

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA  
18 COMUNIDADES, PEQUEÑO SISTEMA  
ELÉCTRICO IQUITOS ZONA NORTE”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**EINSTEIN JOHNNATHAN MANRIQUE TEJADA**

**PROMOCIÓN 2003-II**

**LIMA-PERÚ**

**2009**

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	Pág. 14
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	Pág. 15
1.1 Antecedentes del proyecto	Pág. 15
1.2 Estudios de Pre Inversión y de Impacto Ambiental	Pág. 15
1.3 Factibilidad de Suministro y Punto de Diseño	Pág. 16
1.4 Objetivo del proyecto	Pág. 16
1.5 Descripción del área del proyecto	Pág. 17
1.5.1 Ubicación	Pág. 17
1.5.2 Clima	Pág. 17
1.5.3 Vías de Acceso	Pág. 18
1.6 Actividades económicas	Pág. 18
1.7 Localidades beneficiadas	Pág. 19
<b>2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	Pág. 21
2.1 Mercado eléctrico	Pág. 21
2.1.1 Metodología	Pág. 21
2.1.2 Proyección de población y vivienda	Pág. 21
2.1.3 Proyección del consumo de energía	Pág. 22
2.1.4 Calificación Eléctrica	Pág. 22
2.1.5 Proyección de máxima demanda	Pág. 23
2.1.6 Balance oferta – demanda	Pág. 26

2.2	Subestación de potencia	Pág. 28
2.2.1	Características Generales de la Subestación	Pág. 28
2.2.2	Características del equipamiento de la Subestación	Pág. 29
2.2.2.1	Consideraciones Generales	Pág. 29
2.2.2.2	Equipos de 10 kV	Pág. 29
2.2.2.3	Equipo de 22,9 kV	Pág. 30
2.2.3	Obras civiles de la ampliación de la subestación	Pág. 31
2.2.3.1	Generalidades	Pág. 31
2.2.3.2	Características Generales de la Subestación	Pág. 32
2.2.3.3	Características del Terreno	Pág. 32
2.2.3.4	Descripción del Proyecto	Pág. 32
2.3	Alcances del proyecto	Pág. 33
2.3.1	Del estudio de ingeniería	Pág. 34
2.3.2	De la obra	Pág. 34
2.4	Descripción del proyecto	Pág. 38
2.4.1	Normas aplicables	Pág. 38
2.4.2	Rutas de líneas primarias	Pág. 39
2.4.3	Características eléctricas del sistema	Pág. 40
2.4.4	Características del equipamiento	Pág. 41
2.4.4.1	Postes y crucetas	Pág. 41
2.4.4.2	Conductores	Pág. 42
2.4.4.3	Aisladores	Pág. 43
2.4.4.4	Retenidas y anclajes	Pág. 43
2.4.4.5	Puesta a tierra	Pág. 45

2.4.4.6	Material de ferretería	Pág. 46
2.4.4.7	Banco de Condensadores	Pág. 46
2.4.5	Criterios de diseño mecánico	Pág. 46
2.4.5.1	Cálculo mecánico de conductores	Pág. 46
2.4.5.2	Cálculo mecánico de estructuras	Pág. 47
2.4.5.3	Coeficientes de seguridad	Pág. 47
2.4.6	Criterios de diseño eléctrico	Pág. 48
2.4.6.1	Líneas y Redes Primarias	Pág. 48
2.4.6.2	Redes Secundarias	Pág. 51
<b>3</b>	<b>CALCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	Pág. 56
3.1	Alcance	Pág. 56
3.2	Normas aplicables	Pág. 56
3.3	Características técnicas de las líneas y redes primarias	Pág. 58
3.4	Redes primarias	Pág. 59
3.4.1	Distancias mínimas de seguridad	Pág. 59
3.4.2	Cálculos eléctricos	Pág. 64
3.4.2.1	Cálculo de caída de tensión	Pág. 64
3.4.2.2	Selección y descripción del aislamiento	Pág. 64
3.4.2.3	Cálculo, selección y configuración del sistema de puesta a tierra	Pág. 65
3.4.3	Cálculos mecánicos	Pág. 66
3.4.3.1	Cálculo mecánico de conductores	Pág. 66
3.4.3.2	Cálculo de amortiguadores	Pág. 68

3.4.3.3	Cálculo mecánico y prestaciones de estructuras- Retenidas	Pág. 70
3.4.3.4	Cálculo de cimentación de postes	Pág. 73
3.5	Cable subacuatico	Pág. 85
3.5.1	Peso propio del cable	Pág. 85
3.5.2	Empuje hidrostático del agua	Pág. 87
3.5.3	Empuje horizontal del agua	Pág. 87
3.5.4	Diseño de los muertos de concreto	Pág. 88
3.5.5	Cálculo del tendido	Pág. 90
3.5.5.1	Peso unitario	Pág. 90
3.5.5.2	Determinación de la tabla de tendido	Pág. 90
3.6	Redes secundarias	Pág. 92
3.6.1	Puntos de alimentación	Pág. 92
3.6.2	Demanda de potencia	Pág. 92
3.6.2.1	Cargas de Servicio Particular	Pág. 92
3.6.2.2	Cargas de Alumbrado Público	Pág. 93
3.6.2.3	Cargas Especiales	Pág. 94
3.6.3	Cálculos eléctricos	Pág. 94
3.6.3.1	Cálculo de caída de tensión	Pág. 94
3.6.3.2	Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor	Pág. 94
3.6.3.3	Cálculo de la reactancia inductiva	Pág. 95
3.6.3.4	Máxima caída de tensión permisible	Pág. 97
3.6.3.5	Factor de potencia (Cos $\phi$ ) :	Pág. 97
3.6.3.6	Factor de simultaneidad	Pág. 97

3.6.3.7	Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno	Pág. 97
3.6.4	Cálculos mecánicos de conductores autoportantes	Pág. 98
3.6.4.1	Hipótesis de Estado	Pág. 98
3.6.4.2	Esfuerzos mecánicos en el conductor portante	Pág. 99
3.6.4.3	Cálculo de cambio de estado	Pág. 99
3.6.5	Cálculos mecánicos de estructuras y retenidas	Pág. 100
3.6.5.1	Fórmulas aplicables	Pág. 101
3.6.6	Cimentación de postes	Pág. 103

#### **4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE EQUIPOS**

<b>Y MATERIALES</b>		Pág. 104
4.1	Red de distribución primaria	Pág. 104
4.1.1	Postes de concreto armado centrifugado	Pág. 104
4.1.2	Accesorios de concreto	Pág. 105
4.1.2.1	Ménsula de Concreto Armado Vibrado (c.a.v.)	Pág. 105
4.1.2.2	Cruceta Asimétrica c.a.v.	Pág. 105
4.1.2.3	Cruceta simétrica de c.a.v. de 1,5 m	Pág. 106
4.1.2.4	Cruceta simétrica de c.a.v. de 2,0 m	Pág. 106
4.1.2.5	Media plataforma de c.a.v. para soporte de Transformador	Pág. 106
4.1.2.6	Accesorios de Señalización	Pág. 107
4.1.3	Aisladores	Pág. 107
4.1.3.1	Aislador de porcelana clase ANSI 56-2	Pág. 107

4.1.3.2	Aislador de porcelana tipo suspensión clase ANSI 52-3	Pág. 107
4.1.3.3	Aislador de porcelana tipo tracción clase ANSI 54-3	Pág. 107
4.1.4	Conductores de aleación de aluminio	Pág. 108
4.1.5	Conductores de cobre	Pág. 108
4.1.5.1	Conductor de Cobre desnudo, temple suave	Pág. 108
4.1.5.2	Cable de cobre tipo N2XSER2Y-18/30 KV, calibre 1x120 mm <sup>2</sup>	Pág. 109
4.1.5.3	Cable de cobre tipo N2XSY-18/30 KV, calibre 3-1x50 mm <sup>2</sup>	Pág. 110
4.1.6	Accesorios para aisladores	Pág. 111
4.1.6.1	Espigas para aisladores tipo pin	Pág. 111
4.1.6.2	Accesorios de cadena de aisladores	Pág. 112
4.1.7	Accesorios para conductores de aleación de aluminio	Pág. 112
4.1.7.1	Grapa de Anclaje de Aluminio Tipo Pistola	Pág. 113
4.1.7.2	Grapa de Angulo de Aluminio, Para Conductor tipo AAAC	Pág. 114
4.1.7.3	Cinta Plana de Armar	Pág. 115
4.1.7.4	Varilla de Armar Preformada Simple	Pág. 115
4.1.7.5	Alambre de Amarre de Aluminio	Pág. 115
4.1.7.6	Conectores tipo Cuña	Pág. 115
4.1.7.7	Manguito de empalme	Pág. 116
4.1.7.8	Manguito de reparación	Pág. 116

4.1.8	Accesorios para conductor de cobre	Pág. 116
4.1.8.1	Terminal Autocontraible para Cable Tipo N2XSER2Y-18/30 KV Montaje Exterior	Pág. 117
4.1.8.2	Cinta señalizadora de peligro color rojo	Pág. 118
4.1.8.3	Ducto de c.a.v. de una Vía 0,40 x 0,30 x 1,0m	Pág. 118
4.1.8.4	Lastre de concreto dimensiones de 0,30 x 0,30 x 0,20 m	Pág. 118
4.1.9	Ferretería para postes y ménsulas	Pág. 118
4.1.9.1	Pernos Maquinados de Acero Galvanizado	Pág. 118
4.1.9.2	Perno Ojo de A°G°	Pág. 119
4.1.9.3	Perno con Horquilla Pasador	Pág. 119
4.1.9.4	Tuerca Ojo de A°G°	Pág. 119
4.1.9.5	Soporte de Fierro Galvanizado (F°G°) para cable Subacuático N2XSER2Y calibre 3x120 mm <sup>2</sup>	Pág. 120
4.1.9.6	Fleje de Acero Inoxidable	Pág. 120
4.1.9.7	Tubo de A°G°	Pág. 120
4.1.9.8	Arandela Cuadrada Plana de A°G°	Pág. 120
4.1.9.9	Arandela Cuadrada Curva de A°G°	Pág. 120
4.1.10	Retenida de anclaje	Pág. 121
4.1.10.1	Cable de acero tipo grado alta resistencia de 10 mm de diámetro, 7 hilos	Pág. 121
4.1.10.2	Cable de acero tipo siemens martin de 10 mm de diámetro, 7 hilos	Pág. 121
4.1.10.3	Perno angular con ojal guardacabo	Pág. 122

4.1.10.4	Varilla de anclaje	Pág. 122
4.1.10.5	Arandela de Anclaje de A°G°	Pág. 123
4.1.10.6	Arandela Cuadrada Curva de A°G°	Pág. 123
4.1.10.7	Bloque de Anclaje	Pág. 123
4.1.10.8	Alambre Galvanizado para Amarre	Pág. 123
4.1.10.9	Contrapunta de 51 mm de Diámetro, 1500 mm de longitud	Pág. 123
4.1.10.10	Mordaza Preformada de A°G°	Pág. 124
4.1.11	Materiales para puesta a tierra	Pág. 124
4.1.11.1	Electrodo de Acero Recubierto con Cobre para Puesta a Tierra	Pág. 124
4.1.11.2	Conector de Cobre tipo Perno Partido	Pág. 125
4.1.11.3	Caja de Registro con tapa para puesta a tierra	Pág. 125
4.1.11.4	Bentonita para puesta a tierra	Pág. 125
4.1.11.5	Plancha de Cobre tipo "J" Para Línea a Tierra	Pág. 126
4.1.11.6	Conector de Cobre tipo AB para Varilla de Puesta a Tierra	Pág. 126
4.1.11.7	Tubo de PVC SAP	Pág. 126
4.1.12	Equipos de protección y maniobra	Pág. 126
4.1.12.1	Reconectador trifásico, (RECLOSER)	Pág. 126
4.1.12.2	Seccionadores fusible tipo expulsión de apertura bajo carga	Pág. 127
4.1.12.3	Fusibles Tipo Expulsión "K"	Pág. 127
4.1.12.4	Pararrayos de óxido de zinc poliméricos	Pág. 127

4.1.13	Transformadores de Distribución	Pág. 128
4.2	Red de distribución secundaria	Pág. 130
4.2.1	Postes de concreto armado centrifugado	Pág. 130
4.2.2	Cables y conductores de aluminio	Pág. 131
4.2.3	Accesorios de cables autoportantes	Pág. 133
4.2.3.1	Grapa de suspensión angular de aluminio	Pág. 133
4.2.3.2	Grapa de anclaje cónica de aluminio	Pág. 134
4.2.3.3	Correa plástica de amarre, color negro	Pág. 134
4.2.3.4	Cinta aislante de goma epr autofundente	Pág. 135
4.2.3.5	Cinta aislante plástica	Pág. 135
4.2.3.6	Conectores tipo cuña	Pág. 135
4.2.4	Cables y conductores de cobre	Pág. 136
4.2.4.1	Cable de cobre de tipo NYY, 1 KV	Pág. 136
4.2.4.2	Conductor de cobre desnudo, temple suave, calibre 16 mm <sup>2</sup>	Pág. 137
4.2.4.3	Conductor de cobre tipo concéntrico, calibre 2x6 mm <sup>2</sup>	Pág. 137
4.2.4.4	Cable de cobre tipo NLT extraflexible, calibre 2x2.5 mm <sup>2</sup>	Pág. 138
4.2.5	Luminarias y accesorios	Pág. 138
4.2.5.1	Luminaria completa con lámpara de vapor de sodio y equipo de encendido	Pág. 138
4.2.5.2	Pastorales de A°G° con dos abrazaderas para poste de 8 y 13m.	Pág. 139

4.2.6	Retenidas de anclaje	Pág. 140
4.2.7	Materiales para puesta a tierra	Pág. 140
4.2.8	Accesorios de ferretería	Pág. 140
4.2.8.1	Perno gancho de 203 mm de longitud	Pág. 140
4.2.8.2	Perno gancho de 305 mm de longitud	Pág. 141
4.2.8.3	Perno ojo de A°G° de 203 mm de longitud	Pág. 141
4.2.8.4	Perno ojo de A°G° de 305 mm de longitud	Pág. 141
4.2.8.5	Tuerca ojo de A°G°	Pág. 142
4.2.8.6	Portalínea unipolar de A°G°	Pág. 142
4.2.8.7	Perno de A°G°	Pág. 142
4.2.8.8	Arandela cuadrada curva de A°G°	Pág. 143
4.2.9	Conexiones domiciliarias	Pág. 143
4.2.9.1	Tubo de F°G° de 6 m de longitud	Pág. 143
4.2.9.2	Tubo de F°G° de 3 m de longitud	Pág. 143
4.2.9.3	Templador de A°G°	Pág. 143
4.2.9.4	Armella tirafondo	Pág. 144
4.2.9.5	Alambre galvanizado para amarre	Pág. 144
4.2.9.6	Caja portamedidor	Pág. 144
4.2.9.7	Medidor monofásico de energía activa	Pág. 145
4.2.9.8	Conector bimetálico aislado tipo perforación, con fusible incorporado de 20 A	Pág. 146
4.2.9.9	Murete para instalación de acometida Domiciliaria	Pág. 147

<b>5</b>	<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE</b>	Pág. 148
5.1	Replanteo topográfico	Pág. 148
5.2	Ingeniería de Detalle	Pág. 148
5.3	Gestión de Servidumbre	Pág. 150
5.4	Excavación y solado	Pág. 150
5.5	Izaje de Postes y Cimentación	Pág. 151
5.6	Instalación de crucetas y/o ménsulas	Pág. 151
5.7	Armado de Estructuras	Pág. 152
5.7.1	Tolerancias	Pág. 152
5.7.2	Ajuste final de pernos	Pág. 152
5.7.3	Señalización del poste	Pág. 153
5.8	Montaje de retenidas y anclajes	Pág. 153
5.9	Puesta a tierra	Pág. 154
5.10	Instalación de Aisladores y Accesorios	Pág. 155
5.11	Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores	Pág. 155
5.12	Montaje de Subestaciones de Distribución	Pág. 158
5.13	Montaje del recloser	Pág. 159
5.14	Pastorales y luminarias	Pág. 160
5.15	Conexiones domiciliarias	Pág. 161
5.16	Inspección y Pruebas	Pág. 161
5.16.1	Líneas y Redes Primarias	Pág. 161
5.16.2	Redes Secundarias	Pág. 163

<b>6</b>	<b>PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN</b>	Pág. 165
6.1	Objetivo	Pág. 165
6.2	Subestación de Potencia	Pág. 165
6.3	Línea Primaria	Pág. 166
6.4	Red Primaria	Pág. 166
	6.4.1 Red primaria zona urbana de Iquitos	Pág. 166
	6.4.2 Red primaria comunidades	Pág. 167
6.5	Red secundaria	Pág. 168
6.6	Resumen del presupuesto	Pág. 168
6.7	Cronogramas de ejecución	Pág. 169
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	Pág. 173
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	Pág. 174
<b>9</b>	<b>PLANOS Y ANEXOS</b>	Pág. 176

## **PROLOGO**

Para la presentación del presente informe de suficiencia, se convenido dividirlo en los siguientes capítulos.

Capítulo I, en donde se dan los alcances y objetivos del presente proyecto de electrificación para el suministro de energía eléctrica en su área de influencia.

Capítulo II, abarca la descripción técnica y características del proyecto.

Capítulo III, comprende las consideraciones técnicas utilizadas para el diseño de las líneas primarias, redes primarias y redes secundarias del proyecto.

Capítulo IV, desarrolla la información técnica de los equipos y materiales a usarse según el diseño desarrollado en el proyecto.

Capítulo V, abarca los procedimientos a utilizarse para el montaje de los equipos y materiales del proyecto.

Capítulo VI, comprende el metrado de materiales, estructura de costos, inversión del proyecto y el cronograma de ejecución del proyecto.

Capítulo VII, se detalla las conclusiones finales.

Capítulo VIII, se muestra la bibliografía consultada para el desarrollo del proyecto.

Capítulo IX, se adjuntan los planos y anexos complementarios.

Agradezco a las personas que me apoyaron en mi desarrollo profesional.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

Electro Oriente S.A. (en adelante, la concesionaria) dentro de su programa de ampliación de la frontera eléctrica está la ejecución del Plan Regional de Electrificación Rural, en el corto, mediano y largo plazo, y ha establecido entre sus principales metas el incremento de cobertura eléctrica, mediante el servicio eléctrico a la población no atendida, y a la mejora de los sistemas eléctricos existentes.

#### **1.2 ESTUDIOS DE PRE INVERSIÓN Y DE IMPACTO AMBIENTAL**

El Director General de Planeamiento, Presupuesto, Estadística e Informática, responsable de la Oficina de programación e Inversiones del Sector Energía y Minas (OPI-EM), aprobó el Estudio de Prefactibilidad "Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte", mediante informe N° 079-2004-MEM/OGP-PPS y declaró viable el proyecto, cuyo código de SNIP del PIP es 4741.

La Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas mediante Resolución Directoral N° 021-2005-MEM/AAE del 14 de enero del 2005, aprobó el Estudio de Impacto Ambiental del Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte.

### **1.3 FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO Y PUNTO DE DISEÑO**

La concesionaria, cuando inició los estudios de Pre Inversión, otorgó la factibilidad de suministro para el proyecto Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte y fijó como punto de diseño en 10 kV las barras Wartsila de la Central Térmica de Iquitos.

### **1.4 OBJETIVO DEL PROYECTO**

El Proyecto “Suministro de Energía Eléctrica para 18 Comunidades, Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte” (en adelante, el Proyecto) tiene por objeto dotar de energía eléctrica en forma permanente y confiable a 18 localidades, mediante una línea primaria trifásica en 22,9 kV y monofásica en 22,9 kV, el cual ha sido desarrollado tomando en consideración los criterios técnicos de los sistemas económicamente adaptados<sup>1</sup> (SEA). En el cuadro N° 1 se muestra la población beneficiada.

Cuadro N° 1 – Población beneficiada

Número de Localidades	Población Beneficiada	Cantidad de Viviendas
18	20 341	2 860

---

<sup>1</sup> Sistema económicamente adaptado (SEA): Es aquel sistema eléctrico en el que existe una correspondencia de equilibrio entre la oferta y la demanda de energía, procurando el menor costo y manteniendo la calidad del servicio.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO

### 1.5.1 Ubicación

El área de influencia del Proyecto se encuentra ubicada en el Departamento de Loreto, Provincia de Maynas y Distritos de Iquitos, Punchana, Indiana y Mazán.

#### Tipo de relieve

La topografía del terreno en el área de influencia del proyecto se caracteriza por ser mayoritariamente plana, con pequeñas zonas a lo largo de la línea primaria con desniveles menores a lo 20 metros, con un tipo de terreno con bastante vegetación, con zonas inundables, con presencia de ríos, cochas o lagunas en casi toda la extensión del proyecto.

Las comunidades que están comprendidos en el proyecto, están ubicados a orillas del río Amazonas, solamente la comunidad de Mazán está ubicado a orillas del río Napo.

La línea primaria proyectada cruzará las siguientes zonas:

- Urbana 3 100 m
- Fangosa (inundable) 3 500 m
- Cruce Río Nanay (cable subacuático) 340 m
- Alta Vegetación 44 250 m

### 1.5.2 Clima

El clima de la zona del proyecto es tropical y húmedo en la mayor parte del año, con lluvias frecuentes en los meses de Diciembre a Marzo.

La temperatura máxima es de 37 °C y mínima de 18 °C.

### 1.5.3 Vías de Acceso

Las principales vías de acceso con las que cuenta la zona del proyecto son las siguientes:

- Vía Aérea: Lima - Iquitos.  
Tarapoto - Iquitos.  
Pucallpa - Iquitos.
- Vía Fluvial: Desde Pucallpa por los ríos Ucayali y Amazonas - Iquitos.  
Desde Yurimaguas por los ríos Ucayali y Amazonas - Iquitos.

Al acceso a las comunidades es por vía fluvial desde la ciudad de Iquitos y por los ríos Amazonas, Nanay y Napo.

## 1.6 **ACTIVIDADES ECONÓMICAS**

### Sector Agricultura y Ganadería

En el ámbito del proyecto, se destacan dos tipos de actividades. La primera actividad es la agricultura que demanda mayores recursos humanos, y esta orientada principalmente al cultivo de palmito, pijuayo, arroz, café, maíz, cacao, algodón, yuca, plátano, etc. La segunda actividad en importancia es la ganadería de tipo vacuno y porcina, la cual se ve favorecida por las condiciones climatológicas de la zona.

### Sector Pequeño Industrial y Comercial

La actividad industrial principalmente está definida por el astillero SIMAI, la Escuela de Operaciones Ribereñas, Fábrica de Triplay Comana S.A, Refinería de PetroPerú, Parque Industrial, Albergue Amazon Lodge, DINANDRO, Anaflusa (Aserradero).

### Recursos Turísticos

La zona del proyecto, es una de las más privilegiadas en poseer en su vasto territorio grandes recursos naturales como son: Bosques tropicales, el caudaloso Río Amazonas, una vasta variedad de flora y fauna silvestre; destacando campamentos turísticos privados y zonas reservadas.

### Sector Minería

En la zona del proyecto no existe este recurso.

## **1.7 LOCALIDADES BENEFICIADAS**

En el siguiente cuadro se muestra la relación de localidades beneficiadas en el presente proyecto.

Cuadro N° 2 – Relación de localidades beneficiadas

<b>Cuadro N° 2</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Comunidades</b>	<b>N° de Habitantes</b>	<b>N° de Lotes</b>
1	Santo Tomas	350	44
2	El Milagro	70	49
3	Santa Clotilde	400	34
4	Manacamiri	900	120
5	Padre Cocha	1050	321
6	Picuruyacu	560	65
7	Astoria	300	87
8	Independencia	206	37
8	Costa Negra	438	69
9	Barrio Florido	1223	215
10	Santa Maria del Ojeal	1780	114
11	Santa Clara de Ojeal I zona	1200	65
12	Santa Clara de Ojeal II zona	250	26
13	Santa Clara de Ojeal III zona	400	78
14	Sinchicuy	685	97
15	San Rafael	500	35
16	Timicurillo	29	10
17	Mazan	4000	646
18	Indiana	6000	748
TOTAL		20341	2860

## **CAPITULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **2.1 MERCADO ELÉCTRICO**

##### **2.1.1 Metodología**

Los requerimientos de potencia y energía en toda el área de influencia del proyecto, se ha determinado para un horizonte de planeamiento de 20 años, tomando como año cero el 2008.

Para centros poblados pequeños y medianos (zonas rurales), la metodología más adecuada es aquella que se basa en el establecimiento de una relación funcional creciente entre el consumo de energía por abonado doméstico (consumo unitario, kWh/abon) y el número de abonados estimados para cada año.

Además el crecimiento del consumo de energía de la población está íntimamente vinculado con el número de abonados y su actividad económica, por consiguiente puede mejorar los niveles de ingreso, y que se traduce en un crecimiento per cápita del consumo de energía eléctrica.

##### **2.1.2 Proyección de población y vivienda**

La información de población y vivienda ha sido utilizada de los censos de 1981 y 1993, elaborados por el INEI y también los que se obtuvieron en el trabajo de campo.

Para la proyección de la población así como para el estudio de mercado se ha tomado como valor referencial la tasa de crecimiento poblacional del Departamento de Loreto; Provincia de Maynas.

Por otro lado, el comportamiento de la tasa de crecimiento poblacional esta en función del nivel de desarrollo económico de cada localidad y la expansión urbanística y con mayor incidencia cuando existe la promoción de inversiones dentro del área de influencia del proyecto.

#### 2.1.3 Proyección del consumo de energía

La proyección del consumo de energía corresponde para los siguientes sectores de consumo:

- Consumo residencial
- Consumo comercial
- Consumo por pequeñas industrias
- Consumo por usos generales
- Consumo por alumbrado público
- Consumo por Cargas especiales

#### 2.1.4 Calificación Eléctrica

Se aplica la norma DGE “Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria”<sup>2</sup> para el sector de distribución típico 5 (el cuadro se adjunta en los anexos).

<sup>2</sup> Aprobada por Resolución Ministerial N° 531–2004-MEM/DM

Localidades tipo A: Localidades de escenario alto y medio con mayor desarrollo y mayor densidad poblacional (Comunidades de Barrio Florido, Mazan e Indiana): 250 W/ lote.

Localidades tipo B: Localidades rurales con escenario bajo, con pocas perspectivas de desarrollo y baja densidad poblacional: 200 W/lote.

#### 2.1.5 Proyección de máxima demanda

Para definir el número de abonados domésticos se determinó para cada localidad un factor de electrificación, teniendo en cuenta: localidades con servicio de energía (c.e. = 0.9), localidades sin servicio de energía (c.e.= variable de 0,4 a 0,9).

Para la determinación del consumo unitario actual del sector doméstico (CUD), se tomó en cuenta la realidad socio económico de cada localidad y el consumo actual promedio por hora de cada abonado en localidades similares y/o propias que cuentan con servicio de luz restringido. Para definir la proyección del CUD se ha considerado que al final del horizonte de evaluación de la demanda el consumo unitario se duplicará, por razones estrictamente socio económico.

#### Consumo Total del Sistema (Energía Requerida)

Es el resultado de añadir a la sumatoria de los consumos brutos totales de las localidades del sistema un porcentaje de éste, por concepto de pérdidas en la transmisión.

$$PTEi = (PTPi) \times (0.7 \times Fc + 0.3)$$

PTE<sub>i</sub> = % de pérdidas de energía en la transmisión año i-ésimo.

PTP<sub>i</sub> = % de pérdidas de potencia en la transmisión año i-ésimo.

F<sub>c</sub> = Factor de carga al año i-ésimo.

Los valores de PTP<sub>i</sub> dependerán de la configuración del futuro sistema eléctrico y de la longitud de la línea primaria.

### Resultados finales de demanda de potencia

#### Máxima Demanda Neta

La máxima demanda neta de potencia por localidad, se obtiene a partir de los consumos de los sectores: servicios, alumbrado público, a los cuales se les aplica sus respectivas horas de utilización y se les asigna un diagrama de carga para cada uno de ellos; a continuación se suman horariamente dichos diagramas, a los cuales se les adiciona el correspondiente a las cargas especiales, obteniéndose de esa manera la demanda neta.

#### Máxima Demanda Bruta

Es la que se obtiene al adicionar a la demanda neta las pérdidas de potencia en la distribución, las cuales se determinan utilizando la siguiente ecuación:

$$PDP_i = \frac{PED \times 100}{(70 \times F_c) + 30}$$

PDP<sub>i</sub> = % de pérdidas de Potencia en la Distribución año i-ésimo.

PEDE = % de pérdidas de Energía en la Distribución.

F<sub>c</sub> = Factor de carga al año i-ésimo.

### Máxima Demanda del Sistema

La máxima demanda del Proyecto, considerando a todas las localidades involucradas dentro del área de influencia del mismo, se determina usando la siguiente ecuación:

$$MDSi = \left( \sum (DSi \times Fsi) + \sum (DCei + DAPI) \right) \times (1 + FPDi) \times (1 + FPT)$$

MDSi = Máxima demanda (M.D.) del Proyecto año i-ésimo.

DSi = M.D. por servicios de cada localidad año i-ésimo.

DCei = Demanda de potencia por cargas especiales año i-ésimo.

Fsi = Factor de Simultaneidad de las n localidades año i-ésimo.

DAPI = Demanda por Alumbrado Público de cada localidad año i-ésimo.

FPTi = Factor de pérdidas en la transmisión año i-ésimo (1% a 8%)

FPDi = Factor de pérdidas en distribución año i-ésimo.

$$FPD = \frac{FPE}{(0.7 \times Fci) + 0.3}$$

Fci = Factor de carga año i-ésimo.

FPE = Factor de pérdidas de energía en distribución.

En el cuadro N° 3 se muestra la proyección de la máxima demanda y del consumo de energía dentro del proyecto para el horizonte de 20 años.

Cuadro N° 3 – Máxima demanda y consumo de energía

Cuadro N° 3		
AÑO	DEMANDA DE POTENCIA	CONSUMO DE ENERGIA
	KW	MWh
2008	5 744,41	20 431 169,24
2009	5 745,96	20 474 436,38
2010	6 059,55	21 882 449,22
2011	6 063,15	21 931 271,41
2012	6 067,93	21 983 056,24
2013	6 073,82	22 038 053,66
2014	6 081,00	22 096 526,79
2015	6 089,38	22 158 581,42
2016	6 099,12	22 224 570,19
2017	6 110,16	22 294 624,96
2018	6 122,71	22 369 069,44
2019	6 136,85	22 448 253,13
2020	6 152,46	22 532 353,68
2021	6 169,76	22 621 821,03
2022	6 188,75	22 716 870,00
2023	6 209,53	22 817 930,08
2024	6 232,21	22 925 467,25
2025	6 256,82	23 039 755,27
2026	6 283,50	23 161 382,67
2027	6 311,77	23 290 677,44

#### 2.1.6 Balance oferta - demanda

La máxima demanda total del Proyecto al año 2027 es de 6 311,77 kW, que es resultado de la proyección de la demanda de las localidades y de las Industrias ubicadas dentro del área de influencia del proyecto. Actualmente la oferta existente dentro del área de influencia del proyecto es de 27,80 MW.

La energía eléctrica que se suministrará al sistema eléctrico del Proyecto, proviene de la Central Térmica de Iquitos.

En el cuadro N° 4, se presenta el resultado de Balance – Oferta del sistema:

Cuadro N° 4 – Balance Oferta – Demanda del Sistema Eléctrico de Iquitos

Cuadro N° 4							
SISTEMA ELECTRICO IQUITOS							
Años	Cantidad Demandada Ciudad de Iquitos	Cantidad Demandada del Proyecto	Cantidad Demandada Total	Potencia Garantizada Existente	Proyecto de Ampliación de la Central Térmica de Iquitos		Balance
	MW	MW	MW	MW	Grupos Térmicos Projectados	Potencia Garantizada Total	
					Grupos	MW	MW
2007	33,60		33,60	27,80		27,80	-5,80
2008	32,49	5,74	38,24	27,80	2 X 7 MW	41,80	3,56
2009	33,55	5,75	39,30	27,80		41,80	2,50
2010	34,93	6,06	40,99	27,80		41,80	0,81
2011	36,28	6,06	42,34	27,80	1 X 7 MW	48,80	6,46
2012	37,75	6,07	43,82	27,80		48,80	4,98
2013	39,01	6,07	45,08	27,80		48,80	3,72
2014	40,20	6,08	46,28	27,80		48,80	2,52
2015	41,43	6,09	47,52	27,80		48,80	1,28
2016	42,63	6,10	48,73	27,80		48,80	0,07
2017	43,83	6,11	49,94	27,80	1 X 7 MW	55,80	5,86
2018	45,03	6,12	51,15	27,80		55,80	4,65
2019	46,24	6,14	52,37	27,80		55,80	3,43
2020	47,44	6,15	53,60	27,80		55,80	2,20
2021	48,66	6,17	54,83	27,80		55,80	0,97
2022	49,87	6,19	56,06	27,80	1 X 7 MW	62,80	6,74
2023	51,11	6,21	57,32	27,80		62,80	5,48
2024	52,38	6,23	58,61	27,80		62,80	4,19
2025	53,67	6,26	59,92	27,80		62,80	2,88
2026	54,99	6,28	61,27	27,80		62,80	1,53
2027	56,23	6,31	62,54	27,80		62,80	0,26

Con la finalidad de satisfacer la máxima demanda actual del Sistema Eléctrico de Iquitos, incluyendo la demanda futura del Proyecto, Ampliación de los Sectores Periféricos de Iquitos y Pequeño Sistema Eléctrico de Iquitos Zona Sur, el año 2005 se ha iniciado los estudios de Pre Inversión para la ampliación de la Central Térmica de Iquitos.

Mediante Oficio N° 1223-2006-EF/68.01 de fecha 23 de Julio de 2006, el Director General de Programación Multianual del Ministerio de Economía y Finanzas, declara viable el proyecto de "Ampliación de la Central Térmica de Iquitos" para su ejecución.

Como puede observarse en el cuadro N° 4, cuando el Proyecto ingrese al sistema (año 2008) la potencia garantizada de la Central Térmica Iquitos será mayor a la Máxima demanda total del Sistema Eléctrico de Iquitos.

## **2.2 SUBESTACIÓN DE POTENCIA**

### **2.2.1 Características Generales de la Subestación**

En el Análisis del Sistema Eléctrico, se determinó que la Línea Primaria del Proyecto operará al nivel de tensión de 22,9 kV, que se obtendrá instalando un transformador elevador de 7 MVA, 22,9/10 kV. Asimismo, el nivel de tensión en 22,9 kV es el normalizado por el Código Nacional de Electricidad (en adelante CNE).

#### Coordinación del Aislamiento

La selección de los niveles de aislamiento, se ha efectuado considerando, los siguientes aspectos principales:

- Efecto de la altitud sobre el nivel del mar
- Efecto de las descargas atmosféricas
- Nivel de protección de los pararrayos

## 2.2.2 Características del equipamiento de la Subestación

### 2.2.2.1 Consideraciones Generales

En general, el equipamiento electromecánico de la subestación será apropiado para soportar las condiciones previstas en el área del Proyecto, cumplirá con las recomendaciones especificadas por las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), con los requerimientos del CNE y de las Normas nacionales relacionadas.

### 2.2.2.2 Equipos de 10 kV

#### Celda de Salida 12 kV

La celda de salida será del tipo Metal CAD, autoportado, para instalación al interior, diseño a prueba de arco interno y deberá cumplir con los 6 criterios de las normas IEC 298, IEC 298A, resistencia al arco interno de 20 kA, corriente nominal del sistema de barras 1250 A, estará equipado con un interruptor de potencia con cámara de extinción en vacío, tripolar, con mando local y remoto, extraíble, de 1250 A, 20 kA, BIL 110 kV; transformadores de corriente para montaje interior relación 200-400/1-1 A, 20 VA - cl 5P20, 20 VA - cl 0.2; transformadores de tensión de 10 kV, relación  $10/\sqrt{3}: 0,1/\sqrt{3}: 0,1/\sqrt{3}$  kV, 30 VA cl 0,2, 30 VA cl 3 P, un relé para la protección diferencial del transformador de 7 MVA, sobrecorriente, cortocircuito, de falla del sistema de protección; una unidad de medida multifunción de estado sólido, de tecnología moderna, con tarjeta para almacenar el perfil de carga del sistema.

#### Pararrayos de 12 kV

Los pararrayos serán del tipo óxido metálico, Clase 2, la tensión nominal de los pararrayos serán de 12 kV y tendrán una corriente de descarga de 10 kA, 75 kV BIL del aislador.

#### Transformadores de Corriente 12 kV

Los transformadores de corriente serán para montaje exterior, relación 200-400:1A, 30 VA, cl 0,2; tensión máxima de diseño 12 kV.

#### 2.2.2.3 Equipo de 22,9 kV

##### Interruptor de recierre automático (Recloser) 27 kV

El Recloser a instalarse será trifásico con cámara de extinción en SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre) o vacío, con control automático de operación electrónica.

La corriente nominal del Recloser será de 560 A y tendrán una corriente de ruptura de cortocircuito de 12 kA.

##### Seccionador de barra tripolar de 24 kV

El seccionador será tripolar y tendrá una corriente nominal de 630 A, 24 kV, 125 kV BIL, 20 kA para instalación vertical a intemperie y mando manual.

##### Seccionadores Fusible de potencia de 27 kV

Los seccionadores fusibles de potencia serán unipolares cuya tensión nominal es 27 kV, 200 A, 125 kV BIL, 8 kA para instalación vertical y a intemperie y accionado por pértiga.

### Seccionadores fusible tipo expulsión de 27 kV

Seccionadores fusible tipo expulsión de 27 kV, 200 A, 125 kV BIL, 8 kA, instalación vertical accionado por pértiga.

### Transformadores de Tensión de 24 kV

Los transformadores de tensión serán para ser conectados fase a tierra y del tipo inductivo, 24 kV;  $22,9/\sqrt{3}$ :  $0,100/\sqrt{3}$  kV, clase 0,2 30 VA, 125 kV BIL.

### Pararrayos de 24 kV

Los pararrayos serán del tipo oxido metálico, clase 2, la tensión nominal de los pararrayos serán de 24 kV y tendrán una corriente de descarga de 10 kA.

### Transformadores de Corriente 36 kV

Los transformadores de corriente serán para montaje exterior, doble devanado, relación 100-200:1/1A, 30 VA clase 0,2; 30 VA 5P20; tensión máxima de diseño 36 kV.

## 2.2.3 Obras civiles de la ampliación de la subestación

### 2.2.3.1 Generalidades

El presente capítulo trata sobre las Obras Civiles de la Subestación de Potencia del Proyecto, que estará ubicada dentro de la Central Térmica de Iquitos cuyo nivel de tensión es 22,9 kV, de 7 MVA de potencia.

### 2.2.3.2 Características Generales de la Subestación

#### Emplazamientos

El terreno donde se construirán las fundaciones del transformador de potencia, soporte de cables y base del recloser y la cimentación para los postes de concreto del pórtico de salida se encuentra en el área exterior a la Central Térmica, dicho terreno pertenece a Electro Oriente S.A. y se encuentra ubicado en la Ciudad de Iquitos, Distrito de Iquitos, Provincia de Maynas y Departamento de Loreto.

#### Linderos y medidas perimétricas

El área requerida para la ejecución de la Subestación de acuerdo al equipamiento a instalar será de 14,55m x 10,50m.

### 2.2.3.3 Características del Terreno

El terreno dentro de la central térmica existente es llano, con apariencia de encontrarse nivelado (a nivel), el tipo de terreno es arcilloso limo arenoso de grano fino compacto.

### 2.2.3.4 Descripción del Proyecto

El proyecto considera las siguientes obras civiles:

- Trabajos preliminares.
- Cerco perimétrico exterior.
- Malla de puesta a tierra.
- Cimentación del Transformador de Potencia de 7 MVA.
- Cimentación del Soporte de cables.
- Cimentación del Recloser.

- Buzón de Cables y Ductos de concreto.
- Poza de recuperación de aceite.
- Cimentación de Postes (pórticos)
- Enripiado con grava seleccionada.

### **2.3 ALCANCES DEL PROYECTO**

El proyecto comprende:

#### Líneas y Redes Primarias

Con un total de 41,82 km de línea primaria y 9,46 km de red primaria:

- 40,23 km de Líneas Primarias Trifásicas.
- 1,59 km de Líneas Primarias monofásicas.
- 2,38 km de Red Primaria trifásica en la Zona Urbana de Iquitos.
- 3,03 km de Redes Primarias trifásicas en las Comunidades.
- 4,05 km de Redes Primarias monofásicas en las Comunidades.

Las características principales son:

- Aéreo con conductores de aleación de aluminio desnudo tipo AAAC calibres 25, 35, 50, 120 y 150 mm<sup>2</sup>.
- Cable de cobre subacuático tipo N2XSER2Y calibre 3x120 mm<sup>2</sup> para el cruce del río Nanay.
- Cable de cobre tipo N2XSY calibre 3-1\*120 mm<sup>2</sup>, para cruces con redes primarias existentes y salida de la subestación de potencia.

