccionamiento se deberá colocar fusibles con curva lenta tipo “HH”.

Fusibles redes secundarias

- En redes de bajo voltaje se utilizará como dispositivos de protección, fusibles unipolares de tipo NH montados sobre bases de soporte aisladas.

En las siguientes tablas se muestran los valores de protecciones de fusibles en función de la carga instalada del equipo de transformación tanto para redes primarias como para redes secundarias:

Tabla 6. Selección de protección tipo “T” para transformadores monofásicos autoprotegidos.

Transformadores (kVA)	Voltaje primario				Voltaje secundario	
	7.97 kV		19.9 kV		240/120 V	
	In	Fusible	In	Fusible	In	Fusible NH
10	1.32	2T	0.5	1T	41.67	40
15	1.97	3T	0.7	1T	62.50	63
25	3.29	5T	1.25	2T	104.17	100
37.5	4.93	6T	1.88	3T	156.25	160

Tabla 7. Selección de protección tipo “T” para transformadores trifásicos convencionales.

Transformadores (kVA)	Voltaje primario				Voltaje secundario	
	13.8 GrdY		34.5 GrdY		220/127 V	
	In	Fusible	In	Fusible	In	Fusible NH
15	0.65	2T	0.25	1T	39.36	40
30	1.31	3T	0.50	1T	78.73	80
50	2.18	5T	0.83	5T	131.21	125
75	3.28	6T	1.25	6T	196.82	160
100	4.37	8T	1.67	8T	262.43	250

Tabla 8. Selección de protección tipo slowfast para transformadores monofásicos autoprotegidos.

Transformadores (kVA)	Voltaje primario	
	7.97 kV	19.9 kV
	Fusible	Fusible
5	0.2SF	0.1SF
10	0.3SF	0.2SF
15	0.7SF	0.4SF
25	1.0SF	0.6SF
37,5	1.6SF	1.0SF
50	3.5SF	1.4SF

Tabla 9. Selección de protección tipo slowfast para transformadores trifásicos convencionales.

Transformadores (kVA)	Voltaje primario	
	13.8 GrdY	34.5 GrdY
	Fusible	Fusible
15	0.3SF	0.1SF
30	0.7SF	0.2SF
45	1.0SF	0.4SF
50	1.3SF	0.4SF
75	1.6SF	0.6SF
100	2.1SF	1.0SF
125	2.1SF	1.3SF
150	3.1SF	1.4SF
200	3.5SF	1.6SF
250	5.2SF	2.1SF

Celdas de seccionamiento

- En cámaras de transformación donde la potencia instalada sobrepase los 300 kVA es necesario el uso de celdas de seccionamiento modulares (*Medium Voltage Switchgear*), la misma que deberá ser aisladas en gas hexafluoruro de

azufre (SF₆), 200 A/630 A, de tres posiciones cierre, apertura y tierra mediante un mecanismo de operación, de acuerdo a la norma IEC 60044-1/2.

- La configuración básica de las celdas de seccionamiento estará conformada por una celda tipo remonte que sirve básicamente para dar la curvatura adecuada y el reordenamiento a los conductores que ingresan a la cámara de transformación y una celda tipo GAM de protección y seccionamiento.
- Las celdas son exclusivas para la conexión, desconexión con carga en medio voltaje y la distribución de la energía eléctrica en corrientes de hasta 630 A y en voltajes hasta 38 kV, 60 Hz.

Caja de maniobras en MV

- Estos equipos de protección y seccionamiento serán usados en sistemas de distribución subterráneos y deben proporcionar seccionamiento con carga e interrupción de fallas monopolares y tripolares, estarán instalados junto a los centros de transformación.
- Los interruptores deberán tener dos posiciones (cierre y apertura), además de contar con la característica de operación de forma manual y automática.

Caja de distribución y protección en BV

Serán usados en urbanizaciones y deben contar con las siguientes características:

- Sus dimensiones máximas serán de 80 cm de altura, 60 cm de ancho por 30 cm de profundidad, su fabricación será de fibra de vidrio o polietileno con protección IP 67.
- El tablero de fibra de vidrio deberá encajar en un nicho de hormigón, el cual debe tener paredes de 5 cm de espesor y una base de 20 cm de alto desde el nivel terminado de la acera.
- Los elementos que debe contener el tablero en su interior son: un juego de barras de cobre para realizar las derivaciones hacia los usuarios mediante el uso de terminales tipo talón, breakers de 2 polos que permitan realizar el seccionamiento y protección que deberán estar coordinados con los demás elementos de

protección aguas arriba, además de un breaker principal del tablero y otro adicional para el circuito de alumbrado público.

- Cada nicho deberá contar con puertas metálicas, además de las que posee el tablero de fibra de vidrio, y estas deberán poseer un seguro, el cual permita únicamente el acceso a personal autorizado para eventuales mantenimientos y de esta forma evitar el hurto de energía.

Tableros de medidores

Los tableros de medidores a fin de asegurar la uniformidad y ofrecer las garantías de seguridad y evitar el hurto de energía deben estar diseñados bajo los parámetros:

- Deben ser empotrados en la pared o sobrepuestos con una base de hormigón y ser de construcción metálica, divididos en tres compartimientos: Derivación, Medición y Protección.
- El compartimiento derivación tendrá en su interior barras de cobre para realizar la derivación hacia cada medidor.
- El área de medición será la más amplia, es donde se instalará los equipos de medición y deberá tener un espacio de 8 cm de separación entre cada fila de medidores con el fin de colocar canaletas ranuradas para el paso ordenado de los conductores.
- El apartado de protecciones como lo indica su nombre contendrá los breakers que servirán de seccionamiento y protección hacia cada usuario.
- Las puertas de cada sección deberán contar con un seguro para el acceso únicamente a personal de la CNEL EP. La puerta del área de medición debe tener mirillas que permitan obtener la lectura de cada medidor.
- En el exterior de las puertas deberá colocarse señalética que indique el nombre del proyecto eléctrico.
- El diseñador debe considerar reservas para atender futuros clientes adicionales.
- El tablero deberá tener un acabado con pintura tipo *rall* que posee propiedades electroestáticas.
- Distancia mínima desde el piso terminado hacia la parte inferior del tablero debe ser 60 cm.

Pararrayos

- Para la protección de sobre tensiones de origen atmosférico, en el caso de que se trate de transformadores convencionales que se instalen en la red primaria, se dispondrá de pararrayos tipo distribución polimérico y sus características estará determinadas por el nivel de voltaje de la red.
- Se debe instalar pararrayos con su respectivo sistema de seccionamiento y puesta a tierra cada 1000 metros de distancia en alimentadores o redes primarias.

Puesta a tierra

Las conexiones a tierra del neutro se efectuarán con suelda exotérmica, cable desnudo de cobre suave, con varillas de *copperweld* cuyas medidas y cantidad dependerá de la resistividad del terreno y se aplicarán por lo menos, en los siguientes puntos del sistema:

- En centros de transformación aéreos, donde la resistencia del sistema de puesta a tierra deberá ser menor a 25 ohm.
- En centros de transformación instalados en cámara de transformación, donde la resistencia del sistema de puesta a tierra deberá ser menor a 5 ohm.
- Los terminales del neutro corrido de la red deberán estar conectados a un sistema de puesta a tierra.
- Postes metálicos de alumbrado público, el cuerpo del poste debe estar aterrizada con el fin de proteger a las personas que transiten por el lugar.
- Todo sistema de puesta a tierra para redes de distribución (excepto para sistemas de medición) deberá realizarse con conductor cableado de cobre # 2 y con soldadura exotérmica.ctivas:
- Pueden ser de 3 tipos: hormigón armado, metálicos y de plástico reforzado con fibra de vidrio (RFV).
- Deben ser construidos con varillas protegidas contra corrosión en caso de ser de estructura de hormigón armado.

- Los postes de hormigón armado y plásticos RFV tendrán alturas y resistencias de carga de ruptura de 10m x 400kg y 12m x 500kg para bajo y medio voltaje respectivamente. En casos excepcionales podrá usarse postes autosoportantes de 12m x 1000kg o 12m x 2000kg.
- Para la instalación de postes auto-soportantes se deberá realizar las construcciones de un “dado” o bloque de concreto de 60x80x60 cm con el fin de reforzar la base y evitar algún efecto dinámico sobre el mismo.
- En lugares con alto nivel de salinidad en zonas costeras como malecones y puertos, los postes deben ser tipo RFV.
- Los postes deberán ser de sección circular y no deben presentar perforaciones y solo se admitirá el uso de abrazaderas para la sujeción de cualquier elemento o accesorio.
- Los postes en las aceras deben ir enterrados a una distancia de 30 cm desde el bordillo y a una profundidad de empotramiento que está determinada por la siguiente ecuación 1:

$$E = \frac{H}{10 m} + 0.50 m \quad (1)$$

Donde:

E= Profundidad de empotramiento.

H= Altura de poste.

3.3.4. Canalización subterránea

Ductos

Los conductores deben estar protegidos por tuberías las cuales deben ser de tipo PVC, según la Norma NTE INEN 2227³ y NTE INEN 1869⁴, de pared estructurada

³Para mayor información: <https://archive.org/details/ec.nte.2227.1999>

⁴ Para mayor información: <https://archive.org/details/ec.nte.1869.1999>

en interior lisa tipo B para red de MV y BV con un diámetro de entre 110 y 160 mm y tubo PVC del tipo II pesado para alumbrado público y acometidas domiciliarias con un diámetro de 50 mm. La separación horizontal entre el banco de ductos y otros servicios será mínima de 25 cm y no se instalará ductos de otros servicios por encima o debajo del banco de ductos eléctricos.

Los bancos de ductos deben considerar una profundidad mínima a la que deben ir instalados que se indica en la siguiente Tabla10.

Tabla 10. Profundidad de instalación de ductos

Localización	Profundidad mínima (m)
En lugares no transitados por vehículos	0.6
En lugares transitados por vehículos	0.8

Fuente: Manual de construcciones MEER

El ancho de la zanja que contiene los bancos de ductos debe ser tal, que permita realizar acoplamiento de manera fácil y compactar el material de relleno.

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

Donde:

Bd= Ancho de la zanja.

N = Numero de tubos (vías) en sentido horizontal.

D= Diámetro exterior del tubo.

E= Espacio entre tubos (mínimo 5 cm).

x= Distancia entre la tubería y la pared de la zanja (mínimo 10 cm).

El área ocupada por los conductores que se instalen en un ducto no deberá sobrepasar el 40% de la sección transversal del ducto. En la Tabla 11. Se muestra los calibres de conductores y la sección mínima de ductos que pueden contener dichos calibres en función del nivel de voltaje.

Tabla 11. Capacidad de ductos en función del calibre del conductor.

Calibre del conductor (AWG o kcmil)	Voltaje (kV)	Diámetro del ducto (mm)
1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350, 500	35	160
2, 1/0, 2/0, 3/0, 4/0, 250, 300, 350	15	110
500	15	160
6, 4, 2, 1/0	Alumbrado público y acometidas domiciliarias	50

Fuente: Manual de construcciones MEER

Pozos de revisión

Los pozos de revisión son los puntos que permiten realizar derivaciones y mantenimientos a la red, según sea el tipo de red MV, BV o ambos, los pozos pueden ser de las siguientes dimensiones interiores:

Tabla 12. Dimensiones de pozos de revisión.

Tipos	Largo (m)	Ancho (m)	Profundidad(m)	Aplicación
Tipo A	0.60	0.60	0.75	AP- ACOMETIDA
Tipo B	0.90	0.90	0.90	MV-BV-AP
Tipo C	1.20	1.20	1.20	MV-BV-AP
Tipo D	1.60	1.20	1.50	MV-BV-AP
Tipo E	2.50	2.00	2.00	MV-BV-AP

Fuente: Manual de construcciones MEER

- Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrán aumentar en función de la cantidad de ductos a instalarse.
- Los pozos tipo C, D y E se construirán con 2 tapas que cubran el área del mismo.

Tapas

Las tapas de hormigón deberán contar con un marco y contra marco metálico (brocal), construido de pletina con un espesor de 4 mm y 50 mm de base por 75 mm de alto con una apertura de 110 grados tanto para el marco de la tapa y como para el brocal.

La resistencia del hormigón de la tapa será de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, de 70 mm de espesor para acera y de 150 mm para calzada con armadura $\varnothing=12$ mm cada 100 mm, en ambas direcciones.

Las tapas de los pozos pueden ser de:

- a) En aceras, las tapas de pozos están construidas de hormigón armado contará con un marco y brocal metálico y el espesor de la tapa será de 70 mm.
- b) Para calzadas se usará acero dúctil o grafito esferoidal Clase D400-400 kN.ç

3.3.5. Cámaras eléctricas de transformación

Entre otros aspectos la cámara de transformación debe contemplar, la estética, seguridad, operatividad y la necesidad eléctrica, es decir la obra civil tiene como objetivo alojar técnicamente los equipos eléctricos de acuerdo a las normas específicas.

El tamaño al interior de una cámara de transformación dependerá de la potencia y del número de transformadores a instalarse, por lo tanto, sus dimensiones podrán variar en función de las distancias mínimas de seguridad con el fin de evitar accidentes a las personas que vayan a realizar trabajos en el interior de la cámara. Las dimensiones mínimas de las cámaras distribuidoras deben contemplar la instalación de equipos de protección y seccionamiento tales como celdas de seccionamiento de M.V. y tableros de distribución de B.V.

Las medidas mínimas de una cámara de transformación son las siguientes:

- Largo= 3 m
- Ancho= 2.2 m (Transformador monofásico)
- Ancho= 3.7 m (Transformador trifásico)
- Alto= 3 m

La puerta de ingreso a la cámara deberá abrir hacia el exterior, tener unas medidas mínimas de 2.30 metros de alto por 1.4 metros de ancho, su elaboración será en

metal de 1,5 mm de espesor y con una resistencia al fuego de 3 horas, con rendijas para favorecer la ventilación al interior de la cámara, y contará con una cerradura para evitar el ingreso de personas no autorizadas.

3.3.6. Consumidores

La clasificación de los consumidores está determinada en función de su carga instalada y el uso que el consumidor le da a la energía que recibe. Existen tres tipos de consumidores establecidos, los cuales en función del uso del suministro de energía se clasifican en: Industrial, comercial y residencial.

Consumidor Industrial

Emplea la energía para la manufactura de productos en grandes proporciones, además su carga instalada es alta.

Consumidor Comercial

Este tipo de consumidor realiza actividades comerciales de venta bienes o servicios.

Consumidor Residencial

Los usuarios residenciales hacen uso de la energía con fines únicamente domésticos.

3.3.7. Estratificación

Dentro de los usuarios de tipo residencial podemos encontrar una subcategorización, esta subcategorización está definida por estratos, dichos estratos son obtenidos por un método del cual tenemos como resultado final una tabla de estratos y un rango de demanda máxima unitaria por usuario, esta metodología se explica brevemente a continuación:

Zonificación Geográfica de Estratos de Consumo

Depuración de la base de datos de consumo mensual de clientes

- Obtener la información de clientes con sus respectivos consumos mensuales del último año, con el correspondiente tipo de cliente, y la ruta de lectura al que se encuentra asociado.
- Calcular en promedio de consumo de los últimos 12 meses.
- Eliminar los registros con valores 0.
- Definir el estrato al que pertenece cada cliente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
2	CODIGO_CUE	agosto2015	Abril2015	Diciembre	Enero2015	febrero2015	julio2015	junio2015	marzo2015	mayo2015	noviem2015	octubr2015	septie2015	TARIFA	POINT_X	POINT_Y	Secue	Ruta	TIPO
3	445697	79	75	68	94	79	86	72	65	94	78	71	60	205	778154	9985874	1500	2052010	Residencial
4	1867084	32	65	28	22	32	35	70	44	65	45	46	49	205	778023	9985906	3500	2052016	Residencial
5	1653966	126	139	98	125	118	109	110	116	154	103	128	109	205	778529	9982594	6700	2038030	Residencial
6	1653968	250	324	276	291	314	310	321	253	331	292	332	321	205	778529	9982594	6700	2038030	Residencial
7	1653975	394	429	341	498	452	449	439	327	463	416	509	381	205	778529	9982594	6700	2038030	Residencial
8	1095077	387	370	843	391	341	447	375	362	389	358	368	343	205	778513	9981737	6700	2038040	Residencial
9	406766	612	576	562	616	643	720	896	525	667	758	751	675	215	778421	9981513	6700	2038040	Residencial
10	701829	217	294	272	212	231	306	274	271	340	306	288	256	205	778447	9981536	6900	2038040	Residencial
11	39660	88	110	97	105	109	101	100	103	103	120	129	118	205	777593	9982197	6200	2038030	Residencial
12	372299	181	201	385	360	496	192	170	268	225	233	209	181	219	777696	9982254	6300	2038030	Residencial
13	1629487	45	44	29	49	58	48	35	33	42	49	50	60	715	778169	9982409	4400	2038030	Comercial
14	1090590	190	276	316	351	297	290	391	214	456	309	336	248	205	778212	9982287	4500	2038030	Residencial
15	1411072	73	74	68	74	75	80	74	70	85	0	56	86	205	778593	9982604	6800	2038030	Residencial
16	1411105	316	321	268	327	380	330	352	287	370	396	445	358	205	778593	9982604	6900	2038030	Residencial
17	1411106	558	766	618	708	669	449	501	568	627	462	460	422	205	778593	9982604	6900	2038030	Residencial
18	1499169	386	381	389	482	428	408	363	376	419	362	362	400	205	778601	9982596	9000	2038030	Residencial
19	1499184	105	104	80	125	106	111	97	117	122	98	114	105	205	778601	9982596	9000	2038030	Residencial
20	1499198	235	164	117	138	188	312	117	220	151	125	179	134	205	778601	9982596	9100	2038030	Residencial
21	1705554	1	282	0	1	0	0	0	0	3	0	273	0	405	778776	9981923	6700	2038040	Otros
22	456326	270	124	123	139	136	153	153	128	211	242	337	226	761	778674	9981920	1000	2038040	Otros
23	367474	244	246	226	222	217	248	233	266	238	228	259	234	205	778530	9981658	1600	2038040	Residencial
24	1477842	746	815	688	791	746	803	724	777	821	673	751	764	715	777838	9982362	5000	2038030	Comercial

Figura 3. Depuración de la base de consumo mensual de clientes.

Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo

Definición de valores estadísticos de los clientes

- Calcular la media aritmética, desviación estándar, porcentaje de la desviación estándar respecto a la media y el máximo valor permisible para cada estrato de acuerdo a su porcentaje de desviación, para todos los clientes pertenecientes a cada estrato.
- Definir el mínimo valor para cada cliente como su promedio restado el porcentaje de la desviación estándar del estrato al que corresponde.

- c) Estructuración de la nueva tabla con valores de consumos mensuales eliminados los valores menores al mínimo.
- d) Calcular el nuevo promedio que se calculará sin los valores menores al mínimo anterior.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

ESTRATOS	MIN	MAX	ESPERANZA	DES_EST	%DESV	MAX_PERM														
E	0	100																		
D	100	150																		
C	150	250																		
B	250	350																		
A	350	500																		
A1	500	900																		

The spreadsheet also shows a list of numerical values in columns E through N, representing individual data points for each stratum. The values are: 76.8, 120, 173, 301, 425, 667, 44.4, 107, 238, 272, 373, 567, 74.1, 107, 151, 258, 390, 1091, 69.9, 132, 225, 306, 417, 758, 58.3, 106, 100, 346, 405, 691, 68, 127, 190, 296, 400, 827, 7.80, 149, 176, 270, 380, 363, 41.9, 127, 151, 269, 397, 717, 50, 113, 190, 284, 331, 636, 1, 116, 210, 348, 337, 519, 1, 131, 193, 322, 405, 635, 83.5, 148, 231, 278, 361, 605, 89, 146, 225, 322, 371, 2022, 97.4, 138, 160, 272, 407, 646, 98.3, 137, 151, 251, 443, 1425, 3.2, 108, 224, 306, 366, 397, 24.6, 131, 249, 277, 351, 347, 90.1, 109, 182, 290, 381, 918, 41.4, 134, 171, 317, 452, 648, 47.5, 127, 183, 321, 409, 518, 24.3, 107, 204, 291, 413, 639.

Figura 4. Filtrado de consumo promedios de usuarios residenciales.

Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo

Ajuste de promedios por estratos de consumo

- a) Definir el error del cálculo como la diferencia porcentual entre el promedio anterior y el promedio nuevo, referido al promedio anterior.
- b) Definir una tolerancia aceptable de error y el total de registros que salen de esta tolerancia.
- c) Realizar un proceso iterativo para minimizar el error o la cantidad de registros que salen de definida.
- d) Calcular el consumo promedio de los clientes residenciales y comerciales para cada ruta de lectura.
- e) Eliminar registros cuyo promedio excede al máximo permitido por estrato de consumo.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'EJEMPLO_MIEER'. The formula bar contains the formula: `=SI(ESERRO(R(PROMEDIO(X3:A13)),**),PROMEDIO(X3:A13))`. The spreadsheet has columns labeled with months from August 2011 to September 2012. The rows contain customer codes (CODIGO_CUE), average consumption (PROMEDIO), consumption rate (ITR), consumption stratum (ESTRATO), and minimum consumption (MIN). The data is organized into a grid where each row represents a customer and each column represents a month's consumption data.

	A	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN
1																						
2	CODIGO_CUE	PROMEDIO	ITR	ESTRATO	MIN	agosto2011	Abril2012	Diciem	Enero2	febrer	julio20	junio2	marzo2	mayo2	noviem	octubr	septi	ITR				
3	445697	76.75	76.75	E	57.46235	79	75	68	94	79	86	72	65	94	76	71	60	=SI(A3)				
4	1867084	44.42	44.42	E	21.6801656	32	65	28	22	32	35	70	44	65	45	46	49	44.41667				
5	1653966	119.58	129.43	D	114.643355	126	139		125	118			116	154				129.4286				
6	1053968	301.23	315.11	B	284.663658		324		291	314	310	321		331	292	332	321	315.1111				
7	1053975	424.83	456.88	A	409.408958		425		498	452	449	439		463	416	509		456.875				
8	1095077	372.83	372.83	A	334.098325	387	370	343	391	341	447	375	362	389	358	368	343	372.8333				
9	406706	666.75	666.75	A1	369.902576	612	576	562	616	643	720	896	925	667	758	751	675	666.75				
10	701829	272.23	293.88	B	265.479476		294	272			306	274	271	340	306	288		293.875				
11	39660	106.92	108.64	D	96.2279961		110	97	105	109	101	100	103	103	120	129	118	108.6364				
12	372299	258.42	496.00	A	444.46876					496								496				
13	1079487	44.75	44.75	E	21.8429885	45	44	29	49	58	43	35	13	42	49	50	60	44.75				
14	1090590	306.17	423.50	A	379.501048									456				423.5				
15	1411072	74.09	74.09	E	36.1644243	73	74	68	74	75	80	74	70	85			56	74.09091				
16	1411105	345.83	383.50	A	343.656793					380				352	370	396	445	383.5				
17	1411106	567.33	567.33	A1	334.747749	558	766	618	708	669	449	501	568	627	462	460	422	567.3333				
18	1499169	396.33	396.33	A	355.156825	386	381	389	482	428	408	365	376	419	362	362	400	396.3333				
19	1499184	107.00	109.45	D	96.8527278	105	104		125	106	111	97	117	122	98	114	105	109.4545				
20	1499198	173.33	312.00	B	281.601057						312							312				
21	1705254	112.00	277.50	B	250.686702		262											277.5				
22	456326	106.83	337.00	B	304.437544													337				
23	367474	238.42	238.42	C	204.108969	244	246	226	222	217	248	233	236	238	228	259	234	238.4167				
24	1477842	758.23	758.23	A1	420.66536	746	815	688	791	746	803	724	777	821	673	751	764	758.23				

Figura 5. Nuevo cálculo promedio por cliente.
Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo

Zonificación georeferenciada en ArcGIS

- Generar archivo xls. Con los datos de suministro o código único, ubicación geográfica (x, y), tipo de cliente, ruta de lectura y promedio por ruta de lectura o estrato de consumo de la ruta de lectura.
- Adicionar la data de este archivo al sistema ArcGIS.
- Codificar por colores para cada estrato de consumo.
- Zonificar a través de polígonos el área geográfica.

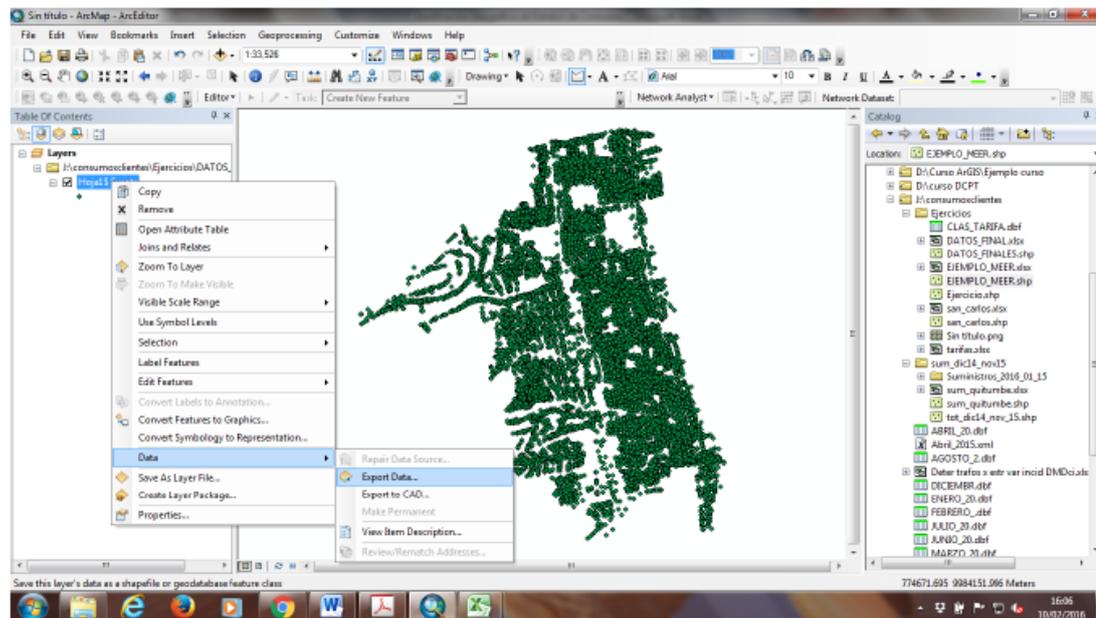


Figura 6. Exportación de datos de Excel a formato shape de ArcGIS.

Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo

Luego de aplicada la metodología anterior se obtienen los siguientes valores por estrato que se muestran en la Tabla 13.:

Tabla 13. Consumo en kVA por estrato.

Estrato	Desde	Hasta
A1	4,31 kVA	7,30 kVA
A	2,91 kVA	4,30 kVA
B	1,91 kVA	2,90 kVA
C	1,21 kVA	1,90 kVA
D	0,81 kVA	1,20 kVA
E	0,00 kVA	0,80 kVA

Fuente: CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.

Para proyectos nuevos de tipo residencial se asignará el tipo de estrato y su valor de demanda en función de la zona donde se encuentre. Las zonas de estratos se encuentran marcadas con un color particular para cada estrato, tal y como se muestran en la Figura 7 y 8. Estas zonas están establecidas por las rutas de lectura de consumo y el estrato de mayor incidencia de dicha ruta. Los rangos de los valores de demanda de cada estrato se manejan con un promedio del consumo mensual de los últimos 12 meses de cada usuario. Es importante mencionar que a los contratistas recibirán una nueva base en formato ArcGIS zonificada por estratos.

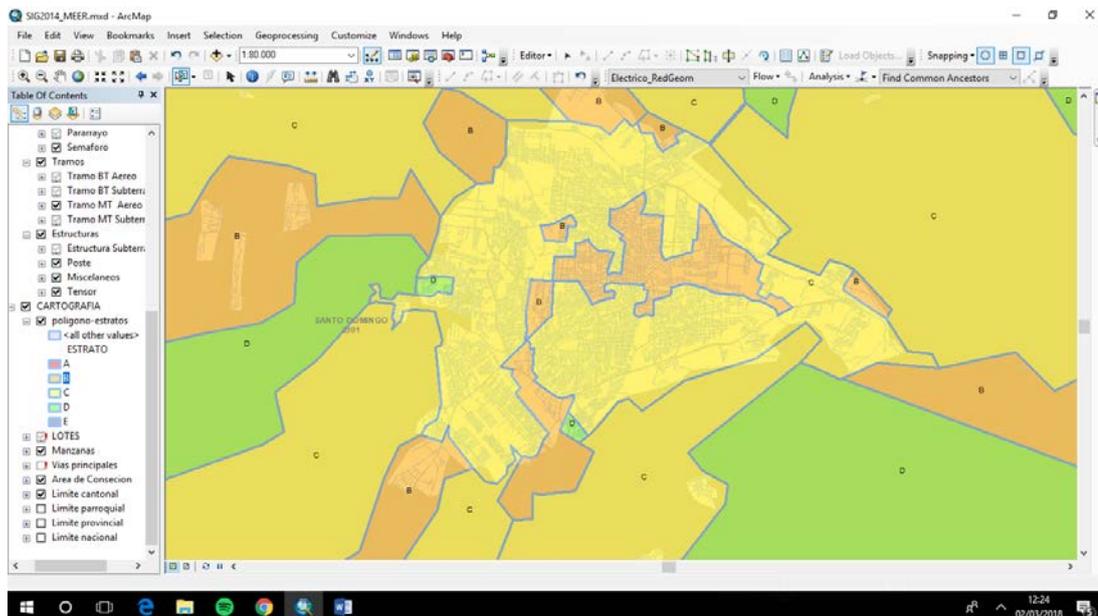


Figura 7. Zonificación por estratos del área urbana de Santo Domingo.

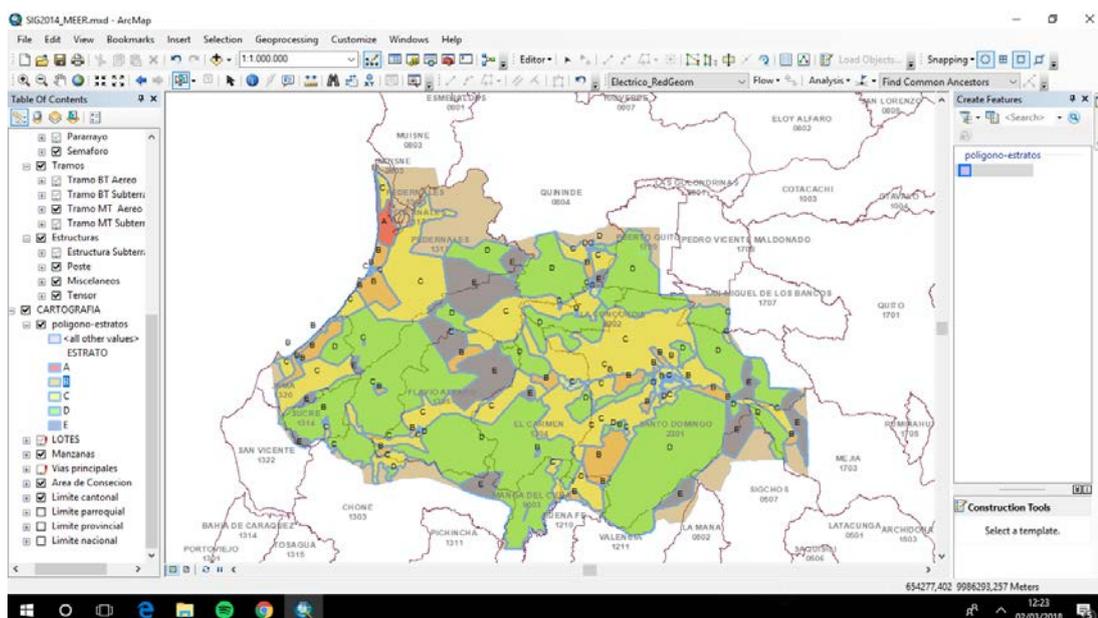


Figura 8. Zonificación por estratos del área de concesión de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.

3.4. Parámetros de cálculo.

3.4.1. Procedimiento para la determinación de la Demanda Máxima Coincidente

Esta establecida en función de los siguientes parámetros:

- Localización del proyecto con respecto a los centros urbanos.
- Fraccionamiento del uso del suelo.
- Obras de infraestructura proyectadas.
- Características y área de la infraestructura a construirse.

Como guía para el proyectista se ha desarrollado un procedimiento aplicable para la mayoría de los casos, formato el cual se muestra en el Anexo 01.

