

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECANICA**

TEMA:

“Diseño del sistema eléctrico en media y baja tensión para el proyecto de la estación de servicios de combustibles P&S, ubicada en el km 51 de la vía a la costa”.

AUTOR:

Zambrano Zambrano, Héctor Iván

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN
EMPRESARIAL INDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier

Guayaquil, Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Héctor Iván Zambrano Zambrano**, como requerimiento para la obtención del Título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL INDUSTRIAL**.

TUTOR

Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, 19 de marzo del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Zambrano Zambrano, Héctor Iván**

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación **“Diseño del sistema eléctrico en media y baja tensión para el proyecto de la estación de servicios de combustibles P&S, ubicada en el km 51 de la vía a la costa”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme a las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 19 de marzo del 2019

ZAMBRANO ZAMBRANO, HÉCTOR IVÁN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Zambrano Zambrano, Héctor Iván

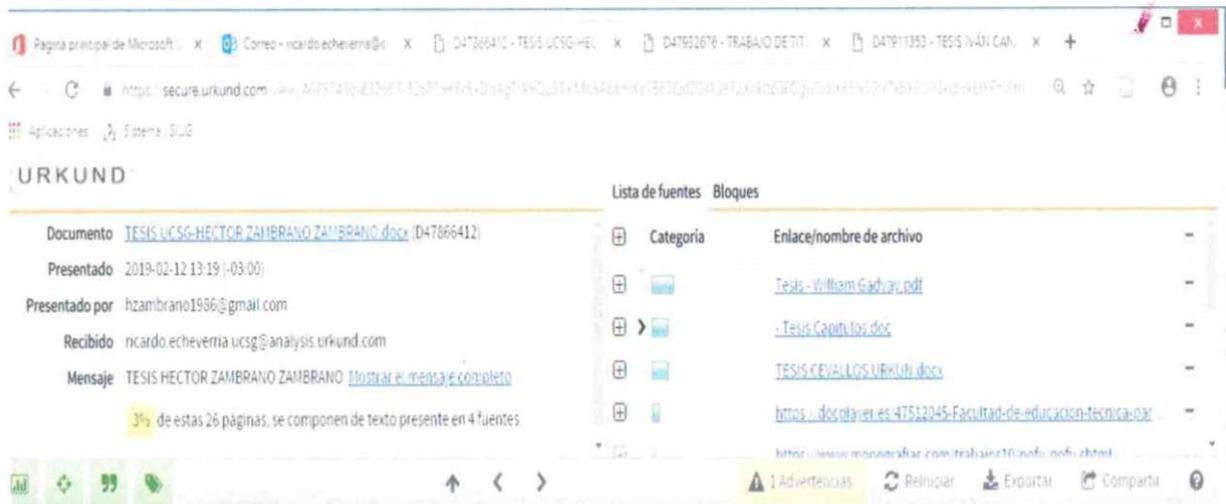
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de Titulación: **“Diseño del sistema eléctrico en media y baja tensión para el proyecto de la estación de servicios de combustibles P&S, ubicada en el km 51 de la vía a la costa”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 19 de marzo del 2019

EL AUTOR

ZAMBRANO ZAMBRANO, HÉCTOR IVÁN

REPORTE URKUND



The screenshot shows the URKUND web interface. On the left, document details are displayed: 'Documento: TESIS UCSC-HECTOR ZAMBRANO ZAMBRANO.docx (D47866412)', 'Presentado: 2019-02-12 13:19 (-03:00)', 'Presentado por: hzabrano1936@gmail.com', 'Recibido: ricardo.echeverria.ucsg@analysis.orkund.com', and 'Mensaje: TESIS HECTOR ZAMBRANO ZAMBRANO [Mostrar el mensaje completo]'. A note indicates '3% de estas 26 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes'. On the right, a 'Lista de fuentes' table lists the sources used in the document.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Tesis - Willem Gadvaiv.pdf
	- Tesis Capitulo.doc
	TESIS CEVALLOS URKUND.docx
	https://docolaver.es/47512045-Facultad-de-educacion-tecnica-uar

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICO-MECANICO

TEMA:" Diseño Del Sistema Eléctrico en Media y Baja Tensión para el Proyecto de la Estación de Servicios de Combustibles P&S, Ubicada En El km 51 De La Vía a la Costa.

AUTOR: Héctor Iván Zambrano Zambrano

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO ELECTRICO-MECANICO

TUTOR: Echeverría Parra, Ricardo Xavier

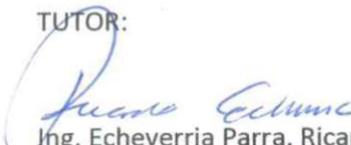
Guayaquil, Ecuador 15 de febrero del 2019

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CXARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICO-MECANICO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por Héctor Iván Zambrano Zambrano, como requerimiento para la obtención del Título de INGENIERO EN ELECTRICO-MECANICO

TUTOR:


Ing. Echeverría Parra, Ricardo Xavier

AGRADECIMIENTO

Muchos sentimientos embargan mi mente y hacen que mi vida se llene de alegría, es por eso que quiero expresar mis sinceros agradecimientos a Dios todo poderoso por darme vida e iluminarme, y por concederme la bendición de alcanzar una de mis metas establecidas, a mis queridos padres por sus sabios consejos e incondicional apoyo en todo momento, a mi hijo por darme la fuerza para lograr este objetivo, al Ing. Edison López por su apoyo y colaboración, a la Corporación Nacional de Electricidad CNEL, EP por su paciencia, apoyo y todas las demás personas que de una u otra manera colaboraron y cooperaron en la realización de éste trabajo de titulación.

También agradezco en especial a Grecia Herrera por su apoyo en todo momento durante mi carrera.

HÉCTOR IVÁN ZAMBRANO ZAMBRANO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación especialmente a mis padres por su apoyo incondicional, a mi querido hijo por ser un pilar en mi vida y darme las fuerzas que se necesitan para lograr éste objetivo. A mis hermanos que en todo momento creyeron en mí, y a mis amigos que de alguna manera confiaron en mí para culminar mi carrera.

HÉCTOR IVÁN ZAMBRANO ZAMBRANO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICO-MECÁNICA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

ING. ROMERO PAZ MANUEL DE JESUS, Msc.

DECANO

ING. HERAS SÁNCHEZ MIGUEL ARMANDO, Msc.

DIRECTOR DE CARRERA

ING. ROMERO ROSERO CARLOS

OPONENTE

Índice General

CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES.....	2
1.1.Introducción.....	2
1.2.Planteamiento del problema	3
1.3.Justificación	3
1.4.Objetivo general	3
1.4.1.Objetivos específicos.....	3
1.5.Hipótesis	3
1.6.Metodología	4
CAPITULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.1.La electricidad	5
2.2.Centrales eléctricas.....	5
2.2.1.Tipos de Centrales Eléctricas	6
2.2.2.Centrales hidráulicas	6
2.2.3.Centrales térmicas.....	7
2.2.4.Centrales nucleares.....	8
2.2.5.Centrales solares.....	9
2.3.Distribución eléctrica	10
2.3.1.Redes de distribución	10
2.3.2.Elementos de un sistema de distribución	10
2.3.2.1. <i>Poste de hormigón armado</i>	12
2.3.2.2. <i>Aisladores de suspensión</i>	13
2.3.2.3. <i>Aisladores tipo espiga (pin)</i>	13
2.3.2.4. <i>Aislador tipo rollo de porcelana</i>	14
2.3.2.5. <i>Grapa terminal tipo pistola</i>	14
2.3.2.6. <i>Seccionador unipolar</i>	15

2.3.2.6.1.Fusible para protección en media tensión	15
2.3.2.7.Cajas de paso	16
2.3.2.8.Zanjas	17
2.4.Transformadores	17
2.4.1.Tipos de transformadores.....	18
2.4.1.1.Transformadores de distribución trifásicos	18
2.4.1.2.Transformadores de distribución monofásicos	18
2.4.1.3.Transformadores tipo pedestal o Padmounted.....	19
2.5.Potencia eléctrica	20
2.5.1.Potencia aparente.....	20
2.5.2.Potencia real o efectiva	20
2.5.3.Potencia reactiva	21
2.6.Factor de potencia o $\text{Cos } \phi$	21
2.7.Carga	21
2.7.1.Carga instalada	21
2.8.Conductores eléctricos	22
2.8.1.Aislamiento de los conductores.....	23
2.8.2.Resistencia de un conductor	23
2.8.3.Resistencia y reactancia efectiva	23
2.8.4.Calibre de los conductores	24
2.8.5.Componentes de un cable eléctrico aislado.....	24
2.9.Medidor de energía eléctrica	26
2.9.1.Medición indirecta en baja tensión	26
2.9.1.1.Medidor clase 20.....	26
2.9.1.2.Transformadores de corrientes	27
2.10.Demanda eléctrica	28
2.10.1.1.Demanda máxima	29

2.10.1.2. <i>Demanda requerida</i>	29
2.10.1.3. <i>Factor de demanda</i>	29
2.11. Flexibilidad del sistema eléctrico	29
2.11.1. Flexibilidad de la instalación eléctrica	30
2.12. Acometida Eléctrica	30
2.12.1. Acometida Aéreas en media tensión	31
2.12.2. Acometida subterránea en media tensión	31
2.12.3. Acometida aérea en baja tensión	32
2.12.4. Líneas aéreas en media tensión	33
2.12.5. Vano, luz y flecha	33
2.13. Sistema de puesta a tierra	34
2.13.1. Líneas de puesta a tierra	35
2.13.2. Conexiones a tierra	35
2.13.3. Elementos a conectar a tierra	36
2.13.4. Facilidades en propiedad privada	36
CAPITULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.	38
3.1. Descripción General del Proyecto	38
3.2. Acometida principal	39
3.3. Recorrido de la línea en media tensión	40
3.4. Distancia mínima de seguridad en líneas eléctricas	40
3.5. Sección del conductor en media tensión	41
3.6. Intensidad nominal de la línea en media tensión	42
3.7. Protecciones en media tensión	42
3.8. Caída de tensión línea de media tensión	43
3.9. Especificaciones de la red media tensión	44
3.9.1. Postes	44
3.9.2. Herrajes	44

3.9.3.Tensores	44
3.9.4.Aisladores	45
3.9.5.Cajas fusibles (fuse cut-outs).....	45
3.9.6.Pararrayo.....	45
3.9.7.Puesta a tierra.....	45
3.10.Canalizaciones de ingreso al transformador.....	46
3.10.1.Cajas de paso	46
3.10.2.Zanjas	46
3.11.Transformador de potencia	47
3.12.Conductor eléctrico en baja tensión.....	48
3.12.1.Caída de voltaje en la acometida de baja tensión	49
3.13.Cálculo de la Protección principal	50
3.14.Diagrama Unifilar.....	51
3.15.Normas eléctricas de construcción	51
CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
4.1.Conclusiones.....	52
4.2.Recomendaciones.....	52
Bibliografía.....	53
ANEXOS	57

Índice de Figuras

Figura 2.1: Centrales eléctricas	6
Figura 2.2: Central hidroeléctrica.....	7
Figura 2.3: Central térmica.....	7
Figura 2.4: Central nuclear.....	8
Figura 2.5: Central solar.....	9
Figura 2.6: Red de distribución eléctrica	10
Figura 2.7: Aislador de suspensión.....	13
Figura 2.8: Aislador tipo espiga	13
Figura 2.9: Aislador tipo rollo.....	14
Figura 2.10: Grapa terminal tipo pistola.....	14
Figura 2.11: Seccionador unipolar	15
Figura 2.12: Fusible de media tensión.....	16
Figura 2.13: Caja de paso	16
Figura 2.14: Transformador	18
Figura 2.15: Transformador trifásico.....	18
Figura 2.16: Transformador monofásico	19
Figura 2.17: Transformador tipo pedestal	19
Figura 2.18: Carga instalada.....	22
Figura 2.19: Conductores eléctricos.....	22
Figura 2.20: Composición de un conductor eléctrico.....	25
Figura 2.21: Medidor de energía eléctrica.....	26
Figura 2.22: Medidor Clase 20	27
Figura 2.23: Transformadores de corrientes	28
Figura 2.24: Curva de la demanda.....	28
Figura 2.25: : Diagrama de flexibilidad	30
Figura 2.26: Acometida Eléctrica	31
Figura 2.27: Acometida Subterránea en media tensión	32
Figura 2.28: Acometida aérea en baja tensión	32
Figura 2.29: Vano y flecha de una línea eléctrica.....	33
Figura 2.30: Electrodo de tipo pica.....	35
Figura 2.31: Soldadura exotérmica.....	35

Figura 2.32: Franja de servidumbre	37
Figura 3.1: Predio de la estación de combustibles.....	38
Figura 3.2: Recorrido de la línea subterránea en MT.....	39
Figura 3.3: Recorrido de la línea aérea en M/T.....	40
Figura 3.4: Transformador Padmounted	47
Figura 3.5: Recorrido de la acometida subterránea en baja tensión	49
Figura 3.6: Diagrama unifilar red eléctrica.....	51

Índice de Tabla

Tabla 2.1 Calibre de conductores eléctricos.....	25
Tabla 3.1: Distancia de Seguridad de conductores eléctricos.....	41
Tabla A.1.1: Resistencia de conductores en Ω/km	57
Tabla A.1.2: Resistencia de conductores electricos.....	57
Tabla A.1.3: Calibre de conductores a tierra.....	58
Tabla A.1.4: Dimensiones de un transformador padmounted.....	58
Tabla A.1.5: detalle de la demanda en la estación.....	59
TablaA.1.6: Presupuesto Referencial.....	62

RESUMEN

El presente trabajo de titulación detalla el estudio y diseño de una red eléctrica en media y baja tensión para el suministro de energía eléctrica a la estación de servicios de combustibles P&S, ubicado en el km 51 de la vía a la costa. Éste trabajo se desarrolla en 4 capítulos, donde se presentan el proceso paso a paso para el correcto diseño eléctrico de la red, basándose en códigos y normas técnicas, que son las más utilizadas por las Empresas Eléctricas del Ecuador, al momento de diseñar sistemas eléctricos. En el Capítulo uno presentamos el planteamiento del problema, objetivo general y los específicos, así como también la hipótesis, y metodología que utilizamos es descriptiva, analítica, explicativa y cuantitativas. El capítulo dos trata todo lo relacionado al marco teórico, información necesaria al lector para poder interpretar conceptos básicos que le ayudaran a tener un claro entendimiento en la parte de la mitología del trabajo que se presenta. En el capítulo tres presenta el desarrollo de los cálculos, normas y criterios técnicos que se utilizan para que el suministro eléctrico sea confiable, seguro, eficiente y continuo, Y finalmente en el capítulo cuatro se concluye que el desarrollo de este proyecto permitió ampliar los conocimientos en instalaciones de media y baja tensión. En lo que tiene que ver con las recomendaciones, se indica que se deberán seguir las normas técnicas establecidas en el NATSIM.

