

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL  
CUSCO.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,  
INFORMÁTICA Y MECÁNICA.**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.**



**Tesis:**

**“ESTUDIO INTEGRAL DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC - UNSAAC”**

Presentada por:

Br. José Candia Vargas

Br. Miguel Ángel López Nieves

Para optar al título profesional de

Ingeniero Electricista

Asesor:

Ing. Edgar Alarcón Valdivia

**“TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC”**

Cusco, enero del 2018

## PRESENTACIÓN

SEÑOR DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, INFORMÁTICA Y MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO, SEÑORES DOCENTES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO, de conformidad al reglamento de grados y títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, pongo a vuestra consideración la tesis titulada **“ESTUDIO INTEGRAL DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC – UNSAAC”** para optar al título de Ingeniero Electricista; elaborado con la asesoría del Ingeniero Edgar Alarcón Valdivia.

Mediante el desarrollo del presente trabajo de tesis se espera contribuir de manera académica con la facultad en relación al tema de tesis, y así también contribuir con el desarrollo de trabajos futuros relacionados al área de estudio. El objetivo principal de esta tesis es la propuesta del mejoramiento del sistema de energía eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc, la cual presenta una serie de problemas debido a varios factores determinantes como son: La antigüedad y obsolescencia de las instalaciones, el incremento constante de la carga y el consecuente aumento de la demanda, junto con el hecho de no contar con un plan general de mantenimiento preventivo, han ocasionado serias deficiencias en este servicio actual que afectan la continuidad y calidad del servicio, además ponen en riesgo todos los sistemas de utilización.

Luego de demostrada la problemática que presenta el sistema de distribución de energía eléctrica de la ciudad universitaria de Perayoc se proponen alternativas de solución, para el mejoramiento de la operación del sistema eléctrico.

Para dar solución al problema, se realiza el estudio del sistema eléctrico, llegando a la propuesta más viable técnica y económicamente, de modo que el sistema opere en sus más óptimas condiciones en estado estable, demostrando que con la implementación de esta alternativa se cumplan con las tolerancias establecidas por la norma técnica para tener una calidad en el servicio de energía eléctrica.

Para el desarrollo del presente trabajo de tesis se hizo uso de diversos programas computacionales como: NEPLAN V550, Microsoft office 2015, arcgis 10.3, AutoCAD 2014, project 2016.

## DEDICATORIAS

### *MIS PADRES*

- Roberto Candia Valenzuela, Martha Vargas Gonzales, y a mi enamorada Yahayda Quillahuaman flores, quienes contribuyen día a día a esforzarme por ser mejor persona y demostrarla.

### *MIS PADRINOS*

- Hugo Carrillo Tarqui y Felicia Vargas Gonzales, a sus hijas Anny Carrillo Vargas, Maria Carrillo Vargas, Lizbeth Carrillo Vargas, Sofia Carrillo Vargas y mis sobrinos queridos Lia Fabiana , Mathias y Gabriel por apoyarme, albergarme sin restricciones.

Br. José Candia Vargas.

### *MI MADRE*

- Ahida Nieves Salas

Br. Miguel Angel Lopez Nieves.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nos gustaría agradecer en estas líneas la ayuda incondicional que muchas personas y compañeros me han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, agradecer a nuestros padres que nos han ayudado y apoyado en todo nuestro producto, al asesor, Ing. Edgar Alarcón Valdivia, por habernos orientado.

La Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra vida universitaria.

Así mismo, deseamos expresar nuestro reconocimiento a la institución de Electro Sur Este S.A.A por todas las atenciones e información brindada a lo largo de esta indagación.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de un estudio integral del mejoramiento del sistema de distribución del servicio de energía eléctrica de la ciudad universitaria de Perayoc tiene como función principal garantizar un servicio eléctrico adecuado, dentro de ciertas condiciones indispensables como lo son, ofrecer un alto grado de seguridad a las personas y a los equipos relacionados con el mismo, ser un proyecto económicamente justificable en el que además se considere la posibilidad de expansión de la instalación en un futuro. Es imperante brindar confiabilidad, flexibilidad y facilidad de operación y mantenimiento de la red eléctrica de Perayoc.

En la actualidad la demanda de energía eléctrica ha aumentado, no tan solo al crecimiento poblacional de Perú si no a la necesidad o dependencia que tiene los seres humanos de esta. Es necesario optimizar y mejorar cada día más el sistema eléctrico, desde la transmisión de energía hasta las instalaciones eléctricas de uso final, estas son el soporte de un servicio con calidad. En Perú la norma es muy clara en su afán de promover prácticas de ingeniería eléctrica con calidad, fe de eso lo dan el Código Nacional de Electricidad, Decreto Ley N° 25844 Ley de Concesiones Eléctricas y Normas del Ministerio de Energía y Minas. Del cumplimiento que se le den a estas, dependerá el éxito en cualquier proyecto eléctrico que se ejecute, la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE) es un instrumento técnico y legal, de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional.

En el desarrollo de este trabajo de tesis, se basa en la implementación de nuevas subestaciones así como el mejoramiento, renovación e implementación de nuevos alimentadores en M.T. 10.5 KV, que permita suministrar a la infraestructura el suministro de energía requerido por los consumidores de energía en su máxima demanda de energía actual y futura de los próximos años, la longitud de tramo en ducto es de 2313.77 mts. Y el conductor total utilizado es de 7117.35 mts. De cable N2XSY nueva red, así como el alumbrado público que cubren la iluminación de vías de acceso vehicular y peatonal en las diferentes facultades, pabellones, edificios, parques y centros deportivos de la ciudad universitaria de Perayoc.

## RESUMEN

En el Capítulo 1 Aspectos Generales enfatiza el problema que actualmente presenta en lo que concierne a la infraestructura y adecuación de los ambientes que fueron transformados de aulas a laboratorios, de laboratorios a oficinas, etc. Así como también la construcción de nuevas edificaciones que no están cumpliendo con el propósito para las que fueron destinadas inicialmente, y/o realizándose adecuaciones de ambientes sobre todo en edificaciones de mayor antigüedad.

En el Capítulo 2 Marco Teórico Normativo lo constituye las Normas y Reglamentos, bases de cálculo sobre los cuales se enmarca este Estudio Integral.

En el Capítulo 3 Inspección Eléctrica se encuentra el diseño de la red primaria y subestaciones de distribución de la Ciudad Universitaria de Perayoc, el mismo que consta con 02 suministros y/o acometidas en M.T., ubicadas en los puntos de diseño SED 0010137 y estructura en M.T. N° 3847. También es objeto del mismo la elaboración de la Demanda y Cuadro de cargas por subestaciones y panel fotográfico.

En el Capítulo 4 Ingeniería del Proyecto desarrollamos las redes de distribución primaria, seguidamente la ingeniería de proyecto de las redes de distribución secundaria, alumbrado público y vial que consta del Análisis y definición de la Configuración de la Topología del Sistema, Selección de los Materiales y Equipos, Cálculos Eléctricos, Cálculo de Cortocircuito, Cálculo de Puesta a Tierra, cálculos de caída de tensión, flujos de carga, así como la coordinación de protección Con el propósito de brindar seguridad y continuidad del servicio por último los cálculos de iluminación que comprenden distintos conceptos básicos teóricos como luz, campo visual, flujo luminoso, intensidad luminosa, también podemos apreciar algunas tablas de Factores de Depreciación de Luminarias de Acuerdo a su Grado de Protección.

En el Capítulo 5 Especificaciones Técnicas de Suministros y Materiales se refieren al transporte y manipuleo de materiales y equipos, así como a los trabajos que serán efectuados por el Contratista, para la instalación de redes Primarias y secundarias, teniendo como base lo establecido en el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011) y la práctica común de ingeniería, se expone una tabla de Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Triple y Bipolar, especificaciones técnicas particulares de suministro de postes y materiales para iluminación de vías y parques.

## ABSTRACT

In Chapter 1, General Aspects, he emphasizes the problem that he currently presents with regard to the infrastructure and adaptation of the environments that were transformed from classrooms to laboratories, from laboratories to offices, etc. As well as the construction of new buildings that are not fulfilling the purpose for which they were originally intended, and / or adaptation of environments especially in buildings of greater antiquity.

Chapter 2 Theoretical and Normative Framework is constituted by the Rules and Regulations, calculation bases on which this Integral Study is framed.

In Chapter 3 Electrical Inspection is the design of the primary network and distribution substations of the University City of Perayoc, which consists of 02 supplies and / or connections in MV, located in design points SED 0010137 and structure in MT N ° 3847. It is also the subject of the same elaboration of the Demand and Table of charges for substations and photographic panel.

In Chapter 4 Project Engineering, we develop the primary distribution networks, followed by the project engineering of the secondary distribution networks, public and road lighting that consists of the Analysis and definition of the System Topology Configuration, Selection of Materials and Equipment, Electrical Calculations, Short Circuit Calculation, Calculation of Grounding, voltage drop calculations, load flows, as well as protection coordination In order to provide security and continuity of service, finally the lighting calculations that comprise different basic theoretical concepts such as light, visual field, luminous flux, luminous intensity, we can also appreciate some tables of Luminaire Depreciation Factors according to their Degree of Protection.

In Chapter 5 Technical Specifications of Supplies and Materials refer to the transportation and handling of materials and equipment, as well as to the work that will be carried out by the Contractor, for the installation of primary and secondary networks, based on the provisions of the Code National de Electricidad (Suministro 2011) and the common practice of engineering, a table of Technical Data N2XOH is exposed. 0.6 / 1.00 KV Triple and Bipolar, specific technical specifications for the supply of poles and materials for track and park lighting.

## ÍNDICE GENERAL

### Contenido

PRESENTACIÓN.....	ii
DEDICATORIAS .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
INTRODUCCION .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvii
INDICE DE SÍMBOLOS.....	xx
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xxi
CAPITULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	2
1.3 EL PROBLEMA .....	6
1.4 OBJETIVOS .....	12
1.4.1 OBJETIVOS GENERALES .....	12
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
ANTECEDENTES.....	12
JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	15
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	16
1.5 METODO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CAPITULO II .....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. INTRODUCCIÓN .....	19

2.2.	ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS .....	20
2.2.1	SUBTERRÁNEAS.....	20
2.3.	EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN.....	20
2.3.1	NIVEL MEDIO.....	21
2.3.2	NIVEL FUERTE.....	21
2.4.	PROTECCIONES ELÉCTRICAS E INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA .....	21
2.4.1	TOMA DE TIERRA DE UN APOYO (TT).....	21
2.4.2	PUESTA A TIERRA DE UN APOYO.....	21
2.4.3	MEJORA DE PUESTA A TIERRA .....	22
2.4.4	CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE UBICACIÓN DE APOYOS.....	22
2.4.5	MATERIALES.....	23
2.5.	PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN .....	28
2.6.	MANEJO Y TENDIDO DE LOS CABLES ELÉCTRICOS TERRESTRES .....	28
2.6.1	MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS .....	29
2.6.2	TENDIDO DE CABLES EN ZANJA.....	37
2.6.3	TENDIDO DE CABLES EN DUCTOS .....	38
2.7.	PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	39
2.8.	DISEÑO DE ALUMBRADO DE EXTERIORES .....	51
2.8.1	ALUMBRADO PUBLICO .....	52
2.8.2	ALUMBRADO ORNAMENTAL .....	53
2.8.3	DISEÑO DE ALUMBRADO INDUSTRIAL, FABRIL O DE SERVICIOS .....	53
2.8.4	ALUMBRADO POR PROYECTORES .....	54
2.8.5	ALUMBRADO DEPORTIVO.....	55
2.9.	CÁLCULO DE UN ALUMBRADO POR PROYECCIÓN .....	55
CAPITULO III.....		57
INSPECCIÓN ELÉCTRICA .....		57
3.1.	ASPECTOS GENERALES.....	57
3.1.1	DESCRIPCIÓN TÉCNICA .....	58

3.2.	VÍAS DE ACCESO Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS .....	61
3.3.	POBLACIÓN BENEFICIADA .....	61
3.4.	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO .....	63
3.4.1	RED PRIMARIA .....	64
3.4.2	SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN .....	64
3.5.	SUMINISTRO DE ENERGÍA Y PUNTOS DE DISEÑO .....	65
3.5.1	SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	65
3.5.2	PUNTOS DE DISEÑO .....	66
3.6.	CUADRO DE DEMANDA .....	66
3.6.1.	CUADRO DE CARGAS POR SUBESTACIÓN .....	66
3.7.	BASES DE CÁLCULO .....	70
3.8.	REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	71
3.9.	INSPECCIÓN ELÉCTRICA .....	73
3.9.1.	TRANSFORMADORES .....	73
3.9.2.	GABINETE ELÉCTRICO PRINCIPAL Y TERMOMAGNETICOS .....	74
3.9.3.	CONDUCTORES .....	76
3.9.4.	ALUMBRADO VIAL Y DEPORTIVO .....	77
3.9.5.	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.....	78
3.9.6.	CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN .....	79
3.9.7.	VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T. y B.T. ....	80
CAPITULO IV .....		81
4.	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	81
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	81
4.2.	RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA .....	82
4.2.1	ALCANCE.....	82
4.2.2	BASES DE CÁLCULO .....	82
4.2.3	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	83
4.2.4	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD .....	90
4.2.5	CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	92

4.2.6 CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN .....	95
4.2.7 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA POR EFECTO JOULE....	96
4.2.8 FLUJOS DE CARGA Y REGULACIÓN DE TENSIÓN .....	97
4.2.9 ESTUDIO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO.....	106
4.2.10 SELECCIÓN DE AISLADORES .....	110
4.2.11 SELECCIÓN DE PARARRAYOS .....	111
4.2.12. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO .....	113
4.2.13. COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN.....	114
4.2.14 SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	116
4.2.15 CONFIGURACIÓN EMPLEADA .....	121
4.2.16 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN	121
4.3. REDES DE BAJA TENSIÓN Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN.....	122
4.3.1 OBJETIVO.....	122
4.3.2 ALCANCE.....	122
4.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA.....	123
4.4. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	124
4.4.1 MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE .....	124
4.4.2 ALUMBRADO PÚBLICO .....	124
4.4.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (PAT).....	124
4.4.4 PÉRDIDAS DE ENERGÍA Y POTENCIA .....	125
4.4.5 PUNTOS DE ALIMENTACIÓN PARA REDES SECUNDARIAS .....	125
4.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	125
4.5.1 FACTORES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO .....	126
4.5.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CONDUCTORES .....	126
4.5.3 CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN .....	127
4.6. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN .....	129
4.6.1 CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS .....	129
4.7. PARÁMETROS DE ILUMINACIÓN.....	131
4.8. ILUMINACIÓN DE VÍAS .....	132

4.8.1 TIPO DE VÍA.....	132
4.8.2 NIVEL DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA .....	133
4.8.3 ALTURA DE MONTAJE Y DISPOSICIÓN .....	133
4.8.4 FACTORES DE DEPRECIACIÓN DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS .....	134
4.9. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN .....	136
4.9.1 FACTORES DE UTILIZACIÓN.....	136
4.9.2 FLUJO DE LÁMPARA .....	137
4.9.3 CÁLCULO DE ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO .....	138
4.9.4 CÁLCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA .....	138
4.9.5 CÁLCULO DE FACTORES DE ILUMINANCIA .....	139
4.9.6 CÁLCULO DE LUMINANCIA PUNTO POR PUNTO.....	139
4.9.7 CÁLCULO DE LA LUMINANCIA MEDIA.....	140
4.9.8 CÁLCULO DE LOS FACTORES DE LUMINANCIA.....	140
4.9.9 ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (G) .....	141
4.9.10 ILUMINACIÓN DE PARQUES Y CAMPOS DEPORTIVOS .....	142
CAPITULO V .....	143
5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS DE MATERIALES .....	143
5.1. INTRODUCCIÓN .....	143
5.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	144
5.3. NORMAS, CÁLCULOS Y MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	144
5.3.1 NORMAS APLICABLES.....	144
5.3.2 NORMA EQUIVALENTES.....	144
5.3.3 IDIOMA.....	145
5.3.4 CÁLCULOS Y MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	145
5.3.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS.....	146
5.3.6 PINTURA .....	146
5.4. CONDICIONES SÍSMICAS, VIBRACIONES, VENTILACIÓN, ALTURA DE SEGURIDAD.....	147

5.4.1	CONDICIONES SÍSMICAS .....	147
5.4.2	VIBRACIONES .....	147
5.4.3	VENTILACIONES .....	147
5.4.4	ALTURA DE SEGURIDAD .....	147
5.5.	OXIDACIÓN, FACTORES DE SEGURIDAD, MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS.....	148
5.5.1	OXIDACIÓN .....	148
5.5.2	FACTORES DE SEGURIDAD .....	148
5.5.3	MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS .....	148
5.5.4	EQUIPO Y MATERIALES NO PREVISTOS .....	148
5.5.5	INSCRIPCIONES .....	148
5.6.	PRUEBAS, EMBALAJE, REPUESTOS.....	149
5.6.1	PRUEBAS.....	149
5.6.2	EMBALAJE.....	149
5.6.3	REPUESTOS .....	150
5.7.	EMBARQUE, TRANSPORTE Y MONTAJE .....	150
5.7.1	HERRAMIENTAS.....	150
5.7.2	PRESENTACIÓN DE OFERTAS .....	151
5.8.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA REDES HASTA 1 KV .....	151
5.8.1	CABLES DE ENERGÍA.....	151
5.8.2	TERMINAL PARA CABLE SUBTERRÁNEO .....	155
5.8.3	KIT DE EMPALME PARA CABLE SUBTERRÁNEO.....	156
5.8.4	DUCTOS.....	156
5.8.5	CINTA SEÑALIZADORA .....	156
5.9.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE SUMINISTRO DE POSTES Y MATERIALES PARA ILUMINACIÓN DE VÍAS Y PARQUES .....	157
5.9.1	SOPORTES.....	157
5.9.2	CONDUCTORES .....	158

5.9.3 PASTORALES.....	159
5.9.4 LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO .....	160
CONCLUSIONES .....	165
RECOMENDACIONES .....	167
BIBLIOGRAFÍA.....	169
ANEXOS Y PLANOS .....	172

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. 1 Ubicación Geográfica.....	2
Tabla N° 1. 2 Áreas Y Facultades De La Ciudad Universitaria .....	10
Tabla N° 3. 1 SS.EE. a Renovar y Proyectadas .....	60
Tabla N° 3. 2 Características Geográficas .....	61
Tabla N° 3. 3 Facultades y Áreas Beneficiadas .....	62
Tabla N° 3. 4 Suministros de Energía.....	65
Tabla N° 3. 5 Puntos de Diseño .....	66
Tabla N° 3. 6 Verificación de la Evaluación .....	80
Tabla N° 4. 1 Factores .....	92
Tabla N° 4. 2 Nivel de Aislamiento Requerido para la Zona de Estudio .....	109
Tabla N° 4. 3 Nivel de Aislamiento para Equipos.....	109
Tabla N° 4. 4 Características de los Aisladores Tipo Pin, que cumplen con el nivel de aislamiento requerido. (Norma ANSI C29.6).....	110
Tabla N° 4. 5 Características de los Aisladores de Suspensión RPP-25 (Norma ANSI C29.6) .....	111
Tabla N° 4. 6 Características de los Pararrayos Autovalvulares de Oxido Metálico: .....	113
Tabla N° 4. 7 Valor Máximo Resistencia .....	121
Tabla N° 4. 8 Factores Considerados en el Diseño.....	126
Tabla N° 4. 9 Tabla de Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Triple .....	128
Tabla N° 4. 10 Tabla de Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Bipolar .....	1289
Tabla N° 4. 11 Nivel de Luminancia e Iluminación .....	133
Tabla N° 4. 12 Uniformidad de Luminancia .....	133
Tabla N° 4. 13 Recomendaciones Sobre Disposición de Luminarias .....	133
Tabla N° 4. 14 Grados de Protección Indicados por la Primera Cifra.....	134
Tabla N° 4. 15 Grado De Protección Indicados por la Segunda Cifra .....	135
Tabla N° 4. 16 Factores de Depreciación de Luminarias de Acuerdo a su Grado de Protección .....	136
Tabla N° 4. 17 Factores de Depreciación de Flujo de Lámparas que se Usaran .....	136
Tabla N° 4. 18 Factores de Utilización.....	136

Tabla N° 4. 19 Valores de R Según el Tipo de Calzada y el Grado de Control de La Luminaria .....	137
Tabla N° 5. 1 Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Triple .....	154
Tabla N° 5. 2 Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Bipolar .....	155
Tabla N° 5. 3 Terminal para Cable Subterráneo.....	155
Tabla N° 5. 4 Kit de Empalme.....	156
Tabla N° 5. 5 Característica de Cinta Señalizadora.....	156
Tabla N° 5. 6 Característica de Soporte Pote 7mts.....	157
Tabla N° 5. 7 Característica de Soporte Poste 9mts. ....	157
Tabla N° 5. 8 Característica de Soporte Pote 6mts.....	1588
Tabla N° 5. 9 Iluminación de Vías.....	159
Tabla N° 5. 10 Iluminación de Pasajes y Parques .....	159
Tabla N° 5. 11 Especificaciones Técnicas de Luminaria Led e 35 watt.....	161
Tabla N° 5. 12 Especificaciones Técnicas de la Luminaria Led de 100watt.....	1622
Tabla N° 5. 13 Especificaciones Técnicas de Luminaria Led de 35 watt.....	1633
Tabla N° 5. 14 Especificaciones Técnicas de Luminaria Saturno .....	1644

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. 1 Provincias Del Departamento Del Cusco .....	3
Figura N° 1. 2 Ubicación Del Área De Estudio Perayoc – Unsaac .....	4
Figura N° 1. 3 Diagrama Unifilar Perayoc – Unsaac .....	5
Figura N° 1. 4 Foto Ciudad Universitaria Perayoc .....	6
Figura N° 1. 5 Señal de tensión y corrientes medidos en una carga no lineal .....	8
Figura N° 2. 1 Apoyo monobloque Cimentación en tierra. Zonas frecuentadas. Publica Concurrencia y Apoyo de maniobra. ....	24
Figura N° 2. 2 Apoyo monobloque. Cimentación mixta. Zona no frecuentada agrícola. ...	25
Figura N° 2. 3 Apoyo monobloque. Cimentación en roca. Zona no Frecuentada. ....	26
Figura N° 2. 4 Apoyo monobloque. Cimentación en tierra. Apoyo de hormigón. ....	27
Figura N° 2. 1 Revirado de bobina .....	<u>30</u>
Figura N° 2. 2 Situación de la bobina para el tendido .....	<u>31</u>
Figura N° 2. 3 Cabezal de tracción .....	<u>32</u>
Figura N° 2. 8 Disposición de los rodillos. ....	33
Figura N° 2. 9 Tendido desde un medio de transporte. ....	34
Figura N° 2. 10 Accionamiento eléctrico. ....	34
Figura N° 2. 11 Tendido mecánico mediante cabrestante. ....	35
Figura N° 2. 12 Empalme premoldeado para conductores unipolares. ....	36
Figura N° 2. 13 Celda Modular de Línea. ....	40
Figura N° 2. 14 Celda Modular de Protección con Fusible. ....	41
Figura N° 2. 15 Celda Modular de Protección con Int. Automático. ....	42
Figura N° 2. 16 Celda Modular de Int. Pasante. ....	43
Figura N° 2. 17 Celda Compacta Extensible. ....	44
Figura N° 2. 18 Centro de Transformación prefabricado de Superficie. ....	45
Figura N° 2. 19 Centro de Transformación Subterráneo para un transformador. ....	45
Figura N° 2. 20 Centros de Transformación Subterráneos. a) Con ventilación horizontal. b) Con ventilación vertical. ....	46
Figura N° 2. 21 Centro de Transformación Prefabricado para Redes Rurales. a) Vista desde el exterior. b) Esquema eléctrico. ....	47
Figura N° 2. 22 Centro de Transformación situado en planta sótano. ....	47

Figura N° 2. 23 Centro de Transformación de Intemperie. ....	48
Figura N° 2. 24 Esquema de un Centro de Transformación en puntas.....	49
Figura N° 2. 25 Centro de Seccionamiento y Transformación de Cliente para dos transformadores. a) Distribución de Celdas .....	50
Figura N° 2. 26 Centro de Seccionamiento y Transformación de Cliente para dos transformadores. b) Esquema Eléctrico. (Cont.). .....	50
Figura N° 2. 27 Tabla de Valores de Niveles de Iluminación. ....	51
Figura N° 3. 1 SS.EE 0010019 (Puerta Principal).....	66
Figura N° 3. 2 SS.EE Proyectada (Administración).....	66
Figura N° 3. 3 SS.EE. Proyectada (Centro de Salud) .....	67
Figura N° 3. 4 SS.EE. 0010562 (Ing. Eléctrica) .....	67
Figura N° 3. 5 SS.EE. Proyectada (Biblioteca Central).....	67
Figura N° 3. 6 SS.EE. 0010094 (Química).....	68
Figura N° 3. 7 SS.EE. Proyectada (Centro Pre-Universitario) .....	68
Figura N° 3. 8 SS.EE. Proyectada (Arquitectura).....	69
Figura N° 3. 9 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Antiguo).....	69
Figura N° 3. 10 SS.EE. Proyectada (Ciencias Sociales).....	69
Figura N° 3. 11 SS.EE. Proyectada (Ing. Electronica) .....	69
Figura N° 3. 12 SS.EE Proyectada (Ciencias de la Comunicacion) .....	69
Figura N° 3. 13 SS.EE Proyectada (Biología) .....	70
Figura N° 3. 14 SS.EE Proyectada (Comedor Universitario Nuevo) .....	70
Figura N° 3. 15 Potencia De Transformadores.....	70
Figura N° 3.16 – Panel Fotográfico Perayoc .....	72
Figura N° 4. 1 SS.EE 0010019 (Puerta Principal).....	84
Figura N° 4.2 SS.EE Proyectada (Administración).....	84
Figura N° 4.3 SS.EE. Proyectada (Centro de Salud).....	84
Figura N° 4.4 SS.EE. 0010562 (Ing. Eléctrica) .....	85
Figura N° 4.5 SS.EE. Proyectada (Biblioteca Central).....	85
Figura N° 4.6 SS.EE. 0010094 (Química) .....	85
Figura N° 4.7 SS.EE. Proyectada (Centro Pre-Universitario) .....	86
Figura N° 4.8 SS.EE. Proyectada (Arquitectura).....	86

Figura N° 4. 9 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Antiguo).....	86
Figura N° 4. 10 SS.EE. Proyectada (Ciencias Sociales).....	86
Figura N° 4.11 SS.EE. Proyectada (Ing. Electrónica) .....	87
Figura N° 4.12 SS.EE. Proyectada (Ciencias de la Comunicación) .....	87
Figura N° 4.13 SS.EE. Proyectada (Biología) .....	87
Figura N° 4.14 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Nuevo) .....	87
Figura N° 4.15 Potencia De Transformadores .....	88
Figura N° 4.16 Máxima Demanda .....	89
Figura N° 4. 17 Esquema de Carga.....	105
Figura N° 4. 18 Calculo de Caída de Voltaje.....	122
Figura N° 4. 19 Volumen de Excavación de Puesta a Tierra .....	138
Figura N° 4. 20 Sistema de Coordenadas C - $\gamma$ .....	140
Figura N° 4. 21 Calculo de Iluminancia Punto por Punto .....	140
Figura N° 5. 1 Postes de Fierro Galvanizado.....	158
Figura N° 5. 2 Luminarias Led de 35w para Alumbrado Público Vías de Transito.....	160
Figura N° 5. 3 Luminaria Tipo Reflector Led de 100 Watts. Para iluminación de Campos Deportivos .....	161
Figura N° 5. 4 Luminaria y Lámpara Led de 35 Watts. Tipo Reflector Arquitectónico para iluminación Fachadas .....	162
Figura N° 5. 5 Luminaria y Lámpara para iluminación de Parques .....	163

## ÍNDICE DE SÍMBOLOS

<b>d</b>	:	Diámetro del electrodo (m)
<b><math>\delta</math></b>	:	Índice de penetración en m.
<b>DMG</b>	:	Distancia media geométrica
<b>f</b>	:	Frecuencia del sistema
<b><math>\rho</math></b>	:	Resistividad eléctrica del terreno en ohm-m
<b>Pa</b>	:	Resistividad aparente del terreno (Ohm - m)
<b>Fc</b>	:	Factor de carga
<b>FP</b>	:	Factor de pérdidas
<b>h</b>	:	Profundidad de enterramiento (m).
<b>I</b>	:	Vector de corrientes de nodo
<b>L</b>	:	Longitud del tramo de línea, en km.
<b>P</b>	:	Potencia, en kW.
<b>r<sub>1</sub></b>	:	Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en $\Omega$ / km
<b>RMG</b>	:	Radio medio geométrico del conductor
<b>R<sub>hh</sub></b>	:	Resistencia propia de un electrodo (Ohm)
<b>R<sub>o</sub></b>	:	Resistencia unitaria de secuencia cero en Ohm/km.
<b>S</b>	:	Vector de potencias de nodo
<b>Tan<math>\phi</math></b>	:	Angulo de factor de potencia.
<b>V</b>	:	Vector de voltajes de nodo
<b>VF</b>	:	Tensión fase - neutro, en kV
<b>V<sub>L</sub></b>	:	Tensión entre fases, en kV.
<b><math>\omega</math></b>	:	Frecuencia angular
<b>X<sub>1</sub></b>	:	Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en $\Omega$ / km
<b>Y</b>	:	Matriz de admitancia de la red
<b><math>\Delta V</math> %</b>	:	Caída porcentual de tensión.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**BAJA TENSIÓN (abreviatura: B.T.):** Conjunto de niveles de tensión utilizados para la distribución de la electricidad. Su límite superior generalmente es  $U \leq 1$  kV, donde U: Tensión Nominal.

**CALIDAD DEL SERVICIO:** Evaluación de las desviaciones de los criterios técnicos que están más allá de un rango definido (explícito o implícito) del suministro de electricidad o del conjunto de suministros de electricidad dentro de un sistema eléctrico.

**CONEXIONES (instalación):** Conjunto de elementos abastecidos desde un sistema de generación, un sistema de transmisión o un sistema de distribución para la alimentación de los suministros de energía eléctrica destinados a los usuarios, incluyendo las acometidas y las cajas de conexión, de derivación y/o toma, equipos de control, limitación, registro y/o medición de la energía eléctrica proporcionada.

**CONFIABILIDAD DE SERVICIO:** Capacidad de un sistema de energía para cumplir con su función de abastecimiento bajo condiciones fijas en un período específico de tiempo.

**CONTACTO ELÉCTRICO:** Estado de dos o más partes conductoras que se tocan una a la otra accidental o intencionalmente y que forman un camino conductor único y continuo.

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:** Son los estudios que deben efectuarse en los proyectos de las actividades eléctricas, los cuales abarcarán aspectos físicos naturales, biológicos, socioeconómicos y culturales en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de determinar las condiciones existentes y las capacidades del medio, así como prever los efectos y consecuencias de la realización del mismo, indicando medidas y controles a aplicar para lograr un desarrollo armónico entre las operaciones eléctricas y el ambiente.

**LÍNEA AÉREA:** Línea eléctrica cuyos conductores están sobre el terreno, generalmente por medio de aisladores y soportes apropiados.

**LÍNEA SUBTERRÁNEA:** Línea eléctrica con conductores aislados enterrados directamente en la tierra, o colocados en conductos portacables, tuberías, canales, etc.

**MATERIAL ELÉCTRICO:** Cualquier elemento utilizado con fines de generación, conversión, transmisión, distribución u utilización de la energía eléctrica, como por

ejemplo, máquinas, transformadores, aparatos, instrumentos de medición, dispositivos de protección, equipos para canalizaciones eléctricas, artefactos.

**MEDIA TENSIÓN (abreviatura: M.T.):** Cualquier conjunto de niveles de tensión comprendidos entre la alta tensión y la baja tensión. Los límites son  $1 \text{ kV} < U < 30 \text{ kV}$ , donde U: Tensión Nominal.

**PARPADEO; FLICKER:** Impresión de inestabilidad de la sensación visual inducida por un estímulo luminoso cuya luminancia o concentración espectral fluctúa con el tiempo.

**PREVENCIÓN DE FALLAS:** Característica de diseño de un elemento que impide que sus fallas provoquen averías críticas.

**PROTECCIÓN:** Conjunto de disposiciones diseñadas para detectar fallas u otras situaciones anormales en una red eléctrica, permitir la eliminación de estas fallas, poner fin a situaciones anormales e iniciar señales o indicaciones.

**RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA:** Instalaciones, subestaciones, líneas o cables para la transmisión, y distribución de la electricidad.

**SISTEMA DE UTILIZACIÓN:** Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones destinado a llevar energía eléctrica suministrada a cada usuario desde el punto de entrega hasta los diversos artefactos eléctricos en los que se produzcan su transformación en otras formas de energía.

**SUBSISTEMA DE SUBTRANSMISIÓN:** Es aquel destinado a transportar la energía eléctrica suministrada por un sistema de generación y eventualmente un subsistema de transmisión a un sistema de distribución y/o a uno o más usuarios y abarca tanto las redes como las subestaciones intermedias y/o finales de transformación.

**TENSIÓN NOMINAL DE UNA RED:** Valor aproximado de tensión eficaz utilizado para designar o identificar una red y según la cual son determinadas ciertas características de su funcionamiento y aislamiento.

# CAPITULO I

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Como es bien conocido la industria eléctrica a nivel mundial ha venido experimentando fuertes cambios en los últimos diez años de un esquema de empresas verticalmente integradas, donde se debe destacar los tres eslabones básicos de la cadena de producción (generación-transmisión-distribución) eran realizados por la misma empresa, se está pasando a un nuevo esquema en el cual se introduce competencia en aquellas etapas que así lo permiten ( en principio generación y comercialización de la energía eléctrica) El logro de mayor eficiencia en el sistema de Generación y Distribución de la energía eléctrica se hace cada día más necesario tanto desde el punto de vista económico como ecológico<sup>1</sup>.

El Subsistema de Distribución Primaria y Secundaria comprendido en la Ciudad Universitaria de Perayoc, de propiedad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, viene a estar constituida por líneas y/o conductores, circuitos primarios, derivaciones, transformadores de distribución, y red secundaria fuentes de suministro y consumidores como edificios de uso general, centros de producción y otros.

Se puede Diagnosticar de un área que ha crecido sin planes, sin control, y para ello se desea una Red Nueva bien planteada y que prevea la expansión futura, siendo un área con Servicio Eléctrico Continuo a través de los años, su densidad de carga es conocida, la nueva red provocara un incremento inmediato de cargas inhibidas por el mal servicio que daba la vieja red, por otra parte la red deberá ser satisfactoria por muchos años en los que crecerá la carga individual y colectiva ,aparecerán nuevas infraestructuras, Lozas multiusos, Laboratorios, el sistema de puesta a tierra de los sistemas de cómputo que es importante para propósitos de seguridad personal y funcionalidad de los equipos ,etc.

---

<sup>1</sup> [http://revistascientificas.cujae.edu.cu/Revistas/Electronica/Vol-XXXII/3-2011/03-Balance\\_de\\_Cargas\\_en\\_Circuitos.pdf](http://revistascientificas.cujae.edu.cu/Revistas/Electronica/Vol-XXXII/3-2011/03-Balance_de_Cargas_en_Circuitos.pdf) (Roberto Luis Ballesteros Horta, Raimundo Cláudio Souza Gomes)

El desarrollo experimentado por las instalaciones eléctricas en las edificaciones ya sean de tipo industrial, residencial, comercial o institucional, obliga a la consulta de reglamentos, normas y manuales, donde es fundamental tener en cuenta las principales normas de seguridad que permitan minimizar los diferentes riesgos y/o accidentes (cortocircuitos, incendios, explosiones, etc.) con el fin de establecer medidas que garanticen la seguridad, la preservación del medio ambiente y protección al usuario, y obtener conclusiones concretas y precisas para su posterior aplicación profesional.

La Universidad no está exenta de los riesgos eléctricos y por ello es necesario un Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc de cada uno de sus edificios, ya que diariamente circulan gran cantidad de personas, las cuales pueden estar expuestas a cualquier peligro de origen eléctrico y en la mayoría de los casos los medios de seguridad no son suficientes para garantizar unas instalaciones eléctricas fiables y seguras, tanto para las personas como para el medio ambiente y los equipos eléctricos.

El Estudio Integral debe tener un estado final que permita alimentar las cargas futuras, y se dejaran las provisiones para acompañar el desarrollo a medida que el consumo lo exija.

De lo anteriormente expresado se muestran falencias en las redes eléctricas y para ello se requiere de una metodología de diagnósticos a las instalaciones eléctricas acordes a los cambios continuos. En este trabajo de grado se presenta un desarrollo en este sentido.

## 1.2 ÁMBITO GEOGRÁFICO

El Proyecto desarrollado, comprende el subsistema de distribución primaria y secundaria de la ciudad universitaria de PERAYOC – UNSAAC

**Tabla N° 1. 1 Ubicación Geográfica**

ZONA DEL ESTUDIO :			
DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	ALTITUD
CUSCO	CUSCO	CUSCO	3399 msnm

Las coordenadas UTM de ubicación del área del proyecto tiene como coordenada inferior izquierda E 825 769 , N 8 502 572; y la coordenada superior derecha es E 827 839 , N 8 504 350.

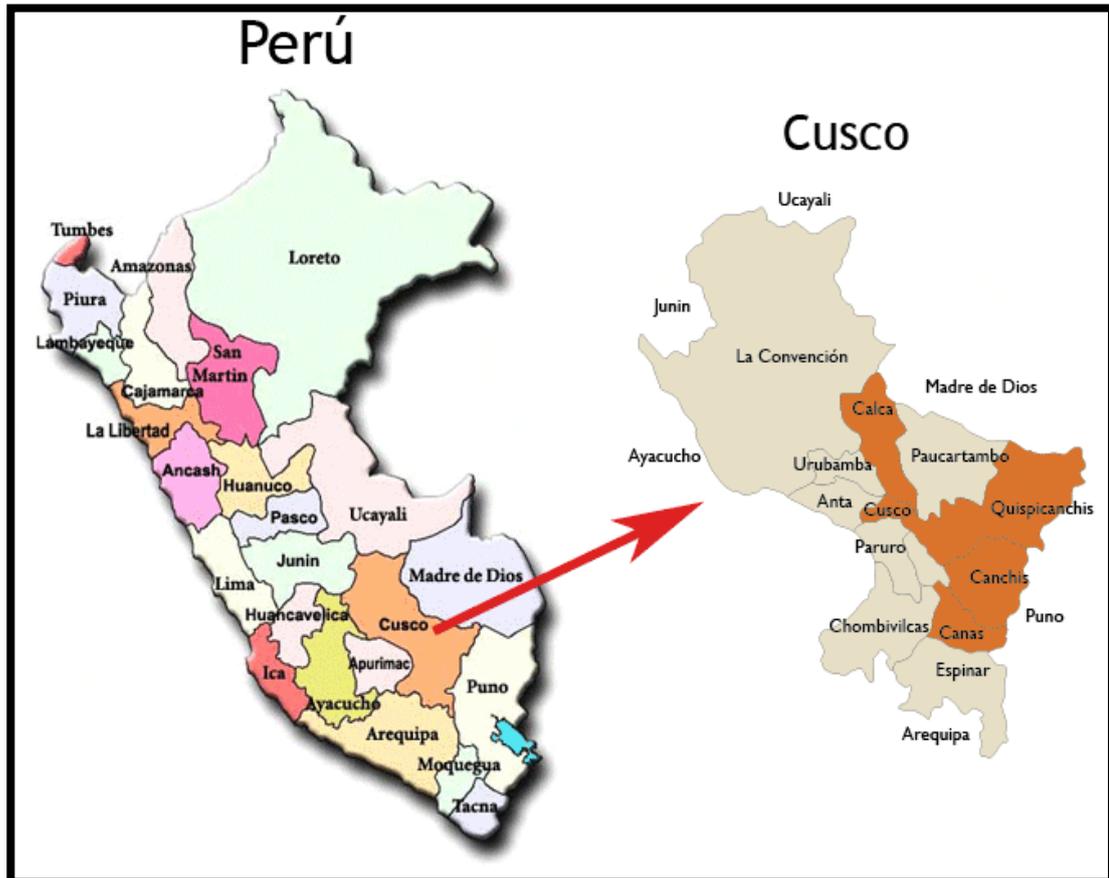
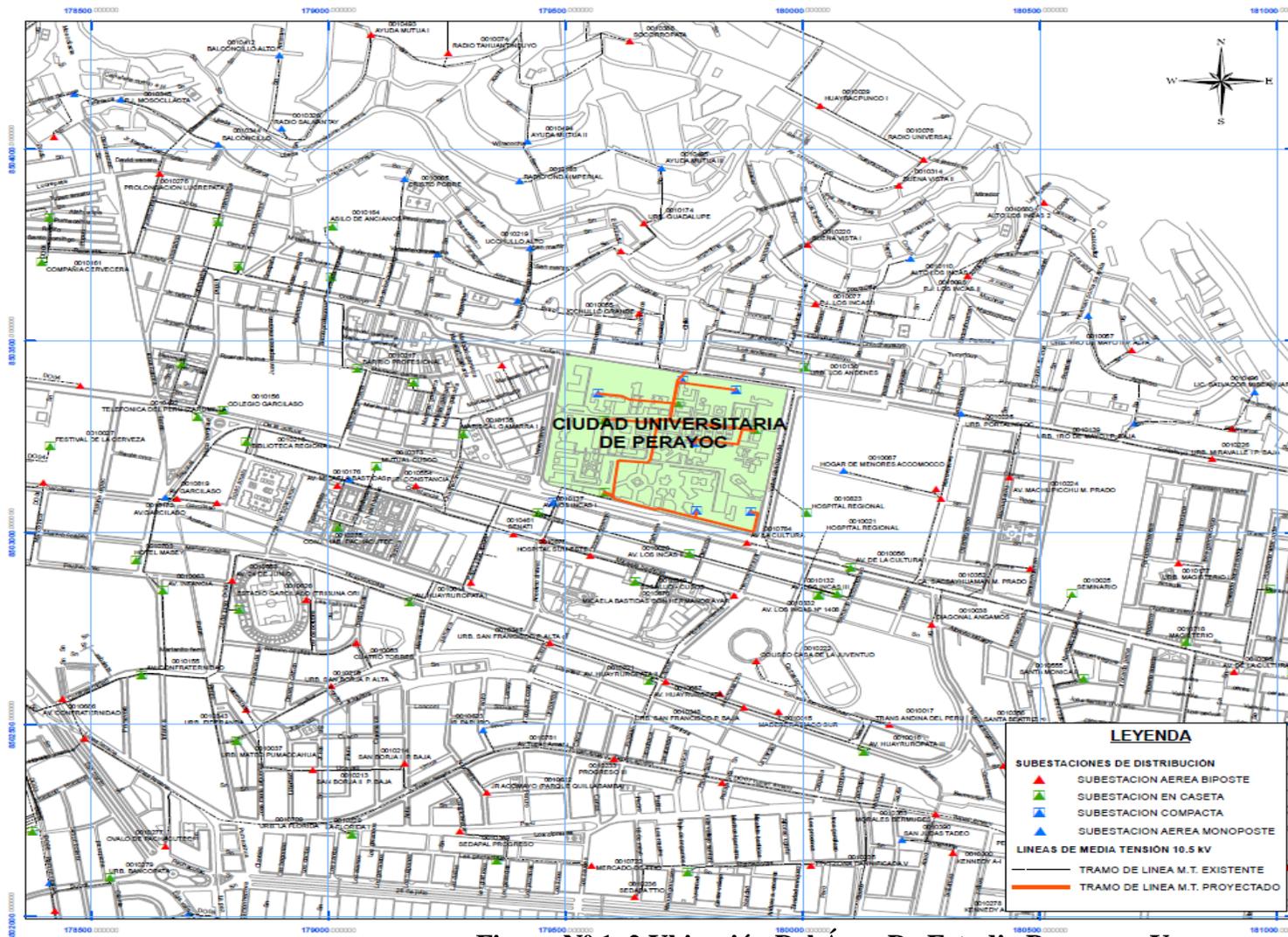
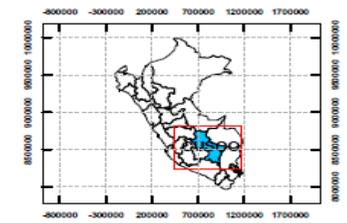


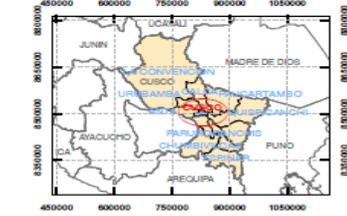
Figura N° 1. 1 Provincias Del Departamento Del Cusco



**UBICACIÓN DEPARTAMENTAL:**



**UBICACIÓN PROVINCIAL:**



**UBICACIÓN DISTRITAL**



PROYECTO: <b>ESTUDIO INTEGRAL DE MEJORAMIENTO DE LAS REDES DE MEDIA Y BAJA TENSION DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC - UNSAAC</b>		
PLANO: <b>UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO</b>		
OPRO: CUSCO	ARCH: -	PLANO: PU-01
PROV: CUSCO	FECHA: DIC - 2014	
DIST: CUSCO	ESCALA: 1:8,500	
DISEÑO: M.A.L.N	REV: -	LAMINA: 1/1
APROBADO: M.A.L.N	APROBADO: UNSAAC	

**Figura N° 1. 2 Ubicación Del Área De Estudio Perayoc – Unsaac**

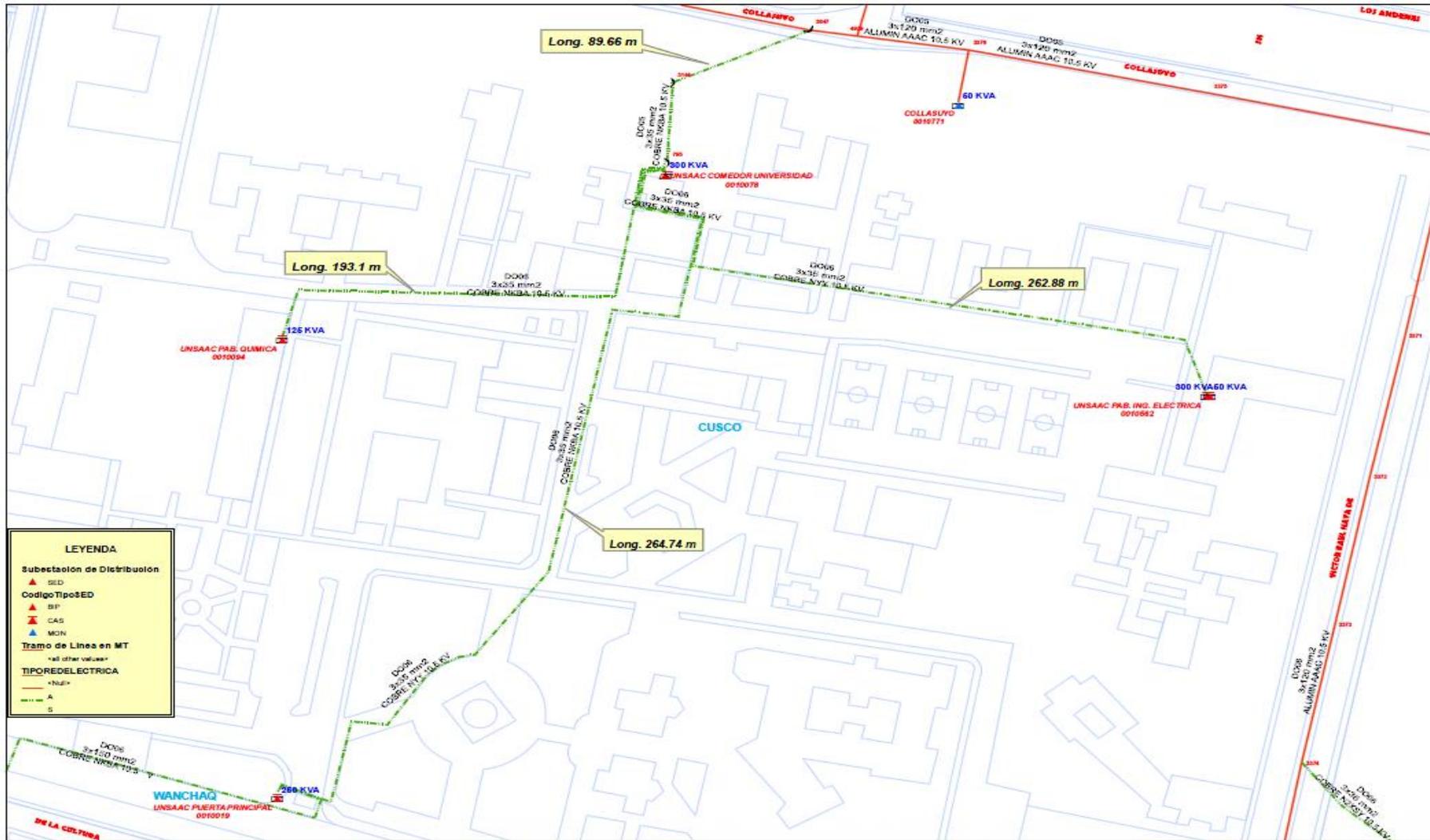


Figura N° 1.3 Diagrama Unifilar Perayoc – Unsaac



**Figura N° 1. 4 Foto Ciudad Universitaria Perayoc**

### **1.3 EL PROBLEMA**

A través de los años transcurridos en la vida institucional de la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, ha ido experimentando diversos cambios en cuanto a infraestructura se refiere y de la adecuación de uso de los ambientes existentes, esto motivo cambios de aulas a laboratorios, de laboratorios a oficinas administrativas, de aulas a bibliotecas, etc. También puede observarse desde hace muchos años atrás, la construcción de nuevas edificaciones que no están cumpliendo con el propósito para las que fueron destinadas inicialmente, y/o realizándose adecuaciones de ambientes sobre todo en edificaciones de mayor antigüedad así como la implementación no prevista de equipos de laboratorio y maquinarias en los diferentes centros de producción. En base a estas observaciones se ha logrado resaltar la carencia de normativa y procedimientos que regulen la construcción de redes de distribución en media y baja tensión en el área de cobertura de Perayoc, siendo la energía eléctrica el elemento motriz de la economía.