- a) Determinar la carga instalada del consumidor, se analiza los posibles aparatos eléctricos de los cuales pudiera disponer el consumidor, el formato para ello sería: columna 1: número de ítem, columna 2: descripción del aparato eléctrico, columna 3: cantidad, columna 4: potencia nominal (Pn), columna 5: potencia total (Pt).
- b) Carga instalada del Consumidor, en la columna 6 se establece un a factor denominado “Factor de Frecuencia de Uso (FFUn)”, el cual determina en porcentaje la existencia que tendrá un aparato eléctrico según la cantidad y las posibilidades de los usuarios; es decir, aquellos aparatos de los cuales la mayoría de usuario dispondrán tienen un factor superior, al contrario de los artefactos cuya utilización sea mínima, los cuales tendrán un factor de uso inferior.
- c) Carga Instalada por consumidor Representativo, se ubica en la columna 7 y se denomina (CIR), y está determinada por la siguiente formula:
$$CIR = P_n * FFUn * 0.01.$$
- d) Factor de Simultaneidad, expresada en porcentaje, establece la carga instalada en función de la utilización de los aparatos eléctricos, para así determinar la coincidencia de una carga específica en la demanda coincidente y su valor va anotado en la columna 8.
- e) Demanda Máxima Unitaria, se denomina como (DMU), se ubica en la columna 9 y es el valor máximo de la potencia que es suministrada desde la red al consumidor en un intervalo de tiempo.
- f) Factor de Demanda, es la relación entre la Carga Instalada (CIR) y la Demanda Máxima Unitaria (DMU).
- g) Proyección de la Demanda, con propósitos de diseño se considera un incremento al valor de la Demanda Máxima Unitaria, que tendrá lugar durante un periodo de

vida útil, este valor tiene una relación entre años y se expresa como un índice anual acumulativo “Ti”, para un tiempo de “n” años, se lo determina con la siguiente expresión:

$$DMUp = DMU \left(1 + \frac{Ti}{100}\right)^n \quad (3)$$

3.4.2. Procedimiento para determinación de la Demanda de Diseño

La Unidad de Negocio CNEL EP Santo Domingo está en capacidad de proporcionar el servicio eléctrico desde la red existente de bajo voltaje a cualquier usuario cuya carga no supere los 10 kW, caso contrario, se deberá realizar la instalación de un transformador y llevar a cabo los trabajos y trámites pertinentes para ello.

La demanda será determinada para un punto dado, en función de las cargas existentes y proyectadas, las mismas que deben ser distribuidas o separadas por aéreas para un mejor análisis de los factores de simultaneidad, coincidencia y para el dimensionamiento del transformador proyectado, cuyo estudio debe ser efectuado por un ingeniero proyectista. El cálculo de la demanda se considera en los siguientes casos:

Centros comerciales, talleres, fábricas y proyectos rurales.

Para el caso de los clientes comerciales e industriales el proyectista determina el valor máximo unitario correspondiente al consumidor, y se establece un listado de artefactos, equipos, maquinarias, etc., instalados o a instalarse, para cual deberá entregar un estudio de la carga existente y uno de la carga proyectada con el fin de establecer el incremento real de la carga.

$$DD = \frac{DMU+N}{FP} \quad (4)$$

Donde:

DD = Demanda de diseño (kVA)

DMU =	Demanda máxima unitaria (kVA)
N =	Número de usuarios
FP =	Factor de potencia (0,85)

Urbanizaciones, edificios y lotizaciones.

Las demandas máximas unitarias proyectadas se consideran en función del estudio de zonificación geográfica de estratos de consumo, del cual se establece los rangos de consumo por estratos.

$$DMU_p = DMU * (1 + Ti)^n \quad (5)$$

Donde:

DMUp=	Demanda máxima unitaria proyectada (kVA)
DMU =	Demanda máxima unitaria (kVA)
Ti =	Taza de incremento (1%)

$$DD = \frac{DMU_p * N * (1 + Ti)^n}{FD + CE + AP} \quad (6)$$

Donde:

DD =	Demanda de diseño (kVA)
DMUp=	Demanda máxima unitaria proyectada (kVA)
N =	Número de usuarios
Ti =	Taza de incremento (1%)
FD =	Factor de diversidad
CE =	Cargas especiales
AP =	Alumbrado público

3.4.3. Demanda máxima diversificada para cocinas de inducción.

La demanda máxima para cocinas de inducción está determinada por la siguiente Tabla 14:

Tabla 14. Factor de coincidencia para N cocinas de inducción CNEL EP Santo Domingo.

Número de cocinas de inducción (NCI)	FC_{NCI}
1	3.20
2	3.38
3	4.26
4	4.51
5	4.90

Fuente: Empresa Eléctrica Quito S.A., Normas para sistema de distribución

Caso contrario se debe aplicar la siguiente expresión:

$$DMD_{CI} = 0.6 \times N_{CI} \times FC_{CI} \times DMU_{CI} \quad (7)$$

Donde:

DMD_{CI} = Demanda máxima diversificada de cocina de inducción.

NCI = Número de cocinas de inducción.

FC_{CI} = Factor de coincidencia, se obtiene con la siguiente expresión:

$$FC_{CI} = e^{-0,7243} \times N_{CI}^{-0,128443} + 0,037 \quad (8)$$

DMU_{CI} = Demanda máxima utilitaria de cocina de inducción igual a 3,2 kW, obtenida de la siguiente manera:

$$DMU_{CI} = CI \times FD \quad (9)$$

Donde:

CI = Carga instalada de una cocina de inducción (4 kW).

FD = Factor de demanda de una cocina de inducción (0.8).

3.4.4. Procedimiento para la determinación de la caída de voltaje

Caída de Voltaje Admisible

La caída de voltaje admisible es el valor máximo que se puede alcanzar en el último punto de un circuito respecto a la fuente ya sea este primario o secundario. En la red

primaria, el valor determinado para caída de voltaje en el punto más alejado desde la última derivación proyectada, no deberá sobrepasar los siguientes valores:

Zona Urbana	:	1.0%
Zona Rural	:	1.0%

La caída de voltaje admisible en el punto de la red más alejado de la fuente, no debe exceder en la red secundaria los siguientes límites:

Zona Urbana	:	3.5%
Zona Rural	:	5.0%

Las caídas de voltaje se la establecen en función de los siguientes parámetros y se determina en hojas de cálculo formato del Anexo 02 y Anexo 03.

- Distancia del punto a analizar respecto al punto de derivación.
- Ubicación del centro de transformación.
- Localización de los usuarios respecto al centro de transformación.
- Tipo de material del conductor en función del nivel de contaminación ambiental.
- Características de la infraestructura a construirse.

3.4.4.1. Determinación de la Caída de Medio Voltaje

- a) Datos, se analiza las características y disposición del circuito, para ello en la columna 1: se identifica los puntos de donde se encuentra derivaciones y centros de transformación, columna 2: muestra la longitud en kilómetros entre puntos determinados en la columna anterior, mientras que la columna 3 y 4 se establece la identificación de cada centro de transformación y la carga de cada uno.
- b) Determinación de la carga instalada, en la columna 4: se establece la carga o sumatoria de la carga en cada punto establecido en la columna 1.
- c) Características del circuito, en la columna 6 se establece el número de fases del circuito analizado, en el apartado de la columna 7 se indica el calibre del conductor del tramo y finalmente en la columna 8 se muestra el factor FCV

(kVA-L) del mismo tramo de estudio de las columnas anteriores en función del tipo de material del conductor.

- d) Computo de la caída de voltaje, en la columna 9: se realiza el cálculo de los kVA-km para el tramo determinado en función de los valores de longitud y carga instalada, en la columna 10 se establece la caída de voltaje parcial para el tramo analizado de forma porcentual, por último, en la columna 11 se indica la caída de voltaje acumulada de todos los tramos presentes en los circuitos primarios donde el valor obtenido deberá ser menor al establecido en la caída de voltaje admisible.

3.4.4.2. Determinación de la Caída de Bajo Voltaje

- a) Datos, se analiza las características y disposición del circuito, para ello en la columna 1: se identifica los puntos de derivación de acometidas, columna 2: muestra la longitud en metros entre puntos de derivaciones, columna 3: se detalla la cantidad de abonados en los puntos de derivaciones.
- b) Determinación de la carga instalada, en la columna 4: se establece la carga en cada punto de derivación de acometida, que dependerá de la cantidad de usuarios existentes en ese punto, columna 5: se debe indicar la carga de la cocina o cocinas de inducción que se encuentran en dicho punto de derivación.
- c) Características del conductor, en este apartado se indica el tipo de calibre del tramo que se analiza, la sección del conductor del tramo, el factor FCV (kVA-L) en función del calibre y tipo de material respectivamente para las columnas 6, 7 y 8.
- d) Computo de la caída de voltaje, en la columna 9: se realiza el cálculo de los kVA-m para el tramo determinado en función de los valores de longitud y carga instalada, en la columna 10 se establece la caída de voltaje parcial para el tramo analizado de forma porcentual, finalmente en la columna 11 se indica la caída de voltaje acumulada de todos los tramos presentes en los ramales pertenecientes al centro de transformación examinado que no debe sobrepasar los valores de caída de voltaje admisible establecidos.

3.4.4.3. Determinación de factores kVA-L

Es importante determinar las capacidades máximas de conducción de corriente de los conductores, para ello, se dispone de factores denominados kVA- L que intervienen en el cálculo de conducción. Estos factores se establecen en función del tipo de material del conductor y sus características resistivas y conductivas. Los factores kVA-L se determinan con la siguiente expresión:

$$kVA + L = \frac{10*(kV)^2}{(R\cos(\theta)+X\sen(\theta))} \quad (10)$$

Donde:

- kV = Nivel de voltaje de servicio
- R = Resistividad del conductor
- X = Conductividad del material del conductor
- Θ = Factor de potencia

A continuación, se muestra los valores de factores FCV (kVA-L) usados dentro del área de concesión de la CNEL EP Santo Domingo:

Tabla 15. Factor kVA - km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACSR a 13,8 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	1886	627	314
1/0	1/0	2916	970	485
2/0	2/0	3566	1187	593
3/0	3/0	4289	1427	714
4/0	4/0	5380	1790	895
250	250	6143	2044	1022
300	300	7106	2364	1182

Tabla 16. Factor kVA - km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACSR a 34,5 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	11785	3921	1960
1/0	1/0	18227	6064	3032
2/0	2/0	22289	7416	3708
3/0	3/0	26807	8919	4460
4/0	4/0	33623	11187	5593
250	250	38395	12775	6387
300	300	44412	14776	7388

Tabla 17. Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ACAR a 34,5 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - Km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	13077	4351	2175
1/0	1/0	20230	6731	3365
2/0	2/0	25066	8340	4170
3/0	3/0	30931	10291	5145
4/0	4/0	38060	12663	6332
250	250	45102	15006	7503
300	300	52491	17464	8732

Tabla 18. Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor aleación de aluminio ASC a 34,5 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - Km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	13888	4621	2310
1/0	1/0	21560	7173	3587
2/0	2/0	26655	8868	4434
3/0	3/0	32887	10942	5471
4/0	4/0	40300	13408	6704
250	250	48962	16290	8145
300	300	53798	17899	8950

Tabla 19. Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor de cobre XLPE a 13,8 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - Km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	3047	1014	507
1/0	1/0	4567	1519	760
2/0	2/0	5334	1775	887
3/0	3/0	6636	2208	1104
4/0	4/0	7869	2618	1309
250	250	8983	2989	1494
300	300	10076	3352	1676

Tabla 20. Factor kVA - Km para la caída de voltaje de conductor de cobre XLPE a 34,5 kV.

Tamaño de conductor (AWG)		Factor FCV (kVA - Km)		
Fase	Neutro (*)	3 fases	2 fases	1 fase
2	2	19044	6336	3168
1/0	1/0	28543	9497	4748
2/0	2/0	33340	11093	5546
3/0	3/0	41472	13798	6899
4/0	4/0	49184	16364	8182
250	250	56144	18680	9340
300	300	62976	20953	10476

Tabla 21. Factor kVA - m para la caída de voltaje secundario de conductor de aleación de aluminio preensamblado.

Conductor		kVA - m	
Sección mm ²	Calibre APX AWG	3Ø	1Ø
50	1/0	711	476
70	2/0	883	592
95	3/0	1067	716
150	4/0	1859	1224

Fuente: Empresa Eléctrica Quito.

3.5. Parámetros de Diseño.

3.5.1. Sistema de Distribución Aéreo

Los sistemas de tipo aéreo serán únicamente aceptados en zonas rurales y proyectos residenciales de inclusión social, en cualquier otro caso será de tipo subterráneo o quedará a criterio de la distribuidora. De acuerdo al esquema adoptado, existen varios principios que deben considerarse para el diseño de las redes primarias:

3.5.1.1. Medio voltaje urbano

- Las redes de medio voltaje serán radiales desde el punto inicial de la red, derivación o punto de arranque.
- En toda derivación debe colocarse un elemento de seccionamiento y protección.
- El trazado de la red se hará siguiendo las vías, caminos vecinales o pasos existentes, mismo que debe considerar la menor afectación al ambiente y a viviendas.

- La distancia máxima de un vano o distancia que deberá existir entre poste y poste deberá ser de 40 m.
- Las estructuras a colocarse deberán ser únicamente de tipo volado para evitar cualquier tipo de accidente por contacto entre una persona y la línea de medio voltaje.
- En avenidas principales con el fin de evitar cruces de medio voltaje sobre la calzada debe considerarse la construcción de redes troncales por ambos sentidos de una vía o avenida.
- En todo diseño en zonas que estén intervenidas por el municipio, será considerado el ancho de vía y la línea de fábrica establecida.

3.5.1.2. Medio voltaje rural

- En zonas rurales, las redes primarias deben seguir las mismas consideraciones que en el caso de las redes en áreas urbanas, a excepción de la distancia máxima de vanos, las cuales podrán variar en función de la topología del terreno, así, si el terreno presenta una topología plana, cada vano podrá tener una distancia máxima de 100 metros para redes monofásicas y de 80 metros en circuitos trifásicos. En lugares irregulares que presenten elevaciones o quebradas, los vanos podrán ser mayores a 100 metros.
- No deben existir dos o más cruces sobre la calzada en distancias menores a 500 metros.

3.5.1.3. Bajo voltaje urbano

- La red secundaria será radial desde las salidas de bajo voltaje del centro de transformación, seguirá un recorrido similar a la red primaria y estará diseñada con estructuras de tipo preensambladas, y a un voltaje nominal de 240/120 V.
- El calibre para conductores de redes secundarias debe ser mínimo N.º 1/0 AWG (2x50+50 preensamblado) y en el caso de que se instale transformadores monofásicos convencionales de 50 kVA se usara conductor con calibre N.º 2/0 AWG (2x70+70 preensamblado).

- No se admitirá cruces de redes secundarias en calles con un ancho de vía igual o mayor a 15 metros, el cruce de ser necesario se realizará de forma subterránea con una transición aéreo-subterránea al inicio de la red y una transición subterránea- aérea al final de realizado el cruce.
- En vías principales o con un ancho igual o mayor a 15 metros, se deberá colocar red secundaria a ambos lados de la calle, con el fin de evitar cualquier cruce de una acometida sobre la calzada.
- Las acometidas deberán ser diseñadas de forma subterránea, es decir, desde la red preensamblada en cada poste deberán bajar a través de una transición aéreo subterránea y ser distribuidas a por canalización subterránea hasta el predio de cada usuario.

3.5.1.4. Bajo voltaje rural

- En áreas rurales se podrá utilizar conductor preensamblado o a su vez por efectos de peso del conductor y mayor facilidad de regulación en grandes distancias conductor triplex de aluminio calibre N.º 2 AWG.

3.5.2. Sistema de Distribución Subterráneo

Con el objetivo de que los sistemas de distribución dentro de los centros urbanos adquieran un mejor aspecto estético y de seguridad, se ha dispuesto que todo proyecto con una carga instalada superior a 10 kW sea atendido de forma subterránea y con la instalación de equipos de transformación de tipo pedestal o convencional en cámara.

Por otro lado, los proyectos que contemple el diseño eléctrico de urbanizaciones, complejos y conjuntos habitacionales dentro y fuera del perímetro urbano en el área de servicio de la CNEL EP Santo Domingo, será realizado de forma subterránea a excepción de los proyectos habitacionales considerados de interés social los cuales podrán ser diseñados con un sistema de distribución aéreo.

Existen otros parámetros de diseño, que en función del lugar donde se proyecta la nueva red, deberán ser seguidos:

3.5.2.1 Medio voltaje

- Las redes de medio voltaje serán radiales desde el punto inicial de la red, derivación o punto de arranque.
- Se usarán conductores monopolares con conductor de cobre aislado con polietileno reticulado termoestable (XLPE) para voltajes de 15 kV y 35 kV.
- En toda derivación debe colocarse un elemento de seccionamiento y protección.
- El trazado y posterior instalación de la red debe hacerse al interior de las aceras, siguiendo el camino de longitud más corto entre los transformadores proyectados y realizar el menor número posible de cruces de vía sobre avenidas o calles principales.
- En zonas urbanas la distancia máxima de un tramo o distancia que debe existir entre pozo y pozo de distribución será de 40 m.

3.5.2.2 Bajo voltaje

- Las redes secundarias deben ser radiales, es decir, los circuitos pertenecientes a un centro de transformación serán eléctricamente independiente de los adyacentes y deberá proyectarse circuitos secundarios dispuestos a ambos lados de la vía.
- Para las redes de bajo voltaje se utilizan cables con conductor de cobre, aislado de 2000 V con polietileno (PE) y chaqueta de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la humedad.
- Los empalmes son usados realizar uniones o derivaciones de los conductores aislados y su función es proporcionar protección contra la humedad en sitios expuestos a la intemperie, estos empalmes pueden ser de dos tipos con cinta autofundente o resina en frío y únicamente utilizados en circuitos secundarios.