Palabras claves: ACOMETIDA, DEMANDA ELÉCTRICA, TRANSFORMADOR, CARGA, VANO, DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, AISLADORES ELÉCTRICO.

ABSTRACT

The present titling work details the study and design of a medium and low voltage electrical network for the supply of electric energy to the P & S fuel service station, located at km 51 of the road to the coast. This work is developed in 4 chapters, where the processes step by step for the correct electrical design of the network are presented, based on codes and technical standards, which are the most used by the Electric Companies of Ecuador, when designing electrical systems. In Chapter One we present the approach to the problem, the general objective and the specific ones, as well as the hypothesis, and the methodology we use is descriptive, analytical, explanatory and quantitative. Chapter two deals with everything related to the theoretical framework, information necessary for the reader to be able to interpret basic concepts that will help him to have a clear understanding in the part of the mythology of the work that is presented. Chapter three presents the development of the calculations, standards and technical criteria that are used to make the electrical supply reliable, safe, efficient and continuous, and finally in chapter four it is concluded that the development of this project allowed expanding the knowledge in medium and low voltage installations. As far as the recommendations are concerned, it is indicated that the technical standards established in the NATSIM must be followed.

Keywords: ACOMPLETE, ELECTRICAL DEMAND, TRANSFORMER, LOAD, VAN, ELECTRICAL DISTRIBUTION, ELECTRICAL INSULATORS.

CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES

1.1. Introducción.

Para brindar un buen servicio de calidad y confiabilidad a los usuarios de las estaciones de servicios de combustibles, los sistemas eléctricos deberán ser diseñados en base al cumplimiento de los códigos y normas eléctricas vigentes en nuestro país.

La implementación de un diseño eléctrico en media y baja tensión para alimentar la futura Estación de Servicios de Combustibles (P&S), se origina desde la alimentadora a 13.8 kV de la subestación eléctrica Cerecita, la misma que cuenta con una demanda máxima de 8.088 kW de capacidad, con un uso de 3.415 kW. Tal forma que se presenta el diseño eléctrico de la línea área en media tensión que se energizará en el tramo de la Finca la Gloria.

El proyecto de la Estación de Servicios de Combustibles (P&S) en el sector Cerecita de la parroquia Progreso, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, beneficiará a las poblaciones de Cerecita, Zafando, Chanduy, San Isidro y principalmente a vehículos que diariamente circulan por estas vías. Además de pequeñas poblaciones campesinas que a diario se transportan tanto en vehículos motorizados como las camionetas que hacen rutas por estos sectores. El impulso económico que aportará la nueva estación de combustibles al sector es muy bueno, a través de la generación de empleo directo e indirecto y la multiplicación de pequeños negocios, que aportarán al mejoramiento del sistema de vida de los habitantes de las comunidades que se encuentran a su alrededor.

La construcción de la estación de servicios se hará con los materiales que cuenten con los estándares más elevados en el mercado nacional e internacional, así mismo las instalaciones eléctricas en baja tensión serán debidamente seguras y todo el sistema eléctrico estará aterrizado, los puntos vulnerables como tomas corrientes serán de tipo antiexplosivos.

Se tiene previsto que las actividades de construcción inicien en febrero del 2019, y terminen en octubre del mismo año. Una vez que entre en

funcionamiento la estación de servicios, las personas que transitan por el sector o que viven por sus alrededores, podrán contar con un servicio de calidad, seguro y confiable. También podrán contar con cafetería, Minimarket y cajeros automáticos de diferentes bancos.

1.2. Planteamiento del problema

La falta de un diseño eléctrico en media y baja tensión para alimentar una Estación de Combustibles (P&S), en el sector cerecita, km 51 de la vía a la Costa.

1.3. Justificación

El correcto diseño eléctrico en una estación de servicios de combustibles asegura un servicio óptimo, confiable y seguro a todos los usuarios que necesiten de este servicio. Con un correcto diseño eléctrico se conseguirá salvaguardar la integridad propia y de los trabajadores de la estación de servicio.

1.4. Objetivo general

Diseñar un sistema eléctrico en media y baja tensión para suministrar energía eléctrica a una estación de Servicio de Combustibles P&S en el km 51 de la vía a la costa.

1.4.1. Objetivos específicos

1. Establecer el recorrido de la alimentación en media y baja tensión.
2. Calcular la potencia del transformador, y de los conductores en baja y media tensión para la estación de combustibles.
3. Determinar las protecciones eléctricas para la línea de media y baja tensión.

1.5. Hipótesis

Al implementar el diseño eléctrico en media y baja tensión para la estación de servicios de combustibles (P&S), se garantizará la seguridad, confiabilidad y continuidad del servicio que se ofrecerá a todos los usuarios

que lo requieran, de tal manera que los mismos se sientan muy conforme con el servicio brindado.

1.6. Metodología

El tipo de investigación aplicado en este trabajo de titulación es descriptiva por cuanto se identifican las características y componentes de una red eléctrica en media y baja tensión, además por cuanto se levanta información en el predio donde se construirá la gasolinera y se analizará la mejor trayectoria de la principal alimentación eléctrica para la estación de servicios. Explicativa, basándose en las normas para el diseño de una red eléctrica hacia una gasolinera. El enfoque será cuantitativo, basándose en el estudio y análisis de diferentes alternativas para suministrar el servicio eléctrico que demanda una estación de combustibles (Psicológicamente, 2017).

CAPITULO 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. La electricidad

El conjunto de disciplina que estudian los fenómenos eléctricos o una forma de energía obtenida del producto de la potencia eléctrica consumida por el tiempo de servicio. El suministro de electricidad al usuario debe entenderse como un servicio de transporte de energía, con una componente técnica, comercial e industrial.

Es de suma importancia interpretar los términos básicos que todos los profesionales deben saber sobre la electricidad para obtener un buen aprendizaje y un fácil entendimiento del lenguaje eléctrico, como lo es el voltaje, corriente eléctrica, resistencia eléctrica, potencia eléctrica y energía eléctrica (Germán Granados Robayo, 2007, P.12).

2.2. Centrales eléctricas

Con el rápido desarrollo industrial y el aprovechamiento de la energía eléctrica, estímulo a la construcción de grandes plantas de generación capaces de convertir la energía mecánica, obtenida mediante otras fuentes de energía primaria en energía eléctrica, tal como se ilustra en la Fig. 2.1., lo constituye el primer escalón del sistema de suministro eléctrico. Las centrales generadoras pueden clasificarse en termoeléctricas (combustibles fósiles, biomasa, nucleares o solares), hidroeléctricas, la mayor parte de la energía eléctrica generada a nivel mundial proviene de las mencionadas.

Todas las centrales, excepto las fotovoltaicas, tienen en común el elemento generador, movido mediante una turbina que será distinta dependiendo del tipo de energía primaria utilizada. La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día, por tal razón se monitorea los picos de consumo que se dan durante las 24 horas del día se puedan dar (Ecured, 2018).

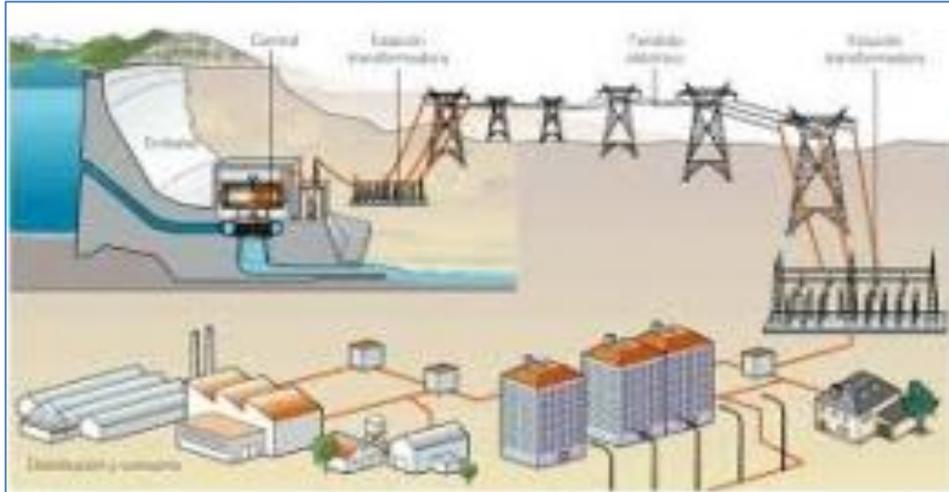


Figura 2.1: *Centrales eléctricas*
fuente: (Ecured, 2018)

2.2.1. Tipos de Centrales Eléctricas

Según la fuente de energía primaria que se utilice, se puede construir diversos tipos de centrales eléctricas. Las fuentes de energías primarias pueden ser renovables y no renovables. Entre las primeras se encuentran el agua, viento, sol, entre otras. Y la segunda la integran los fósiles, como el carbón o el petróleo. Estas energías se llaman no renovables porque no se producen con la misma rapidez con que se consumen.

2.2.2. Centrales hidráulicas

Es una buena forma de generar electricidad, utilizando los recursos hidráulicos, aunque este tipo de centrales precisa una infraestructura muy grande, debido a que se tiene que construir sistemas que permitan obtener grandes saltos de agua controlados. Esto se consigue haciendo enormes embalses y presas. En la fig. 2.2. Se ilustra una central hidroeléctrica.

Si bien este proceso conlleva una alteración del entorno que tiene cierto grado de impacto en el medio ambiente, no obstante, la generación de electricidad por este método es bastante limpia y económica (Herrera, 2009).



Figura 2.2: *Central hidroeléctrica*
Fuente: (CBS ING, 2012)

2.2.3. Centrales térmicas

Al no disponer de agua moviéndose rápidamente para mover las turbinas, lo que podemos usar es vapor de agua a presión. Para calentar el agua es necesario un tipo de sistema de producción de calor, tal como se muestra en la figura 2.3, Esto es lo que sucede en las centrales térmicas que queman carbón u otros combustibles fósiles, como el gasóleo, Diesel, bunker, entre otros, y así poder obtener el vapor necesario para mover los alternadores que se encuentran conectados a las turbinas (Herrera, 2009).

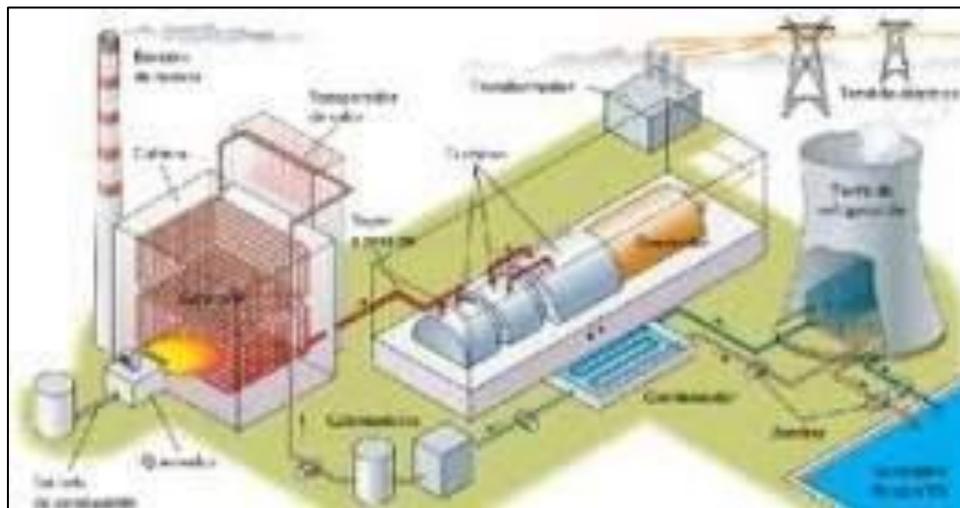


Figura 2.3: *Central térmica*
Fuente: (Ecured, 2011)

2.2.4. Centrales nucleares

El uso de los recursos fósiles para generar energía eléctrica hace que cada vez más que éste recurso se vaya agotando (es un recurso limitado), por ello los investigadores científicos se interesan por buscar otras fuentes de energía. Un ejemplo claro se ilustra en la figura 2.4, del uso de las energías primarias como fuente de producción de electricidad es el que se efectúa en las centrales nucleares cuyo funcionamiento fundamentalmente se basa en el aprovechamiento de la energía procedente de ciertos procesos que tienen lugar en el interior del núcleo atómico.

Estas centrales obtienen la energía de reacciones en cadena controladas, en ellas un material fisionable, como el uranio-235, es bombardeado por neutrones. Este proceso conlleva la rotura de los átomos que son bombardeados y el desprendimiento de energía, que es aprovechada para obtener el vapor con el que se deben mover las turbinas. El inconveniente más grave en este tipo de generación son los residuos radiactivos y la necesidad de refrigerar y controlar muy bien el núcleo del reactor (es el dispositivo donde se produce la reacción en cadena). Un accidente en esta central ocasionaría que se emitan gases nocivos hacia la atmosfera y afecten al ser humano (Herrera, 2009).

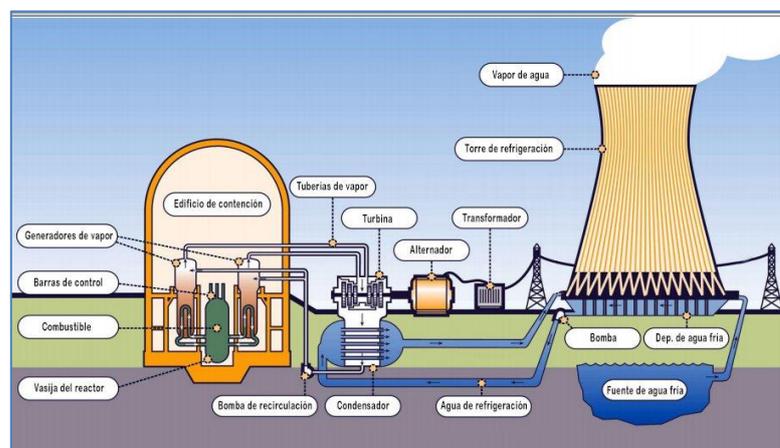


Figura 2.4: *Central nuclear*
Fuente: (User, 2018)

2.2.5. Centrales solares

La radiación solar también puede aprovecharse para producir energía eléctrica tanto a pequeña escala como en una mayor proporción.

