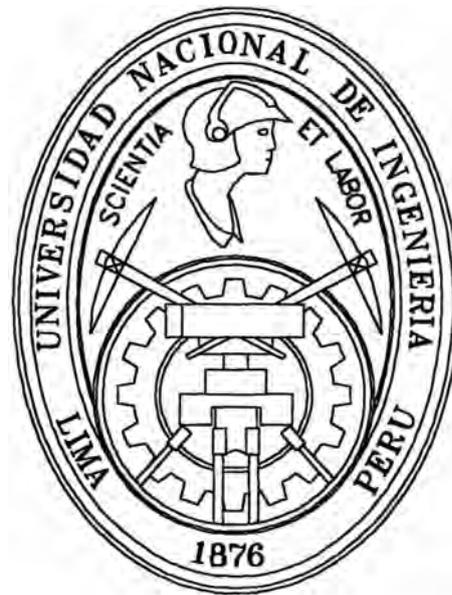


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO  
DEFINITIVO DEL PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO  
VALLE DEL RIO COLCA - AREQUIPA**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**WILBER JULIO SERRANO VALENZUELA**

**LIMA - PERU**

**1998**

Dedico este documento a cada uno de mis seres queridos, que de manera constante y particular contribuyen a la realización de mi vida personal.

**PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO  
DEFINITIVO DEL PEQUEÑO SISTEMA  
ELECTRICO VALLE DEL RIO COLCA - AREQUIPA**

## **SUMARIO**

Como resultado de los acontecimientos socio-políticos de la década de los 80's e inicios de los 90's, el país y más específicamente las regiones rurales de nuestro territorio, se vieron privados de un desarrollo sostenido en actividades económicas fundamentales para la mejora del nivel de vida de la población.

En el campo energético, base de muchas actividades productivas, las inversiones necesarias para ampliar los suministros eléctricos fueron mínimas o casi nulas, originándose un proceso de estancamiento en su desarrollo socioeconómico que motivó la migración del poblador rural a lugares que ofrecían alternativas de vida más llevaderas o en su defecto a las grandes ciudades.

Para el caso de las localidades asentadas sobre el valle del río Colca, se tienen parámetros socioeconómicos que la califican como una zona geográfica con altos niveles de pobreza, habiéndose priorizado su desarrollo mediante programas estatales de implementación de servicios básicos, tal como el suministro de energía eléctrica, entre otros.

Es así, que a partir de una labor de evaluación física en campo, complementado con el tratamiento y análisis de información recopilada sobre las características de la zona en estudio, se conceptúa y planifica para un horizonte de 20 años, el sistema eléctrico requerido, determinándose diversas alternativas de solución al problema planteado.

Finalmente se evalúan las alternativas propuestas, con criterios técnico-económicos, encontrándose aquella que satisfaga el menor costo y un servicio aceptable, tanto para la empresa como para el usuario. La solución encontrada es documentada a nivel de estudio definitivo, a fin de plasmar la obra en hechos reales.

## **INDICE**

	Pag
<b>PROLOGO</b>	1
<b>CAPITULO I :</b>	
<b>MERCADO ELECTRICO</b>	
1.1 Generalidades	3
1.2 Identificación del área de proyecto	3
1.2.1 Area de influencia y población	3
1.2.2 Actividades económicas	4
1.3 Evaluación de la demanda	4
1.3.1 Información básica	4
1.3.2 Metodología de cálculo	4
1.3.3 Proyección de demanda de potencia y consumo de energía	7
1.4 Análisis de la oferta	7
1.4.1 Centrales existentes	8
1.4.2 Centrales en construcción	9
1.4.3 Subestaciones, líneas y centrales proyectadas	10
1.5 Balance oferta-demanda	11
<b>CAPITULO II :</b>	
<b>EVALUACION TECNICO – ECONOMICA</b>	
2.1 Aspectos generales	13
2.2 Criterios aplicados en la evaluación técnica	13
2.3 Alternativas de electrificación	14
2.3.1 Alt. I: C.T. Chivay de 2 MW	14
2.3.2 Alt. II: SE Callalli 138/23 kV, 7 MVA	14
2.3.3 Alt. III: SE Callalli Acoplamiento Capacitivo 138/23 kV, 2 MVA	14

2.3.4	Alt. IV: Línea en 33 kV C.H.Siguas I-Cabanaconde	14
2.4	Criterios para la estimación de costos	15
2.4.1	Inversiones	15
2.4.2	Costos de operación y mantenimiento	15
2.4.3	Costo de compra y venta de Energía	16
2.5	Evaluación económica	16
2.6	Cronograma de inversiones	17
2.7	Descripción del proyecto seleccionado	18
2.7.1	Suministro eléctrico al PSE	18
2.7.2	Pequeño Sistema Eléctrico - PSE	19
2.8	Observaciones y conclusiones	20
<b>CAPITULO III :</b>		
<b>DEFINICION DEL PROYECTO SELECCIONADO</b>		
3.1	Contexto del proyecto	22
3.1.1	Objetivo	22
3.1.2	Antecedentes	22
3.1.3	Alcances	22
3.1.4	Ubicación geográfica e infraestructura disponible	23
3.2	Prescripciones generales y criterios de diseño	23
3.2.1	Normas Aplicables	23
3.2.2	Trazo de ruta de las líneas primarias	23
3.2.3	Condiciones climáticas, orográficas y de contaminación	24
3.2.4	Diseño eléctrico	24
3.2.5	Diseño mecánico	25
3.3	Ingeniería del proyecto de las líneas y redes primarias	26
3.3.1	Descripción general	26
3.3.2	Equipamiento	26
3.4	Ingeniería del proyecto de las subestaciones y redes secundarias	29
3.4.1	Descripción general	29
3.4.2	Equipamiento de subestaciones	29
3.4.3	Equipamiento de redes secundarias	30

3.4.4	Equipamiento de conexiones domiciliarias	31
-------	--	----

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO Y MONTAJE**

#### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

4.1	Condiciones generales para el suministro	32
4.2	Postes y crucetas	34
4.3	Conductores eléctricos	35
4.4	Aisladores tipo pin, suspensión y carrete	38
4.5	Accesorios para aisladores tipo pin y suspensión	39
4.6	Pastoral, retenidas y ferretería	40
4.7	Transformadores de distribución	44
4.8	Equipo de protección y tableros	45
4.9	Alumbrado público	48
4.10	Puesta a tierra	50
4.11	Conexiones domiciliarias	50

#### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE**

4.12	Generalidades	53
4.13	Instalación de postes	53
4.14	Montaje de las retenidas	55
4.15	Puestas a tierra	55
4.16	Instalación de aisladores	56
4.17	Tendido del conductor	57
4.18	Montaje de las subestaciones	58
4.19	Equipos de alumbrado público	59
4.20	Acometidas domiciliarias	59
4.21	Pastorales	60
4.22	Pruebas	60
4.23	Recepción de obras	60