### Redes Secundarias

El proyecto comprende el diseño de las redes secundarias que incluyen las redes de servicio particular, alumbrado público y conexiones domiciliarias.

#### 2.3.1 Del estudio de ingeniería

El estudio de ingeniería del Proyecto, se ha desarrollado para electrificar a 13 localidades y atender la demanda del sector industrial ubicados en las riveras de los ríos Nanay y Amazonas, tiene los siguientes componentes:

Cuadro N° 5 – Ingeniería de Detalle

Sección	Nivel de Estudio Desarrollado	Alcance
Líneas Primarias	Ingeniería Definitiva	41,82 Km. (18 localidades)
Redes Primarias	Ingeniería Definitiva	9,46 Km. (13 Localidades)
Redes Secundarias	Ingeniería Definitiva	(12 Localidades)
Subestación de Potencia	Ingeniería Definitiva	7 MVA

#### 2.3.2 De la obra

La obra del Proyecto comprende de las siguientes componentes:

##### Líneas primarias proyectadas

Las líneas primarias son trifásicas y monofásicas, las características principales son:

Tensión nominal : 22,9/13,2 kV

Sistema : Trifásico 22,9 kV y monofásico 22,9 kV.

- Conductores de fase : Son de Aleación de aluminio desnudo (AAAC), calibres 25, 50, 120 y 150 mm<sup>2</sup>  
Cable de cobre tipo N2XSY-18/30 kV calibre 3-1x50 mm<sup>2</sup>.  
Cable de cobre subacuático tipo N2XSER2Y-18/30 kV calibre 3x120 mm<sup>2</sup>.
- Longitud total de línea: 40,23 km de línea trifásico en 22,9 kV y 1,59 km de línea monofásica en 22,9 kV.
- Estructuras : Postes de concreto armado centrifugado de 13 y 15 metros de longitud.

#### Redes primarias proyectadas

Las redes primarias proyectadas tendrán las siguientes características:

- Tensión nominal : 22,9 kV
- Sistema : Trifásico 22,9 kV y monofásico 22,9 kV.
- Conductor fase : Son de Aleación de aluminio desnudo tipo AAAC, calibres 25, 35, 50 y 150 mm<sup>2</sup>.  
Cable de cobre tipo N2XSY-18/30 kV calibre 3-1x120 mm<sup>2</sup>.

Longitud total de línea: 2,38 km de Red Primaria trifásica en la Zona Urbana de Iquitos, 3,03 km de Redes Primarias trifásicas en las Comunidades y 4,05 km de Redes Primarias monofásicas en las Comunidades.

Estructuras : Postes de concreto armado centrifugado de 13 y 15 metros de longitud.

#### Subestaciones de distribución

Las subestaciones de distribución serán monofásicas y trifásicas según la magnitud de las cargas eléctricas de cada localidad. Los transformadores tendrá la siguiente relación de transformación 22,9/(0,380-0,22) kV para el sistema trifásico y 22,9/(0,440-0,22) kV para el sistema monofásico.

Se ha considerado en el proyecto la siguiente relación de transformadores:

Cuadro N° 6 – Transformadores de Distribución

<b>Tipo de Transformador</b>	<b>Cantidad</b>
Transformador monofásico de 15 KVA; 22.9/(0,44-0,22); 60 Hz	2.00
Transformador monofásico de 25 KVA; 22.9/(0,44-0,22); 60 Hz	4.00
Transformador monofásico de 40 KVA; 22.9/(0,44-0,22); 60 Hz	3.00
Transformador monofásico de DE 50 KVA; 22.9/(0,44-0,22); 60 Hz	1.00
Transformador trifásico de 50 KVA; 22.9/(0,38-0,22); 60 Hz	1.00
Transformador trifásico de 75 KVA; 22.9/(0,38-0,22); 60 Hz	4.00
Transformador trifásico de 100 KVA; 22.9/(0,38-0,22); 60 Hz	2.00

### Redes de servicio particular y alumbrado público

El proyecto comprende la ejecución de obras de redes secundarias para 12 localidades, todas las localidades tendrán suministro monofásico.

Las redes de servicio particular tendrán las siguientes características:

Tensión entre fases	380 V (comunidades de Mazán y Barrio Florido)
Tensión entre fases :	440 V (10 comunidades)
Tensión fase - neutro:	220 V
Sistema	Monofásico con neutro corrido y rígidamente puesto a tierra
Conductores:	Tipo autoportante de aluminio aislado
Neutro Portante:	De aleación de aluminio, forrado, función mecánica y eléctrica
Longitud de Red	12,22 km de red trifásica y 8,82 Km. de red monofásica.
Estructuras	Postes de concreto armado centrifugado de 8 metros de longitud.

### Conexiones domiciliarias

Las Conexiones domiciliarias serán aéreas, compuestas de cable concéntrico con conductor de cobre electrolítico, con aislamiento a

prueba de intemperie, para una tensión nominal de 600 V y de una sección de 2 x 6 mm<sup>2</sup>.

Todos los lotes tendrán medidor de energía instalado en una caja porta medidor y material accesorio de conexión y soporte del cable de acometida.

## **2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **2.4.1 Normas aplicables**

Para la elaboración del presente estudio de ingeniería definitiva, se ha tenido en cuentas las siguientes normas y publicaciones:

- Normas de Procedimientos para la Elaboración de Expediente técnicos y ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución.
- Código Nacional de Electricidad - Suministro.
- Código Nacional de Electricidad - Utilización.
- Norma DGE “Terminología en Electricidad” y Símbolos “Gráficos en Electricidad”.
- Normas de Electrificación Rural.
- Normas internacionales IEC, ANSI-IEEE, VDE , REA y DIN.
- Normas INDECOPI.
- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Norma técnica de control emitida por Contraloría General de la Republica.

Las condiciones climatológicas del área del proyecto son sustentadas con información de temperaturas, velocidades de viento obtenida de SENAMHI.

#### 2.4.2 Rutas de líneas primarias

Los trabajos de topografía han sido ejecutados por personal calificado con amplia experiencia y dirigidos por el profesional especialista en líneas y redes primarias, quien tiene la capacidad de materializar en el terreno las rutas de las líneas previamente determinadas en gabinete sobre la base de los planos catastrales.

La ruta de líneas primarias proyectadas tiene las siguientes bondades:

- Cruza zonas con una topográfica parcialmente accidentada la cuál nos proporciona una mayor flexibilidad para trabajos de construcción, operación y mantenimiento.
- Presentan puntos de derivación adecuados de la línea primaria existente.
- Cruza el río Nanay mediante un cable subacuático.
- En la mayoría de los tramos presentan accesos adecuados, con la finalidad de no incrementar costos de operación y mantenimiento de la línea.
- Las condiciones del terreno a lo largo del trazo, son estables, presentando suelos mayormente arcillosos.
- La instalación de la línea primaria no presentará impacto visual que influya sobre el panorama de la zona.

- No será necesario reubicar casas u otras edificaciones cercanas al trazo.
- Se ha tenido especial cuidado que la línea no pase por zonas arqueológicas consideradas por el INC como patrimonio cultural de la nación.

### 2.4.3 Características eléctricas del sistema

Para efectos del diseño eléctrico de líneas y redes primarias se ha considerado las siguientes características eléctricas del sistema:

- Tensión nominal de la red 22,9 kV
- Tensión máxima de servicio 25,0 kV
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Factor de Potencia 0,9 (atraso)
- Conexión del sistema estrella, neutro rígidamente puesto a tierra en la S.E.
- Potencia de cortocircuito mínima 250 MVA.
- Nivel isoceraunico 30
- Altitud 300 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 línea primaria cumplirá durante todo el período de estudio los requerimientos técnicos establecidos por las normas vigentes.

Para efectos del diseño eléctrico de redes secundarias de servicio particular y alumbrado público de las 12 localidades consideradas

en el Proyecto, tendrán suministro monofásico y se ha definido las siguientes características particulares del sistema:

Tensión entre fases	380 V (comunidades de Mazán y Barrio Florido).
Tensión entre fases :	440 V (10 comunidades).
Tensión fase - neutro:	220 V.
Sistema	Monofásico con neutro corrido y rígidamente puesto a tierra.
Conductores	Tipo autoportante de aluminio aislado.
Neutro Portante	de aleación de aluminio, forrado, función mecánica y eléctrica.
Longitud de Red	12,22 km de red trifásica y 8,82 km de red monofásica.

#### 2.4.4 Características del equipamiento

##### 2.4.4.1 Postes y crucetas

###### Líneas y Redes Primarias

Se ha previsto la utilización de postes, crucetas y ménsulas de concreto armado. Los postes serán de 13 y 15 metros de longitud.

###### Redes Secundarias

Se ha previsto la utilización de postes de concreto armado centrifugado de 8 metros de longitud.

Los postes a emplearse serán las que necesariamente cumplan con las especificaciones técnicas establecidas en las normas de la Dirección

General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, DGE/MEM).

#### 2.4.4.2 Conductores

##### Líneas y Redes Primarias

Los conductores serán de aleación de aluminio tipo AAAC, la sección mínima del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Corrientes de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos
- Capacidad de corriente en régimen normal
- Caída de tensión

Los dos primeros factores han sido determinantes en la definición de la sección de  $25 \text{ mm}^2$  como la sección mínima que se utilizará en este proyecto.

Se emplearán conductores de aleación aluminio tipo AAAC, desnudo, los cuales cumplirán con las especificaciones técnicas establecidas por la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas (en adelante, DEP/MEM).

Como consecuencia de estos análisis, las secciones de conductor que se utilizarán son: 25, 35, 50, 120 y  $150 \text{ mm}^2$ .

Cable de cobre tipo N2XSY-18/30 kV calibre 3-1x120  $\text{mm}^2$ , para la salida de la subestación de potencia.

Cable subacuático de cobre tipo N2XSER2Y-18/30 kV calibre 3x120  $\text{mm}^2$  para el cruce del río Nanay.

### Redes Secundarias

Conductores serán autoportantes de aluminio. En todos los casos la portante será forrada, del calibre 25 mm<sup>2</sup>, que además sirve de conductor neutro.

#### 2.4.4.3 Aisladores

##### Líneas y Redes Primarias

De acuerdo con los análisis de coordinación de aislamiento y sobre la base de los criterios normalizados por la DGE/MEM, se utilizará aisladores de porcelana tipos Pin y Suspensión, también como alternativa se podrá utilizar aisladores poliméricos. Los aisladores del tipo Pin se instalarán en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados y los aisladores de Suspensión en estructuras terminales, ángulos de desvío importantes y retención.

#### 2.4.4.4 Retenidas y anclajes

##### Líneas y Redes Primarias

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar por sí solas.

El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 37°. Los cálculos mecánicos de las estructuras y las retenidas se han efectuado considerando este ángulo mínimo. Valores menores producirán mayores cargas en las retenidas y transmitirán mayor carga de compresión al poste.

Las retenidas y anclajes estarán conformados por los siguientes elementos:

- Cable de acero grado SIEMENS MARTIN de 10 mm de diámetro (para la red primaria de las comunidades).
- Cable de acero grado alta resistencia de 7,94 mm de diámetro (para la troncal de la línea primaria y para la red primaria de la zona urbana de la ciudad de Iquitos).
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Mordazas preformadas
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Bloque de concreto armado.

#### Redes Secundarias

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar por sí solas.

El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 30°. Los cálculos mecánicos de las estructuras y las retenidas se han efectuado considerando este ángulo mínimo. Valores menores producirán mayores cargas en las retenidas y transmitirán mayor carga de compresión al poste.

Las retenidas y anclajes estarán conformados por los siguientes elementos:

- Cable de acero grado SIEMENS MARTIN de 10 mm de diámetro

- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Mordazas preformadas
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Bloque de concreto armado.

#### 2.4.4.5 Puesta a tierra

##### Líneas y Redes Primarias

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de acero recubierto de cobre (línea primaria y red primaria comunidades)
- Electrodo de cobre puro para la red primaria de la zona urbana de la ciudad de Iquitos.
- Conductor de cobre recocido para la bajada a tierra, de los calibres 16 mm<sup>2</sup> y 25 mm<sup>2</sup>.
- Accesorios de conexión y fijación

En las estructuras de líneas trifásicas y monofásicas se utilizará un solo electrodo, mientras que en las subestaciones de distribución se utilizará de dos electrodos para obtener los valores de resistencia de puesta a tierra requeridos.

##### Redes Secundarias

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de acero recubierto de cobre.
- Conductor de cobre recocido para la bajada a tierra de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

- Accesorios de conexión y fijación.
- Se utilizará un solo electrodo, configuración PAT-1 (las características se muestra en las láminas de detalle).

#### 2.4.4.6 Material de ferretería

Todos los elementos de fierro y acero, como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores, serán galvanizados en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

#### 2.4.4.7 Banco de Condensadores

Según los cálculos justificativos, se necesitará la instalación de bancos de capacitores trifásicos de 300 kVAR y 600 kVAR, cuando ingresen al sistema las cargas del futuro parque Industrial y la Refinería de Iquitos; al no tenerse una fecha exacta para el ingreso de estas cargas importantes; no se ha considerado en esta etapa del proyecto la instalación de los referidos bancos de capacitores.

Para el resto de las cargas proyectadas en las comunidades y las industriales (SIMA IQUITOS, Aserraderos, etc.) no se requiere la instalación de los bancos de capacitores.

#### 2.4.5 Criterios de diseño mecánico

##### 2.4.5.1 Cálculo mecánico de conductores

Las hipótesis de carga que regirán el cambio de estado del conductor seleccionado, será sobre la base de la zonificación del territorio del

Perú y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad Suministro, estas hipótesis serán las siguientes:

Las condiciones climatológicas del área del proyecto son sustentadas con información de temperaturas, velocidades de viento, obtenida de SENAMHI y presencia de hielo con información de campo.

#### 2.4.5.2 Cálculo mecánico de estructuras

##### Líneas y Redes Primarias

Las hipótesis de carga previstas son las siguientes:

Estructuras de alineamiento:	PS1 y PSH
Estructuras de ángulo:	PA1, PA2 y PA3
Estructuras de anclaje:	PR3 y PRH
Estructuras terminal:	PTV y PTH

##### Redes Secundarias

Las estructuras han sido diseñadas para soportar las cargas verticales, transversales, longitudinales y aplicación simultanea de dichas cargas. Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes, cables de retenidas y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, es decir, a temperatura mínima y máxima velocidad de viento no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001.

#### 2.4.5.3 Coefficientes de seguridad:

##### Líneas y Redes Primarias

- Poste 2
- Cruceta 2

- Ménsula 2
- Retenida 2

Como parte de la Ingeniería de Detalle se realizará todos los cálculos anteriormente indicados, considerando las características reales del poste y cruceta a ser instalados.

#### Redes Secundarias

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de concreto 2
- Cables de retenida 2
- Accesorios de ferretería 2

No se efectuarán cálculos en condiciones de emergencia, es decir, con rotura de conductor.

Sobre la base de los análisis de los factores mencionados se ha definido que todos los postes serán de 8 m. En todas las estructuras con retenidas se han verificado las cargas verticales a fin de compararlas con la carga crítica y verificar la falla del poste por pandeo.

La retenida se anclará a una separación promedio, del poste, de 4 m (máximo 6 m y mínimo 3 m) y a un ángulo al poste superior a 30°.

#### 2.4.6 Criterios de diseño eléctrico

##### 2.4.6.1 Líneas y Redes Primarias

Los cálculos eléctricos se han realizado con los valores que presentará el sistema en su etapa final, asegurándose así que la línea primaria

cumplirá durante todo el período de estudio los requerimientos técnico establecido por las normas vigentes.

#### Cálculos de parámetro de conductores

Los parámetros del conductor, tanto la resistencia y la reactancia de los conductores han sido calculados teniendo en cuenta la configuración de los armados para un sistema trifásico y monofásico de dos hilos, este comprende las impedancias de secuencia positiva, negativa y cero, respectivas.

#### Regulación de tensión

De acuerdo a norma vigente, se ha considerado como valor límite para la caída de tensión desde la salida de los circuitos troncales hasta los primarios de los transformadores de distribución, el 7,5 % de la tensión nominal.

#### Nivel de aislamiento

Para la determinación del nivel de aislamiento se ha considerado dos zonas, diferenciadas por su altitud, y tomado en cuenta los siguientes aspectos, según la Norma IEC 71-1.

#### Sistema de protección

El Proyecto comprende en la mayoría de los casos a derivaciones y ramales del alimentador principal, teniendo en cuenta estas características de la línea primaria, se considerará como elemento principal de protección interruptores automáticos (recloser) y seccionadores fusibles tipo cut-out de apertura bajo carga.

### Nivel de cortocircuito

Todo el equipamiento propuesto será capaz de soportar los efectos térmicos y mecánicos de las corrientes de cortocircuito equivalentes a 250 MVA, por un tiempo máximo de 0,2 seg.

Como consecuencia de este hecho, la sección mínima de los conductores de aleación de aluminio será de 25 mm<sup>2</sup>.

### Nivel de desbalance

Se ha efectuado el balance de cargas, tratando de aproximarse a lo ideal, es decir a un sistema trifásico balanceado, obteniendo resultados para los casos críticos un desbalance no mayor del  $\pm 6,05$  %.

El cálculo de desbalance se ha efectuado para cada circuito y considerando el sistema monofásico con dos hilos existente y el proyectado monofásico de un hilo.

### Sistema de puesta a tierra

Para el presente estudio, las puestas a tierra tendrán la finalidad de proteger a la línea primaria de las tensiones inducidas por efectos de descargas de rayos en las proximidades de la línea primaria y en las zonas urbanas para seguridad de las personas. La configuración del sistema de puesta a tierra será PAT-I.

Para la zona del proyecto se ha considerado un nivel isocerámico menor de 30, la puesta a tierra se instalarán cada 8 estructuras, así como en todos los seccionamientos y derivaciones.

En las descargas directas de rayo a la línea, la protección será efectuada por el recloser de la subestación de potencia.

Para subestaciones de distribución, la configuración del sistema de puesta a tierra serán PAT-1, PAT-2 y PAT-3 (las características se muestra en las láminas de detalle), con la finalidad de obtener resistencia de puestas a tierra adecuada a la potencia del transformador.

La sección mínima del conductor de puesta a tierra, será 16 mm<sup>2</sup>, correspondiente para un conductor de cobre. Solamente en la zona Urbana de la ciudad de Iquitos se utilizará el conductor de cobre de 25 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 2.4.6.2 Redes Secundarias

##### Demanda de potencia de cargas de servicio particular

La calificación eléctrica de servicio particular, se ha determinado analizando los resultados del estudio de mercado eléctrico y los valores establecidos para el sector de Distribución típico 5.

Para la clasificación de localidades se ha tenido en cuenta su grado de desarrollo socioeconómico, acceso a las vías de comunicación y configuración urbana, entre otros, y con estas premisas se ha clasificado en dos tipos de localidades:

##### Localidades tipo A

Localidades capitales de distrito, que tienen una configuración urbana y definida las calles y plazas principales. La calificación asignada es de 250 W por lote (Barrio Florido y Mazán).

### Localidades tipo B

Son grupos de viviendas situadas en áreas rurales que no presentan aún configuración urbana o es incipiente. Las viviendas están generalmente situadas a lo largo de carreteras, caminos de herradura o dentro de predios privados. La calificación asignada es de 200 W por lote.

Sobre la base del estudio de mercado y las normas existentes se ha definido la calificación eléctrica para el diseño de redes de distribución secundaria. De los resultados del estudio de mercado eléctrico se ha obtenido la máxima demanda no coincidente por abonado.

El factor de simultaneidad para cargas de servicio particular es:

$$FS = 0,50$$

### Cargas de alumbrado público

Las localidades que presentan configuración urbana definida, compuesta de plaza y calles, tendrán carga de alumbrado público. Pero estarán restringidas a la plaza principal, calles importantes y en la ubicación de las subestaciones de distribución.

Las lámparas de alumbrado a instalarse tendrán las características que se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 7 – Lámparas de Alumbrado Público

Tipo de Lámpara	Potencia (W)	Pérdidas (W)	Potencia Total (W)
Vapor de Sodio	50	8,00	58,00
Vapor de Sodio	70	10,00	80,00

El factor de simultaneidad para alumbrado público es  $FS = 1$ .

#### Cargas especiales

La calificación eléctrica para las cargas especiales ha sido determinada por tipo de carga y teniendo en cuenta el grado de desarrollo socioeconómico de las localidades integrantes del Proyecto.

#### Caída de tensión

La caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7,0% de la tensión nominal, es decir:

- Redes 440/220 V 30,8V
- Redes 380/220 V 26,6V
- Redes 220 V 15,4V

#### Factor de Potencia ( $\cos\phi$ )

- Para cargas de servicio particular 1,00
- Para cargas de alumbrado público 0,90

#### Factor de simultaneidad

- Cargas de servicio particular 0,5
- Cargas de alumbrado público 1,00

#### Resistencia de puesta a tierra

El valor de la resistencia de puesta tierra del conductor neutro en los puntos más desfavorables, estando conectado todo el sistema de puesta a tierra, no deberá superar los siguientes valores:

- Sistema monofásico 440/220 V 10 Ohm



Cuadro N° 8 – Valores mínimos de resistencia de aislamiento

Subsistema de Distribución Secundaria y Red de Alumbrado Público		
Tipo de condiciones	Subsistema de Distribución Secundaria	Redes Alumbrado Público
Condiciones normales		
- Entre fases	50 MΩ	50 MΩ
- De fase a tierra	20 MΩ	20 MΩ
Condiciones húmedas		
- Entre fases	20 MΩ	20 MΩ
- De fase a tierra	10 MΩ	10 MΩ

## **CAPITULO 3**

### **CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

#### **3.1 ALCANCE**

Los cálculos eléctricos y mecánicos que forman parte de este documento corresponden a las líneas y redes primarias de 22,9 kV, con conductor desnudo de aluminio y para las redes secundarias en 380-220 V y 440-220 V, con conductor autoportante con portante de aleación de aluminio desnudo.

#### **3.2 NORMAS APLICABLES**

Los criterios a emplear en el diseño de líneas, redes primarias y secundarias se regirán principalmente por las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad – Suministro<sup>3</sup>.
- Ley de Concesiones Eléctricas<sup>4</sup>.
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas<sup>5</sup>.
- Norma DGE: Especificaciones Técnicas de Montaje de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural<sup>6</sup>.

<sup>3</sup> Aprobado por Resolución Ministerial N° 366–2001-EM/VME, vigente a partir del 1 de julio de 2002.

<sup>4</sup> Decreto Ley N° 25844, vigente a partir del 5 de diciembre de 1992.

<sup>5</sup> Decreto Supremo N° 009-93-EM, modificado mediante Decreto Supremo N° 018-2007-EM (publicado el 24 de marzo del 2007).

<sup>6</sup> Resolución Directoral N° 016-2003-EM/DGE.

- Norma DGE: Norma DGE: Alumbrado de Vías Públicas en Áreas Rurales <sup>7</sup>.
- Norma DGE: Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural <sup>8</sup>.
- Norma DGE: Especificaciones Técnicas de Montaje de Redes Secundarias con Conductor Autoportante para Electrificación Rural <sup>9</sup>.
- Norma DGE: Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Redes Secundarias para Electrificación Rural <sup>10</sup>.
- Norma DGE: Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural <sup>11</sup>.
- Norma DGE: Bases para el Diseño de Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación Rural <sup>12</sup>.
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Sistemas Eléctricos para tensiones entre 1 y 36 kV- Media Tensión), vigentes.
- Resoluciones Ministeriales (relativo a Redes de Distribución Secundaria), vigentes.

---

<sup>7</sup> Resolución Directoral N° 017-2003-EM/DGE.

<sup>8</sup> Resolución Directoral N° 018-2003-EM/DGE.

<sup>9</sup> Resolución Directoral N° 020-2003-EM/DGE.

<sup>10</sup> Resolución Directoral N° 025-2003-EM/DGE.

<sup>11</sup> Resolución Directoral N° 026-2003-EM/DGE.

<sup>12</sup> Resolución Directoral N° 031-2003-EM/DGE.

Asimismo, se ha tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- IEC (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION)
- NESC (National Electrical Safety Code)
- RUS BULLETIN 1724E-200 (Rural Utilities Service)
- VDE 210 (Verband Deutscher Electrotechniker)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- CIGRE (Conference International des Grands Resseaux Electriques)
- ANSI (American National Standard Institute)

### **3.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS Y REDES PRIMARIAS**

En el presente proyecto se desarrolló el Pequeño Sistema Eléctrico con el nivel de tensión nominal trifásico y Monofásico de 22,9 kV de las siguientes características:

Línea Primaria: 41.88 Km.

Distribuidos de la siguiente manera:

22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 150 mm <sup>2</sup> AAAC	32,36 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 120 mm <sup>2</sup> AAAC	5,72 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 50 mm <sup>2</sup> AAAC	1,81 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 120 mm <sup>2</sup> Subacuático	0,40 km
22,9 kV Monofásico - calibre 2 x 25 mm <sup>2</sup> AAAC	1,59 km

Red Primaria Zona Urbana de Iquitos: 2.58 Km.

Distribuidos de la siguiente manera:

22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 150 mm <sup>2</sup> AAAC	2,16 km
--	---------

22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 25 mm <sup>2</sup> AAAC	0,09 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3-1x120 mm <sup>2</sup> N2XSY	0,33 km

Red Primaria Zona Comunidades: 4.97 Km.

Distribuidos de la siguiente manera:

22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 50 mm <sup>2</sup> AAAC	0,26 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 35 mm <sup>2</sup> AAAC	0,53 km
22,9 kV Trifásico - calibre 3 x 25 mm <sup>2</sup> AAAC	2,30 km
22,9 kV Monofásico - calibre 2 x 25 mm <sup>2</sup> AAAC	1,88 km

### 3.4 REDES PRIMARIAS

#### 3.4.1 Distancias mínimas de seguridad

##### 3.4.1.1 Distancia de seguridad horizontal entre los conductores en los soportes para el mismo circuito y diferentes circuitos

Según CNE (Tabla N° 235-1)

Para tensiones mayores a 11 kV: 0,40 m + 0,01 m/kV en exceso de 11 kV.

Para la tensión = 22,9 kV se tiene:

$$d = 0,40 \text{ m} + 0,01 \times 11,9 \text{ m}$$

$$d = 0,52 \text{ m}$$

Para el proyecto se considera la separación mínima de **0,70 m**.

##### 3.4.1.2 Distancia de seguridad vertical entre conductores en los soportes

Según CNE (Tabla N° 235-5):

Para Tensiones mayores a 11 kV:

$$d = 0,80 \text{ m} + 0,01 \text{ m/kV en exceso de 11 kV}$$

$$d = 0,80 \text{ m} + 0,01 \times 11,9 \text{ m}$$

$$d = 0,92 \text{ m}$$

Para el proyecto se considera la separación mínima de **1,00 m** normalizado.

3.4.1.3 Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones

Se consideran las distancias descritas en la tabla N° 234-1, para niveles de tensión mayores de 750 V a 23 KV, del CNE el cual se adjunta en los anexos.

3.4.1.4 Distancia Vertical de conductores sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua

Cuando los conductores recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino, se consideran las distancias descritas en la tabla N° 232-1 del CNE, el cual se adjunta en los anexos.

3.4.1.5 Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o Árboles Aislados

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles: 2,5 m
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales: 0,5 m

Nota: Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura y las distancias radiales se determinarán a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento. Las distancias radiales podrán incrementarse cuando haya peligro que los árboles caigan sobre los conductores.

3.4.1.6 Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra

$$D = 0,25 \text{ m}$$

3.4.1.7 Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

$$D = 0,0076 \times U \times FC + 0,65\sqrt{f}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases, kV

FC = Factor de corrección por altitud

f Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, m

La separación horizontal a mitad de vano ha sido será verificada, a fin de mantener el espaciamiento eléctrico mínimo exigido. Esta distancia de separación es uno de los factores que limita la longitud del vano, especialmente donde existe cambio de configuración de armados.

Notas:

Cuando se trate de conductores de flechas diferentes, sea por tener distintas secciones o haberse partido de esfuerzos EDS diferentes, se tomará la mayor de las flechas para la determinación de la distancia horizontal mínima.

Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre las presiones dinámicas de viento sobre los conductores más cercanos, la distancia D no sea menor que 0,20 m.

3.4.1.8 Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

- Para vanos hasta 100 m 0,70 m
- Para vanos entre 101 y 300 m 1,00 m
- Para vanos entre 301 y 600 m 1,20 m
- Para vanos mayores a 600 m 2,00 m

En estructuras con disposición triangular de conductores, donde dos de estos armados estén ubicados en un plano horizontal, solo se ha tomado en cuenta la separación horizontal de conductores si es que el conductor superior central se encuentra a una distancia vertical igual o superior a 1,0 m.

Para el caso de combinación de estructuras, entre una con disposición triangular y otra con disposición vertical, se ha verificado que la separación mínima vertical entre conductores, en cualquier punto del vano, no sea inferior a 0,6 m, de acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001.

3.4.1.9 Distancia horizontal mínima entre conductores de diferentes circuitos

En caso sea necesario, se aplicará la misma fórmula consignada en el ítem c):

Para la verificación de la distancia de seguridad entre dos conductores de distinto circuito debido a una diferencia de 40% de las presiones dinámicas de viento, deberá aplicarse las siguientes fórmulas:

$$D = 0,0076 \times U \times FC$$

Pero no menor que 0,20 m

Donde:

U = Tensión nominal entre fases del circuito de mayor tensión,  
en kV

FC = Factor de corrección por altitud

#### 3.4.1.10 Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos

Esta distancia se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1,20 + 0,0102 \times FC \times (kV_1 - kV_2 - 50)$$

Donde:

kV<sub>1</sub>= Máxima tensión entre fases del circuito de mayor tensión,  
en kV

kV<sub>2</sub>= Máxima tensión entre fases del circuito de menor tensión,  
en kV

Para líneas de 22,9 kV y 22,9/13,2 kV, esta tensión será 25 kV

FC = Factor de corrección por altitud

La distancia vertical mínima entre líneas de 22,9 kV y líneas de menor tensión será de 1,00 m.

En el Proyecto cruza una red primaria en 10 kV

$$D = 1,20 + 0,0102 \times 1 \times (25 - 12 - 50)$$

$$D = 1,20 + 0,0102 \times (-37)$$

$$D = 0,83 \text{ m}$$

Se tomará la distancia mínima de **1,00 m**.

### 3.4.2 Cálculos Eléctricos

#### 3.4.2.1 Cálculo de caída de tensión

Los cuadros del cálculo de caída de tensión se adjuntan en los anexos.

#### 3.4.2.2 Selección y descripción del aislamiento

##### Aislamiento necesario por contaminación

Esta solicitud determina la longitud de la línea de fuga requerida en el aislamiento. El área del proyecto se caracteriza por ser una zona alejada del mar, con altitud menor de 1000 msnm, expuesta a vientos máximos de 45 km/h, con descargas atmosféricas y lluvias frecuentes, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

Según recomendaciones de la Norma IEC 815, la zona del proyecto tiene un nivel de contaminación ligero, por lo que se selecciona el Nivel I-Ligero, al cual corresponde una distancia de fuga de 16 mm/kV fase-fase, (Norma IEC 815: Recomendaciones para distancia de fuga en aisladores para ambientes contaminados), entonces para la tensión máxima de 25 kV obtenemos una línea de fuga total de **400 mm**.

##### Aislamiento necesario por sobrevoltaje a Frecuencia Industrial en Seco

La tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase tierra recomendado según la Norma DGE “Bases para el Diseño de líneas y Redes Primarias”, es:  $V_{fi} = 50 \text{ kV}$

### Aislamiento necesario por Sobretensiones de Impulso

La tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra recomendado según la Norma DGE “Bases para el Diseño de líneas y Redes Primarias”, es:  $V_i = 125 \text{ kV}$

#### 3.4.2.3 Cálculo, selección y configuración del sistema de puesta a tierra

##### Cálculo del sistema de puesta a tierra para líneas y redes primarias

###### Tipo PAT-1

$$R_{PAT-1} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \text{Ln} \left[ \frac{4 \times l}{1,36 \times d} + \frac{2 \times H + l}{4 \times H + l} \right]$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad eléctrica del terreno (ohm-m)

$l$  = Longitud de la jabalina (m)

$d$  = Diámetro de la jabalina (m)

$H$  = Profundidad de enterramiento (m)

##### Cálculo del sistema de puesta a tierra para subestaciones de distribución

Tipo PAT-2 Este sistema de PT esta constituido por 2 sistemas PAT-1, separados a una distancia horizontal entre varillas de 3 m y unidas entre sí mediante conductor de cobre recocido de 16 mm<sup>2</sup>. La resistencia de puesta a tierra se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{PAT-2} = \frac{R_{PAT-1}}{2} \times \left[ 1 + \frac{l}{a \times \text{Ln} \left( \frac{4 \times l}{d} \right)} \right]$$

Donde:

$l$  = Longitud de la jabalina (m)

$d$  = Diámetro de la jabalina (m)

Tipo PAT-3 Este sistema de PT esta conformado por 3 sistemas PAT-1 instalados en forma triangular (El tercer electrodo se instalará en la calzada, de no ser posible esta configuración se instalarán alineados en línea recta los 3 electrodos), separados a una distancia horizontal entre varillas de 3 m, y unidas entre sí mediante conductor de cobre recocido de 16mm<sup>2</sup>. La resistencia de puesta a tierra se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_{PAT-3} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times 3 \times l} \times \left[ \operatorname{Ln}\left(\frac{4 \times l}{b}\right) - 1 + \frac{l}{D} \left[ \frac{1}{\operatorname{Sen}\left(\frac{\pi}{3}\right)} + \frac{1}{\operatorname{Sen}\left(\frac{2\pi}{3}\right)} \right] \right]$$

Donde:

$\rho$  = Resistividad eléctrica del terreno (ohm-m)

$l$  = Longitud de la jabalina (m)

$b$  = Radio de la varilla (8 mm)

$D$  = Diámetro del anillo formado por las tres varillas (3,46 m)

En las Láminas de Detalle se muestran los sistemas de puesta a tierra.

### 3.4.3 Cálculos mecánicos

#### 3.4.3.1 Cálculo mecánico de conductores

Los cálculos mecánicos de conductores permiten determinar los esfuerzos máximos y mínimos para el conductor en las diferentes

hipótesis que se plantean de tal forma poder diseñar adecuadamente las estructuras.

Las características de los conductores utilizados se muestran a continuación:

Cuadro N° 9 – Características de los conductores

Nombre	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Diámetro mm	Coefficiente de dilatación 1/°C	Peso unitario Kg./m	Tiro de rotura Kg.	Módulo de elasticidad Kg./mm <sup>2</sup>	N° de hilos
AAAC 25 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	25	6.3	0.000023	0.067	754.59	6 200	7
AAAC 50 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	50	9.0	0.000023	0.135	1 509.18	6 200	7
AAAC 70 mm <sup>2</sup>	Aleación de aluminio	70	10.5	0.000023	0.181	2 112.85	6 200	19

Para definir las hipótesis de cálculo mecánico de conductores, se ha tomado información del SENAMHI de las estaciones meteorológicas de El Maronal, Pucallpa y Tingo María, INEI, Mapa Eólico del Perú y el CNE.

Cuadro N° 10 – Información meteorológica

Descripción	Senamhi - INEI	Mapa Eólico	CNE	Seleccionado
Velocidad Máxima del viento	50.4 Km./h	65 Km./h	90 Km./h	75 Km./h
Temperatura mínima	14.5 °C	-	-	10 °C
Temperatura máxima	37.2 °C	-	-	50 °C (*)

Nota: (\*) Se incluye 10°C por efecto Creep

Las Hipótesis de cálculo mecánico de conductores se han definido de la siguiente manera:

Cuadro N° 11 – Hipótesis de cálculo mecánico

Hipótesis	I Templado	II Esfuerzo Máximo	III Flecha Máxima	IV Condición de Falla
Temperatura (°C)	25	10	50	25
Velocidad del viento (Km./h)	S/V	75	S/V	35
Esfuerzo de templado	18%	40% máx.	40% máx.	18%

Los conductores de las redes primarias se templarán con el mismo tiro máximo empleado para la línea primaria (18% del tiro de rotura).

Para efectuar los cambios de estado se ha empleado un programa de cómputo que utiliza el método exacto de cálculo.

#### 3.4.3.2 Cálculo de amortiguadores

La vibración de los conductores de las líneas primarias aéreas, bajo la acción del viento conocida como “vibración eólica” puede causar fallas por fatiga de los conductores en los puntos de soporte.

De los diferentes tipos de vibraciones eólicas, la más común es la resonante. La vibración resonante ocurre en los cables de las líneas aéreas sin cambio apreciable de su longitud de modo que los puntos de apoyo permanecen casi estacionarios. Estas vibraciones son ondas estacionarias de baja amplitud y alta frecuencia.

El esfuerzo flexor que estas vibraciones producen en los puntos de apoyo, combinando con la tracción estática en el cable, el roce en los alambres de cable y el roce con los accesorios de soporte, puede

producir una falla por fatiga en los alambres del cable después de un cierto tiempo.

Las vibraciones resonantes se producen por vientos constantes de baja velocidad a través de los conductores.

Normalmente vientos menores de 3 km/hora no producen vibraciones resonantes y los mayores de 25 km/hora tienden a producir ráfagas.

Los vientos turbulentos producen diferentes frecuencias en los conductores y las vibraciones no se mantienen por interferencia de las diferentes frecuencias. Vientos de baja velocidad interrumpidos por edificios, árboles o montañas se transforman en turbulentos y normalmente no tienden a iniciar vibraciones, que es el caso de la zona de estudio.

Las vibraciones resonantes se reducen por el uso de:

Varillas de armar: Con este refuerzo se reduce la amplitud de las vibraciones debido al aumento del diámetro del conductor. Registros comparativos indican que reduce la amplitud de las vibraciones de 10 a 20%.

Amortiguadores: La utilización de los amortiguadores stockbridge está basada en aplicaciones prácticas y recomendaciones que da el fabricante. La formulación que determina los espaciamientos de los amortiguadores es la siguiente:

$$A = 0,0013 \times D \times \sqrt{c} \quad B = 0,0026 \times D \times \sqrt{c} \quad C = 0,0039 \times D \times \sqrt{c}$$

Donde:

D : Diámetro del conductor o cable de guarda (mm)

c : Parámetro de la catenaria en la hipótesis de templado (m)

A, B y C : Distancias (m) de separación de los amortiguadores al borde de la grapa de suspensión o anclaje.

Se obtiene:

Cuadro N° 12 – Distancias de separación de los amortiguadores

Hipótesis	A (m)	B (m)	C (m)
Conductor AAAC 70 mm <sup>2</sup>	0,63	1,25	1,88
Conductor AAAC 50 mm <sup>2</sup>	0,52	1,05	1,57
Conductor AAAC 25 mm <sup>2</sup>	0,37	0,74	1,11

### 3.4.3.3 Cálculo mecánico y prestaciones de estructuras-retenidas

Los cálculos se realizan de manera que las estructuras utilizadas en las redes y líneas primarias, sean adecuadas para soportar a los conductores y a los requerimientos mecánicos que se les solicite.

Adicionalmente al cálculo propio de las estructuras se determina las retenidas requeridas para los distintos armados a utilizar en el proyecto.

Fórmulas aplicables:

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = Pv \times d \times \phi_c \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2 \times Tc \times \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = T_c \times (\sum h_i)$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura:

$$MVP = \frac{[P_v \times h_i^2 \times (D_m + 2D_o)]}{600}$$

Momento torsor debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_t = \left( R_c \times T_c \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right) \times B_c$$

Momento flector debido a la rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$M_f = \left( R_c \times T_c \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right) \times h_i$$

Momento total equivalente por rotura del conductor:

$$MTE = \frac{M_f}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{M_f^2 + M_t^2}$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (W_c \times L \times K_r + WCA + WAD) \times B_c$$

Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total para hipótesis de rotura del conductor en extremo de cruceta:

$$MRF = MVC + MTC + MTE + MVP$$

Momento total en estructuras terminales:

$$MRN = MTC + MVP$$

Donde:

$P_v$  = Presión del viento sobre superficies cilíndricas, en Pa.

$d$  = Longitud del vano-viento, en m

$T_c$  = Carga del conductor, en N

$\Phi_c$  = Diámetro del conductor, en m

$\alpha$  = Angulo de desvío topográfico, en grados

$D_o$  = Diámetro del poste en la cabeza, en cm

$D_m$  = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm

$h_l$  = Altura libre del poste, en m

$h_i$  = Altura de la carga  $i$  en la estructura con respecto al terreno, en m

$h_A$  = Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m

$B_c$  = Brazo de la cruceta, en m

$R_c$  = Factor de reducción de la carga del conductor por rotura: 0,5  
(según CNE)

$W_c$  = Peso del conductor, en N/m

$W_{CA}$  = Peso del aislador tipo Pin, en N

$W_{AD}$  = Peso de un hombre con herramientas, igual a 980 N

Se verificó que las estructuras y las retenidas cumplan con los factores de seguridad para condiciones normales y de falla que se mencionan a continuación:

Cuadro N° 13 – Factores de seguridad

Material	Hipótesis Normal	Hipótesis de falla
Postes de concreto	2,0	1,5
Retenidas de fierro galvanizado	2,0	-

#### 3.4.3.4 Cálculo de cimentación de postes

Para el cálculo de las cimentaciones utilizaremos el método de Valensi y el método de Sulberger. Son métodos sencillos que nos permitirá determinar las dimensiones de las fundaciones.