- Sistemas fotovoltaicos: La parte esencial de un sistema fotovoltaico son unos dispositivos relativamente sencillos llamados células solares (formados principalmente de silicio), las células solares transforman directamente la radiación solar que reciben en energía eléctrica, tal como se ilustra en la figura 2.5.
- Sistemas fototérmicos: Otra manera de aprovechar la energía solar es mediante unos dispositivos llamados colectores dinámicos, los cuales funcionan a grandes rasgos del siguiente modo: los rayos de sol transportan energía calorífica que se hace incidir sobre un reflector, este aparato los redirige concentrados hacia un punto en el que, por este motivo, se alcanzan temperaturas elevadísimas. El calor que se obtiene de este modo calienta un fluido que mueve la turbina y ésta a su vez actúa sobre el alternador, produciendo energía eléctrica (Herrera, 2009).

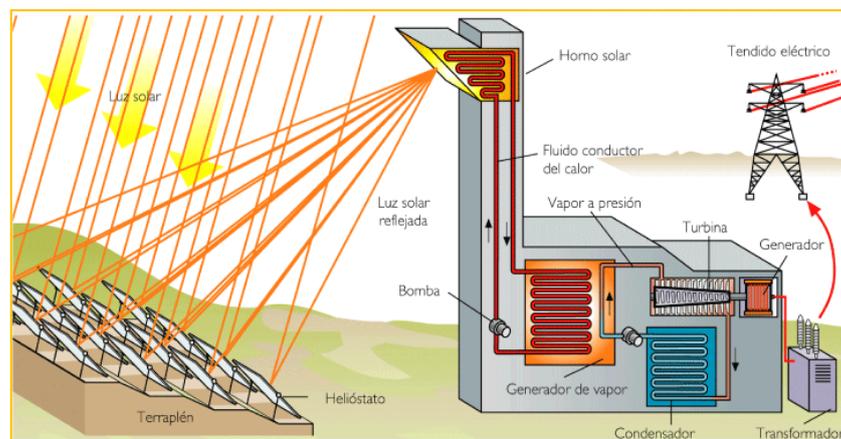


Figura 2.5: *Central solar*

Fuente: (Encodi, 2015)

2.3. Distribución eléctrica

Consiste en llevar la energía eléctrica hasta los puntos de consumo como son las cargas domiciliarias, comerciales e industriales. La red de transporte abastece la red de distribución directamente desde las grandes centrales de producción como son las centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas, entre otras. En la figura 2.6. muestra como es una red de distribución eléctrica (Endesa, 2011).

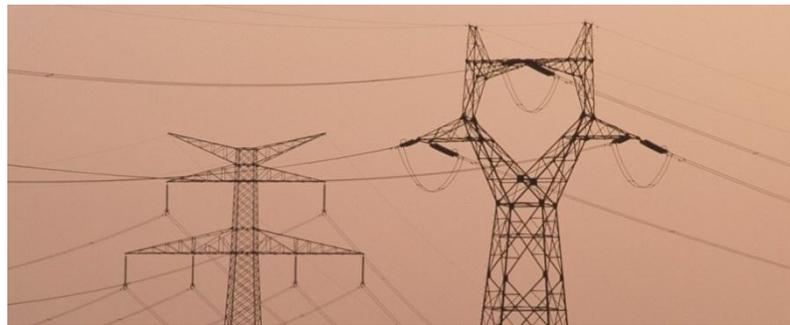


Figura 2.6: *Red de distribución eléctrica*
Fuente: (Endesa, 2011)

2.3.1. Redes de distribución

Las redes de distribución ocupan un lugar importante dentro del sistema electroenergético, siendo su función de tomar la energía eléctrica de la fuente (generación eléctrica) y distribuirlas o entregarlas a los consumidores. La eficiencia de las redes de distribución se mide en términos de regulación de voltaje, continuidad del servicio, flexibilidad, eficiencia y costo. Lo segundo es el costo de las redes de distribución representa un aproximado del 50% del costo del sistema eléctrico en su conjunto. Las tareas de la distribución son el diseño, construcción, operación y mantenimiento del sistema para poder brindar, al menor costo posible (Ecured, 2014).

2.3.2. Elementos de un sistema de distribución

Un sistema de distribución está compuesto fundamentalmente por:

- ❖ Líneas de subtransmisión.
- ❖ Subestaciones de distribución.
- ❖ Alimentadores primarios.

- ❖ Transformadores de distribución.
- ❖ Alimentadores secundarios.
- ❖ Acometidas.

Líneas de subtransmisión:

Son aquellas líneas que parte de la fuente principal (generación), y que van alimentar subestaciones de distribución o industrias en las que los voltajes se reducen a los niveles requeridos para el servicio de la misma o a los alimentadores de los circuitos de distribución (Ecured, 2014).

Subestaciones de distribución:

Consideramos como de distribución las subestaciones que perciben las líneas de subtransmisión y reduce su voltaje a los valores normales en los circuitos de distribución desde 69kv a 13,8 Kv (Ecured, 2014).

Alimentadores primarios:

Son las líneas que salen de las subestaciones de distribución, y van alimentar a los transformadores de distribución, el voltaje de estos alimentadores van desde los 69 hasta los 13.2 Kv (Ecured, 2014).

Transformadores de distribución:

Son los transformadores destinados a reducir el voltaje de los valores usados en los circuitos de distribución primaria 13.8 Kv, a lo valores de utilización en las residencias, comercios e industrias de 120 a 480V (Ecured, 2014).

Alimentadores secundarios:

Son aquellas líneas que parten de los transformadores de distribución ubicados en las porterías de la distribuidora eléctrica que van a dar

servicio a los consumidores por medio de las acometidas eléctricas (Ecured, 2014).

Acometidas:

Son las acometidas eléctricas que parten de los alimentadores secundarios (redes secundarias), hasta los metros contados de los consumidores.

2.3.2.1. Poste de hormigón armado

Los postes de hormigón armado que tienen una geometría exterior troncocónica, de sección circular hueca en su interior, lo que permite el paso de cables para conexiones por su interior. Las paredes del poste son de 6cm. De espesor, su terminado es liso y tiene una conicidad constante desde la cogolla hasta la base. En Ecuador se utilizan poste circulares de 12 mts de altura y de carga 500 kg (Elecdor, 2011).

Las marcas y datos de identificación que llevan o pueden llevar los postes de hormigón son:

- Nombre del fabricante y del propietario.
- Tipo de poste (R, H).
- Longitud total del poste (en m.).
- Dimensiones de la punta (cima) y de la base, en mm.
- Carga de rotura nominal (Kg).
- Conicidad del poste (en mm / m).
- Resistencia del hormigón, en Kg / cm².
- Fecha de fabricación.
- Peso del poste (Kg).

La placa va situada normalmente a 1,80 metros de la sección de empotramiento o sea ($L_1 + 1,80m$), siendo L_1 la longitud de empotramiento en m.(Elecdor, 2011).

2.3.2.2. *Aisladores de suspensión*

Un aislador de suspensión es un ensamble de una pieza de porcelana y herrajes metálicos, provisto de medios de acoplamiento no rígidos, a otras unidades o herrajes terminales, como se muestra en la figura 2.7.

Su construcción es a base de porcelana sin porosidad y lisa, de gran resistencia eléctrica y alta resistencia mecánica. Su forma de construcción permite que sea fácil quitarle el polvo y las impurezas del medio ambiente (Gamma, 2011).



Figura 2.7: *Aislador de suspensión*
Fuente: (Meer, 2012)

2.3.2.3. *Aisladores tipo espiga (pin)*

Los aisladores tipo pin son construidos principalmente de porcelana de alta resistencia dieléctrica y mecánica. La porcelana utilizada no tiene que presentar porosidades. De acuerdo a su tipo de construcción lisa, permite un autolavado por la lluvia y el viento, tal como se ilustra en la figura 2.8. Estos aisladores se los utilizan para soportar la línea eléctrica, presentan una rosca en el centro de la parte inferior donde se coloca soporte que va en el poste (Meer, 2012).



Figura 2.8: *Aislador tipo espiga*
Fuente: (Meer, 2012)

2.3.2.4. Aislador tipo rollo de porcelana

Al igual que los otros aisladores de porcelana, el aislador tipo rollo comparte las mismas características de construcción. Su función principal es tensar los conductores eléctricos, principalmente en redes de baja tensión. En la figura 2.9 se ilustra el aislador tipo rollo (Meer, 2012).



Figura 2.9: *Aislador tipo rollo*
Fuente: (Meer, 2012)

2.3.2.5. Grapa terminal tipo pistola

El cuerpo de la grapa es fabricado con aleación de aluminio de alta resistencia y conductividad. El número de pernos y dimensiones del perno será de acuerdo a la sección y tipo de conductor, tal como se ilustra en la figura 2.10. (Meer, 2012).

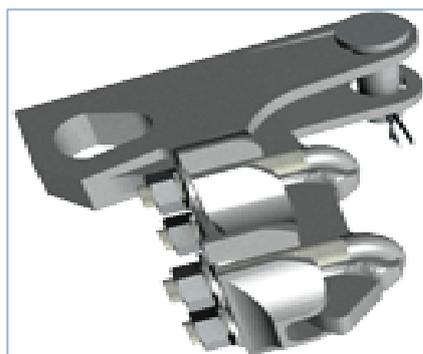


Figura 2.10: *Grapa terminal tipo pistola*
Fuente: (Meer, 2012)

2.3.2.6. *Seccionador unipolar*

Los transformadores de media tensión se instalarán con el equipo mínimo necesario para su protección y seccionamiento en el lado primario, consiste en una caja fusible de 100 amperios 27 KV, ver figura 2.11, y un pararrayo de 10KV en cada una de las fases de alimentación, los cuales se instalarán en el poste de arranque si la red de distribución es aérea, y si la red es subterránea el alimentador arrancará desde un módulo “ropero o switch” con fusible tipo NX ubicado en el centro de carga del distribuidor. (Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, 2012).



Figura 2.11: *Seccionador unipolar*

2.3.2.6.1. **Fusible para protección en media tensión**

Los elementos fusibles para emplearse en los cartuchos portafusibles del tipo expulsan simple, serán construidos y ensayados de acuerdo con las normas ANSI C 37-41 Y C37-42. Los mismos responderán a los valores, de corriente nominal y velocidad de interrupción, que se indican en la planilla de datos garantizados. Referencia con la letra H, K o T (Condesa S.A., 2011).

- Cabeza.
- Terminales de arco.
- Elemento sensible a la corriente.
- Cola de cable extraflexible.
- Tubo autoextingible en fibra vulcanizada

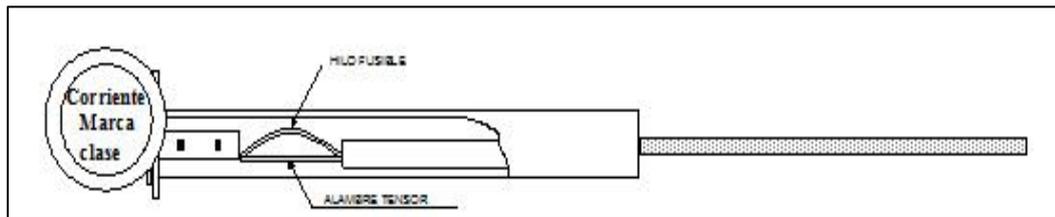


Figura 2.12: *Fusible de media tensión*
 Fuente: (Condesa S.A., 2011)

2.3.2.7. *Cajas de paso*

Las cajas de paso o revisión se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de hierro de 3/8" espaciadas 15 cm. En ambos sentidos de acuerdo con su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones interiores de la caja no podrán ser menores a 80x80x80cm. Ver figura 2.13. Caja de paso.

Aquellas cajas que se construyan en las aceras para el cruce de calles deberán dimensionarse con una profundidad de 100cm. Las cajas en sistemas de media tensión tendrán dimensiones de 160x80x100cm, con tapa doble, cuando el calibre del conductor sea igual o mayor a 2/0 AWG y cambie de dirección su recorrido (CELEC EP, 2012).

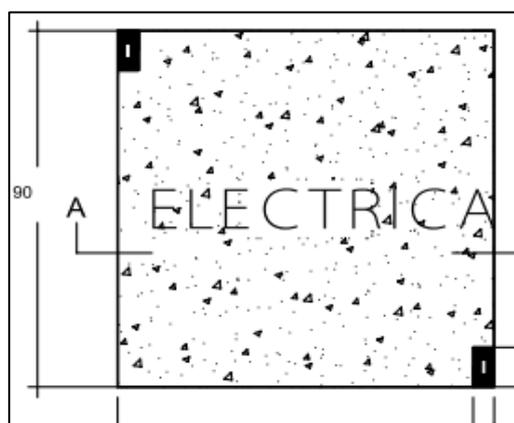


Figura 2.13: *Caja de paso*
 Fuente: (CELEC EP, 2012)

2.3.2.8. Zanjas

La excavación de la zanja para la canalización tendrá una profundidad de por lo menos 50cm por debajo de la del banco de ductos requeridos, en cruce de calle y de 30cm. En aceras, con una amplitud de 15 cm. A cada lado del referido banco. El relleno en su parte inferior se realizará con material pétreo, compactándolo y nivelándolo en capas de 10 cm.(CELEC EP, 2012).

2.4. Transformadores

Los transformadores AC son máquinas estáticas con dos devanados de corriente alterna arrollados sobre un núcleo magnético (fig. 2.14). El devanado por donde entra energía al transformador se denomina primario y el devanado por donde sale energía hacia las cargas que son alimentadas por el transformador se denomina secundaria. El devanado primario tiene N_1 espiras y el secundario N_2 espiras.

El circuito magnético de esta máquina lo constituye un núcleo magnético sin entrehierros, el cual no está realizado con hierro macizo sino con chapas de acero al silicio apiladas y aisladas entre sí.

Al conectar una tensión alterna al primario, circula una corriente por él que genera un flujo alterno en el núcleo magnético. Este flujo induce en el secundario una fuerza electromotriz (F.E.M), que da lugar a un voltaje alterno (Pozueta, 2012).

Relación de transformación: $V_s/V_p = N_s/N_p$

V_s = tensión secundario y N_s = número de espiras en el secundario; V_p y N_p corresponde al primario.

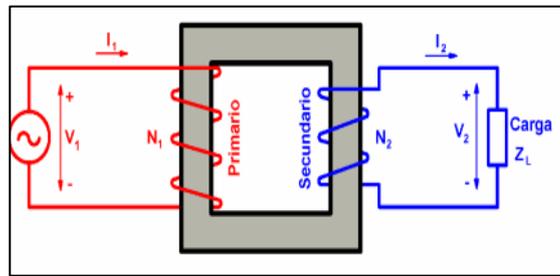


Figura 2.14: *Transformador*
Fuente: (Pozueta, 2012)

2.4.1. Tipos de transformadores

2.4.1.1. Transformadores de distribución trifásicos

Los transformadores de distribución trifásicos son utilizados para reducir el voltaje de la red de media tensión a los niveles de las redes de distribución de baja tensión, aplicables en zonas urbanas, industriales, mineras, exportaciones petroleras, grandes centros comerciales y toda actividad que requiera la utilización de energía eléctrica. Ver figura 2.15, Su rango de fabricación va desde los 5KVA a 5000 KVA (Promelsa, 2010).



