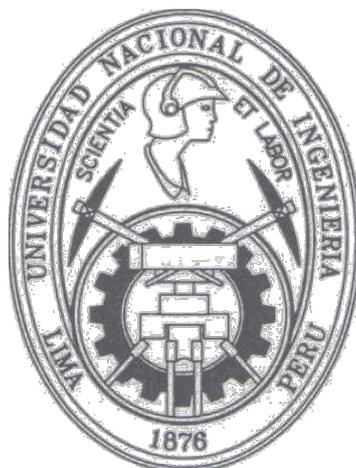


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD DE
PUQUIO PROVINCIA DE LUCANAS
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRICISTA

JULIO CASTILLO CHIHUAN

LIMA-PERÚ

1985

INTRODUCCION

EL OBJETIVO DE DISEÑAR EL NUEVO SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD DE PUQUIO UBICADO EN LA PROVINCIA DE LUCANAS, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, ES EL DE CONTRIBUIR EN LA REMODELACIÓN TOTAL DEL SERVICIO EXISTENTE EN COORDINACIÓN CON LA CORPORACIÓN DE DESARROLLO DE AYACUCHO, ELECTROPERU S.A Y LA EMPRESA REGIONAL DEL SUR MEDIO - ERSA, CON LA FINALIDAD DE LOGRAR EL DESARROLLO SOCIAL, ECONÓMICO Y CULTURAL DE DICHA POBLACIÓN.

PARA ESTE FIN, SE HA TENIDO EN CUENTA EL CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL Y LOS DISPOSITIVOS TÉCNICO-NORMATIVO, APLICABLES A PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL QUE HA EMITIDO LA DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRICIDAD EN SU DIRECTIVA # 001-85-EMADGE PARA LOGRAR LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN MEDIANTE LA NO UTILIZACIÓN Y/O REEMPLAZO PAULATINO DE GRUPOS Y MINI-CENTRALES HIDROELÉCTRICAS, INCENTIVANDO LA UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA PROVENIENTE DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES A TRAVÉS DEL SISTEMA INTERCONECTADO, MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS MEDIANAS, ETC., Y REDUCIENDO LOS PLAZOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y OBRAS.

LA LOCALIDAD DE PUQUIO CON UNA CENTRAL TÉRMICA EXISTENTE DESDE DONDE SE SUMINISTRA ENERGÍA A LA POBLACIÓN A TRAVÉS DE LA RED PRIMARIA EN 2.3 KV Y RED SECUNDARIA EN 220 VOLTIOS ; PARALELAMENTE AL PRESENTE ESTUDIO ELECTROPERU S.A ESTÁ EJECUTANDO LA EVALUACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO DE LA PROVINCIA DE LUCANAS, CON LA FINALIDAD QUE EN UN FUTURO CERCANO SE PUEDA REEMPLAZAR CON ENERGÍA PROVENIENTE DE RECURSOS NATURALES.

-

Á FIN DE REDUCIR DRÁSTICAMENTE EL COSTO DE LA OBRA Y HACERFACTIBLE SU EJECUCIÓN, SE HA CONSIDERADO LOS LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA OBRAS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL Y LA NORMALIZACIÓN DE MATERIALES VIGENTES EN LA EMPRESA REGIONAL, PARA GARANTIZAR EL MANTENIMIENTO RESPECTIVO.

DENTRO DE LA POLÍTICA DEL ACTUAL GOBIERNO SE ESTÁ DANDO PRIORIDAD A LA ATENCIÓN DE LOS SECTORES MAS DEPRIMIDOS, POR TAL MOTIVO SE HAN CREADO 39 MICROREGIONES A NIVEL NACIONAL, DE LAS CUALES SE HAN ESTABLECIDO 12 EN PRIMERA PRIORIDAD Y LAS RESTANTES EN SEGUNDA PRIORIDAD. LA LOCALIDAD DE PUQUIO ESTA UBICADA EN LA MICROREGIÓN DE PRIMERA PRIORIDAD "LUCANAS-CHIPAO", DE LA PROVINCIA LUCANAS, POR TAL MOTIVO SE ESTÁ IMPULSANDO EL DESARROLLO EN TODOS LOS SECTORES, DOTÁNDOLES DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE SALUD, EDUCACIÓN, SANEAMIENTO, VIVIENDA, COMUNICACIÓN Y ELECTRIFICACIÓN, PARTICULARMENTE DEL ÁMBITO RURAL. POR TAL MOTIVO, LA CORPORACIÓN DE DESARROLLO DE AYACUCHO Y ELECTROPERÚ S.A., HAN CONSIDERADO LOS RECURSOS ECONÓMICOS PARA QUE EN EL PERÍODO 1985-1986, SE HAGAREALIDAD LA REMODELACIÓN INTEGRAL DEL SERVICIO ELÉCTRICO DE LA LOCALIDAD DE PUQUIO.

SE ESPERA QUE EN EL PRESENTE PROYECTO, CUMPLA A CORTO PLAZO CON SU PROPÓSITO DE COLABORAR CON EL DESARROLLO DEL PAÍS Y ESPECÍFICAMENTE CON LA CIUDAD DE PUQUIO, POR TRATARSE DE UNA LOCALIDAD ESTRATÉGICAMENTE UBICADA POR EL ACCESO A LOS DEPARTAMENTOS DE APURIMAC Y CUZCO.

HAGO LLEGAR MI AGRADECIMIENTO A LOS FUNCIONARIOS DE ELECTROPERÚ S.A QUE DE UNA U OTRA FORMA ME BRINDARON SU DESINTERESADA COLABORACIÓN EN LA CONFECCIÓN DEL PRESENTE ESTUDIO.

A.- REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE LA LOCALIDAD DE PUQUIO.-

REDES PRIMARIAS.-

CAPITULO II: MEMORIA DESCRIPTIVA.-

- 2.1 Generalidades.
- 2.2 Alcance del Proyecto,
- 2.3 Descripción del Proyecto.
- 2.4 Sistema Eléctrico existente.
 - 2.4.1 Generación.
 - 2.4.2 Subestación de salida.
 - 2.4.3 Red Primaria.
 - 2.4.4 Subestaciones de distribución.
- 2.5 Financiamiento.

CAPITULO III: Cálculo Justificativo.-

- 3.1 Bases de Cálculo.
- 3.2 Cálculos Eléctricos.
- 3.3 Cálculo mecánico de conductores.
- 3.4 Cálculo del nivel de aislamiento.
- 3.5 Cálculo de la Pérdida de Potencia.
- 3.6 Cálculos de soportes.
- 3.7 Cálculos de Retenidas.
- 3.8 Cálculos de cimentación.

CAPITULO IV: Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos.-

- 4.1 Red Primaria.
 - 4.1.1. Poste.
 - 4.1.2. Crucetas.
 - 4.1.3. Aisladores y Accesorios.
 - 4.1.4. Conductores.
 - 4.1.5. Retenidas.
- 4.2 Subestaciones de Distribución.
 - 4.2.1. Transformadores.
 - 4.2.2. Postes.
 - 4.2.3. Cruceta y loza de sostén.
 - 4.2.4. Seccionadores.
 - 4.2.5. Fusibles.
 - 4.2.6. Pararrayos.
 - 4.2.7. Puesta a Tierra.
 - 4.2.8. Tablero de Distribución.
 - 4.2.9. Accesorios.

CAPITULO V: Especificaciones Técnicas de Montaje.-

- 5.1 Consideraciones generales.
- 5.2 Transporte y Manipuleo.
- 5.3 Instalación de los soportes.
- 5.4 Ensamble e Instalación de los armados.
- 5.5 Instalación de aisladores.
- 5.6 Instalación de retenidas.
- 5.7 Tendido de conductores.
- 5.8 Instalación de Transf. de distribución.
- 5.9 Instalación de Equipos de protección.

CAPITULO VI: Metrado y Presupuesto.-

- 6.1 Metrado y Presupuesto Base.

CAPITULO VII: Planos.-

B.- REDES DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA DE LA LOCALIDAD DE PUQUIO.

CAPITULO VIII: MEMORIA DESCRIPTIVA:

- 8.1 Generalidades.
 - 8.1.1. Características geográficas.
- 8.2 Calificación Eléctrica de las Redes de Distribución.
- 8.3 Alcance del Proyecto.
- 8.4 Sistema Eléctrico Existente.
 - 8.4.1. Generación.
 - 8.4.2. Red de Distribución.
- 8.5 Financiamiento.

CAPITULO IX: Descripción del Proyecto.-

- 9.1 Red de Distribución Secundaria.
 - a) Servicio Particular.
 - b) Alumbrado Público.
- 9.2 Estudio de la máxima demanda.
 - 9.2.1. Máxima demanda del sector doméstico.
 - 9.2.2. Máxima demanda del sector comercial y cargas especiales.

CAPITULO X: Bases del Diseño.-

- 10.1 Cálculos Eléctricos.
 - a) Caída de tensión.
 - b) Red de servicio particular.
 - c) Red de alumbrado público.
 - d) Cargas especiales.
 - 10.1.1. Cálculos Eléctricos de las Redes de Distribución Secundaria - Puquio.
 - 10.1.2. Potencia de las subestaciones.
- 10.2 Cálculo Mecánico Red Secundaria.
 - 10.2.1 Cálculo mecánico de conductores.
 - 10.2.2 Cálculo mecánico de soportes.
 - 10.2.3 Cálculo de Retenidas.
 - 10.2.4 Cálculo de Cimentación.

CAPITULO XI: Especificaciones Técnicas.-

- 11.1 Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipo. Red de Distribución Secundaria.
 - 11.1.1. Postes.
 - 11.1.2. Pastorales.
 - 11.1.3. Aisladores.
 - 11.1.4. Accesorios.
 - 11.1.5. Conductores.
 - 11.1.6. Luminarias.
 - 11.1.7. Lámparas.
 - 11.1.8. Portafusibles.

- 11.1.9. Portálíneas.
- 11.1.10 Retenidas.
- 11.1.11 Conexiones domiciliarias.
- 11.1.12 Puesta a tierra.

- 11.2 Especificaciones Técnicas de Montaje.
 - 11.2.1. Consideraciones generales.
 - 11.2.2. Transporte y manipuleo de materiales
 - 11.2.3. Instalación de postes.
 - 11.2.4. Instalación de aisladores y elementos de fijación.
 - 11.2.5. Instalación de retenidas.
 - 11.2.5.1 Retenidas tipo inclinadas.
 - 11.2.5.2 Retenida tipo flecha.
 - 11.2.5.3 Retenida tipo aéreo.
 - 11.2.6. Tendido de conductores.
 - 11.2.7. Equipo de alumbrado público.
 - 11.2.8. Conexiones domiciliarias.

CAPITULO XII: Metrado y Presupuesto.-

CAPITULO XIII: Planos.-

A.- REDES DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE LA LOCALIDAD
DE PUQUIO.

CAPITULO 1.

MEMORIA DESCRIPTIVA.-

• 2.1 Generalidades.-

La localidad de Puquio es capital de la Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho.

Su altitud sobre el nivel del mar es de 3,600 metros.

La temperatura máxima registrada es de 30^o C. y la mínima de 0^o C. con una temperatura media mensual de 15^o C.

La vía de acceso a esta localidad es mediante la carretera Nazca-Puquio y Chala-Puquio.

La fuente de energía eléctrica que se utilizará será la Central térmica de Puquio que cuenta actualmente con 2 grupos SKODA de 500 KVA. y una Red Primaria de 3.2 km. de longitud que se encuentra en buen estado.

2.2 Alcance del Proyecto.-

El presente proyecto comprende el diseño de la Red de Distribución Primaria a una tensión de 10 KV y diseño de las subestaciones de distribución a partir de las cuales se alimentarán a las Redes de Distribución Secundaria que serán aéreas, trifásicas de ^{cuatro} (4) conductores que tendrán una tensión de 380-220 V y suministrarán de energía eléctrica a las siguientes cargas:

	<u>Máxima Demanda</u>	<u>Factor de Simultaneidad</u>
2,309 lotes de vivienda	800 W/lote	0.5
69 lotes de tiendas comerciales.	1000 W/lote	
42 lotes de usos generales	1000 W/lote	

30 Cargas Especiales:

2 Colegios	4	0.8
1 Comisaría de la GC.	2	0.8
1 Comisaría de la GC.	2	0.8
1 Canal	1	0.8
1 Escuela Normal de Mujeres	3	0.8
6 Escuelas	1	0.8
1 Oficina Entel	2	0.8
1 Grifo	1	0.8
1 Hospital	6	0.8
3 Hoteles	3	0.8
5 Iglesias	2	0.8
1 Casa Comunal (Chauoi)	1	0.8
1 Municipalidad	2	0.8
1 Mercado	2	0.8
1 NEC	1	0.8
1 Ex-Sinamos	1	0.8
1 Taller electromecánico	3	0.8
1 Zona de Educación	2	0.8

2.3 Descripción del Proyecto.-

Se ha proyectado una red primaria de las siguientes características:

Longitud total	: 5.88 km.
Tipo	: Aéreo
Sistema	: 3 ϕ
Tensión nominal	: 10 KV
Frecuencia	: 60 Hz.
Soporte	: Poste de C.A.C. de 11m.
Conductor	: Cu. desnudo de calibre No. 6 AWG.
Aisladores tipo PIN	: Clase 55-5
Aisladores Suspensión	: Clase 52-3

Se han proyectado 16 subestaciones con una relación de transformación de 10-2.3/0.38-0.27 KV.

1 Transformador	50 KVA
2 Transformadores	75 KVA
Transformador	80 KVA
12 Transformadores	100 KVA

Todas las subestaciones aéreas estarán soportadas por dos postes de C.A.C. o fierro; éstas llevarán un transformador en baño de aceite con refrigeración natural, conectados en delta el primario y en estrella el secundario con neutro accesible 380-220 V. Las subestaciones llevarán sus respectivos elementos de conexión y protección de los circuitos de Servicio Particular y Alumbrado Público.

Los postes y conductores de la Red Primaria y soportes de subestaciones existentes, pueden seguirse usando ya que se encuentran en buenas condiciones.

2.4 Sistema Eléctrico Existente.-

2.4.1. Generación.-

La Central existente se encuentra en la Av. Mariano Salas y está equipado con dos grupos térmicos de 500 KVA cada uno, instalados en el año 1978 y 1980, encontrándose en regular estado de conservación, por lo que puede seguir operando óptimamente.

2.4.2. Subestación de Salida.-

Se encuentra equipada con un transformador de 400 KVA. con relación de 0.4/2.3 KV. su estado de conservación es bueno puede seguir operando mientras, hasta que se cambie el nivel de tensión de la red primaria existente.

2.4.3. Red Primaria.-

En la actualidad existe una Red Primaria soportada con postes de fierro en buen estado, instalado en 1976 y 1981. El nivel de tensión es 2.3 KV y una longitud de 3.2 Km.

Consta de conductores de cobre AWG No. 4 y AWG No. 6, tendido sobre aisladores de porcelana tipo PIN, y suspensión en buen estado.

Esta red puede seguir trabajando óptimamente cuando se cambie el nivel de tensión a 10 KV.

2.4.4. Subestaciones de Distribución.-

Existen 7 transformadores con una relación de transformación de 2.3/0.38- 0.22 Kv. en buen estado de conservación que pueden seguir operando hasta que se cambie el nivel de tensión a 10 KV. de la red primaria existente; cuando ésto ocurra se deberá cambiar estos transformadores.

Recomendaciones.- Si se implementan más transformadores de distribución, éstos deberán adquirirse con una relación de transformación de 10-2.3/0.38-0.22 KV. para que puedan operar con el nivel de tensión actual y cuando se cambie el nivel de tensión.

Deberá prever la caída de tensión en la R.P. debido a su actual nivel de tensión.

2.5 Financiamiento.-

El financiamiento de la obra se realizará mediante los recursos provenientes del D.L.163, recursos provenientes de la Corporación del Fomento de Ayacucho (CORFA) y recursos del aporte al Fondo de Ampliaciones (AFA) de la Empresa Regional Sur Medio - ERSA.

CALCULO JUSTIFICATORIO.-

3.1. Bases de Cálculo.-

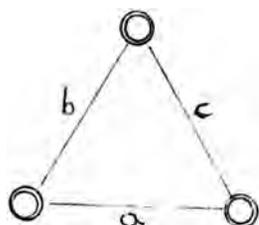
El cálculo de las redes de distribución de la localidad de Puquio cumple con los requerimientos del Código Nacional de Electricidad, la Ley General de Electricidad No. 23406, su reglamento y norma - vigente de la DCE/MEN.

Las fórmulas se encuentran detalladas líneas adelante y las pautas que se han seguido son las siguientes:

Caída máxima permisible de tensión	6%
Factor de potencia	0.9
Frecuencia	60 c/s.
Nivel de tensión	10 Kv.

3.2. Cálculos Eléctricos.-

- Disposición de los Conductores.



$$a = b = c = 1000 \text{ mm}$$

- Caída de tensión Suministro Trifásico.

$$\Delta V = \frac{PL (R + X_L \tan \phi)}{V}$$

$$\Delta V = PLK$$

Donde: $K = \frac{R + X_L \tan \phi}{V}$

P Potencia KW.

L = Long. en m.

V = Tensión V.

K Ctte. vol/kw.m.

Características de los conductores

Material Cu. electrolítico cableado duro, desnudo.