Para nuestro caso consideramos que el poste está empotrado en un macizo de concreto, cuyas dimensiones y peso le dará la estabilidad necesaria para resistir la acción de una fuerza F que tratará de volcarlo.

##### Método de Valensi:

La cara AB del macizo se halla sometida al empuje pasivo R1, mientras que la cara CD recibe el empuje activo R2. Ambos empujes están aplicados en el tercio de “t”.

Momento resultante de la acción de terreno:

$$M = \frac{t \times R_1}{3} - \frac{t \times R_2}{3} = \frac{bL\gamma^3}{6} \times \left[ \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) - \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \right] \dots\dots\dots I$$

Estabilidad propia del conjunto:

$$\frac{P}{2} \times \left( L - \frac{4 \times P}{3L\sigma} \right) \dots\dots\dots II$$

De I y II se tiene:

Momento resistente:

$$M_r = \frac{bL\gamma t^3}{6} \times \left[ \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left( \frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \right] + \frac{P}{2} \times \left( L - \frac{4 \times P}{3L\sigma} \right)$$

Momento de vuelco  $M_d = F \times (h + t) + F_s \times t$

Momento de equilibrio  $M_r \geq M_d$

Donde:

L = Longitud de la cimentación.

$\gamma$  = Densidad de terreno.

t = Profundidad de la cimentación.

$\phi$  = Angulo de fricción interna.

$\sigma$  = Presión máxima admisible.

P = Carga vertical total.

F = Carga de trabajo (Ct)

h = altura útil de poste (Hu)

Fs= Fuerza de sismo

Método de Sulzberger:

Cuando se trata de terrenos sueltos sin cohesión (arena) , el eje de rotación del macizo por la acción de F coincide con el punto O centro de gravedad y geométrico de aquél. Si los terrenos considerados son plásticos, el eje de rotación se hallará en O', cuyas

coordinadas, según la citada figura, son:  $1/4 b$  y  $2/3 t$ . Finalmente si el terreno es muy resistente, el eje de rotación estarán en el punto O”, es decir, casi al fondo de la excavación o de la base del macizo. Se comprobó, asimismo, que la resistencia específica de los terrenos ala compresión a lo largo de las paredes verticales, varía en razón directa de la profundidad, que depende de la clase de terreno y del grado de humedad del mismo, y también que la citada resistencia debajo del macizo debe tener un valor menos igual a la resistencia sobre las paredes verticales de la misma profundidad.

Partiendo de estos datos, el Ingeniero Sulzberger, de la Comisión Federal Suiza, propone las siguientes bases:

- El macizo en cuestión puede girar un ángulo  $\alpha$ , definido por  $\text{tg } \alpha = 0,01$ , sin que haya que tener en cuenta la variación del coeficiente que caracteriza el terreno. (Esta condición es, por otra parte, exigida en nuestro Reglamento del 23 de febrero de 1949 sobre Líneas Eléctricas, en cuyo artículo 27, apartado 2º, que trata de las cimentaciones de los apoyos, prescribe: “En ningún caso se admitirá un ángulo de giro cuya tangente sea superior a 0,01 para llegar a las reacciones estabilizadoras del terreno”).
- El terreno se comporta como un cuerpo más o menos plástico y estático y por ello los desplazamientos del macizo dan origen a reacciones que les son sensiblemente proporcionales.

- La resistencia del terreno es nula en la superficie y crece proporcionalmente con la profundidad de la excavación.
- No se toman en consideración las fuerzas de rozamiento porque existe indeterminación con respecto a la cuantía de las mismas.

Sobre las bases expresadas, Sulzberger ha establecido unas fórmulas que se aplican para determinar las dimensiones de las fundaciones de los apoyos en los que verifica que  $h/t > 5$  y que se hallan sometidos a un esfuerzo paralelo a un eje de simetría, y montados en terrenos medios y plásticos.

Supondremos el caso de que el macizo tenga forma rectangular, en la que aparecen los empujes laterales (curvas parabólicas) y la presión del macizo sobre la base del terreno (de forma lineal).

De la representación anterior se deduce que el momento de vuelco

M tendrá por valor: 
$$M = F \times \left( h + \frac{2}{3} t \right)$$

Por otra parte  $C_t$  es el coeficiente del terreno de las paredes laterales a la profundidad  $t$ , entendiéndose por tal, el esfuerzo necesario en kg, para hacer penetrar en el terreno, a 1 cm de profundidad, una placa de 1 cm<sup>2</sup> de superficie, y  $C_b$  representa el coeficiente del terreno en el fondo de la excavación. El ángulo que puede girar el macizo por efecto de la fuerza  $F$ , es  $\alpha$ , y  $\sigma$  la presión máxima sobre el terreno, que tendrá por valores:

$$\sigma_3 = C_i \times \left(\frac{t}{3}\right) \times \operatorname{tg} \alpha \quad \sigma_2 = \frac{\sigma_3}{3} \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{(2 \times C_b \times P \times \operatorname{tg} \alpha)}{b}}$$

La ecuación de Sulzberger es, por lo tanto:

$$M = \frac{b \times t}{36} \times C_i \times \operatorname{tg} \alpha + P \times a \left[ \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2 \times a^2 \times b \times C_b \times \operatorname{tg} \alpha}} \right]$$

Simplificando:

$$M = \frac{b \times t^3}{36} \times C_i \times \operatorname{tg} \alpha + P \left[ \frac{a}{2} - 0,47 \sqrt{\frac{P}{2 \times b \times C_b \times \operatorname{tg} \alpha}} \right]$$

En el cual el primer término del segundo miembro representa el momento debido a la acción lateral del terreno, es decir, M1, y el segundo término es el momento de las cargas verticales, M2.

Resulta pues:

$$M = \frac{(M_1 + M_2)}{K}$$

Siendo,  $\operatorname{tg} \alpha = 0,01$  ( $\alpha = 34'11''$ ) puede admitirse que:  $M \approx 0,4 Pa$

El coeficiente K está comprendido ente 1 y 1,5; cuando  $M1 = 0,4 M2$ , el valor K es 1,2; por consiguiente como primer tanteo para comprobar la estabilidad del macizo puede emplearse la fórmula aproximada:

$$M = \frac{C_i \times b \times t^3}{36} \times 0,01 + 0,4 Pa$$

(K = 1,2)

Analizaremos el poste con cimentación tipo CM2 con los siguientes datos:

Material	aluminio
Sección	50 mm <sup>2</sup>
Diámetro (φ)	9 mm
Peso unitario del conductor	1,323 N/m
Velocidad del viento (Pv)	75 km/h
Presión del viento (Pv)	231,5 N/m <sup>2</sup>
Fuerza del viento en el poste	483,2 N
Altura de aplicación de fuerza conductor 1	10,36 m
Altura de aplicación de fuerza conductor 2	10,91 m
Altura de aplicación de fuerza conductor 3	10,36 m
Longitud del aislador	310 mm
Diámetro de aislador	245 mm
Vano viento (Vv)	260 m
Vano peso	325 m
Peso del poste	8 820 N
Peso cruceta	343 N
Peso operario	980 N
Peso Extra	980 N
Peso de aislados	117 N

Cargas transversales

Fuerza de viento en el conductor:

$$F_v = V_v \times P_v \times \varphi \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

$$F_v = 260 \times 231,5 \times \frac{9}{1000} \times \cos\left(\frac{0}{2}\right) = 541,7N$$

Fuerza de viento en aislados

$$F_c = P_v \times h \times \varphi = \frac{231,5 \times 310 \times 245}{1000 \times 1000} = 17,6N$$

Fuerza total en el conductor

$$F_{tc} = 541,7 + 17,6 = 559,4N$$

### Cargas Verticales

$$\text{Carga Vertical total} = 325 \times 1,323 + 8\ 820 + 343 + 9801 + 980$$

$$\text{Carga Vertical total} = P = 12\ 531\ N$$

### Momento total de vuelco

$$M_{to} = 559,4 \times 10,36 \times 2 + 559,4 \times 10,91 + 483,2 \times 4,56$$

$$M_{to} = 19\ 894\ N\cdot m$$

$$\text{Fuerza equivalente en la punta} = \frac{M_{to}}{10,5 - 0,1} = \frac{19894}{10,4} = 1912,8N$$

Cálculo de la fuerza por sismo

$$F = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

Z = factor de zona

U = factor de uso

S = factor de suelo

C = coeficiente sísmico

R<sub>d</sub> = factor de ductibilidad

P = peso de la estructura

Para nuestro caso :

Z = 0,7                      Zona II

U = 13                      Categoría B

S = 1,4                      Suelo III

$$Rd = 4$$

$$C = \frac{0,8}{\frac{T}{T_s} + 1,0} \quad T_s = 0,9$$

$$T = \frac{0,09h}{\sqrt{D}} = \frac{0,09 \times 10,5}{\sqrt{0,9}} = 0,99$$

$$C = \frac{0,8}{\frac{0,99}{0,9} + 1} = 0,38$$

$$C = 0,38$$

$$F = \frac{0,7 \times 1,3 \times 1,4 \times 0,38}{4} \times P$$

$$F = 0,12 \times P$$

$$F = 0,12 \times 12531 = 1516,6N$$

### Cálculo de bloque

#### Método de Sulzberger

Momento de vuelco:

$$1912,8 \times \left( 10,5 + \frac{2}{3} \times 1,6 \right) + 1516 \times \frac{2}{3} \times 1,6$$

Momento de vuelco:

$$M = 23741 \text{ N-m}$$

$$M = \frac{\left( ct \times \frac{L}{36} \times t^3 \times 0,01 + 0,4 \times P \times L \right)}{K}$$

$$M = \frac{\left( ct \times \frac{L}{36} \times t^3 \times 0,01 + 0,4 \times (12531 + Wc) \times L \right)}{K}$$

$$Ct = 4,5 \text{ kg /cm}^3$$

$$23741 = \frac{\left(4,5 \times \frac{9,81}{36} \times 1003 \times 1,63 \times 0,01 + 0,4 \times (12531 + Wc) \times L\right)}{K}$$

$$23741 = \frac{(50227,2 + 0,4 \times (12531 + Wc) \times L)}{K}$$

$$23741 = \frac{(50227,2 + 0,4 \times (12531 + 1,6 \times L^2 \times 2400 \times 9,81) \times L)}{K}$$

$$25640,28 = (50227,2 + 0,4 \times (12531 + 1,6 \times L^2 \times 2400 \times 9,81) \times L)$$

$$38460,42 = (55239 + 15068L^2 \times L)$$

$$L = 0,65$$

Redondeando L=0,70 m

#### Método de Valensi

$$M \leq \frac{P}{2} + \left(L - \frac{4P}{3L\sigma}\right) + \frac{L\gamma^3}{6} + \left[ \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) - \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) \right]$$

$\gamma$  = peso específico del terreno

$\sigma$  = Capacidad Portante

$\varphi$  = ángulo de fricción interna

M = Momento de vuelco

$$M = 1912,8 \times (10,4 + 1,6) + 1515 \times 1,6 \quad \Rightarrow M = 25\,570,48 \text{ N-m}$$

$$\varphi = 22^\circ \quad \Rightarrow \quad \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + 11\right) = 2,19 \quad \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - 11\right) = 0,45$$

$$\gamma = 16\,677 \text{ N/m}^3$$

$$\text{Para } L = 0,7 \text{ m} \quad M \leq 17\,974$$

$$\text{Para } L = 0,75 \text{ m} \quad M \leq 20\,074$$

$$\text{Para } L = 0,87 \text{ m} \quad M \leq 26\,600 \Rightarrow L = 0,85$$

Utilizaremos el método de Sulzberger para el cálculo de las cimentaciones por ser el más real, y permite conseguir un ahorro considerable en el volumen del macizo de concreto.

Utilizando el método de Sulzberger para las diferentes condiciones de carga y terreno obtenemos los siguientes valores:

Cuadro N° 14 – Resultado del cálculo de cimentaciones

Descripción	Unid	CM1	CM2	CM3
Longitud del poste	m	12	12	13
Longitud de empotramiento	m	1,5	1,5	1,6
Prof. de cimentación	m	1,6	1,6	1,7
Carga de trabajo	N	2000	2000	2000
Peso del poste	N	12740	12740	14400
Peso de conductores	N	600	600	600
Peso de aisladores	N	235	235	235
Carga vertical total	N	15575	15575	17235
Densidad del terreno	N/m <sup>3</sup>	16667	16667	16667
Ángulo de tierras	°	22	22	22
Capacidad portante	N/m <sup>2</sup>	78400	78400	78400
Lado del macizo	m	0,80	0,90	0,80

#### Cálculo del bloque de retenida

El objetivo de este diseño es mostrar paso a paso, la metodología para el diseño indicado.

En todo diseño del bloque de anclaje, las variables son la carga máxima en el cable de la retenida, el ángulo que hace el cable de la retenida con la horizontal y el tipo de suelos.

Obtenidas estas variables, se procede al cálculo siguiente:

$F = 21070 \text{ N}$  (la máxima carga que transmitirá la retenida al anclaje)

$I = 16,6 \text{ k N/m}^3$  (densidad del suelo)

$\mu = 0,3$  (coeficiente de fricción)

El ángulo que hace el cable de la retenida con la horizontal es de  $53^\circ$ .

El dado de anclaje es de  $0,50 \times 0,50 \times 0,20 \text{ m}^3$  (predimensionado), vamos a verificar si estas dimensiones son suficientes.

En el triángulo rectángulo abc:

El ángulo "cab" es igual a  $53^\circ$ , por tener sus lados respectivamente perpendiculares, luego:

"ac" (longitud de a á c) =  $0,50 \times \cos 53^\circ = 0,25 \text{ m}$ .

"cb" (longitud de c á b) =  $0,50 \times \sin 53^\circ = 0,43 \text{ m}$ .

Por lo tanto el área del triángulo abc, es igual a:

$$\frac{1}{2} \times (0,30 \times 0,40) = 0,06 \text{ m}^2$$

La longitud "bf" en el triángulo rectángulo bef es:

$$bf = \frac{2}{\tan 53^\circ} = 1,06 \text{ m}$$

Por tanto la longitud "cf" =  $0,40 + 1,32 = 1,907 \text{ m}$ .

El área del relleno Acuña descontando las áreas de los triángulos de cuadrilátero defc es.- El área del rectángulo defc - área del triángulo abc - área del triángulo bef - área del dado de concreto.-

$$A_{cuña} = 1,907 \times 2,0 - 0,06 - \frac{1}{2} \times 1,32 \times 2 - 0,2 \times 0,5 = 2,33 \text{ m}^2$$

El peso de dicho suelo es  $I \times \text{área del relleno} \times \text{espesor del relleno}$ :

$$\left(1700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 2,33\text{m}^2\right) \times (0,50\text{m} \cdot \text{de} \cdot \text{ancho}) = 19,4\text{kN}$$

El peso del dado de concreto está dado por:

$$(23,5 \text{ kN peso específico del concreto}) \times 0,52 \times 0,2 = 1177 \text{ N.}$$

El peso total es  $W_t = 1980 + 120 = 20,6 \text{ kN}$

En el triángulo rectángulo de fuerzas, donde la fuerza "A" perpendicular a la fuerza "B" y en el ángulo que hacen las fuerzas "Wt" y "B" es de  $60^\circ$  por tener sus lados respectivamente perpendiculares a las rectas "hi" y "gh".

La fuerza  $W_t$  descomponiéndola en sus dos componentes, en la fuerza "A" paralela a la recta "gh" y en "B" la componente perpendicular al plano "gh" (el plano inclinado del ángulo de  $60^\circ$ ).

$$A = 20,6 \times \text{Sen}60^\circ = 16,40\text{kN}$$

$$B = 20,6 \times \text{Cos}60^\circ = 12,40\text{kN}$$

Si el conjunto dado de anclaje y peso del relleno no es suficiente, se libera el viento o cable de la retenida haciendo colapsar a la estructura. Se tomará como factor de seguridad el 50% es decir:

$$Fr / F \geq 1,50$$

La fuerza de fricción, es en todo el contorno de las paredes del relleno (suelo del relleno contra el suelo existente), por lo tanto, la fricción lateral es.-

$$I \times h = 1700 \times 2 = 33,30 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$F1(\text{fuerza} \cdot \text{lateral}) = I \times h \times \text{Acuña} = 77,70\text{kN}$$

$$F1(\text{fuerza lateral}) = I \times h \times \text{Acuña} = 77,70 \text{ kN}$$

$$\mu \times F1 = 0,3 \times 77,70 = 23,30 \text{ kN}$$

$$2 \times \mu \times F1 = 2 \times 23,30 = 46,60 \text{ kN}$$

Según fórmula, la fuerza resistente total Fr, es:

$$Fr = A + (\mu \times B) + 2 \times (\mu \times F1) = 16,4 + 0,3 \times 12,4 + 46,6 = 66,80 \text{ kN}$$

Donde la fuerza "A" = 16,4 kN en el plano "gh", es la fuerza neta que se opone al deslizamiento, la fuerza "B" es la fuerza normal al plano de deslizamiento y su componente en dicho plano es  $\mu B$ , la cual también se opone al deslizamiento por ser una componente de  $W_t$ , y luego tenemos la resistencia por fricción en las dos paredes adyacentes ( $2 \mu F1$ ).

La resistencia a la fricción de la pared del plano "dc", no se considera por ser mínima.

Por lo tanto la relación Fr/R es:

$$\frac{Fr}{F} = \frac{66,8}{21,1} = 3,2 > 1,5 \text{ OK}$$

Las dimensiones de bloque de concreto son suficientes y están de acuerdo a las normas DEP/MEM.

### 3.5 CABLE SUBACUATICO

#### 3.5.1 Peso propio del cable

Las características del cable se muestran en el cuadro N° 15.

Cuadro N° 15 – Características técnicas del cable subacuático

Descripción	Valor
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	3 x 50
Tipo	N2XSER2Y
Voltaje de trabajo (kV)	25
Voltaje nominal (kV)	30
Voltaje máximo (kV)	36
Nivel de Aislamiento (kV)	18/30
Capacidad de corriente enterrado (A)	215
N° de alambres	19
Diámetro del conductor (mm)	8,16
Espesor del aislamiento (mm)	8
Armadura	
Número de alambres	38
Diámetro de los alambres (mm)	3,4
Resistencia a la tracción armadura (mm)	10200
Espesor de la cubierta (mm)	3,6
Diámetro exterior (mm)	83
Peso del conductor (kg/km)	9200
Resistencia eléctrica máxima a.c. a 20° (ohm/km)	0,493
Reactancia inductiva en c.a. 20° (ohm/km)	0,0502
Capacitancia (Uf/km)	0,01407

De la tabla se observa que el peso total del cable es 9.2 Kg. por metro, siendo el peso del cobre contenido en un metro de cable de sólo 1.35 Kg.; entonces, la mayor componente del peso lo aportan los hilos de acero, esto está bien porque cumple con tres propósitos:

- Aporta resistencia mecánica al cable, característica importante en el momento de instalación y ante posible reacomodo del cable una vez instalado.

- Aporta peso, de principal importancia al momento de hundir el cable.
- Al estar distribuido el acero en toda la periferia del cable lo protege mecánicamente.

### 3.5.2 Empuje hidrostático del agua

Según el principio de Arquímedes todo cuerpo sumergido en agua experimenta un empuje vertical ascendente igual al peso del volumen de agua desalojada.

Para el caso del cable este empuje ascendente se calcula mediante la siguiente expresión:

$$E = V \times \rho$$

Donde:

V = El volumen del cuerpo que desaloja al agua

$\rho$  = Densidad del agua = 1 gr / cm<sup>3</sup>

El empuje hidrostático aplicado en el cable sumergido es:

$$E = 5.4 \text{ kg/m}$$

Lo cual significa que el cable pierde casi el 60% de su peso al ingresar al agua, siendo este resultado contraproducente para el montaje.

### 3.5.3 Empuje horizontal del agua

La velocidad de la corriente del agua tiene directa influencia con la fuerza horizontal con la que el agua empuja el cable en toda su sección sumergida. La velocidad de la corriente del río fue determinada por el Servicio de Hidrografía y Navegación de la

Amazonía de La Marina de Guerra del Perú en su valor superficial y subsuperficial, teniendo como valor máximo 1m/seg.

Para el caso del cable este empuje horizontal se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Eh = 0,5 \times C \times \rho \times Vel \times S$$

Donde:

C = Factor que depende de la forma del cuerpo (C = 2)

P = Densidad del agua

Vel = Velocidad de la corriente

S = Sección del cuerpo que se opone a la corriente

El empuje horizontal aplicado al cable sumergido es:

$$Eh = 8.5 \text{ kg por metro.}$$

#### 3.5.4 Diseño de los muertos de concreto

En condiciones normales sin la participación de algún aditamento externo, la carga vertical será  $V = (9.2 - 5.4) = 3.8 \text{ kg/m}$ .

Y la carga horizontal es  $H = 8.5 \text{ kg/m}$

Lo cual significa que el cable se inclinará hacia el fondo con el ángulo:

$$\varphi = \arctan\left(\frac{H}{V}\right)$$

Siendo  $\varphi$  el ángulo que el cable hace con la vertical. Lo óptimo es 0 grados.

Para las condiciones iniciales se calcula un  $\varphi = 66$  grados, valor demasiado elevado que significa que el cable será arrastrado por la corriente, haciendo imposible el tendido controlado.

De lo anterior nace la necesidad de lastrar el cable con la participación de muertos que aumenten la carga vertical, disminuyendo el ángulo de inclinación del cable.

Proponemos un lastre de concreto con dimensiones 0.3 x 0.3 x 0.2 m, cuyo peso se calcula en 40 kg. Pero el lastre también experimenta el empuje hidrostático que se calcula en 18 kg por cada uno. El lastre se instalará por cada metro de cable.

Pero el área 0.3 x 0.2 m del lastre también incrementa el empuje horizontal del agua, el cual se calcula en 6.1 kg.

Resumiendo, la inclusión del lastre resulta en la siguiente distribución de cargas:

$V = \text{Peso propio cable} + \text{Peso lastre} - (\text{empuje cable} + \text{empuje lastre})$

$$V = 9,2 + 40,0 - (5,4 + 18,0) = 25,8 \text{ Kg. / m}$$

$H = \text{Empuje horizontal cable} + \text{empuje horizontal lastre}$

$$H = 8,5 + 6,1 = 14,6 \text{ Kg. / m}$$

Para las condición con lastre se calcula un  $\varphi = 29.5$  grados, valor que significa que en el camino hacia el lecho del río el cable estará en posición más vertical que horizontal, situación favorable para el tendido controlado del cable.

### 3.5.5 Cálculo del tendido

El cable estará sometido a esfuerzos de tracción en forma permanente durante su vida útil y durante el montaje.

Durante la vida útil el cable estará sometido a su peso propio en la bajada de la orilla izquierda y quizá soportando el empuje horizontal durante un movimiento del lecho marino sin que aún alcance la reserva de alivio.

Durante el montaje en la etapa de desenrollado del cable desde su bobina.

#### 3.5.5.1 Peso unitario

El peso unitario tiene dos componentes, una componente en la dirección  $-z$  (vertical) y otra componente en la dirección  $+y$  (corriente). El valor equivalente se calcula con la expresión:

$$W_{oeq}^2 = W_o V^2 + W_o H^2$$

Reemplazando:

$$W_{oeq}^2 = 25,8^2 + 14,6^2$$

$$W_{oeq} = 29,64 \text{ Kg. /m}$$

#### 3.5.5.2 Determinación de la tabla de tendido

Durante el tendido el cable al interior del agua adopta la forma de la catenaria, siendo la flecha medida desde la parte del cable que ya tocó fondo y la que recién sale de la chata (embarcación fluvial).

Entonces, se satisface la ecuación aproximada de la flecha:

$$F = \frac{W_{oeq} \times h}{2T_0} \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

F = Flecha del cable

$W_0 eq$  = Peso unitario equivalente

h = Profundidad del río

$T_0$  = Tiro horizontal del cable

También se satisface la ecuación aproximada de la longitud de la catenaria. Nótese que sólo nos interesa la mitad de la longitud porque la otra mitad ya descansa en el fondo del río:

$$l = 0,5 \times \left( a + \frac{8 \times F}{3a} \right) \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

l = Longitud del cable

F = Flecha del cable

a = Longitud del vano.

Aquí introduciremos una condición de diseño: el cable se tenderá manteniendo la flecha en valor igual a la distancia entre el punto donde el cable toca el fondo del río y la altura de la chata que bota el cable. Matemáticamente hacemos ( $a = 2 h$ ).

Entonces:  $T_0 = W_0 eq \times \frac{h}{2}$

También:  $T_{eq}^2 = T_0^2 + V^2 + H^2$

Con la condición líneas arriba señalada se puede deducir una expresión matemática que relaciona la ubicación de la chata en el eje de tendido (L), con la profundidad del río en ese punto, la

reserva de alivio que se deja de cable y corresponde al 3%, con la longitud total de cable tirado al río. Por lo tanto, controlando la longitud del cable que se suelta al río con la posición de la chata se controla que el cable se asiente en el fondo del río.

$$D = 4,6 + (1 + \%)L + 0,67(h + \Delta)$$

Donde:

D = Longitud de cable a tirar

L = Posición de la chata respecto al hito

h = Profundidad del río en ese punto.

% = Reserva de alivio en porcentaje, 3 %

$\Delta$  = Incremento de nivel al momento del montaje

## 3.6 REDES SECUNDARIAS

### 3.6.1 Puntos de alimentación

Los puntos de alimentación para las redes de servicio particular, alumbrado público y conexiones domiciliarias, serán de los tableros de distribución de las subestaciones de distribución.

### 3.6.2 Demanda de potencia

#### 3.6.2.1 Cargas de Servicio Particular

Para la calificación eléctrica de servicio particular se han agrupado las localidades en 2 sectores sobre la base de su desarrollo relativo y configuración urbana.

#### Localidades tipo I

La calificación asignada es de 250 W por lote.

Son aquéllas que son capitales de distritos o Centros Poblados Urbano-Rurales que presentan configuración urbana definida, compuesta de plaza y calles.

#### Localidades tipo II

La calificación asignada es de 200 W por lote.

Son grupos de viviendas situadas en áreas rurales que no presentan aún configuración urbana o es incipiente. Las viviendas están generalmente situadas a lo largo de carreteras, caminos de herradura o dentro de chacras de los propietarios.

Los Consultores encargados de elaborar o actualizar los proyectos, podrán recomendar y adoptar otros valores de calificación sobre la base de las verificaciones que efectuarán en cada una de los centros poblados.

#### 3.6.2.2 Cargas de Alumbrado Público

Los puntos de iluminación se ubicaran según lo establecido en la Norma DGE de Alumbrado de Vías Públicas vigente para la zona donde se desarrolle el proyecto.

Las lámparas de alumbrado y sus cargas serán las siguientes:

Cuadro N° 16 – Cargas de alumbrado público

Tipo de Lámpara	Potencia de lámpara (W)	Perdidas (W)	Total (W)
Vapor de Sodio	50	10,00	60,00
Vapor de Sodio	70	11,60	81,60
Vapor de Sodio	150	18,60	168,60

### 3.6.2.3 Cargas Especiales

La calificación eléctrica para las cargas especiales se ha determinado por los consultores encargados del diseño de las redes secundarias.

### 3.6.3 Cálculos eléctricos

#### 3.6.3.1 Cálculo de caída de tensión

La fórmula para calcular redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = 0,001KIL$$

Donde:

I = Corriente que recorre el circuito, en A

L = Longitud del tramo, en m

K = Factor de caída de tensión

Para circuitos trifásicos  $K = \sqrt{3} (r_1 \cos \alpha + X_1 \text{ Sen } \alpha)$

Para circuitos monofásicos  $K = 2 (r_2 \cos \alpha + X_2 \text{ Sen } \alpha)$

Los factores de caída de tensión se muestran los anexos.

#### 3.6.3.2 Cálculo de la resistencia eléctrica del conductor

$$r_{40^\circ\text{C}} = r_{20^\circ\text{C}} [1 + \alpha(t_2 - 20)]$$

Donde:

$r_{40^\circ\text{C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 40° C

$r_{20^\circ\text{C}}$  = resistencia eléctrica del conductor a 20 °C

$\alpha$  = Coeficiente de corrección de temperatura 1/°C : 0,0036

$t_2$  = 40 °C

### 3.6.3.3 Cálculo de la reactancia inductiva

$$X_1 = 0,1746 \log\left(\frac{\text{DMG}}{\text{RMG}}\right)$$

Donde:

DMG = Distancia media geométrica

RMG = Radio medio geométrico

CUADRO N° 17

**PARAMETROS Y FACTORES DE CAIDA DE TENSION DE LOS CABLES AUTOPORTANTES**

FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE ( $\Omega$ /Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE ALUMBRADO PUBLICO ( $\Omega$ /Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO ( $\Omega$ /Km)		REACTANCIA INDUCTIVA ( $\Omega$ /Km)		FACTOR DE CAIDA DE TENSION			CAPACIDAD DE CORRIENTE A 40 °C (A)	
	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	A 20 °C	A 40 °C	XL(30)	XL (10)	K (380-220 V)	K(440-220 V)	K(220 VAP)	Cond. Fase	Cond. A.P.
3x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,094	0,123	1,607	-	3,272	102	64
3x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,100	0,116	2,223	-	3,272	83	64
3x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,110	0,110	3,538	-	3,272	64	64
3x35/25	0,868	0,929	-	-	1,38	1,478	0,091	-	1,607	-	-	102	-
3x25/25	1,200	1,285	-	-	1,38	1,478	0,095	-	2,223	-	-	83	-
3x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	0,103	-	3,538	-	-	64	-
2x35+16/25	0,868	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,086	0,114		3,780	3,272	102	64
2x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,093	0,109		3,776	3,272	83	64
2x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,096	0,096	3,538	3,765	3,272	64	64
2x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,096	-	3,765	3,272	64	-
1x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,094	-		3,272	64	-

#### 3.6.3.4 Máxima caída de tensión permisible

La caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 7,0 % de la tensión nominal, según la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico<sup>13</sup> (NTCSE) para zonas rurales, los valores calculados serán:

Sistema 380/220 V : Máxima caída tensión 26,6 V

Sistema 440/220 V : Máxima caída tensión 30,8 V

Sistema 220 V : Máxima caída tensión 15,4 V

#### 3.6.3.5 Factor de potencia (Cos $\phi$ ) :

Para cargas de servicio particular 1,00

Para cargas de alumbrado público 0,90.

#### 3.6.3.6 Factor de simultaneidad

Cargas de servicio particular 0,50

Cargas de alumbrado público 1,00

#### 3.6.3.7 Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno

En lugares accesibles sólo a peatones 5,0 m

En zonas no accesibles a vehículos o personas 3,0 m

En lugares con circulación de maquinaria agrícola: 6,0 m

A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas 6,0 m

En cruce de calles, avenidas y vías férreas 6,5 m

---

<sup>13</sup> Decreto Supremo N° 020-97-EM, vigente a partir del 11 de octubre de 1997.

### 3.6.4 Cálculos mecánicos de conductores autoportantes

Los cálculos mecánicos tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación.

#### 3.6.4.1 Hipótesis de Estado

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los factores meteorológicos.

- Velocidad del Viento
- Temperatura
- Hielo

Sobre la base de la zonificación del territorio del Perú, definir las Hipótesis de estado según el Código Nacional de Electricidad Suministro y SENAMHI; a continuación las hipótesis base ha considerar para el cálculo:

Hipótesis N° 1: Condición de mayor duración (EDS)

- Temperatura Media anual (entre 15 y 25 °C)
- Velocidad de viento Nula
- Sobrecarga de hielo Nula

Hipótesis N° 2: De mínima temperatura y máxima velocidad

- Temperatura Mínima
- Velocidad de viento Máxima
- Sobrecarga de hielo Nula

Hipótesis N° 3: De máxima temperatura

- Temperatura 40 °C

- Velocidad de viento : Nula
- Sobrecarga de hielo : Nula

Hipótesis N° 4: De máxima carga de hielo

- Temperatura : Mínima
- Velocidad de viento : 50 % de la Velocidad Máxima
- Sobrecarga de hielo : 6 mm de espesor

En el caso que los Consultores, luego de evaluar las condiciones climáticas particulares en el ámbito de cada proyecto, encontraran diferencias significativas respecto a las condiciones consignadas en este documento, podrán plantear las modificaciones pertinentes debidamente justificadas.

#### 3.6.4.2 Esfuerzos mecánicos en el conductor portante

El esfuerzo del conductor portante de aleación de aluminio será en todos los casos, de 52,3 N/mm<sup>2</sup>, aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor.

El esfuerzo máximo del conductor no superará 176 N/mm<sup>2</sup>.

Cuando, debido a la presencia de hielo, los esfuerzos en el conductor portante sobrepasaran lo máximo establecido, el consultor podrá adoptar un esfuerzo EDS menor a 52,3 N/mm<sup>2</sup>.

#### 3.6.4.3 Cálculo de cambio de estado

Los cálculos de cambio de estado se han efectuado mediante la ecuación cúbica cuya expresión matemática es:

$$T_2^3 - \left[ T_1 - \frac{d^2 E W_1^2}{24 S^2 T_1} - \alpha E (t_2 - t_1) \right] T_2^2 = \frac{d^2 E W^2}{24 S^2}$$

Donde:

$T_i$  = Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición  $i$ , en  $N/mm^2$ .

$d$  = Vano de cálculo, en m.

$E$  = Módulo de elasticidad final del conductor, en  $N/mm^2$

$S$  = Sección del conductor en  $mm^2$

$W_i$  = Carga en el conductor en la condición  $i$

$t_i$  = Temperatura en la condición  $i$

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación ( $1/^\circ C$ )

Las longitudes de vanos serán calculadas según la normatividad y necesidades de las aplicaciones.

### 3.6.5 Cálculos mecánicos de estructuras y retenidas

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes, cables de retenidas y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, es decir a temperatura mínima y máxima de velocidad de viento no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro.

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de madera 3
- Postes de concreto 2
- Cables de retenida 2
- Accesorios de ferretería 2

### 3.6.5.1 Fórmulas aplicables

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = Pv \times L \times \phi_c \times \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \left(\sum h_i\right)$$

Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2 \times Tc \times \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \times \left(\sum h_i\right)$$

$$MVP = \frac{[Pv \times h_i^2 \times (D_m + 2D_o)]}{600}$$

Momento total en condiciones normales:

$$MRN = MVC + MTC + MVP$$

Esfuerzo del poste en la línea de empotramiento en postes de madera:

$$RH = \frac{MRN}{3,13 \times 10^{-5} \times C^3}$$

Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(Kl)^2} \qquad I = \frac{\pi \times Dm^3 \times D_o}{64}$$

Deflexión Máxima del Poste de Madera:

$$\delta = \frac{MRN}{3EI} \leq 4\%$$

Carga en la punta del poste de concreto, en hipótesis de condiciones normales:

$$QN = \frac{MRN}{(hl - 15)}$$

Donde:

- $P_v$  = Presión del viento sobre superficies cilíndricas
- $L$  = Longitud del vano, en m
- $T_c$  = Carga del conductor portante en N
- $\phi_c$  = Diámetro total del cable autoportante, en m
- $a$  = Angulo de desvío topográfico, en grados
- $D_o$  = Diámetro del poste en la cabeza, en cm
- $D_m$  = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm
- $h$  = Altura libre del poste, en m
- $H$  = Altura de la carga en la estructura con respecto al suelo,  
en m
- $W_c$  = Masa total del cable autoportante, en kg/m
- $WAD$  = Peso de un hombre con herramientas, igual a 100 kg
- $C$  = Circunferencia del poste en la línea de empotramiento,  
en cm
- $E$  = Módulo de Elasticidad del poste, a kN/cm<sup>2</sup>
- $I$  = Momento de inercia del poste, en cm<sup>4</sup>
- $l$  = Altura respecto al suelo del punto de ubicación de la  
retenida en el poste.
- $K$  = Factor que depende de la forma de fijación de los  
extremos del poste.

Para el cálculo de retenidas se considerará cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 10 mm de diámetro. El ángulo de

inclinación respecto del cable de retenida respecto al eje vertical será de 30°.

### 3.6.6 Cimentación de postes

El cálculo de las cimentaciones de los postes se basa en su estabilidad, para ello se utiliza el método de Sulzberger; este método se aplica según la capacidad portante del tipo de terreno donde se va a efectuar la instalación de los Postes de Redes Secundarias.

## CAPITULO 4

### ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA

##### 4.1.1 Postes de concreto armado centrifugado

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones; tendrán las características y dimensiones que se consignan:

Cuadro N° 18 – Características de los postes de concreto

Longitud del poste (m)	13	13	15	15	8
Diámetro en la cima (mm)	180	180	210	210	120
Diámetro en la base (mm)	375	375	435	435	240
Carga de trabajo (kg)	300	400	400	500	200

La relación de la carga de rotura (a 0,15 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

A 3 m de la base del poste, en bajorrelieve, deberá implementarse una marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

- Marca o nombre del fabricante
- Designación del poste : l/c/d/D; donde:
  - l = longitud en m
  - c = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2
  - d = diámetro de la cima en mm
  - D = diámetro de la base, en mm
- Fecha de fabricación

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos se muestran en las láminas del proyecto.

#### 4.1.2 Accesorios de concreto

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de ménsulas, crucetas, media plataforma y accesorios de concreto vibrados, que se utilizarán en líneas y redes primarias.

##### 4.1.2.1 Ménsula de Concreto Armado Vibrado

Las ménsulas serán de concreto armado vibrado (en adelante, c.a.v.); el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones. Tendrán una longitud nominal (Ln) de 1,00 m y una capacidad de trabajo transversal (T) de 250 kg.

La designación de las ménsulas de concreto armado es M/Ln/T, por lo que para el proyecto la designación será M/1,00/250.

##### 4.1.2.2 Cruceta Asimétrica de c.a.v.

Las crucetas asimétricas serán de c.a.v.; el acabado exterior deberá ser

homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones.

Tendrán una longitud nominal ( $L_n$ ) de 1,50 m, longitud de brazo mayor ( $L_{b1}$ ) de 0,90 m y una capacidad de trabajo transversal (T) de 300 kg.

La designación de las ménsulas de concreto armado es  $Z_a/L_n/L_{b1}/T$ , por lo que para el proyecto la designación será  $Z_a/1,50/0,90/300$ .

#### 4.1.2.3 Cruceta Simétrica de c.a.v. de 1.5 m

Las crucetas simétricas serán de c.a.v.; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones.

Tendrán una longitud nominal ( $L_n$ ) de 1,50 m y una capacidad de trabajo transversal (T) de 400 kg.

La designación de las ménsulas de concreto armado es  $Z/L_n/T$ , por lo que para el proyecto la designación será  $Z/1,50/400$ .

#### 4.1.2.4 Cruceta simétrica de c.a.v. de 2.0 m

Las crucetas simétricas serán de c.a.v.; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones.

Tendrán una longitud nominal ( $L_n$ ) de 2,00 m y una capacidad de trabajo transversal (T) de 500 kg.

La designación de las ménsulas de concreto armado es  $Z/L_n/T$ , por lo que para el proyecto la designación será  $Z/2,00/500$ .

#### 4.1.2.5 Media plataforma de c.a.v. para soporte de transformador

Las medias plataformas serán de c.a.v.; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejas y escoriaciones; se utilizarán

para soporte de un transformador trifásico de hasta 300 kVA.

#### 4.1.2.6 Accesorios de Señalización

Serán de c.a.v., de dimensiones y forma indicadas en las láminas de detalle, se utilizarán para advertencia de la presencia de las estructuras terminales y del cable subacuático tipo N2XSER2Y que cruza el río Nanay.

#### 4.1.3 Aisladores

##### 4.1.3.1 Aislador de porcelana tipo pin clase ANSI 56-2

Los aisladores tipo pin serán de porcelana, de superficie exterior vidriada; tendrán las características y dimensiones que se indican en las láminas de detalle.

El roscado del agujero en el que se alojara la espiga de cabeza de plomo será efectuado sobre la misma porcelana del aislador, sin la necesidad de emplear accesorios o materiales con características distintas a la porcelana.

##### 4.1.3.2 Aislador de porcelana tipo suspensión clase ANSI 52-3

Los aisladores de suspensión serán de porcelana de superficie exterior vidriada; el material de las partes metálicas será de acero forjado o hierro maleable galvanizado; estarán provistos de pasadores de bloqueo fabricados con material resistente a la corrosión, tal como bronce fosforoso o acero inoxidable.

##### 4.1.3.3 Aislador de porcelana tipo tracción clase ANSI 54-3

Los aisladores de tracción serán de porcelana de superficie exterior

vidriada; tendrán las características y dimensiones que se indican en las láminas de detalle.