El desbalance de fases en un sistema de distribución de energía eléctrica, constituye ser uno de los tantos problemas que suele afectar negativamente la confiabilidad y calidad de los sistemas de distribución. Estos fenómenos pueden incrementar las pérdidas en los

sistemas de distribución, así como la merma en la calidad del sistema eléctrico además de afectar la confiabilidad del mismo<sup>2</sup>.

La principal causa del Desbalance son las cargas monofásicas sobre el sistema trifásico, debido a una distribución no homogénea, en especial la de consumidores de baja tensión de índole monofásicos. Para igual dispersión de cargas monofásicas, la configuración del tipo de red de distribución y transmisión incide sobre la propagación del desbalance. La configuración de red radial, mostrará niveles mayores que una red mallada. Las impedancias propias y mutuas entre fases no balanceadas presentarán desbalances en las caídas de tensión aún con cargas simétricas. El efecto de un banco trifásico de capacitores con una fase fuera de servicio presentará un desbalance de compensación de corriente reactiva capacitiva. Como consecuencias en general los efectos se resumen en la aparición de componentes de secuencia inversa y homopolar que dan como resultado<sup>3</sup>.

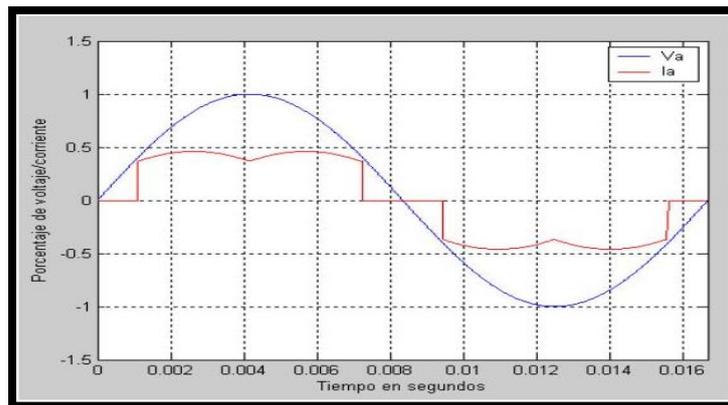
- Pérdidas adicionales de Potencia y Energía.
- Calentamiento adicional de máquinas, limitándose la capacidad de carga nominal.
- Reducción de los sistemas de distribución en el transporte de potencia
- Propagación de desbalance a otros nodos de conexión de la red.

Uno de los problemas más comunes que afectan a la calidad de la energía en sistemas eléctricos de distribución es la deformación de la onda, producida en gran medida por un fenómeno denominado “Distorsión armónica”, problema que afecta tanto a las redes eléctricas de distribución como a los consumidores finales. Los armónicos son tensiones o corrientes sinusoidales que poseen frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la cual el sistema de alimentación está diseñado para operar. Las formas de onda distorsionadas pueden ser descompuestas en una suma de la señal de frecuencia fundamental y las armónicas, la distorsión armónica se origina debido a las características no lineal desde los equipos y cargas de un sistema de potencia<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> texto extraído de <http://www.scielo.org.ve/pdf/rfiucv/v24n3/art05.pdf>

<sup>3</sup> texto extraído de <http://www.ecamec.com.ar/newsletter/bajarnotaa0909.pdf> Desbalance de Tensiones en sistemas



**Figura N° 1. 5 Señal de tensión y corrientes medidas en una carga no lineal**

El uso en gran escala de lámparas fluorescentes como un medio para reducir el consumo de energía se ha visto recientemente incrementado en muchos lugares del mundo. La utilización de nuevas tecnologías que abarcan diseños de lámparas fluorescentes y lámparas de vapor de metal constituye sistemas más eficientes de iluminación, sin embargo es importante analizar el lado negativo del uso masivo de lámparas fluorescentes debido a la generación de armónicas. Las lámparas incandescentes por ser lineales, producen la circulación de corriente fundamental al ser alimentadas por una fuente de voltaje senoidal de la misma frecuencia. En cambio las lámparas fluorescentes son cargas no lineales por su naturaleza, por lo tanto al aplicarles un voltaje senoidal, se produce una circulación de corrientes no sinusoidales a través de ellas. Ya que las lámparas fluorescentes de alta eficacia se conectan a la red de distribución, las corrientes armónicas que se generan pueden fluir a través de los conductores hacia los transformadores de distribución. Los efectos producidos por las armónicas en los sistemas eléctricos han analizados tanto para circuitos particulares como para toda una red interconectada, no obstante en algunos casos es muy difícil cuantificarlos en forma específica puesto que dependen de muchos factores a continuación mencionamos algunos<sup>4</sup>:

- Perdidas adicionales de Potencia y Energía.
- Efecto en cables y conductores.
- Efecto en transformadores
- Efecto en interruptores ( Circuit breakers)
- Efecto en la barra de neutros

<sup>4</sup> [https://ww.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/EL5203/1/material\\_docente/bajar?id\\_material=384495](https://ww.u-cursos.cl/ingenieria/2011/2/EL5203/1/material_docente/bajar?id_material=384495) armónicos en redes

- Efecto en los bancos capacitores
- Efecto en los motores de inducción
- Efecto en otros equipos

Se han presentado los efectos más importantes de las armónicas en las componentes principales de los sistemas eléctricos, en algunos casos estos efectos son extremadamente complicados de evaluar, aunado al hecho de que el equipo de medición necesario para cuantificarlos es muy costoso, sin embargo el conocimiento de los aspectos generales de sus causas y consecuencias nos ayudan a prevenir y tomar las medidas tendientes a minimizar sus efectos en aras de una operación efectiva y segura de los sistemas eléctricos actuales.

La puesta a tierra de una instalación eléctrica residencial es un aspecto de las instalaciones eléctricas al que, en la ciudad del Cusco, no se le da la importancia que merece. En la generalidad de los casos, los “Ingenieros Electricistas” se limitan a anotar en la solicitud del nuevo servicio, un valor que sea inferior al que se exige en la normativa correspondiente y procede a instalar una sola barra (la más pequeña que se permita) para realizar la conexión de la puesta a tierra de la instalación. En vista de que no se hace por parte de la compañía distribuidora ninguna verificación del valor en ohmios de la puesta a tierra, este procedimiento se ha convertido en una mala costumbre. Para realizar la puesta a tierra de una instalación eléctrica, existe una serie de normativas que se deben respetar y en el caso de una instalación eléctrica residencial, no es ninguna excepción.

Las compañías que proporcionan este servicio están en la obligación de pagar por daños a los aparatos electrodomésticos, e incluso por las pérdidas económicas en el sector comercial e industrial. Pero las compañías pueden apelar, alegando que existe una mala conexión de puesta a tierra en la instalación eléctrica de la residencia. En este caso, si se realizan mediciones y se comprueba el incumplimiento de la normativa de la resistencia eléctrica que posee la puesta a tierra de la instalación, el electricista responsable del trabajo puede verse afectado, con la consiguiente pérdida para el propietario de la instalación. De acuerdo a la norma ANSI/IEEE 80, (American National Standards Institute / Institute of Electrical and Electronic Engineers) el valor de resistencia de tierra en una acometida de baja tensión debe ser menor de 25 ohmios  $\Omega$ . Además, en muchos casos, debido a la popularización del uso de los equipos de cómputo y otros equipos electrónicos, la

instalación requiere valores de resistencia de la puesta a tierra menores a 5 ohmios y otros menores a 2 ohmios. En estos casos, resulta muy conveniente interconectar la puesta a tierra con la solera de fundación. La interconexión de la red de tierra con la solera de fundación de la edificación está mencionada como alternativa en el National Electrical Code (NEC) desde hace muchos años, pero lo que no menciona el NEC es la manera de cómo hacerlo.

Esta serie de cambios en la actualidad están dando lugar a la operación de las instalaciones eléctricas sobre su capacidad nominal, las mismas que dan origen a sobrecalentamientos y el consiguiente deterioro prematuro de los conductores y la mala selectividad de los equipos de protección, cortes intempestivos, mala calidad de energía, traducándose en un elevado costo de reposición de equipos y materiales deteriorados y pérdidas excesivas de energía eléctrica en los Pabellones EXISTENTES Y PROYECTADOS siendo estos:

**Tabla N° 1. 2 Áreas Y Facultades De La Ciudad Universitaria**

<b>CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC</b>		
<b>BLOQUE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1-A	ÁREA ADMINISTRATIVA UNSAAC (PROYECTADO)	PROYECTADO
1-B	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES (PROYECTADO)	PROYECTADO
2	FACULTAD DE TURISMO	EXISTENTE
3	CENTRO DE IDIOMAS	EXISTENTE
4	FACULTAD DE ECONOMÍA	EXISTENTE
5	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	EXISTENTE
6	AULAS GENERALES	EXISTENTE
7-A	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	EXISTENTE
7-B	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	EXISTENTE
8-A	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	EXISTENTE
8-B	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	EXISTENTE
9-A	FACULTAD DE ENFERMERÍA (ANTIGUO)	EXISTENTE
9-B	FACULTAD DE ENFERMERÍA (NUEVO)	EXISTENTE
10	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	EXISTENTE
11	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA	EXISTENTE
12	LABORATORIO DE QUÍMICA (A RENOVAR)	A RENOVAR
13	CONTROL DE CALIDAD	EXISTENTE
14	FACULTAD DE QUÍMICA (A RENOVAR)	A RENOVAR
15	FACULTAD DE BIOLOGÍA / FÍSICO MATEMÁTICAS	EXISTENTE
16	FACULTAD DE EDUCACIÓN	EXISTENTE
17	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	EXISTENTE

18	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	EXISTENTE
19-A	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (ANTIGUO)	EXISTENTE
19-B	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (NUEVO)	EXISTENTE
20-A	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (ANTIGUO)	EXISTENTE
20-B	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVO)	EXISTENTE
21	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	EXISTENTE
22-A	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	EXISTENTE
22-B	LABORATORIO DE HIDRÁULICA	EXISTENTE
23	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PENTÁGONO)	EXISTENTE
24	FACULTAD DE ARQUITECTURA	EXISTENTE
25	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (ANTIGUO)	EXISTENTE
26-A	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (ANTIGUO)	EXISTENTE
26-B	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (NUEVO)	EXISTENTE
27	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	EXISTENTE
28	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA (PROYECTADO)	EXISTENTE
29	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS	EXISTENTE
30	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (A RENOVAR)	A RENOVAR
31	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	PROYECTADO
32	CENTRO DE SALUD.	EXISTENTE
33	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	EXISTENTE
<b>BLOQUE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
34	AUDITORIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS Y MATEMÁTICAS	EXISTENTE
35-A	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA- SERVIDORES DE CENTRO DE COMPUTO)	EXISTENTE
35-B	BIBLIOTECA CENTRAL	EXISTENTE
36	BLOQUE DE JUBILADOS 1	EXISTENTE
37	BLOQUE DE JUBILADOS 2	EXISTENTE
38	LOCAL DEL SINDUC	EXISTENTE
39	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	EXISTENTE
40	ZOOLOGICO	EXISTENTE
41-A	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACIÓN)	EXISTENTE
41-B	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	EXISTENTE
42	MACRO FACULTAD (PROYECTADO)	PROYECTADO
43	HATUN ÑAN	EXISTENTE
44	BLOQUE DE TOPOGRAFÍA	EXISTENTE
45	TALLER DE METALURGIA (PROYECTADO)	PROYECTADO
46	ADMISIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO
47	RADIO Y TELEVISIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO
48	BIBLIOTECA CENTRAL - AMPLIACIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO
49	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO
50	PLANTA DE CHOCOLATE	EXISTENTE
51	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS (PROYECTADO)	PROYECTADO

Fuente: Departamento de Obras de la UNSAAC

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVOS GENERALES**

Proponer un Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Diagnosticar y evaluar, el estado actual físico y operativo de las redes en media y baja tensión de la ciudad Universitaria de Perayoc de la UNSAAC.
2. Diagnosticar e identificar el estado de la demanda actual y futura de las subestaciones de distribución de la ciudad Universitaria de Perayoc de la UNSAAC
3. Proponer la implementación, mejoramiento y puesta en servicio de las nuevas subestaciones de distribución con alimentadores de M.T. con el nuevo nivel de tensión de 10.5 KV, que cubrirá la máxima demanda actual y futura.
4. Diseñar un Proyecto integral para el mejoramiento de las redes en media y baja tensión de la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
5. Elaboración de documentos técnicos como base para la ejecución de trabajos previos como son: suministro de materiales, transporte, montaje de obras electromecánicas, pruebas y puesta en servicio de las redes eléctricas.
6. Renovación, implementación y mejoramiento de circuitos alimentadores como: circuitos de fuerza e iluminación interna y externa, sistemas de comunicación y de equipamiento informático e investigación.
7. Elaboración de la ingeniería del Proyecto, diseño, construcción, pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones correspondiente al Proyecto planteado.

## **ANTECEDENTES**

La causa de este Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc es la degradación de la antigua instalación eléctrica y la pésima iluminación en los ambientes de los edificios adecuados a aulas,

laboratorios, centros de estudio, alumbrado público, etc, además es necesario aumentar la potencia eléctrica a causa del aumento de la población estudiantil así como también de la construcción de edificaciones nuevas aumentando la demanda existente de Perayoc. Hemos creído lo más conveniente implementar redes primarias de media tensión, cambio con equipos modernos y transformadores en las subestaciones existentes tipo caseta e instalación de transformadores tipo pedestal, el diseño y cálculo para la implementación de redes secundarias y alumbrado público dado que el Estudio Integral tiene un objeto de estudio eminentemente eléctrico.

La Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) -Mama Llaqtap San Antonio Abad Yachay Sunturnin, en quechua- es una universidad pública peruana ubicada en la ciudad del Cusco, capital de la provincia, departamento y/o región del mismo nombre. Es, asimismo, la cuarta universidad más antigua del Perú y la quinta más antigua de América Latina.

Fue creada por Breve Elección del Papa Inocencio XII dado en Roma, Santa María La Mayor El 1 de Marzo de 1692, se autorizó otorgar los Grados de Bachiller, Licenciado, Maestro y Doctor.

El documento Papal fue ratificado por el Rey de España Carlos II, mediante Real Cédula denominada EXEQUATUR, dada en Madrid el 1 de junio de 1692. Es así que la UNSAAC celebra cada 01 de Marzo un Aniversario más de creación. Tuvo como primer Rector al Doctor Juan de Cárdenas y Céspedes, el primer Grado Académico conferido fue de Doctor en Teología a Don Pedro Oyardo, el 30 de octubre de 1696. Actualmente se rige por la Ley Universitaria 30220 promulgada el 09 de julio del 2014.

La Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco (UNSAAC), cumplió 324 años de fundación.

Fue en esta casa donde se gestaron las primeras acciones emancipadoras con el arzobispo José Pérez Armendáriz, que mostró su interés por la revolución de Cusco en 1814, asimismo en 1909, nace el movimiento reformista de la universidad, con el pedido de autonomía y la cátedra libre, luego de algunos años, seguido por los estudiantes de la Universidad de Córdoba Argentina hecho histórico de nuestra primera casa de estudios Son

apenas dos acontecimientos de los tantos que dieron realce a la denominada tricentenario universidad<sup>5</sup>.

Cuenta con 44 Escuelas profesionales, Escuela de Post- Grado. Sedes de Quillabamba (03), Sicuani (02), Andahuaylas (02), Espinar (02), Puerto Maldonado, Santo Tomas y Canas<sup>6</sup>. De acuerdo a las averiguaciones, que se hizo con respecto a la realización de estudios similares, no se encontró en los diferentes archivos de bibliotecas especializadas y general con los que cuenta la UNSAAC, no existiendo antecedentes de estudio al respecto. Por lo que el presente trabajo es único y por consiguiente este aspecto garantiza la originalidad del mismo. Algunos antecedentes encontrados en la biblioteca de Ingeniería Eléctrica:

8. TE – 850025 “Instalaciones Eléctricas en el Pabellón de Ingeniería Eléctrica”, tomo 1,2 (Dueñas Ponce de León Ronald/ Venero Cabrera José). Recomendaciones: Es de Vital Importancia y Necesidad la Construcción del Pabellón para la Carrera Profesional de Ingeniería Eléctrica, El Estudio de las Instalaciones Eléctricas del Pabellón Se han Realizado Considerando Criterios que están Acorde a la Importancia de este, El Sistema de Redes Interiores tanto de los Circuitos de Alumbrado como los de Fuerza y Circuitos de Alimentación Han Sido Diseñados para que puedan Brindar un Buen Servicio.
9. TE – 960150 “Estudio Integral de los Sistemas Eléctricos e Iluminación G.U.E.I. Garcilaso de la Vega”, tomo 1,2 (Curasi Bejar Isidro/ Valenzuela C. Dante).
10. TE – 200688 “Proyecto de Electrificación Integral del Centro Agronómico KAYRA de la UNSAAC” (Zúñiga Q. Santos Raúl).
11. PE – 200713 “Estudio de las Condiciones de Operación y los Circuitos en la Ciudad Universitaria de PERAYOC” (Quispe Collado Carlos)
12. PE – 04.1362 “Diagnóstico y Simulación de Iluminación en la Ciudad Universitaria PERAYOC” (Yabar Cuadros Walker Omar) Replanteo de Obra.
13. TE – 970.170 “Proyecto Remodelación del Sistema de Distribución de la Ciudad Universitaria de PERAYOC”, tomo 1,2(Vargas Guillen Abel/ Chevarria Vucetich Carlos Yury). Recomendaciones : Se Deberá Procurar la Ejecución de los Proyectos de Redes de Baja Tensión y Sub Estaciones con Calidad de Urgencia, Las Redes Subterráneas de Baja Tensión Aparentan Sobredimensionamientos Debido a que son Proyectadas para Transmitir Carga Actual y Futura a más de 20 años a Futuro, Se

---

<sup>5</sup> Fragmento de párrafo extraído de internet (Fuente diario el correo 01 de marzo del 2015)

<sup>6</sup> Datos extraídos de balota de ingresantes a la unsaac.

Sugiere Respetar Estas Dimensiones pese a su Alto Costo Inicial pues las Experiencias Vividas dentro del Mantenimiento de Redes Subterráneas por Electro Sur Este S.A. Han Demostrado que el Cambio o Incremento de Nuevas Redes para Satisfacer el Crecimiento de la Demanda Representa Costos Muy Elevados en Comparación con Haber Realizado una Red Bien Dimensionada.

14. TE – 990236 “Proyecto de las Instalaciones Eléctricas del Pabellón de Ingeniería Mecánica” (León Taipe Edgar).

15. TE – 09.2111 “Estudio de las Resistividades de Suelo para Diseño de Puestas a Tierra en la Ciudad Universitaria PERAYOC” (Ricalde Bellido Cesar/ Cayo Yupaiccana R).

16. TE – PROING 12.2963 “Proyecto de Instalaciones Eléctricas Interiores del Pabellón de Ingeniería Electrónica de la UNSAAC” (Ancco Puma Gilberto/ Loayza A Juan Víctor).

## **JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Las instalaciones eléctricas en general de la Ciudad Universitaria de Perayoc, presenta una serie de problemas debido a una serie de factores determinantes como son: La antigüedad y obsolescencia de las instalaciones, el incremento constante de la carga y el consiguiente aumento de la demanda, junto con el hecho de no contar con un plan general de mantenimiento preventivo, han ocasionado serias deficiencias en el servicio actual que, afectan la continuidad y calidad del servicio, además ponen en riesgo todos los sistemas de utilización. Como también el Desbalance de Cargas, Fugas a Tierra en las Sub- Estaciones de Distribución como también en Redes de Suministro e Implementar y Mejorar las Puestas a Tierra (PAT).

Las instalaciones eléctricas, como otros servicios que se presta en Perayoc, carece desde su origen de un proyecto integral, no se ha considerado una prioridad en la capacitación del personal de Mantenimiento y Operación de las Redes de Baja y Media Tensión, por lo que ante cualquier eventualidad de emergencia hay deficiencia en la prestación del servicio debido a que las subestaciones y tableros de distribución no están debidamente identificados. No hay tampoco, una sistematización del servicio de alumbrado público desde el punto de vista administrativo técnico, social y político, sin una visión de eficiencia y sostenibilidad para el mediano y largo plazo, pues se deja de lado el cumplimiento de las

normas oficiales peruanas para enfocarse en los ahorros. El sistema de alumbrado consta a la fecha de una infraestructura muy antigua que impide que cualquier producto pueda funcionar debidamente porque la nueva tecnología no es ya compatible con ella, por lo que se requiere un proyecto integral que integre todos los elementos que no han sido tomados en cuenta para lograr prestar un servicio de calidad.

Para resolver este problema de manera integral, la Universidad requiere contar con un Estudio Técnico y actualizado, que permita la implementación de medidas correctivas e inversiones destinadas a lograr un sistema eléctrico seguro, eficiente y confiable, que garantice la atención de la demanda actual y futura de los próximos años, en todas las Instalaciones de la Ciudad Universitaria.

### **ALCANCES Y LIMITACIONES**

El DIAGNOSTICO del Estudio Integral de las Redes de Media y Baja Tensión es solo de la Ciudad Universitaria Perayoc – Unsaac, siendo esta la primera parte del Estudio, teniendo como segunda parte la Elaboración del Estudio Integral de Renovación de las Redes Primarias y Subestaciones de Distribución de la Ciudad Universitaria de Perayoc - UNSAAC, y como tercera parte Comprenderá el Diseño de las Redes Secundarias y Alumbrado Público, considerando también las etapas de diseño propiamente dicho, que consiste en la determinación de la máxima demanda eléctrica del sistema, análisis y definición de la configuración topológica del sistema y la selección de los materiales, equipos y los Protocolos de Pruebas.

Dentro de las Limitaciones Carece de Data Histórica de la Operación del Sistema Eléctrico de la Unsaac, falta de Planos de las instalaciones actuales, Dificultad para Obtener los Permisos en los lugares donde se encuentran las Subestaciones y puntos de alimentación como Cargas de Mayor Consumo de Energía.

El Desarrollo del presente Estudio Integral solo considera los sistemas de distribución en Red Primaria, Red Secundaria, Alumbrado de Vías y Campos Deportivos, Cabe destacar que en la Red Secundaria solo es hasta la llegada de los TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN.

El presente estudio cubre los diferentes aspectos constructivos desde los puntos de alimentación hasta la llegada de los tableros de distribución de las diferentes carreras profesionales, teniendo en cuenta el sistema de puestas de tierra, alumbrado de vías principales como también Campos deportivos, por otra parte todo lo concerniente a los detalles constructivos de las redes subterráneas, todo lo cual se deberá tener en cuenta en el momento de realizar la construcción del Estudio integral.

## **1.5 MÉTODO**

### **MÉTODO CIENTÍFICO**

El tipo de investigación desarrollado en el presente trabajo es: Investigación aplicada, constructiva o utilitaria: su objetivo es, la aplicación, uso y posibles consecuencias de los conocimientos. Si bien depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica, busca conocer para actuar, le interesa la aplicación sobre la realidad antes que el mero desarrollo de teorías generales.

### **FUENTES DE INFORMACIÓN**

Los datos para elaborar el presente estudio, fueron tomados directamente en el campo (UNSAAC), mediante el uso de instrumentos adecuados, y la técnica de la entrevista con los diferentes actores que tienen que ver directa e indirectamente con las instalaciones eléctricas y fundamentalmente con el responsable del área de obras y mantenimiento, y la bibliografía concerniente a los temas abordados y de toda información que contribuya al enriquecimiento del proyecto.

### **PROCESAMIENTO DE DATOS**

Para el procesamiento de datos y de la información obtenida para el desarrollo del trabajo, previo a un análisis exhaustivo se seleccionó los más relevantes e importantes que nos garanticen resultados óptimos que contribuyan al desarrollo óptimo del presente estudio, garantizando el suministro de energía eléctrica de calidad.

## 1.8 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	MÉTODO	CONCLUSIONES
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>¿Cómo será el Proyecto integral para el mejoramiento de las redes en Media y Baja Tensión de La Ciudad universitaria de Perayoc, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Que se tendrá que realizar en el diagnóstico y evaluación, del actual estado físico y operativo de las redes en media y baja tensión de la ciudad universitaria de PERAYOC, UNSAAC?</li> <li>➤ ¿Cómo se realizara la inspección eléctrica a las diferentes instalaciones eléctricas de la ciudad universitaria de PERAYOC – UNSAAC?</li> <li>➤ ¿Cómo se propondrá La Ingeniería de proyecto de las nuevas Subestaciones de Distribución con Alimentadores de M.T. con el nivel de Tensión de 10.5 KV?</li> <li>➤ ¿Cómo se platea desarrollar las especificaciones técnicas de los materiales que se requerirá en el estudio desarrollado?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Realizar un Proyecto integral para el mejoramiento de las redes en media y baja tensión de la ciudad universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Realizar el diagnóstico y evaluación, del actual estado físico y operativo de las redes en media y baja tensión de la ciudad universitaria de PERAYOC, UNSAAC.</li> <li>➤ Realizar la inspección eléctrica a las diferentes instalaciones eléctricas de la ciudad universitaria de PERAYOC – UNSAAC.</li> <li>➤ Proponer La Ingeniería de proyecto de las nuevas Subestaciones de Distribución con Alimentadores de M.T. con el nivel de Tensión de 10.5 KV.</li> <li>➤ Desarrollar las especificaciones técnicas de los materiales que se requerirá en el estudio desarrollado.</li> </ul>	<p><b>MÉTODO CIENTÍFICO</b></p> <p>El tipo de investigación desarrollado en el presente trabajo es: <b>Investigación aplicada, constructiva o utilitaria:</b> su objetivo es, la aplicación, uso y posibles consecuencias de los conocimientos. Si bien depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica, busca conocer para actuar, le interesa la aplicación sobre la realidad antes que el mero desarrollo de teorías generales.</p> <p><b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b></p> <p>Los datos para elaborar el presente estudio, fueron tomados directamente en el campo (UNSAAC), mediante el uso de instrumentos adecuados, y la técnica de la entrevista con los diferentes actores que tienen que ver directa e indirectamente con las instalaciones eléctricas y fundamentalmente con el responsable del área de obras y mantenimiento, y la bibliografía concerniente a los temas abordados y de toda información que contribuya al enriquecimiento del proyecto.</p> <p><b>PROCESAMIENTO DE DATOS</b></p> <p>Para el procesamiento de datos y de la información obtenida para el desarrollo del trabajo, previo a un análisis exhaustivo se seleccionó los más relevantes e importantes que nos garanticen resultados óptimos que contribuyan al desarrollo óptimo del presente estudio, garantizando el suministro de energía eléctrica de calidad.</p>	<p>Se pudo evidenciar que las instalaciones encontradas .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es de Vital Importancia y Necesidad el Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</li> <li>- En caso de una emergencia en los tableros eléctricos de Perayoc como subestación eléctrica, tablero general de acometida, alumbrado general, etc. Se hace difícil la pronta reacción debido a que las llaves para ingreso o apertura de cada cuarto no se encuentran debidamente identificadas ni ubicadas en un mismo sitio, el encargado de estas llaves es de personal de obras de la UNSAAC quien fue requerido innumerables veces, haciendo difícil su ubicación</li> </ul>

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1.INTRODUCCIÓN

Las técnicas y procesos en las instalaciones eléctricas de media y baja tensión, son los pilares básicos para los sistemas de utilización de los edificios, que obliga a los profesionales de las instalaciones eléctricas a conocer normas y reglamentos sobre éstos temas para aplicarlos en base de la seguridad y de calidad<sup>7</sup>.

La seguridad y la eficacia de una instalación eléctrica la determina, en gran medida, la cantidad y el acierto en la elección de sus elementos. Esta elección, en función de estos criterios de eficacia y seguridad, dependerá de varios factores, entre ellos es importante destacar, a priori, aquellos que se refieren a los tipos de instalaciones y a la protección de las envolventes de los equipos eléctricos.

Las envolventes de los equipos eléctricos constituyen un elemento preventivo importante y garantizan la protección contra penetración de agentes ambientales ya sean sólidos o líquidos.

El dimensionamiento de una instalación eléctrica requiere el conocimiento de numerosos factores relativos, por ejemplo, a los equipos instalados, a los conductores eléctricos y a otros componentes; dichos conocimientos implican la consulta, por parte del proyectista, de numerosos documentos y catálogos técnicos<sup>8</sup>. Para facilitar el tipo de material a utilizarse en una instalación es importante el conocimiento del medio donde este se va a situar (medio seco, caluroso, frío, salino, polvoriento, etc.), así como el tipo de instalación que va a realizar. Además de la eficacia, toda instalación eléctrica debe ser segura, tanto para las personas que la utilizan como para los equipos que alimentan. La protección a las personas se materializará evitando, mediante materiales aislantes, como tubos, cajas envolventes, etc., todos los posibles contactos directos con las partes con tensión.

---

<sup>7</sup> Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose L. Sanz Serrano, Jose C. Toledano Gasca)

<sup>8</sup> Manual Técnico de Instalaciones Eléctricas (Aparatos de Protección y Maniobra La Instalación Eléctrica ABB)

## **2.2. ESTRUCTURA Y ELEMENTOS DE LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

### **2.2.1 SUBTERRÁNEAS**

La distribución en el interior de los grandes núcleos urbanos, aconsejan en algunos casos y obligan en otros a que dicho suministro se haga mediante canalizaciones enterradas o conductores enterrados directamente, y esto es así, no solo por el peligro que puede representar el que los conductores vayan instalados al aire, sino por el aspecto físico y estético que representa para una gran ciudad.

Las redes de distribución subterráneas son mucho más costosas que las aéreas, ya que además de tener que realizar el calado de la vía pública para poder alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos, también tenemos que saber que los diferentes conductores que vayan a instalar son más sofisticados que cualquier tipo de conductor desnudo. Igual que en las redes aéreas, las redes subterráneas pueden instalarse con la siguiente configuración:

- Conductores aislados directamente enterrados.
- Conductores aislados alojados en el interior de tubos o conductos.
- Conductores aislados alojados en el interior de galerías.

### **2.3. EQUIPOS, DISPOSITIVOS Y MATERIALES UTILIZADOS EN LAS LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN**

A la hora de llevar a cabo la construcción de cualquier tipo de red, aérea, subterránea o mixta, parte de los tramos van en montaje aéreo y el resto en montaje subterráneo, es necesario que el material a instalar cumpla tanto con las normas y especificaciones técnicas aprobadas por las Empresas Suministradoras de Energía (E.S.E), como por las diferentes normas tal como el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

Los niveles de aislamiento necesario para las líneas de M.T. tendrán que ser superiores a las prescripciones reglamentarias reflejadas en el R.L.A.A.T. en el Art.24:

- La tensión más elevada, en KV eficaces, será de 24 KV.
- La tensión de ensayo al choque, KV cresta, será de 125 KV.
- La tensión de ensayo a frecuencia industrial, en KV eficaces, será de 50 KV.

Dentro de los materiales y componentes que se suelen instalar en redes de distribución aéreas en M.T., los niveles de aislamiento se determinan en función de los niveles de polución de la zona donde vaya a ser instalada la línea, estos dos niveles son:

### **2.3.1 NIVEL MEDIO**

Zonas con industrias que no produzcan humos particularmente contaminantes y con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.

Zonas de fuerte densidad de población o de industrias, pero sometidas a lluvias limpias.

Zonas expuestas al viento del mar, pero alejadas de algunos kilómetros de la costa.

### **2.3.2 NIVEL FUERTE**

Zonas generalmente poco extensas sometidas a polvo conductor y a humos que producen depósitos particularmente espesos.

Zonas generalmente poco extensas y muy próximas a la costa expuestas a nieblas o vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar, (en este caso el conductor será de cobre).

Zonas desérticas caracterizadas por largos periodos de lluvia, expuestas a vientos fuertes que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

## **2.4.PROTECCIONES ELÉCTRICAS E INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA**

### **2.4.1 TOMA DE TIERRA DE UN APOYO (TT)**

Se denomina toma de tierra de un apoyo, al conjunto de su puesta a tierra y de su mejora de puesta a tierra´

### **2.4.2 PUESTA A TIERRA DE UN APOYO**

Se denomina puesta a tierra de un apoyo, a la instalación que es preciso realizar junto al apoyo para materializar la conexión a tierra.

### **2.4.3 MEJORA DE PUESTA A TIERRA**

Es la parte suplementaria de la puesta a tierra de un apoyo, constituida por anillos perimetrales y/o antenas y picas, destinadas a disminuir el gradiente de potencial en las proximidades del apoyo y la resistencia de puesta a tierra hasta alcanzar los valores prescritos.

### **2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS DE UBICACIÓN DE APOYOS**

De acuerdo al Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), las zonas en las que se sitúan los apoyos se clasifican de la siguiente forma:

#### **2.4.4.1 ZONAS DE PÚBLICA CONCURRENCIA (PC)**

Se consideran como tales las siguientes:

- Caso urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural y recreativo, tales como parques deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos públicos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamiento comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

#### **2.4.4.2 ZONAS FRECUENTADAS (F)**

Se consideran zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior, se hallen próximas a las anteriores. Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquellas constituidas por personas privadas con finalidad análoga,
- Fuentes y pozos de utilización habitual, zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones en zonas ganaderas.
- Proximidad de ermitas.

#### **2.4.4.3 ZONAS NO FRECUENTADAS AGRÍCOLAS (A)**

Se consideran comprendidas en este tipo aquellas zonas que, no estando incluidas en los apartados anteriores, se hallen o puedan estar sometidas a explotación agrícola, o bien a explotación ganadera en terreno cercado.

#### **2.4.4.4 ZONAS NO FRECUENTADAS (N)**

Se consideran comprendidas en este apartado, aquellas zonas que no pueden considerarse incluidas en ninguno de los apartados anteriores.

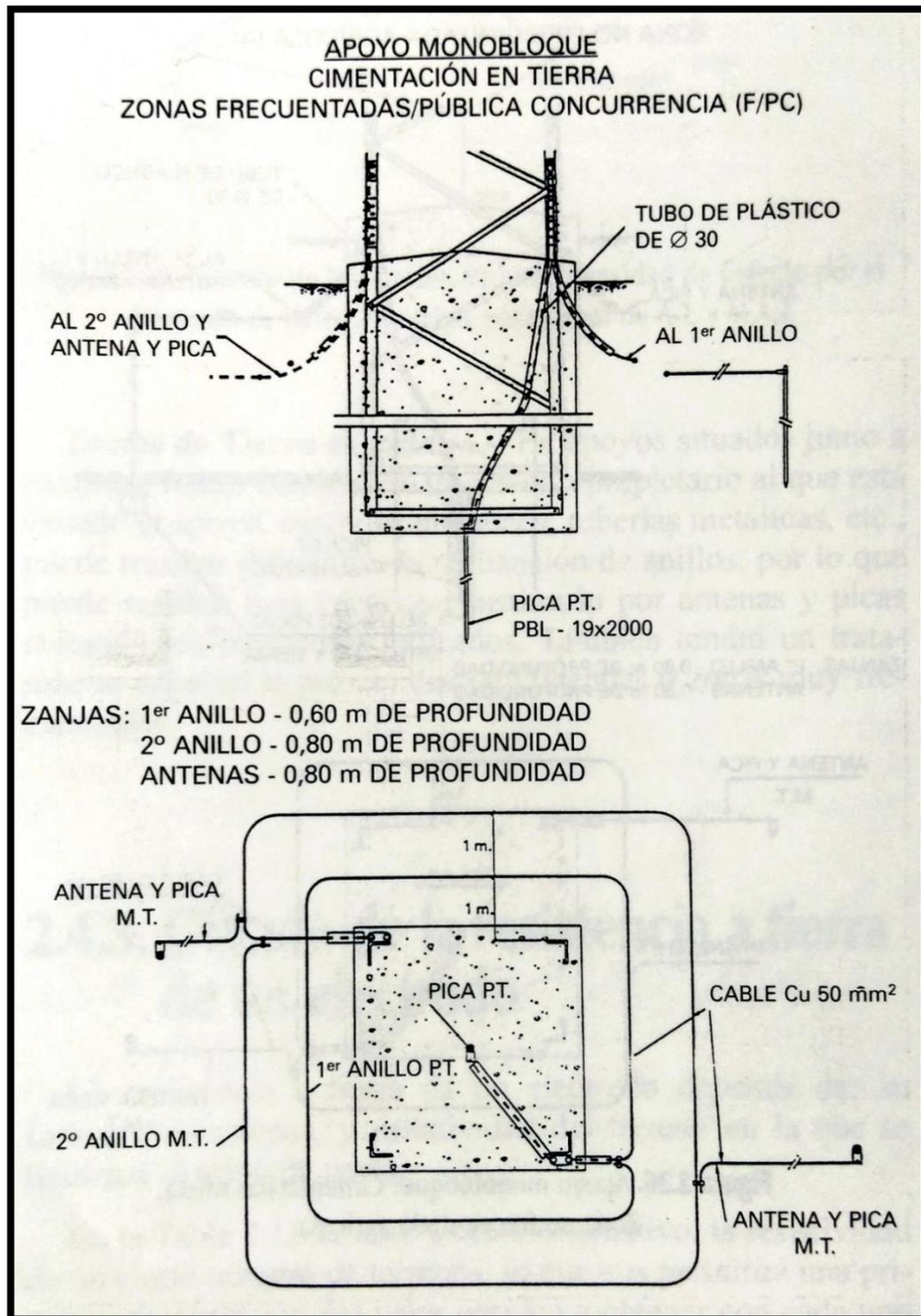
#### **2.4.4.5 ZONAS DE APOYOS DE MANIOBRA (AM)**

Se consideran comprendidas en esta zona, todos los apoyos que soporten descargadores (autoválvulas, pararrayos, etc.), conos difusores, botellas terminales, interruptores, seccionadores, o cualquier tipo de aparatos de maniobra.

#### **2.4.5 MATERIALES**

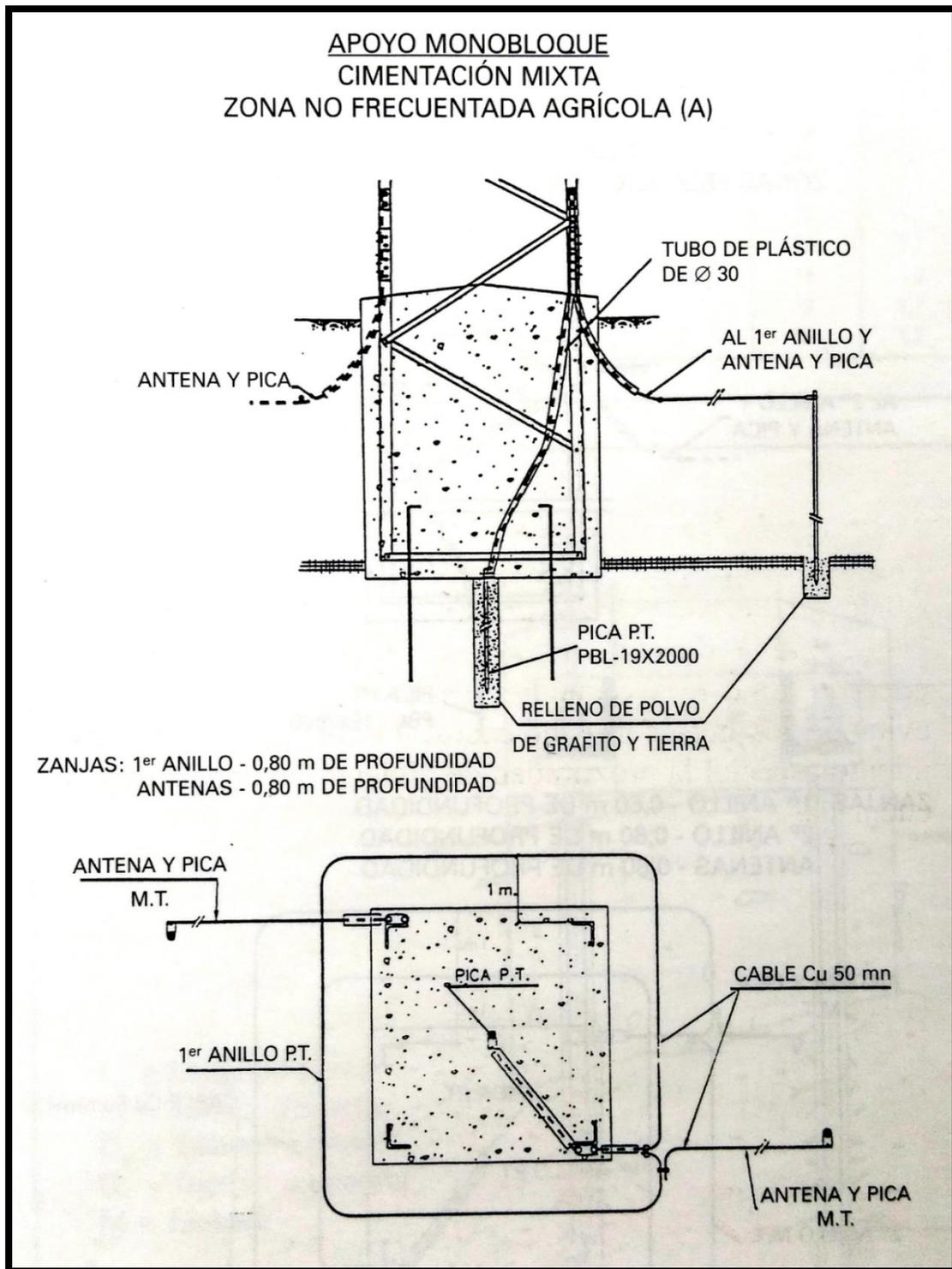
Para la realización de las tomas de tierra se utilizarán los elementos que se indican a continuación:

- Picas cilíndricas de acero-cobre de 14 o 19 mm de diámetro.
- Cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Grapas paralelas bimetálicas para conexión del cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección y 9 mm de apoyo.
- Grapas de conexión de dos cables de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección y 9 mm entre sí.
- Grapas de conexión de cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección y 9 mm a pica de acero-cobreado de 14 o 19 mm.
- Las conexiones de cables de cobre entre sí y entre cables y picas, pueden realizarse por medio de soldadura aluminotérmica o por otro procedimiento similar.
- Canalización cilíndrica de plástico de 30 mm de diámetro exterior para dejar paso al cable de cobre a través de las cimentaciones.
- Productos químicos utilizados para disminuir la resistividad del terreno, grafito en polvo, etc.



