

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICO
SUBTERRÁNEO PARA LA URBANIZACIÓN “MARINA BLUE”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO**

ALEX ENRIQUE ANGUISACA MOROCHO

alexanguisaca@gmail.com

DIRECTOR: Ing. FAUSTO GUILLERMO AVILÉS MERINO

fausto.aviles@epn.edu.ec

Quito, Junio 2015

DECLARACIÓN

Yo, Alex Enrique Anguisaca Morocho, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alex Enrique Anguisaca Morocho

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Enrique Anguisaca Morocho, bajo mi supervisión.

Ing. Fausto G. Avilés (MSc)
DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. Fabián Pérez
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A mi padre, un excelente profesional, que me brindó la oportunidad de poder tener una carrera profesional gracias a su sacrificio de trabajar lejos de su familia.

A mi madre, su apoyo incondicional, su confianza en que lograré cualquier meta que me haya establecido, jamás olvidaré el día en que me acompañó a realizar el test para poder ingresar a la E.P.N.

A mi tío Humberto Anguisaca, quien siempre me motivó a que terminara mi carrera y me enseñó a valorar el sacrificio de mis padres.

A mi hermano Fausto Espinoza, por esas madrugadas en que nos levantábamos a estudiar.

A los profesores que compartieron sus conocimientos, su experiencia y sobre todo su ejemplo en cada una de las etapas en mi vida estudiantil.

Al Ing. Fausto Avilés por su constante apoyo y motivación para la culminación del presente proyecto.

Al Ing. Arturo Gándara por confiar en mí para el desarrollo de este proyecto y por la experiencia obtenida a su lado en mi etapa profesional.

DEDICATORIA

A las personas que confiaron en mí, que me han apoyado y motivado para la culminación de mi carrera, quienes me han inspirado y para quien, culminarla, es sinónimo de un mejor porvenir. Para mis padres, mis hermanos, mi esposa y mi hija Sofía.

CONTENIDO

DECLARACIÓN	ii
CERTIFICACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	xi
PRESENTACIÓN	xii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
I.1 INTRODUCCIÓN	1
I.2 OBJETIVOS Y ALCANCE	4
I.2.1. OBJETIVO GENERAL	4
I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
I.2.3. ALCANCE.....	5
I.2.4. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE	7
II.1 INTRODUCCIÓN	7
II.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS	8
II.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS	10
II.2.2. TOPOLOGÍAS DE LA RED	11
II.2.2.1. Configuración en anillo	11
II.2.2.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.....	12
II.2.2.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.....	12
II.2.2.2. Sistema de alimentación selectiva.....	14
II.2.2.3. Configuración radial.....	14
II.2.3. EQUIPOS Y ACCESORIOS	15
II.2.3.1. Transformadores	15

II.2.3.1.1 Transformadores monofásicos autoprotegidos.	15
II.2.3.1.1 Transformadores trifásicos:	17
II.2.3.2. Equipos de seccionamiento y protección.....	24
II.2.3.2.1 Celdas de medio voltaje aislado en SF6	24
II.2.3.2.2 Caja de maniobra	26
II.2.3.2.3 Caja de conexión.....	27
II.2.3.2.4 Interruptores para redes subterráneas	27
II.2.3.3. Sistemas modulares para conexiones en M.V. y B.V.	29
II.2.3.3.1 Boquilla tipo pozo	29
II.2.3.3.2 Boquilla tipo inserto	29
II.2.3.3.3 Boquilla tipo inserto doble (FEET THRU INSERT).....	30
II.2.3.3.4 Conector tipo codo	30
II.2.3.3.5 Conector tipo codo portafusible.....	31
II.2.3.3.6 Conector tipo “T”	32
II.2.3.3.7 Barrajes desconectables	33
II.2.3.3.8 Pararrayos tipo codo	34
II.2.3.3.9 Bushing de parqueo aislado	35
II.2.3.3.10 Tapón aislado.....	36
II.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS DE NUEVA GENERACIÓN.....	37
II.3.1. COCINAS DE INDUCCIÓN	38
II.3.1.1 Introducción	38
II.3.1.1.1 Calentamiento por inducción electromagnética	39
II.3.1.1.2 Efecto piel (efecto pelicular Skin).-	41
II.3.1.1.3 Resistencia equivalente.-	42
II.3.1.1.4 Ventajas	43
II.3.1.1.5 Desventajas.....	44
II.3.2. BOMBAS DE CALOR	47
II.3.2.1 Introducción	48
II.3.2.2 Ventajas.....	48
II.3.2.3 Desventajas.....	49

II.3.2.4 Definición.....	49
II.3.2.4 Clasificación	50
II.3.2.5 Funcionamiento	51
II.3.2.6 Componentes	51
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE LA DEMANDA.....	53
III.1 INTRODUCCIÓN	53
III.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO	54
III.2.1 DENSIDAD DE CARGA.....	54
III.2.2 CARGA INSTALADA (<i>CI</i>).....	54
III.2.3 CAPACIDAD INSTALADA (<i>PI</i>).....	54
III.2.4 DEMANDA MÁXIMA (<i>DM</i>)	55
III.2.5 NÚMERO DE HORAS DE ARGUMENTO EQUIVALENTE (<i>EH</i>).....	55
III.2.6 DEMANDA <i>Dt</i>	55
III.2.7 CARGA PROMEDIO (<i>Dp</i>)	56
III.2.8 FACTOR DE DEMANDA (<i>FD</i>).....	56
III.2.9 FACTOR DE UTILIZACIÓN (<i>FU</i>).....	56
III.2.10 FACTOR DE POTENCIA (<i>cosϕ</i>).....	57
III.2.11 FACTOR DE CARGA (<i>FC</i>).....	57
III.2.12 FACTOR DE PLANTA (<i>FPL</i>)	58
III.2.13 FACTOR DE DIVERSIDAD O DE GRUPO (<i>Fdiv</i>)	59
III.2.14 FACTOR DE COINCIDENCIA (<i>Fco</i>).....	61
III.2.15 DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE Y DEMANDA TOTAL (DMD)	62
III.3 MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE DEMANDA BASADO EN EL NEC (NATIONAL ELECTRICAL CODE)	62
III.3.1 CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500 kWh/MES/CLIENTES	63
III.3.1.1 Determinación de la demanda de una vivienda.....	63
III.3.1.2 Determinación de la demanda máxima para un grupo de clientes.....	65
III.3.2 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA PARA LA URBANIZACIÓN “MARINA BLUE”	66

III.3.2.1 Cálculo de demanda máxima unitaria para el usuario representativo	67
III.3.2.2 Cálculo de la demanda de servicios generales	72
III.3.2.3 Cálculo de la demanda total	76
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LAS REDES ELÉCTRICAS	77
IV.1 INTRODUCCIÓN	77
IV.2 BASES DEL DISEÑO	80
IV.2.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA Y SU PROYECCIÓN	80
IV.2.2. VOLTAJE DEL SUMINISTRO	80
IV.2.3. PUNTO DE CONEXIÓN	81
IV.2.4. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS	82
IV.2.5. CAÍDA DE VOLTAJE ADMISIBLE	83
IV.2.6. ALUMBRADO PÚBLICO	84
IV.2.7. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	84
IV.2.8. OBRAS CIVILES	84
IV.2.8.1 Pozos	84
IV.2.8.2 Canalizaciones y ductos	85
IV.2.8.3 Bases de hormigón para la instalación de equipos	89
IV.3 DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE MEDIO VOLTAJE Y BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PÚBLICO	91
IV.3.1. SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES	96
IV.3.2. TRAZADO DE LA RED DE BAJO VOLTAJE	99
IV.3.3. TRAZADO DE LA RED DE MEDIO VOLTAJE	101
IV.3.3.1 Selección de la Topología	102
IV.3.2.1 Selección del conductor de medio voltaje	109
IV.3.4. TRAZADO DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	111
IV.3.4.1 Clase de iluminación según tipo de vías	111
IV.3.4.2 Caídas de voltaje	114
CAPÍTULO V: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	116
V.1 INTRODUCCIÓN	116

V.2 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	117
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	125
VI.1 CONCLUSIONES.....	125
VI.2 RECOMENDACIONES	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	132

RESUMEN

En la actualidad la planificación de redes de distribución eléctrica se está realizando de manera completamente subterránea y el país no ha quedado fuera de este precepto. El MEER ha desarrollado desde el año 2011 toda una normativa con los lineamientos para el diseño y construcción de este tipo de redes, así como ha normalizado simbología, equipos, materiales dejando a las diferentes empresas distribuidoras del país la aplicación de los mismos.

El presente proyecto tiene como objetivo dotar del servicio de energía eléctrica a la Urbanización “Marina Blue” y para el efecto, como primer paso, obtener un proyecto eléctrico aprobado por la empresa CNEL Manabí con sus respectivas normativas y regulaciones. El diseño se lo ha planificado subterráneo aplicando las nuevas consideraciones y buscando equipos más eficientes que no incrementen la demanda de manera exagerada, esto por el incremento de equipos eléctricos debido a la cocción de alimentos y el calentamiento de agua. Como los equipos más idóneos para cumplir este objetivo se han escogido a la cocina de inducción y las bombas de calor, respectivamente.

Se establece la demanda del usuario más representativo, incluyendo los equipos mencionados anteriormente, y se determina la demanda que será necesaria para atender a la urbanización. Con este valor se procede a determinar la mejor alternativa de topología para la red y la distribución de los transformadores, comprobando que se cumpla con los parámetros establecidos por la empresa distribuidora.

Se determina un listado de materiales final y se elabora un presupuesto de construcción, dato importante para los inversores del proyecto que lo necesitan para incluirlo al del resto de ingenierías y comprobar si el proyecto es factible realizarlo o no.

PRESENTACIÓN

Debido a que existe una disposición decretada por el Gobierno del Ecuador, donde se indica a las diferentes empresas eléctricas del país que los nuevos proyectos, diseño y construcción, en urbanizaciones y lotizaciones sean exclusivamente subterráneos, es importante adquirir conocimiento y experiencia sobre redes subterráneas, conocer sus ventajas y su correcta aplicación.

En base a lo anterior, se desarrolla el presente proyecto con el objetivo de dotar de energía eléctrica a la Urbanización “Marina Blue” y de conocer en profundidad los lineamientos para los diseños de redes subterráneas, equipos a utilizarse, normativas actualizadas por los diferentes entes reguladores del país, gubernamentales y municipales.

El presente proyecto ha sido desarrollado en seis capítulos a través de los cuales se alcanzará el objetivo principal que es de dotar de energía eléctrica a la urbanización.

El capítulo I, describe las generalidades del proyecto así como se establecen los objetivos principales, específicos y el alcance del mismo.

El capítulo II, analiza el estado del arte de las redes subterráneas, analiza brevemente el documento de homologación desarrollado por el MEER y la normativa de la EEQSA, así como también presenta las alternativas existentes para el calentamiento de agua y presenta un resumen de las cocinas de inducción.

El capítulo III, describe el procedimiento para el cálculo de la demanda para un usuario, se incluye el incremento de equipos eléctricos necesarios para la cocción de alimentos y agua caliente sanitaria, fundamental para un correcto dimensionamiento de las redes, y el global para la urbanización.

En el capítulo IV, se detalla el diseño en sí de la red de medio voltaje, bajo voltaje y alumbrado público.

El capítulo V, permitirá generar una planilla referencial de materiales y un presupuesto de construcción de la red.

En el capítulo VI, se presentará un análisis de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones que aportaran a la experiencia de realizar diseños con los lineamientos adoptados en el país para dotar de energía eléctrica a urbanizaciones y lotizaciones.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES.

I.1 INTRODUCCIÓN

Buscando una armonía entre los sistemas eléctricos y el medio ambiente los entes gubernamentales han decidido apostar por la implementación de redes subterráneas como política para nuevas instalaciones eléctricas y existentes, tal es así que se han desarrollado proyectos para el soterramiento de cables en el Distrito Metropolitano de Quito, la acometida para la ex Fábrica Textil Imbabura convertida

en Complejo Turístico y Cultural en Atuntaqui, el Centro Histórico de Ibarra, el Centro Histórico de Loja, para citar algunos ejemplos.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha elaborado una ordenanza, No. 0022, que establece el régimen administrativo de otorgamiento y aplicación de la licencia metropolitana urbanística de utilización o aprovechamiento de espacio público para la instalación de redes de servicio – denominada LMU 40. Y mediante un reglamento denominado, “Reglas técnicas para la instalación de redes eléctricas y de conectividad en el Distrito Metropolitano de Quito, se regula la construcción de nuevos proyectos eléctricos y de comunicaciones en la ciudad, dando criterios de diseño para la instalación y ordenamiento subterráneo de redes de servicio eléctrico, telefónico, de televisión por cable, transmisión de datos y otros servicios.

A su vez el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (MEER) ha desarrollado un documento de homologación que deberá ser adoptado e implantado por las diferentes empresas eléctricas de distribución del país. El documento consta de las siguientes secciones:

- *Sección I.-* contiene el marco teórico para la homologación de las unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas.
- *Sección II.-* contiene el manual de construcción del sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas.
- *Sección III.-* contiene las especificaciones técnicas de los materiales a usar para el sistema de distribución eléctrica de redes subterráneas.
- *Sección IV.-* contiene el manual de las unidades de construcción.
- *Sección V.-* contiene el código a utilizar para las unidades de propiedad y las unidades de construcción.
- *Sección VI.-* contiene la simbología homologada para los elementos del sistema de distribución de redes subterráneas.

El desarrollo de la tecnología en el campo de redes subterráneas ha permitido que, actualmente, la implementación sea posible abaratando el costo de los equipos

y sobre todo optimizando la utilización del espacio físico de los mismos, que años atrás era el principal impedimento para su utilización y hoy en día podemos aprovechar de sus ventajas.

Las redes subterráneas permiten mejorar las condiciones de seguridad de los usuarios, el impacto visual y aumentar los recursos para la operación de la red: Implementación de sistemas SCADA, control remoto de equipos de protección, operación, regulación, gestión de la demanda, simulación de eventos posibles en la red, etc. Además permiten reducir las pérdidas de energía (perdidas negras), aumentar la confiabilidad y la calidad del sistema de distribución. Como desventajas se puede indicar que presentan una mayor inversión inicial, dificultad para la localización de fallas, el mantenimiento y la reparación necesita de mayor tiempo para su ejecución y están expuestas a la humedad y a la acción de roedores.

Tomando en cuenta la tendencia adoptada por los entes reguladores y las ventajas indicadas se ha decidido realizar el diseño de distribución eléctrica de la Urbanización “Marina Blue”, de manera subterránea, objetivo del presente proyecto, donde se considerará además, para el estudio de demanda y dimensionamiento de la red, el incremento de la utilización de energía eléctrica para aplicaciones como: calentamiento de agua y cocción de alimentos. Esto debido al cambio de matriz energética provocado por el ingreso a la generación eléctrica del país de varios proyectos hidroeléctricos que garantizarán el suministro de energía eléctrica y una reducción del costo de la tarifa.

Como consecuencia existen en el mercado nuevas propuestas de equipos más eficientes (consumo menor de energía eléctrica) que evitarían un sobredimensionamiento de las redes eléctricas así como un incremento excesivo en el precio de casas y departamentos (los principales usuarios).

La urbanización “Marina Blue”, ubicada en la ciudad de Manta, se encuentra distribuida de la siguiente manera:

- 232 lotes de un área promedio de 500 m², destinado para viviendas unifamiliares.

- 14 lotes de un área promedio de 1200 m² junto a la playa, destinada para la construcción de bloques de departamentos distribuidos de la siguiente manera:
 - 3 lotes para la edificación de 12 departamentos.
 - 4 lotes para la edificación de 10 departamentos.
 - 7 lotes para la edificación de 6 departamentos.

I.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

I.2.1. OBJETIVO GENERAL

El presente proyecto tiene por objetivo realizar el diseño de la red de distribución eléctrica subterránea de la urbanización “Marina Blue”, considerando para el estudio de demanda, dimensionamiento de equipos, acometidas y protecciones, el incremento de equipos eléctricos usados para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua. Se analizará cuál de los equipos existentes en el mercado son los más eficientes. Además se aplicará el documento de homologación desarrollado por el MEER y la normativa elaborada por la Empresa Eléctrica Quito S.A.

I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio de demanda eléctrica, incluyendo equipos eléctricos para la cocción de alimentos y agua caliente sanitaria.
- Realizar el diseño de la acometida de medio voltaje utilizando equipos de frente muerto.

- Definir la topología de red adecuada y realizar el diseño de la red de distribución eléctrica de medio voltaje.
- Definir la topología de red adecuada y realizar el diseño de la red de distribución de bajo voltaje.
- Realizar el diseño de la red de distribución eléctrica de alumbrado público tomando en cuenta la regulación No. 005/14 del CONELEC.
- Realizar la lista de materiales y el presupuesto referencial de construcción de la obra.

I.2.3. ALCANCE

- Se realizará el estudio de demanda eléctrica para un usuario tipo de la urbanización, escogiendo la mejor alternativa para los equipos eléctricos a utilizar (los más eficientes) tanto para el calentamiento de agua y la cocción de alimentos, principales puntos afectados por la eliminación del subsidio del gas y la mejora de las tarifas eléctricas.
- El diseño de la acometida de medio voltaje se realizará utilizando equipos con frente muerto, celdas modulares compactas en SF6. Mediante un estudio de cortocircuito del sistema se determinarán las protecciones requeridas.
- Una vez definida la topología de la red de medio voltaje se considerará para el diseño la utilización de equipos de frente muerto, tales como: Cajas de maniobras y transformadores tipo pedestal (Padmounted). Para su correcto funcionamiento se utilizará el documento de homologación desarrollada por el MEER y las normas de aplicación elaboradas por la Empresa Eléctrica Quito S.A.
- Para el diseño de la red de bajo voltaje se proveerá el uso de tableros de distribución, contadores de energía y recorridos en canalización que permitan optimizar el uso de conductores eléctricos (un rubro importante en la planilla de presupuesto de construcción).

- El diseño de alumbrado público se realizará en base a la regulación del CONELEC No. 005/14 y para ayuda al diseño se utilizará el paquete computacional RELUX.
- Mediante los resultados obtenidos se realizará un estudio técnico-económico que presentará como resultado una planilla referencial para construcción de la obra eléctrica.

I.2.4. JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal del proyecto es dotar de un servicio eléctrico de calidad a la urbanización “MARINA BLUE” y aprovechar el mismo para analizar los efectos que se producirán en las redes (potencias de transformadores, calibre de conductores, determinación de protecciones) debido al incremento de equipos eléctricos usados para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua (punto que no ha sido mencionado en el debate producido por la sustitución del gas licuado de petróleo (GLP) como fuente de energía, esto constituye una de las más importantes intervenciones que considera la matriz energética elaborada por el MEER. Además se podrá conocer que equipos son los más eficientes, que tecnologías existen en la actualidad para estas tareas y adquirir experiencia y conocimiento en el diseño de redes subterráneas ya que en la actualidad es el parámetro a seguir determinado por las diferentes empresas eléctricas de distribución del país.

El proyecto se desarrollará en base a la información conseguida: planos de instalaciones civiles y detalle de máquinas eléctricas a utilizar.

CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE.

II.1 INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) mediante el acuerdo ministerial MEER No. 211 estableció que cada una de las empresas de distribución de energía eléctrica del país deben considerar el cambio de redes aéreas a redes soterradas con el objetivo principal de proteger a la ciudadanía disminuyendo el contacto directo a elementos energizados. Y en consecuencia los nuevos proyectos de diseño y construcción de redes eléctricas deben ser subterráneos.

Para ello ha elaborado toda una normativa y manuales de construcción de redes subterráneas que deberá ser aplicado con obligatoriedad en todo el territorio

nacional. Las diferentes empresas distribuidoras han empezado a adoptar dicha normativa donde el cambio fundamental es que los sistemas de distribución sean más seguros tanto en construcción, operación y mantenimiento.

Reforzando esta premisa los diferentes gobiernos locales, municipios, han elaborado complementos a esta normativa con el objetivo de reordenar los diferentes servicios en aceras y avenidas de las ciudades. El municipio de Quito en particular ha elaborado la ordenanza No. 0022 donde se explica cómo se debe realizar la construcción civil de ductos, pozos, cajas de revisión y el espacio en la acera que deben ocupar cada uno de los servicios tales como: electricidad, comunicaciones y semaforización.

II.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS [3]

Las redes de distribución subterránea son empleadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable hacerlo con redes aéreas.

Un sistema de distribución subterráneo está conformado por los siguientes elementos:

- Ductos.
- Cables.
- Cámaras.
- Empalmes, uniones y terminales.

Los requisitos que debe cumplir un sistema de distribución son:

- Aplicación de normas nacionales e internacionales.
- Seguridad para el personal y los equipos.
- Simplicidad en la construcción y operación.
- Facilidades de alimentación desde el sistema de potencia.

- Optimización de costos.
- Mantenimientos y políticas de adquisición de repuestos.
- Posibilidad de ampliación y flexibilidad.
- Resistencia mecánica.
- Entrenamiento de personal.
- Confiabilidad de los componentes.
- Continuidad del servicio.
- Información relacionada con la zona donde se encuentra ubicada el proyecto (ubicación, altitud, zonas de acceso).
- Información relacionada con las condiciones climáticas de la zona.
- Información particular referente a: requerimientos técnicos de clientes, ubicación de cargas especiales e industriales, plano lotizado (que contenga zona residencial, comercial, importancia de las vías, ubicación de otras instalaciones, nivel socioeconómico, relación con otros proyectos de la zona y características geotécnicas).
- Regulación de niveles de voltaje (niveles máximos admisibles).
- Pérdidas de energía (niveles máximos admisibles).
- Control de frecuencia.

El diseño de un sistema de distribución debe incluir:

- La localización de la alimentación para el sistema.
- El conocimiento de las cargas.
- El conocimiento de la tasa de crecimiento de las cargas.
- Selección del voltaje de alimentación.
- Localización óptima de las cámaras de transformación (transformadores de distribución).
- Diseño del sistema de tierra.
- Análisis de las corrientes de cortocircuito.
- Diseño de las protecciones de sobrecorriente.
- Diseño de protección contra sobretensiones.

La selección de equipos debe incluir:

- La selección de los transformadores de distribución, interruptores, tableros.
- Selección de conductores (cables aislados y desnudos).
- Optimización del calibre de los conductores.
- Selección en caso necesario de equipos para supervisión de carga y automatización del sistema para la operación bajo condiciones normales y anormales del sistema.

II.2.1. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Una de las principales desventajas de las redes de distribución subterránea era su alto costo tanto de construcción como de operación y mantenimiento en relación a las redes aéreas, pero haciendo un análisis más detallado y considerando factores como: energía no vendida, suspensión de actividades económicas, daño de artefactos eléctricos, pérdidas de vidas humanas, todas debido a los cortes del suministro eléctrico causado por choques de autos a postes de la red aérea o caída de líneas debido árboles derribados sobre la misma, nos hacen concluir que no es tan cierta esa premisa.

Con las redes tendidas de manera subterránea se tiene un mejor ornato en las ciudades contribuyendo a un beneficio ambiental en las mismas teniendo más árboles y disminuyendo el riesgo a la vida humana por mantenerlos. Las redes de distribución subterránea son menos sensibles a agentes externos. Además con los rápidos avances tecnológicos (procesos constructivos del cable más óptimos, nuevos equipos de conexión y métodos de instalación) ha permitido que los costos de los mismos hayan disminuido.

Otra ventaja es que se puede aumentar la confiabilidad de la red mediante un sistema SCADA. Interruptores, transformadores, seccionalizadores, equipos de medición pueden ser monitoreados y operados desde un centro de control.

Además con este tipo de redes se puede disminuir el robo de materiales y energía eléctrica y permite una operación más segura para los trabajadores de mantenimiento y operación.

Como las principales desventajas podemos anotar el alto costo de inversión inicial, la poca flexibilidad de la red para ampliaciones o remodelaciones y lo difícil que es detectar y ubicar una falla, incrementando el tiempo de reparación.

Las redes de distribución subterránea son usadas normalmente en:

- Parte residencial.
- Hospitales.
- Aeropuertos.
- Centros comerciales.
- Sitios históricos.
- Complejos turísticos.
- Parques nacionales.

II.2.2. TOPOLOGÍAS DE LA RED [6]

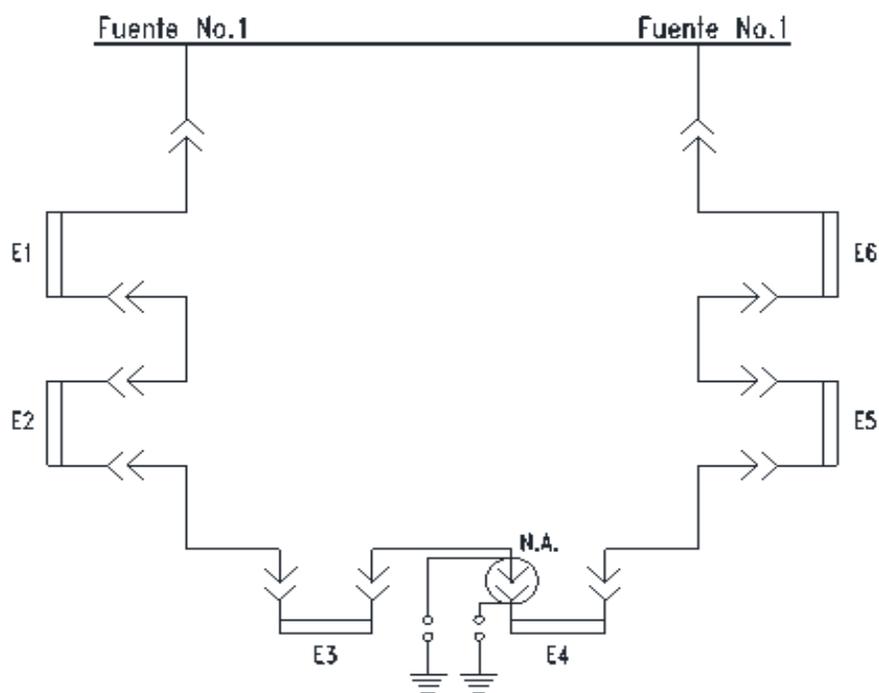
La topología de una red se refiere al esquema o arreglo en que se distribuye la energía eléctrica desde la fuente de energía hasta el usuario final. La elección de la misma se realiza en función de la localización geográfica, forma y distribución, clima, zona de influencia, diseño urbano, tráfico vehicular y peatonal, tipo de construcción, necesidades eléctricas actuales y futuras.

II.2.2.1. Configuración en anillo

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria entre las fuentes y la carga para proporcionar del servicio de energía eléctrica. Esta configuración a su vez se puede clasificar en:

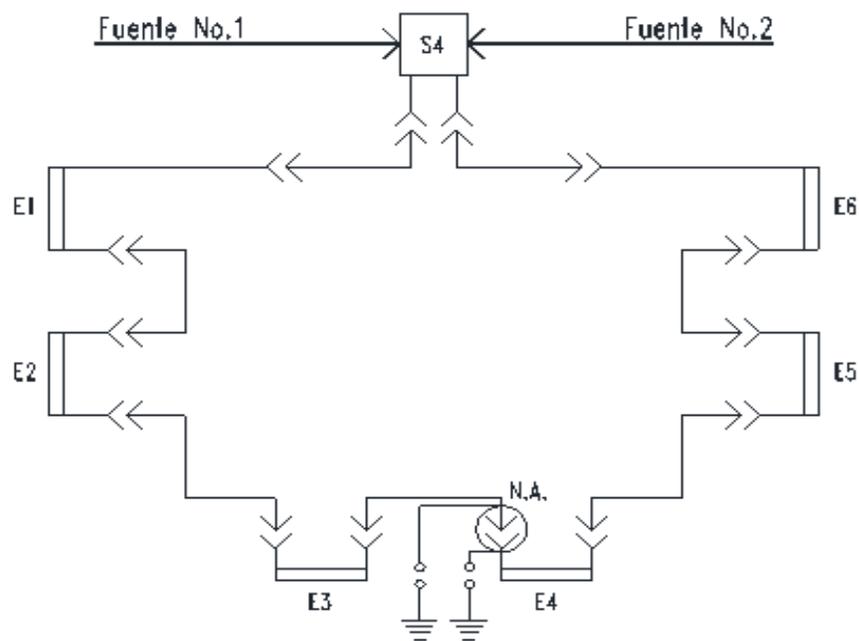
II.2.2.1.1 Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.- es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de carga.

Figura 2.1
Configuración en anillo con una sola fuente de alimentación



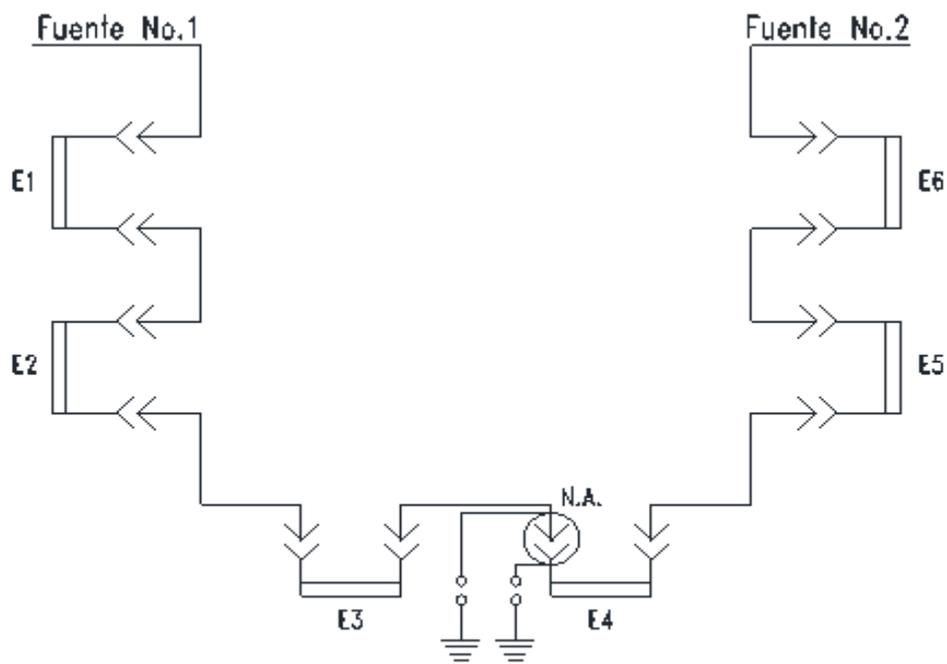
II.2.2.1.2 Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.- es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto de enlace normalmente abierto en el centro de carga. Esta configuración se puede dar conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red o a diferentes equipos o accesorios de la red.

Figura 2.2
Configuración en anillo con dos fuentes de alimentación a mismos equipos de red



Conectando las fuentes a los mismos equipos de la red

Figura 2.3
Configuración en anillo con dos fuentes de alimentación a diferentes equipos de red

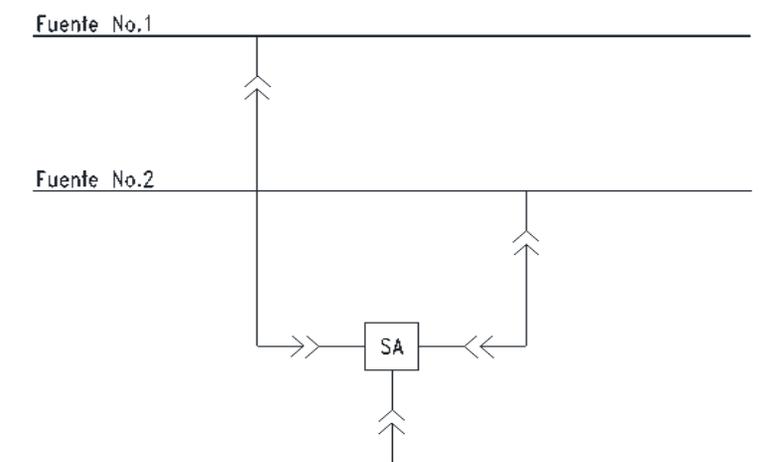


Conectando las fuentes a diferentes equipos de la red

II.2.2.2. Sistema de alimentación selectiva

Es el sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que siguen la misma trayectoria, una de las cuales se considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática.

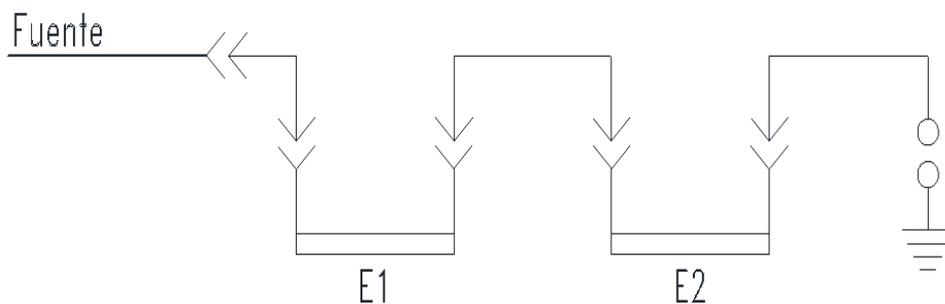
Figura 2.4
Configuración en anillo con dos fuentes de alimentación selectiva



II.2.2.3. Configuración radial

Es aquella que cuenta con una sola trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

Figura 2.5
Configuración radial



II.2.3. EQUIPOS Y ACCESORIOS [10]

Se va a realizar un repaso de los principales cambios respecto a equipos y accesorios homologados por el MEER, el objetivo es disponer de cámaras de transformación de frente muerto, disminuyendo el riesgo del personal que realiza operación y mantenimiento de las mismas.

II.2.3.1. Transformadores

El MEER homologó las especificaciones técnicas de diseño para los transformadores las cuales son:

II.2.3.1.1 Transformadores monofásicos autoprotegidos.

- Se hace un cambio del transformador convencional por un autoprotegido. Los cuales están diseñados con los siguientes accesorios: Dispositivo de protección contra sobrevoltajes transitorias (DPS), Fusible de protección (Fusible de expulsión), Interruptor (Breaker).
 - Los esquemas de protección existentes son:
 - Surge Protecting (SP).- brinda protección contra sobrevoltajes y cortocircuitos internos. Incluye el montaje de DPS y fusibles de expulsión.
 - Current Protecting (CP).- protege al transformador de los diferentes tipos de sobrecorrientes a los cuales está expuesto. Incluye el montaje de Breaker y fusibles de protección (no incluye el DPS).
 - Complete Self Protected (CSP).- protege tanto para sobrevoltajes como sobre corrientes y cortocircuitos internos. Incluye el montaje de DPS, fusible de expulsión, breaker.
 - Complete Self Protected Banking (CSPB). - esta variante permite realizar bancos de secundarios.
- Se normalizan los valores de voltaje primario: 6300 V, 13200 GRDY/7620 V, 13800 GRDY/7967 V, 22000 GRDY/12700 V, 22860 GRDY/13200 V, 34500 GRDY/19920 V.

II.2.3.1.1 Transformadores trifásicos:

- Se mantiene el transformador convencional.
- Se normalizan los valores de voltaje primario: 6300 V, 13200 V, 13800 V, 22000 V, 22860 V, 34500 V.
- Los valores de voltaje secundario cambian de 210/121 V a 220/127 V.
- Derivaciones en lado primario de la relación de transformación cambiaron de +2 a -2x2.5% a +1 a -3x2.5%.
- La clase de aislamiento cambia de 7.8 kV a 15 kV para voltajes primarios menores a 22000 V y a 25 kV para los mayores a 22000 V.

Dependiendo de su aplicación la clasificación de transformadores trifásicos homologados por el MEER es:

1. Transformadores sumergibles

- Características generales.- utilizados en cámaras subterráneas bajo el nivel del suelo, susceptible a ambientes corrosivos sujetos a inundaciones bajo condiciones predeterminadas de presión y tiempo, todas las partes vivas del transformador (fusibles, instrumentos, boquillas de conexión) son montadas en la tapa del transformador.
- Características constructivas.- las partes metálicas deben estar hechas de un material anticorrosivo, cambiador de tomas de derivación ubicado en la tapa del tanque dotado de un tapón atornillado, válvula para alivio de presión interna, indicador de nivel de aceite, borne terminal para neutro sobre la tapa, borne terminal de tierra en el tanque del transformador, terminales de medio voltaje tipo cono (bushing well) apto para acoplarse con conectores preformados tipo codo, terminales de baja tensión de perno roscado ubicados en la tapa del transformador del lado opuesto de los terminales de medio voltaje, válvulas de drenaje y muestreo.

Figura 2.8
Transformador monofásico sumergible



TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

Figura 2.9
Transformador trifásico sumergible



TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Figura 2.10
Ubicación de transformador sumergible en cámara subterránea



2. Transformadores tipo pedestal (Pad Mounted)

- Características generales.- son transformadores de frente muerto básicamente para ser utilizado a la intemperie y estar montado en una base de concreto, ideal para lugares donde exista circulación de personas aplicable para sectores residenciales, desarrollos turísticos, centros comerciales, hoteles , porque permiten evitar construir cuartos destinados a cámaras de transformación. Las conexiones y equipos de maniobra se encuentran en un gabinete cerrado evitando el acceso de objetos extraños o manipulaciones por personal no calificado. En un módulo se encuentra el tanque del transformador y en el otro modulo se encuentran separados los compartimientos de medio y bajo voltaje. Visto de frente el transformador tiene del lado izquierdo el compartimiento de medio voltaje y del lado derecho el de bajo voltaje.

La EEQSA ha recomendado el uso de este tipo de transformadores en redes de 6300 V solo complementados por cajas de maniobra y seccionalizadores. Para redes de 22800 V se ha

recomendado el uso de transformadores tipo pedestal de cinco columnas y grupo de conexión Yyn0, con el fin de reducir el daño de estos equipos cuando se presenta una falla en una fase de la red.

- Características constructivas.- posee un seccionador bajo carga de medio voltaje de dos posiciones (para el sistema radial) y un seccionador de cuatro posiciones (para el sistema en anillo).

Aislador tipo pozo corto (bushing well), conector de interfase (bushing insert), conector tipo codo bajo carga, base portafusibles sumergida en aceite, fusibles limitadores de corriente o tipo expulsión (Bay-o-net).

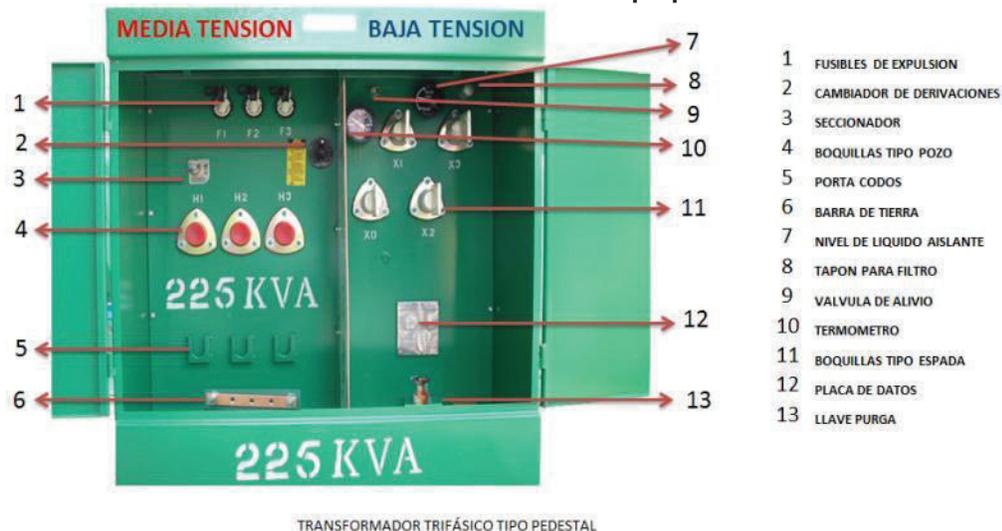
- Accesorios complementarios.- conector pararrayo enchufable tipo codo, conector interfase con dos salidas, conector de parqueo, termómetro bimetálico con indicador de máxima temperatura, aislador pasatapas de porcelana en el lado de medio voltaje.

Figura 2.11
Transformador monofásico tipo pedestal



TRANSFORMADOR MONOFÁSICO TIPO PEDESTAL

Figura 2.12
Partes transformador trifásico tipo pedestal



3. Transformadores convencionales de frente muerto

- Características generales.- La única diferencia con los transformadores convencionales es la conexión exterior de medio voltaje, los bushings de medio voltaje son de tipo elastoméricos de accionamiento bajo carga.
- Características constructivas.- los bushings de medio voltaje son elastoméricos, de frente muerto.

Figura 2.13
Transformador convencional de frente muerto, salida de B.V.



Figura 2.14
Transformador convencional de frente muerto, bushing insert de M.V.



4. Transformadores tipo seco

- Características generales.- son construidos con el bobinado abierto y la principal ventaja respecto de los transformadores convencionales es su menor riesgo de incendio. Los materiales utilizados en su fabricación son autoextinguibles y no producen gases tóxicos o venenosos. Esta ventaja permite que la utilización de este equipo sea en lugares con poco espacio, ya que no necesita un canal de recolección de aceite con cortafuegos (capa de piedras por entre las cuales pasa el aceite hacia el colector).
- Características constructivas.- circuito magnético de tres columnas con chapas de grano orientado aisladas sobre las dos caras. Bobinado de bajo voltaje formado por lámina de aluminio con bandas aislantes pre impregnado para la adhesión de las espiras. Bobinado de medio voltaje realizado sobre la base de bobinas de banda de aluminio con lámina aislante con resina colada al vacío. Terminales de bajo voltaje y terminales de medio voltaje ubicados en la parte superior o inferior

dependiendo de pedido. Distanciadores elásticos. Aislamiento en resina epoxi lo que hace al transformador libre de mantenimiento, insensible a la humedad, ecológico, difícilmente inflamable y autoextinguible.