El sistema de seccionamiento y protección de bajo voltaje

Podrá ser de tres tipos: mediante caja de distribución y protección en BV, tablero de medidores y derivación de acometidas en pozo, estos sistemas están determinados por del tipo de proyecto a realizar, los cuales pueden ser urbanizaciones, conjuntos habitacionales o edificios residenciales y regeneración urbana respectivamente.

a. Caja de distribución y protección en BV

Serán usados en urbanizaciones o proyectos habitacionales nuevos, donde no exista ninguna vivienda construida, los tableros contarán con un conjunto de elementos que permitan realizar una derivación confiable hacia cada abonado, esto permite que el equipo de medición se instale en el predio de cada usuario.

b. Tablero de medidores

Este sistema agrupa todos los medidores en un solo tablero, dentro del cual podremos encontrar tres áreas: de derivación que albergara las barras de cobre para realizar la derivación hacia cada usuario, la de medición donde se instalaran los medidores y la de protección que contendrá las protecciones (breakers) de cada acometida a los usuarios. La instalación de los tableros deberá ser en sitios de fácil acceso al personal que realiza la toma lecturas de consumo de energía.

c. Sistema de derivación de acometidas en pozo

Cuando un área es sometida a una regeneración urbana, es un hecho que el sitio está consolidado en su totalidad o a su vez existe un porcentaje mínimo de predios no habitados. Este tipo de proyecto será apto para aplicar un sistema de derivación de acometidas dentro de los pozos de distribución, los elementos que intervengan en este sistema serán los mismos de los tableros de distribución, solo que esta vez dichos elementos serán empotrados en una de las paredes interiores del pozo, y la tapa del pozo será sellada herméticamente para impedir el acceso de personal no autorizado, además de evitar el ingreso de agua.

Acometidas domiciliarias.

Las acometidas domiciliarias deberán salir del pozo más cercano a la vivienda o usuario por donde pase la red de bajo voltaje. Se usará conductor tipo TT con un calibre mínimo N.º 6 AWG para las fases y el neutro mismo que llegará al medidor ya sea que este ubicado en la fachada del inmueble o en un tablero de medidores.

Para la protección de los conductores de la acometida se utilizará manguera flexible de polietileno con una sección de 1" a 1 ¼" desde los pozos de revisión hasta el lugar donde se ubicará el equipo de medición.

3.5.3. Elementos de Sistemas de distribución

3.5.3.1. Centros de transformación

Los transformadores deben ser ubicados estratégicamente en los centros de carga, y es necesario considerar los niveles máximos admisibles de caída de voltaje en función de los usuarios que serán atendidos desde el lado de baja de los equipos.

Si el proyecto es de tipo residencial, el diseño eléctrico debe contemplar transformadores trifásicos a fin de mantener un equilibrio de cargas de los circuitos y alimentadores.

Los transformadores tipo padmounted serán instalados en sitios de fácil acceso. En caso de que el transformador se encuentre cercano a áreas de tráfico vehicular deberá colocarse barreras de contención y en conjuntos residenciales o urbanizaciones se deberá instalar el equipo en áreas comunales.

3.5.3.2. Cámaras de transformación

- En cámaras tipo subterráneas los centros de transformación a usarse deberán ser tipo sumergible.

- En cámaras de a nivel deberá utilizarse transformadores convencionales con frente muerto.
- En cámaras de transformación en pisos superiores a la planta baja y en lugares de alto riesgo de incendio que hacen complicado el uso de transformadores refrigerados en aceite, deberá usarse transformadores tipo seco.
- En sitios que se encuentren a la intemperie deberá usarse transformadores tipo pedestal, el cual será instalado sobre una base de hormigón.

Canalización dentro de las cámaras de transformación eléctricas

En el interior de las cámaras deben existir canales perimetrales y rejillas a nivel del piso, las dimensiones de los canales tendrán un aproximado de 0,4 m a 0,5 m de ancho y 0,6 m de profundidad, en las cuales se encontrarán los conductores de bajo y medio voltaje colocados sobre bandejas porta cables.

Los canales contarán con una ligera inclinación hacia un pozo recolector donde se depositarán posibles filtraciones de agua, además los canales deberán ser cubiertos con una rejilla metálica removible elaborada con pletina de 5 mm de espesor y separadas entre sí 50 mm, colocada sobre un brocal de hierro y cubiertas con dos capas de pintura anticorrosiva.

Canalización para la recolección de aceite del transformador

Ante un posible derrame de aceite del transformador, es importante construir alrededor del perímetro del mismo una zanja de hormigón cubierta con grava que tenga la capacidad de albergar el 100 % de aceite del transformador o 25 cm de ancho x 40 cm de profundidad como mínimo.

Bases de hormigón para instalación de equipos

Todo transformador o equipo tipo pedestal debe ir instalado sobre una base de hormigón armado, con una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones dependerán del equipo a instalar, con una altura mínima de 10 cm del nivel del piso

terminado. Junto a la base del equipo se construirá un pozo, de medidas tales que permita dejar reserva de conductores, operar y manipularlos, colocar barrajes de puesta a tierra o cualquier otro elemento adicional que sea necesario.

3.5.3.3. Postes

Los postes al ser las estructuras que guían el camino de las redes y soportan los elementos y accesorios de las mismas, son parte fundamental de los sistemas de distribución, por ello, deben considerarse las siguientes anotaciones al momento de realizar el diseño eléctrico de una nueva red:

- En áreas urbanas los postes serán instalados en los linderos entre lote y lote, para evitar obstaculizar el acceso a los predios.
- No debe colocarse postes en las esquinas de las manzanas en el caso de proyectos en áreas urbanas.
- Los sitios que no permitan la colocación de tensores, ya sea por la topografía del terreno o por cercanía a los predios, se deberá optar por la colocación de postes auto-soportantes.

3.5.3.4. Ductos

Los ductos con conductores deben ser sellados o taponarse para que puedan mantenerse libres de basura, roedores, agua, etc.

Ductos bajo aceras

- En la base de la zanja se colocará una capa de arena o ripio de 5 cm, con el objetivo de conseguir un piso regular y uniforme, de tal manera que la primera fila de ductos quede apoyada en toda su longitud.
- Cuando la instalación de los ductos es bajo las aceras el material usado para el relleno será arena y se deberá rellenar hasta 10 cm de altura sobre el último ducto.
- Después de la capa de 10 cm de arena sobre el último ducto irá una capa de 20 cm de material de relleno (libre de piedra), la siguiente capa de 10 cm será

compactada de forma mecánica, finalmente se colocará una capa de 10 cm de subbase compactada de arena o ripio, el material de esta última capa dependerá del terminado de la acera si es adoquín u hormigón respectivamente.

- La distancia entre las paredes de las zanjas y los ductos será de 10 cm.

Ductos bajo calzadas

Cuando los ductos estén dispuestos bajo la calzada el material de relleno deberá ser de hormigón con resistencia mínima de 180 Kg/cm² y 10 cm por encima del ultimo ducto colocado, por encima de esta capa se colocará material de relleno (libre de piedra) dos capas de 25 cm compactado de forma mecánica, y finalmente una capa de subbase de 10 cm que puede ser arena, ripio o lastre y que dependerá del material del acabado de la calzada si es adoquín, hormigón o asfalto respectivamente.

Cinta de señalización

- En toda la trayectoria del banco de ductos se debe colocar una cinta o banda de PVC para indicar la existencia de canalización eléctrica, la cual estará a una profundidad de 20 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la acera o calzada.
- En toda la trayectoria del banco de ductos se debe colocar una cinta o banda de PVC para indicar la existencia de canalización eléctrica, la cual estará a una profundidad de 20 cm medidos desde el nivel del piso terminado de la acera o calzada.

3.5.3.5. Pozos de revisión

Pisos de los pozos

Es importante considerar el nivel freático de la zona donde se construya el sistema subterráneo, en función de ello se pueden considerar los siguientes tipos de construcción de pisos para los pozos de revisión:

- a. Piso con hormigón y drenaje, el piso se fundirá con una capa de hormigón de 10 cm y se ubicará un drenaje con un sifón el cual deberá estar conectado al sistema de alcantarillado público mediante una tubería PVC de 50 mm de diámetro con una inclinación de 1,5% hacia el sistema de alcantarillado.
- b. Piso sin hormigón y material filtrante, el piso del pozo será de terreno natural y contará de una capa mínimo de 10 cm de material filtrante (grava) que ocupará toda su área.
- c. Piso con hormigón y material filtrante, el piso de pozo contará con una loseta de hormigón de 10 cm mínimo con una inclinación de 1,5 % para la evacuación del agua hacia una franja sin fundir y relleno de material filtrante (grava), misma que cubrirá al menos el 10 % del área total del piso.

Tapas

La identificación de las tapas de los pozos de revisión se realizará en bajo relieve al momento de fundir la misma, señalizada con pintura de alto tráfico y deberá contar con los siguientes datos:

- Siglas de la empresa distribuidora
- Nivel de voltaje MV y/o BV
- Numeración de la tapa
- Sentido de la corriente

Nota: El modelo de señalética que debe fundirse en las tapas de los pozos será proporcionada por el departamento GIS.

Soportes

- Al interior de los pozos de revisión se deberá colocar soportes de acero galvanizado con la finalidad de sujetar los conductores y no sufran daños debido a su propia masa, curvatura o movimientos durante su operación.
- Los conductores deben quedar por lo menos 10 cm sobre el piso del pozo.

3.5.3.6. Transición Aérea – Subterránea

La altura mínima de postes para una transición aérea subterránea o subterránea aérea será de 12 m para MV y de 10 m para BV y los conductores se alojarán en tubería rígida de acero galvanizado. En toda transición se instalará puntas terminales de uso exterior para los extremos de los cables monopoles de medio voltaje. Las puntas terminales se seleccionarán de acuerdo al voltaje y el calibre del conductor.

Los elementos mínimos con los que debe contar una transición aérea subterránea son los siguientes:

Transición subterránea de medio voltaje

- Estructura con dos crucetas para instalación de seccionadores tipo abierto y pararrayos.
- Kit de sujeción de cables
- Conductor de cobre desnudo, cableado suave N.º 2 AWG 7 hilos, para puesta a tierra.
- Seccionador tipo abierto
- Punta terminal tipo exterior, seleccionada según el voltaje de la red y el calibre del cable monopolar de medio voltaje.
- Conector de cobre, tipo espiga u ojo.
- Codo metálico reversible o tapón de salida múltiple.
- Tubería de acceso galvanizado con diámetro mínimo de 4", asegurada al poste con cinta fleje y hebillas, de acero inoxidable.
- Puesta a tierra conformada por una varilla de cobre de 1,80 m y 5/8" de diámetro.

Transición subterránea de bajo voltaje

- Conductor de cobre desnudo, cableado suave N.º 2 AWG 7hilos, para puesta a tierra.
- Codo metálico reversible o tapón de salida múltiple.

- Tubería rígida de acero galvanizado con un diámetro mínimo de 2”, asegurada al poste con cinta metálica y hebillas de acero inoxidable.
- Codo metálico rígido con curva amplia 90°, de igual diámetro que la bajante, para unir al pozo que se encuentra junto al poste. La distancia desde la parte superior del pozo al codo será mínima de 30 cm.
- Puesta a tierra conformada por una varilla de cobre de 1,80 m y 5/8” de diámetro.

3.5.4. Alumbrado Público

Comprende la iluminación de vías y espacios públicos destinados a la movilidad y ornamentación. El alumbrado público se clasifica en:

Alumbrado Público General – APG

Contempla la iluminación de vías públicas, para tránsito de peatones y/o vehículos. No incluye la iluminación de las zonas comunes de proyectos urbanísticos declarados como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida.

Alumbrado Público Intervenido

Iluminación de vías que, debido a planes o requerimientos específicos de los municipios, no cumplen los niveles de iluminación establecidos en la regulación CONELEC 005/14 y/o disponen de una infraestructura constructiva distinta de los estándares establecidos para APG.

Alumbrado Público Ornamental

En zonas como parques, plazas, iglesias, monumentos y todo tipo de espacios, que obedecen a criterios estéticos determinados por los municipios o por el órgano estatal competente.

Definiciones

Consumidor del Servicio Eléctrico

Persona natural o jurídica que percibe el servicio eléctrico y que ha firmado un convenio de servicio dentro de su área de concesión.

Deslumbramiento

Condición de visión en la cual existe incomodidad o disminución en la capacidad para distinguir objetos, debido a una inadecuada distribución o escalonamiento de lumínicas.

Factor de utilización del Alumbrado Público General – fu-

Es el promedio de horas que las luminarias de alumbrado público permanecen encendidas para un periodo de análisis (24 horas diarias).

Flujo luminoso (ϕ)

Es la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es FI (ϕ) y su unidad es el lumen (lm).

Iluminancia (E)

Es el flujo luminoso que incide en una superficie. Su símbolo es E y su unidad el lux (lx) que es un lm/m².

Intensidad luminosa

Es el flujo luminoso que se emite en una dirección concreta por la unidad de un ángulo sólido. Su símbolo es I y su unidad la candela (cd)

Luminancia (L)

Es la percepción que tiene el ojo humano de la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente en una dirección determinada. Su símbolo es L y su unidad es la cd/m² (candela sobre metro cuadrado).

Aspectos Técnicos

Existen ciertos parámetros y niveles que deben ser considerados para el análisis de la iluminación de vías públicas.

Luminancia promedio de la calzada (L_{av})

Se determina en cada uno de los puntos de cálculo del promedio aritmético de las luminancias.

Uniformidad general de iluminancia de iluminancia de la calzada (U_o)

Es la relación entre la luminancia mínima y la luminancia promedio de la vía.

Uniformidad longitudinal sobre la calzada (U_L)

Relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima medidas o calculadas en dirección longitudinal a lo largo del eje central de cada carril de circulación. Se mide o calcula de acuerdo con la norma CIE 140 – 2000.

Deslumbramiento

El deslumbramiento se lo calcula a través del incremento de umbral (TI), el cual se determina para el estado inicial de la instalación, mediante la siguiente fórmula:

$$TI = \frac{k * E_e}{L_{av} * \theta^2} \% \quad (11)$$

Donde:

$k =$ Es un factor que varía con la edad del observador, se usara el valor de 6507.

$E_e =$ Es la iluminancia total inicial producida por las luminarias, en su estado nuevo, sobre un plano normal a la línea de visión y la altura del ojo del observador.

$L_{av} =$ Es la luminancia inicial promedio.

$\theta =$ Es el ángulo en grados formado entre la línea de visión y el centro de cada luminaria.

Clases de iluminación según el tipo de vías

Vías con tráfico motorizado

La clase de iluminación (M) se calcula de la siguiente manera:

$$M = (6 - \sum V_{ps}) \quad (12)$$

Donde:

$M =$ Es la clase de iluminación, va de M1 a M6

$V_{ps} =$ Es el sumatorio de los valores de ponderación seleccionados en función de la Tabla 1.

Tabla 22. Parámetros para la selección de la clase de iluminación (M).

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación (Vp)	Vp seleccionado
Velocidad	Elevada	1	
	Alta	0,5	
	Moderada	0	
Volumen del Trafico	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy Bajo	-1	
Composición de Tráfico	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	

Tabla 22. (Cont.)

Separación de Vías	No	1
	Si	0
Densidad de la intersección	Alta	1
	Moderada	0
Vehículo Parqueados	Se permite	0,5
	No se permite	0
Iluminación Ambiental	Alta	1
	Moderada	0
	Baja	-1
Guías Visuales	Pobre	0,5
	Moderación o bueno	0
		ΣV_{ps}

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Nota: si el resultado es un número entero, se aproxima al menor valor del sumatorio.

Tabla 23. Parámetros fotométricos para tráfico motorizado

Clase de Iluminación	Tipo de superficie				Incremento de umbral	Relación de alrededor
	Seco		Mojado			
	$L_{av}(\frac{cd}{m^2})$	U_o	U_f	U_o	$Ti(\%)$	SR
M1	2,0	0,40	0,70	0,15	10	0,5
M2	1,5	0,40	0,70	0,15	10	0,5
M3	1,0	0,40	0,60	0,15	15	0,5
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,5
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,5
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,5

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Vías peatonales

La clase de iluminación P, se determina de la siguiente forma:

$$P = (6 - \Sigma V_{ps}) \quad (13)$$

Donde:

P = Es la clase de iluminación, va de P1 a P6.

ΣV_{ps} = Es el sumatorio de los valores de ponderación seleccionados en función de la Tabla 15.

Parámetros fotométricos

Para vías peatonales se utilizarán valores de iluminancia horizontal, al nivel del piso. Los parámetros fotométricos para las seis clases de iluminación (P1 al P6), se presentan en la Tabla 17.