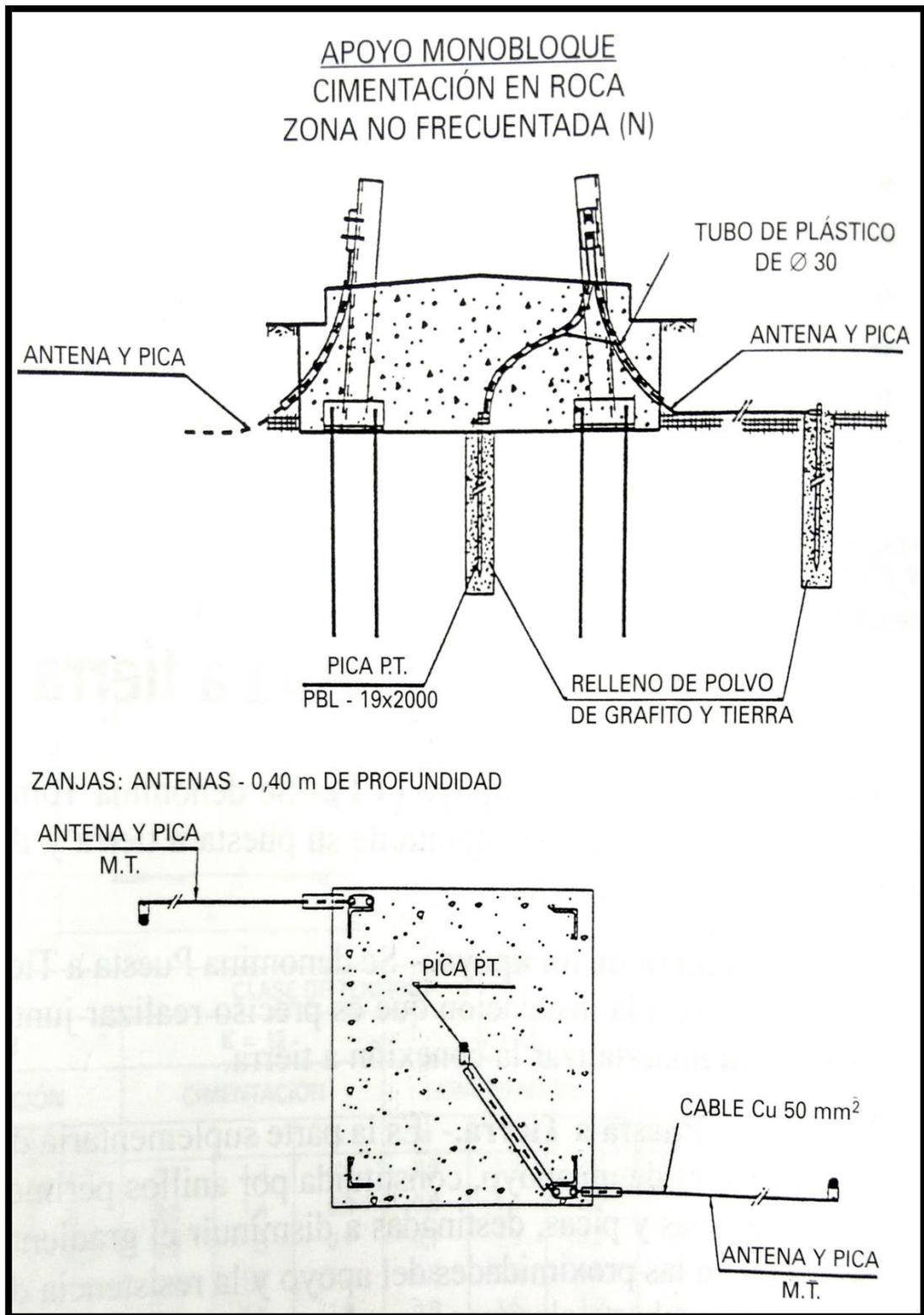
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión  
(Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 4 Apoyo monobloque Cimentación en tierra. Zonas frecuentadas.  
Publica Concurrencia y Apoyo de maniobra.**



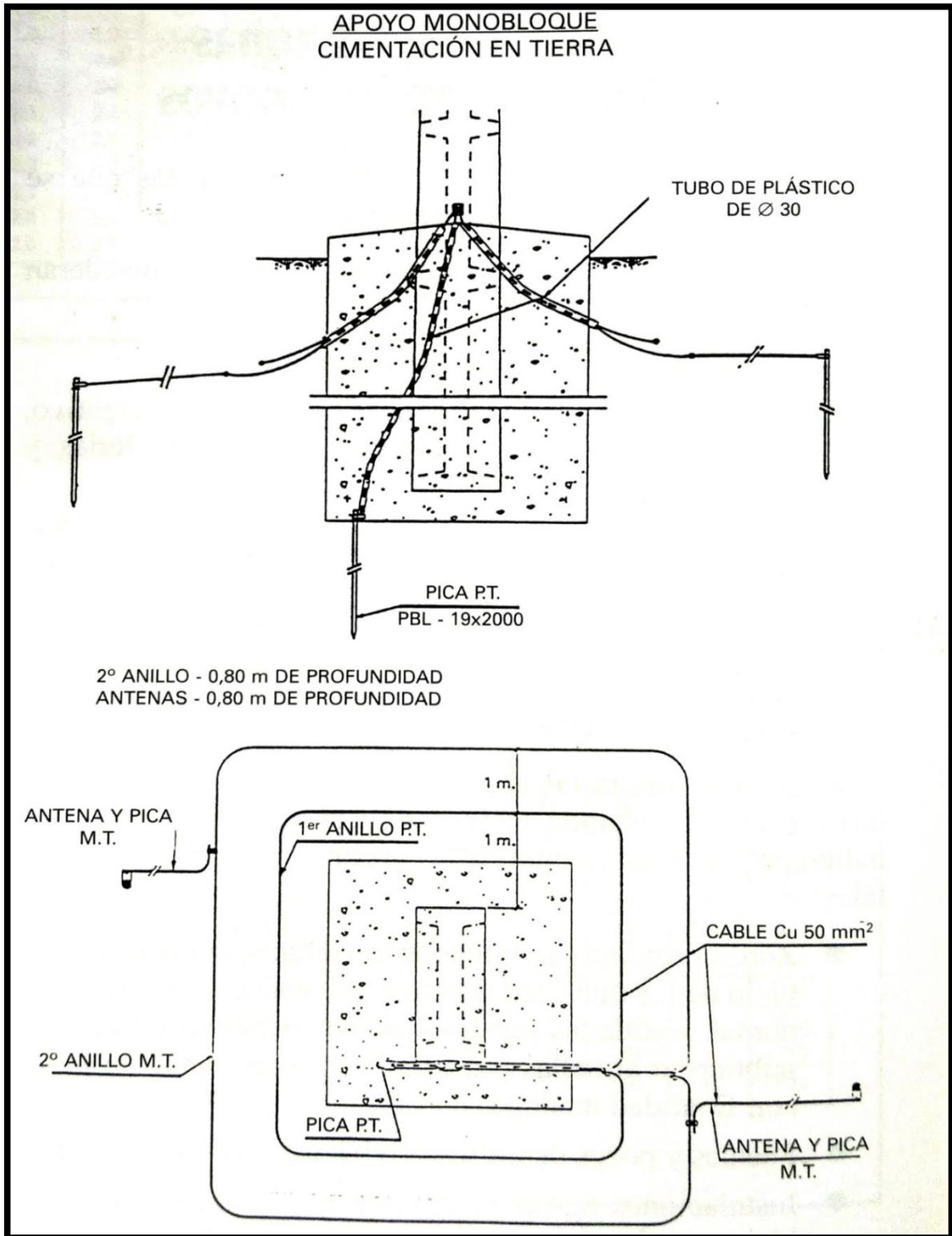
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 5 Apoyo monobloque. Cimentación mixta. Zona no frecuentada agrícola.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 6 Apoyo monobloque. Cimentación en roca. Zona no Frecuentada.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 7 Apoyo monobloque. Cimentación en tierra. Apoyo de hormigón.**

## 2.5.PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Diferentes y variados son los tipos de montaje que hay que realizar en las líneas de distribución tanto en Media como en Baja Tensión, para verlas de forma más clara las dividiremos todas ellas.

## 2.6.MANEJO Y TENDIDO DE LOS CABLES ELÉCTRICOS TERRESTRES

Los conductores que forman hoy en día los cables eléctricos, son el resultado de los grandes estudios que los fabricantes encargan a sus departamentos de producción, para que puedan trabajar estos cables en las más duras condiciones que en cada momento le sean demandados. La elevada tecnología que presentan estos cables, obliga a que el manejo y la instalación de estos, se tenga que realizar de una forma adecuada para que no puedan ser dañadas sus características técnicas. Si estos cables son tratados de forma inadecuada pueden ocasionarle daños, que si no son detectados de forma inmediata y son instalados, pudieran disminuir su vida útil de forma considerable.

Los mayores peligros que pueden sufrir los cables suceden en el transporte y en el tendido de los mismos, en el transporte se distingue, principalmente, tres periodos:

- El transporte desde la fábrica hasta el almacén.
- En el almacén, propiamente dicho.
- En el traslado al lugar del tendido.

Los cables se suministran, principalmente, en bobinas de madera cuyos diámetros totales de ala van, desde los 250 cm en los casos más grandes hasta los 60 cm en el caso de los más pequeños, todo ello dependiendo de la longitud, el peso y el diámetro exterior de los cables.

La longitud aproximada del cable que contiene una bobina, se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$L = \frac{\pi * H}{4} * \frac{D_s^2 - D_l^2}{d^2} \quad (1)$$

Donde:

$L$  = Longitud del cable en m.

$H$  = Distancia interior entre las alas de la bobina en cm.

$D_s$  = Diámetro exterior de la capa de cable superficial en cm.

$D_l$  = Diámetro exterior del tambor de la bobina en cm.

$d$  = Diámetro exterior del cable en mm.

### **2.6.1 MANEJO Y PREPARACIÓN DE BOBINAS**

El transporte de las diferentes formas de embalar a las diferentes formas constructivas de los cables, como pueden ser: cajas rollos o bobinas y muy especialmente estas últimas, se realizaran de tal forma, que deban ir siempre de pies y nunca apoyadas por una de sus caras, por lo que los medios de transporte que utilicemos (tren, camiones, etc.) deberán disponer de los elementos adecuados de anclaje para que estas no rueden. Para proceder a la carga y a la descarga de las bobinas en el medio de transporte seleccionado, deberán ser suspendidas de una barra adecuada al peso de las mismas para poder situarlas en el sitio adecuado, o bien si utilizásemos rampas o muelles, estas estarán construidas de tal forma que puedan deslizarse las bobinas, la pendiente máxima recomendada en el caso de tratarse de rampas no será superior al 25%. Nunca deberán arrojarse ni las bobinas ni los rollos desde los vehículos al suelo, aunque tanto sus dimensiones como su peso sean pequeños, pues el golpe o impacto podrían dañar a los cables. En el almacenamiento, nunca deberán guardarse los rollos o las cajas a la intemperie, y siempre que sea posible, también las bobinas, pues la presencia del sol y de la humedad pueden llegar a deteriorarlos, en el caso de las bobinas, la madera podrá sufrir daños graves, que supongan problemas importantes tanto para el transporte como para el posterior tendido de los mismos<sup>9</sup>.

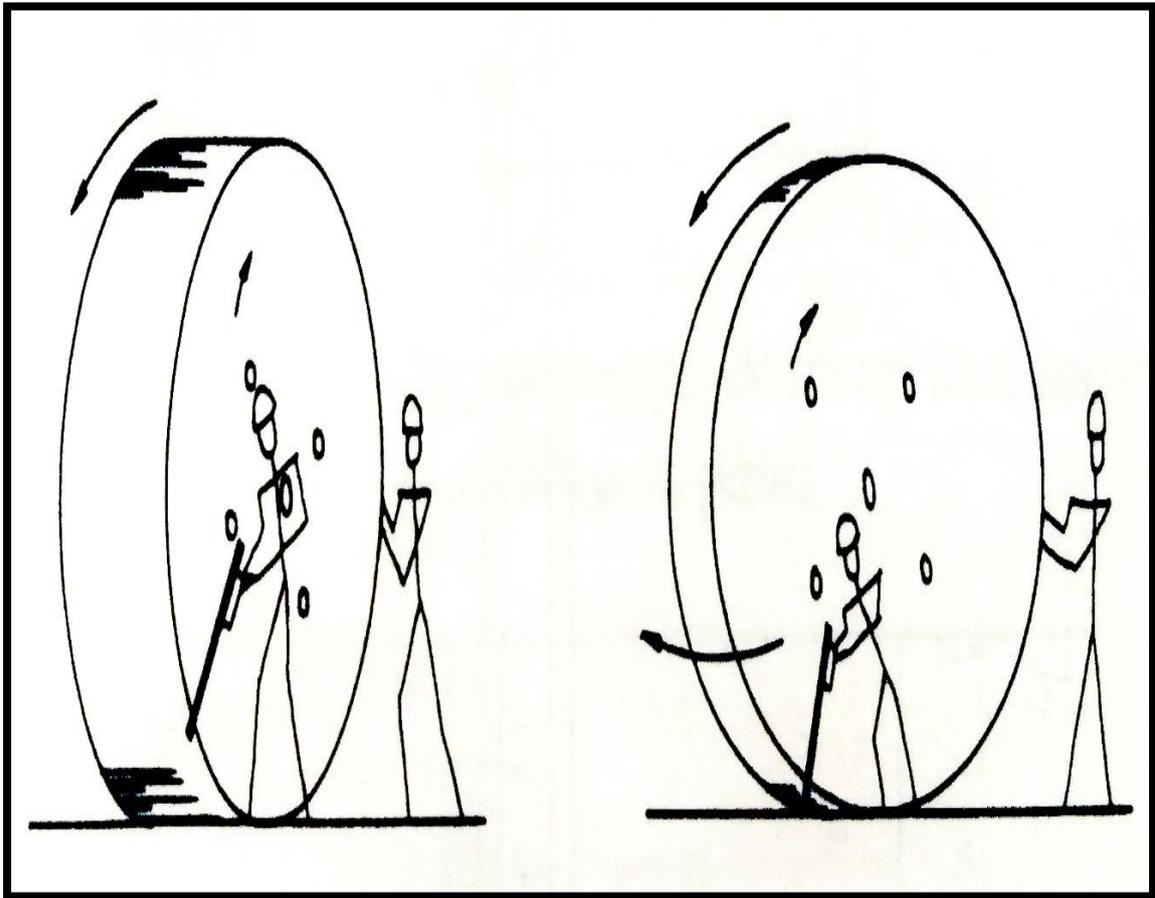
Cuando los cables alojados en las bobinas tengan que permanecer a la intemperie, deberán ser instalados capuchones que le cubran por completo, esto es, a todos los conductores y a la cubierta exterior del propio cable, durante el traslado de los cables desde el almacén hasta el punto de tendido, tendremos que tomar las mismas precauciones que cuando los trasladamos desde la fábrica hasta el almacén por lo que respecta la carga, transporte y descarga.

Las bobinas deberán rodarse en el mismo sentido que el fabricante enrolló a los cables, si es necesario revirar la bobina, se realizara por medio de una barra o bastón haciendo

---

<sup>9</sup> Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Capítulo II Líneas Aéreas y Subterráneas de Media Tensión (M.T.) y Baja Tensión (B.T.) Pág. 77)

palanca para facilitar el giro en la Figura N° – 2.8 se muestra como revirar una bobina por medio de dicha barra.



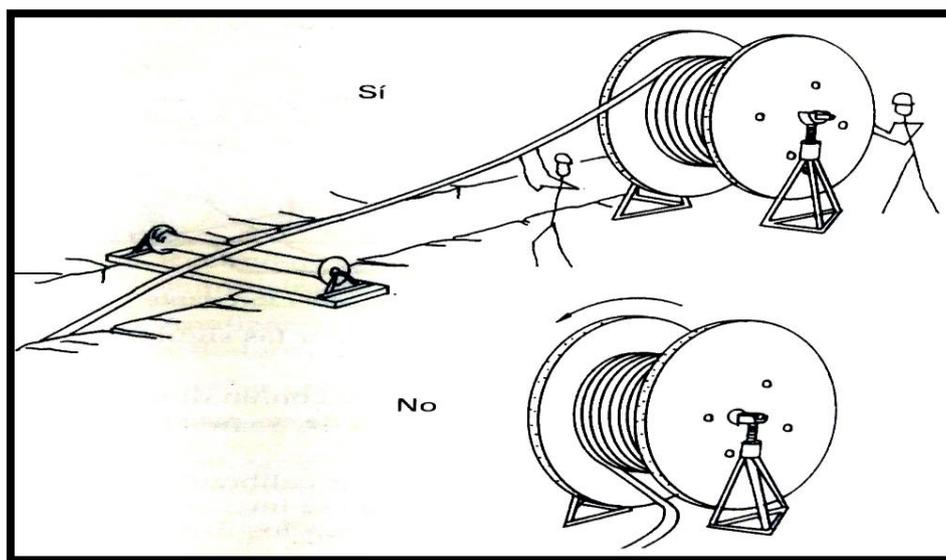
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 8 Revirado de bobina.**

Los preparativos que tendremos que realizar para el tendido de los cables será una de las labores más importantes a llevar a cabo, para que estos no sufran ningún deterioro, lo primero que haremos será colocar la bobina sobre un apoyo cuyo eje deberá estar situado a una altura tal, que no impida girar libremente a la bobina para un correcto tendido de los cables, deberemos instalar un freno, aunque sea de una forma muy sencilla o elemental, que nos permita frenar la bobina en el caso de que se nos produzcan cocas o curvaturas peligrosas en el cable, así como la inercia propia del giro de la bobina cuando se está

tendiendo el cable que pueda poner en peligro o cause un accidente al personal que allí trabaja.

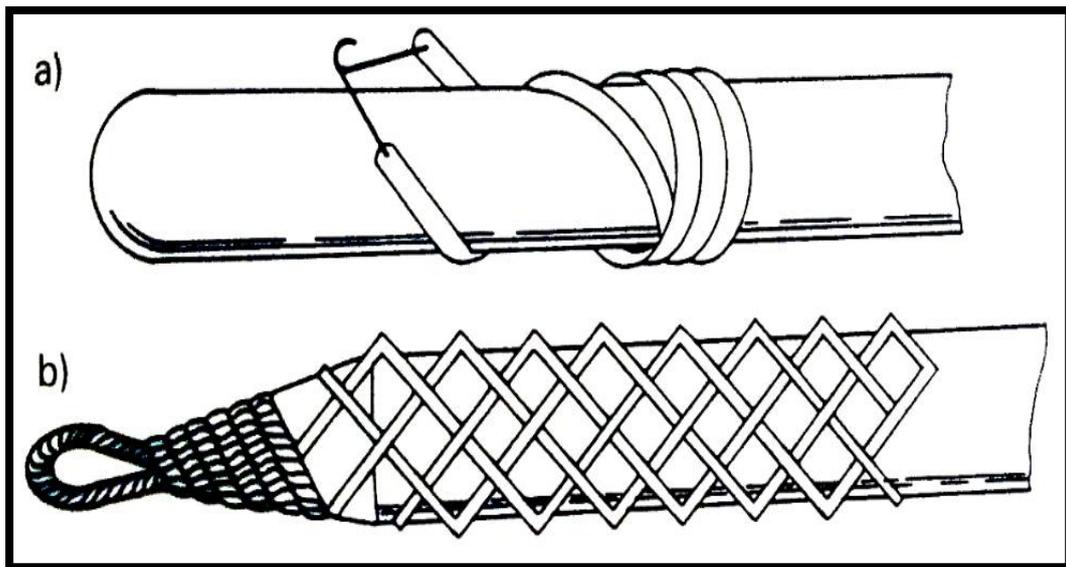
El emplazamiento de la bobina será de tal forma que, el cable no tenga que forzarse para tomar la alineación del tendido, Figura N° 2.9



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 9 Situación de la bobina para el tendido.**

El tendido de cables cuya cubierta sea termoplástica deberá hacerse a temperaturas superiores a los 0°C para que no se agrieten, es importante, igualmente, que el fabricante indique cual es el radio mínimo de curvatura con los que deben tenderse los cables para que estos no sufran ni cambien las características técnicas para lo que han sido fabricados, para el tendido de cable, lo primero que haremos es soltar de la bobina el inicio del cable, instalándole un cabezal que nos sirva para poder tirar de él.



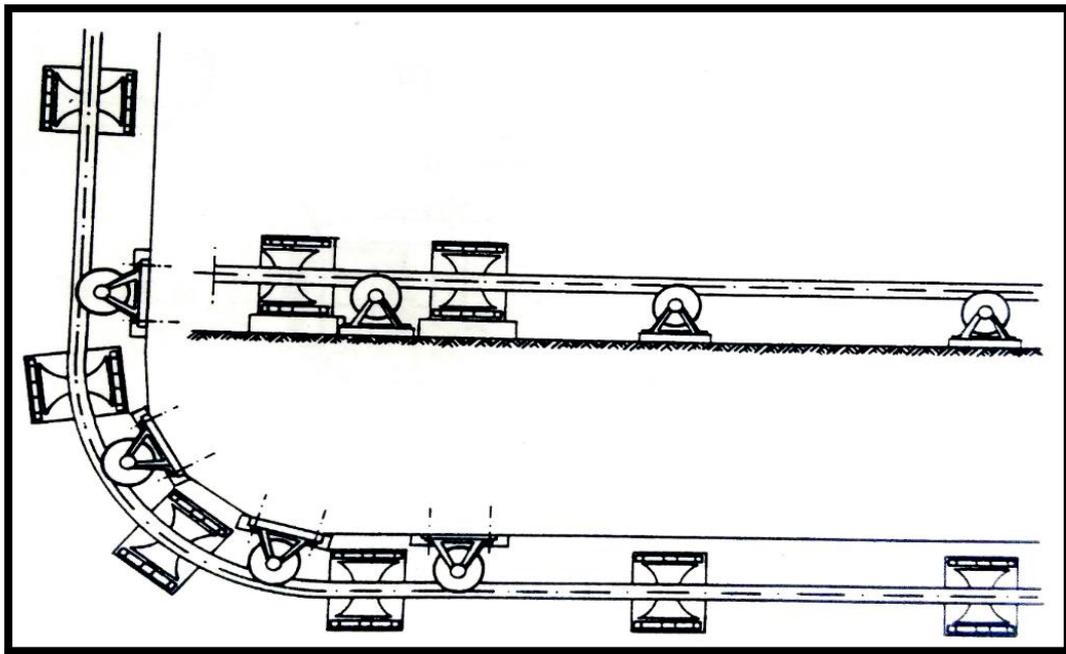
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 10 Cabezal de tracción.**

El cable puede tenderse de una de estas formas:

- Tendido a mano.
- Tendido desde un vehículo en marcha.
- Tendido con rodillos accionados por motor.
- Tendido por medio de torno o cabestrante.

En todos los casos, el tendido se realizara utilizando rodillos preparados al efecto, que sirvan para disminuir el rozamiento sobre el suelo en el caso de ser enterrados directamente.

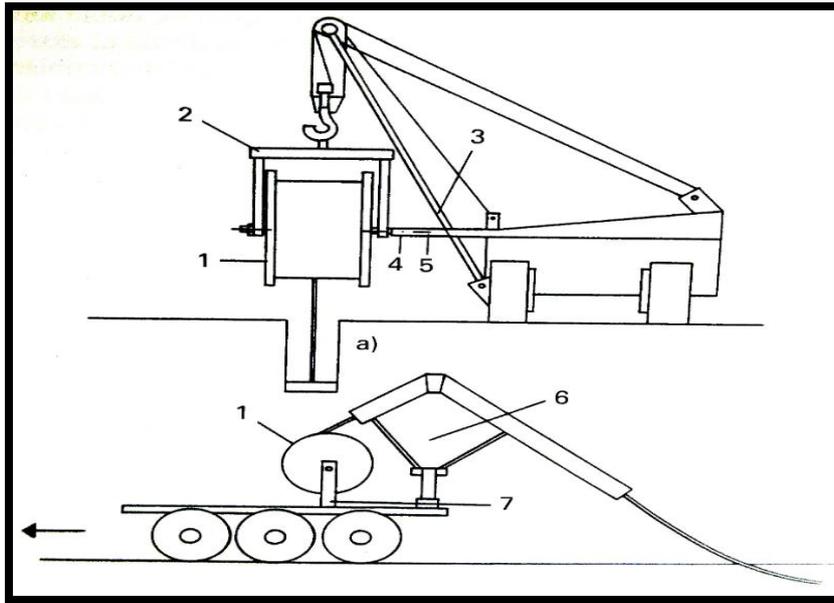


Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 11 Disposición de los rodillos.**

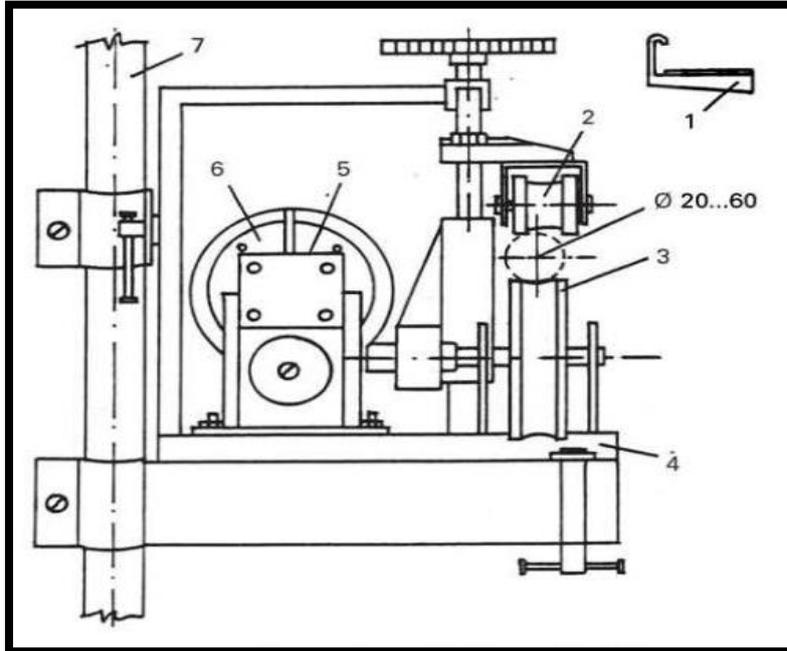
En el tendido a mano, los rodillos evitaran que el cable se arrastre por el suelo o que roce con las paredes laterales de la zanja en los cambios de dirección, si no existen obstáculos en la zanja o en sus proximidades, se podrán tender los cables directamente desde un vehículo, sobre el cual, utilizando los correspondientes gatos y el eje de giro está colocada la bobina. El tendido con los rodillos motorizados es un sistema más reciente que consiste en disponer a lo largo de la zanja, a distancias entre los 20 y 30 metros, unos rodillos accionados por sendos motores eléctricos, con este sistema la tracción se distribuye uniformemente a lo largo del cable. El sistema más utilizado es sin duda, el del tiro mecánico mediante cabestrante, cuya seguridad es total, si previamente, se han preparado los útiles adecuados y se adoptan las medidas oportunas<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Capítulo II Líneas Aéreas y Subterráneas de Media Tensión (M.T.) y Baja Tensión (B.T.) Pág. 78)



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 12 Tendido desde un medio de transporte.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

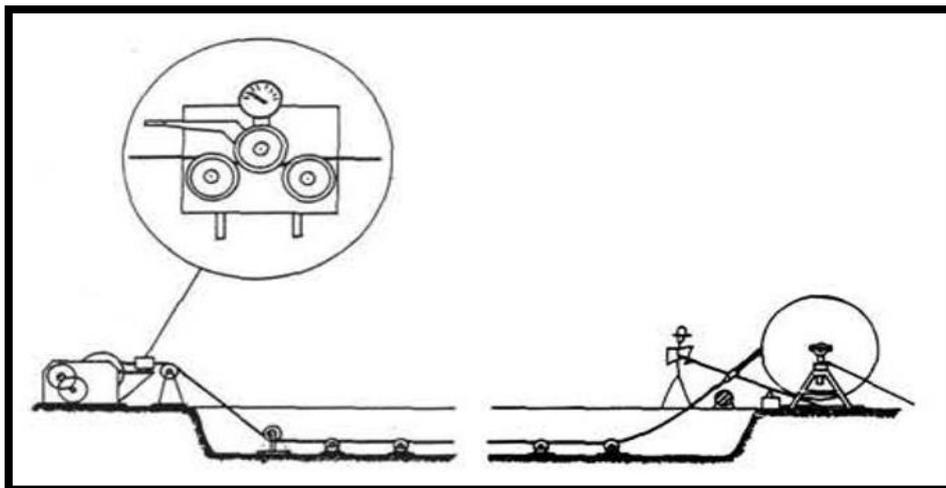
**Figura N° 2. 13 Accionamiento eléctrico.**

Este sistema de tendido puede efectuarse de las siguientes maneras:

Tendido con esfuerzo aplicado sobre el extremo del cable.

Tendido con esfuerzo repartido a lo largo de todo el cable con auxilio de un cable fiador y ataduras adecuadas.

En el primer caso, la cuerda de tiro sujeta al cable, como ya se ha indicado, por medio de una manga tira-cables o, cabezal de tracción, si se trata de cables de mayor sección y peso, con el fin de evitar daños ocasionados por el deslizamiento del aislamiento sobre los conductores, por medio de un cabezal de tiro, unido directamente a los conductores del cable, con auxilio de un disco taladro por donde se pasaran los citados conductores, que se mantienen en posición mediante unos manguitos y unos tornillos. En el segundo de los casos, se utiliza un fiador de doble longitud que la zanja, ya que la tracción se efectúa desde el extremo opuesto al de la bobina y al comienzo se ha de tener cubierta con el fiador toda la zanja, más una longitud igual al lado de la bobina llena de cable. Este segundo tramo es el que ira atando el cable, según se desenrolla este de la bobina, por medio de ataduras sencillas y de rápida ejecución que se irán colocando al cable cada cinco metros. Los esfuerzos de tracción máximos aconsejables son de 5 Kg mm<sup>2</sup> de sección en el caso de conductores de cobre y de la mitad en el caso de conductores de aluminio, la velocidad de tendido no debe exceder de 5 metros por minuto.



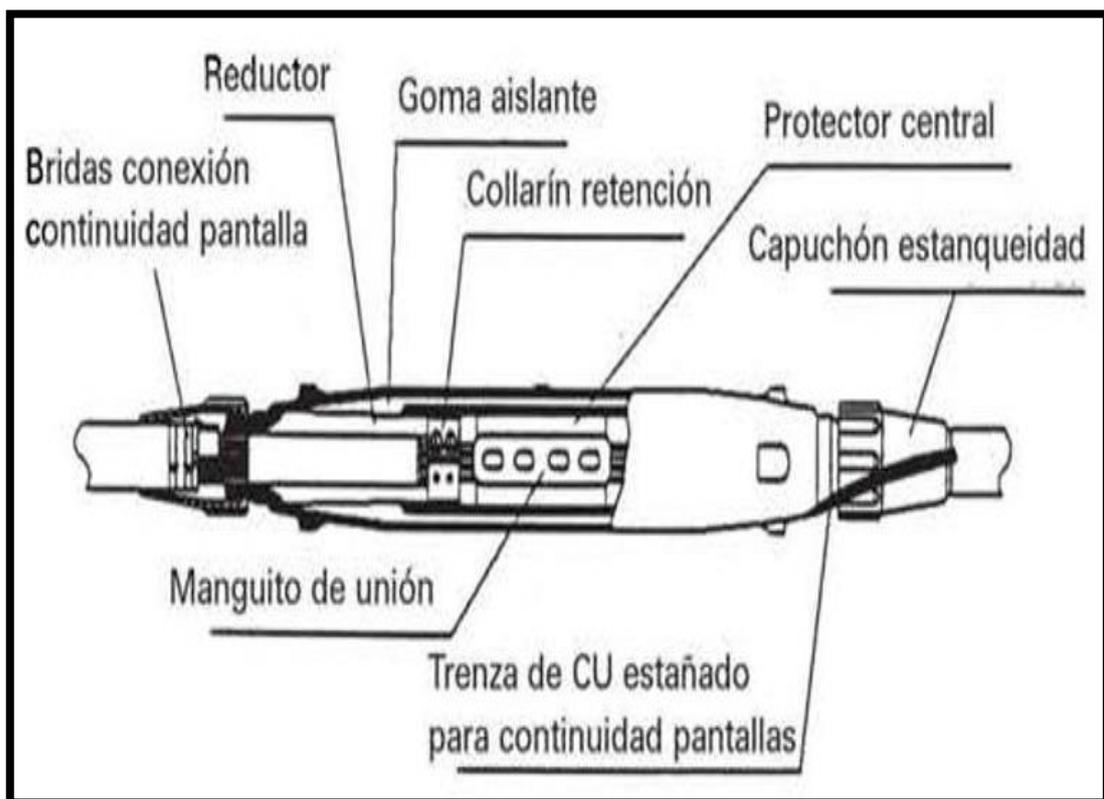
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 14 Tendido mecánico mediante cabrestante.**

Durante el tendido tendremos que tomar las siguientes precauciones:

- Controlaremos de forma constante con un dinamómetro el esfuerzo de tracción, con el fin de no pasarnos de los esfuerzos máximos permitidos.
- Tendremos que colocar un pasador calibrado de protección por ruptura, de tal forma que se interrumpa la tracción del momento que se superen los esfuerzos indicados.
- Mantendremos los rodillos en los puntos previstos para que el cable no toque ni roce el suelo ni las paredes de la zanja.
- Si el recorrido del cable va por conductos sinuosos, la suma total de las curvas superan los 300°, el esfuerzo de tracción puede llegar a ser equivalente al peso del cable, lo que puede obligar a limitar la longitud a tender en cada operación.

La unión entre conductores se realiza por medio de empalmes premoldeados como el representado en la Figura N° 2.15 abajo presentada.



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2.15 Empalme premoldeado para conductores unipolares.**

## 2.6.2 TENDIDO DE CABLES EN ZANJA

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja<sup>11</sup>.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende. El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

---

<sup>11</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm. Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento. Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido.

### **2.6.3 TENDIDO DE CABLES EN DUCTOS**

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tira cables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce. Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo. Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo. En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

## **2.7.PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN**

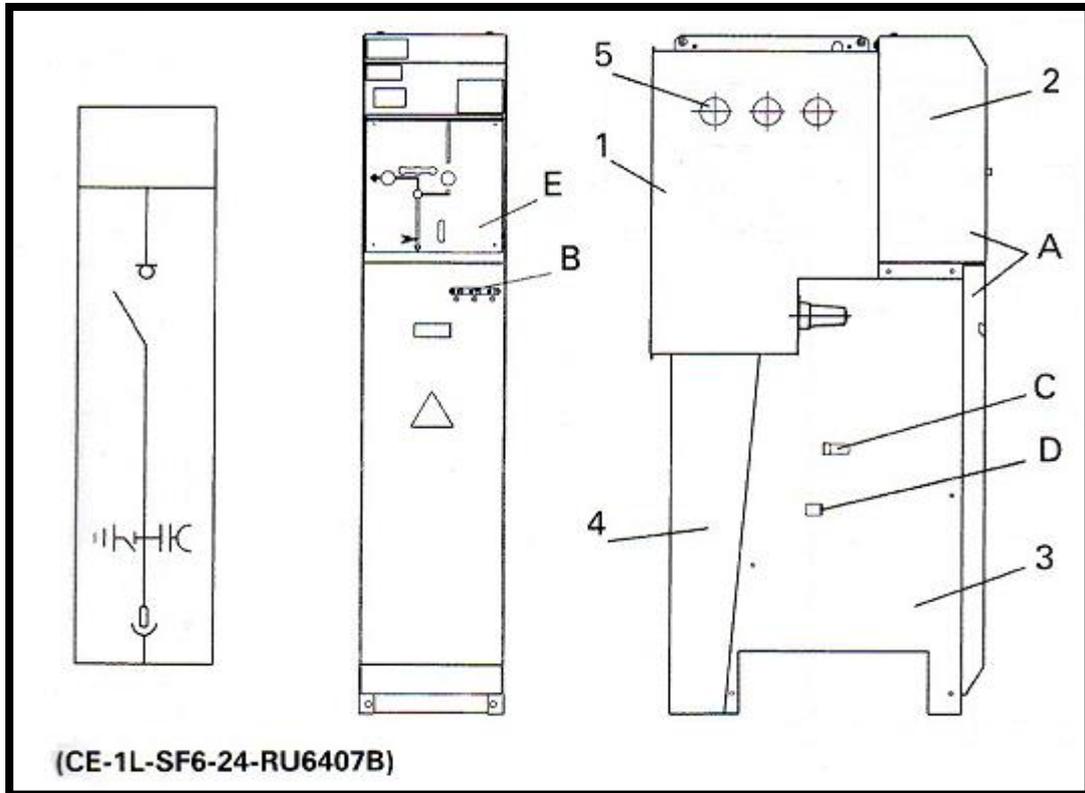
Tienen una gran importancia desde el punto de vista del Estudio, del diseño, del montaje, de la ubicación, del mantenimiento, de las maniobras propias del centro, etc., al ser el último eslabón de la red de distribución y el elemento más cercano a los usuarios. El conocimiento del diseño de un centro de transformación, clasificación, partes de que se componen, etc., permite al técnico poder realizar el montaje, las maniobras propias del centro y un mantenimiento preventivo, eficaz y seguro<sup>12</sup>. A la hora de realizar el montaje de un centro de transformación compuesto por celdas prefabricadas, tendremos que seguir los siguientes pasos, previo al conocimiento del tipo de celda o celdas que se van a montar. Dentro de los tipos de celda más usuales que se montan destacan las siguientes:

- Celda modular de línea, Figura N° – 2.16
- Celda modular de protección con fusibles, Figura N° – 2.17
- Celda modular de protección con interruptor automático, Figura N° – 2.18

---

<sup>12</sup> Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Capítulo III Centros de Transformación Pág. 81)

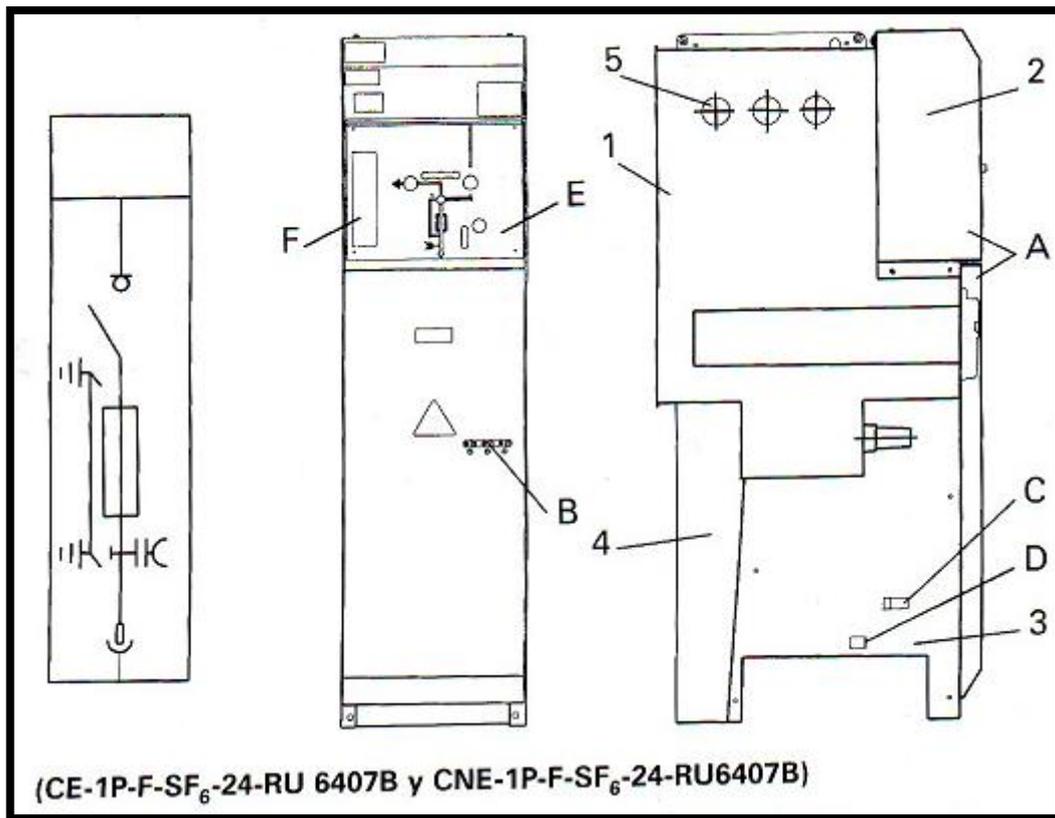
- Celda modular de Int. Pasante, Figura N° – 2.19
- Celda compacta extensible, Figura N° – 2.20



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

- 1: Compartimento de interruptor y embarrado en gas.
  - 2: Compartimento de interruptor de maniobra.
  - 3: Compartimento de cables.
  - 4: Compartimento de expulsión de gases.
  - 5: Tulipas de unión de cedas (solo en las extensibles).
- A: Tapas delanteras.  
 B: Indicadores de tensión.  
 C: Soporte de cables.  
 D: Pletina de tierras.  
 E: Panel de maniobras y mímico.

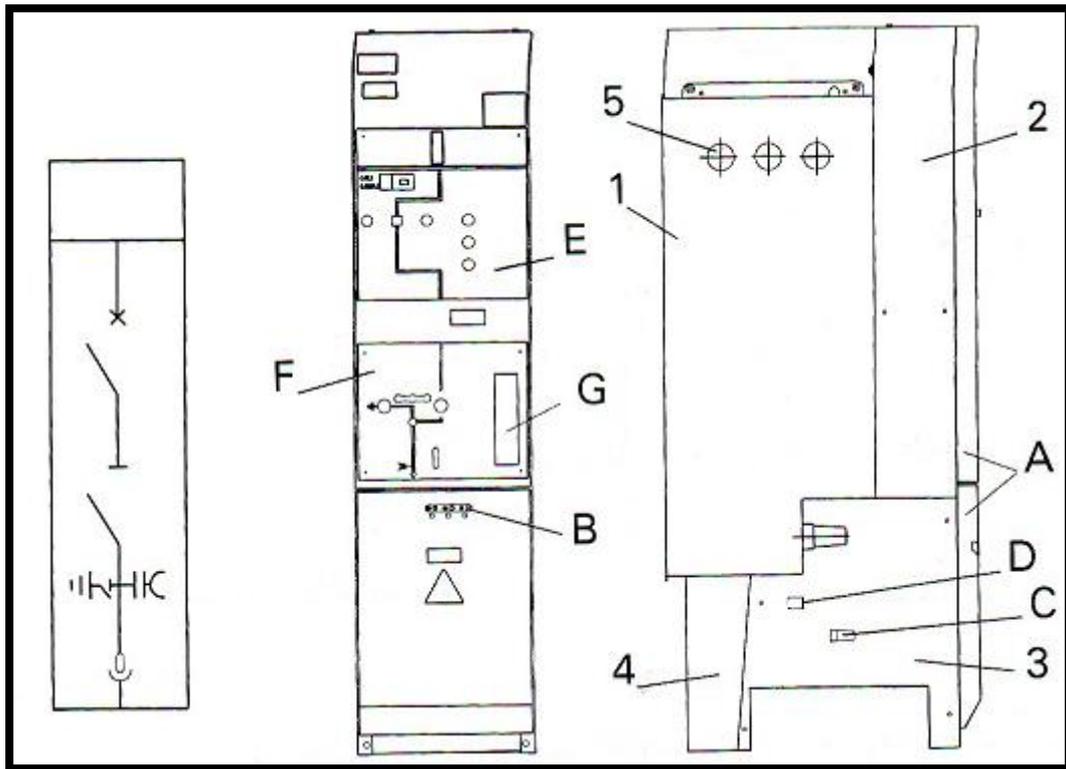
**Figura N° 2. 16 Celda Modular de Línea.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

- 1: Compartimento de interruptor, embarrado y portafusibles.
- 2: Compartimento de mecanismos de maniobra.
- 3: Compartimento de cables.
- 4: Compartimento de expulsión de gases.
- 5: Tulipas de unión de celdas (solo en las extensibles).
- A: Tapas delanteras.
- B: Indicadores de tensión:
- C: Soporte de cables.
- D: Pletina de tierras.
- E: Panel de maniobras y mímico.
- F: Rele de protección RPTA (opcional).