## **CAPITULO V**

### **METRADO Y PRESUPUESTO**

5.1	Metrado	62
-----	---------	----

5.2	Análisis de precios unitarios	62
5.3	Presupuesto base	63
5.4	Fórmula polinómica	63
5.5	Resultados	65
<b>CAPITULO VI</b>		
<b>CALCULOS JUSTIFICATIVOS</b>		
6.1	Distancias mínimas de seguridad	66
6.1.1	Premisas básicas	66
6.1.2	Alturas libres sobre el terreno	66
6.1.3	Distancias mínimas entre conductores	67
6.2	Flujo de carga en red primaria	68
6.2.1	Objetivo	68
6.2.2	Metodología	68
6.2.3	Resultados	70
6.3	Cálculos de caída de tensión de la red secundaria	70
6.3.1	Conceptos generales	70
6.3.2	Método de cálculo	71
6.4	Cálculos mecánicos de conductores	72
6.4.1	Generalidades	72
6.4.2	Metodología	72
6.5	Cálculos mecánicos de estructuras	73
6.5.1	Selección de la longitud del poste	74
6.5.2	Consideraciones de diseño	74
6.5.3	Ecuaciones de cálculo	74
6.5.4	Estructuras requeridas	76
6.6	Coordinación del aislamiento	76
6.6.1	Premisas básicas	76
6.6.2	Ecuaciones de cálculo	76
6.6.3	Resultados de la coordinación del aislamiento	77
<b>CONCLUSIONES</b>		79
<b>ANEXOS</b>		

<b>ANEXO A</b>	
<b>MERCADO ELECTRICO</b>	83
<b>ANEXO B :</b>	
<b>EVALUACION TECNICA</b>	90
<b>ANEXO C :</b>	
<b>EVALUACION ECONOMICA</b>	100
<b>ANEXO D</b>	
<b>CALCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS</b>	110
<b>ANEXO E :</b>	
<b>METRADO Y COSTO ESTIMADO</b>	145
<b>ANEXO F</b>	
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>	166
<b>ANEXO G :</b>	
<b>LAMINAS Y PLANOS TIPICOS</b>	176
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	192

## **PROLOGO**

El escenario actual de creciente desarrollo socio-económico deberá satisfacer las necesidades primordiales de la población, por lo que los escasos y condicionados recursos financieros de que se dispone, deben utilizarse en proyectos sólidamente sustentados en el pleno conocimiento de la problemática que involucra dichas necesidades y el objetivo análisis de alternativas de solución convenientes.

El propósito del presente trabajo, es de mostrar las consideraciones básicas a ser tomadas en cuenta para desarrollar el planeamiento eléctrico y estudio definitivo de electrificación del PSE Valle del Río Colca, tendientes a dotar de suministro continuo, confiable y económico a zonas básicamente rurales con criterios de buena regulación de tensión y minimización de pérdidas de energía,

Se espera demostrar que a partir de un análisis pleno de la realidad socio-económico de las 26 localidades rurales asentadas en el valle del río Colca, deban elaborarse los correspondientes estudios de planeamiento eléctrico y de ingeniería de detalle para las líneas primarias, el sub-sistema de distribución primaria, el sub-sistema de distribución secundaria y las conexiones domiciliarias, teniendo como premisas básicas la optimización del diseño sobre la base de utilizar sistemas trifásicos, sistemas monofásicos y el sistema de retorno por tierra (MRT) dependiendo de las características de la carga a servir.

Asimismo se hace uso de criterios de diseño empleados en la electrificación rural de países con amplia experiencia en la explotación de redes aéreas rurales, proponiéndose consideraciones básicas de análisis en función de datos de campo y aplicando fórmulas con algoritmos computacionales utilizados en la Ingeniería Eléctrica.

Los alcances de este documento consideran que la información a brindarse como consulta para posteriores trabajos de similar objetivo, permitirán analizar, plantear y evaluar alternativas concretas de electrificación en aquellas localidades que requieran

un suministro continuo y confiable, con el fin de revertir la situación de bajo desarrollo socio-económico en que se encuentran.

Las limitaciones del estudio señalan como rasgos principales, el hecho de que cualquier red a analizar sea del tipo aéreo, tenga un tiempo de operación próximo a su tiempo de vida, la carga atendida debe ser predominantemente de tipo doméstico, las inversiones a realizar sean mínimas y las innovaciones tecnológicas deban primar sobre lo convencional. Se considera además que las cargas especiales, como el caso de cargas mineras podrán ser atendidas mediante circuitos especiales a partir de la fuente de suministro seleccionada.

## **CAPITULO I MERCADO ELECTRICO**

### **1.1 Generalidades**

El estudio de mercado eléctrico tiene por objeto cuantificar los requerimientos de potencia y energía del Pequeño Sistema Eléctrico Valle del Río Colca para un servicio permanente durante un período de análisis de veinte años (1996 - 2015), así como definir y/o proyectar las fuentes de suministro eléctrico necesarias para satisfacer dicha demanda.

### **1.2 Identificación del área de proyecto**

#### **1.2.1 Area de influencia y población**

El área de influencia se ubica en el departamento de Arequipa, provincia de Caylloma entre latitudes sur 15°10' y 15°45' y longitudes oeste 71°20' y 72°10'.

Comprende los distritos de Cabanaconde, Tapay, Pinchollo, Maca, Lari, Madrigal, Achoma, Ichupampa, Yanque, Coporaque, Chivay, Camocota, Tuti, Callalli, Sibayo, Tisco, Choco, Caylloma y sus localidades rurales.

Chivay, capital de provincia de Caylloma, está a 150 km de Arequipa, y cuenta con acceso a los otros distritos. Todas las localidades se encuentran a una altitud promedio de 3500 msnm. Su temperatura promedio máxima y mínima es 30 y 0°C

El resultado de los Censos de Población de 1981 y 1993 para la zona del proyecto es de 32,791 y 31,384 habitantes respectivamente, obteniéndose una tasa intercensal de crecimiento para el período 1981 - 1993 de -0.36 %, que toma en cuenta la participación, tanto de la población rural como la urbana.

El resumen se muestra a continuación:

Cuadro N° 01

CENSO 1981			CENSO 1993			TASA INTERCENSAL		
Población (habitantes)			Población (habitantes)			en %		
Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total
19857	12934	32791	19779	11605	31384	-0.03	-0.9	-0.36

### **1.2.2 Actividades económicas**

Las principales actividades económicas en el área del proyecto son la agricultura y ganadería, que tienen baja producción, la cuál se destina principalmente al consumo local. Se cultiva principalmente maíz, cebada, papas, frijoles y otros vegetales.

Otra actividad económica con grandes posibilidades de desarrollo es el turismo, pues la zona se encuentra rodeada de excelentes paisajes naturales, como es el caso del famoso “Cañón del Colca” que promocionados a nivel nacional e internacional, requerirán de infraestructura básica para atender la creciente demanda turística, el mismo que se realiza durante todo el año.

La otra actividad importante es la minería, previéndose integrar aquella que se desarrolla actualmente en el distrito de Caylloma. Se cuenta asimismo con recursos probados y probables de cobre, plomo y zinc, que en caso de ser explotados van a requerir suministro continuo de energía.