Tabla 24. Parámetros para selección de la clase de iluminación (P)

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación (Vp)	Vp seleccionado
Velocidad	Baja	1	
	Muy Baja	0	
Volumen del Trafico	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy Bajo	-1	
Composición de Tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Peatones y ciclistas solamente	1	
	Peatones solamente	0	
	Ciclistas solamente	0	
Vehículo Parqueados	Se permite	0,5	
	No se permite	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
			ΣV_{ps}

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Nota: Si el resultado no es un número entero, se aproxima al menor valor del sumatorio.

Tabla 25. Parámetros fotométricos para áreas peatonales y de alto tráfico de baja velocidad.

Clases de Iluminación	Tipo de aplicación	
	Iluminación Horizontal (lx) Referida a nivel de la superficie de uso	
	Promedio	Mínimo
P1	15,00	3,00
P2	10,00	2,00
P3	7,50	1,50
P4	5,00	1,00
P5	3,00	0,60
P6	2,00	0,40

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Sistemas especiales de iluminación

Zonas de conflicto

Se produce cuando el flujo de vehículos se cruza o se dirige hacia lugares frecuentes por peatones, ciclistas o usuarios de otros caminos; o cuando hay un cambio en la geometría de la vía, tales como una reducción del número de carriles o la reducción del ancho de un carril o una calzada. La clase de iluminación C, en la zona de conflicto, se determina de la siguiente manera:

$$C = (6 - \sum V_{ps}) \quad (14)$$

Dónde:

C = Es la clase iluminación, va de C0 a C5.

$\sum V_{ps}$) = Es el sumatorio de los parámetros seleccionados en función de la Tabla 26.

Tabla 26. Parámetros para selección de la clase de iluminación (C)

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación (Vp)	Vp seleccionado
Velocidad	Elevada	3	
	Alto	2	
	Moderado	1	
	Bajo	0	
Volumen del Tráfico	Elevado	1	
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	0,5	
Composición de Tráfico	Muy Bajo	-1	
	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de Vías	No	1	
	Si	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Guías Visuales	Pobre	0,5	
	Moderación o bueno	0	
			$\sum V_{ps}$

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Nota: si el resultado no es un número entero, se aproxima al menor valor del sumatorio.

Tabla 27. Parámetros fotométricos para zonas de conflicto.

Clases de Iluminación	Iluminancia Promedio E (lux) ⁴	Uniformidad de la Iluminancia $U_o(E)$	Incremento de Umbral (%)	
			Moderada y alta velocidad	Baja y muy baja velocidad
C0	50	0,4	10	15
C1	30		10	15
C2	20		10	15
C3	15		15	20
C4	10		15	20
C5	7,5		15	25

Fuente: Regulación CONELEC-005_14

Control de Alumbrado Público

Las luminarias de alumbrado público podrán ser controladas por medio de un tablero de control temporizado o autocontroladas mediante la utilización de fotocélulas y dependerá del tipo de diseño que se presente.

3.6. Formatos de presentación.

3.6.1. Simbología

En esta sección se define los símbolos que se utilizará en el diseño de redes de distribución, los cuales están representados por un gráfico que representa al equipo o estructura que se instalará de forma real al momento de realizar la obra civil y una etiqueta que es un código alfanumérico que aporta información sobre dicho elemento. La simbología que es adoptada del MEER.

Elementos existentes

Los elementos proyectados son todos los elementos nuevos que actualmente no existen en el sitio del proyecto y se representan con líneas continuas como se indican en la Tabla 28.

Tabla 28. Representación de elementos proyectados

Símbolo	Descripción
	Poste de hormigón circular proyectado.
	Transformador monofásico tipo padmounted.

Elementos existentes

Los elementos que se encuentran presentes en el sitio del proyecto y son representados mediante líneas entrecortadas (hidden):

Tabla 29. Representación de elementos existentes.

Símbolo	Descripción
	Poste de hormigón circular existente.
	Transformador trifásico tipo convencional.

Nota: Los tramos de conductores se diferencia existentes de proyectados mediante el grosor de la línea del trazado tal y como se muestra en el Anexo 04.

Elementos a retirar

Los elementos a ser retirados son aquellos que ya no son considerados dentro del nuevo diseño o que a su vez son reubicados en otro sitio, estos elementos serán representados con una "X" sobre los mismos, como se muestra a continuación:

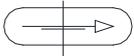
Tabla 30. Representación de elementos a retirar.

Símbolo	Descripción
	Poste de hormigón circular existente a retirar.
	Transformador trifásico tipo convencional existente a retirar.

Elementos a reemplazar

Todo elemento que se sustituya por otro de su mismo tipo será representado con el indicador conformado por una elipse y una cruz sobrepuesta, como se muestra en la siguiente Tabla 31.

Tabla 31. Representación de elementos a reemplazar.

Símbolo	Descripción
	Poste a ser reemplazado por otro poste en el mismo sitio.
	Tensor a ser reemplazado por otro en el mismo sitio.

3.6.2. Codificación

Códigos para centros de transformación

Está definida por el número de fases, disposición, potencia y nivel de voltaje.

Tabla 32. Codificación de centros de transformación

Número de fases	Disposición	Potencia	Nivel de voltaje
η	A	#	T
	C		R
	P		
	O		

Fuente: Catálogo de Unidades de Propiedad, MEER.

Dónde:

Para el número de fases:

η : Número entero que identifica el número de fases.

Para la disposición o tipo de transformador:

A = Autoprotegido

C = Convencional

- P = Padmounted o Pedestal
 O = Instalado en cámara de transformación

Para el nivel de voltaje:

- T = 13.8 GrdY/ 7.97 kV
 R = 34.5 GrdY/ 19.9 kV

Códigos de conductores

Está definida por el número de fases, fase de la red, neutro de la red y tipo de conductor.

Tabla 33. Codificación de conductores.

Número de fases	Calibre de fase	Calibre de neutro	Tipo de material
η	#	(#)	ACSR ASC ACAR Preensamblado Cu XLPE Cu TTU Cu THHN

Donde:

Para el número de fases:

- η = Numero entero que identifica el número de fases.

Para el calibre de fases:

- # = Calibre de conductor de fase en MCM, AWG o kcmil.

Para el calibre del neutro:

- (#) = Calibre de conductor de neutro en MCM, AWG o kcmil.

Códigos de estructuras de redes aéreas de distribución

Una estructura eléctrica de distribución está formada por el conjunto de elementos y accesorios que en función de su tipo pueden adoptar varias configuraciones. El

código de estas estructuras está definido por el número de fases, disposición y función:

Tabla 34. Codificación de estructuras preensambladas.

Número de fases	Disposición	Función	Nivel de voltaje
η	C	P	T
	S	A	R
	V	R	
	L	D	
	H		
	T		
	N		
	B		
	P		
	E		
	O		

Donde:

Para el número de fases:

η = Número entero que identifica el número de fases.

Para la disposición:

C = Centrada

S = Semicentrada

V = En volado

L = Line post

H = H en dos postes

T = Tres postes

N = Neutro alineado en cruceta centrada

B = Bandera

P = Preensamblado

E = Vertical

O = Vertical en volado.

Para la función:

P = Pasante o tangente

A	=	Angular
R	=	Retención o terminal
D	=	Doble retención o doble terminal
B	=	Bandera

Para el nivel de voltaje:

T	=	13.8 GrdY/ 7.97 kV
R	=	34.5 GrdY/ 19.9 kV

Códigos de canalización subterránea

En sistema de distribución subterráneos se podrá utilizar un código que reemplace el símbolo de identificación para bancos de ductos. Este código contendrá información puntual sobre la cantidad de ductos, tipo de pozo y lugar por donde será instalado el banco de ductos que puede ser en acera o calzada.

$$EUO-OB FxC- N\#$$

Donde:

EUO = Estructura de red subterránea

OB = Bancos de ductos

FxC = Configuración de ductos

F: cantidad de filas

C: cantidad de columnas

N = Sección de ductos (Tabla 12.)

= Tipo de instalación de ductos

1: Ducto instalado en acera

2: Ducto instalado en calzada

3.6.3. Planos

El diseño eléctrico debe ser plasmado en papel, para lo cual debe considerarse varios parámetros que están normalizados por el INEN en el “Código de Practica para

Dibujo Técnico - Mecánico”, (INEN 72 – 1992 - 08), con las siguientes designaciones de tamaños de hojas A1, A2, A3, A4.

Rotulado y utilización de superficie de dibujo

Indica las dimensiones y el formato tipo de rotulado y los datos generales que deben contener las láminas. En los planos deberá incluirse datos adicionales, diagramas, croquis de ubicación y tablas con el fin de complementar la información de las redes de distribución.

Escalas

Los planos sobre los que se representará las vías públicas y aéreas comunales, sean estas existentes y/o proyectadas, sobre los cuales se realizará el trazado de las redes y demás elementos, se utilizará escala 1:1000 como mínimo.

Plegado de planos

Para el archivado de planos, estos se doblarán según las guías que se encuentran marcadas en los bordes de las láminas, hasta conseguir el tamaño de una hoja formato A4 de tal manera que el membrete quede visible. Ver Anexo 05 para mayor información.

Membrete

Es el espacio donde se brinda información específica sobre el contenido de la lámina.

3.7. Tramitología

3.7.1. Registro de Profesionales

En esta sección se establecen los procedimientos para el registro de nuevos profesionales independientes o representantes de firmas constructoras, que tengan

interés en habilitarse para prestar sus servicios en el diseño y/o construcción de sistemas de redes de distribución, localizadas dentro del área de concesión de la Unidad de Negocio.

Se limitara la participación de los profesionales que se encuentren comprendidos en la resolución No. 108, literal “b” del Instituto Ecuatoriano de Electrificación que establece lo siguiente: “Prohibir de acuerdo al Artículo 15 de la Ley Ejercicio Profesional de la Ingeniería, que los ingenieros que desempeñan funciones en las empresas y otras entidades que suministran energía eléctrica en el país, ejerzan con fines de lucro otras actividades profesionales, comerciales o indirectamente vinculadas a las empresas en las que desempeñan cargos”.

Procedimiento para registro

El departamento de Ingeniería y Construcciones mantendrá un registro de profesionales y abrirá un expediente individual, el mismo que se iniciará con la solicitud de registro suscrita por el interesado, misma que será ingresada en el departamento de archivo y acompañada de los datos generales y antecedentes que se solicitan a continuación:

3.7.1.1. Profesionales que tengan RUP

- Carta dirigida al Administrador de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo, en la que se solicite el registro como proyectista.
- Datos generales del proponente (Hoja de vida).
- Copia a color del Registro Único de Proveedores.
- Copia de cédula de identidad y papeleta de votación.
- Copia de título de Ingeniero Eléctrico o Electromecánico.
- Certificado del Senescyt.

3.7.1.2. Profesionales que no tengan RUP

- Carta dirigida al administrador de la CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo, en la que se solicite el registro como proyectista.
- Copia del RUC a color.
- Datos generales del proponente (Hoja de vida).
- Copia de cédula de identidad y papeleta de votación.
- Copia de título de Ingeniero Eléctrico o Electromecánico.
- Certificado del Senescyt.
- Experiencia laboral (certificados de la experiencia específica obtenida).

Periodo de validez del registro

El Certificado de Registro tendrá un periodo de validez de dos años desde la fecha de emisión y el profesional tendrá la obligación de renovarlo a su vencimiento, mediante la presentación de una solicitud al departamento de Ingeniería y Construcciones, acompañado de la actualización de los documentos antes indicados.

Expediente individual

En el expediente individual del profesional registrado, se archivará el informe del departamento de Ingeniería y Construcciones, correspondiente a cada uno de los trabajos realizados y en el que constará la apreciación sobre el desarrollo de los mismos y el cumplimiento de las obligaciones asumidas.

Sanciones imponibles

La empresa se reserva el derecho de suspender la vigencia del registro o de negar su renovación, si el profesional, no hubiere satisfecho sus obligaciones, hubiere incumplido reiteradamente instrucciones expresas de la Unidad de Negocio o no hubiere realizado la obra dentro de los plazos aprobados. La distribuidora aplicara una sanción económica la cual tiene como base la última actualización de una remuneración básica.

3.7.2. Áreas encargadas de la revisión y aprobación

Departamento de Ingeniería y Construcciones

Dentro de este departamento se realizan funciones de fiscalización de proyectos de contratación pública y proyectos privados, es importante señalar que el área de fiscalización de proyectos privados únicamente realizará la revisión y fiscalización técnica de una obra eléctrica.

Áreas encargadas de medición de energía

Para el caso de medición de energía eléctrica se coordina con las siguientes áreas en función del tipo de medición:

a. Dirección Comercial

El departamento Comercial estará a cargo del control de energía y de la instalación de equipos de medición de usuarios de tipo residencial con una carga que no supere los 10 kW.

b. Departamento de Grandes Clientes

En el caso de proyectos de cargas instaladas superior a los 10 kW o 5 kVA serán supervisados por el departamento de Grandes Clientes, se debe considerar los siguientes tipos de medición:

- Medición Directa, si la corriente en los bornes de salida del transformador es menor a 150 amperios.
- Medición Semidirecta, si la corriente en los bornes de salida del transformador es superior a 150 amperios, es decir se realizará medición mediante transformadores de corriente TC's con clase precisión 0,2.

- Medición Indirecta, en proyectos con centros de transformación de potencias iguales o superiores a 200 kVA, se lo realizará la medición en medio voltaje con la utilización de un equipo compacto de medida.

3.7.3. Proceso de aprobación de un proyecto eléctrico.

REVISION Y APROBACION DEL DISEÑO ELECTRICO

PRIMER INGRESO

Documentos solicitados:

- Solicitud de revisión y aprobación (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-001)
- Memoria Técnica
- Documentos
- Planos

Nota:

- La documentación será receptada en una carpeta color celeste (con su respectivo membrete), en atención al cliente.
- Cuando el requerimiento sea atendido el contratista será notificado vía correo electrónico.

SEGUNDO INGRESO

Documentos solicitados:

- Informe de revisión de proyecto
- Borradores (Hojas corregidas)
- Información del proyecto en formato digital
- Documentos e información corregida del primer ingreso.

Nota:

- La documentación será receptada en una carpeta color celeste más una copia adicional, en el departamento de Ingeniería y Construcciones.
- Cuando el diseño sea aprobado el contratista recibirá una notificación mediante la plataforma de mensajería Quipux.

INICIO DE OBRA

Documentos solicitados:

- Solicitud de asignación de fiscalizador (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-003)
- Carta de inicio de obra
- Cronograma de trabajos de construcción

Nota:

- Los documentos deben ser ingresados en secretaria del departamento de ingeniería y Construcciones

DESCONEXION

Documentos solicitados:

- Solicitud de desconexión al centro de operaciones en la cual indique fecha y hora tentativas para realizar el trabajo.
- Hoja formato (FO-CNEL-STD-CTRL-CO-001) y hoja formato (FO-CNEL-STD-CTRL-CO-001)
- Cronograma de trabajos a realizar
- Nómina del personal que realizará el trabajo
- Adjuntar plano del proyecto
- Adjuntar copia del pago de la planilla por concepto de desconexión.

Nota:

- Los documentos deberán ser ingresados en el departamento del Centro de Control.
- El contratista deberá notificar al fiscalizador el día que se realizará la desconexión.

FISCALIZACION

Documentos solicitados:

- Solicitud de recepción y aprobación de proyecto (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-004)
- Aprobación del plano digital en la Unidad GIS
- Hojas de características de equipos y materiales instalados
- Facturas de compra de materiales de equipos y materiales instalados a

nombre del cliente.

- Entrega del cartucho portafusible con sus respectivos fusibles.

Notas:

- Los documentos serán receptados en secretaria en el departamento de Ingeniería y Construcciones.
- De no existir observaciones en el campo, el fiscalizador asignado procederá a realizar el acta de entrega y recepción del proyecto, caso contrario se emitirá un libro de obra.

MEDICIÓN

Requisitos generales:

- Croquis de ubicación
- Coordenadas del sitio del proyecto
- Número de medidor cercano

Para personas jurídicas:

- Copia de cédula del representante legal
- Copia de RUC actualizado
- Copia del nombramiento del representante legal inscrito en el Registro Mercantil
- Copia certificada ante el notario público del acta de entrega-recepción que indique la manzana y lote (en el caso de proyectos residenciales).

Nota:

- El requerimiento será atendido en el departamento de atención al cliente.

Para mayor información consultar el flujograma de procesos que aparece en el Anexo 6.

3.7.4. Solicitud de prefactibilidad

Las solicitudes de prefactibilidad serán emitidas en dos casos, el primero, cuando la demanda supere 1 MVA y el segundo si el proyecto es de tipo residencial y este documento sea solicitado por el GAD Municipal como requisito para tramites. La empresa realizará un análisis para determinar si está en capacidad de atender la

demanda solicitada, luego de lo cual el contratista será notificado con la afirmación o negación de la solicitud. La solicitud de prefactibilidad será receptada en la secretaria del departamento de Ingeniería y Construcciones y deberá adjuntarse los siguientes requisitos:

- Solicitud de prefactibilidad (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-002)
- Calculo de demanda (FO-CNEL-STD-CALC-DT-001)
- Croquis de ubicación y coordenadas del sitio donde se realizará la derivación.
- Documentos de autorización del cliente.