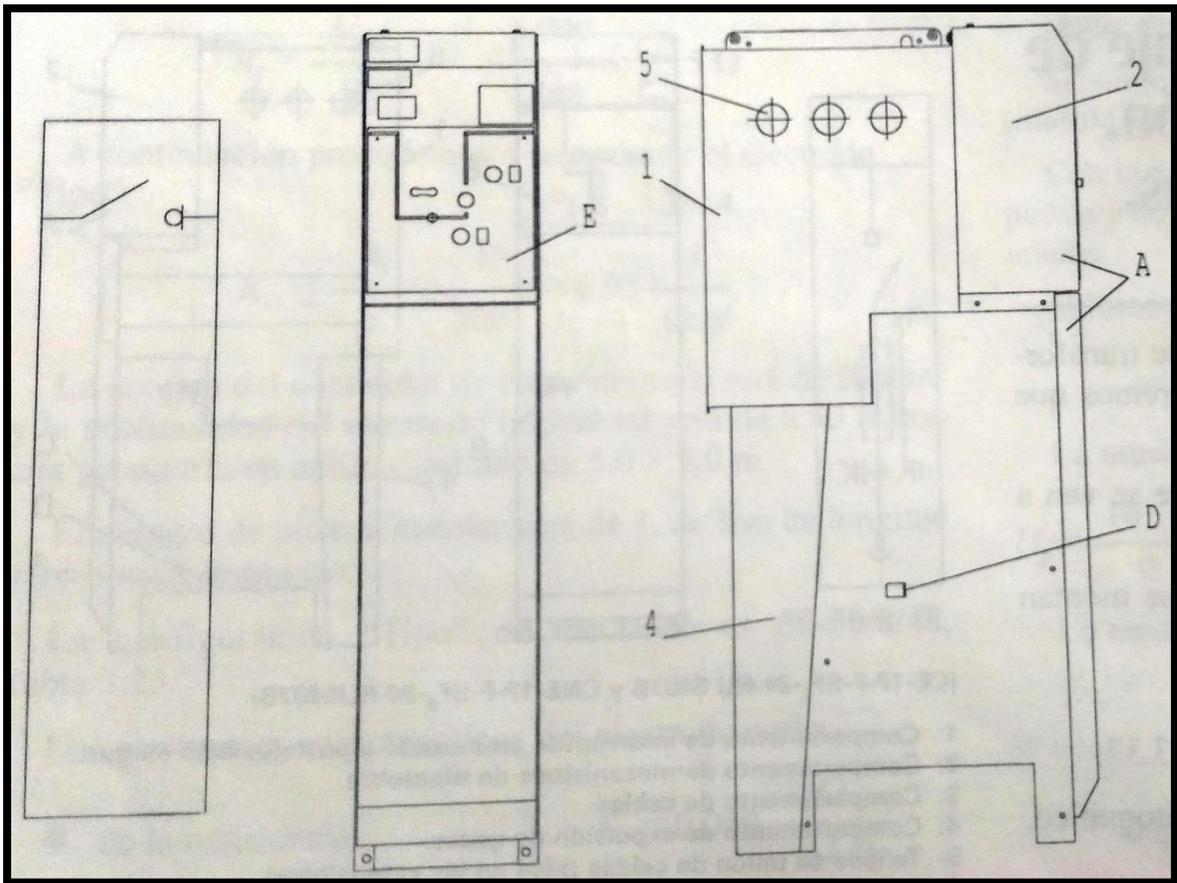
**Figura N° 2. 17 Celda Modular de Protección con Fusible.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

- 1: Compartimento de interruptor automático, seccionador y embarrado en gas.
- 2: Compartimento de mecanismos de maniobra.
- 3: Compartimento de cables.
- 4: Compartimento de expulsión de gases.
- 5: Tulipas de unión de celdas (solo en las celdas extensibles).
- A: Tulipas delanteras.
- B: Indicadores de tensión.
- C: Soporte de cables.
- D: Pletina de tierras.
- E: Panel de maniobras y mímico de interruptor automático.
- F: Panel de maniobras y mímico de seccionador.
- G: Rele de protección general RPGM.

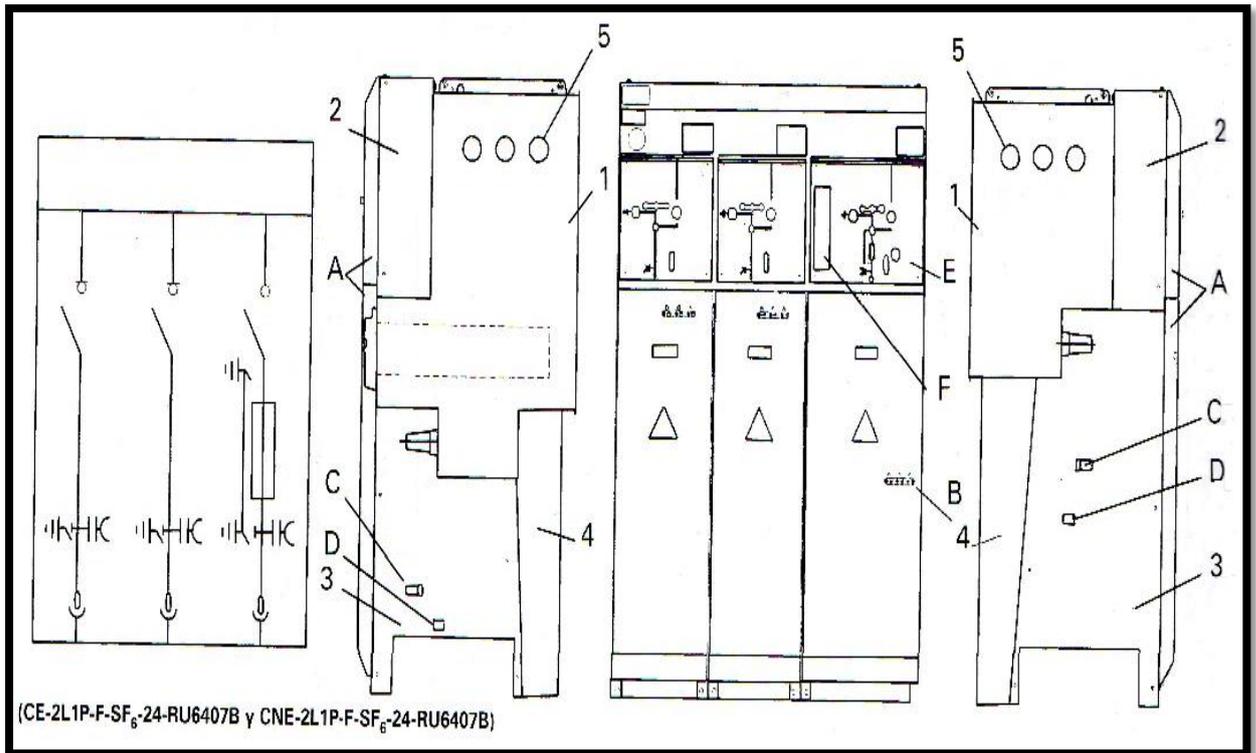
**Figura N° 2. 18 Celda Modular de Protección con Int. Automático.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

- 1: Compartimento de interruptor (seccionador) de barras en gas.
- 2: Compartimento de mecanismos de maniobra.
- 4: Compartimento de expulsión de gases.
- 5: Tulipas de unión de celdas.
- A: Tapas delanteras.
- D: Pletina de tierras.
- E: Panel de maniobras y mímico.

**Figura N° 2. 19 Celda Modular de Int. Pasante.**



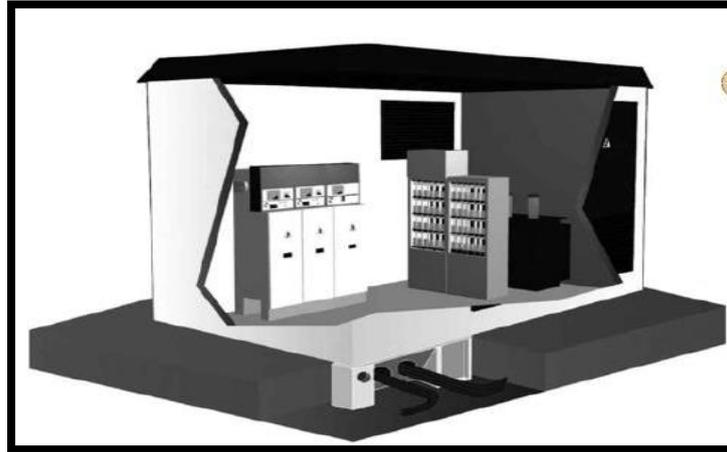
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

- 1: Compartimento de interruptor y embarrado en gas.
- 2: Compartimento de mecanismos de maniobras.
- 3: Compartimento de cables.
- 4: Compartimento de expulsión de gases.
- 5: Tulipas de unión de celdas (solo en las celdas extensibles).
- A: Tapas delanteras.
- B: Indicadores de tensión.
- C: Soporte de cables.
- D: Pletina de tierras.
- E: Panel de maniobras y mímico.
- F: Relé de protección RPTA (opcional).

**Figura N° 2. 20 Celda Compacta Extensible.**

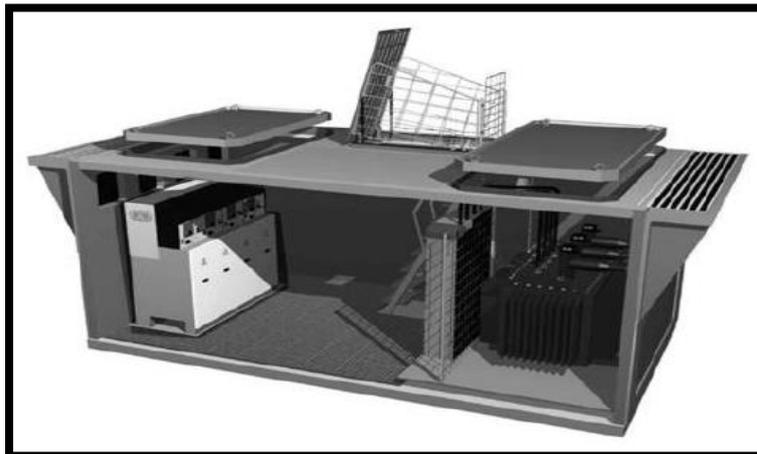
Los Centros de Transformación pueden ser instalados en el interior o en el exterior o intemperie.

Centros de transformación situados en edificios independientes suelen alojarse en espacios abiertos, en zonas rurales, urbanizaciones, polígonos industriales, etc., en locales construidos especialmente para su instalación los tipos principales son:



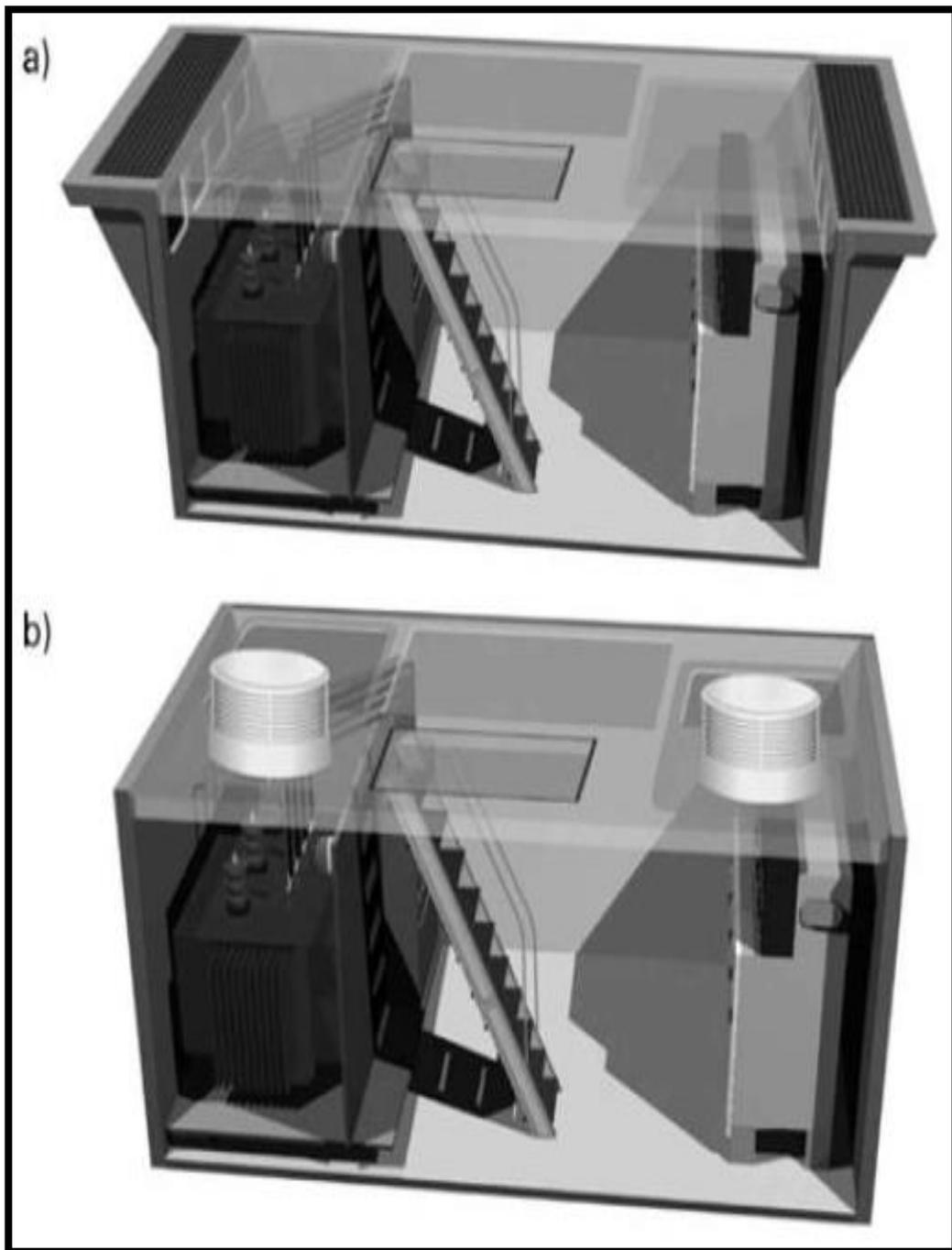
Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 21 Centro de Transformación prefabricado de Superficie.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

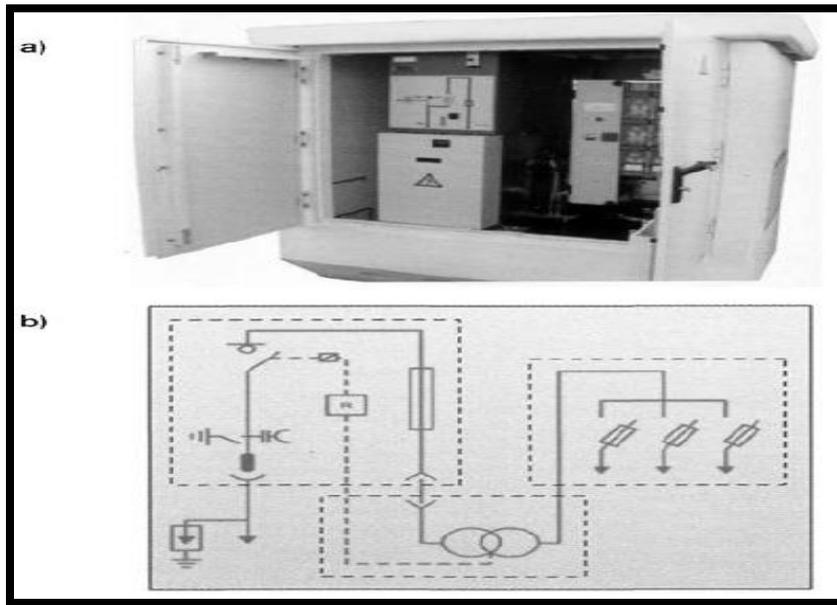
**Figura N° 2. 22 Centro de Transformación Subterráneo para un transformador.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

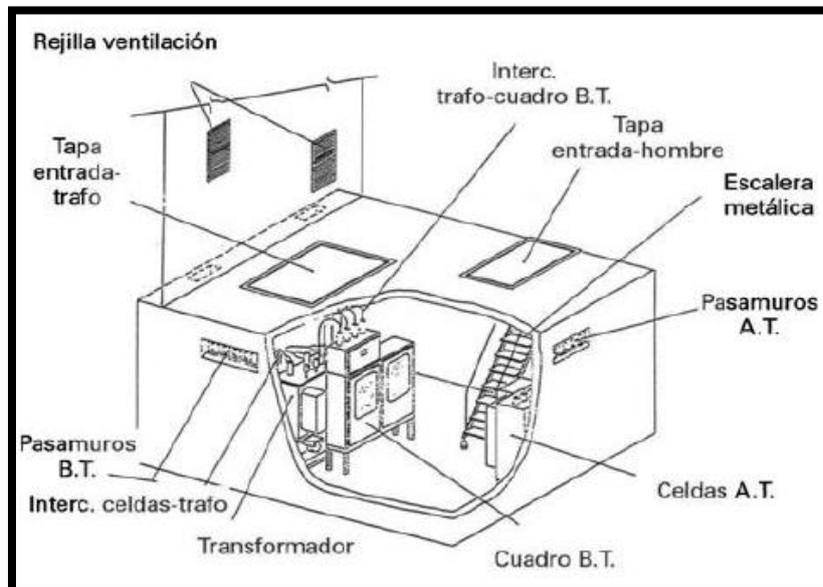
**Figura N° 2. 23 Centros de Transformación Subterráneos. a) Con ventilación horizontal. b) Con ventilación vertical.**

Los Centros de Transformación también pueden instalarse en edificios destinados a otros usos, alojándose en locales exclusivamente dedicados a estas instalaciones pueden situarse:



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 24 Centro de Transformación Prefabricado para Redes Rurales. a) Vista desde el exterior. b) Esquema eléctrico.**

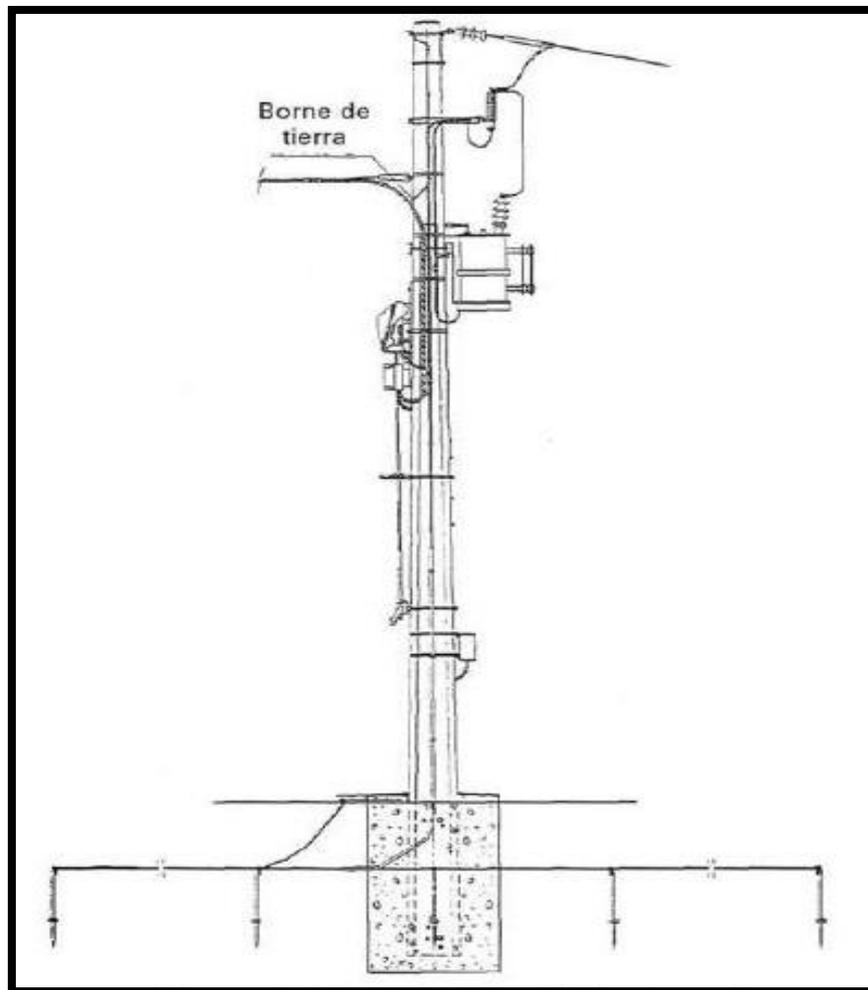


Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 25 Centro de Transformación situado en planta sótano.**

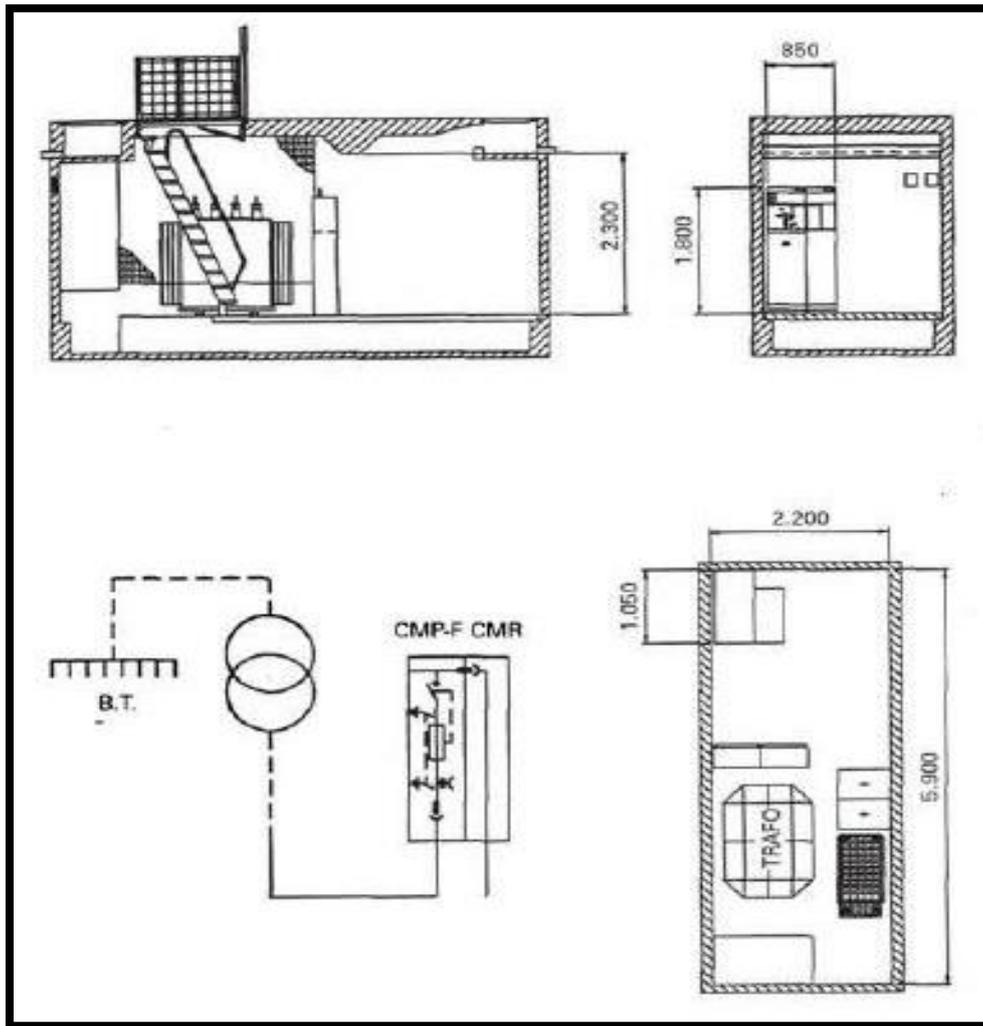
Los Centros de Transformación de Intemperie se instalan sobre apoyos, no superando las 160 KVA de potencias, cuando son del tipo de empresa. La protección contra cortocircuitos y/o sobrecargas se realiza por medio de fusibles de expulsión Xs de a.p.r. montados sobre seccionadores tipo CUT-OUT o a puntos concretos Figura N° – 2.26. La protección contra descargas o sobretensiones de origen atmosféricos se realiza por medio de autovalvulas. Según su alimentación estos pueden ser:

- Alimentación en Puntas. Únicamente tienen una línea de alimentación, es decir, parten de la red principal en derivación o constituyen el punto final de la misma, Figura N° – 2.27



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

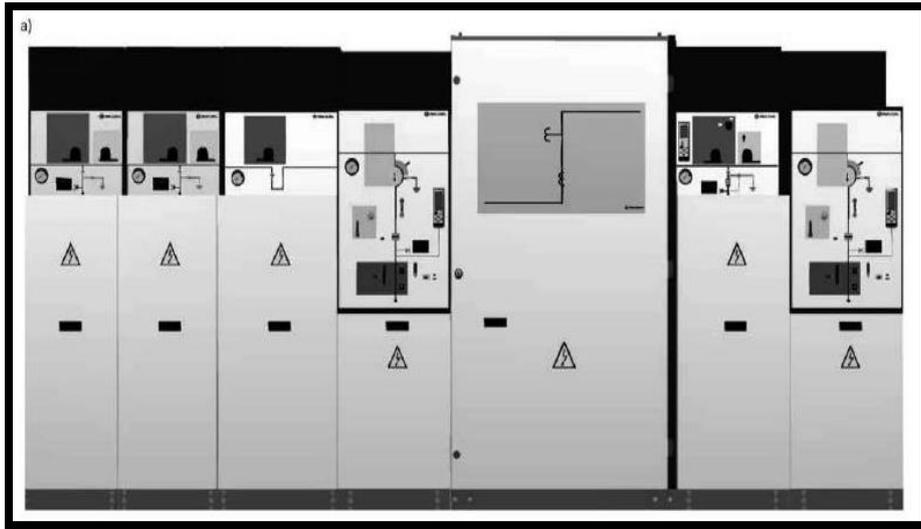
**Figura N° 2. 26 Centro de Transformación de Intemperie.**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

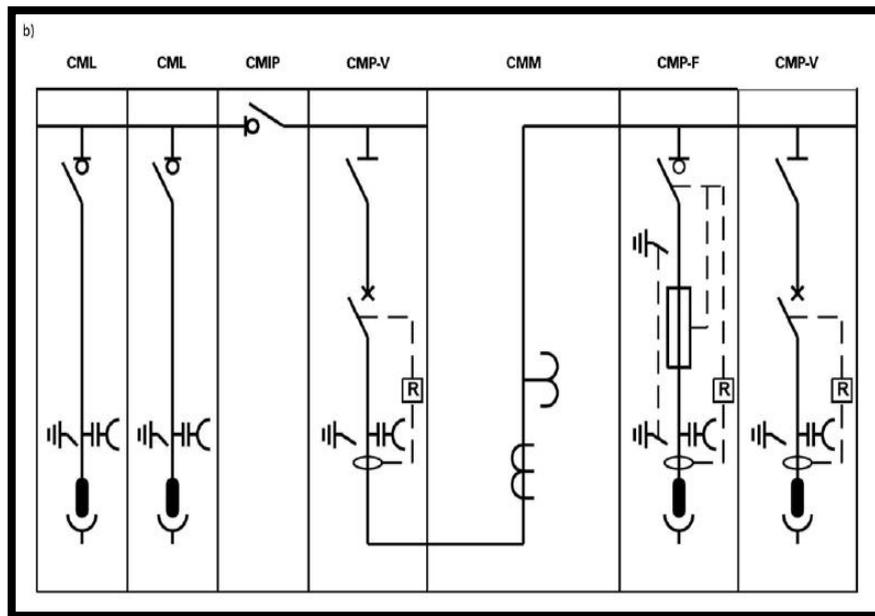
**Figura N° 2. 27 Esquema de un Centro de Transformación en puntas.**

Existen también los Centros de Seccionamiento o de Entronque, se utilizan para el seccionamiento de una línea, y para mejorar la maniobrabilidad de esta. Normalmente en todo Centro de Seccionamiento existen varias cabinas o elementos de corte en carga preparadas/os para poder realizar las maniobras adecuadas sobre las líneas de entrada y salida. Cuando en Centro de Transformación es propiedad del cliente, al ser las celdas de acometida de uso exclusivo será necesario la instalación de elementos de corte, seccionadores o interruptores, que puedan dejar sin servicio dicho Centro de Transformación. A este tipo centro de transformación de seccionamiento y abonado, Figura N° – 2.28



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 28 Centro de Seccionamiento y Transformación de Cliente para dos transformadores. a) Distribución de Celdas**



Fuente: Técnicas y Procesos en las Instalaciones Eléctricas en Media y Baja Tensión (Jose Luis Sanz Serrano, Jose Carlos Toledano Gasca) 6ª edición

**Figura N° 2. 29 Centro de Seccionamiento y Transformación de Cliente para dos transformadores. b) Esquema Eléctrico. (Cont.).**

## 2.8.DISEÑO DE ALUMBRADO DE EXTERIORES

El alumbrado de exteriores trata de proporcionar el nivel de iluminación adecuado en todos aquellos lugares al aire libre que por un motivo u otro lo necesitan. Estos motivos pueden ser muy variados, como por ejemplo: turísticos, deportivos, estéticos, de seguridad ciudadana, de seguridad vial, etc. Seguidamente ofrecemos una tabla de valores de niveles de iluminación que se suelen utilizar en alumbrados exteriores<sup>13</sup>

Espacio a iluminar	Nivel de iluminación, E. lux (lx)	Uniformidad $U = E_{mín}/E_m$
<i>Alumbrado público</i>		
Autopistas .....	20-40	0,25-0,35
Carreteras con tráfico denso, 1.800 veh/h .....	15-30	0,25-0,35
Carreteras con tráfico medio, 500-1.800 veh/h .....	10-20	0,20-0,25
Calle de barrio industrial .....	10-20	0,15-0,20
Calle comercial tráfico rodado .....	10-20	0,25-0,35
Calle comercial sin tráfico importante .....	7-15	0,15-0,25
Grandes plazas .....	20-25	0,25-0,30
Plazas en general .....	7-15	0,15-0,25
Paseos .....	10-15	0,20-0,25
Túneles:		
Durante el día .....	100-200	0,15-0,25
Alumbrado de acceso .....	1.000-2.000	0,25-0,35
Durante la noche .....	30-60	0,15-0,25
<i>Alumbrado exterior en industrias</i>		
Alumbrado de vigilancia .....	5-10	0,15-0,20
Zona de transporte y almacenaje .....	10-20	0,20-0,25
Entradas y zonas de fachadas principales .....	50-90	0,25-0,30
<i>Zonas deportivas</i>		
Baloncesto .....	200-300	0,25-0,35
Tenis .....	200-300	0,25-0,35
Frontón .....	100-200	0,25-0,35
Pistas de patinaje .....	50-100	0,25-0,35
Fútbol primera división .....	1.000	0,25-0,35
Fútbol segunda y tercera división .....	500	0,20-0,25

Fuente: Figura extraída de internet, proyecto intitulado “alumbrado de parque Santa Mónica”

**Figura N° 2. 30 Tabla de Valores de Niveles de Iluminación.**

13

<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj95MfsoMXTAhVD3yYKHcoBi8QFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fdeeea.urv.cat%2Fpublic%2FPROPOSTES%2Fpub%2Fpdf%2F154pub.pdf&u=AFQjCNF30UmopP29vs3mWeZvljGSQo8-w> ( texto extraído de internet, intitulado “alumbrado de parque Santa Mónica” pág. 24)

La luz es un componente esencial en cualquier medio ambiente ya que hace posible la visión del entorno, pero además, al interactuar con los objetos y el sistema visual de los usuarios, puede modificar la apariencia del espacio, influir sobre su estética y ambientación y afectar el rendimiento visual, estado de ánimo y motivación de las personas. El diseño de iluminación requiere comprender la naturaleza

(Física, fisiológica psicológica) de esas interacciones y además, conocer y manejar los métodos y la tecnología para producirlas, pero fundamentalmente demanda de una fuerte dosis de intuición y creatividad para utilizarlas<sup>14</sup>.

Se entienden por alumbrado de exteriores el conjunto de técnicas y procedimientos empleados para alumbrar los siguientes espacios o aplicaciones: vías públicas, túneles, plazas, puentes, paseos, jardines, aparcamientos, fachadas de edificios y monumentos, etc. Los mismos que pueden englobarse en cuatro grandes bloques:

- Alumbrado público.
- Alumbrado ornamental.
- Alumbrado industrial, fabril o de servicios.
- Alumbrado deportivo.

En todos estos tipos de alumbrado se emplean, la mayoría de veces, los aparatos llamados proyectores que da lugar al término “alumbrado de proyección”.

### **2.8.1 ALUMBRADO PUBLICO**

Las instalaciones de alumbrado público tienen la finalidad de iluminar las vías de circulación o Comunicación y los espacios comprendidos entre edificaciones, que por sus características o seguridad general, deben permanecer iluminadas, en forma permanente o circunstancial, sean o no de dominio Público. El alumbrado público debe proporcionar unas condiciones de visibilidad idóneas para la conducción de vehículos, el paseo de viandantes o la observación del entorno. Una buena iluminación urbana aumenta la seguridad de las personas y propiedades disminuyendo los delitos en vías públicas, aumenta la capacidad de reacción ante amenazas. También contribuye a la reducción de

---

<sup>14</sup> Diseño de iluminación de interiores Capítulo 8 (Ing. Mario Raitelli)

accidentes en la carretera, y a la ambientación urbana, dando personalidad al ambiente, pudiendo identificar lugares por su iluminación.

### **2.8.2 ALUMBRADO ORNAMENTAL**

Se consideran alumbrados ornamentales los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes, jardines, etc., y paisajista de ríos, riberas, playas, frondosidades, equipamientos acuáticos y similares.

### **2.8.3 DISEÑO DE ALUMBRADO INDUSTRIAL, FABRIL O DE SERVICIOS**

Las tareas visuales en la industria, tienen unos requerimientos especiales que deben solventarse con una iluminación adecuada a cada tarea visual. Esto incluye, entre otros, las características de los materiales de la superficie, la orientación, y el tamaño de la tarea. La fabricación en la industria para que sea rentable tiene que ser rápida y de calidad, por eso la velocidad y la exactitud son factores importantes. Muchos procesos de fabricación están ahora controlados por computadoras, en estos casos, la pantalla debe considerarse dentro del diseño de la iluminación. En la industria intervienen un amplio rango de tareas visuales, condiciones de operación, y consideraciones económicas. Las tareas visuales pueden ser grandes o pequeñas, oscuras o con luz, Opacas, transparentes o translúcidas, en superficies especulares o difusas, con posicionamiento horizontal o vertical, o en planos inclinados. También las tareas pueden implicar un movimiento del objeto, de la vista o de ambos. Con estas condiciones de tareas diferentes, la iluminación debe proveer una adecuada visibilidad para que los materiales puedan transformarse en los productos finales. Los daños físicos pueden existir en los procesos de fabricación, por esto, la iluminación es un factor importante en la prevención de accidentes<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4429/anexo%202022.pdf> de J Serret Alcaide - 2007

## 2.8.4 ALUMBRADO POR PROYECTORES

El alumbrado por proyectores tiene un especial significado en la iluminación decorativa, publicitaria y deportiva, delimitando un importante apartado en el campo de la iluminación moderna. Las luminarias que normalmente empleamos en el alumbrado viario, por lo general, son inadecuadas en los casos anteriormente citados, ya que ahora lo que se necesita es una mayor concentración del flujo luminoso, así como también un más exacto control de la luz emitida. Estas dos características son típicas de las luminarias llamadas proyectores. El Comité Internacional de Iluminación, define al proyector como una luminaria en la cual la luz es concentrada en un determinado ángulo sólido, mediante un sistema óptico, bien de espejos o bien de lentes, con el fin de obtener una intensidad luminosa elevada. El cálculo de un alumbrado por proyectores suele presentar mayores dificultades que un alumbrado viario, debido principalmente a que los proyectores suelen utilizarse con ángulos de orientación variables, según los casos, dando lugar a factores de utilización muy dispares y de difícil determinación. Esto elimina la posibilidad de representar los coeficientes de utilización de un proyector, por medio de tablas o gráficos de aplicación sencilla o rápida, como hacíamos para el alumbrado de interiores o viario. En el alumbrado por proyectores deberemos apoyarnos más frecuentemente sobre las curvas características, por lo que deberemos conocer con precisión las curvas fotométricas de intensidad, así como las demás curvas que de ellas pueden obtenerse, tales como las “Isocandelas” y las de “Isolux” referidas a distintas inclinaciones del proyector. Las curvas realmente interesantes para la determinación de los niveles de iluminación obtenidos con proyectores, son las de Isolux. Al igual que para el alumbrado viario, si disponemos de las curvas características correspondientes, no resultara difícil la determinación del nivel luminoso de un punto cualquiera del plano iluminado. Dado que los proyectores suelen trabajar con inclinaciones variables, deberemos aprender a obtener las curvas Isolux para la inclinación que deseemos. Hay que considerar que la nueva ley sobre contaminación lumínica aprobada por el parlamento de Cataluña limita mucho la utilización de proyectores o mas bien dicho la inclinación que estos pueden tener. Habrá que esperar al redactado del reglamento al respecto para hacer una valoración mas elevada<sup>16</sup>.

---

16

<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj95MfsoMXTAhVD3vYKHYcoBi8QFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fdeeea.urv.cat%2Fpublic%2FFPROPOSTES%2Fpub%2Fpdf%2F154pub.pdf&g=AFQjCNF30UmopP29vs3mWeZvIjIGSQo8-w> ( texto extraído de internet, intitulado “alumbrado de parque Santa Mónica” pág. 31)

## 2.8.5 ALUMBRADO DEPORTIVO

Dentro del alumbrado por proyectores, tenemos el alumbrado deportivo, que últimamente ha alcanzado un auge extraordinario. Según sea el deporte elegido y su aplicación específica, así será el nivel de iluminación a aplicar. La resolución de estos problemas puede hacerse analíticamente, punto por punto o gráficamente, de idéntica forma a como hacíamos para el alumbrado viario, nada hemos dicho sobre el deslumbramiento, pero se comprende que en un alumbrado deportivo este concepto es de suma importancia, como es sabido, el índice de deslumbramiento es función de diversas causas entre las que se cuentan la luminancia de los puntos de luz y la posición de estos dentro del campo visual de los jugadores. La disminución de la luminancia, o intensidad luminosa por unidad de superficie, tiene difícil solución, ya que ello obligaría a aumentar considerablemente la superficie reflector de los proyectores, con el consiguiente aumento de volumen y peso de los mismos.

A base de elevar los puntos de luz sobre la superficie de juego, se consigue controlar el deslumbramiento, pudiendo admitir que la mínima altura aceptable corresponde a la determinada por la dirección que partiendo de los ojos de un jugador en el centro del campo, forme un ángulo de 20 grados con la horizontal. Lógicamente, cuanto más altos se encuentren los proyectores, menor será el deslumbramiento<sup>17</sup>.

## 2.9. CÁLCULO DE UN ALUMBRADO POR PROYECCIÓN

Para poder realizar el cálculo de un alumbrado por proyección, el primer punto a tener en consideración es el de recopilar para clase de alumbrado los siguientes datos: planos, posibilidad de emplazamiento de los proyectores, alrededores de la zona a iluminar, horas de encendido, efectos de color, sombras, contrastes, deslumbramientos, etc., los cuales permitirán fijar la iluminancia a obtener y determinar el tipo de proyector a utilizar. El cálculo más sencillo y rápido a utilizar en el alumbrado por proyectores es el que se basa

---

17

<https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj95MfsoMXTAhVD3yYKHYcoBi8QFggiMAE&url=http%3A%2F%2Fdeeea.urv.cat%2Fpublic%2FPROPOSTES%2Fpub%2Fpdf%2F154pub.pdf&g=AfQjCNE30UmopP29vs3mWeZvIjIGSQo8-w> ( texto extraído de internet, intitulado “alumbrado de parque Santa Mónica” pág. 32)

en el método de “lúmenes del haz”, respecto del cual se determina el número de proyectores necesarios mediante la siguiente relación:

$$N = \frac{E_m * A}{\phi_p * C_u * f_c} \quad (2)$$

donde:

$N$  = número de proyectores necesarios.

$E_m$  = iluminancia media (lux).

$A$  = superficie a iluminar, en  $m^2$ .

$\phi_p$  = lúmenes del haz del proyector.

$C_u$  = coeficiente de utilización del haz.

$f_c$  = factor de conservación de la instalación

- La iluminancia media, ( $E_m$ ), se determina para clase de alumbrado de acuerdo con los valores recomendados por el CNE, tomo V (sistema de utilización)
- Los lúmenes del haz del proyector, ( $\phi_p$ ) corresponden al flujo luminoso útil y que es igual al producto de los lúmenes de la lámpara por la eficacia o rendimiento del proyector. Este dato normalmente lo facilita el fabricante del proyector.
- El coeficiente de utilización del haz, ( $C_u$ ) viene dado por la relación entre los lúmenes que inciden sobre la superficie a iluminar y los lúmenes del haz. Este coeficiente representa, por tanto, la utilización de los rayos luminosos que emite el proyector desde su emplazamiento y que se encuentra orientado en una determinada dirección, variando su valor con distintos emplazamientos y direcciones.
- Normalmente debe estar comprendido entre 0,60 y 0,90. Si por cualquier circunstancia resulta inferior a 0,60 habría que seleccionar un proyector con un haz más concentrador o disminuir su distancia de emplazamiento, y si por el contrario es superior a 0,90 se elegirá un proyector menos concentrador o se ampliará la distancia de emplazamiento.
- El factor de conservación, ( $f_c$ ), oscila entre 0,65 para proyectores abiertos y 0,75 para proyectores cerrados, pudiéndose aplicar factores más bajos cuando la conservación del proyector no se realice en las debidas condiciones.

## CAPITULO III

### INSPECCIÓN ELÉCTRICA

#### 3.1.ASPECTOS GENERALES

El subsistema de distribución primaria y secundaria de la ciudad universitaria de Perayoc, de propiedad de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco está constituido por líneas y/o conductores, fuentes de suministro y consumidores, como edificios de uso general, centros de producción y otros.

Durante el transcurso de los años, la ciudad Universitaria de Perayoc fue objeto de múltiples cambios en su infraestructura y en el uso de ambientes. Dentro de estos se tiene:

- El cambio de uso de los ambientes (aulas a laboratorios, laboratorios a oficinas administrativas, aulas a bibliotecas, etc., no previstas en los proyectos de construcción.
- Actualmente existen edificaciones construidas en base a un proyecto de infraestructura para un determinado uso, donde se realizan actividades diferentes a la prevista.
- Existen ampliaciones y/o adecuación de ambientes en las edificaciones, sobre todo en las de mayor antigüedad.
- Implementación no prevista de equipos y maquinarias en laboratorios y centros de producción.

Todos estos cambios, hacen que las instalaciones eléctricas operen por encima de su capacidad nominal, originando sobrecalentamientos, deterioro del aislamiento de los conductores, mala selectividad de los equipos de protección, interrupción del suministro de energía eléctrica y por consiguiente mala calidad del servicio, lo que se trasluce en un elevado costo por reposición de equipos y materiales dañados, y, excesivas pérdidas de energía eléctrica.

El sistema de energía eléctrica de la Ciudad Universitaria de Perayoc, presenta una serie de problemas debido a varios factores determinantes como son: La antigüedad y obsolescencia de las instalaciones, el incremento constante de la carga y el consiguiente aumento de la demanda, adicionándose a estos problemas la falta de un plan general de mantenimiento preventivo, lo que ocasiona serias deficiencias en el servicio actual que

afectan la continuidad y calidad del servicio, poniendo además en riesgo el resto de sistemas de utilización.

Para resolver el problema integralmente, la UNSAAC requiere contar con un estudio técnico-actualizado, que permita la implementación de medidas correctivas e inversiones destinadas al logro de un sistema eléctrico seguro, eficiente y confiable, que garantice la atención de la demanda actual y futura de los próximos años en todas las instalaciones de la Ciudad Universitaria de Perayoc. Para tal efecto, se elaboraran los documentos técnicos que constituyan la base para la ejecución de los trabajos relativos al suministro, transporte, montaje de las obras electromecánicas, pruebas y puesta en servicio de las redes eléctricas del presente estudio.

La implementación de nuevas subestaciones así como el mejoramiento, renovación e implementación de nuevos alimentadores en M.T. de 10.5 KV, permitirá dotar de la infraestructura para el suministro de energía eléctrica, requerido por los consumidores de energía en su máxima demanda actual y futura de los próximos años. Así mismo la mejora y renovación de circuitos alimentadores eléctricos, circuitos de fuerza y circuitos de iluminación general, permitirá el mejoramiento del equipamiento de laboratorios, mejoramiento de los sistemas de comunicación y equipamiento informático, ampliación del número de horas lectivas, mejora de la iluminación de ambientes internos y externos, complementación adecuada del servicio de aulas virtuales y el mantenimiento adecuado de los equipos informáticos de investigación científica aplicada.

### **3.1.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA**

#### **3.1.1.1 REDES PRIMARIAS**

- Sistema : 3 $\phi$ , 60 Hz.
- Tipo de Red Eléctrica : Subterránea.
- Tensión Nominal de Operación : 25 KV.
- Tensión Nominal de Diseño : 10.5 KV.
- Conductor Subterráneo : Unipolar de Cu “N2XSY”
- Longitud Total : 7,117.35 mts.
- Sección : 35 y 70 mm<sup>2</sup>

- Sistemas de P.A.T. : Tipo PAT- 1.
- Equipos de Protección y Maniobra: Celda Interruptor IM, Vn=12 KV, In=630Amp.  
Celda Interruptor QM, Vn=12 KV, In=630 Amp.  
Celda Medición GBC-C, Vn=12 KV, In=630 Amp.  
Interruptor de potencia

### 3.1.1.2 SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN

- Instalación : Tipo Caseta.
- Potencia Nominal
  - SS-EE 0010019- PUERTA PRINCIPAL : 250 KVA.
  - SS-EE 0010562- ING. ELÉCTRICA : 350 KVA.
  - SS-EE 0010094- QUÍMICA : 300 KVA.
  - SS-EE 0010078- COMEDOR UNIV. ANTIGUO : 300 KVA.
- Instalación : Tipo Compacta Pedestal.
- Potencia Nominal
  - SS-EE PROYECTADA ADMINISTRACIÓN : 200 KVA.
  - SS-EE PROYECTADA CENTRO DE SALUD : 250 KVA.
  - SS-EE PROYECTADA BIBLIOTECA CENTRAL : 250 KVA.
  - SS-EE PROYECTADA CEPRU : 200 KVA.
  - SS-EE PROYECTADA ARQUITECTURA : 300 KVA.
- Sistema : 3 $\phi$ , 60 Hz.
- Relación de Transformación : 22.9-10.5 / 0.23 KV.
- Regulación en M.T. : + - 2x2.5 %
- Sistema de Puesta a Tierra : Tipo PAT 1
- Enfriamiento : ONAN
- Altura de Trabajo : 3400 m.s.n.m

El presente estudio comprende el diseño y cálculo para la implementación de redes primarias de media tensión, cambio con equipos modernos en las subestaciones existentes tipo cabina e instalación de transformadores tipo pedestal en la ciudad universitaria de Perayoc.