## **1.3 Evaluación de la demanda**

### **1.3.1 Información básica**

Para la evaluación de la demanda eléctrica se contó con la información de los siguientes documentos:

Censos Nacionales de población y vivienda de 1981 y 1993 (INEI)

- Metodología Uniforme de Proyección de la Demanda Eléctrica utilizada por ElectroPerú y las Empresas Regionales.
- Información recopilada en el área del proyecto respecto a datos estadísticos de consumo de energía, máxima demanda, número de viviendas y abonados de las localidades con servicio eléctrico. Además información de las principales cargas existentes en los sectores comercial, pequeña industria, usos generales y especiales.

### **1.3.2 Metodología de cálculo**

La metodología empleada se basa en la Proyección de Consumo de Energía y de la Máxima Demanda, que para el caso de Pequeños y Medianos Centros Poblados involucra una relación funcional creciente entre el consumo anual de energía por abonado doméstico (kWh/abonado) y el número de abonados estimados para cada año; dicha relación considera que la expansión urbana a

consecuencia del crecimiento poblacional está íntimamente vinculada con el desarrollo de actividades productivas que conducen a mejorar los niveles de ingreso y por tanto, el aumento del consumo per cápita de energía eléctrica.

Las proyecciones se efectúan utilizando un programa computacional en el cual se considera un horizonte de planeamiento de 20 años.

La secuencia de los cálculos que efectúa el programa se indican a continuación:

### **1. Número de Habitantes, Número de Abonados Domésticos y Coeficiente de Electrificación**

- a) Se proyecta el número de habitantes de cada uno de los centros poblados, para un horizonte de 20 años, utilizando la tasa intercensal calculada sobre la base de los dos últimos Censos Nacionales de Población y Vivienda. La tasa de crecimiento promedio utilizada es de 2,5 %, que supera a la obtenida de los censos de los años 1981 y 1993, cuyo valor de – 0,36 % refleja los acontecimientos sociales de la década de los 80's. Para el horizonte de tiempo analizado, se prevee que las localidades tendrán condiciones de vida normales y la tendencia del crecimiento natural de la población será con la tasa escogida.
- b) Sobre la base de los resultados del último Censo Nacional de Población y Vivienda, se determina el número promedio de habitantes por familia (vivienda), y luego se calcula el número de viviendas para todo el horizonte de planeamiento.
- c) El número de abonados domésticos se obtiene multiplicando el número de viviendas (determinado en el punto b) por el coeficiente de electrificación (abonados/viviendas totales) cuya proyección anual de éste cumple las siguientes consideraciones:

El coeficiente de electrificación inicial para localidades con servicio tomará su valor real y para las localidades sin servicio se asumirá un valor teniendo en cuenta los porcentajes mínimos de futuros usuarios exigidos para el financiamiento de las redes de baja tensión.

El coeficiente de electrificación final es asumido de acuerdo a las características socioeconómicas observadas en el área del proyecto.

- d) El consumo de energía del Sector Doméstico se determina haciendo uso de

curvas de tipo :

$$Y = A * X^B$$

Donde:

- $Y$  : Consumo Unitario Doméstico (kWh/Abonado doméstico)
- $X$  : Número de Abonados Domésticos
- $A, B$  : Parámetros de la Ecuación que relaciona el consumo unitario de energía anual con el correspondiente número de abonados, las mismas que se determinan mediante análisis de regresión histórica.

## 2. Consumo comercial

El consumo del sector comercial, se determina a partir del consumo del Sector Doméstico, asumiendo un porcentaje del orden del 10% (estadística existente), para localidades con movimiento comercial para consumo interno.

## 3. Consumo por pequeñas industrias

Este consumo considera pequeños talleres de carpintería, mecánica, artesanía, etc. Se opta por tomar un valor porcentual del consumo del Sector Doméstico, el cual puede variar según experiencias previas, entre el 5% y el 10%, de acuerdo a la localidad que se esté analizando.

## 4. Consumo por usos generales

Este consumo se puede asumir como porcentaje dependiente del consumo del Sector Doméstico, el cual de acuerdo a estadísticas, es del orden del 10%.

## 5. Consumo por alumbrado público

El consumo por Alumbrado Público se determina considerando un consumo unitario por este concepto para cada familia; este consumo puede variar de acuerdo a registros estadísticos entre 60 y 120 kWh-año/familia, según la importancia de la localidad y el nivel de iluminación pública que se le atribuya.

## 6. Consumo por cargas especiales

En los casos en que se dispone de información suficiente, en primer término se determina un diagrama de carga resultante por todas las cargas especiales existentes, y de él se obtienen las horas de utilización respectivas, las cuales luego de ser afectadas por un factor de uso estacional de algunas cargas  $K$  menor o igual a la unidad, así como la repetición diaria del diagrama de carga

del día de máxima demanda del diagrama y por 365 días, obteniéndose como resultado el consumo neto de las cargas especiales durante el año.

#### **7. Consumo neto de la localidad (Energía Vendida)**

Es la sumatoria de los consumos de cada uno de los sectores antes descritos.

#### **8. Consumo bruto total (Energía Distribuida)**

Se obtiene de sumar el Consumo Neto, las pérdidas en la distribución las mismas que se estiman del orden de 8%-12% de la Energía Vendida.

#### **9. Máxima demanda neta**

La máxima demanda neta de potencia por localidad, se obtiene a partir de los consumos de los sectores: servicios y 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, se suman horariamente dichos diagramas, a los que se les adiciona el correspondiente a las cargas especiales, obteniéndose de esa manera la demanda neta.

#### **10. Máxima demanda bruta**

Es la que se obtiene al adicionar a la Demanda Neta las pérdidas de potencia en la distribución.

### **1.3.3 Proyección de demanda de potencia y consumo de energía**

El cuadro siguiente muestra el resumen de la proyección de la población, Máxima Demanda y Consumo Bruto de Energía del P.S.E. Valle del río Colca cuyo detalle, así como curvas correspondientes se presenta en los anexos N° 1.1 al 1.3 .

Cuadro N° 02

Año	Máxima demanda potencia (kW)					Consumo de energía (MWh-año)				
	1996	2000	2004	2010	2015	1996	2000	2004	2010	2015
ot PSE		3650	4150	4750	5390		13694	14783	16339	18078

### **1.4 Análisis de la oferta**

Las instalaciones de generación y transmisión existentes y proyectadas, a partir de los cuáles se puede tomar la energía para satisfacer la demanda del PSE Valle del Río Colca, son descritas a continuación, mostrándose otros detalles en el anexo N° 1.4 :

### 1.4.1 Centrales existentes

#### a. M.C.H. Chivay I - 200 kW :

Minicentral antigua cuyas características básicas son:

- Altura Neta : 136 m
- Caudal : 0.18 m<sup>3</sup>/sg
- Pot.efectiva : 200 kW

La Turbina es del tipo Pelton, 1200 RPM .El alternador marca Siemens año 1967, 270 kVA,  $\text{Cos } \phi = 0.8$ , 230 V y el transformador elevador de 250 kVA, 3 $\phi$ , conexión Yd11, relación de transformación 10/0.23 kV.