3.7.5. Solicitud de revisión y aprobación del diseño eléctrico.

Los proyectos eléctricos cuentan con una estructura de presentación que está determinada por el tipo de proyecto, pero de forma general cuenta con información básica que es solicitada por la Unidad de Negocio para aprobar un nuevo proyecto, dentro de la información solicitada se encuentra:

- Solicitud de aprobación y revisión de proyecto (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-001)
- Memoria Técnica
- Documentos
- Planos

3.7.5.1. Proyectos eléctricos para derivaciones y prolongaciones de redes de medio voltaje.

Documentación general

- Oficio que solicite la revisión y aprobación, firmado por un ingeniero eléctrico registrado en CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.
- Autorización por escrito del promotor o propietario para que el ingeniero realice el estudio.
- Copia de cédula y papeleta de votación del promotor o propietario.

- Copia de escritura de la propiedad en estudio o certificado de registro de la propiedad.
- Si es una persona jurídica presentar la copia del nombramiento del representante legal.
- En el caso de que se realice una derivación de red en medio voltaje dentro de una o varias propiedades distintas a la del solicitante, es necesario presentar autorizaciones para el ingreso a los predios y adjuntar copia cédula de identidad.

Memoria Técnica

Términos de referencia

- a. Antecedentes, donde se detalla características básicas del desarrollo urbanístico planificado o existente.
- b. Ubicación, en este apartado se explicará la ubicación del proyecto y se colocará un pequeño croquis del área que será intervenida.
- c. Objetivo, se describe cual es el propósito del proyecto eléctrico.
- d. Alcance, se establece las actividades que se desarrollaran durante la ejecución del diseño de un sistema de distribución.

Descripción del Proyecto

En los siguientes apartados se deberá describir el tipo de configuración y materiales que intervienen para el diseño del sistema de distribución:

- a. Estudio de la demanda.
- b. Red de medio voltaje: existente y proyectada.
- c. Red de bajo voltaje.
- d. Alumbrado público.
- e. Centro de transformación.
- f. Protección y seccionamiento.
- g. Sistema de puesta a tierra.
- h. Sistema de medición.

Anexos

- a. Estudios de carga y demanda (FO-CNEL-STD-CALC-DT-001).
- b. Hoja de estacamiento (FO-CNEL-STD-CALC-DT-004).
- c. Caída de voltaje en circuitos primarios (FO-CNEL-STD-CALC-DT-002).
- d. Caída de voltaje en circuitos secundarios (FO-CNEL-STD-CALC-DT-003).
- e. Lista y especificaciones de materiales.
- f. Presupuesto referencial.
- g. Planos georreferenciados (formato AutoCAD).

3.7.5.2. Proyectos eléctricos para urbanizaciones, conjuntos y lotizaciones

Documentación general

- Oficio que solicite la revisión, firmado por un ingeniero eléctrico registrado en CNEL EP Unidad de Negocio Santo Domingo.
- Autorización por escrito del promotor o propietario para que el ingeniero realice el estudio.
- Copia de cédula y papeleta de votación del promotor o propietario.
- Copia de escritura de la propiedad en estudio o impuesto predial.
- Adjuntar certificado de aprobación municipal (plano urbanístico y/o certificado de rasantes).

Memoria Técnica

Términos de referencia

- a) Antecedentes, características básicas del desarrollo urbanístico planificado o existente.
- b) Ubicación, en este apartado se explicará la ubicación del proyecto y se colocará un pequeño croquis del área que será intervenida.
- c) Objetivo, se describe cual es el propósito del proyecto eléctrico.

- d) Alcance, se establece las actividades que se desarrollaran durante la ejecución del diseño de un sistema de distribución.

Descripción del Proyecto

En los siguientes apartados se deberá describir el tipo de configuración y materiales que intervienen para el diseño del sistema de distribución:

- a) Estudio de la demanda.
- b) Red de medio voltaje: existente y proyectada.
- c) Red de bajo voltaje.
- d) Alumbrado público.
- e) Centro de transformación.
- f) Protección y seccionamiento.
- g) Sistema de puesta a tierra.
- h) Sistema de medición.

Anexos

- a) Estudios de carga y demanda (FO-CNEL-STD-CALC-DT-001).
- b) Hoja de estacamiento (FO-CNEL-STD-CALC-DT-004).
- c) Caída de voltaje en circuitos primarios (FO-CNEL-CALC-DT-002).
- d) Caída de voltaje en circuitos secundarios (FO-CNEL-STD-CALC-DT-003).
- e) Lista y especificaciones de materiales.
- f) Presupuesto referencial.
- g) Planos georreferenciados (formato AutoCAD).
 - Red de medio voltaje
 - Red de bajo voltaje
 - Red de alumbrado público
 - Canalizaciones (si son redes subterráneas)

Nota: todos los documentos antes mencionados deben ser presentados en una carpeta color celeste con su respectivo membrete de identificación que indique los siguientes datos:

- Nombre del ingeniero
- Nombre del proyecto
- Ubicación
- Descripción

La documentación solicitada debe ser ingresada por el departamento de atención al cliente, cuando el diseño sea revisado el contratista será notificado mediante correo electrónico sobre las observaciones encontradas, y la aprobación del diseño por medio de la plataforma de mensajería Quipux.

3.7.6. Inicio de obra.

En esta etapa del proceso el contratista debe tomar contacto nuevamente con la Unidad de Negocio para manifestar que procederá a dar inicio a los trabajos de construcción del proyecto, para ello debe ingresar en secretaría del departamento de Ingeniería y Construcciones los siguientes documentos:

- Solicitud de asignación de fiscalizador (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-003)
- Carta de inicio de obra
- Cronograma de trabajos de construcción

Nota: La empresa lleva un registro de todos los transformadores y postes instalados en nuevos proyectos, por ello, es necesario que el contratista solicite a la Unidad Gis la asignación de número de inventario para los elementos y equipos instalados en el proyecto (FO-CNEL-STD-CTRL-UG-001).

3.7.7. Fiscalización.

La fiscalización es el siguiente paso, para este momento se entiende que el contratista ha terminado con la obra civil eléctrica, para lo cual deberá realizarse una revisión en campo, para ello el contratista debe ingresar la siguiente documentación en secretaria del departamento de Ingeniería y Construcción:

- Solicitud de recepción y aprobación de proyecto (FO-CNEL-STD-CTRL-DC-004)
- Aprobación del plano digital en la Unidad GIS
- Hojas de características de equipos y materiales instalados
- Facturas de compra de materiales de equipos y materiales instalados a nombre del cliente.
- Entrega del cartucho portafusible con sus respectivos fusibles.

Una vez asignado el fiscalizador y fecha para realizar las observaciones en campo, el contratista deberá llamar al fiscalizador 24 horas antes del día señalado para acordar una hora y sitio de encuentro.

3.7.7.1. Aprobación de plano digital en la Unidad GIS.

La aprobación del plano digital en la Unidad GIS, consiste en realizar un levantamiento en campo para complementar la información del plano aprobado durante la etapa de diseño y posteriormente migrar la información a formato ArcGIS para lo cual el contratista debe adicionar la siguiente información:

- Aprobación de la cartografía en el departamento de catastros de CNEL EP.
- Base personal de la información del proyecto en formato ArcGIS.
- Respaldo fotográfico de cada estructura y transformador con su respectiva numeración.
- Hoja de estacamiento (FO-CNEL-STD-CALC-DT-004).
- Documentos de características del transformador instalado.

Una vez migrada la información a la base general de la CNEL EP según los parámetros establecidos por la Unidad GIS, el especialista a cargo realizará una revisión, en caso de existir ninguna observación se procederá a enviar vía correo electrónico la aprobación.

3.7.8. Desconexión.

Luego de realizados los trabajos de construcción, el contratista deberá realizar el enlace entre la nueva red y la red existente. El Centro de Control es el departamento encargado de realizar la coordinación de estos trabajos con el contratista, el mismo departamento determinará de qué forma se realizará este trabajo, para ello debe presentarse los siguientes requisitos:

- Solicitud de desconexión al centro de operaciones que indique la fecha y hora tentativa para realizar el trabajo.
- Hoja formato (FO-CNEL-STD-CTRL-CO-001) y hoja formato (FO-CNEL-STD-CTRL-CO-002)
- Cronograma de trabajos a realizar
- Nómina del personal que realizara el trabajo
- Adjuntar plano del proyecto

Una vez aprobada la desconexión el Centro de Control establecerá un valor económico que el contratista deberá cancelar, este valor está determinado por la energía no vendida durante el tiempo que se realicen los trabajos en la desconexión. El valor debe ser pagado en cualquiera de los centros de atención al cliente de la Unidad de Negocio, y el comprobante de dicho pago debe ser presentado en el Centro de Control previo al día de la desconexión.

Si el trabajo que realizara el contratista representa un desconexión igual o superior al 30 % de un alimentador o circuito, será necesaria la publicación en medios de comunicación sobre el día y la hora que el sector en donde se va a realizar la desconexión se quedara sin energía, con el objetivo de que la población esté informada.

Establecida la fecha y hora definitiva para la desconexión, el contratista deberá llamar al ingeniero operador de turno en el Centro de Control una hora antes para recordarle la desconexión. Finalmente 30 minutos antes de la hora programada para la desconexión el ingeniero encargado de la obra debe encontrarse en el punto de trabajo con la cuadrilla, con los equipos, herramientas y materiales distribuidos a cada uno de los linieros. El personal de CNEL EP verificara que todo esté listo 10 minutos antes de la desconexión y en caso de no dar cumplimiento se suspende la desconexión.

En sectores de gran importancia por la carga a desconectar el tramite debe realizarse mínimo con 78 horas de anticipación y si se trata de una desconexión mayor 5 MW el tramite debe iniciar con 15 días previos a la fecha de la desconexión.

Trabajos con Grupos Energizados

Si el centro de control considera que los trabajos que se pretenden realizar por parte del contratista representan la desconexión de un gran porcentaje de un alimentador, circuito o afecta a grandes industrias, el contratista deberá realizar los trabajos pertinentes con tensión, por lo que será necesario prever la contratación de personal especializado o coordinarlo con el grupo energizado de la CNEL EP.

3.7.8.1. Medición.

Cuando los trabajos de construcción por parte del contratista han sido concluidos y el fiscalizador ha emitido el acta de recepción de obra y una notificación al departamento de grandes clientes que indique que se puede proceder con la entrega del equipo de medición, el contratista deberá poner en conocimiento al cliente de los requerimientos que debe presentar para acceder a la instalación del medidor.

Requisitos generales:

- Croquis de ubicación
- Coordenadas del sitio del proyecto

- Número de medidor cercano

Para personas jurídicas:

- Copia de cédula del representante legal
- Copia de RUC actualizado
- Copia del nombramiento del representante legal inscrito en el Registro Mercantil
- Copia certificada ante el notario público del acta de entrega-recepción que indique la manzana y lote (en el caso de proyectos residenciales).

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El procedimiento establecido en este documento fue aplicado a un proyecto de regeneración urbana ubicado en el cantón de Flavio Alfaro, donde se emplearon las hojas de cálculos y parámetros a fin de conseguir un diseño eléctrico óptimo, que brinde las medidas básicas de seguridad y confiabilidad en el sistema.

El proyecto que se sometió al nuevo procedimiento es: “GENERACIÓN URBANA EN EL CANTÓN FLAVIO ALFARO, EN EL PERÍMETRO CONFORMADO POR LAS VÍAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR DENOMINADAS: AV. CARLOS ALBERTO ARAY, CALLE RAFAEL ALCÍVAR, CALLE SEGUNDA TRANSVERSAL, CALLE BOLÍVAR HASTA CALLE AGUSTIN ZAMBRANO, CALLE MANABÍ HASTA LA CALLE BOLÍVAR; FACTIBILIDAD Y DISEÑO DEFINITIVO DEL PROYECTO DEL PARQUE LINEAL DEL RIO CIRIACO, CANTON FLAVIO ALFARO, PROVINCIA DE MANABI.” Mismo que se desarrolló durante los meses de octubre y diciembre del año 2017.

En proyectos eléctricos con diseño similares el tiempo de revisión en muchos casos llegaba a ser de dos a tres meses desde el ingreso del proyecto hasta la aprobación del mismo, al aplicar el procedimiento al proyecto de regeneración urbana en la Zona de Flavio Alfaro el tiempo de revisión se redujo a 3 semanas hasta ser aprobado, esto demostró que el manejar tramitología ordenada y contar con una nomenclatura y formatos de presentación únicos, permite que el profesional privado se adapte de mejor forma a los lineamientos de la empresa.

En el sitio a intervenir cuenta actualmente con redes de distribución de tipo aéreo, además ciertas partes de la red han sido reconstruidas por motivo de las afectaciones producidas por el terremoto del año 2016. En el nuevo estudio solicitado por el GAD Municipal se estableció que el área delimitada contemplara el soterramiento de las redes de distribución y el alumbrado público del sector.



Figura 9. Redes de distribución existentes del centro poblado de Flavio Alfaro.

4.1. Cálculo de la Demanda

Como primera instancia se determinó el número de usuarios que se encuentran dentro del área a regenerar entre los que existen 390 usuarios, posterior se categorizó a estos usuarios por tipo de consumidor, de lo que se concluyó que la mayoría de consumidores son de tipo residencial y de tipo comercial-residencial, esto debido a que en la zona existe una gran cantidad de comercios. Luego de conocer cuántos y que tipo de usuario existen dentro del área a intervenir, se dividió a estos usuarios en grupos y circuitos, a cada grupo le corresponderá un transformador y en función de la cantidad de usuarios se estableció la potencia y ubicación del mismo.

La planilla para la determinación de la demanda indica la información básica de cuantos usuarios tiene cada grupo y las cargas que posee cada usuario de forma independiente. Debido a que existen dos grupos de consumidores se debe aplicar dos hojas de cálculo, porque las cargas o aparatos eléctricos que tiene cada uno de estos grupos varían.

		COMPUTO DE CAÍDAS DE VOLTAJE REDES SECUNDARIAS				ANEXO: HOJA: FECHA: 7-feb.-16		
NOMBRE DEL PROYECTO: REGENERACIÓN URBANA CANTÓN FLAVIO ALFARO ACTIVIDAD TIPO: RESIDENCIAL LOCALIZACIÓN: PERIMETRO DESDE AV. CARLOS ALBERTO ARAY, CALLE RAFAEL... USUARIO TIPO: D NÚMERO DE USUARIOS: 75 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: CT1								
PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
No.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Puntos de iluminación	10	25	250,0	100%	250,0	50%	125,0
2	Tomacorrientes	5	150	750,0	100%	750,0	20%	150,0
3	Computadora	1	150	150,0	100%	150,0	20%	30,0
4	Televisión	1	150	150,0	100%	150,0	40%	60,0
5	Minicomponente	1	150	150,0	100%	150,0	20%	30,0
6	Plancha	1	1000	1000,0	100%	1000,0	10%	100,0
7	Refrigeradora	1	300	300,0	100%	300,0	50%	150,0
8	Microondas	1	600	600,0	80%	480,0	10%	48,0
9	Licuada	1	150	150,0	100%	150,0	10%	15,0
10	Lavadora	1	400	400,0	100%	400,0	20%	80,0
11	Ventilador	1	150	150,0	100%	150,0	40%	60,0
12	Bomba de agua 1/2 HP	1	373	373,0	100%	373,0	20%	74,6
13	Aire acondicionado 12000 BTU	1	1200	1200,0	50%	600,0	30%	180,0
Total				5623,0		4903,0		1102,6

Figura 10. Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial.

		COMPUTO DE CAÍDAS DE VOLTAJE REDES SECUNDARIAS				ANEXO: HOJA: FECHA: 7-feb.-16		
NOMBRE DEL PROYECTO: REGENERACIÓN URBANA CANTÓN FLAVIO ALFARO ACTIVIDAD TIPO: RESIDENCIAL-COMERCIAL LOCALIZACIÓN: PERIMETRO DESDE AV. CARLOS ALBERTO ARAY, CALLE RAFAEL... USUARIO TIPO: C NÚMERO DE USUARIOS: 76 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN: CT1								
PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO								
No.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)	Pt(W)				
1	Puntos de iluminación	10	25	250,0	100%	250,0	60%	150,0
2	Tomacorrientes	5	150	750,0	100%	750,0	20%	150,0
3	Computadora	2	150	300,0	100%	300,0	20%	60,0
4	Televisión	1	150	150,0	100%	150,0	40%	60,0
5	Minicomponente	1	150	150,0	100%	150,0	20%	30,0
6	Plancha	1	1000	1000,0	100%	1000,0	10%	100,0
7	Refrigeradora	1	300	300,0	100%	300,0	60%	180,0
8	Microondas	1	600	600,0	80%	480,0	10%	48,0
9	Licuadora	1	150	150,0	100%	150,0	10%	15,0
10	Lavadora	1	400	400,0	100%	400,0	20%	80,0
11	Ventilador	1	150	150,0	100%	150,0	40%	60,0
12	Bomba de agua 1/2 HP	1	373	373,0	100%	373,0	20%	74,6
13	Aire acondicionado 12000 BTU	1	1200	1200,0	50%	600,0	30%	180,0
14	Congelador	1	400	400,0	50%	200,0	50%	100,0
Total				6173,0		5253,0		1287,6

Figura 11. Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial.