	<u>6 AWG</u>	Existente <u>4 AWG.</u>
Sección (mm ²)	13.3	21.15
Diámetro (mm)	4.67	5.88
R 20 ^o (ohm/km.)	1.4	0.882
# hilos	7	7

$$R = R_{20} (1 + 0.00384 (\Delta T)) \quad \Delta T = T_r - T_{20}$$

$$75 - 20$$

$$X_L = 377 L. \quad \Delta T = 55^{\circ}$$

$$L = (4.605 \lg \frac{2d_{mg} + 0.5}{Kd}) \times 10^{-4} \text{ || km.}$$

dmg = Dist. media geométrica $d_{mg} = \sqrt[3]{a \times b \times c} = 1000 \text{ mm.}$
d = dis. del conductor
K = cte. por # hilos 7 hilos K = 0.726

Los valores hallados se muestran en el siguiente cuadro:

	<u>No. 6 AWG</u>	Existente <u>No. 4 AWG.</u>
R (Ω /Km)	1.695	1.06
X _L (Ω /Km.)	0.499 \approx 0.5	0.482
K (Vol/Kw-m) $\times 10^{-4}$	1.937	1.29

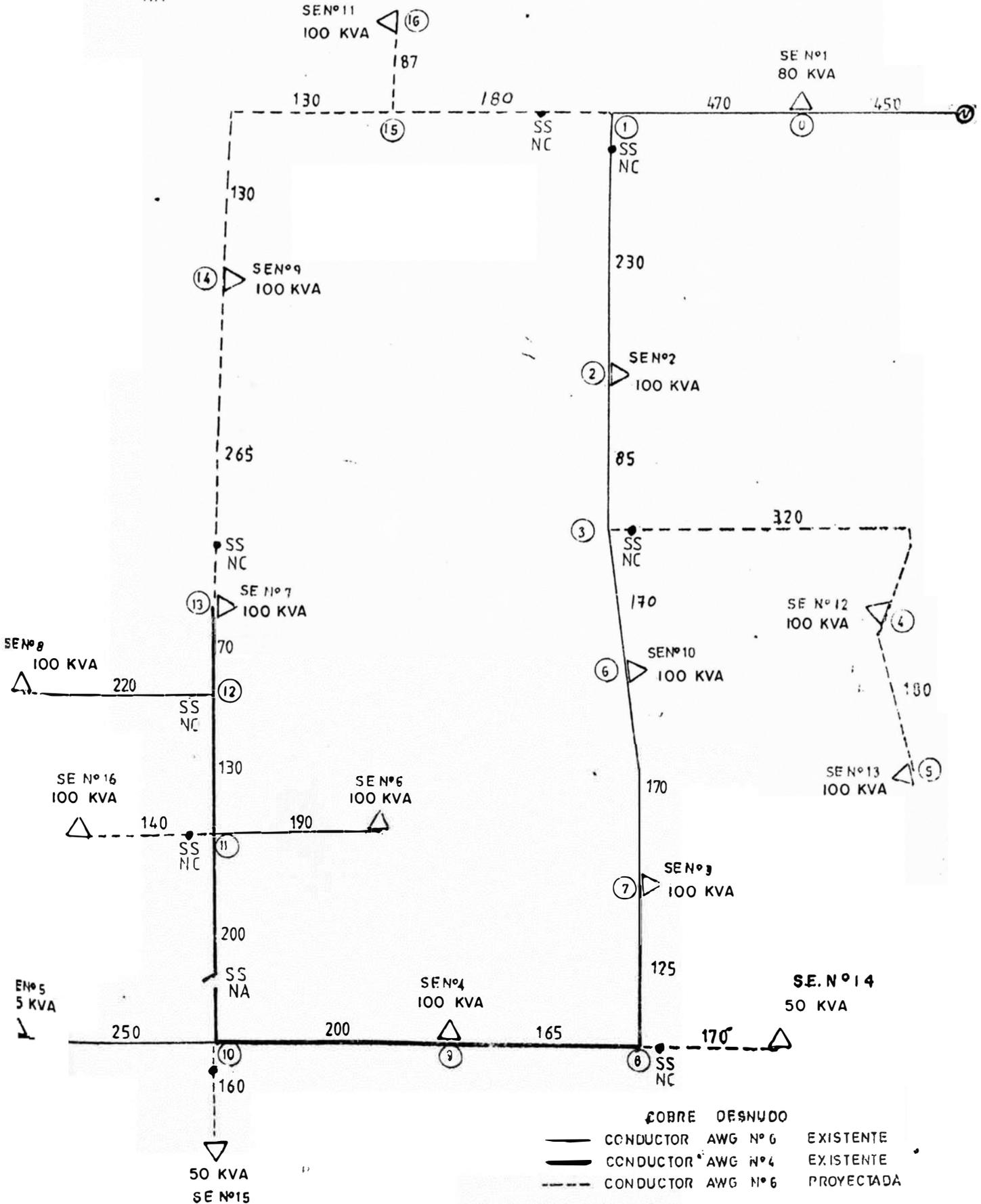
Para el diseño de la red se consideró que la línea primaria tomara un anillo previendo posibles fallas y poder suplir esta deficiencia.

El punto para el poste de seccionamiento normalmente abierto ha diseñado tomando en cuenta que cada ramal A y B, tengan aproximadamente igual carga.

Para los cálculos eléctricos se ha considerado la condición crítica de la red, es decir cuando se le dé suministro a todas las subestaciones por uno de los ramales de la red, esto nos dará un margen de seguridad ya que el punto de seccionamiento normalmente abierto se encontrará entre los puntos 10 y 11 del siguiente esquema mostrado.

DIAGRAMA DE CARGA - RED PRIMARIA - PUQUIO

SS NC SECCIONAMIENTO NORMALMENTE CERRADO
 SS NA SECCIONAMIENTO NORMALMENTE ABIERTO



COBRE DESNUDO

- CONDUCTOR AWG N° 6 EXISTENTE
- CONDUCTOR AWG N° 4 EXISTENTE
- - - CONDUCTOR AWG N° 6 PROYECTADA

Se ha considerado a esta localidad como si fuera zona rural por lo que su máxima caída de tensión permisible es el 6% de la tensión nominal para el tramo más alejado.

3.3. Cálculo Mecánico de Conductores.-

Propiedades físicas del conductor a usar en la ampliación de la Red Primaria existente.

- Calibre	# 6 AWG.
- Sección	13.3 mm ² .
- Diámetro nominal.	4.67 mm ² .
- Número de hilos.	7
- Carga de rotura mín.	558 (tabla 2-II; Tomo IV C.N.E.)
- Peso 119.2 kg/km.	119.2 kg/km.
- Resistencia	1.4 ohm/km.
- Coeficiente de seguridad asumido	2.5

Hipótesis de Cálculo.-

1.- Condiciones Normales.-

. Temperatura ambiente sin viento	$T_1 = 10^{\circ}\text{C}.$
. Presión del Viento	$P_v = 0$

2.- . Temperatura mínima con viento

. Presión del Viento	$T_2 = - 15^{\circ}\text{C}.$
	$P_{v_2} = 34 \text{ kg/m}^2$

3.- . Condiciones de Flete máxima.

Temperatura Máxima sin viento	$T_3 = 25^{\circ}\text{C}.$
Presión del viento	$P_{v_3} = 0$

Ecuación Básica del Cambio de Estado.-

$$\sigma_f^2 \left[\sigma_f + \frac{E}{24} \frac{(d \cdot w_l)^2}{S^2 \sigma_i} + E \alpha (T_f - T_i) - \sigma_i \right] = \frac{E}{24} \frac{(d \cdot w_f)^2}{S^2}$$

Donde:

Esfuerzo inicial del conductor en Kg/mm²

Esfuerzo final del conductor en kg/mm²

T_i Temperatura en oC. del estado inicial.

Tf = Temperatura en °C. del estado final.

d = Vano en metros (70 m.)

S = Sección del conductor en mm².

Wi = Carga del conductor (Peso y sobrecarga) en el estado, inicial kg/m.

Wf = Carga del conductor (Peso y sobrecarga) en el estado final kg/m.

E = Módulo de elasticidad - 12,650 kg/mm².

α = Coeficiente de dilatación del conductor $1.7 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Determinación de los Esfuerzos y Flechas.-

Fórmula para determinar la flecha máxima.

$$f_{\text{máx.}} = \frac{d^2 w}{8 \sigma S}$$

Para vanos nivelados $\frac{h}{d} = 0$ d = vano promedio 70 m.

Cálculo del Esfuerzo para las condiciones consideradas y teniendo en cuenta que para el máximo esfuerzo del conductor No. 6 AWG, se tiene que:

$$\sigma_{\text{máx.}} = \frac{T_r}{C.S} + S$$

$$\sigma_{\text{máx.}} = \frac{558}{2,5} + 13.3$$

$$\sigma_{\text{máx.}} = 16.78$$

Donde:

$$T_{\text{máx.}} = \frac{T_r}{C.S.}$$

$$T_{\text{máx.}} = 223.2 \text{ kg.}$$

Y haciendo uso de la fórmula de TRUXA para esfuerzos mecánicos se obtiene el siguiente cuadro:

Cond. $T_{normal} + 10^{\circ}C$ $T_{mín.} = - 15^{\circ}C.$
 Promedio ,

AWG	(kg/mm ²)	T(kg)	W(kg/m)	f(m)	(kg/mm ²)	T(kg)	W(kg/m)
#6	13.25	176.22	0.12	0.41	16.78	223	0.1569

$T_{máx.} = 25^{\circ}C.$

(kg/mm ²)	T (kg)	f(máx)
10.57	141.492	0.51

Separación Mínima entre Conductores:

$$D = K \sqrt{f_{máx.}} + \frac{V}{150}$$

- Para conductor de cobre: K : 0.75
- Tensión de servicio : V : 10 Kv.
- Flecha máxima : f máx. : 0.51

$$D = 0.60 \text{ mts.}$$

$$D < D \text{ seleccionada.}$$

3.4. Cálculo del Nivel de Aislamiento.-

Todo el equipo de media tensión de las subestaciones, transformada, reductora, tendrá un nivel de aislamiento conforme a los niveles de tensión de prueba a frecuencia nominal plenamente garantizado por el fabricante del equipo a la altura de instalación de 3,600 m.s.n.m. y una temperatura media mensual de $15^{\circ}C.$

Para efectos de la selección del nivel de aislamiento, se deberá multiplicar la tensión nominal de servicio por los siguientes factores:

$$F_t = \frac{273 + t}{313.}$$

$$F_t = 0.92$$

$$FR_{II} = 1 + 1.25 (H - 1000) \cdot x 10^{-4}$$

$$F_h = 1.325$$

La tensión de servicio será:

$$U = 10 \times F_t \times F_h.$$

$$U = 12.19 \text{ Kv.}$$

La tensión disruptiva bajo lluvia será:

$$U_c = 2.1 (12.2 + 5)$$

$$U_c = 36.1 \text{ Kv.}$$

La tensión disruptiva en seco, será:

$$U_s = 1.33 U_c.$$

$$U_s = 48 \text{ Kv.}$$

Por lo tanto el nivel de aislamiento de los aisladores a baja frecuencia es conforme se indica en las especificaciones técnicas de materiales.

3.5. Cálculo de la pérdida de Potencia Porcentual.-

$$P = \frac{100 R L P_t}{(V \cos \phi)^2}$$

Donde:

R = Resistencia a la temperatura de operación en ohm/km

L = Longitud de la línea km.

P_t = Potencia en kw .

V = Tensión de la línea en Kv.

SE No. 1.-

$$P = \frac{100 \times 1.695 \times 0.45 \times 68.56}{(10 \times 0.9)^2} = 0.65 \%$$

S.E. No. 2.

$$P = \frac{100 \times 1.695 \times 1.15 \times 7152}{(10 \times 0.9)^2} = 1.72\%$$

S.E. No. 3.

$$P = \frac{100 \times 1.695 \times 1.575 \times 7016}{(10 \times 0.9)^2} = 2.31\%$$

S.E. No. 4.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.575 + 1.06 \times 0.29) \times 82.8}{(10 \times 0.9)^2} = 3.04\%$$

S.E. No. 5.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.825 + 1.05 \times 0.49) \times 60.4}{(10 \times 0.9)^2} = 2.69\%$$

S.E. No. 6.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 2.015 + 1.06 \times 0.69) \times 85.2}{(10 \times 0.9)^2} = 4.36\%$$

S.E. No. 7.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 2.015 + 1.06 \times 0.89) \times 87.04}{(10 \times 0.9)^2} = 4.68\%$$

S.E. No. 8.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 2.235 + 1.06 \times 0.82) \times 78.64}{(10 \times 0.9)^2} = 4.52\%$$

S.E. No. 9.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 2.280 + 1.06 \times 0.89) \times 87.52}{(10 \times 0.9)^2} = 5.20\%$$

S.E. No. 10.

$$P = \frac{100 \times 1.695 \times 1.405 \times 8344}{(10 \times 0.9)^2} = 2.45\%$$

S.E. No. 11.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 3.410 + 1.06 \times 0.89) \times 95.28}{(10 \times 0.9)^2} = 7.9\%$$

S.E. No. 12.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.555) \times 79.92}{(10 \times 0.9)^2} = 2.60 \%$$

S.E. No. 13.

$$P = \frac{100 \times 1.695 \times 1.735 \times 83.28}{(10 \times 0.9)^2} = 3.02 \%$$

S.E. No. 14.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.745 + 1.06 \times 0.125) \times 52.88}{(10 \times 0.9)^2} = 2.01 \%$$

S.E. No. 15.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.735 + 1.06 \times 0.49) \times 37.84}{(10 \times 0.9)^2} = 1.62 \%$$

S.E. No. 16.

$$P = \frac{100 \times (1.695 \times 1.715 + 1.06 \times 0.69) \times 71.44}{(10 \times 0.9)^2} = 3.21 \%$$

3.6. Cálculos de Soportes.-

Soportes.-

Se usarán postes de concreto armado, centrifugado, normalizado de las siguientes características:

- Longitud	L : 11 m.
- Circunferencia en la Punta	do : 120 m.
- Circunferencia en la base	d1 : 285 mm.
- Circunferencia en línea a tierra	d2 : 264 mm.
- Altura de empotramiento = $\frac{L+0.40}{10}$	he : 1.50 m.
- Altura libre del poste	h : 9.50 m.
- Peso 11-200 kg.	P : 650 kg.
11-300 kg.	P : 690 kg.
- Esfuerzo máximo de flexión	: 600 kg/cm ² .
- vano promedio	: 70 mts.

NOTA.-

Los cálculos se harán tomando en cuenta la fza. del viento sobre soporte y conductores y fuerza de tracción de conductores, así como el momento que producen sobre el soporte.

Fuerzas que actúan sobre las estructuras (Plano Horizontal)

Superficie expuesta a la acción del viento:

$$S = \frac{(d_o + d_2) \times h}{2}$$

$$S = \frac{(0.12 + 0.264) \times 9.50}{2}$$

$$S = 1.824 \text{ m}^2$$

Fuerza del Viento sobre el Poste (F.V.P.)

F.V.P. = S x p S= Area del poste expuesta a la acción del viento (m²)

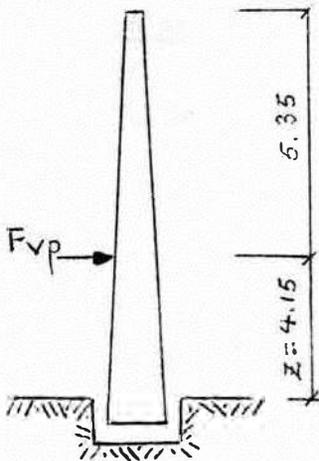
F.V.P. = 1.824 x 34 p= Presión del viento de acuerdo a zonas (kg/m²)

F.V.P. = 62.016 kg. p= 34 kg/m²

Punto de Aplicación de la F.V.P. (Z)

$$Z = \frac{h}{3} \times \frac{(d_2 + 2d_o)}{(d_2 + d_o)}$$

$$Z = 4.15 \text{ m.}$$



Momento en poste debido a la acción del viento (M.V.P.)

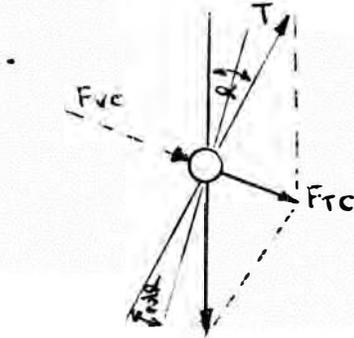
$$M.V.P. = F.V.P. \times Z = 62.016 \times 4.15$$

$$M.V.P. = 257.366 \text{ kg-m.}$$

Fuerza debido a la tracción y acción del viento sobre los conductores.

Donde:

$$F_{vc} = p \times \phi \times d \times \cos \alpha / 2$$



F_{vc} = Fza. del viento sobre los conductores.

p = Presión del viento (kg/m)

D = Vano promedio (m) $d=70$ m.

α = Angulo de desvío

ϕ = Diámetro del conductor (m)

AWG # 6 desnudo.

$$F_{vc} = 34 \times 0.00467 \times 70 \times \cos \alpha / 2$$

$$F_{vc} = 11.114 \times \cos \alpha / 2 \text{ (kg)}$$

De gráfico:

$$F_{tc} = 2T \text{ sen } \alpha / 2$$

F_{rc} = fza. de tracción en conductores (kg.)

$$F_{rc} = 2 \times 223.2 \times \text{sen } \alpha / 2$$

T = Tracción del conductor (kg)

$$F_{rc} = 446.4 \text{ sen } \alpha / 2 \text{ (kg)}$$

La fza total en el conductor será:

$$F_c = F_{vc} + F_{rc}$$

$$F_c = 11.114 \cos \alpha / 2 + 446.4 \text{ sen } \alpha / 2$$

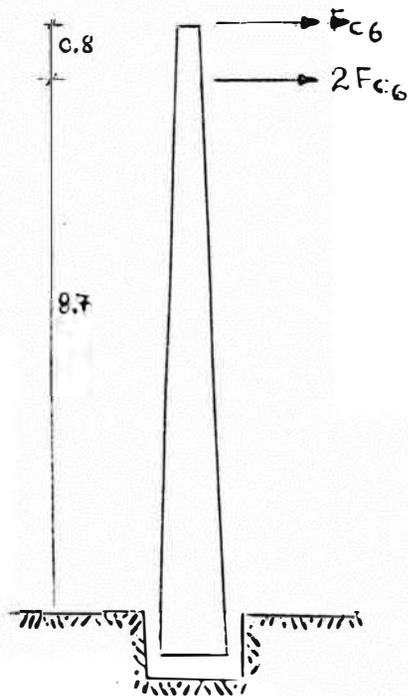
Momento debido a la fza. sobre los conductores (Mc).

$$M_c = 2 F_c \times 8.7 + F_c \times 9.5$$

$$M_c = 26.9 F_c \text{ (kg-m)}$$

$$M_c = 26.9 (11.114 \cos \alpha / 2 + 446.4 \text{ sen } \alpha / 2)$$

$$M_c = 298.96 \cos \alpha / 2 + 12008.16 \text{ sen } \alpha / 2$$



Momento total sobre el poste.-

$$M_t = M_{vp} + M_c$$

$$M_r = (257.366 + 298.96 \cos \alpha/2 + 12008.16 \sin \alpha/2) \text{ (kg)}$$

Cálculo de la Fuerza Equivalente en la sección de carga del Poste.-

0.10 m. del vértice (F_p)

$$F_p = \frac{M}{9.3}$$

Haciendo cálculos para determinar ángulos de desvío, obtenemos la siguiente tabla:

T A B L A I I .