Figura 2.15
Partes Transformador tipo seco

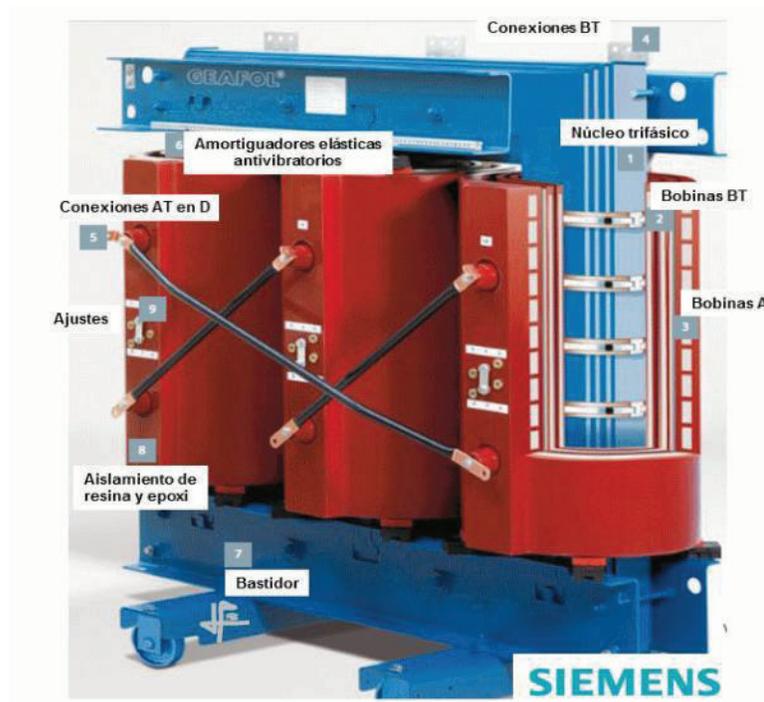


Figura 2.16
Transformador trifásico tipo seco



II.2.3.2. Equipos de seccionamiento y protección

II.2.3.2.1 Celdas de medio voltaje aislado en SF6

- Características generales.- son celdas de medio voltaje diseñadas y aprobadas para su funcionamiento en interiores. Utiliza como elemento aislante el gas hexafluoruro de azufre (SF6) además como sistema de extinción de arco eléctrico. Este equipo opera con corrientes de hasta 630 A. La extinción del arco se da en la cámara de arqueo que se encuentra herméticamente cerrada, aislada del gas de la celda. El gas SF6 es sintético, no flamable, no toxico, incoloro, inodoro y muy estable. Su rigidez eléctrica es tres veces mayor que la del aire y hasta los 500 °C no muestra signos de descomposición.
- Características constructivas.- podemos anotar las siguientes:
 - Celda auto soportada con tanque muerto y hermético que impide el contacto con partes vivas.
 - Operación manual de los seccionadores, pudiendo ser la operación motorizada.
 - Bloqueos mecánicos de las cuchillas, impidiendo el funcionamiento de varias a la vez.
 - Bloqueos mecánicos que impiden abrir las cubiertas frontales cuando la cuchilla de puesta a tierra está conectada.
 - Bloqueos mecánicos que impiden operar la cuchilla de puesta a tierra cuando el seccionador está cerrado.
 - Bloqueos mecánicos que impiden el retiro de fusibles fundidos sin que previamente se abra el seccionador y se conecte la cuchilla de puesta a tierra.
 - Protección contra sobretensiones a través de pararrayos.
 - Protección contra cortocircuito por medio de fusibles limitadores de corriente (DRS).
 - Desconexión del interruptor de vacío por medio de equipos de disparo.
 - Propiedades de las celdas.- podemos enumerar como las más importantes las siguientes:

- Armadas para aplicaciones en servicio interior.
- Aislamiento por hexafluoruro de azufre.
- Resistencia al arco eléctrico.
- Máxima seguridad para las personas.
- Máxima seguridad de operación.
- Independencia a las condiciones atmosféricas (como humedad, temperatura, suciedad, etc).
- Libre de mantenimiento.
- Dimensiones reducidas.
- Aplicaciones.- son básicamente tres:
 - Maniobras de conexión y desconexión de redes de distribución con carga en medio voltaje.
 - Conexión y desconexión de transformadores de distribución.
 - Interrupción automática de corrientes de falla en medio voltaje.
- Elementos de la celda.- tenemos los siguientes:
 1. Cuba con SF6.
 2. Compartimiento con equipos de maniobra.
 3. Base:
 - a. Compartimiento para cables.
 - b. Compartimiento de salida de gases.

Figura 2.17
Celdas de medio voltaje en SF6



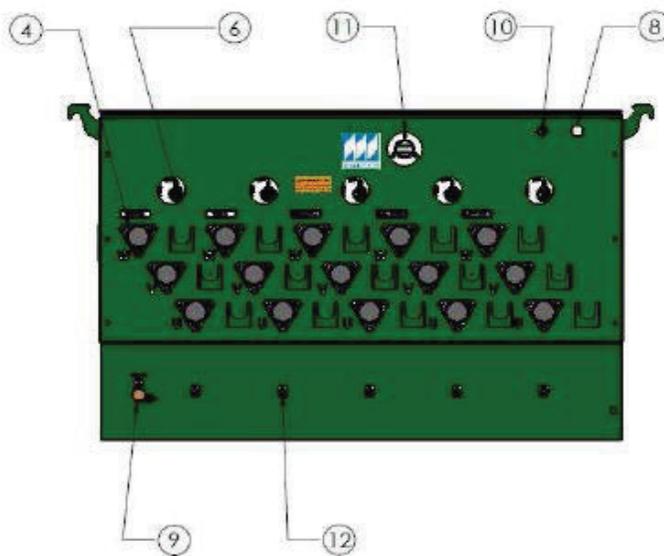
II.2.3.2.2 Caja de maniobra

Características generales.- existen para aplicaciones a la intemperie o sumergidas. Son equipos de operación manual utilizados para seccionar y hacer derivaciones en los alimentadores primarios subterráneos. Su acceso se realiza solo por la parte inferior. Como ventajas se puede anotar que permite una reducción del espacio y costo de la obra civil, permite seccionar los circuitos.

Características constructivas.- consiste en un tanque con compartimiento de cables de alto voltaje y sus accesorios. Todos sus elementos son del tipo elastomérico, tales como bujes tipo pozo, bujes de inserto y codos de conexión bajo y sin carga.

Figura 2.18

CAJA DE MANIOBRA TRIPOLAR TIPO SELECTIVA – TRES DERIVACIONES



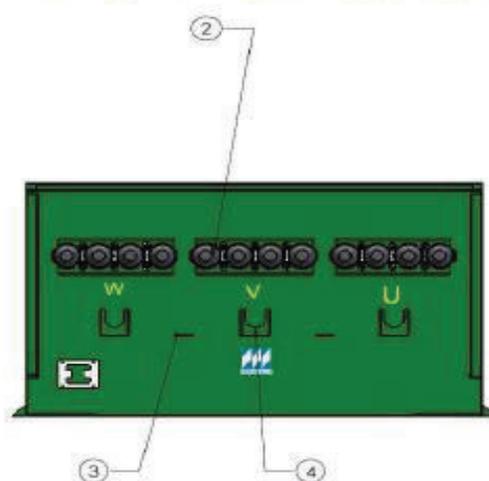
- 4 Buje pozo
- 6 Seccionador tripolar ON-OFF
- 8 Niple de llenado
- 9 Válvula de drenaje y muestreo
- 10 Válvula de sobre-presión
- 11 Nivel de aceite
- 12 Aterrizaje tanque

II.2.3.2.3 Caja de conexión

- Características generales.- la caja de conexión no permite seccionar los circuitos y no contiene aceite dieléctrico en su interior, estas son las dos principales diferencias respecto a la caja de maniobra.
- Características constructivas.- está compuesta por elementos pre moldeados elastoméricos, barrajes de medio voltaje y conectores tipo codo.

Figura 2.19

CAJA DE CONEXIONES CUATRO VIAS



- 2 Loadbreak junction
- 3 Aterrizaje tanque
- 4 Soporte bujes de parqueo

II.2.3.2.4 Interruptores para redes subterráneas

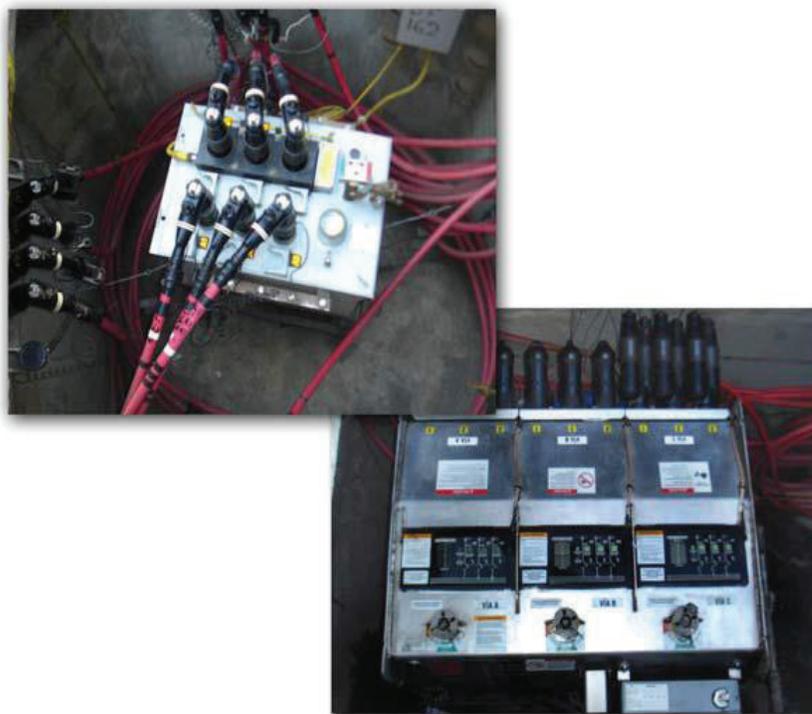
- Características generales.- posee seccionadores interruptores de apertura de carga e interruptores de falla con sistema de extinción al vacío. Los interruptores se encuentran conectados con codos y encerrados en un tanque de acero soldado con aislamiento de SF6, los terminales están equipados con boquillas tipo pozo de 200 A y 600 A.
- Características constructivas.- deben proveer un seccionamiento monopolar o tripolar con carga, su apertura se la puede realizar de manera manual o automática, la maniobra de operación manual debe realizarse con palancas de acero.

Figura 2.20
Interruptor trifásico tipo pedestal



INTERRUPTOR TIPO PEDESTAL

Figura 2.21
Interruptor trifásico sumergible



INTERRUPTOR SUMERGIBLE

II.2.3.3. Sistemas modulares para conexiones en M.V. y B.V.

Los sistemas modulares utilizados para la interconexión de los diferentes equipos utilizados en redes subterráneas son realizados en un material aislante llamado caucho de etileno propileno dieno o EPDM (Etileno propileno Dieno tipo M ASTM) de alta calidad tratado con peróxido. Este material es un termo polímero elastómero que tiene buena resistencia a la abrasión y al desgaste.

II.2.3.3.1 Boquilla tipo pozo

- Características generales.- este elemento tiene la función de servir de enlace entre el bobinado primario del transformador o el terminal de medio voltaje de equipo en el que se encuentre instalado y la boquilla tipo inserto.

Figura 2.22
Boquilla tipo pozo



II.2.3.3.2 Boquilla tipo inserto

- Características generales.- sirve para operación con carga y permite el enlace entre las boquillas tipo pozo y los conectores tipo codo. Sirve para operación con carga.

Figura 2.23
Boquilla tipo inserto (Insert)



II.2.3.3.3 Boquilla tipo inserto doble (FEET THRU INSERT)

- Características generales.- es utilizado para convertir los transformadores radiales en anillo o para añadir un pararrayo tipo codo, permite una operación con carga.

Figura 2.23
Boquilla tipo inserto doble



II.2.3.3.4 Conector tipo codo

- Características generales.- permiten realizar la integración del cable al sistema de conectores aislados separables, estos codos brindan la configuración de frente

muerto y por lo tanto evita el riesgo de contacto accidental. Se encuentran en capacidades de 200 A.

Figura 2.24
Conector tipo codo



II.2.3.3.5 Conector tipo codo portafusible

- Características generales.- este tipo de conectores combinan una terminación totalmente sellada con la protección de un fusible limitador de corriente. Están disponibles en capacidades de 200 A, permite conectar los cables subterráneos a los diferentes equipos como transformadores, cajas de maniobra, seccionamiento y barrajes desconectables.

Figura 2.25
Conector tipo codo portafusible



Figura 2.26
Partes de conector tipo codo Portafusible



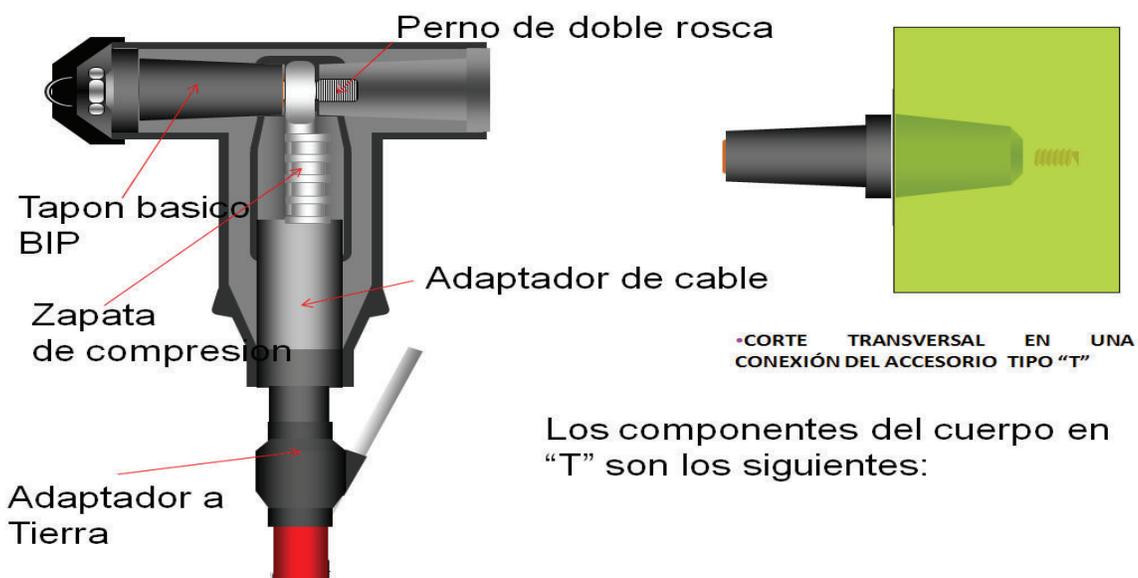
II.2.3.3.6 Conector tipo "T"

- Características generales.- es un conector separable en configuración en "T" apantallado, cuyo cuerpo principal es un premoldeado de fabricación por inyección. Estos conectores brindan un blindaje completo, frente muerto y son completamente sumergibles y se encuentran en capacidades de 600 A.

Figura 2.27
Conector tipo "T" 600 A



Figura 2.28
Accesorios para Cable en 600A



II.2.3.3.7 Barrajes desconectables

- Características generales.- este equipo permite seccionar circuitos, establecer anillos y hacer derivaciones en medio voltaje, vienen en capacidades para 200 A y 600 A. Facilita el mantenimiento y el cambio de elementos de la red.

Figura 2.29
Barraje desconectable seis vías 200 A



BARRAJE DE SEIS VÍAS

Figura 2.30
Barraje desconectable cuatro vías 600 A



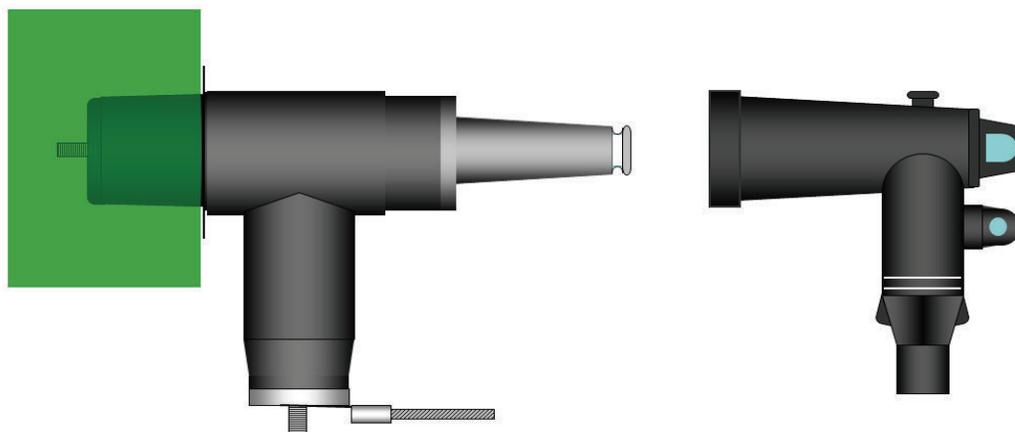
II.2.3.3.8 Pararrayos tipo codo

- Características generales.- permiten una protección contra sobre voltajes para equipos y cables, alargando la vida de los mismos.

Figura 2.31
Pararrayos tipo codo



Figura 2.32
INSTALACION DE UN INSERTO PARARRAYO CON UN CODO
BASICO



II.2.3.3.9 Bushing de parqueo aislado

- Características generales.- utilizado para instalar en este elemento los codos que hayan sido desconectados. Está ubicado en el soporte de parqueo del transformador tipo pedestal, sumergible o en los barrajes desconectables, de esta manera se podrá mantener el cable energizado en un sitio firme y seguro mientras se realiza en mantenimiento del equipo o de una red. Posee una conexión a tierra.

Figura 2.33
Bushing de parqueo



II.2.3.3.10 Tapón aislado

- Características generales.- este elemento permite una protección contra el ingreso de humedad a la boquilla que no están en uso en los diferentes equipos energizados. Poseen conexión a tierra.

Figura 2.34
Tapón aislado



A continuación se muestra un resumen de los accesorios para MV:

Figura 2.35

Accesorios para Cable en 200A

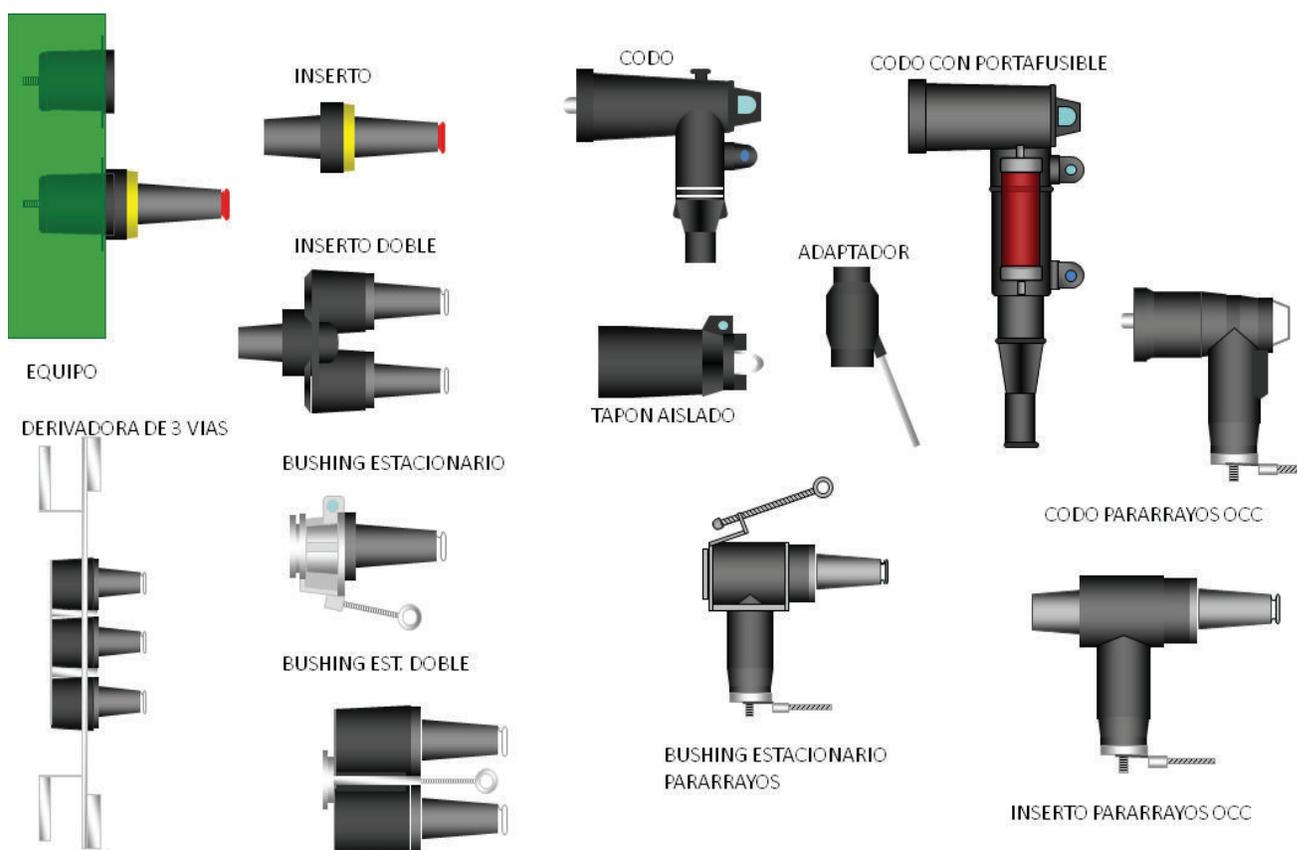
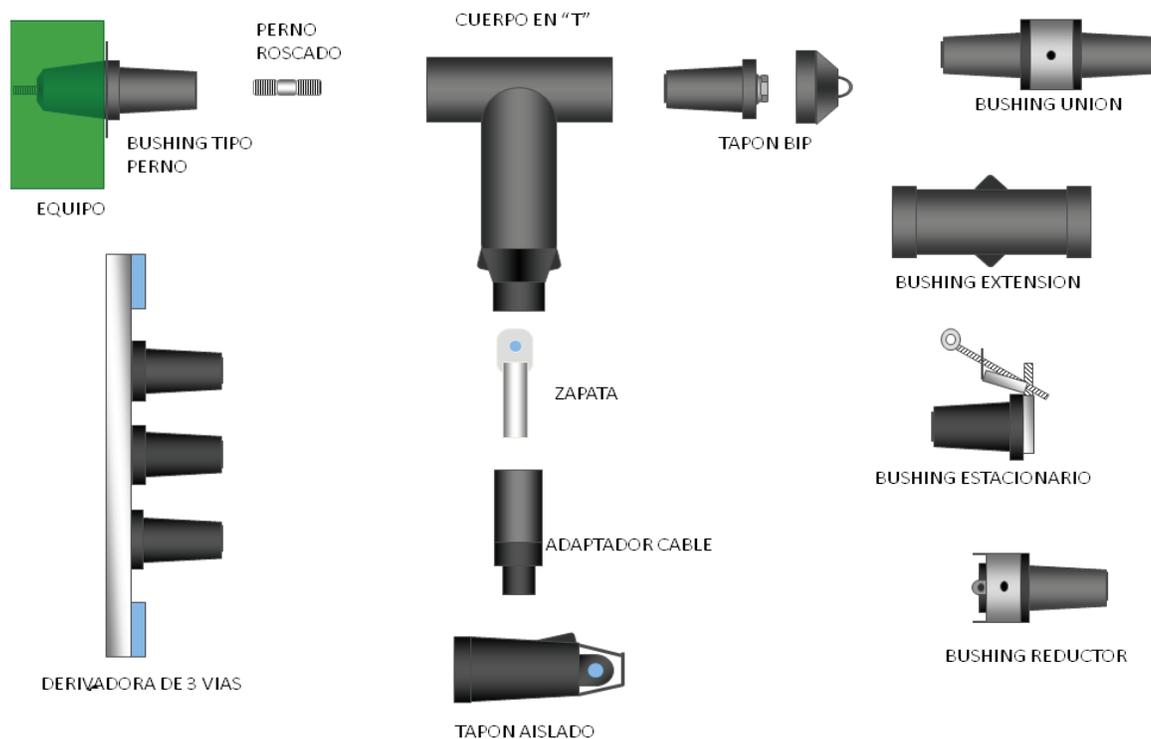


Figura 2.36

Accesorios para Cable en 600A



II.3 EQUIPOS ELÉCTRICOS DE NUEVA GENERACIÓN [11]

El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable tiene como misión proveer al país de una matriz energética que permita compensar el próximo declive petrolero y cambiar la composición energética incorporando fuentes de energía renovable. La meta del MEER es establecer una matriz energética de indudable sostenibilidad. La planificación incluye las siguientes acciones.

- Incluir fuentes de energía renovable tales como: energía eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica y pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Incentivar el uso de los biocombustibles.
- Introducir como política de estado la eficiencia energética.

- Fomentar el uso de energías renovables mediante la creación de leyes para tal efecto.
- Introducir en las mallas curriculares de educación básica y bachillerato la eficiencia energética.
- Programa de normalización y etiquetado para mejorar la eficiencia energética de los equipos de usos finales producidos y comercializados en el país.
- Programa de eficiencia energética en el sector público.
- Programa de eficiencia energética en el sector industrial.
- Programa de focos ahorradores.
- Programa de cocinas de inducción.
- Incentivo tarifario de hasta 80 kWh/mes para la cocina de inducción y de hasta 20 kWh/mes para calentadores eléctricos de agua.

II.3.1. COCINAS DE INDUCCIÓN [5]

II.3.1.1 Introducción

En el país se generó un interés por la ejecución de la construcción de proyectos hidroeléctricos que contaban con estudios técnicos y económicos y para aprovechar toda esa potencia instalada y energía a generarse el gobierno en curso está impulsando el uso de la energía eléctrica en un mayor grado. Uno de los sectores que se ve afectado es el de la cocción de alimentos donde se intenta sustituir el gas por energía eléctrica.

Para este efecto se ha buscado una manera más eficiente de cocinar los alimentos que las cocinas tradicionales y encontrando en las cocinas de inducción la pieza clave para tal efecto. Hay muchas especulaciones sobre si este sistema en verdad permitirá la cocción de alimentos de manera eficiente, a continuación se indicará aspectos básicos sobre el mismo ya que existen estudios completos sobre el tema. En la presente tesis el objetivo de analizar este equipo es de determinar la

influencia tendrá en el estudio de demanda y por consiguiente en la determinación del diseño de las respectivas redes de medio, bajo voltaje.

II.3.1.1.1 Calentamiento por inducción electromagnética.- es un método para suministrar calor de manera rápida, limpia, controlable y eficiente. Se basa en las leyes de Faraday, Ampere, en combinación con el efecto Joule. Una corriente que circula por un conductor en forma de bobina genera un campo magnético como se establece con la Ley de Ampere:

Ecuación II.1

$$NI = \oint H \cdot dl = Hl$$

Dónde:

N = Número de espiras del conductor

I = Corriente que atraviesa el conductor

H = Campo magnético

L = Longitud del circuito

Si la corriente es variante en el tiempo entonces el campo magnético también lo será y según se establece en la Ley de Faraday, todo elemento conductor que se encuentre en un campo magnético variable produce una f.e.m. cuyo valor es:

Ecuación II.2

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_m}{dt}$$

Dónde:

ε = Fuerza electromagnética inducida

N = Número de espiras del conductor

ϕ_m = Flujo de campo magnético

Finalmente si se coloca una pieza de material ferromagnético dentro del campo magnético alterno se inducen corrientes eléctricas concentradas principalmente hacia la superficie, denominadas corrientes parasitas o de Foucault.

Estas corrientes se cierran dentro del mismo medio formando torbellinos y son las responsables de la generación de calor debido al efecto Joule, la potencia disipada varía aproximadamente con el cuadrado de la frecuencia del campo aplicado:

Ecuación II.3

$$P = I^2 \cdot R_{eq}$$

Dónde:

P = Potencia disipada

I = Corriente de Foucault o de Eddy

R_{eq} = Resistencia equivalente de la pieza a calentar

El campo magnético alterno también produce constantes magnetizaciones y desmagnetizaciones en el material sometido al campo, sucesivos ciclos de histéresis, los cuales producen pérdidas de energía electromagnética que se traducen en calor. En este método de calentamiento no existe transferencia de calor desde una fuente externa, es decir no existe contacto directo con el elemento a calentar y sobre todo no existen gases de combustión.

Como las principales ventajas de este método de calentamiento se pueden decir:

- Ausencia de contacto físico.
- Generación del calentamiento en el lugar requerido.
- Ausencia de pérdidas debidas a transferencias calóricas.
- Rapidez y precisión.
- Fácil automatización y control del ciclo de trabajo.

Las aplicaciones del calentamiento por inducción electromagnética son:

- Tratamientos térmicos: recocido, templado, endurecido superficial.
- Fusión; forjado en caliente.
- Soldaduras de bronce y termoplásticos.
- Expansión para embutidos, alivio de tensiones.

- Aplicación de revestimientos, curado o secado.
- Sellado de envases.
- Fabricación de semiconductores.
- Sobrecalentamiento de gases ionizados.
- Cocción de alimentos.

Los parámetros más importantes que intervienen en este proceso son:

- La frecuencia de la corriente.
- La naturaleza del material a calentar y su estado.
- La intensidad del campo magnético inductor.
- El acoplamiento entre el inductor y la pieza a calentar.
- El tipo de inductor y sus características geométricas.
- La naturaleza del material conductor del inductor.

II.3.1.1.2 Efecto piel (efecto pelicular Skin).- cuando corrientes alternas de alto valor de frecuencia circulan por conductores, las corrientes tienden a circular por la superficie de los mismos, incrementándose esta tendencia al incrementarse la frecuencia. Este efecto, denominado efecto piel, produce que la resistencia de los conductores aumente notablemente con el aumento de la frecuencia, de modo que para altas frecuencias resulta ventajoso utilizar conductores huecos. Entonces se puede resumir que: Cuanto más grande sea la frecuencia de las corrientes de un inductor, la concentración de estas será mayor en la superficie. Esto permite concluir que la frecuencia de trabajo es fundamental para el funcionamiento de los equipos de calentamiento por inducción y que el espesor del elemento a calentar influye en la distribución de la corriente inducida, a medida que la profundidad aumenta la densidad de corriente disminuye. Este valor puede determinarse con la siguiente expresión, deducida de las ecuaciones de Maxwell:

Ecuación II.4

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi f \mu_0 \mu_r}}$$

Dónde:

ρ = Resistividad del material

μ_0 = Permeabilidad magnética del vacío $4 \cdot \pi \cdot 10^7 \text{ Wb/A.m}$

μ_r = Permeabilidad magnética relativa del material

f = Frecuencia de trabajo

La profundidad de penetración aumenta cuando la resistividad eléctrica del material es mayor y disminuye cuando la frecuencia es alta o cuando aumenta la permeabilidad relativa del material a calentar.

II.3.1.1.3 Resistencia equivalente.- este parámetro permite cuantificar la potencia disipada en el proceso de calentamiento por inducción, se la puede determinar con la siguiente expresión:

Ecuación II.5

$$R_{eq} = R_s \cdot K_R \cdot S \cdot \frac{N^2}{l^2}$$

Dónde:

R_s = Resistencia superficial del material a calentar dado por:

Ecuación II.6

$$R_s = \frac{\rho}{\delta}$$

El valor de K_R viene dado por:

Ecuación II.7

$$K_R = 1 - e^{-\frac{2 \cdot r}{\delta}}$$

S = Superficie calentada de la pieza

N = Número de espiras

l = Longitud total del inductor

Para piezas con geometría cilíndrica la expresión puede reducirse a:

Ecuación II.8

$$R_{eq} = K_R \cdot N^2 \cdot \rho \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{l \cdot \delta}$$

A continuación se presentaran las partes de una cocina de inducción.

- Circuito de potencia.- encargado de convertir la frecuencia de la corriente de entrada a una de alto valor de frecuencia, generalmente 24 kHz. Este proceso se realiza mediante componentes electrónicos de potencia, por ejemplo un circuito resonante paralelo, un rectificador y transistores IGBT.
- Circuito de control.- encargado de las operaciones básicas del aparato como son: encendido, apagado, nivel de potencia, nivel de temperatura y tiempo de cocción.
- Bobina.- es de forma plana, multifilar, conformada por alambre de cobre electrolítico aislado, entorchados entre sí helicoidalmente. Esta bobina va soportada en una base de plástico, la cual tiene además núcleos de ferrita que permiten redireccionar el campo magnético hacia la parte inferior de manera que no produzca interferencia al circuito de potencia.
- Placa vitrocerámica.- evita la transferencia de calor desde la olla hacia la cocina, minimizando las perdidas por conducción hacia la base, además sirve de protección para la bobina y los diferentes circuitos.
- Disipador de calor.- es una superficie de aluminio que permite la transferencia de calor desde los componentes de potencia hacia el ambiente.
- Ventilador.- ayuda a la disipación del calor especialmente en la parte de la bobina, trabaja en conjunto con el disipador de calor.
- Bastidor superior y placa de control.- soporta la placa vitrocerámica y protege a los elementos antes descritos.

Según el análisis realizado por la tesis tal, se anotan las ventajas y desventajas de la cocina de inducción:

II.3.1.1.4 Ventajas

- Mayor eficiencia.
- Más rápidas en la velocidad de cocción.
- Menor consumo de energía en comparación con la cocina de resistencia.

- No existe desperdicio de calor en los alrededores de la cocina, ya que el calor se produce directamente en la olla.
- Para producirse el calentamiento no es necesario un contacto físico, en este sistema el calentamiento se da por el acoplamiento electromagnético.
- Sus mandos digitales permiten un manejo más fácil en su operación.
- Presentan un control más exacto de la temperatura.
- Son más seguras, ya que prácticamente el artefacto se mantiene a una temperatura baja, lo que se calienta es la olla.
- Deja de funcionar inmediatamente se retire el recipiente, permitiendo un ahorro de energía.

II.3.1.1.5 Desventajas

- Poseen una tecnología sofisticada.
- La cocina de inducción es una carga no lineal, debido a los componentes electrónicos que la forman (básicamente elementos de electrónica de potencia como IGBTs, MOSFETs, etc.), presentando un bajo factor de potencia e introduciendo armónicos a las redes de distribución, provocando variaciones de voltaje.
- La vitrocerámica que utiliza es de un material muy especial.
- Las cocinas de dos o más quemadores presentan un precio más elevado.
- El material de las ollas para la cocción de alimentos debe ser ferromagnético para que la eficiencia sea máxima, estos materiales son: aleaciones de hierro y silicio, aleaciones de hierro y níquel, aceros ferrosos.

Debido a las ventajas presentadas este método de cocción de alimentos ha sido adoptado por el país como política de estado. En agosto del año 2014 el gobierno empezó con el programa Cocción Eficiente, este proyecto empezó con la distribución de 373 mil cocinas y así arranco el proceso de cambio del sistema de cocción por gas al eléctrico, se prevé que se mantenga el subsidio del gas hasta el año 2017.

De igual manera empresas fabricantes de cacerolas arrancaron con la producción de ollas con los referidos materiales para funcionar con las cocinas de inducción.

Las empresas eléctricas de distribución han sido encargadas para la distribución de las cocinas y han establecido un crédito directo para que el público adquiriera estos equipos. Además el Ministerio de Electricidad ha creado un subsidio aplicable solo a las cocinas eléctricas de inducción, 80 kWh al mes, quedando excluido de la misma las cocinas eléctricas que utilicen otro sistema de calentamiento. Mediante este programa el gobierno pretende reemplazar 3.5 millones de cocinas a gas por eléctricas de inducción para reducir el subsidio al gas que bordea los USD 700 millones al año. [12]

Consideraciones en redes eléctricas de medio y bajo voltaje.- el programa que ha emprendido el gobierno para el cambio de matriz energética implica una mayor utilización de equipos eléctricos. Esto implica un aumento en la demanda de energía eléctrica y por ende un rediseño de las redes existentes. Las empresas distribuidoras del país se encuentran desarrollando normativas que contemplen estos cambios, un ejemplo es los cambios generados en las normas de la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q.), que es considerada como referente en el país.

La E.E.Q. como primer paso ha considerado el incremento de equipos eléctricos en sus tablas de demanda habiendo publicado en una nueva actualización de la parte A de sus normas, cambiando el valor de DMU para los diferentes tipos de usuario e incluyendo un nuevo tipo de usuario, el tipo A1. Cabe indicar que la E.E.Q. utiliza el método de la REA para el estudio de demanda.

La inclusión de la cocina de inducción eléctrica provoco los siguientes cambios:

- Medidores, mínimo, monofásicos a tres hilos.
- Incremento de los valores de demanda máxima unitaria de las tablas de usuarios tipo de la Empresa Eléctrica Quito y cambio de la metodología

para el cálculo de la misma en los usuarios tipo C, D y E. Para los cuales se debe aplicar la siguiente fórmula [9]:

Ecuación II.9

$$DMD = (Factor\ M \times Factor\ N) + DMD_{CI}$$

Donde el primer factor es denominado factor de coincidencia (M) el cual depende del número de clientes y el segundo factor (N) relaciona la energía consumida por mes y por cliente con la demanda máxima. Estos valores se muestran en el apéndice A11-B del libro de normas de la EEQ.

Para calcular el término DMD de las cocinas de inducción se aplica la siguiente ecuación [9]:

Ecuación II.10

$$DMD_{CI} = 0.6 \times N_{CI} \times FC_{CI} \times DMU_{CI}$$

Dónde:

DMD_{CI} : Demanda máxima diversificada de la cocina de inducción.

N_{CI} : Número de cocinas de inducción.

FC_{CI} : Factor de coincidencia.

DMU_{CI} : Demanda máxima unitaria de cocina de inducción igual a 2.4 kW, obtenida de la siguiente manera:

$$DMU_{CI} = CI \times FD = 3kW \times 0.8 = 2.4\ kW$$

Dónde:

CI : Carga instalada de la cocina de inducción.

FD : Factor de demanda de la cocina de inducción.

El factor de coincidencia de las cocinas de inducción FC_{CI} se obtiene con la siguiente expresión [9]:

Ecuación II.11

$$FC_{CI} = e^{-0.7243} \times N_{CI}^{-0.128443} + 0.037$$

Lo expuesto anteriormente implica un aumento en potencia de transformadores y calibres de conductores en las redes de distribución (debido a la conducción de corriente eléctrica y caída de voltaje), valores de protecciones en breakers termomagnéticos, incremento de equipos que mitiguen los problemas creados por la introducción de armónicos a las redes debido a los componentes electrónicos de estos equipos y por ende un incremento en el costo de construcción de las mismas.

Un aspecto que no ha sido analizado con la misma importancia de la cocina de inducción es el calentamiento del agua. En un gran número se realiza mediante calefones a gas, por lo que también debe ser reemplazado por un equipo eléctrico.

Existen algunas alternativas para este efecto:

- a. Calefones eléctricos, cuya potencia mínima es aproximadamente 9000 W.
- b. Tanques eléctricos, en la actualidad existen equipos eficientes de 2000 W.
- c. Duchas eléctricas, con potencias de 5000 W.
- d. Bombas de calor, con potencias de 2200 W, pero con la consideración que posee un calentador adicional de 1700 W, es decir la bomba utilizaría solo 500 W.

Entonces, de esta variedad el equipo que mejores condiciones presenta tanto para ser usada en edificios de departamentos como solución global o en urbanizaciones como solución individual es la bomba de calor.

II.3.2. BOMBAS DE CALOR [4]

Figura 2.37
Equipo bomba de calor



II.3.2.1 Introducción

La bomba de calor es uno de los sistemas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria (agua destinada a para usos sanitarios: duchas, baños) más eficiente que existe debido a que equipo trabaja en combinación con sistemas de calefacción de baja temperatura, además que el 75% de la energía de calefacción proviene de medio ambiente, es decir la bomba de calor aprovecha el calor exterior como fuente de energía.

II.3.2.2 Ventajas

- Alto rendimiento energético, al rendimiento de estos equipos se lo denomina COP (Coefficient Of Performance), la bomba de calor aporta dos o tres veces más de lo que consume. Es decir que por cada kW eléctrico consumido aporta como mínimo 3 kW térmicos.
- El mantenimiento es escaso, casi nulo.

- En un clima frío, la bomba de calor, puede ser usada como deshumificador.

II.3.2.3 Desventajas

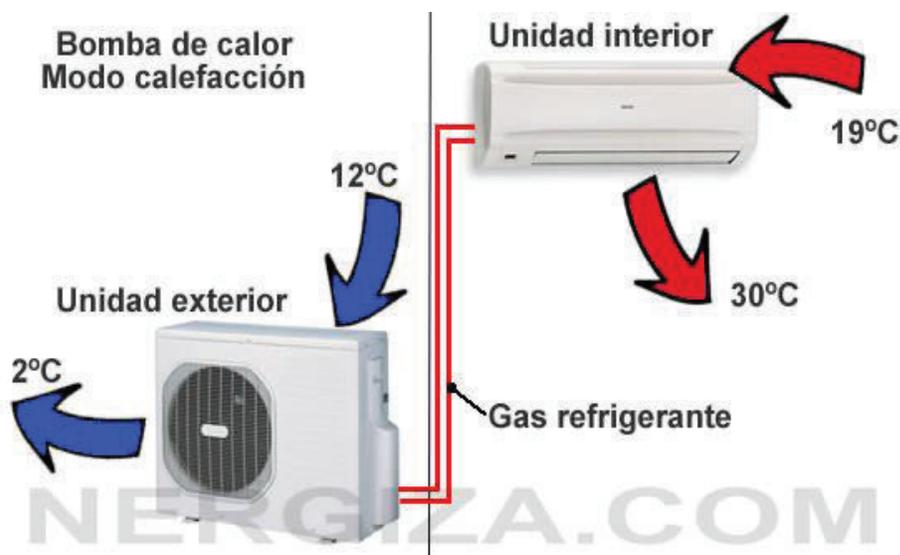
- Ocupa más espacio que los equipos convencionales.
- Costo elevado
- Dependiendo del refrigerante este podría ser contaminante.
- La eficiencia del equipo disminuye a partir de temperaturas inferiores a los 5° Celsius. Es decir estos equipos no son recomendables para climas muy fríos.
- El uso de estos equipos está recomendado para los climas templados.