La Red unirá las sub estaciones en la siguiente secuencia:

- Tramo: SED-0010137 – SS.EE.-0010019 (Acometida de alimentación 01)
- Tramo. SS.EE.-0010019 – SS.EE. PROYECTADA ADMINISTRACIÓN-
- Tramo: SS.EE.-0010019 -SS.EE. PROYECTADA CENTRO DE SALUD
- Tramo: SS.EE- 0010019- SS.EE- 0010079 (Tramo de interconexión)
- Tramo: ESENMT 3847 – SS.EE 0010079 (Acometida de alimentación 02)
- Tramo: SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO ARQUITECTURA
- Tramo: SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO COMEDOR UNIVERSITARIO NUEVO
- Tramo: SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO CEPUR
- Tramo: SS.EE-0010079- SS.EE. 0010562 ING. ELÉCTRICA
- Tramo: SS.EE-0010079- SS.EE. 0010094 QUIMICA
- Tramo: SS.EE-0010562- SS.EE. PROYECTAD BIBLIOTECA CENTRAL

**Tabla N° 3. 1 SS.EE. a Renovar y Proyectadas**

<b>Tramo en ducto</b>	<b>Longitud (mts)</b>	<b>Instalación</b>	<b>observación</b>
SS.EE.-0010137 – SS.EE. 0010019 (Acometida de alimentación 01)	219,05	Subterránea	Renovación
SS.EE.-0010019 – SS.EE. PROYECTADA ADMINISTRACIÓN	228,28	Subterránea	Proyectada
SS.EE.-0010019-SS.EE. PROYECTADA CENTRO DE SALUD	404,67	Subterránea	Proyectada
SS.EE- 0010019- SS.EE- 0010079 (Tramo de interconexión)	354,38	Subterránea	Renovación
ESENMT 3847 – SS.EE 0010079 (Acometida de alimentación)	107,78	Subterránea	Proyectada
SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO ARQUITECTURA	166,30	Subterránea	Proyectada
SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO COMEDOR UNIVERSITARIO NUEVO	74,49	Subterránea	Proyectada
SS.EE-0010079- SS.EE. PROYECTADO CEPUR	215,63	Subterránea	Proyectada
SS.EE-0010079- SS.EE. 0010562	219,00	Subterránea	Renovación
SS.EE-0010079- SS.EE. 0010094	188,34	Subterránea	Renovación
SS.EE-0010562- SS.EE. PROYECTAD BIBLIOTECA CENTRAL	135,85	Subterránea	Proyectada

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.VÍAS DE ACCESO Y CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS

Las características geográficas de la zona del proyecto son:

**Tabla N° 3. 2 Características Geográficas**

Descripción	Semestres	
	Mayo-Octubre	Noviembre-Abril
Clima	Seco	Húmedo
Temperatura mínima °C	4,4	4,2
Temperatura máxima °C	25	21,9
Temperatura media °C	13,4	12,3
Humedad relativa %	40	50
Velocidad del viento Km/h	70	50

Las vías de acceso hacia el distrito el cusco son:

- Vía carretera : Carretera panamericana sur Arequipa-Cusco (1659 Km)
- Vía férrea : Servicio de tren desde Arequipa, vía Juliaca (Puno)
- Vía aérea : A Cusco desde Lima y otras ciudades del país

La vía de acceso hacia la zona del proyecto es:

- Vía terrestre : Av. De la Cultura (entre las Urbs. Mariscal Gamarra y Manuel Prado)

### 3.3.POBLACIÓN BENEFICIADA

La población beneficiada directamente serán los 16.015 estudiantes de las diferentes Carreras Profesionales de la UNSAAC, en el uso de equipos, laboratorios y aulas comprendidas en la infraestructura física que detallamos a continuación:

**Tabla N° 3. 3 Facultades y Áreas Beneficiadas**

<b>CIUDAD UNIVERSITARIA DE PERAYOC</b>		
<b>BLOQUE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ESTADO</b>
1-A	ÁREA ADMINISTRATIVA	PROYECTADO
1-B	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES	PROYECTADO
2	FACULTAD DE TURISMO	EXISTENTE
3	CENTRO DE IDIOMAS	EXISTENTE
4	FACULTAD DE ECONOMÍA	EXISTENTE
5	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	EXISTENTE
6	AULAS GENERALES	EXISTENTE
7-A	FAC. CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	EXISTENTE
7-B	FAC. CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	EXISTENTE
8-A	FAC. DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	EXISTENTE
8-B	FAC. DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	EXISTENTE
9-A	FAC. DE ENFERMERIA (ANTIGUO)	EXISTENTE
9-B	FAC. DE ENFERMERIA (NUEVO)	EXISTENTE
10	FAC. ING. INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	EXISTENTE
11	FAC. ING. QUÍMICA	EXISTENTE
12	LABORATORIO DE QUÍMICA	A RENOVAR
13	CONTROL DE CALIDAD	EXISTENTE
14	FAC. DE QUÍMICA	A RENOVAR
15	FAC. DE BIOLOGIA/FISICO MATEMÁTICAS	EXISTENTE
16	FAC. DE EDUCACIÓN	EXISTENTE
17	FAC. DE ING. ELEÉCTRICA	EXISTENTE
18	FAC. DE INGENIERIA MECÁNICA	EXISTENTE
19-A	FAC. DE ING. GEOLÓGICA (ANTIGUO)	EXISTENTE
19-B	FAC. DE ING. GEOLÓGICA (NUEVO)	EXISTENTE
20-A	FAC. DE ING. DE MINAS (ANTIGUO)	EXISTENTE
20-B	FAC. DE ING. DE MINAS (NUEVO)	EXISTENTE
21	FAC. DE ING. METALÚRGICA	EXISTENTE
22-A	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	EXISTENTE
22-B	LABORATORIO DE HIDRAÚLICA	EXISTENTE
23	FAC. DE ING. CIVIL (PENTAGONO)	EXISTENTE
24	FAC. DE ARQUITECTURA	EXISTENTE
25	FAC. DE ING. CIVIL (ANTIGUO)	EXISTENTE
26-A	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO (ANTIGUO)	EXISTENTE
26-B	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO (NUEVO)	EXISTENTE
27	FAC. DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	EXISTENTE

28	FAC. DE ING. ELECTRÓNICA	EXISTENTE
29	FAC. DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS	EXISTENTE
30	FAC. DE ING. CIVIL	A RENOVAR
31	LABORATORIO DE ING. METALÚRGICA	PROYECTADO
32	CENTRO DE SALUD	EXISTENTE
33	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	EXISTENTE
34	AUDITORIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS, FÍSICA, QUÍMICA Y MATEMÁTICAS	EXISTENTE
35-A	BIBLIOTECA CENTRAL	EXISTENTE
35-B	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA, SERVIDORES DE CENTRO DE COMPUTO)	EXISTENTE
36	BLOQUE JUBILADOS 1	EXISTENTE
37	BLOQUE JUBILADOS 2	EXISTENTE
38	LOCAL DEL SINDUC	EXISTENTE
39	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	EXISTENTE
40	ZOOLOGICO	EXISTENTE
41-A	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACION)	EXISTENTE
41-B	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	EXISTENTE
42	MACRO FACULTAD	PROYECTADO
43	HATUN ÑAN	EXISTENTE
44	BLOQUE DE TOPOGRAFÍA	EXISTENTE
45	TALLER DE ING. METALÚRGICA	PROYECTADO
46	ADMISIÓN	PROYECTADO
47	RADIO Y TELEVISIÓN	PROYECTADO
48	BIBLIOTECA CENTRAL-AMPLIACIÓN	PROYECTADO
49	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN	PROYECTADO
50	PLANTA DE CHOCOLATE	EXISTENTE
51	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	PROYECTADO

Fuente: Departamento de Obras de la UNSAAC

### 3.4.DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

El Estudio comprende el diseño de la red primaria y subestaciones de distribución de la Ciudad Universitaria de Perayoc, de propiedad de la UNSAAC, el mismo que consta con 02 suministros y/o acometidas en M.T., ubicadas en los puntos de diseño SED 0010137 y estructura en M.T. N° 3847. Los equipos de medición se montaran en celdas ubicadas en las SEDs tipo caseta del Comedor Universitario antiguo y Av. Los Incas. (SED 0010078 y SED 001037).

### 3.4.1 RED PRIMARIA

- Sistema : Trifásico
- Tensión nominal : 10.5 KV
- Longitud de RP : 7.12 Km
- Conductor : Cu Unipolar N2XSY
- Sección : 35 y 70 mm<sup>2</sup>
- Tipo de Instalación : Subterráneo
- Ductos : Ducto de PVC SAP se 3" ø, e = 5 mm
- Ducto de concreto de 25x40 cm, 3 vías de 3" ø
- Equipos de Protección: Celda Interruptor "IM", Vn=24KV, In=630 Amp.
- Celda Protección "QM", Vn=24KV, In=630 Amp.

### 3.4.2 SUBESTACIÓN DE DISTRIBUCIÓN

- Tipo de SED : Caseta y Compacta Pedestal.
- Transformadores : Transformador 3ø de 200KVA, 22.9-10,5/0,23 KV (01 unid.).
- Subestación Compacta Pedestal 3ø de 200 KVA, 22.9-10,5/0,23 KV (02 unid.)
- Subestación Compacta Pedestal 3ø de 250 KVA, 22.9-10,5/0,23 KV (02 unid.)
- Subestación Compacta Pedestal 3ø de 300 KVA, 22.9-10,5/0,23 KV (01 unid.)

### 3.5.SUMINISTRO DE ENERGÍA Y PUNTOS DE DISEÑO

#### 3.5.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA

Tabla N° 3. 4 Suministros de Energía

ZONA	SS.EE.	NOMBRE	POTENCIA INSTALADA (KVA)	TENSION PRIMARIO (KV)	TENSION SECUNDARIO (VOLTIOS)
1	SS.EE. 0010019	PUERTA PRINCIPAL	250	22.9-10.5	230
2	SS.EE. PROYECTADA	ADMINISTRACION	200	22.9-10.5	230
3	SS.EE. PROYECTADA	CENTRO DE SALUD	250	22.9-10.5	230
4	SS.EE. 0010562	ING. ELECTRICA	350	22.9-10.5	230
5	SS.EE. PROYECTADA	BIBLIOTECA CENTRAL	250	22.9-10.5	230
6	SS.EE. 0010094	QUIMICA	300	22.9-10.5	230
7	SS.EE. PROYECTADA	CENTRO PRE-UNIV.	200	22.9-10.5	230
8	SS.EE. 0010078	COMEDOR UNIV. ANTIGUO	300	22.9-10.5	230
9	SS.EE. PROYECTADA	COMEDOR UNIV. NUEVO	400	22.9-10.5	230
10	SS.EE. PROYECTADA	ARQUITECTURA	300	22.9-10.5	230
11	SS.EE. PROYECTADA	ING. ELECTRONICA	160	22.9-10.5	230
12	SS.EE. PROYECTADA	C. COMUNICACION	160	22.9-10.5	230
13	SS.EE. PROYECTADA	BIOLOGIA	400	22.9-10.5	230
14	SS.EE. PROYECTADA	C. SOCIALES	250	22.9-10.5	230

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2 PUNTOS DE DISEÑO

Tabla N° 3. 5 Puntos de Diseño

PUNTO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	ALIMENTADO R MT	TENSION NOMINAL (KV)
01	SUBESTACIÓN SED 0010137	AV. LOS INCAS - WANCHAQ	DO06	10.5
02	ESTRUCTURA MT N° 3847	AV. QOLLASUYO	DO05	10.5

Fuente: Elaboración propia

### 3.6. CUADRO DE DEMANDA

#### 3.6.1. CUADRO DE CARGAS POR SUBESTACIÓN

SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	AP.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	ÁREA ADMINISTRATIVA UNSAAC (PROYECTADO)	1-A	109.78			109.78	320.11	400.14	185	
02	FACULTAD DE TURISMO	2	53.88			53.88	157.11	196.39	50	
03	CENTRO DE IDIOMAS	3	62.46			62.46	182.13	227.66	70	
04	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			36	1.26	1.26	6.36	7.95	6	
	ILUMINACIÓN DE CERCO PERIMETRICO UNSAAC 70W/luminaria			73	2.56	2.56	12.93	16.16	6	
05	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			14	0.98	0.98	4.95	6.19	6	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			14	0.49	0.49	2.47	3.09	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria			4	0.14	0.14	0.71	0.89	6	
TOTAL			226.12		5.43	231.55	686.77	858.47	2x185	

Figura N° 3. 2 SS.EE 0010019 (Puerta Principal)

SS.EE. PROYECTADA (ADMINISTRACION)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	AP.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE ECONOMÍA	4	42.25			42.25	123.2	154.00	70	
02	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	5	45.05			45.05	131.36	164.20	50	
03	AULAS GENERALES	6	53.22			53.22	155.18	193.98	50	
04	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	7-A	20.3			20.3	59.19	73.99	35	
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	7-B	22.88			22.88	66.72	83.40	35	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	3.89	4.86	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			6	0.42	0.42	2.12	2.65	6	
06	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			0	0	0	0	0.00	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria			0	0	0	0	0.00	6	
TOTAL			183.70		1.19	184.89	541.66	677.08	2x120	

Figura N° 3. 3 SS.EE Proyectada (Administración)

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO DE SALUD)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	8-A	29.37			29.37	85.64	107.05	35	315
	FACULTAD DE MEDICINA (PROYECTADO)	8-C	33.78			33.78	98.5	123.13	70	
02	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	8-B	73.95			73.95	215.63	269.54	70	
03	CENTRO DE SALUD.	32	26.55			26.55	77.42	96.78	35	
04	FACULTAD DE ENFERMERÍA (ANTIGUO)	9-A	29.15			29.15	85	106.25	50	
	FACULTAD DE ENFERMERÍA (NUEVO)	9-B	18.07			18.07	52.69	65.86	50	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	10	70.38			70.38	205.22	256.53	70	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			3	0.11	0.11	0.56	0.7	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	4.6	5.75	6	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
<b>TOTAL</b>			<b>281.25</b>		<b>1.02</b>	<b>282.27</b>	<b>825.26</b>	<b>1031.59</b>	<b>2 x 240</b>	

Figura N° 3. 4 SS.EE. Proyectada (Centro de Salud)

SS.EE. 0010562 (ING. ELECTRICA)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	17	63.5			63.5	185.16	231.45	70	315
02	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	18	39.22			39.22	114.36	142.95	50	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (ANTIGUO)	19-A	22.22			22.22	64.79	80.99	50	
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (NUEVO)	19-B	24.71			24.71	72.05	90.06	50	
04	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (RENOVAR)	20-A	41.8			41.8	121.89	152.36	70	
	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVO)	20-B	22.9			22.9	66.77	83.46	70	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	21	22.14			22.14	64.56	80.7	70	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	31	44.79			44.79	130.6	163.25	95	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	2.68	3.35	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	4.6	5.75	6	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
<b>TOTAL</b>			<b>281.28</b>		<b>1.44</b>	<b>282.72</b>	<b>827.46</b>	<b>1034.33</b>	<b>2 x 240</b>	

Figura N° 3. 5 SS.EE. 0010562 (Ing. Eléctrica)

SS.EE. PROYECTADA (BIBLIOTECA CENTRAL)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE EDUCACIÓN	16	68.47			68.47	199.65	249.56	70	315
02	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA- SERVIDORES DE CENTRO DE)	35-A	13.07			13.07	38.11	47.64	35	
	BIBLIOTECA CENTRAL	35-B	28.67			28.67	83.6	104.5	50	
03	BLOQUE DE JUBILADOS 1	36	2.56			2.56	7.46	9.33	35	
	BLOQUE DE JUBILADOS 2	37	6.68			6.68	19.48	24.35	35	
04	BIBLIOTECA CENTRAL - AMPLIACIÓN (PROYECTADO)	48	23.33			23.33	68.03	85.04	50	
05	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	49	140.78			140.78	410.5	513.13	240	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	2.68	3.35	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			7	0.49	0.49	2.47	3.09	6	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			6	0.21	0.21	1.06	1.33	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
08	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			16	1.6	1.6	8.08	10.1	6	
<b>TOTAL</b>			<b>283.56</b>		<b>2.83</b>	<b>286.39</b>	<b>841.12</b>	<b>1051.4</b>	<b>2 x 240</b>	

Figura N° 3. 6 SS.EE. Proyectada (Biblioteca Central)

SS.EE. 0010094 (QUIMICA)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE BIOLOGÍA / FÍSICO MATEMÁTICAS	15	73.71			73.71	214.93	268.66	95	400
02	FACULTAD DE QUÍMICA I (A RENOVAR)	14	88.04			88.04	256.72	320.9	95	
	PLANTA DE CHOCOLATE	50	20.25			20.25	59.05	73.81	50	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA	11	40.57			40.57	118.3	147.88	50	
	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	33	2.14			2.14	6.24	7.8	35	
04	LABORATORIO DE QUÍMICA (A RENOVAR)	12	72.32			72.32	210.88	263.6	95	
05	CONTROL DE CALIDAD	13	43.3			43.3	126.26	157.83	50	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	3.89	4.86	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			15	1.05	1.05	5.3	6.63	6	
07	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
TOTAL			340.33		1.82	342.15	1001.57	1251.96	2 x 240	

Figura N° 3. 7 SS.EE. 0010094 (Química)

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO PRE-UNIV.)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (ANTIGUO)	26-A	45.75			45.75	133.4	166.75	95	200
	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (NUEVO)	26-B	43.41			43.41	126.58	158.23	50	
02	ADMISIÓN (PROYECTADO)	46	72.31			72.31	210.85	263.56	70	
03	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			6	0.21	0.21	1.06	1.33	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			2	0.14	0.14	0.71	0.89	6	
04	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
05	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			8	0.8	0.8	4.04	5.05	6	
TOTAL			161.47		1.15	162.62	476.64	595.81	300	

Figura N° 3. 8 SS.EE. Proyectada (Centro Pre-Universitario)

SS.EE. PROYECTADA (ARQUITECTURA)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PENTÁGONO)	23	31.21			31.21	91.01	113.76	35	315
02	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (ANTIGUO)	25	27.81			27.81	81.09	101.36	50	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PROYECTADO)	30	26.07			26.07	76.02	95.03	50	
03	FACULTAD DE ARQUITECTURA	24	74.3			74.3	216.65	270.81	70	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	22-A	37.3			37.3	108.76	135.95	50	
04	LABORATORIO DE HIDRÁULICA	22-B	27.64			27.64	80.6	100.75	50	
	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	51	19.3			19.3	56.28	70.35	95	
	LOCAL DEL SINDUC	38	12.96			12.96	37.79	47.24	50	
05	PROYECCIÓN SOCIAL	52	24.93			24.93	72.69	90.86	50	
06	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	39	1.51			1.51	4.4	5.5	35	
	ZOOLOGICO	40	8.1			8.1	23.62	29.53	35	
07	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			8	0.28	0.28	1.41	1.76	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			3	0.21	0.21	1.06	1.33	6	
08	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria				0	0	0	0	6	
TOTAL			291.13		0.49	291.62	851.38	1064.23	2 x 240	

Figura N° 3. 8 SS.EE. Proyectada (Arquitectura)

SS.EE. 0010078 ( COMEDOR UNIV. ANTIGUO)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	A.P.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	MACRO FACULTAD (PROYECTADO)	42	172.45			172.45	502.85	628.56	120	315
02	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS	29	77.21			77.21	225.14	281.43	95	
03	HATUN NAN	43	1.56			1.56	4.55	5.69	35	
	TALLER DE METALURGIA (PROYECTADO)	45	32.78			32.78	95.58	119.48	50	
04	BLOQUE DE TOPOGRAFÍA	44	3.20			3.20	9.33	11.66	35	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO			9	0.32	0.32	1.62	2.03	6	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES			10	0.7	0.7	3.54	4.43	6	
TOTAL			287.2		1.02	288.22	842.61	1053.28	2 x 240	

**Figura N° 3. 9 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Antiguo)**

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS SOCIALES)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	A.P.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES (PROYECTADO)	1-B	220.03			220.03	641.59	801.99	150	250
TOTAL			220.03		0	220.03	641.59	801.99	150	

**Figura N° 3. 10 SS.EE. Proyectada (Ciencias Sociales)**

SS.EE. PROYECTADA (ING. ELECTRONICA)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	A.P.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA (PROYECTADO)	28	130.1			130.1	379.36	474.2	240	160
TOTAL			130.1		0	130.1	379.36	474.2	240	

**Figura N° 3. 11 SS.EE. Proyectada (Ing. Electrónica)**

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS DE LA COMUNICACION)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA	
			R.S.	A.P.						TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	27	43.21			43.21	126	157.5	50	160
02	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN (AMPLIACION)	47	103.12			103.12	300.69	375.86	120	
TOTAL			146.33		0	146.33	426.69	533.36	300	

**Figura N° 3. 12 SS.EE. Proyectada (Ciencias de la Comunicación)**

SS.EE. BIOLOGIA (PROYECTADA)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
	FACULTAD DE BIOLOGIA ( REMODELAR)	34	357.91			357.91	1043.63	1304.54	240	400
TOTAL			357.91		0	357.91	1043.63	1304.54	240	

**Figura N° 3. 9 SS.EE. Proyectoada (Biología)**

SS.EE. PROYECTADA (COMEDOR UNIVERSITARIO NUEVO)										
CUADROS DE CARGA										
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)				I (AMP.)	Id (AMP.)	SECCIÓN (mm2)	POT-TRANSF. KVA
			R.S.	A.P.		TOTAL				
			S.P.+ C.E	CANT.	KW					
01	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACIÓN)	41-A	69.45			69.45	202.51	253.14	70	500
02	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	41-B	384.8			384.8	1122.04	1402.55	240	
TOTAL			454.25		0	454.25	1324.55	1655.69	240	

**Figura N° 3. 14 SS.EE. Proyectoada (Comedor Universitario Nuevo)**

POTENCIA DE TRANSFORMADORES										
ZONA	SS.EE.	NOMBRE	KW S.P + C.E.	KW A.P.	KW TOTAL	f.d.p	KVA CALCULADO	KVA NORMALIZADO	LOAD	
1	SS.EE.0010019 CASETA (A RENOVAR)	SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)	226.12	5.43	231.55	0.9	257	250	103%	
2	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ADMINISTRACION	183.70	1.19	184.89	0.9	205	200	103%	
3	SS.EE. TIPO PESEDAL (PROYECTADA)	CENTRO DE SALUD	281.25	1.02	282.271	0.9	314	315	100%	
4	SS.EE. 0010562 CASETA (A RENOVAR)	ING. ELECTRICA	281.28	1.44	282.72	0.9	314	315	100%	
5	SS.EE. TIPO PEDESTAL ( PROYECTADA)	BIBLIOTECA CENTRAL	283.56	2.83	286.39	0.9	318	315	101%	
6	SS.EE. 0010094 CASETA ( NA RENOVAR)	QUIMICA	340.33	1.82	342.15	0.9	380	400	95%	
7	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CENTRO PRE-UNIV.	161.47	1.15	162.62	0.9	181	200	91%	
8	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ARQUITECTURA	291.13	0.49	291.62	0.9	324	315	103%	
9	SS.EE. CASETA ( PROYECTADA)	SS.EE. 0010078 ( COMEDOR UNIV. ANTIGUO)	287.20	1.02	288.22	0.9	320	315	102%	
10	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS SOCIALES	220.03	0	220.03	0.9	244	250	98%	
11	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	INGENIERIA ELECTRONICA	130.10	0	130.1	0.9	145	160	91%	
12	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	146.33	0	146.33	0.9	163	160	102%	
13	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	BIOLOGIA	357.91	0	357.91	0.9	398	400	100%	
14	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	COMEDOR UNIVERSITARIO	454.25	0	454.25	0.9	505	500	101%	
TOTAL			3644.66	16.39	3661.05					

Fuente: Elaboración propia

**Figura N° 3. 10 Potencia De Transformadores**

### 3.7.BASES DE CÁLCULO

Las Líneas primarias y las redes secundarias se han calculado teniendo en cuenta los requisitos del Código Nacional de Electricidad, Decreto Ley N° 25844 Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, Normas del Ministerio de Energía y Minas, Normas INDECOPI, Normas y recomendaciones internacionales.

#### Red Primaria

Se consideran los siguientes parámetros:

a. Caída de Tensión máxima permisible en la Red Primaria, desde los terminales de salida del sistema alimentador hasta el primario de la Sub - estación de Distribución más lejana no excederá de 3.5% para un alimentador urbano y 6% en zona rural.

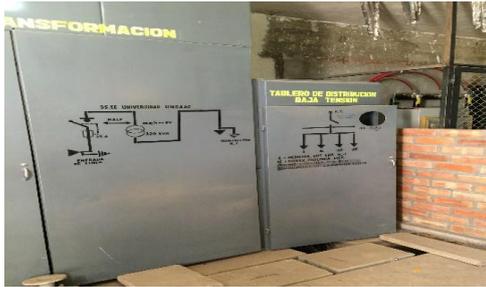
b. Factor de Potencia.

Líneas y Redes Primarias : 0.90

c. Factor de Simultaneidad. : Variable

Así mismo se toman en cuenta las densidades de corriente consideradas en el Código Nacional de Electricidad.

### 3.8.REGISTRO FOTOGRÁFICO

	
<p>FOTO 1 – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PABELLÓN INGENIERÍA ELÉCTRICA</p>	<p>FOTO 2 – TABLERO DE DISTRIBUCIÓN BAJA TENSIÓN PABELLÓN ING. ELÉCTRICA</p>
	
<p>FOTO 3 – MEDICIÓN DEL TABLERO DE BAJA TENSIÓN PABELLÓN ING. ELÉCTRICA</p>	<p>FOTO 4 – MEDICIÓN DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN COMEDOR ANTIGUO</p>

	
<p>FOTO 5 – CARACTERISITICAS DEL TRANSFORMADOR COMEDOR ANTIGUO</p>	<p>FOTO 6 – TABLERO DE DISTRIBUCION COMEDOR ANTIGUO</p>
<p>FOTO 7 – SITUACION ACTUAL TABLERO DE DISTRIBUCION PABELLON ING. QUIMICA</p>	<p>FOTO 8 – EQUIPOS DE PROTECCION PABELLON ING. QUIMICA</p>
	
<p>FOTO 9 – TEMPORIZADORES PABELLON ING. QUIMICA</p>	<p>FOTO 10 – TABLERO DE DISTRIBUCION PABELLON ING. QUIMICA</p>
	
<p>FOTO 11 – DUCTO Y CANALIZACIONES EN MAL ESTADO PABELLON ING. QUIMICA</p>	<p>FOTO 12 – BOBINAS Y CABLE AUTOPORTANTE PARA MANTENIMIENTO ING. QUIMICA</p>

Figura N° 3.16 – Panel Fotográfico Perayoc

### 3.9.INSPECCIÓN ELÉCTRICA

#### 3.9.1. TRANSFORMADORES



Desde el transformador no hay una ubicación técnica de los conductores, haciendo difícil la maniobra en caso de alguna falla. Llegado el caso podría poner en riesgo la integridad del técnico encargado.

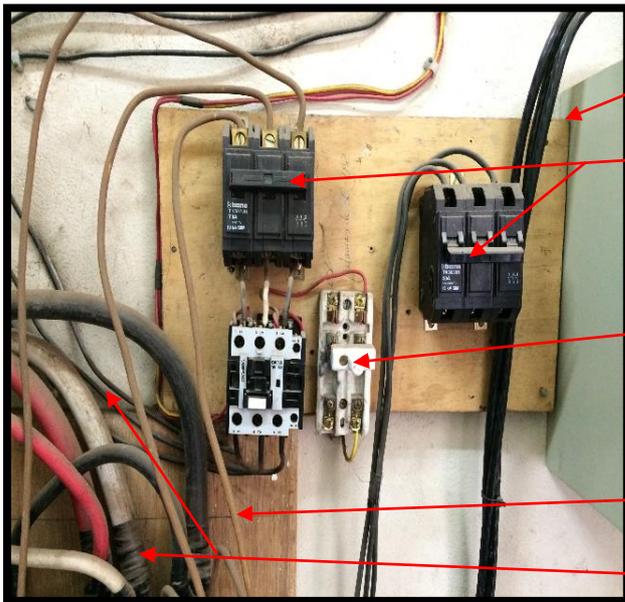




Los transformadores tienen el conductor de puesta a tierra debidamente



### 3.9.2. GABINETE ELÉCTRICO PRINCIPAL Y TERMO MAGNÉTICOS



Tablero sin tapa,

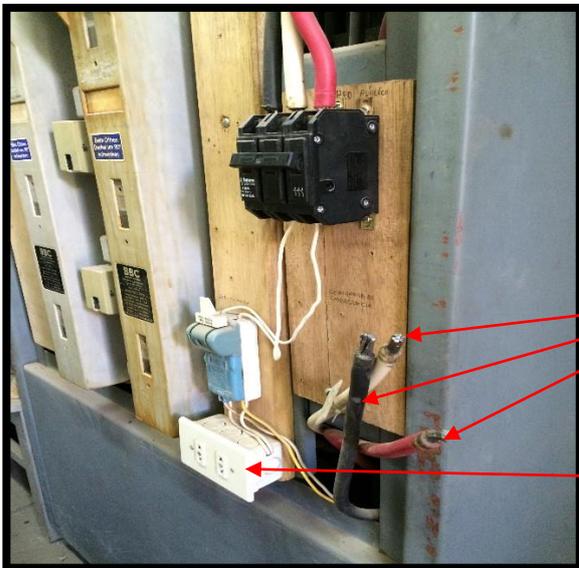
Termomagnéticos sin identificar (manejo descuidado y peligroso de circuitos eléctricos)

Cuchilla de porcelana

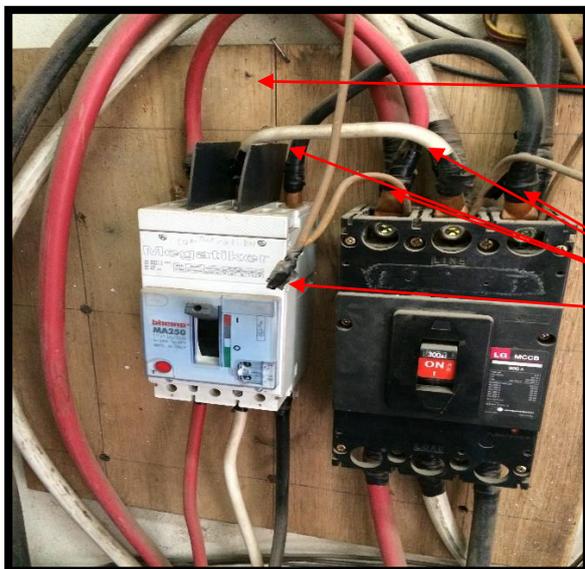
Cables de M.T. y B.T. entrelazados con aislamiento de tecnología vetusta (en caso de incendio genera humo tóxico)



Interruptores de media tensión sin identificar, intervención de personal ¿Quién opera? Se establece que los tableros no estaban debidamente puestos a tierra, los interruptores no tenían especificados los datos correspondientes a los

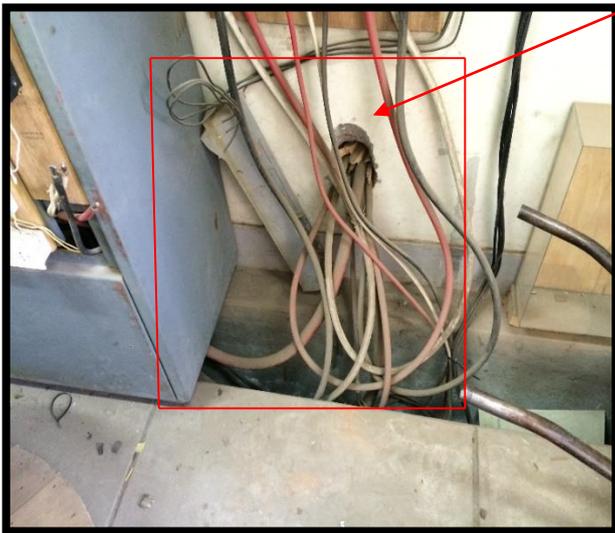


Cables de media tensión sin el debido aislamiento, cuchilla de porcelana y tomacorriente no acorde al tablero



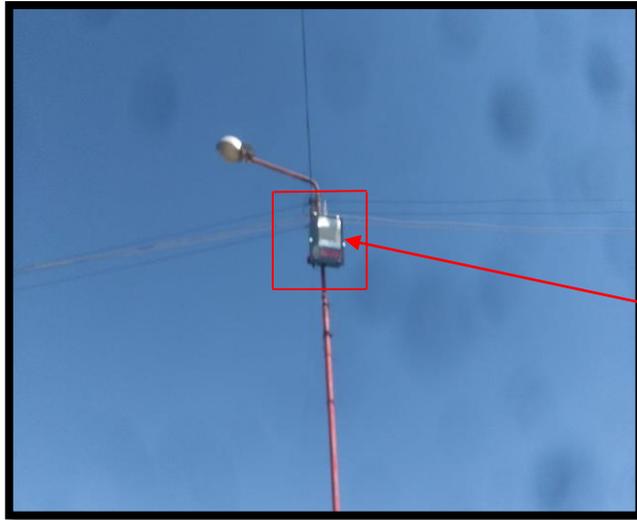
Los conductores y empalmes carecen de orden, los Interruptores están sobre un trozo de madera aparentando cumplir la

### 3.9.3. CONDUCTORES



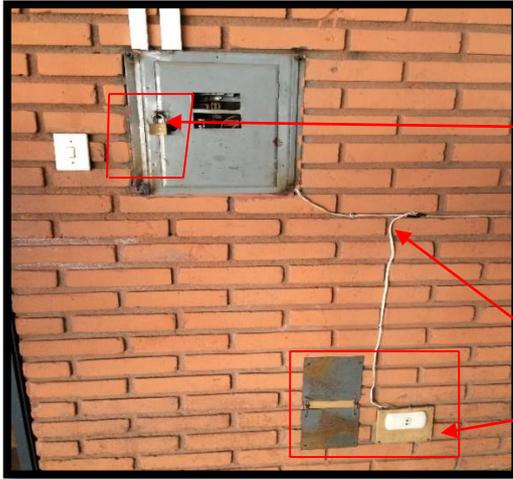
Se puede observar que el material excedente de conductores de media tensión están apiñados pudiendo causar un incendio ante cualquier indicio de fuego, el alambrado carece de orden, presencia de suciedad en los ductos y en el ambiente que alberga a la SED.

### 3.9.4. ALUMBRADO VIAL Y DEPORTIVO



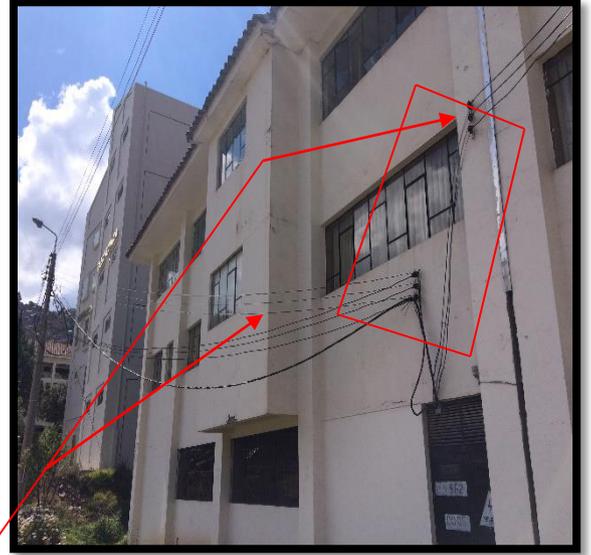
Reflectores adosados en estructuras de fierro y concreto, luminarias quemadas y deterioradas

### 3.9.5. TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

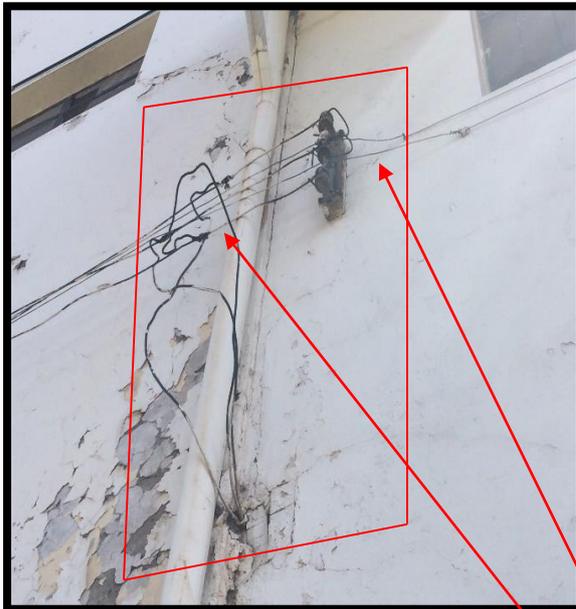


Tablero sin lacre de seguridad en su lugar candado, así como tomacorriente acondicionado debajo de tablero con cable mellizo, tablero adosado a pared sin entubado y próximo a luminaria fluorescente. Se observa que los tableros no están ubicados en una zona segura y al alcance de la mano de cualquier persona o de los estudiantes.

### 3.9.6. CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN



Los circuitos no están debidamente canalizados o entubados.



Los circuitos de alumbrado y luminarias están adosados a la edificación de manera errónea necesitando una reorganización global y estética

### 3.9.7. VERIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T. y B.T.

**Tabla N° 3. 6 Verificación de la Evaluación**

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	APLICA
1	ACCESIBILIDAD A TODOS LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL Y PROTECCION	Si
2	BOMBA CONTRA INCENDIO	No
3	CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE TIERRAS Y CONEXIONES EQUIPONTECIALES	No
4	CORRIENTES EN EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Si
5	DISPOSITIVOS DE SECCIONAMIENTO Y MANDO	Si
6	DISTANCIA DE SEGURIDAD	Si
7	EJECUCION DE LAS CONEXIONES	No
8	ENSAYO DE POLARIDAD	No
9	ENSAYOS DIELECTRICO ESPECIFICO	No
10	ENSAYOS FUNCIONALES	No
11	EXISTENCIA DE MEMORIA DE CALCULO	No
12	EXISTENCIA DE PLANOS, ESQUEMAS, AVISOS Y SEÑALES	No
13	FUNCIONAMIENTO DEL CORTE AUTOMATICO DE LA ALIMENTACION	No
14	IDENTIFICACION DE CONDUCTORES DE NEUTRO Y DE TIERRAS	No
15	IDENTIFICACION DE LOS CIRCUITOS Y DE TUBERIAS	No
16	MATERIALES ACORDE CON LAS CONDICIONES AMBIENTALES	Si
17	NIVELES DE ILUMNACION	Si
18	PROTECCION CONTRA EFECTOS TERMICOS	Si
19	PROTECCION CONTRA ELECTROCUCION POR CONTACTO DIRECTO	No
20	PROTECCION CONTRA ELECTROCUCION POR CONTACTO INCDIRECTO	No
21	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA	Si
22	RESISTENCIAS DE AISLAMIENTO	Si
23	REVISIONES DE CERTIFICADO DE PRODUCTO	No
24	SELECCION DE CONDUCTORES	No
25	SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS DE PROTECCION CONTRA SOBRECORRIENTES	No
26	SISTEMA DE PROTECCION CON RAYOS	No
27	SISTEMA DE EMERGENCIA	No
28	VALORES DE CAMPO ELECTROMAGNETICOS	No

Fuente: Extraído de Internet de tesis intitulada “diagnóstico de las instalaciones eléctricas e iluminación de la institución educativa carlota sanchez sede 1”

NOTA: En las instalaciones de viviendas y pequeños comercios, los ítems a verificar son: 1,3,5,6,7,8,11,12,13,14,15,16,19,20,21,23 y 24

## **CAPITULO IV**

### **4. INGENIERÍA DEL PROYECTO**

#### **4.1.INTRODUCCIÓN**

Dentro de las Leyes, códigos y normas, existen pautas y prescripciones a las cuales debe ceñirse un Proyectista con la finalidad de obtener un proyecto que, además de estar bien elaborado desde el punto de vista técnico, cumpla con las normas Legales del Perú. El Proyecto cumple con las exigencias técnicas de los dispositivos vigentes relacionados con el ámbito de la distribución de energía tanto en M.T. como en B.T.

El diseño de proyectos de ingeniería tiene por objetivo, definir las condiciones técnicas de diseño, de manera que se garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las instalaciones. El subsistema de distribución primaria está destinado a transportar la energía eléctrica suministrada por un subsistema de transmisión, a un subsistema de distribución secundario; a las instalaciones de A.P. y/o las conexiones para los usuarios, comprendiendo tanto las redes como las S.E. intermedias y/o finales de transformación.

El subsistema de distribución secundaria está destinado a transportar la energía eléctrica suministrada normalmente a bajas tensiones e inferiores a 1 KV (220V), desde un sistema de transporte y/o subsistema de distribución primaria, a las conexiones. Abarca cables y/o conductores y sus elementos de instalación.

A continuación desarrollaremos la ingeniería de proyecto para las redes de distribución primaria y, seguidamente la ingeniería de proyecto de las redes de distribución secundaria.

Las bases de cálculo se dieron en el anterior capítulo, las mismas que tienen como objetivo, definir las condiciones técnicas mínimas para el diseño de las redes de distribución primaria subterráneas en 10.5 KV, de tal forma que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

## **4.2.RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA**

### **4.2.1 ALCANCE**

El diseño de Redes Primarias comprende también etapas previas al diseño propiamente dicho, el cual consiste la determinación de la Demanda Eléctrica del Sistema (que define el tamaño o capacidad), Análisis y definición de la Configuración de la Topología del Sistema, Selección de los Materiales y Equipos. El diseño propiamente se efectúa cuando se ha definido la topología de las Redes Primarias, el diseño comprende:

- Cálculos Eléctricos
- Cálculo de Cortocircuito y Coordinación de Protección
- Cálculo de Puesta a Tierra

### **4.2.2 BASES DE CÁLCULO**

Los cálculos de las Redes Primarias deberán cumplir con las siguientes normas y disposiciones legales:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Normas DGE/MEM vigentes:
- RD 018-2003-EM/DGE: Bases para el diseño de líneas y redes primarias.

En forma complementaria, se han tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- NESC (NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE)
- REA (RURAL ELECTRIFICATION ASSOCIATION)
- U.S. BUREAU OF RECLAMATION – STANDARD DESIGN
- VDE 210 (VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER)
- IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)

- CIGRE (CONFERENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RESEAUX ELECTRIQUES)
- ANSI (AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE)
- IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION)
- NORMA BRASILEÑA DE LINEAS DE TRANSMISION

#### 4.2.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

La Red Primaria tiene siguientes características:

- Tensión nominal de la red : 22.9kV
- Tensión máxima de servicio : 25kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Factor de Potencia : 0,9 (atraso)<sup>18</sup>
- Conexión del sistema : Estrella, neutro efectivamente puesto a tierra en la S. E.
- Potencia de cortocircuito mínima : 250 MVA.
- Nivel isoceraúnico : 60
- Tipo de Conductor : N2XSY UNIPOLAR
- Sección Nominal : 1x35mm<sup>2</sup>, 1x70mm<sup>2</sup>
- Altitud Promedio : 3400 m.s.n.m.

Los cálculos eléctricos se han realizado con los valores que presentará el sistema en su etapa final, asegurándose así que la Red primaria cumplirá durante todo el período de estudio los requerimientos técnico establecido por las normas vigentes.