Figura 2.15: *Transformador trifásico*
Fuente:(Promelsa, 2010)

2.4.1.2. Transformadores de distribución monofásicos

Los transformadores de distribución monofásicos son fabricados para ser instalados en postes. Su aplicación principal es la distribución de energía eléctrica, reduciendo el voltaje de las líneas de distribución de media tensión a los niveles de baja tensión residencial o industrial, tal como se ilustra en la figura 2.16, Estos transformadores se utilizan en zonas urbanas o rurales, en la distribución de energía eléctrica para consumos pequeños

preferentemente de uso residencial, alumbrado público o pequeños talleres (Promelsa, 2010).



Figura 2.16: *Transformador monofásico*

2.4.1.3. Transformadores tipo pedestal o Padmounted

Los transformadores tipo pedestal están diseñados para operar a la intemperie y estar montado sobre una base de concreto o similar, como se ilustra en la figura 2.17, Este tipo de transformador permite su instalación en lugares donde exista circulación de personas y/o donde el reducido espacio impida el montaje de una subestación convencional, es aplicable a sistemas de distribución subterránea, generalmente utilizados en zonas residenciales, desarrollos turísticos, centros comerciales, hoteles (Promelsa, 2010).



Figura 2.17: *Transformador tipo pedestal*

2.5. Potencia eléctrica

Si dentro de un circuito eléctrico circula una determinada cantidad de corriente eléctrica, ésta se transformará en un tipo de energía (luz, calor, movimiento mecánico, entre otros), realizándose de esta manera un trabajo eléctrico que será proporcional a la tensión y a la cantidad de corriente que recorra el circuito. Como un mismo trabajo puede realizarse en una unidad de tiempo, y cuya unidad básica de medida es el Vatio.(Germán Granados Robayo, 2007, P53).

$$I = \frac{P}{E}$$

I= Intensidad de corriente
E= tensión
P= potencia

2.5.1. Potencia aparente

Es la potencia suministrada por la fuente, es decir, aquella que nos suministrará la distribuidora eléctrica.

$$Pap = E \times I$$

Pap= Potencia aparente
E= Tensión
I= Corriente

La unidad es el Voltamperio (VA), que tiene como múltiplos más usados el Kilovoltamperio (KVA) y el megavoltamperio (MVA).

2.5.2. Potencia real o efectiva

Se refiere a la potencia consumida en un circuito o sistema eléctrico. La unidad es el Vatio (W), que tiene como múltiplos más usados el kilovatio (kW), y el megavatio (MW) (Germán Granados Robayo, 2007, P58).

$$Pef = Pap \times \cos\varphi$$

$$Pef = E \times I \cos\varphi$$

Pef= Potencia efectiva
Pap= Potencia Aparente
Cosφ= Coseno del ángulo

2.5.3. Potencia reactiva

Llamada también desviada por no producir potencia, debido a la presencia de inductancias o capacitancias en el sistema eléctrico, y su función es proporcionar un campo magnético o cargar los condensadores. La unidad es el Voltamperio Reactivo (VAR), que tiene como múltiplo más usado el kilovar (KVAR) (Germán Granados Robayo, 2007, P58).

$$Pr = E X I \text{ sen}\phi$$

Pr= Potencia reactiva
E= tensión eléctrica
I= Intensidad de corriente
Senφ= seno del ángulo

2.6. Factor de potencia o Cos φ

Se define como el coseno del ángulo correspondiente al desfase que existe entre la intensidad total (It) y la tensión total (Et), en un sistema eléctrico con corriente alterna. (Germán Granados Robayo, 2007, P57).

2.7. Carga

La carga dentro de un sistema de distribución eléctrica es la parte terminal del sistema que convierte la energía eléctrica a otra forma de energía. Es decir, todo elemento que requiere energía eléctrica se denomina carga. Por ejemplo, un motor eléctrico convierte la energía eléctrica en energía mecánica. Las sumas de las intensidades o potencias de placa de todos los artefactos de consumo dependientes del sistema de distribución de energía eléctrica, se constituye en su carga eléctrica (Espina, 2002).

2.7.1. Carga instalada

La carga eléctrica instalada se denomina a todos aquellos equipos y aparatos que se encuentra instalados y listo para su empleo o uso. La

sumatoria de las cargas es la potencia denominada en KVA, KW, MVA o MW (López, pablo, 2017).



Figura 2.18: *Carga instalada*
Fuente: (Valery, 2016)

2.8. Conductores eléctricos

Son aquellos materiales, en forma de hilo sólido (alambre) o cable (compuesto por varios hilos muy delgados), a través de los cuales se desplaza fácilmente la corriente eléctrica. Los conductores más usados son de cobre y deben tener baja resistencia eléctrica, ser mecánicamente fuertes, flexibles y llevar un aislamiento acorde al uso que se le va a dar. En muchos conductores eléctricos viene remarcado el valor máximo permitido de voltaje que puede trabajar sin que el cobre entre en contacto con ninguna superficie. (Germán Granados Robayo, 2007).



Figura 2.19: *Conductores eléctricos*
Fuente: (EcuRed, 2008)

2.8.1. Aislamiento de los conductores

El aislamiento de los conductores se fabrica con materiales plásticos o termoplásticos. Para usos especiales, en los cuales están cometidos a altas temperaturas (como estufas, hornos, etc.) se fabrican con asbesto, nailon o silicona, para evitar que se dañen fácilmente. Los aislamientos más usados en instalaciones residenciales, comerciales y otros servicios son:

TW: resistente a la Humedad

TH: resistente al calor

THW: resistente al calor (75°C) y a la humedad.

THHN: resistente al calor (90°C) y a la abrasión.

2.8.2. Resistencia de un conductor

La resistencia de un conductor, que se suele expresar en Ω/km , a 20 °C y alimentado por corriente continua, viene determinada por la expresión (Fayos Álvarez, 2013, P54).

$$R = \rho_{20} \frac{l}{S} \left(\frac{\Omega}{M} \right)$$

En donde:

ρ_{20} = Resistividad del material a 20 °C en $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$.

l = Longitud del conductor en m.

S = Sección del conductor en mm^2 .

Para el cobre de conductividad 100% a 20 °C su resistividad es de $17,24 \cdot 10^{-3} \Omega \text{mm}^2/\text{m}$. El cobre normalmente utilizado para conductores eléctricos presenta una conductividad del 98 %, por lo que su resistividad es de $17,6 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, para el aluminio a la misma temperatura de 20°C su resistividad es de $28,6 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (Fayos Álvarez, 2013, P54). Ver anexo 2.1.

2.8.3. Resistencia y reactancia efectiva

Sabemos que el coeficiente de autoinducción aparente de un cable de una línea trifásica aérea, tanto monofásica, como trifásica.(Fayos Álvarez, 2013, P57).

$$L = \left(0,5 + 2 \ln \frac{d}{r}\right) 10^{-4} \text{ (H / Km)}$$

Siendo:

D = distancia entre los conductores en el caso de líneas monofásicas, o la distancia media geométrica entre conductores en el caso de líneas trifásicas en mm.

$$d = (\sqrt[3]{d_{12} * d_{23} * d_{31}}) \text{ (mm)}$$

R = radio del conductor en mm

Por lo tanto, la reactancia inductiva será:

$$XL = 2 * \pi * f * L \left(\frac{\Omega}{km}\right)$$

Esta expresión válida para líneas aéreas, en el caso de cables aislados, no tiene en cuenta, que si el cable presenta una pantalla, en ella se induce una f.e.m y por lo tanto unas corrientes que van a modificar el valor del coeficiente de autoinducción aparentemente, que cuantificaba la propia autoinducción del conductor, como la inducción mutua de los demás conductores (Fayos Álvarez, 2013, P57).

2.8.4. Calibre de los conductores

Es la sección o área transversal que tiene los conductores. Tienen relación directa con la naturaleza y resistencia de los conductores. De acuerdo a la AWG el calibre de los conductores se identifica mediante un número: los números más altos corresponden a los conductores de un calibre más delgado y los números más bajos a los conductores más gruesos. (Germán Granados Robayo, 2007, P106).

2.8.5. Componentes de un cable eléctrico aislado

Los conductores aislados se distinguen en tres elementos fundamentales:

- a. Conductor.
- b. Aislamiento.
- c. Protecciones.

A continuación, en la figura 2.20 se ilustra los componentes del conductor eléctrico.

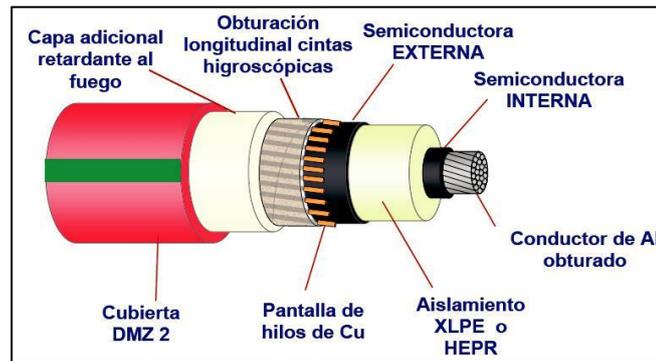


Figura 2.20: *Composición de un conductor eléctrico*
Fuente: (Fayos Álvarez, 2013)

Tabla 2.1: *Calibre de conductores eléctricos*

Sección	Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)						Sección
	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	
	Tipos TW [*] UF [*]	Tipos FEPW [*] RH [*] , RHW [*] , THHW [*] , THW [*] , THWN [*] , XHHW [*] , USE [*] , ZW [*]	Tipos TBS,SA, SIS, FEP [*] FEPB [*] ,NI RHH [*] , RHW-2, THHN [*] , THHW [*] , THW-2 [*] , THWN-2 [*] USE-2, XHH, XHHW [*] XHHW-2, ZW-2	Tipos TW [*] UF [*]	Tipos RH [*] , RHW [*] , THHW [*] , THW [*] , THWN [*] , XHHW [*] , USE [*]	Tipos TBS,SA, SIS, THHN [*] , THHW [*] , THW-2 [*] , THWN-2 [*] , RHH [*] , RHW-2 USE-2,XHH, XHHW [*] XHHW-2, ZW-2	
	Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre			
18	...	...	14	...	...	...	...
16	...	...	18	...	...	...	...
14	20 [*]	20 [*]	25	...	...	...	...
12	25 [*]	25 [*]	30 [*]	20 [*]	20 [*]	25 [*]	12
10	30	35 [*]	40 [*]	25	30 [*]	35 [*]	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

Fuente:(CELEC EP, 2012).

2.9. Medidor de energía eléctrica

Es un equipo electro-mecánico o electrónico que registra el consumo de energía (kWh), demanda y otros parámetros eléctricos por el distribuidor y el consumidor. Ver figura 2.21. De acuerdo al tipo de servicio eléctrico que se asigne al consumidor, se instalará un equipo de medición que puede ser directa o indirecta. (Germán Granados Robayo, 2007).



Figura: 2.21: *Medidor de energía eléctrica*

2.9.1. Medición indirecta en baja tensión

Registra el consumo de energía, demanda y otros parámetros eléctricos requeridos por el distribuidor y el consumidor. Su funcionamiento utiliza señales de control provenientes desde los transformadores de corrientes (TC'S), y el voltaje lo recibe desde los conductores de salida de la acometida principal. (CELEC EP, 2012)

2.9.1.1. *Medidor clase 20*

Es un equipo electrónico que sirve para medir la energía eléctrica a cualquier usuario que lo necesite. El medidor clase 20 puede ser instalado en cualquier tipo de servicio eléctrico como: residencial, comercial e industrial. El medidor indirecto recibe señales de corrientes y voltajes, en el rango de 0-5 amperios y 120 a 240 voltios.

Las señales de corrientes se obtienen mediante los transformadores de corrientes (TC'S), y su capacidad se define en base a la carga instalada del cliente. Las señales de voltajes vienen desde los transformadores de distribución, y van hacia a la base socket clase 20.

Los medidores con tecnología AMI, poseen comunicación denominada telemetría (SAMART), esta es una interacción entre los medidores de este tipo. Los colectores de la información que envían los medidores desde el terreno y un sistema o servidor que es el encargado de controlar los medidores desde un punto específico. Referencia figura 2.22.



Figura: 2.22: *Medidor Clase 20*

2.9.1.2. Transformadores de corrientes

Estos son los principales elementos en una medición de tipo indirecta, ya que cuando el amperaje es muy grande en una demanda de medición, y supera lo que físicamente puede aguantar un medidor de tipo directo, es necesario el uso de estos elementos de medición.

Su función principal es de reducir la corriente que circula por los conductores principales con una relación establecida para llevar señales de corrientes reducidas y poder ser medidas para establecer un consumo en el medidor de energía eléctrica.

Hay transformadores de corrientes para medición en baja tensión y para mediciones en media tensión. Los más utilizados por la distribuidora eléctrica en las mediciones indirectas en baja tensión son: 200:5, 400:5, 600:5 y 800:5. Ejemplo fig. 2.23.



Figura: 2.23: *Transformadores de corrientes*

2.10. Demanda eléctrica

La demanda eléctrica de un sistema es la sumatoria total de la intensidad de corriente, o potencia eléctrica, que se asocia a un determinado tiempo específico, absorbe su carga para funcionar. A ese lapso se lo denomina intervalo de demanda, y su valor es necesario para interpretar un valor determinado de la demanda eléctrica.

En los equipos de medición (medidor de energía eléctrica) los intervalos de registro de la demanda son típicamente cada 15, 30 o 60 minutos. Pero los intervalos de 15 y 30 minutos frecuentemente se los aplican a la facturación del cliente (Espina, 2002).

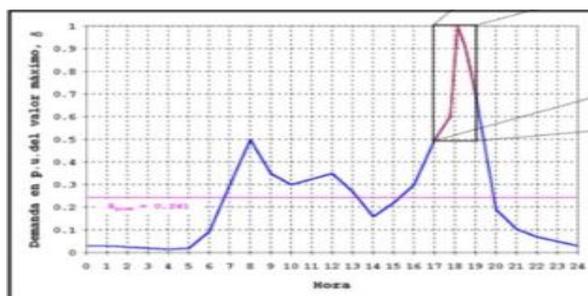


Figura 2.24: *Curva de la demanda*
Fuente: (Espina, 2002)

2.10.1.1. Demanda máxima

La demanda máxima dentro de un sistema eléctrica se genera en un lapso de tiempo determinado, es decir cuando la mayor cantidad de equipos que utilizan la energía eléctrica para su funcionamiento se encuentran trabajando en el mismo instante de las demás cargas.