II.3.2.4 Definición

La bomba de calor es una máquina térmica capaz de transferir calor de una fuente fría a otra más caliente, se lo podría definir como un equipo de aire acondicionado que, de manera inversa, toma calor del aire exterior a diferente temperatura y lo transporta al recipiente con agua que se va a calentar. Todo eso se lleva a cabo mediante la acción de un compresor y el traslado de un líquido térmico.



Figura 2.39
Ciclo de bomba de calor modo calefacción



II.3.2.4 Clasificación

Según donde se extraiga el calor y en función del fluido utilizado para transmitirlo existen tres tipos de bombas de calor:

1. Bomba de calor Aire-Agua: extrae el calor del exterior y lo transmite al interior a través de un circuito de calefacción por agua.
2. Bomba de calor Agua-Agua: extrae el calor de un río, lago o pozo para calentar o enfriar un circuito, de calefacción.
3. Bomba de calor Aire-Aire: es la más usada, extrae el calor de aire exterior y lo transmite al interior en forma de aire.

La bomba de calor utilizada para el calentamiento de agua es del tipo Aire-Agua, este equipo puede ser colocado en un lugar abierto donde obtenga calor del aire o dentro de la casa, donde asistirá a reducir la carga de aire acondicionado. Si se produce una situación, donde la bomba de calor no alcance la demanda de agua caliente, un elemento integrado de apoyo, resistencia eléctrica, suministra el calor adicional al agua para asegurar el suministro.

II.3.2.5 Funcionamiento

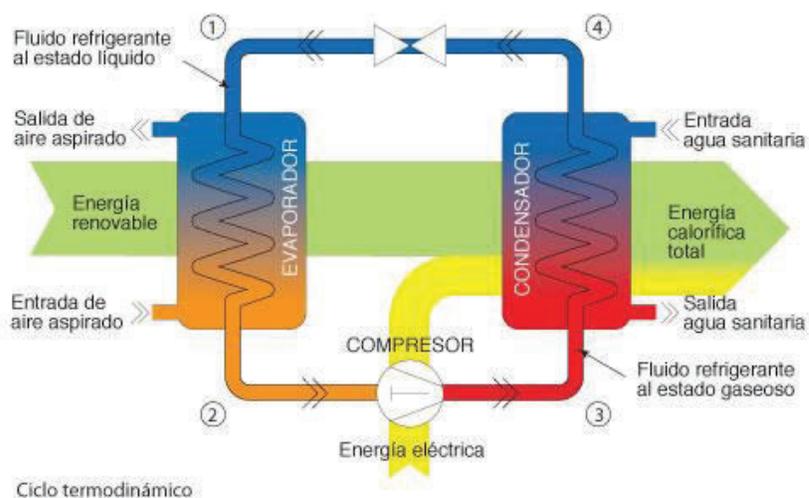
El sistema de bomba de calor posee un ventilador que fuerza al aire a través de un evaporador, el cual contiene un refrigerante líquido. Cuando este refrigerante se evapora extrae el calor del aire exterior.

El refrigerante ahora en estado gaseoso pasa a través del compresor que aumenta la presión del sistema. A medida que aumenta la presión, la temperatura del refrigerante se incrementa, el refrigerante se condensa y vuelve a su estado líquido que ahora esta caliente.

Después, el refrigerante caliente, pasa a través del condensador que rodea al tanque de agua transfiriendo a mismo el calor adquirido. El refrigerante, que ahora esta frío, pasa por una válvula de expansión, donde vuelve a su estado gaseoso y el proceso empieza nuevamente. El consumo eléctrico máximo del sistema es de alrededor 2000 W.



Figura 2.40
Ciclo térmico Bomba de Calor



II.3.2.6 Componentes

- Compresor.
- Condensador.
- Evaporador.

- Dispositivo de expansión.
- Dispositivo de seguridad y control
- Refrigerante.

Según lo expuesto anteriormente, las bombas de calor, son una alternativa rentable para la producción de agua caliente sanitaria, tal es así que existen proyectos en la ciudad de Quito utilizando este sistema, Edificio Shyris Park, Edificio Sassari. Las bombas de calor pueden ser utilizadas ya sea en una versión unifamiliar o como un sistema centralizado, reemplazando el calentamiento por GLP. Se puede obtener y mantener una temperatura de 55° Celsius, óptima para ser utilizada para bañarse. Si en la ciudad de Quito, clima frío, la bomba de calor ha sido una solución para el calentamiento de agua, con más razón en un clima cálido, el sistema funcionará sin ningún problema, tal es el caso de la urbanización “Marina Blue”, ubicada en la Costa, ciudad de Manta.

Figura 2.41
Tanque de almacenamiento de agua



Figura 2.42
Ubicación del equipo en el exterior



CAPÍTULO III: ESTUDIO DE LA DEMANDA.

III.1 INTRODUCCIÓN

La determinación de la Demanda Eléctrica es un aspecto importante en el diseño de redes de distribución, esta incide directamente en las posibilidades de desarrollo eléctrico de las ciudades. Una correcta determinación de la demanda eléctrica, entonces, es el primer paso para realizar un diseño correcto. La demanda interviene directamente en el dimensionamiento de las instalaciones, por lo tanto incide en el costo de la electrificación, además, las características de la carga expresa el comportamiento de los usuarios frente al sistema de distribución que se está desarrollando, es decir los usuarios condicionan al mismo.

Las características de la carga son, entonces, las que influyen en los sistemas de potencia y distribución, más no en viceversa. Los usuarios imponen las condiciones (donde está y como se establece la demanda durante el periodo de carga). Los siguientes parámetros nos ayudan a determinar el estudio de demanda.

III.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO [3]

III.2.1 DENSIDAD DE CARGA

Se expresa como la relación entre la carga instalada y el área de la zona de proyecto:

Ecuación III.1

$$Densidad\ de\ carga = \frac{Carga\ Instalada}{Área\ de\ la\ zona} \frac{kVA}{km^2} \quad \text{ó} \quad \frac{kW}{km^2}$$

Este es el método más generalizado.

III.2.2 CARGA INSTALADA (CI)

Es la suma de todas las potencias nominales continuas de los aparatos de consumo conectados a un sistema o a una parte de él. Se expresa generalmente en kVA, MVA, kW ó MW.

Ecuación III.2

$$CI = \sum Potencias\ nominales\ de\ las\ cargas$$

III.2.3 CAPACIDAD INSTALADA (PI)

Corresponde a la suma de las potencias nominales de los equipos (transformadores, generadores) instalados a líneas que suministran potencia eléctrica a las cargas o servicios conectados. Es llamada también capacidad nominal del sistema.

III.2.4 DEMANDA MÁXIMA (D_M)

Corresponde a la carga mayor que se presenta en el sistema en un período de trabajo establecido. Es este parámetro de gran valor ya que es donde se presenta la máxima caída de voltaje del sistema y por tanto las mayores pérdidas de energía y potencia. Para establecer la D_M se debe especificar el intervalo de demanda para medirla.

III.2.5 NÚMERO DE HORAS DE CARGA EQUIVALENTE (EH)

Es el número de horas que requeriría la carga máxima para que se consuma la misma cantidad de energía que la consumida por la curva de carga real sobre el período de tiempo especificado. Está dada por la siguiente expresión:

Ecuación III.3

$$EH = \frac{\text{Energía total consumida en el período (kWh)}}{\text{Carga máxima (kW)}}$$

III.2.6 DEMANDA $D(t)$

Es la cantidad de potencia que un consumidor utiliza en cualquier momento (variable en el tiempo). El período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda. La duración que se fije en este intervalo dependerá del valor de la demanda que se desee conocer, así por ejemplo si se quiere establecer la demanda para determinar la capacidad para seleccionar un juego de fusibles, deberán ser analizados valores de demanda con un intervalo cero, no siendo el mismo caso si se quiere encontrar la demanda para aplicarla a un transformador o cable, que será de diez o quince minutos.

Para establecer una demanda es indispensable indicar el intervalo de demanda ya que sin el no tendría sentido práctico. La demanda se puede expresar en kVA, kW, kVAR, A, etc.

III.2.7 CARGA PROMEDIO (D_p)

Se define como la relación entre el consumo de energía del usuario durante un intervalo dado y el intervalo mismo. Se lo determina de la siguiente manera:

Ecuación III.4

$$D_p = \frac{\text{Energía consumida en el tiempo } T \text{ en kWh}}{T \text{ en h}}$$

Es una demanda constante sobre el período de tiempo especificado y que establece el mismo consumo de energía que las requeridas por la curva de carga real sobre el mismo período de tiempo especificado.

III.2.8 FACTOR DE DEMANDA (F_D)

El factor de demanda en un intervalo de tiempo t , de una carga, es la razón entre la demanda máxima y la carga total instalada. El factor de demanda por lo general es menor a 1, siendo 1 sólo cuando en el intervalo considerado, todos los aparatos conectados al sistema estén absorbiendo sus potencias nominales, lo cual es demasiado improbable. Este concepto se puede expresar como:

Ecuación III.5

$$F_D = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Carga instalada}} = \frac{D_M}{C_I} \leq 1$$

El factor de demanda indica el grado al cual la carga total instalada se opera simultáneamente.

III.2.9 FACTOR DE UTILIZACIÓN (F_U)

Se define como la razón entre la demanda máxima y la capacidad instalada del sistema. Matemáticamente se lo expresa así:

Ecuación III.6

$$F_U = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Capacidad instalada}} = \frac{D_M}{PI}$$

Se puede indicar también que mientras el factor de demanda, da el porcentaje de carga instalada que se está alimentando, el factor de utilización indica la fracción de la capacidad del sistema que se está utilizando durante el pico de carga en el intervalo considerado, (es decir, indica utilización máxima del equipo o instalación).

III.2.10 FACTOR DE POTENCIA ($\cos \phi$)

Es la relación entre la potencia activa (W, kW, MW) y la potencia aparente (VA, kVA, MVA), determinada en el sistema o uno de sus componentes.

Ecuación III.7

$$\cos \phi = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}}$$

La incidencia más importante del factor de potencia es en el porcentaje de pérdidas y en la regulación de voltaje y por lo tanto en la calidad y economía del servicio eléctrico.

Para sistemas de distribución se fija como mínimo en un valor de 0.9 para el factor de potencia. En redes que alimentan usuarios industriales se fija 0.85 como mínimo.

III.2.11 FACTOR DE CARGA (F_C)

Se define como la razón entre la demanda promedio en un intervalo de tiempo dado y la demanda máxima observada en el mismo intervalo de tiempo. Se puede expresar como:

Ecuación III.8

$$F_C = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}}$$

Con límites: $0 < F_C < 1$, $F_C = \frac{D_P}{D_M}$.

En el país se obtienen estos valores aproximados [1]:

0.2 *Sector rural residencial*

0.3 – 0.4 *Sector urbano residencial – Sierra*

0.4 – 0.5 *Sector urbano residencial – Costa*

0.7 – 0.8 *Urbano – Total*

En este caso, el intervalo que generalmente se considera para el cálculo del valor de demanda máxima es el instantáneo. En la determinación del factor de carga de un sistema, es necesario especificar el intervalo de la demanda en el que están considerados los valores de demanda máxima instantánea y la demanda promedio ya que para una misma carga, un periodo establecido mayor dará como resultado un factor de carga más pequeño, o sea:

$$F_C \text{ anual} < F_C \text{ mensual} < F_C \text{ semanal} < F_C \text{ diario}$$

El factor de carga indica el grado a cual el pico de la carga es sostenido durante el período. La evaluación precisa de este parámetro permite seleccionar el tipo de refrigeración que se le asignara a los transformadores de potencia.

III.2.12 FACTOR DE PLANTA (F_{PL})

Es la relación entre la energía real producida sobre un período determinado de tiempo y la energía que pudo haber sido producida si la planta ha operado

continuamente a la máxima capacidad nominal. También se lo conoce como factor de capacidad o factor de uso. Se lo puede expresar como:

Ecuación III.9

$$F_{PL} = \frac{\text{Energía real producida}}{\text{Potencia nominal máxima de la planta} \times t} = \frac{\text{Carga promedio}}{\text{Capacidad instalada}} = \frac{D_P}{PI}$$

Es más comúnmente usado para estudios de generación. Por ejemplo:

Ecuación III.10

$$\text{Factor de planta anual} = \frac{\text{Generación real anual}}{\text{Potencia nominal máxima de la planta}}$$

El factor de planta da una indicación de la utilización promedio del equipo o la instalación.

III.2.13 FACTOR DE DIVERSIDAD O DE GRUPO (F_{div})

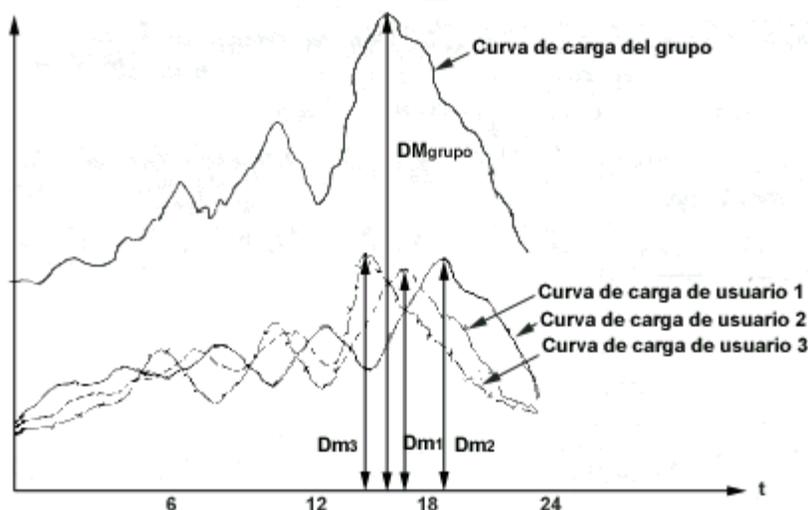
Al proyectar un alimentador para un consumidor deberá tomarse en cuenta su demanda máxima, debido a que esto impondría a la red condiciones más severas de carga y de caída de voltaje, sin embargo cuando muchos consumidores son alimentados por la misma red, deberá tomarse en cuenta el concepto de diversidad de carga ya que sus demandas máximas no coinciden con el tiempo, la razón de esto radica en que los consumidores aunque sean de la misma clase de consumo tienen hábitos muy diferentes.

Ecuación III.11

$$F_{div} = \frac{\sum_{i=1} D_{mi}}{D_{Mgrupo}} = \frac{D_{m1} + D_{m2} + D_{m3} + D_{m4} + \dots + D_{mn}}{D_{Mgrupo}} \geq 1$$

$$F_{div} = \frac{\text{Suma de demandas máximas no coincidentes}}{\text{Demanda máxima coincidente}}$$

Figura 3.1
Curva de carga para diferentes usuarios y total



Esta diversidad entre las demandas máximas de un mismo grupo de cargas se establece por medio del factor de diversidad, definido como la razón entre la sumatoria de las demandas máximas individuales y la demanda máxima del grupo de usuarios (llamada también demanda máxima coincidente).

La demanda coincidente es también llamada demanda diversificada y se define como la demanda de un grupo compuesto, como un conjunto de cargas no necesariamente relacionadas sobre un período especificado de tiempo. Aquí, la carga diversificada máxima es la que tiene real importancia y corresponde a la suma de las contribuciones de las demandas individuales (no coincidentes) en el momento exacto de la hora pico establecido por la curva de carga del grupo.

La demanda no coincidente corresponde a la suma de las demandas de un grupo de cargas sin restricciones sobre el intervalo de tiempo en el cual cada carga es aplicada.

Recordando que $D_M = F_D \times CI$, el factor de diversidad es:

Ecuación III.12

$$F_{div} = \frac{\sum_{i=1} CI_i \times F_{Di}}{D_{M \text{ grupo}}}$$

Dónde:

CI_i = Carga instalada por la carga i

F_{Di} = Factor de demanda de la carga i

El factor de diversidad es menor a 1.

El factor de diversidad es criterio fundamental para el diseño económico de los sistemas de distribución. Podrá aplicarse a diferentes niveles del sistema; es decir, entre consumidores energizados desde una misma red, entre transformadores desde un mismo alimentador, entre alimentadores pertenecientes a una misma fuente o subestación de distribución; o entre subestaciones de un mismo sistema de distribución, por lo tanto, resulta importante establecer en que se quiera calcular o aplicar el factor de diversidad. Los factores de diversidad son diferentes también para las distintas regiones del país pues dependen del clima, las condiciones de vida locales, las costumbres, grado de industrialización de la zona y de las distintas clases de consumo.

A la diferencia entre la suma de las demandas máximas no coincidentes con la demanda máxima coincidente se le llama diversidad de carga y se expresa así:

Ecuación III.13

$$LD = \left[\sum_{i=1}^n D_{mi} \right] - D_{M \text{ grupo}}$$

III.2.14 FACTOR DE COINCIDENCIA (F_{co})

Es la relación entre la demanda máxima coincidente de un grupo de consumidores y la suma de las demandas de potencia máxima de consumidores individuales que conforman el grupo, ambos tomados en el mismo punto de alimentación para el mismo tiempo.

Ecuación III.14

$$F_{co} = \frac{\text{Demanda máxima coincidente}}{\text{Suma de demandas máximas individuales}} = \frac{D_{M \text{ grupo}}}{\sum_{i=1}^n D_{Mi}} = \frac{1}{F_{div}}$$

La aplicación correcta del F_{co} constituye un elemento muy importante en la planeación del sistema de distribución, ya que será la demanda máxima corregida por este factor la que se deberá aplicar para seleccionar el equipo (transformadores, cables) de la red, haciendo el diseño más económico y real.

III.2.15 DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE Y DEMANDA TOTAL (DMD)

La demanda coincidente por servicio de un grupo de usuarios se determinan en función de la demanda máxima individual y de factor de coincidencia de las n cargas como:

Ecuación III.15

$$DMD = \frac{D_{mi}}{F_{div}}$$

Dónde:

D_{mi} = Demanda máxima unitaria

Y la demanda máxima de un grupo de n cargas homogéneas será:

Ecuación III.16

$$D_{mc} = n \times DMD$$

III.3 MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE DEMANDA BASADO EN EL NEC (NATIONAL ELECTRICAL CODE)

El NEC es un estándar norteamericano, un conjunto de normas que regulan las instalaciones eléctricas. El origen del NEC resulto de la necesidad de la Agencia de protección contra incendios (NFPA) de combinar los diferentes códigos eléctricos que se utilizaban en ese momento en una norma uniforme. Fue desarrollada en 1897 y es actualizada cada tres años, tiene su sede en Quincy, Massachusetts. En América Latina el NEC ha sido adoptado como ley oficial por México, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Ecuador y Puerto Rico. Además cuenta con seis capítulos locales en Argentina, Colombia, México, Puerto Rico, República Dominicana, Venezuela y Perú.

III.3.1 CLIENTES RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500 kWh/MES/CLIENTES [9]

III.3.1.1 Determinación de la demanda de una vivienda.

- Demanda de iluminación y de los pequeños artefactos de la vivienda. Para la determinación de esta demanda se procede de la siguiente manera:
 - Determinar el área de construcción de la vivienda (m²) en base a los planos aprobados por los entes reguladores o municipios.
 - La carga de iluminación general de la vivienda se obtiene multiplicando el área de la construcción (m²) por 20 W/m².
 - La carga de pequeños artefactos es 1500 W. Son pequeños artefactos los equipos conectados a tomacorrientes instalados en la cocina, en la despensa, en el comedor o en áreas similares de una unidad de vivienda; estos equipos pueden ser: tostadores, cafeteras, sartenes, microondas, licuadoras, etc.
 - La demanda de iluminación y de los pequeños artefactos de la vivienda se obtiene multiplicando la carga de iluminación y de pequeños artefactos de la vivienda por los factores de demanda presentados en el cuadro siguiente:

Tabla 3.1

Tipo de ocupación	Porción de la carga de iluminación y pequeños artefactos a la que se aplica el factor de demanda (W)	Factor de Demanda (%)
Vivienda	Hasta los primeros 3000 W	100
	Los siguientes 3001 a 120000	35
	Mayores a 120000	25

- La demanda de la cocina eléctrica y secadora de ropa, la cual se obtiene multiplicando la carga de dichos equipos por los factores de demanda del siguiente cuadro:

Tabla 3.2

Factores de demanda de cocinas eléctricas	
Número de cocinas eléctricas	Carga menor o igual a 12 kW
1	60%
2	45%
3	38%
4	35%

Tabla 3.3

Factores de demanda de secadoras	
Número de secadoras	Factor de demanda
1	50%
2	45%
3	45%
4	45%
5	40%

- La mayor carga entre la calefacción y el aire acondicionado.
- La demanda de los aparatos permanentemente conectados, la cual se obtiene multiplicando las cargas de estos aparatos por el factor de demanda del 50%.

Los aparatos permanentemente conectados corresponden al tanque de agua caliente, lavadora de ropa, bomba de agua, etc.

La suma de la demanda de iluminación y de los pequeños artefactos, de la demanda de la cocina eléctrica y secadora de ropa, de la mayor carga entre la calefacción o el aire acondicionado y la demanda de los aparatos permanentemente conectados da como resultado la demanda de la vivienda.

III.3.1.2 Determinación de la demanda máxima para un grupo de clientes.

Para determinar la demanda máxima coincidente de un grupo de clientes a que multiplicar la demanda de una vivienda por el número de viviendas asociadas al secundario y por el factor de coincidencia correspondiente, el cual se muestra a continuación:

Tabla 3.4

Factor de coincidencia para clientes con consumo mayor de 500 kWh/mes/cliente	
# Clientes	Factor de coincidencia
1	1.00
2	0.80
3	0.73
4	0.70
5	0.68
6	0.66
7	0.65
8	0.64
9	0.63
10 a 14	0.62
15 a 19	0.61
20 a 29	0.60
30 a 39	0.59
40 a 49	0.58
> 50	0.58

III.3.2 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA PARA LA URBANIZACIÓN “MARINA BLUE”

La urbanización Marina Blue se encuentra localizada en la región Costa de Ecuador, está ubicada en Manta, vía a Barbasquillo, sector San Mateo junto a la orilla del mar. La urbanización estará conformada de la siguiente manera:

- 232 Lotes de un área promedio de 500 m², destinado para viviendas unifamiliares de una altura máxima de dos pisos, restricción establecida por los administradores de la urbanización.
- Junto a la playa se ubican lotes de un área promedio de 1 200 m², los cuales están destinados para la construcción de bloques de departamentos con la restricción que se indica a continuación:
 - 3 lotes para la edificación de un bloque de departamentos con una altura máxima de seis pisos.
 - 4 lotes para la edificación de un bloque de departamentos con una altura máxima de cinco pisos.
 - 1 lote para la edificación de un bloque de departamentos con altura máxima de 4 pisos.
 - 6 lotes para la edificación de un bloque de departamentos con altura máxima de tres pisos.

Además la urbanización consta de 1 Club Social y deportivo, áreas verdes, áreas comunales, áreas deportivas. La urbanización está destinada al sector residencial.

Figura 3.2
Ubicación de la Urbanización Marina Blue



III.3.2.1 Cálculo de demanda máxima unitaria para el usuario representativo

Debido a que el segmento de mercado al que está dirigida la urbanización pertenece a la clase media alta se escogió el método del NEC para usuarios con

consumos mayores a 500 kWh/mes/usuario. Para el estudio de demanda se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones:

- El área promedio del lote residencial es de 500 m² y como área de construcción de la vivienda se considerará 350 m².
- El área promedio de los lotes ubicados en la playa es de 1200 m², en estos lotes se espera que se construyan bloques de departamentos por lo tanto como área de construcción de los bloques de departamentos se considerará 1800 m² y para los departamentos 150 m².
- Para la cocción de alimentos, el equipo escogido es la cocina de inducción de 4000 W, esta incluye cuatro zonas de inducción y horno.
- Para agua caliente sanitaria se utilizara el equipo bomba de calor de 2200 W.
- Debido a la región donde se encuentra el proyecto (Costa), es importante considerar aire acondicionado, equipo mínimo 18000 BTU/h (2200 W), esto como requerimiento de CNEL.
- Para el cálculo de la demanda máxima unitaria se utilizará el formulario de la E.E.Q. código#: DD.DID.722.IN.03 y utilizando los factores de simultaneidad recomendados por la EEQ se obtuvo como resultado que la demanda para el usuario representativo es de 9725 W. Una vez determinada la demanda para el usuario representativo se procederá a calcular la demanda para el total del grupo de usuarios, en el mismo formulario, para lo cual se multiplicará la DMU obtenida por el número de usuarios y por el factor de simultaneidad para ese grupo de usuarios, de lo cual obtenemos como resultado, una demanda para los usuarios de los lotes que no están en la playa, de 1 391 244 VA. Los cálculos se indican en el gráfico siguiente:

Figura 3.3
Determinación de la demanda usuario general

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN				REVISIÓN: 04					
		PARTE A									
		GUÍA PARA DISEÑO									
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2015-04-08					
APENDICE A-11-C		PARAMETROS DE DISEÑO									
HOJA 1 DE 1		DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE PARA USUARIOS RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500 kWh/MES/USUARIO									
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE UN USUARIO											
Área de construcción y carga de iluminación					Cálculo de demanda						
Área de construcción de la vivienda	Carga general de iluminación por área	Carga de iluminación de la vivienda	Carga de pequeños artefactos	Carga de iluminación y pequeños artefactos de la vivienda	Factores de demanda	Demanda (W)					
(m ²)	(W/m ²)	(W)	(W)	(W)	Primeros 3,000 W al 100%	3.000					
350	20	7.000	1.500	8.500	Carga restante (W)	5.500					
					Carga restante al 35% (W)	1925,0					
					Demanda Parcial (W)	4.925,00					
Equipos Especiales											
# de equipos y potencia de Placa				Factores de demanda		Demanda		Demanda			
Cocina Eléctrica		Secadora de Ropa		Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa				
#	(W)	#	(W)	%	%	(W)	(W)	(W)			
1	4.000	0	-	60%	30%	2.400	-	2.400			
Equipos permanentemente enchufados											
# de equipos y potencia de Placa										Factor de demanda	Demanda
Tanque de Agua		Lavadora de Ropa		Bomba de Agua		Otros equipos					
#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	%	(W)
1	2.200	1	400			1	2.200			50%	2.400
Demanda Total de un solo usuario (W)										9.725	
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA UN GRUPO DE USUARIO											
Cálculo de la demanda para un grupo de usuarios											
Demanda Total de un solo usuario (W)	# de usuarios	Factor de Coincidencia del grupo de usuarios		Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)							
9.725	232	0,58		1.308.596							
Luminarias a usar											
Potencia (W)	70	100	150	250	400	Total					
# Luminaria	0	0				0					
Cálculo de la demanda de diseño											
Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios	Demanda de pérdidas técnicas (W)	Demanda de Alumbrado Público (W)	Factor de potencia	Demanda de diseño (VA)							
1.308.596	13.086	-	0,95	1.391.244							
<input type="checkbox"/> No modificar Potencia de placa de un solo equipo											

- Para el cálculo de la demanda de los lotes que van junto a la playa se realizara la consideración de que son bloques de departamentos, máximo uno por piso, dejando un piso libre para servicios comunales. Se tendrán entonces 46 departamentos en los 14 lotes que están junto a la playa y como área de construcción se definirá 150 m². Con estas consideraciones se obtiene la demanda del usuario más representativo que es de 7 890 W y para el global de los departamentos, aplicando el respectivo coeficiente de simultaneidad, se obtiene 223 800 VA. Los cálculos se presentan en el siguiente gráfico:

Figura 3.4
Determinación de la demanda usuario lotes de playa

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03						REVISIÓN: 04
ISO 9001-2000							FECHA: 2015-04-08	
APENDICE A-11-C	PARAMETROS DE DISEÑO							
HOJA 2 DE 4	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE PARA USUARIOS RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500kWh/MES/USUARIO							

CÁLCULO PARA USUARIOS DE LOTES DE PLAYA						
Área de construcción y carga de iluminación					Cálculo de demanda	
Área de construcción de la vivienda	Carga general de iluminación por área	Carga de iluminación de la vivienda	Carga de pequeños artefactos	Carga de iluminación y pequeños artefactos de la vivienda	Factores de demanda	Demanda (W)
(m ²)	(W/m ²)	(W)	(W)	(W)	Primeros 3,000 W al 100%	3.000
150	20	3.000	3.000	6.000	Carga restante (W)	3.000
					Carga restante al 35% (W)	1050,0
					Demanda Parcial (W)	4.050,00

Equipos Especiales						
# de equipos y potencia de Placa				Factores de demanda		Demanda
Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Demanda
#	(W)	#	(W)	%	%	(W)
1	4.000			60%	30%	2.400

Equipos permanentemente enchufados											
# de equipos y potencia de Placa										Factor de demanda	Demanda
Tanque de Agua			Lavadora de Ropa		Bomba de Agua	Otros equipos					
#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)
1	2.200	1	400			1	2.200				

Demanda Total de un solo usuario (W)		7.890
---	--	--------------

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA UN GRUPO DE USUARIO			
Cálculo de la demanda para un grupo de usuarios			
Demanda Total de un solo usuario (W)	# de usuarios	Factor de Coincidencia del grupo de usuarios	Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)
7.890	46	0,58	210.505

Porcentaje de Pérdidas técnicas dependiendo del tipo de red		
Con red secundaria	Sin Red Secundaria	% Pérdidas Técnicas
3,6	1,0	1,0%

Luminarias a usar						
Potencia (W)	70	100	150	250	400	Total
# Luminaria	0	0				0

Cálculo de la demanda de diseño				
Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios	Demanda de pérdidas técnicas (W)	Demanda de Alumbrado Público (W)	Factor de potencia	Demanda de diseño (VA)
210.505	2.105	-	0,95	223.800

No modificar
Potencia de placa de un solo equipo

III.3.2.2 Cálculo de la demanda de servicios generales

Como cargas especiales se tiene las bombas destinadas para los siguientes servicios:

- Sistema de distribución de agua potable principal, 2 bombas de 25 HP.
- Sistema de distribución de agua potable en sala de ventas, 1 bomba de 2 HP.
- Sistema de distribución de agua potable en Club Social, 1 bomba de 15 HP.
- Sistema contra incendios en Club Social, 1 bomba de 25 HP.
- Impulsión de aguas servidas hacia red, 2 bombas de 25 HP y 1 bomba de 15 HP.
- El alumbrado público será ornamental, para el cálculo se utilizó el programa Relux (la presentación de resultados es mejor que el programa Dialux) y se siguió la normativa del CONELEC, actualizada por la regulación 005/14. El número de luminarias es de 106 y corresponden a lámparas de vapor de sodio de 100 W. El resultado del análisis se presenta en el anexo, memoria técnica.

Para el cálculo de la demanda para servicios generales se utilizara el apéndice A-11-D, de las normas de la Empresa Eléctrica Quito. Se realizará un listado de todos los equipos especiales existentes en la urbanización y se aplicara los factores de coincidencia y de simultaneidad.

Para servicios generales se utilizarán los factores de simultaneidad recomendados por la E.E.Q. y el factor de frecuencia de uso de 100% debido a que para los servicios generales tenemos cargas especiales como lo son bombas de agua, iluminación de áreas comunales, vías, áreas peatonales, etc. El factor de demanda máximo recomendado es de 0.60 y el factor de potencia es de 0.85.

Con estas consideraciones se obtuvieron los siguientes resultados, en carga instalada 116.31 kW, la DMU es 84.17 kVA.

Además para el Club Social, se consideró, para el cálculo de demanda del transformador, la potencia de iluminación de las diferentes canchas, tales como fútbol, básquet, vóley, tenis, el gimnasio, las áreas húmedas (sauna, turco, hidromasaje), piscina, comedor, etc. Se obtuvieron los siguientes resultados: Carga instalada 132.71 kW, la DMU es 94.03 kVA.

III.3.2.3 Cálculo de la demanda total

La demanda total de la urbanización la obtendremos con la sumatoria de las demandas obtenidas en los ítems anteriores, utilizando el apéndice A-11-C del formulario de la EEQ, la cual se presenta en el siguiente gráfico:

Figura 3.7
Determinación de la Demanda Total

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	REVISIÓN: 03
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03	FECHA: 2015-04-08
APENDICE A-11-D	PARAMETROS DE DISEÑO	
HOJA 5 DE 5	PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES	
NOMBRE DEL PROYECTO	URB. MARINA BLUE	
Nº DEL PROYECTO	_____	
LOCALIZACIÓN	MANTA	
USUARIO TIPO	CARGA TOTAL DEL PROYECTO	
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA REQUERIDA		

DD_Lotes (kVA) =	1391,24
DD_Lotes (Playa) (kVA) =	223,80
Σ DD (kVA) = DD_Lotes + DD_Lotes(Playa) + DD_Pérdidas técnicas =	1615,04
D_Casa Club kVA) =	94,03
Dme_SSGG (kVA) =	84,17
Sobrecarga para usuario	90%
$kVA(t) = \Sigma DD \times (\%) + Dme_SSGG + D_Casa\ Club =$	1631,74
Se requiere una potencia de:	1631,74 kVA
Voltaje en media tensión:	13,8 kV
Voltaje en baja tensión:	220/127 V

Se ha determinado que para la urbanización “Marina Blue”, se necesita 1 631 740 VA.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LAS REDES ELÉCTRICAS.

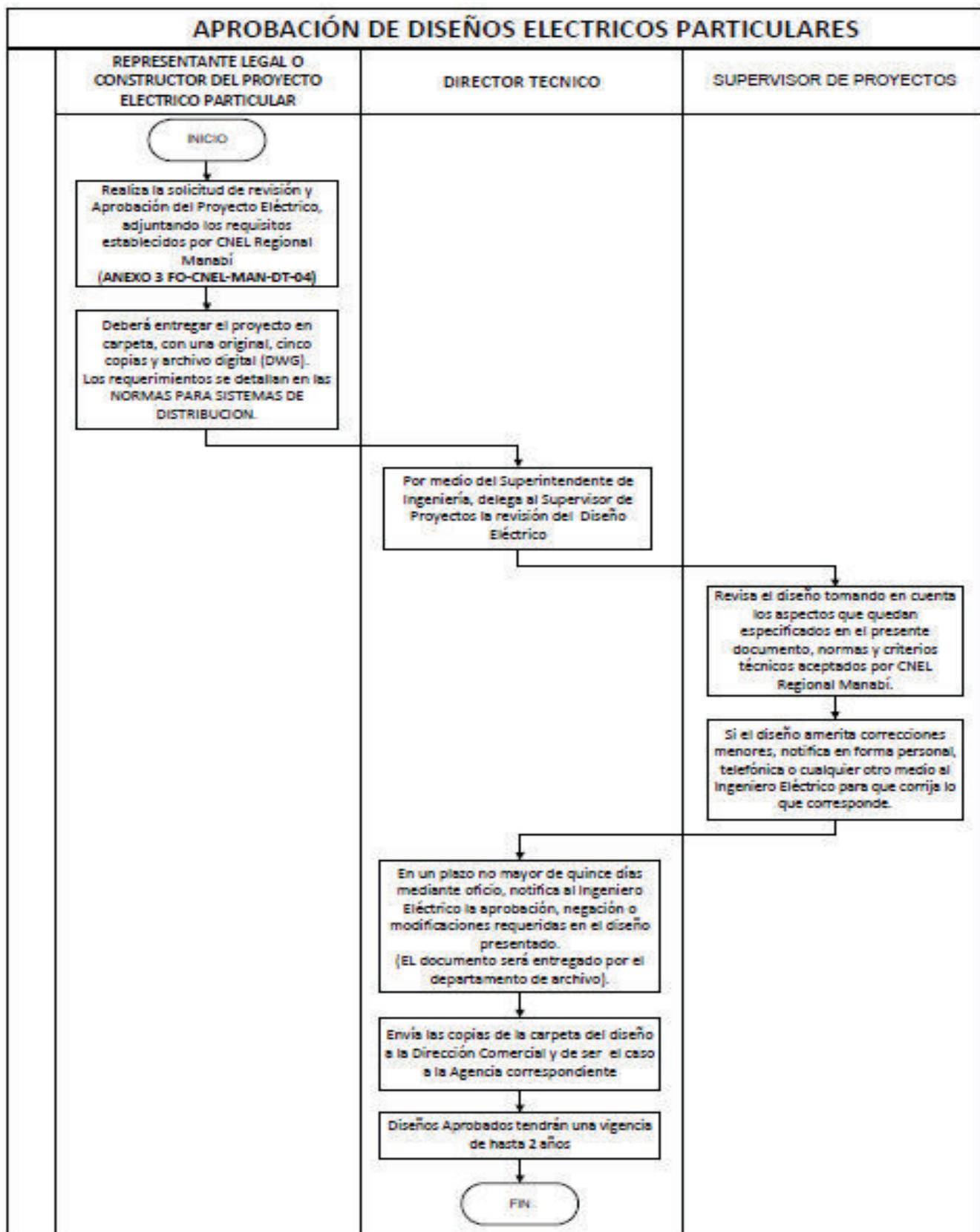
IV.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente proyecto es dotar de energía eléctrica a la Urbanización “Marina Blue”, para tal efecto se seguirán las bases del diseño establecidas por la Empresa CNEL Manabí (que usan como referencia las Normas de la Empresa Eléctrica Quito S.A.), donde se establecen los requisitos técnicos que debe cumplir una instalación y se describe paso a paso los requerimientos a cumplir para realizar un diseño óptimo de la red en base a los requerimientos del propietario de la instalación.

En el siguiente gráfico se muestra la secuencia de actividades a seguir para la aprobación de un proyecto.

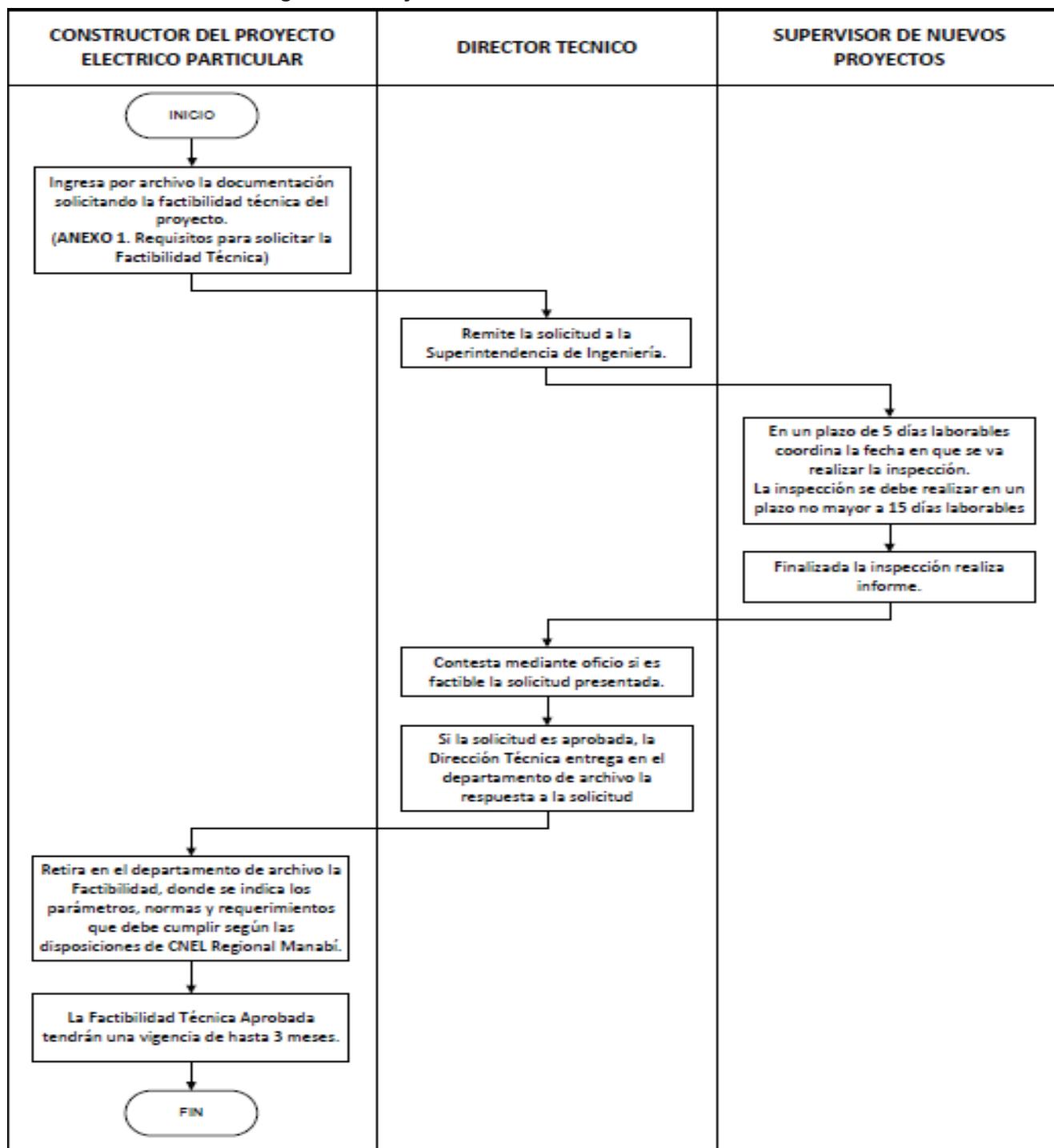
Figura 4.1

Diagrama de flujo para la Aprobación de diseños eléctricos particulares



Según la normativa de la Empresa CNEL Manabí, como primer paso para el diseño se debe solicitar un estudio de factibilidad técnica para el proyecto el cual tiene una vigencia de 3 meses. Para solicitarla se debe seguir el proceso descrito en el siguiente gráfico:

Figura 4.2
Diagrama de flujo solicitud Estudio de Factibilidad



Se solicitó una potencia de 1631.74 kVA, valor arrojado del estudio de demanda realizado en el Capítulo III. El estudio de factibilidad realizado por la CNEL, brindo el siguiente informe:

- La Empresa CNEL Manabí puede atender la demanda requerida en un nivel de voltaje de 13.8 kV desde la S/E que estará ubicada en la urbanización “Ciudad del Mar”, colindante con la urbanización “Marina Blue”, la salida de medio voltaje la realizará mediante la utilización de celdas en SF6. La S/E estará servida con un transformador de 7.5 MVA y servirá a las dos urbanizaciones. Por lo tanto, de manera provisional, se realizará una derivación de la línea de MV área que pasa frente a la urbanización hasta que la S/E este lista.