#### 4.1.4 Conductores de aleación de aluminio

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambres de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. Tendrán las características y dimensiones que se indican:

Cuadro N° 19 – Características de los cables de aluminio

Número de cables	37	19	7	7
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	150	120	50	25
Diámetro de los alambres (mm)	2,25	2,85	3,02	2,15
Diámetro del conductor (mm)	15,8	14,3	9,10	6,50
Masa del conductor (kg/m)	0,405	0,335	0,137	0,070

#### 4.1.5 Conductores de cobre

##### 4.1.5.1 Conductor de Cobre desnudo, temple suave

El conductor será de cobre electrolítico de 99,99% de pureza mínima, desnudo, cableado concéntricamente, temple blando.

Tendrá alta resistencia a la corrosión en zonas con atmósfera salina y en zonas industriales con humos y vapores corrosivos.

Los conductores tendrán las características y dimensiones que se

indican:

Cuadro N° 20 – Características de los cables de cobre desnudo

Número de cables	7	7
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	16	25
Diámetro de los alambres (mm)	1,70	2,15
Diámetro del conductor (mm)	5,10	6,45
Masa del conductor (kg/m)	0,144	0,228

4.1.5.2 Cable de cobre tipo N2XSER2Y-18/30 kV Calibre 1x120 mm<sup>2</sup>

Será de cobre electrolítico recocido, tripolar, tipo N2XSER2Y, cableado redondo compactado, clase 2 según IEC 228 y tendrá la siguiente configuración:

- Conductor de cobre electrolítico recocido.
- Cableado compactado.
- Cinta semiconductora o compuesto semiconductor extruido sobre el conductor.
- Aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE).
- Cinta semiconductora o compuesto semiconductor extruido.
- Pantalla formada por cinta de cobre aplicada en forma helicoidal cubriendo toda la semiconductora.
- Reunión de las tres fases apantalladas.
- Relleno y cubierta interna de cloruro de polivinilo (PVC).
- Armadura de alambre de acero galvanizado forrado con polietileno reticulado.
- Cubierta exterior de polietileno color negro.

La tensión de diseño es de 25 kV entre fases, nivel de aislamiento 100 %. La temperatura del conductor es de 90 °C para operación normal, 130 °C para sobrecarga de emergencia y 250 °C para condiciones de cortocircuito.

Tiene alta resistencia a la tracción, excelentes propiedades contra el envejecimiento por calor, alta resistencia al impacto y a la abrasión, excelente resistencia a la luz solar e intemperie, altísima resistencia a la humedad, excelente resistencia al ozono, ácidos, álcalis y otras sustancias químicas a temperaturas normales y no propaga la llama.

La armadura de hilos de acero le confiere al cable la capacidad de trabajar sujeto a esfuerzos de tracción, atravesando los lechos de los ríos.

Cuadro N° 21 – Características del cable N2XSER2Y

Número de cables	37
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	120
Voltaje de trabajo (kV)	25
Voltaje de trabajo (kV)	30
Capacidad de corriente enterrado (A)	375

#### 4.1.5.3 Cable de cobre tipo N2XSY-18/30 kV, Calibre 3-1x50 mm<sup>2</sup>

El conductor será de cobre electrolítico, recocido, cableado concéntrico y compactado con una conductividad del 100% IACS.

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE); tendrá el espesor y las características eléctricas que se indican.

La cubierta semiconductora será una capa de compuesto

semiconductor aplicado por extrusión sobre el conductor y sobre el aislamiento.

La pantalla metálica estará compuesta de cinta de cobre recocido o de alambres del mismo material, o una combinación de ambas.

La cubierta exterior será de cloruro de polivinilo (PVC) de color rojo.

Cuadro N° 22 – Características del cable N2XSY

Diámetro exterior total (mm)	31,9
Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	50
Capacidad de corriente (A)	280
Masa del conductor (Kg/m)	1 350

#### 4.1.6 Accesorios para aisladores

##### 4.1.6.1 Espigas para aisladores tipo pin

Los materiales para la fabricación de las espigas serán de hierro maleable o dúctil, o acero forjado, de una sola pieza.

El roscado en la cabeza de las espigas se hará utilizando una aleación de plomo de probada calidad.

Los materiales a utilizarse serán de un grado y calidad tales que garanticen el cumplimiento de las características mecánicas establecidas en las normas señaladas.

Las espigas serán galvanizadas en caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la rosca de plomo.

Las espigas tendrán una superficie suave y libre de rebabas u otras irregularidades.

Cada espiga recta para cruceta deberá ser suministrada con una tuerca

cuadrada, una contratuerca cuadrada de doble concavidad y una arandela cuadrada plana de 75 x 75 x 4,76 mm, tal como se detallan en las láminas de detalle. Estos accesorios serán suministrados debidamente ensamblados a la espiga y no en forma separada.

#### 4.1.6.2 Accesorios de cadena de aisladores

Los adaptadores anillo-bola y casquillo-ojo largo, grilletes y el braquete angular de 16 mm de diámetro, serán galvanizados en caliente, y fabricados de acero forjado o hierro maleable de buena calidad y sin porosidades.

Tendrán una resistencia mínima a la rotura de 70 kN.

Los accesorios que se ofrezcan deberán ser tales que permitan un adecuado ensamble con las piezas asociadas.

#### 4.1.7 Accesorios para conductores de aleación de aluminio

Los materiales para la fabricación de los accesorios del conductor serán de aleaciones de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.

La fabricación de los accesorios del conductor se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

Todos los componentes de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico pueda originar corrosión de naturaleza electrolítica.

Los materiales férricos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 153.

Los accesorios presentarán unas características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las perturbaciones radioeléctricas por encima de los límites fijados.

#### 4.1.7.1 Grapa de Anclaje de Aluminio Tipo Pistola

Será del tipo conductor pasante, fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como Aluminio-Magnesio, Aluminio-Silicio, Aluminio-Magnesio-Silicio.

El apriete sobre el conductor deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán

aplicarse y los límites de composición y diámetro de los conductores.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para las grapas de anclaje serán las siguientes:

- Carga de Rotura 30 kN
- Carga de Deslizamiento 30 kN

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran.

Estará provista, como mínimo, de 2 pernos de ajuste.

#### 4.1.7.2 Grapa de Angulo de Aluminio, Para Conductor tipo AAAC

Será de aleación de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como aluminio-magnesio, aluminio - silicio, aluminio-magnesio - silicio.

El apriete sobre el conductor deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán aplicarse y los límites de composición y diámetro de los conductores.

El rango del ángulo de utilización estará comprendido entre 20 ° y 90°.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para las grapas de ángulo serán las siguientes:

- Carga de Rotura 43 kN
- Carga de Deslizamiento 06 kN

Las dimensiones de la grapa serán adecuadas para instalarse con

conductores de aleación de aluminio de las secciones que se requieran, provistos de varilla de armar premoldeada.

#### 4.1.7.3 Cinta Plana de Armar

Será de aleación de aluminio, adecuada para conductor de aleación de aluminio.

Tendrá por objeto proteger el punto de sujeción del conductor con la grapa de anclaje, de los efectos abrasivos, así como de las descargas que se puedan producir entre conductor y tierra.

#### 4.1.7.4 Varilla de Armar Preformada Simple

La varilla de armar será de aleación de aluminio, del tipo premoldeado, adecuada para conductor de aleación de aluminio.

Tendrá por objeto proteger el punto de sujeción del conductor con el aislador tipo pin o grapa angular, de los efectos abrasivos, así como de las descargas que se puedan producir entre conductor y tierra.

#### 4.1.7.5 Alambre de Amarre de Aluminio

El alambre de amarre será de aluminio recocido de 16 mm<sup>2</sup> de calibre.

#### 4.1.7.6 Conectores tipo Cuña

Los conectores serán fabricados de aleación de cobre de alta conductividad, estañados para facilitar la instalación con cualquier combinación de conductores: de aluminio a aluminio, aluminio a cobre y cobre a cobre.

Se utilizarán para el empalme de los conductores en los cambios de dirección, cambios de sección, estructuras de anclaje y derivaciones,

en los puntos que no están sujetos a tracción.

#### 4.1.7.7 Manguito de empalme

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión y presentarán una resistencia eléctrica no mayor que la de los respectivos conductores. Estarán libres de todo defecto y no dañarán al conductor luego de efectuada la compresión pertinente.

Las cargas de rotura y deslizamiento mínima para los manguitos de empalme serán como mínimo los siguientes porcentajes de la carga de rotura nominal del cable al que serán destinados:

- Carga de Rotura 95%
- Carga de Deslizamiento 90 %

Los planos de diseño deberán mostrar el número de compresiones que garantiza las cargas especificadas y el diseño del dado de compresión.

#### 4.1.7.8 Manguito de reparación

Será de aleación de aluminio, del tipo compresión, apropiado para reforzar los conductores con alambres dañados.

Los planos de diseño deberán mostrar el diseño del dado de compresión requerido para el manguito de empalme.

#### 4.1.8 Accesorios para conductor de cobre

La fabricación de los accesorios del conductor se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

Los accesorios presentarán unas características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las perturbaciones radioeléctricas por encima de los límites fijados.

Asimismo, la resistencia eléctrica de los accesorios vendrá limitada por lo señalado en esta especificación, para cada caso.

#### 4.1.8.1 Terminal Autocontraible para Cable Tipo N2XSER2Y-18/30 kV

##### Montaje Exterior

Será autocontraible y para montaje exterior.

Deberán cumplir con las prescripciones de la siguiente norma:

Terminales: IEEE Std 48 –1996: "Standard Test Procedures and Requeriments for Alternating Current Cable Terminations 2,5 KV. Through 765 kV".

Los terminales serán usados en un sistema de distribución de media tensión en 22.9 kV, trifásico con neutro sólidamente puesto a tierra y con las siguientes características de operación:

- Tensión de trabajo: 22.9 kV.
- Tensión máxima de operación: 24 kV.
- Nivel de cortocircuito: 500 MVA.
- Frecuencia del sistema: 60 Hz.
- Tiempo de regulación de la protección: Hasta 1.0 seg.

#### 4.1.8.2 Cinta Señalizadora de Peligro Color Rojo

Será de plástico de color rojo, de una aleación especial que le da una alta resistencia a la intemperie, a la humedad, a los ácidos y al envejecimiento.

Se instalará directamente enterrado para señalar la presencia de cables subterráneos.

#### 4.1.8.3 Ducto de c.a.v. de una Vía 0,40 x 0,30 x 1,0m

Será de c.a.v., su superficie externa deberá ser homogénea y sin fisuras.

Se utilizarán para protección de los cables subterráneos.

#### 4.1.8.4 Lastre de concreto de dimensiones 0,30x0,30x0,20 m

Será de concreto su superficie externa deberá ser homogénea y sin fisuras.

Se utilizará para otorgarle un peso adicional al cable N2XSER2Y, cuando es instalado dentro del lecho del río.

Incluye la soga de Nylon de 1/4" de diámetro de 1,50 m de longitud.

#### 4.1.9 Ferretería para postes y ménsulas

##### 4.1.9.1 Pernos Maquinados de Acero Galvanizado (A°G°)

Serán de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de estos pernos serán cuadrados y estarán de acuerdo con la norma ANSI C 135.1

Las cargas de rotura mínima serán:

- Para pernos de 16 mm : 55 kN

- Para pernos de 13 mm : 35 kN

Cada perno maquinado deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.1.9.2 Perno Ojo de A°G°

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 250 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado y será roscado en el otro extremo.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Cada perno ojo deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.1.9.3 Perno con Horquilla Pasador

Será de acero galvanizado en caliente; la horquilla será fabricada por el proceso de forjado. Tendrá una carga de rotura mínima de 55 kN

Cada perno deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.1.9.4 Tuerca Ojo de A°G°

Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm de diámetro. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

4.1.9.5 Soporte de Fierro Galvanizado (F°G°) para Cable Subacuatico tipo N2XSER2Y calibre 3x120 mm<sup>2</sup>

Será de acero o hierro maleable galvanizado en caliente. Tendrá una abrazadera partida adecuada para instalarlo en un poste de c.a.c. de 15/500/210/435.

4.1.9.6 Fleje de Acero Inoxidable

Será de acero inoxidable de 0,7 mm de espesor, 19 mm de ancho y 1200 mm de largo, estará provisto de una hebilla. Se utilizará para sujetar el tubo de Acero Galvanizado al poste de c.a.c. 15/500/210/435.

4.1.9.7 Tubo de A° G°

Será de acero galvanizado de 125 mm de diámetro interior y de 6 metros de longitud. Se utilizará para protección del cable de cobre en las subidas al poste de c.a.c. de 15 metros.

4.1.9.8 Arandela Cuadrada Plana de A° G°

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes: 57 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con agujero central de 18 mm de diámetro. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

4.1.9.9 Arandela Cuadrada Curva de A° G°

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes: 57 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con agujero central de 18 mm de diámetro. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

#### 4.1.10 Retenida de anclaje

##### 4.1.10.1 Cable de acero tipo grado alta resistencia de 10 mm de diámetro, 7 hilos

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado ALTA RESISTENCIA (HS).

El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

##### 4.1.10.2 Cable de acero tipo siemens martin de 10 mm de diámetro, 7 hilos

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado SIEMENS-MARTIN. El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase B según la Norma ASTM A 90.

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa

protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 475.

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

#### 4.1.10.3 Perno angular con ojal guardacabo

Será de acero forjado, galvanizado en caliente de 305 mm de longitud y 16 mm de diámetro. En uno de los extremos tendrá un ojal – guardacabo angular, adecuado para cable de acero de 10 mm de diámetro.

La carga de rotura mínima será de 60 kN.

Cada perno angular deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.1.10.4 Varilla de anclaje

Será fabricado de acero forjado y galvanizado en caliente. Estará provisto de un ojal-guardacabo de una vía en un extremo, y será roscada en el otro.

Sus características principales son:

- Longitud 2,40 m
- Diámetro 16 mm
- Carga de rotura mínima 71 kN

Cada varilla deberá ser suministrada con una tuerca cuadrada y una contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán

debidamente ensambladas a la varilla.

4.1.10.5 Arandela de Anclaje de A°G°

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 5 mm de espesor. Estará provista de un agujero central de 18 mm de diámetro. Deberá ser diseñada y fabricada para soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 kN.

4.1.10.6 Arandela Cuadrada Curva de A°G°

Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes: 57 mm de lado y 5 mm (3/16") de espesor, con un agujero central de 18 mm.

Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55 kN.

4.1.10.7 Bloque de Anclaje

Será de concreto armado de 0,50 x 0,50 x 0,20 m fabricado con malla de acero corrugado de 12,7 mm de diámetro. Tendrá agujero central de 21 mm de diámetro.

Deberá tener la identificación necesaria para su correcta instalación, respecto a la malla de acero.

4.1.10.8 Alambre Galvanizado para Amarre

Será de alambre galvanizado de 1,63 mm de diámetro y se utilizará para amarre de las mordazas preformadas.

4.1.10.9 Contrapunta de 51 mm de Diámetro, 1500 mm de longitud

Será fabricado de acero galvanizado de 51 mm de diámetro y 6,35 mm de espesor. En un extremo estará soldada a una abrazadera para

fijación a poste y en otro extremo estará provisto de una grapa de ajuste en “U” adecuada para fijar el cable de acero de la retenida.

La abrazadera se fabricará con platina de 100 x 6,35 mm y tendrá 4 pernos de 13 mm de diámetro y 50 mm de longitud. La longitud de la retenida será de 1500 mm.

#### 4.1.10.10 Mordaza Preformada de A° G°

La mordaza preformada será de acero galvanizado y adecuado para el cable de acero grado SIEMENS-MARTIN o ALTA RESISTENCIA de 10 mm de diámetro.

#### 4.1.11 Materiales para puesta a tierra

##### 4.1.11.1 Electrodo de Acero Recubierto con Cobre para Puesta a Tierra

El electrodo de puesta a tierra estará constituido por una varilla de acero revestida de una capa de cobre; será fabricado con materiales y aplicando métodos que garanticen un buen comportamiento eléctrico, mecánico y resistencia a la corrosión.

La capa de cobre se depositará sobre el acero mediante cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Por fusión del cobre sobre el acero (Copperweld)
- Por proceso electrolítico
- Por proceso de extrusión revistiendo a presión la varilla de acero con tubo de cobre

En cualquier caso, deberá asegurarse la buena adherencia del cobre

sobre el acero.

El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la capa de cobre y se admitirá una tolerancia de + 0,2 mm y - 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá una tolerancia de + 5 mm y 0,0 mm. Uno de los extremos del electrodo terminará en punta.

#### 4.1.11.2 Conector de Cobre tipo Perno Partido

Será de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> entre sí.

#### 4.1.11.3 Caja de Registro con tapa para puesta a tierra

Será de c.a.v. dimensiones 0,40 x 0,40x 0,40 m, fabricado con acero corrugado de 12,7 mm de diámetro.

Se utilizará para mantenimiento de las puestas a tierra.

#### 4.1.11.4 Bentonita para puesta a tierra

La bentonita se empleará para disminuir la resistencia de los pozos a tierra.

Deberá cumplir las disposiciones de la norma ASTM D5890, y tener una resistividad menor a 10 ohmios-m.

Deberá tener como mínimo un hinchamiento de 24 ml por 2g, hinchamiento como mínimo 6 veces su peso y 13 veces su volumen y un PH mayor a 8.

Culminado la instalación del pozo a tierra, la bentonita no se disipará por la lluvia, manteniendo sus propiedades iniciales.

4.1.11.5 Plancha de Cobre tipo "J" Para Línea a Tierra

Se utilizará para conectar el conductor de puesta a tierra con los accesorios metálicos de fijación de los aisladores cuando se utilicen postes y crucetas de concreto; se fabricará con plancha de cobre de 3 mm de espesor. Este accesorio se utilizará con postes y crucetas de madera solo en ambientes con presencia de humedad salina.

4.1.11.6 Conector de Cobre tipo AB para Varilla de Puesta a Tierra

El conector para la conexión entre el electrodo y el conductor de puesta a tierra deberá ser fabricado a base de aleaciones de cobre de alta resistencia mecánica, y deberá tener adecuadas características eléctricas, mecánicas y de resistencia a la corrosión necesarias para el buen funcionamiento de los electrodos de puesta a tierra.

4.1.11.7 Tubo de PVC SAP

El tubo será de PVC del tipo pesado, de 25 mm de diámetro interior y 3 metros de longitud. Se utilizará para protección del conductor de cobre del sistema de puesta a tierra, entre el poste de c.a.c. y el pozo de puesta a tierra.

4.1.12 Equipos de protección y Maniobra

4.1.12.1 Reconector trifásico (RECLOSER)

El recloser completo estará constituido por el interruptor de recierre automático propiamente dicho, que interrumpe el circuito principal; un gabinete conteniendo el sistema de control electrónico, que detecta

las corrientes excesivas y activa el interruptor; un transformador reductor de tensión para alimentación permanente del control electrónico; y un cable de control que permita la conexión entre el interruptor y el gabinete de control.

El recloser tendrá un nivel de operación de 24 kV, corriente nominal del interruptor de 560 A, un nivel de aislamiento básico<sup>14</sup> BIL 125 kV, frecuencia nominal 60 Hz.

#### 4.1.12.2 Seccionadores fusible tipo expulsión de apertura bajo carga

Los seccionadores fusibles tipo expulsión (Cut Out), serán unipolares de instalación exterior en crucetas, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga, de 27 kV, 100 A y de 200 A y 150 kV BIL. Serán para operación de apertura bajo carga.

#### 4.1.12.3 Fusibles Tipo Expulsión "K"

Los fusibles tipo expulsión serán del tipo "K" para instalarlos en los seccionadores unipolares tipo Cut Out.

#### 4.1.12.4 Pararrayos de óxido de zinc poliméricos

Los pararrayos serán del tipo de resistencias no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, a prueba de explosión, para uso exterior y para instalación en posición vertical; serán conectados entre fase y tierra.

La columna soporte será de material polimérico color gris a base de goma silicón; estará diseñada para operar en un ambiente

<sup>14</sup> Nivel básico de aislamiento o BIL (Basic Insurance Level).

medianamente contaminado, con una línea de fuga mínima entre fase-tierra de 625 mm. Las características propias del pararrayos no se modificarán después de largos años de uso; las partes selladas estarán diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

El pararrayos contará con un elemento para liberar los gases creados por el arco que se originen en el interior, cuando la presión de los mismos llegue a valores que podrían hacer peligrar la estructura del pararrayos.

Las partes metálicas de hierro o acero deberán estar protegidas contra la corrosión mediante galvanizado en caliente.

Los pararrayos estarán provistos de abrazaderas ajustables para fijarse a cruceta de madera y serán similares los del Tipo B de los seccionadores fusibles tipo expulsión (Norma ANSI C37.42).

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de 16 a 120 mm<sup>2</sup>, y serán del tipo de vías paralelas bimetálicos.

#### 4.1.13 Transformadores de Distribución

Los transformadores de distribución trifásicos y monofásicos serán para servicio exterior, con devanados sumergidos en aceite y refrigeración natural (ONAN).

##### Núcleo

El núcleo se fabricará con láminas de acero al silicio de grano orientado, de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por

histéresis y de alta permeabilidad. Cada lámina deberá cubrirse con material aislante resistente al aceite caliente. El núcleo se formará mediante apilado o enrollado de las láminas de acero.

El armazón que soporte al núcleo será una estructura reforzada que reúna la resistencia mecánica adecuada y no presente deformaciones permanentes en ninguna de sus partes.

#### Arrollamientos

Los arrollamientos se fabricarán con conductores de cobre aislados con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento; podrá darse a los arrollamientos un baño de barniz con el objeto de aumentar su resistencia mecánica. Las bobinas y el núcleo completamente ensamblados deberán secarse al vacío e inmediatamente después impregnarse de aceite dieléctrico.

#### Aisladores Pasatapas

Los pasatapas serán fabricados de porcelana, la cuál será homogénea, libre de cavidades o burbujas de aire y de color uniforme.

Los aisladores pasatapas del lado de alta tensión deberán ser fijados a la tapa mediante pernos cuyas tuercas de ajuste se encuentren ubicadas al exterior de la tapa.

#### Tanque del transformador

El tanque del transformador será construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y de alta graduación comercial. Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., serán fijadas al tanque

mediante soldadura. El tanque estará provisto de asas para el izaje adecuados para levantar el transformador lleno de aceite.

Todos los transformadores estarán provistos de una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados y un conmutador de tomas en vacío, instalados al exterior del tanque o al exterior de la tapa del transformador, según sea el caso. Estos accesorios estarán provistos de sus respectivos dispositivos de maniobra, enclavamiento y seguridad.

#### Sistema de conservación de aceite

En el caso que los transformadores trifásicos estén provistos de tanque conservador de aceite, éstos se construirán de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón y alta graduación comercial. El tanque conservador se montará en la parte lateral y sobre el tanque del transformador.

## **4.2 RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA**

### **4.2.1 Postes de concreto armado centrifugado**

Los postes de concreto armado serán centrifugados y tendrán forma troncocónica; el acabado exterior deberá ser homogéneo, libre de fisuras, cangrejeras y escoriaciones.

La relación de la carga de rotura (a 0,15 m debajo de la cima) y la carga de trabajo será igual o mayor a 2.

A 3 m de la base del poste, en bajorrelieve, deberá implementarse una

marca que permita inspeccionar la profundidad de empotramiento luego de instalado el poste.

Tendrán las características y dimensiones que se consignan:

Cuadro N° 23 – Características de los postes

Longitud del poste (m)	8
Diámetro en la cima (mm)	120
Diámetro en la base (mm)	240
Carga de trabajo (kg)	200

Los postes deberán llevar impresa con caracteres legibles e indelebles y en lugar visible, cuando estén instalados, la información siguiente:

- Marca o nombre del fabricante
- Designación del poste : l/c/d/D; donde:

l = longitud en m

c = carga de trabajo en daN con coeficiente de seguridad 2

d = diámetro de la cima en mm

D = diámetro de la base, en mm

- Fecha de fabricación

Los agujeros que deben tener los postes, así como sus dimensiones y espaciamientos entre ellos se muestran en las láminas del proyecto.

#### 4.2.2 Cables y conductores de aluminio

##### Conductor de fase

El conductor de fase será fabricado con alambón de aluminio puro.

Estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único

alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha, mientras que las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor de fase estará cubierto con un aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de color negro de alta densidad, con antioxidante para soportar las condiciones de intemperie, humedad, ozono, luz solar, salinidad y calor. El aislamiento será, además, de alta resistencia dieléctrica; soportará temperaturas del conductor entre -15 y 90° C en régimen permanente, y hasta 130 °C en períodos cortos de servicio.

#### Conductor Portante

El conductor portante será fabricado con alambres de aleación de aluminio, magnesio y silicio. Estará compuesto de un único alambre central. Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha y las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí. El conductor portante será forrado y se utilizará, además, como neutro.

#### Características constructivas

Los conductores de fase (de servicio particular y alumbrado público) se enrollarán helicoidalmente en torno al conductor portante de aleación de aluminio.

La denominación de los cables autoportantes es de la siguiente manera:

$$a \times b + c + Pd \cdot mm^2$$

Donde:

a = Número de fases

b = Calibre de los conductores de fase en mm<sup>2</sup>

c = Calibre del conductor para alumbrado público en mm<sup>2</sup>

d = Calibre del conductor portante en mm<sup>2</sup>

En el presente proyecto se utilizaran los siguientes conductores del tipo autoportante:

- Conductor tipo autoportante calibre 3x25+16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 3x16+16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 3x16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 2x25+16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 2x16+16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 2x16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.
- Conductor tipo autoportante calibre 1x16+P25 mm<sup>2</sup>, portante forrado.

#### 4.2.3 Accesorios de cables autoportantes

##### 4.2.3.1 Grapa de suspensión angular de aluminio

Será de aleación de aluminio resistente a la corrosión. Tendrá las

siguientes características:

- Carga de Rotura 10,5 kN
- Resistencia al deslizamiento 2,1 kN
- Rango de sección para el conductor portante 25 mm<sup>2</sup>

La grapa de suspensión angular se utilizará para la sujeción del cable portante de aleación de aluminio en estructuras de alineamiento y de ángulo hasta de 90°.

#### 4.2.3.2 Grapa de anclaje cónica de aluminio

Esta grapa permitirá sujetar el cable portante desnudo de aleación de aluminio, en una configuración de anclaje, sin la necesidad de cortar el conductor portante que funcionará como neutro de la red secundaria. El material de fabricación del cuerpo de la grapa será de aleación de aluminio de alta resistencia; el elemento de ajuste o presión del neutro será del mismo material que el cuerpo o de material termoplástico resistente a las radiaciones ultravioleta; el estribo será de acero galvanizado en caliente. La calidad del suministro deberá estar sustentada mediante normas técnicas correspondientes.

Las características mecánicas de la grapa será la siguiente:

- Resistencia a la Tracción 15 kN
- Resistencia al deslizamiento 10 kN

#### 4.2.3.3 Correa plástica de amarre, color negro

Será de nylon color negro o similar, resistente a la intemperie. Deberá presentar un ajuste rápido y seguro, sin deslizamiento en condiciones

críticas de instalación. Sus dimensiones son:

- Longitud : 282 mm
- Espesor 3 mm
- Ancho 10 mm

Se utilizará como amarre y sujeción de cable autoportante.

#### 4.2.3.4 Cinta aislante de goma epr autofundente

Las siguientes especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, prueba y entrega de cinta aislante de goma EPR autofundente que se utilizarán en las redes de distribución secundaria.

Son de material goma autofundente su aplicación en instalación exterior a la intemperie para una temperatura de trabajo 75 °C.

#### 4.2.3.5 Cinta aislante plástica

Serán de material termoplástico resistente a los rayos ultravioletas y los agentes atmosféricos, estas cubiertas de plástico se utilizarán en los conectores tipo cuña como aislamiento y protección.

#### 4.2.3.6 Conectores tipo cuña

Los conectores tipo cuña serán elaborados en aleación de cobre de alta conductividad, estañados y de fácil instalación será adecuado para instalar fácilmente dos conductores de aluminio a aluminio o de aluminio a cobre, y se utilizaran los conectores tipo cuñas que se detallan a continuación:

- Conectores tipo cuña Aluminio/Aluminio calibre 25Al/25Al.

- Conectores tipo cuña Aluminio/Aluminio calibre 16Al/16Al.
- Conectores tipo cuña Aluminio/Aluminio calibre 25Al/16Al.
- Conectores tipo cuña Aluminio/Cobre calibre 25Al/25Cu.
- Conectores tipo cuña Aluminio/ Cobre calibre 16Al/25Cu.
- Conectores tipo cuña Aluminio/ Cobre calibre 25Al/16Cu.
- Conectores tipo cuña Aluminio/ Cobre calibre 16Al/16Cu.
- Conectores tipo cuña Aluminio/Cobre calibre 25Al/2,5Cu.
- Conectores tipo cuña Aluminio/ Cobre calibre 16Al/2,5Cu.

Estará compuesto de dos partes, un cuerpo principal en forma de “C” y una cuña elástica, de tal manera que ejerzan una constante presión sobre los dos conductores.

La conexión no necesitará ajustes de mantenimiento, debido a que su correcta instalación deberá asegurar una máxima calidad en la conductividad evitando puntos calientes en la misma. Los conectores podrán ser desmontados fácilmente sin causar daños a los conductores.

El conector tendrá en su interior una fina película de grasa inhibidora con partículas de acero inoxidable que permita que al ingresar la cuña raspe a ambos conductores quitando el óxido de aluminio y cubriéndolo instantáneamente con dicha grasa para evitar la nueva formación de óxido.

#### 4.2.4 Cables y conductores de cobre

##### 4.2.4.1 Cable de cobre de tipo NYY, 1 kV

Los conductores serán de cobre electrolítico recocido, cableado

comprimido o compactado. Aislamiento y cubierta individual de PVC. Los cables serán de conformación triple, doble o individual, son conductores de cobre ensamblados en forma paralela mediante una cinta de sujeción y serán para este proyecto:

- Cable de cobre de tipo NYY, 1 kV, calibre 3-1x25 mm<sup>2</sup>.
- Cable de cobre de tipo NYY, 1 kV, calibre 2-1x25 mm<sup>2</sup>.
- Cable de cobre de tipo NYY, 1 kV, calibre 1x16 mm<sup>2</sup>.

El cable reunirá magníficas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorgará una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión.

Los cables NYY tendrán una mejor disipación de calor permitiendo obtener una mayor intensidad de corriente admisible, además no propagará la llama.

#### 4.2.4.2 Conductor de cobre desnudo, temple suave, calibre 16 mm<sup>2</sup>

Conductores de cobre electrolítico de 99,99% de pureza mínima, recocido, y cableados concéntricamente, El Conductor de cobre desnudo, cableado, temple blando, calibre 16 mm<sup>2</sup> se utilizará en sistemas de puestas a tierra.

#### 4.2.4.3 Conductor de cobre tipo concéntrico, Calibre 2x6 mm<sup>2</sup>

El conductor de cobre está conformado por un conductor de cobre blando, sólido, aislado con cloruro de polivinilo (PVC) y un conductor neutro compuesto de varios hilos aplicados concéntricamente sobre el conductor aislado o sobre el relleno. El conjunto cubierto con PVC.

El conductor deberá poseer alta resistencia dieléctrica, resistencia a la humedad, intemperie, ácidos, grasas y calor y no deberá propagar la llama.

El conductor concéntrico deberá conservar sus propiedades aún después del uso prolongado.

El Conductor de cobre tipo concéntrico se utilizara en conexiones a medidores de energía eléctrica, acometida aérea a medidores y salidas de éstos a interruptores de servicios.

#### 4.2.4.4 Cable de cobre tipo NLT extraflexible, calibre 2x2.5 mm<sup>2</sup>

El cable tipo NLT extraflexible calibre 2\*2,5 mm<sup>2</sup> está conformado por dos conductores de cobre electrolítico recocido flexible, cableado en haz, aislados con PVC, trenzados, con relleno de PVC y cubierta exterior común de PVC, tienen gran flexibilidad, terminación compacta, resistente a la abrasión, humedad y al aceite y retardante a la llama.

#### 4.2.5 Luminarias y accesorios

##### 4.2.5.1 Luminaria completa con lámpara de vapor de sodio y equipo de encendido

Las luminarias tendrán carcasa de aluminio o poliéster reforzado en fibra de vidrio, pantalla reflectora, cubierta de acrílico transparente, con tres ganchos de fijación, recinto porta-accesorio, portalámparas antivibrante, pernería y cierre de acero inoxidable y cableado interior

conductores de aislamiento tipo silicona de 1,31 mm<sup>2</sup>.

Será del tipo portaequipo reforzado, con bases portafusible y fusibles incorporados en el portaequipo.

Serán suministradas con sus equipos de encendido en forma integral y lámpara de vapor de sodio de alta presión Na de 50 y 70 W, constituyendo una sola unidad de iluminación completamente ensamblada y probada, lista para conectarse a la red.

#### 4.2.5.2 Pastorales de A°G° con dos abrazaderas para poste de 8 y 13m.

Los Pastorales serán de acero de esfuerzo mínimo de 28Kg/mm, galvanizado en caliente, toda la superficie externa deberá ser homogénea, en su interior tendrán un orificio que permita el paso del conexionado de alumbrado publico que consta de conductor cable NLT extraflexible calibre 2x2,5 mm<sup>2</sup> y la conexión a la red de Alumbrado Publico mediante conectores tipo cuña.

En el extremo superior del pastoral se fijara la luminaria y en el extremo inferior tendrá un tope de 0,5 m para la fijación al poste mediante dos abrazaderas de tres pernos, los pastorales tienen las siguientes dimensiones:

Cuadro N° 24 – Características de los pastorales

Avance horizontal (m)	0,55	1,20
Avance vertical (mm)	1,00	1,70
Angulo de inclinación, respecto a la horizontal	15°	15°
Carga de trabajo (daN)	35	35
Diámetro del pastoral (mm)	38,1	38,1

#### 4.2.6 Retenidas de anclaje

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del cable de acero para retenidas que se utilizarán en redes secundarias y tienen las mismas características técnicas señaladas para líneas y redes primarias.

#### 4.2.7 Materiales para puesta a Tierra

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para la puesta a tierra de las estructuras que se utilizarán en redes secundarias y tienen las mismas características técnicas señaladas para líneas y redes primarias.

#### 4.2.8 Accesorios de ferretería

##### 4.2.8.1 Perno gancho de 203 mm de longitud

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, tendrán 16 mm de diámetro, 203 mm de longitud y 100 mm de roscado. La carga mínima de rotura a la tracción será de 8 kN.

El suministro incluirá una arandela fija y otra móvil, así como una tuerca y una contratuerca de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos. La configuración geométrica y las dimensiones del perno con gancho se muestran en las láminas del proyecto.

#### 4.2.8.2 Perno gancho de 305 mm de longitud

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, tendrán 16 mm de diámetro, 305 mm de longitud y 152 mm de roscado. La carga mínima de rotura a la tracción será de 8 kN.

El suministro incluirá una arandela fija y otra móvil, así como una tuerca y una contratuerca de doble concavidad, debidamente ensambladas a los pernos. La configuración geométrica y las dimensiones del perno con gancho se muestran en las láminas del proyecto.

#### 4.2.8.3 Perno ojo de A°G° de 203 mm de longitud

Será de acero forjado, galvanizado en caliente, de 203 mm de longitud, 16 mm de diámetro y 100 mm de roscado.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo.

Las otras dimensiones, así como su configuración geométrica, se muestran en las láminas del proyecto.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Cada perno deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.2.8.4 Perno ojo de A°G° de 305 mm de longitud

Será de acero forjado, galvanizado en caliente, de 305 mm de longitud y 16 mm de diámetro y 152 mm de roscado.

En uno de los extremos tendrá un ojal ovalado, y será roscado en el otro extremo.

Las otras dimensiones, así como su configuración geométrica, se muestran en las láminas del proyecto.

La carga de rotura mínima será de 55 kN.

Cada perno deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.2.8.5 Tuerca ojo de A°G°

Será de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente. Será adecuada para perno de 16 mm. Su carga mínima de rotura será de 55 kN.

#### 4.2.8.6 Portalínea unipolar de A°G°

Será de acero galvanizado en caliente y fabricado de plancha de 38 mm x 4,76 mm (2-1/2" x 3/16").

Estará provisto de un pin de 10 mm de diámetro para fijación del aislador tipo carrete. La carga mínima de rotura será de 8,8 kN.

#### 4.2.8.7 Perno de A°G°

Serán de acero forjado y galvanizado en caliente. La cabeza de estos pernos será de forma cuadrada y estarán de acuerdo con la norma ANSI C135-1.

Las tuercas y contratuercas serán también cuadradas.

Los pernos serán de 13 mm de diámetro y 305 mm de longitud.

Las cargas de rotura mínima serán de 35 kN.

Cada perno de A°G° deberá ser suministrado con una tuerca cuadrada y su respectiva contratuerca cuadrada de doble concavidad, las que estarán debidamente ensambladas al perno.

#### 4.2.8.8 Arandela cuadrada curva de A°G°

Será de acero galvanizado de 57 x 57 x 4,76 mm. Y tendrá un agujero de 18 mm de diámetro.

La carga mínima de rotura al esfuerzo cortante será de 55 kN.

#### 4.2.9 Conexiones domiciliarias

##### 4.2.9.1 Tubo de F°G° de 6 m de longitud

Será de acero galvanizado de 19 mm de diámetro interior y 6 m de longitud provisto de codo.

Se utilizará para soporte y protección del cable concéntrico en los cruces de calles.

##### 4.2.9.2 Tubo de F°G° de 3 m de longitud

Será de acero galvanizado de 19 mm de diámetro interior y 3 m de longitud provisto de codo.

Se utilizará para la protección del cable concéntrico en acometidas cortas.

##### 4.2.9.3 Templador de A°G°

El templador será fabricado de fierro galvanizado en caliente, del tipo deslizante y ajuste por efecto de cuña, con agarradera de alambre

acerado. El templador servirá para sujetar el conductor de acometida.

#### 4.2.9.4 Armella tirafondo

Para el anclaje del templador se utilizará una armella tirafondo de fierro galvanizado en caliente de 10 mm de diámetro x 64 mm.

#### 4.2.9.5 Alambre galvanizado

Será de acero galvanizado 1,63 mm de diámetro, para amarre.

#### 4.2.9.6 Caja portamedidor

Las cajas portamedidores serán fabricadas con plancha de hierro laminado en frío, de 0,9 mm de espesor para el cuerpo de la caja y 2,0 mm para la tapa. Las dimensiones exteriores de la caja portamedidor dependerán del tipo de medidor de energía a instalar, del tipo inducción o del tipo estático.

Todos los puntos de soldadura estarán distanciados entre si 40 mm como máximo. Los cortes y dobleces deberán efectuarse por estampado, no debiendo tener filos cortantes ni rebabas.

Previamente a la aplicación de la capa de pintura, se limpiará la superficie metálica mediante un proceso de arenado o decapado. El acabado se hará a base de pintura anticorrosiva epóxica, color gris mate.

Se aceptará otro tipo de acabado y pintado, el cual deberá ser debidamente sustentado y aprobado por el Propietario.

Presentará seis agujeros prefabricados: uno (1) en la cara inferior, uno (1) la cara superior y dos (2) en cada cara lateral. La apertura de los

agujeros deberá efectuarse por el interior de la caja.

El marco frontal no será desmontable y estará provisto de un visor transparente de policarbonato resistente a los golpes, a la corrosión, a radiación ultravioleta material y a los cambios bruscos de temperatura. Para los efectos de seguridad, estará equipado con una chapa triangular metálica implementada con precinto de seguridad.

En el interior de la caja se instalará un tablero de madera tornillo o cedro liso, protegido con material preservante CCB o Pentaclorofenol, aplicado según lo indicado en la Norma ITINTEC 251.019. El acabado será similar en ambas caras del tablero. Las dimensiones de la madera dependerán del tipo de caja metálica a suministrar.

En la parte inferior del tablero de madera se instalará el equipo de protección conformado por un interruptor termomagnético bipolar de 16 A de corriente nominal, fabricado en base a la Norma IEC 898.

#### 4.2.9.7 Medidor monofásico de energía activa

Los medidores estáticos de energía activa para corriente alterna serán utilizados en los sistemas de distribución de baja tensión, con las siguientes características de operación:

Configuración de la Red Secundaria :

Trifásica: 380-220 V, 4hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra.

Monofásica: 440-220 V, 3hilos, Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra.

Tensión nominal del Medidor: 220 V (Fase – Neutro)

Frecuencia: 60 Hz

Características Técnicas Generales

Tipo de Funcionamiento : De estado sólido

Número de Fases : Uno (01)

Tensión Nominal : 220 V (Fase – Neutro)

Frecuencia Nominal : 60 Hz

Corriente Nominal (In) : 10 A

Clase de Precisión Máxima : 1

Sobrecarga admisible : 400 % In (40 A)

Número de Hilos : 2

Registrador : Digital Con Pantalla Líquida  
Siempre Positivo (independiente de  
de la Inversión de la Polaridad)

Posición de Funcionamiento : Vertical

4.2.9.8 Conector bimetálico aislado tipo perforación, para acometida con fusible incorporado de 20 A

El sistema eléctrico en el cual se instalarán los conectores tiene las siguientes características:

Configuración de la Red Secundaria Trifásica: 380-220 V, 4hilos,-  
Neutro Corrido con múltiple puesta a tierra

Monofásica múltiple con puesta a tierra: 440-220V, 3hilos, Neutro  
Corrido

Tensión máxima de la red: 600 V

Frecuencia de la red: 60 Hz

Naturaleza del neutro : Efectivamente puesto a tierra

El kit de conexión comprende un portafusible aéreo de 63 A, 380 V, del tipo encapsulado con fusibles incorporado tipo Neozed de 20 A, que deberá conectarse al conductor de fase y un conector dentado aislado que deberá conectarse al conductor neutro. El kit de conexión será adecuado para conductor concéntrico de 6 mm<sup>2</sup>.