Asimismo se cuenta con un grupo electrógeno usado de 395 kVA de propiedad de Autodema, el cual ha sido entregado al concejo de Chivay para utilizarlo como fuente eléctrica de emergencia.

#### b. M.C.H. Chivay II - 90 kW :

Minicentral nueva cuyas principales características son:

- Altura Neta : 50 m
- Caudal : 0.34 m<sup>3</sup>/sg
- Pot.Nominal : 125 kW
- Pot.Efectiva : 90 kW

La Turbina es del tipo Michael Banki, 900 RPM .El alternador marca Web 3 $\phi$ , 175 kVA, 220/440/380 V,  $\text{Cos}\phi = 0.8$ , y el transformador elevador marca Elecsur de 150 kVA, 4.5%, conexión Dyn11, relación de transformación 10/0.22-0.38 kV.

#### c. C.T. Cabanaconde - 280 kW :

Cuenta con un grupo Caterpillar nuevo de 200 kW y un grupo Algesa antiguo de 100 kW, 1800 RPM, 220 V, 60 Hz que requiere ser repotenciado. Dentro del análisis de la oferta se considera que para el año 2013 la C.T. cumple su periodo de vida útil.

#### d. C.H. Siguas I - 1800 kW :

Considerada como alternativa a la generación térmica local a través de la línea en 33 kV C.H.Siguas I-Cabanaconde. Sus características son las siguientes :

- Altura Neta : 103.13 m

- Caudal : 1.0 m<sup>3</sup>/sg
- Pot.Nominal : 2 x 898 kW

Posee 2 turbinas Francis de eje horizontal, 900 RPM. Asimismo tiene 2 generadores de eje horizontal, potencia nominal 1200 kVA, 440V, 60 Hz y 2 transformadores trifásicos de potencia nominal 1250 kVA, enfriamiento por ventilación natural.

#### **1.4.2 Centrales en construcción**

##### **a. M.C.H. El Madrigal - 800 kW :**

Central que cuenta con estudio definitivo para una potencia de 800 kW. Asimismo el concejo distrital de El Madrigal viene revistiendo el canal de 4.9 km, y en convenio con el ayuntamiento español de Fuenlabrada, ha obtenido el financiamiento para la maquinaria electromecánica por un monto de US \$ 400,000.00.

Esta central permitirá cubrir parte de la demanda de energía fuera de punta del PSE, requiriéndose cubrir el déficit resultante, mediante una de las alternativas que se analizan más adelante.

Las características del proyecto replanteado son las siguientes :

- Turbina : Pelton
- Altura Neta : 409 m
- Caudal : 0.27 m<sup>3</sup>/sg
- Pot.Nominal : 2 x 400 kW

##### **b. M.C.H. Achoma - 264 kW :**

El concejo distrital de Achoma ha iniciado en forma parcial la construcción de la Minicentral, mediante el financiamiento de la institución estatal Pronamachs para el canal de conducción, faltando definir la fuente financiera para el resto del proyecto. Esta central sería complementaria a la de El Madrigal.

Las características técnicas son las siguientes :

- Turbina : Pelton, eje horizontal, dos ruedas, 1200 r.p.m.
- Altura Neta : 143.45 m
- Caudal : 0.23 m<sup>3</sup>/sg
- Potencia : 264 kW

### **1.4.3 Subestaciones, líneas y centrales proyectadas**

#### **a. S.E. Convencional 138/23 kV - 7 MVA :**

Subestación de transmisión en derivación "T", del tipo convencional, 138/23 kV - 7 MVA que podría ser ubicada bajo dos de las estructuras de la línea en 138 kV Tintaya - Socabaya, en las cercanías de la localidad de Callalli.

#### **b. S.E. de Acoplamiento Capacitivo SCC - 2 MVA :**

Subestación de transmisión del tipo acoplamiento capacitivo de 2 MVA, que podría ser ubicada en la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya a la altura de la localidad de Callalli. Se considera como alternativa de la S.E. convencional, para el caso de alimentar sólo a las cargas domésticas del PSE.

#### **c. Línea en 33 kV Siguas I - Cabanaconde :**

Línea en 33 kV, 82 km, C.H.Siguas I - Cabanaconde, que tomaría la energía de la C.H. Siguas I de 1800 kW. Comprende una subestación elevadora en Siguas I 23/34.5 kV, 2 MVA y una subestación reductora en Cabanaconde 33/23 kV, 2 MVA.

#### **d. C.T. Chivay 2 MW :**

Comprendería la construcción por etapas de una C.T. de 4x500 kW a ser ubicada en Chivay, en caso de optar por la generación local para cubrir el déficit de energía del PSE.

#### **e. C.H. Molloco - 310 MW :**

Comprende como I Etapa, la Central de Llatica con una potencia instalada de 200 MW, caída neta de 1378 m, caudal 16.40 m<sup>3</sup>/s, con 4 turbinas Pelton de 50 MW. Como II Etapa, estaría la Central Soro con potencia instalada de 110 MW, caída neta de 727 m, caudal de 16.40 m<sup>3</sup>/s, con 2 turbinas Pelton de 55 MW c/u. Ambas centrales cuentan con estudio de factibilidad, para operar de semi-base, estando previsto su posible ingreso al Sistema Interconectado Sur en los años 2002 y 2003.

Se prevé interconectarla con la S.E. Socabaya (Arequipa) en 220 kV, y de barras 23 kV de la central, se interconectarla mediante una línea de 7 km con Cabanaconde y luego con el resto del PSE Valle del Colca.

#### **f. C.H. Lluta - 280 MW :**

Central con una potencia instalada de 140, 70 y 70 MW en sus tres etapas,

caída neta de 750 m, caudal de 43 m<sup>3</sup>/s, con 4 turbinas Pelton de 70 MW c/u, cuenta con estudio de factibilidad, para operar de base, estando previsto que entre en servicio en el año 2001.

Se prevé su interconexión con la S.E. Socabaya (Arequipa) en 220 kV, y de barras de la central, a la tensión (23 ó 33 kV), podría alimentar al PSE del Colca, mediante la línea Lluta - Huambo - Cabanaconde de 55 km aproximados.

**g. C.H. Lluclla - 382 MW :**

De potencia instalada 382 MW, caída neta de 1019 m, caudal de 43.8 m<sup>3</sup>/s, con 6 turbinas Pelton, cuenta con estudio de factibilidad, para operar de semi-base, estando previsto que entre en servicio en el año 2003.

Su interconexión está prevista en 220 kV con la S.E. Socabaya (Arequipa), y de barras de la central, en 23 ó 33 kV podría alimentar al PSE Valle Colca, mediante la línea Lluclla - Huambo - Cabanaconde de 74 km.

**1.5 Balance oferta - demanda**

Los requerimientos actuales de energía del P.S.E. Valle del Colca son importantes a nivel de desarrollo social, pues la zona es catalogada como de alto nivel de pobreza, carente de recursos naturales para explotación a escala, acceso vial dificultoso y lejanía a los grandes centros de consumo de la región.

La estimación de demanda del P.S.E. prevé un incremento moderado de la carga para los próximos años, como resultado de la expansión de la frontera eléctrica y la integración de cargas dispersas.