Angulo de Desvío.	Momento total en poste Mt. (kg. - m.)	Fza. equivalente en sección de carga F_p (kg.).
0°	556.32	59.82
5°	1079.82	116.11
10°	1601.7	172.22
15°	1825.66	196.3
20°	2636.87	283.53
25°	3148.16	338.51

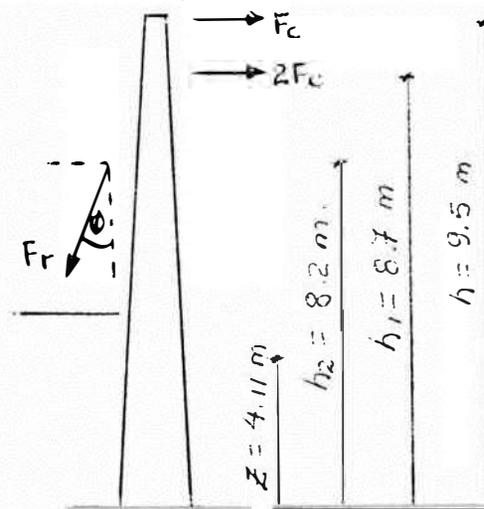
30°	3654.09	392.91
45°	5128.84	551.49
60°	6520.34	701.11
90°	8959.73	963.41

De acuerdo a estos cálculos, se usarán postes sin retenida de 11m/200kg. esfuerzo de punta hasta 15° de ángulo de desvío, postes de 11m/300 kg. - sin retenida hasta 20°.

3.7. Cálculo de Retenida.-

Los cálculos para retenidas se harán tomando en cuenta que éstas deberán equilibrar los momentos producidos por las fuerzas que actúan sobre el poste en el punto más crítico de la línea de alta tensión. (fin de línea)

Esquema de fuerzas que actúan sobre el poste.



F_{tc} = Fuerza total en el conductor.

F_{vp} = Fuerza del viento sobre el poste.

F_r = Fuerza total de retenida.

$$F_{ra} = \sqrt{F_{rah}^2 + F_{rav}^2}$$

F_{rah} = Componente horizontal de retenida.

F_{rav} = Componente vertical de retenida.

ϕ = Inclinación de la retenida.

Momento producido por las retenidas = Momento prod. por las fzas. que actúan sobre el poste.

$$Fr_{ah} \times h_2 = F.vp \times z + 2Fc \times h. + Fe \times h \quad Mvp=295.12 \text{ Kg.m}$$

$$Fr_{ah} = \frac{Fvp \times z + 2 Fc \times h. + Fc \times h.}{h_2} \quad Fc = 223.2 \text{ kg.}$$

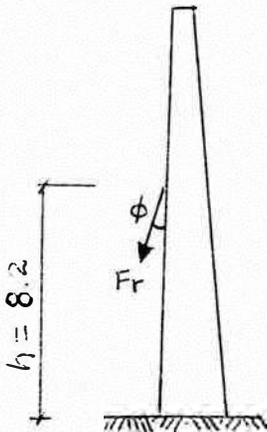
Donde:

$$Fc = Fvc + t$$

$$Fr_{ah} = \frac{257.366 + 2 \times 223.2 \times 8.60 + 223.2 \times 9.40}{8.20}$$

$$Fr_{ah} = 521.33 \text{ kg.}$$

Angulo de Retenida



ϕ = Angulo de retenida.

h = Altura punto de aplicación de retenida.

d = Distancia de base de poste a retenida.

Se asume $d \text{ mín} = 4 \text{ m.}$

La tensión del cable de acero:

$$- F_{ra} = \frac{Fr \cdot h}{\text{sen}\phi}$$

$$- \text{sen}\phi = 0.43842$$

$$\phi = 26''$$

$$F_{ra} = 1189.24 \text{ kg.}$$

Trabajando con un coeficiente de seguridad $Cs = 4.$

$$Fr = 4756.96 \text{ kg.}$$

Se selecciona un cable de acero, galvanizado cableado, 7 hilos de $3/8'' \phi$ con una tensión de rotura mínima 6.980 kg.

Este mismo tipo de cable se usará en retenida de Red Secundaria ya que las tensiones son menores.

3.8. Cálculo de Cimentación.-

Los cálculos se hacen en base a fuerza que actúan en el plano horizontal y vertical. El momento de estabilidad del poste tiene - por valor:

$$M_p = \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3b\sigma} \right)$$

P = Peso del macizo y poste.
 a y b = Dimensiones de la base en me-
 tros
 σ = Presión máxima admisible en
 el fondo de la base del maci-
 zo 20000 kg/m².

- Momento resultante de la Sección del Terreno.

$$M_o = Cbt^3$$

M_o = Momento en la secci'on del te-
 rreno.
 C = Coeficiente debido a la den-
 sidad del terreno (kg/m³) $C =$
 $2000 \frac{kg.}{m^3}$.
 b = Ancho de la base (m)
 t = Profundidad de base (m).

- Momento producido por la fuerza (F) momento del volteo del poste

$$M = F(h + t)$$

F = Fuerza en la çabeza del poste
 h = Altura libre del poste.
 t = Profundidad de la base.

Aplicando el Método de Valenci:

$$M \leq M_p + M_o$$

$$M \leq \frac{P}{2} + \frac{4P}{3b} + cbt^3$$

Se debe cumplir:

$$M \leq \frac{P}{2} + \frac{4P}{3b} + 3bt^3$$

$$M \leq M_r.$$

Donde: $M_r = M_p + M_o.$

M_r = momento de estabili-
 dad del poste.

Poste de Alineamiento.-

Característica:

- Poste	:	11m/200 kg.	
- Pr	:	Carga vertical total	
- Pr	:	850 kg.	<u>Donde:</u> Pr=Pp+Paf +Pcruc+Pcond+Pmaciz
- a	:	0.6 m.	Pp=Peso del poste (640kg)
- b	:	0.6 m.	Paf=Peso de aisladores y accesorios (11.4 kg)
- t	:	1.6 m.	Pcruc=Peso de cruceta(50 kg)
- σ	:	20,000 kg/m ²	Pcond=Peso de conductores (k8 kg.)
			Pmacizo=Peso de macizo (150)

Aplicando Valenci:

$$Mr = \frac{Pt}{2} \left(a - \frac{4Pt}{3b\sigma} \right) + c b t^3$$

$$Mr = 5130.06 \text{ kg.m.}$$

$$M = 2220 \text{ kg. m.}$$

Se cumple que:

$$M < Mr.$$

Poste de cambio de dirección:

Para poste de cambio de dirección, se toma en cuenta la acción vertical de la retenida en los casos más críticos.

- Poste	11m/200 kg.	
- Fr _v	Frcos ϕ	Fr _v = 1.866.38 kg.
- Fr _h	Fr sen ϕ	Fr _h = 910.4 kg.
- P	890	Pr = 1800.4 kg.
- Pt	P + Fr _h	
- a	0.6 m.	
- b	0.6 m.	
- t	1.6 m	
	20,000 kg/m ²	

Aplicando Valenci:

$$Mr = \frac{Pt}{2} \left(a - \frac{4Pt}{3b\sigma} \right) + cbt^3$$

$$Mr = 5.275.15 \text{ kg. m.}$$

$$M = 3330 \text{ kg. m.}$$

Se cumple que:

$$M < Mr.$$

CAPITULO IV.-

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS.-

4.1 Red Primaria.-

4.1.1. Postes.-

Se usarán postes de concreto armado centrifugado de las siguientes características:

- Alineamiento:

Longitud	11 mts.
- Esfuerzo en la punta	200 kgs.
- Diámetro en la base	285 mm.
- Diámetro en la Punta	120 mm.
- Peso	650 kgs.

Comienzo de línea, cambio de dirección y anclaje.-

Longitud	11 mts.
- Esfuerzo en la Punta	300 kg.
- Diámetro en la base	285 mm.
- Diámetro en la punta	120 mm.
Peso	690 kg

4.1.2.- Crucetas.-

Serán de concreto armado de 1.20 mts. de longitud por 0.13mt. de ancho, en sus extremos de tipo embonable.

4.1.3.- Aisladores y Accesorios.-

a) Aisladores tipo Pin.

Serán de porcelana color marrón de las siguientes características:

- Clase	55-5
- Descarga en seco	85 Kv.
- Descarga en lluvia	45 Kv.
- Esfuerzo mec. eléct.	1354 Kg.
<u>Línea de Fuga</u>	12"
- Altura	4.7/8"
- Diámetro	7"
Tensión de servicio	15 Kv.

Accesorios:

Las espigas serán de acero galvanizado en caliente, con cabeza de plomo roscado de las siguientes características:

- Longitud total	14"
- Longitud de la esviga	5.1/2"
- Longitud de la rosca	5.1/2"
- Diámetro de la cabeza	1"

b) Aisladores de Suspensión.-

Serán de porcelana color marrón o de cristal color verde, de las siguientes características:

- Clase	52-3
- Descarga en seco	80 Kv.
- Descarga en lluvia	50 Kv.
- Esfuerzo Mec. Elect	15000 kg.
- Línea de fuga	11.1/2"
- Diámetro	10 "

Accesorios.-

Serán de hierro maleable, galvanizado en caliente y comprenden de lo siguiente:

- 1 adaptador horquilla-bola igual o similar a chance C-501-0066.
- 1 adaptador casquillo-ojo, similar a chance C-501-0067.
- 1 Grampa de anclaje tipo universal, similar a chance C-501-0066.
- 1 Perno ojo de 3/4" x 10" de carga con dos tuercas y arandelas planas, similar al mostrado en Mc-Graw Edison 9440.

4.1.4.- Conductores.-

Serán de cobre electrolítico del 99.99% de conductibilidad, tipo duro de las siguientes características:

- Calibre	# 6 AWG
- Sección	13.30 mm ²
- Diámetro nominal	4.67 mm
- Número de hilos	7
- Carga de rotura mínima	558 kg.

- Peso	119.2 kg/Km
- Resistencia	1.4 ohm /Km

Para amarrar el conductor a los aisladores tipo Pin se usará conductor de cobre sólido, temple suave, calibre No. 10 AWG.

4.1.5 Retenidas.-

Se instalarán para neutralizar los esfuerzos a las cargas horizontales, debido a cambio de dirección, donde el esfuerzo a que está sometido el poste sea mayor que su capacidad y consta de lo siguiente:

- 13 mts. de cable de acero galvanizado de 3/8" ϕ , 7 li-
los y 6,980 kg. de tensión mínima de rotura.
- 1 varilla de anclaje de acero galvanizado de 3/4" ϕ x
2.40 mts. de longitud, con ojo en un extremo de 1" ϕ y
rosca en el otro, con arandela y tuerca galvanizada.
- 1 Platina de fierro de 15 x 15 cm. de lado de 1/4" de
espesor con hueco en el centro de 5/8" ϕ .
- 1 Guardacable tipo canaleta de plancha de fierro gal-
vanizado de 1/16" x 8" de longitud.
- 1 Templador de 3/4" ϕ x 10 " con su perno de ojo y gan-
cho.
- 1 aislador de tracción tipo nuez, clase 54-1 ANSI, de
10,000 lbs. de tensión de rotura.
- 6 grapas de fierro galvanizado doble vía para cable -
de 3/8" ϕ con tres pernos.
- 2 abrazaderas de fierro galvanizado media luna, para punta
de poste de C.A.C., de 11 mts., con dos pernos de fijación.
- 1 bloque de concreto armado de 50 x 50 x 15 cm., con orifi-
cio en el centro para ingreso de varilla de 5/8" ϕ .
- 2 Guardacabos de acero galvanizado en caliente de 3/4" ϕ .

4.2 Subestaciones de Distribución.-

4.2.1. Transformadores.-

Serán trifásicos en baño de aceite con arrollamiento de cobre en frío, montaje exterior, refrigeración natural, incluido todos sus accesorios de las siguientes características:

- Potencia nominal	1 transf. de 50 KVA.
	2 " 75 KVA.
	1 " 80 KVA
	12 " 100 KVA
- Altura de trabajo	3,600 m.s.n.m.
- Relación de transformación en vacío	10-2.3/0.38-0.23 KV.
- Frecuencia	60 Hz.
- Pérdida en el hierro	230 W.
	Tolerancia 14.3%
- Pérdida en el cobre	976 W.
	Tolerancia 14.3%
- Regulación de Tensión	$\pm 2 \times 2.5 \%$.
- Grupo de conexión	D y 5.

4.2.2.- Postes.-

Está constituido por un barbotante compuesto de dos postes de concreto armado centrifugado de las siguientes características:

- Longitud	11 mts.
- Esfuerzo en la punta	300 kg.
- Diámetro en la base	285 mm.
- Diámetro en la punta	120 mm.

4.2.3.- Cruceta y loza de sosten.-

Serán de concreto armado vibrado para subestaciones de hasta 300 kg. de acuerdo a catálogo SICAC, S.A.

4.2.4.- Seccionadores fusibles.-

Serán del tipo Cut-Out, para intemperie con apertura automática con oreja para utilización de pértiga de 15 Kv. de tensión y 100 amp. de corriente nominal, capacidad de ruptura - 10,000 amp. Bill 125 Kv., montaje exterior con brida de fijación para su instalación en crucetas.

4.2.5.- Fusibles.-

Serán lentos para alta tensión del tipo bicote, 10 amp. 10KV de tensión de servicio.

4.2.6.- Pararrayos.-

Se usarán pararrayos LV, tipo autoválvula, unipolares, conexión directa, de 60 Hz, 10 kV, de tensión nominal para intemperie y una altura de 3,600 m.s.n.m., completo con su bracket para su instalación de cruceta.

4.2.7.- Puesta a Tierra.-

a) Puesta a tierra de subestaciones.-

Todas las partes metálicas de la subestación serán conectadas a tierra y tienen los siguientes elementos:

- 25 mts. de conductor de cobre electrolítico, desnudo, temple semiduro, calibre No. 6 AWG, 7 hilos.
- Una varilla de bronce, tipo Copperweld de 5/8" ϕ x 2.40 mts. de longitud.
- Un conector de bronce tipo AB, de 5/8 ϕ .
- Un tubo PVC, Forduit de 19 mm. ϕ x 3,000 mm. de longitud

b) Puesta a tierra Simple.-

Se utilizarán en postes indicados en plano RP-02 y estará conformada por los siguientes elementos.

- 25 mts. de conductor de cobre electrolítico desnudo, temple semiduro, No. 6 AWG.

4.2.8.- Tablero de Distribución.-

Se usará tablero de distribución de 0.80 x 1.20 x 0.40 m. con bastidor de Fe. angular, rebestido de madera prensada y forrada exteriormente con latón galvanizado de 1 mm. de espesor y aditamentos para fijar en poste de C.A.C., de 11 mts., estará convenientemente equipado con los accesorios necesarios para operar en un sistema de distribución trifásico 380-220 V.

Llevará principalmente lo siguiente:

3 ó 4 salidas trifásicas de servicios particulares protegido con interruptores termomagnéticos de 3 x 100 amp.

3 ó 4 salidas monofásicas independientes al anterior para alumbrado público; protegidos con fusibles tipo "C" de 20amp.

Todo el sistema de alumbrado público será protegido por un interruptor termomagnético de 3 x 100 amp.

Un equipo completo de control de alumbrado público a base de contactor trifásico y célula fotoeléctrica de las siguientes características:

Tensión de servicio	220 V.
Frecuencia	60 Hz.
Capacidad de contacto	3 V.
Regulación fotométrica para encendido de lámparas:	20 lu
	11/16"

4.2.9.- Accesorios.-

Terminales de Cu. para cables No. 2 AWG y 6 AWG B.T. 12 mm. de cable No. 2/0 AWG, pernos, uniones formando una unidad completamente ensamblada.

CAPITULO V.-

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE.-

5.1. Consideraciones Generales.-

Las especificaciones técnicas de montaje se ciñen a lo establecido por el Código Nacional de Electricidad, en las normas usuales de montaje de la Dirección General de Electricidad y al buen arte del ejecutor.

En dicho capítulo se describen algunas de las tareas principales que se efectuarán en la obra, con el objeto de definir mejor las exigencias y características del trabajo, en algunos casos los procedimientos a emplear.

El Montaje comprende desde los trabajos de replanteo del terreno hasta la recepción de la obra lista, y apta para entrar en servicio normal en todas sus partes.

5.2. Transporte y Manipuleo de Materiales.-

Se transportarán y manipularán los materiales desde la Ciudad de Lima, con el mayor cuidado posible sin ser arrastrados ni rodados por el suelo, llegando todos a la obra en óptimas condiciones.

5.3. Instalación de los Postes.-

Red Primaria y Subestaciones Aéreas.-

Los postes considerados en la red primaria y sub-estaciones de distribución son de C.A.C., de 11 mts. de longitud.

La instalación de los postes se harán de acuerdo al trazado de la línea en los planos correspondientes; según el tipo de poste.

Las operaciones se conducirán de tal manera que no superen el límite elástico del material, el soporte definitivo erguido se inclinará en la posición correcta, respetando las tolerancias indicadas en el poste.

En los postes de anclaje y ángulos, se colocará el poste con una inclinación en sentido a la dirección de la resultante de las fuerzas. Una vez instalados y alineados perpendicularmente se procederá a llenar la base de cimentación de concreto simple de

$f_c' = 100 \text{ kg/cm}^2$, y una mezcla que contenga como mínimo 200 kg de cemento/m³.

Las dimensiones de la cimentación se indica en los planos respectivos.

Se deberá tener cuidado en retirar todos los materiales excedentes y el remate se hará con un zócalo de cemento pobre sobre el nivel del suelo.

Ensamble e Instalación de los Armados.-

Los armados de la red primaria y sub-estaciones se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos.

La instalación de las crucetas y accesorios se realizarán antes del izaje e instalación de los postes, debiendo cuidarse de que las crucetas guarden una perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste y poniendo especial cuidado en el fraguado de los mismos.

Para el ensamble de las crucetas de concreto al poste, se deberá utilizar mezcla de concreto fino, el mismo que deberá cubrir uniformemente la parte periférica del poste a la interna del hueco de embone de la cruceta.

5.5. Instalación de Aisladores.-

5.5.1. Aisladores Tipo Pin.-

Los aisladores tipo Pin para la Red Primaria, se instalarán en las espigas respectivas, de preferencia antes del izado montaje del poste con cruceta. Su instalación se realizará con el mayor cuidado para asegurarse que no sufra daño alguno y no se produzcan flexiones que puedan producir fatigas anormales, se limpiarán los aisladores y se hará una minuciosa inspección verificando el ajuste correcto de los elementos y posición de la ranura del aislador en el sentido de la línea.

En el manipuleo se tendrá especial cuidado y verificando antes de su instalación el buen estado de los diferentes elementos.