IV.2 BASES DEL DISEÑO [6] [9] [10]

A continuación se describirán brevemente cada uno de los puntos más relevantes de las bases que se utilizarán para el diseño del sistema de distribución eléctrica de la urbanización:

IV.2.1. ESTUDIO DE LA DEMANDA DE POTENCIA

Se realizará la determinación de la demanda considerando el nivel socioeconómico de los usuarios a los que está orientada la urbanización, este punto fue analizado con profundidad en el Capítulo III.

IV.2.2. VOLTAJE DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es el nivel de voltaje que abastecerá de energía a la urbanización, en este caso el nivel de voltaje de entrada es de 13.8 kV.

IV.2.3. PUNTO DE CONEXIÓN

La acometida en medio voltaje hacia la urbanización se realizará mediante una transición de red aérea a subterránea la cual debe incluir:

- Estructura con dos crucetas para la instalación de seccionadores fusibles abiertos, tipo rompe arco, y pararrayos.
- Estructura con cruceta para sujeción de los cables de MV.
- Kit de sujeción para cables.
- Cable de cobre desnudo, cableado suave #2 AWG 7 hilos, para puesta a tierra.
- Pararrayos, el conductor de puesta a tierra al pararrayos se alojará dentro del poste.
- Seccionadores fusible tipo abierto con accesorio rompearco.
- Punta terminal tipo exterior, seleccionada para el nivel de voltaje y el calibre del conductor monopolar de medio voltaje.
- Conector de cobre, tipo espiga u ojo, seleccionado según el calibre del cable monopolar de medio voltaje.
- Codo metálico reversible o tapón de salida múltiple, para sellar la tubería en su punto superior, seleccionada según el número y diámetro de los conductores de la transición.
- Tubería rígida de acero galvanizado con un diámetro mínimo de 4", asegurada al poste con cinta metálica y hebillas de acero inoxidable. La tubería deberá ser aterrizada con un conector de aterrizamiento tubo-cable.
- Codo metálico rígido con curva amplia de 90°, de igual diámetro que la bajante, para unir al pozo que se instala al pie del poste. El codo no debe ser cortado y no sobrepasara la pared terminada del pozo. Se colocará una tuerca corona en el ingreso del codo metálico al pozo para la protección contra fricción del cable. La distancia de la parte superior del pozo al codo será mínimo 30 cm.

- La puesta a tierra estará conformada por una varilla de acero recubierta de cobre de 1.80 m por 15.87 mm (5/8") de diámetro. La conexión se realizará mediante suelda exotérmica.

IV.2.4. CONFIGURACIÓN DE LOS CIRCUITOS

El sistema de distribución está relacionado con la demanda de diseño, el voltaje primario y el tipo de instalación. Las redes de medio voltaje pueden ser:

- Radiales, considerando puntos de interconexión entre circuitos correspondientes a diferentes alimentadores que operaran normalmente abiertos y que serán utilizadas para transferencia de carga en condiciones emergentes.
- Anillos abiertos.

Las redes de bajo voltaje subterráneas serán radiales simples, esto es, los circuitos correspondientes a un centro de transformación serán eléctricamente independientes de los adyacentes.

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

Para la red secundaria subterránea se utilizarán conductores de cobre, con un nivel de aislamiento de 2000 V, con polietileno (PE) y chaqueta de vinilo (PVC) resistente a la humedad.

Para el sistema de 13.8 kV, el conductor de neutro secundario será continuo a partir de la S/E de distribución y en los tramos monofásicos será común con el neutro de la red primaria.

IV.2.5. CAÍDA DE VOLTAJE ADMISIBLE

La caída de voltaje admisible en redes de distribución subterráneas de medio voltaje no debe sobrepasar los siguientes valores:

Tabla 4.1

Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E sin intercambiador de taps bajo carga)		
Componentes del sistema de distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3,0%	3,5%

Tabla 4.2

Caída máxima de voltaje en la Red Primaria (S/E con intercambiador de taps bajo carga)		
Componentes del sistema de distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Primario	3,5%	4,0%

Para redes secundarias los valores máximos admisibles se presentan en la siguiente tabla, cabe indicar que se debe considerar la longitud total desde el centro de transformación hasta el punto de corte, es decir, hasta el punto en el cual el flujo de corriente se anula.

Tabla 4.3

Caída máxima de voltaje en la Red Secundaria (S/E sin intercambiador de taps bajo carga)		
Componentes del sistema de distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Secundario	2,5%	3,0%

Tabla 4.4

Caída máxima de voltaje en la Red Secundaria (S/E con intercambiador de taps bajo carga)		
Componentes del sistema de distribución	Alimentador	
	Urbano	Rural
	Caída de voltaje	Caída de voltaje
Secundario	3,0%	3,5%

IV.2.6. ALUMBRADO PÚBLICO

El cálculo de iluminación debe cumplir con la norma CIE 140-2000 y la regulación actualizada del CONELEC, No. 005/14.

IV.2.7. ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

Estas saldrán del pozo más cercano a la vivienda por donde atraviese la red de BV. Se utilizará cable TTU de calibre mínimo #6 AWG para la acometida (fases y el neutro), la misma que llegará al medidor que se encontrará en la fachada del inmueble.

Para la protección de los cables se utilizará los siguientes elementos con un diámetro mínimo de 2”:

- Tubería de PVC.
- Tubo rígido de acero metálico.
- Tubería de polietileno de alta densidad flexible.

IV.2.8. OBRAS CIVILES [10] [13]

IV.2.8.1 Pozos

Se utilizarán pozos cuando existan cambios de dirección, transición aérea a subterránea, así como a lo largo de los tramos rectos de la trayectoria de la red. Se recomienda una distancia entre pozos no mayor a 50 metros. Deberán ser contruidos de hormigón armado de 210 kg/cm² o de ladrillo. El espesor de la pared de pozo deberá ser como mínimo 12 cm. La tapa de los pozos deberá ser de hormigón armado, con marco y contramarco metálico. El espesor de la loza deberá ser de 70 cm.

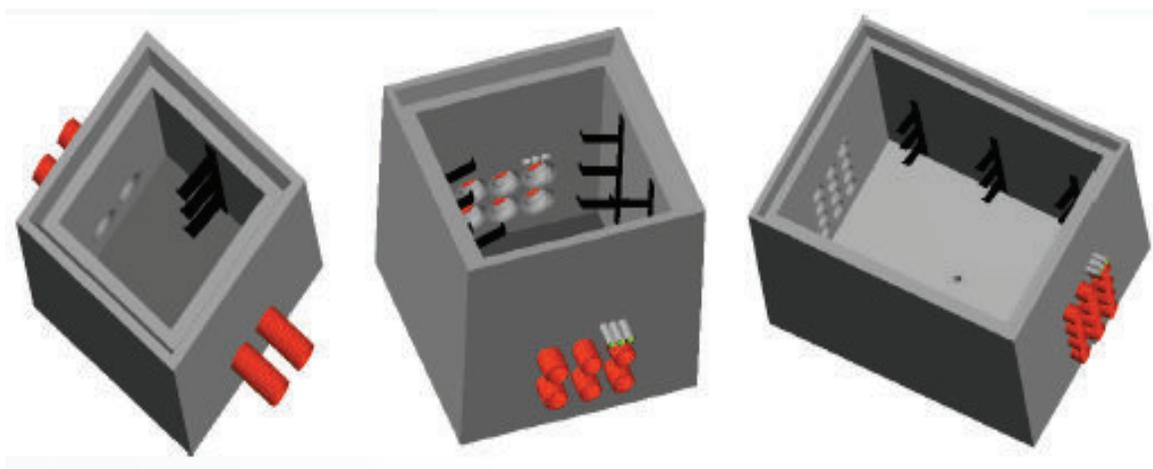
Las dimensiones de pozo varían de acuerdo a la red subterránea que alberguen. Estas dimensiones se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 4.5

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

- Las profundidades indicadas en la tabla son mínimas y podrá aumentar dependiendo de cantidad de ductos a instalarse.
- Los pozos tipo C serán utilizados para derivaciones en bajo voltaje
- Los pozos tipo C y D se construirán con 2 tapas que cubran el área del mismo.
- En el pozo tipo E se podrán colocar módulos premoldeados para derivación y seccionamiento. Este tipo de pozo irá con una tapa de hierro esferoidal.
- Los pozos tipo D y E se construirán normalmente en las esquinas

Figura 4.3
Pozos con diferentes números de vías



IV.2.8.2 Canalizaciones y ductos

Se ha dividido el área de la acera para compartir los diferentes servicios básicos que una vivienda debe tener, el primer tercio de la parte interna de la acera corresponde a los servicios de agua potable, el segundo tercio corresponde a las redes de comunicaciones (telefonía, internet, televisión por cable, etc.) y el último tercio (próximo a la calzada) corresponde a las redes eléctricas.

Figura 4.4
DUCTO TIPO 2
DISTRIBUCION DE VIAS (PVC Ø 4") EN EL INTERIOR DEL DUCTO
(VIAS SECUNDARIAS) ACERA DE 1.50 A 2.00m.

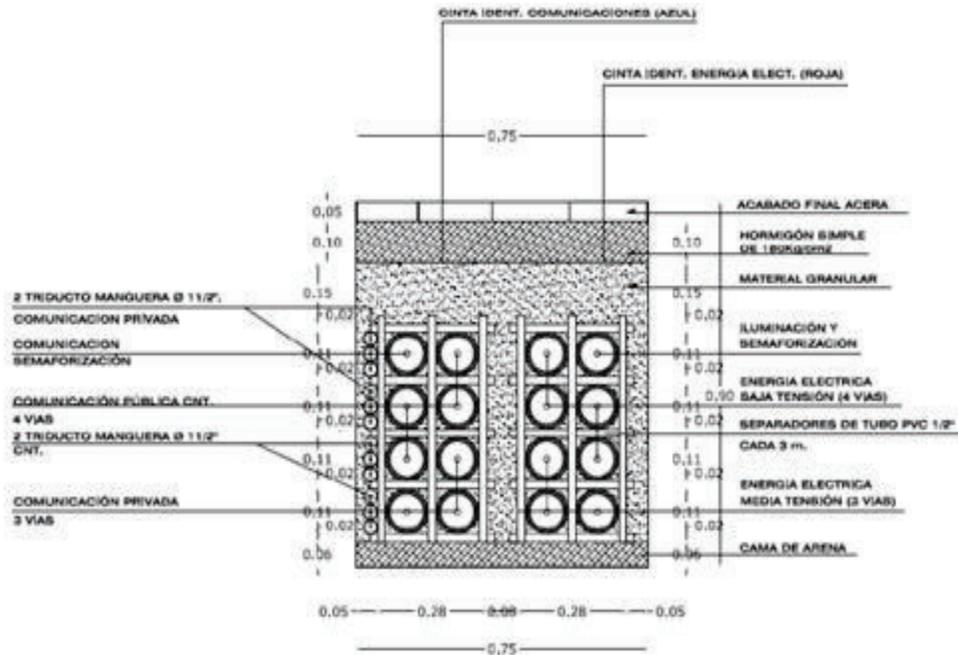


Figura 4.5
IMPLANTACION DE DUCTO TIPO 3 EN ACERA DE 3.00 m.
CALLE SECUNDARIA - PRINCIPAL

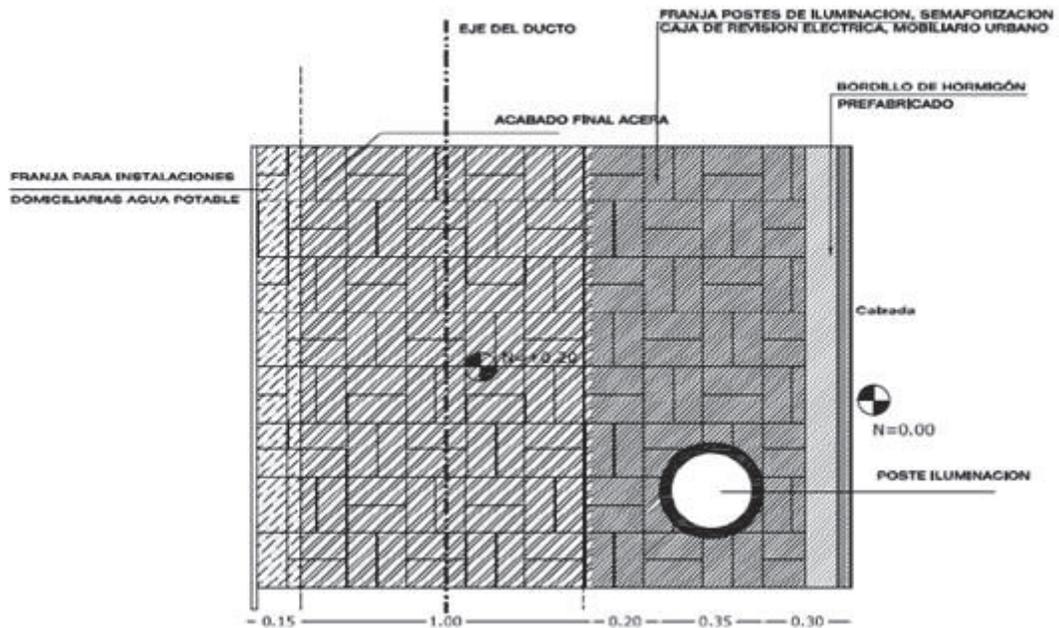
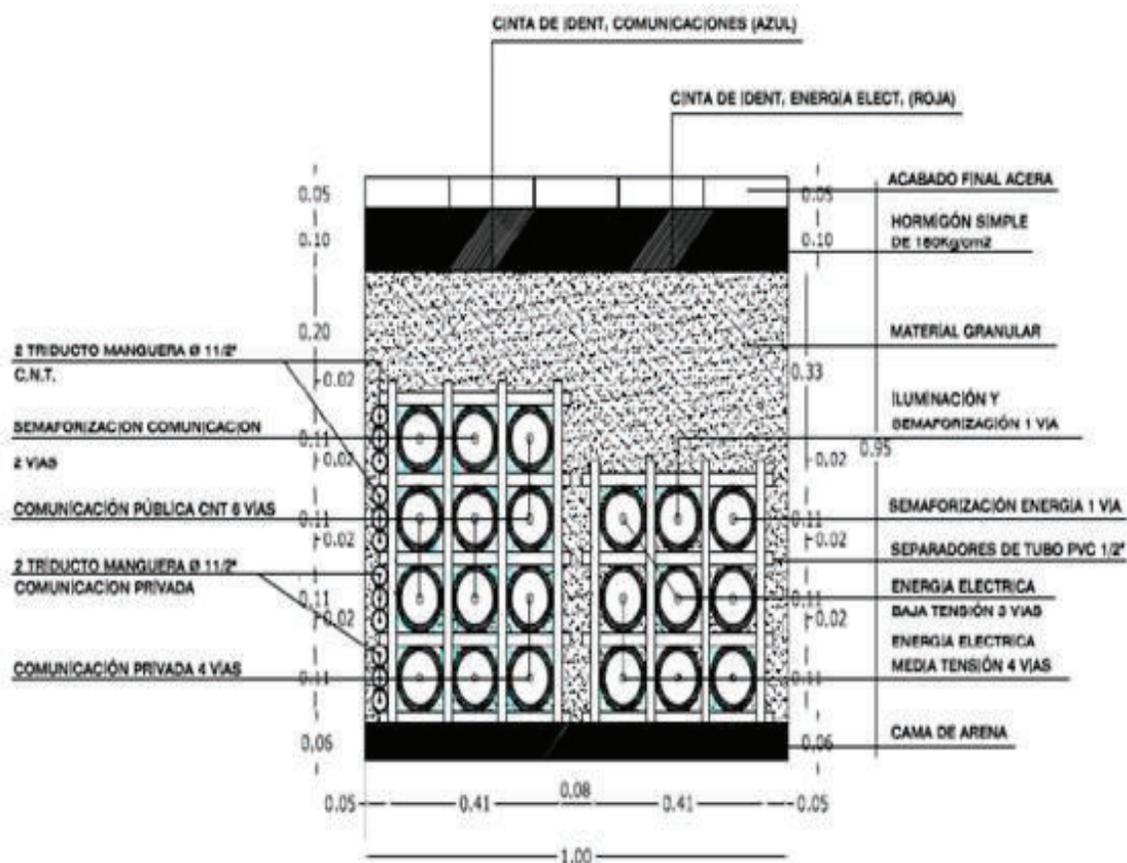


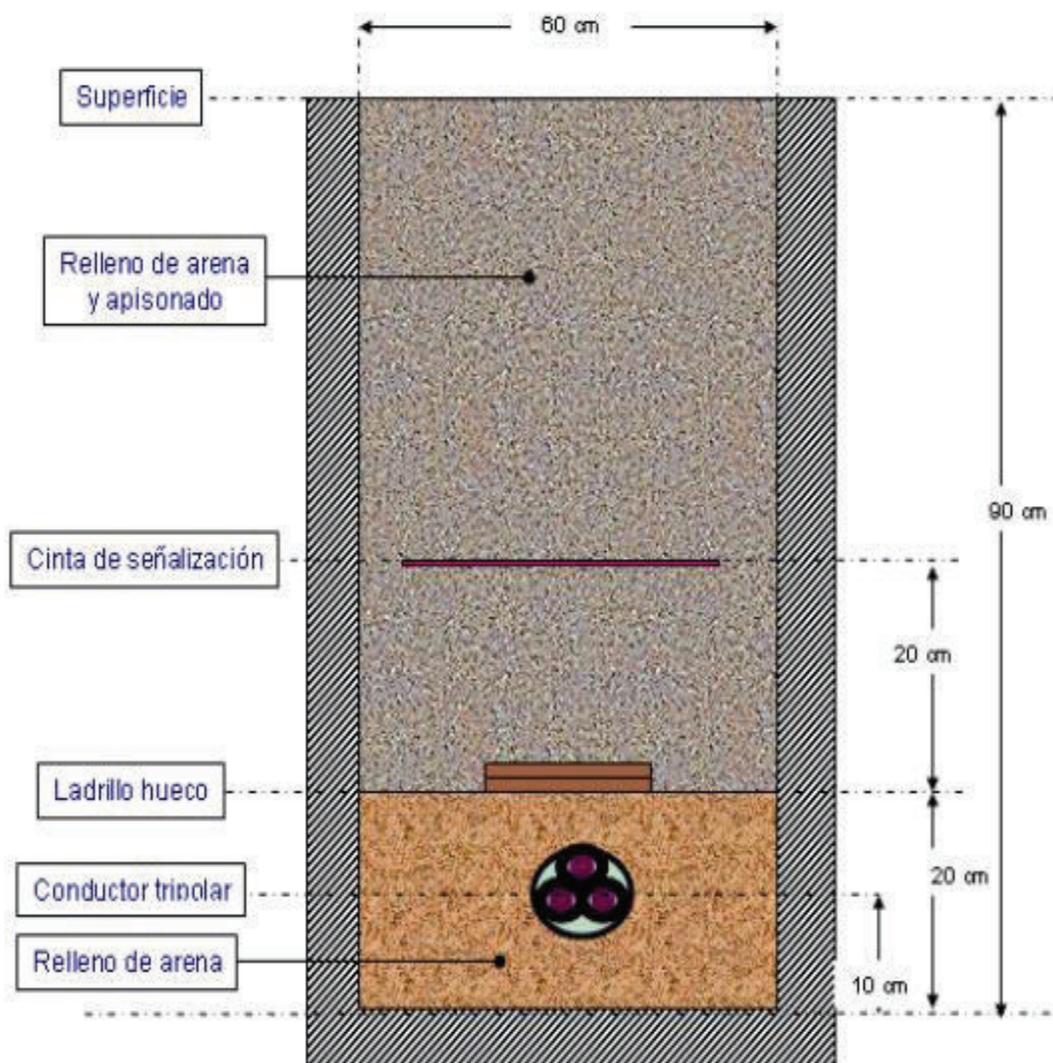
Figura 4.6

DUCTO TIPO 3
CANTIDAD MAXIMA REQUERIDA PARA LOS SERVICIOS
Distribución de vías (PVC Ø 4") en el Interior del ducto
(VIAS PRINCIPALES Y COLECTORAS)



La profundidad de la zanja para enterrar los tubos depende si la misma está en la calzada o en la acera, para el primer caso la profundidad será de 90 cm y para el segundo caso será de 60 cm. En los casos donde no se puedan obtener estos valores de profundidad mínima, se deberá colocar en todo el trayecto de la zanja hormigón de resistencia mecánica tal que garantice la misma protección que el banco de ductos con las mismas condiciones de profundidad que los antes mencionados.

Figura 4.7
Dimensiones de zanja para colocación de tubería de canalización en vías



Se debe instalar el tipo de ducto que cumpla con la norma NTE INEN 2227 y NTE INEN 1869, el cual es tubo de PVC de pared estructurada lisa, diámetro de 110 mm y 160 mm. El color del ducto para instalaciones eléctricas subterráneas será de color naranja.

La suma del área de la sección transversal de todos los conductores o cables en una canalización no debe exceder el 40% de la sección transversal interior de la canalización. Esto según la norma NEC 354-5.

Tabla 4.6
Diámetro de la tubería en función del calibre del conductor

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

IV.2.8.3 Bases de hormigón para la instalación de equipos tipo pedestal

Todo equipo tipo pedestal deberá contar con una base de hormigón armado, con una resistencia mínimo de 210 kg/cm², cuyas dimensiones dependerá del equipo a instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 10 cm y la profundidad del canal debe ser mínimo 30 cm (la EEQ recomienda 60 cm).

Además debe instalarse una barrera de protección mecánica alrededor del equipo la cual puede estar constituida de bolardos metálicos amortiguado de acero de 8 pulgadas de diámetro mínimo con una altura mínima sobre el nivel del piso de 50 cm y enterrado 20 cm con sistema de cimentación. Este bolardo debe ir pintado con franjas amarillas y negras.

Donde se instale un equipo (transformador, interruptores o caja de maniobras) se deberá construir un pozo junto a la base, de las medidas tales que permita dejar reserva en los cables, operar, manipularlos, colocar barrajes desconectables, barrajes de puesta a tierra o cualquier otro elemento de la red.

Figura 4.8
Diseño de base para transformador tipo pedestal

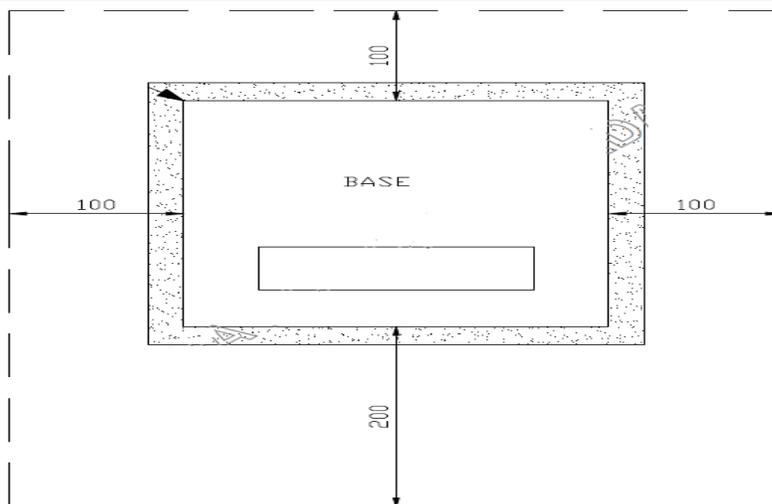


Figura 4.9
Diseño de base y ubicación de pozos para transformador tipo pedestal

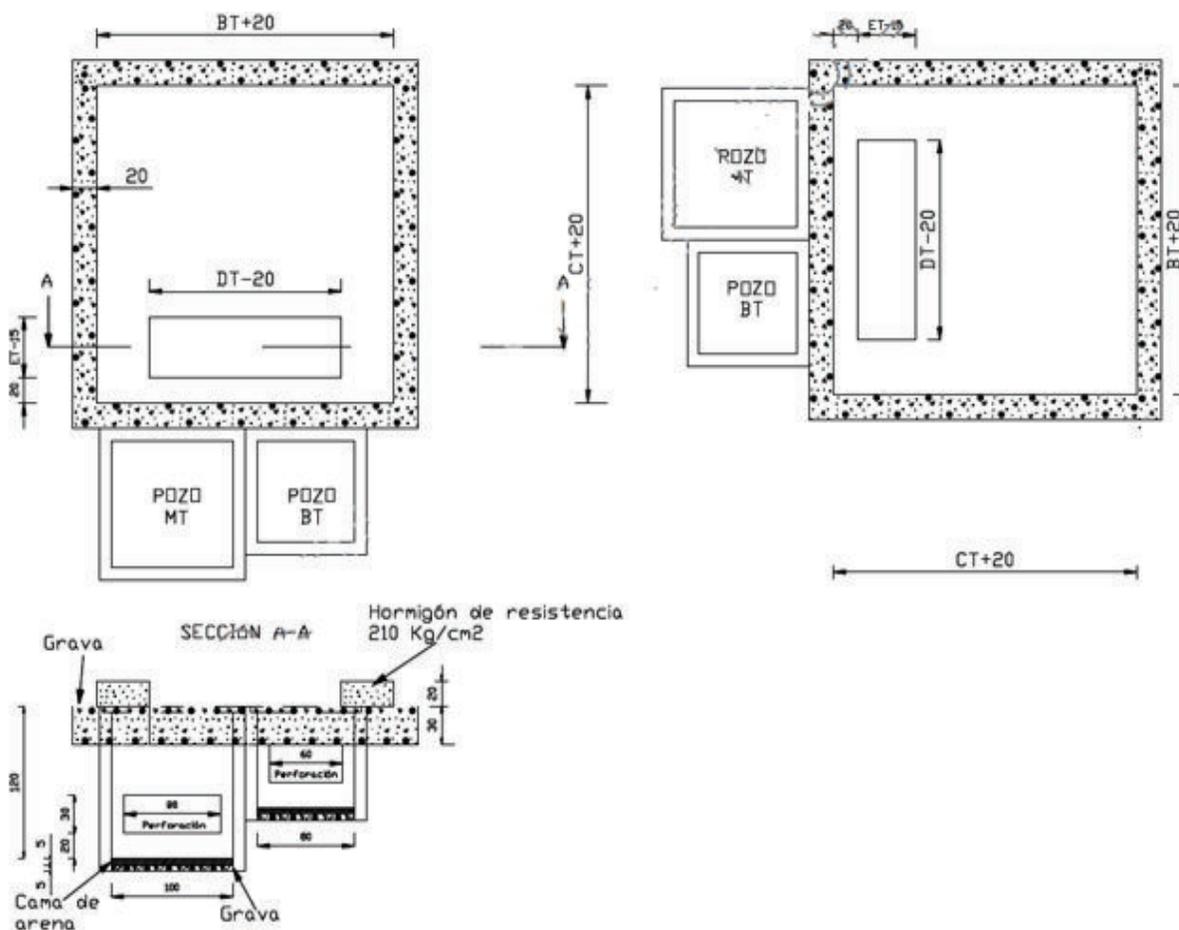
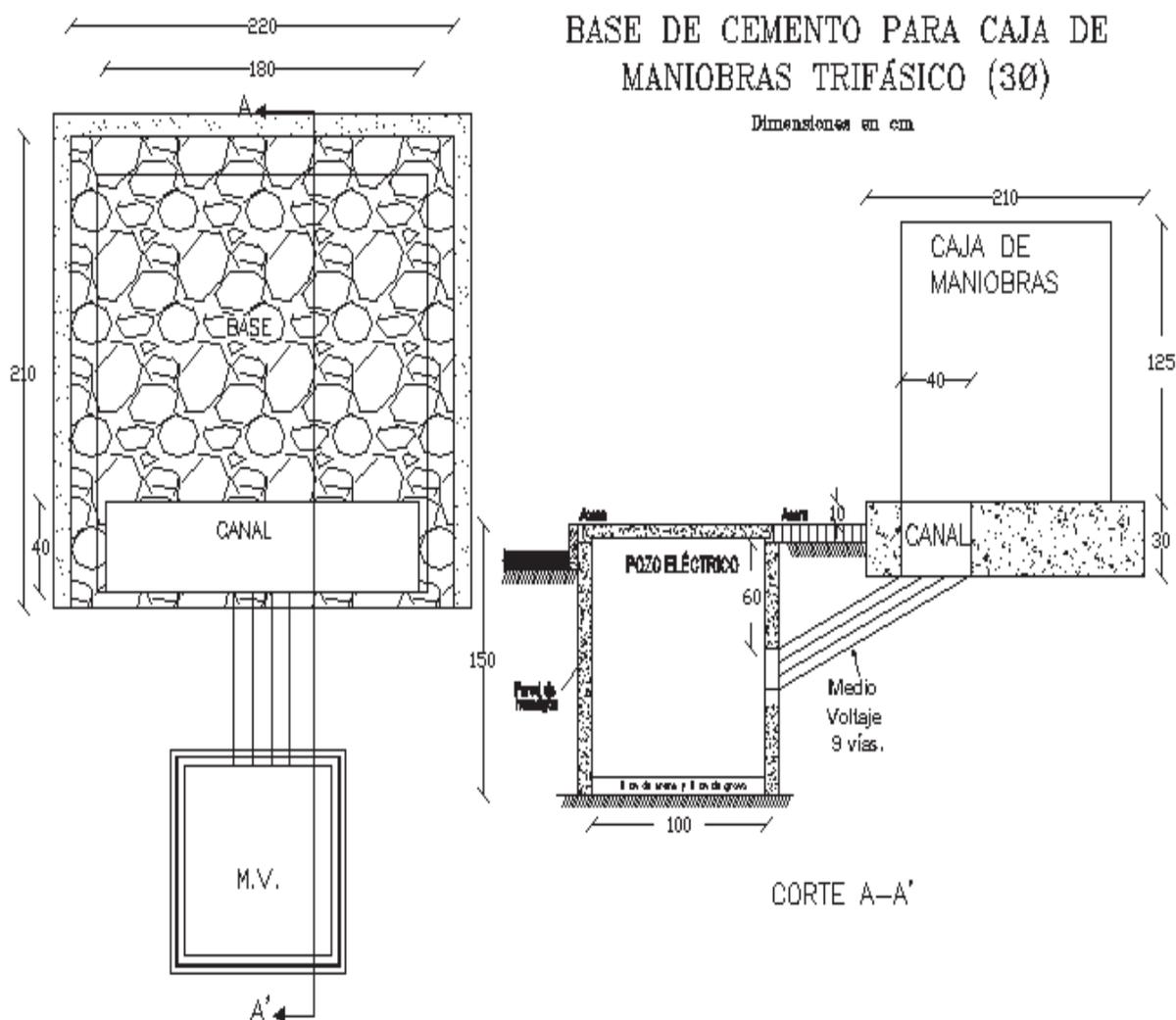


Figura 4.10
Diseño de base y ubicación de pozo para equipo tipo pedestal



IV.3 DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA DE MEDIO VOLTAJE, BAJO VOLTAJE Y ALUMBRADO PÚBLICO

Debido a la geometría y ubicación de la urbanización “Marina Blue”, se ha decidido realizar redes radiales que alimenten a transformadores a lo largo de la misma. El sistema a utilizar será básicamente monofásico para las viviendas porque se pretende distribuir los centros de transformación cercanos a las mismas, esto para compensar las caídas de voltaje y no incurrir a utilizar cables con un grosor

exagerado. Por lo tanto se ubicaran centros de transformación junto a un tablero de medidores el cual alimentará a los lotes de un determinado sector y a un determinado número de usuarios, como máximo siete. Es decir no se realizarán redes subterráneas de BV, sino que las acometidas saldrán directamente del tablero de medidores a los lotes. Además este también es un requerimiento de los propietarios para mantener una similitud en el diseño a la urbanización “Ciudad del Mar, también de propiedad de ellos.

En el gráfico siguiente se muestra la disposición de los equipos en la urbanización “Ciudad del Mar”. Se indica el transformador tipo pedestal en el medio de la instalación y dos tableros de medidores a los costados del transformador. En la urbanización “Marina Blue” se pretende realizar la misma disposición.

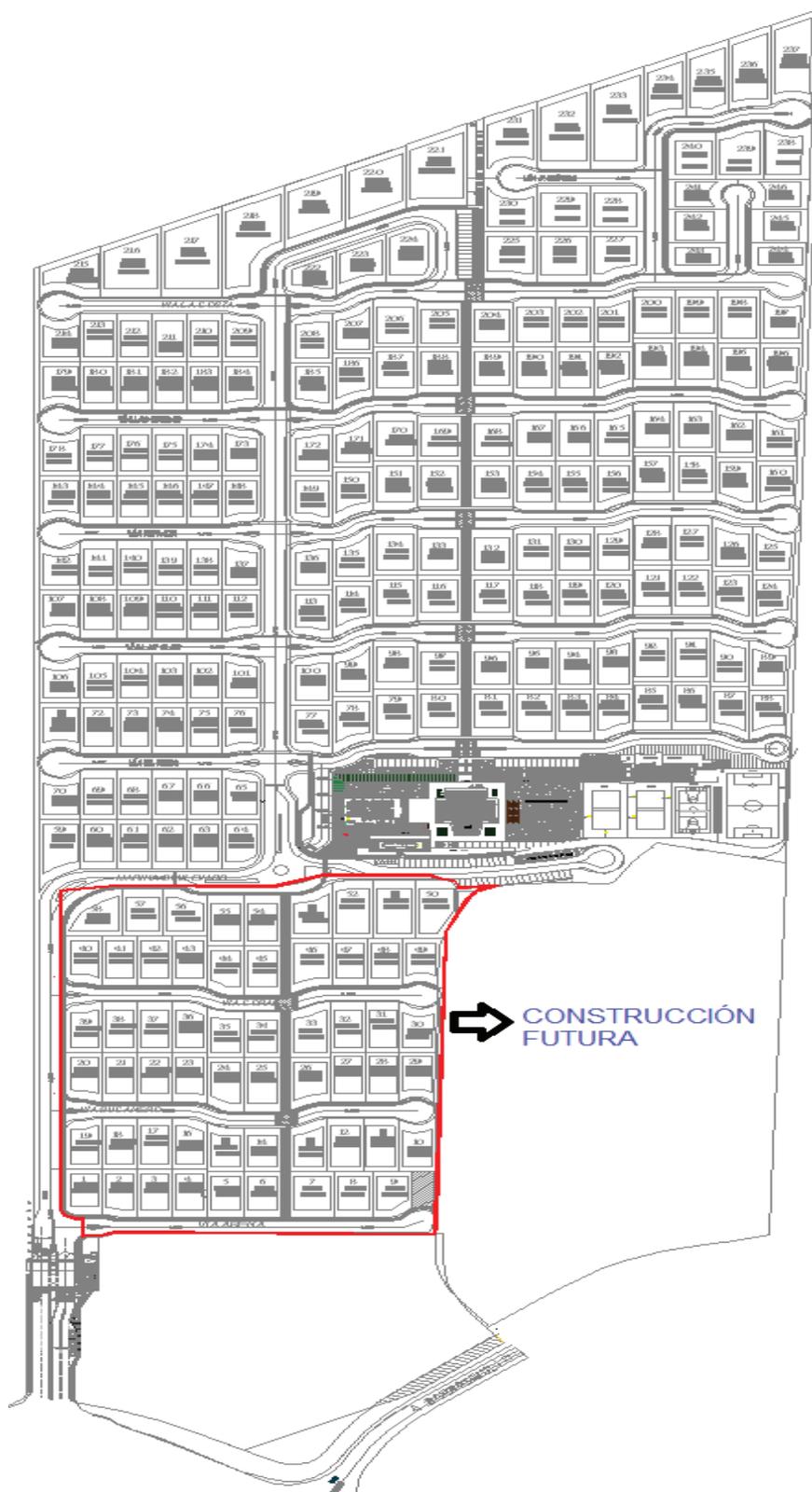
Figura 4.11
Ubicación de equipos para red eléctrica subterránea



Otro detalle a considerar para el diseño es que la urbanización se construirá por etapas, la primera parte a construir será la que está constituida por los lotes cercanos a la playa. Y en el plazo de un año se completará la parte restante. Esto es relevante debido a que la etapa que quedaría pendiente está en el ingreso de la urbanización y debemos considerar esta observación para el trazado de la red de medio voltaje ya que no podríamos planificarla por la etapa que no entraría en construcción.

En el gráfico siguiente se muestra un esquema de la urbanización y las etapas que entrarían y no en construcción. Por lo tanto el ingreso a la urbanización de la acometida de medio voltaje deberíamos hacerlo perimetral a la construcción futura. Es decir el sitio ideal para colocar la caja de maniobras (distribución de los circuitos de medio voltaje) debería ser en el área de la Casa Club. Así no dependemos de que se construya o no la etapa ubicada en el ingreso de la urbanización y no se retrasaría el resto de obras a lo largo de ella.

Figura 4.12
Perímetro de construcción futura



Otro aspecto a considerar en el diseño (por pedido del propietario de conjunto) es que deberíamos colocar equipos (transformadores, cajas de maniobra, tableros de medidores) en un solo lado de la calzada (donde se pueda), en frente de las áreas de ciclo paseo. En los siguientes gráficos se indican ejemplos de cómo se dividiría el grupo de lotes para ser atendido por un transformador tipo pedestal.

Figura 4.13
Determinación de áreas que cubre un centro de transformación, ejemplo 1

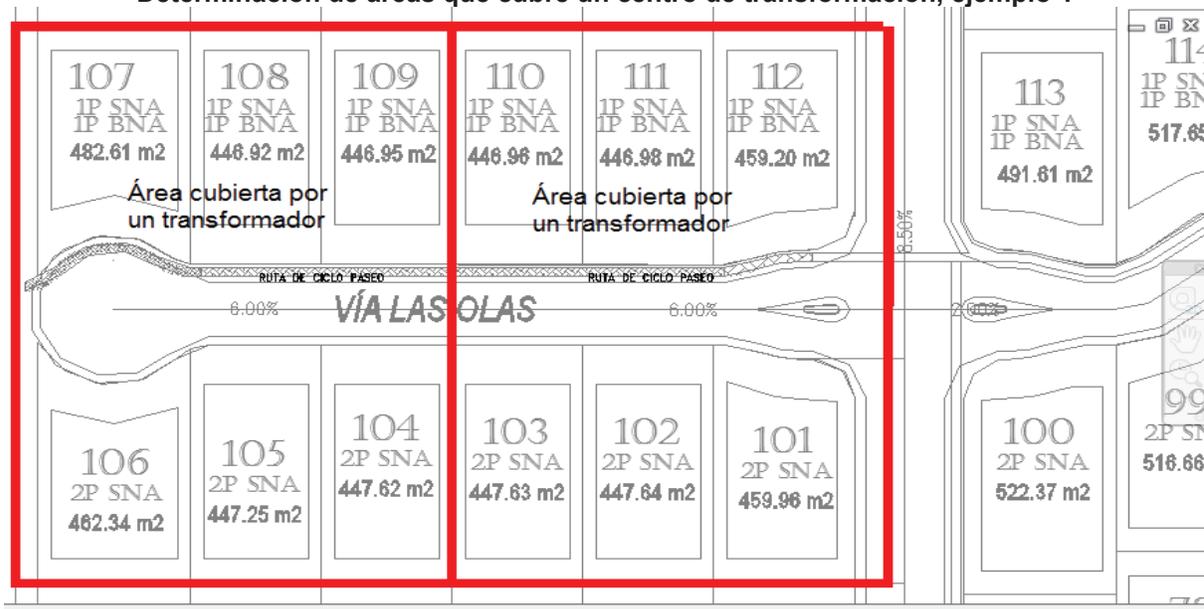
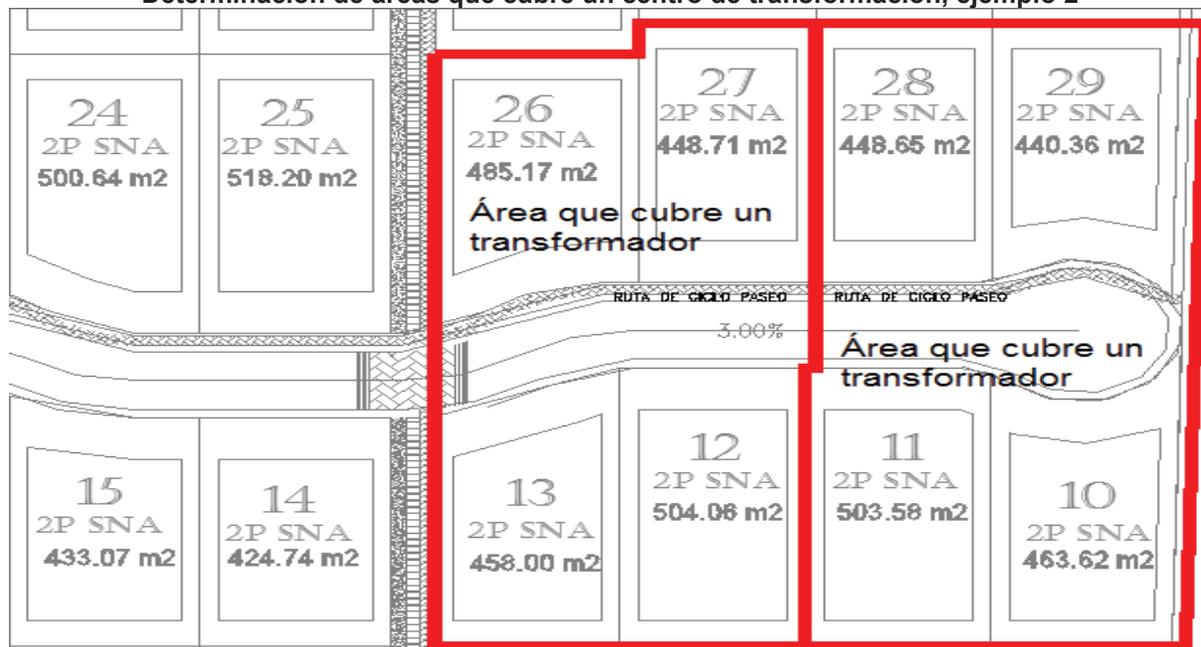


Figura 4.14
Determinación de áreas que cubre un centro de transformación, ejemplo 2



IV.3.1. SELECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

La selección de la capacidad de los transformadores se realizará con las consideraciones indicadas anteriormente. Entonces un transformador atenderá desde 3 hasta 7 usuarios y para calcular la demanda requerida se utilizará el formulario de la E.E.Q. código#: DD.DID.722.IN.03. Es decir para atender a 6 usuarios se requiere una potencia de 41.98 kVA, el transformador será de 50 kVA. El ejemplo se indica en el siguiente gráfico.