#### 4.2.9.9 Murete para instalación de acometida domiciliaria

Los muretes serán de concreto armado centrifugado, se utilizarán en la instalación de las acometidas domiciliarias monofásicas.

## **CAPITULO 5**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE**

#### **5.1 REPLANTEO TOPOGRÁFICO**

Se deberá efectuar todos los trabajos necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo.
- El (los) poste (s) de la (s) estructuras.
- Los ejes de las retenidas y los anclajes.

El replanteo será efectuado por personal experimentado empleando distanciómetros, equipos de estación total, teodolitos y otros instrumentos de medición de probada calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos horizontales y verticales.

El replanteo se materializará en el terreno mediante:

- Hitos de concreto en los vértices, extremos de líneas y puntos de control importantes a lo largo del trazo.
- Estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para postes y retenidas.

#### **5.2 INGENIERÍA DE DETALLE**

La Ingeniería de Detalle comprenderá, sin ser limitativo, las siguientes actividades:

- Verificación del cálculo mecánico de conductores
- Verificación de la utilización de las estructuras en función de sus vanos característicos y las distancias de seguridad al terreno, a las edificaciones y entre conductores (de fase y neutro).
- Elaboración de la planilla final de estructuras como resultado del replanteo topográfico.
- Determinación de la cantidad final de materiales y equipos.
- Elaboración de planes de tendido de conductores, preparación de la tabla de tensado. En caso de utilizarse cadenas de suspensión, se elaborará, adicionalmente, las tablas de engrapado.
- Diseño y cálculo de las fundaciones de acuerdo con las condiciones reales del terreno.
- Diseño de la puesta a tierra de las estructuras de líneas y redes primarias de acuerdo con los valores de resistividad eléctrica del terreno obtenidos mediante mediciones y según los criterios establecidos en el estudio definitivo.
- Coordinación de la protección tomando en cuenta las características de los equipos tales como interruptores automáticos de seccionadores fusibles (cut-out), interruptores termomagnéticos y fusibles de baja tensión.
- Elaboración de planos “Conforme a Obra”.
- Otros cálculos de justificación que solicite la supervisión.
- Determinación de materiales faltantes no considerados en el proyecto.

### **5.3 GESTIÓN DE SERVIDUMBRE**

De conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento, el Propietario adquirirá los derechos de servidumbre y de paso en forma progresiva y de acuerdo con el Cronograma de obra.

De conformidad con la Norma DGE-025-P-1/1988 del Ministerio de Energía y Minas, se elaborará oportunamente todos los documentos para que el Propietario proceda a la adquisición del derecho de servidumbre para:

- Implantación de postes y retenidas.
- Los aires para la ubicación de los conductores.
- Los caminos de accesos provisionales o definitivos.

Las franjas de terreno sobre la que se ejercerá servidumbre serán de 5,5 m a cada lado del eje longitudinal de la línea.

### **5.4 EXCAVACIÓN Y SOLADO**

Se ejecutarán las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

Durante las excavaciones, se tomarán todas las medidas necesarias para evitar la inundación de los hoyos, pudiendo emplear el método normal de drenaje, mediante bombeo y zanjas de drenaje, u otros medios previamente aprobados por la Supervisión.

## **5.5 IZAJE DE POSTES Y CIMENTACIÓN**

En el fondo de la excavación se elaborará un solado plano, de 0.10m de altura con concreto de relación cemento/ripio 1:10, para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

En los lugares que no cuenten con caminos de acceso para vehículos, los postes se izarán mediante trípodes o cabrías. Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

### Cimentación

Los postes de concreto serán cimentados con concreto en la relación cemento/ripio 1:8.

El cemento, los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

## **5.6 INSTALACIÓN DE CRUCETAS Y/O MÉNSULAS**

La instalación de las crucetas y/o ménsulas se hará de acuerdo con el método propuesto por el Contratista y aprobado por la Supervisión.

Cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

El Contratista tomará las debidas precauciones para asegurar que ninguna parte

de las crucetas y/o ménsulas sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje.

## 5.7 ARMADO DE ESTRUCTURAS

Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

Se tomarán las debidas precauciones para asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastrarán elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

### 5.7.1 Tolerancias

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

- Conicidad del poste                      15mm/m
- Alineamiento                               $\pm 5 \cdot cm$
- Desviación de crucetas                1/200 Le

Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta.

### 5.7.2 Ajuste final de pernos

El ajuste final de todos los pernos se efectuará, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial.

A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas, los ajustes deberán ser hechos con llaves adecuadas.

El ajuste deberá ser verificado mediante torquímetros de calidad comprobada.

La magnitud de los torques de ajuste deben ser proporcionados por el fabricante según la dimensión de los pernos y aprobados por la Supervisión.

### 5.7.3 Señalización del poste

El contratista pintará con esmalte sobre la superficie del poste su numeración, la señal de puesta a tierra y aviso de peligro donde corresponda.

## **5.8 MONTAJE DE RETENIDAS Y ANCLAJES**

La ubicación y orientación de las retenidas serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar.

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutará después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje.

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y estará libre de sustancias orgánicas, basura y escombros.

Se utilizará el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir

0,20 m del nivel del terreno.

Los cables de retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores. La disposición final del cable de acero y los amarres preformados se muestran en los planos del proyecto.

Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

## **5.9 PUESTA A TIERRA**

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de copperweld enterrados en el terreno.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo PIN.
- Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje.
- El conductor neutro, en caso que existiera los soportes metálicos de los seccionadores fusibles
- El borne pertinente de los pararrayos.

Los detalles constructivos de la puesta a tierra se muestran en los planos del proyecto.

Las puestas a tierra de las redes primarias y subestaciones deberán medir menos de 25 ohmios. En la línea primaria no se realizarán mediciones.

La resistencia de puesta a tierra del conductor neutro de toda la red secundaria; su valor no deberá ser, en ningún caso, mayor a 3 ohms.

En caso que no pudiera obtenerse el valor indicado, se instalarán puestas a tierra adicionales hasta conseguirlo.

#### **5.10 INSTALACIÓN DE AISLADORES Y ACCESORIOS**

Los aisladores de suspensión y los de tipo PIN serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Durante el montaje, se cuidará que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicará métodos de izaje adecuados.

Las cadenas de anclaje instalados en un extremo de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, deberán ser amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento.

#### **5.11 TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE LOS CONDUCTORES**

El desarrollo, el tendido y la puesta en flecha de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos y aprobados por la Supervisión.

La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

##### Manipulación de los conductores

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los

alambres de las distintas capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin, el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por la Supervisión.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. El radio de curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

#### Grapas y Mordazas

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje no deberán producir movimientos relativos de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en los conductores, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

#### Empalmes de los Conductores

Se buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir, al mínimo, el número de juntas o empalmes.

El número y ubicación de las juntas de los conductores serán sometidos a la aprobación de la Supervisión antes de comenzar el montaje y el tendido. Las juntas no estarán a menos de 15 m del punto de fijación del conductor más cercano.

No se emplearán juntas de empalme en los siguientes casos:

- Donde estén separadas por menos de dos vanos

- En vanos que crucen líneas de energía eléctrica o de telecomunicaciones, carreteras importantes y ríos.

### Puesta en Flecha

La puesta en flecha de los conductores se llevará a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga.

La puesta en flecha se llevará a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

### Procedimiento de puesta en flecha del conductor

Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de puesta en flecha para que el conductor se estabilice (recomendado 72 horas). Se aplicará las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos (CREEP) durante este período.

La flecha y la tensión de los conductores serán controladas por lo menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente alejados uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

### Tolerancias

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido respecto a las flechas de la tabla de tensado:

- Flecha de cada conductor : 1,0 %
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase : 0,5 %

## **5.12 MONTAJE DE SUBESTACIONES DE DISTRIBUCIÓN**

El transformador será izado mediante grúa o cabría, y se fijará a las plataformas de estructuras bipostes mediante perfiles angulares y pernos. Los transformadores monofásicos se fijarán directamente al poste mediante pernos y accesorios adecuados.

El lado de alta tensión de los transformadores se ubicará hacia el lado de la calle y se cuidará que ningún elemento con tensión quede a menos de 2,5 m de cualquier objeto, edificio, casa, etc.

El montaje del transformador será hecho de tal manera que garantice que, aún bajo el efecto de temblores, éste no sufra desplazamientos.

Los seccionadores fusibles se montarán en palomillas de concreto o en crucetas asimétricas, siguiendo las instrucciones del fabricante. Se tendrá cuidado que ninguna parte con tensión de estos seccionadores-fusibles, quede a distancia menor que aquellas estipuladas por el Código Nacional de Electricidad, considerando las correcciones pertinentes por efecto de altitud sobre el nivel del mar.

Se comprobará que la operación del seccionador no afecte mecánicamente a los postes, a los bornes de los transformadores, ni a los conductores de conexionado.

Los seccionadores-fusibles una vez instalados y conectados a las líneas de 22,9/13,2 kV y al transformador, deberán permanecer en la posición de "abierto" hasta que culminen las pruebas con tensión de la línea.

Los tableros de distribución suministrados por el fabricante, con el equipo completamente instalado, serán montados en los postes, mediante abrazaderas y

pernos, según el tipo de subestación.

Las puertas de las cajas de distribución estarán orientadas hacia la calle.

El conexionado de conductores en 22,9/13,2 kV o en baja tensión se hará mediante terminales de presión y fijación mediante tuercas y contratuercas. El conductor para la conexión del transformador al tablero de distribución y de éste a los circuitos exteriores de distribución secundaria, será del tipo NYY y de las secciones que se indican en los planos del proyecto.

### **5.13 MONTAJE DEL RECLOSER**

Esta especificación de montaje se aplicará al recloser, trifásico, para instalación exterior y autoportado.

El recloser se recibirá de fábrica, embalada de tal forma que facilite su transporte e identificación, para hacer el montaje con rapidez.

Para el montaje de las piezas es imprescindible un aparato de elevación adecuado a los pesos y características de las piezas por montar y se sujetarán a las indicaciones del fabricante.

El montaje se ajustará a lo indicado en los planos y manuales de instrucción y el personal encargado a ejecutar los ensambles, deberá ser especializado.

Las empaquetaduras de nitrilo y/o corcho-neoprene y en general todos los sellos que se utilicen en el montaje de los accesorios, deberán estar limpios, así como las superficies en que se asentarán y su colocación se hará con cuidado, comprimiéndolos uniformemente para garantizar su hermeticidad.

Las conexiones eléctricas se limpiarán antes de soldarse o unirse a los conectores.

#### **5.14 PASTORALES Y LUMINARIAS**

Los pastorales se instalarán de tal manera que presenten la disposición mostrada en los planos. Salvo excepciones, estarán orientados perpendicularmente al eje de la calzada a la cual van a iluminar.

Los pastorales de acero se fijarán a los postes de madera utilizando abrazaderas y tirafondos mientras que los pastorales de concreto se fijarán a los respectivos postes, también de concreto, mediante mezcla de cemento-arena (mortero) de la dosificación adecuada para asegurar la unión.

Los pastorales de acero y sus respectivas luminarias se podrán instalar simultáneamente o en forma progresiva, dependiendo de la programación de la obra y de la disponibilidad de los materiales y equipos. Los pastorales de concreto no podrán instalarse simultáneamente con las luminarias, pues, tendrá que esperarse el fraguado del mortero.

Previamente a la instalación de las luminarias, se efectuará una limpieza integral de las carcazas, los reflectores, los difusores y se verificará la hermeticidad de las empaquetaduras. Se comprobará, además, el correcto funcionamiento de las lámparas y los elementos auxiliares alojados en la luminarias.

Las luminarias se ajustarán a los pastorales aplicando los torques de ajuste recomendados por el fabricante y tomando en cuenta el material del pastoral,

La conexión bimetálica entre los conductores de las redes secundarias y los cables de conexionado a la luminaria serán protegidos con cinta aislante.

## **5.15 CONEXIONES DOMICILIARIAS**

Las disposiciones de las conexiones domiciliarias serán aquéllas mostradas en los planos del proyecto. Cada acometida deberá estar conectada desde la caja de derivación, donde se le identificará mediante un código.

A fin de balancear las cargas en todas las fases del circuito, las acometidas serán alternadas entre las fases del circuito.

Los cables concéntricos de acometida no tendrán ningún empalme entre la caja de derivación y el contador de energía.

## **5.16 INSPECCIÓN Y PRUEBAS**

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

### **5.16.1 Líneas y Redes Primarias**

Deberá verificarse lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- La limpieza de los conductores
- La magnitud de las flechas de los conductores debe estar de acuerdo con lo establecido en la tabla de tensado.
- Los residuos de embalajes y otros desperdicios deben haberse retirado.
- La limpieza de la franja de servidumbre debe estar de acuerdo con lo requerimientos del proyecto.

En cada estructura se verificará que se hayan llevado a cabo los

siguientes trabajos:

- Relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y la dispersión de la tierra sobrante.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancias permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- Ajuste de pernos y tuercas.
- Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo PIN y de suspensión.
- Instalación de los accesorios del conductor.
- Ajuste de las grapas de ángulo y de anclaje.

En el transformador de distribución:

- Estanqueidad del tanque, posición del cambiador de tomas, nivel de aceite, anclaje a la estructura, ajuste de barras y conexionado en general.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo por de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

- Determinación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- Medición de la resistencia a tierra de las subestaciones.
- Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
- Medida de la impedancia directa.
- Medición de la impedancia homopolar.
- Prueba de la tensión brusca.

- Prueba de cortocircuito.
- Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con la línea bajo tensión y en vacío.
- En el transformador de distribución: medición del aislamiento de los devanados, medición de la tensión en vacío y con carga.

#### 5.16.2 Redes Secundarias

En las Redes secundarias se efectuarán las mediciones de la resistencia de aislamiento de los conductores de fase entre sí, y de los conductores de fase respecto al conductor neutro. Para la ejecución de estas pruebas deben cumplirse las siguientes condiciones:

Los conductores concéntricos de las acometidas domiciliarias estarán desconectados en la caja de derivación.

En los circuitos de alumbrado público, la medición de aislamiento se efectuará antes de conectar los conductores de alimentación a las luminarias.

Los valores mínimos de resistencia de aislamiento que deben obtenerse son los siguientes:

- Entre fases  $20 \text{ M}\Omega$
- Entre fase y tierra  $10 \text{ M}\Omega$

El conductor neutro estará puesto a tierra, por lo menos, en todos los puntos previstos en el proyecto.

#### Prueba de Continuidad

Esta prueba consiste en cortocircuitar los conductores de fase al inicio del circuito en la subestación y comprobar la continuidad en el otro

extremo.

Al medir el aislamiento entre una fase y cada una de las otras fases debe obtenerse una resistencia de valor nulo.

#### Prueba de tensión

Luego que se hayan realizado las mediciones de aislamiento y las pruebas de continuidad, y habiéndose obtenido valores satisfactorios, se procederá a la aplicación de tensión en vacío por un período de 24 horas.

Durante este tiempo se efectuarán las mediciones de tensión en los puntos más importantes de cada circuito y se determinará la secuencia de fases.

#### Prueba de Alumbrado Público

Consistirá en energizar los circuitos de alumbrado público tanto manualmente como mediante el control horario. Se verificará el correcto funcionamiento de todas las lámparas y se medirá la tensión al comienzo y al final de cada circuito de alumbrado público.

## CAPITULO 6

### PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

#### 6.1 OBJETIVO

La finalidad de este capítulo es dar a conocer el Valor Referencial del proyecto, el cual comprende; Subestación de Potencia, Líneas Primarias, Redes Primarias y Redes Secundarias, así como también la programación de la ejecución del proyecto.

#### 6.2 SUBESTACIÓN DE POTENCIA

El resumen del valor referencial se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 25 – Valor Referencial de la Subestación de potencia

ELECTRO ORIENTE S.A.			
<b>PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE</b>			
<b>SUBESTACION DE POTENCIA</b>			
<b>VALOR REFERENCIAL</b>			
PARTIDA		: SUBESTACION DE POTENCIA 7 MVA 10/22,9 Kv	
UBICACIÓN		: DISTRITOS IQUITOS, PUNCHANA, INDIANA Y MAZARI; PROVINCIA MAYNAS; DEPARTAMENTO LORETO	
PARTE	SECCION	DESCRIPCION	SUB TOTAL S/.
1		SUBESTACION DE POTENCIA	POR CONTRATAR
	A	SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS	993,113.62
	B	MONTAJE ELECTROMECANICO	53,635.53
	C	OBRAS CIVILES	107,756.75
	D	TRANSPORTE	136,313.25
		PARCIAL - SUBESTACION DE POTENCIA	1,290,819.16
	D	COSTO DIRECTO (C.D.)	1,290,819.16
	E	GASTOS GENERALES 7.89%	101,845.63
	F	UTILIDADES 8.0%	103,265.53
	G	COSTO SUB-TOTAL	1,495,930.33
	H	I.G.V. (19 %)	284,228.76
		<b>COSTO TOTAL S/.</b>	<b>1,780,157.09</b>

### 6.3 LÍNEA PRIMARIA

El resumen del valor referencial de las líneas primarias se muestra en el siguiente cuadro. El detalle del metrado y presupuesto por partidas se adjuntan en los anexos.

Cuadro N° 26 – Valor Referencial de la Línea Primaria

ELECTRO ORIENTE S.A.			
PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE			
LINEA PRIMARIA			
VALOR REFERENCIAL			
PARTIDA		: LINEA PRIMARIA	
		RESUMEN GENERAL-LINEA PRIMARIA	
UBICACIÓN		: DISTRITOS IQUITOS, PUNCHANA, INDIANA Y MAZAN; PROVINCIA MAYNAS; DEPARTAMENTO LORETO	
PARTE	SECCION	DESCRIPCION	SUB-TOTAL S/.
1		LINEA PRIMARIA	POR CONTRATAR
	A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	2,003,529.75
	B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	455,320.04
	C	TRANSPORTE	117,793.28
		PARCIAL - REDES SECUNDARIAS	2,576,643.07
	D	COSTO DIRECTO ( C.D. )	2,576,643.07
	E	GASTOS GENERALES 7.89%	203,297.14
	F	UTILIDADES 8.0%	206,131.45
	G	COSTO SUB-TOTAL	2,986,071.65
	H	I.G.V. (19 %)	567,353.61
		COSTO TOTAL S/.	3,553,425.27

### 6.4 RED PRIMARIA

En el caso de las redes primarias se ha presupuestado tanto para la zona urbana de Iquitos así como para las comunidades, debido a que se han usado distintos materiales en algunas de las partidas.

#### 6.4.1 Red primaria zona urbana de Iquitos

El resumen del valor referencial de las redes primarias en la zona urbana de Iquitos se muestra en el siguiente cuadro. El detalle del metrado y presupuesto por partidas se adjuntan en los anexos.

Cuadro N° 27 – Valor Referencial de las Redes Primarias en la Zona Urbana

ELECTRO ORIENTE S.A.				
PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE				
REDES ZONA URBANA DE IQUITOS				
VALOR REFERENCIAL				
PARTIDA		: REDES PRIMARIA ZONA URBANA DE IQUITOS		
		RESUMEN GENERAL-REDES PRIMARIA ZONA URBANA DE IQUITOS		
UBICACIÓN		: DISTRITOS IQUITOS Y PUNCHANA; PROVINCIA DE MAYNAS; DEPARTAMENTO DE LORETO		
PARTE	SECCION	DESCRIPCION		SUB-TOTAL S/.
3		REDES PRIMARIAS ZONA URBANA DE IQUITOS		POR CONTRATAR
	A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES		267,269.59
	B	MONTAJE ELECTROMECHANICO		51,769.48
	C	TRANSPORTE		19,161.43
		PARCIAL - REDES SECUNDARIAS		338,200.50
	D	COSTO DIRECTO ( C.D. )		338,200.50
	E	GASTOS GENERALES	7.89%	26,684.02
	F	UTILIDADES	8.0%	27,056.04
	G	COSTO SUB-TOTAL		391,940.56
	H	I.G.V. (19 %)		74,468.71
		COSTO TOTAL S/.		466,409.27

#### 6.4.2 Red primaria comunidades

El resumen del valor referencial se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 28 – Valor Referencial de las Redes Primarias en las Comunidades

ELECTRO ORIENTE S.A.				
PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE				
REDES PRIMARIAS COMUNIDADES				
VALOR REFERENCIAL				
PARTIDA		: REDES PRIMARIAS COMUNIDADES		
		RESUMEN GENERAL-REDES PRIMARIAS COMUNIDADES		
UBICACIÓN		: DISTRITO PUNCHANA, INDIANA Y MAZAN; PROVINCIA MAYNAS; DEPARTAMENTO LORETO		
PARTE	SECCION	DESCRIPCION		SUB-TOTAL S/.
3		REDES PRIMARIAS COMUNIDADES		POR CONTRATAR
	A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES		494,713.76
	B	MONTAJE ELECTROMECHANICO		91,569.54
	C	TRANSPORTE		44,625.94
		PARCIAL - REDES SECUNDARIAS		630,909.24
	D	COSTO DIRECTO ( C.D. )		630,909.24
	E	GASTOS GENERALES	7.89%	49,778.74
	F	UTILIDADES	8.0%	50,472.74
	G	COSTO SUB-TOTAL		731,160.72
	H	I.G.V. (19 %)		138,920.54
		COSTO TOTAL S/.		870,081.25

## 6.5 RED SECUNDARIA

El resumen del valor referencial de las redes secundarias se muestra en el siguiente cuadro. El detalle del metrado y presupuesto por partidas se adjuntan en los anexos.

Cuadro N° 29 – Valor Referencial de las Redes Secundarias

ELECTRO ORIENTE S.A.			
PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE			
REDES SECUNDARIAS			
VALOR REFERENCIAL			
PARTIDA		: REDES SECUNDARIAS	
UBICACIÓN		: RESUMEN GENERAL-REDES SERV. PART. Y ALUMB. PUBLICO	
		: DISTRITOS PUNCHANA, INDIANA Y MAZAN; PROVINCIA MAYNAS; DEPARTAMENTO LORETO	
PARTE	SECCION	DESCRIPCION	SUB-TOTAL S/.
3		REDES SECUNDARIAS	POR CONTRATAR
	A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	974,007.64
	B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	228,156.81
	C	TRANSPORTE	60,247.11
PARCIAL - REDES SECUNDARIAS			1,262,411.56
D		COSTO DIRECTO ( C.D. )	1,262,411.56
E	GASTOS GENERALES	7.89%	99,604.27
F	UTILIDADES	8.0%	100,992.93
G	COSTO SUB-TOTAL		1,463,008.76
H	I.G.V. (19 %)		277,971.66
COSTO TOTAL S/.			1,740,980.43

## 6.6 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El Valor Referencial del proyecto es de Ocho Millones Cuatrocientos Once Mil Cincuenta y Tres y 30/100 Nuevos Soles (S/. 8 411 053,30) incluido el IGV, comprende; Subestación de Potencia, Líneas Primarias, Redes Primarias y Redes Secundarias, el resumen total del valor referencial del proyecto, se muestra en el siguiente cuadro:

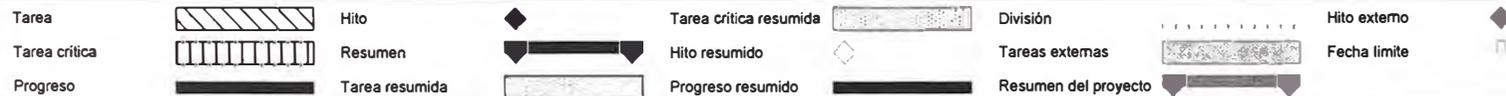
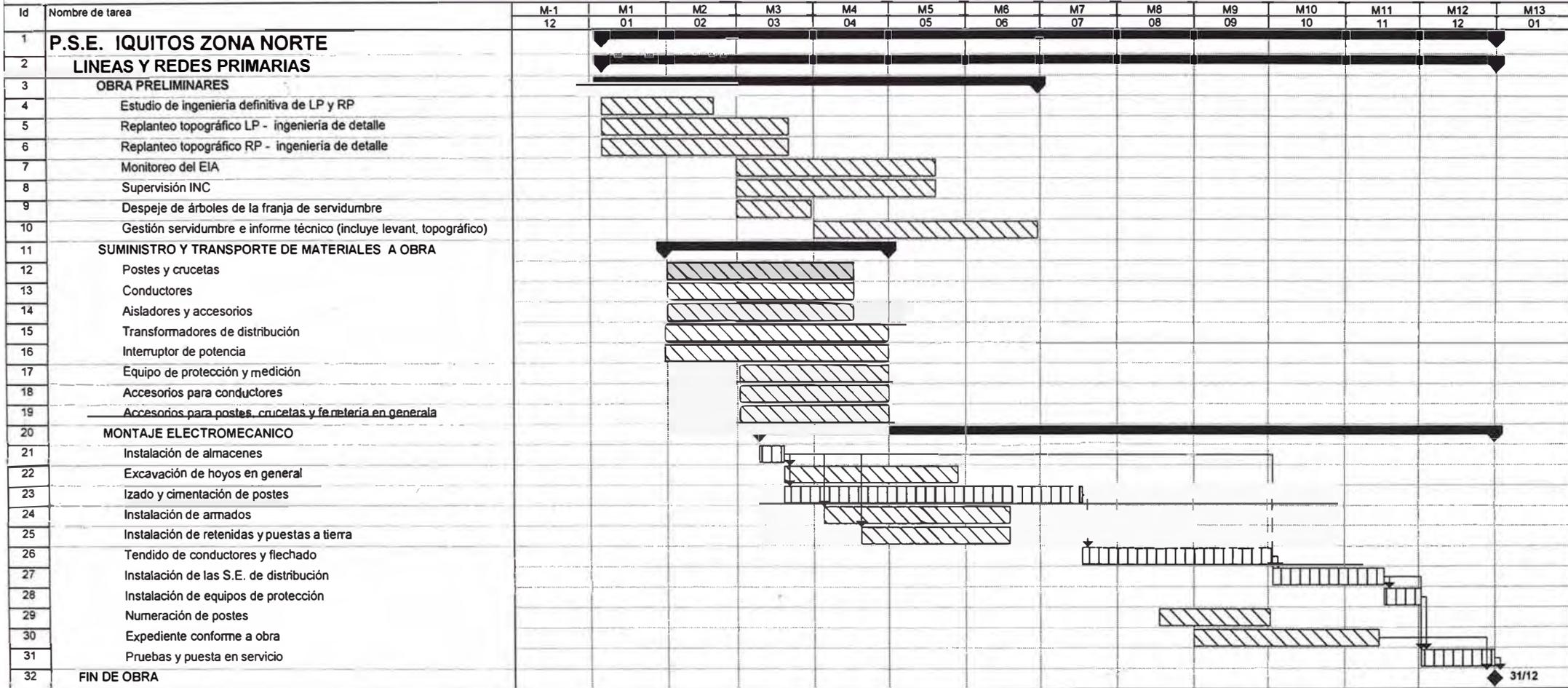
Cuadro N° 30 – Resumen Total del Valor Referencial del Proyecto

ELECTRO ORIENTE S.A.								
PROYECTO : PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE								
RESUMEN SUBESTACION DE POTENCIA - LINEA PRIMARIA - RED PRIMARIA - RED SECUNDARIA								
VALOR REFERENCIAL								
RESUMEN : SUBESTACION DE POTENCIA - LINEA PRIMARIA - RED PRIMARIA - RED SECUNDARIA								
UBICACIÓN : DISTRITOS IQUITOS, PUNCHANA, INDIANA Y MAZAN: PROVINCIA MAYNAS: DEPARTAMENTO LORETO								
	SECCION	DESCRIPCION	RED SECUNDARIA	RED PRIMARIA ZONA URB. IQUITOS	RED PRIMARIA COMUNIDADES	LINEA PRIMARIA	SUBESTACION DE POTENCIA	SUB-TOTAL \$/.
	A	SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES	974 007,64	267 269,59	494 713,76	2 003 529,75	993 113,62	4 732 634,36
	B	MONTAJE ELECTROMECANICO	228 156,81	51 769,48	91 569,54	455 320,04	53 635,53	880 451,40
	B2	OBRAS CIVILES					107 756,75	107 756,75
	C	TRANSPORTE	60 247,11	19 161,43	44 625,94	117 793,28	136 313,26	378 141,02
		PARCIAL	1 262 411,56	338 200,50	630 909,24	2 576 643,07	1 290 819,16	6 098 983,54
	D	COSTO DIRECTO (C.D.)	1 262 411,56	338 200,50	630 909,24	2 576 643,07	1 290 819,16	6 098 983,54
	E	GASTOS GENERALES 7.89%	99 604,27	26 684,02	49 778,74	203 297,14	101 845,63	481 209,80
	F	UTILIDADES 0%	100 992,93	27 056,04	50 472,74	206 131,45	103 265,53	487 918,68
	G	COSTO SUB-TOTAL	1 463 008,76	391 940,56	731 160,72	2 986 071,65	1 495 930,33	7 068 112,02
	H	I.G.V. (19 %)	277 971,66	74 468,71	138 920,54	567 353,61	284 226,76	1 342 941,28
		COSTO TOTAL \$/.	1 740 980,43	466 409,27	870 081,25	3 553 425,27	1 780 157,09	8 411 053,30

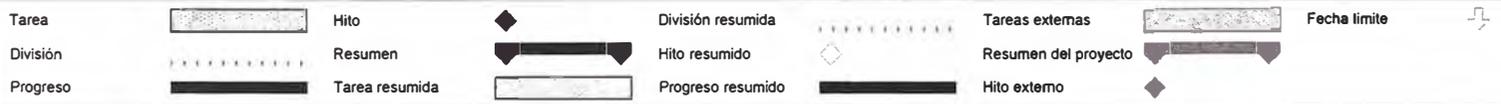
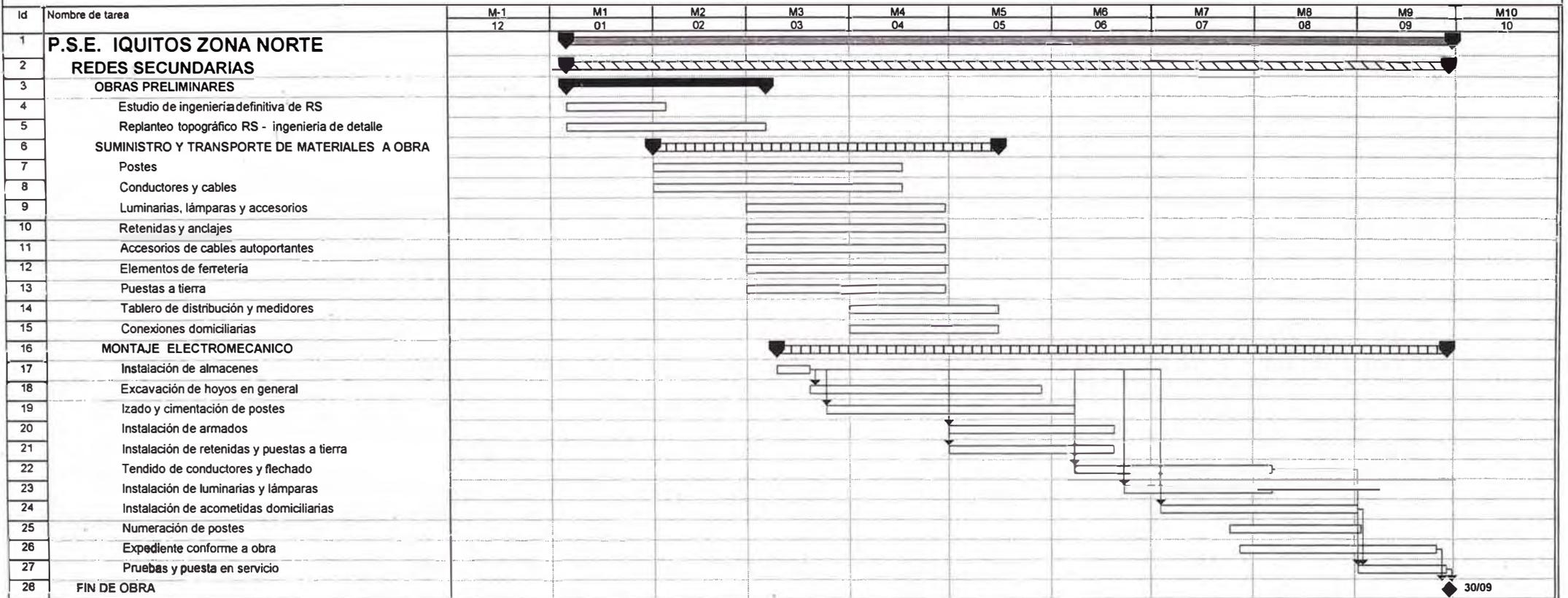
## 6.7 CRONOGRAMAS DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las Obras Civiles, Montaje Electromecánico, Pruebas y Puesta en Servicio será de 360 días calendario (12) meses, las cuales se detallan en el Cronograma de Obras que se muestran a continuación.

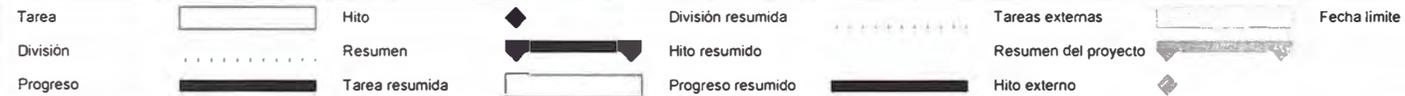
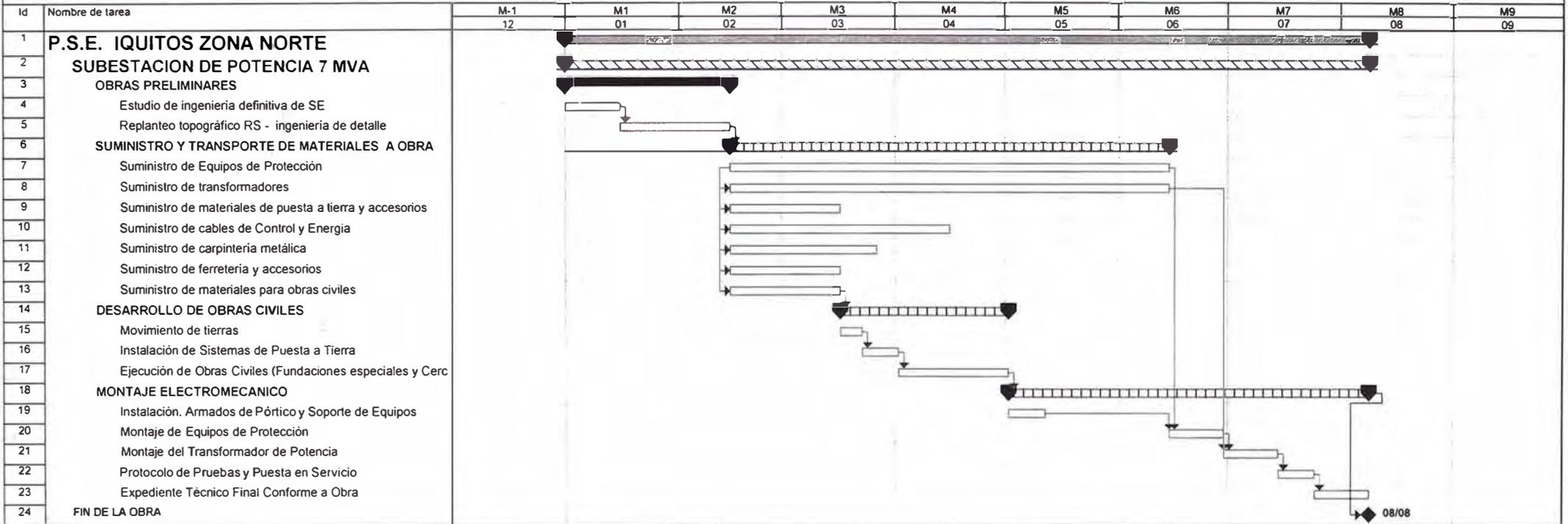
**CUADRO N° 31 - CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS DE LINEAS Y REDES PRIMARIAS**  
**SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA PARA 18 COMUNIDADES, PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE**



**CUADRO N° 32 - CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS DE REDES SECUNDARIAS  
SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA PARA 18 COMUNIDADES, PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE**



**CUADRO N° 33 - CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRAS DE LA SUBESTACION DE POTENCIA  
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELECTRICA PARA 18 COMUNIDADES, PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO IQUITOS ZONA NORTE**



## CAPITULO 7

### CONCLUSIONES

- El presente proyecto “Suministro de Energía Eléctrica para 18 Comunidades, Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte” permitirá la electrificación de 18 localidades, ubicadas dentro del departamento de Loreto, provincia de Maynas y Distritos de Iquitos, Punchana, Indiana y Mazán; en la cual se benefician a 2860 familias.
- Para el diseño de las líneas y redes primarias se han considerado redes aéreas debido a la accesibilidad de terreno a excepción del cruce del Río Nanay que se ha diseñado con cable subacuático.
- Para el diseño de las redes secundarias se ha considerado el cable autoportado y conductor de aluminio, por motivos de costos y seguridad.
- Se ha tomado en cuenta el sistema económicamente adaptado para áreas rurales para el presente proyecto.
- Debido a que este es un proyecto de interés social en el que el mayor beneficio se obtiene por la posibilidad de generación de desarrollo de los pueblos a los que se desea suministrar energía eléctrica, se requiere la participación del Estado para que este proyecto se haga viable.
- La inversión asciende a S/. 8 411 053,30 Nuevos Soles incluido el IGV.

## **CAPITULO 8**

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Código Nacional de Electricidad Suministro 2001
2. Normas de Procedimientos para la Elaboración de Expediente técnicos y ejecución de Obras en Sistemas de Distribución y Sistemas de Utilización en Media Tensión en Zonas de Concesión de Distribución.
3. Código Nacional de Electricidad Utilización.
4. Norma DGE "Terminología en Electricidad" y Símbolos "Gráficos en Electricidad".
5. Normas de Electrificación Rural.
  - Norma DGE "Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
  - Norma DGE "Especificaciones Técnicas de Montaje de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
  - Norma DGE "Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
  - Norma DGE "Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural".
  - Norma DGE "Especificaciones técnicas para los estudios de Geología y Geotecnia para electroductos para Electrificación Rural".

6. Normas internacionales IEC, ANSI-IEEE, VDE , REA y DIN.
7. Normas INDECOPI.
8. Reglamento Nacional de Construcciones.
9. Norma técnica de control emitida por Contraloría General de la República.