5.5.2. Cadena de Aisladores.-

El armado de las cadenas de aisladores o de suspensión se efectuarán en forma cuidadosa prestando especial atención que los -

seguros queden debidamente instalados.

Antes de proceder al armado de la cadena se verificará que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios. La instalación se hará en el poste ya parado, teniendo cuidado que durante el izaje de las cadenas a su posición, no se produzcan golpes que puedan dañar los aisladores.

5.6. Instalación de Retenidas.-

5.6.1. Retenidas Tipo Inclínadas.-

Después de instalado el poste y fraguado la base de cimentación y previo el tendido del conductor, deberán de montarse las retenidas templando de tal manera de inclinar levemente el poste para que éste al momento de instalar los conductores recobre su posición normal al equilibrarse las fuerzas, teniendo cuidado de no instalar los vientos en las entradas de las viviendas, así como lugares que interrumpen el tránsito vehicular.

5.6.2. Retenidas Tipo Flecha.-

Se tendrá en cuenta los mismos procedimientos que la del tipo inclinada.

5.6.3. Retenida Tipo Aéreo.-

Se usarán en postes de fin de línea a fin de disminuir el esfuerzo actuante sobre los postes, teniendo cuidado que los postes estén bien alineados.

5.7. Tendido de Conductores.-

Los conductores se tenderán sobre los aisladores tipo Pin o cadena de aisladores.

El conductor se tenderá bajo tracción, empleando dispositivos de frenado adecuados para asegurar que el conductor se mantenga con la tensión suficiente a fin de evitar que toque el suelo, o sea arrastrado.

La tensión de frenado será aplicado con el fin de que el conductor no sufra tirones, no existirá más de un empalme por conductor y vano.

5.8. Instalación de Transformadores de Distribución.-

La ubicación de las subestaciones aéreas tipo barbotantes se montarán de acuerdo a plano RP-01.

Los postes de las subestaciones estarán alineados con la poste ría de la red primaria.

Se tendrá especial cuidado al momento de izar los transformadores para que éstos no sufran deterioros que pueda afectar al aislamiento, una vez izado dicho transformador se verificará la relación de transformación bajo carga, así como todos los elementos, accesorios para que su funcionamiento sea lo más correcto posible.

5.9. Instalación de Equipos de Protección.-

Se instalarán en la subestación de salida, red primaria, y subestaciones de distribución para proteger el sistema eléctrico, teniendo especial cuidado en el momento de izar para evitar daños mecánicos de los mismos. Todos estarán con sus correspondientes elementos de sujeción para así tener un buen funcionamiento,



Unidad de Proyectos de Electrificación
Av. Luis Gerónimo de Cabrera 426 - Telef. 223017
U. P. E. - ICA

METRADO Y PRESUPUESTO

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA

P U Q U I O

SUMINISTRO DE MATERIALES	S/.	1,284'437,300
MONTAJE ELECTROMECHANICO		89'901,774
TRANSPORTE 10 %		128'443,730
DIRECCION TECNICA 8 %		102'754,984
IMPREVISTOS Y GASTOS GENERALES 5 %		64'221,865
		<hr/>
	S/.	1,669'759,653

OCTUBRE DE 1985 .

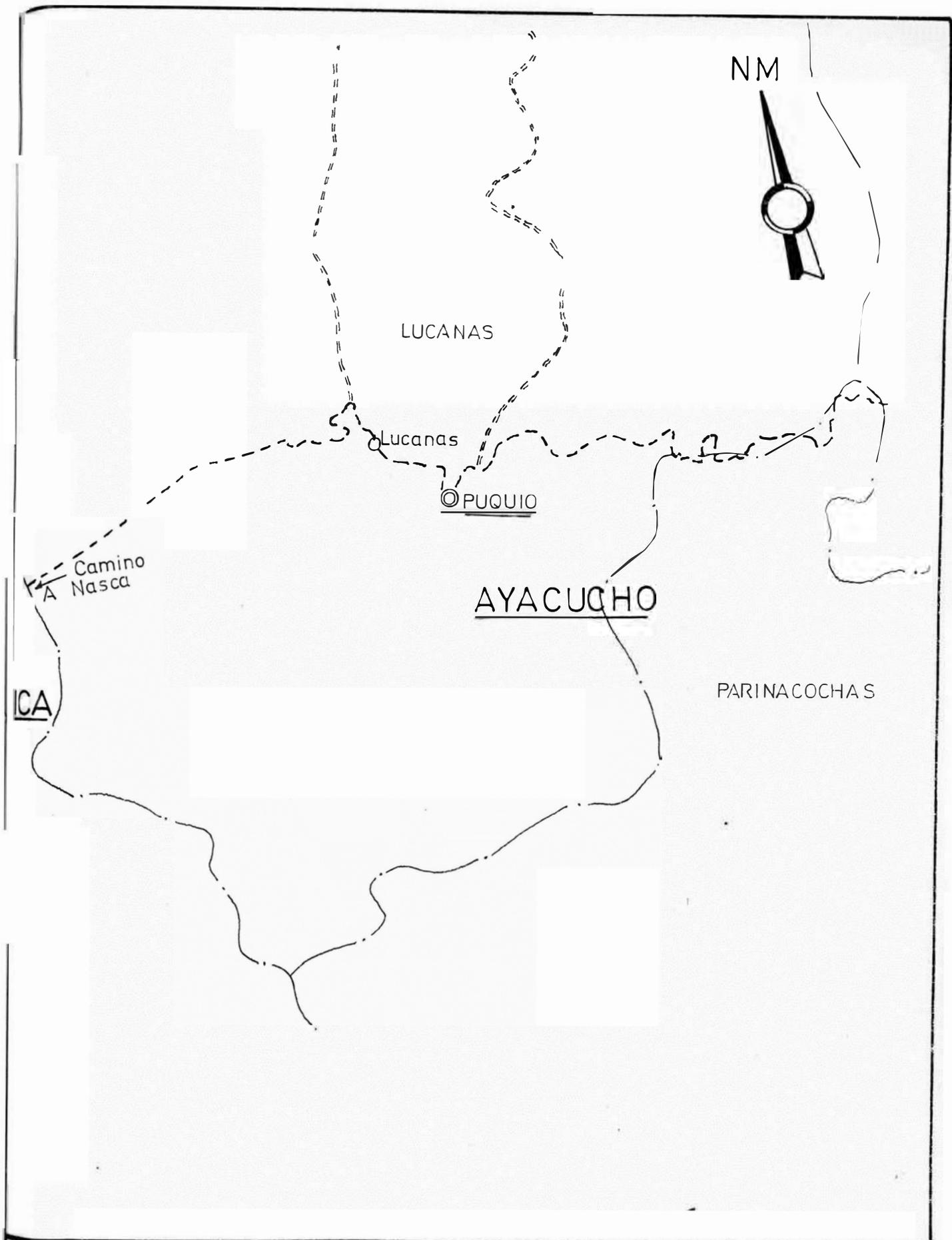
METRADO Y PRESUPUESTO

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA

P U Q U I O

SUMINISTRO DE MATERIALES	S/.	1,284'437,300
MONTAJE ELECTROMECHANICO		89'901,774
TRANSPORTE 10 %		128'443,730
DIRECCION TECNICA 8 %		102'754,984
IMPREVISTOS Y GASTOS GENERALES 5 %		64'221,865
		<hr/>
	S/.	1,669'759,653
		=====

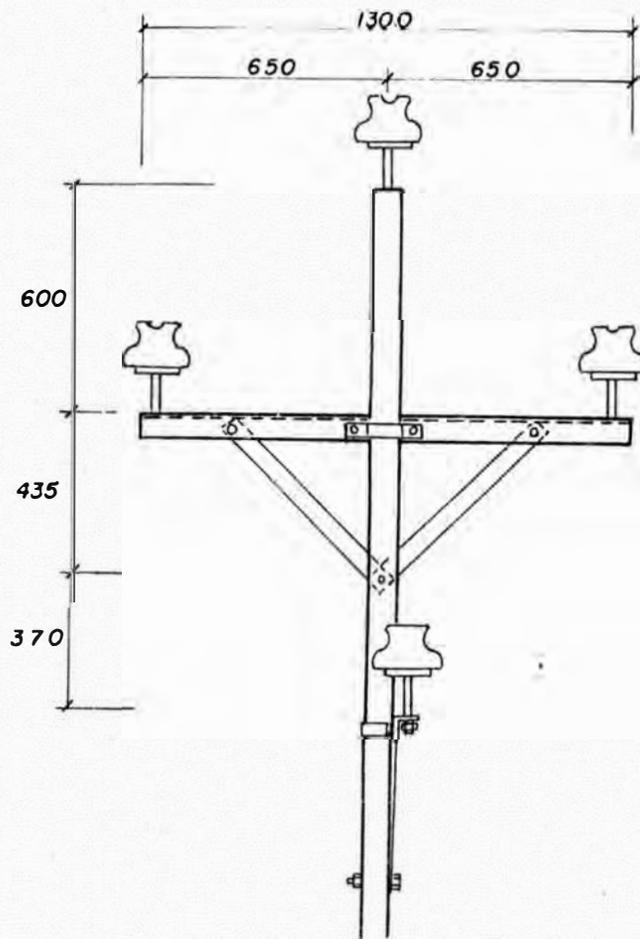
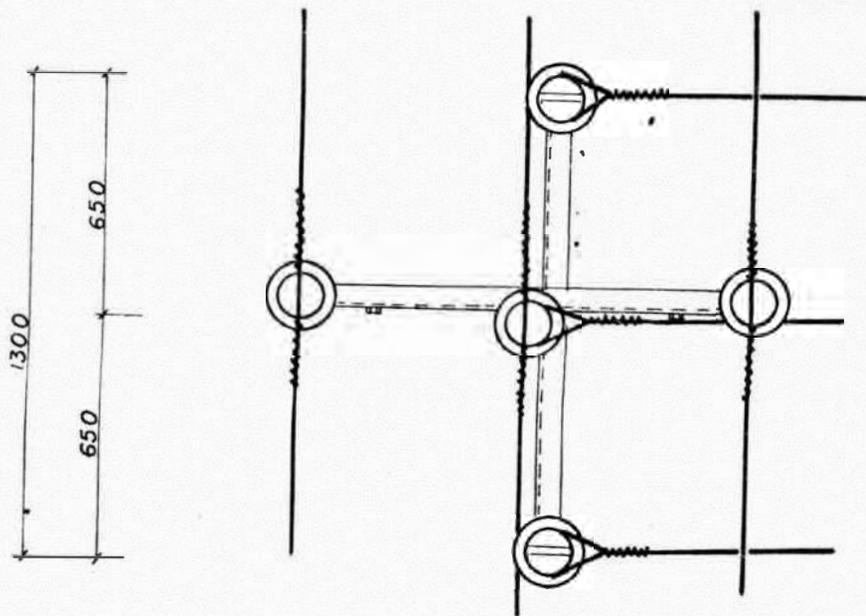
OCTUBRE DE 1985



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
PLANO DE UBICACION

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
PUQUIO

DIBUJO	DISEÑO	ESCALA:	PLANO Nº
J.C.CH.	J.C.CH.	S./E.	RP-01

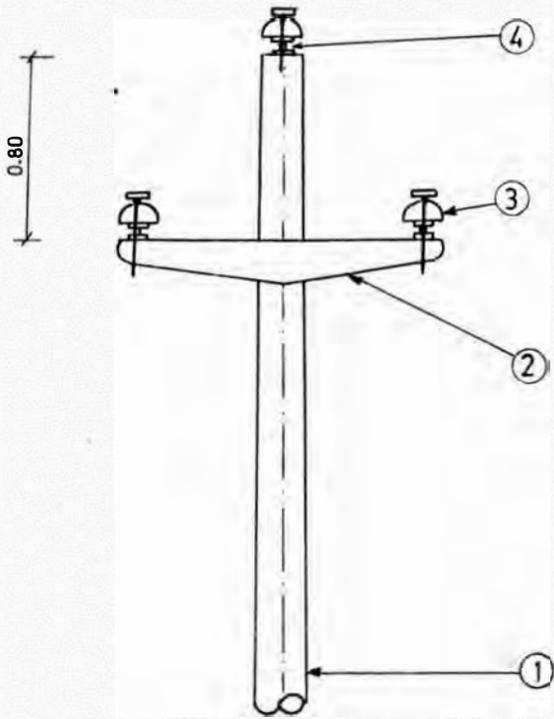
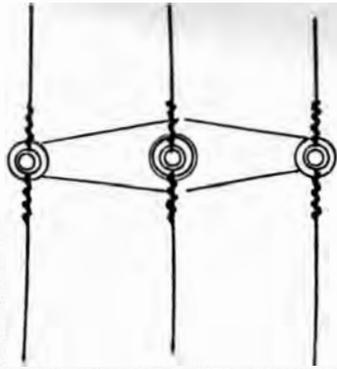


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA PUQUIO

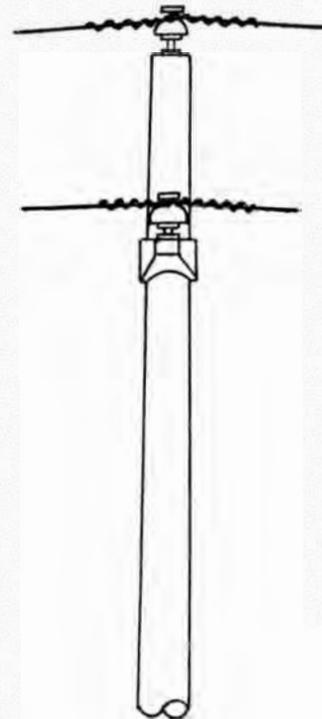
ESTRUCTURA DE DERIVACION

DIBUJO : DISEÑO : ESCALA : PLANO Nº
 J.C.CH. J.C.CH. S.Æ. HP-02

PLANTA



FRENTE



PERFIL

5		CONDUCTOR DE Cu DESNUDO AWG #6	
4	3	SOPORTE ESPIGA DE FºGº 3/4"Ø x 10" CON ARANDELA Y TUERCA	
3	3	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE 55-5	
2	1	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO DE 1.20m	
1	1	POSTE DE C.A.C. DE 1 1/200	
Nº	CANT	DESCRIPCION	REFERENCIA

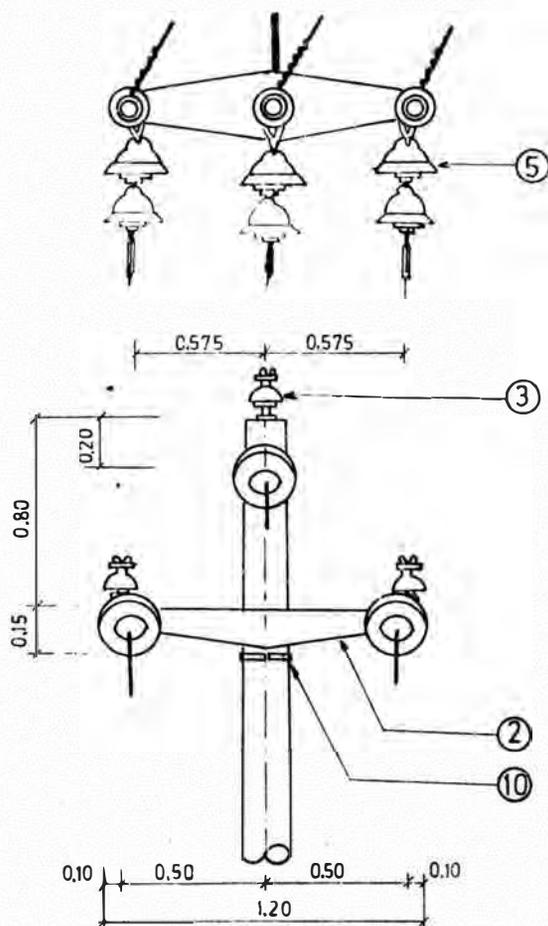
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ARMADO DE ALINEAMIENTO TIPO A

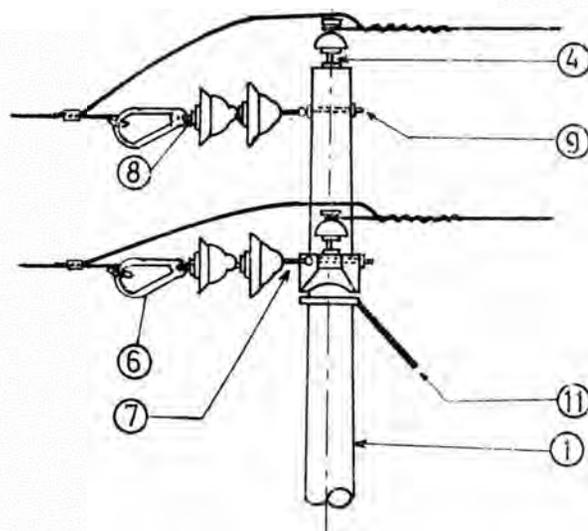
RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
PUQUIO