2.10.1.2. Demanda requerida

En toda solicitud de servicio eléctrico presentada, ya sea para una industria, comercio o vivienda, es necesario indicar a la distribuidora eléctrica la cantidad de kW requerido por el abonado para satisfacer la necesidad de su carga instalada.

Para que un cliente obtenga el servicio con acometida en baja tensión y servido desde la red secundaria del sector, es necesario que su demanda requerida no sea mayor a 30kW.

2.10.1.3. Factor de demanda

El factor de demanda es la relación que se obtiene mediante un cálculo matemático, midiendo la proporción de carga total que se encuentra conectada. Usualmente este factor de demanda puede aplicarse a un sistema completo, de la acometida de un cliente que puede ser industrial, comercial o residencial (Espina, 2002).

$$FD = \frac{Dmax}{CC}$$

Dmax= demanda máxima

CC= Carga total conectada

FD= Factor de demanda

2.11. Flexibilidad del sistema eléctrico

Los sistemas eléctricos, hoy en día están experimentando una importante transformación, como consecuencia de las nuevas tecnologías que se están desarrollando, tanto en la generación como en el suministro y uso de la energía. Todos estos avances tecnológicos deben operar en una misma red, que exige que el sistema eléctrico del futuro sea flexible, conectado y resistente. La flexibilidad se define como la capacidad de adaptación a

condiciones cambiantes y su finalidad es mantener el equilibrio entre lo inyectado y retirado de la red (Sociedad, 2016).

2.11.1. Flexibilidad de la instalación eléctrica

Se dice que un sistema eléctrico es flexible en cuanto en su diseño eléctrico pueda soportar un aumento de carga, adicional a la carga que se encuentra ya utilizando, y este no debe presentar ningún inconveniente a la carga añadida. Referencia ver figura 2.25.

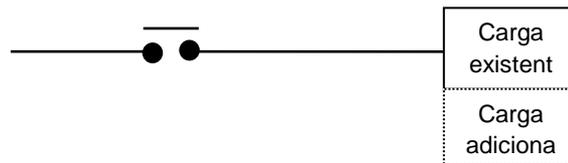


Figura 2.25: *Diagrama de flexibilidad*

En todas las instalaciones eléctricas debe quedar un porcentaje de flexibilidad en la capacidad de los elementos que integran el sistema eléctrico, todo depende de cuanto sea el incremento a futuro, pero de deberá dejar un porcentaje mínimo del 20%.

2.12. Acometida Eléctrica

Una acometida es un conjunto de conductores y equipos utilizados para suministrar la energía eléctrica, desde el sistema de distribución de media y baja tensión del distribuidor hasta las instalaciones del consumidor final.

Para trabajos en acometidas subterráneas se deberá informar debidamente ante la autoridad municipal que corresponda para su respectiva aprobación, de acuerdo con lo que fue aprobado por la distribuidora de energía eléctrica. Además, se especifica que todo inmueble público o privado tendrá derecho a solo una acometida, como se ilustra en la figura 2.26. (Corporación Eléctrica del Ecuador, CELEC EP, 2012).



Figura 2.26: *Acometida Eléctrica*
Fuente: (cna, 2016)

2.12.1. Acometida Aéreas en media tensión

Las acometidas podrán ser aéreas para los siguientes casos:

- Las acometidas temporales de obra provisional.
- Las acometidas en zonas rurales.
- Para acometidas industriales que requieran servicio a 13.8KV en una subestación.
- En lotes industriales con transformadores en poste, como es el caso de lotes de minas de explotación y canteras.
- En estratos de 1 y 2, donde el ancho de las vías comunales permite la construcción de redes aéreas de media tensión y exista acceso vehicular al sitio de instalación de los transformadores de distribución.
- En zonas donde aún el gobierno municipal no halla implementado la regulación de las vías (CENS, 2016).

2.12.2. Acometida subterránea en media tensión

Para las acometidas subterráneas de media tensión, se requiere realizar el estudio de ferresonancia para determinar la longitud crítica, y para longitudes mayores a 40 metros. En toda acometida subterránea en media tensión, se debe instalar protecciones contra sobretensiones tanto en el punto de derivación como en los bornes del transformador, figura 2.27 (CENS, 2016).

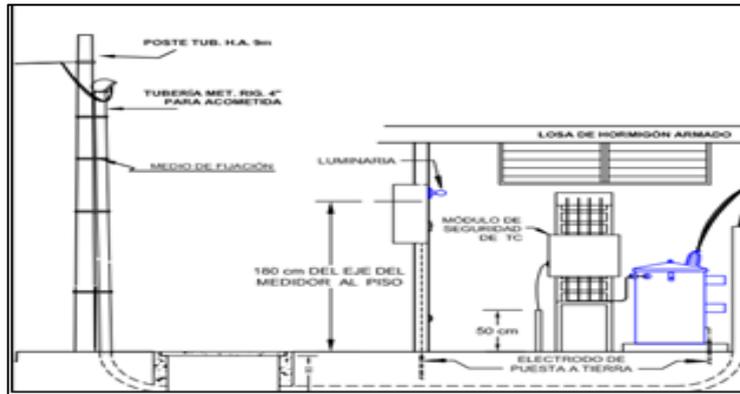


Figura 2.27: *Acometida Subterránea en media tensión*
Fuente: (CELEC EP, 2012)

2.12.3. Acometida aérea en baja tensión

Se alimenta desde las cajas de derivación de la red de distribución secundaria, con fijación en el poste más cercano al inmueble, y la llegada al inmueble es a través de una tubería bajante con un codo reversible para la acometida. (CENS, 2016).

Las acometidas de baja tensión se componen de:

- Punto de alimentación.
- Conjunto de conductores.
- Canalización en ducto o instalaciones aérea.
- Accesorios

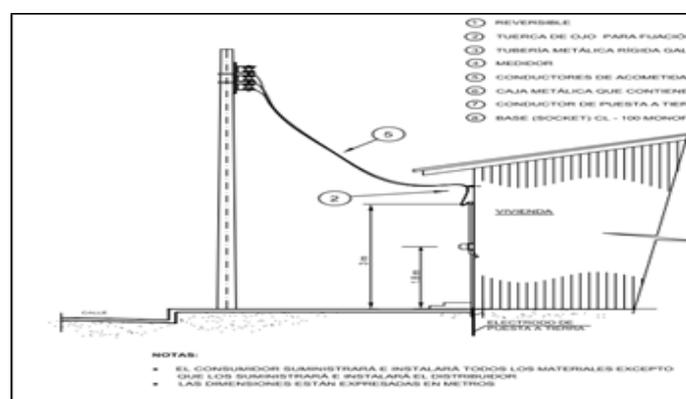


Figura 2.28: *Acometida aérea en baja tensión*
Fuente: (CELEC EP, 2012)

En las acometidas de baja tensión, incluyen los componentes desde la red, pasa por el medidor hasta el tablero de medición y protección principal del cliente.

2.12.4. Líneas aéreas en media tensión

En general, se llama línea aérea al conductor o conjunto de conductores que transportan la energía eléctrica, montados a cierta altura sobre el terreno; estos conductores están soportados por crucetas u otros tipos de soportes, debidamente aislados de estos, y estos soportes, a su vez van montados sobre postes, cuya misión primordial es mantener separados los conductores a una altura conveniente del terreno. Los postes se apoyan en el terreno, por medio de cementaciones. Al conjunto de postes, con las cementaciones y los soportes de los conductores, se le denomina, en general, apoyo (Giménez, 2001).

2.12.5. Vano, luz y flecha

Se llama Vano de una conducción aérea a la distancia entre apoyo (figura 2.29). Esta distancia, medida en metros, se denomina luz.

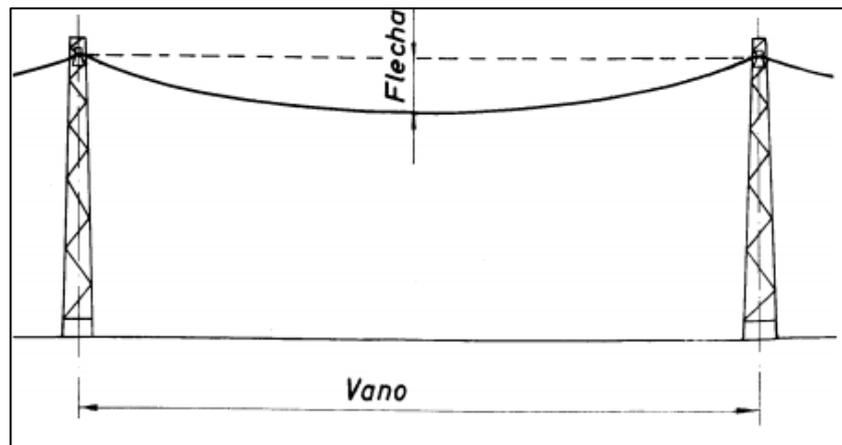


Figura: 2.29: *Vano y flecha de una línea eléctrica*
Fuente: (Giménez, 2001).

Se llama flecha, a la máxima distancia vertical entre el segmento del extremo del conductor y este. A continuación, se detalla la fórmula para obtenerla:

$$F = \frac{a^2wc}{8to}$$

a= Vano.
w= peso por unidad del conductor.
To= tiro.
X= distancia

Para calcular la catenaria se presenta la siguiente fórmula:

$$Y = C + \frac{X^2}{2C}$$

A si mismo tenemos para obtener la longitud del conductor en ese vano se:

$$L = a + \frac{a^3wc^2}{24to}$$

En lo que a soporte se refiere, cuando son pocos los aisladores que han de montarse en un poste se sujetan a este directamente, por medio de elementos adecuados. Si el número de aisladores es grande, se montan en un elemento especial, generalmente en forma de brazo horizontal y que se denomina cruceta; las crucetas según los casos, pueden ser también de madera, hormigón o metálicos sin que, necesariamente, el poste este construido del mismo material que la cruceta (Giménez, 2001).

2.13. Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra se establece con el objetivo de limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento dado las masas metálicas. La instalación de puesta a tierra debe conseguir que las personas no queden sometidas a valores no adecuados de las tensiones de paso y contacto. Ver figura 2.30.

La puesta a tierra de los dispositivos utilizados como descargadores de sobretensiones se conectará a la puesta a tierra del aparato o aparatos que protejan. Esta conexión debe realizarse procurando que el recorrido sea mínimo sin cambios bruscos de dirección (Trashorras Montecelos, 2015, P181).

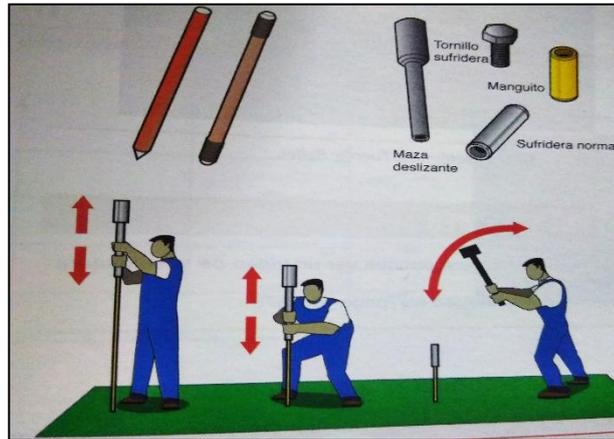


Figura: 2.30: *Electrodos de tipo pica*
Fuente: (*Trashorras Montecelos, 2015*)

2.13.1. Líneas de puesta a tierra

Están formadas por conductores que unen el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra.

Siempre y cuando los conductores están fuera del terreno o colocados en él pero aislados del mismo.

2.13.2. Conexiones a tierra

Mediante soldadura aluminotérmica (exotérmica) se consigue crear una conexión sólida capaz de mantenerse fija en condiciones extremas. En la figura 2.31, se muestra la imagen de una conexión con soldadura exotérmica.



Figura: 2.31: *Soldadura exotérmica*
Fuente: (*Trashorras Montecelos, 2015*)

2.13.3. Elementos a conectar a tierra

Las distintas opciones se pueden presentar en la puesta a tierra son:

- Por protección. - Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra, los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos, las puertas, las columnas, soportes, pórticos entre otros.
- Los de tensión. - Transformadores, generadores, motores y otras máquinas, hilos de guarda o cables de puesta a tierra de las líneas aéreas, los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra y la pantalla de separación de los circuitos primarios y secundarios.
- Por motivo de servicio.- los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas, el neutro de los alternadores y otros aparatos o equipos que lo necesiten, los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección (Trashorras Montecelos, 2015, P182).

2.13.4. Facilidades en propiedad privada

Cuando la distribuidora eléctrica requiere instalar equipos en los predios del cliente, los propietarios o dueños deberán concederle, sin costo al distribuidor, los derechos perpetuos y la liberación de gravámenes de las áreas requeridas según las necesidades técnicas de acuerdo a cada caso, incluyendo los derechos a la facilidad de ingreso al predio, para mantener las adecuadas provisiones de servicio eléctrico. La forma y el contenido de la cesión de tales derechos sobre el predio deberán ser aceptados y aprobados por el reglamento legal del distribuidor (CELEC EP, 2012).

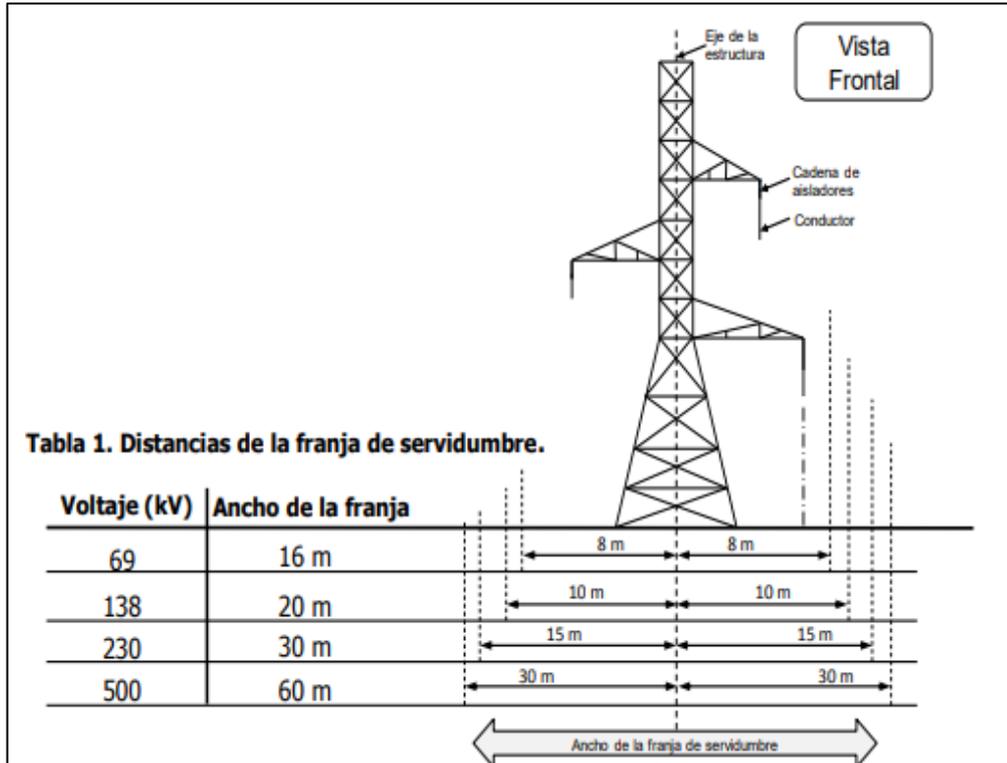


Figura: 2.32: *Franja de servidumbre*
Fuente: (Arconel, 2018)

CAPITULO 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Descripción General del Proyecto

El presente proyecto corresponde al estudio y diseño eléctrico en media y baja tensión para alimentar la futura estación de servicios de combustibles (P&S), ubicada en la vía a la costa km 51 sector cerecita.