La demanda estimada al año 2015 llega a 5390 kW y 18078 MWh-año, considerando una integración total de las localidades ubicadas en dicha zona, las cargas productivas actuales y futuras, como también el desarrollo potencial del turismo.

La generación hidráulica y térmica actual resulta insuficiente aún para cubrir parcialmente las cargas actuales y asimismo no permite conformar el PSE completo, pues habría más demanda que oferta, razón por la cuál se debe implementar por etapas el Pequeño Sistema Eléctrico.

En consecuencia, para superar la situación actual y la de corto plazo del PSE Valle del Colca, se considera como oferta fija la generación eléctrica suministrada

por las Minicentrales hidráulicas de El Madrigal - 800 kW, Achoma - 264 kW, Chivay I - 200 kW y Chivay II - 90 kW, las mismas que trabajarán de base.

Como alternativas para cubrir el déficit de la proyección de la demanda se considera las siguientes:

**Alternativa I** Generación térmica de 2000 kW en Chivay.

**Alternativa II** Subestación Callalli 138/23 kV - 7 MVA.

**Alternativa III** S.E. Callalli de Acoplamiento Capacitivo de 2 MVA.

**Alternativa IV** Línea en 33 kV C.H. Sigvas I-Cabanaconde de 82 km de longitud, 2 MVA.

Asimismo, otras alternativas en el largo plazo, son las Centrales Hidráulicas de Molloco, LLuta y Lluclla, que se encuentran en el ámbito de estudio de factibilidad, y que a la fecha requerida estén en proceso de construcción.

En el anexo N° 1.5 se puede apreciar con amplitud, los respectivos balances de oferta-demanda para cada alternativa planteada.

## **CAPITULO II EVALUACION TECNICO – ECONOMICA**

### **2.1 Aspectos generales**

En el presente capítulo se analizan las alternativas de electrificación del PSE Valle del Colca, las que evaluadas técnica y económicamente, permiten conformar dicho sistema eléctrico.

El proyecto tiene una fuerte repercusión social, ya que abarca a un vasto sector rural de Arequipa, y dicho planeamiento proyecta solucionar los requerimientos de energía para los próximos 20 años.

### **2.2 Criterios aplicados en la evaluación técnica**

Se analiza el sistema eléctrico mediante un programa de flujo de carga, que permite obtener el perfil de tensiones para condiciones de máxima y mínima carga, y las pérdidas de potencia y energía.

En el planeamiento del suministro eléctrico se ha introducido criterios técnicos que conllevan a sustituir generación térmica y a dotar en la mayoría de los casos con 24 horas de servicio, a fin de posibilitar el desarrollo productivo de las regiones.

El nivel de tensión más conveniente al proyecto, dada su longitud - 70 km, las características de las cargas a servir y los ramales de tipo rural que podrían electrificarse con líneas 1 $\phi$  convencionales y de retorno por tierra - MRT, será de 22.9/13.2 kV, estableciéndose como troncal 3 $\phi$  el tramo Callalli - Chivay - Cabanaconde.

Las líneas monofilares retorno por tierra - MRT, tienen amplia aplicación en Brasil, México, Australia, Nueva Zelanda, y en varios países de Latinoamérica. En el Perú se han construido líneas MRT en la localidad de Pira (Ancash), Yauyos (Jauja) y otras localidades del Valle del Mantaro. Estas líneas tienen un costo aproximado de 35 % a 50 % del costo de una línea trifásica y de 60% a 80% del costo de una línea monofásica bifilar, y un radio

de hasta 50 km.

### **2.3 Alternativas de electrificación**

El análisis de flujo de carga y pérdidas de potencia y energía se efectúa para las siguientes alternativas, cuyos detalles se describen a continuación:

Alt. I C.T. Chivay de 2 MW

Alt. II Subestación Callalli 138/23 kV, 7 MVA

Alt. III Subestación Callalli Acoplamiento Capacitivo 138/23 kV, 2 MVA

Alt. IV Línea en 33 kV C.H. Siguas I-Cabanaconde 82 km.

#### **2.3.1 Alternativa I :C.T. Chivay de 2 MW**

Comprende la instalación de una C.T. en Chivay de 2 MW, para cubrir el déficit de las MM.CC.HH. de El Madrigal, Achoma y Chivay I y II.

En los Anexos 2.1a y 2.1b se presenta el perfil de tensiones para máxima y mínima demanda, y las pérdidas de potencia y energía respectivamente.

Esta alternativa prevé la implementación de la C.T. de 4x500 kW en Chivay que operaría en horas de punta, con equipamiento por etapas.

#### **2.3.2 Alternativa II :S.E. Callalli 138/23 kV, 7 MVA**

En esta alternativa se implementa una S.E. 138/23 kV-7 MVA en Callalli, que permitirá suministrar el déficit de la generación hidráulica.

En los Anexos 2.2a y 2.2b se presenta el perfil de tensiones para máxima y mínima demanda, y las pérdidas de potencia y energía respectivamente.

#### **2.3.3 Alternativa III :SE Callalli Acoplamiento Capacitivo 138/23 kV, 2 MVA**

En esta alternativa se implementa una S.E. de acoplamiento capacitivo 138/23 kV, 2 MVA en Callalli, que permitirá suministrar el déficit de la generación en horas de punta, así como captar los excedentes de energía capacitivos a fin de entregarlos al Sistema Interconectado Sur Oeste. El flujo de carga para máxima y mínima demanda es similar al de la Alt II.

Se ha seleccionado el prototipo de mayor capacidad, el mismo que permite alimentar sólo a las cargas de uso doméstico, no siendo factible alimentar a la minería de Caylloma.

#### **2.3.4 Alternativa IV :Línea en 33 kV C.H.Siguas I-Cabanaconde**

Comprende la construcción de la línea en 33 kV, 82 km, C.H.Siguas I-Cabanaconde, para captar la energía de la C.H. Siguas I de 1800 kW. Tiene la

limitación que en horas de punta la C.H. se utilizaría exclusivamente para el Valle del Colca.

En los Anexos 2.3a y 2.3b se presenta el perfil de tensiones para máxima y mínima demanda, y las pérdidas de potencia y energía respectivamente. Similar al caso anterior, la generación y la línea no permiten transportar más de 1.8 MW.

## 2.4 Criterios para la estimación de costos

Los parámetros considerados para determinar el costo total de las alternativas se pueden desagregar en :

### 2.4.1 Inversiones

Los costos de inversión considerados para las diferentes alternativas son los siguientes:

Cuadro N° 03

1. Minicentrales Hidroeléctricas	
M.C.H. Chivay	Existente
M.C.H. Madrigal 800 kW	1'900,000 US\$
M.C.H. Achoma 264 kW	585,000 US\$
2. Centrales Térmicas (a 3500 msnm)	
Costos fijos	450 \$/kW
Costos variables	5.6 c\$/kWh
Overhall	Cada/12000 horas
3. Subestación Callalli 138/23 kV - 7 MVA	681,610 US\$
4. Línea 33 kV C.H. Siguas I-Cabanaconde, 82 km	900,830 US\$
5. 02 Subestaciones 23/33 kV, 2 MVA	151,640 US\$
6. S.E. Acoplamiento Capacitivo 138/23 kV, 2 MVA	1'500,000 US\$

Los costos de las líneas y redes de distribución se consideran como inversiones comunes en todas las alternativas.