DIBUJO :	DISEÑO :	ESCALA :	PLANO Nº
J.C.CH.	J.C.CH.	IND.	RP-03

PLANTA



FRETE



PERFIL

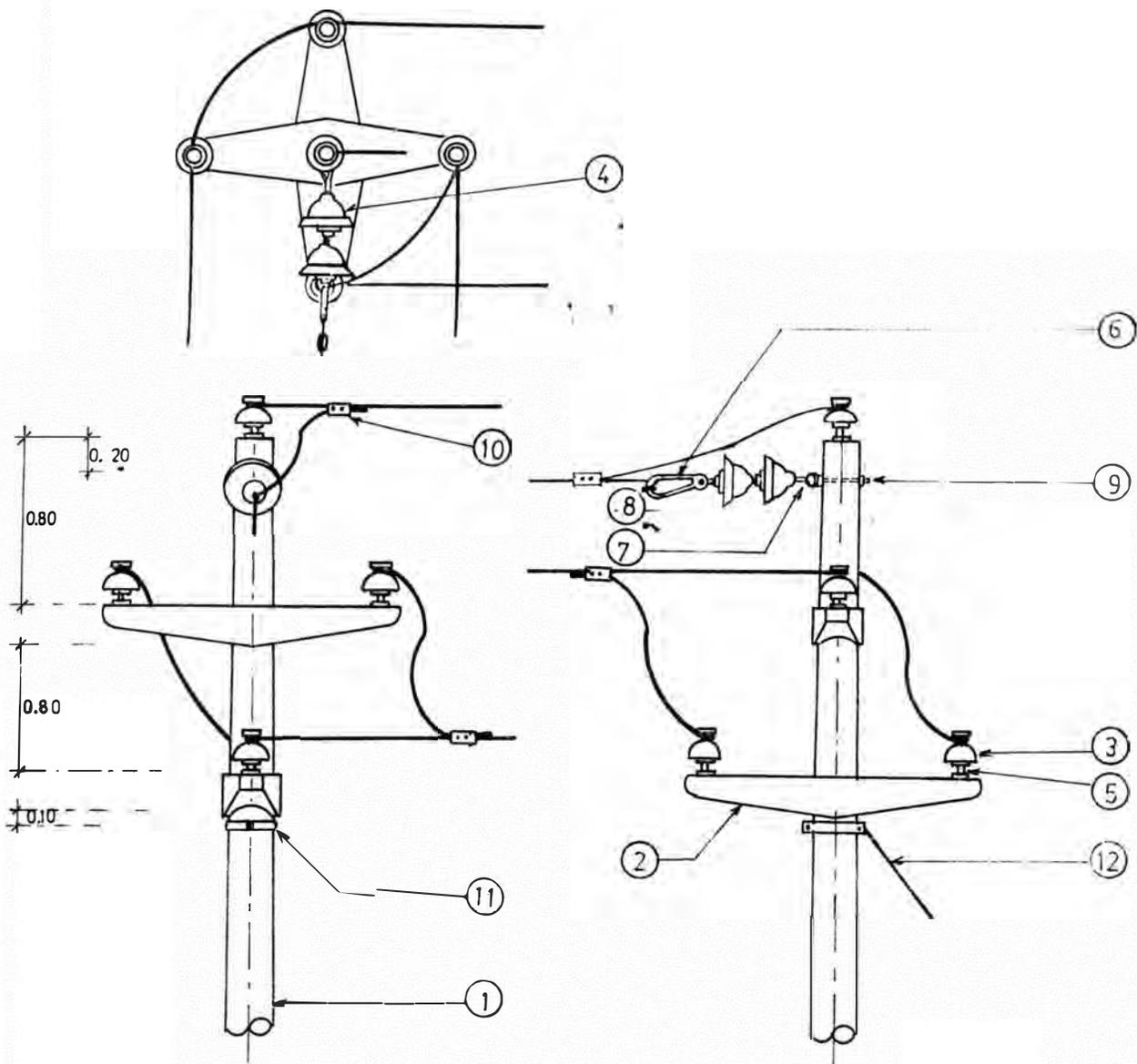
11	1	VIENTO DE ANCLAJE	
10	1	ABRAZADERA DE F°G° DE 2" ANCHO x 1/4" ESPESOR x 150mmØ	
9	3	PERNO DE OJO DE 5/8" Ø x 10", CON TUERCA Y CONTRATUERCA	
8	3	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO DE F°G° TIPO BALL - CLEVIS	
7	3	ADAPTADOR HORQUILLA - ROLA DE F°G°	
6	3	GRAPAS DE ANCLAJE - TIPO PUÑO DE F°G°	
5	6	AISLADORES TIPO SUSPENSION CLASE 52-3	
4	3	SOPORTE ESPIGA DE 3/4" Ø x 10", CON ARANDELA Y TUERCA	
3	3	AISLADORES DE PORCELANA TIPO PIN CLASE 55-5	
2	1	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO DE 1.20m.	
1	1	POSTE DE C.A.C. DE 11/300	
Nº	CANT	DESCRIPCION	REFERENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ARMADO DE ANCLAJE Y CAMBIO DE DIRRECCION TIPO B

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
PUQUIO

DIBUJO : J. C. CH.	DISEÑO : J. C. CH	ESCALA : IND.	PLANO N° RP-04
-----------------------	----------------------	------------------	-------------------



12	1	VIENTO DE ANCLAJE	
11	1	ABRAZADERA DE F°G° DE 2" ANCHO x 1/4" ESPESOR x 150mm Ø	
10	5	GRAMPA DE BRONCE DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 6AWG	
9	1	PERNO DE OJO DE 5/8" Ø x 10", CON TUERCA Y CONTRATUERCA	
8	1	ADAPTADOR CASQUILLO OJO DE F°G° TIPO BALL-CLEVIS	
7	1	ADAPTADOR HORQUILLA BOLA DE F°G°	
6	1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PUÑO DE F°G°	
5	5	SOPORTE ESPIGA DE 3/4" Ø x 10" CON ARANDELA Y TUERCA	
4	2	AISLADOR TIPO SUSPENSION CLASE 5 2-3	
3	5	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE 55-5	
2	2	CRUCETA SIMETRICA DE CONCRETO DE 1.20m	
1	1	POSTE DE C.A.C. DE 11/200	
Nº	CANT.	DESCRIPCION	REFERENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ARMADO DE CAMBIO DE DIRECCION TIPO CD

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE

PUQUIO

DIBUJO

J.C.CH.

DISEÑO

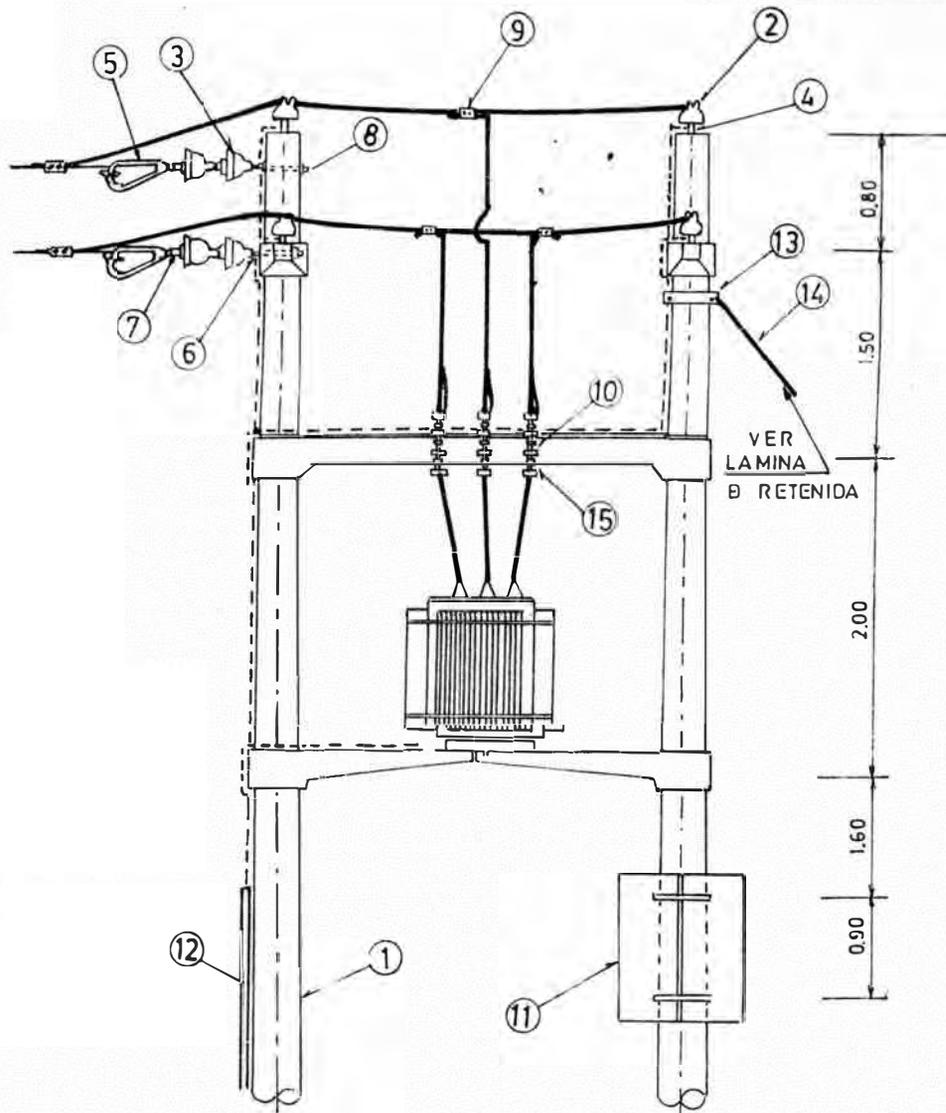
J.C.CH.

ESCALA :

IND.

PLANO Nº

RP-05



15	3	PARARRAYO UNIPOLAR TIPO AUTOVALVULA	
14	1	VIENTO DE ANCLAJE	
13	1	ABRAZADERA DE F°G° DE 2" ANCHO x 1/4" ESPESOR x 150 mm Ø	
12	1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	
11	1	TABLERO DE DISTRIBUCION	
10	3	SECCIONADOR FUSIBLE CUT-OUT	
9	3	GRAMPA DE BRONCE DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 6 AWG	
8	3	PERNO DE OJO DE 5/8" x 10" CON TUERCA Y CONTRATUERCA	
7	3	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO DE F°G° TIPO BALL - CLEVIS	
6	3	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA DE F°G°	
5	3	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PUNO DE F°G°	
4	6	SOPORTE ESPIGA DE 3/4" x 10" CON ARANDELA Y TUERCA	
3	6	AISLADOR TIPO SUSPENSION CLASE 52 3	
2	6	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE 55-5	
1	1	ESTRUCTURA BARBOTANTE BIPOSTE	
N°	CANT	DESCRIPCION	REFERENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

SUB ESTACION AEREA BIPOSTE TIPO E2

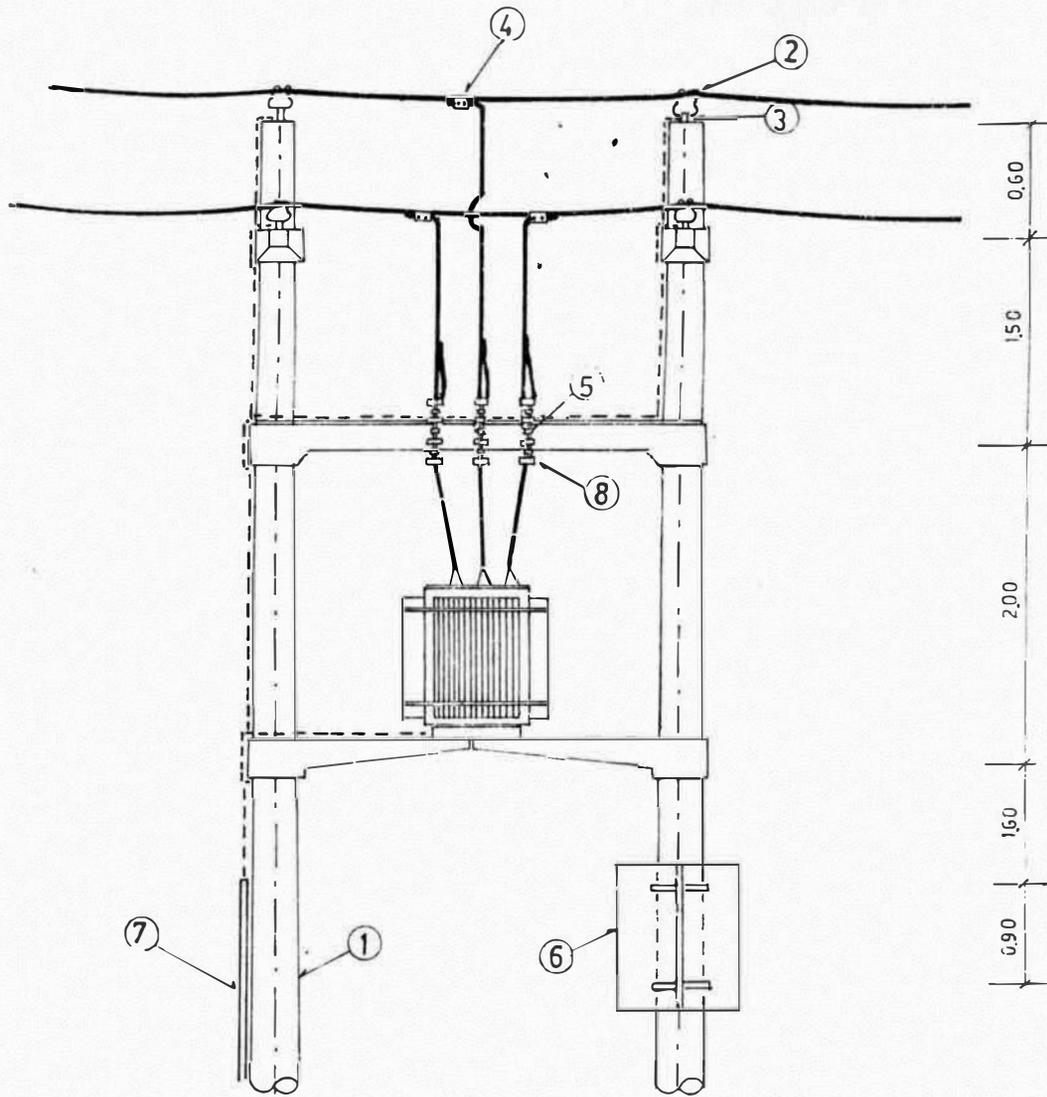
RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
PUQUIO

DIBUJO :
J.C.CH.

DISEÑO :
J.C.CH.

ESCALA :
IND.

PLANO N°
RP-06



Nº	CANT	DESCRIPCION	REFERENCIA
8	3	PARARRAYO TIPO AUTOVALVULA	
7	1	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	
6	1	TABLERO DE DISTRIBUCION	
5	3	SECCIONADOR FUSIBLE CUT-OUT	
4	3	GRAMPA DE BRONCE DOBLE VIA PARA CONDUCTOR 6 AWG	
3	6	SOPORTE ESPIGA DE 3/4" x 10" CON ARANDELA Y TUERCA	
2	6	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE 55 5	
1	1	ESTRUCTURA BARBOTANTE BIPOSTE	
Nº	CANT	DESCRIPCION	REFERENCIA

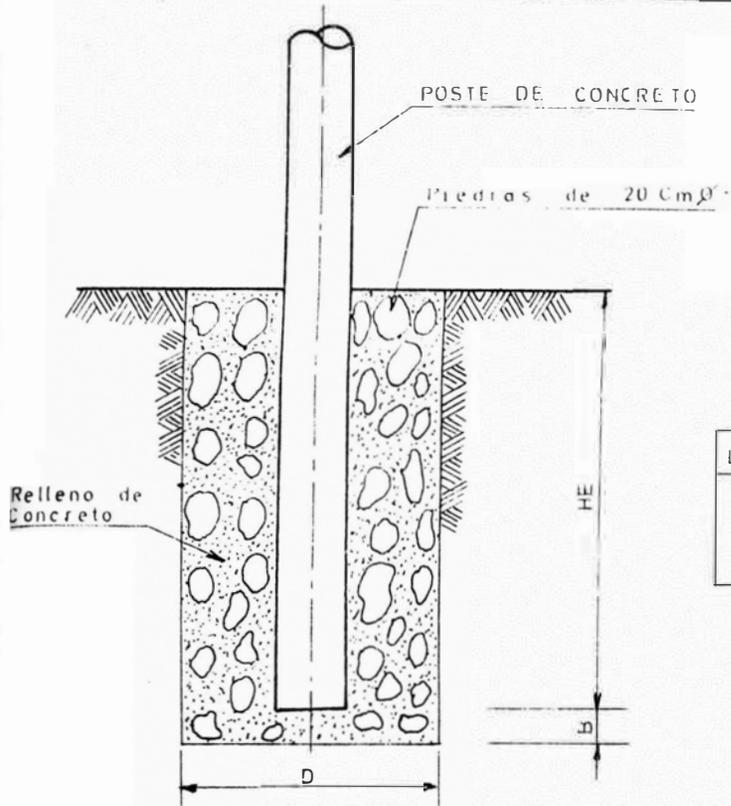
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
 PUQUIO

SUB ESTACION AEREA BIPOSTE TIPO EI

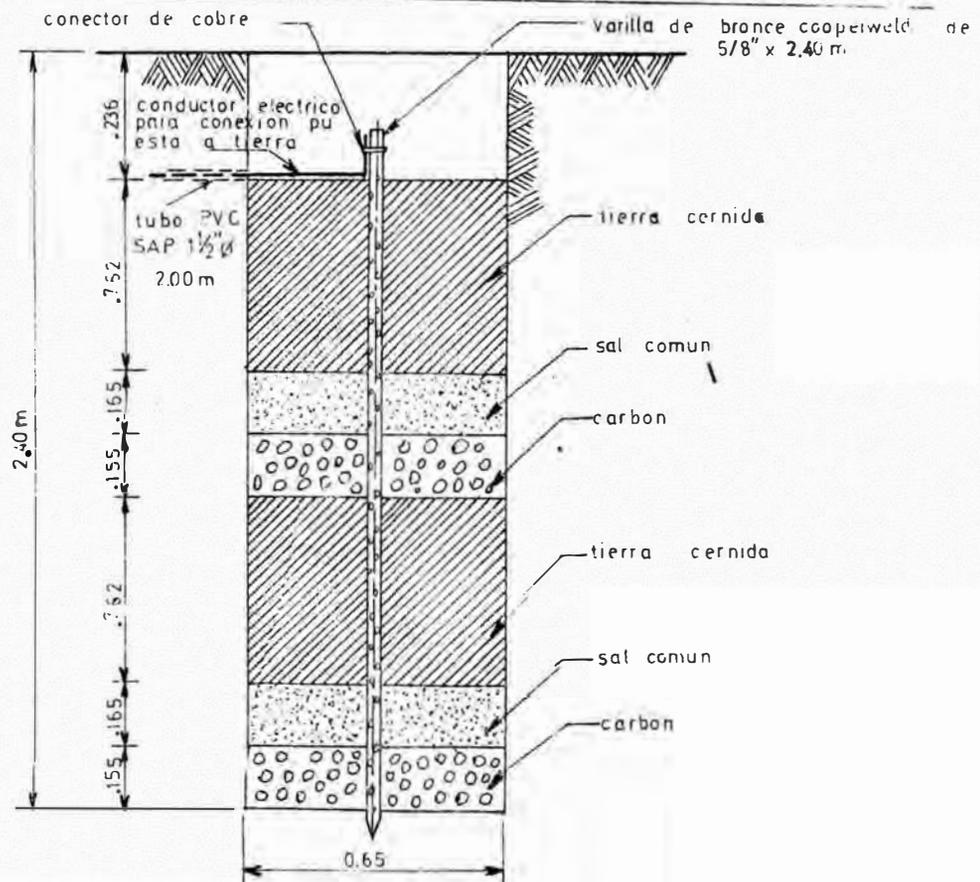
DIBUJO :	DISEÑO :	ESCALA :	PLANO Nº
J.C.CH.	J.C.CH.	IND.	RP.07