Figura 4.15

Ejemplo de cálculo para determinar potencia de transformador según número de usuarios

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA UN GRUPO DE USUARIO			
Cálculo de la demanda para un grupo de usuarios			
Demanda Total de un solo usuario (W)	# de usuarios	Factor de Coincidencia del grupo de usuarios	Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)
9.720	6	0,66	38.491

Luminarias a usar						
Potencia (W)	70	100	150	250	400	Total
# Luminaria	0	0				0

Porcentaje de Pérdidas técnicas dependiendo del tipo de red		
Con red secundaria	Sin Red Secundaria	% Pérdidas Técnicas
3,6	1,0	3,6%

Cálculo de la demanda de diseño				
Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios	Demanda de pérdidas técnicas (W)	Demanda de Alumbrado Público (W)	Factor de potencia	Demanda de diseño (VA)
38.491	1.386	-	0,95	41.976

No modificar
Potencia de placa de un solo equipo

Los terrenos que están junto a la playa, por ser bloques de departamentos, se alimentarán con transformadores trifásicos, así como las áreas de servicios comunales, bombas, casa club. Es decir para servir a la casa club, en los cálculos de demanda realizados en el capítulo III, se determinó que se necesitan 94.03 kVA, es decir que el transformador a utilizar será un trifásico de 100 kVA.

A continuación se presenta en detalle el listado de los transformadores con la especificación de número de fases, potencia, demanda, calibres a utilizar y capacidad de la protección.

Tabla 4.7
Resumen de Transformadores a utilizarse

# Fases	# Trafo	Potencia (kVA)	Demanda (kVA)	# Usuarios	Calibres	Protección
1Ø	CT-1	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-2	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-3	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-4	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-5	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-6	37,5	36,04	5	2/0	175
1Ø	CT-7	37,5	21,71	3	1/0	150
1Ø	CT-8	25,0	29,68	4	1/0	125
1Ø	CT-9	25,0	29,68	4	1/0	125
1Ø	CT-10	25,0	29,68	4	1/0	125
1Ø	CT-11	25,0	29,68	4	1/0	125
1Ø	CT-12	25,0	29,68	4	1/0	125
3Ø	CT-CASA CLUB	100,0	94,03	1	2x1/0	300
1Ø	CT-13	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-14	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-15	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-16	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-17	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-18	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-19	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-20	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-21	37,5	41,98	6	2/0	175
3Ø	CT-22	50,0	41,98	6	4/0	225
3Ø	CT-23	75,0	62,81	4	4/0	225
3Ø	CT-24	50,0	49,13	3	1/0	150

Tabla 4.8
Resumen de transformadores a utilizarse

# Fases	# Trafo	Potencia (kVA)	Demanda (kVA)	# Usuarios	Calibres	Protección
1Ø	CT-25	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-26	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-27	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-28	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-29	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-30	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-31	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-32	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-33	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-34	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-35	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-36	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-37	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-38	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-39	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-40	25,0	26,68	4	1/0	125
1Ø	CT-41	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-42	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-43	50,0	48,23	7	4/0	225
1Ø	CT-44	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-45	25,0	36,04	5	2/0	175
1Ø	CT-46	37,5	41,98	6	2/0	175
1Ø	CT-47	25,0	21,71	3	1/0	125
3Ø	CT-48	50,0	45,78	3	1/0	150
3Ø	CT-49	75,0	58,54	4	4/0	225
3Ø	CT-50	50,0	21,71	3	1/0	150

Además en los centros de transformación siguientes están incluidas las demandas de los equipos especiales que corresponden al sector:

- CT-3: En este sector hay dos bombas de agua de 2 y $\frac{3}{4}$ HP para la distribución de agua potable en la sala de ventas, así como un nodo de CNT donde han solicitado una demanda de 10 kW.
- CT-CASA-CLUB: En este sector se encuentran las bombas de incendios y principales de agua de la urbanización (detalladas en el estudio de carga correspondiente).
- CT-23: Existe una bomba de 15 HP, para la impulsión de aguas servidas hacia red pública.
- CT-25: Existe una bomba de 25 HP, para la impulsión de aguas servidas hacia sistema interno de la urbanización.

Como resumen se puede mencionar que se necesitan 51 transformadores para atender la demanda de la urbanización “Marina Blue”, en la disposición que se ha decidido. Además por las características de la urbanización es ideal la aplicación de los transformadores tipo pedestal, así no llenaremos de cuartos utilizados como cámaras de transformación, que no son estéticos y necesitan un espacio mayor, el cual no se dispone.

Los transformadores tipo pedestal tiene protecciones internas en medio voltaje (limitadores de corriente ELSP y fusibles tipo Bay-o-net)

IV.3.2. TRAZADO DE LA RED DE BAJO VOLTAJE

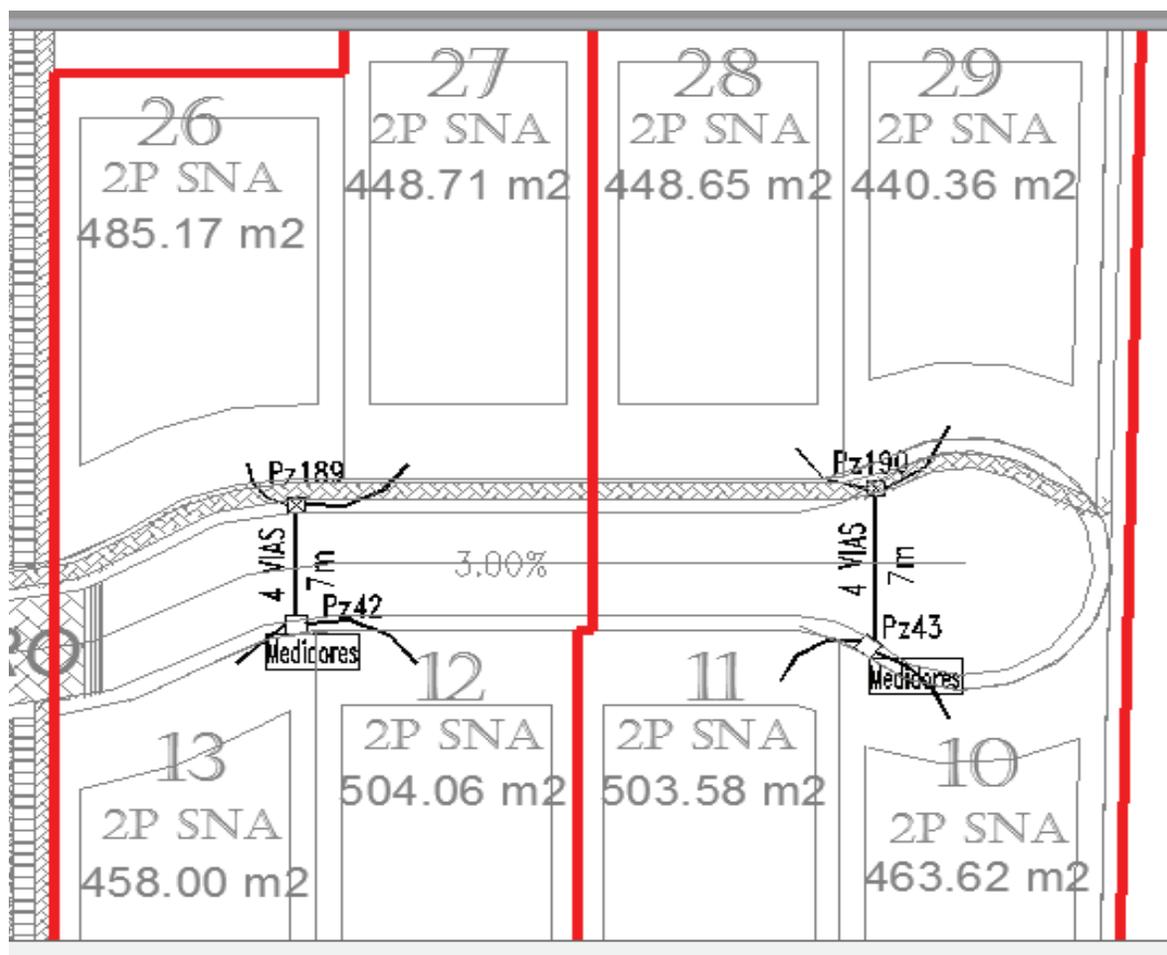
La instalación planificada limita al máximo la instalación de cables secundarios tipo TTU de diferentes calibres para redes de bajo voltaje y minimiza la caída de voltaje en las instalaciones domiciliarias. Entonces se dispondrán de tableros de medidores que sirvan a 3, 4, 5,6 y 7 usuarios, los cuales estarán ubicados en los centros de transformación planificados, formando un solo cuerpo.

Las acometidas se las realizará con conductor tipo TTU con calibre #4 AWG, que para una distancia de 50 metros, en sistema monofásico, presenta un porcentaje

de caída de voltaje de 2.3% (las distancias existentes desde el tablero de medidores al usuario son menores a 50 metros). Al no existir redes de BV, nos da la oportunidad de realizar la canalización, para esta instalación, con manguera o tubería de PVC de 51 mm de diámetro como mínimo y los pozos serán de 80cmx80cmx110cm, que nos da la holgura suficiente para poder trabajar en el mismo.

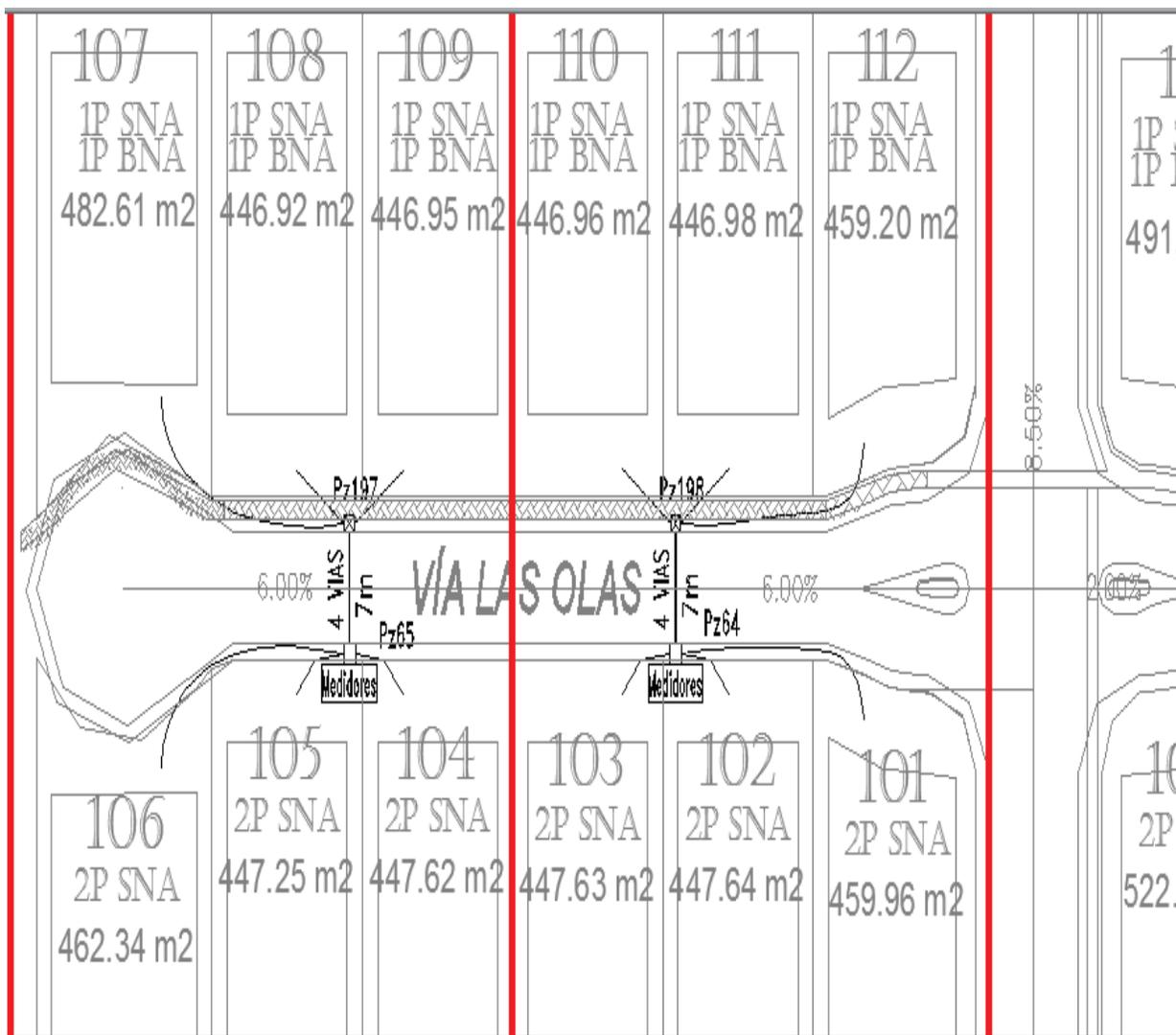
A continuación se muestran diferentes ejemplos de cómo están dispuestas las acometidas de BV para los lotes. En el primer gráfico se muestra como un centro de distribución de servicio eléctrico sirve a cuatro usuarios, los equipos están ubicados en el lado de la vía opuesta a la ruta de ciclo paseo. Además se puede apreciar que no se necesita mayor canalización para servir a los cuatro usuarios y las distancias son cortas.

Figura 4.16
Diagrama de distribución de acometidas desde tablero de medidores para cuatro usuarios



En el siguiente gráfico se muestra como se atendería a seis usuarios, se puede apreciar que se necesita dos pozos para atender a los usuarios de ambos lados de la vía, nuevamente se puede notar que los equipos se encuentran ubicados en el lado opuesto de la ciclo vía y las distancias son cortas.

Figura 4.17
Diagrama de distribución de acometidas desde tablero de medidores para seis usuarios



IV.3.3. TRAZADO DE LA RED DE MEDIO VOLTAJE

Una vez definido los centros de transformación se procederá a realizar el trazado de la red de medio voltaje. Aquí definiremos la topología a utilizar, los equipos a utilizar, la ubicación de los mismos, el conductor a utilizar.

IV.3.3.1 Selección de la Topología

Para alimentar a los transformadores necesarios para servir a la urbanización se tiene un solo punto de alimentación, según la factibilidad, la alimentación se la debe realizar desde la S/E construida para servir a los proyectos Urbanización “Marina Blue” y “Ciudad del Mar”, ubicada en esta última, por lo que la red a utilizar será de tipo radial. Entonces los transformadores a utilizar serán del tipo radial modificado, esto quiere decir que contarán con bushing insert de entrada y de salida.

La cantidad de transformadores que deberán estar enlazados en una línea, según norma del CNEL, deberán ser como máximo cinco.

Para cumplir este requerimiento se utilizarán cajas de maniobras distribuidoras de circuitos de medio voltaje con las siguientes características: 1 entrada y 3 salidas, se las prefiere sobre las cajas de conexión porque estas últimas no permiten seccionar los circuitos.

Se ha dispuesto usar dos cajas de maniobra y la distribución de los circuitos será de la siguiente manera:

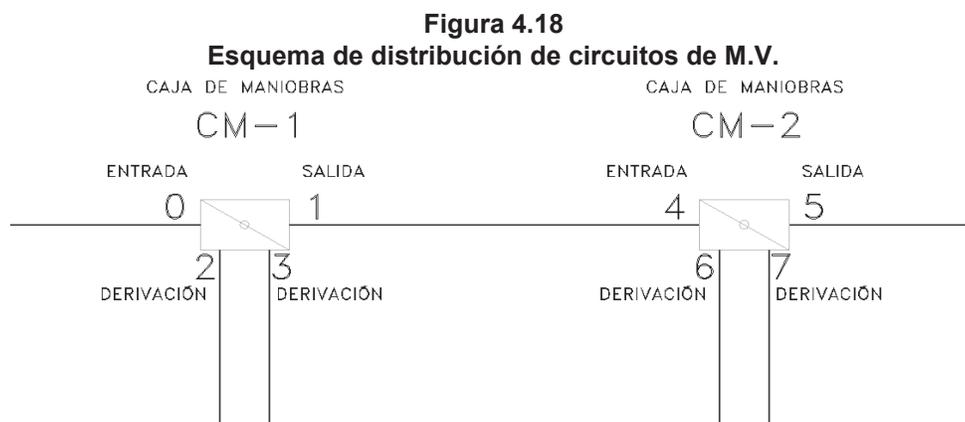


Tabla 4.9
DERIVACIÓN No. 2, Fase “A”

DERIVACIÓN 2	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE A	1 \emptyset	CT-4	37,5
	1 \emptyset	CT-5	37,5
	1 \emptyset	CT-6	37,5
	1 \emptyset	CT-12	25,0
	3 \emptyset	CT-CASA CLUB	33,3
	SUBTOTAL		170,8

Tabla 4.10
DERIVACIÓN No. 2, Fase "B"

DERIVACIÓN 2	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE B	1∅	CT-1	37,5
	1∅	CT-2	37,5
	1∅	CT-3	37,5
	1∅	CT-7	37,5
	3∅	CT-CASA CLUB	33,3
		SUBTOTAL	183,3

Tabla 4.11
DERIVACIÓN No. 2, Fase "C"

DERIVACIÓN 2	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE C	1∅	CT-8	25,0
	1∅	CT-9	25,0
	1∅	CT-10	25,0
	1∅	CT-11	25,0
	3∅	CT-CASA CLUB	33,3
		SUBTOTAL	133,3

Tabla 4.12
DERIVACIÓN No. 3, Fase "A"

DERIVACIÓN 3	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE A	1∅	CT-13	37,5
	1∅	CT-14	37,5
	1∅	CT-15	37,5
	1∅	CT-16	37,5
	1∅	CT-17	37,5
		SUBTOTAL	187,5

Tabla 4.13
DERIVACIÓN No. 3, Fase "B"

DERIVACIÓN 3	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE B	1∅	CT-25	25,0
	1∅	CT-26	25,0
	1∅	CT-27	25,0
		SUBTOTAL	75,0

Tabla 4.14
DERIVACIÓN No. 3, Fase "C"

DERIVACIÓN 3	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE C	1∅	CT-28	25,0
	1∅	CT-29	25,0
	1∅	CT-30	25,0
	1∅	CT-31	37,5
	1∅	CT-32	37,5
		SUBTOTAL	150,0

Tabla 4.15
DERIVACIÓN No. 6, Fase "A"

DERIVACIÓN 6	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE A	1∅	CT-18	37,5
	1∅	CT-19	37,5
	3∅	CT-22	16,7
	3∅	CT-23	25,0
	3∅	CT-24	16,7
		SUBTOTAL	133,3

Tabla 4.16
DERIVACIÓN No. 6, Fase "B"

DERIVACIÓN 6	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE B	1∅	CT-20	37,5
	3∅	CT-22	16,7
	3∅	CT-23	25,0
	3∅	CT-24	16,7
		SUBTOTAL	95,8

Tabla 4.17
DERIVACIÓN No. 6, Fase "C"

DERIVACIÓN 6	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE C	1∅	CT-21	37,5
	3∅	CT-22	16,7
	3∅	CT-23	25,0
	3∅	CT-24	16,7
		SUBTOTAL	95,8

Tabla 4.18
DERIVACIÓN No. 7, Fase "A"

DERIVACIÓN 7	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE A	1∅	CT-33	25,0
	1∅	CT-34	25,0
	1∅	CT-35	25,0
	1∅	CT-36	37,5
	1∅	CT-37	37,5
		SUBTOTAL	150,0

Tabla 4.19
DERIVACIÓN No. 7, Fase "B"

DERIVACIÓN 7	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE B	1∅	CT-38	25,0
	1∅	CT-39	25,0
	1∅	CT-40	25,0
	1∅	CT-41	37,5
	1∅	CT-42	37,5
		SUBTOTAL	150,0

Tabla 4.20
DERIVACIÓN No. 7, Fase "C"

DERIVACIÓN 7	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE C	1∅	CT-43	50,0
	1∅	CT-44	37,5
	1∅	CT-45	25,0
	1∅	CT-46	37,5
		SUBTOTAL	150,0

Tabla 4.21
DERIVACIÓN No. 5, Fase "A"

SALIDA 5	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE A	1∅	CT-47	25,0
	3∅	CT-48	16,7
	3∅	CT-49	25,0
	3∅	CT-50	16,7
		SUBTOTAL	83,3

Tabla 4.22
DERIVACIÓN No. 5, Fase “B”

SALIDA 5	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE B	3 ϕ	CT-48	16,7
	3 ϕ	CT-49	25,0
	3 ϕ	CT-50	16,7
		SUBTOTAL	58,3

Tabla 4.23
DERIVACIÓN No. 5, Fase “C”

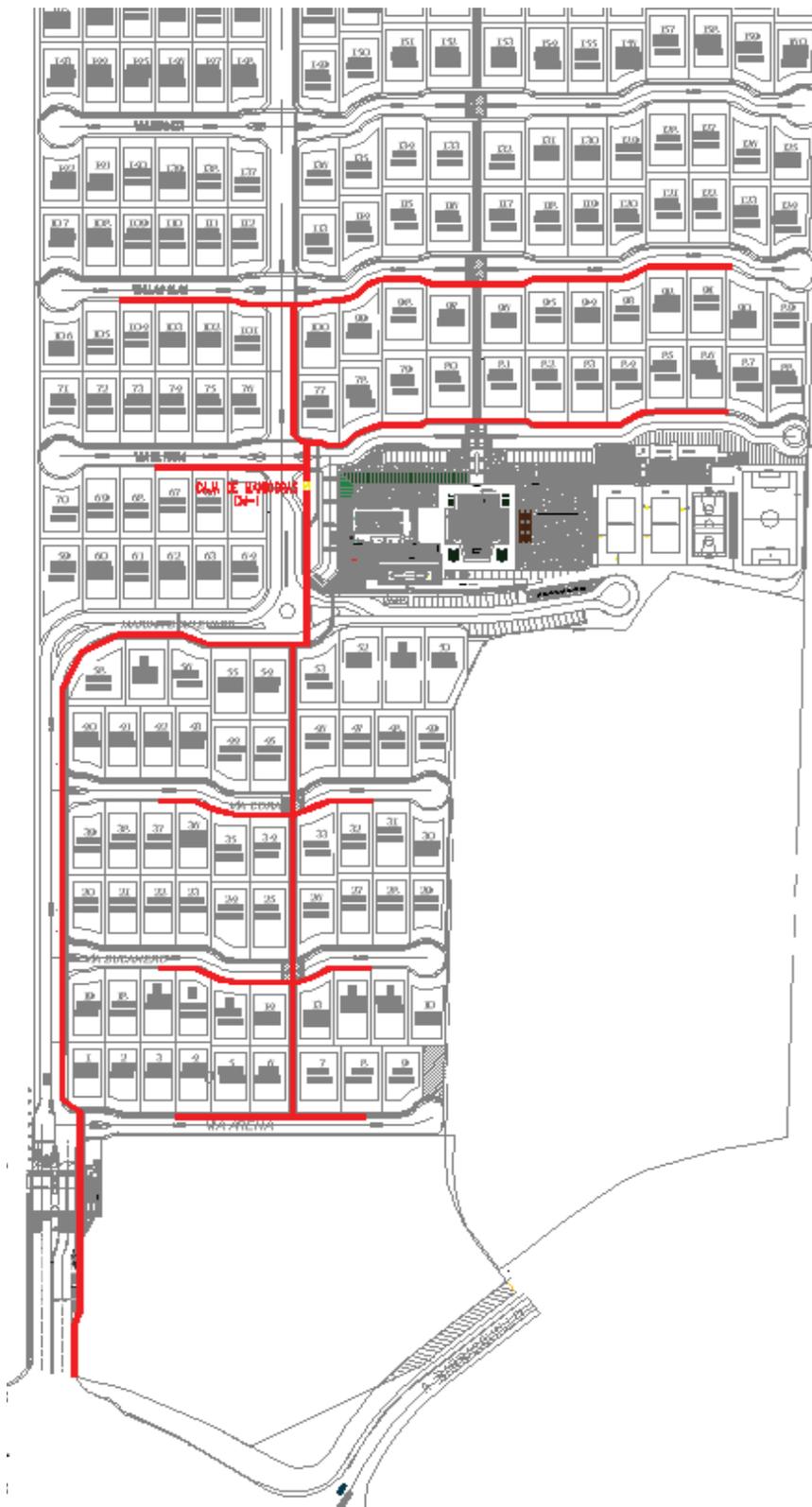
SALIDA 5	# Fases	# Trafo	Potencia
FASE C	3 ϕ	CT-48	16,7
	3 ϕ	CT-49	25,0
	3 ϕ	CT-50	16,7
		SUBTOTAL	58,3

Para el trazado de la red de medio voltaje, en primer lugar, ubicamos los centros de transformación con las consideraciones mencionadas y definimos una ruta preliminar para los alimentadores de medio voltaje. Por las características de la urbanización se escogió los equipos tipo pedestal (transformadores, cajas de maniobra), son ideales para esta aplicación ya que permiten ahorrar espacio y hacen juego con el ambiente.

Para la ubicación de la caja de maniobra No.1 se determinó que el área de la Casa Club nos permite una fácil distribución de los circuitos y está fuera de la etapa que ha sido planificada construirla posteriormente. La acometida principal de medio voltaje, desde la interconexión de la empresa CNEL en las afueras de la urbanización, alimenta este equipo y con la salida, denominada como No.1, alimentaremos la segunda caja de maniobras.

La segunda caja de maniobras ha sido planificada ubicarla en las esquinas de las calles Marina Boulevard y vía Las Olas, en el retiro del lote 101. Los equipos tipo pedestal serán ubicadas en bases, igualmente normadas por la empresa CNEL Manabí, serán de concreto y con una resistencia de 210 kg/cm². En los gráficos siguientes se muestra la distribución de las redes de medio voltaje subterráneo.

Figura 4.19
Área que cubre caja maniobras 1

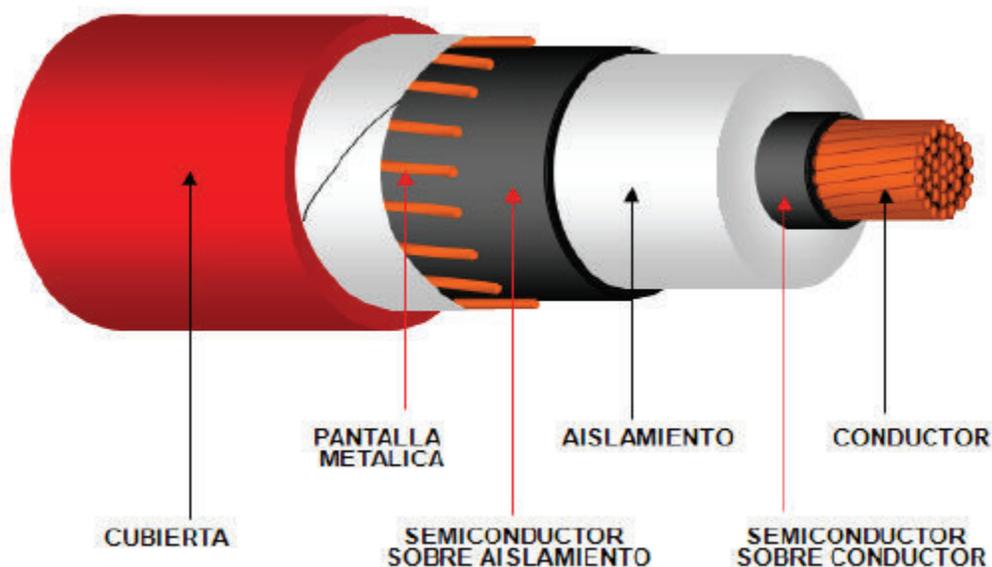


En el anexo, memoria eléctrica, se presenta los detalles de la red de medio y bajo, así como los detalles de obra civil a realizar (bases de hormigón para equipos, zanjás para canalización, pozos). También se presenta el diagrama unifilar de las redes diseñadas.

IV.3.2.1 Selección del conductor de medio voltaje [6] [9]

Según la norma de la Empresa Eléctrica Quito y adoptada por la CNEC Manabí, para una derivación desde red troncal primaria el conductor mínimo a utilizar es #2/0, además la red de medio voltaje es a nivel de 13.8 kV por lo que debemos utilizar cable unipolar, aislado con polietileno reticulado XLPE a 25 kV.

Figura 4.21
Partes de conductor con aislamiento XLPE



A continuación se va a comprobar que el cable preseleccionado tenga la capacidad de conducción para la potencia que necesitamos.

La carga total instalada en la urbanización es 1875 kVA y la corriente la determinaremos con la siguiente expresión:

Ecuación IV.1

$$I_{PC} = \frac{\text{Carga Instalada}}{\sqrt{3} \times V_{NOM}}$$

$$I_{PC} = \frac{1875 [kVA]}{\sqrt{3} \times 13.8 [kV]} = 78.44 [A]$$

Dónde:

I_{PC} : Corriente de plena carga, en amperios.

V_{NOM} : Voltaje nominal.

El valor obtenido es de 78.44 A, según la norma de la empresa distribuidora el mínimo calibre para la alimentación principal era #2/0. La capacidad del cable con la condición de que son tres cables eléctricos enterrados en ducto y separados 30 cm es de 185 A, este valor se la obtuvo de las tablas y fórmulas de consulta de la empresa de transformadores INATRA. Aplicando el factor de corrección por temperatura entonces obtenemos que la capacidad de conducción del cable para nuestras condiciones es de 172.05 A.

Para determinar si la sección del conductor en una falla es la correcta se utilizará la siguiente expresión:

Ecuación IV.2

$$I_k \times \sqrt{t} = k \times s$$

Dónde:

I_K : Corriente permanente de cortocircuito.

t : Tiempo de duración de cortocircuito.

k : Constante que depende del tipo conductor y aislamiento.

El valor de corriente de cortocircuito permanente es suministrado por la empresa eléctrica distribuidora y en este caso el valor es 5020.44 A, la duración máxima de cortocircuito se estableció en 5 s y k para la configuración con conductores XLPE es 135, entonces:

$$5020.44 \times \sqrt{5} = 135 \times s$$

$$s = 83.16 \text{ mm}^2$$

Según la tabla, la sección del conductor #2/0 es de 67.44 mm^2 lo que nos indica que debemos revisar los datos de un calibre superior. Para el conductor de calibre #3/0, tenemos un valor de 85.03 mm^2 , que nos permite cumplir con el requerimiento. Entonces para la acometida principal utilizaremos conductor unipolar tipo XLPE de calibre 3/0 y para las acometidas secundarias se utilizará conductor #2. Como conductor neutro se utilizará cable desnudo #2. Además el interruptor deberá estar especificado para ese valor de corriente de cortocircuito y ser de clase 15 kV.

IV.3.4. TRAZADO DE LA RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

Para el diseño de la red de alumbrado público en primer lugar se definirá los lineamientos para el efecto. La regulación del CONELEC 005-14 establece los parámetros para el diseño y para la urbanización se utilizara el tipo para vías peatonales. A continuación se muestran los parámetros para esta clasificación.

IV.3.4.1 Clase de iluminación según tipo de vías [14]

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

Ecuación IV.3

$$P = \left(6 - \sum V_{ps} \right)$$

Dónde:

- P es la clase de iluminación, va de P1 a P6.
- $\sum V_{ps}$ es el sumatorio de los valores de ponderación seleccionados en función de la Tabla 4.24.

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 4.24.

Tabla 4.24
Parámetros para selección clase de iluminación para vías peatonales

Parámetro	Opciones	Valor de Ponderación (Vp)	Vp seleccionado
Velocidad	Baja	1	1
	Muy Baja	0	
Volumen del Tráfico	Elevado	1	0
	Alto	0,5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0,5	
	Muy Bajo	-1	
Composición de Tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	2
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Peatones y ciclistas solamente	1	
	Peatones solamente	0	
	Ciclistas solamente	0	
Vehículo Parqueados	Se permite	0,5	0
	No se permite	0	
Iluminación Ambiental	Alta	1	0
	Moderada	0	
	Baja	-1	
			$\sum V_{ps} = 3$

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

Tabla 4.25
Parámetros fotométricos para áreas peatonales y de tráfico de baja velocidad

Clases de Iluminación	TIPO DE APLICACIÓN	
	Iluminancia Horizontal (Ix) 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

$$P = \left(6 - \sum V_{ps} \right)$$

$$P = (6 - 3) = 3$$

La clase de iluminación para la urbanización corresponde a P3 y en la tabla anterior se indica los valores mínimos de iluminancia horizontal que se debe cumplir. En el apéndice se indica el informe con el detalle del diseño y se demuestra que la separación y la luminaria escogidas son las adecuadas y nos permite cumplir con estos parámetros, las luminarias estarán separadas en promedio 30 m.

La lámpara a utilizar tendrá incorporada fotocélula y el trazado de la red de alumbrado público irá a la par con la de medio voltaje, compartirán canalización. La red será monofásica 220 V y 240 V, el calibre de conductor será #4 AWG, todos los

conductores serán tipo TTU, aislado para 2000 V (apto para canalizaciones). Para la alimentación a la lámpara se utilizará conductor TW #12 AWG.

Para la alimentación de la red se las ha dividido en cuatro secciones, la primera estará alimentada desde el centro de transformación CT-7, la segunda desde el centro de transformación CT-23, la siguiente estará alimentada por el CT-49 y la última será alimentada por la CT ubicada en la Casa Club.

IV.3.4.2 Caídas de voltaje [1] [2]

La máxima caída de voltaje permitido por la empresa eléctrica distribuidora es del 6% para alumbrado público, a continuación se indicarán ejemplos del cálculo donde se revisa que el conductor elegido cumple con la norma (en uno de los tramos más largos del circuito).

Figura 4.22
Determinación de máxima caída de voltaje para tramos de alumbrado público, ejemplo 1

NOMBRE DEL PROYECTO			URBANIZACIÓN MARINA BLUE*		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°		37,5	kVA	
N° DEL PROYECTO					D.M.U.p		21,71	kVA	
TIPO DE INSTALACIÓN					CIRCUITO N°		1		
VOLTAJE		240/120	V	N° FASES	2	MATERIAL DEL CONDUCTOR		TTU	
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE			6.00						
ESQUEMAS			DEMANDA	CONDUCTOR			CÓMPUTO		
TRAMO		LÁMPARAS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m 1% ΔV	kVA - m	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (m)	NÚMERO						PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	52	29	4,031	# 4	38	335	209,61	0,63	0,63
1-2	32	24	3,336	# 4	39	336	106,75	0,32	0,94
2-3	39	12	1,668	# 4	40	337	65,05	0,19	1,14
3-4	31	11	1,529	# 4	41	338	47,40	0,14	1,28
4-5	56	6	0,834	# 4	42	339	46,70	0,14	1,41
5-6	36	5	0,695	# 4	43	340	25,02	0,07	1,49
6-7	46	4	0,556	# 4	44	341	25,58	0,08	1,56
7-8	30	3	0,417	# 4	45	342	12,51	0,04	1,60
8-9	52	2	0,278	# 4	46	343	14,46	0,04	1,64
9-10	30	1	0,139	# 4	47	344	4,17	0,01	1,65
MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE =						1,65			

Figura 4.23
Determinación de máxima caída de voltaje para tramos de alumbrado público, ejemplo 2

NOMBRE DEL PROYECTO			URBANIZACIÓN MARINA BLUE"		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN N°		75	kVA	
N° DEL PROYECTO					D.M.U.p		62,81	kVA	
TIPO DE INSTALACIÓN					CIRCUITO N°		2		
VOLTAJE			220/127	V	N° FASES		2		
LÍMITE DE CAÍDA DE VOLTAJE			6.00		%		MATERIAL DEL CONDUCTOR		
							TTU		
ESQUEMAS			DEMANDA		CONDUCTOR			CÓMPUTO	
TRAMO		LÁMPARAS	kVA (d)	CALIBRE	kVA (LT)	kVA - m 1% ΔV	kVA - m	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (m)	NÚMERO						PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0-1	30	30	4,17	# 4	38	335	125,10	0,37	0,37
1-2	30	27	3,753	# 4	38	335	112,59	0,34	0,71
2-3	52	24	3,336	# 4	38	335	173,47	0,52	1,23
3-4	55	21	2,919	# 4	38	335	160,55	0,48	1,71
4-5	55	18	2,502	# 4	38	335	137,61	0,41	2,12
5-6	55	9	1,251	# 4	38	335	68,81	0,21	2,32
6-7	55	8	1,112	# 4	38	335	61,16	0,18	2,51
7-8	30	7	0,973	# 4	38	335	29,19	0,09	2,59
8-9	30	4	0,556	# 4	38	335	16,68	0,05	2,64
9-10	30	3	0,417	# 4	38	335	12,51	0,04	2,68
10-11	30	2	0,278	# 4	38	335	8,34	0,02	2,70
11-12	30	1	0,139	# 4	38	335	4,17	0,01	2,72
MÁXIMA CAÍDA DE VOLTAJE =						2,72			

Como se observa en los cálculos el valor obtenido es menor que el máximo establecido por la CNEL Manabí, 2.72% es decir cumplimos con el resto de circuitos que tienen longitudes menores, el calibre elegido es el adecuado.

Como resumen se puede indicar que las luminarias estarán instaladas a 30 m entre ellas, salvo en lugares especiales donde la geometría de la urbanización no lo permita. En total se instalarán 106 luminarias ornamentales y en el apéndice se indica las ubicaciones y los detalles de canalización, estos se presenta dibujados en los planos en escala 1:750 para presentación a la empresa CNEL Manabí. Esta información permitirá a los constructores ubicar las canastillas para la colocación de las luminarias.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.

V.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es confirmar que los parámetros, determinados por la empresa distribidora, en la fase de diseño han sido cumplidos. Además se presentara un presupuesto de los costos del proyecto en la parte eléctrica, dato importante para el inversionista quien incluye este presupuesto a los costos de construcción de la obra para determinar si la misma es rentable realizarla o no. Esta es la diferencia con realizar una obra de red eléctrica pública ya que en la privada se

vende un producto (el bien inmueble equipado con las instalaciones necesarias para que cada usuario pueda contratar el servicio de electricidad) y en una obra pública la empresa distribuidora realiza una inversión para vender el servicio de energía eléctrica y por lo tanto debe recuperar su inversión en un tiempo determinado, el TIR es la herramienta utilizada para este análisis.

V.2 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Se verificará mediante análisis de caídas de voltaje si los conductores son los apropiados para cumplir con las regulaciones de calidad establecidas por la empresa eléctrica CNEL Manabí, para lo cual se utilizará el apéndice A-12-B de las normas de la Empresa Eléctrica Quito (esta es aceptada por la empresa CNEL Manabí). Estos cálculos se presentan en el Apéndice (Memoria de Proyecto Eléctrico) y determinan que la máxima caída de voltaje para el sistema es de 0.199%, el valor máximo de la regulación es 1%. [2] [9]

Otro punto importante es escoger el tipo de transformador. Como se había mencionado en capítulos anteriores el transformador a utilizar es el tipo pedestal radial modificado y se ha incluido los precios de la empresa INATRA que son la mejor opción para fabricarlos, cabe indicar que los mismos vienen con todos los accesorios para su conexión. A continuación se indican las características solicitadas para su fabricación.

- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA

nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.

- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 75 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 100 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.

- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 25 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.
- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 37.5 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.
- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con

derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.

Las cajas de maniobras también serán solicitadas a la empresa INATRA y estas serán de 600 A y dispondrán de una entrada, una salida y dos derivaciones, clase 15 kV.