De las hojas de cálculo de la demanda se pudo concluir que el tipo de estrato de mayor incidencia en el sitio es el estrato C y D con una demanda unitaria de 1.5 y 1.3 respectivamente como se muestra en las siguientes figuras:

Factor de potencia (FP) :	0,92	Factor de demanda (FDM):	0,2
DMU:	1,4 kVA	Factor de diversidad (FD):	2,84
Ti:	1,0 %		
Proyección :	10,0 años		
DMUp :	1,5 kVA		
DD:	34,7 kVA		

Figura 12. Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial cálculo de DMUp de 1,5kVA.

Factor de potencia (FP) :	0,92	Factor de demanda (FDM):	0,2
DMU:	1,4 kVA	Factor de diversidad (FD):	2,84
Ti:	1,0 %		
Proyección :	10,0 años		
DMUp :	1,5 kVA		
DD:	34,7 kVA		

Figura 13. Planilla para la determinación de la demanda para consumidor residencial-comercial cálculo de DMUp de 1,5.

Los cálculos de demanda máxima unitaria conjuntamente con la demanda de las cocinas de inducción y la demanda de alumbrado público indica el total de la capacidad que deberá tener el centro de transformación el cual deberá ajustarse a las potencias nominales comerciales que existen en el mercado, así, tenemos la siguiente tabla que presenta la demanda total del proyecto de regeneración urbana:

Tabla 35. Transformadores proyectados Regeneración del Centro Urbano del Cantón Flavio Alfaro.

CT	Usuario	Luminaria led (110 W)	Luminaria led (80 W)	Calculo (kVA)	CT 3F (kVA)	Observaciones
CT1	151	30	52	247,56	250	Padmounted
CT2	103	31	33	158,47	175	Padmounted
CT3	83	21	21	181,14	200	Padmounted
CT4	53	26	26	164,24	175	Padmounted
Total	390	108	132		800	

4.2. Caída de voltaje

Para determinar los niveles de caída de voltaje se aplicaron los nuevos factores kVA-L obtenidos, y se realizó los cálculos con el uso de la planilla para la determinación de la caída de voltaje tanto para los circuitos primarios como secundarios. Tal y como se muestra en la Figura 13 y 14.

Caída de voltaje en red primaria

Se sigue el recorrido del circuito principal primario, y se determina cual es el valor de caída de voltaje en cada centro de transformación, y se establece el tipo de conductor en función de la carga y su ubicación desde el punto de la derivación.

		COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE						HOJA: 1~3		
		CIRCUITOS PRIMARIOS						ANEXO:		
								FECHA: 09-03-18		
PROYECTO:	REGENERACIÓN URBANA DEL CANTÓN FLAVIO ALFARO									
CONSUMIDOR	COMERCIAL/RESIDENCIAL						TRANSFORMADOR	CT1,CT2,CT3,CT4,116448,25350		
CATEGORÍA	D - C						REFERENCIA			
DMUP RESIDENCIAL:	1,3	kVA					POTENCIA NOMINAL	900 kVA		
DMUP COMERCIAL:	1,5	kVA					FASES	3		
NÚMERO TOTAL DE CONSUMIDORES	390						MATERIAL DEL CONDUCTOR	XLPE		
LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:	% 1									
DATOS		TRANSFORMADOR		CARGA	LINEA	COMPUTO				
TRAMO	LONG(Km)	REF.	kVA	DD	No. DE	TAMAÑO.	FCV	kVA-Km	V (%)	
REF.	2	3	4	5	6	7	8	9	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,111	CT1	250,00	900,00	3F	4/0 XLPE	5380	99,9	0,019	0,019
1-2	0,156	CT2	175,00	650,00	3F	2/0 XLPE	3566	101,4	0,028	0,047
2-3	0,222	CT3	200,00	200,00	3F	2/0 XLPE	3566	44,4	0,012	0,059
2-4	0,156	CT4	175,00	275,00	3F	2/0 XLPE	3566	42,9	0,012	0,059
4-5	0,192	116448	75,00	75,00	3F	2 XLPE	1886	14,4	0,008	0,067
4-6	0,218	25350	25,00	25,00	1F	2 XLPE	314	5,5	0,017	0,076
NOTA:						MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE (%) : 0,076				

Figura 14. Planilla para la determinación de la caída de voltaje primario.

Caída de voltaje en redes secundarias

Para obtener los valores de caída de bajo voltaje se lo realizó de forma similar a los circuitos primarios, solo que, en este caso, se toma como referencia el transformador con respecto al sitio donde se ubicará el medidor.

		COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE						ANEXO:		
		REDES SECUNDARIAS						HOJA 1:		
								FECHA: 7-oct.-17		
PROYECTO:	REGENERACION URBANA EN EL CANTON FLAVIO ALFARO									
CONSUMIDOR:	RESIDENCIAL-COMERCIAL						TRANSFORMADOR:	CT1		
CATEGORIA:	D - C						POTENCIA NOMINAL:	250		
	DMUp: 1,3	kVA					CIRCUITO:	1		
	DMUp: 1,5	kVA					VOLTAJE:	220/127		
NÚMERO DE CONSUMIDORES:	151						REFERENCIA:	CIRCUITO 1 - CT1		
LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:	5,0%									
CONDUCTOR:	TTU									
DATOS		ABONA-		CARGA	CARGA	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO	
TRAMO	Long (m)	DOS	kVA	CI (kVA)	No. CONDUC.	CALIB. (mm2)	CV kVA-m	kVA-m	CAIDA DE TENSION (%)	
REF	2	3	4	5	6	7	8	9	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CT1-TDP1	5	151	78,10	91,84	4(3X4/0)	107	7868	849,71	0,11	0,11
CIRCUITO 1										
TDP1-Pr4	30	10	8,24	8,30	1/0	54	760	496,17	0,65	0,76
Pr4-78	5	1	1,50	2,09	6	13	208	17,93	0,09	0,85
Pr4-79	5	1	1,50	2,09	6	13	208	17,93	0,09	0,85
Pr4-80	5	1	1,50	2,09	6	13	208	17,93	0,09	0,85
Pr4-81	24	1	1,50	2,09	6	13	208	86,09	0,41	1,17
Pr4-Pr2	25	6	5,96	5,28	1/0	54	208	281,12	1,35	2,11
Pr2-82	19	1	1,50	2,09	6	13	208	68,15	0,33	2,44
Pr2-83	13	1	1,50	2,09	6	13	208	46,63	0,22	2,34
Pr2-84	5	1	1,50	2,09	6	13	208	17,93	0,09	2,20
Pr2-85	5	1	1,50	2,09	6	13	208	17,93	0,09	2,20
Pr2-86	13	1	1,50	2,09	6	13	208	46,63	0,22	2,34
Pr2-87	19	1	1,50	2,09	6	13	208	68,15	0,33	2,44
NOTAS						MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE (%) : 2,44				

Figura 15. Planilla para la determinación de la caída de voltaje secundario.

4.3. Homologación de simbología

En el proyecto de regeneración urbana se aplicó la simbología y nomenclatura para la identificación de los varios elementos presentes en el proyecto de acuerdo a lo determinado por el MEER. Aplicar el procedimiento facilita al proyectista en gran medida el diseño de los sistemas de distribución y permite una rápida interpretación del fiscalizador de la información presentada por la parte privada, el manejar una misma simbología simplificó y redujo el tiempo de revisión del proyecto.

En las siguientes figuras se muestra los planos que componen un proyecto eléctrico de regeneración urbana los cuales fueron realizados con la nomenclatura y simbología propuestas.

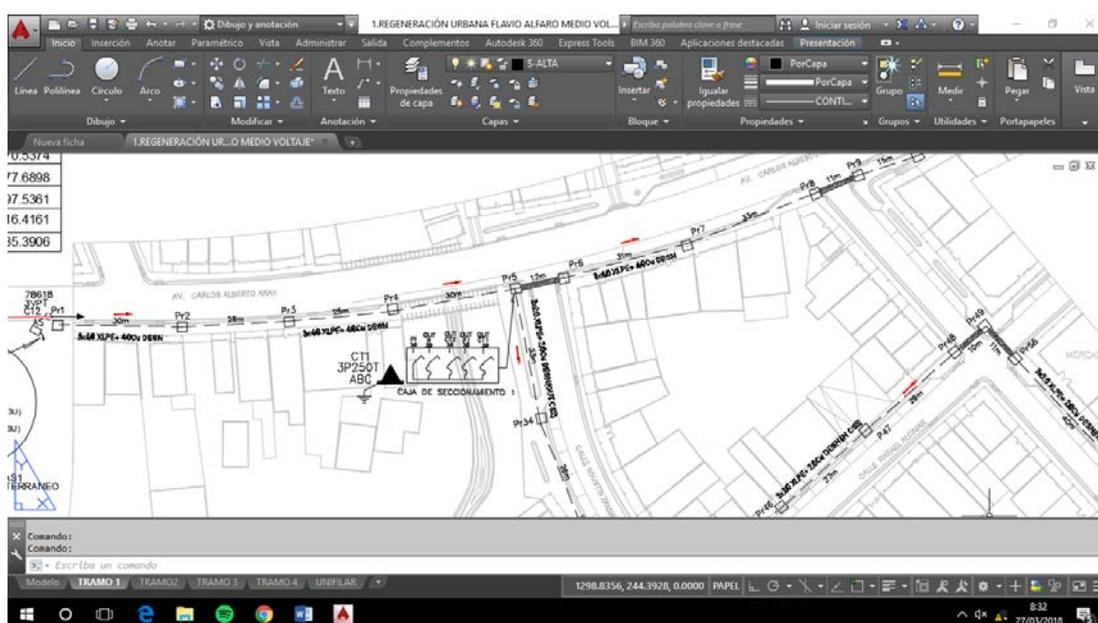


Figura 16. Plano de medio voltaje proyectado.

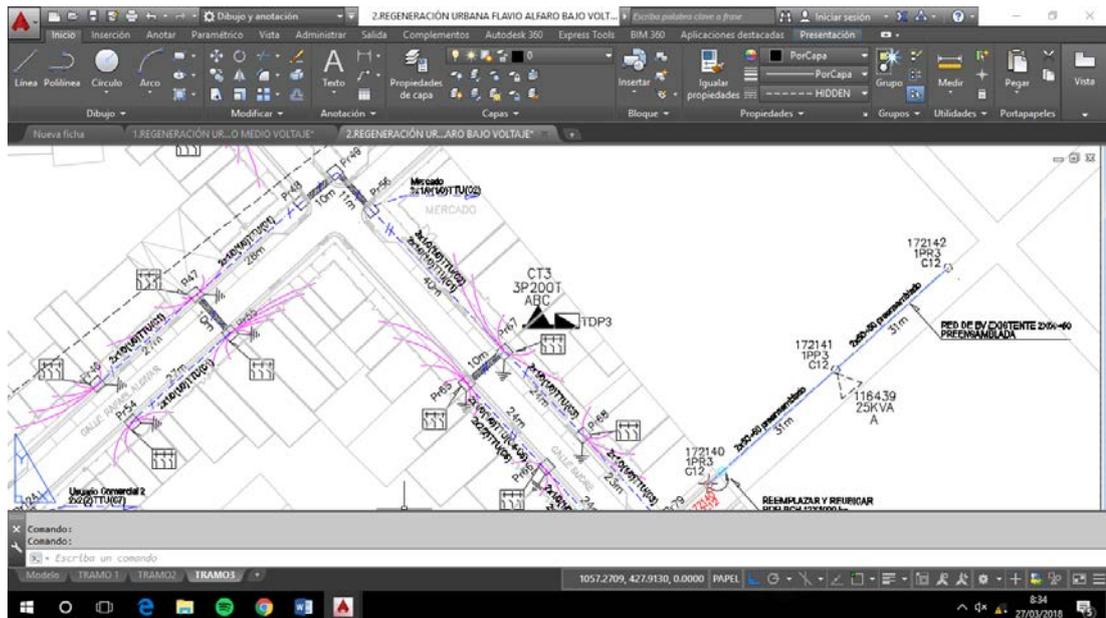


Figura 17. Plano de bajo voltaje proyectado.

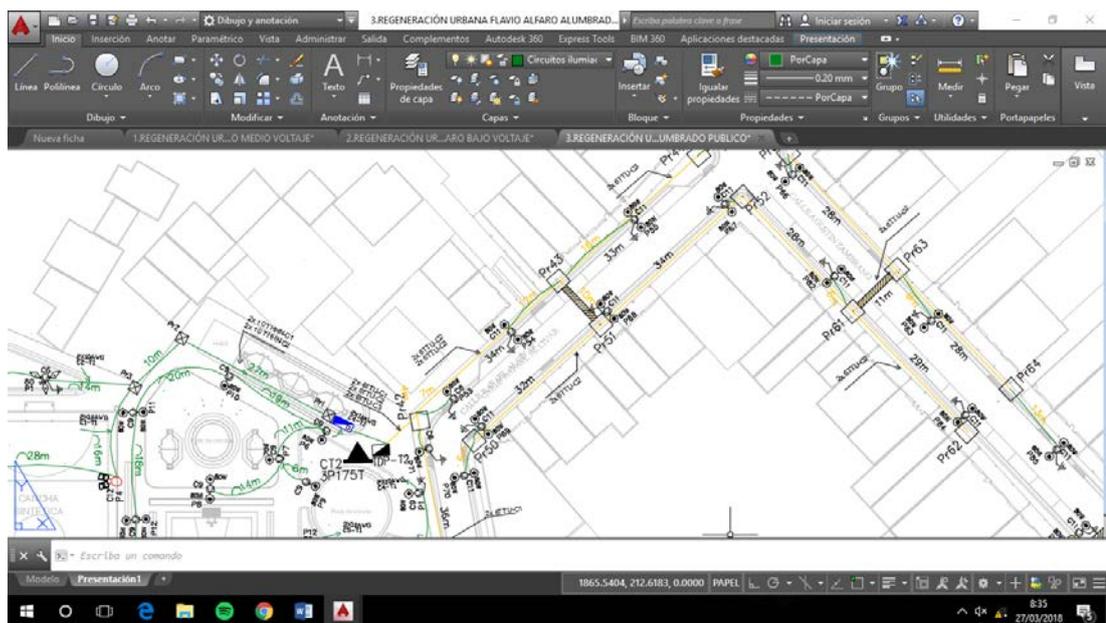


Figura 18. Plano de alumbrado público.

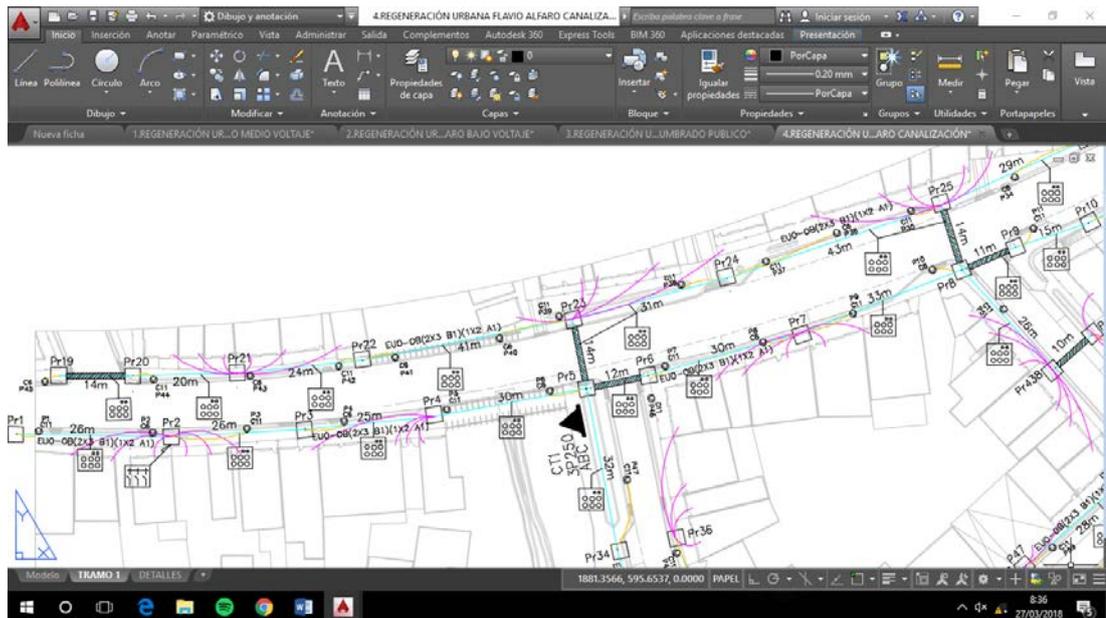


Figura 19. Plano de canalización.