CIMENTACION DE POSTES



LONG. del POSTE (m)	HE(m)	D (m)	B(m)
11,00	1,40	0,95	0,10

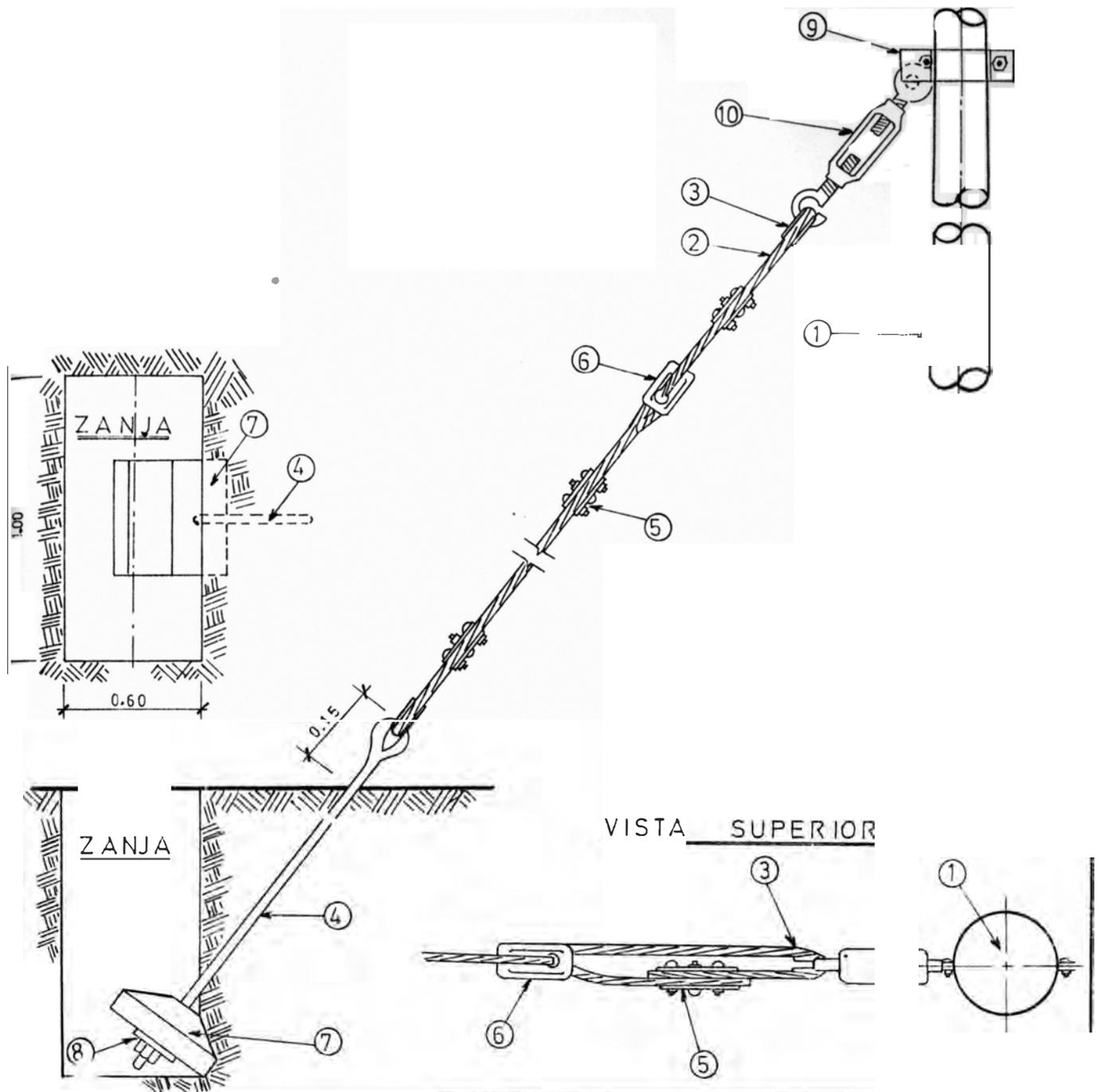
POZO DE PUESTA A TIERRA - SUBESTACIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA
DETALLE DE PUESTA A TIERRA

RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
PUQUIO

DIBUJO J.C.CH.	DISEÑO J.C.CH.	ESCALA S./E.	PLANO Nº RP-08
-------------------	-------------------	-----------------	-------------------



10	1	Templador de Fe G° de 1/2" Ø x 10 long	
9	1	Abrazadera de Fe G° de 2" ancho x 1/4" espesor y 150 mm O	
8	1	Arandela de anclaje de 4"x4"x1/4" hueco 1 3/16" Ø de Fe G°	
7	1	Bloque de concreto de 0.50x0.50x0.20 m	
	1	Aislador tensor clase 54-2	
5	4	Grapas de Fe G° doble via de 3 pernos para cable de 3/8" Ø	
4	1	Varilla de anclaje de Fe G de 1/2" Ø x 6"	
3	2	Guardacabo tipo U para cable de 3/8" Ø	
2	14	Cable de viento de acero galvanizado de 3/8" Ø	
	1	Poste de concreto armado centrifugado de 8 mts 300	
Nº CAN.		DESCRIPCION	REFERENCIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA DE
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA YELECTRONICA PUQUIO

DETALLE DE RETENIDA

DIBUJO:	DISEÑO	ESCALA :	PLANO Nº
J.C.CH.	J.C.CH.	S./E.	RP-09

B. REDES DE DISTRIBUCION SECUNDARIA DE LA LOCALIDAD DE PUQUIO.

CAPITULO VIII;

MEMORIA DESCRIPTIVA.-

8.1. Generalidades.-

El objeto del presente proyecto es remodelar las redes de distribución secundaria del distrito de Puquio, en la Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho, con el fin de satisfacer los requerimientos actuales y futuros de energía eléctrica.

ELECTROPERU, S. A., a través de la Gerencia de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, mediante las UPE's y en coordinación con Entidades Estatales como las Corporaciones y Cooperación Popular, viene llevando a cabo obras de electrificación a nivel nacional, en la que se encuentra incluida la localidad del presente proyecto.

8.1.1. Características Geográficas.-

La localidad de Puquio es capital de la Provincia de Lucanas, Departamento de Ayacucho.

Su altitud sobre el nivel del mar es de 3,375 mts..

La temperatura máxima registrada es de 30°C. y la mínima de 0°C, con una temperatura media mensual de 15°C.

La población según censo efectuado el año 1980, alcanza a 13,000 habitantes.

La localidad presenta el aspecto típico de las poblaciones ubicadas en la sierra, con estaciones bien demarcadas de verano o invierno, con lluvias frecuentes en los meses de Diciembre a Marzo con descargas atmosféricas.

La vía de acceso a esta localidad es mediante la carretera Nazca - Puquio y Chala - Puquio.

8.2 Calificación Eléctrica de las Redes de Distribución.-

Las redes se han calculado para una máxima demanda de 800 W/- lote familiar, con un factor de simultaneidad igual a 0.5 por ser un distrito semi-rural.

8.3. Alcance del Proyecto.-

El presente proyecto comprende la electrificación de 2,309 lotes del sector doméstico, 69 locales para tiendas comerciales, 42 locales para uso general y 30 locales para cargas especiales.

El presente proyecto comprende el sub-sistema de distribución secundaria, alumbrado público y conexiones domiciliarias.

8.4. Sistema Eléctrico Existente.-

8.4.1. Generación,-

La Central existente se encuentra en la Av. Mariano Salas y está equipada con dos grupos térmicos de 500 KVA. cada uno, instalados en el año 1978 y 1980 respectivamente.

8.4.2. Red de Distribución.-

Existe una red primaria a 2.3 KV que dota de energía a las S. E. No. 1, S.E. No. 2, S.E. No. 3, S.E. No.4, S.E. No. 5, S.E. No. 6, S.E. No. 7, con una relación de transformación de 2.3/0.22 KV. Las cuales se encuentran con implementación electromecánica y la S.E. No. 8, que no está implementada, la red de distribución secundaria se limita a conductores tendidos sobre postes de fiero y madera en forma provisional que ocasiona pérdidas y caídas de tensión considerable. Su condición física y operativa es deficiente, por esta razón no podrá aprovecharse ningún material de dicha red.

8.5. Financiamiento.-

El financiamiento de la Remodelación del servicio existente, está siendo presupuestado por la Corporación de Fomento y Desarrollo Económico Social de Ayacucho (CORFA), mediante implementación por sectores, dependiendo de la disponibilidad presupuestal año a año.

C A P I T U L O ' I X .

DESCRIPCION DEL PROYECTO.-

9.1. Red de Distribución Secundaria.

La red de distribución secundaria de la localidad de Puquio, será aérea con conductor de cobre aislado del tipo plastotene amarrados a aisladores tipo carrete soportados por postes de c.a.c. de 8 mts. de longitud, con vanos promedios de 35 mts.

El sistema está diseñado para operar a una tensión nominal - de 380-220 voltios; 380 voltios entre líneas y 220 voltios - entre línea y neutro, conformando un sistema de distribución trifásica del tipo radial con neutro corrido.

a) Servicio Particular.-

Se utilizará el sistema trifásico conformado por cuatro - conductores; un neutro y tres fases vivas; todos los circuitos derivados serán monofásicos, excepto la alimentación a cargas trifásicas.

Las principales características de esta red serán:

- Postería de c.a.c. de 8 mts. de longitud, 200-300 kg. - de esfuerzo en la punta.
- Conductor de cobre forrado calibre del No. 2 al No. 8 - AWG.
- Aisladores tipo carrete.

b) Alumbrado Público.-

En su integridad la red de alumbrado público será monofásica conformada por dos conductores; el mismo neutro de servicio particular y una fase viva; conformando con la red de servicio particular un sistema de cinco conductores.

La postería a usarse será la del servicio particular, los pastorales serán de fierro galvanizado y concreto; las lámparas de luz mixta de 160 W; en los parques se utilizarán postes con pastorales doblés.

Los niveles de iluminación de acuerdo al C.N.E. son:

- Plaza principal 5 lux
- Calles principales 2 lux

9.2. Estudio de la Máxima Demanda.-

La red de servicio particular se ha diseñado para una proyección de 20 años.

9.2.1. Máxima demanda del sector Doméstico.-

Las redes se han diseñado considerando una máxima demanda de 800 W/lote; cuya justificación se presenta a continuación.

En la localidad se ha detectado la siguiente distribución:

	ARTEFACTOS			
	Therma Eq.Sonido Refrigeradora. Licuadora Plancha Radio Alumbrado	Refrigeradora Licuadora Tocadiscos Radio Plancha Alumbrado	Tocadisco Radio Plancha Alumbrado	Radio Alumbrado
Pot.Inst.(W)	2610	1710	735	210
% de la Poblac.	2	10	60	28
No. Viviendas	46	230	1385	646
Pot.Inst.(kw)	120.1	393.3	1018	138.8

La Pot. instalada total será de 1,670.2 KW.

Considerando un factor de demanda promedio de 0.7

$$MD = 1670.2 \times 0.7 = 1169.14 \text{ KW.}$$

$$MDL = 506.34 \text{ W/lote}$$

Considerando una tasa de crecimiento del 2.3% al año 20 se llegará aproximadamente a las 800 W/lote.

9.2.2. Máxima demanda del Sector Comercial, Usos Generales y Cargas Especiales.-

- Uso Comercial.-

Locales para tiendas.

No. de Tiendas : 69

Watt/local comercial : 1000 W,

Fs = 0.8

MD : 55.2 KW. fI = 1

- Usos Generales.-

42 locales.

Watts/local : 1000 watts.

fs = 0.8 fI = 0.8

MD : 26.88 KW

- Cargas Especiales.-

fs : 0.8

2 colegios	4 KW c/u.	fI : 0.5
1 escuela normal de mujeres	3 KW	fI : 1
6 Escuelas	1 KW c/u	fI : 0.5
1 NEC	1 KW	fI : 0.2
5 Iglesias	2 KW c/u	fI : 1
1 Hospital	6 KW	fI : 1
1 Municipalidad	2 KW	fI : 0.2
1 Comisaría G.C.	2 KW	fI : 1
1 Comisaría G.R.	2 KW	fI : 1
1 Zonal de Educación	2 KW	fI : 0.2
1 Local Comercial	1 KW	fI : 1
1 Local de Ex-Sinamos	1 KW	fI : 1
1 Mercado	2 KW	fI : 0.1
1 Entel	2 KW	fI : 1
1 Camal	1 KW	fI : 1
3 Hoteles	3 KW c/u.	fI : 1
1 Grigo	1 KW	fI : 1
1 Taller electromecánico	3 KW	fI : 1

MD : 3936 KW

MD_T : 121.44 KW.

C A P I T U L O . X .

BASES DEL DISEÑO.-

10.1. Cálculos Eléctricos.-

Las redes de distribución se han diseñado teniendo en cuenta las prescripciones del C.N.E. y la Norma del Ministerio de - Energía y Minas No. DGE-0.02-P-4 / 1983.

A) Caída de tensión permisible : 5%

La máxima caída de tensión para el tramo mas alejado es - de 5% de la tensión nominal para red secundaria.

B) Red de Servicio Particular.-

- Máxima Demanda 800 watt/lote
- Factor de simultaneidad 0.5
- Factor de potencia 0.9 inductivo

C) Red de Alumbrado Público.-

- Potencia nominal de lámparas. 160 W.
- Factor de simultaneidad 1
- Factor de potencia 1

d) Cargas Especiales.-

- Máxima demanda De acuerdo cuadro adjunto
- Factor de simultaneidad 0.8
- Factor de potencia 0.9

Relación de cargas especiales.-

	M.D.
2 Colegios	4 Kw.
1 Comisaría de la G.C.	2 "
1 Comisaría de la G.R.	2 "
1 Camal	1 "
1 Escuela Normal de Mujeres	3 Kw.
6 Escuelas	1 Kw.

Entel	2 Kw.
Grifo	1 Kw.
1 Hospital	6 ''
3 Hoteles	3 ''
5 Iglesias	2 kw.
1 Local Comunal(Chaupi)	1 kw.
1 Municipalidad	2 kw.
1 Mercado	2 kw.
1 Nec.	1 kw.
1 Local Ex-Sinamos	1 ''
1 Taller electromecánico	3 ''
1 Zonal de Educación	2 kw.

10.1.1. Cálculo Eléctrico de las Redes de Distribución

Secundaria - Puquio.

- Características del Sistema:

Tensión Nominal	380/220 volt.
Frecuencia	60 Hz.
Factor de potencia	0.9 (SP) y 1(AL)
Factor de simultaneidad	0.5 (SP), 1 (AP). 0.8 (CE)

Características de los conductores:

AWG	S(mm ²)	D(mm)	R20°C.
2	33.63	7.42	0.531
4	21.15	5.88	0.844
6	13.3	4.67	1.34
	8.37	3.26	2.133

- Cálculo de Caída de tensión.-

Fórmulas:

$$V = P \times L \times \text{FCT.}$$

$$P = \text{Pot. (kw)}$$

$$L = \text{Long. en mt.}$$

FCT : Factor de caída de tensión

- El factor de caída de tensión se obtiene de las siguientes fórmulas:

$$\text{FCT}_{3\phi} = \frac{R \cos \phi + X_{3\phi} \sin \phi}{\sqrt{3} V \times \cos \phi} \quad X_{3\phi} = 2 \pi f l$$

$$X_{3\phi} = 0.37699 \times (0.05 + 0.4605 \log \frac{DM_{3\phi}}{re})$$

$$\text{FCT}_{1\phi} = \frac{R \cos \phi + X_{1\phi} \sin \phi}{V \cos \phi} \quad X_{1\phi} = 0.37699 \times (0.05 + 0.4605 \log \frac{DM_{1\phi}}{re})$$

Donde: R : Resistencia a 45°C.

X_{3φ} : Reactancia trifásica.

DM_{3φ} : Distancia media geométrica trifásica (18.89cm)

re : Radio equivalente

V = 220 V.

También:

$$re = \sqrt{\frac{S}{\pi}} \quad R_{45} = R_{20} \times (1 + \alpha \Delta t)$$

S : Sección del conductor

α : 0.00382

t = 25°C.

Cálculo de R₄₅ : req, X_{3φ}, X_{1φ}.

No. AWG	R ₄₅ ^o	req.	X _{3φ}	X _{1φ}
2	0.582	3.27	0.3247	0.3073
4	0.925	2.594	0.3421	0.3248
6	1.469	2.057	0.3597	0.3422
8	2.336	1.632	0.3771	0.3597

Cálculo de FCT 3 ϕ y FCT1 ϕ

No. AWG	FCT 3 ϕ	FCT 1 ϕ	FCT 1 ϕ
2	1.1201×10^{-3}	3.3219×10^{-3}	27636×10^3
4	1.6525×10^{-3}	4.91954×10^{-3}	4.3907×10^3
6	2.4897×10^{-3}	7.4305×10^{-3}	6.9727×10^3
8	3.81915×10^{-3}	0.011419	0.011109

Luego:

$$\Delta V_{L_{3\phi}} = \sqrt{3} P L F C T_{3\phi} \quad SP$$

$$\Delta V_{L_{1\phi}} = 2 \times PL FCT_{1\phi} (\cos \phi = 09) \quad SP$$

$$\Delta V_{L_{1\phi}} = 2 \times PL FCT_{1\phi} (\cos \phi = 1) \quad AP$$

10.1.2. Potencia de las subestaciones.

S.E. No.	POT (KVA)
1	100
2	80
3	100
4	100
5	75
6	100
7	100
8	100
9	100
10	100
11	100
12	100
13	100
14	75
15	50
16	100

10.2 Cálculo Mecánico.-

10.2.1 Cálculo Mecánico de Conductores.-

Las características de los conductores se encuentran en las especificaciones.

Se han considerado tres hipótesis de cálculo, la de máximo esfuerzo (Hipótesis I), la de estado normal (Hipótesis II), y la de la flecha máxima (Hipótesis III).