Como se había detallado anteriormente, la Urbanización está compuesta de la siguiente manera:

- 232 lotes de un área promedio de 500 m² destinados para viviendas unifamiliares.
- Junto a la playa se ubican lotes de un área promedio de 1.200 m², destinados para la construcción de bloques de departamentos distribuidos como se indica:
- 3 lotes para la edificación de 12 departamentos.
- 4 lotes para la edificación de 10 departamentos.
- 1 lote para la edificación de 8 departamentos.
- 6 lotes para la edificación de 6 departamentos.

Se tendrá además 1 Club Social y Deportivo, más las respectivas áreas verdes y zonas comunales, entonces el tipo de medidores a solicitar se indica en el listado siguiente:

Tabla 5.1
Tipo de medidores a solicitar

TIPO USUARIO	DE	NÚMERO
RESIDENCIAL (Monofásicos)		232
COMERCIAL (Trifásicos)		14
SERVICIOS GENERALES (Trifásicos)		4

El listado de materiales con el costo de cada uno se presenta en el Anexo (Memoria de Proyecto Eléctrico). Además en el costo del proyecto también se debe incluir el costo del diseño aprobado por la empresa CNEL Manabí y el costo de aprobación del mismo, el cual depende de los kVA que comprende el proyecto, la fórmula de cálculo es:

Ecuación V.1

$$\text{Costo de Aprobación} = 500 \text{ USD} + 0.50 \text{ USD} * kVA$$

$$\text{Costo de Aprobación} = 1425 \text{ USD}$$

El proyecto fue presentado a la empresa eléctrica CNEL Manabí donde se obtuvo su aprobación, la respectiva carta se presenta en el Anexo (Memoria de Proyecto Eléctrico), el proyecto fue auspiciado por el Ingeniero ARTURO GÁNDARA, quien consta como el profesional responsable del mismo.

A continuación se detalla los materiales que se necesitan para la construcción de la red eléctrica subterránea de medio, bajo voltaje y alumbrado público.

Figura 5.1
Listado de materiales

CONJUNTO "MARINA BLUE"			
RED ELÉCTRICA			
LISTADO Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES			
PARTIDA A: TRANSFORMADORES			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
A-001	C/U	3	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
A-002	C/U	3	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 75 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
A-003	C/U	1	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 100 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
A-004	C/U	19	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 25 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.
A-005	C/U	24	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 37.5 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.
A-006	C/U	1	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 KVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 KV. BIL 95 KV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.

Figura 5.2
Listado de materiales

PARTIDA B: EQUIPOS DE PROTECCIÓN			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
B-001	C/u	2	Caja de maniobras: 1 entrada, 1 salida y 2 derivaciones en 13.8 KV.
B-002	C/u	3	Pararrayos tipo óxido de zinc, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador adecuado para un voltaje de servicio de 13.8 kv Voltaje nominal: 10 kV, Máximo voltaje de descarga para una onda de corriente de 8x20 microsegundos: 59 kV para 5 kA y 66 kV para 10 kA. Completo con accesorios de soporte para montaje en cruceta de hierro ángulo y adecuado para operación a 3000 msnm. Los detalles de fabricación y diseño deben satisfacer las normas ANSI C- 62.2/IEC 60099-4.
B-003	C/u	1	Interruptor automático, clase distribución, sumergido en aceite, con dispositivos en serie para protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecargas.
B-004	C/u	3	Seccionador de barra unipolar, tipo abierto, adecuado para un voltaje de servicio de 15 kV Voltaje máxima de diseño: 15 kV Capacidad nominal: 200 A. Capacida de Interrupción simétrica: 5000 A Capacidad de interrupción asimétrica: 8000 A
B-005	C/u	15	Pararrayos tipo codo (Elbow Arrester) para un voltaje nominal de 10 kV.

PARTIDA C: POSTES Y LUMINARIAS			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
C-001	C/u	2	Poste de hormigón de 12m. de longitud, 500 Kg. de esfuerzo horizontal y 6000 Kg. de esfuerzo vertical
C-002	C/u	106	Poste ornamental de hierro de 4m. de altura pintado con pintura anticorrosiva. Incluye lámpara con luminaria de sodio de 70 W ó 100W.

PARTIDA D: AISLADORES			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
D-001	C/u	3	Terminal para cable unipolar de M.V., tipo exterior, aislado para 15 kV.
D-002	C/u	3	Aislador de porcelana procesada en humedo, tipo ESPIGA (pin), de alta resistencia mecanica y alta rigidez dielectrica, esmaltado al fuego, provisto en el cuello de un esmalte semiconductor para reducir el nivel de radiointerferencia, tension nominal de 13.8 kV, clase ANSI 55-5, 15kV.
D-003	C/u	1	Aislador de porcelana procesada en humedo, tipo ROLLO, de alta resistencia mecanica y alta rigidez dielectrica, esmaltado al fuego, provisto en el cuello de un esmalte semiconductor para reducir el nivel de radiointerferencia, clase ANSI 53-2, 15 kV

PARTIDA E: CONDUCTORES DESNUDOS			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
E-001	m	10.0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 4/0 AWG, para neutros de circuitos.
E-002	m	2300.0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 2/0 AWG, adecuado para neutros de circuitos y mallas de tierra.
E-003	m	65.0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 1/0 AWG, para neutros de circuitos.
E-004	m	7000.0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 7 hilos, calibre No. 2 AWG, para neutros de circuitos.

PARTIDA F: CONDUCTORES AISLADOS			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
F-001	m	6200.0	Conductor unipolar de cobre, calibre No 3/0 AWG, con aislamiento de polietileno reticulado para 15 KV. Fases de M.V.
F-002	m	15200.0	Conductor unipolar de cobre, calibre No 2 AWG, con aislamiento de polietileno reticulado para 15 KV. Fases de M.V.
F-003	m	40.0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 4/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.
F-004	m	160.0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 2/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.
F-005	m	155.0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 1/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.
F-006	m	1500.0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 7 hilos, calibre No. 4 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.
F-007	m	3000.0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 7 hilos, calibre No. 6 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.

PARTIDA G: ACCESORIOS			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
G-001	C/u	5	Conector de ranura paralela, con un perno de ajuste, para unir conductores de aluminio y/o cobre, tipo universal, para un rango en la línea principal del No. 6 AWG al No. 4/0 AWG y en la derivación del No. 6 AWG al No. 4/0 AWG.
G-002	C/u	3	Grapa para derivación de línea en caliente, para conductores de aluminio y/o cobre, tipo universal, para un rango en la línea principal del No. 6 AWG al No. 250 MCM y en la derivación del No. 8 AWG al No. 2/0 AWG.
G-003	C/u	3	Estribo para derivación, aleación Cu-Sn.
G-004	Jgo.	6	Cinta de Armar de aleación de aluminio, temple cero, de 1.27 x 7.62 mm.
G-005	m	10.5	Conductor sólido de Al para ataduras N° 4 AWG
G-006	Lote	51	Accesorios para fijación de terminal unipolar de 15 kV

Figura 5.3
Listado de materiales

PARTIDA H: MATERIAL DE PUESTA A TIERRA			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
H-001	C/u	357	Varillas Copperweld 16 mm de diámetro x 1,8 m.
H-002	C/u	51	Conector de bronce, varilla cprweld. 16mm
H-003	C/u	310	Suelda Cadwell Varilla Cable.
H-004	C/u	51	Barra de cobre 250 A.

PARTIDA J: HERRAJES Y CABLES DE ACERO			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
J-001	C/u	1	Abrazadera de pletina, 38x5 mm, 2 pernos para bastidor simple.
J-002	C/u	3	Abrazadera de Pletina, 38x5 mm, simple, con 3 pernos, pie amigo simple
J-003	C/u	1	Abrazadera de Pletina, 38x5 mm, doble, con 4 pernos.
J-004	C/u	1	Bastidor (rack) para secundario de una vía 38x5x3 mm
J-006	C/u	2	Cruceta de hierro ángulo "L", 70x70x8 mm x 2 m
J-007	C/u	1	Cruceta de hierro ángulo "L", 75x75x6 mm, x 1.8 m, sin apoyo
J-008	C/u	2	Fleje de acero para sujeción de tubo galvanizado
J-009	Lote	1	Perfil "L" 75x75x8 mm
J-010	Lote	1	Perfil "L" 60x60x6 mm
J-011	Lote	1	Perfil "L" 50x50x6 mm
J-012	C/u	3	Perno de ojo 200x16mm Ø
J-013	C/u	1	Perno "U" galv. 16mm Ø, 140x150 mm, con 2 tuercas 2 arandelas planas y presión.
J-014	C/u	2	Perno U, de 16 mm Ø, 180x140, con tuercas y arandelas
J-015	C/u	2	Perno esparrago de fe. Galv. , 16x254 mm, con 4 tuercas y 4 arandelas planas
J-016	C/u	2	Perno espiga (pin) corto galv. 19x35x250 mm 23 kV
J-017	C/u	1	Perno espiga (pin) tope poste simple 19x35x450 mm, 22.8 kV, con 4 pernos espárrago, 2 tuercas, 2 arandelas planas y de presión.
J-018	C/u	8	Perno máquina 13x51 mm con tuerca, arandela plana y de presión.
J-019	C/u	6	Perno máquina 16x51 mm con tuerca, arandela plana y de presión.
J-020	C/u	8	Pie-amigo de pletina fe. Galv. , 38x5mm y 620 mm de longitud
J-021	Lote	1	Pieza completa de pletina para fijación de conductores en pared
J-022	C/u	1	Pieza completa de pletina para fijación de terminales de cable aislado
J-023	Lote	1	Pieza completa para fijación de cable de puesta a tierra.
J-024	Jgo.	1	Pieza completa para soporte de seccionadores
J-025	C/u	1	Placa de identificación de aluminio, de 2 mm de espesor y 150x60 mm.
J-026	Lote	1	Pletina de cobre, 40x6 mm
J-027	C/u	6	Soporte, pletina 38x8 mm, para pararrayo y seccionador
J-028	C/u	1	Tubo galvanizado de 75 mm Ø, longitud 6 m

PARTIDA L: MISCELANEOS			
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
L-002	C/u	185	Pozo eléctrico de M.V. de 1x1x1.5m
L-003	C/u	51	Tablero de medidores 8 espacios.
L-007	C/u	36	Pozo eléctrico de B.B. de 0.8x0.8x1.1m
L-008	Lote	1	Material Menudo

Ing. Arturo Gándara A.
L.P. 03-17-1560

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1 CONCLUSIONES

- Debido a la nueva normativa expedida por el MEER de que las redes proyectadas sean subterráneas es necesario profundizar en el diseño de las mismas, este fue el objetivo principal de la tesis investigar sobre el tema y se ha cumplido ampliando el conocimiento sobre las mismas.

- Existen muchos beneficios que se consiguen con la implementación de una red subterránea, por ejemplo el confort visual, los equipos tipos pedestal hacen concordancia con el ambiente, es decir no se los nota y se evita la construcción de cuartos para utilizarlos como centros de transformación, actualmente estos deben ser de 4 x 3 m, según la nueva normativa de las empresas eléctricas y obviamente este espacio sería imposible de conseguir en una urbanización de estas características.
- Otro beneficio de la implementación de una red subterránea, el más importante, es la seguridad de las personas. Al no existir puntos vivos, cables expuestos, conexiones de transformadores, seccionadores, se minimiza el riesgo de accidentes por descargas eléctricas.
- La confiabilidad del sistema es otro punto a destacar con la implementación de una red subterránea, obviamente depende además de la calidad de los materiales a utilizar, se minimiza las interrupciones por fallas debido a caídas de árboles sobre las líneas, caída de postes por choques de autos, etc.
- El estudio de demanda es una parte fundamental del diseño, existen diferentes formas de hacerlo, todas correctas según mi opinión, pero el adoptar una sola metodología es importante para adquirir experiencia y poder aportar a la misma.
- La inclusión de más aparatos eléctricos en el hogar, debido a la eliminación del subsidio al gas, para la cocción de alimentos y el agua caliente sanitaria implica un incremento en la demanda de un determinado tipo de usuario lo que conlleva a un incremento en la capacidad de transformadores, calibre de conductores, valor de protecciones.
- Las cocinas de inducción, según la tesis consultada, ha dado muestras de ser la más eficiente en cuanto a consumo eléctrico y consumo de energía en

referencia a la cocina de gas y a la cocina de resistencia. Pero aún no existe un estudio de cuál será el efecto en las redes de distribución por incremento de armónicos por lo que es necesario hacerlo para determinar que equipos debemos utilizar para contrarrestar estos efectos.

- Según comentarios de algunos ingenieros expertos en el análisis de la calidad de la energía, la cocina de inducción es eficiente pero en ciertas condiciones por ejemplo un aspecto a considerar es utilizar el material adecuado para la olla ya que si no es así la generación de calor será lenta y por ende necesitara más energía eléctrica para cocinar un determinado alimento disminuyendo así su eficiencia.
- Otro aspecto a considerar es la potencia de la cocina, a mas potencia la cocina tendrá un precio mayor pero en un ejemplo desarrollado por los encargados de este estudio, para calentar 8 litros de agua se utilizó una cocina de inducción de 1300 W y una cocina convencional de 2200 W. La primera para hervir el agua consumió 718 W y utilizo 20 minutos, la segunda en el mismo periodo de tiempo calentó el agua a 64°C y utilizó 803 W. Es decir es eficiente, para esa potencia de diseño, mientras el volumen a preparar sea pequeño.
- Un aspecto que no había sido analizado a profundidad es el calentamiento de agua sanitaria, en el mercado existen varias opciones para el efecto. Los calefones eléctricos son los que impactan de mayor manera en las redes eléctricas, al ser una solución individual y existir de potencias altas (la mínima es 9.2 kW) aumentan considerablemente la potencia del transformador, los conductores de acometida, etc. Por lo que en mi opinión no son recomendables, crean muchos conflictos para el diseño, obviamente esto reflejado en el costo de la instalación, la incrementa.

- El mejor equipo para el calentamiento de agua son las bombas de calor, este equipo puede ser individual o general y ahí fundamenta su uso ya que con dos equipos de 12.5 kW se puede abastecer a un edificio de 12 pisos y 54 departamentos. Estos equipos, al ser nuevos aún crean una resistencia a su uso por lo que en la ciudad de Quito solo existe un edificio con esta implementación y funciona, comprobamos que mantiene el agua a 50°C. Existen proyectos de edificios que se han animado a utilizar esta solución.
- El costo del proyecto es 1 237 542.52 USD, el cual fue presentado a los inversionistas para que evalúen la factibilidad del proyecto y la decisión ha sido que es viable y ha empezado su construcción.
- Un aspecto importante en el desarrollo de proyectos eléctricos es construir los proyectos, he podido observar, en proyectos desarrollados por personas vinculadas solo al diseño, incoherencias en la parte práctica de la construcción. Es importante adquirir experiencia en el campo de la construcción de proyectos eléctricos para poder realimentar al diseño de los mismos, lamentablemente en este ámbito es complicado realizar las dos actividades.

VI.2 RECOMENDACIONES

- Existe una gran variedad de equipos y accesorios para redes subterráneas pero lamentablemente no existe un conocimiento real de su aplicación. Se puede utilizar al barraje de MV como ejemplo, la Empresa Eléctrica Quito establece que se los debe ubicar horizontalmente uno a continuación de otro mientras que la empresa distribuidora de este producto indica que se las

puede solapar o incluso colocarlas una sobre otra, por lo que se debería unificar criterios y ampliar con talleres y seminarios el conocimiento sobre los mismos, sobre todo para no tener complicaciones de tiempo en la aprobación y en la ejecución de proyectos.

- Para efectos de la construcción del proyecto, se debe coordinar con las otras ingenierías las canalizaciones para aprovechar zanjas y no realizar el movimiento de tierras por duplicado.
- Se debería revisar la ordenanza 0022, en el Distrito Metropolitano de Quito, ya que existe un número de tuberías para canalización, nueve, que me parece innecesaria y recomendar a los inspectores que analicen cada caso como particular, ya que por ejemplo no en todos los sectores existe semaforización y la tubería destinada para el efecto es innecesaria.
- Debe existir un estudio más amplio del efecto que producirá en las redes el aumento de armónicos por el uso de cocinas de inducción, si bien es cierto se recomienda su uso, se debe prever que equipos adicionales se necesitara en las redes de distribución eléctricas para mitigar sus efectos.
- Por parte de las empresas eléctricas se debería fomentar al uso de otros equipos, para calentamiento de agua, como las bombas de calor, es una solución práctica que reemplaza fácilmente a la de gas y sobre todo a ser una solución global permite un ahorro de energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Riofrío, Carlos, Apuntes de Distribución Eléctrica, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica E.P.N., Quito, 2007.
- [2] Lucio, Miguel, Apuntes de Construcción de Redes Eléctricas, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica E.P.N., Quito, 2007.
- [3] Ramírez, Samuel, Redes de Distribución de Electricidad, universidad Nacional de Colombia, Tercera Edición, Manizales.
- [4] Renedo, Carlos, Bombas de Calor, Apuntes de Máquinas y Motores Térmicos, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Energética, Universidad de Cantabria.
- [5] Salazar, Juan, Estudio Técnico-Comparativo para la introducción de cocinas eléctricas de inducción magnética en el Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica E.P.N., Quito, 2010.
- [6] Gutiérrez, Aninas, Proyecto de una Red de Distribución Eléctrica Subterránea para el Fraccionamiento Residencial Santa Elena Poza Rica, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, 2001.
- [7] Realpe, Luis, Diseño Eléctrico de la Red Subterránea para el Casco Comercial de la Ciudad de Santo Domingo de Los Colorados, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica E.P.N., 2009.
- [8] Duchicela, Lenin, Diseño y Análisis Económico de la Red de Distribución Eléctrica Subterránea de la Avenida Manuel Córdova Galarza para la Empresa Eléctrica Quito, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica E.P.N., 2015.
- [9] Empresa Eléctrica Quito S.A., “Normas para Sistemas de Distribución- Parte A y B”, Revisión 5, Febrero 2014.
- [10] MEER (Ministerio de Electricidad y Energías Renovables), Homologación de unidades de propiedad y unidades de construcción del sistema de distribución eléctrica, 2011.
- [11] CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), Plan Maestro de Electrificación del Ecuador 2009 – 2020, Quito, 2009.

- [12] EL COMERCIO, Diario, publicación del 19 de Agosto de 2014.
- [13] CONSEJO METROPOLITANO DE QUITO, Ordenanza 0022, Quito, 2011.
- [14] CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad), Regulación de Alumbrado Público 005/14, Quito, 2014.

ANEXOS

**MEMORIA DE PROYECTO ELÉCTRICO APROBADO POR
LA EMPRESA DISTRIBUIDORA CNEL MANABÍ**



Oficio Nro. CNELEP-MAN-DT-2013-0698-O

Manta, 20 de agosto de 2013

Asunto: Aprobación del Proyecto Eléctrico para Redes de Media Tensión, Baja tensión y Alumbrado Público de la Urbanización "Marina Blue". P. 198-13.

Ingeniero Electrico
Marcelo German Arturo Gandara Aillon
En su Despacho



De mi consideración:

Atendiendo lo solicitado por usted, mediante comunicación S/N, de fecha 12 de Julio del 2013, y comprobantes de pago 033-002-000000288 de fecha 13 de agosto del 2013, 033-002-000000319 de fecha 20 de agosto del 2013, se procedió a revisar y aprobar el diseño eléctrico, de acuerdo a los siguientes detalles:

Tipo de diseño: Centros de transformación monofásicos y línea de media tensión, baja tensión y alumbrado público.

Propietario/Representante Legal: Sr. David Fernando Guime Calero Apoderado especial Fiducia S.A.

Tipo de construcción: Urbanización.

Dirección: Vía Manta - San Mateo, sector Piedra Larga en la ciudad de Manta.

Detalle de construcción: Instalación de los siguientes transformadores:

Trifasicos: 3x50 KVA, 3 X 75 KVA, 1 X 100 KVA,

Monofasicos: 19 x 25 KVA, 24 X 37,5 KVA 1 X 50 KVA

Construcción de 7100 metros de línea de media tensión, 7000 metros de acometidas en baja tensión, colocación de 106 luminarias de 100 vatios,

Medidor a instalar: 232 medidores forma 2S clase 100, 110 medidores forma 12 S clase 100, un medidor 9S clase 20 con transformadores de corriente de relación 200/5, un medidor 9S clase 20 con transformadores de corriente de relación 300/5.

Observaciones:

- Una vez que el Ing. Gandara ha remitido las correcciones al presente proyecto, con fecha 20 de agosto del 2013, se procede a su aprobación.

- Se deja establecido que la aprobación de este proyecto eléctrico tiene una vigencia de dos (2) años a partir de la presente fecha, por lo tanto los trabajos de



Oficio Nro. CNEL-MAN-DT-2013-0698-O

Manta, 20 de agosto de 2013

construcción se realizarán dentro de este periodo, caso contrario, obligatoriamente se deberá realizar un nuevo proceso de aprobación.

- Previo al inicio de la construcción, deberá solicitar a CNEL EP Manabí, el respectivo permiso de construcción.
- La construcción de la obra, deberá realizarse con el aval de un ingeniero eléctrico, en libre ejercicio de la profesión, siendo su responsabilidad la construcción de la obra de acuerdo al diseño aprobado, garantizando el cumplimiento de normas, permisos municipales, calidad de los materiales, equipo y mano de obra a emplearse.
- La fiscalización de la obra estará a cargo de la Superintendencia de Operaciones, en coordinación con la Dirección Técnica.
- Los trabajos de obra y desconexiones del sistema, deberán ser coordinados previamente con la Fiscalización de CNEL EP Manabí.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Ing. Romeo Cedeño Delgado
DIRECTOR TÉCNICO

Copia:

Señor Ingeniero
Manuel Enrique Barberan Cedeño
Superintendente de Operaciones, Encargado

Señora Ingeniera
María Elena Montesdeoca Salto
Superintendente de Ingeniería

Señor Ingeniero
Jorge Darlin García Guerrero
Profesional Junior

Señor Ingeniero
Milton Enrique Moreano Alvarado
Asistente Profesional

Señorita Magister
Gabriela Josefina Medranda Medranda
Secretaria de Dirección



www.cnel.gob.ec

MANABI



Oficio Nro. CNELEP-MAN-DT-2013-0698-O

Manta, 20 de agosto de 2013

Señor Ingeniero
Edwin Bernardo Ponce Minaya
Director de Planificación, Encargado

Señor Ingeniero
Luis Daniel Leiton Catagua
Superintendente de Acometida y Medidores, Encargado

Señor Ingeniero
Juan Pablo Míeles Vera
Superintendente de pérdida de energía, Encargado

Señora
Yadira Aracely Solís Bravo
Secretaría 4

Señora Licenciada
María Del Rocio Pinoargote Delgado
Secretaría de Dirección

jdgg/mems

20 AGO 2013
[Handwritten signature]

Calle 7 S/N y Malecón. Edificio CNELEP
Manta - Ecuador. Telf.: 05-3702000

 *Credenciales y permisos, no reemplazarlos por otros. No reemplazarlos.*

MEMORIA TÉCNICA

URBANIZACIÓN “MARINA BLUE”

MANTA

PROYECTO ELÉCTRICO

ING. ARTURO GÁNDARA A.

L.P. 03-17-1560

Reg. CONESUP 1001-02-228318

URBANIZACIÓN “MARINA BLUE” PROYECTO ELÉCTRICO

MEMORIA TÉCNICA

I. ANTECEDENTES.-

Se realiza el presente proyecto con la finalidad de dotar de energía eléctrica a la Urbanización MARINA BLUE, la cual está situada en la ciudad de Manta, vía a Barbasquillo, sector San Mateo, junto a la orilla del mar, según consta en el croquis de ubicación adjunto.

Como se observa en los planos, la Urbanización está compuesta de la siguiente manera:

232 lotes de un área promedio de 500 m² destinados para viviendas unifamiliares.

Junto a la playa se ubican lotes de un área promedio de 1.200 m², destinados para la construcción de bloques de departamentos distribuidos como se indica:

3 lotes para la edificación de 12 departamentos.

4 lotes para la edificación de 10 departamentos.

1 lote para la edificación de 8 departamentos.

6 lotes para la edificación de 6 departamentos.

Se tendrá además 1 Club Social y Deportivo, más las respectivas áreas verdes y zonas comunales. La utilidad de la urbanización es básicamente de carácter residencial.

II. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA ELÉCTRICA.-

De acuerdo a la ubicación y a las características urbanísticas del sector, se ha catalogado a cada usuario como tipo > a 500 kWh. Por tanto, con esta consideración, se elabora el estudio de carga que se adjunta en los anexos, para abastecer la demanda requerida por los usuarios de la siguiente manera:

232 lotes unifamiliares con una Demanda Parcial de 4.92 kW y una Demanda Máxima para un solo usuario de 9.72 kW, de acuerdo a tablas, con lo cual se tiene una Demanda de Diseño para la totalidad de los usuarios de 1.391,24 kVA.

14 lotes situados a la playa con una Demanda Parcial de 4.05 kW y una Demanda Máxima para un solo usuario de 7.89 kW, de acuerdo a tablas, con lo cual se tiene una Demanda de Diseño para la totalidad de los usuarios de 223.80 kVA.

Servicios Generales totales (sistema de alumbrado comunal + bombas para sistemas de agua potable y aguas servidas, sistemas de incendios y espacios comunales) con una Demanda Máxima de 84.17 kVA.

1 Club Social y Deportivo con una Demanda Máxima de 94.03 kVA.

Se considera un Factor de Potencia de 0.95 para lotes residenciales y de 0.85 para servicios generales y club, una Demanda de Pérdidas Técnicas de 16.15 kVA y considerando un factor de sobrecarga del 90%, se obtiene un cálculo de Potencia Requerida total de 1.646,27 kVA.

III. ACOMETIDA EN MEDIO VOLTAJE.-

La Corporación Nacional de Electricidad CNEL Manabí dispone de un circuito primario trifásico con un nivel de voltaje de 13.800 Voltios que se encuentra instalado a lo largo de la Vía Manta –San Mateo, enfrente del ingreso a la Urb. Marina Blue. Se plantea inicialmente la derivación de la red trifásica en un tramo de 100 m. utilizando conductor de aluminio tipo ASC 3x3/0 + 2 para poder servir a la urbanización, mediante la instalación de nuevos postes de 12 m. de longitud, 500 Kg. de resistencia, utilizando para el montaje todos los herrajes determinados por CNEL para el efecto.

Sin embargo la solución final para la conexión de energía eléctrica para la Urbanización, vendrá dada por la construcción e implementación de la nueva subestación de CNEL ubicada en los terrenos de la Urb. Ciudad del Mar, vecino de Marina Blue. Esta instalación deberá conectarse a la subestación Manta 4 en la vía a San Mateo a través de una línea de transmisión de alta tensión a 69 KV. Este trabajo se lo coordinará en conjunto con el Departamento de Operación y Mantenimiento de CNEL Manabí.

Por tanto cuando se encuentre lista la subestación indicada, CNEL deberá determinar la mejor forma de conexión para atender a la Urb. Marina Blue con la potencia requerida de 1.750 KVA. Por el momento se plantea la bajante con seccionamiento visible desde la línea más cercana a la futura subestación y el montaje de un interruptor automático con dispositivos en serie para protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecargas; sin embargo los valores exactos de los mismos deberán ser decididos por CNEL Manabí.

IV. REDES DE MEDIO VOLTAJE Y TRANSFORMADORES.-

Al interior de la Urbanización se plantea una instalación totalmente subterránea a través de 44 transformadores monofásicos y 7 trifásicos tipo padmounted repartidos por la misma, y conectados mediante redes de medio voltaje a un nivel de voltaje de 13.800 Voltios, con salidas en bajo voltaje de 240/120 V y 220/127 V respectivamente. Para poder conectar los transformadores se utilizarán dos cajas de maniobras (distribuidores de media tensión) trifásicas, con 1 entrada y 2 salidas de media tensión en cada una, instaladas la una junto al Club Social y la otra en la esquina de las Vías Marina Boulevard y Las Olas. La primera estará protegida por el seccionamiento de la acometida principal en medio voltaje y la segunda tendrá además fusibles internos para su protección; de acuerdo a lo que se especifica en los anexos y en el listado de materiales. De esta manera se podrán conectar mediante una configuración radial, todos los transformadores a la red principal.

Cabe indicar que los transformadores trifásicos se encuentran ubicados en la Vía La Costa y Vía Pacífico junto a los lotes de playa, por el requerimiento de los mismos de disponer de energía trifásica para los futuros edificios de varios pisos que se van a construir allí y porque es también el sitio principal donde se ubican los sistemas de bombeo de aguas servidas de la urbanización con bombas trifásicas de alta potencia. También se prevee un transformador trifásico para atender a las instalaciones del Club Social y Deportivo. Los transformadores monofásicos se ubican repartidos estratégicamente por la urbanización con la posibilidad de atender a un promedio de 6 a 8 abonados de lotes unifamiliares, mediante salidas directas en baja tensión a tableros de medidores, tal como se puede ver en el plano respectivo. Se preveerá la construcción de mallas de tierra para c/u de los transformadores y cajas de maniobras, con varillas del tipo copperweld conectadas mediante cable # 2/0 de Cu. desnudo y sueldas exotérmicas.

Para el alimentador principal de ingreso y las conexiones entre cajas de maniobras se utilizará cable 3x3/0 del tipo de aislamiento con polietileno reticulado para 15 KV para fases + 1 cable #2 de Cu.

desnudo para neutro. Para las derivaciones desde las cajas de maniobras hacia los transformadores se empleará cable 3x2 del tipo de aislamiento con polietileno reticulado para 15 KV para fases en trifásicos, y cable 1x2 del mismo tipo en monofásicos. En ambos casos el cable para neutro será también #2 de Cu. desnudo.

Todos los cables se instalarán a través de tuberías de PVC de 110 mm. de abertura, 2.7 mm. de espesor, del tipo “ducto eléctrico”, del número de vías indicadas en los planos, y se construirán los pozos de media tensión de 1.0 x1.0 x1.5 m. necesarios para los empalmes y derivaciones de los cables.

V. REDES DE BAJO VOLTAJE Y MEDICIÓN DE ENERGÍA.-

De los terminales de baja tensión de c/u de los transformadores (monofásicos o trifásicos) se alimentará la red hacia Tableros de Medidores ubicados exactamente junto a las cámaras padmounteds, de tal manera que eléctricamente formen un solo cuerpo por efectos estéticos y de facilidad de ubicación. Estos se colocarán junto a la aceras en las zonas de los terrenos donde no se puede construir, de tal manera que no interrumpan el paso de peatones por las mismas.

En los armarios de los Tableros de Medidores a instalarse se dispondrá de un espacio para colocar un bastidor con un breaker termomagnético de entrada para protección de la red de baja tensión que sale del padmounted e ingresa al tablero. Estas redes que recorren un corto espacio físico se instalarán con cables de calibres 2/0 ó 1/0 tipo TTU para las fases más 1x 2 tipo Cu desnudo para el neutro, según sea la potencia del transformador.

A su vez desde los Tableros de Medidores se podrán servir a un promedio de 6-8 abonados de los 232 lotes normales en forma directa, con una acometida domiciliaria con cable de 2x4 (4) AWG y a través de las tuberías de bajo voltaje y pozos respectivos de 0.8x0.8x1.1 m. instalados para el efecto. Para los 14 lotes de la playa se prevee una acometida con cable 3x4 (4) AWG. Se recomienda que la tubería para ingresar la acometida al lote sea de al menos 51 mm. de diámetro.

Este tipo de instalación planificado limita al máximo la instalación de más cables secundarios del tipo TTU de diferentes calibres para redes de baja tensión y minimiza el porcentaje de caídas de tensión en las instalaciones domiciliarias.

VI. REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO.-

Se planifica al interior de la Urbanización, instalar un sistema de alumbrado público del tipo ornamental, con lámparas tipo cobra montadas en postes de hierro galvanizado de 7 m. de altura y con luminarias de 100 watios de potencia para todas las vías. Para la alimentación de este sistema se instalará una red subterránea de alumbrado a 220V y 240 V, con conductores del tipo TTU 2x4 AWG, y se especifica en los planos a qué transformador pertenece cada circuito. Para la conexión final desde el circuito matriz a la luminaria se empleará cable 2x12 AWG. Para conducir estos cables se colocará tubería del tipo manguera negra de polietileno de 51 mm. de diámetro y se utilizarán los mismos pozos de revisión de la red de bajo voltaje.

En los anexos se incluye un estudio básico de iluminación pública donde se observa que con el diseño previsto se obtiene un promedio de 7.9 luxes; como la norma indica que para estos casos se debería tener como mínimo 7.5 luxes, se considera adecuado el cálculo realizado.

VII. PROTECCIONES.-

Como se indicó antes en el ingreso de la acometida de medio voltaje se colocará un interruptor automático para protección contra cortocircuitos y sobrecargas, cuyos valores se deberán coordinar con CNEL para su instalación; se dispondrá además también al inicio de tres seccionadores tipo barra para 15 kV, 200 A montados en poste, para tener un punto de desconexión visible de la red, donde se montarán además 3 pararrayos de 10 kV.

Todos los transformadores tipo padmounted monofásicos o trifásicos vienen además con sus respectivas protecciones internas: un interruptor ON-OFF tipo Bayonet y un limitador de corriente. Además al final de cada uno de los ramales de medio voltaje, se instalará en la última salida de bajo voltaje del transformador final, un pararrayos del tipo codo con voltaje nominal de 10 kV.

En la parte de baja voltaje, cada uno de los tableros de medidores vendrá con su respectivo interruptor termomagnético (breaker) de la capacidad de corriente adecuada a la potencia de la carga del transformador, el cual protegerá las instalaciones internas del tablero. Para las acometidas domiciliarias se dimensionarán en cada caso los breakers de salida adecuados.

VIII. LISTADO Y ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.-

Adjunto en los anexos se encuentra el Listado y Especificación de materiales eléctricos a utilizarse.

ING. ARTURO GANDARA A.

L.P. 03-17-1560

CÁLCULOS

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO		REVISIÓN: 04
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2015-04-08
APENDICE A 11-C	PARAMETROS DE DISEÑO		
HOJA 1 DE 5	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE PARA USUARIOS RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500 kWh/MES/USUARIO		

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE UN USUARIO

Área de construcción y carga de iluminación					Cálculo de demanda	
Área de construcción de la vivienda	Carga general de iluminación por área	Carga de iluminación de la vivienda	Carga de pequeños artefactos	Carga de iluminación y pequeños artefactos de la vivienda	Factores de demanda	Demanda (W)
(m ²)	(Wm ²)	(W)	(W)	(W)	Primeros 3,000 W al 100%	3.000
350	20	7.000	1.500	8.500	Carga restante (W)	5.500
					Carga restante al 35% (W)	1925,0
					Demanda Parcial (W)	4.925,00

Equipos Especiales							
# de equipos y potencia de Placa				Factores de demanda		Demanda	
Cocina Eléctrica		Secadora de Ropa		Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa
#	(W)	#	(W)	%	%	(W)	(W)
1	4.000	0	-	60%	30%	2.400	-
							2.400

Equipos permanentemente enchufados													
# de equipos y potencia de Placa											Factor de demanda	Demanda	
Tanque de Agua			Lavadora de Ropa		Bomba de Agua		Otros equipos						
#	(W)	#	(W)	#	(W)	Acondicionado							
#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	#	(W)	%	(W)
1	2.200	1	400			1	2.200					50%	2.400

Demanda Total de un solo usuario (W)	9.725
--------------------------------------	-------

DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA UN GRUPO DE USUARIO

Cálculo de la demanda para un grupo de usuarios			
Demanda Total de un solo usuario (W)	# de usuarios	Factor de Coincidencia del grupo de usuarios	Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)
9.725	232	0,58	1.308.596

Porcentaje de Pérdidas técnicas dependiendo del tipo de red		
Con red secundaria	Sin Red Secundaria	% Pérdidas Técnicas
3,6	1,0	1,0%

Luminarias a usar						
Potencia (W)	70	100	150	250	400	Total
# Luminaria	0	0				0

Cálculo de la demanda de diseño				
Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)	Demanda de pérdidas técnicas (W)	Demanda de Alumbrado Público (W)	Factor de potencia	Demanda de diseño (VA)
1.308.596	13.086	-	0,95	1.394.810

No modificar
Potencia de placa de un solo equipo

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN									
		PARTE A				REVISIÓN: 04					
		GUÍA PARA DISEÑO									
ISO 9001-2000		CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2015-04-08					
APENDICE A-11-C		PARAMETROS DE DISEÑO									
HOJA 2 DE 5		DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE PARA USUARIOS RESIDENCIALES CON CONSUMOS MAYORES A 500KWh/MES/USUARIO									
CALCULO PARA USUARIOS DE LOTES DE PLAYA											
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE UN USUARIO											
Área de construcción y carga de iluminación					Cálculo de demanda						
Área de construcción de la vivienda	Carga general de iluminación por área	Carga de iluminación de la vivienda	Carga de pequeños artefactos	Carga de iluminación y pequeños artefactos de la vivienda	Factores de demanda	Demanda (W)					
(m ²)	(W/m ²)	(W)	(W)	(W)	Primeros 3,000 W al 100%	3.000					
150	20	3.000	3.000	6.000	Carga restante (W)	3.000					
					Carga restante al 35% (W)	1050,0					
					Demanda Parcial (W)	4.050,00					
Equipos Especiales											
# de equipos y potencia de Placa				Factores de demanda		Demanda					
Cocina Eléctrica		Secadora de Ropa		Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa	Cocina Eléctrica	Secadora de Ropa				
#	(W)	#	(W)	%	%	(W)	(W)				
1	4.000			60%	30%	2.400	-				
Equipos permanentemente enchufados											
# de equipos y potencia de Placa										Factor de demanda	Demanda
Tanque de Agua		Lavadora de Ropa		Bomba de Agua		Otros equipos					
#	(W)	#	(W)	#	(W)	Acondicionado				%	(W)
1	2.200	1	400			1	2.200			30%	1.440
Demanda Total de un solo usuario (W)											7.890
DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA PARA UN GRUPO DE USUARIO											
Cálculo de la demanda para un grupo de usuarios											
Demanda Total de un solo usuario (W)		# de usuarios	Factor de Coincidencia del grupo de usuarios		Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios (W)						
7.890		46	0,58		210.505						
Porcentaje de Pérdidas técnicas dependiendo del tipo de red			Luminarias a usar								
Con red secundaria	Sin Red Secundaria	% Pérdidas Técnicas	Potencia (W)	70	100	150	250	400	Total		
3,6	1,0	1,0%	# Luminaria	0	0				0		
Cálculo de la demanda de diseño											
Demanda máxima coincidente del grupo de usuarios	Demanda de pérdidas técnicas (W)	Demanda de Alumbrado Público (W)	Factor de potencia	Demanda de diseño (VA)							
210.505	2.105	-	0,95	212.610							
<input type="checkbox"/> No modificar Potencia de placa de un solo equipo											

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO	REVISIÓN: 03
ISO 9001-2000	CÓDIGO: DD.DID.722.IN.03	FECHA: 2015-04-08
APENDICEA-11-D	PARAMETROS DE DISEÑO	
HOJA 5 DE 5	PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE DEMANDAS DE DISEÑO PARA USUARIOS COMERCIALES Y RESIDENCIALES	
NOMBRE DEL PROYECTO	URB. MARINA BLUE	
N° DEL PROYECTO		
LOCALIZACIÓN	MANTA	
USUARIO TIPO	CARGA TOTAL DEL PROYECTO	
PLANILLA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA REQUERIDA		

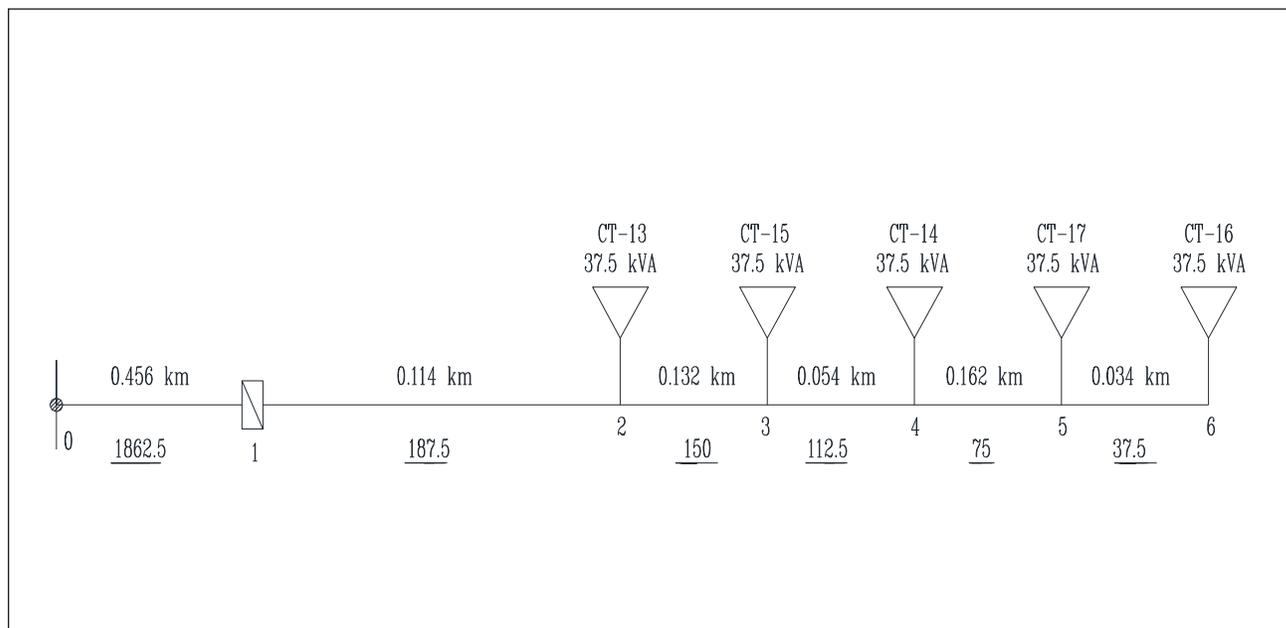
DD_Lotes (kVA) =	1391,24
DD_Lotes (Playa) (kVA) =	223,80
Σ DD (kVA) = DD_Lotes + DD_Lotes(Playa) + DD_Pérdidas técnicas =	1615,04
D_Casa Club kVA) =	94,03
Dme_SSGG (kVA) =	84,17
Sobrecarga para usuario	90%
kVA (t) = Σ DD x (%) + Dme_SSGG + D_Casa Club=	1631,74

Se requiere una potencia de:	1631,74	kVA
Voltaje en media tensión:	13,8	kV
Voltaje en baja tensión:	220/127	V

Ing. Arturo Gándara A.