### 2.4.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento están constituidos por los sueldos, salarios, materiales, repuestos y servicios de la etapa operativa para cada alternativa; se estima como porcentaje del costo directo:

Cuadro N° 04

Descripción	Porcentaje
Mini Centrales Hidroeléctricas	2.0 %
Centrales Térmicas	2.0 %
Línea 33 kV y Subestaciones 33/23 kV	2.0 %

Subestaciones 138/23 kV	2.0 %
Líneas y redes de distribución	2.5 %

### 2.4.3 Costos de compra y venta de energía

Los costos de energía y potencia del Sistema Interconectado Sur utilizados para determinar los precios finales de la energía en el área del proyecto son los siguientes:

Cuadro N° 05

	Energía (c\$/kWh)		Potencia (\$/kW-año)
	En punta	Fuera punta	
Barra en 138 kV de Tintaya	3.36	2.00	75.92
Barra en 138 kV de Callalli	3.53	2.10	87.75
Barra en MT predominantemente Hidráulico de sistema aislado	4.25	4.25	93.22

### 2.5 Evaluación económica

Se determinan los indicadores económicos correspondientes al Valor Actual Neto-VAN, Relación Beneficio/Costo-B/C, Tasa Interna de Retorno-TIR y costo final de la energía en c\$/kWh. En los Anexos 3.2a al 3.2d se presentan los resultados de la evaluación económica.

La inversión requerida para cubrir el déficit de energía (excluyendo las inversiones comunes), y el costo actualizado de la energía en c\$/kWh, para una tasa de descuento del 12 %, son los siguientes:

Cuadro N° 06

Alternativa	I	II	III	IV
Costo energía (c\$/kWh)	24.6	9.9	17.4	26.2
Venta energía (c\$/kWh)	15.1	7.4	15.1	15.1

En el cuadro anterior se observa que la alternativa II que tiene el menor costo de la energía es el de la S.E. Callalli, 138/23 kV, 7 MVA, por su baja inversión (US \$ 682,000.00), rápida ejecución (10 meses), y por su mayor capacidad que las otras alternativas, siendo la única que permite alimentar a la minería ubicada en Caylloma.

Si bien en la evaluación económica resulta un proyecto no rentable, se debe exclusivamente a que la tarifa aplicada no permite recuperar la inversión que

se efectúa en el pequeño sistema eléctrico (líneas y redes de distribución primaria y secundaria) y de las MM.CC.HH., por lo que en el caso que se consiga financiamiento del MEM para el PSE, así como no considerar la M.C.H. de Achoma, el proyecto tendría rentabilidad por ser el único que permite alimentar a la minería de Caylloma.

## 2.6 Cronograma de inversiones y de ejecución de obras

En los Anexos 3.1a, 3.1b y 3.1c se presentan los costos de las inversiones de las diversas etapas del PSE Valle del Río Colca, que incluye a las siguientes localidades:

- 1ra Etapa : Chivay, Yanque, Ichupampa, Lari, Madrigal, Cabanaconde, Maca, Achoma, Coporaque, Pinchollo.
- 2da Etapa : Tuti, Sibayo, Callalli, Tapay
- 3ra Etapa : Tisco, Choco, Llanca, Ucuchachas, Miña

Asimismo se presentan las inversiones siguientes (ver anexos 3.1d y 3.1e):

- S.E. Callalli 138/23 kV-7 MVA
- Línea 33 kV-82 km C.H. Siguas-Cabanaconde y SS.EE. 33/23 kV

En el Anexo 3.3 se presenta el Cronograma de Inversiones y de Ejecución de Obras de la electrificación del Valle del Río Colca, cuyo resumen se presenta a continuación:

Cuadro N° 07

Proyectos A Implem	Poblac (Hab)	Dem (kW)	Actual		Cronograma				
			Estado	Costo	Tot	1995	1996	1997	<2000
<b>1. Centrales hidroeléctricas</b>									
Chivay I			Exis	120		100	20		
Chivay II			Exis						
Madrigal			Const	1900	42	958	900		
Achoma			C/EF	585	13	287	285		
<b>2. Líneas y redes</b>									
1ra etapa	25398	2279	C/DE	2093	26	2067			
2da etapa	5084	406	C/EF	1093	8	307	20	759	
3ra etapa	3546	431	C/EF	328					328
<b>3. S.E. Callalli</b>									
			C/DE	682	17	665			
<b>TOTAL</b>	<b>35674</b>	<b>3116</b>		<b>6801</b>	<b>107</b>	<b>4383</b>	<b>1224</b>	<b>759</b>	<b>328</b>

Los costos están dados en miles de dólares. Las siglas del estado actual del

proyecto son: Exis(tente); Const(rucción); C/EF-ED(Con Estudio de Factib.-Definitivo)

En el cuadro anterior se observa que la población beneficiada llega a los 36,000 habitantes, la demanda máxima en el año 2015 a 5390 kW, la inversión en todo el período a US \$ 6'801,000.00, la inversión requerida en estudios en el presente año a US \$ 107,000.00.

En vista que en el presente año se tendrían los estudios definitivos del PSE Valle del Colca, de la C.H. El Madrigal, y de la S.E. Callalli 138/23 kV, la construcción se efectuaría en los años 1996-97, año en el que se pondría en funcionamiento la primera etapa.

## **2.7 Descripción del proyecto seleccionado**

### **2.7.1 Suministro eléctrico al PSE**

#### **a. Centrales Hidroeléctricas**

Como fuentes de generación para satisfacer la demanda del PSE del Valle del Colca se considera las siguientes:

- M.C.H. Chivay I y II de 200 y 90 kW existentes.
- M.C.H. El Madrigal de 800 kW proyectada. Cuenta con canal de conducción de 4.9 km y financiamiento español de US \$ 400,000.00 para la maquinaria. Actualmente se cuenta con el estudio definitivo y el MEM lo considera prioritario en vista que existe compromiso extranjero para la maquinaria y la población aporta mano de obra en la construcción del canal.
- M.C.H. Achoma de 264 kW proyectada. El concejo distrital de Achoma viene construyendo el canal con fondos de Pronamachs. Se requiere financiamiento del MEM para continuar con el resto de las obras civiles y electromecánicas, así como con un estudio definitivo confiable que garantice que el proyecto es conveniente. Este proyecto no es prioritario, en vista que aparte de las MM.CC.HH. Chivay y El Madrigal, se requerirá de un proyecto complementario, habiéndose previsto la S.E. Callalli, 7 MVA.

#### **b. S.E. 138/23 kV - 7 MVA Callalli**

El proyecto seleccionado para cubrir el déficit del PSE Valle del Colca es la S.E. 138/23 kV-7 MVA de Callalli, conectada a la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya, que se podría implementar conjuntamente con el PSE con una

inversión estimada de US \$ 682,000.00. Esta S.E. evitaría implementar una C.T. en Chivay de 2 MW, así como invertir en la M.C.H. Achoma.