HIPOTESIS I.-

A) Temperatura: - 15°C
Presión del viento: 34 kg/m²
Sin hielo

B) Temperatura: - 15°C
Sin viento
Con hielo

HIPOTESIS II.-

Temperatura : 10, 20, 25
Viento : No hay
Hielo : No hay

HIPOTESIS III.-

Temperatura : 40°C
Viento : No hay
Hielo : No hay

Esfuerzo máximo admisible en el conductor

$$T_{ruptura} = \frac{Q_{ruptura}}{S}$$

$$T_{Trabajo} = \frac{T_{ruptura}}{C.S}$$

C.S : coeficiente de seguridad

Ecuación Básica de cambio de estado

$$T_2^2 \left[T_2 + \frac{E}{24} \left(\frac{W_1 a}{T_1 S} \right)^2 + \alpha E (\theta_2 - \theta_1) - T_1 \right] = \frac{E}{24} \left(\frac{W_2 a}{S} \right)^2$$

- T₁ = Esfuerzo inicial del conductor kg/mm²
- T₂ = Esfuerzo final del conductor kg/mm²
- θ₁ = Temperatura en °C del estado inicial.
- θ₂ = Temperatura en °C del estado final.
- a : Vano predominante.
- S : Sección del conductor.
- W₁ : Carga del conductor (peso y sobrecarga) en estado inicial.
- W₂ : Carga del conductor (peso y sobrecarga) en estado final.
- E : Módulo de elasticidad.
- α : Coef. de dilatación del conductor a 20°C por °C.

Para el cobre.

$$\alpha = 1.7 \times 10^{-5} \text{ C}^{-1}$$

$$E = 12650 \text{ kg/mm}^2.$$

Los resultados se encuentran en la tabla siguiente:

10.2.2. Cálculo Mecánico de Postes de Red Secundaria.-

Características de la Red.

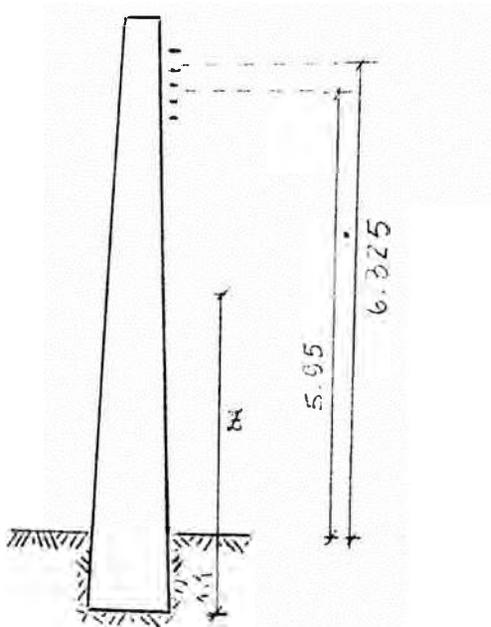
- Vano Promedio	$d = 35 \text{ m.}$
Presión del viento	$P_v = 34 \text{ kg/m}^2$
Distancia entre conduct.	15 cm.
Distancia mínima al suelo	5.5 m.
Número de conductores	3 (S.P.) + 1N + AP
Altura de postes	8 mts.

De acuerdo al C.E.P. adoptamos la distancia mínima del conductor al piso de 5.5 m., la flecha de los conductores para la condición de trabajo a 20°C . de aprox. 0.30, asimismo la distancia entre conductores 15 cm.

La longitud de empotramiento será de 1.1

$$H_e = H/10 + 0.3 \quad H: \text{Altura total del poste}$$

De acuerdo a la distribución siguiente es conveniente usar un poste de 8 mt.



Cálculo de los Esfuerzos sobre el poste.

Fuerza del viento sobre el poste (Fvp)

$$F_{vp} = P_v (A_{pv})$$

$$A_{pv} = h \frac{D_v + D_e}{2}$$

$$Z = \frac{h}{3} \times \frac{(D_e + 2D_v)}{D_e + D_v}$$

Donde:

P_v = Presión del viento 34 kg/m²

A_{pv} = Area del poste expuesta al viento

h = Altura del poste expuesta al viento (6.9)

D_v = Diámetro del vértice del poste.

D_e = Diámetro en la línea de tierra.

D_B = Diámetro en la base.

H = Altura del poste (8m)

Z = Punto de aplicación de F_{vp} .

Reemplazando:

$$A_{pv} = 1.185 \text{ m}^2$$

$$F_{vp} = 40.29 \text{ kg.}$$

$$Z = 3.077 \text{ mt.}$$

Fuerza del viento sobre los conductores.

$$F_{vc} = d \times \emptyset c \times P_v \cos \alpha / 2$$

<u>No. AWG.</u>	<u>Fvc</u>	
2	11.781	cos $\alpha / 2$
4	8.925	cos $\alpha / 2$
6	7.497	cos $\alpha / 2$
8	6.307	cos $\alpha / 2$

Fuerza de tracción de los conductores.

$$F_{tc} = 2 T_c \text{ sen } / 2$$

<u>No. AWG</u>	<u>F_{Tc}</u>
2	1022.66 sen $\alpha / 2$
4	650.997 sen $\alpha / 2$
6	412.566 sen $\alpha / 2$
8	261.144 sen $\alpha / 2$

Fuerza resultante sobre el conductor.

$$F_c = F_{TC} + F_{VC}$$

No. AWG	F_c
2	$1022.66 \sin \alpha / 2 + 11.781 \cos \alpha / 2$
4	$650.997 \sin \alpha / 2 + 8.925 \cos \alpha / 2$
6	$412.566 \sin \alpha / 2 + 7.497 \cos \alpha / 2$
8	$261.144 \sin \alpha / 2 + 6.307 \cos \alpha / 2$

Momento debido a la fuerza del viento sobre el poste.

(Mvp)

$$M_{vp} = F_{vp} \times Z /$$

$$M_{vp} = 40.29 \times 3.077 = 123.972 \text{ kg.m}$$

Momento respecto a la línea de tierra (Mc) para el caso más desfavorable (3 x No. 2 + 2 x No. 4, AWG)

$$M_c = F_c x d.$$

$$M_c = 3 \times 5.95 (1022.35 \sin \alpha / 2 + 11.781 \cos \alpha / 2 + 2 \times 6.325 \times (650.997 \sin \alpha / 2 + 8,925 \cos \alpha / 2$$

Momento actuante en el poste M.

$$M = M_c + M_{vp}.$$

$$M = 26484.059 \sin \alpha / 2 + 323.19 \cos \alpha / 2 + 123.972 \text{ kg.m.}$$

Fuerza equivalente en la sección de carga a 10 cm. del vértice del poste.

$$F_p = M / 6.8$$

Luego:

($^{\circ}$)	0°	5	15°	30°	45°
M(kg.m)	447.16	1601.54	3,776	7,144.76	10,431.10
F_p (kg)	65.75	235.52	555.36	1050.70	1,533.98

60°	90°
13521.91	18,952.72
1,988.5	2,787,16

De acuerdo a los cálculos se usarán postes de c.a.c. de 8 m./200 kg. sin retenida, para ángulos menores de 5°

Para ángulos de desvío mayores o iguales a 5°, pero menores a 15°, se usarán postes de c.a.c. de 8/300 kg. sin retenida.

Para ángulos 15° se usarán postes de C.A.C. de 8/300 kg. con retenida.

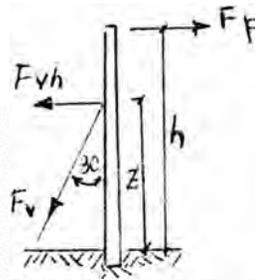
10.2.3. Cálculo de las Retenidas.-

- Cálculo del esfuerzo en el viento.

$$F_p \times h - F_v h \times Z_v = 0$$

$$F_{vh} = \frac{F_p h}{Z_v}$$

$$F_v = \frac{F_{vh}}{\sin 30}$$



Donde:

F_p : Esfuerzo a 10 cm. de la punta.

H : Altura del poste expuesta al viento

Z_v : Altura del viento.

F_{vh} : Componente horizontal del esfuerzo en el viento.

Para la condición más desfavorable: (3No. 2 + 2 No. 4 AWG)

α°	0°	5°	15°	30°	45°
Fv(kg.)			1,258.66	2,381.58	3,477.03

60	90
4,507.30	6,317.57

Asumiendo: CS 2 tenemos:

/ Cable de 3/8" ϕ 7 hilos, 6,526 kg. tiro de rotura.

Luego: $T_v = 6.526/2 = 3,263$

Para de desvío comprendido entre 60 y 90 se usarán doble retenida.

Cálculo de Cimentación.-

10.2.4. Cálculo de Cimentación.-

De acuerdo a la fórmula de Valenci.

$$M_r = \frac{P}{2} \left(a - \frac{4P}{3b\sigma} \right) + M_o$$

$$M_o = cbt^3$$

$$M = F(h + t)$$

Donde:

M_r = Momento resistente

M_o = Momento resultante de la acción de terreno.

M = Momento resultante sobre el poste.

C = Ctte. definida por la densidad del terreno kg/m^3 .

P = Cargas verticales (W poste + W accesorios + W operario)

T = Altura de empotramiento.

σ = Presión máxima admisible del terreno.

F = Esfuerzo en la punta del poste,

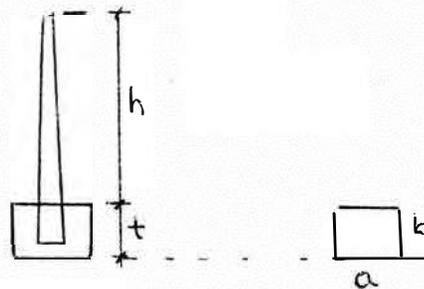
h = Altura libre del poste.

$$C = 2,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma = 2 \text{ kg/cm}^2$$

Debe cumplirse:

$$M_r > M$$



Postes de Alineamiento.

$$a = 0.60$$

$$b = 0.60$$

$$t = 1.20$$

$$P = 520$$

$$M_r = 2,214.57$$

$$M = 1620$$

Luego $M_r > M$ cumple

Poste cambio de dirección

- Se toma en cuenta la acción de la retenida.

. Carga vertical de la retenida : $F_v \cos 30$

Considerando el caso más desfavorable:

- . Poste 8 m. /300
- . $P_t = 520 + 3,900 = 4420$
- . $a = 0.6$
- . $b = 0.6$
- . $t = 1.3$

Aplicando Valenci:

- . $M_r = 2,876.38$
- . $M = 2,460$
- . $M_r > M$

Para el caso de $P_t = 5991$.

- . $a = 0.6$
- . $b = 0.6$
- . $t = 1.31$

Aplicando Valenci:

- . $M_r = 2501$
- . $M = 2,460$
- . $M_r > M$

Selección del Aislador.

- Condición de Operación.

Tensión nominal entre líneas	380/220
Altitud	3,375 msnm.
Temperatura ambiente máxima	40°C.
Contaminación ambiental	poca suciedad
Mayor conductor que soportan	No. 2 AWG.

Tensión mínima de flameo (V_c)

$$V_c = 4U + 1,000$$

U = Tensión de servicio afectado, por F'

F' = Factor debido a la altura.

$$F' = 1 + 1.25 (H - 1000) \times 10^{-4}$$

$$H = 3,375 \text{ mt.}$$

$$F' = 1.0468$$

$$U = 380 \times 1.0468$$

$$U_c = 2.59 \text{ kv.}$$

Deberá contener en su ranura, un conductor de diámetro total igual a: 9.9 mm.

- Carga de rotura mecánica para un ángulo de 45° .

$$F_{vc} = 35 \times \frac{9.9}{1000} \times 34 \cos /2 = 10.88 \text{ kg.}$$

$$F_{tc} = 2 T_{sen} /2 = 391.23 \text{ kg.}$$

$$F_{mcx} = F_{vc} + F_r C = 402.11 \text{ kg.}$$

Carga de rotura del aislador $Q_{rot} = 1206 \text{ kg.}$

De catálogo se tiene:

Clase	53-2
Dimensiones	3" x 3.1/8"
Resistencia mecánica	1350 kg.
Tensión de flameo en seco	25 kv.
Tensión de flameo bajo lluvia	
- Horizontal:	15 kv.
- Vertical :	12 kv.
Peso aproximado	0.6 kg.
Ø hueco	11/16".

C A P I T U L O X I' .-

ESPECIFICACIONES TECNICAS.-

11.1. Especificaciones Técnicas de Materiales y Equipos.-

Red de Distribución Primaria.-

11.1.1 Postes.-

Se usarán postes de concreto armado centrifugado de las siguientes características:

Alineamiento.-

. Longitud.	8 mts.
Esfuerzo en la Punta	200 kg.
Diámetro en la Punta	120 mm.
. Diámetro en la base	240 mm.
. Peso	388 kg.

- Cambio de Dirección.-

. Longitud	8 mts.
. Esfuerzo en la Punta	300 kg.
. Diámetro en la punta	120 mm.
, Diámetro en la base	240 mm.
Peso	410 kg.

11.1.2 Pastorales.-

Se usarán:

- Pastoral de concreto armado, tipo sucre "C", simple embonable a postes de C.A.C. de 11/200, 11/300, 8/200, 8/300.
- Braquetas de fierro para postes de fierro de 11 mts.

11.1.3 Aisladores.-

Serán de porcelana, color marrón, tipo carrete que aseguren un adecuado aislamiento para la operación del sistema eléctrico a 3,375 msnm., con condiciones atmosféricas en zona de sierra, - con clima seco y precipitación fluvial.

Debe ser: clase ANSI, 43-2 con las siguientes características:

- Dimensiones	3" x 3.1/8"
- Resistencia Mecánica	1,350 kg.

- Tensión de flameo promedio
 - en seco 25 kv.
 - Bajo lluvia
 - Vertical: 12 kv.
 - Horizontal: 15 kv.
- Peso aproximado 0.6 kg.
- Diámetro del hueco 1 1/16"

11.1.4 Accesorios.-

- Sirven para fijar el aislador al poste de 8 m. y 11 m. de longitud y son los siguientes:
 - a) (4) abrazaderas de Fe. Go. tipo media luna de 150 mm. de \emptyset , con 4 pernos de fijación para asegurar el portalínea al poste. de 8 m. de c.a.c.
 - b) (4) Abrazaderas de Fe. Go. tipo media luna de 180 mm. de \emptyset con 4 pernos de fijación para asegurar al portalíneas al - poste de 11 mt. de c.a.c.
 - c) Portalíneas tipo "U" de Fe. Go. de cinco vías, las cuales serán fijadas al poste mediante abrazadera de platina de 1/4" de espesor. Tendrá un pasador pasante de 3/8" \emptyset . x 0.92 m. para sujeción de cinco aisladores, la distancia entre aisladores tipo carrete será de 15 cm. incluyendo pasaderas de fijación.
 - d) Idem al (C), pero fijados a palomilla medianté tres pernos pasantes de 3/8" \emptyset x 5.1/2" soldados con su tuerca y arandela.
 - e) Portalíneas tipo "V", de Fe. Go. de dos vías, las cuales - serán fijadas al poste mediante abrazaderas de platina de 1/4" de espesor, tendrá un pin pasante de 3/8" \emptyset x 0.25 m para sujeción de dos aisladores, la distancia entre los aisladores tipo carrete, será de 15 cm.
 - f) Palomilla de tubo de fe. go. de cinco vías de 1.1/2" \emptyset x 1 m. x 1.20 m., los cuales serán fijados al poste mediante - dos abrazaderas de platina de 1/4" de espesor.
 - g) Idem a (f), pero de 1.1/2" \emptyset x 1m. x 0.8 m.
 - h) Idem a (f), pero de 1.1/2" \emptyset x 1m. x 0.60 m
 - i) Idem a (f), pero de 1.1/2" \emptyset x 1 m. x 0.2 m.

11.1.5 Conductores.-

Son de cobre con aislamiento de polietileno, tipo plastotene resistente a la acción de la intemperie y el envejecimiento, temple duro, cableado, de los siguientes números de calibre: No. 2, No.4, No.6, No.8, para una temperatura de operación de 75°C, tipo WP.

Para los amarres de la red secundaria al aislador son de material de cobre, con aislamiento tipo plastotene No. 12 AWG, sólido, blando.

Para la conexión de la lámpara a la red, se utilizarán conductores de cobre bipolar, temple blando, calibre No. 2 x 14 AWG, con aislamiento tipo biplasto Flex NLT.

Las características de los conductores que se utilizarán son:

Calibre (AWG)	Sección (mm ²)	No. de hilos	Diámetro de hilo (mm)	Diámetro del cond (mm)	Espesor del Aislamiento (mm)	Diámetro Exterior (mm)	Carga de ruptura - mínima (Kgs)	Peso (Kg)
2	33.63	7	2.474	7.42	1.2	9.9	1534	340
4	21.15	7	1.961	5.88	0.8	7.5	977	210
6	13.3	7	1.555	4.67	0.8	6.3	619	135
8	8.37	7	1.234	3.7	0.8	5.3	392	88

11.1.6 Luminarias.-

Son artefactos de alumbrado público tipo MRH-64 E/27 de las siguientes características:

- Pantalla ovalada de aluminio extra puro, abrillantado y anodizado interiormente, embutido en una sola pieza, esmaltado en color gris, martillado por fuera.

Soportes de fijación de aluminio fundido al silicio.

Socket tipo Edison E/27.

Difusor de luna trasparente de plástico acrílico con empaquetadura de Hypalon o similar.

Cierre hermético al polvo e insectos.

11.1.7 Lámparas.-

Son lámparas de luz mixta de las siguientes características:

- Potencia nominal 160 watts.
- Tensión de servicio 220 volt.
- Rosca Edison.

11.1.8 Portafusibles.-

Son portafusibles aéreos de porcelana para 5 amp. 220 voltios para protección del equipo de alumbrado público.

11.1.9 Portalíneas.-

Se utilizarán portalíneas de Fe. Go. para cinco o dos aisladores, tipo carrete de 3.1/8" de altura, distancia entre aisladores de 15 cms., varilla de fierro galvanizado de 5/8"Ø, con pasador de seguridad.

El portalíneas será fijado al poste mediante 2 abrazaderas de Fe. Go.

11.1.10 a) Retenidas Inclınadas.-

- 11 mts. de cable de acero galvanizado de 3/8" Ø, 7 hilos y 6,526 kg. de tiro de rotura.
- Una varilla de anclaje de acero galvanizado de 3/4" Ø x 240 mts. de long. con ojo en un extremo de 1" Ø y rosca en el otro con arandela y tuerca galvanizada.
- Una platina de fierro de 10 x 10 cm. de lado y 1/4" de espesor con hueco en el centro de 13/16 Ø.
- Un aislador tensor clase 54-2.
- Un templador de 3/4" Ø x 10" con sus accesorios.
- Un guardacable tipo canaleta de plancha de fierro galvanizado de 1/16" x 8' de longitud.
- Cuatro grampas de doble vía de Fe. Go. con tres pernos, para cable de 3/8" Ø
- Dos abrazaderas de Fe. Go. media luna, para punta de poste de c.a.c. de 8 mts. con dos pernos de fijación.
- Dos guardacabos tipo "U", para cable de 3/8" Ø.

b) Retenida tipo flecha.-

Idem al anterior pero con diferentes cambios y agregaciones.