---

<sup>18</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

#### 4.2.4.3. SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN.

Para el dimensionamiento se toma en cuenta el cuadro de máxima demanda siendo los datos lo siguiente:

SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	ÁREA ADMINISTRATIVA UNSAAC (PROYECTADO)	1-A	109.78			109.78	
02	FACULTAD DE TURISMO	2	53.88			53.88	
03	CENTRO DE IDIOMAS	3	62.46			62.46	
04	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			36	1.26	1.26	
	ILUMINACIÓN DE CERCO PERIMETRICO UNSAAC 70W/luminaria			73	2.56	2.56	
05	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			14	0.98	0.98	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			14	0.49	0.49	
	ILUMINACIÓN DE FACHADAS 35W/luminaria			4	0.14	0.14	
<b>TOTAL</b>			<b>226.12</b>	<b>5.43</b>	<b>231.55</b>	<b>250</b>	

**Figura N° 4. 11 SS.EE 0010019 (Puerta Principal)**

SS.EE. PROYECTADA (ADMINISTRACION)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE ECONOMÍA	4	42.25			42.25	
02	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	5	45.05			45.05	
03	AULAS GENERALES	6	53.22			53.22	
04	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	7-A	20.3			20.3	
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	7-B	22.88			22.88	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	
06	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			6	0.42	0.42	
<b>TOTAL</b>			<b>183.7</b>	<b>1.19</b>	<b>184.89</b>	<b>200</b>	

**Figura N° 4.2 SS.EE Proyectada (Administración)**

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO DE SALUD)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	8-A	29.37			29.37	
	FACULTAD DE MEDICINA (PROYECTADO)	8-A	33.78			33.78	
02	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	8-B	73.95			73.95	
03	CENTRO DE SALUD.	32	26.55			26.55	
04	FACULTAD DE ENFERMERÍA (ANTIGUO)	9-A	29.15			29.15	
	FACULTAD DE ENFERMERÍA (NUEVO)	9-B	18.07			18.07	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	10	70.38			70.38	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			3	0.11	0.11	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	
<b>TOTAL</b>			<b>281.25</b>	<b>1.02</b>	<b>282.27</b>	<b>315</b>	

**Figura N° 4.3 SS.EE. Proyectada (Centro de Salud)**

SS.EE. 0010562 (ING. ELECTRICA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	17	63.5			63.5	
02	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	18	39.22			39.22	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (ANTIGUO)	19-A	22.22			22.22	
	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (NUEVO)	19-B	24.71			24.71	
04	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (RENOVAR)	20-A	41.8			41.8	
	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVO)	20-B	22.9			22.9	
05	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	21	22.14			22.14	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	31	44.79			44.79	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			13	0.91	0.91	
<b>TOTAL</b>			<b>281.28</b>		<b>1.44</b>	<b>282.72</b>	

**Figura N° 4.4 SS.EE. 0010562 (Ing. Eléctrica)**

SS.EE. PROYECTADA (BIBLIOTECA CENTRAL)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE EDUCACIÓN	16	68.47			68.47	
02	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA- SERVIDORES DE CENTRO D	35-A	13.07			13.07	
	BIBLIOTECA CENTRAL	35-B	28.67			28.67	
03	BLOQUE DE JUBILADOS 1	36	2.56			2.56	
	BLOQUE DE JUBILADOS 2	37	6.68			6.68	
04	BIBLIOTECA CENTRAL - AMPLIACIÓN (PROYECTADO)	48	23.33			23.33	
05	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	49	140.78			140.78	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			15	0.53	0.53	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			7	0.49	0.49	
	ILUMINACIÓN DE MONUMENTOS 35W/luminaria			6	0.21	0.21	
08	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			16	1.6	1.6	
<b>TOTAL</b>			<b>283.56</b>		<b>2.83</b>	<b>286.39</b>	

**Figura N° 4.5 SS.EE. Proyectada (Biblioteca Central)**

SS.EE. 0010094 (QUIMICA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	A.P.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE BIOLOGÍA / FÍSICO MATEMÁTICAS	15	73.71			73.71	
02	FACULTAD DE QUÍMICA I (A RENOVAR)	14	88.04			88.04	
	PLANTA DE CHOCOLATE	50	20.25			20.25	
03	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA	11	40.57			40.57	
	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	33	2.14			2.14	
04	LABORATORIO DE QUÍMICA (A RENOVAR)	12	72.32			72.32	
05	CONTROL DE CALIDAD	13	43.3			43.3	
06	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			22	0.77	0.77	
07	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			15	1.05	1.05	
<b>TOTAL</b>			<b>340.33</b>		<b>1.82</b>	<b>342.15</b>	

**Figura N° 4.6 SS.EE. 0010094 (Química)**

SS.EE. PROYECTADA (CENTRO PRE-UNIV.)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	AP.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (ANTIGUO)	26-A	45.75			45.75	200
	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (NUEVO)	26-B	43.41			43.41	
02	ADMISIÓN (PROYECTADO)	46	72.31			72.31	
03	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			6	0.21	0.21	
04	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			2	0.14	0.14	
05	ILUMINACIÓN DE CAMPOS DEPORTIVOS 100W/luminaria			8	0.8	0.8	
	<b>TOTAL</b>		<b>161.47</b>		<b>1.15</b>	<b>162.62</b>	

**Figura N° 4.7 SS.EE. Proyectada (Centro Pre-Universitario)**

SS.EE. PROYECTADA (ARQUITECTURA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	AP.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PENTÁGONO)	23	31.21			31.21	315
02	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (ANTIGUO)	25	27.81			27.81	
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PROYECTADO)	30	26.07			26.07	
03	FACULTAD DE ARQUITECTURA	24	74.3			74.3	
04	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	22-A	37.3			37.3	
	LABORATORIO DE HIDRÁULICA	22-B	27.64			27.64	
	LABORATORIO DE ESTRUCTURAS	51	19.3			19.3	
05	LOCAL DEL SINDUC	38	12.96			12.96	
	PROYECCION SOCIAL	52	24.93			24.93	
06	ESTACIÓN METEOROLÓGICA	39	1.51			1.51	
	ZOOLOGICO	40	8.1			8.1	
07	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			8	0.28	0.28	
08	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			3	0.21	0.21	
	<b>TOTAL</b>		<b>291.13</b>		<b>0.49</b>	<b>291.62</b>	

**Figura N° 4.8 SS.EE. Proyectada (Arquitectura)**

SS.EE. 0010078 ( COMEDOR UNIV. ANTIGUO)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	AP.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	MACRO FACULTAD (PROYECTADO)	42	172.45			172.45	315
02	FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS	29	77.21			77.21	
03	HATUN NAN	43	1.56			1.56	
	TALLER DE METALURGIA (PROYECTADO)	45	32.78			32.78	
04	BLOQUE DE TOPOGRAFIA	44	3.20			3.20	
05	ILUMINACIÓN DE VIAS DE TRANSITO 35W/luminaria			9	0.32	0.32	
	ILUMINACIÓN DE PARQUES 70W/luminaria			10	0.7	0.7	
	<b>TOTAL</b>		<b>287.2</b>		<b>1.02</b>	<b>288.22</b>	

**Figura N° 4. 9 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Antiguo)**

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS SOCIALES)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			POT. TRANSF. (KVA)	
			R.S.	AP.			TOTAL
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES (PROYECTADO)	1-B	220.03			220.03	250
	<b>TOTAL</b>		<b>220.03</b>		<b>0</b>	<b>220.03</b>	

**Figura N° 4. 10 SS.EE. Proyectada (Ciencias Sociales)**

SS.EE. PROYECTADA (ING. ELECTRONICA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA (PROYECTADO)	28	130.1			130.1	160
TOTAL			130.1		0	130.1	

**Figura N° 4.11 SS.EE. Proyectada (Ing. Electrónica)**

SS.EE. PROYECTADA (CIENCIAS DE LA COMUNICACION)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	27	43.21			43.21	160
02	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN (AMPLIACION)	47	103.12			103.12	
TOTAL			146.33		0	146.33	

**Figura N° 4.12 SS.EE. Proyectada (Ciencias de la Comunicación)**

SS.EE. BIOLOGIA (PROYECTADA)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
	FACULTAD DE BIOLOGIA ( REMODELAR)	34	357.91			357.91	400
TOTAL			357.91		0	357.91	

**Figura N° 4.13 SS.EE. Proyectada (Biología)**

SS.EE. PROYECTADA (COMEDOR UNIVERSITARIO NUEVO)							
CTO.	INFRAESTRUCTURA FISICA	NRO. BLOQUE	MAXIMA DEMANDA (KW)			TOTAL	POT. TRANSF. (KVA)
			R.S.	A.P.			
			S.P.+ C.E	CANT.	KW		
01	COMEDOR UNIVERSITARIO (ADMINISTRACIÓN)	41-A	69.45			69.45	500
02	COMEDOR UNIVERSITARIO (SERVICIOS)	41-B	384.8			384.8	
TOTAL			454.25		0	454.25	

**Figura N° 4.14 SS.EE. Proyectada (Comedor Universitario Nuevo)**

POTENCIA DE TRANSFORMADORES									
ZONA	SS.EE.	NOMBRE	KW S.P + C.E.	KW A.P.	KW TOTAL	f.d.p	KVA, CALCULADO	KVA, NORMALIZADO	LOAD
1	SS.EE.0010019 CASETA (A RENOVAR)	SS.EE. 0010019 (PUERTA PRINCIPAL)	226.12	5.43	231.55	0.9	257	250	103%
2	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ADMINISTRACION	183.70	1.19	184.89	0.9	205	200	103%
3	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CENTRO DE SALUD	281.25	1.02	282.271	0.9	314	315	100%
4	SS.EE. 0010562 CASETA (A RENOVAR)	ING. ELECTRICA	281.28	1.44	282.72	0.9	314	315	100%
5	SS.EE. TIPO PEDESTAL ( PROYECTADA)	BIBLIOTECA CENTRAL	283.56	2.83	286.39	0.9	318	315	101%
6	SS.EE. 0010094 CASETA ( NA RENOVAR)	QUIMICA	340.33	1.82	342.15	0.9	380	400	95%
7	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CENTRO PRE-UNIV.	161.47	1.15	162.62	0.9	181	200	91%
8	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	ARQUITECTURA	291.13	0.49	291.62	0.9	324	315	103%
9	SS.EE. CASETA ( PROYECTADA)	SS.EE. 0010078 ( COMEDOR UNIV. ANTIGUO)	287.20	1.02	288.22	0.9	320	315	102%
10	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS SOCIALES	220.03	0	220.03	0.9	244	250	98%
11	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	INGENIERIA ELECTRONICA	130.10	0	130.1	0.9	145	160	91%
12	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN	146.33	0	146.33	0.9	163	160	102%
13	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	BIOLOGIA	357.91	0	357.91	0.9	398	400	100%
14	SS.EE. TIPO PEDESTAL (PROYECTADA)	COMEDOR UNIVERSITARIO	454.25	0	454.25	0.9	505	500	101%
<b>TOTAL</b>			<b>3644.66</b>	<b>16.39</b>	<b>3661.05</b>				

Fuente: Elaboración propia

### Figura N° 4.15 Potencia De Transformadores

A continuación en el siguiente cuadro se muestra el cuadro de demanda por áreas

**MAXIMA DEMANDA**

"ESTUDIO INTEGRAL DEL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION DEL SERVICIO DE ENERGIA ELECTRICA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA"

NRO. BLOQUE	INFRAESTRUCTURA FISICA	ESTADO	ZONA	AREA (m2)	CANT. PISOS	AREA TOTAL (m2)	AREA (m2)			POTENCIA INSTALADA (KW)							
							AREA CONSTRUID A (m2)	AREA COMUN (m2)	KW/m2	AREA CONSTRUID A (KW)	KW/m2	AREA COMUN (KW)	TOTAL	CARGAS ESPECIALES	TO		
1-A	ÁREA ADMINISTRATIVA UNSAAC (PROYECTADO)	A RENOVAR	1	951.8	9	8566.20	0.65	5568.03	0.35	2998.17	0.05	278.4	0.01	29.98	308.38	12	32
2	FACULTAD DE TURISMO	EXISTENTE	1	781.4	5	3907.00	0.65	2539.55	0.35	1367.45	0.05	126.98	0.01	13.67	140.65	8	14
3	CENTRO DE IDIOMAS	EXISTENTE	1	1161.21	4	4644.84	0.65	3019.15	0.35	1625.69	0.05	150.96	0.01	16.26	167.22	8	17
4	FACULTAD DE ECONOMÍA	EXISTENTE	2	718.01	4	2872.04	0.65	1866.83	0.35	1005.21	0.05	93.34	0.01	10.05	103.39	9	11
5	FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES	EXISTENTE	2	786.71	4	3146.84	0.65	2045.45	0.35	1101.39	0.05	102.27	0.01	11.01	113.28	8	12
6	AULAS GENERALES	EXISTENTE	2	840.17	5	4200.85	0.65	2730.55	0.35	1470.30	0.05	136.53	0.01	14.70	151.23	9	16
7-A	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (ANTIGUO)	EXISTENTE	2	386.44	3	1159.32	0.65	753.56	0.35	405.76	0.05	37.68	0.01	4.06	41.74	7	4
7-B	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS (NUEVO)	EXISTENTE	2	413.56	3	1240.68	0.65	806.44	0.35	434.24	0.05	40.32	0.01	4.34	44.66	7	5
8-A	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (ANTIGUO)	EXISTENTE	3	445.44	4	1781.76	0.65	1158.14	0.35	623.62	0.05	57.91	0.01	6.24	64.15	8	7
8-B	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA (NUEVO)	EXISTENTE	3	1400.00	4	5600.00	0.65	3640.00	0.35	1960.00	0.05	182	0.01	19.60	201.60	9	21
8-C	FACULTAD DE MEDICINA (PROYECTADO)	PROYECTADO	3	350.00	6	2100.00	0.65	1365.00	0.35	735.00	0.05	68.25	0.01	7.35	75.60	10	8
32	CENTRO DE SALUD.	EXISTENTE	3	510.44	3	1531.32	0.65	995.36	0.35	535.96	0.05	49.77	0.01	5.36	55.13	8	6
9-A	FACULTAD DE ENFERMERÍA (ANTIGUO)	EXISTENTE	3	520.18	4	2080.72	0.65	1352.47	0.35	728.25	0.05	67.62	0.01	7.28	74.90	5	7
9-B	FACULTAD DE ENFERMERÍA (NUEVO)	EXISTENTE	3	223.22	4	892.88	0.65	580.37	0.35	312.51	0.05	29.02	0.01	3.13	32.15	8	4
10	FACULTAD DE INGENIERÍA INFORMÁTICA Y DE SISTEMAS	EXISTENTE	3	1022.34	5	5111.70	0.65	3322.61	0.35	1789.10	0.05	166.13	0.01	17.89	184.02	15	19
17	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	EXISTENTE	4	1091.08	4	4364.32	0.65	2836.81	0.35	1527.51	0.05	141.84	0.01	15.28	157.12	20	17
18	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	EXISTENTE	4	531.17	3	1593.51	0.65	1035.78	0.35	557.73	0.05	51.79	0.01	5.58	57.37	30	8
19-A	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (ANTIGUO)	EXISTENTE	4	379.81	3	1139.43	0.65	740.63	0.35	398.80	0.05	37.03	0.01	3.99	41.02	8	4
19-B	FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA (NUEVO)	EXISTENTE	4	455.35	3	1366.05	0.65	887.93	0.35	478.12	0.05	44.4	0.01	4.78	49.18	8	5
20-A	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (RENOVAR)	RENOVAR	4	400	7	2800.00	0.65	1820.00	0.35	980.00	0.05	91	0.01	9.80	100.80	10	11
20-B	FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS (NUEVO)	EXISTENTE	4	372.38	3	1117.14	0.65	726.14	0.35	391.00	0.05	36.31	0.01	3.91	40.22	10	5
21	FACULTAD DE INGENIERÍA METALÚRGICA	EXISTENTE	4	348.44	3	1045.32	0.65	679.46	0.35	365.86	0.05	33.97	0.01	3.66	37.63	10	4
31	LABORATORIO DE INGENIERÍA METALÚRGICA (PROYECTADO)	PROYECTADO	4	318.2	5	1591.00	0.65	1034.15	0.35	556.85	0.05	51.71	0.01	5.57	57.28	30	8
16	FACULTAD DE EDUCACIÓN	EXISTENTE	5	1700.00	3	5100.00	0.65	3315.00	0.35	1785.00	0.05	165.75	0.01	17.85	183.60	10	19
35-A	BIBLIOTECA CENTRAL (IMPRESA- SERVIDORES DE CENTRO DE COMPUTO)	EXISTENTE	5	606.21	1	606.21	0.65	394.04	0.35	212.17	0.05	19.7	0.01	2.12	21.82	5	2
35-B	BIBLIOTECA CENTRAL	EXISTENTE	5	1000.00	2	2000.00	0.65	1300.00	0.35	700.00	0.05	65	0.01	7.00	72.00	0	7
36	BLOQUE DE JUBILADOS 1	EXISTENTE	5	145.89	1	145.89	0.65	94.83	0.35	51.06	0.05	4.74	0.01	0.51	5.25	0	1
37	BLOQUE DE JUBILADOS 2	EXISTENTE	5	380.86	1	380.86	0.65	247.56	0.35	133.30	0.05	12.38	0.01	1.33	13.71	0	1
48	BIBLIOTECA CENTRAL - AMPLIACIÓN	PROYECTADO	5	514.54	3	1543.62	0.65	1003.35	0.35	540.27	0.05	50.17	0.01	5.40	55.57	0	5
49	VICE RECTORADO DE INVESTIGACIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO	5	1143.79	10	11437.90	0.65	7434.64	0.35	4003.27	0.05	371.73	0.01	40.03	411.76	5	41
15	FACULTAD DE BIOLOGÍA / FÍSICO MATEMÁTICAS	EXISTENTE	6	1900.00	3	5700.00	0.65	3705.00	0.35	1995.00	0.05	185.25	0.01	19.95	205.20	5	21
14	FACULTAD DE QUÍMICA I (A RENOVAR)	A RENOVAR	6	753.18	9	6778.62	0.65	4406.10	0.35	2372.52	0.05	220.31	0.01	23.73	244.04	10	25
50	PLANTA DE CHOCOLATE	EXISTENTE	6	598.13	1	598.13	0.65	388.78	0.35	209.35	0.05	19.44	0.01	2.09	21.53	20	4
11	FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA	EXISTENTE	6	930.71	3	2792.13	0.65	1814.88	0.35	977.25	0.05	90.74	0.01	9.77	100.51	7	10
33	FEDERACIÓN UNIVERSITARIA CUSCO	EXISTENTE	6	121.98	1	121.98	0.65	79.29	0.35	42.69	0.05	3.96	0.01	0.43	4.39	0	1
12	LABORATORIO DE QUÍMICA II (A RENOVAR)	A RENOVAR	6	589.98	9	5309.82	0.65	3451.38	0.35	1858.44	0.05	172.57	0.01	18.58	191.15	14	20
13	CONTROL DE CALIDAD	EXISTENTE	6	976.96	3	2930.88	0.65	1905.07	0.35	1025.81	0.05	95.25	0.01	10.26	105.51	10	11
26-A	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (ANTIGUO)	EXISTENTE	7	809.68	4	3238.72	0.65	2105.17	0.35	1133.55	0.05	105.26	0.01	11.34	116.60	7	12
26-B	CENTRO PRE-UNIVERSITARIO UNSAAC (NUEVO)	EXISTENTE	7	775.22	4	3100.88	0.65	2015.57	0.35	1085.31	0.05	100.78	0.01	10.85	111.63	5	11
46	ADMISIÓN (PROYECTADO)	PROYECTADO	7	465.72	7	3260.04	0.65	2119.03	0.35	1141.01	0.05	105.95	0.01	11.41	117.36	10	12
23	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PENTÁGONO)	EXISTENTE	8	409.66	5	2048.30	0.65	1331.40	0.35	716.91	0.05	66.57	0.01	7.17	73.74	5	7
25	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (ANTIGUO)	EXISTENTE	8	438.14	4	1752.56	0.65	1139.16	0.35	613.40	0.05	56.96	0.01	6.13	63.09	5	6
30	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL (PROYECTADO)	PROYECTADO	8	400	4	1600.00	0.65	1040.00	0.35	560.00	0.05	52	0.01	5.60	57.60	5	6

#### **4.2.4 DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD**

Sobre la base de las Normas indicadas anteriormente, se consideró como distancias mínimas de seguridad, tomando en cuenta las condiciones meteorológicas de la zona del Proyecto, lo siguiente:

##### **4.2.4.1. FAJA DE SERVIDUMBRE SUBTERRÁNEO**

Los cables subterráneos tendrán una distancia de seguridad mínima, de tal manera que no sean afectados en trabajos posteriores a su instalación.

$$D= 0,50 \text{ m}$$

Esta distancia podrá ser diferente, previa coordinación y sustento de ingeniería justificado ante la autoridad antes de realizar la instalación.

##### **4.2.4.2. SEPARACIÓN ENTRE LOS SISTEMAS DE CONDUCTOS DE SUMINISTRO Y COMUNICACIÓN**

Los sistemas de conducto que van a ser ocupados por los conductores de comunicación serán separados de los sistemas de conductos que se utilizarán para los sistemas de suministro, mediante una de las siguientes medidas mínimas:

D=75mm de concreto.

D=100mm de mampostería.

D=300mm de tierra bien apisonada.

#### **4.2.4.3. DISTANCIA HORIZONTAL MÍNIMA SUBTERRÁNEA ENTRE CONDUCTORES Y OTRAS ESTRUCTURAS (ALCANTARILLAS, REDES DE AGUA, CIMIENTOS DE EDIFICACIONES, ETC.)**

La separación mínima entre los cables directamente enterrados y las otras estructuras subterráneas no será menor a:

$$D=300\text{mm.}$$

De tal manera que se tenga acceso a cada instalación, para su respectivo mantenimiento, sin dañarse entre ellas.

#### **4.2.4.4. DISTANCIA HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES DE UN MISMO CIRCUITO O DE DIFERENTES CIRCUITOS**

Los cables o conductores de un circuito de suministro y aquellos de otro circuito de suministro pueden ser enterrados juntos a la misma profundidad, sin ninguna separación intencionada entre las instalaciones, siempre que en cualquier parte de su trayecto puedan ser debidamente identificados.

#### **4.2.4.5. PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN**

Los cables subterráneos que serán instalados, deberá ser suficiente para proteger al cable de los daños impuestos o ser instalados en áreas no vehiculares.

#### **PROFUNDIDAD DE INSTALACIÓN DEL CONDUCTOR O CABLE – ÁREAS NO VEHICULARES**

- Tensión Fase – Fase (V) : 601 a 50 000
- Profundidad de instalación (mm) : 1 000<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Tesis – Andre Pascual Segovia.docx

## 4.2.5 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Los cálculos eléctricos de las redes de media tensión comprenden:

- El cálculo de caída de tensión y la determinación apropiada de los calibres de los conductores.
- Las pérdidas de potencia y energía.
- El estudio de nivel de aislamiento
- La selección de aisladores
- La selección de pararrayos
- El estudio de coordinación de aislamiento
- El estudio de coordinación de protección y
- La selección y configuración del sistema de puesta a tierra.

### 4.2.5.1 FACTORES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO

**Tabla N° 4. 1 Factores**

FACTORES	REDES PRIMARIAS
Máxima caída de Tensión	3.5 % (*)
Factor de Potencia	0.85 y 0.93
Factor de Carga	0.5
Factor de Simultaneidad	-

El sistema adoptado para los alimentadores de energía de media tensión a las subestaciones de distribución es trifásica de 10.5 kV, subterráneo enterrado en ductos de PVC y ductos de concreto para los cruces de vía.

## 4.2.5.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CONDUCTORES

### 4.2.5.2.1 RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$R_1 = R_{20^\circ C} \times [1 + \alpha(t - 20^\circ C)] \quad (3)$$

Dónde:

- $R_{20^\circ C}$  : Resistencia del conductor en c.c. a 20°C en ohm/km<sup>20</sup>
- $A$  : Coeficiente de variación térmica del conductor en °C-1
- $\alpha = 0.00360^\circ C^{-1}$  : para conductores de aleación de aluminio AAAC
- $t$  : Temperatura máxima de operación en °C (t=45°C).

### 4.2.5.2.2 REACTANCIA INDUCTIVA

La reactancia inductiva para sistema trifásico equilibrado se ha calculado mediante la siguiente formula:

$$X_1 = 377 \times \left( 0.5 + 4.6 \times \text{Log} \frac{(DMG)}{r} \right) \times 10^{-4} \quad (4)$$

Dónde: inductiva en ohm/km

- $DMG$  : Distancia media geométrica
- Para sistema trifásico : 1,46 m
- $r$  : Radio del conductor en m.

---

<sup>20</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

#### 4.2.5.2.3 PARÁMETROS DE SECUENCIA POSITIVA, NEGATIVA Y CERO

Para efectos del cálculo de las corrientes de cortocircuito, se han obtenido las resistencias y reactancias inductivas unitarias de la línea primaria de secuencia positiva, negativa y cero (homopolar). Para el sistema existente los parámetros de secuencia positiva y negativa son los mismos que se han calculado en el acápite anterior.

$X_l$  : Reactancia

La resistencia homopolar  $R_o$  se ha calculado según la siguiente relación:

$$R_o = R_l + 3 \times \frac{[\mu_o \times \omega]}{8} \quad (5)$$

Dónde:

$R_o$ : Resistencia unitaria de secuencia cero en Ohm/km.

$R_l$ : Resistencia unitaria de secuencia positiva del conductor, a la temperatura de operación en Ohm/km.

$\mu_o$ : Constante de inducción magnética. =  $4 \pi \times 10^{-4}$  H/km

$\omega$ : Frecuencia angular =  $2 \pi f$  Seg-1

$f$  : Frecuencia del sistema

Para  $f = 60$  Hz se tiene:

$$R_o = R_l + 0.17765 \quad (6)$$

La reactancia inductiva de secuencia cero  $X_o$ , a su vez, ha sido calculada mediante la ecuación siguiente:

$$X_o = \frac{\mu_o \times \omega}{2\pi} \times \left[ 3 \times L_n \left( \frac{\delta}{(RMG \times DMG^2)^{1/3}} \right) + \frac{\mu \times L}{4n} \right] \quad (7)$$

Dónde:

$X_o$  : Reactancia inductiva de secuencia cero, en ohm/km

$\delta$  : Índice de penetración en m.

$$\delta = \frac{1.85}{\left(\mu_o \times \frac{\omega}{\rho}\right)^{1/2}} \quad (8)$$

$\rho$  : Resistividad eléctrica del terreno en ohm-m

$\mu \times L$  : Permeabilidad relativa del conductor. Usualmente igual a 1

$n$  : Número de conductores parciales. En este caso  $n = 1$

$RMG$  : Radio medio geométrico del conductor

$RMG = 0,726 * r$ ,  $r$ : Radio del conductor en m.

$DMG$  : Distancia media geométrica en m.

#### 4.2.6 CÁLCULOS DE CAÍDA DE TENSIÓN

Para sistemas trifásicos, la fórmula empleada es la siguiente:

$$\Delta V \% = \frac{P \times L}{10 \times V_L^2} \times [r_1 + X_1 \times \text{Tan}\phi] \quad (9)$$

Dónde:

$\Delta V \%$  : Caída porcentual de tensión.

$P$  : Potencia, en kW.

$L$  : Longitud del tramo de línea, en km.

$VL$  : Tensión entre fases, en kV.

$r1$  : Resistencia del conductor, en  $\Omega / \text{km}$

$X1$  : Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en  $\Omega / \text{km}$

$\text{Tan}\phi$  : Angulo de factor de potencia.

Notas:

- Para el cálculo de caídas de tensión se ha empleado el software NEPLAN 5.50. (ver flujos de carga)

#### 4.2.7 CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE POTENCIA Y ENERGÍA POR EFECTO JOULE

Para calcular las pérdidas de potencia y energía por efecto Joule se ha utilizado las siguientes fórmulas:

Pérdidas de potencia en circuitos trifásicos:

$$P_j = \frac{P^2 \times r_1 \times L}{1000 \times V_L^2 \times (\cos^2 \phi)}, \text{ en Kw} \quad (10)$$

Pérdidas anuales de energía activa:

$$E_j = 8760 \times P_j \times F_p, \text{ en kWh} \quad (11)$$

Dónde:

$P$  = Demanda de potencia, en kW

$r_1$  = Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en  $\Omega / \text{km}$

$L$  = Longitud del circuito o tramo del circuito, en  $\text{km}^{21}$

$V_L$  = Tensión entre fase, en kV

$V_F$  = Tensión fase - neutro, en kV

$f$  = Angulo de factor de potencia

$FP$  = Factor de pérdidas

$$F_p = 0.15 \times F_C + 0.85 \times F_C^2 \quad (12)$$

$F_C$  = Factor de carga

Nota:

- Los Factores de Carga han sido determinados a partir de los diagramas de carga.
- Para el cálculo de pérdidas de potencia y energía se ha empleado el software NEPLAN 5.50 (ver flujos de carga)

---

<sup>21</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

#### 4.2.8 FLUJOS DE CARGA Y REGULACIÓN DE TENSIÓN

Los cálculos de caída de tensión, pérdidas de potencia y pérdidas de energía, fueron determinados mediante el software NEPLAN 5.50, tomando en cuenta los cálculos de parámetros eléctricos, resistencia de conductores, reactancia inductiva, y parámetros de secuencia positiva, negativa y cero antes descritos.

Para el cálculo de flujo de carga se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Método de Cálculo : Newton Raphson Extendido
- Error de Convergencia : 0.001
- Máx. Número de Iteraciones : 50
- Frecuencia de operación : 60 Hertz
- Cargabilidad de elementos : 100%
- Voltaje mínimo : 95%
- Voltaje máximo : 105%

A continuación se describe la teoría de cálculo de flujo de carga empleado por el software NEPLAN.

Los resultados del cálculo con NEPLAN se encuentran en los anexos juntamente con planos del cálculo de del flujo de potencia y la caída de tensión.

##### 4.2.8.1 TEORÍA DE CÁLCULOS DE FLUJO DE CARGA

El punto de inicio del cálculo de flujo de carga es:

La ecuación de la red:

$$I = Y \cdot V^* \tag{13}$$

La ecuación de potencia:

$$S = V \cdot I^* \tag{14}$$

Dónde:

$I$  : Vector de corrientes de nodo

$V$  : Vector de voltajes de nodo

$Y$  : Matriz de admitancia de la red

$S$  : Vector de potencias de nodo

Al eliminar el vector de las corrientes de nodo en la ecuación de potencia, es obvio que el problema de Flujo de Carga se convierte en un sistema de ecuaciones no lineales cuadráticas para los voltajes de nodo desconocidos y las potencias de nodo dadas. Existen varios métodos para solucionar el problema, por ejemplo el método de Gauss - Seidel, el método de Newton - Raphson o el método de Newton Raphson Desacoplado Rápido. Los métodos usados por este programa son:

- Método de Inyección de Corrientes con la matriz  $Y$  reducida y factorizada
- Método de Newton – Raphson

#### 4.2.8.1.1 MÉTODO DE INYECCIÓN DE CORRIENTES CON LA MATRIZ $Y$ REDUCIDA Y FACTORIZADA

El método de Inyección de Corrientes consta de dos pasos:

- Cálculo de las corrientes de nodo  $I_{red}$  a partir de las potencias dadas de los nodos  $S_{red}$  y de los voltajes de nodo  $V_{red}$  de acuerdo a:

$$V_{red}A = S_{red} * \cdot V_{red}^{*-1} \quad (15)$$

Por lo cual se ajusta un valor estimado para  $V_{red}$  en el primer paso de la iteración.

- Cálculo de los voltajes de nodo de acuerdo a:

$$V_{red} = Y_{red}^{-1} \cdot (I_{red} - Y_{si} \cdot V_{si}) \quad (16)$$

Dónde:

$V_{red}$  : Vector de los voltajes de nodo complejos sin nodos slack

- $I_{red}$  : Vector de las corrientes de nodo complejos sin nodos slack
- $Y_{red}$  : Matriz de admitancia sin la fila y la columna del nodo slack
- $Y_{si}$  : Columna del nodo slack en la matriz Y
- $V_{si}$  : Voltaje complejo del nodo slack

Los dos pasos de la iteración se inician con un valor  $V=1.0$ pu o con un valor predefinido (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Archivo de inicialización"), y se realiza el proceso iterativo hasta que el criterio de convergencia se cumpla (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Error de Conv"), donde  $V_{i\mu+1}$  y  $V_{i\mu}$  son los voltajes en el nodo  $i$  en las iteraciones  $(\mu+1)$  o  $(\mu)$  y  $n$  representa el número de nodos en la red.

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n \frac{V_{i\mu+1} - V_{i\mu}}{V_{i\mu}} \quad (17)$$

Si el algoritmo diverge, el proceso iterativo se detiene después del número máximo iteraciones permitidas. Este valor se indica en los Parámetros de Cálculo, campo de entrada "Máx.iteraciones".

Los nodos PV requieren un algoritmo adicional, el cual se explica en /1/. La velocidad del algoritmo depende del factor de aceleración, el cual se puede indicar a través de la ventana Parámetros de Cálculo (campo de entrada "Factor aceler.").

#### 4.2.8.1.2 EL MÉTODO DE NEWTON – RAPHSON

El método de Newton - Raphson parte de la ecuación de error para el nodo  $i$ :

$$\Delta S_i = (P_i - jQ_i) - V_i \cdot \sum_{k=0}^n Y_{ik}^* \cdot V_k^* \quad (18)$$

Los voltajes complejos  $V_k$  se obtienen de forma tal que  $\Delta S_i$  tienda a cero.  $P_i$  y  $Q_i$  son las potencias activas y reactivas predefinidas.  $Y_{ik}$  es un elemento de la matriz Y de la  $i$ -ésima fila y  $k$ -ésima columna. La solución a la ecuación de error anterior consta de los siguientes tres pasos:

- Cálculo de los errores de potencia por medio de los voltajes de cada nodo:

$$\Delta S_i = S_{esp_i} - S_{cal_{ri}} \quad (19)$$

- Cálculo las variaciones de voltaje para cada nodo con la matriz Jacobiana J:

$$\Delta V = J^{-1} \cdot \Delta S \quad (20)$$

- Cálculo de los voltajes de nodo:

$$V_{nuev_i} = V_{viej_i} - \alpha \cdot \Delta V_i \quad (21)$$

Los dos pasos de la iteración se inician con  $V=1.0$  pu o con un valor (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Archivo de Inicialización") y se debe realizar hasta que el criterio de convergencia se cumpla (ver "Parámetros de Cálculo (LF)", "Error de Conv.").

$$\varepsilon = \sum_{i=1}^n |\Delta S_i| \quad (22)$$

#### 4.2.8.1.3 EL MÉTODO NEWTON-RAPHSON EXTENDIDO

El método Newton-Raphson Extendido es básicamente el mismo Newton Raphson, con la diferencia de que en el NRE las ecuaciones que modelan los elementos se formulan de diferente manera. Adicionalmente, en este método se tienen en cuenta los dispositivos FACT y todas las características nuevas como Control de Area/Zona.

#### 4.2.8.1.4 DIFERENCIAS ENTRE EL MÉTODO DE INYECCIÓN DE CORRIENTES Y EL MÉTODO DE NEWTON RAPHSON

El método de Inyección de Corrientes aplicado a redes sin nodos PV y sin nodos controlados remotamente presenta un buen comportamiento de convergencia, aún en redes con líneas muy cortas (impedancias pequeñas). Es mucho más rápido que el método de

Newton - Raphson. Por lo tanto, se debe utilizar cuando el número de nodos PV es pequeño (1 hasta 3), como en el caso de redes de medio y bajo voltaje. Cuando se calculan Redes de Transmisión, se debe hacer uso del método de Newton - Raphson. En caso de divergencia, se puede iniciar el algoritmo de Newton - Raphson con un perfil de voltaje predefinido (ver "Parámetros de Cálculo (LF)"). El perfil de voltaje predefinido se puede calcular con el método de Inyección de Corrientes.

#### **4.2.8.1.5 CONTROL DE CONVERGENCIA CON EL MÉTODO DE NEWTON – RAPHSON**

El coeficiente  $\alpha$  para el cálculo de los nuevos voltajes de nodo es normalmente  $\alpha=1$  (ver tercer paso de las iteraciones). Si el error de potencia crece de un paso a otro, el coeficiente se optimizará de acuerdo a una interpolación cuadrática.  $\alpha$  debe estar en el rango  $0 < \alpha < 1.0$ .

#### **4.2.8.1.6 CAMBIO DEL TIPO DE NODO CON EL MÉTODO NEWTON-RAPHSON**

Si el número de la iteración es mayor que tres, el programa chequea en cada paso del proceso iterativo si el voltaje del nodo PQ está dentro del rango  $V_{\min}V_{\max}$  (ver sección "Datos del Nodo" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). Esto sólo es válido si una máquina sincrónica está conectada al nodo PQ. Si el voltaje está fuera de rango, su magnitud se fija. La potencia reactiva se calculará (cambio de tipo de nodo: nodo PQ a nodo PV). Un cambio de nodo PV a nodo PQ ocurre si la potencia reactiva  $Q$  sale del rango  $Q_{\min} .Q_{\max}$  (ver sección "Máquina Sincrónica" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). La potencia reactiva es fija y la magnitud de voltaje se calcula.

#### **4.2.8.1.7 CONTROL REMOTO CON EL MÉTODO DE NEWTON – RAPHSON**

El control remoto en transformadores y generadores sólo es posible cuando se hace uso del método de Newton - Raphson.

Cargas dependientes del voltaje y voltajes de cortocircuito dependientes Del tap del transformador

En los métodos Inyección de Corrientes y Newton-Raphson se tienen en cuenta las cargas que dependen del voltaje, lo mismo que los voltajes de cortocircuito que dependen del tap (ver sección "Datos del Transformador" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"). La ecuación para las cargas dependientes del voltaje es (ver sección "Líneas" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos"):

$$P = P_0 \left(\frac{V}{V_n}\right)^{XP} \quad (23)$$

$$Q = Q_0 \left(\frac{V}{V_n}\right)^{Xq} \quad (24)$$

#### 4.2.8.1.8 FLUJO DE CARGA A UNA FRECUENCIA DIFERENTE A LA NOMINAL DEL SISTEMA

Si la frecuencia de operación es diferente a la frecuencia nominal del sistema, las potencias del generador se corrigen de acuerdo al estatismo (ver sección "Máquina Síncrona" en el capítulo "Modelos y Datos de Entrada de los Elementos" y "Parámetros de Cálculo (LF)").

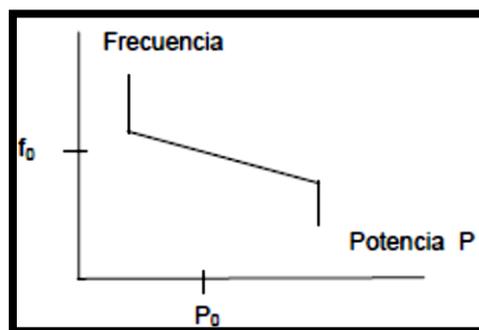


Figura N° 4. 17 Esquema de Carga

#### 4.2.8.1.9 EVALUACIÓN EN CASO DE DIVERGENCIA

Si uno de los algoritmos mencionados previamente no converge, el programa despliega un mensaje. El programa mostrará el proceso iterativo y el error de potencia para los nodos. Los nodos con errores de potencia grandes son nodos críticos.

En caso de divergencia, también es posible iniciar los algoritmos a partir de un perfil de voltaje predefinido en vez de iniciar con  $V=1.0$ pu (arranque plano).

Cuando se conocen los voltajes de nodo, se pueden calcular el Flujo de Carga, las potencias de nodo, las pérdidas y el error. El error representa un balance de potencias y se calcula de la siguiente manera:

$$S_{mism} = S_{tot} + S_{perdidas} + S_{SL} + S_{shunt} \quad (25)$$

Dónde:

$S_{tot}$  : Suma de las potencias calculadas en cada nodo

$S_{SL}$  : Potencia del nodo slack

$S_{perdidas}$  : Pérdidas totales de la Red

$S_{shunt}$  : Potencia shunt total

Entre más pequeño sea el valor de Serror, mejor será la convergencia del Flujo de Carga.

Métodos de Cálculo y sus Aplicaciones

Campos de aplicación para los métodos de cálculo:

El método Newton Raphson Extendido se debe usar en:

- Redes de transmisión simétricas

Control de Area/Zona

- Elementos Facts/HVDC
- Shunts (paralelos) suicheables
- Controles remotos y especiales

El método Newton Raphson se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión

- Flujo de Carga Asimétrico
- Balance de Carga
- Control de área/zona restringido (sólo con “Intercambio utilizando otras redes”)

El método Inyección de Corrientes se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión
- Flujo de Carga Asimétrico
- Sólo pocos generadores PV
- Balance de Carga
- Control de área/zona restringido (sólo con “Intercambio utilizando otras redes”)
- Sin control remoto

El método Caída de Voltaje se debe usar en:

- Redes radiales y de distribución con unidades residenciales

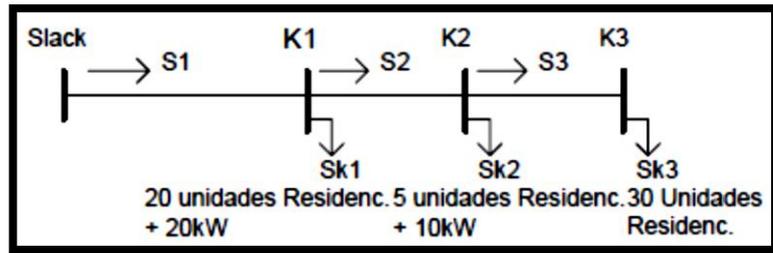
El Flujo de Carga DC se debe usar en:

- Redes de distribución y transmisión
- Cuando se acepta una solución aproximada

#### **4.2.8.2 CÁLCULO DE LA CAÍDA DE VOLTAJE**

El cálculo de Caída de Voltaje sólo es válido en redes radiales con un solo punto de alimentación (Nodo Slack).

Se deben calcular las potencias de carga activa y reactiva total, incluyendo las unidades residenciales, de la red radial. El voltaje del nodo vecino al nodo slack se puede calcular con el voltaje del nodo slack y el flujo de potencia total a través de la línea:



**Figura N° 4. 18 Calculo de Caída de Voltaje**

$$V_{k1} = V_{sl} - Z_L \cdot \left( \frac{S_1^*}{V_{sl}^*} \right) \quad (26)$$

Dónde:

$V_{k1}$  : Voltaje en el nodo K1

$V_{sl}$  : Voltaje del nodo slack

$S1$  : Potencia compleja a través de la línea desde el nodo slack hasta el nodo K1

$$(S1 = SK1 + SK2 + SK3)$$

$ZL$  : Impedancia de la línea

Se debe calcular la potencia vista desde el nodo K1 hacia la red con el fin de obtener los voltajes en el nodo K2 ( $S2 = SK2 + SK3$ ). El voltaje en K2 se puede calcular con la fórmula anterior si se intercambia  $V_{k1}$  con  $V_{k2}$ ,  $V_{sl}$  con  $V_{k1}$  y  $S1$  con  $S2$ .

El procedimiento continúa, hasta que todos los voltajes en la red radial se hayan calculado

#### **4.2.8.2.1 USO DE LOS FACTORES DE SIMULTANEIDAD VARIABLES EN UNIDADES RESIDENCIALES**

En los cálculos de Caída de Voltaje, los factores de simultaneidad o de entrelazamiento se calculan en función del número de unidades residenciales  $n_{DU}$  de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$K_v = K_n + \frac{1.0 - K_n}{\sqrt{n_{DU}}} \quad (27)$$

El factor  $K_n$  (valor por defecto 0.15) se puede entrar en la ventana de Parámetros de Flujo de Carga.

La potencia que se utiliza para calcular los voltajes consta de dos partes:

$$S = S_{constante} + K_n \cdot n_{PDU} \cdot P_{PDU} \quad (28)$$

En el ejemplo anterior se toman las potencias siguientes ( $PDU = 8 \text{ kW}$ ) para calcular los voltajes (se asume:  $\cos(\Phi) = 1.0$ ).

- Cálculo de  $V_{k1}$  :  $S_1 = g_1 \cdot 20 \text{ kW} + g_2 \cdot 10 \text{ kW} + 0.265 \cdot 55 \cdot 8 \text{ kW}$
- Cálculo de  $V_{k2}$  :  $S_2 = g_2 \cdot 10 \text{ kW} + 0.294 \cdot 35 \cdot 8 \text{ kW}$
- Cálculo de  $V_{k3}$  :  $S_3 = 0 \text{ kW} + 0.305 \cdot 30 \cdot 8 \text{ kW}$

$PDU$  y  $\cos(\Phi)$  se pueden entrar en la ventana de parámetros de Flujo de Carga.

Los factores  $g_1$  y  $g_2$  son factores de simultaneidad constantes, los cuales se deben entrar en la ventana de datos de carga. Las potencias constantes (20 kW y 10 kW) se multiplican por estos factores.

Comentario

Cuando se hace uso de los factores de simultaneidad variables, la ley de corrientes de Kirchhoff no se cumple totalmente. ¡Los factores de simultaneidad variables no se utilizan cuando se estén calculando las caídas de voltaje de acuerdo a los métodos Inyección de Corrientes o Newton – Raphson!

## 4.2.9 ESTUDIO DEL NIVEL DE AISLAMIENTO

### 4.2.9.1 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL NIVEL AISLAMIENTO

Para la determinación del nivel de aislamiento se ha considerado una zona, diferenciada por su altitud, y tomado en cuenta los siguientes aspectos, según la Norma IEC 71-1:

- Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- Sobretensiones atmosféricas
- Contaminación ambiental
- Condiciones de Operación del Sistema
- Tensión nominal del sistema : 10.5 kV
- Tensión máxima del equipo : 12 kV
- Contaminación ambiental del área del proyecto : Medio (Norma IEC 815)
- Altitud máxima sobre el nivel del mar : 3400 msnm.

El nivel de aislamiento mínimo requerido para la Red Primaria, se ha establecido para la zona de estudio.

#### 4.2.9.2 FACTORES DE CORRECCIÓN

Según normas vigentes, así como recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para líneas ubicadas a más de 1000 m sobre el nivel del mar, el aislamiento se incrementará con los factores de corrección determinados mediante la relación siguiente:

Factor de corrección por altitud  $F_h$ :

$$F_h = 1 + \frac{1.25 \times (h - 1000)}{10000} \quad (29)$$

Dónde:

$h$  = altitud en metros sobre el nivel del mar.

$h = 3400$  m.s.n.m.                       $F_c = 1,30$

### **4.2.9.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL AISLAMIENTO**

#### **4.2.9.3.1 SOBRETENSIONES A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

Según la Norma MEM/DEP 501 la tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra, en condiciones estándar, para una línea <sup>22</sup>de nivel de tensión 10.5kV debe ser igual a 28 kV.

Considerando los factores de corrección por altitud se tiene:

Zona de Estudio : 50kV (de acuerdo al nivel de aislamiento normalizado)

#### **4.2.9.3.2 SOBRETENSIONES ATMOSFÉRICAS**

El nivel básico de aislamiento (BIL) requerido por las redes primarias, de acuerdo a la Norma MEM/DEP 501, es 75kVp.

Aplicando los factores de corrección, la tensión crítica disruptiva a la onda de impulso 1,2/50 ms, será de:

Zona de Estudio: BIL = 125kVp (de acuerdo al nivel de aislamiento normalizado)

#### **4.2.9.3.3. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

La zona del proyecto presenta un ambiente con escasa contaminación ambiental y producción de lluvias constantes en los meses de verano. De acuerdo a la Norma IEC 815 Tabla I, el área del proyecto se considera con un nivel de contaminación MEDIO.

De acuerdo a la Tabla II – Nota 1 de la mencionada Norma, para estas condiciones, se asume una línea de fuga específica mínima de 20 mm/kV.

La mínima línea de fuga total a considerar, será el resultado del producto de la mínima longitud de fuga específica por la máxima tensión de servicio entre fases, considerando los factores de corrección determinados:

Zona de Estudio :  $L_f = 12kV \times 1,30 \times 20 \text{ mm/kV} = 312\text{mm}$ .