La futura estación de combustible será energizada con líneas de media tensión, de la red eléctrica que pertenece a la Corporación Nacional de Electricidad CNEL, EP UN Guayaquil, hasta el transformador tipo PAD MOUNTED MONOFÁSICO de 50 KVA. En la figura 3.1. Se ilustra el predio donde se construirá la estación de combustible.



Figura 3.1: *Predio de la estación de combustibles*

El voltaje de distribución interna será de 120/240v, monofásico dos hilos más un neutro. Las instalaciones se harán según planos del diseño elaborado y a estas especificaciones técnicas, de acuerdo con las ordenanzas y regulaciones locales vigentes.

La Estación de Servicio “CERECITA”, contemplará una potencia aparente de 37,7 KVA. De acuerdo con el plano de implantación realizado. Y en base a las normas vigentes por la distribuidora eléctrica (NATSIM), el tipo de medición para esta potencia eléctrica solicitada será medida con medición

indirecta clase 20 monofásica. Además se dejará un espacio para una futura carga.

3.2. Acometida principal

De acuerdo al primer objetivo específico, la acometida principal para el servicio eléctrico de la gasolinera, será en media tensión desde la red de distribución aérea principal, partiendo de tres postes proyectados a instalarse hasta el intermedio del predio, luego bajará de manera subterránea con conductores # 2 AWG – 15kV+ N# 4 AWG, y tubería rígida de 3" de diámetro, en el cual se construirá la transición de red aérea a subterránea; la acometida subterránea recorrerá la zona de parqueo de vehículos, pasando por cuatro cajas de revisión a construirse, una al pie del poste (Caja # 1) de arranque y otras tres al intermedio del predio de la gasolinera, hasta el transformador de 50 KVA, de acuerdo al plano presentado en la figura 3.2.



Figura 3.2: *Recorrido de la línea subterránea en MT*

Desde la caja # 2 hasta la caja la caja # 4, se recubrirá con hormigón armado para darle mayor resistencia al ducto.

Los conductores eléctricos en baja tensión serán 2#4/0 + N#3/0 + T#4 AWG THHN-90°C para las fases, neutro y tierra respectivamente, hasta llegar al tablero de transferencia automática, los mismos que irán en tubería

metálica rígida de 3", con un disyuntor principal de 2P-250 A, y finalmente llegará a un tablero principal (TDP), de acuerdo al plano presentado por el constructor.

3.3. Recorrido de la línea en media tensión

Para alimentar la estación de servicio de combustibles se proyecta construir un hilo monofásico en media tensión que recorrerá 150 metros desde el poste de interconexión con la red eléctrica de la distribuidora de energía (CNEL, EP), hasta el último poste ubicado en el borde del predio a unos metros 5 metros de la zona de parqueo, desde aquí la acometida eléctrica será con cable de 15 kV # 2cu, ésta bajará por medio una tubería rígida de 3" hasta una caja de paso 80x80x80, y desde aquí se irá vía subterráneo pasando por cajas de paso o revisión de 80x80x80 a unos 50 metros de distancia del pozo del transformador tipo Padmounted. Ver figura 3.3.

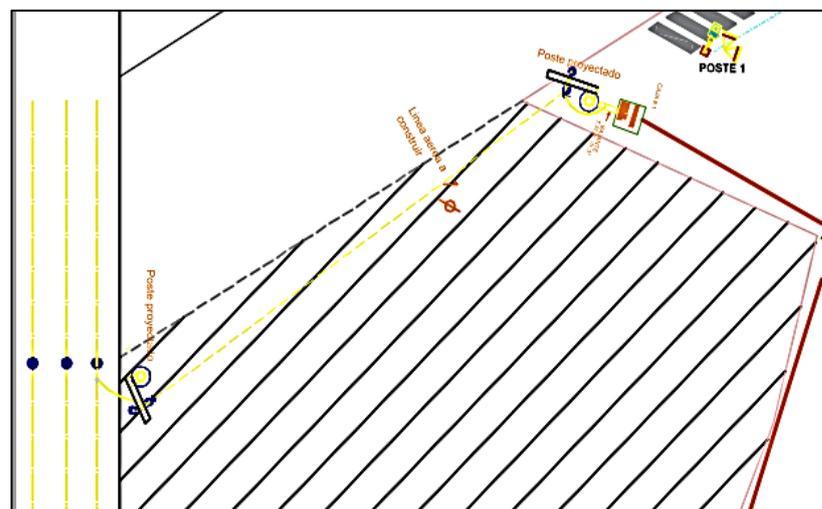


Figura 3.3: *Recorrido de la línea aérea en M/T*

3.4. Distancia mínima de seguridad en líneas eléctricas

De acuerdo a las regulaciones establecidas por el ente regulador de las empresas eléctricas (CONELEC), se deberá cumplir con la distancia mínima entre superficies de un objeto energizado y las personas o edificaciones, que garantice a las personas, a no recibir descargas eléctricas desde el primario (conelec, 2010, P3).

Las distancias verticales y horizontales, para conductores desnudos en

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD Hr		Conductores 0 a 750 V.	Conductores 750 V-22 kV.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 0V-750 V.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 750V-22kV,
		m	m	m	M
Edifcos	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.7(A, B)	2.3 (A, B)	1.5 (A)	2.0 (A)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	3.2	3.8	3.0	3.6
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos, además de vehículos pesados.	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados.	5.0	5.6	4.9	5.5
Anuncios, ch meneas	Horizontal	1.7 (A,,B)	2.3 (A,,C)	1.5 (A)	2.0 (A)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.5	4.1	3.4	4.0
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	1.8 (A)	2.3	1.7	2.45

reposo (sin desplazamiento del viento), se muestra en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: *Distancias mínimas de seguridad de conductores eléctricos*

Fuente: (conelec, 2010)

3.5. Sección del conductor en media tensión

La acometida de alimentación para este tipo de servicio eléctrico será monofásica en media tensión con un solo hilo, más el neutro del sistema. Para ello calcularemos la sección del conductor a ser instalado, sabiendo los datos de la distancia, potencia instalada y tensión de la línea.

La distribuidora de energía eléctrica CNEL, EP UN GYE, es la encargada de suministrar el servicio eléctrico hacia la estación de combustibles. De

acuerdo a lo establecido en sus normas eléctricas (NATSIM), el conductor eléctrico para la alimentación aérea en media tensión es 2 AL, debido a la intensidad de corriente que manejará la línea.

El conductor eléctrico es determinado por su nivel de tensión, capacidad de amperaje y por su trayectoria.

3.6. Intensidad nominal de la línea en media tensión

La intensidad nominal de la línea (MT) que energizará al transformador de la estación de servicio de combustibles, se obtiene mediante la consideración de la potencia nominal que fue entregada por el proyectista de la obra. En el ítem 3.11 y anexo tabla 3.1, se detalla la carga a ser instalada. Para calcular la corriente de la línea se considerará la potencia aparente del transformador (50KVA), y nivel de la fase que es $13800/\sqrt{3}$ V. Se aplica la siguiente fórmula:

$$In = \frac{S}{E}$$

$$In = \frac{50kva}{7,96 kv}$$

$$In = 6,28 A$$

S= Potencia nominal del transformador [KVA]

E= Tensión nominal primaria de servicio [KV]

In= intensidad primaria [A]

3.7. Protecciones en media tensión

Las protecciones de la línea monofásica en media tensión son fundamentales, porque no solo va a proteger al transformador tipo Padmounted de 50 Kva, sino también a la línea aérea y subterránea.

Para proteger la red en el lado de media tensión se suministrará e instalará un seccionador fusible de capacidad nominal de 100 Amp/27KV, como parte del sistema de protección contra sobrecargas y corto circuito.

La caja porta fusible se fijará en el poste más cercano al transformador o cuarto de transformación, se le conectará el conductor de media tensión respetando las normas de la Empresa Eléctrica local.

De acuerdo al cálculo realizado en el literal 3.6. La corriente nominal para el circuito eléctrico en media tensión es de 6,28[A], tomando en cuenta la potencia total del transformador a instalar y nivel de tensión de la red.

Con esta corriente obtenida, se debe utilizar un fusible de 7Amperios tipo K, que son aquellos que tienen una curva de disparo rápida en comparación con los tipos T y H. además, se especifica la utilización de un pararrayo, clase distribución polimérico, oxido metálico, 10KV con su desconectador y debidamente aterrizado.

3.8. Caída de tensión línea de media tensión

La caída de tensión en el conductor aéreo de Media Tensión, con conductor desnudo de aluminio # 2 ASCR, tiene poca importancia, a menos que se trate de una línea de gran longitud, que no es el caso de nuestra alimentación primaria, ya que nuestra longitud de la línea está proyectada en unos 150 metros. En todo caso, la caída de tensión en la línea no debe sobrepasar el 7% permitido en las instalaciones de Media Tensión. Ver anexo A1.1.

En el caso de que la longitud de la línea sea considerable se aplicará la siguiente fórmula:

Caída de voltaje.

$$e = L * I * \sqrt{3} * (R * \cos\phi + X * \sin\phi)$$

e= caída de tensión en voltios

L= longitud de la línea en km

I= corriente nominal

R= resistencia en ohmio Ω /km

X= reactancia del conductor Ω /km

3.9. Especificaciones de la red media tensión

3.9.1. Postes

Se intercalará 3 postes de 12 metros de altura, con sus respectivos herrajes para un solo hilo en media tensión más neutro del sistema, que será de propiedad del cliente y que estará conectado a la red eléctrica perteneciente a CNEL. EP, que pasa diagonal al predio de la estación de combustibles.

El poste (P0), será el que se intercale en la trocal del alimentador CERECITA, desde ahí llevar la línea aérea en media tensión hasta el poste (P1) a unos 60 metros de distancia, y por último al poste (P2) donde bajará mediante una acometida con cable #2 cu - 15KV, subterránea hasta el pozo del transformador tipo Padmounted.

La profundidad de empotramiento de los postes será en función de su altura, y determinada en base a la fórmula indicada en las Normas de Distribución para poste de 12mts. El cálculo es el siguiente:

$$\text{Prof.} = (L/10) + 0,5$$

$$\text{Prof.} = (12/10) + 0,5$$

$$\text{Prof.} = 1,7\text{mts}$$

3.9.2. Herrajes

Todos los herrajes deberán ser galvanizados en caliente, por inmersión, estar en buen estado y no tener manchas de oxidación.

3.9.3. Tensores

Se utilizará cable de acero galvanizado de 5/8" con su respectiva varilla de anclaje de hormigón armado.

Los tensores a tierra serán instalados en ángulos y cortes respectivamente, y donde no se puedan instalar tensores a tierra, se instalarán tensores tipo farol y sus anclajes deberán construirse conforme a lo indicado en las

normas de distribución de Cnel. (NATSIM). Nunca el anclaje de un tensor podrá ir en el interior de un solar.

3.9.4. Aisladores

Para la red de media tensión en las estructuras terminales se utilizarán aisladores de suspensión de porcelana o polímeros siliconados DS35.

Para el neutro se usarán aisladores tipo carrete ANSI 53-2.

3.9.5. Cajas fusibles (fuse cut-outs)

Para el arranque principal deberán especificarse cajas fusibles con una capacidad nominal de 100 Amp / 27KV, 10.000 Amp. Simétrico de falla. Se lo conectará al conductor primario mediante estribo y grapa de línea viva.

3.9.6. Pararrayo

Se instalarán un pararrayo en el último poste, junto a la caja fusible que se conectará con la acometida # 2CU-15KV, tipo válvula de 10KV de distribución y debidamente aterrizado, tipo LV. Desde la entrada de la alimentación

3.9.7. Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra para la alimentación de la red eléctrica monofásica en media tensión es definido mediante la normativa expuesta en el Natsim y en el Meer.

Para el sistema de distribución de media y baja tensión, Se instalarán tres electrodos a tierra de cobre o Cooperweld con las siguientes dimensiones mínimas. De 5/8" de diámetro y con una longitud de 8 pies, en base a las normas aplicadas por la empresa eléctrica en el Natsim.

La resistencia del terreno donde se instalarán las varillas de cobre deberá ser inferior a 20 ohmios para la demanda solicitada por el cliente; si fuera superior al valor establecido, se deberá utilizar adecuar el terreno para cumplir con el valor indicado por la distribuidora. Adicional el conductor a tierra se obtendrá en base a lo establecido por la empresa eléctrica para la

alimentación eléctrica. Ver anexo A.1.3. Tabla que indican los valores de conductores a tierra.

3.10. Canalizaciones de ingreso al transformador

Para cumplir con lo solicitado por el Departamento de Diseños Eléctricos - Obas Municipales de la CNEL, la ductaría que llegará al pozo del transformador tipo Padmounted, se inicia desde la caja de revisión en la acera, utilizando tubería metálica rígida de 3" aprobada para uso eléctrico y para acometidas monofásicas subterráneas en media tensión. La tubería a ser instalada será la encargada de transportar el conductor 2cu-15kV, desde el último poste hasta el transformador, de acuerdo al plano presentado.

3.10.1. Cajas de paso

En total se construirán 4 cajas de paso o revisión, separada a una distancia 40 metros una de la otra, de acuerdo con las normas MEER y NATSIM. Estas serán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de hierro negro de 3/8" espaciadas a 15cm. Las dimensiones interiores de las cajas no serán menores a 80x80x80cm. Las cajas de paso deberán ser instaladas de manera obligatoria en los recorridos donde existieran ángulos de 90°, sin importar la distancia de la una con la otra.