- 11 mts. de cable de acero galvanizado de 3/8" Ø, 7 hilos y 6,526 de tensión de rotura.
- Un tubo de fierro de 1.1/2" por 1.2 m. de long. con ojo en un extremo de 1" Ø, y abrazadera de Fe. Go. media luna en el otro.

c) Retenida tipo Aéreo.-

- 40 m. de cable de Ao. Go. de 3/8" \varnothing , 7 hilos y 6,526 kg. de tensión de rotura.
Un templador de 3/4" \varnothing x 10" de long. con sus accesorios.
- Tres grapas de doble vía de Fe. Go.
- Dos abrazaderas de Fe. Go. con tres pernos.
- Un aislador tipo nuez.

11.1.11 Conexiones Domiciliarias.-

Las conexiones domiciliarias según sea necesario, estarán conformadas por los siguientes elementos:

- 10 mts. de conductor de cobre tipo concéntrico con aislamiento para intemperie de 2 x 10 AWG.
- Separador de tubería plástica, tipo Sap, para cinco conductores.
- Templador de Fe. Go. de 0.8 mm. de espesor para cable concéntrico.
- Codo plástico de PVC, de 19 mm. \varnothing x 90°.
- Caja portamedidor metálica de 0.8 mm. de espesor, tipo L, con puerta frontal, chapa, luna visora, base portafusible, de loza, para suministro monofásico de 450 x 180 x 175 mm. y para suministro trifásico de 525 x 245 x 200 mm.
- Alcayata de Fe. Go. de 12.7 mm. \varnothing con oreja para ser fijada en la pared.
- Tubería plástica de PVC, de 19 mm. \varnothing x 3000 mm. de long.
En los suministros trifásicos será necesario usar 10 m. de conductor de cobre tipo indoprene' chato con forro común de PVC, 3 x 10 AWG.

11.1.12 Puesta a Tierra.-

- Conductor de Cu. desnudo, sección nominal 13.3 mm².
- Tierra cernida de cultivo.
- Sulfato de cobre.

11.2 Especificaciones Técnicas de Montaje.-

11.2.1 Consideraciones Generales.-

Las especificaciones técnicas de montaje se ciñen a lo establecido por el Código Eléctrico del Perú, en las normas usua

les de montaje de la Dirección General de Electricidad y al buen arte del ejecutor.

En dicho capítulo se describen algunas de las tareas principales que se efectuarán en la obra con el objeto de definir mejor las exigencias y características del trabajo, en algunos casos los procedimientos a emplear.

El montaje comprende desde los trabajos de replanteo del terreno hasta la recepción de la obra, lista y apta para entrar en servicio normal en todas sus partes.

11.2.2 Transporte y Manipuleo de Materiales.-

Se transportarán y manipularán los materiales desde la Ciudad de Lima, con el mayor cuidado posible sin ser arrastrados ni rodados por el suelo, llegando todos a la obra en óptimas condiciones.

11.2.3 Instalación de Postes.-

Una vez ubicados los puntos donde se izarán los postes, se procederá a la apertura de los hoyos, los cuales tendrán las dimensiones halladas en cálculos de cimentación los que se indicarán en planos. Antes de ser izados los postes se procederá a preparar los agujeros donde irán los elementos de fijación para los aisladores.

En los postes de anclaje y ángulos se deberá colocar el poste con una inclinación en sentido contrario a la dirección de la resultante de las fuerzas.

Una vez instalados y alineados perpendicularmente se procederá a llenar la base de cimentación de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ y una mezcla que contenga como mínimo 200 kg. de cemento/m³.

Se deberá tener cuidado en retirar todos los materiales excedentes y el remate se hará con un zócalo de cemento pobre sobre el nivel del suelo.

11.2.4 Instalación de Aisladores y elementos de fijación.-

Los aisladores se ubicarán en los postes mediante sus elementos de fijación. Antes de instalarlos en el portalineas se verificará que no presenten deterioros y que estén limpios;-

todo el conjunto de aisladores (carrete) y portalíneas en al gulos casos será necesario usarlos con palomillas para evitar la cercanía de las líneas a las casas.

Se tendrá especial cuidado que el conjunto quede convenientemente asegurado.

11.2.5 Instalación de Retenidas.-

- 11.2.5.1 Retenidas Tipo Inclínadas.-

Después de instalado el poste y fraguado la base de cimentación, y previo al tendido de los conductores deberán de montarse las retenidas, templando de tal manera de inclinar - levemente el poste para que al momento de instalar los conductores recobre su posición normal al equilibrarse las fuerzas, teniendo cuidado de no instalar los vientos en las entradas de las viviendas , así como en lugares que interumpan el tránsito vehicular.

11.2.5.2 Retenida tipo flecha.-

Se tendrá en cuenta los mismos procedimientos que la del tipo inclinada.

- 11.2.5.3 Retenida Tipo Aéreo.-

Se usarán en postes de fin de línea a fin de disminuir el - esfuerzo actuante sobre los postes, teniendo cuidado que los postes estén bien alineados y que las grapas queden perfectamente ajustadas.

11.2.6 Tendido de Conductores.-

Los conductores se tenderán sobre los aisladores tipo carrete, en el lado exterior de la ranura para alineamiento y en el lado interno en caso de ángulo; se verificará la flecha y el templado de cada uno de los conductores.

Seguidamente se procederá al amarre definitivo; no debe existir más de un empalme por vano, éstos se realizárán mediante entorchado, encintándose con cinta aislante plástica, en las derivaciones en "T" y cruces, se usarán separadores plásticos.

Los conductores llevarán la siguiente disposición:

<u>ALUMBRADO PUBLICO</u>	R. NEUTRO.
--------------------------	---------------

SERVICIO <u>PARTICULAR</u>	R S T.
-------------------------------	--------------

11.2.7 Equipo de Alumbrado Publico.-

Los equipos de alumbrado público se instalarán de acuerdo a lo indicado en los planos respectivos cuidando que sus elementos queden perfectamente asegurados, verificándose su estabilidad y verticalidad.

11.2.8 Conexiones Domiciliarias.-

Las conexiones domiciliarias se realizarán de acuerdo a las indicaciones de los planos y con los elementos que se indican en las especificaciones técnicas de las mismas.

La Caja Portamedidor se ubicará a 1.50 m. de altura de la superficie del terreno en la pared de la casa a ser suministrada.

Los materiales a usarse dependen de las necesidades de cada una de las acometidas.

NETRADO Y PRESUPUESTO
RED DE DISTRIBUCION SECUNDARIA

P U Q U I O

SUMINISTRO DE MATERIALES	S/.	5,121'732,200
MONTAJE ELECTROMECANICO		652'968,000
TRANSPORTE 10 %		512'173,220
DIRECCION TECNICA 8 %		409'738,576
IMPREVISTOS Y GASTOS GENERALES 5 %		256'086,610
		<hr/>
	S/.	6,952'698,606

OCTUBRE DE 1985

METRADO Y PRESUPUESTO

RED DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIA

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
		UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
A.	<u>POSTES Y PASTORALES</u>				
1.1	Poste de concreto armado centrifugado de 8m/200/120/240	pza	505	1'521,000	768'105,000
1.2	Poste de c.a.c de 8m/300/120/240	pza	246	1'621,000	398'766,000
1.3	Poste de c.a.c de 9m/200/120/255	pza	08	1'621,000	12'968,000
1.4	Pastoral de tipo sucre C simple, 120mm ϕ	pza	753	260,000	195'780,000
1.5	Pastoral doble del tipo sucre C, 120mm ϕ	pza	08	378,000	3'024,000
1.6	Pastoral de tipo sucre C, embonable en poste de 11m/300/120/285	pza	32	260,000	8'320,000
1.7	Poste de fierro de 9m., de 3 cuerpos, 3", 4" y 5" ϕ	pza	08	1'800,000	14'400,000
1.8	Pastoral de Fe Go de 1 1/4" ϕ x 1.5m con 2 abrazaderas de platina de fierro de 3" ϕ y 1/4" espesor.	pza	65	95,000	6'175,000
	SUB TOTAL A				1,407'538,000
B.	<u>CONDUCTORES</u>				
2.1	Conductor de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, con aislamiento de polietileno tipo WP, temple duro, cableado, calibre 8 AWG (8.37mm ² de sección)	mts	85,670	17,700	1,516'350,000
2.2	Conductor idem al anterior, calibre 6 AWG (13.3mm ² de sección)	mts	32,860	27,750	911'865,000
2.3	Conductor idem al anterior, calibre 4 AWG (21.15mm ² de sección)	mts	5,733	35,400	202'948,200
2.4	Conductor idem al anterior, calibre 2 AWG (33.63mm ² de sección)	mts	745	44,800	33'376,000
2.5	Conductor de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, tipo TW, temple suave calibre 12 AWG (3.31mm ² de sección)	mts	4,055	7,000	28'385,000
2.6	Conductor de cobre electrolítico de				

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
		UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
	99.9% de pureza, tipo biplasto de dos conductores, temple suave, con aislamiento de polietileno; calibre 2 x 14 AWG.	mts	2,255	9,000	20'295,000
	SUB TOTAL B				2,713'228,200
C.	<u>MATERIAL ACCESORIO Y DE FERRETERIA</u>				
3.1	Aislador de porcelana marrón, vidriado tipo carrete, clase Ansi 53-1	pza	5,068	9,000	45'612,000
3.2	Porta lineas tipo bastidor, con Pin de 1/2" Ø de Fe Go, distancia entre aisladores de 0.15m., para 5 aisladores, carrete clase 53-1	pza	994	75,000	74'550,000
3.3	Porta lineas idem al anterior para dos aisladores clase 53-1	pza	49	50,000	2'450,000
3.4	Abrazadera de platina de Fe Go para asegurar porta lineas a poste de concreto, con perno de ajuste.	pza	1,658	45,000	74'610,000
3.5	Conector de cobre de doble vía para conductor 8 AWG.	pza	1,817	12,000	21'804,000
3.6	Separador de tubería PVC-SAP de 3/4" Ø 0.80m para 5 conductores	pza	26	25,000	650,000
3.7	Retenida inclinada compuesta por: -12m cable acero galvanizado de 3/8" Ø 7 hilos -01 aislador de tracción tipo nuez, clase Ansi 54-2 -01 varilla de anclaje de Fe Go de 3/4" Ø x 8' de long., con arandela cuadrada de 0.2 x 0.2 x 1/4", tuerca -02 guardacabos para cable 3/8" Ø -04 grapas de Fe Go, de 3 pernos, doble vía -01 templador de acero galvanizado de 3/4" Ø x 10" long. -01 abrazadera partida de 150mm Ø x 2" x 1/4" -01 canaleta guardacable de 1/16" x 2.10m -01 bloque de concreto de 0.4 x 0.4 x 0.2m con agujero para varilla 3/4" Ø	cjo	281	850,000	238'850,000

ITEM	ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
		UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
8	Retenida con contrapunta, compuesta por los mismos materiales del item anterior, incluido: - 01 contrapunta de tubo de Fe Co de 1 1/2" ϕ x 1.2m con ojo de 1" ϕ en un extremo y abrazadera para poste de concreto.	cjo	22	900,000	19'800,000
9	Retenida aérea compuesta por: - 35m cable de acero galvanizado 3/8" ϕ 7 hilos - 01 aislador de tracción clase 54-2 - 02 guardacabos para cable 3/8" ϕ - 06 grapas paralelas de Fe Co, 3 pernos - 01 templador de acero galvanizado de 3/4" ϕ x 10" long. - 02 abrazaderas partidas de 150mm ϕ x 2" x 1/4"	cjo	06	700,000	4'200,000
10	Puesta a tierra simple compuesta por: - 25m conductor de cobre desnudo, temple duro, calibre 6 AWG - 01m tubo PVC-SAP de 5/8" ϕ - 01 varilla Cooper-Weld de 5/8" ϕ x 2.4m - 01 conector AB 58	cjo	68	550,000	37'400,000
	SUB TOTAL C				519'926,000
	<u>EQUIPO DE ALUMBRADO PUBLICO</u>				
1	Luminaria del tipo MR11-64 ó similar con socket E-27 para lámpara de luz mixta, incluye accesorio de fijación	pza	859	300,000	257'700,000
2	Lámpara de luz mixta de 160 watts, rosca E-27	pza	859	250,000	214'750,000
3	Portafusible aéreo de porcelana de 250V 5A, incluye accesorios de fijación y fusible de 3A.	pza	859	10,000	8'590,000
	SUB TOTAL D				481'040,000
	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				5,121'732,200
					=====

ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
	UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
<u>MONTAJE ELECTROMECHANICO</u>				
Replanteo		Estimado		2'500,000
0 Excavación de zanjas	m3	384	80,000	30'720,000
0 lza de postes, incluye apisonado y resane de veredas	pza	767	180,000	138'060,000
0 Instalación de retenidas	cjo	309	173,000	53'457,000
0 Instalación de puestas a tierra	cjo	68	214,000	14'552,000
0 Tendido de conductor aéreo	mts	125,008	3,000	375'024,000
0 Montaje equipo de alumbrado público	cjo	859	45,000	38'655,000
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				652'968,000

lectroperu S. A.

d de Proyectos de Electrificación
Luis Gerónimo de Cabrera 426 - Telef. 223017
U. P. E. - ICA

METRADO Y PRESUPUESTO

CONEXIONES DOMICILIARIAS

P U Q U I O

SUMINISTRO DE MATERIALES	511'316,000
MONTAJE ELECTROMECHANICO	249'330,000
TRANSPORTE 10 %	51'131,600
DIRECCION TECNICA 8 %	40'905,280
IMPREVISTOS Y GASTOS GENERALES 5 %	25'565,800
	<hr/>
	878'248,680

OCTUBRE DE 1985

METRADO Y PRESUPUESTO

CONEXIONES DOMICILIARIAS

ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
	UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
<u>SUMINISTRO DE MATERIALES</u>				
<u>CONDUCTOR</u>				
Conductor de cobre electrolítico con aislamiento de PVC concéntrico, de tipo SET, calibre 2 x 10 AWG.	mts	12,960	12,000	155'520,000
SUB TOTAL A				155'520,000
<u>CAJA PORTAMEDIDOR</u>				
Caja portamedidor metálica de 450 x 180 x 175mm., incluye :				
-Base portafusible de loza bipolar 2 x 25A				
-Conductor de conexión entre el portafusible y el medidor de energía				
-Tablero de madera de 415 x 145 x 10mm				
-Puerta frontal, chapa y luna visora	cjo	2,450	250,000	252'450,000
SUB TOTAL B				252'450,000
<u>ACCESORIOS Y FERRETERIA</u>				
Separador de PVC-SAP para 5 conductores de 3/4" Ø x 0.8m	pza	1,000	25,000	25'000,000
Implador de Fe Go	pza	2,592	10,000	25'920,000
Tubo PVC-SAP de 3/4" Ø x 3m	pza	1,296	12,000	15'552,000
Codo PVC-SAP de 3/4" Ø x 90°	pza	2,592	4,000	10'368,000
Fusible tipo C para 15 amp.	pza	2,450	5,000	12'250,000
Armella tirafón de 1/4" Ø x 1 1/2"	pza	1,296	11,000	14'256,000
SUB TOTAL C				103'346,000
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				511'316,000

CTROPERU S.A.
 UPE - ICA

ESPECIFICACIONES	METRADO		PRESUPUESTO	
	UND.	CANTIDAD	UNITARIO	TOTAL
<u>MONTAJE ELECTROMECHANICO</u>				
Montaje de conexiones domiciliarias	cjo	2,310	100,000	231'000,000
Montaje de conexiones a cargas especiales, cargas comerciales y de usos generales.	cjo	141	130,000	18'330,000
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				249'330,000

OBSERVACIONES

Máxima demanda asignada a 800 w/lote, en razón de tratarse de una localidad que cuenta con servicio existente restringido y acostumbrado al uso del servicio eléctrico. Además, por recomendación de la Empresa Regional - ERSA, en razón que al considerarse menor M.D por lote, redundará en un menor ingreso del A.F.A.

Se consideró postería de concreto en razón que la Corporación de Fomento y Desarrollo Económico Social de Ayacucho, ha realizado con anterioridad una Licitación Pública, adquiriendo los postes y crucetas de C.A.C.

El financiamiento de la Red Secundaria que de acuerdo a la Ley General de Electricidad No. 23406, debe ser asumido por los interesados con cargo a sus recursos propios; es difícil de obtener por la situación económica, política y social, que se vive en el dpto. de Ayacucho. Por tal motivo, la Corporación está financiando las obras, la cual se está ejecutando por etapas, dependiendo de la disponibilidad presupuestal.

La utilización de energía proveniente de recursos naturales, ha sido truncada por situaciones políticas ocurridas en la zona; por tal motivo, en la solución técnica de electrificación de un centro poblado, en la actualidad prevalece la parte política a lo técnico, como una solución provisional, la cual se convierte en definitiva.

No se utilizó cable de guarda, por tratarse de un sistema pequeño y estar protegido con pararrayos las partes más importantes, como la S.E Salida, S.E Seccionamiento y S.E de Distribución, ya que en servicios existentes con el mismo nivel de tensión y a la misma altura de trabajo, no tienen mayores problemas por las descargas atmosféricas.

Se ha utilizado ferretería de fierro galvanizado en caliente, porque la Empresa Regional tiene normalizado; deberá tenerse en consideración el probable uso de ferretería que tenga otro tratamiento, ya sea un buen pintado ó galvanizado electrolítico que es más barato.

CONCLUSIONES

A fin de elaborar un programa de electrificación rural, con el fin de ampliar la frontera eléctrica, deberá incentivarse a la firma de un convenio entre ELECTROPERU S.A y la Universidad Nacional de Ingeniería, con la finalidad de que los estudiantes tengan un conocimiento más profundo de la situación en que se subsiste en pueblos de nuestra serranía, y contribuyan en la solución de electrificación, ya que la Sub-Gerencia de Electrificación de ELECTROPERU S.A se encarga del planeamiento desde la generación, sea cual fuera su naturaleza, hasta la entrega del fluido eléctrico a las casas.

Por lo anterior, en forma conjunta se contaría con proyectos elaborados y se lograría que la solución técnica prevalezca sobre la solución política, lográndose electrificar un pueblo con el menor costo de inversión y mantenimiento del mismo.

Al elaborar el estudio, se observó que diferentes sectores están dedicados a la electrificación de centros poblados, sin realizar coordinaciones entre ellos, a pesar que ELECTROPERU S.A está dando los lineamientos necesarios para que se programe en forma conjunta; por tal motivo es fundamental que en el más breve plazo se organicen y se elabore un programa de electrificación, que de la solución técnica más factible y económica.