Por consiguiente la línea de fuga normalizara es:  $L_f = 423 \text{ mm}$

---

<sup>22</sup> Cárdenas Jesús, Ulises Ricardo\_.pdf

#### 4.2.9.3.4. NIVEL DE AISLAMIENTO REQUERIDO

El nivel de aislamiento exterior, calculado según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para la red primaria se muestra en el Cuadro N° 4.2 y el Cuadro N° 4.3

**Tabla N° 4. 2 Nivel de Aislamiento Requerido para la Zona de Estudio**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Valor
Tensión nominal del sistema	kV	10.5
Tensión máxima entre fases	kV	12
Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra	kVp	125
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra	kV	50 <sup>23</sup>
Línea de fuga total	mm	432

El nivel de aislamiento para los equipos, considerando la Norma IEC 71-1 y el criterio de aislamiento reducido para sistemas con neutro efectivamente puesto a tierra en la subestación, será el siguiente:

**Tabla N° 4. 3 Nivel de Aislamiento para Equipos<sup>2</sup>**

DESCRIPCIÓN	Unidad	Valor
Tensión nominal del sistema	kV	10.5
Tensión máxima entre fases	kLV	12
Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra	kVp	125
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase a tierra	kV	50 <sup>24</sup>

<sup>23</sup> Cárdenas Jesús, Ulises Ricardo\_.pdf

<sup>24</sup> Cárdenas Jesús, Ulises Ricardo\_.pdf

#### 4.2.10 SELECCIÓN DE AISLADORES

##### 4.2.10.1 AISLADOR PARA ESTRUCTURAS DE ALINEAMIENTO O ÁNGULO HASTA 30°

Teniendo en cuenta que la tensión de servicio es baja, se decide seleccionar los aisladores tipo PIN, por estar el nivel de tensión de servicio en el rango de 5kV - 60 kV. Las principales características de los aisladores tipo PIN, se muestra en el Cuadro N° 4.4

**Tabla N° 4. 4 Características de los Aisladores Tipo Pin, que cumplen con el nivel de aislamiento requerido. (Norma ANSI C29.6)**

Clase : ANSI			56-1	56-2	56-3
Voltaje de Flameo Promedio	A frecuencia Industrial (KV RMS)	Seco	95	110	125
		Húmedo	60	70	80
	Al impulso (KV pico)	Positivo	150	175	200
		Negativo	190	225	265
Línea de fuga (mm)			330	432	533

##### 4.2.10.2 AISLADOR PARA ESTRUCTURAS DE ANCLAJE Y ÁNGULOS FUERTES HASTA 90°

La naturaleza y función de estas estructuras exige la utilización de aisladores tipo suspensión. Las características principales del aislador de suspensión Clase ANSI, se muestra en el Tabla N° - 4.5

**Tabla N° 4. 5 Características de los Aisladores de Suspensión RPP-25 (Norma ANSI C29.6)**

Clase :			RPP-25
Diámetro x Espaciamento:			110 x 55 mm
Voltaje de Flameo Promedio	A frecuencia Industrial (KV RMS)	Seco	125 Kv
		Húmedo	105 Kv
	Al impulso (KV pico)	Positivo	240 kV
		Negativo	250 kV
Línea de fuga (mm)			778

#### 4.2.11 SELECCIÓN DE PARARRAYOS

Para seleccionar los pararrayos se ha considerado los siguientes criterios:

##### 4.2.11.1 EQUIPO A PROTEGER

Los pararrayos a emplearse en el proyecto serán para proteger los transformadores de distribución y evitar los flameos de los aisladores en las líneas primarias, ante sobretensiones por descargas atmosféricas. Por tanto, se emplearán pararrayos autovalvulares de óxido metálico, clase distribución.

##### 4.2.11.2 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se determina la tensión nominal del pararrayo, considerando la tensión máxima que puede producirse en una fase sana, ante una falla monofásica a tierra:

$$V_{\max-ft} = V_{\max} \times fa \quad (30)$$

Dónde:  $f_a$  es un factor de aterramiento.

El Sistema Eléctrico de Cusco es con el neutro efectivamente aterrado en la Subestación de Dolorespata, por tanto, el factor de aterramiento es de 0,8 y la tensión del pararrayos, de acuerdo con la Norma IEEE 62-22-1001, es:

$$V_{max-ft} = 0,80 \times 12kV$$

$$VN = V_{max-ft} \times 1,05 = 9,60kV.$$

La tensión nominal normalizada de los pararrayo será: 12kV.

#### **4.2.11.3 TENSIÓN MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA**

La tensión máxima a que estará sometido continuamente el pararrayo será:

$$V_{\max-oc} = \frac{V_n}{\sqrt{3}} \times 1.05 \quad (31)$$

$$V_{max-oc} = 6,365 \text{ kV.}$$

La tensión máxima de operación continua del pararrayo (MCOV) deberá ser mayor a la tensión máxima fase tierra calculada. Por tanto:

$$MCOV_{\min} = 8kV$$

Para cada ubicación del pararrayos, el MCOV deber ser igual o mayor que el impuesto por el sistema. Para un pararrayos de 12 kV, el MCOV es 10.2 kV, lo cual es adecuado.

#### **4.2.11.4 ALTITUD DE LA INSTALACIÓN**

Los pararrayos se utilizaran en altitudes máximas de: 3400 m.s.n.m., de la zona de estudio respectivamente.

#### 4.2.12. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

La coordinación de aislamiento es el proceso de correlacionar los esfuerzos eléctricos a los que se someten los equipos al aplicarse las sobretensiones previstas, con los niveles de protección de los pararrayos.

El grado de protección de un aparato protegido por pararrayos es expresado por medio del índice o margen de protección (MP), que es la relación entre el nivel de aislamiento al impulso 1,2/50 y el nivel de protección del pararrayos (Tensión de Descarga VD).

Según normas vigentes, para sobretensiones causadas por descargas atmosféricas, se recomienda un valor para el MP de 20% como mínimo.

El nivel de protección que ofrece el pararrayo de óxido de zinc de 12kV, está determinado fundamentalmente por la tensión de descarga VD para una onda de corriente 8/20 µseg de 10 kA. Para zonas con nivel isocerámico alto como en la zona de estudio, se recomienda chequear también para una corriente de 20 kA.

**Tabla N° 4. 6 Características de los Pararrayos Autovalvulares de Oxido Metálico:**

Característica	10 kA
Tensión Nominal : Vn(kV)	12
Tensión de Descarga : VD (kV)	70,0
Frente Onda de Arco : VFOC (kV)	74,9

Para el pararrayos de 12 kV, el margen de protección MP1 a onda cortada <sup>25</sup>plena y el correspondiente a onda plena será:

Zona de Estudio:

$$MP1 = [(1,15 \times BIL \text{ equipo} / VFOC) - 1] \times 100\%$$

$$MP1 = 55,5 \%$$

$$MP2 = [(BIL \text{ equipo} / VD) - 1] \times 100\%$$

$$MP2 = 44,7 \% \quad (\text{Para } 10 \text{ kA}) \quad MP2 = 28,5 \% \quad (\text{Para } 20 \text{ kA})$$

---

<sup>25</sup> Cárdenas Jesús, Ulises Ricardo\_.pdf

## **CONCLUSIONES**

De los análisis se concluye que el equipamiento tendrá las siguientes características:

### **a) NIVEL DE AISLAMIENTO DE LOS EQUIPOS**

- Nivel de aislamiento al impulso 1,2/50 : 125 kVp
- Nivel de aislamiento a 60 Hz : 50 kVef

### **b) CARACTERÍSTICAS DEL PARARRAYOS**

- Tensión nominal : 12kV
- Máxima tensión de operación continua (MCOV) : 8kV
- Corriente nominal de descarga : 10 kA
- Tensión residual máxima a 10 kA : 62,5 Kv

## **4.2.13. COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN**

### **4.2.13.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Con el propósito de brindar seguridad y continuidad del servicio se ha considerado la selectividad entre seccionadores fusibles (Cut-Out), considerando que el tiempo de operación de los fusibles es una función del tiempo de la corriente de prefalla y el tiempo de la corriente de falla.

### **4.2.13.2. CRITERIOS PARA COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN ENTRE FUSIBLES**

Los criterios para la coordinación de protección entre fusibles son los siguientes:

- Para asegurar una correcta coordinación entre dos fusibles en serie es necesario asegurar que el valor total  $I_2 \times T$  tomado por el fusible más pequeño no sea mayor que el valor total  $I_2 \times T$  de prefalla del fusible más grande.

- Para asegurar una coordinación satisfactoria, el ratio de corriente entre dos fusibles deberá ser mayor que dos, a fin de garantizar la actuación coordinada de los fusibles.
- Otro criterio utilizado para una correcta coordinación entre dos fusibles en serie, es que el tiempo final de falla (total clearing o fin de fusión) del fusible de menor capacidad no deberá ser mayor que el 75 % del tiempo de inicio de falla (minimummelting o inicio de fusión) del fusible de mayor capacidad.
- La calibración se ha efectuado para las condiciones más extremas, es decir para una falla monofásica.
- Cuando los fusibles se pone en coordinación con relés, en este caso el relé actuará como un respaldo de los fusibles y no viceversa. Para una correcta coordinación entre un relé y un fusible, la calibración de la corriente del relé deberá ser aproximadamente tres veces de la corriente nominal del fusible.
- Cuando se efectúa la coordinación de protección entre un recloser con fusibles y considerando que muchas de las fallas son transitorias, el relé del recloser debe ser calibrado de manera que los fusibles no se quemen. Si la falla persiste el recloser se queda en la posición cerrado después de una apertura y el fusible se quema para aislar la falla.

#### **4.2.13.3 DESCRIPCIÓN DE COORDINACIÓN DE PROTECCIÓN ENTRE FUSIBLES**

La coordinación de protección entre fusibles se ha efectuado teniendo en cuenta los criterios expuestos en ítem anterior. Se ha considerado como equipos de protección a seccionadores fusibles (cut-out). Las corrientes de carga de cada tramo de línea protegido se ha obtenido de los resultados de flujo de carga y los tiempos minimummelting time y total clearing time se ha obtenido del manual de S&C ELECTRIC COMPANY – Chicago – TCC NUMBER 165-2 y 165 –2-2.

El resultado de los valores  $I_{2pf} \times T$  ( $I_{2pf}$ : corriente de prefalla y  $T$  : tiempo de falla), para cada tramo y derivación de línea primaria protegida se muestran en el cuadro correspondiente.

En este cuadro se puede apreciar que los valores  $I_{2pf} \times T$ , de los fusibles de menor tamaño son menores que los fusibles de mayor tamaño.

La curva característica de los fusibles tipo K se muestran en los gráficos adjuntos en anexo.

#### **4.2.14 SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA**

Establecer los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en las redes primarias<sup>26</sup>.

##### **4.2.14.1 ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA PUESTA A TIERRA**

Los criterios para el dimensionamiento de las puestas a tierra en líneas de media tensión, son los siguientes:

- Seguridad de las personas
- Descargas atmosféricas
- Facilidad para el recorrido a tierra de las corrientes de fuga<sup>27</sup>.

A continuación se analiza cada uno de los criterios mencionados a fin de determinar cuáles deben ser los aplicables a las líneas y redes primarias

---

<sup>26</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

<sup>27</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

#### **4.2.14.2 SEGURIDAD DE LAS PERSONAS**

Este es el criterio más exigente, puesto que toma en cuenta las tensiones de toque, paso y de transferencia; en consecuencia no sólo es necesario obtener un bajo valor de la resistencia de puesta a tierra, sino también una adecuada configuración de ésta para reducir el gradiente de potencial. Este criterio sólo se aplica a las subestaciones de distribución<sup>28</sup>. En las Redes Primarias, sobre todo en las de electrificación rural, debido a su recorrido por zonas con escaso tránsito de personas, no se toma en cuenta este criterio.

#### **4.2.14.3 DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

De manera general, las Redes Primarias ubicadas en la sierra y selva, debido a los recorridos por zonas naturalmente apantallados por cerros o árboles están más expuestas a sobretensiones por descargas indirectas, que por descargas directas; en tal sentido, en líneas de electrificación rural, sólo se toma en cuenta las sobretensiones indirectas o inducidas.

En líneas primarias sin cable de guarda, el valor de resistencia de puesta a tierra no es importante; puede aceptarse, sin ningún inconveniente, valores hasta de 500  $\Omega$ , por lo que no es necesario medir la resistividad eléctrica del terreno, ni la resistencia de puesta a tierra luego de instalada<sup>29</sup>. Pero en redes primarias la resistencia de puestas a tierra deben ser medibles y obtener resultados menores o iguales a los 5 ohmios.

Recorrido por zonas con escaso tránsito de personas, no se toma en cuenta este criterio.

#### **4.2.14.4 FACILIDAD PARA EL RECORRIDO DE CORRIENTES DE FUGA**

En las estructuras de seccionamiento y en subestaciones de distribución deberán instalarse necesariamente electrodos verticales hasta alcanzar el valor de resistencia de puesta a tierra <sup>30</sup>menor o igual a 5 ohmios que se indica en los planos del proyecto.

Recorrido por zonas con escaso tránsito de personas, no se toma en cuenta este criterio.

---

<sup>28</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

<sup>29</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

<sup>30</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

#### 4.2.14.5 PREMISAS DE DISEÑO

Para el presente estudio, las puestas a tierra tendrán la finalidad de proteger a la Red Primaria de las tensiones inducidas por efectos de descargas de rayos en las proximidades de la Red Primaria. El conductor de puesta a tierra estará instalado en la misma posición del conductor neutro. En las descargas directas de rayo a la Red, la protección será efectuada por el interruptor principal instalado en la celda de salida del alimentador. Para Subestaciones de Distribución, el diseño de puesta a tierra se hará con el criterio de operación del sistema y protección al equipo, y se seleccionará entre diferentes configuraciones la que tenga menor resistencia y cumpla con las exigencias de la Norma MEM/DEP 501, las que están en función de la potencia del transformador. Los circuitos primario y secundario del transformador utilizarán un solo conductor de puesta a tierra, para ello, se efectuará una conexión directa entre el neutro del primario con el neutro del secundario y tendrán un sistema de puesta a tierra común. La sección mínima del conductor de puesta a tierra, será 25 mm<sup>2</sup>, correspondiente para un conductor de cobre o su equivalente si fuese otro tipo de conductor.

#### 4.2.14.6 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

Para el cálculo de la resistencia teórica de los sistemas de puesta a tierra, a través de la resistividad aparente, se ha tenido en cuenta las siguientes configuraciones:

##### 4.2.14.6.1 ELECTRODOS EN DISPOSICIÓN VERTICAL

La resistencia propia de puesta a tierra para sistemas compuestos por un electrodo, se estima a través de la siguiente relación:

Dónde:

$$R_{hh} = \frac{\rho_a}{2 \times \pi \times L} \times \ln \left( \frac{4 \times L}{1,36d} \times \frac{2h + L}{4h + L} \right) \quad (32)$$

$R_{hh}$  : Resistencia propia de un electrodo (Ohm)

- $\rho_a$  : Resistividad aparente del terreno (Ohm - m)
- $L$  : Longitud de la electrodos (m)
- $d$  : Diámetro del electrodo (m)
- $h$  : Profundidad de enterramiento (m).

#### 4.2.14.6.2 ELECTRODOS EN PARALELO

Para sistemas compuestos por electrodos en paralelo, en general la resistencia equivalente de una varilla de puesta a tierra, considerando el efecto mutuo de los demás electrodos en paralelo, se estima a través de la siguiente relación:

$$R_h = R_{hh} + \sum_{m=1, m \neq h}^n R_{hm} \quad (33)$$

Dónde:

$R_h$  : Resistencia equivalente de un electrodo h (Ohm)

$R_{hh}$  : Resistividad propia del electrodo (Ohm)

$R_{hm}$  : Resistividad mutua de debido a la interferencia de electrodos en paralelo (Ohm)

$n$  : Número de electrodos en paralelo.

La resistencia mutua entre dos electrodos en paralelo, se estima a través de la siguiente ecuación:

$$R_{hm} = \frac{\rho_a}{4 \times \pi \times L} \ln \left[ \frac{(d_{hm} + L)^2 - a_{hm}^2}{a_{hm}^2 - (d_{hm} - L)^2} \right] \quad (34)$$

Dónde:

$R_{hm}$  : Resistividad mutua de debido a la interferencia de electrodos en paralelo (Ohm)

$\rho_a$  : Resistividad aparente del terreno (Ohm.m)

$L$  : Longitud de electrodos (m)

- $d_{hm}$  : Longitud de la diagonal entre electrodos en análisis (m)
- $a_{hm}$  : Separación horizontal entre electrodos en análisis (m)
- $h$  y  $m$  : Electrodo en análisis.

La resistencia equivalente de puesta a tierra para sistema compuesto por un conjunto de electrodos, se determina mediante de la siguiente relación:

$$R_e = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{R_h}} \quad (35)$$

Dónde:

- $R_e$  : Resistencia de puesta a tierra equivalente del conjunto de electrodos (Ohm)
- $R_h$  : Resistencia inicial de cada electrodo (Ohm)
- $n$  : Número de electrodos en paralelo

Cuando se trata de electrodos verticales es posible aplicar también, el método de la Semiesfera Equivalente de Tagg, el cual simula el comportamiento del electrodo vertical como el de una semiesfera de radio “r”:

$$r = \frac{L}{Ln \frac{4L}{d}} \quad (36)$$

Así, la resistencia equivalente de un sistema compuesto por un grupo de electrodos en disposición vertical, puede expresarse mediante un coeficiente de reducción “a”:

$$\alpha = \frac{r}{a} \quad (37)$$

Dónde:

- $L$  : Longitud de los electrodos (m)
- $d$  : Diámetro del electrodo (m)

$a$  : Separación entre electrodos (m)

#### **4.2.15 CONFIGURACIÓN EMPLEADA**

Configuración PAT –1: Sistema a tierra con un electrodo en disposición vertical. Configuración compuesta por un electrodo vertical de Cobre de 2,4 m de longitud y 19 mm de diámetro, enterrado a una profundidad del nivel del suelo de 0,5 m.

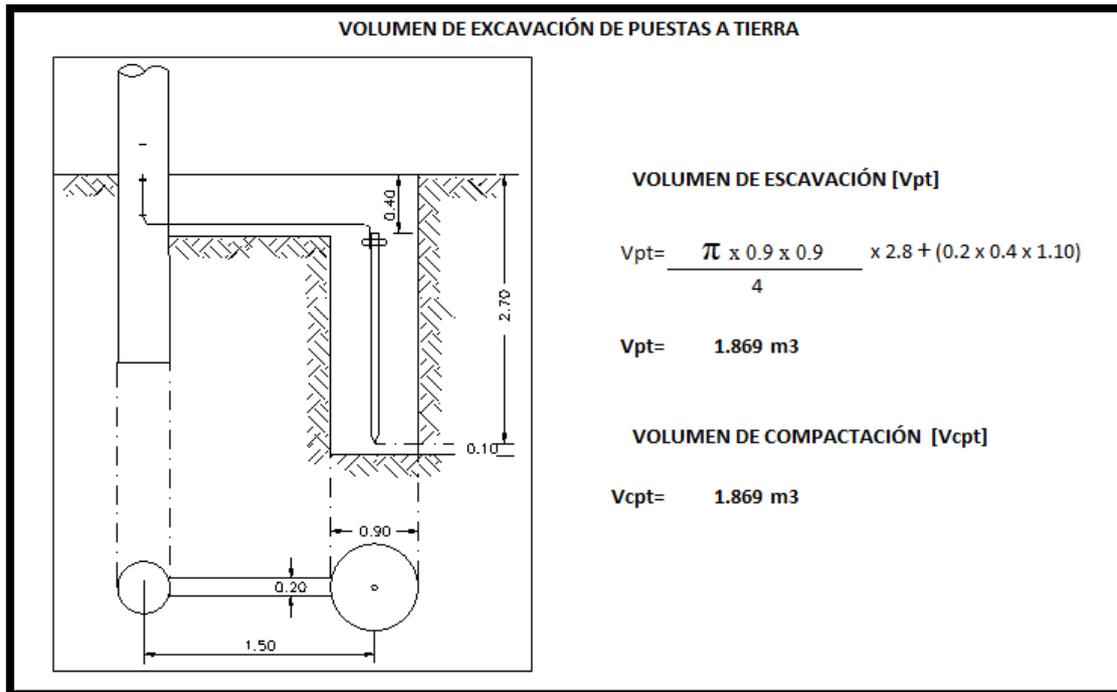
#### **4.2.16 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

La instalación de puesta a tierra de las subestaciones de distribución toma vital importancia, por tanto, su diseño debe considerar valores mínimos que garanticen no solo la operación del sistema sino también la seguridad de las personas y equipos.

Según las Normas MEM/DEP vigentes, el valor máximo para la resistencia de puesta a tierra a considerarse en las subestaciones de distribución es:

**Tabla N° 4. 7 Valor Máximo Resistencia**

Potencia del Transformador	Resistencia de Puesta a Tierra (Ohmios)
KVA	
200	15
300	15
400	15



**Figura N° 4. 19 Volumen de Excavación de Puesta a Tierra**

### **4.3.REDES DE BAJA TENSIÓN Y CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN**

#### **4.3.1 OBJETIVO**

Estas bases definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de las Redes Secundarias subterráneas y Alumbrado Público, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado.

#### **4.3.2 ALCANCE**

El diseño de Redes Secundarias y Alumbrado Público comprende también etapas previas al diseño propiamente dicho, el cual consiste la determinación de la Demanda Eléctrica del Sistema (que define el tamaño o capacidad), Análisis y definición de la Configuración de la Topología del Sistema, Selección de los Materiales y Equipos. El diseño propiamente se efectúa cuando se ha definido la topología de las Redes Secundarias.

El diseño comprende:

- Cálculos Eléctricos (Caídas de Tensión) y
- Cálculos de Iluminación.

#### **4.3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA**

La Red Secundaria tiene siguientes características:

- Tensión Nominal : 220 Voltios.
- Sistema Adoptado : Subterráneo.
- Tipo de Distribución : Trifásico.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Tipo Conductor : N2XOH tripolar 1KV
- Sección Nominal : 3-1x16mm<sup>2</sup>, hasta 3-1x120mm<sup>2</sup>.

La Red de Alumbrado Público tiene siguientes características:

- Tensión Nominal : 220 Voltios.
- Sistema Adoptado : Subterráneo.
- Tipo de Distribución : Trifásico.
- Frecuencia : 60 Hz.
- Tipo Conductor : N2XOH dúplex 1KV
- Sección Nominal : 2-1x16mm<sup>2</sup>,

Los cálculos eléctricos se han realizado con los valores que presentará el sistema en su etapa final, asegurándose así que la Red Secundaria cumplirá durante todo el período de estudio los requerimientos técnico establecido por las normas vigentes.

## **4.4.CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

### **4.4.1 MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE**

La máxima caída de tensión permisible en el punto de entrega al usuario final no deberá exceder el 5% de la tensión nominal, según la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE).

Según lo anterior se está considerando un valor máximo de 7,0% en el punto terminal más alejado de la red, Sin embargo, en el diseño se tomó como límite 5,0% en el punto terminal más alejado, esto debido a que este indicador es del año cero y que para el año horizonte podrá llegar al límite permisible según Norma.

Los valores límites para el diseño serán:

Sistema 220 V : Máxima caída de tensión 11 V.

### **4.4.2 ALUMBRADO PÚBLICO**

Para el alumbrado público se ha considerado lo establecido por la norma Norma DGE RD 017-2003-EM “Alumbrado de Vías Públicas en Áreas verdes”; El alumbrado público peatonal constará de luminarias con lámparas de LED de 35 W, El alumbrado de canchas deportivas constará de reflectores LED de 100, El alumbrado fachadas y monumentos constará de reflectores de LED de 35 y para pasajes y parque con luminarias tipo Saturno.

### **4.4.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (PAT)**

Para las redes secundarias 220 V, la Norma DGE establece el valor  $10 \Omega$  para la resistencia del neutro a tierra, con toda la puesta a tierra-PT conectada de BT, incluyendo la primera PT de BT de la subestación. Con ello se garantiza que cuando ocurre una falla a tierra en una de las fases, la tensión fase-neutro no debe superar la tensión de 250 V (desplazamiento del neutro).

Con las consideraciones mencionadas, el sistema a utilizar será el tipo PAT-1, y su ubicación serán:

Cada 200 a 300 metros

En los puntos de derivación y en las últimas estructuras de la redes secundarias.

#### **4.4.4 PÉRDIDAS DE ENERGÍA Y POTENCIA**

Las pérdidas de Energía y Potencia en distribución son calculadas considerando el efecto Joule. Por la naturaleza del estudio solamente se prevé las pérdidas técnicas en el sistema.

Los valores de las pérdidas son menores a los permitidos en las normas vigentes.

#### **4.4.5 PUNTOS DE ALIMENTACIÓN PARA REDES SECUNDARIAS**

Los Puntos de Alimentación para las Redes de Servicio Particular, Alumbrado Público y Conexiones domiciliarias, serán los Tableros de las Subestaciones de Distribución y de los Subestaciones Tipo Pedestal.

#### **4.5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS**

Los cálculos eléctricos de las redes de baja tensión comprenden:

- El cálculo de caída de tensión y la determinación apropiada de los calibres de los conductores.
- Las pérdidas de potencia y energía
- Los cálculos de iluminación de vías.

#### 4.5.1 FACTORES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO

**Tabla N° 4. 8 Factores Considerados en el Diseño**

FACTORES	REDES SECUNDARIAS	ALUMBRADO PÚBLICO
Máxima caída de Tensión	5 % de Vn	5 % de Vn
Factor de Potencia	0.9	0.9
Factor de Simultaneidad	0.5	1.0

El sistema adoptado para los alimentadores de energía a los edificios y pabellones de la Ciudad Universitaria de Perayoc es trifásica 220 V con neutro aislado, subterráneo enterrado en ductos de PVC y ductos de concreto para los cruces de vía.

Igualmente la red que alimenta los equipos de iluminación que es trifásica 220 V con neutro aislado, subterráneo enterrado en ductos de PVC y ductos de concreto para los cruces de vía.

#### 4.5.2 CÁLCULO DE PARÁMETROS DE CONDUCTORES

##### 4.5.2.1 RESISTENCIA DE LOS CONDUCTORES

La resistencia de los conductores a la temperatura de operación se ha calculado mediante la siguiente fórmula<sup>31</sup>:

$$R_1 = R_{20^{\circ}C} \times [1 + \alpha(t - 20^{\circ}C)] \quad (38)$$

Dónde:

$R_{20^{\circ}C}$  : Resistencia del conductor en c.c. a 20°C en ohm/km

$\alpha$  : Coeficiente de variación térmica del conductor en °C-1

$\alpha = 0.00360^{\circ}C^{-1}$  : para conductores de aleación de aluminio AAAC

t : Temperatura máxima de operación en °C (t=45°C).

##### 4.5.2.2 REACTANCIA INDUCTIVA

<sup>31</sup> Larios Marcelo, Aristóteles Jesus.pdf

La reactancia inductiva para sistema trifásico equilibrado se ha calculado mediante la siguiente formula:

$$X_L = 4\pi f \left( 0.25 + \ln \left( \frac{2DMG}{K * d} \right) \right) * 10^{-4} \quad (39)$$

Dónde:

$XL$  : Reactancia Inductiva ( $\Omega$ /Km)

$DMG$  : Distancia Media Geométrica (m)

$DMG = D1$  (Sistema Monofásico)

$K$  : Factor de corrección por Nro. de hilos.

0.726 para 07 hilos

0.758 para 19 hilos

$d$  : Diámetro del conductor

$f$  : Frecuencia (60 Hz).

### 4.5.3 CÁLCULO DE CAÍDAS DE TENSIÓN

La caída de tensión se determina utilizando las siguientes relaciones.

$$\Delta V = P \times L \times FCT \quad (40)$$

Dónde:

$P$  : Potencia Total (KW)

$L$ : Longitud del tramo (Km)

$FCT$  : Factor de caída de tensión del conductor

$$FCT_{3\phi} = \frac{R \cos \phi + X_{3\phi} \sin \phi}{\sqrt{3} V \cos \phi} \quad (41)$$

$$FCT_{1\phi} = \frac{R \cos \phi + X_{1\phi} \sin \phi}{V \cos \phi} \quad (42)$$

Dónde:

$R$  : Resistencia del conductor a 60°C (Ohm/Km)

$X$  : Reactancia inductiva de los conductores (Ohm/Km)

$V$  : Tensión de operación (V)

$\Phi$  : Angulo del factor de potencia.

En cuadros siguientes se muestran las Características eléctricas de los conductores a utilizar:

**Tabla N° 4. 9 Tabla de Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Triple**

SECCIÓN	N°	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO	CAPACIDAD DE CORRIENTE		
	HILOS	AISLAMIENTO	CUBIERTA			ENTERRADO	AIRE	DUCTO
N° x mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3-1x 6	7	0.7	0.9	6.5	260	85	65	68
3-1x 10	7	0.7	0.9	7,2	388	115	90	95
3-1x1 6	7	0.7	0.9	8.2	569	155	125	125
3-1x25	7	0.9	0.9	9.8	864	200	160	160
3-1x 35	7	0.9	0.9	10.9	1154	240	200	195
3-1x 50	19	1.0	0.9	12.3	1526	280	240	230
3-1x 70	19	1.1	0.9	14.1	2143	345	305	275
3-1x 95	19	1.1	1.0	16.1	2932	415	375	330
3-1x120	37	1.2	1.0	17.8	3653	470	435	380
3-1x150	37	1.4	1.1	19.8	4495	520	510	410
3-1x185	37	1.6	1.2	22.2	5644	590	575	450
3-1x240	37	1.7	1.2	24.8	7317	690	690	525
3-1x 300	37	1.8	1.3	27.8	9128	775	790	600
3-1x 400	61	2.0	1.4	30.8	11640	895	955	680
3-1x500	61	2.2	1.5	34.4	14802	1010	1100	700

**Tabla N° 4. 10 Tabla de Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Bipolar**

SECCIÓ N	N° HILO S	ESPEORES		DIAMETR O PREVISTO	PESO PREVIST O	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENT O	CUBIERT A			ENTERRAD O	AIR E	DUCT O
		mm	mm			mm	(Kg/Km)	A
N° x mm2								
2 x 6	7	0.7	0.9	6.5	172	85	65	68
2 x 10	7	0.7	0.9	7.2	256	115	90	95
2 x 16	7	0.7	0.9	8.2	372	155	125	125
2 x 25	7	0.9	0.9	9.8	574	200	160	160
2 x 35	7	0.9	0.9	10.9	768	240	200	195

(\*) Temperatura ambiente: 30 °C Temperatura en el conductor: 90 °C Temperatura del suelo: 20 °C Resistividad del suelo: 1 °k.m/W

- Pruebas.

Los cables de potencia deberán ser sometidos a pruebas de fabricación según las Normas ICEA, ASTM o IEC según corresponda.

## 4.6. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

Los cálculos de iluminación se realizaron utilizando el software adecuado y de acuerdo al área a iluminar, para lo cual daremos algunos conceptos teóricos sucintamente para tener el conocimiento referente a lo aplicado en el programa.

### 4.6.1 CONCEPTOS TEÓRICOS BÁSICOS

#### 4.6.1.1 LUZ

Energía radiante capaz de excitar la retina y producir una sensación visual. La porción visible del espectro electromagnético se extiende desde los 380 hasta los 770 nm.

#### 4.6.1.2 LUMINARIA

Elemento que distribuye, filtra o transforma la luz proporcionada por una o más lámparas; comprende todos los accesorios necesarios para fijar y proteger las lámparas y para conectarlas a la fuente de energía<sup>32</sup>.

#### **4.6.1.3 LÁMPARA**

Elemento de transformación de energía eléctrica luminosa. Término genérico para denominar una fuente de luz producida por el hombre.

#### **4.6.1.4 CAMPO VISUAL**

Extensión angular del espacio dentro del cual se puede percibir un objeto, si la cabeza y los ojos se mantienen fijos. El campo puede ser monocular o binocular.

#### **4.6.1.5 CANDELA (CD)**

Unidad del Sistema Internacional (SI) de la intensidad luminosa. Una candela es igual a un Lumen por estereorradián. Una candela se define como la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática<sup>33</sup> de una frecuencia de  $540 \times 10^{12}$  Hz. En el cual (a intensidad energética en esa dirección es de 1.46 mW. Por estereorradián.

#### **4.6.1.6 FLUJO LUMINOSO ( $\Phi$ )**

Es la energía radiante de una fuente de luz, que produce en el ojo humano una sensación luminosa, la unidad de medida es el lumen (lm) y se le representa por la letra griega phi ( $\Phi$ )

#### **4.6.1.7 INTENSIDAD LUMINOSA (I)**

Cociente del flujo luminoso emitido por la fuente que propaga en un elemento de ángulo sólido<sup>34</sup> que contiene la dirección dada, por el elemento de ángulo sólido. La unidad de intensidad luminosa es la candela (Cd).

#### **4.6.1.8 LUMINANCIA (L)**

---

<sup>32</sup> Tesis – Andre Pascual Segovia.docx

<sup>33</sup> <https://www.risoul.com.mx/blog/guía-holophane-de-fundamentos-de-iluminacion-industrial>

<sup>34</sup> Tesis – Andre Pascual Segovia.docx

Cociente del flujo luminoso emitido, que llega o que pasa a través de un elemento de superficie y se propaga en direcciones definidas por un cono elemental que contiene la dirección dada, por el producto del ángulo sólido del cono y el área de la proyección ortogonal del elemento de superficie en un plano perpendicular a la dirección dada. Su unidad es la candela por metro cuadrado (Cd/m<sup>2</sup>).

#### **4.6.1.9 LUX (E)**

Unidad de medida de la iluminación a iluminancia en el Sistema Internacional (SI).

$$1 \text{ Lux} = \text{lm}/\text{m}^2.$$

#### **4.6.1.10 ILUMINANCIA (F)**

Densidad de flujo luminoso incidente en una superficie. Es el cociente del flujo luminoso por el área de una superficie cuando esta última es iluminada de manera uniforme. Su unidad es el Lux.

#### **4.6.1.11 EFICACIA LUMINOSA (H)**

Es el que indica la cantidad de luz que emite una fuente de luz por (a cantidad de energía que consume para producirla).

$$\eta = \text{lm}/\text{w}.$$

### **4.7. PARÁMETROS DE ILUMINACIÓN**

Los parámetros a considerar para la iluminación de vías, parques, plazas y campos deportivos serán los siguientes:

- Nivel de Luminancia e iluminación.
- Disposición de las luminarias.
- Deslumbramiento.
- Reproducción de colores.

Entre las características más importantes del proyecto tenemos:

- Velocidad de circulación : Medio — Reducido.
- Tráfico vehicular : Importante.
- Tráfico Peatonal : Muy Importante.
- Reproducción de colores : Importante.

En la iluminación de vías se tomará en cuenta la iluminación de las avenidas y calles aledañas para que sea uniforme y no produzca ningún tipo de contraste al conductor ni a los peatones.

En la iluminación de Parques, plazas y áreas deportivas se tomará en cuenta la reproducción de los colores

#### **4.8.ILUMINACIÓN DE VÍAS**

Para la iluminación de vías y estacionamientos se considerarán:

- El tipo de Vía.
- Nivel de Luminancia (apantallamiento de la luminaria y clase de calzada).
- Nivel de Iluminancia
- Altura de montaje según el ancho de vía
- Distancia y disposición de los soportes en función al ancho de vía y clase de Luminaria.
- Factores de depreciación de la luminaria y de la lámpara.
- Factores de utilización en función al ancho de la calzada y la altura de la Luminaria.
- Determinación del flujo de lámpara

##### **4.8.1 TIPO DE VÍA**

De acuerdo a las características de la vía el tipo de iluminación recomendado de acuerdo a la tabla 5-I será del Tipo II.

#### 4.8.2 NIVEL DE LUMINANCIA E ILUMINANCIA

De acuerdo al tipo de iluminación adoptada y a la clase de calzada, los valores para el nivel de luminancia e iluminancia media recomendado se muestra en los siguientes cuadros:

**Tabla N° 4. 11 Nivel de Luminancia e Iluminación**

Tipo de Iluminación	Luminancia Media Revestimiento seco Cd/m <sup>2</sup>	Iluminación Media necesaria E (Lux)	
		Calzada Clara	Calzada Oscura
II	1—2	10—20	20—40

**Tabla N° 4. 12 Uniformidad de Luminancia**

Tipo de Iluminación	Uniformidad General de Luminancia L <sub>min</sub> /L <sub>max</sub>	Uniformidad Longitud de Luminaria	Uniformidad Transversal de Luminaria	Uniformidad Media de Luminancia L <sub>min</sub> /L <sub>med</sub>
II	≥ 0.15	≥ 0.55	≥ 0.30	≥ 0.45

#### 4.8.3 ALTURA DE MONTAJE Y DISPOSICIÓN

Montaje de las luminarias en vías públicas según el tipo de iluminación, se dan en la siguiente tabla.

**Tabla N° 4. 13 Recomendaciones Sobre Disposición de Luminarias**

Tipo de Iluminación	Altura de Montaje H(m)	Relación D/H	Disposición de las Luminarias	Ancho de la Calzada
II	8.5 — 10	8.5 — 10	Unilateral	Dos Canales de Circulación (hasta 8m)
			Bilateral Tresbolillo	Tres Canales de circulación (hasta 12m)
			Bilateral en oposición	Cuatro canales de circulación (hasta 16m)
III	8.5 — 10	8.5 — 10	Unilateral	$L \leq H$
			Bilateral Tresbolillo	$H < L \leq 1.5H$
			Bilateral en Oposición	$1.5H < L$

Dónde:

$H$  = Altura de Montaje.

$D$  = Intervalo de Luminarias.

$L$  = Ancho de la Calzada.

#### 4.8.4 FACTORES DE DEPRECIACIÓN DE LUMINARIAS Y LÁMPARAS

Se debe utilizar el producto del factor de depreciación o de envejecimiento de la luminaria, así como el factor de depreciación de lámpara. El factor de depreciación de la luminaria varía de acuerdo al grado de protección de la luminaria, que debe estar indicado en su respectivo catálogo. En los cuadros se muestran los valores a considerar:

**Tabla N° 4. 14 Grados de Protección Indicados por la Primera Cifra**

IP	Protección contra la entrada de sólidos
0	Ninguna Protección prevista.
1	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 50 mm. (Ej. Contactos involuntarios con la mano)
2	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 12 mm. (Ej. Dedos de la mano)
3	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 2.5 mm. (Ej. Herramientas, Cables etc.)
4	Protegido contra cuerpos sólidos superiores a 1.0 mm. (Ej. Herramientas finas, pequeños cables)
5	Protegido contra el polvo. (Sin sedimentos perjudiciales)
6	Totalmente Protegido contra el polvo.

**Tabla N° 4. 15 Grado De Protección Indicados por la Segunda Cifra**

IP	Protección contra la entrada de Líquidos
0	Ninguna protección prevista.
1	Protegido contra las caldas verticales de gotas de agua (Ejemplo; Condensación)
2	Protección contra las gotas de un líquido. Las gotas de un líquido que caen no deberán causar ningún efecto nocivo o perjudicial cuando la envolvente esté inclinada en un ángulo de hasta 15°C con respecto a la vertical.
3	Protección contra la lluvia: El agua que caen bajo la forma de Lluvia con un ángulo igual o inferior a 60°C con respecto a la vertical, no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial.
4	Protección contra las salpicaduras: Un líquido que salpique en una dirección cualquiera no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial.
5	Protección contra (as chorros de agua: El agua proyectada por una boquilla en una dirección cualquiera, en condiciones determinadas, no deberá causar ningún efecto nocivo o perjudicial.
6	Protección contra los lanzamientos de agua similar a los golpes de mar.

**Tabla N° 4. 16 Factores de Depreciación de Luminarias de Acuerdo a su Grado de Protección**

Medio	IP 23	IP 43	IP 55
Alrededores contaminados	0.65	0.70	0.85
Alrededores no contaminados	0.90	0.95	0.95

**Tabla N° 4. 17 Factores de Depreciación de Flujo de Lámparas que se Usaran**

Tipo de Lámpara	Factor de Depreciación
Vapor de Sodio de Alta Presión	0.90
Vapor de Sodio de Baja Presión	0.90
Halogenuros Metálicos	0.85

## 4.9. CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN

### 4.9.1 FACTORES DE UTILIZACIÓN

Los factores de utilización que se van emplear estarán en función del ancho de vía y la altura de montaje, empleando el gráfico del coeficiente o factor de utilización de una luminaria o el siguiente cuadro en forma genérica.

**Tabla N° 4. 18 Factores de Utilización**

Relación L/H Tipo de Lámparas Usadas	0.5	1	1.5	2
Fluorescentes, sodio de baja presión	0.14	0.24	0.28	0.3
Ovoides difusoras	0.2	0.34	0.39	0.4
Descarga con ampolla clara	0.23	0.4	0.45	0.48

Donde:

$L$  = Ancho de La vía

$H$  = Altura de La luminaria

#### 4.9.2 FLUJO DE LÁMPARA

Para determinar el flujo de Lámpara se utilizará la siguiente expresión:

$$F = (L \times R \times A \times D) / (Fu \times Fc) \quad (43)$$

Dónde:

$D$  : Distancia entre postes (m).

$F$  : Flujo de Lámpara (Im).

$Fu$  : Factor de utilización.

$Fc$  : Factor de conservación

$L$  : Luminancia media (Cd/m<sup>2</sup>)

$R$  : De la tabla.

$A$  : Ancho de la vía a iluminar (m)

**Tabla N° 4. 19 Valores de R Según el Tipo de Calzada y el Grado de Control de La Luminaria**

Tipo de calzada	Luminaria recortada	Luminaria Semirecortada
Concreto oscuro	14	10
Asfalto claro	14	10
Asfalto medio	19	14
Asfalto oscuro	24	18
Adoquines	18	13

### 4.9.3 CÁLCULO DE ILUMINANCIA PUNTO POR PUNTO

El valor de la luminancia horizontal relativa en un punto P sobre la vía es igual a la suma de las iluminancias parciales producidas sobre el punto P por todas las luminarias. La iluminancia puntual se calcula con la siguiente relación<sup>35</sup>:

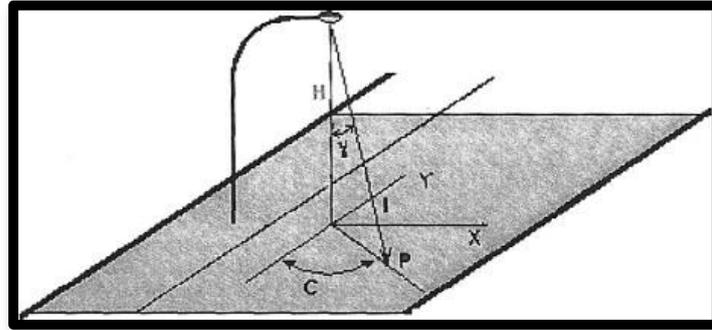


Figura N° 4. 20 Sistema de Coordenadas C - $\gamma$

$$E_p = \sum_{i=1}^n (I_{\gamma C} / h^2) \cos^3 \gamma \quad (44)$$

Dónde:

$E_p$  : Iluminancia total en el punto P (Lux)

$I_{\gamma C}$  : Intensidad luminosa de la luminaria que llega al punto P, en el sistema de Coordenadas C -  $\gamma$ <sup>36</sup>

$N$  : Numero de luminarias

$h$  : Altura de montaje. (m)

### 4.9.4 CÁLCULO DE LA ILUMINANCIA MEDIA

El cálculo de la Iluminancia Media se realiza una vez calculado los valores de las iluminancias puntuales en la red de cálculo sobre una parte de la vía, y esta se calcula con la siguiente relación<sup>37</sup>:

$$E_{med} = \sum_{p=1}^n E_p / n \quad (45)$$

<sup>35</sup> Callupe Arzapalo, Domingo Felipe.pdf

<sup>36</sup> Callupe Arzapalo, Domingo Felipe.pdf

<sup>37</sup> Callupe Arzapalo, Domingo Felipe.pdf

Dónde:

$E_{med}$  : Iluminancia media (Lux)

$E_p$  : Valor de la Iluminancia en el punto P (Lux)

$p$  : Número total de puntos calculados

#### **4.9.5 CÁLCULO DE FACTORES DE ILUMINANCIA**

Uniformidad General ( $U_g$ ) :  $U_g = E_{min}/E_{max}$

Uniformidad Media ( $U_m$ ) :  $U_m = E_{min}/E_{med}$

Uniformidad Longitudinal ( $U_l$ ) :  $U_l = E_{minl}/E_{maxl}$

Uniformidad Transversal ( $U_t$ ) :  $U_t = E_{mint}/E_{maxt}$

Dónde:

$E_{min}$  : Iluminancia mínima (Lux)

$E_{max}$  : Iluminancia máxima (Lux)

$E_{minl}$  : Iluminancia mínima en el eje longitudinal (Lux)

$E_{maxl}$  : Iluminancia máxima en el eje longitudinal (Lux)

$E_{mint}$  : Iluminancia mínima en el eje transversal (Lux)

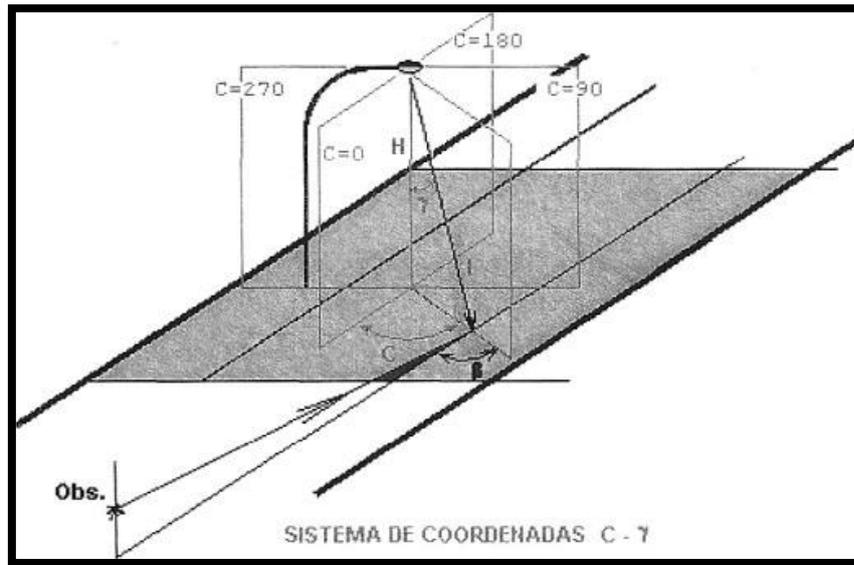
$E_{maxt}$  : Iluminancia máxima en el eje transversal (Lux)

#### **4.9.6 CÁLCULO DE LUMINANCIA PUNTO POR PUNTO**

La luminancia en un punto P de una calzada es la suma de las luminancias parciales debido a todas las luminarias que tienen influencia sobre dicho punto. La luminancia total en este punto P se calcula con la siguiente relación<sup>38</sup>:

---

<sup>38</sup> Callupe Arzapalo, Domingo Felipe.pdf



**Figura N° 4. 21 Cálculo de Iluminancia Punto por Punto**

$$L_p = \sum_{i=1}^n (I \gamma C \cos^3 \gamma / h^2) q(\beta, \gamma) \quad (46)$$

#### 4.9.7 CÁLCULO DE LA LUMINANCIA MEDIA

Una vez calculado los valores de las luminancias puntuales sobre una zona de la calzada de la red de cálculo, la Luminancia Media sobre dicha zona se obtiene aplicando la siguiente relación:

$$L_{med} = (\sum_{p=1}^n L_p) / n \quad (47)$$

Dónde:

$L_{med}$  : Luminancia media (Cd/m<sup>2</sup>)

$L_p$  : Valor de la luminancia en el punto P (Cd/ m<sup>2</sup>)

$P$  : Número total de puntos calculados

#### 4.9.8 CÁLCULO DE LOS FACTORES DE LUMINANCIA

Uniformidad General ( $U_g$ ) :  $U_g = L_{min} / L_{max}$

Uniformidad Media ( $U_{rn}$ ) :  $U_{rn} = L_{min} / L_{med}$

Uniformidad Longitudinal (UI) :  $UI = L_{minl}/L_{maxl}$

Uniformidad Transversal ( $U_t$ ) :  $U_t = L_{mint}/L_{maxt}$

Dónde:

$L_{min}$  : Luminancia Mínima (Cd/rn2)

$L_{rnax}$  : Luminancia Máxima (Cd/rn2)

$L_{minL}$  : Luminancia Mínima en el eje longitudinal (Cd/rn2)

$L_{maxL}$  : Luminancia Máxima en el eje longitudinal (Cd/rn2)

$L_{mint}$  : Luminancia Mínima en el eje transversal (Cd/rn2)

$L_{maxt}$  : Luminancia Máxima en el eje transversal (Cd/rn2)

Incremento de Umbral (TI):

$$TI = 65 \left( \frac{L_v}{L_{med}^{0.8}} \right) \quad (48)$$

Dónde:

$L_v$  : Luminancia equivalente de velo para un observador mirando directamente hacia delante en una dirección paralelo al eje de la vía y  $1^\circ$  debajo de la horizontal (cd/m2)

$L_{med}$  : Luminancia Media en la superficie de la vía (Cd/m2)

#### 4.9.9 ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO (G)

$$G = SLI + 0.97 \text{ Log } (L_{med}) + 4.41 \text{ Log } (h') - 1.46 \text{ Log } (P) \quad (49)$$

Dónde:

$SLI$  : Índice específico de la luminaria

$L_{med}$  : Luminancia media en la superficie de la vía (Cd/rn2)

$h'$  : Distancia entre el plano a nivel de los ojos y el plano al nivel de las luminarias (m)

$P$  : Número de luminarias por Km. de longitud de la vía.