3.10.2. Zanjas

La tubería metálica rígida de 3" encargada de transportar la acometida 2cu- 15KV, se colocará a una profundidad de 50cm. Y el recubrimiento de la misma será con hormigón, de un espesor mínimo de 25cm.

La zona por donde recorrerá la ductería con su acometida eléctrica, contempla el paso por el parqueo de camiones y vehículos livianos, razón por la cual se reforzará el recubrimiento de la tubería y adicional se instalarán mallas metálicas reforzadas. El fin de realizar este procedimiento es la de salvaguardar la integridad del servicio eléctrico y la seguridad de las personas.

3.11. Transformador de potencia

En base al cuadro de cargas (ver anexo A.3.1) que proporcionó el proyectista de la obra, donde se detallan cada una de ellas. Se calcula la potencia y el tipo de transformador a ser instalado.

Tabla 3.2: *Resumen de la demanda*

PD-1	W	915,00
PD-2	W	5.424,00
PD-3	W	8.312,50
PD-4	W	13.410,20
PD-5	W	590,00
PD-6	W	590,00
PD-7	W	2.126,00
TCM	W	12.072,00
W TOTAL		43.439,70
F.C.		0,80
W DEMANDA		34.751,76
FP		0,92
VA TOTAL		37.773,65

TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO KVA	50,0
13800/7967-120/240V	

El transformador será monofásico del tipo Padmounted de 50 KVA sumergido en aceite, 7960V/120-240V con TAP +/- 2.5% del Vny fabricado cumpliendo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2683 e internacionales ANSI/IEEE C57.12.25., para transformadores monofásicos de distribución, tal como se ilustra en la figura 3.4.

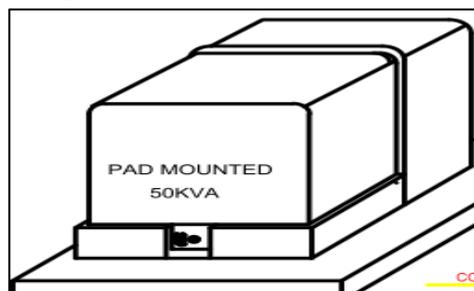


Figura 3.4: *Transformador Padmounted*

Al considerar el uso de un transformador tipo Padmounted, éste deberá ir ubicado en un espacio comprendido entre la línea del cerramiento frontal y la línea de construcción del inmueble o predio, y se tendrán en cuenta las separaciones mínimas para su operación que son: 1.5 m. desde la parte frontal del transformador con respecto a las paredes más cercanas. Para nuestro caso se instalará en un área abierta donde circularán personas y movimiento de vehículos, se deberá colocar una barrera de protección, de acuerdo a las normas indicada por la distribuidora eléctrica en el NATSIM.

El transformador Padmounted se montará sobre una base de hormigón armado mínima de 15 cm. respecto al nivel del piso terminado; en el compartimiento primario y secundario se construirá una caja de paso de hormigón, con una abertura que se ajuste a las dimensiones del mismo y de 80 cm. de profundidad. En este compartimiento se acoplarán las tuberías de entrada del primario y de salida del secundario. Cabe recalcar que las tuberías serán del tipo metálico rígido para uso eléctrico.

3.12. Conductor eléctrico en baja tensión

Los conductores eléctricos que alimentarán al tablero de distribución principal (TDP), saldrán de los bushings de baja tensión del transformador tipo Padmounted (50KVA). Se llevarán los conductores de Cu 2# 4/0, un conductor de Cu # 3/0 para el neutro; y un conductor Cu # 2 para la tierra. Se enviarán vía subterráneo unos 75 metros de distancia hasta llegar al TDP, para ello se construirán 3 cajas de paso o revisión con las medidas de 60x60x60, normalizadas para redes de baja tensión.

$$P = V * I \cos\phi$$

$$I = \frac{P}{V} \cos\phi$$

$$I = \frac{34,75}{240 * 0,92}$$

$$I = 157,38 A$$

De acuerdo con la demanda eléctrica proporcionada por el proyectista de la obra, se calcula la corriente máxima que demandará la estación de combustibles. Tal forma que se obtiene una corriente de 157,38 amperios

por fase, lo que da lugar a instalar los conductores que fueron ya mencionados en este mismo literal. En la figura 3.5, se ilustra el recorrido de la acometida subterránea en baja tensión

Para calcular la capacidad de los conductores eléctricos, se multiplica la intensidad total por el factor de sobrecarga lo que nos da como resultado:

$$I_d = I \times \text{Factor de sobrecarga}$$

$$I_d = 157.38 \times 1.25$$

$$I_d = 196.72 \text{ A}$$

Los conductores serán: **2# 4/0cu + N# 3/0 + T#2 THHN.**

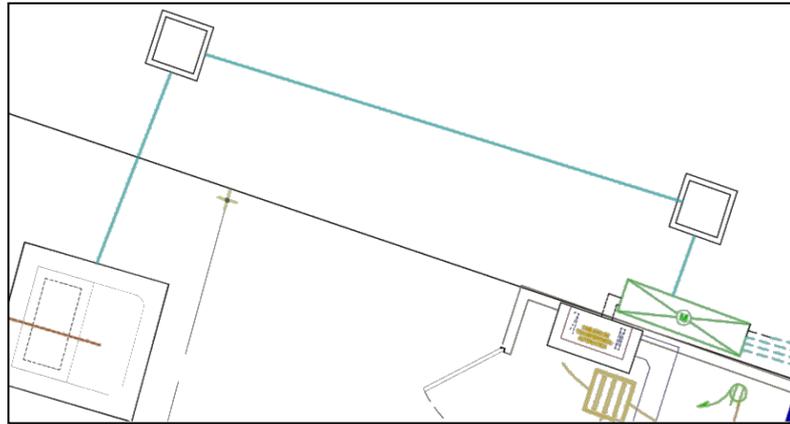


Figura 3.5: *Recorrido de la acometida subterránea en baja tensión*

3.12.1. Caída de voltaje en la acometida de baja tensión

El cálculo de caída de tensión en baja desde el transformador hasta el disyuntor principal a plena carga.

Tenemos que recordar que la fórmula de Voltaje es igual $V=I \times R$.

Para calcular la Caída de tensión determinaremos la resistencia del conductor a utilizar, en este caso en un conductor de CU 4/0.

$$R=0.0580 \text{ } \Omega/\text{pie.}$$

Paso 1. Se calcula la resistencia en Ω/mt obteniéndose lo siguiente:

$$0.0580 \frac{\Omega}{1000 \text{ pie}} \times \frac{3.33 \text{ pie}}{1 \text{ metro}} \times \frac{1000 \text{ metros}}{1 \text{ km}} = 0.19314 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

De acuerdo a la distancia desde el transformador hasta el disyuntor principal es de 150 metros.

$$0.19314 \frac{\Omega}{\text{km}} \times 0.01 \text{ km} = 0.0019314 \Omega$$

Paso Final.

Para el cálculo de la caída de tensión se aplica la formula anteriormente descrita obteniéndose lo siguiente:

$$\begin{aligned} V &= I \times R \\ V &= 196.73 \times 0.0019314 \\ V &= 0.38 \text{ V} \end{aligned}$$

3.13. Cálculo de la Protección principal

Para calcular la capacidad del disyuntor a plena carga se deben tener en cuenta los siguientes datos:

Transformador: 50 KVA Monofásico.

Voltaje nominal de Operación: 240V.

Factor de Sobrecarga: 1.5.

Por lo cual se procede a calcular la capacidad del disyuntor aplicando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{V \times FP} \\ I &= \frac{34,75}{240 \times 0.92} \\ I &= 157.38 \end{aligned}$$

Para calcular la capacidad se debe multiplicar por el factor de sobrecarga lo que nos da como resultado:

$$\begin{aligned} Id &= I \times \text{Factor de sobrecarga} \\ Id &= 157.38 \times 1.5 \\ Id &= 236.07 \text{ A} \end{aligned}$$

El disyuntor principal para la estación de servicio será de la siguiente capacidad: **2 Polos – 250 Amperios.**

3.14. Diagrama Unifilar

En la figura 3.6, se presenta el diagrama unifilar del diseño eléctrico de una línea de media y baja tensión para la alimentación de la estación de combustibles. El diseño unifilar indica la interconexión de la red eléctrica a construir con la alimentadora de la empresa eléctrica (CNEL, EP), hasta llegar al transformador monofásico tipo Padmounted de 50KVA, y desde aquí saldrá con acometida subterránea monofásicas hacia el tablero de distribución principal.

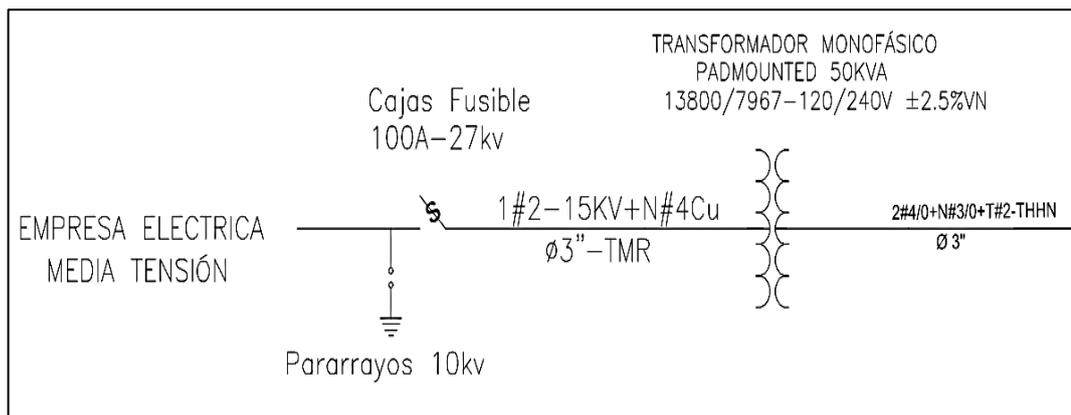


Figura 3.6: *Diagrama unifilar red eléctrica*

3.15. Normas eléctricas de construcción

- a) Todas las instalaciones se regirán por los diseños y memorias técnicas entregados por la CONSTRUCTORA a los contratistas, debiendo éstos presupuestar los trabajos especificando claramente los materiales ofertados. Es de responsabilidad de los contratistas de la obra el verificar en sitio los trabajos que se deben realizar.
- b) La instalación se realizará bajo la supervisión constante de un Ingeniero Eléctrico colegiado en goce de sus derechos y la mano de obra será especializada para este tipo de trabajos.
- c) En las cajas se deberán abrir las aberturas necesarias para la instalación de la tubería, debiendo permanecer cerradas las otras aberturas no utilizadas. La entrada de los ductos a la caja de

conexión será realizada siempre en forma perpendicular a la cara de la caja.

- d) Solamente en las cajas de conexión se podrán realizar empalmes entre los conductores.
- e) Los paneles serán instalados con la misma secuencia de fases, contando de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo. Esto se deberá comprobar con el equipo correspondiente.

CAPÍTULO 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se estableció la mejor trayectoria de la red eléctrica monofásica en media tensión y baja tensión para el suministro de energía a la estación de combustible.
- El levantamiento de información y los datos proporcionados de las futuras cargas, permitió calcular la capacidad del transformador.
- Las protecciones eléctricas se calcularon correctamente, dándole al sistema un alto grado de confiabilidad, seguro y continuo.

4.2. Recomendaciones

- Por el tipo de ambiente que se tiene en el sector donde se ubicará la estación de combustibles, es recomendable que se realice un plan de mantenimiento a los sistemas eléctricos de media y baja tensión.
- Se recomienda elegir los conductores y protecciones eléctricas calculadas en éste diseño eléctrico, debido a las exigencias empleadas.
- Por último, es recomendable que, al ejecutar el proyecto eléctrico, se tome como base principal las normativas indicadas en el NATIM, ya que al realizar el diseño eléctrico de éste trabajo, se las tomaron muy en cuenta.

Bibliografía

- Arconel. (2018). regulación Arconel. Recuperado de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/018-18-Proyecto-de-Regulacion-Franjas-de-Servidumbre-en-lineas-del-servicio-de-energia-electrica-y-distancias-de-seguridad-entre-las-redes-electricas-y-edificaciones.pdf>
- CBS ING. (2012). Hidroeléctricas en Ecuador. Recuperado 13 de enero de 2019, de <http://www.centralhidroelectrica.com/proyectos.html>
- CELEC EP. (2012). *Natsim 2012*. Educación. Recuperado de <https://es.slideshare.net/albertama/natsim-2012-13326343>
- CENS. (2016). Acometidas Eléctricas, 21.
- cna. (2016). Servicios de Cables Subterráneos - CNA. Recuperado 21 de diciembre de 2018, de <http://www.cnamediatension.cl/>
- Condesa S.A. (2011). ET501 Fusibles para MT tipo H, K y T | Likinormas. Recuperado 4 de febrero de 2019, de https://likinormas.micodensa.com/Especificacion/aisladores/et501_fusibles_mt_tipo_h_k_t
- Conelec. (2010). Regulación eléctrica. Recuperado de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/REGULACION-002-10.pdf>
- EcuRed. (2008, Abril 13). Conductor eléctrico - EcuRed. Recuperado 10 de enero de 2019, de https://www.ecured.cu/Conductor_el%C3%A9ctrico
- Ecured. (2011, Octubre 11). Central termoeléctrica. Recuperado 13 de enero de 2019, de

[https://www.ecured.cu/index.php?title=Central_termoel%C3%A9ctrica
&action=history](https://www.ecured.cu/index.php?title=Central_termoel%C3%A9ctrica&action=history)

Ecured. (2014, Marzo 26). Redes de Distribución. Recuperado 16 de enero de 2019, de https://www.ecured.cu/Caracter%C3%ADsticas_Generales_de_las_Redes_de_Distribuci%C3%B3n

Ecured. (2018). Generación de Energía Eléctrica. Recuperado 25 de noviembre de 2018, de https://www.ecured.cu/Generaci%C3%B3n_de_Energ%C3%ADa_El%C3%A9ctrica

Elecdor. (2011). Catalogo de postes de hormigón. Recuperado de http://www.elecdor.ec/Common/pdf/elecdor.ec/catalogo_elecdor_postes.pdf

Encodi. (2015, Mayo 21). Energía solar térmica. Recuperado 13 de enero de 2019, de <https://solar-energia.net/energia-solar-termica/alta-temperatura>

Endesa. (2011). Distribución energía eléctrica - Endesa. Recuperado 25 de noviembre de 2018, de <https://www.endesa.com/es/sobre-endesa/a201610-distribucion-energia-electrica.html>

Espina, José. (2002). Carga, demanda y energía eléctrica. Recuperado 25 de noviembre de 2018, de <http://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>

Fayos Álvarez, A. (2013). *Líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica*. Valencia: Editorial de la UPV. Recuperado de

https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/edb391c6-0b01-4629-8ce7-e56e4fb60ca6/TOC_4062_04_01.pdf?guest=true

Gamma. (2011, Febrero 15). Aisladores de suspensión. Recuperado 29 de enero de 2019, de <http://www.gamma.com.co/aisladores-de-suspension/>

Germán Granados Robayo. (2007). *Instalaciones eléctricas*. Bogotá: Alfaomega.