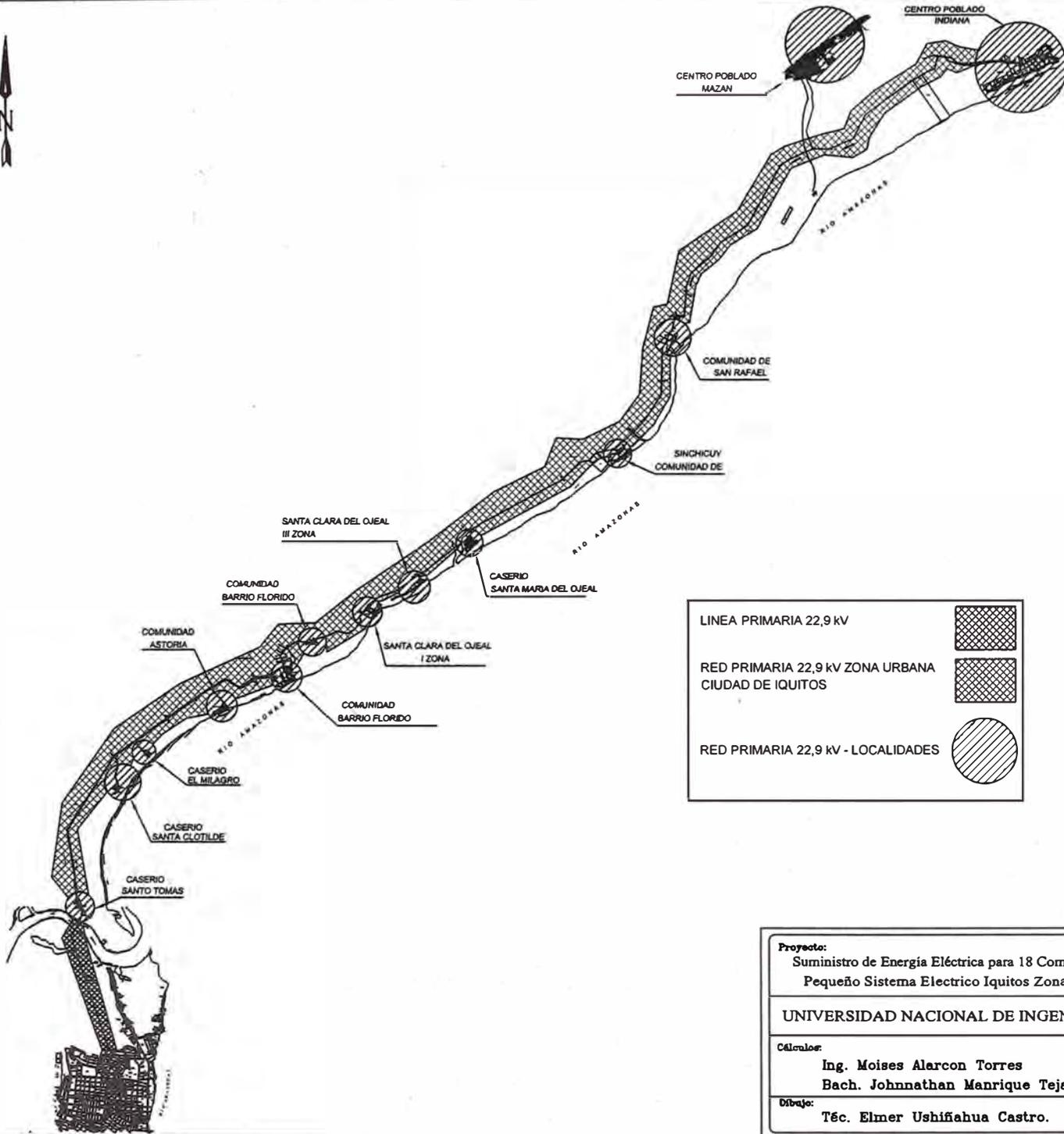
# **ANEXOS**

---

# **ANEXOS**

---

**- PLANOS Y LÁMINAS DE DETALLE-**



<b>Proyecto:</b> Suministro de Energia Eléctrica para 18 Comunidades Pequeño Sistema Electrico Iquitos Zona Norte
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
<b>Cálculos:</b> Ing. Moises Alarcon Torres Bach. Johnnathan Manrique Tejada
<b>Dibajo:</b> Téc. Elmer Ushifahua Castro.

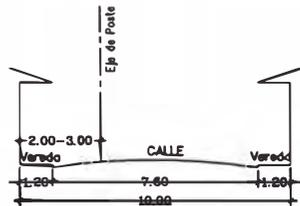
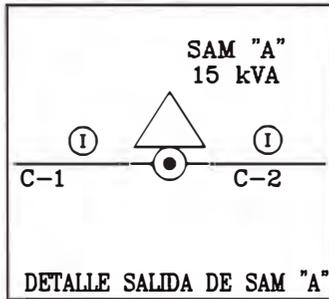
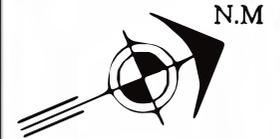
<b>Título:</b> PLANO DE UBICACION		
<b>Localidad:</b> IQUITOS	<b>Depart.:</b> Loreto	<b>Prov.:</b> Maynas
<b>Archivo:</b> UBI.DWG	<b>Dista.:</b> Iquitos, Punchana, Mazan, Indiana	<b>Número:</b> 1/1
<b>Escala:</b> 1/150000	<b>Fecha:</b> Diciembre 2008	<b>Código:</b> <b>UBI-01</b>

CUADRO DE CARGAS

SAM	CIRCUITO	SECCION (mm <sup>2</sup> )	CORRIENTE (A)	MAX.DEM. (kW)	POTENCIA	TRAFO
"A"	C-1 SP	16	7.05	3.10	MAXIMA DEMANDA : 7.38 RESERVAS (20%) : 1.48	15.00 kVA
	C-1 AP	16	1.80	0.36	kW 8.86 PERDIDAS (5%) : 0.36	
	C-2 SP	16	9.14	3.80	kW 9.22	
	C-2 AP	16	0.60	0.12	cos $\theta$ : 0.90 kVA 10.24	

NOTA.- EL CUADRO DE CARGA MUESTRA LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA, A UN HORIZONTE DE 20 AÑOS CON EL 1.3% DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA POR AÑO, ASIMISMO LAS PERDIDAS TOTALES DE LA RED BT.

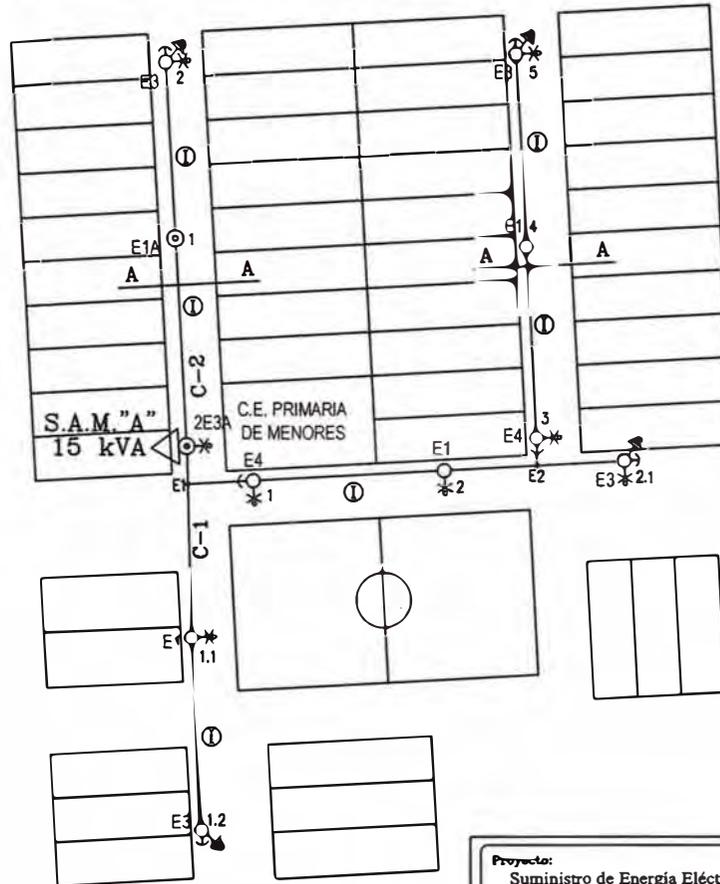
NORTE MAGNETICO



SECCION A-A

CUADRO DE CONDUCTORES ALUMINIO AUTOPORTANTE

CODIGO	SECCION (mm <sup>2</sup> )
①	2x16+16+P25



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	SUBESTACION AEREA MONOPOSTE C.A.C. 13m/400kg DE 15 kVA-PROYECTADO
	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA DE 440/220 V
	POSTE DE C.A.C. DE 13m/300kg-PROYECTADO
	POSTE DE C.A.C. DE 8m/200kg-PROYECTADO
	PASTORAL DE F'G' 0,55/1,0/1,5"Ø CON LUMINARIA y LAMPARA DE VAPOR DE SODIO 50 W
	EMPALME TIPO "T"
	RETENIDA INCLINADA
	PUESTA A TIERRA

RIO AMAZONAS

Proyecto: Suministro de Energía Eléctrica para 18 Comunidades Pequeño Sistema Electrico Iquitos Zona Norte
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Cálculos: Ing. Moises Alarcon Torres Bach. Johnnathan Manrique Tejada
Dibujo: Téc. Elmer Ushifahua Castro.

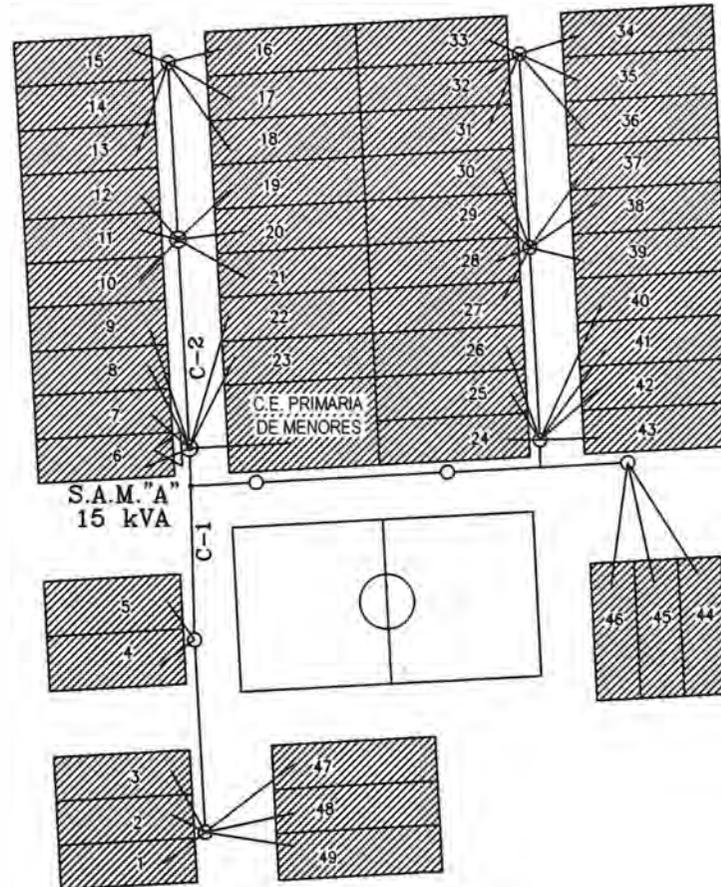
Título: RED SECUNDARIA 440/220 V. CASERIO EL MILAGRO		
Localidad: EL MILAGRO	Depart.: Loreto	Prov.: Maynas
Dist.: Iquitos, Punchana, Mazan, Indiana		
Archivo: RSEM.DWG	Número: 1/1	Código: RSEM-01
Escala: S.E.	Fecha: Diciembre 2008	

NORTE MAGNETICO



CUADRO ESTADISTICO DE LOTIZACION

DESCRIPCIÓN	TOTAL
LOTES EXISTENTE 	49
COLEGIOS 	01



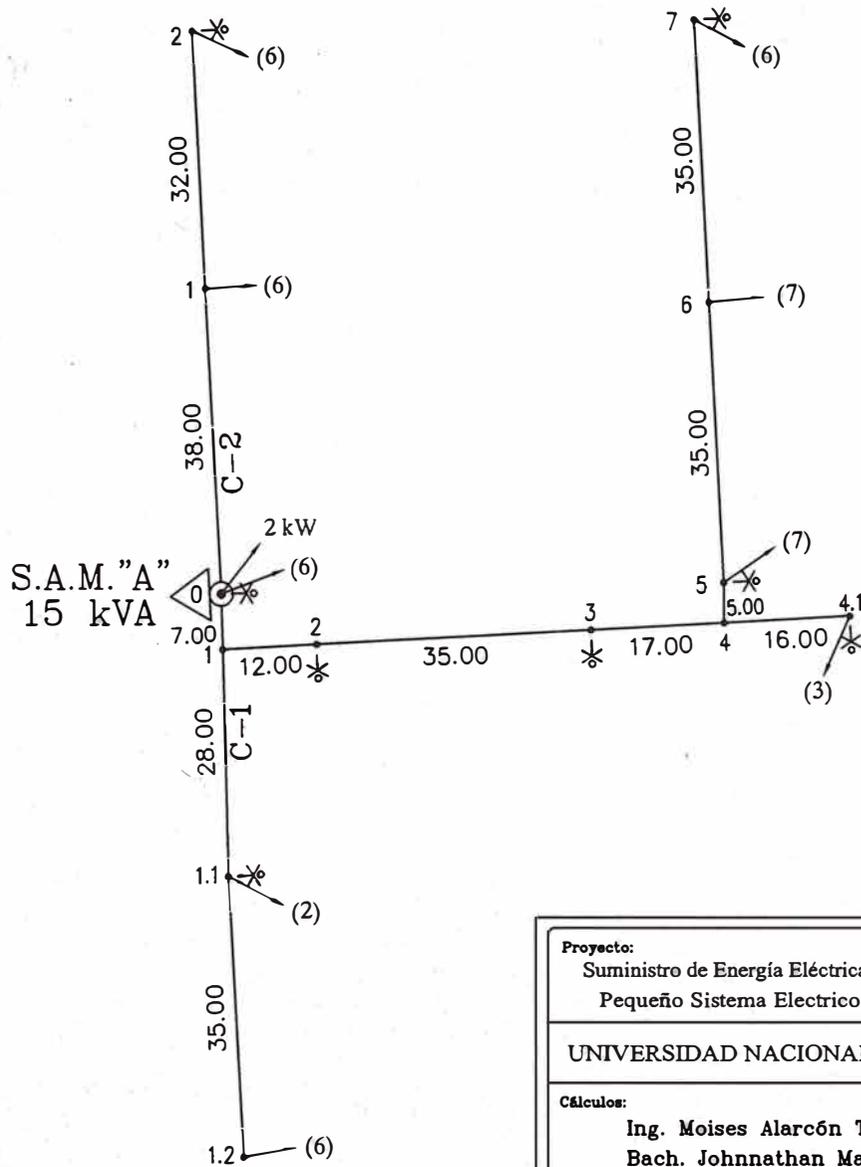
L E Y E N D A

SIMBOLO	DESCRIPCION
	SUBESTACION AEREA MONOPOSTE C.A.C. 13m/400kg DE 15 kVA-PROYECTADO
	RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA DE 440/220 V
	POSTE DE C.A.C. DE 13m/400kg-PROYECTADO
	POSTE DE C.A.C. DE 13m/300kg-PROYECTADO
	POSTE DE C.A.C. DE 8m/200kg-PROYECTADO
	LOTE HABITADO
	ACOMETIDA DOMICILIARIA

<b>Proyecto:</b> Suministro de Energía Eléctrica para 18 Comunidades Pequeño Sistema Electrico Iquitos Zona Norte
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
<b>Cálculos:</b> Ing. Moises Alarcon Torres Bach. Johnnathan Manrique Tejada
<b>Dibujo:</b> Téc. Elmer Ushifahua Castro.

<b>Título:</b> ACOMETIDAS DOMICILIARIAS CASERIO EL MILAGRO		
<b>Localidad:</b> EL MILAGRO	<b>Depart.:</b> Loreto	<b>Prov.:</b> Maynas
<b>Archivo:</b> REEM.DWG	<b>Dista.:</b> Iquitos, Punchana, Mazan, Indiana	<b>Número:</b> 1/1
<b>Escala:</b> S.E.	<b>Fecha:</b> Diciembre 2008	<b>Código:</b> ADEM-01

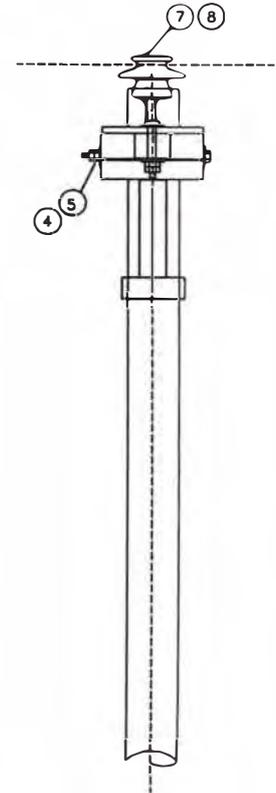
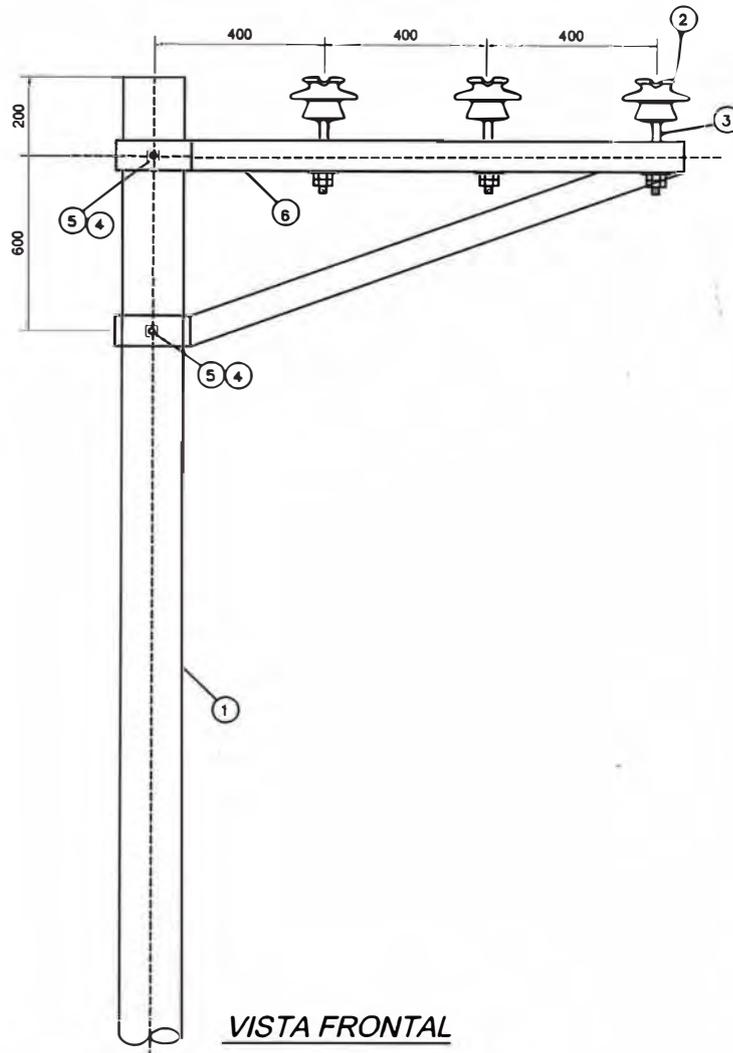
RIO AMAZONAS



<b>Proyecto:</b> Suministro de Energía Eléctrica para 18 Comunidades Pequeño Sistema Eléctrico Iquitos Zona Norte			<b>Título:</b> DIAGRAMA DE CARGAS CASERIO EL MILAGRO		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA					
<b>Cálculos:</b> Ing. Moises Alarcón Torres Bach. Johnnathan Manrique Tejada			<b>Localidad:</b> EL MILAGRO	<b>Depart.:</b> Loreto	<b>Prov.:</b> Maynas
<b>Dibujo:</b> Téc. Elmer Ushifiahua Castro.			<b>Disto.:</b> Iquitos, Punchana, Mazan, Indiana	<b>Archivo:</b> REEM.DWG	<b>Número:</b> 1/1
			<b>Escala:</b> 1/ 1000	<b>Fecha:</b> Diciembre 2008	<b>Código:</b> DCEM-01

CODIGO ELOR:

A1



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
8		ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m
7		VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3
6		MENSULA DE FG DE 1.3 m. LONG., FABRICADO CON PERFIL ANGULAR DE 50.8 x 50.8 x 5mm SOLDADA A ABRAZADERA PARTIDA	1
5		PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAMETRO, 457 mm DE LONGITUD, 200 mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
4		ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' 57 x 57 x 5mm, 18mm <sup>2</sup> DE AGUJERO	4
3		ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
2		AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE ANSI 56 -2	3
1		POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 15/400/210/435	1

Universidad Nacional de Ingeniería

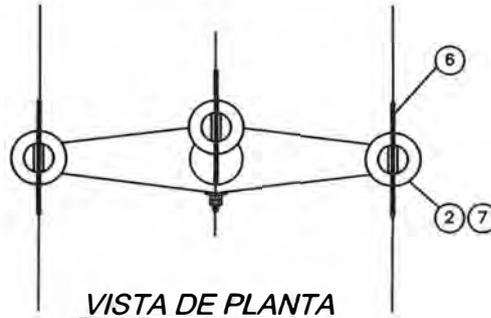
POSTE DE SUSPENSIÓN 0 -5°, TRIFÁSICO

TIPO SRP - 3

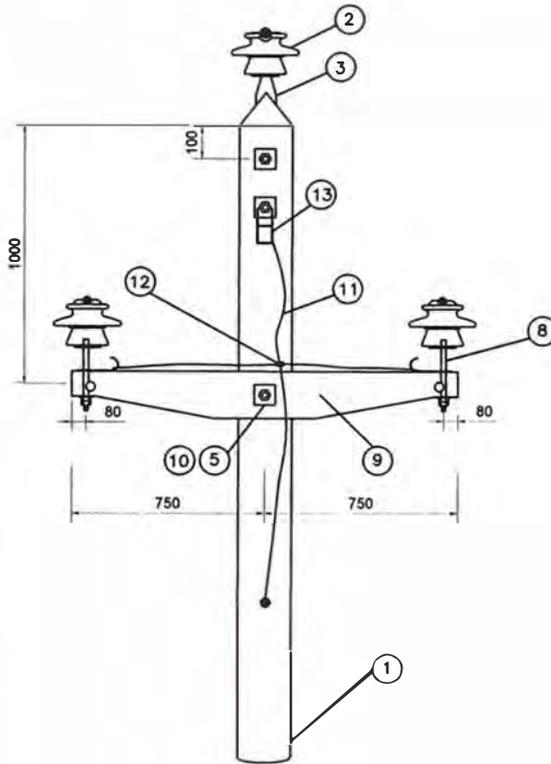
LAMINA N°:

01

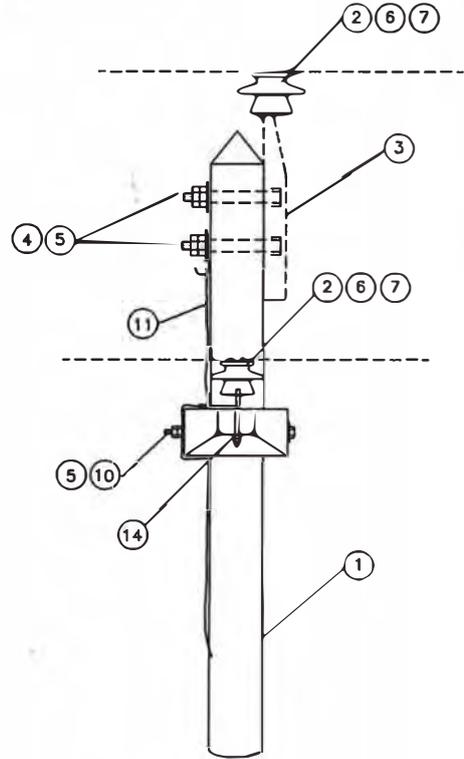
REVISION N°	FECHA	DESIGNO: Bach. Johnnathan Manrique T.
	APROB.	REVISO: Ing. Moisés Alarcón T.
V/B	FECHA	DEBULO: Tec E.u.c- FZdelC
	FECHA	ESCALA: S/E



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', 57 X57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
13	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm de DIAM., 457 mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
9	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/2.00/500	1	
8	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A'G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
7	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
6	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAM., 254 mm LONG., 152 mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm DE LONGITUD, 4mm DE ESPESOR PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56 -2	1	
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	3	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTIFUGADO DE 13/400/180/380	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

Universidad Nacional de Ingeniería

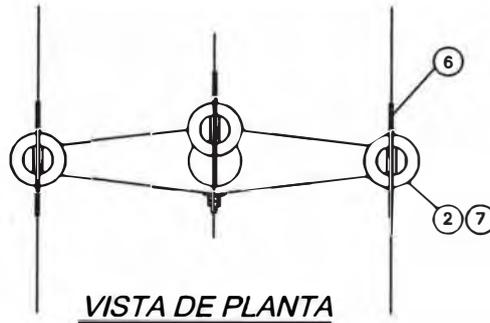
REVISION N°	FECHA	APROB:	DESIGN:
		Bach. Johnnothan Manrique T.	Bach. Johnnothan Manrique T.
		REVIS:	REVIS:
		Ing. Moisés Alarcón T.	Ing. Moisés Alarcón T.
V.B	FECHA	DESIGN:	Tec E.u.c- FZdelC
		FECHA:	Dic - 2008
		ESCALA:	S/E

SOPORTE SUSPENSIÓN 0° - 5°, TRIFÁSICO SIN NEUTRO  
TIPO PS1 - 3

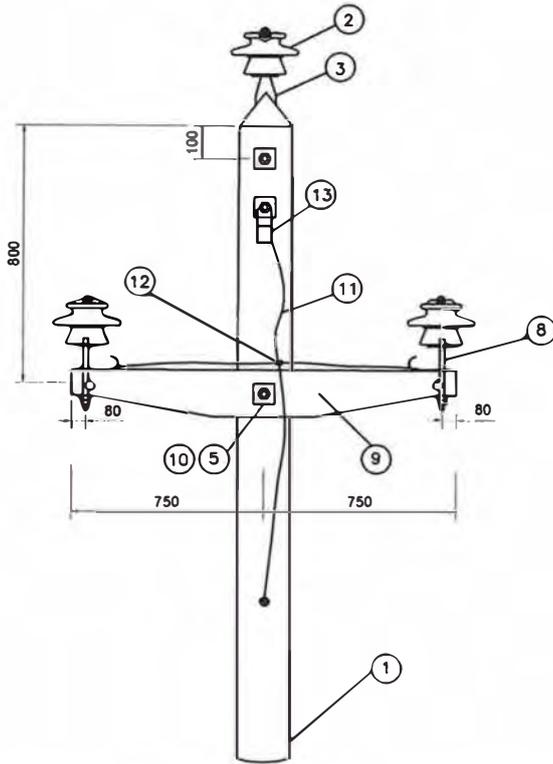
LAMINA N°:

02

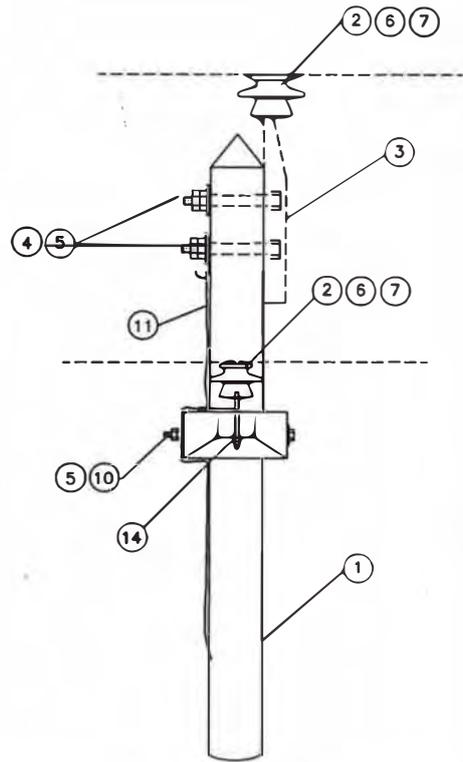
CODIGO ELOR:  
A3



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
13	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
9	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/2.00/500	1	
8	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
7	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
6	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAM., 254 mm LONG., 152 mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm LONGITUD, 4mm ESPESOR, PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	1	
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	3	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTIFUGADO DE 15/400/210/435	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

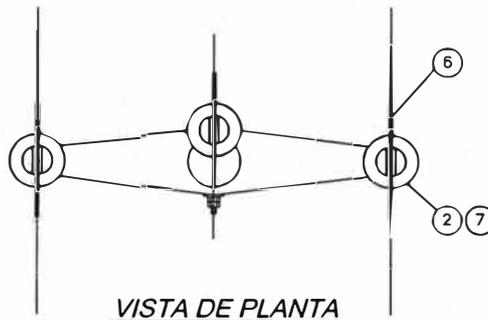
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	DESIGNO: Bach. Johnathan Manrique T.
		REVISO: Ing. Moisés Alarcón T.
V'B'		DEBULO: Tec E.u.c- FZdelC
	FECHA: Dic - 2008	ESCALA: S/E

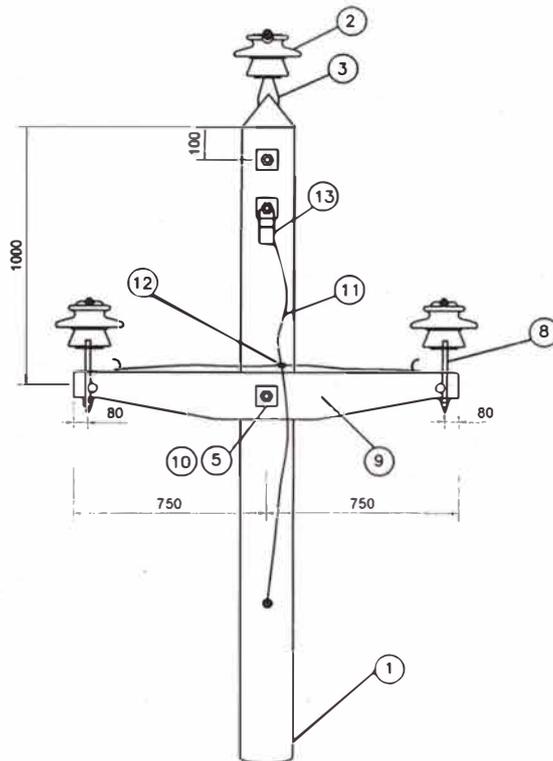
SOPORTE SUSPENSIÓN 0° - 5°, TRIFÁSICO SIN NEUTRO  
TIPO PS1 - 3

LAMINA N°:

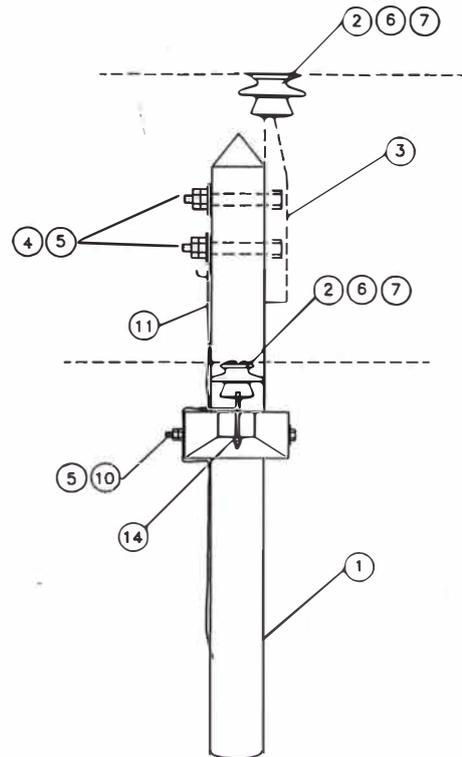
03



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
13	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
9	CRUCETA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 2.00 m DE LONGITUD Z/2.00/500	1	
8	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
7	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
6	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAM., 254 mm LONG., 152 mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm LONGITUD, 4mm ESPESOR, PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	1	
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	3	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

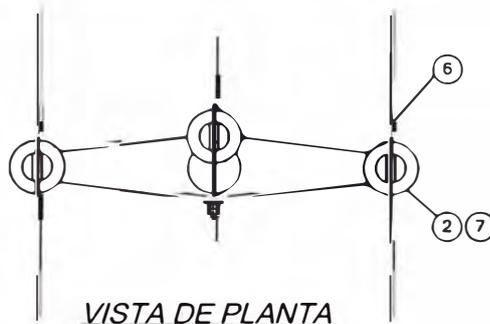
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T. REVISOR: Ing. Moisés Alarcón T. DIBUJO: Tec E.u.c- FZdelC
			FECHA: Dic - 2008 ESCALA: S/E

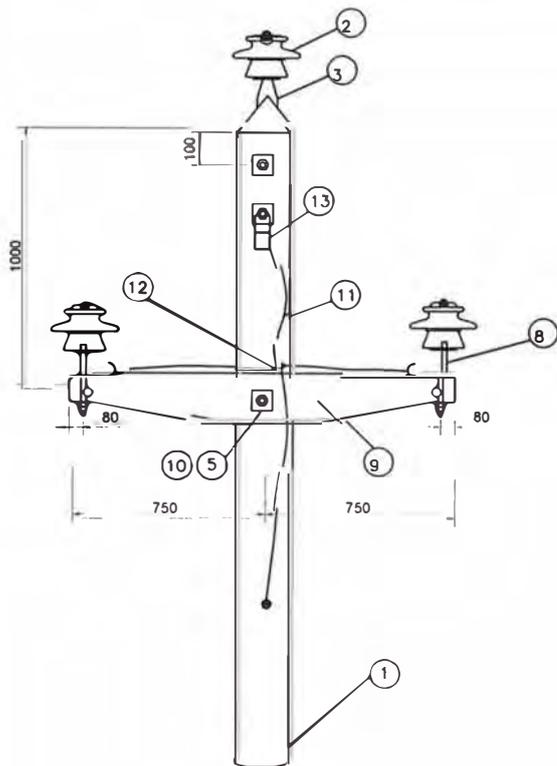
SOPORTE SUSPENSIÓN 0° - 5°, TRIFÁSICO  
 SIN NEUTRO  
 TIPO PS1 - 3

LAMINA N°:

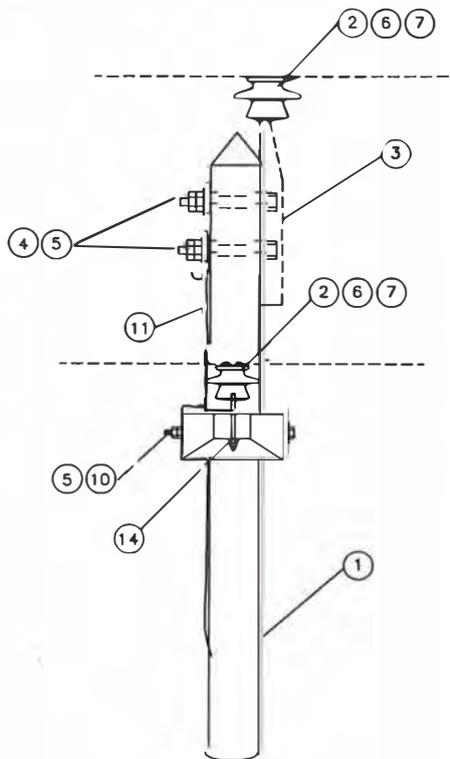
04



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
	14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2
	13	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.
	12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.
	11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.
	10	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm de DIAM., 457 mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
	9	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/1.50/400	1
	8	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A'G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
	7	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m
	6	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3
	5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', 57 X 57 X 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2
	4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAM., 254 mm LONG., 152 mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
	3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm DE LONGITUD, 4mm DE ESPESOR PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56 -2	1
	2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	3
	1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTIFUGADO DE 13/300/180/380	1

Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.
		DISEÑO: Bach. Johnathan Manrique T.
		REVISÓ: Ing. Moisés Alarcón T.
		DIBUJÓ: Tec E.u.c- FZdelC
	FECHA: Dic - 2008	ESCALA: S/E

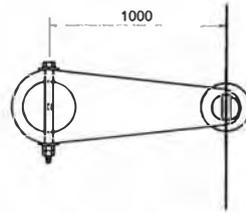
SOPORTE SUSPENSIÓN 0° - 5°, TRIFÁSICO SIN NEUTRO  
TIPO PS1 - 3R

LAMINA N°:

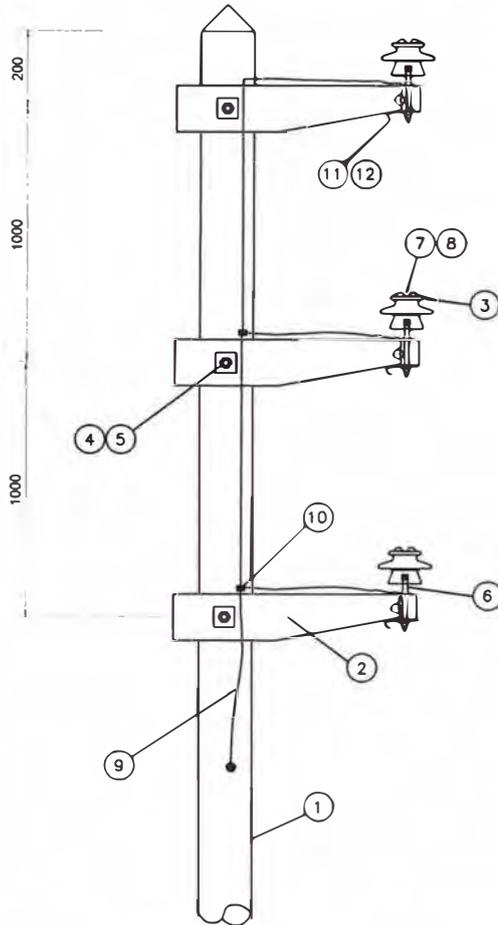
05

CODIGO ELOR:

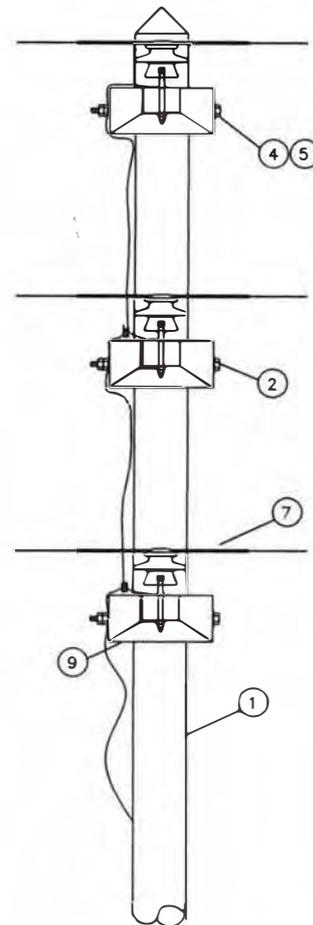
A8



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL

12	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G', 57x57x5mm DE AGUJERO	3	
11	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
9	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
8	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
7	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3	
6	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A'G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G' DE 57x57x5 mm, AGUJERO DE 18 mm DE DIAMETRO	6	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm de DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3	
3	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	3	
2	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.0 m DE LONGITUD, M/1.00/250	3	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 15/400/210/435.	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT

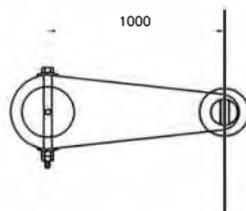
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T. REVISO: Inq. Moisés Alarcón T. DIBUJO: Tec E.u.c- FZdeIC FECHA: Dic - 2008 ESCALA: S/E

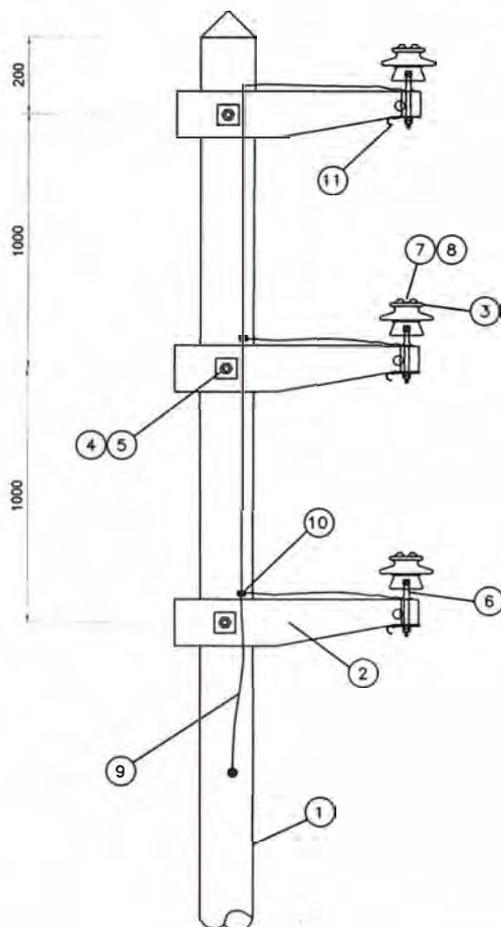
SOPORTE SE SUSPENSIÓN VERTICAL 0° - 5°, TRIFÁSICO  
 SIN NEUTRO  
 TIPO PSVC - 3

LAMINA N°:

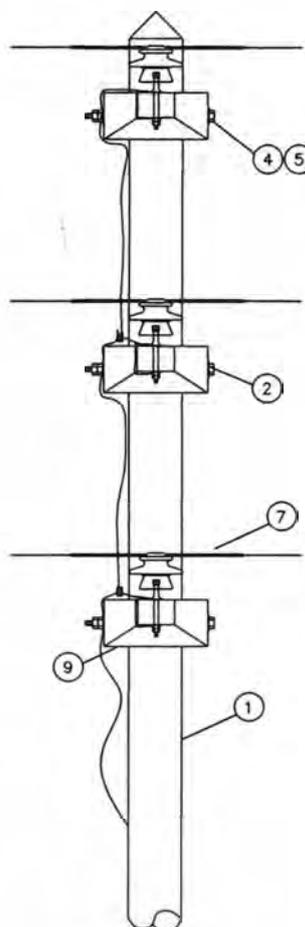
06



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL

11	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
9	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
8	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
7	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	3	
6	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' DE 57x57x5 mm, AGUJERO DE 18 mm DE DIAMETRO	6	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3	
3	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	3	
2	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.0 m DE LONGITUD, M/1.00/250	3	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 13/300/165/360	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

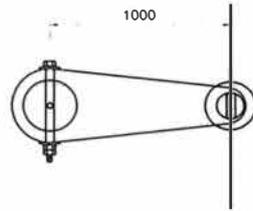
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO:
		VB	Dic - 2008
			REVISO:
			DIBUJO:
			FECHA:
			ESCALA:

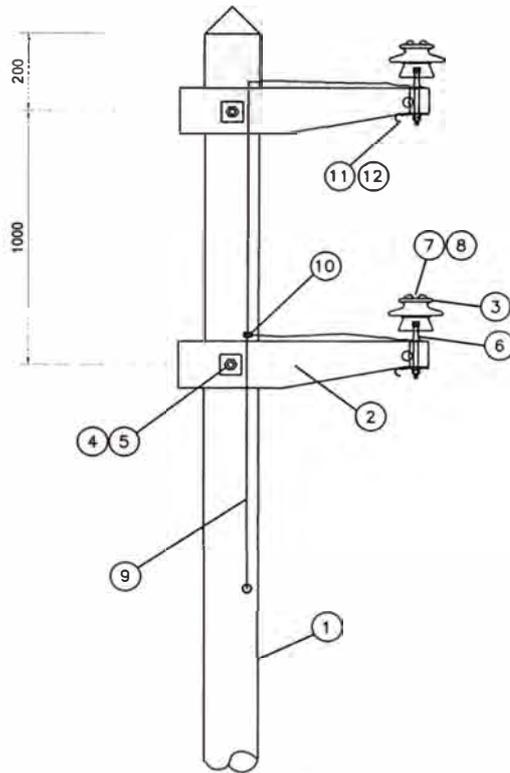
SOPORTE SE SUSPENSIÓN VERTICAL 0° - 5°, TRIFÁSICO  
SIN NEUTRO  
TIPO PSVC - 3

LAMINA N°:

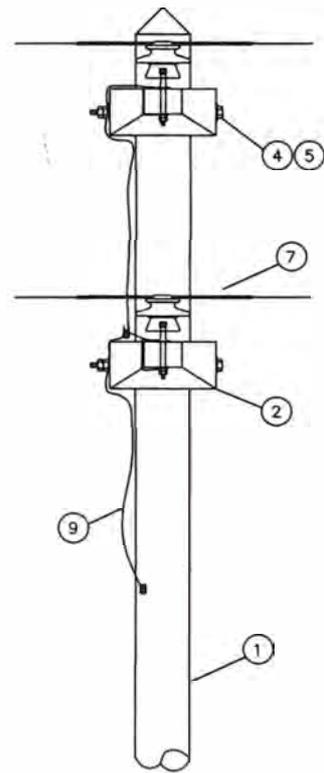
07



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL

11	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
9	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
8	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	4.5m	
7	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	2	
6	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' DE 57x57x5 mm, AGUJERO DE 18 mm DE DIAMETRO	4	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm de DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
3	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	2	
2	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.0 m DE LONGITUD, M/1.00/250	2	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTIFUGADO DE 13/300/180/380	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

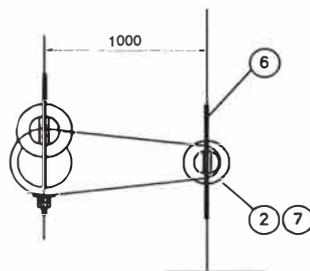
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T. REVISO: Ing. Moisés Alarcón T. DIBUJO: Tec E.u.c- FZdelC FECHA: Dic - 2008 ESCALA: S/E

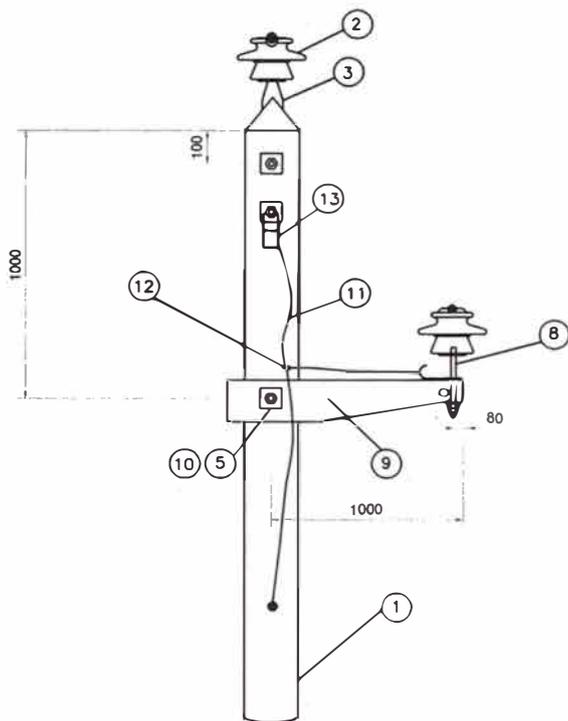
SOPORTE SE SUSPENSIÓN VERTICAL 0° - 5°, BIFÁSICO  
 SIN NEUTRO  
 TIPO PSVE - 2R

LAMINA N°:

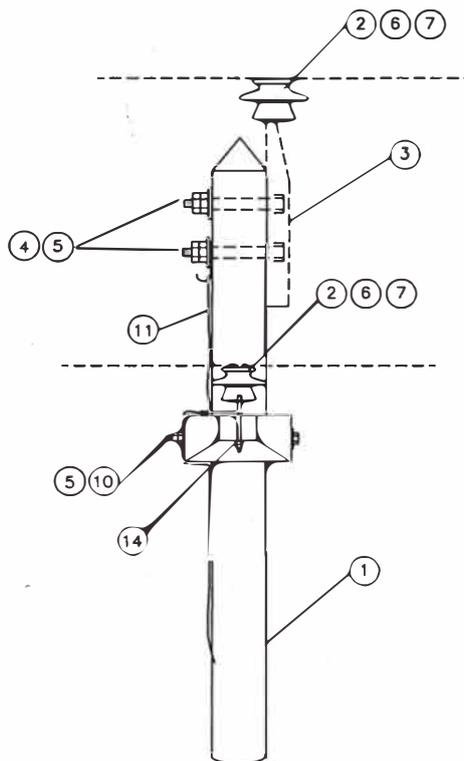
09



VISTA DE PLANTA



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

14	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G', 57 x 57 x 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
13	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
10	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
9	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.0 m DE LONGITUD, M/1.00/250	1	
8	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A' G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD, CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
7	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7.5m	
6	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE	2	
5	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G', 57 x 57 x 5 mm. 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	2	
4	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DE DIAM., 254 mm LONG., 152 mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm LONGITUD, 4mm ESPESOR, PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	1	
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	2	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTIFUGADO DE 13/300/180/380	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

Universidad Nacional de Ingeniería

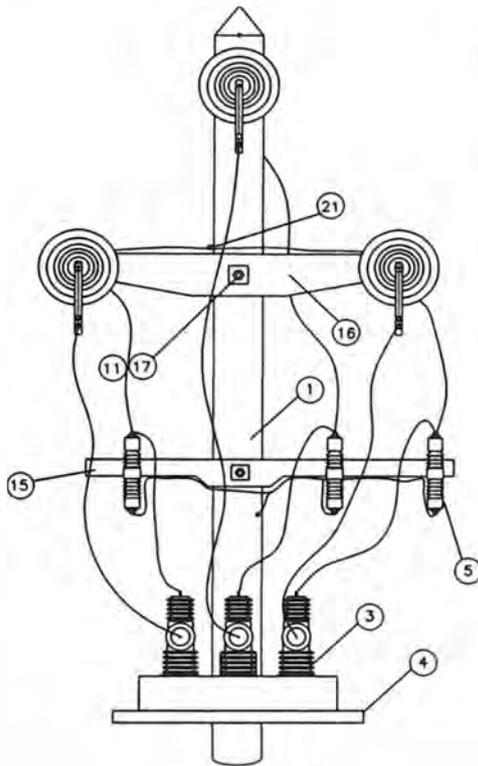
REVISION N°	FECHA	APROB.	DISENYO:
		Bach. Johnnathan Manrique T.	
		REVISO:	Ing. Moisés Alarcón T.
		DIBUJO:	Tec E.u.c- FZdelC
		FECHA:	Dic - 2008
		ESCALA:	S/E

SOPORTE SUSPENSIÓN VERTICAL 0° - 5°, BIFÁSICO  
RED PRIMARIA, SIN NEUTRO  
TIPO PSV1 - 2R

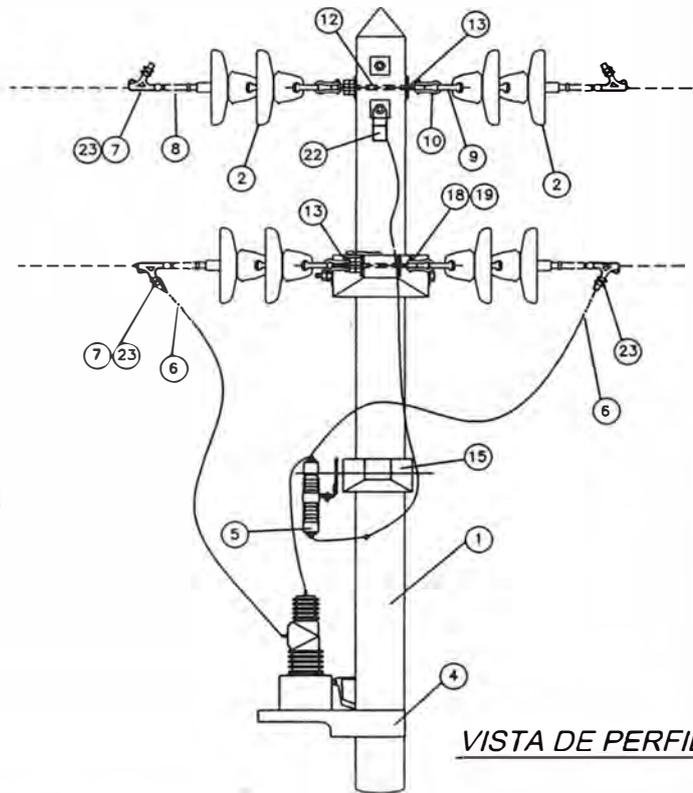
LAMINA N°:

10

CODIGO ELOR:  
AS1C



VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL

23	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO	9m	
22	PLANCHA DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.	
21	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	s.req.	
20	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	s.req.	
19	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A' G' DE 57 X 57 X 5 , 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	6	
18	PERNO OJO DE A' G' , 16mm DIAMETRO, 254mm LONGITUD, 200 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
17	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2	
16	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/2.00/500	1	
15	CRUCETA ASIMETRICA C.A.V. DE Za/1.5/250	1	
14	RETENIDA DE ANCLAJE	s.req.	
13	TUERCA OJO DE A' G' FORJADO PARA PERNO DE 16 mm DE DIAMETRO	3	
12	PERNO OJO DE A' G' , 16mm DE DIAMETRO, 356 mm LONGITUD, 200 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1	
11	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' DE 57 X 57 X 5 mm, 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	4	
10	GRILLETE DE A' G'	6	
9	ADAPTADOR DE A' G' TIPO ANILLO - BOLA	6	
8	ADAPTADOR DE A' G' TIPO CASQUILLO - OJO ALARGADO	6	
7	GRAPA DE ANCLAJE DE ALUMINIO TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR TIPO AAAC CALIBRE 120-150mm <sup>2</sup>	6	
6	CONECTOR TIPO CUÑA ALUMINIO ALUMINIO 150AL/150AL	6	
5	PARARRAYOS DE OXIDO DE ZINC POLIMERICOS DE 24 KV, 10KA	3	
4	MEDIA PLATAFORMA DE C.A.V. DE 1.10 mt	1	
3	RECONECTOR TRIFASICO, 24KV,560A,12KA, BIL 125KV,60Hz CON MANDO A DISTANCIA, MONTAJE EXTERIOR	1	
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52 -3	12	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	1	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

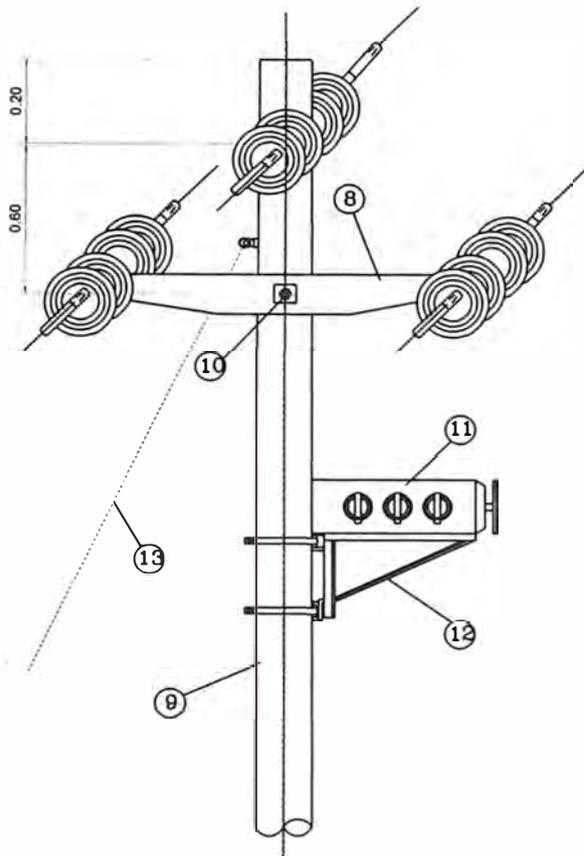
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB:	DISERD:
			Bach. Johnnathan Manrique T.
			REVISOR:
			Ing. Moisés Alarcón T.
		DIBUJO:	Tec E.u.c.- FZdelC
		FECHA:	Dic - 2008
		ESCALA:	S/E

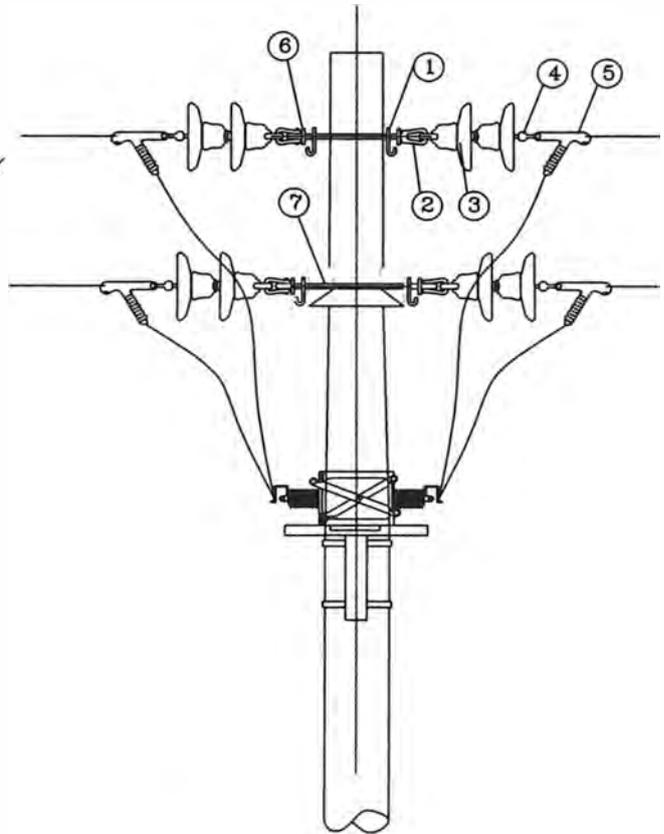
SOPORTE DE RETENSIÓN O ANCLAJE, TRIFÁSICO  
SIN NEUTRO  
TIPO PR3C - 3P

LAMINA N°:

11



VISTA DE PERFIL



VISTA FRONTAL

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
1	PLANCHA DE COBRE TIPO "J"	3
2	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA DE A"G	3
3	CADENA DE DOS AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52-3	6
4	ADAPTADOR DE A"G CASQUILLO - OJO LARGO	6
5	GRAPA DE ANCLAJE DE ALUMINIO TIPO PISTOLA, PARA CONDUCTOR TIPO AAAC CALIBRE 25 a 50mm <sup>2</sup>	6
6	ARANDELA CUADRADA CURVA A" G" 75x75x5mm, CON AGUJERO DE 18mm. DIAMETRO	4
7	PERNO OJO DE A"G*, 16mm DE DIAMETRO, 457mm de long., 200mm ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	3
8	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/1.2/250	1
9	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	1
10	PERNO MAQUINADO DE A"G*, 16mm DE DIAMETRO, 457mm de long., 200mm ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
11	SECCIONADOR DE APERTURA TRIPOLAR BAJO CARGA	1
12	SOPORTE DE ALUMINIO PARA SECCIONADOR TRIPOLAR	1
13	RETENIDA DE ANCLAJE SIMPLE O CONTRAPUNTA	

Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISENYO:
		V'B	FECHA:

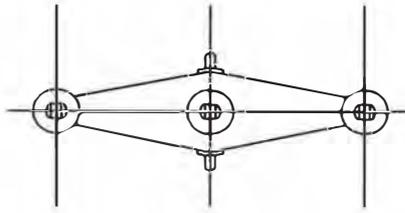
Bach. Johnnathan Manrique T.  
 Ing. Moisés Alarcón T.  
 Tec E.u.c.- FZdelC  
 Dic - 2008 ESCALA: S/E

ARMADO DE SECCIONAMIENTO  
DISPOSICION TRIANGULAR

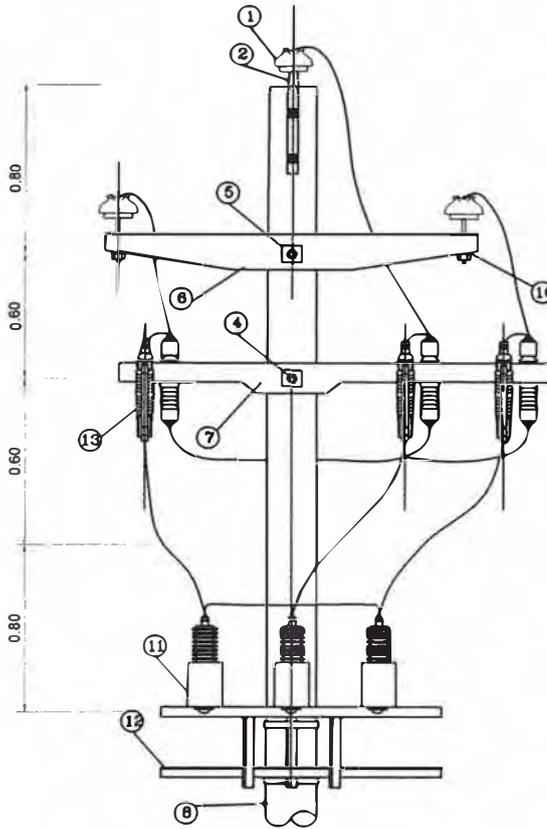
LAMINA N°:

12

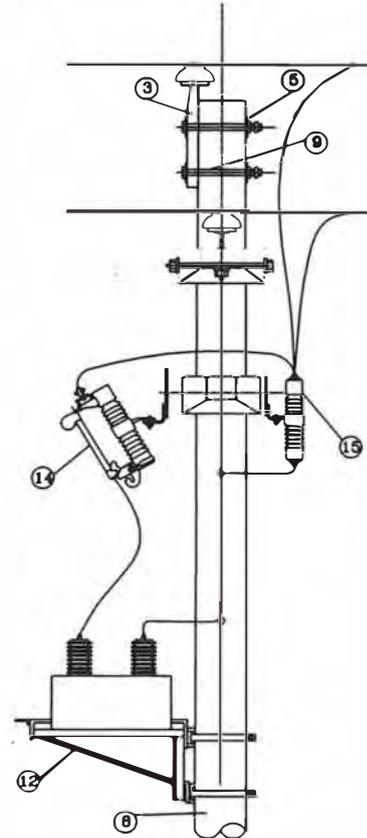
CODIGO ELOR:  
BC1



VISTA SUPERIOR



VISTA DE PERFIL



VISTA FRONTAL

CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN , CLASE ANSI 56-2	3
2	ESPIGA FORJADA DE A'G', 19mm DE DIAMETRO x 356mm de long. PARA AISLADOR TIPO PIN, CLASE ANSI 56-2	2
3	SOPORTE LATERAL DE AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN , CLASE ANSI 56-2	1
4	PERNO MAQ. DE A'G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm de long., 200mm ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
5	ARANDELA CUADRADA CURVA A' G' 75x75x5mm, CON AGUJERO DE 18mm. DIAMETRO	8
6	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/1.5/400	1
7	CRUCETA ASIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z <sub>a</sub> /1.5/250	1
8	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	1
9	PERNO MAQ. DE A'G', 16mm DE DIAMETRO, 254mm de long., 152mm ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
10	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G' 75x75x5mm, CON AGUJERO DE 18mm. DIAMETRO	2
11	BANCO DE CONDENSADORES DE 300 6 KVAR, CONEXION ESTRELLA 22,9KV; ( CONDENSADORES MONOFASICO DE 100 KVAR, 13,2 KV, 60 HZ)	1
12	SOPORTE DE ALUMINIO PARA BANCO DE CONDENSADORES	1
13	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT DE APERTURA BAJO CARGA, 10DA, 27KV,BIL 150KV, CON FUSIBLE TIPO "K" DE 10A	3
14	FUSIBLE DE EXPULSION TIPO "K" 24KV, 10A	3
15	PARARRAYOS DE OXIDO DE ZINC POLIMERICOS DE 24 KV, 10KA	3

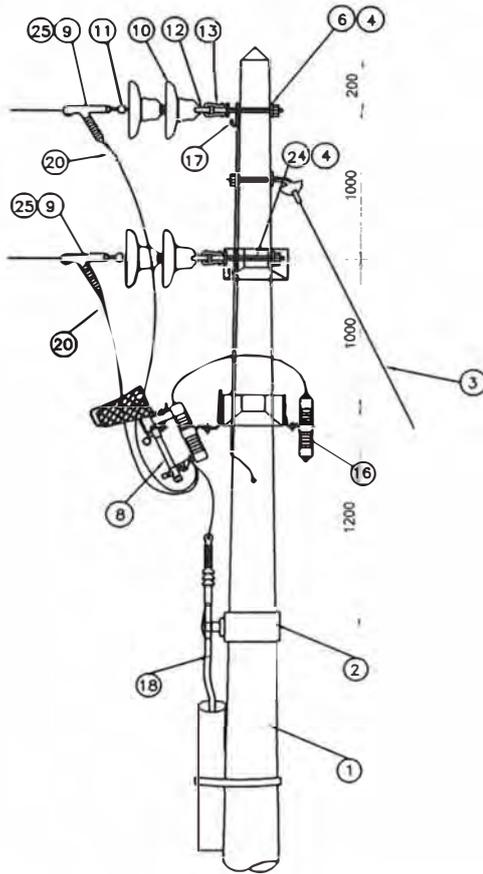
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T.
		VB	REVISO: Ing. Moisés Alarcón T.
			DIBUJO: Tec E.u.c- FZdelC
			FECHA: Dic - 2008
			ESCALA: S/E

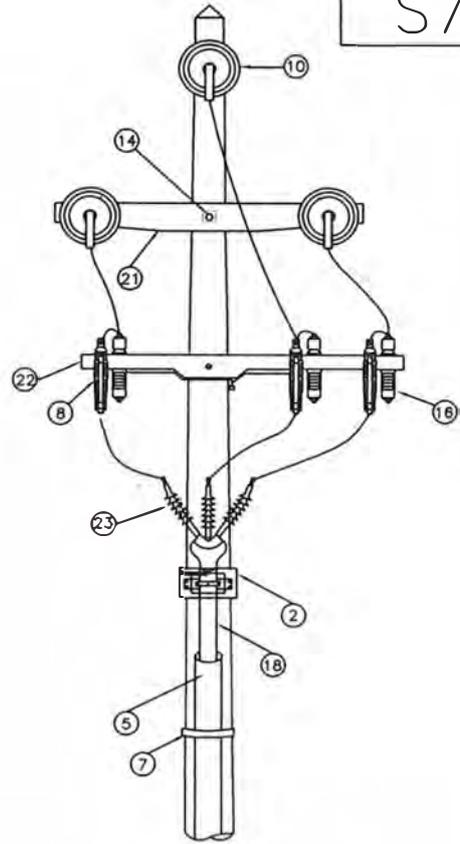
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO  
CON BANCO DE CONDENSADORES

LAMINA N°:

13



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
	25	CINTA PLANA DE ARMAR DE ALUMINIO	4.5m
	24	PERNO OJO DE A' G', 16mm DIAMETRO, 254mm LONGITUD, 200 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
	23	TERMINAL PARA CABLE SUBACUATICO DE COBRE TIPO N2XSER2Y-18/30 kv CALIBRE 3*120 mm2; MONTAJE EXTERIOR	1
	22	CRUCETA ASIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.50 m DE LONGITUD y 250 kg	1
	21	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO Z/2.0/500	1
	20	CONECTOR TIPO CUÑA ALUMINIO ALUMINIO 150AL/150AL	6
	19	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A'G', 57x57x5mm DE AGUJERO	4
	18	CABLE SUBACUATICO DE COBRE TIPO N2XSER2Y-18/30 kv CALIBRE 3*120 mm2	-
	17	PLANCHA DE COBRE TIPO J PARA PUESTA A TIERRA	s.req.
	16	PARARRAYO DE OXIDO DE ZINC DE 24KV, 10KA	3
	15	CONDUCTOR DE COBRE PARA PUESTA A TIERRA	s.req.
	14	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 457mm LONGITUD, 200mm de ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	2
	13	GRILLETE DE A' G'	3
	12	ADAPTADOR DE A'G' TIPO ANILLO - BOLA	3
	11	ADAPTADOR DE A'G' TIPO CASQUILLO OJO ALARGADO	3
	10	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52-3	6
	9	GRAPA DE ANCLAJE DE ALUMINIO TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR TIPO AAAC CALIBRE 150mm2	3
	8	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT DE APERTURA BAJO CARGA, 200A, 27KV, BIL 150KV	3
	7	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 0.7 x 19 x 1200 m, CON HEBILLA	5
	6	PERNO OJO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 356 mm LONGITUD, 200 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	1
	5	TUBO DE A'G' DE 125mm DE DIAMETRO Y 6m DE LONGITUD	1
	4	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G', 57x57x5 mm, 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	6
	3	RETENIDA DE ANCLAJE	2
	2	SOPORTE DE FIERRO GALVANIZADO PARA CABLE SUBACUATICO TIPO N2XSER2Y CALIBRE 3*120 mm2	1
	1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 15/500/210/435	1

Universidad Nacional de Ingeniería

ESTRUCTURA ESPECIAL CON SECCIONAMIENTO TRIFASICO  
DISPOSICIÓN VERTICAL CON PARARRAYOS  
TIPO PSEC2 - 3PV

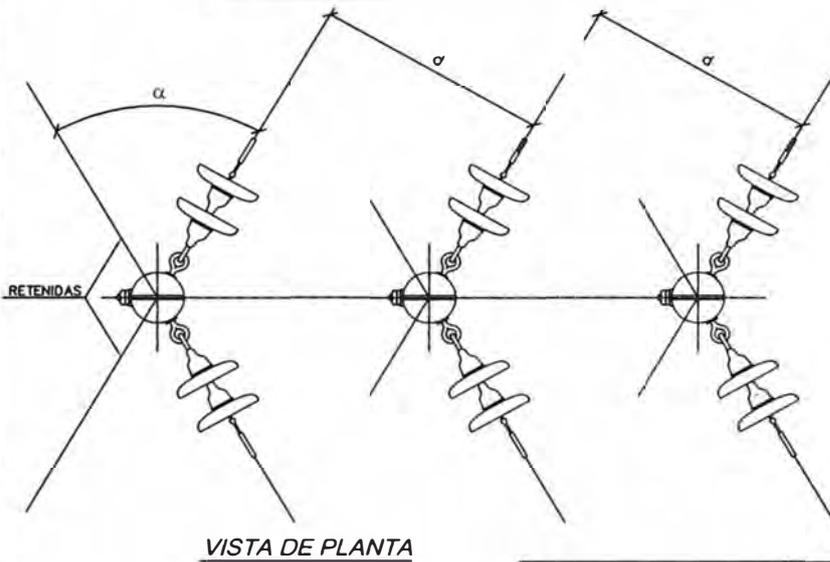
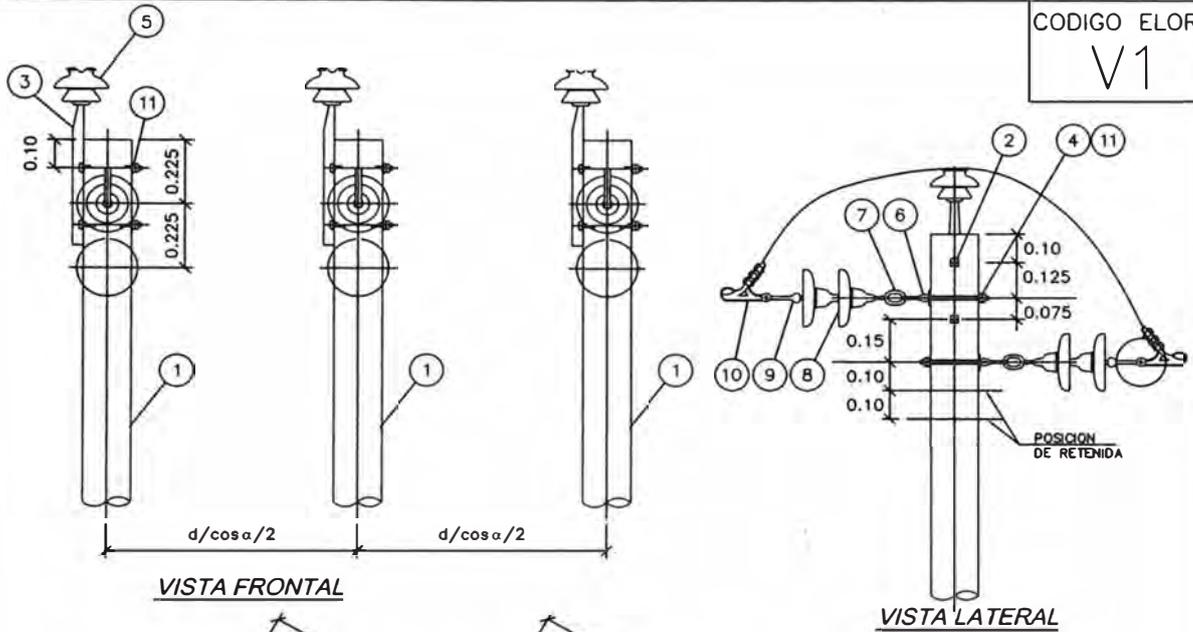
LAMINA N°:

39

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T.
			REVISÓ: Ing. Moisés Alarcón T.
			DIBUJÓ: Tec E.u.c- FZdelC
			FECHA: Dic - 2008
		ESCALA:	S/E

CODIGO ELOR:

V1



SEPARACION ENTRE CONDUCTORES (d)				
3,00m	4,00m	5,00m	6,00m	8,00m

LONGITUD DE VANO MAXIMO (m)

NOTA : DEBERA PRECISARSE LA LONGITUD DE LOS VANOS MAXIMOS PARA LA SIGUIENTE SEPARACION ENTRE CONDUCTORES (d)

\*\* NO SE IMPLEMENTARA EN ESTRUCTURAS DE CAMBIO DE DIRECCION 60°-90°

12	ALAMBRE DE AMARRE DE ALUMINIO DE 16 mm <sup>2</sup> DE SECCION	7,5m	
11	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' 57x57x5mm, 18mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	18	
10	GRAPA DE ANCLAJE DE ALUMINIO TIPO PISTOLA PARA CONDUCTOR TIPO AAAC CALIBRE 150mm <sup>2</sup>	6	
9	ADAPTADOR DE A' G' TIPO CASQUILLO - OJO ALARGADO	6	
8	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52 -3	12	
7	ADAPTADOR DE A' G' TIPO ANILLO - BOLA	6	
6	GRILLETE DE A' G'	6	
5	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	3	
4	PERNO OJO DE A' G', 16mm DE DIAMETRO, 356 mm LONGITUD, 200 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6	
3	ESPIGA DE A' G' PARA CABEZA DE POSTE 508 mm DE LONGITUD, 4mm DE ESPESOR PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56 -2	3	
2	PERNO MAQUINADO DE A' G', 16 mm DIAMETRO, 254 mm LONGITUD, 152 mm DE ROSCADO, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6	
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	3	
CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.

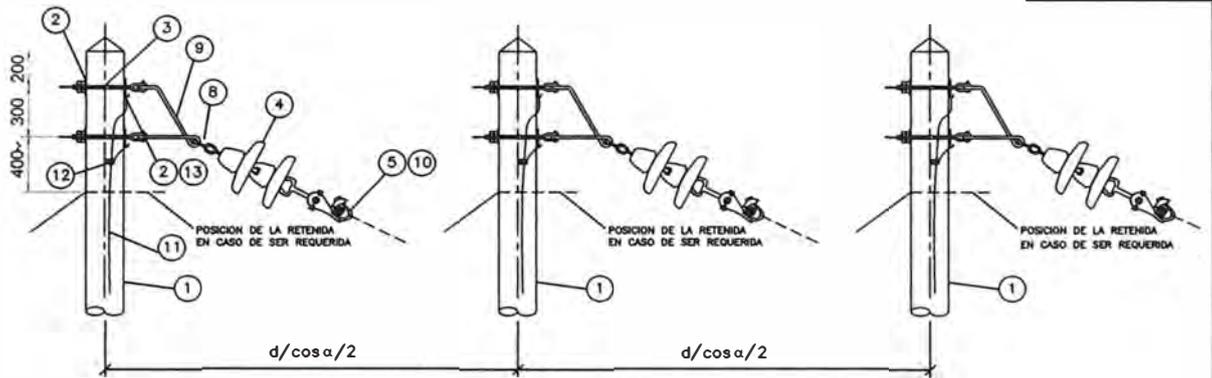
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T.
		REVISO: Ing. Moisés Alarcón T.
		DIBUJO: Tec E.u.c- FZdelC
		FECHA: Dic - 2008
	ESCALA:	S/E

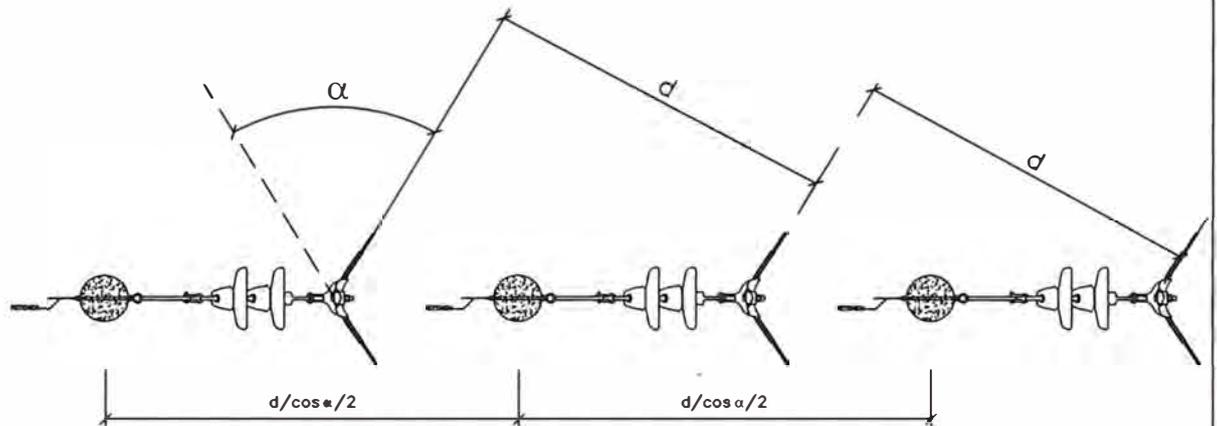
SOPORTE PARA VANOS LARGOS 0°-5°  
Y CAMBIO DE DIRECCIÓN 60° - 90°  
TIPO P3A2-3

LAMINA N°:

40



VISTA LATERAL



VISTA DE PLANTA

SEPARACION ENTRE CONDUCTORES (d)				
3,00m	4,00m	5,00m	6,00m	8,00m
		850 m		

LONGITUD DE VANO MAXIMO (m)

NOTA : DEBERA PRECISARSE LA LONGITUD DE LOS VANOS MAXIMOS PARA LA SIGUIENTE SEPARACION ENTRE CONDUCTORES (d)

CODIGO	ITEM	DESCRIPCION	CANT.
	13	PLANCHA DE COBRE PARA LINEA A TIERRA	
	12	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO	
	11	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	
	10	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE PARA CONDUCTOR DE 150 mm <sup>2</sup>	3
	9	BRAQUETE ANGULAR DE 16 mm DE DIAMETRO, PROVISTO DE OJALES	3
	8	GRILLETE DE A' G'	3
	7	ADAPTADOR DE A' G' TIPO CASQUILLO - OJO ALARGADO	3
	6	ADAPTADOR DE A' G' TIPO ANILLO - BOLA	3
	5	GRAPA DE ANGULO DE ALUMINIO PARA CONDUCTOR TIPO AAAC CALIBRE DE 120-150 mm <sup>2</sup>	3
	4	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52 - 3	6
	3	PERNO CON HORQUILLA Y PASADOR DE 16mm DE DIAMETRO, 305 mm LONGITUD, CON TUERCA Y CONTRATUERCA	6
	2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A' G' DE 57 X 57 X 5 mm, 18 mm DE DIAMETRO DE AGUJERO	12
	1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	3

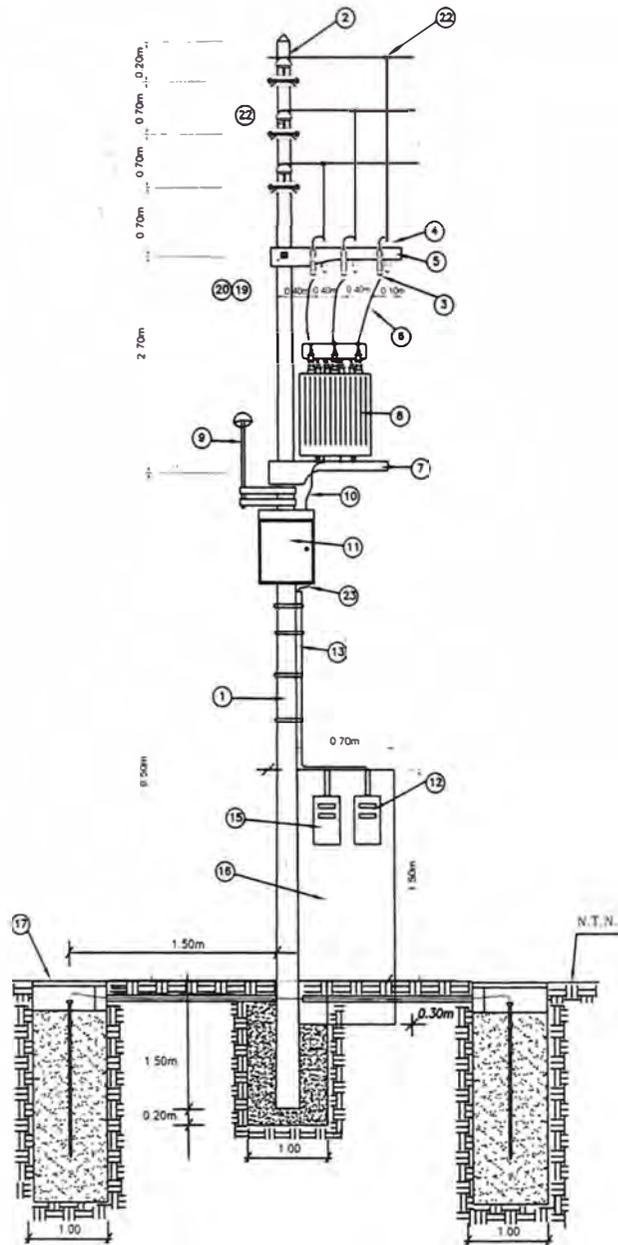
Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnathan Manrique T.
			REVISOR: Ing. Moisés Alarcón T.
		V/E	DIBUJADO: Tec E.u.c- FZdelIC
			FECHA: Dic - 2008
			ESCALA: S/E

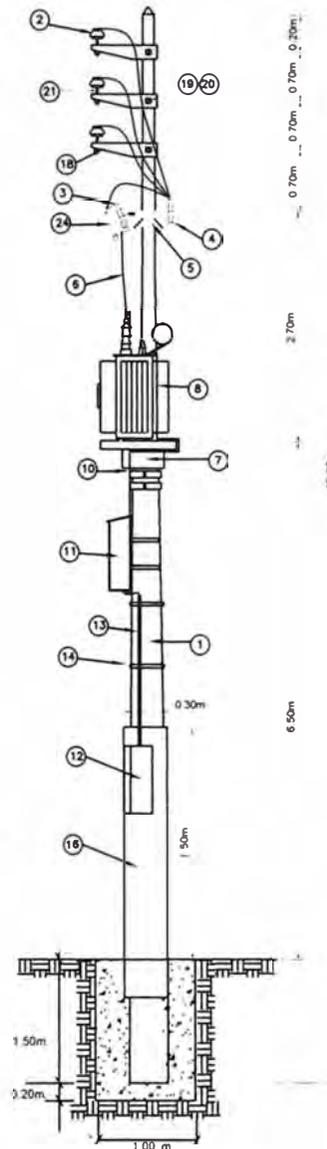
SOPORTE DE ÁNGULO 30° - 60°, TRIPLE POSTE  
SIN NEUTRO  
TIPO P3A1 - 3

LAMINA N°:

41



VISTA FRONTAL



VISTA DE PERFIL

24	FUSIBLE TIPO "K" DE 5A, 22,9 KV	3
23	CABLE DE COBRE CONTROL TIPO CCT-8 7 X 14 AWG	12m
22	CONECTOR BIMETALICO ALUMINIO/COBRE 25AL/18CU, TIPO CURA	2
21	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A'G', 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD CABEZA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	2
20	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G' 57 X 57 X 5 mm, AGUERO DE 18 mm2 DE DIAMETRO	6
19	PERNO MAQUINADO DE A'G', 16 mm DE DIAMETRO, 457 mm LONGITUD 200mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	4
18	MENSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 1.0 m DE LONGITUD, M/1.00/250	3
17	PUESTA A TIERRA	2
16	MURETE DE CONCRETO ARMADO DIMENSIONES 1,8 x 0,7 x 0,3 m	1
15	CAJA PORTAMEDIDOR TRIFASICO TIPO LT, EQUIPADO CON MEDIDOR ELECTRONICO 4 HILOS, 5 A, EA, ER, MD, 380/220V (TOTALIZADOR)	1
14	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 0,7 X 19 X 120mm CON HEBILLA	5
13	TUBO FIERRO GALVANIZADO DE 30 mm DE DIAMETRO	
12	CAJA PORTAMEDIDOR TRIFASICO, TIPO LT, EQUIPADO CON MEDIDOR ELECTROMECANICO, 4 HILOS, 5 A, ENERGIA ACTIVA PARA ALUMBRADO PUBLICO	1
11	TABLERO DE DISTRIBUCION 3 CIRCUITOS, 380/220V, SUBESTACION DE 50 KVA	1
10	CABLE DE COBRE TIPO NYY-1KV, CAUBRE SEGUN PLANOS	6m
9	PASTORAL DE FG CON DOS ABRAZADERAS ALARGADAS Y LAMINARA DE VAPOR DE 5000 70W	1
8	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION TRIFASICO DE 50 KVA, 22,9/(0,38-0,22)KV	1
7	1/2 PLATAFORMA DE C.A.V. PARA SOPORTE DE TRANSFORMADOR	1
6	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO, TEMPLE DURO CAUBRE 16mm2	10m
5	MEDIA PALOMILLA DE C.A.V. 1,50m	1
4	PARARRAYOS DE OXIDO DE ZINC DE 24 KV, 10KA	3
3	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 100A 27 KV, BIL 150 KV.	3
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	3
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

REVISION N°  
FECHA  
YB' APROB.