La S.E. permitiría atender a la carga minera de Caylloma de 2 MW.

Para ello se requiere coordinar con Etesur la implementación de la S.E., debiéndose prever una estructura en Callalli, punto de derivación de la línea 138 kV Tintaya-Socabaya, así como gestionar ante el Ministerio de Energía y Minas el financiamiento correspondiente.

## **2.7.2 Pequeño Sistema Eléctrico - PSE**

### **a. Líneas y Redes Primarias**

Las líneas y redes primarias serán trifásicas, 22.9/13.2 kV para electrificar los distritos principales que se ubican en el valle, y preparado para derivar líneas monofásicas retorno por tierra - MRT en 13.2 kV a las localidades rurales que se extienden en un radio de 50 km. Ello permitirá electrificar a costos bajos dichas localidades, considerando que los costos de líneas MRT están a unos 2,500 \$/km.

Los materiales principales que conforman las líneas y redes primarias son los siguientes:

- Poste de madera tratada de eucalipto de 12 m, clase 5-6 y grupos C-D.
- Conductores de aleación de aluminio de 85 mm<sup>2</sup> para la troncal de la línea y 35 mm<sup>2</sup> para las derivaciones, redes primarias y el neutro.
- Aisladores tipo pin ANSI 56-2, tipo campana ANSI 52-3 y carrete 53-2 para el conductor neutro.
- Ferretería de fierro galvanizado.
- Puesta a tierra cada 500 m en la línea así como en las estructuras de anclaje, seccionamiento y las subestaciones.
- Retenidas con cable de FoGo trenzado de 3/8"φ.

### **b. Subestaciones de Distribución**

- SS.EE. 3φ 22.9/4-.23 kV conformadas por banco de 3 transformadores 1φ.
- SS.EE. 1φ conformadas por un transformador 1φ 13.2/46-.23 kV
- Estructura monoposte, madera tratada de eucalipto 12 m, Clase-5, G-C.
- Pararrayos tipo distribución, 21 kV, 10 kA, 3500 msnm.
- Seccionadores fusibles tipo cut-out, 27 kV, 100 A, 150 kV-BIL.

- Transformadores 1 $\phi$  13.2 $\pm$ 2x2.5%/ .46-.23 kV, conmutable de .46 a .23 kV.
- Tablero de distribución configurado con interruptores termomagnéticos. Para el control de A.P. se tendrá un contactor, célula fotoeléctrica y contador de energía.
- Puesta a tierra común para la red primaria y secundaria: varilla de copperweld de 2.4 m, 5/8"  $\phi$ .

### c. Redes Secundarias

Las redes secundarias del PSE Valle del Colca será 380/220 V y 440/220 V, conformada por cinco (cuatro) conductores, y un vano básico de 40 m.

- Postes de CAC 7/200 kg y 7/300 kg.
- Conductores de 16, 10 y 6 mm<sup>2</sup> de cobre forrado CPI (WP), temple duro
- Aisladores tipo carrete ANSI 53-1.
- Ferretería de fierro galvanizado.
- Puesta a tierra cada 150 m en las redes, conformada por conductor de bajada de 10 mm<sup>2</sup> Cu sólido duro, y varilla de Copperweld 5/8  $\phi$ , 2.4 m enterrado en poza con tierra de cultivo, sal y carbón.
- Retenidas conformadas por un cable de FoGo trenzado de 3/8"  $\phi$ .
- Pastorales Sucre C y fierro galvanizado.

## 2.8 Observaciones y conclusiones

La proyección de la demanda de potencia y energía del Pequeño Sistema Eléctrico PSE Valle del Río Colca es el siguiente:

Cuadro N° 08

Casos considerados		Año de proyección				
		1996	2000	2004	2010	2015
Potencia (kW)	Sin mina		1486	1962	2519	3116
	Con mina		3581	4150	4750	5390
Energía (MWh-año)	Sin mina		2824	3860	5322	6966
	Con mina		13694	14783	16339	18078

Las localidades a electrificarse se han clasificado por etapas, estando previsto que en el año 1996 deberá electrificarse las localidades indicadas en la primera etapa:

- 1ra Etapa Chivay, Yanque, Ichupampa, Lari, Madrigal, Cabanaconde, Maca, Achoma, Coporaque, Pinchollo.

2da Etapa Tuti, Sibayo, Callalli, Tapay (Se tendría que implementar conjuntamente con la S.E. 138/23 kV de Callalli).

- 3ra Etapa Tisco, Choco, Llanca, Ucuchachas, Miña, Huambo, Chinini

Para cubrir la demanda de potencia, en 1ra. etapa deberán entrar las MCH de Chivay I y II de 200 y 90 kW respectivamente.

Adicionalmente se tiene previsto construir la M.C.H. El Madrigal de 800 kW, que tiene un avance en cuánto a la construcción del canal de conducción y financiamiento de maquinaria electromecánica por el ayuntamiento español de Fuenlabrada. Por otro lado la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas - DEP - MEM está destinando una partida para la culminación del proyecto.

Para cubrir el déficit de generación se ha analizado la implementación de una CT de 4 x 500 kW en Chivay, una SE en Callalli 138/23 kV-7 MVA, una SE en Callalli de acoplamiento capacitivo de 2 MVA, y una línea en 33 kV-82 C.H. Sigwas-Cabanaconde, habiendo salido el proyecto más conveniente la construcción de la SE Callalli que se conectaría a la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya, por ser el proyecto de menor inversión inicial, menor costo de la energía, tiene mayor capacidad (7 MVA versus 2 MVA de las otras alternativas), lo cual permite alimentar a la minería de Caylloma.

Para la alternativa de reforzamiento térmico se podría contar con los GT de Mollendo y La Curva que quedarán fuera de servicio luego que se ponga en servicio la línea en 138 kV Cerro Verde-Mollendo.

Asimismo se cuenta con el estudio definitivo de la 1ra. etapa del PSE, entregado por SEAL a la DEP-MEM para su financiamiento y ejecución.

La población beneficiada con la electrificación llega a los 38,287 habitantes, la demanda máxima en el año 2015 a 5390 kW, la inversión en todo el período a US \$ 6'801,000.00.

Para satisfacer la demanda del PSE Valle del Colca en el año 1997, se deberá contar con el financiamiento de la CH El Madrigal y de la SE Callalli 138/23 kV, los mismos que se deberán implementar el próximo año.

## **CAPITULO III**

### **DEFINICION DEL PROYECTO SELECCIONADO**

#### **3.1 Contexto del proyecto**

##### **3.1.1 Objetivo**

Describir en forma clara y detallada, las características técnicas de diseño requeridas para la conformación del Pequeño Sistema Eléctrico Valle del Río Colca I Etapa, a partir de la alternativa de electrificación rural más conveniente seleccionada en el capítulo anterior.

##### **3.1.2 Antecedentes**

El Valle del Colca, conformado por 26 localidades, es una de las regiones con mayor turismo nacional e internacional de Arequipa y del país, contando sólo Chivay y Cabanaconde con servicio eléctrico, estando las otras localidades a oscuras.