#### **4.9.10 ILUMINACIÓN DE PARQUES Y CAMPOS DEPORTIVOS**

Para la iluminación de plazas, parques y campos deportivos se considerará el área a iluminar y la reproducción de colores, teniendo muy presente la disposición, la altura de montaje y la estética. Por su lado, el alumbrado público es un servicio que brindan las empresas energéticas en una ciudad, localidad, ruta y que tiene el objetivo de iluminar las calles, las rutas, los parques, los monumentos, los edificios públicos, entre otros espacios de circulación general, y que entonces como tales no se encuentran a cargo de ningún individuo. El cumplimiento, así como el control del alumbrado público está a cargo del gobierno nacional, municipal o provincial, según a quien corresponda la jurisdicción en la zona. La presencia del alumbrado público es imprescindible no solamente para garantizar que aquellas tareas y actividades que se deben llevar a cabo por la noche puedan hacerse de modo correcto, como ser por ejemplo manejar un automóvil, sino también para desalentar los robos y crímenes que suelen proliferar en aquellos lugares menos o mal iluminados<sup>39</sup>. Se adjunta el cuadro de cálculo de iluminación en los anexos.

---

<sup>39</sup> ABC <http://www.definicionabc.com/general/alumbrado.php>

## CAPITULO V

### 5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS DE MATERIALES

#### 5.1.INTRODUCCIÓN

Las presentes especificaciones se refieren al transporte y manipuleo de materiales y equipos, así como a los trabajos que serán efectuados por el Contratista, para la instalación de redes Primarias y secundarias, teniendo como base lo establecido en el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011) y la práctica común de ingeniería.

Los materiales serán transportados hasta el almacén de la obra y ser descargado de los vehículos (camiones) con el mayor cuidado y no ser arrastrados o rodados por el suelo. Todo material que resultase deteriorado durante el transporte e instalación, serán reemplazados a cuenta del Contratista. El Contratista proporcionará todos los materiales a utilizarse en la ejecución de la obra tales como postes, conductores, aisladores, puesta a tierra, grapas de suspensión o anclaje, conectores, cintas, terminales y otros, asimismo equipos necesarios para la correcta ejecución de las obras, los materiales suministrados por el Contratista serán nuevos de primera calidad y aptos para las condiciones de trabajos especificados.

Es de responsabilidad del Contratista, efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no esté específicamente indicados y/o descritos en el presente Proyecto. El Contratista es responsable de efectuar todo trabajo de campo necesario, para replantear la reubicación de las estructuras <sup>40</sup>de las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras.

---

<sup>40</sup> Marin Cavalcanti, Julio Walter\_.pdf

## **5.2.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA EL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Todos los equipos materia del presente suministro, serán diseñados, construidos y probados de acuerdo a las recomendaciones establecidas en las siguientes Especificaciones Técnicas Generales.

Cualquier controversia con las Especificaciones Particulares de los equipos, prevalecerá las indicaciones establecidas en las Especificaciones Particulares. En todos los documentos del presente suministro, incluyendo los documentos contractuales, se utilizará el Sistema Métrico Internacional de Medidas.

## **5.3.NORMAS, CÁLCULOS Y MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **5.3.1 NORMAS APLICABLES**

En todos los equipos del presente suministro, serán diseñados, construidos y probados de acuerdo a las recomendaciones establecidas en las siguientes normas:

- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC)
- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSÍ)
- AMERICAN STANDARD TESTING MATERIALS (ASTM).
- DEUTSCHE INDUSTRIE NORMEN (DIN).
- VERBÁU DEUTSCHE ELECTROTECHNIKER (VDE).
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD TOMO IV

### **5.3.2 NORMA EQUIVALENTES**

En el caso que un Postor oferte equipos de normas diferentes, ésta deberá ser por lo menos igual o superior en las exigencias a la correspondiente norma IEC y en ningún caso inferior.

El postor deberá acompañar en su oferta una copia completa de la última versión de la

norma aludida.

### **5.3.3 IDIOMA**

Toda la documentación, cálculos, títulos y notas de los dibujos deberán escribirse en idioma español.

### **5.3.4 CÁLCULOS Y MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

El Fabricante de los equipos entregará al Propietario, en la oportunidad que se fije en el Contrato, manuales detallados de operación y mantenimiento y planos detallados a escala (no menor de 1/25) de cada uno de los equipos suministrados, los que deberán usarse en el montaje y operación. El número de copias de los planos y manuales será indicado claramente en la oferta, en ningún caso será inferior a cinco (05) ejemplares completos. El Fabricante, en todas las oportunidades que se solicite en las especificaciones o cualquier otro documento contractual, deberá entregar copia de los cálculos, si alguno de los cálculos requiere una aprobación del Propietario, se establecerá dentro de los treinta días posteriores a la firma del Contrato, una lista con la fecha en que serán entregados, así como los plazos para la revisión, los que no deberán exceder de veinte (20) días calendario.

Si alguno de los Planos o Cálculos es observado o rechazado por el Propietario, el Postor deberá:

- En caso de ser observado, proceder a introducir la corrección a la observación.
- En caso de ser rechazado deberá rehacer el dibujo o cálculo y nuevamente someterlo a la revisión del Propietario.

En cualquier caso el Postor deberá entregar cinco copias de los Planos y Cálculos aprobados, incluyendo aquellos, que no requieran aprobación. La desaprobación de alguno de ellos no dará sustento para otorgar prórroga en los plazos contractuales, siendo responsabilidad del Postor.

### **5.3.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS**

El equipo a suministrarse deberá contemplar los siguientes aspectos generales:

- El equipo a instalarse en la intemperie deberá ser de tal forma que evite la acumulación de agua y minimice la deposición de polvo o suciedad en su superficie
- Todo equipo sujeto a desgaste deberá traer las partes apropiadas intercambiables.
- Se suministrarán los accesorios adecuados para la lubricación de las partes que lo requieran.
- Debe evitarse el uso de fierro fundido en todo equipo que pudiera estar sometido a esfuerzos de impacto.

### **5.3.6 PINTURA**

Todas las partes metálicas deberán ser pintadas de la siguiente forma; salvo lo estipulado en las Especificaciones Técnicas Particulares que prevalecen sobre las presentes especificaciones:

- Parte interna de cajas instaladas a la intemperie, tres capas de pintura, la última tipo anti condensación.
- Parte interna de cajas instaladas bajo techo, tres capas de pintura.
- Parte externa de cualquier superficie metálica no conductora de electricidad, una capa de pintura inhibidora de corrosión, dos manos de pintura resistente al aceite y al ambiente salino.

## **5.4.CONDICIONES SÍSMICAS, VIBRACIONES, VENTILACIÓN, ALTURA DE SEGURIDAD**

### **5.4.1 CONDICIONES SÍSMICAS**

Todo equipo o material deberá ser diseñado o construido a prueba de sismos, cumpliendo con las siguientes hipótesis salvo lo estipulado en las Especificaciones Particulares que tiene prioridad:

- La fatiga en las fundaciones se verificará considerando una aceleración horizontal de 0.5 "g".
- La verificación de cualquier equipo esbelto, especialmente el de maniobra se realizara considerando el criterio dinámico. El suministrador del equipo dará las características de dicha verificación (aspectos de frecuencia adoptada, porcentaje de amortiguamiento, etc.).

### **5.4.2 VIBRACIONES**

Todo el equipo que se suministre deberá funcionar sin vibraciones indebidas y con el mínimo ruido permitido por las normas.

### **5.4.3 VENTILACIONES**

Los cubículos, armarios, cajas y otros compartimentos cerrados que formen parte del suministro deberán estar adecuadamente ventilados para minimizar la condensación.

Todas las aberturas de ventilación deberán tener pantalla de metal y mallas para, evitar el ingreso de insectos.

### **5.4.4 ALTURA DE SEGURIDAD**

La altura desde el piso a cualquier parte con tensión en el equipo instalado a la intemperie y que no posea protección de acceso, no será inferior a 2.25 m. más la altura del aislador soporte respectivo.

En caso de presentarse impedimentos constructivos, por los cuales no pueda obtenerse la altura mínima indicada, se suministrará e instalará una malla para cercar la parte del equipo

en conflicto, considerando las distancias mínimas de seguridad. Dicha malla deberá estar directamente conectada a tierra.

## **5.5.OXIDACIÓN, FACTORES DE SEGURIDAD, MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS**

### **5.5.1 OXIDACIÓN**

Todo componente o parte metálica de un equipo que está expuesto a la acción del medio ambiente deberá ser de acero inoxidable, bronce o metal blanco, según corresponda para evitar adherencias debidas a oxidación o corrosión.

### **5.5.2 FACTORES DE SEGURIDAD**

Los postes deberán tener en cuenta que los factores de seguridad del equipo o material ofertado no sean inferiores al exigido en las normas respectivas. Estos factores de seguridad serán estipulados claramente en la oferta ya que se emplearán para la calificación del equipo.

### **5.5.3 MATERIALES UTILIZADOS EN LOS EQUIPOS**

Todos los materiales usados en la fabricación de los equipos, serán nuevos, de la mejor calidad dentro de su clase, libres de defectos e imperfecciones.

### **5.5.4 EQUIPO Y MATERIALES NO PREVISTOS**

Los materiales y/o equipos que no están específicamente designados en los documentos contractuales, estarán sujetos a la aprobación del Propietario, dicha aprobación incluirá la norma respectiva que rige al material y/o equipo.

### **5.5.5 INSCRIPCIONES**

Todo el equipo que lo requiera deberá llevar una placa de inscripciones, las que deberán ser en idioma Español. El texto de las inscripciones deberá ser preciso y sin que ninguna ambigüedad o duda resulte en las características descritas en las operaciones que debe realizarse. Los textos deben ser legibles a la distancia de trabajo de los operadores. Todas

las inscripciones serán hechas con materiales de gran durabilidad.

## **5.6.PRUEBAS, EMBALAJE, REPUESTOS**

### **5.6.1 PRUEBAS**

Todos los materiales y equipos que forman parte del suministro serán sometidos durante su fabricación, a todas las pruebas, controles, inspecciones o verificaciones prescritas en las Especificaciones Técnicas y/o normas adoptadas, en los talleres y laboratorios del fabricante, para comprobar que los materiales y equipos satisfacen las exigencias, previsiones e intenciones de las especificaciones Técnicas.

Dentro de los treinta días siguientes a la firma del Contrato, el Propietario y el Postor establecerán la lista de las Pruebas, Controles e Inspecciones a que deberán ser sometidos los materiales y equipos, de acuerdo a las normas pertinentes.

### **5.6.2 EMBALAJE**

Todos los equipos y materiales serán cuidadosamente embalados por separado, formando unidades bien definidas de manera tal que permita su fácil identificación y transporte, para así asegurar su protección contra posibles deterioros mecánicos y efectos nocivos debido al tiempo y condiciones climatológicas que tengan lugar durante el traslado hasta el sitio de montaje y durante el tiempo de almacenamiento. No se acepta el embalaje conjunto, a granel, de componentes de diferentes equipos. Las piezas brillantes propensas a oxidación, recibirán una mano de pintura protectora o recubrimiento plástico, fácil de quitar.

Las piezas sueltas serán claramente marcadas para su identificación indicando a que parte del equipo pertenecen. Cuando los recipientes de embalajes sean de madera, estos serán sólidamente construidos, y en ningún caso se utilizarán maderas de menos de 25 mm c 3 espesor. Cuando sea necesario, se abrirán orificios de drenaje en la parte superior e inferior de las cajas o recipientes. Cada caja o recipiente deberá incluir necesariamente una lista de embarque indicando el contenido de cada paquete o cajón, incluyendo claramente el número de licitación, orden de compra, pesos netos y brutos, dimensiones de los cajones y equipos (incluyendo piezas de repuestos) en sobre impermeabilizado, de la que se remitirá copia al Propietario como máximo dentro de (02) semanas después de la fecha de embarque. Todas las piezas de cada caja o recipientes quedarán claramente marcadas para su

identificación y confrontación con la lista de embarque. Cada caja o recipiente deberá llevar impresa la leyenda que identifica al Propietario, destino, vía de transporte, dimensiones y pesos, así como la forma correcta de transportarlo y almacenarlo.

### **5.6.3 REPUESTOS**

El costo de las piezas, equipos o materiales de repuesto, necesarios para una operación de 10 años, serán incluidos en los precios cotizados por un monto equivalente al cinco por ciento (5%) del costo total del ítem o partida cotizada. En anexo aparte se presentará la lista de repuestos que recomienda el fabricante y los precios unitarios a fin que durante la ejecución del Contrato, el propietario defina los repuestos por los montos señalados. Los repuestos serán embalados de manera separada o entregados en recipientes adecuados para su almacenamiento por periodos prolongados. Estos embalajes quedarán como propiedad del Propietario.

### **5.7.EMBARQUE, TRANSPORTE Y MONTAJE**

El o los Postores que obtengan la Buena-Pro de los lotes serán responsables del traslado de los equipos y materiales hasta el sitio indicado por el Propietario incluyendo entre otros:

- Embalaje, carga y transporte desde el lugar de fabricación hasta el puerto de embarque.
- Carga y flete desde el puerto de embarque hasta puerto Peruano.
- Descarga y formalidades de aduana en el puerto de desembarque.
- Transporte al sitio indicado por el Propietario.
- Operaciones de descarga y de ubicación en los lugares y/o almacenes indicados por el Propietario, incluye el costo de los equipos necesarios para', realizar ésta actividad.
- Supervisión y dirección técnica durante el montaje y puesta en servicio, aplicable a los transformadores.

#### **5.7.1 HERRAMIENTAS**

El Contratista, incluirá en su oferta las herramientas especiales que deberán usarse en el montaje y en el mantenimiento.

## **5.7.2 PRESENTACIÓN DE OFERTAS**

La Propuesta Técnica del Postor, deberá incluir lo siguiente:

### **5.7.2.1. INFORMACIÓN TÉCNICA**

Los Cuadros Técnicos que se anexan a las Normas Específicas de los Materiales y equipos, serán debidamente completados y llenados para cada uno de los suministros. La falta de alguno de los datos en los Cuadros Técnicos no releva al fabricante de indicarlo y considerarlo.

Folletos, Planos, manuales de Operación y Mantenimiento y cualquier otro instructivo que ilustre ampliamente el diseño y apariencia del equipo que ofrece.

### **5.7.2.2. LISTA DE REPUESTOS**

El Postor presentará necesariamente la relación de repuestos que pretenda suministrar para cada equipo, en relación con su propuesta económica.

## **5.8.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA REDES HASTA 1 KV**

### **5.8.1 CABLES DE ENERGÍA**

#### **5.8.1.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre recocido, sólido, cableado (comprimido, compactado o sectorial) ó flexible. El aislamiento de polietileno reticulado, con o sin conductor de tierra (aislado). La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos tóxicos y libres de halógenos.

#### **5.8.1.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas La cubierta exterior tiene las siguientes características: No propaga el incendio, baja emisión de humos tóxicos y libres de

halógenos<sup>41</sup>. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. Retardante a la llama. Las características eléctricas se muestran en la tabla de datos técnicos. Su instalación será en ductos de concreto, ductos de PVC o directamente enterrado.

### **5.8.1.3 REQUERIMIENTOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

#### **5.8.1.3.1 CONDUCTOR**

El conductor estará formado de alambres de cobre electrolítico cableado compacto, de acuerdo con las Normas, NTP-IEC-50602-2

#### **5.8.1.3.2 PANTALLA DEL CONDUCTOR**

Será de material no metálico y consistirá de una cinta semiconductor o un compuesto semiconductor extruido.

#### **5.8.1.3.3 AISLAMIENTO**

El aislamiento de los cables deberá cumplir con los niveles solicitados en las tablas de datos técnicos. Los cables estarán cubiertos con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

El espesor promedio del aislamiento, medido en una sección recta no deberá ser menor que el valor indicado en Normas, ÍCEA 5-66 524.

#### **5.8.1.3.4 PANTALLA DE AISLAMIENTO**

Será de material similar al de la pantalla del conductor.

#### **5.8.1.3.5 BLINDAJE**

El blindaje del aislamiento será con cintas de cobre recocido situadas entre el aislamiento y la cubierta exterior con un espesor no menor a 0.1 mm.

#### **5.8.1.3.6 CUBIERTA EXTERIOR**

La cubierta exterior será de Cloruro de Polivinilo (PVC). El espesor de la cubierta medido en una sección recta no sería menor que el valor especificado en las Normas ICEA.

### **5.8.1.4. MARCADO DE CABLES**

Los siguientes ítems deberán estar impresos en la superficie del forro exterior del cable a

---

<sup>41</sup> Tesis – Andre Pascual Segovia.docx

intervalos regulares.

- Tensión Nominal
- Tipo de Cable
- Calibre
- Nombre del Fabricante
- Fecha de producción

#### **5.8.1.5. MARCAS EN LAS TAMBORAS**

En un lado apropiado de las Tamboras deberá imprimirse la siguiente información:

- Tipo de conductor
- Calibre
- Longitud
- Peso del cable
- Peso del tambor
- Peso total
- Nombre del Fabricante
- Fecha de producción

#### **5.8.1.6. PUNTOS A SER DEFINIDOS EN LA PROPUESTA**

- Descripción de la construcción.
- Dimensiones y pesos por unidad de longitud.
- Resistencia de aislamiento en MOhm/Km. a 20°C.
- Tangente de pérdidas dieléctricas y características de temperatura.
- Tensiones disruptivas a la frecuencia comercial y a onda de impulso completo.

- Sobre elevación de temperatura debido a la corriente nominal de los cables.
- Sobre elevación de temperatura debido a la corriente de cortocircuito durante un segundo.
- Corriente permisible y máxima corriente permisible.
- Radio de curvatura mínima.
- Temperatura máxima de operación Normal.
- Otros puntos necesarios.

Los cables de energía tendrán como requisitos mínimos los siguientes:

**Tabla N° 5. 1 Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Triple**

SECCIÓN	N°	ESPESORES			DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO		CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)
		HILOS	AISLAM IENTO	CUBIER TA		ENTERRA DO	AIRE	
N° x mm <sup>2</sup>		Mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
3-1x 6	7	0.7	0.9	6.5	260	85	65	68
3-1x 10	7	0.7	0.9	7,2	388	115	90	95
3-1x1 6	7	0.7	0.9	8.2	569	155	125	125
3-1x25	7	0.9	0.9	9.8	864	200	160	160
3-1x 35	7	0.9	0.9	10.9	1154	240	200	195
3-1x 50	19	1.0	0.9	12.3	1526	280	240	230
3-1x 70	19	1.1	0.9	14.1	2143	345	305	275
3-1x 95	19	1.1	1.0	16.1	2932	415	375	330
3-1x120	37	1.2	1.0	17.8	3653	470	435	380
3-1x150	37	1.4	1.1	19.8	4495	520	510	410
3-1x185	37	1.6	1.2	22.2	5644	590	575	450
3-1x240	37	1.7	1.2	24.8	7317	690	690	525
3-1x 300	37	1.8	1.3	27.8	9128	775	790	600
3-1x 400	61	2.0	1.4	30.8	11640	895	955	680
3-1x500	61	2.2	1.5	34.4	14802	1010	1100	700 <sup>42</sup>

<sup>42</sup> <http://www.colexioabrente.com/descargas/mate/3eso/3eso2.4ecuacionessistemas.pdf>

**Tabla N° 5. 2 Datos Técnicos N2XOH. 0.6/1.00 KV Bipolar**

SECCIÓN	N° HILOS	ESPEORES			DIAMETRO PREVISTO	PESO PREVISTO		CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)
		AISLAM IENTO	CUBIER TA			ENTERR ADO	AIRE	DUCTO
N° x mm2		Mm	mm	mm	(Kg/Km)	A	A	A
2 x 6	7	0.7	0.9	6.5	172	85	65	68
2 x 10	7	0.7	0.9	7,2	256	115	90	95
2 x 16	7	0.7	0.9	8.2	372	155	125	125
2 x 25	7	0.9	0.9	9.8	574	200	160	160
2 x 35	7	0.9	0.9	10.9	768	240	200	195

(\*) Temperatura ambiente: 30 °C Temperatura en el conductor: 90 °C Temperatura del suelo: 20 °C Resistividad del suelo: 1 °km/W

### 5.8.1.7. PRUEBAS

Los cables de potencia deberán ser sometidos a pruebas de fabricación según las Normas ICEA, ASTM o IEC según corresponda.

### 5.8.2 TERMINAL PARA CABLE SUBTERRÁNEO

Serán de cobre y estarán clasificados por el amperaje y serán para ser montados a presión. Características Eléctricas mínimas:

**Tabla N° 5. 3 Terminal para Cable Subterráneo**

Descripción	Característica
Material.	Cobre 700,100
Clase.	A Presión
Montaje.	
Marca.	
Fabricante.	
Vida Útil.	20 Años

### 5.8.3 KIT DE EMPALME PARA CABLE SUBTERRÁNEO

Los empalmes tendrán las siguientes características:

**Tabla N° 5. 4 Kit de Empalme**

Descripción	Característica
Material.	Caucho
Clase.	Autovulcanizante Cinta
Ancho	50 mm
Exterior	
Marca.	
Fabricante.	20 Años
Vida Útil.	

### 5.8.4 DUCTOS

Los ductos de pase para vías serán de concreto vibrado, una vía, dos vías y cuatro vías de 90 mm de diámetro x vía, en piezas de 1.0 m. de longitud. Solo en cruce de vía, en los demás casos los cables irán en ductos de PVC tipo SAP.

### 5.8.5 CINTA SEÑALIZADORA

La cinta señalizadora será de plástico pesado, de 0.15 m. de ancho de color rojo e impreso con letras negras de manera continua "Peligro Cables de Baja Tensión".

Características mínimas:

**Tabla N° 5. 5 Característica de Cinta Señalizadora**

Descripción	Característica
Material.	FVG de Alta Calidad. 50
Ancho.	150mm
Espesor.	1/ 10 mm. Rojo
Color.	Peligro de Baja Tensión.
Inscripción.	25 %.
Elongación.	

## 5.9.ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE SUMINISTRO DE POSTES Y MATERIALES PARA ILUMINACIÓN DE VÍAS Y PARQUES

### 5.9.1 SOPORTES

Los soportes serán de las siguientes características: Poste de fierro galvanizado tubular de dos cuerpos de 7 m.

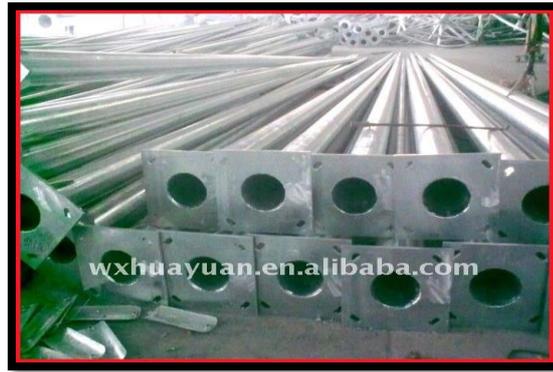
**Tabla N° 5. 6 Característica de Soporte Pote 7mts.**

Descripción	Característica
Material.	Fierro Galvanizado Tubular.
Longitud.	7 mts.
Diámetro.	100 mm.(4")
Fabricante.	
Espesor	6mm
Vida Útil.	20 Años.

Los soportes serán de las siguientes características: Poste de fierro galvanizado tubular de tres cuerpos de 9 m.

**Tabla N° 5. 7 Característica de Soporte Poste 9mts.**

Descripción	Característica
Material.	Fierro Galvanizado Tubular.
Longitud.	9 mts.
Diámetro.	100 mm.(4")
Fabricante.	
Espesor	6mm
Vida Útil.	20 Años.



**Figura N° 5. 6 Postes de Fierro Galvanizado**

Los soportes serán de las siguientes características: Poste de fierro galvanizado tubular de un cuerpo de 6 m.

**Tabla N° 5. 8 Característica de Soporte Pote 6mts.**

Descripción	Característica
Material.	Fierro Galvanizado
	Tubular.
Longitud.	6 mts.
Diámetro.	91 mm.(3,5")
Fabricante.	
Espesor	6mm
Vida Útil.	20 Años.

### 5.9.2 CONDUCTORES

Los conductores que se utilizaran serán aptos para sistema subterráneo de las siguientes características:

- Tipo : N2XOH- Duplex
- Norma de Fabricacion : ITENTEC 370-050
- Vida util : 20 años

### 5.9.3 PASTORALES

Los pastorales para la iluminación de vías serán de fierro galvanizado de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 9 Iluminación de Vías**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
MATERIAL	FIERRO GALVANIZADO
TIPO	PARABÓLICO
DIÁMETRO ,	53 mm
DESARROLLO VERTICAL	1.00 m.
DESARROLLO	2.00 m.
SUJECIÓN AL POSTE	ABRAZADERAS DE PLATINA GALVANIZADA DE 38.1 mm x4.8 mm
FABRICANTE	
VIDA ÚTIL	20 Años

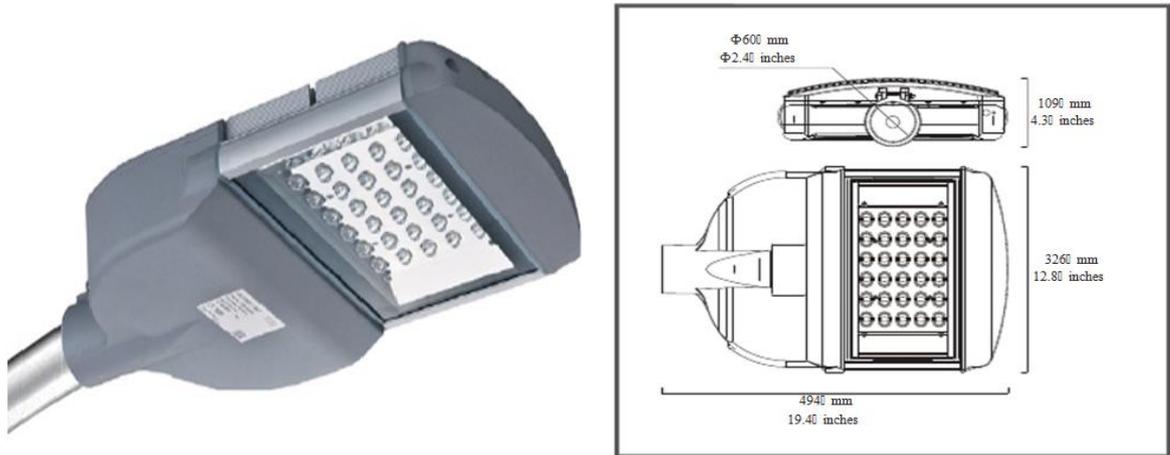
Los pastorales para, la iluminación de pasajes y parques serán de aluminio de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 10 Iluminación de Pasajes y Parques**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
MATERIAL	ALUMINIO
TIPO	SOP-60S
DIÁMETRO	53 mm
MODELO	SATURNO
SUJECIÓN AL POSTE	ABRAZADERAS DE PLATINA GALVANIZADA DE 6.5 mm. X 4.8mm
VIDA ÚTIL	20 Años

### 5.9.4 LUMINARIAS PARA ALUMBRADO PÚBLICO

Las luminarias a utilizarse serán de acuerdo al tipo de iluminación según las características del área destinada y de acuerdo a la Norma DGE 016 – AP.

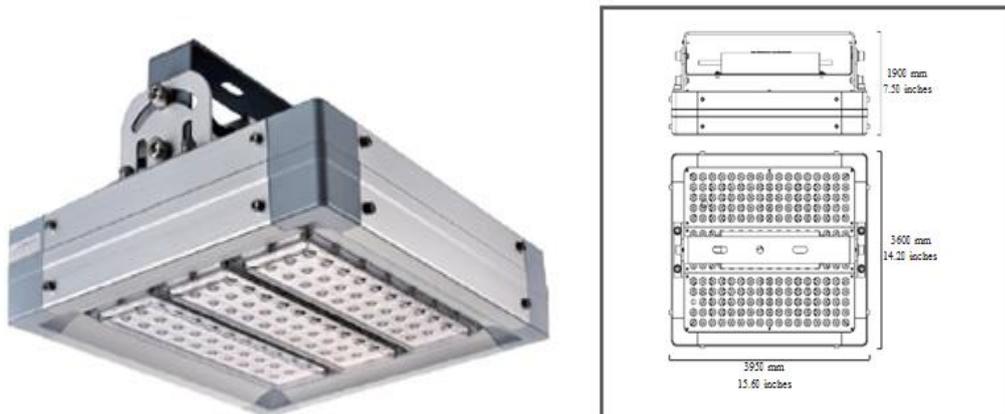


**Figura N° 5. 7 Luminarias Led de 35w para Alumbrado Público Vías de Transito**

Para la iluminación de vías las luminarias serán de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 11 Especificaciones Técnicas de Luminaria Led e 35 watt.**

POTENCIA DEL LED	30W
POTENCIA NIMINAL	35W
TENSION	220VAC, 60HZ
CORRIENTE	0.41A
TEM. OPERACIÓN	50 A 50°C
HUM. OPERACIÓN	10% A 90%
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA EN	50%
EQUIVALENCIA EN LAMPARA DE VAPOR DE SODIO	A UNA DE 70W
FACTOR DE POTENCIA	0.95
EFICIENCIA	95%
ILUMINACION DEL LED EN FLUX	6600LM
EFICIENCIA DEL LED EN LUMENS	110LM/W
CRI	75
CCT	6000K
PROTECCION	IP65
VIDA UTIL	100000 HORAS
DISPADOR	ALUMINIO IONIZADO
DIMENSIONES	550 x375 x155 mm
DIAMETRO DE APERTURA	Φ60 mm /Φ2.4"

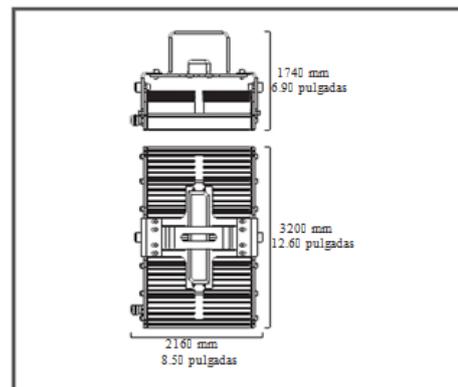


**Figura N° 5. 8 Luminaria Tipo Reflector Led de 100 Watts. Para iluminación de Campos Deportivos**

Para la iluminación de vías las luminarias serán de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 12 Especificaciones Técnicas de la Luminaria Led de 100watt.**

POTENCIA DEL LED	90W
POTENCIA NIMINAL	100W
TENSION	220V
CORRIENTE	1.7A
TEM. OPERACIÓN	-50 A 50°C
HUM. OPERACIÓN	10% A 90%
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	50%
EQUIVALENCIA EN LAMPARA DE VAPOR DE SODIO	A UNA DE 180W
FACTOR DE POTENCIA	0.95
EFICIENCIA	95%
ILUMINACION DEL LED EN FLUX	10800LM
EFICIENCIA DEL LED EN LUMENS	110LM/W
CRI	75
CCT	6000K
PROTECCION	IP65
VIDA UTIL	100000 HORAS
DISPADOR	ALUMINIO IONIZADO
DIMENCIONES	395 x360 x190 mm

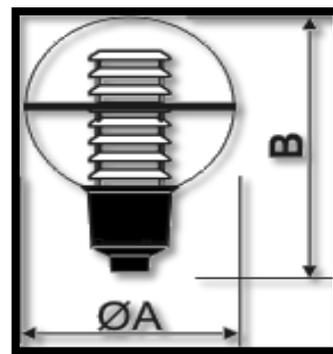


**Figura N° 5. 9 Luminaria y Lámpara Led de 35 Watts. Tipo Reflector Arquitectónico para iluminación Fachadas**

Para la iluminación de vías las luminarias serán de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 13 Especificaciones Técnicas de Luminaria Led de 35 watt.**

POTENCIA DEL LED	30W
POTENCIA NIMINAL	35W
TENSION	220VAC, 60HZ
CORRIENTE	0.41A
TEM. OPERACIÓN	-50 A 50°C
HUM. OPERACIÓN	10% A 90%
AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA	50%
EQUIVALENCIA EN LAMPARA DE VAPOR DE SODIO	A UNA DE 70W
FACTOR DE POTENCIA	0.95
EFICIENCIA	95%
ILUMINACION DEL LED EN FLUX	3300LM
EFICIENCIA DEL LED EN LUMENS	110LM/W
CRI	75
CCT	6000K
PROTECCION	IP65
VIDA UTIL	100000 HORAS
DISPADOR	ALUMINIO IONIZADO
DIMENCIONES	340 x270 x215 mm



Cód.	Modelo	Dimensiones			Porta equipo
		A	B		
8330	Sat. 450 LV-SE	450	500	3,1	No
8333	Sat. 450 LV-EQ	450	640	4,4	Si

**Figura N° 5. 10 Luminaria y Lámpara para iluminación de Parques**

Para la iluminación parques las luminarias serán de las siguientes características:

**Tabla N° 5. 14 Especificaciones Técnicas de Luminaria Saturno**

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
MODELO	SATURNO
MATERIAL	ALUMINIO
PROTECTOR	ACRILICO TRANSPARENTE (PMM)
POTENCIA DE LAMPARA	70 W
EQUIPO AUXILIAR	INCORPORADO
NORMA DE FABRICACIÓN	IEC 592, 529, 598,
VIDA ÚTIL	20 Años
SOPORTE LAMPARA	BASE ROSCA
PORTA LAMPARAS	CASQUILLO E-40
HERMETICIDAD	IP55

Altitud de 3400 m.s.n.m. tipo PIN, Clase ANSI 56-2, y, para estructuras de ángulo y anclaje, cadena de aisladores de suspensión RPP-25 de goma silicón.

Como las características técnicas de cada equipo varían según el fabricante y marca del equipo, se recomienda que la coordinación de protección general de la Línea Primaria se efectúe en la etapa de ejecución de obra. En esta etapa se conocerá con exactitud, el modelo y marca del equipo de protección adquirido, ya que el contratista desarrollará el estudio de ingeniería de detalle en la que efectuará la coordinación de protección de todo la Línea Primaria.

## CONCLUSIONES

La falta de un estudio previo para utilizar y adaptar los Sistemas de Redes de Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc a las necesidades actuales, ha provocado una serie de problemas que conllevan una ineficacia en la operación del sistema eléctrico en conjunto.

Es de Vital Importancia y Necesidad el Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

En caso de una emergencia en los tableros eléctricos de Perayoc como subestación eléctrica, tablero general de acometida, alumbrado general, etc. Se hace difícil la pronta reacción debido a que las llaves para ingreso o apertura de cada cuarto no se encuentran debidamente identificadas ni ubicadas en un mismo sitio, el encargado de estas llaves es de personal de obras de la UNSAAC quien fue requerido innumerables veces, haciendo difícil su ubicación.

Es indispensable contar con un sistema eléctrico emergente o de respaldo, esto nos asegura el normal funcionamiento de la universidad nacional san Antonio abad del cusco cuando se presente alguna anomalía en la red principal eléctrica y a su vez nos garantice la seguridad de los equipos conectados a la instalación eléctrica del Predio en mención, en caso de presentarse una emergencia o posible corte, para suplir el 100% de la carga.

El Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc se han Realizado considerando Criterio que están Acorde a este.

Los Sistemas de Redes de Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc, han sido diseñados para brindar permanentemente un Buen Servicio.

Ante los Cortes Intempestivos de Suministro Eléctrico, Tanto programados, por mal Temporal o intencionalmente causados, los dispositivos de protección intervendrán de forma inmediata garantizando el servicio continuo de energía.

La Demanda Máxima Obtenida está en Base al Cálculo de los Transformadores Existentes y Proyectados es de 3644.64 kw.

De acuerdo a la problemática vistas durante todo el proceso el estudio y diagnóstico de las instalaciones eléctricas de Perayoc se proponen recomendaciones para mejorar el funcionamiento de las mismas, con el fin de dar una mayor vida útil a las instalaciones de BT Y MT.

## RECOMENDACIONES

Los Materiales Eléctricos empleados deberán ser de primera calidad y pasar por las diferentes pruebas técnicas garantizando de esta manera su cometido y cumplir con lo dispuesto en el diseño.

Solicitar que las llaves pertenecientes a los cuartos eléctricos de la universidad se encuentren bajo responsabilidad del ingeniero responsable con copias al jefe de seguridad de la facultad para tener una pronta respuesta en caso de emergencia.

Se sugiere el realizar un estudio para implementar filtros activos que mitiguen los armónicos de tensión y corriente de orden 3 y 5 que afectan la operación de equipos eléctricos y electrónicos de la facultad , y en el caso de aumentar la carga , reduzca el calentamiento de conductores y de la circulación de grandes corrientes por el neutro.

Se recomienda una inspección detallada de todos los cuartos eléctricos de la universidad nacional san Antonio abad del cusco, para que en estos no se encuentren objetos que no pertenezcan a la instalación y poder generar un libre tránsito libre del personal calificado.

Solicitar el respectivo diagrama eléctrico, cuando se quiera realizar una instalación nueva, alteración o modificación de cualquier circuito eléctrico de la facultad.

Para la operatividad y mantenimiento de las sub estaciones proyectadas y existentes se recomienda que el personal sean técnicos calificados de alta experiencia y constantemente capacitados para lograr alta eficiencia y destreza.

Al momento de la ejecución, se recomienda que exista una coordinación desde un primer momento, con los diversos proyectos complementarios y con otros profesionales de diferentes especialidades que intervengan en esta.

El equipamiento de los servicios auxiliares será de preferencia con los equipo señalados en el presente por ser los seleccionados adecuadamente en base a su operatividad y calidad y así como por su costo.

Sera necesario realizar consultas y coordinaciones con otras entidades que tengan que ver con Estudio integral para el Mejoramiento de las Redes en Media y Baja Tensión de la Ciudad Universitaria de Perayoc: Senahmi, telefonía móvil del Perú, DEFENSA CIVIL, ELECTRO PERU, EGEMSA, etc.

De manera especial se recomienda, que todo este Estudio Integral sirvan como base para la preparación de los estudiantes de nuestra Carrera Profesional de Ingeniería Eléctrica, en la asignatura de costos y presupuestos instalaciones eléctricas, así mismo el mantenimiento de PERAYOC pase a Supervisión y Control de la Facultad, de esta manera llevar un control adecuado y programado, sirviendo como base en el análisis y estudio de instalaciones a las futuras Promociones de nuestra Facultad.







## **ANEXOS Y PLANOS**

### **DETALLES BT**

Plano N° 1.- DETALLE DUCTOS PVC Y CONCRETO PARA CABLE DE B.T (01 TERNAS)

Plano N° 2.- DETALLE DUCTOS DE TUBO PVC PARA CABLE DE B.T (03 Y 02 TERNAS)

Plano N° 3.- DETALLE DUCTOS CONCRETO PARA CRUCE DE VIAS CABLE DE B. T. (03 Y 02 TERNAS)

Plano N° 4.- DETALLE DUCTOS PVC PARA CABLES DE B.T. (05 Y 04 TERNAS)

Plano N° 5.- DETALLE DUCTOS DE CONCRETO PARA CRUCE DE VIA CABLES DE B.T. (05 Y 04 TERNAS)

Plano N° 6.- DETALLE DUCTO DE DUCTO DE CONCRETO

Plano N° 7.- DETALLE DE BUZON DE BAJA TENSION

Plano N° 8.- DETALLE LUMINARIA DE VIAS DE TRANSITO

Plano N° 9.- DETALLE LUMINARIA DE PARQUES Y JARDINES

Plano N° 10.- DETALLE LUMINARIA DE CAMPOS DEPORTIVOS

Plano N° 11.- DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLEROS GENERALES EN BLOQUES Y PABELLONES

Plano N° 12.- DETALLE DE LUMINARIA DECORATIVA EN PARQUES, JARDINES Y MONUMENTOS

## **DETALLES MT 2**

Plano N° 1.- DETALLE DUCTOS PARA CABLES DE MEDIA TENSION (01 terna)

Plano N° 2.- DETALLE DUCTOS PARA CABLES DE MEDIA TENSION (02 ternas)

Plano N° 3.- DETALLE DUCTOS PARA CABLES DE MEDIA TENSION (03 ternas)

Plano N° 4.- DETALLE DE BUZON DE MEDIA TENSION PARA 1 Y 2 TERNAS

Plano N° 5.- DETALLE DE BUZON DE MEDIA TENSION PARA 3 TERNAS

Plano N° 6.- DETALLE INTERRUPTOR DE POTENCIA

Plano N° 7.- DETALLE DE SUB ESTACION TIPO PEDESTAL

Plano N° 8.- DIAGRAMA DE SSEE TIPO CASETA "SSEE 0010078 - COMEDOR UNIV. ANTIGUO"

Plano N° 9.- DIAGRAMA DE SSEE TIPO CASETA "SSEE 00100562 - ING. ELECTRICA "

Plano N° 10.- DIAGRAMA DE SSEE TIPO CASETA "SSEE 0010094 - ING. QUIMICA"

Plano N° 11.- DIAGRAMA DE SSEE TIPO CASETA "SSEE 0010019 - PUERTA PRINCIPAL"

Plano N° 12.- DIAGRAMA UNIFILAR CELDAS DE SECCIONAMIENTO

Plano N° 13.- DIAGRAMA UNIFILAR DE RED PRIMARIA

Plano N° 14.- DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLEROS DE DISTRIBUCION BT

## **PLANOS REDES BT Y AP**

RS – 1 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. 0010019 -  
PUERTA PRINCIPAL

RS – 2 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- ADMINISTRACION

RS – 3 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- CENTRO DE SALUD

RS – 4 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. 0010562 - ING.  
ELECTRICA

RS – 5 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- BIBLIOTECA CENTRAL

RS – 6 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. 0010094 -  
QUIMICA

RS – 7 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- CENTRO PRE-UNIVERSITARIO

RS – 8 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. 0010078 -  
COMEDOR UNIV. ANTIGUO

RS – 9 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- COMEDOR UNIV. NUEVO

RS – 10 RED DE BAJA TENSIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO SS.EE. PROYECTADA  
- ARQUITECTURA

RP – 11 RED PRIMARIA Y S.E. DE DISTRIBUCION PROYECTADO

RP – 12 RED PRIMARIA Y S.E. DISTRIBUCIÓN EXISTENTE