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO		REVISIÓN: 03
ISO 9001 - 2000	CODIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2015-04-08
APENDICE A-12-B HOJA 4 DE 13	DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO		
	FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS		
NOMBRE DEL PROYECTO	URB. "MARINA BLUE"	TENSIÓN: <u>13,8</u> kV	Nº FASES <u>3</u>
Nº DEL PROYECTO		LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN	<u>1</u> %
TIPO DE INSTALACION	SUBTERRÁNEA	MATERIAL DEL CONDUCTOR	<u>Cu.</u>
	SALIDA 3 - FASE A		

ESQUEMA



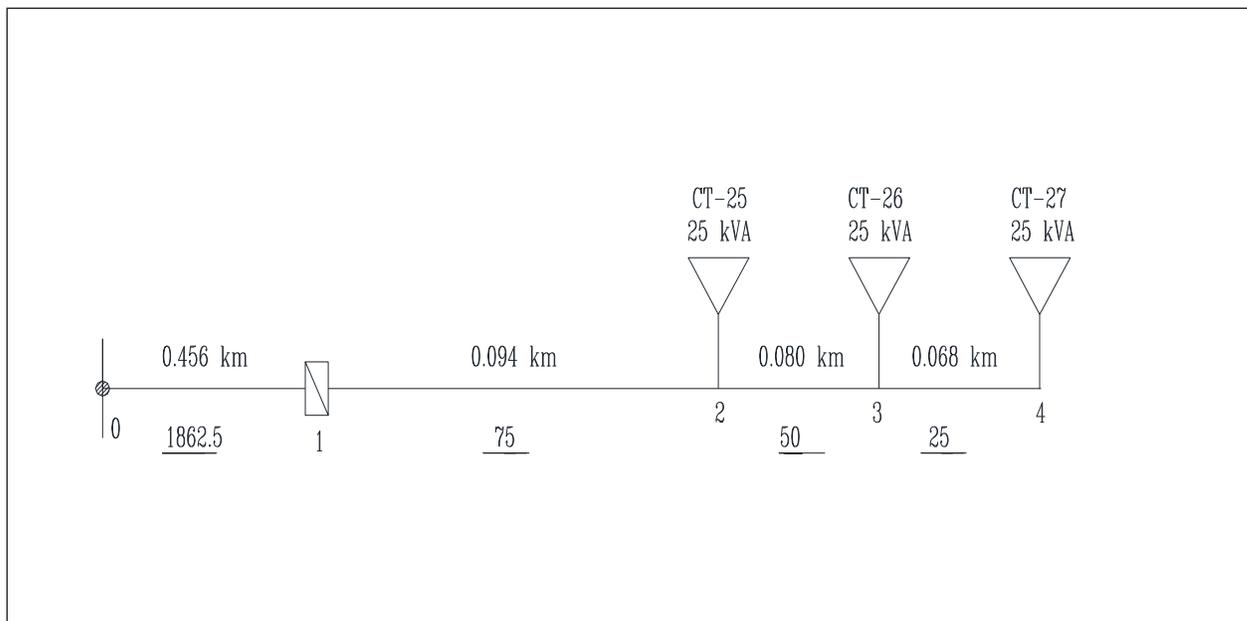
ESQUEMAS				LINEA				COMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA	Nº DE	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	Nº	kVA	TOTAL kVA	FASES	CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra	- - -	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106
1-2	0,114	CT - 13	37,5	187,5	1	2	3257	21,38	0,007	0,113
2-3	0,132	CT - 15	37,5	150,0	1	2	3200	19,80	0,006	0,119
3-4	0,054	CT - 14	37,5	112,5	1	2	3200	6,08	0,002	0,121
4-5	0,162	CT - 17	37,5	75,0	1	2	3200	12,15	0,004	0,125
5-6	0,034	CT - 16	37,5	37,5	1	2	3200	1,28	0,000	0,125

MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =

0,125

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		REVISIÓN: 03	
		PARTE A			
		GUÍA PARA DISEÑO			
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2015-04-08	
APENDICE A-12-B		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO			
HOJA 5 DE 13		FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS			
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"		TENSIÓN: <u>13,8</u> kV	
N° DEL PROYECTO				N° FASES <u>3</u>	
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA		LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN <u>1</u> %	
		SALIDA 3 - FASE B		MATERIAL DEL CONDUCTOR <u>Cu.</u>	

ESQUEMA



TRAMO		ESQUEMAS			CARGA TOTAL kVA	N° DE FASES	LINEA CONDUCTOR		COMPUTO kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	N°	kVA	CALIBRE			kVA - km	PARCIAL		TOTAL	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
0-1	0,456	Caja Maniobra	- - -	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106	
1-2	0,035	CT - 25	25,0	75,0	1	2	3257	2,63	0,001	0,107	
2-3	0,140	CT - 26	25,0	50,0	1	2	3257	7,00	0,002	0,109	
3-4	0,030	CT - 27	25,0	25,0	1	2	3257	0,75	0,000	0,109	

MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE = 0,109

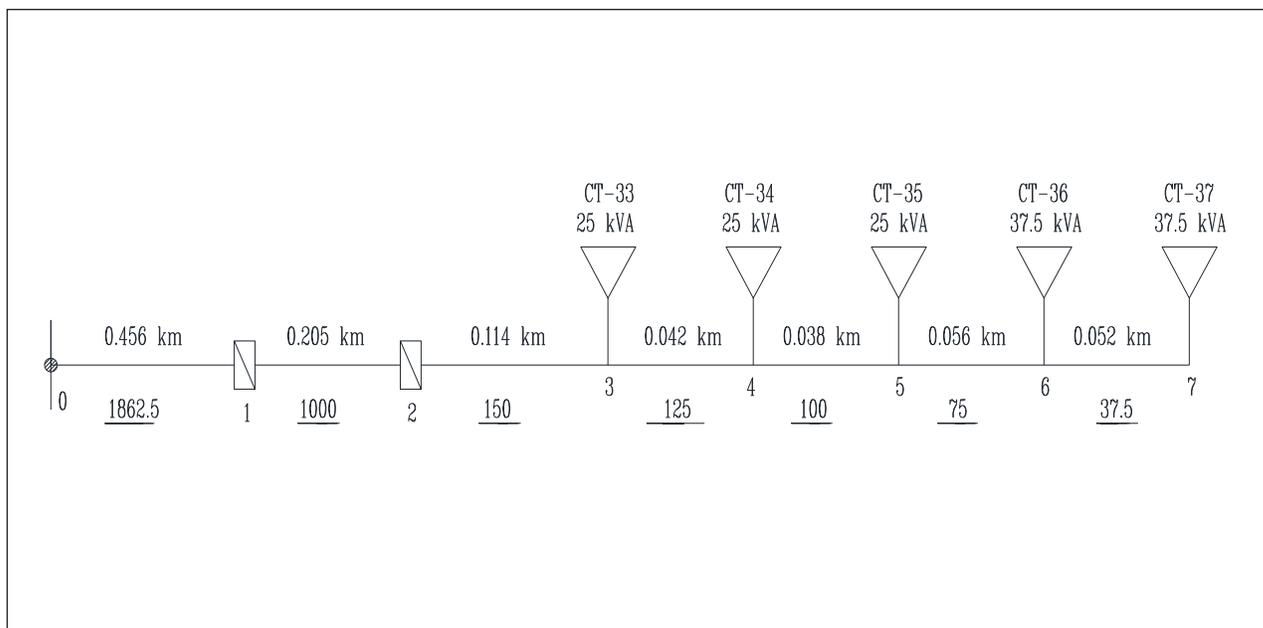
		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO						REVISIÓN: 03		
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03						FECHA: 2015-04-08		
APENDICE A-12-B HOJA 8 DE 13		Ç FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS								
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"			TENSIÓN: 13,8 kV		Nº FASES 3			
Nº DEL PROYECTO					LÍMITE DE CAIDA DE TENSIÓN		1 %			
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA			MATERIAL DEL CONDUCTOR		Cu.			
		SALIDA 6 - FASE A								
ESQUEMA										
ESQUEMAS					LINEA			COMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA TOTAL KVA	Nº DE FASES	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	Nº	kVA			CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra	---	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	---	1000,0	3	3/0	7078	205,00	0,029	0,135
2-3	0,114	CT - 19	37,5	250,0	1	2	3257	28,50	0,009	0,144
3-4	0,034	CT - 18	37,5	212,5	1	2	3257	7,23	0,002	0,146
4-5	0,254	CT - 22	50,0	175,0	3	2	3257	44,45	0,014	0,160
5-6	0,015	CT - 23	75,0	125,0	3	2	3257	1,88	0,001	0,160
6-7	0,104	CT - 24	50,0	50,0	3	2	3257	5,20	0,002	0,162
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =						0,162				

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO				REVISIÓN: 03				
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2015-04-08				
APENDICE A-12-B HOJA 9 DE 13		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO								
		FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS								
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"		TENSIÓN: 13,8 kV		Nº FASES 3				
Nº DEL PROYECTO				LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN		1 %				
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA		MATERIAL DEL CONDUCTOR		Cu.				
		SALIDA 6 - FASE B								
ESQUEMA										
TRAMO		ESQUEMAS		CARGA TOTAL kVA	Nº DE FASES	LINEA		COMPUTO		
DESIGNACIÓN	LONG (km)	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Nº	kVA			CONDUCTOR CALIBRE	kVA - km	kVA - km	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra	---	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	---	1000,0	3	3/0	7078	205,00	0,029	0,135
2-3	0,216	CT - 20	37,5	212,5	1	2	3257	45,90	0,014	0,149
3-4	0,254	CT - 22	50,0	175,0	3	2	3257	44,45	0,014	0,163
4-5	0,015	CT - 23	75,0	125,0	3	2	3257	1,88	0,001	0,163
5-6	0,104	CT - 24	50,0	50,0	3	2	3257	5,20	0,002	0,165
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =						0,165				

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO				REVISIÓN: 03				
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2015-04-08				
APENDICE A-12-B HOJA 10 DE 13		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO								
		FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS								
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"		TENSIÓN: 13,8 kV		Nº FASES 3				
Nº DEL PROYECTO				LÍMITE DE CAÍDA DE TENSIÓN		1 %				
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA		MATERIAL DEL CONDUCTOR		Cu.				
		SALIDA 6 - FASE C								
ESQUEMA										
<p>El diagrama muestra una línea de distribución primaria con los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punto 0: Fuente de alimentación. Tramo 0-1: 0,456 km, carga 1862,5 kVA. Punto 1: Caja Maniobra. Tramo 1-2: 0,205 km, carga 1000 kVA. Punto 2: Caja Maniobra 2. Tramo 2-3: 0,184 km, carga 212,5 kVA. Punto 3: CT-21 (37,5 kVA). Tramo 3-4: 0,254 km, carga 175 kVA. Punto 4: CT-22 (50 kVA). Tramo 4-5: 0,015 km, carga 125 kVA. Punto 5: CT-23 (75 kVA). Tramo 5-6: 0,104 km, carga 50 kVA. Punto 6: CT-24 (50 kVA). 										
ESQUEMAS										
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA	Nº DE	LINEA		COMPUTO		
DESIGNACIÓN	LONG (km)	Nº	kVA	TOTAL kVA	FASES	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
1	2	3	4	5	6	CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
0-1	0,456	Caja Maniobra	---	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	---	1000,0	3	3/0	7078	205,00	0,029	0,135
2-3	0,040	CT - 21	37,5	212,5	1	2	3257	8,50	0,003	0,138
3-4	0,040	CT - 22	50,0	175,0	3	2	3257	7,00	0,002	0,140
4-5	0,055	CT - 23	75,0	125,0	3	2	3257	6,88	0,002	0,142
5-6	0,050	CT - 24	50,0	50,0	3	2	3257	2,50	0,001	0,143
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =								0,143		

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN		REVISIÓN: 03
	PARTE A		
	GUÍA PARA DISEÑO		
ISO 9001 - 2000	CODIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2015-04-08
APENDICE A-12-B HOJA 11 DE 13	DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO		
	FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS		
NOMBRE DEL PROYECTO	URB. "MARINA BLUE"	TENSIÓN: <u>13,8</u> kv	Nº FASES <u>3</u>
Nº DEL PROYECTO		LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN	<u>1</u> %
TIPO DE INSTALACION	SUBTERRÁNEA	MATERIAL DEL CONDUCTOR	<u>Cu.</u>
	SALIDA 7 - FASE A		

ESQUEMA



ESQUEMAS					LINEA			COMPUTO		
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA	Nº DE	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	Nº	kVA	TOTAL kVA	FASES	CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra	- - -	1646,3	3	3/0	7078	750,69	0,106	0,106
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	- - -	1000,0	3	3/0	7078	205,00	0,029	0,135
2-3	0,114	CT - 33	25,0	150,0	1	2	3257	17,10	0,005	0,140
3-4	0,042	CT - 34	25,0	125,0	1	2	3257	5,25	0,002	0,142
4-5	0,038	CT - 35	25,0	100,0	1	2	3257	3,80	0,001	0,143
5-6	0,056	CT - 36	37,5	75,0	1	2	3257	4,20	0,001	0,144
6-7	0,052	CT - 37	37,5	37,5	1	2	3257	1,95	0,001	0,145
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =							0,145			

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO				REVISIÓN: 03				
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03				FECHA: 2015-04-08				
APENDICE A-12-B HOJA 12 DE 13		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO								
		FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS								
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"		TENSIÓN: 13,8 kV		Nº FASES 3				
Nº DEL PROYECTO				LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN		1 %				
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA		MATERIAL DEL CONDUCTOR		Cu.				
SALIDA 7 - FASE B										
ESQUEMA										
ESQUEMAS				LINEA			COMPUTO			
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA	Nº DE	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	Nº	kVA	TOTAL kVA	FASES	CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra 1	- - -	1837,5	3	2/0	5913	837,90	0,142	0,142
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	- - -	1000,0	3	2/0	5913	205,00	0,035	0,176
2-3	0,185	CT - 38	25,0	150,0	1	2	3257	27,75	0,009	0,185
3-4	0,042	CT - 39	25,0	125,0	1	2	3257	5,25	0,002	0,187
4-5	0,038	CT - 40	25,0	100,0	1	2	3257	3,80	0,001	0,188
5-6	0,056	CT - 41	37,5	75,0	1	2	3257	4,20	0,001	0,189
6-7	0,052	CT - 42	37,5	37,5	1	2	3257	1,95	0,001	0,190
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =								0,190		

		NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN PARTE A GUÍA PARA DISEÑO		REVISIÓN: 03						
ISO 9001 - 2000		CODIGO: DD.DID.722.IN.03		FECHA: 2015-04-08						
APENDICE A-12-B HOJA 13 DE 13		DIMENSIONAMIENTO Y TRAZADO FORMATO TIPO PARA CÓMPUTO DE CAÍDA DE TENSIÓN DE REDES PRIMARIAS								
NOMBRE DEL PROYECTO		URB. "MARINA BLUE"		TENSIÓN: 13,8 kV N° FASES 3						
N° DEL PROYECTO				LIMITE DE CAIDA DE TENSIÓN 1 %						
TIPO DE INSTALACION		SUBTERRÁNEA SALIDA 7 - FASE C		MATERIAL DEL CONDUCTOR Cu.						
ESQUEMA										
ESQUEMAS					LINEA		COMPUTO			
TRAMO		CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CARGA TOTAL kVA	N° DE FASES	CONDUCTOR		kVA - km	Δ %	
DESIGNACIÓN	LONG (km)	N°	kVA			CALIBRE	kVA - km		PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,456	Caja Maniobra 1	- - -	1837,5	3	2/0	5913	837,90	0,142	0,142
1-2	0,205	Caja Maniobra 2	- - -	1000,0	3	2/0	5913	205,00	0,035	0,176
2-3	0,274	CT - 43	50,0	150,0	1	2	3257	41,10	0,013	0,189
3-4	0,076	CT - 44	37,5	100,0	1	2	3257	7,60	0,002	0,191
4-5	0,071	CT - 45	25,0	62,5	1	2	3257	4,44	0,001	0,193
5-6	0,035	CT - 46	37,5	37,5	1	2	3257	1,31	0,000	0,193
MAXIMA CAIDA DE VOLTAJE =						0,193				

DETALLE DE TRANSFORMADORES PROYECTADOS

En el proyecto se prevee la utilización de los siguientes equipos:

- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 75 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
- Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 100 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 220/127 V. Grupo de conexión Dyn5. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 3 fusibles tipo bayoneta y 3 fusibles limitadores de corriente.
- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 25 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.
- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado

para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 37.5 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.

- Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en régimen continuo: 50 kVA, con una temperatura ambiente de 30 grados C. y un sobrecalentamiento de 65 grados C. medido por resistencia. Voltaje nominal primario: 13800 V. Voltaje nominal secundario: 120/240 V. Polaridad aditiva, grupo de conexión li6 según IEC. Derivaciones en el lado primario +1 a -3 x 2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado en el gabinete de frente muerto. Impedancia máxima a régimen continuo: 3% sobre la base de sus kVA nominales. Frecuencia 60 Hz. Clase de aislamiento lado primario: 15 kV. BIL 95 kV. Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 kV, BIL 30 kV. Switch ON-OFF, 1 fusible tipo bayoneta y 1 fusible limitador de corriente.

DETALLE DE SISTEMA DE MEDICIÓN REQUERIDOS

Como se había detallado anteriormente, la Urbanización está compuesta de la siguiente manera:

232 lotes de un área promedio de 500 m² c/u destinados para viviendas unifamiliares.

14 lotes situados junto a la playa con un área promedio de 1.200 m² c/u, destinados para la construcción de bloques de departamentos.

De acuerdo a los estudios de carga de los anexos y a las distancias de cada lote a su Tablero de Medidores respectivo, las acometidas se han calculado entonces de la siguiente manera:

192 lotes unifamiliares: acometida de 2x6 (6) TTU

40 lotes unifamiliares: acometida de 2x4 (4) TTU

14 lotes multifamiliares: acometida de 3x4 (4) TTU

Se tendrá además 1 Club Social y Deportivo, más las respectivas áreas verdes y zonas comunales, por lo cual se requiere:

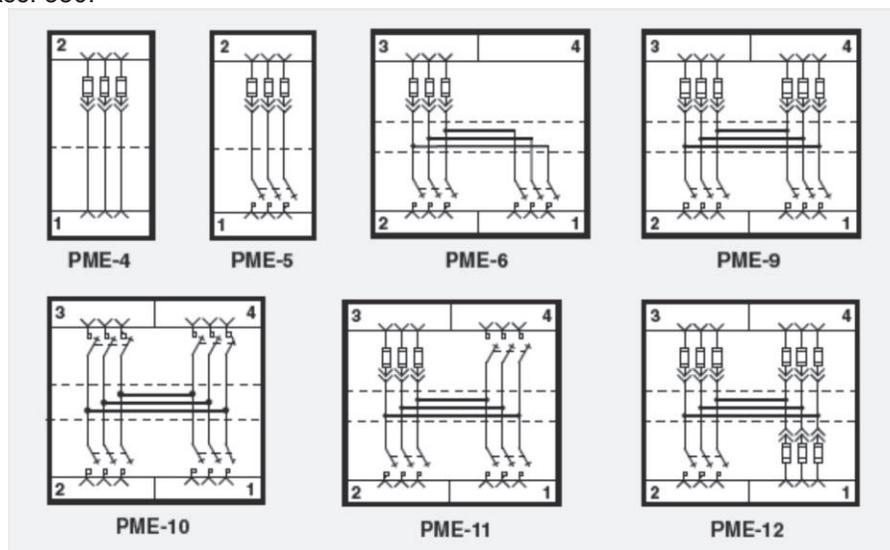
TIPO DE USUARIO	NÚMERO
RESIDENCIAL	232
COMERCIAL	14
SERVICIOS GENERALES	4

ING. ARTURO GANDARA A.
L.P. 03-17-1560

DETALLE DE CAJAS DE MANIOBRAS PROYECTADAS

En el proyecto se prevee la utilización de los siguientes equipos:

- Equipo tipo pedestal PME-10 de operación manual, de frente muerto, con todos los componentes de medio voltaje completamente encajonados, aislamiento por aire, seccionamiento en aire, clase distribución, terminales del seccionador equipadas con boquillas de 600 A. el seccionamiento se realiza con interruptores Mini-Rupter de operación externa:
 Voltaje nominal: 14.4 kV.
 Voltaje máximo: 17.0 kV.
 B.I.L.: 125 kV.
 Interruptor Mini-Rupter: $I_{max} = 600$ A
 Corriente de resistencia de corta duración: 25000 A.
 Corriente de resistencia pico, pico: 65000 A.
 MVAcc: 620.
- Equipo tipo pedestal PME-11 de operación manual, de frente muerto, con todos los componentes de medio voltaje completamente encajonados, aislamiento por aire, seccionamiento en aire, clase distribución, terminales del seccionador equipadas con boquillas de 600 A. el seccionamiento se realiza con interruptores Mini-Rupter de operación externa y terminales fusibles equipadas con boquillas pozo de 200 A:
 Voltaje nominal: 14.4 kV.
 Voltaje máximo: 17.0 kV.
 B.I.L.: 125 kV.
 Interruptor Mini-Rupter: $I_{max} = 600$ A.
 Fusible: $I_{max} = 200$ A.
 Corriente de resistencia de corta duración: 14000 A.
 Corriente de resistencia pico, pico: 36400 A.
 MVAcc: 350.



ING. ARTURO GANDARA A.

L.P. 03-17-1560

CONJUNTO "MARINA BLUE"					
RED ELÉCTRICA					
PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION					
ITEM	UNID.	CANT.	DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	COSTO UNITARIO DEL RUBRO	COSTO TOTAL DEL RUBRO
A-001	C/U	3	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en ré	9.091,70	27.275,10
A-002	C/U	3	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en ré	10.008,23	30.024,69
A-003	C/U	1	Transformador trifásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en ré	10.884,33	10.884,33
A-004	C/U	19	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en r	4.657,31	88.488,81
A-005	C/U	24	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en r	5.182,96	124.391,12
A-006	C/U	1	Transformador monofásico, clase distribución, sumergido en aceite mineral aislante inhibido, autorefrigerado, tipo pedestal, configuración radial con derivación, de frente muerto, apropiado para instalación a la intemperie a 0 msnm. Potencia nominal en r	5.978,19	5.978,19

B-001	C/u	1	Caja de maniobras tipo pedestal PME-10 de operación manual, de frente muerto, con todos los componentes de medio voltaje encajonados, clase distribución, seccionamiento en aire con interruptores mini rupter de operación externa; terminales del seccionador	14.770,77	14.770,77
B-002	C/u	1	Caja de maniobras tipo pedestal PME-11 de operación manual, de frente muerto, con todos los componentes de medio voltaje encajonados, clase distribución, seccionamiento en aire con interruptores mini rupter de operación externa; terminales del seccionador	16.280,35	16.280,35
B-003	C/u	3	Pararrayos tipo óxido de zinc, cuerpo polimérico, clase distribución, con disparador adecuado para una tensión de servicio de 13.8 kV Tensión nominal: 10 kV, Máxima Tensión de descarga para una onda de corriente de 8x20 microsegundos: 59 kV para 5 kA y	153,23	459,70
B-004	C/u	1	Interruptor automático, clase distribución, sumergido en aceite, con dispositivos en serie para protección contra corrientes de cortocircuito y sobrecargas.	34.139,23	34.139,23
B-005	C/u	3	Seccionador de barra unipolar, tipo abierto, adecuado para una tensión de servicio de 15 kV Tensión máxima de diseño: 15 kV Capacidad nominal: 200 A. Capacidad de Interrupción simétrica: 5000 A Capacidad de interrupción asimétrica: 8000 A PU: 125 kV	351,08	1.053,23
B-006	C/u	15	Pararrayos tipo codo (Elbow Arrester) para un voltaje nominal de 10 kV.	694,92	10.423,73
C-001	C/u	2	Poste de hormigón de 12m. de longitud, 550 Kg. de esfuerzo horizontal y 6000 Kg. de esfuerzo vertical	492,69	985,37
C-002	C/u	106	Poste ornamental de hierro de 8m. de altura pintado con pintura anticorrosiva. Incluye lámpara con luminaria de 100W.	516,59	54.758,07
D-001	C/u	3	Terminal para cable unipolar de M.V., tipo exterior, aislado para 15 kV.	194,46	583,37
D-002	C/u	3	Aislador de porcelana procesada en humedo, tipo ESPIGA (pin), de alta resistencia mecanica y alta rigidez dielectrica, esmaltado al fuego, provisto en el cuello de un esmalte semiconductor para reducir el nivel de radiointerferencia, tension nominal de 13	28,40	85,19
D-003	C/u	1	Aislador de porcelana procesada en humedo, tipo ROLLO, de alta resistencia mecanica y alta rigidez dielectrica, esmaltado al fuego, provisto en el cuello de un esmalte semiconductor para reducir el nivel de radiointerferencia, clase ANSI 53-2, 15 kV	3,81	3,81
E-001	m	10,0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 4/0 AWG, para neutros de circuitos.	21,93	219,28
E-002	m	2300,0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 2/0 AWG, para neutros de circuitos y mallas de tierra.	14,45	33.229,96
E-003	m	65,0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 19 hilos, calibre No. 1/0 AWG, para neutros de circuitos.	11,75	763,89
E-004	m	7000,0	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 7 hilos, calibre No. 2 AWG, para neutros de circuitos.	7,64	53.488,51
F-001	m	6200,0	Conductor unipolar de cobre, calibre No. 2/0 AWG, con aislamiento de polietileno reticulado para 15 KV. Fases de M.V.	25,90	160.607,58
F-002	m	15200,0	Conductor unipolar de cobre, calibre No. 2 AWG, con aislamiento de polietileno reticulado para 15 KV. Fases de M.V.	16,33	248.288,72
F-003	m	40,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 4/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.	26,44	1.057,74
F-004	m	160,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 2/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.	16,74	2.678,26
F-005	m	155,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 19 hilos, calibre No. 1/0 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.	13,37	2.072,28
F-006	m	9200,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 7 hilos, calibre No. 4 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.	5,40	49.683,97
F-007	m	11500,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 2000 V, tipo TTU, cableado, cobre suave, unipolar, 7 hilos, calibre No. 6 AWG, adecuado para instalacion a la intemperie.	4,36	50.169,84
F-008	m	2200,0	Conductor aislado con PVC termoplastico para 600 V, tipo THHN, cableado, calibre No. 2x12 AWG.	1,83	4.020,19
G-001	C/u	5	Conector de ranura paralela, con un perno de ajuste, para unir conductores de aluminio y/o cobre, tipo universal, para un rango en la línea principal del No. 6 AWG al No. 4/0 AWG y en la derivación del No. 6 AWG al No. 4/0 AWG.	7,02	35,10
G-002	C/u	3	Grapa para derivación de línea en caliente, para conductores de aluminio y/o cobre, tipo universal, para un rango en la línea principal del No. 6 AWG al No. 250 MCM y en la derivación del No. 8 AWG al No. 2/0 AWG.	24,02	72,06

G-003	C/u	3	Estribo para derivación, aleación Cu-Sn.	12,70	38,09
G-004	Jgo.	6	Cinta de Armar de aleación de aluminio, temple cero, de 1.27 x 7.62 mm.	2,30	13,78
G-005	m	10,5	Conductor sólido de Al para ataduras N° 4 AWG	6,61	69,43
G-006	Lote	51	Accesorios para fijación de terminal unipolar de 15 kV	27,70	1.412,47
H-001	C/u	357	Varillas Copperweld 16 mm de diámetro x 1,8 m.	14,33	5.117,15
H-002	C/u	310	Suelda Cadwell Varilla Cable.	22,70	7.037,23
J-001	C/u	1	Abrazadera de pletina, 38x5 mm, 2 pernos para bastidor simple.	15,83	15,83
J-002	C/u	3	Abrazadera de Pletina, 38x5 mm, simple, con 3 pernos, pie amigo simple.	19,35	58,06
J-003	C/u	1	Abrazadera de Pletina, 38x5 mm, doble, con 4 pernos.	25,56	25,56
J-004	C/u	1	Bastidor (rack) para secundario de una vía 38x4x3 mm.	13,92	13,92
J-005	C/u	2	Cruceta de hierro ángulo "L", 70x70x8 mm x 2 m.	112,89	225,77
J-006	C/u	1	Cruceta de hierro ángulo "L", 75x75x6 mm, x 1,8 m, sin apoyo.	137,17	137,17
J-007	C/u	2	Fleje de acero para sujeción de tubo galvanizado.	1,89	3,78
J-008	Lote	1	Perfil "L" 75x75x8 mm.	80,49	80,49
J-009	Lote	1	Perfil "L" 60x60x6 mm.	67,12	67,12
J-010	Lote	1	Perfil "L" 50x50x6 mm.	57,52	57,52
J-011	C/u	3	Perno de ojo 200x16mm Ø.	10,00	30,00
J-012	C/u	1	Perno "U" galv. 16mm Ø, 140x150 mm, con 2 tuercas 2 arandelas planas y presión.	9,47	9,47
J-013	C/u	2	Perno U, de 16 mm Ø, 180x140, con tuercas y arandelas.	11,63	23,26
J-014	C/u	2	Perno esparrago de fe. Galv. , 16x254 mm, con 4 tuercas y 4 arandelas planas.	6,76	13,52
J-015	C/u	2	Perno espiga (pin) corto galv. 19x35x250 mm 15 kV.	25,39	50,78
J-016	C/u	1	Perno espiga (pin) tope poste simple 19x35x450 mm, 15 kV, con 4 pernos espárrago, 2 tuercas, 2 arandelas .planas y de presión.	33,64	33,64
J-017	C/u	8	Perno máquina 13x51 mm con tuerca, arandela plana y de presión.	1,75	14,04
J-018	C/u	6	Perno máquina 16x51 mm con tuerca, arandela plana y de presión.	2,16	12,95
J-019	C/u	8	Pie-amigo de pletina fe. Galv. , 38x5mm y 620 mm de longitud.	14,73	117,84
J-020	C/u	6	Soporte, pletina 38x8 mm, para pararrayo y seccionador.	11,90	71,40
J-021	C/u	1	Tubo galvanizado de 75 mm Ø, longitud 6 m.	124,64	124,64
J-022	C/u	1	Escalones de revisión, pletina galvanizada 32 x 5 mm (8u).	124,40	124,40
J-023	C/u	1	Codo reversible.	6,09	6,09
L-001	C/u	51	Tablero de medidores 8 espacios.	1.228,09	62.632,57
L-002	Lote	1	Material Menudo	338,26	338,26
				SUBTOTAL GENERAL	1.104.948,68
				12% IVA	132.593,84
				TOTAL GENERAL	1.237.542,52

CONDICIONES GENERALES

TIEMPO DE EJECUCION: 6 meses (conforme a avance de obra civil).

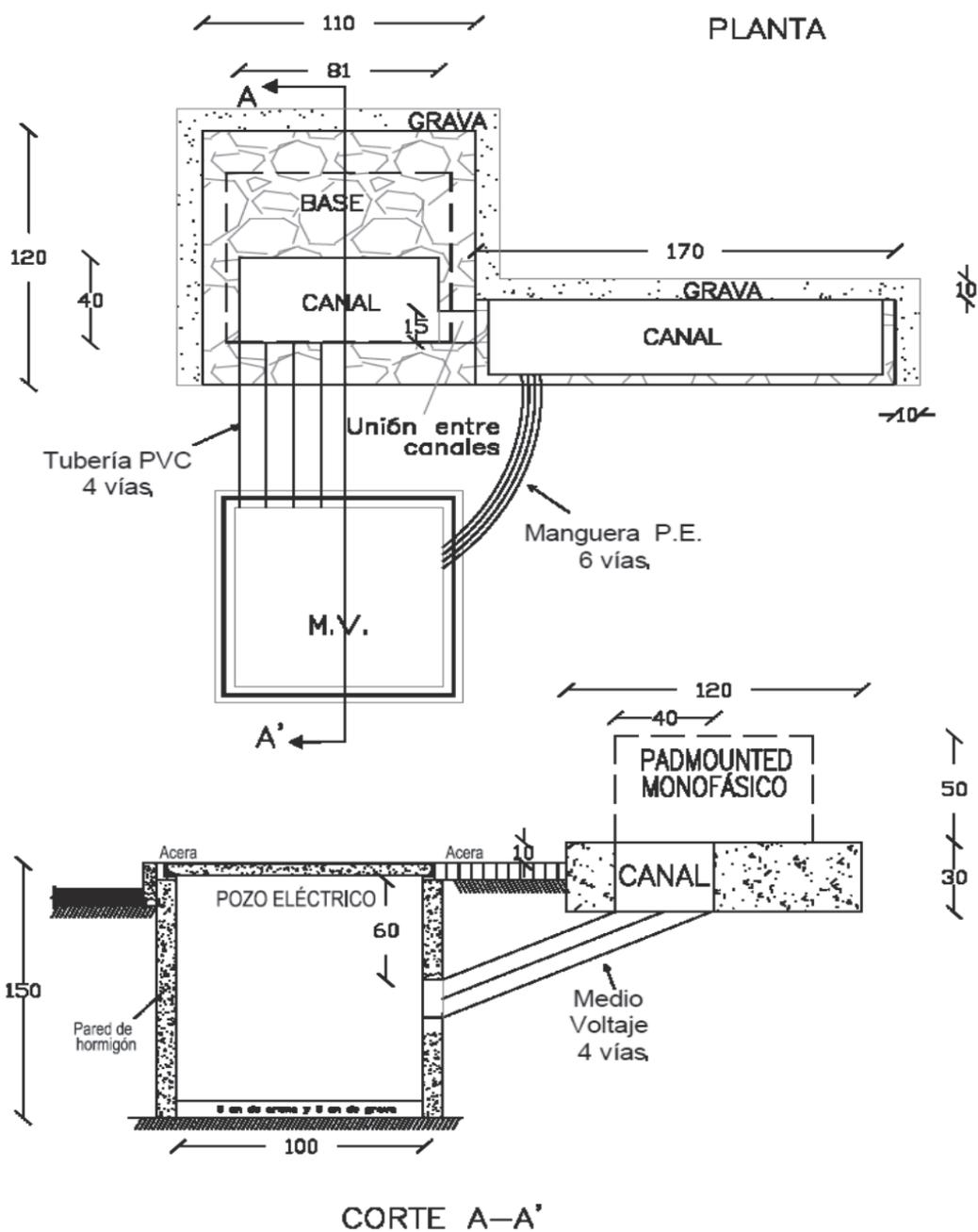
- NOTAS:
- 1 El tiempo de ejecución no incluye el período que demora la Empresa Eléctrica en la fiscalización y recepción de la obra.
 - 2 El presupuesto incluye la construcción de las redes de media y baja tensión desde la entrada al Conjunto, los circuitos secundarios y la red de alumbrado público al interior del Conjunto.
 - 3 Los valores que determine la Empresa Eléctrica por suspensiones de servicio, intervención de equipo y personal, o cualquier otro rubro, serán cancelados por el Contratante.
 - 4 No se incluyen costos de medidores.
 - 5 No se incluye la realización de ningún tipo de obra civil.