Giménez, D. (2001). LINEAS AÉREAS. Recuperado de http://www.geocities.ws/tecno_sanpablo/apuntes/Tec/tec-m3.pdf

Herrera, R. (2009). La electricidad. Recuperado de <https://rmhm.files.wordpress.com/2009/07/la-electricidad1.pdf>

López, pablo. (2017). Términos Eléctricos referentes a carga y demanda. Recuperado 25 de noviembre de 2018, de <https://es.scribd.com/doc/51603873/Terminos-Electricos-referentes-a-carga-y-demanda>

Meer. (2012, julio 30). Catalogo digital. Recuperado 28 de enero de 2019, de http://www.unidadesdepropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=322&Itemid=712

Pozueta, M. A. R. (2012). Transformadores, 68.

Promelsa. (2010). Transformadores de distribución. Recuperado de <http://www.promelsa.com.pe/pdf/cat-transformadores-promelsa.pdf>

Psicologiamente. (2017, abril 3). Los 15 tipos de investigación (y características). Recuperado 27 de enero de 2019, de <https://psicologiamente.com/miscelanea/tipos-de-investigacion>

- Sociedad, E. y. (2016). Flexibilidad de la red eléctrica. Recuperado 21 de diciembre de 2018, de <http://www.energiaysociedad.es/la-red-electrica-debe-ser-flexible-aunque-presenta-ciertos-desafios/>
- Trashorras Montecelos, J. (2015). *Subestaciones eléctricas*. Madrid: Paraninfo.
- User, S. (2018). Foro Nuclear. Recuperado 13 de enero de 2019, de <https://www.foronuclear.org/es/sobre-nosotros>
- Valery, Y. (2016). Aparatos eléctricos y electrónicos. Recuperado 25 de noviembre de 2018, de https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/04/160426_tecnologia_cuanto_consumen_aparatos_en_bombillos_electricidad_yv

ANEXOS

Tabla A.1.1: *Resistencia eléctrica de conductores en Ω/Km a $20^{\circ}C$*

Fases	Halcón	Gaviota	Cóndor	Cardenal
Simples	0,1190	0,0851	0,0721	0,0597
Dúplex	0,0595	0,0425	0,0360	0,0298
Tríplex	0,0396	0,0283	0,0240	0,0199
Cuádruplex	0,0297	0,0212	0,0180	0,0149

Tabla A.1.2: *Resistencia de conductores eléctricos*

1	2	3	4
Sección nominal mm ²	Diámetro máximo de los alambres en el conductor mm	Resistencia máxima del conductor a $20^{\circ}C$	
		Alambres desnudos Ω/km	Alambres recubiertos de una capa metálica Ω/km
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1,0	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654
400	0,51	0,0486	0,0495
500	0,61	0,0384	0,0391
630	0,61	0,0287	0,0292

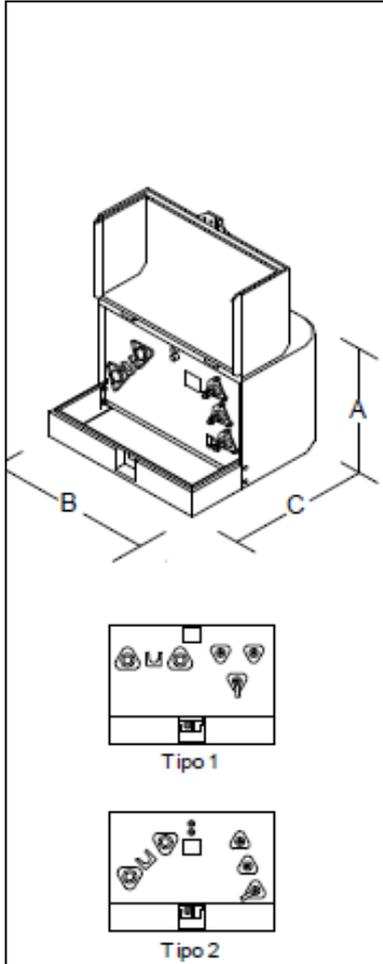
Fuente: (Fayos Álvarez, 2013)

Tabla A.1.3: *Calibre de conductores a tierra*

Calibre de conductores a tierra		
Nº	Descripción	
8 AWG	Para conductor de acometida hasta	2 AWG
6 AWG	Para conductor de acometida desde 1 AWG hasta	1/0 AWG
4 AWG	Para conductor de acometida desde 2/0 AWG hasta	3/0 AWG
2 AWG	Para conductor de acometida desde 4/0 AWG hasta	350 MCM
1/0 AWG	Para conductor de acometida desde 400 MCM hasta	600 MCM
2/0 AWG	Para conductor de acometida desde 650 MCM hasta	1,100 MCM

Tabla A.1.4: *Dimensiones de transformadores monofásicos tipo padmounted*

Dimensiones de transformadores monofásicos de distribución tipo Padmounted					
Capacidad kVA	Marca Ejemplo		Dimensiones*		
			A	B	C
25	MARCA 1	TIPO 1	69	71	93
		TIPO 2	69	73	93
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	75	70	84
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	63	76	82
37.5	MARCA 1	TIPO 1	69	71	98
		TIPO 2	69	73	93
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	71	76	85
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	64	85	83
50	MARCA 1	TIPO 1	69	71	100
		TIPO 2	69	73	100
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	71	76	85
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	68	85	85
75	MARCA 1	TIPO 1	77	71	105
		TIPO 2	77	73	105
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	80	81	89
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	76	92	95
100	MARCA 1	TIPO 1	77	71	110
		TIPO 2	77	73	110
	MARCA 2	TIPO 1			
		TIPO 2	80	81	108
	MARCA 3	TIPO 1			
		TIPO 2	81	97	95



* DIMENSIONES EN CENTÍMETROS, INCLUYEN RADIADORES

Tipo 1: CONFIGURACIÓN TIPO RADIAL

Tipo 2: CONFIGURACIÓN TIPO MALLA

Fuente: (CELEC EP, 2012).

Tabla A.1.5: *Detalle de la demanda eléctrica en la estación de combustible*

PD-2 (OFICINAS)	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANT.	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado	6	Lámpara fluorescente 3x17 watts	51	1	306,0
	3	Lámpara fluorescente 3x32 watts	96	1	288,0
TC uso general	7	Tomacorriente polarizado 120 Vac	150	0,6	630,0
Acondicionador A/C	2	Split inverter 24000 BTU	3000	0,7	4.200,0
DEMANDA PD-2					5.424,0

Alimentador PD-2

$I =$	24,56	A
$I_{conductor} = I \times 1,25 =$	30,71	A
$I_{breaker\ principal} = I \times 1,5 =$	36,84	A
Conductor 2#6+N#6+T#8 AWG THHN		
Disyuntor 2P-40A		

PD-6 (CAJERO ATM-2)	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
TC Cajero ATM	1	Cajero ATM	500	1	500,0
TC uso general	1	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	90,0
DEMANDA PD-6					590,0

PD-5 (CAJERO ATM-1)	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
TC Cajero ATM	1	Cajero ATM	500	1	500,0
TC uso general	1	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	90,0
DEMANDA PD-5					590,0

PD-1 (BAÑOS)	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado	9	Lámpara fluorescente 3x17 watts	51	1	459,0
	1	Lámpara fluorescente 3x32 watts	96	1	96,0
TC uso general	4	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	360,0
DEMANDA PD-1					915,0

PD-3 CUARTO DE MÁQUINAS	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado	6	Lámpara fluorescente 3x17 watts	51	1	306,0
TC uso general	4	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	360,0
Compresor	1	Compresor aire 5.5 HP	4103,00	0,5	2.051,5
Bomba de agua	1	Bomba de agua 7.5 HP	5595,00	0,5	2.797,5
Bomba S.C.I	1	Bomba S.C.I 7.5 HP	5595,00	0,5	2.797,5
DEMANDA PD-3					8.312,5

PD-7 (CAFETERIA)	CALCULO DE DEMANDA MAXIMA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado	4	Focos dicroicos 50 watts 12 volts 1000horas	50	1	200,0
TC Cafetería	1	Máquina de capuchino	1000	1	1.000,0
TC Congelador	1	Congelador compresor 1 HP	746	1	746,0
TC uso general	2	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	180,0
DEMANDA PD-7					2.126,0

TCM (GASOLINERA)		CALCULO DE DEMANDA MAXIMA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado exterior	10	Reflector vapor de mercurio 400W-220V cuadrado (para poste de alumbrado)	400	0,8	3.200,0
	26	Luminarias tipo antiexplosivas 150 watts/18650 lm/100-240vac	150	0,8	3.120,0
Surtidores	6	Tomacorrientes polarizados 240 vac	1755	0,85	8.952,0
DEMANDA PD-TCM					12.072,0

PD-4 (MINIMARKET)		CALCULO DE DEMANDA MAXIMA			
DESCRIPCION	CANTIDAD	MODELO/FABRICANTE	W/PTO.	FD	W TOTAL
Alumbrado	18	Lámpara fluorescente 3x32 watts	96	1	1.728,0
TC uso general	4	Tomacorriente polarizado 120 vac	150	0,6	360,0
TC computadoras	2	Tomacorriente polarizado 120 vac	500	1	1.000,0
Refrigeradora	1	Refrigerador compresor 3/4 HP	500	0,7	350,0
Neveras	1	Nevera compresor 1 HP	746	0,7	522,2
Acondicionador A/C	3	Split inverter 36000 BTU	4500	0,7	9.450,0
DEMANDA PD-4					13.410,2

Tabla A.1.6: *Presupuesto Referencial*

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	SUBTOTAL
Seccionadores 27 KV/100A	C/U	1	\$ 180,00	\$ 180,00
Conductor de CU #2-15KV XLPE	C/U	50	\$ 15,00	\$ 750,00
Puntas externas CUT 3	C/U	1	\$ 145,00	\$ 145,00
Punta Interna tipo Bota	C/U	1	\$ 125,00	\$ 125,00
Tubo PVC PESADO 3"	C/U	2	\$ 20,00	\$ 40,00
Codo PVC PESADO 3"	C/U	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Reversible 3"	C/U	1	\$ 25,00	\$ 25,00
Conectores 44VCSE	C/U	4	\$ 5,00	\$ 20,00
Conductor de CU #12	C/U	10	\$ 0,75	\$ 7,50
Conductor de CU #6 desnudo	C/U	20	\$ 1,95	\$ 39,00
Varilla de Tierra Coperwell	C/U	3	\$ 20,00	\$ 60,00
Aisladores de Suspensión 35	C/U	2	\$ 45,00	\$ 90,00
Grapas Pistolas	C/U	2	\$ 8,00	\$ 16,00
Pin punta de Poste	C/U	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Transformador de 50 KVA	C/U	1	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00
Aislador Pin 56-1	C/U	1	\$ 7,00	\$ 7,00
Tensores a tierra completos	C/U	3	\$ 80,00	240,00
Tuercas de Ojo	C/U	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Postes de Hormigón de 12x500 KG	C/U	2	\$ 450,00	\$ 900,00
Conductor de AL #1/0	C/U	150	\$ 1,25	\$ 187,50
Conductor de AL #2	C/U	150	\$ 1,00	\$ 150,00
Conductor de CU #4/0	C/U	60	\$ 3,95	\$ 237,00
Conductor de CU #6	C/U	60	\$ 2,50	\$ 150,00
Cintas Aislantes #33	C/U	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Cintas Autofundentes #23	C/U	2	\$ 16,00	\$ 32,00
SUBTOTAL MATERIALES				\$ 7.948,00



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ZAMBRANO ZAMBRANO, HÉCTOR IVÉN** con C.C: # 0924060221 autor del Trabajo de Titulación: **Diseño Del Sistema Eléctrico En Media y Baja Tensión Para El Proyecto De La Estación De Servicios De Combustibles P&S, Ubicada En El km 51 De La Vía a la Costa**, previo a la obtención del título de **INGENIERO ELÉCTRICO - MECÁNICO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 19 de marzo de 2019

ZAMBRANO ZAMBMRANO HÉCTOR IVÁN

C.C: 0924060221



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN PARA EL PROYECTO DE LA ESTACIÓN DE SERVICIOS DE COMBUSTIBLES P&S, UBICADA EN EL KM 51 DE LA VÍA A LA COSTA.		
AUTOR(ES)	HÉCTOR IVÁN ZAMBRANO ZAMBRANO		
REVISOR/TUTOR	Ing. Ricardo Echeverría		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Eléctrico-Mecánica		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de Marzo del 2019	No. DE PÁGINAS:	78
ÁREAS TEMÁTICAS:	Líneas De Transmisión Y Subestación, Marco Legal De Las Eléctricas, Impacto Ambiental De Las Eléctricas, Evaluación De Proyectos.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Acometida, Demanda Eléctrica, Transformador, Carga, Vano, Distribución eléctrica, Aisladores Eléctricos.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación detalla el estudio y diseño de una red eléctrica en media y baja tensión para el suministro de energía eléctrica para la estación de servicios de combustibles P&S. Se ubica en el km 51 de la vía a la costa. Éste trabajo se desarrolla en 4 capítulos, donde se presentan el proceso paso a paso para el correcto diseño eléctrico de la red, basándose en códigos y normas técnicas, que son las más utilizadas por las Empresas Eléctricas del Ecuador, al momento de diseñar sistemas eléctricos. En el Capítulo uno presentamos el planteamiento del problema, objetivo general y los específicos, así como también la hipótesis, y metodología que utilizamos es descriptiva, analítica, explicativa y cuantitativas. El capítulo dos trata todo lo relacionado al marco teórico, información necesaria al lector para poder interpretar conceptos básicos que ayudaran a tener un claro entendimiento en la parte de la mitología del trabajo que se presenta. En el capítulo tres presenta el desarrollo de los cálculos, normas y criterios técnicos que se utilizan para que el suministro eléctrico sea confiable, seguro, eficiente y continuo, Y finalmente en el capítulo cuatro se concluye que el desarrollo de este proyecto permitió ampliar los conocimientos en instalaciones de media y baja tensión. En lo que tiene que ver con las recomendaciones, se indica que se deberán seguir las normas técnicas establecidas en el NATSIM.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-2707021 +593-9-87243540		E-mail: hzambrano1986@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Ing. Luis Orlando Philco Asqui		
	Teléfono: +593-9-80960875		
	E-mail: luis.philco@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			