4.4. Estratificación

La estratificación resulto ser bastante acertada con lo estimado de acuerdo al comportamiento de la demanda y crecimiento de las centros urbanos dentro del área de servicio de la CNEL EP Santo Domingo, esta nueva herramienta permite a los profesionales conocer de manera previa cual es el valor de la demanda unitaria en función de la localización del proyecto, con esto se evitara sobredimensionar la potencia de transformadores, lo que produce que se generen pérdidas técnicas por potencia desperdiciada, la cual representa grandes pérdidas económicas para la empresa distribuidora.

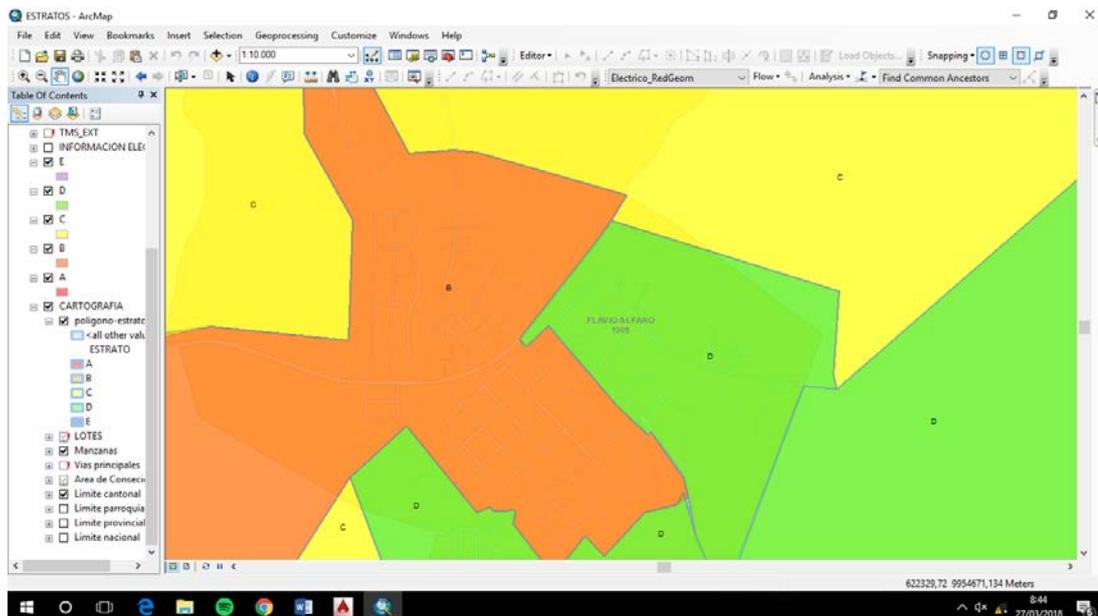


Figura 20. Mapa de estratos sector Flavió Alfaro.

Cabe mencionar que los resultados reales del presente trabajo serán visibles luego de que la empresa decida implantar y socializar la nueva normativa, mientras tanto el tiempo de revisión y aprobación del proyecto de regeneración urbana del cantón Flavió Alfaro duro tres semanas, que la empresa considera tiempo récord en aprobación de un diseño eléctrico de este tipo, por lo cual de ser acogida la normativa y aplicada se esperan los mismos resultados en los demás proyectos que sean ingresados a la distribuidora.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. El diseño eléctrico del proyecto piloto perteneciente al GAD Municipal del cantón Flavio Alfaro, se realizó bajo los parámetros del nuevo procedimiento, el cual obtuvo una respuesta inmediata, que logro generar satisfacción al cliente. La CNEL EP Santo Domingo espera que la aplicación de este procedimiento, replique los resultados obtenidos en proyecto piloto a las nuevas solicitudes de demanda, en los cuales se requiera del diseño de un proyecto eléctrico, y que agilite la atención a futuros sistemas de distribución.
2. El procedimiento permitió que profesionales y clientes accedan a la información necesaria sobre que documentos son solicitados y que departamentos intervienen en el proceso de aprobación de un proyecto eléctrico, para evitar que el cliente como el profesional pierdan tiempo en deducir por ellos mismos, cuáles son los requisitos y pasos a seguir para la solicitud de un nuevo servicio de energía eléctrica dentro del área de concesión de la CNEL EP Santo Domingo.
3. La normativa mejoró la comunicación y entendimiento entre el profesional privado y la distribuidora, a través de un mismo lenguaje dentro de las regulaciones técnicas dispuestas por el MEER, por lo tanto, el diseño del profesional se adaptó a lo requerido por la empresa y no viceversa, esto logro que el tiempo de revisión del proyecto eléctrico se redujera.
4. Se obtuvieron valores de factores kVA-L para las zonas que se encuentran dentro del área de concesión de la CNEL EP Santo Domingo, mismos que toman como referencia las características físicas y medioambientales de estos lugares, esto ayudo a mejorar las condiciones de diseño para obtener valores de caída de voltaje reales y no aproximadas, a diferencia de resultados de caída de voltaje obtenidos con factores de otras distribuidoras donde la temperatura y condiciones del entorno son distintas.

5. Se estableció un mapa digital en formato ArcGIS, el cual, a través de polígonos identificados por colores, muestra al diseñador el tipo de usuario predominante en un lugar específico, que además incluye un rango de valor de demanda unitaria, esto permitió que los valores de demanda calculados por el profesional privado se ajusten a los indicados en el mapa digital, para evitar el sobredimensionamiento de los equipos de transformación proyectados, y de esta manera impedir que se produzcan pérdidas técnicas en los sistemas de distribución.

Recomendaciones

1. Es importante que la información presentada en esta normativa sea socializada en primer lugar con el personal técnico de la empresa distribuidora y luego a los contratistas privados a fin de que todos manejen la misma información, posterior a ello compartir la normativa por medio de la plataforma virtual que maneja la empresa a fin de que un nuevo contratista que se califique pueda acceder fácilmente a dicha información.
2. Implementar un sistema de comunicación entre los distintos departamentos que intervienen durante el proceso de aprobación de un proyecto eléctrico, en el que cada departamento realice las actividades de acuerdo al árbol de procesos planteado, con esto se lograra evitar la instalación de medidores sin tener una previa aprobación del proyecto, además se podrá garantizar que los trabajos de construcción y des energización para realizar dichos trabajos sea ejecutados correctamente.
3. De ser necesario y factible se podría realizar la contratación de un fiscalizador adicional para dividir la carga laboral y que el tiempo de atención sea aún más rápido, y evitar que existan quejas por parte del cliente.

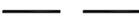
REFERENCIAS

- A.Cárcamo-Gallardo. (2015). Reconfiguración de Redes Eléctricas de Media Tensión basada en el Algoritmo de PRIM. . *Revista Chilena de Ingeniería* , 83-91.
- Administrator. (2017). *MARCO TEORICO HOMOLOGACIÓN UNIDADES DE PROPIEDAD*. Obtenido de www.unidadesdepropiedad.com
- ARCONEL. (2015). *Regulación No. CONELEC 005/14*. Quito : Agencia de Regulación y Control de Electricidad .
- Betancur, D. (2010). Beneficios por Reducción de pérdidas eléctricas en la red de Distribución al aadoptarse niveles de tensión superiores en la media tension . *CIER* , 63.
- Brrough, P. (1994). *Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment*. . Oxford: Oxford Science.
- C. Aguilar, A. R. (2015). Mejoramiento de la Calidad del Producto Técnico e Impacto en la Utilización de Generación Distribuidora con Energías Renovables en una Zona de la provincia de Manabi. *Revista Técnica Energía* , 11.
- CAD/CAM, I. a. (2013). *Lenguaje de Ingeniería* . Obtenido de lenguajedeingenieria.files.wordpress.com
- Consejo de Educación Superior. (2013). *Reglamento de Régimen Académico*. Quito: Gaceta Oficial del Consejo de Educación Superior.
- Córdova, C. (2017). *Metodología para estimación de las curvas de demanda nergética de la CNEL-EP Unidad de Negocio Santo Domingo*. Santo Domingo.
- D.O. Anaut, G. D. (2009). *Optimización de redes eléctricas mediante la aplicación de algoritmos genéticos*. .
- E. Bastidas, H. S. (2016). *Desarrollo de una metodología para la coordinación del aislamiento en redes eléctricas de media tensión*.
- Flores, J. E. (2016). *Análisis de conglomerados del comportamiento de la demanda eléctrica en clientes utilizando datos de medidores inteligentes*. Quito: Bachelor's thesis.

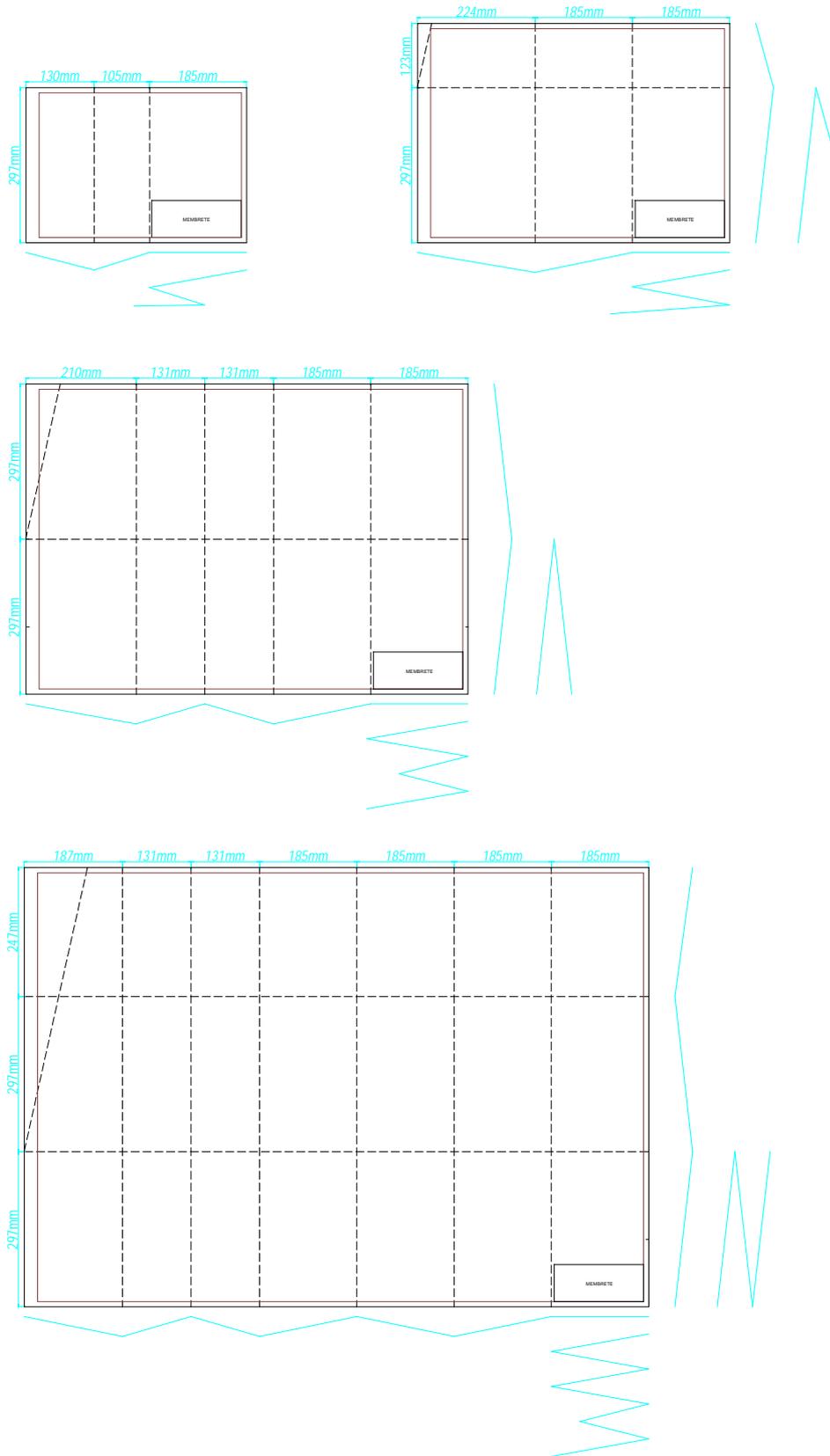
- González, W. H. (2014). *Impacto de la implementación del sistema de cocción inducción electromagnetica en las redes de distribución de la empresa Eléctrica Regional del sur en la ciudad de Loja* . loja .
- K. Chiluisa, L. M. (2011). *Estudios de los sistemas para la administración de la distribución y de los requisistos para su implementación*. Quito : Universidad Politécnica Salesiana .
- M. Poveda, M. S. (2014). *Metodología de estimación de demandas residenciales* . Quito : Empresa Eléctrica Quito .
- Martinez, L. (2016). *Metodologia para la estimación de demandas residenciales* . Santo Domingo : CNEL EP .
- Morales, A. J. (2016). *Estudio de flujos de potencia y de cortocircuito en sistemas de distribución de media tensión incorporando generación distribuida*.
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica* .
- Onofre, A. (2017). *Informe de Direccion Técnica - Fiscalización*. Santo Domingo.
- R. Jimenez, H. C. (2016). *Evaluacion de esquemas de protección integral en redes de distribución radial de media tensión con generación distribuida* .
- Sanz, M. G. (2016). Planificación y Diseño Automático Óptimo de Grandes Redes Eléctricas de Distribución: Aplicación al Centro Histórico de Quito. *Revista Técnica de Energía* , 12.
- Silva, L. M. (2013). *¿QUE ES AUTOCAD Y PARA QUE NOS SIRVE?* Obtenido de <http://leonardoqta03.blogspot.com>
- Sosa, M. (2015). *Normas para el sistema de distribución Parte A*. Quito: Empresa Eléctrica Quito.
- Tarco, S. J. (2007). *Actualización de Normalización y Procedimientos de instalaciones Eléctricas para media y baja tensión den ELEPCO S.A.* . Latacunga: Escuela Politécnica del Ejército .
- Trigal, L. L. (2015). *Diccionario de Geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. León.
- Vásquez, G. M. (2016). *Evaluación de los diferentes métodos para el calculo de las pérdidas técnicas en media tensión para redes de distribución* . Universidad del Salvador .

ANEXOS

Anexo 4. Homologación para trazado de conductores.

DESCRIPCION	LAYER	COLOR	LINEA	PUNTA	
RED AEREA DE M.V.	MEDIA	ROJO	CONTINUA	0.50	
RED AEREA DE M.V., EXIST.	MEDIA-E	ROJO	CONTINUA	0.20	
RED SUBTERRANEA DE M.V.	S-MEDIA	B/W	HIDDEN	0.60	
RED SUBTERRANEA DE M.T., EXIST.	S-MEDIA-E	B/W	HIDDEN	0.20	
RED AEREA DE B.V.	BAJA	AZUL	ACAD_ISO10W100	0.30	
RED AEREA DE B.V., EXIST.	BAJA-E	AZUL	ACAD_ISO10W100	0.15	
RED SUBTERRANEA DE B.V.	S-BAJA	12	BORDER	0.60	
RED SUBTERRANEA DE B.V., EXIST.	S-BAJA-E	12	BORDER	0.25	
RED AEREA DE ALUMBRADO	ALUMBRADO	VERDE	CONTINUA	0.30	
RED AEREA DE ALUMBRADO, EXIST.	ALUMBRADO-E	VERDE	HIDDEN	0.30	
RED SUBTERRANEA DE ALUMBRADO	S-ALUMBRADO	40	CONTINUA	0.60	
RED SUBT. DE ALUMBRADO, EXIST.	S-ALUMBRADO-E	40	HIDDEN	0.60	
BASE GEOGRAFICA	BASE	9	CONTINUA	0.05	
SIMBOLOGIA	SIMBOLOGIA	B/W	VARIOS	0.13	
SIMBOLOS	ESTRUCTURAS	B/W	VARIOS	0.13	
DIAGRAMA UNIFILAR	DIUN	BLANCO	VARIOS	0.20	
CONDUCTOR DUPLEX	VARIOS	VARIOS	CONTINUA	0.25	
CONDUCUTOR TRIPLEX	VARIOS	VARIOS	CONTINUA	0.25	
ACOMETIDA	AOMETIDA	12	CONTINUA	0.25	
RIO O ESTERO	RIO	140	CONTINUA	0.25	

Anexo 5. Plegado de planos.



Anexo 6. Flujo de procesos para la aprobación de un proyecto eléctrico de distribución.