5  
4  
3  
2  
1  
0

Universidad Nacional de Ingeniería

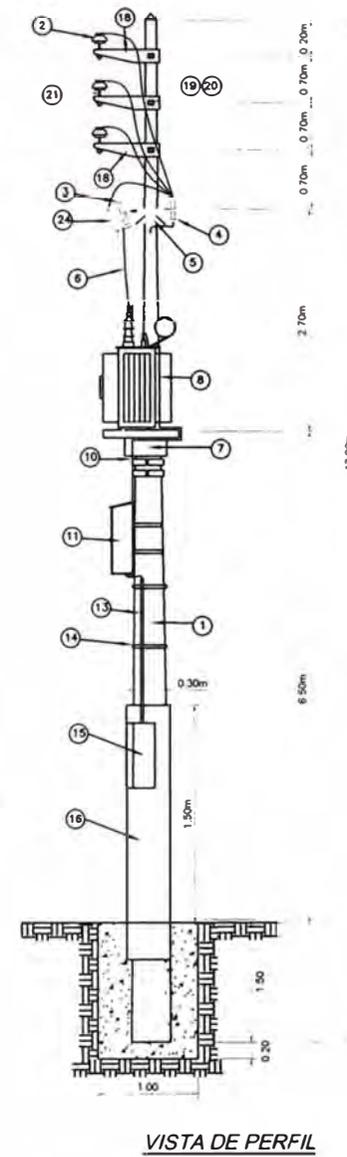
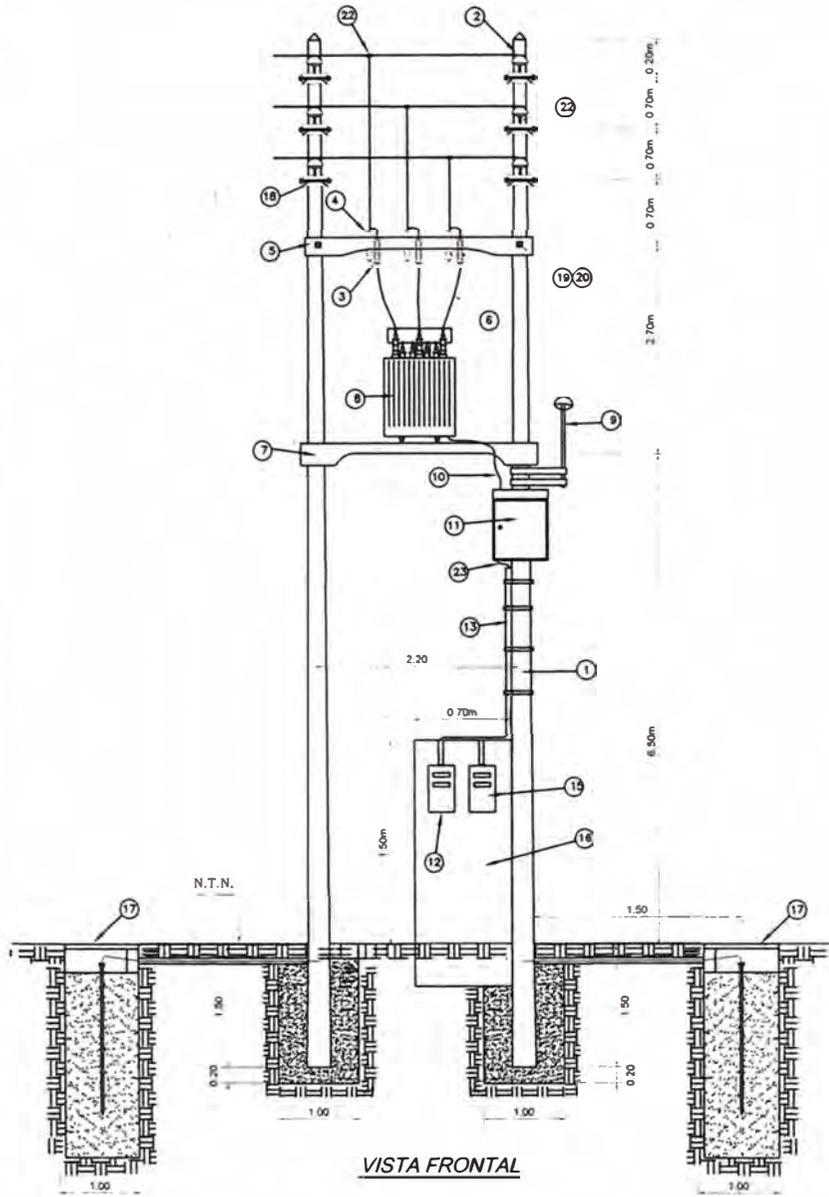
DISEÑO:  
Moises Narcón Torres  
REVISÓ:  
Ing Arsenio Manrique F.  
DIBUJÓ:  
Tec E.u.c.- FZdelC  
FECHA:  
Dic - 2008  
ESCALA:  
S/E

SUBESTACIÓN AEREA MONOPOSTE  
TIPO- SAM01

LAMINA N°:

SE01

REVISION N°	0	1	2	3	4	5
FECHA						
V B						
APROB.						



ITEM	DESCRIPCION	CANT.
24	FUSIBLE TIPO "K" DE 3A Y 6A, 22.9 KV	3
23	CABLE DE COBRE CONTROL TIPO CCT-B 12 X 14 AWG	14m
22	CONECTOR BIMETALICO ALUMINIO/COBRE 25AL/16CU, TIPO CURA	6
21	ESPIGA RECTA PARA CRUCETA DE A'G, 19 mm DE DIAMETRO, 356 mm DE LONGITUD CABELA PLOMADA DE 35mm DE DIAMETRO CON TUERCA Y CONTRATUERCA, PARA AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	6
20	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A'G 57 X 57 X 5 mm, AGUJERO DE 18 mm2 DE DIAMETRO	16
19	PERNO MAQUINADO DE A'G, 18 mm DE DIAMETRO, 457 mm LONGITUD 200mm DE ROSCADO CON TUERCA Y CONTRATUERCA	8
18	MEHNSULA DE CONCRETO ARMADO VIBRADO DE 0.60 m DE LONGITUD, M/0.60/250	6
17	PUESTA A TIERRA	2
16	MURETE DE CONCRETO ARMADO DIMENSIONES 1.8 x 0.7 x 0.3 m	1
15	CAJA PORTAMEDIDOR TRIFASICO TIPO LT, EQUIPADO CON MEDIDOR ELECTRONICO 4 HILOS, 5 A, MEDICIONES DE EA, ER, MD, 380/220V (TOTALIZADOR)	1
14	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE DE 0,7 X 19 X 1200mm CON HEBILLA	5
13	TUBO FIERRO GALVANIZADO DE 30 mm DE DIAMETRO	2
12	CAJA PORTAMEDIDOR TRIFASICO, TIPO LT, EQUIPADO CON MEDIDOR ELECTROMECANICO, 4 HILOS, 5 A, MEDICION DE ENERGIA ACTIVA, PARA ALUMBRADO PUBLICO	1
11	TABLERO DE DISTRIBUCION 4 CIRCUITOS, 380/220V, SUBSTACION DE 75 ó 100 KVA	1
10	CABLE DE COBRE TIPO NYY-1KV, CALIBRE SEGUN PLANOS	6m
9	PASTORAL DE F'G CON DOS ABRAZADERAS ALARGADAS Y LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO 70W	1
8	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION TRIFASICO DE 75 ó 100 KVA, 22.9/(0.38-0.22)KV	1
7	1/2 PLATAFORMA DE C.A.V. PARA SOPORTE DE TRANSFORMADOR	2
6	CONDUCTOR DE COBRE DESMUDO, TEMPLE DURO CALIBRE 16mm2	12m
5	MEDIA PALOMILLA DE C.A.V. 1.10m	2
4	PARARRAYOS DE OXIDO DE ZINC DE 24 KV, 10KA	3
3	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 100A 27 KV, BR. 150 KV.	3
2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56 -2	6
1	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13/400/180/380	2

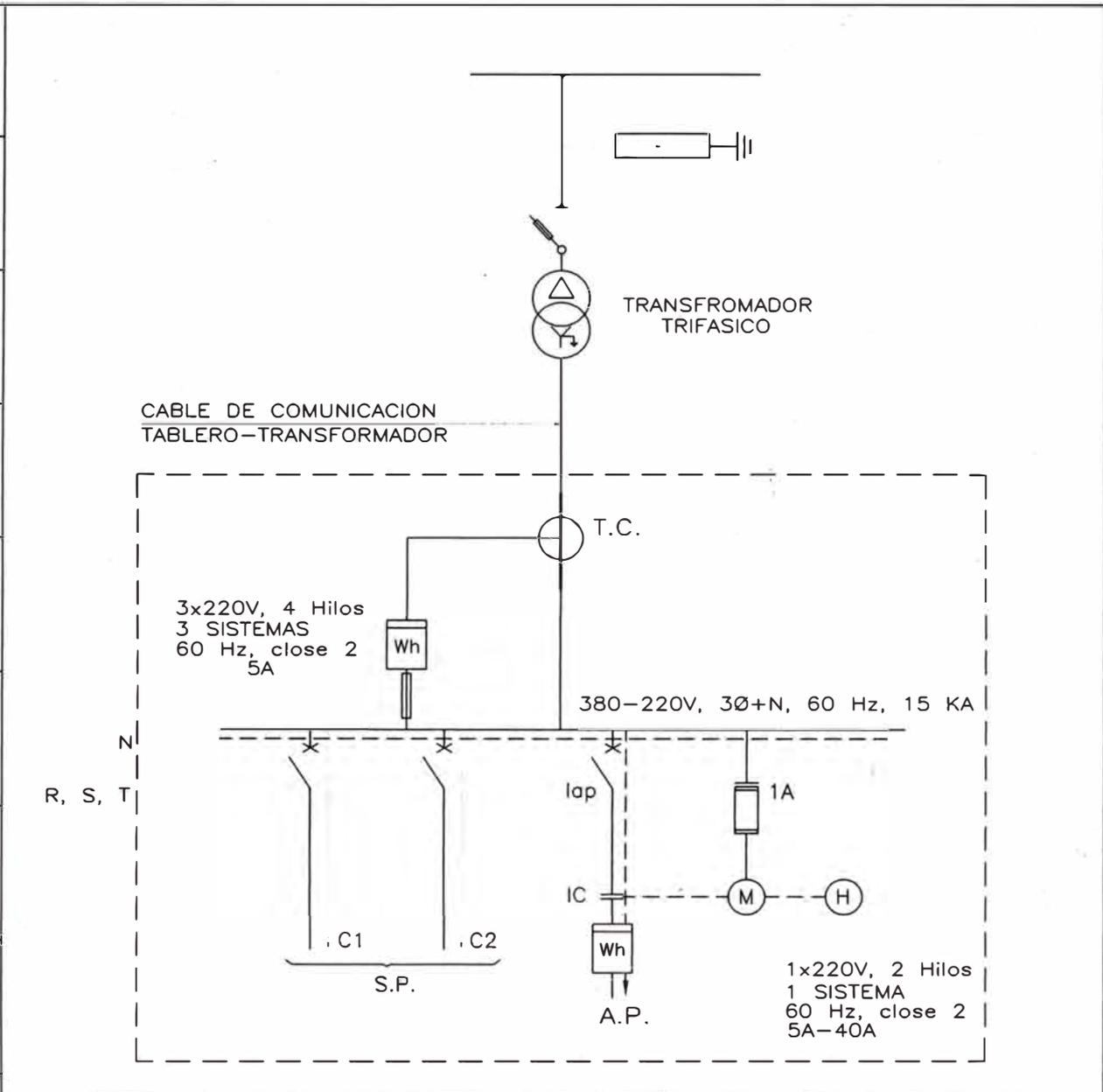
Universidad Nacional de Ingeniería

DISEÑO: Moises Alarcón Torres  
 REVISÓ: Ing Arsenio Monrique F.  
 DIBUJÓ: Tec E.U.C- FZdelC  
 FECHA: Dic - 2008 ESCALA: S/E

SUBSTACION AEREA BIPOSTE  
 TIPO-SAB01

LAMINA N°:  
 SE05

5				
4				
3				
2				
1				
0				
REVISION N°	FECHA	V.B.	APROB.	



POTENCIA TRANSFORMADOR	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		T.C.	CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR I <sub>c</sub>	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	I <sub>op</sub>				
40	NY 3-1x25 + 1x25 mm <sup>2</sup>	3x40 A,6 kA	1x16 A	100/5	2x30 A	5 (10) A	2 A. K
75	NY 3-1x50 + 1x35 mm <sup>2</sup>	3x80 A,6 kA	1x20 A	150/5	2x30 A	5 (10) A	2 A. K
100	NY 3-1x70 + 1x35 mm <sup>2</sup>	3x100 A,6 kA	1x30 A	200/5	2x30 A	5 (10) A	2 A. K
160	NY 3-1x120 + 1x70 mm <sup>2</sup>	3x150 A,6 kA	1x40 A	300/5	2x40 A	5 (10) A	2 A. K

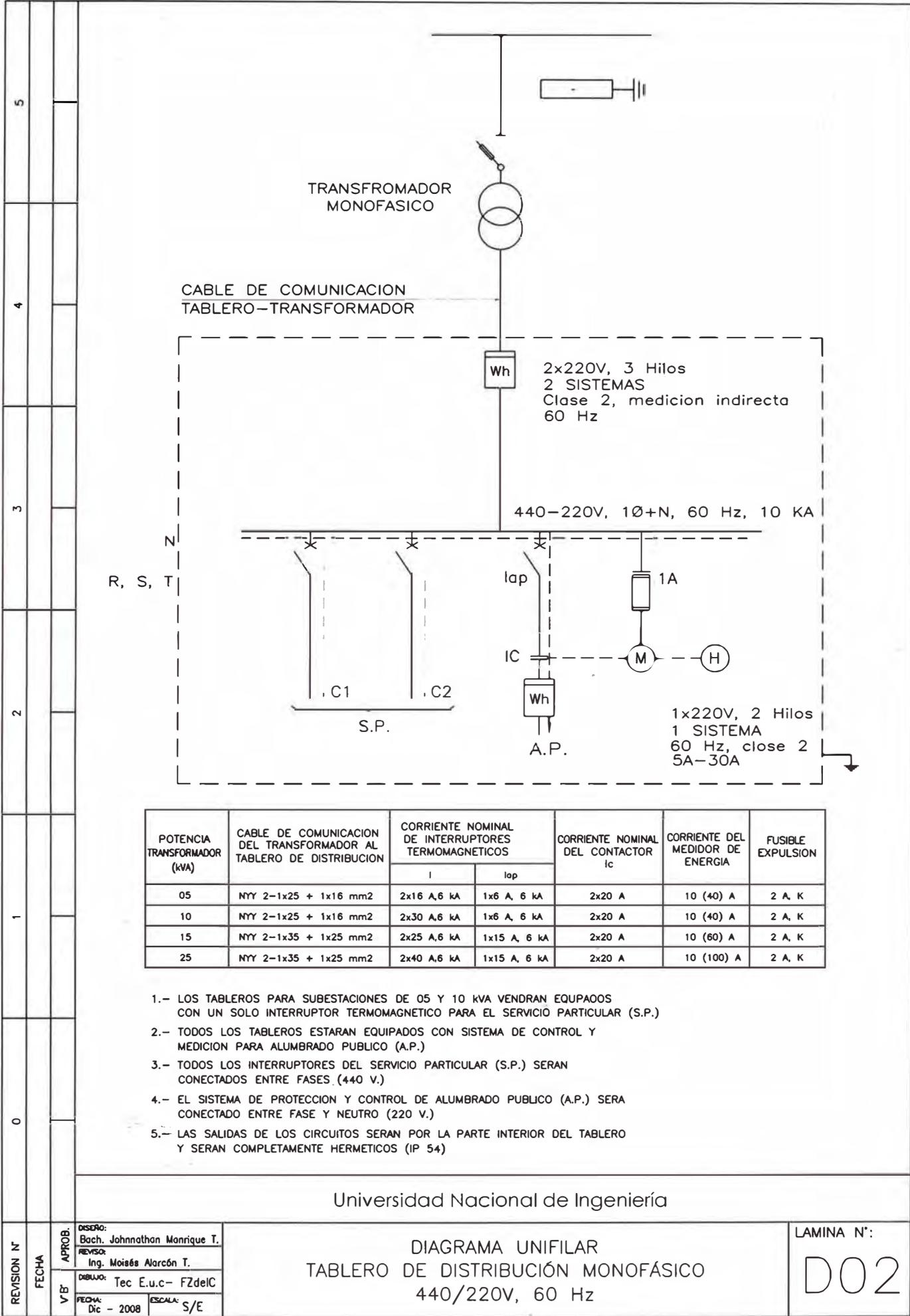
- 1.- TODOS LOS INTERRUPTORES DEL SERVICIO PARTICULAR (S.P.) SERAN CONECTADOS ENTRE FASES (380 V.)
- 2.- EL SISTEMA DE PROTECCION Y CONTROL DE ALUMBRADO PUBLICO (A.P.) SERA CONECTADO ENTRE FASE Y NEUTRO (220 V.)
- 3.- LAS SALIDAS DE LOS CIRCUITOS SERAN POR LA PARTE INTERIOR DEL TABLERO Y SERAN COMPLETAMENTE HERMETICOS (IP D4)

Universidad Nacional de Ingeniería

DIAGRAMA UNIFILAR  
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TRIFÁSICO  
 380/220V, 60 Hz

LAMINA N°:  
 D01

DISENO:  
 Bach. Johnnathan Manrique T.  
 REVISO:  
 Ing. Moisés Alarcón T.  
 DIBUJO:  
 Tec E.u.c.- FZdelC  
 FECHA:  
 Dic - 2008  
 ESCALA:  
 S/E



POTENCIA TRANSFORMADOR (kVA)	CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSFORMADOR AL TABLERO DE DISTRIBUCION	CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS		CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR I <sub>c</sub>	CORRIENTE DEL MEDIDOR DE ENERGIA	FUSIBLE EXPULSION
		I	lap			
05	NY 2-1x25 + 1x16 mm <sup>2</sup>	2x16 A, 6 kA	1x6 A, 6 kA	2x20 A	10 (40) A	2 A, K
10	NY 2-1x25 + 1x16 mm <sup>2</sup>	2x30 A, 6 kA	1x6 A, 6 kA	2x20 A	10 (40) A	2 A, K
15	NY 2-1x35 + 1x25 mm <sup>2</sup>	2x25 A, 6 kA	1x15 A, 6 kA	2x20 A	10 (60) A	2 A, K
25	NY 2-1x35 + 1x25 mm <sup>2</sup>	2x40 A, 6 kA	1x15 A, 6 kA	2x20 A	10 (100) A	2 A, K

- 1.- LOS TABLEROS PARA SUBESTACIONES DE 05 Y 10 kVA VENDRAN EQUIPAOS CON UN SOLO INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO PARA EL SERVICIO PARTICULAR (S.P.)
- 2.- TODOS LOS TABLEROS ESTARAN EQUIPADOS CON SISTEMA DE CONTROL Y MEDICION PARA ALUMBRADO PUBLICO (A.P.)
- 3.- TODOS LOS INTERRUPTORES DEL SERVICIO PARTICULAR (S.P.) SERAN CONECTADOS ENTRE FASES.(440 V.)
- 4.- EL SISTEMA DE PROTECCION Y CONTROL DE ALUMBRADO PUBLICO (A.P.) SERA CONECTADO ENTRE FASE Y NEUTRO (220 V.)
- 5.- LAS SALIDAS DE LOS CIRCUITOS SERAN POR LA PARTE INTERIOR DEL TABLERO Y SERAN COMPLETAMENTE HERMETICOS (IP 54)

Universidad Nacional de Ingeniería

REVISION N°	FECHA	APROB.	DISEÑO: Bach. Johnnathan Manrique T. REVISOR: Ing. Moisés Alarcón T.
		DIBUJO:	Tec E.u.c- FZdelC
		FECHA:	Dic - 2008
		ESCALA:	S/E

DIAGRAMA UNIFILAR  
 TABLERO DE DISTRIBUCIÓN MONOFÁSICO  
 440/220V, 60 Hz

LAMINA N°:  
 D02

# **ANEXOS**

---

**- CALCULO DE CAIDA DE TENSION -**

CALCULO DE CAIDA DE TENSION DE S.P.

S.E. N° 1

LOCALIDAD : CASERIO EL MILAGRO  
 FAC.SIMULT.(fs) : 0.5  
 CALIFICACION ELECTRICA : 200 W/LOTE

TRANSFORMADOR: MONOFASICO  
 SISTEMA : 440/220 V  
 TENSION(V) : 440

FACTOR DE POTENCIA  
 COS f ( VIV.) : 1.0  
 COS f ( C.E.) : 0.9

CIRCUITO : C-1

PUNTO	LONGITUD (m)	NUMERO DE LOTES	SNL	C A R G A			FORMACION DEL CONDUCTOR	CORRIENTE				K (V/m-A)	CAIDA DE TENSION			
				ESPECIAL (kW)	PARCIAL (kW)	ACUMULADA (kW)		I - VIV. (A)	I - ESP. (A)	SI - ESP. (A)	I - TOTAL (A)		DV	SDV	%DV	%SDV
1	3.00	0	31	0.00	0.00	3.10	2x16+16/25	7.05	0.00	0.00	7.05	4.09	0.09	0.086	0.020	0.02
2	7.00	8	31	0.00	0.80	3.10	2x16+16/25	7.05	0.00	0.00	7.05	4.09	0.20	0.288	0.046	0.07
3	12.00	0	23	0.00	0.00	2.30	2x16+16/25	5.23	0.00	0.00	5.23	4.09	0.26	0.545	0.058	0.12
4	35.00	0	23	0.00	0.00	2.30	2x16+16/25	5.23	0.00	0.00	5.23	4.09	0.75	1.293	0.170	0.29
5	17.00	3	23	0.00	0.30	2.30	2x16+16/25	5.23	0.00	0.00	5.23	4.09	0.36	1.656	0.083	0.38
6	5.00	7	20	0.00	0.70	2.00	2x16+16/25	4.55	0.00	0.00	4.55	4.09	0.09	1.749	0.021	0.40
7	35.00	7	13	0.00	0.70	1.30	2x16+16/25	2.95	0.00	0.00	2.95	4.09	0.42	2.172	0.096	0.49
8	35.00	6	6	0.00	0.60	0.60	2x16+16/25	1.36	0.00	0.00	1.36	4.09	0.20	2.368	0.044	<b>0.54</b>
1																
1.1	28.00	2	8	0.00	0.20	0.80	2x16+16/25	1.82	0.00	0.00	1.82	4.09	0.21	0.208	0.047	0.07
1.2	35.00	6	6	0.00	0.60	0.60	2x16+16/25	1.36	0.00	0.00	1.36	4.09	0.20	0.403	0.044	<b>0.11</b>
4																
4.1	16.00	3	3	0.00	0.30	0.30	2x16+16/25	0.68	0.00	0.00	0.68	4.09	0.04	0.045	0.010	<b>0.30</b>

CALCULO DE CAIDA DE TENSION DE S.P.

S.E. N° 1

LOCALIDAD : CASERIO EL MILAGRO  
 FAC.SIMULT.(fs) : 0.5  
 CALIFICACION ELECTRICA : 200 W/LOTE

TRANSFORMADOR: MONOFASICO  
 SISTEMA : 440/220 V  
 TENSION(V) : 440

FACTOR DE POTENCIA  
 COS f ( VIV.): 1.0  
 COS f ( C.E.): 0.9

CIRCUITO : C-2

PUNTO	LONGITUD (m)	NUMERO DE LOTES	SNL	C A R G A			FORMACION DEL CONDUCTOR	CORRIENTE				K (V/m-A)	CAIDA DE TENSION				
				ESPECIAL (kW)	PARCIAL (kW)	ACUMULADA (kW)		I - VIV. (A)	I - ESP. (A)	S I - ESP. (A)	I - TOTAL (A)		DV	SDV	%DV	%SDV	
1	3.00	6	18	2.00	2.60	3.80	2x16+16/25	4.09	5.05	5.05	9.14	4.09	0.11	0.112	0.025	0.03	
2	38.00	6	12	0.00	0.60	1.20	2x16+16/25	2.73	0.00	0.00	2.73	4.09	0.42	0.536	0.096	0.12	
3	32.00	6	6	0.00	0.60	0.60	2x16+16/25	1.36	0.00	0.00	1.36	4.09	0.18	0.715	0.041	0.16	
4																	
4.1	7.90	0	2	0.00	0.00	0.20	2x16+16/25	0.45	0.00	0.00	0.45	4.09	0.01	0.015	0.003	0.00	
4.2	44.00	2	2	0.00	0.20	0.20	2x16+16/25	0.45	0.00	0.00	0.45	4.09	0.08	0.096	0.019	0.02	

### CALCULO DE POTENCIA DE TRANSFORMADOR S.E. N° 1

#### MAXIMAS DEMANDAS DE SISTEMA AUTOSOPORTADO

SUBESTACION	CIRCUITO	CONDUCTOR	CORRIENTE (A)			POTENCIA (kW)			TOTAL (kW)	DEM. MAX (kVA.)	TRAFO (kVA)	
			S.P.	C.E.	A.P.	S.P.	C.E.	A.P.				
S.E. N° 1 CASERIO EL MILAGRO	C-1	2 - 1 x 16	7.05	0.00	1.80	3.10	0.00	0.36	3.46	10.24	15.00	
	C-2	2 - 1 x 16	4.09	5.05	0.60	1.80	2.00	0.12	3.92			
									0.00			
									0.00			
	SUB-TOTAL (kW)											7.38
	AMPLIACION FUTURA DE CARGA 20%											1.48
	5% DE PERDIDAS (kW)											0.37
	<b>TOTALES (kW)</b>											<b>9.22</b>

# **ANEXOS**

---

**- CUADROS DE DISTANCIAS MINIMAS DE  
SEGURIDAD -**

**Tabla 232-1**

**Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua**

(Las tensiones son fase a fase para los circuitos puestos a tierra de manera efectiva y para aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra son suprimidas mediante la desactivación inmediata de la sección donde ocurrió la falla, tanto inicialmente como luego de las subsiguientes operaciones del interruptor.

Véase la sección de definiciones para las tensiones de otros sistemas.

Véase las reglas: 230.A.2, 232.B.1, 232.C.1.a y 232.D.4)

Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V <sup>11, 15</sup> ; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V <sup>14</sup> (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV <sup>14</sup> (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
					Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen						
1. Vías Férreas de ferrocarriles (excepto ferrovías electrificadas que utilizan conductores de trole aéreos) <sup>2,16,20</sup>	7,3	7,3	7,5	8,0	7,0 <sup>4</sup>	7,0 <sup>4</sup>
2.a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones <sup>21</sup>	6,5	6,5	6,5	7,0	5,5	6,1
2.b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones <sup>21</sup>	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones	5,5 <sup>7,13</sup>	5,5 <sup>7,13</sup>	5,5 <sup>7</sup>	6,5	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
4. Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	5,5	5,5	6,5	-	-
5.a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos <sup>9</sup>	4,0 <sup>25</sup>	4,0 <sup>8</sup>	4,0 <sup>8</sup>	5,0	5,0	5,5
5.b. Calles y caminos en zonas rurales	5,5	5,5	5,5	6,5	5,5	6,1

**Tabla 232-1**  
(Continuación)

**Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso. camino, riel o superficie de agua**

(Las tensiones son fase a fase para los circuitos puestos a tierra de manera efectiva y para otros circuitos donde todas las fallas a tierra son suprimidas mediante la pronta desactivación de la sección donde ocurrió la falla, tanto inicialmente como luego de las operaciones subsiguientes del interruptor.

Véase la sección de definiciones para las tensiones de otros sistemas.

Véase las reglas: 230.A.2, 232.B.1, 232.C.1.a y 232.D.4)

Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables.	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V <sup>11,15</sup> ; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V <sup>14</sup> (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV <sup>14</sup> (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
					Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen						
6.Áreas de agua no adecuadas para barcos de vela o donde su navegación está prohibida <sup>19</sup>	5,5	5,5	5,5	7,0	-	-
7.Áreas de agua para barcos de vela incluyendo lagos, charcas, represas, aguas de marea, ríos, corrientes y canales con un área superficial no obstruida de <sup>17,18</sup>						
a. Menos de 8 hectáreas	7,5	7,5	7,5	7,5	-	-
b. Más de 8 a 80 hectáreas	8,0	8,0	8,0	9,0	-	-
c. Más de 80 a 800 hectáreas	10,0	10,0	10,0	11,0	-	-
d. Más de 800 hectáreas	12,0	12,0	12,0	12,5	-	-
8.Terrenos y áreas de aguas públicas y privadas destinadas para aparejar o botar barcos de vela	La distancia de seguridad sobre el nivel del piso será de 1,5 m mayor que en 7 anteriormente indicado, para el tipo de áreas de agua servidas por sitios de botadura					

**Tabla 232-1**

(Continuación)

**Distancias verticales de seguridad de alambres, conductores y cables sobre el nivel del piso, camino, riel o superficie de agua**

(Las tensiones son fase a fase para los circuitos puestos a tierra de manera efectiva y para otros circuitos donde todas las fallas a tierra son suprimidas mediante la pronta desactivación de la sección donde ocurrió la falla, tanto inicialmente como luego de las operaciones subsiguientes del interruptor.

Véase la sección de definiciones para las tensiones de otros sistemas.

Véase las reglas: 230.A.2, 232.B.1, 232.C.1.a y 232.D.4)

Naturaleza de la superficie que se encuentra debajo de los alambres, conductores o cables	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenida puesta a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas hasta 300 V <sup>11, 15</sup> ; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Conductores de comunicación no aislados; cables autoportante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 300 V a 750 V <sup>14</sup> (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV; retenidas no puestas a tierra expuestas de 750 V a 23 kV <sup>14</sup> (m)	Conductores de contacto de vías férreas electrificadas y trole; y cables mensajeros	
					Hasta 750 V a tierra (m)	Más de 750 V a 23 kV a tierra (m)
Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino						
9.a. Carreteras y avenidas	5,5 <sup>13,24</sup>	5,5 <sup>13</sup>	5,5	6,5	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
9.b. Caminos, calles o callejones	5,0 <sup>13,24</sup>	5,0 <sup>13</sup>	5,0	6,0	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>
9.c. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo	4,0 <sup>25</sup>	4,0 <sup>8</sup>	4,0 <sup>8</sup>	5,0	5,0	5,5
10. Calles y caminos en zonas rurales	4,5 <sup>12</sup>	4,5	4,5	5,0	5,5 <sup>5</sup>	6,1 <sup>5</sup>

<sup>1</sup> Donde los pasos subterráneos, túneles o puentes lo requieren, se puede utilizar localmente menor distancia de seguridad sobre el nivel del piso o rieles que la exigida por la Tabla 232-1. El conductor de contacto de la vía férrea electrificada y del trole deberá ser nivelado de manera muy gradual a partir de la construcción regular hasta la elevación reducida.

<sup>2</sup> Los alambres, conductores o cables que crucen minas, explotaciones forestales y vías férreas similares que utilizan sólo vagones más bajos que los vagones de carga estándares, la distancia de seguridad puede reducirse en una cantidad equitativa a la diferencia de altura entre el vagón cargado más alto manejado y 6,1 m, pero la distancia no será reducida por debajo de las exigencias para los cruces de calles.

<sup>3</sup> Esta nota no está considerada en esta edición.

<sup>4</sup> En las comunidades donde se ha establecido 6,4 m, esta distancia de seguridad puede ser continuada si es que se mantiene con cuidado. La elevación del conductor de contacto deberá ser

**Tabla 234-1**

**Distancia de seguridad de los alambres, conductores, cables y partes rígidas con tensión no protegidas adyacentes pero no fijadas a edificios y otras instalaciones a excepción de puentes**

(Las tensiones son de fase a fase para circuitos puestos a tierra de manera efectiva y aquellos otros circuitos donde todas las fallas a tierra son suprimidas mediante una desactivación inmediata de la sección de falla, tanto inicialmente como luego de las subsiguientes operaciones del interruptor.

Véase la sección de definiciones para las tensiones de otros sistemas. Las distancias de seguridad están establecidas sin desplazamiento de vientos salvo se indique en las notas a pie de página más adelante.

Véase las reglas: 230.A.2, 232.B.1, 234.C.1.a, 234.C.2 y 234.H.4).

Distancia de Seguridad de	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V <sup>13</sup> ; conductores neutros que cumplen con la regla 230E <sup>1</sup> ; cables de suministro que cumplen con la regla 230.C.1 (m)	Cables auto-portante de suministro hasta 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3 <sup>8</sup> (m)	Partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestas a tierra, hasta 750 V y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V <sup>8</sup> (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V (m)	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 kV, cajas de equipos no puestas a tierra, 750 V a 23 kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750 V a 23 kV <sup>5</sup> (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750 V a 23 kV (m)
<b>1. Edificaciones</b>						
a. Horizontal						
(1) A paredes, proyecciones, balcones, ventanas y áreas fácilmente accesibles <sup>3, 16</sup>	1,0 <sup>1,2,7</sup> (1,5)	1,0 <sup>1,2</sup>	1,0 <sup>1,2</sup>	1,0 <sup>1,2,9</sup> (1,5) <sup>15</sup>	2,5 <sup>1,2</sup>	2,5 <sup>1,2,10,11</sup>
b. Vertical <sup>14</sup>						
(1) Sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones <sup>3</sup>	1,8 (3,0)	1,8	1,8	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones <sup>3</sup>	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(3) Sobre techos accesibles a vehículos pero no sujetos a tránsito de camiones <sup>6</sup>	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
(4) sobre techos de estacionamiento accesibles al tránsito de camiones <sup>6</sup>	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
<b>2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes</b>						
a. Horizontal <sup>4</sup>	1,0 (1,5)	1,0	1,0 <sup>1,2</sup>	1,0 <sup>1,2,9</sup> (1,5)	2,5 <sup>1,2</sup>	2,5 <sup>1,2,10,11</sup>
b. Vertical						
(1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesibles a peatones <sup>4</sup>	1,8 (3,0) <sup>15</sup>	1,8	1,8	1,8 <sup>1</sup> (3,0) <sup>15</sup>	3,5	3,5

**Cuadro N° 1 - Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria**

Tipo de habilitación	Sector de Distribución Típico 1 W	Sector de Distribución Típico 2 W	Sector de Distribución Típico 3 W	Sector de Distribución Típico 4 W
a) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 1 (Zonas R1-S y R1)	1 500 + 3 W/m <sup>2</sup> hasta un máximo de 10 kW (suministro trifásico)	800 + 1 W/m <sup>2</sup> hasta un máximo de 5 kW (suministro trifásico)	-	-
b) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 2 (Zona R2)	1,500	800	-	-
c) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 3 (Zona R3)	1,300	700	-	-
d) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 4 (Zona R4)	900 (suministro monofásico)	900 (suministro monofásico)	-	-
e) Habilitaciones de alta densidad poblacional, para viviendas multifamiliares	11 W/m <sup>2</sup> del área techada total, con un mínimo de 900 W	11 W/m <sup>2</sup> del área techada total, con un mínimo de 700 W	-	-
f) Habilitaciones para vivienda taller (Zona I1-R)	1,000	1,000	-	-
g) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Centros Poblados, incluyendo agrupaciones de vivienda en zonas rurales	700 300 (*) (suministro monofásico)	300 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	200 (suministro monofásico)
h) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Asentamientos Humanos Marginales o Pueblos Jóvenes	700 (suministro monofásico)	400 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	250 (suministro monofásico)
i) Habilitaciones pre-Urbanas, tipos pecuarios o huertas (Zona P-U)	2,000	1,500	1,000	1,000
j) Lotizaciones para la industria elemental y complementaria de apoyo a la industria de mayor escala (Zona I1)	4,000	1,100	-	-

(\*) Se autorizan Demandas Máximas menores, si se sustentan con estudios justificativos.

Nota 1: El Cuadro N° 1 es de aplicación hasta el 2005-10-31.

Nota 2: Donde no se indica el tipo de suministro, puede ser monofásico o trifásico, debiendo precisarse mediante coordinación con el Concesionario.

**Cuadro N° 2 - Calificación Eléctrica para la Elaboración de Proyectos de Subsistemas de Distribución Secundaria de acuerdo a la R.D. N° 015-2004-EM/DGE**

Tipo de habilitación	Sector de Distribución Típico 1 W	Sector de Distribución Típico 2 W	Sector de Distribución Típico 3 W	Sector de Distribución Típico 4 W	Sector de Distribución Típico 5 W
a) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 1 (Zonas R1-S y R1)	1 500 + 3 W/m <sup>2</sup> hasta un máximo de 10 kW (suministro trifásico)	800 + 1 W/m <sup>2</sup> hasta un máximo de 5 kW (suministro trifásico)	-	-	-
b) Habilitaciones de baja densidad poblacional, tipo 2 (Zona R2)	1,500	800	-	-	-
c) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 3 (Zona R3)	1,300	700	500	-	-
d) Habilitaciones de media densidad poblacional, tipo 4 (Zona R4)	900 (suministro monofásico)	900 (suministro monofásico)	700 (suministro monofásico)	-	-
e) Habilitaciones de alta densidad poblacional, para viviendas multifamiliares	11 W/m <sup>2</sup> del área techada total, con un mínimo de 900 W	11 W/m <sup>2</sup> del área techada total, con un mínimo de 700 W	-	-	-
f) Habilitaciones para vivienda taller (Zona I1-R)	1,000	1,000	1,000	-	-
g) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Centros Poblados, incluyendo agrupaciones de vivienda en zonas rurales	700 300 (*) (suministro monofásico)	300 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	250 200 (*) (suministro monofásico)	200 (suministro monofásico)
h) Habilitaciones para vivienda en vías de regularización (parcial o totalmente edificadas), calificados como Asentamientos Humanos Marginales o Pueblos Jóvenes	700 (suministro monofásico)	400 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	300 (suministro monofásico)	250 (suministro monofásico)
i) Habilitaciones pre-Urbanas, tipos pecuarios o huertas (Zona P-U)	2,000	1,500	1,500	1,000	1,000
j) Lotizaciones para la industria elemental y complementaria de apoyo a la industria de mayor escala (Zona I1)	4,000	1,100	-	-	-

(\*) Se autorizan Demandas Máximas menores, si se sustentan con estudios justificativos.

Nota 1: El Cuadro N° 2 será de aplicación a partir del 2005-11-01.

Nota 2: Donde no se indica el tipo de suministro, puede ser monofásico o trifásico, debiendo precisarse mediante coordinación con el Concesionario.