Manta, 28 de Agosto del 2013

Ing. Arturo Gándara A.
L.P. 03-17-1560

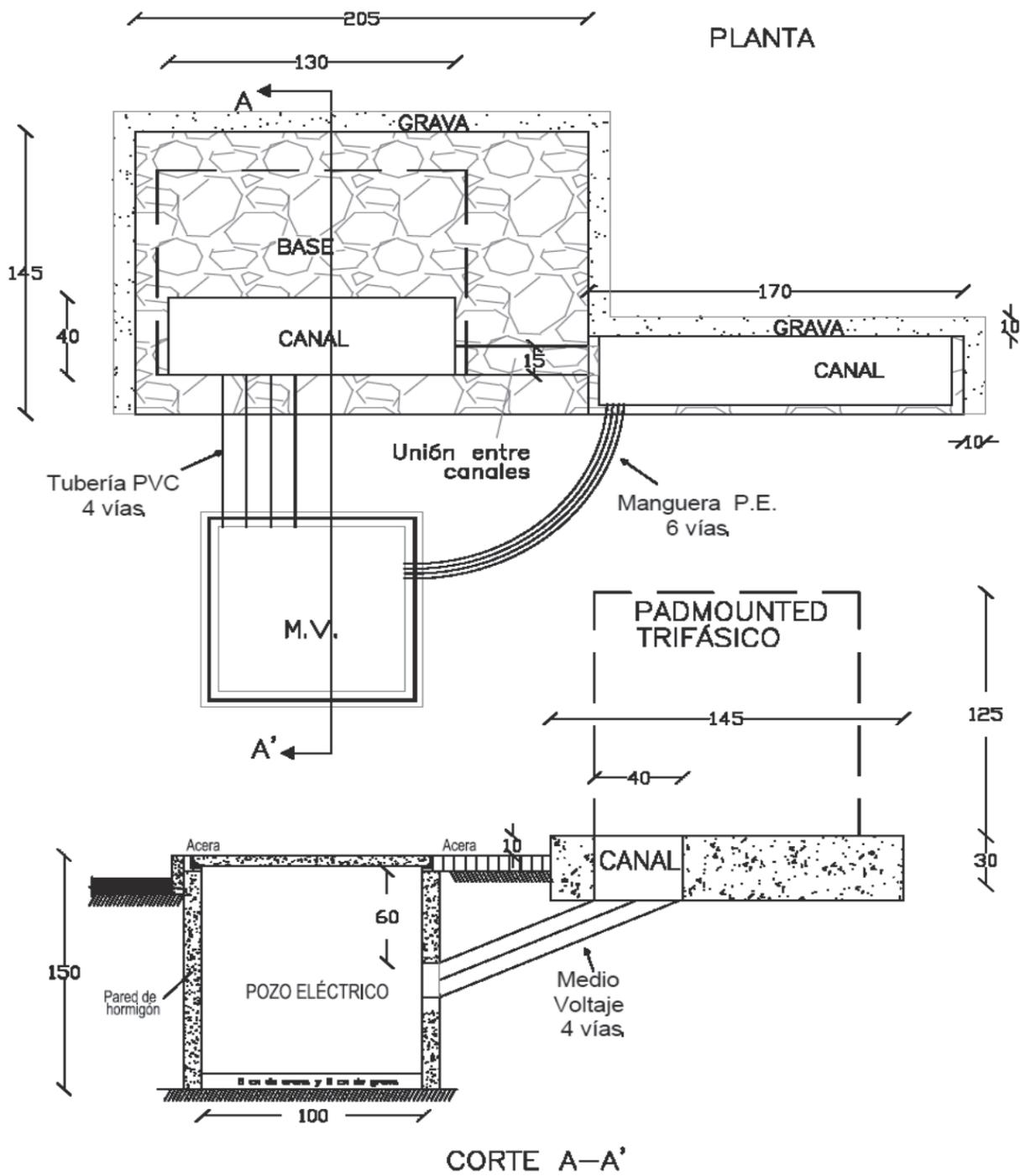
BASE DE CEMENTO PARA TRANSFORMADOR PADMOUNTED MONOFÁSICO (1Ø)

Dimensiones en cm



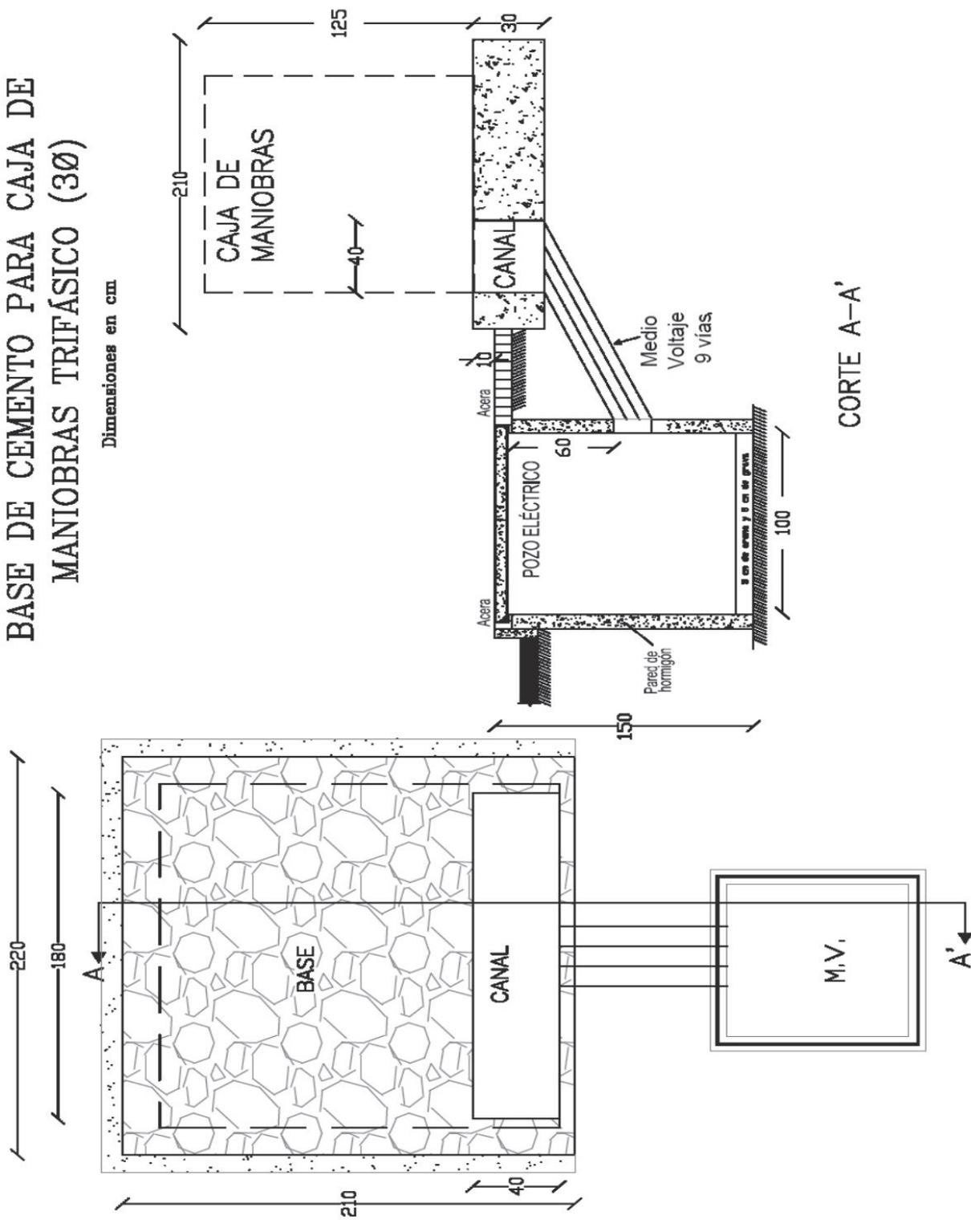
BASE DE CEMENTO PARA TRANSFORMADOR PADMOUNTED TRIFÁSICO (3Ø)

Dimensiones en cm



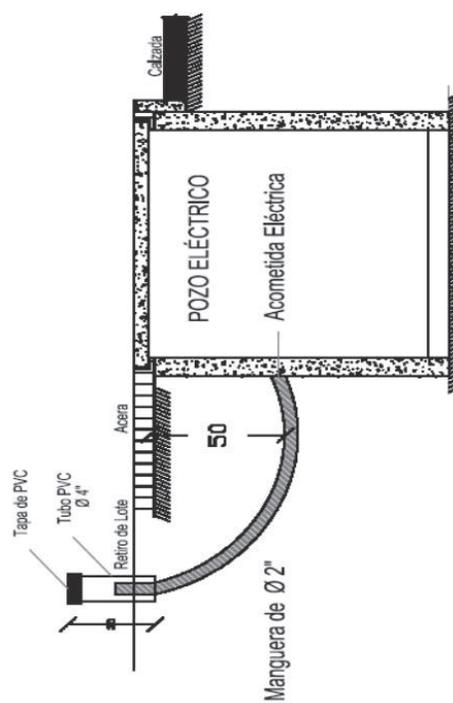
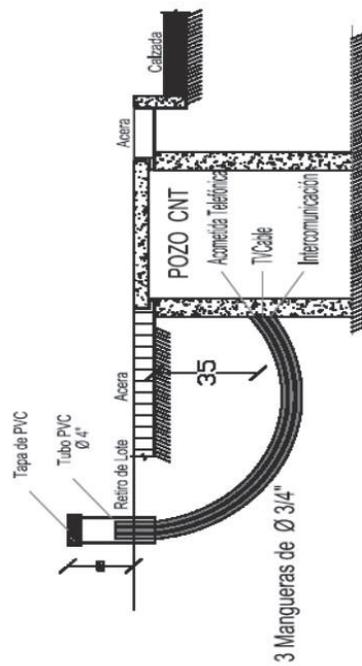
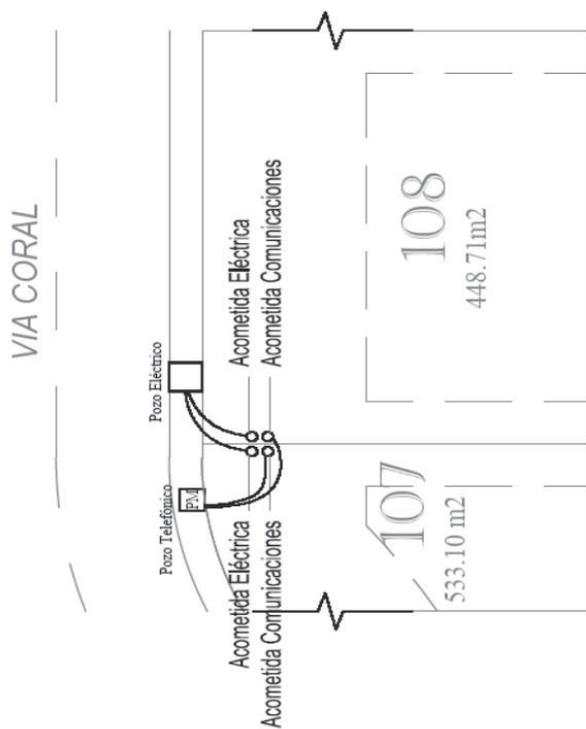
BASE DE CEMENTO PARA CAJA DE MANIOBRAS TRIFÁSICO (3Ø)

Dimensiones en cm



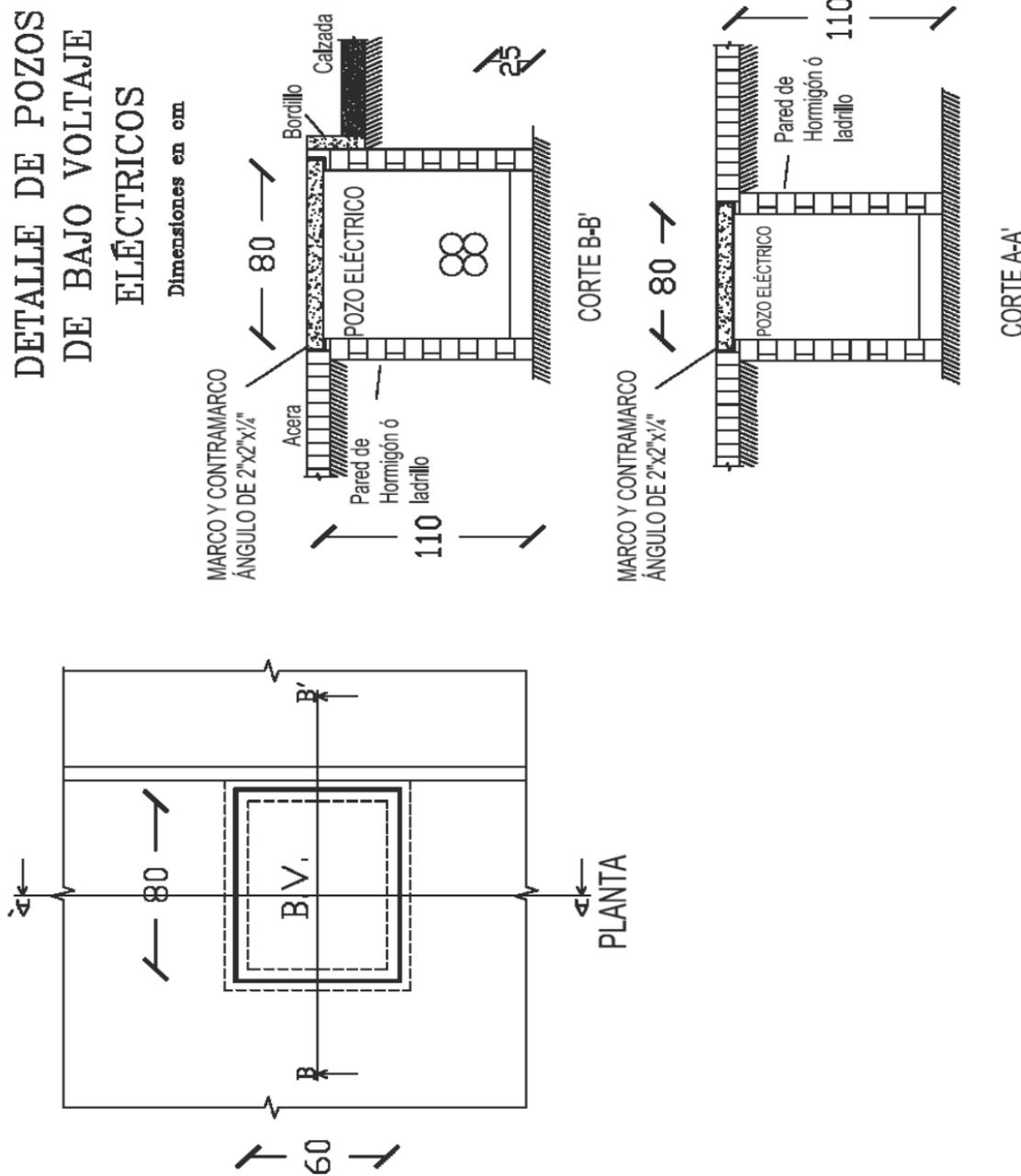
DETALLE DE TUBERÍA DE ACOMETIDAS ELÉCTRICA Y TELEFÓNICA

Dimensiones en cm



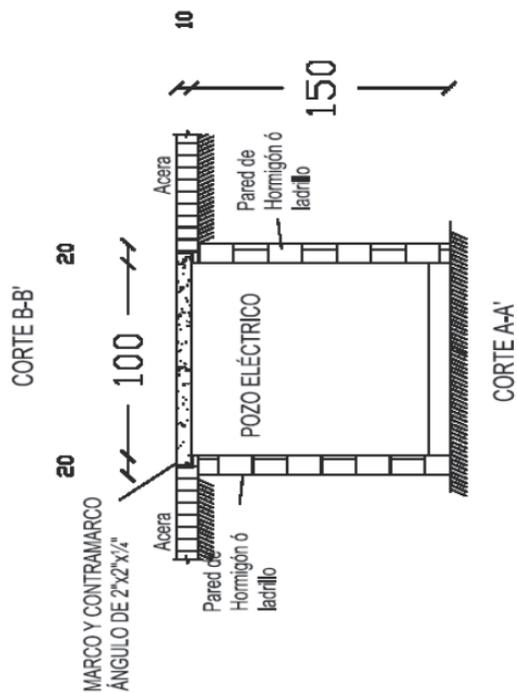
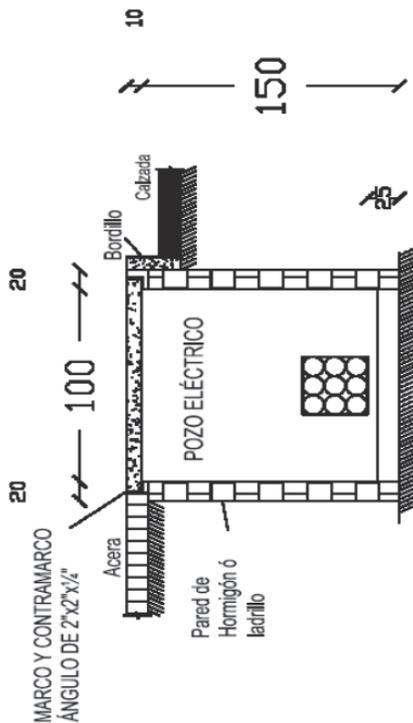
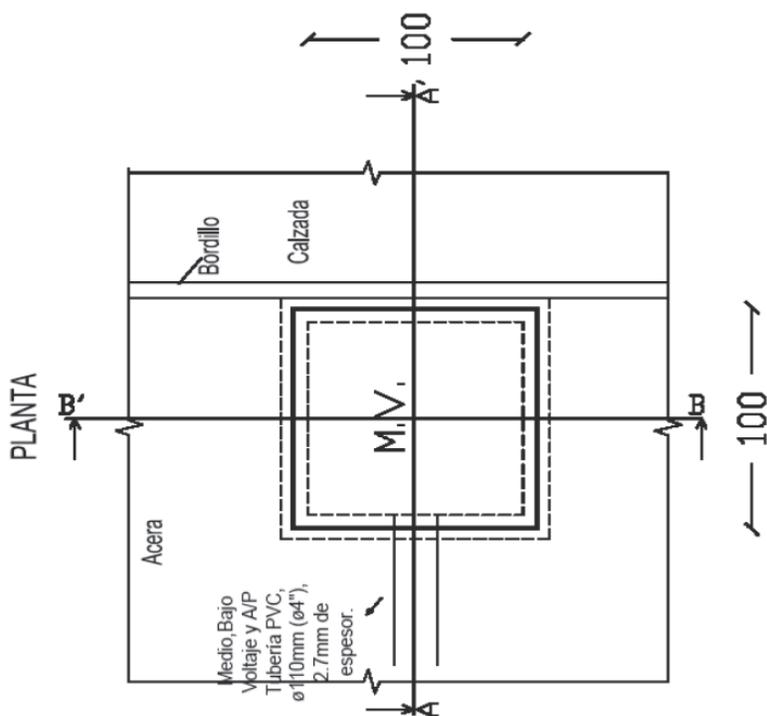
DETALLE DE POZOS DE BAJO VOLTAJE ELÉCTRICOS

Dimensiones en cm

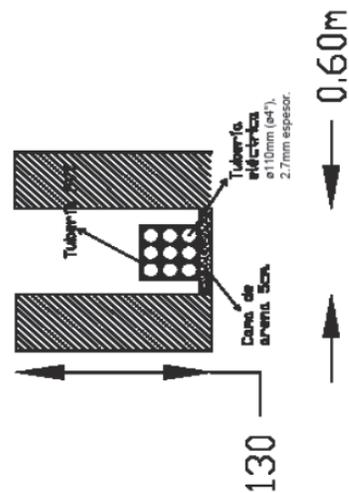


DETALLE DE POZOS DE MEDIO VOLTAJE ELÉCTRICOS

Dimensiones en cm



DETALLE DE ZANJAS



NOTAS:

Los transformadores tipo PADMOUNTED trifásicos, serán ubicados en las vías: La Costa, Pacífico y en la Casa Club.

Los transformadores tipo PADMOUNTED monofásicos, serán ubicados en el resto de la urbanización.

Tres metros libres como mínimo son requeridos desde la parte frontal de la puerta del transformador tipo PADMOUNTED 6 Caja de Maniobras, para su operación.

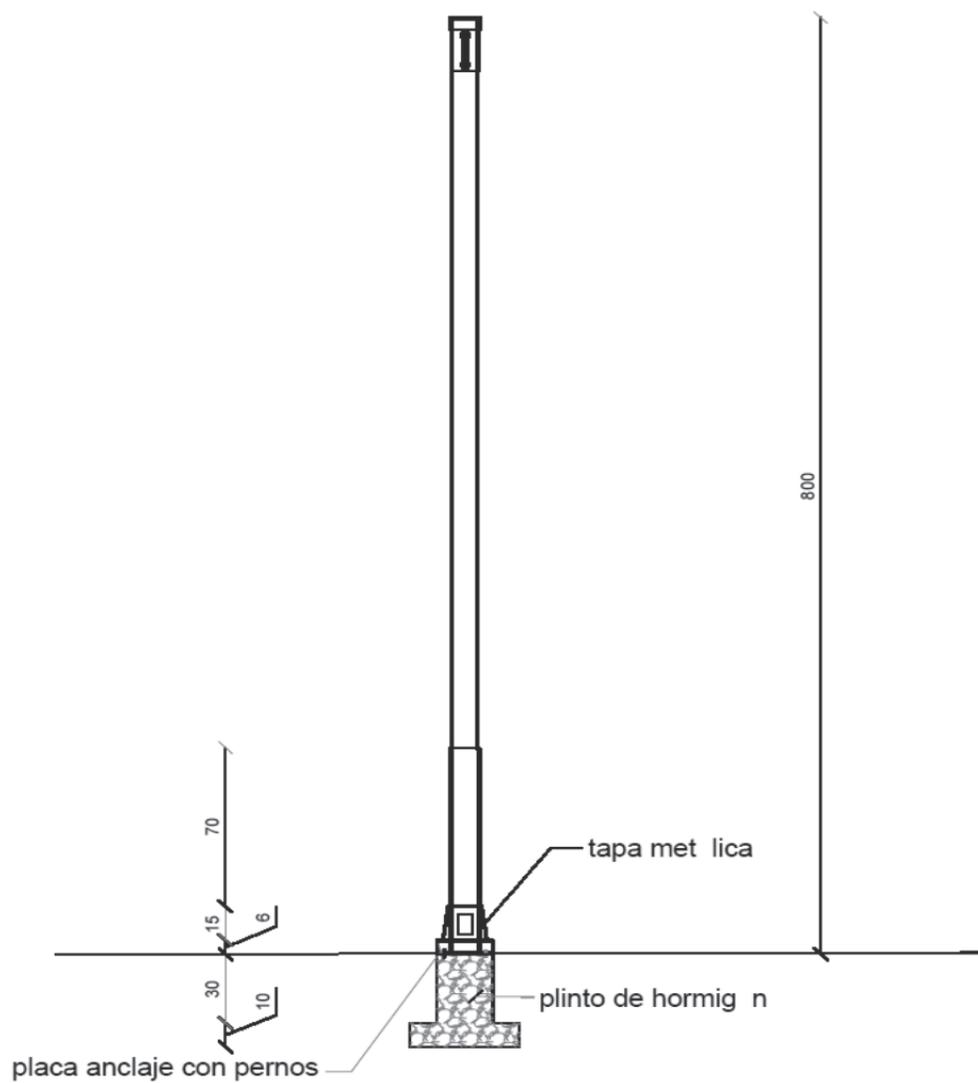
La tubería para la acometida eléctrica se realizará con manguera de polietileno reforzada de \varnothing 2".

La tubería para la acometida telefónica, intercomunicación y TVCable, se realizará con manguera de polietileno reforzada de \varnothing 3/4".

Las lámparas serán de vapor de sodio, 100 W para las luminarias ubicadas en vías principales y para las ubicadas en vías secundarias.

DETALLES DE POSTE PARA LUMINARIAS ORNAMENTALES

Dimensiones en cm



Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urban

Instalación : Eléctrica

Nº del proyecto : 01

Cliente : Inmobiliaria "LAS OLAS"

Encargado : Ing. Ocampo

Fecha : 14.05.2014

Los siguientes valores se basan en los cálculos exactos en lámparas y luminarias calibradas y en su disposición. En la práctica pueden producirse variaciones graduales. Quedan excluidos los derechos de garantía para los datos de luminarias. El fabricante no se responsabiliza de los daños subsiguientes o daños originados al usuario o a terceros.

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

Índice

Portada	1
Índice	2
1 Datos de luminarias	
1.1 Philips Lighting, CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()	
1.1.1 Hoja de datos	3
1.1.2 CDL	4
1.1.3 Valoración del deslumbramiento según UGR	5
2 Vía Las Olas	
2.1 Descripción Vía Las Olas	
2.1.1 Proyección horizontal (planta)	6
2.1.2 Representación-3D, Vista 1	7
2.2 Resumen, Vía Las Olas	
2.2.1 Síntesis de los resultados, Calle	8
2.3 Resultados del cálculo, Vía Las Olas	
2.3.1 Tabla, Calle (E horizontal)	9
2.3.2 Líneas Iso, Calle (E horizontal)	10
2.3.3 Colores falsos, Calle (E horizontal)	11
2.3.4 Relieve 3D, Calle (E horizontal)	12

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

1 Datos de luminarias

1.1 Philips Lighting, CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()

1.1.1 Hoja de datos

Fabricante: Philips Lighting

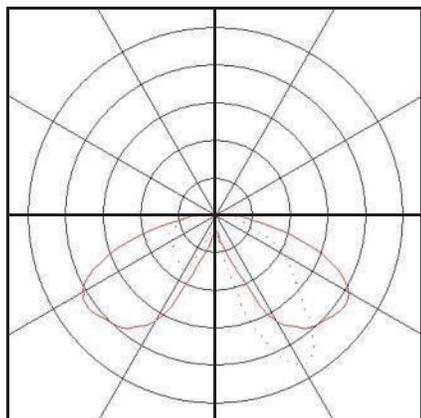
CDS560 1xCDO-ET100W A TP

Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 70%
 Rendimiento luminoso de las luminarias: 50.96lm/W
 clasificación : A21 ↓ 96.3% – 3.7%
 CIE Flux Codes : 31 66 90 96 70
 UGR 4H 8H (20%, 50%, 70%) : 31.2 / 27.8
 C0 / C90 : 31.2 / 27.8
 Fondos de explotación : CONV
 tot. Rendimiento del sist. : 114 W
 Diámetro : 560 mm
 Altura : 795 mm

Equipamiento con

Cantidad : 1
 Denominación : CDO-ET100W/8
 Color : 828
 Flujo luminoso : 8300 lm

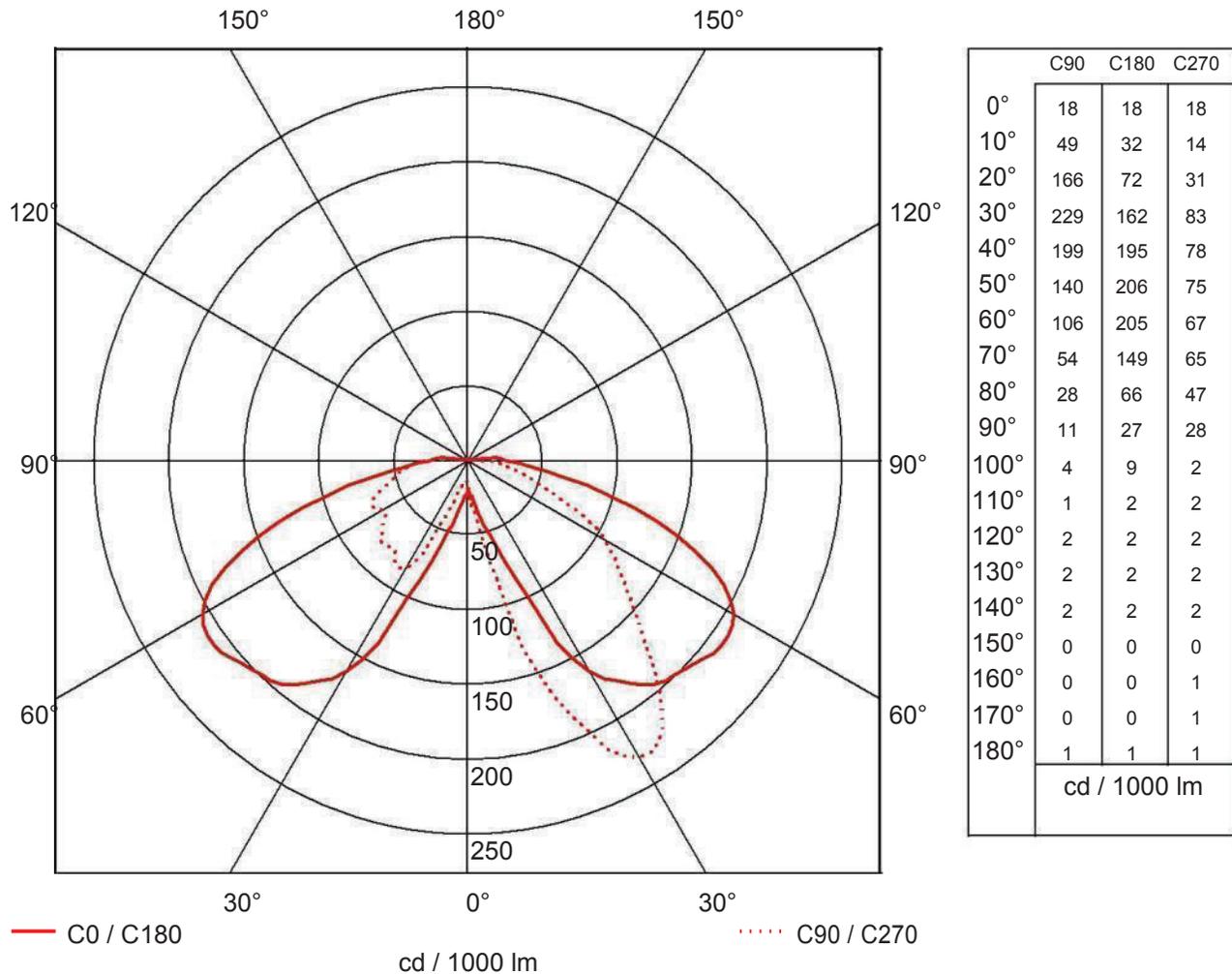


Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

1.1 Philips Lighting, CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()

1.1.2 CDL



Producto : Philips Lighting
 Número de artículo:
 Nombre de la lum.: CDS560 1xCDO-ET100W A TP
 Equipamiento : 1 x CDO-ET100W/828 / 8300 lm
 Dimensiones : D 560 mm x H 795 mm
 Nombre de archivo: temp.ldt

Grado de eficiencia : 70%
 Rendimiento luminoso de: 50las. 96luminariaslm/W(A21)
 Distribución de la luz : simetría referente a C90-C270
 Ángulo de irradiación : 144.9° C0-C180
 52.4° C90
 -- C270

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 Nº del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

1.1 Philips Lighting, CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()

1.1.3 Valoración del deslumbramiento según UGR

Grados de reflexión

Techo	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3
Paredes	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
Suelo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Dimensiones del espacio		Vista en dirección C0					Vista en dirección C90				
x	y										
2H	2H	25.7	27.5	26.2	27.9	28.3	19.7	21.5	20.1	21.9	22.3
	3H	28.3	29.9	28.7	30.3	30.7	22.5	24.1	22.9	24.5	24.9
	4H	29.2	30.8	29.7	31.2	31.7	23.8	25.3	24.2	25.7	26.2
	6H	30.0	31.4	30.4	31.8	32.3	25.2	26.6	25.6	27.0	27.5
	8H	30.2	31.6	30.7	32.0	32.5	25.8	27.2	26.3	27.7	28.2
	12H	30.4	31.8	30.9	32.2	32.7	26.6	27.9	27.1	28.4	28.9
4H	2H	26.1	27.7	26.6	28.1	28.5	21.3	22.8	21.7	23.2	23.7
	3H	28.8	30.2	29.3	30.6	31.1	24.0	25.4	24.5	25.8	26.3
	4H	30.0	31.2	30.5	31.7	32.2	25.5	26.7	26.0	27.2	27.7
	6H	30.9	31.9	31.4	32.4	33.0	27.0	28.0	27.5	28.5	29.1
	8H	31.2	32.2	31.7	32.7	33.3	27.8	28.8	28.3	29.3	29.8
	12H	31.6	32.5	32.1	33.0	33.6	28.6	29.6	29.2	30.1	30.7
8H	4H	30.1	31.1	30.6	31.7	32.2	26.2	27.2	26.7	27.7	28.3
	6H	31.1	32.0	31.7	32.5	33.1	27.9	28.8	28.5	29.3	29.9
	8H	31.7	32.5	32.3	33.0	33.6	29.0	29.8	29.5	30.3	30.9
	12H	32.2	32.9	32.8	33.5	34.0	30.1	30.7	30.6	31.3	31.9
12H	4H	30.2	31.1	30.7	31.6	32.2	26.4	27.3	26.9	27.8	28.4
	6H	31.3	32.0	31.8	32.6	33.2	28.3	29.0	28.8	29.6	30.2
	8H	31.8	32.5	32.4	33.1	33.6	29.4	30.0	29.9	30.6	31.2

Distancia entre las luminarias: 0.25

Debido a la falta de propiedades de simetría, los valores sólo son válidos para la dirección de la mirada indicada.

Producto : Philips Lighting	Grado de eficiencia : 70%
Número de artículo:	Rendimiento luminoso de : las50 .luminarias96lm/W(A21)
Nombre de la lum. : CDS560 1xCDO-ET100W A TP	Distribución de la luz : simetría referente a C90-C270
Equipamiento : 1 x CDO-ET100W/828 / 8300 lm	Ángulo de irradiación : 144.9° C0-C180
Dimensiones : D 560 mm x H 795 mm	52.4° C90
Nombre de archivo : temp.ldt	-- C270

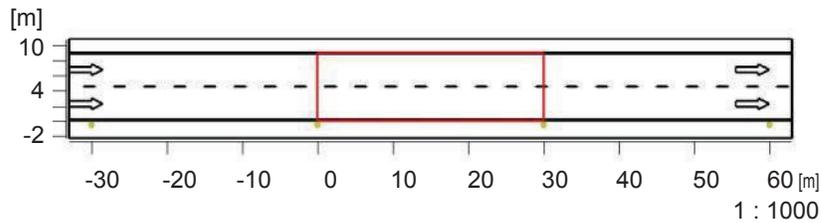
Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

2 Vía Las Olas

2.1 Descripción Vía Las Olas

2.1.1 Proyección horizontal (planta)



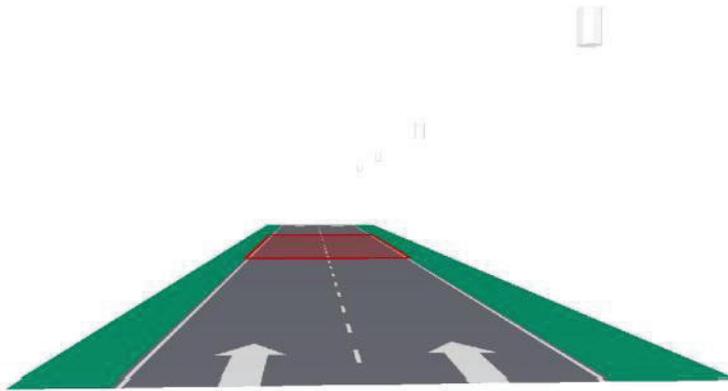
Calle		Tipo de luminaria	:CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()
Perfil de la calle	: sin separación de los sentidos	Ubicación de luminarias	: Fila a la derecha
Anchura de la calzada	: 9.00 m	Altura del punto lumínico	: 7.00 m
Cantidad de calzadas	: 2	Distancia de las luminarias	: 30.00 m
Revestimiento de la calzada:	R3	Voladizo de la luminaria	: -0.50 m
q0	: 0.08	Inclinación de la luminaria:	0.00°

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
Instalación : Eléctrica
Nº del proyecto : 01
Fecha : 14.05.2014

2.1 Descripción Vía Las Olas

2.1.2 Representación-3D, Vista 1



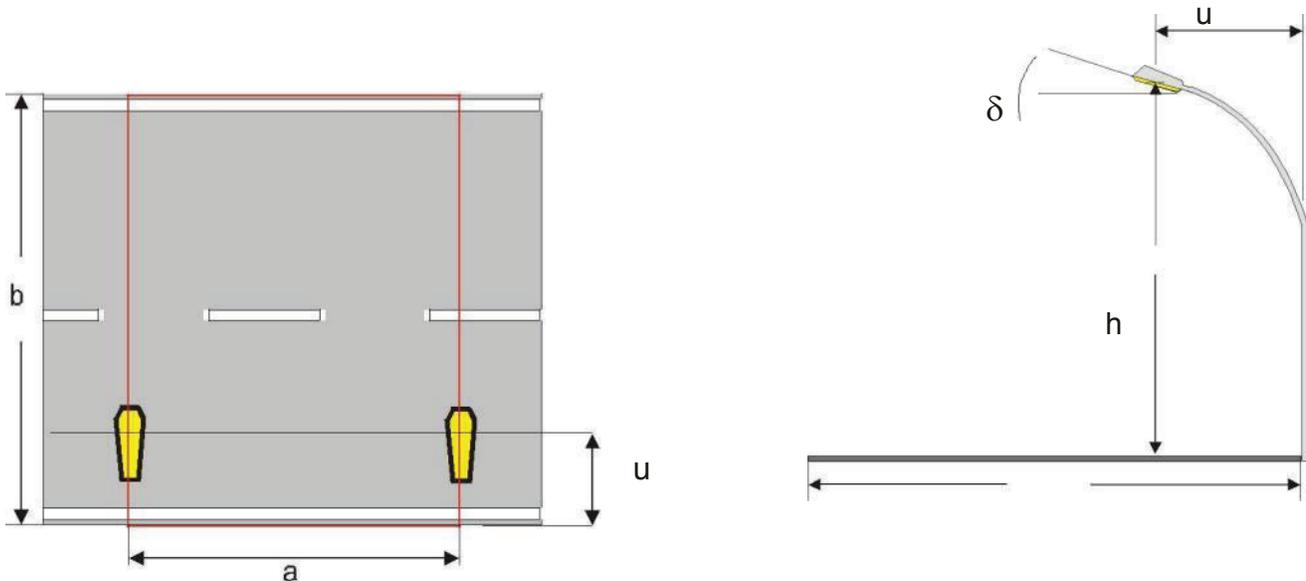
Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

2 Vía Las Olas

2.2 Resumen, Vía Las Olas

2.2.1 Síntesis de los resultados, Calle



Datos de luminarias

Producto : Philips Lighting
 N° de artículo : CDS560 1xCDO-ET100W A TP ()
 Nombre de la lum. : CDS560 1xCDO-ET100W A TP
 Equipamiento : 1 x CDO-ET100W/828 / 8300 lm

Perfil de la calle	: sin separación de los sentidos	Ubicación de luminarias	: Fila a la derecha
Anchura de la calzada (b)	: 9.00 m	Altura del punto lumínico (h)	: 7.00 m
Cantidad de calzadas	: 2	Distancia de las luminarias (a)	: 30.00 m
Revestimiento de la calzada:	R3	Voladizo de la luminaria (u)	: -0.50 m
q0	: 0.08	Inclinación de la luminaria (δ)	: 0.00°
Circulación a la derecha		Factor de mantenimiento	: 0.80

Iluminancia horizontal E

Término medio	: 7.9 lx	(S3 mín. 7.5)
Mínimo	: 2.2 lx	(S3 mín. 1.5)

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

2 Vía Las Olas

2.3 Resultados del cálculo, Vía Las Olas

2.3.1 Tabla, Calle (E horizontal)

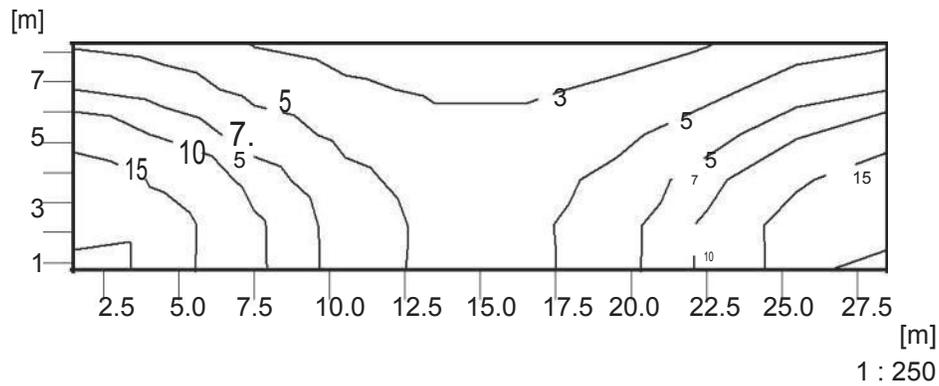
[m]	4.8	4.1	2.9	2.4	(2.2)	(2.2)	2.4	2.9	4.1	4.8
8.25	7.5	6.2	4.3	3.3	2.8	2.8	3.3	4.3	6.2	7.5
6.75	12.6	9.5	6.3	4.4	3.5	3.5	4.4	6.3	9.5	12.6
5.25	18.7	14.1	8.8	5.6	4.1	4.1	5.6	8.8	14.1	18.7
3.75	[19.9]	17.4	10.6	6.2	4.4	4.4	6.2	10.6	17.4	[19.9]
2.25	10.9	17.4	10.6	6.3	4.4	4.4	6.3	10.6	17.4	10.9
0.75										
	1.50	4.50	7.50	10.50	13.50	16.50	19.50	22.50	25.50	28.50
	Iluminancia [lx]									

Altura del nivel de referencia	:	0.00 m
Iluminancia media	Em	: 7.9 lx
Iluminancia mínima	Emin	: 2.2 lx
Iluminancia máxima	Emax	: 19.9 lx:
Uniformidad Uo	min/media	: 1 : 3.66 (0.27)
Uniformidad Ud	min/max	: 1 : 9.25 (0.11)

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

2.3 Resultados del cálculo, Vía Las Olas

2.3.2 Líneas Iso, Calle (E horizontal)



Iluminancia [lx]

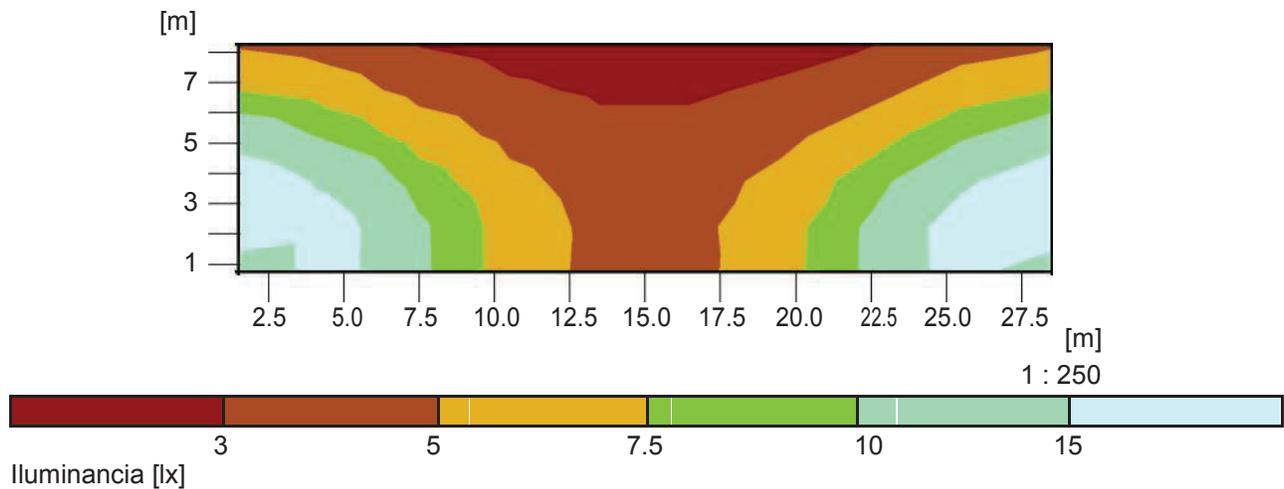
Altura del nivel de referencia	:	0.00 m
Iluminancia media	Em	: 7.9 lx
Iluminancia mínima	Emin	: 2.2 lx
Iluminancia máxima	Emax	: 19.9 lx:
Uniformidad Uo	min/media	: 1 : 3.66 (0.27)
Uniformidad Ud	min/max	: 1 : 9.25 (0.11)

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
 Instalación : Eléctrica
 N° del proyecto : 01
 Fecha : 14.05.2014

2.3 Resultados del cálculo, Vía Las Olas

2.3.3 Colores falsos, Calle (E horizontal)



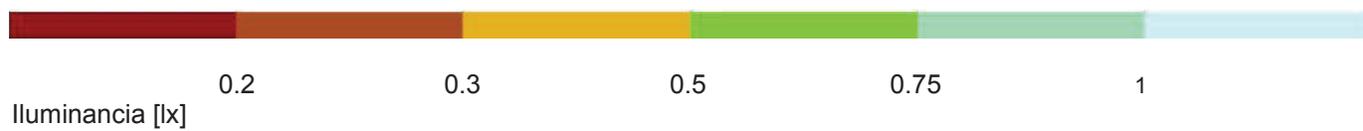
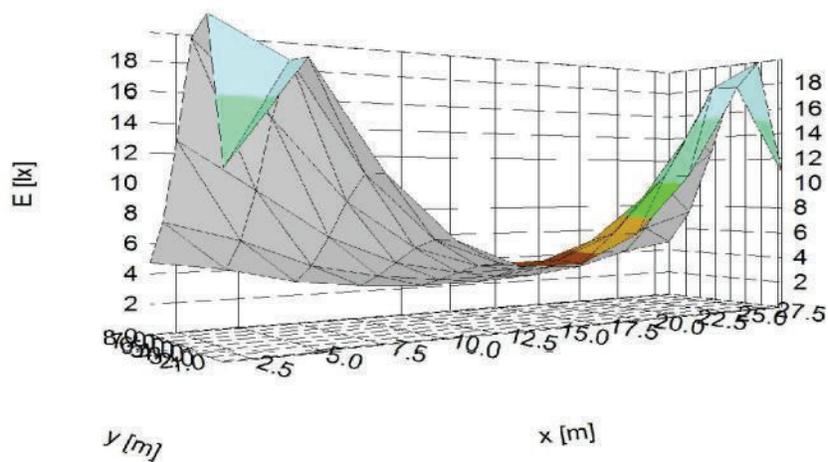
Altura del nivel de referencia		: 0.00 m
Iluminancia media	Em	: 7.9 lx
Iluminancia mínima	Emin	: 2.2 lx
Iluminancia máxima	Emax	: 19.9 lx:
Uniformidad Uo	min/media	: 1 : 3.66 (0.27)
Uniformidad Ud	min/max	: 1 : 9.25 (0.11)

Alex Anguisaca

Objeto : Diseño de iluminación y red de Alumbrado Público Urbanización "MARINA BLUE"
Instalación : Eléctrica
N° del proyecto : 01
Fecha : 14.05.2014

2.3 Resultados del cálculo, Vía Las Olas

2.3.4 Relieve 3D, Calle (E horizontal)



Alex Anguisaca