El concejo distrital de El Madrigal viene construyendo el canal para la C.H. del mismo nombre de 800 kW, teniendo financiamiento del ayuntamiento español de Fuenlabrada para la maquinaria electromecánica.

El Ministerio de Energía y Minas viene financiando proyectos eléctricos de interés social, dentro de los que se encuadra el Valle del Colca, requiriéndose los estudios definitivos del PSE-I Etapa y de la C.H. de El Madrigal.

##### **3.1.3 Alcances**

Las instalaciones requeridas del proyecto comprenden lo siguiente:

- Línea 3 $\phi$  en 22.9/13.2 kV Chivay – Yanque – Ichupampa – Lari – Madrigal – Pinchollo - Cabanaconde de 46.9 km.
- Subestación Elevadora 10/22.9-13.2 kV, 800 kVA que será instalada en la M.C.H. Chivay I (Antigua).
- Derivaciones 3 $\phi$  en 22.9/13.2 kV a Coporaque (2.3 km), Achoma (2 km) y Maca (2.2 km).
- Redes de distribución Primarias y Secundarias de Chivay, Coporaque, Yanque,

Ichupampa, Achoma, Lari, Maca, Madrigal, Pinchollo y Cabanaconde.

### **3.1.4 Ubicación geográfica e infraestructura disponible**

El área del Proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa, limitado por las siguientes coordenadas geográficas: 15° 15' a 15° 40' de Latitud Sur y 71° 25' a 72° 10' de Longitud Oeste.

Chivay, la capital de la provincia de Caylloma, está a 150 km de Arequipa. Los accesos locales en la zona del proyecto, están constituidos por la carretera carrozable Chivay-Cabanaconde y Chivay-Callalli, así como los caminos rurales existentes entre las localidades y dentro de ellas.

Para operar las instalaciones del proyecto se cuenta con los servicios limitados tanto en los pueblos de Chivay y Cabanaconde; tales como abastecimiento de agua y alcantarillado, además de energía eléctrica en forma restringida.

## **3.2 Prescripciones generales y criterios de diseño**

### **3.2.1 Normas aplicables**

Los criterios empleados en el diseño de las redes eléctricas en el ámbito de media y baja tensión, se rigen por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad Tomo IV, Normas ITINTEC, Normas DGE, Disposiciones de la Ley de Concesiones Eléctricas, las mismas a que se sujeta el desarrollo de la ingeniería del Proyecto. También se hace uso de normas y experiencias prácticas de electrificación rural de los EE.UU.AA. y de Brasil.

### **3.2.2 Trazo de ruta de las líneas primarias**

La ruta de la línea fue seleccionada sobre la base del análisis de las cartas geográficas a escala 1:25,000 y el reconocimiento de campo en la zona del proyecto, con los siguientes criterios:

- Desarrollo de la ruta en forma adyacente a la carretera Chivay-Cabanaconde, aprovechando los accesos existentes, tales como caminos y trochas comunales evitando interferir con centros poblados y/o áreas de cultivo.
- Escoger una poligonal con el menor número de ángulos, evitando los fuertes grados de desvío.
- Evitar el paso por terrenos anegables y en caso de atravesar zonas geológicas no estables, ubicar vértices en áreas rocosas.

### **3.2.3 Condiciones climáticas, orográficas y de contaminación**

El clima de la zona es variado y en general presenta características extremas de frío en épocas invernales. Normalmente, las precipitaciones pluviales son intensas, registrándose moderadas descargas atmosféricas.

Las temperaturas ambientales determinadas como límites a lo largo del área de proyecto van desde los 0 °C hasta los 30 °C, con un valor promedio de 14 °C. La velocidad máxima del viento no supera en promedio los 21 m/seg.

Las áreas que atravesará la línea primaria están conformado básicamente por una zona ligeramente accidentada, con regular vegetación y con una altitud que comprende los 3200 a 3700 m.s.n.m.

La atmósfera de la zona del proyecto es desde el punto de vista de la corrosión, limpia y las lluvias hacen innecesario el lavado de los aisladores de los equipos.

### **3.2.4 Diseño eléctrico**

Se ha tenido en cuenta para el diseño eléctrico, las distancias mínimas de seguridad que dispone el Código Nacional de Electricidad para el área rural.

El diseño de la línea primaria en 22.9/13.2 kV se ha efectuado con un programa de flujo de carga que determina los perfiles de tensiones, y las pérdidas de potencia y energía. En dicho cálculo se han incluido todas las localidades del P.S.E. Valle del Río Colca I Etapa con su demanda proyectada al año 2015.

El diseño de la red secundaria 380/220 V para las localidades se ha efectuado con un programa de caída de tensión que determina la sección adecuada de los conductores de manera que se obtenga niveles permitidos de tensión y pérdidas de energía en dichas redes.

La demanda máxima para el diseño de las redes secundarias de cada una de las localidades se ha determinado con una calificación eléctrica de 800 W/lote y 600 W/lote con factor de simultaneidad de 0.5; para el alumbrado público con lámparas de 70 W y 150 W, y en el caso de las cargas especiales con su potencia contratada. El A.P. y las cargas especiales trabajarán con un factor de simultaneidad de 1.0.

El resumen de las cargas se presenta a continuación:

Cuadro N° 09

Localidad	Lotes Exist	C. Esp	Servicio particular			Alumb publ.		Perdida (kW)	TOTAL (kW)
			Dom (kW)	C.E. (kW)	Total (kW)	Num Lamp	Total (kW)		
Chivay	771	33	308.4	43.0	351.4	342	31.1	12.5	395.0
Coporaque	310	2	93.0	13.0	106.0	97	6.8	3.6	116.4
Yanque	413	8	123.9	9.0	132.9	118	9.0	4.6	146.5
Ichupampa	298	6	89.4	8.5	97.9	101	7.7	2.8	108.4
Achoma	444	5	133.4	13.5	146.9	109	9.8	5.2	161.9
Maca	359	4	107.8	8.0	115.8	103	7.9	3.5	127.2
Lari	341	4	102.3	7.0	109.3	151	11.5	4.2	125.0
Madrigal	526	8	157.8	13.5	171.3	116	8.6	5.7	185.6
Pinchollo	265	2	79.5	3.0	82.5	67	5.0	2.9	90.4
abanaconde	807	15	242.1	22.0	264.1	32	16.6	8.8	289.5
Total	4534	87	1437.6	140.5	1578.1	1236	114	53.7	1745.8

### 3.2.5 Diseño mecánico

#### a. Cálculo mecánico de conductores

Para el cálculo mecánico de conductores se ha considerado las siguientes hipótesis de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona del proyecto, las que se muestran a continuación:

Cuadro N° 10

Hipótesis I (Templado)	
Temperatura	14 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>
Tiro horizontal	17 % esf. Rotura (L.P. y R.P.)
Hipótesis II (Máximo esfuerzo)	
Temperatura	5 °C
Presión de viento	24 kg/m <sup>2</sup> (75 km/h)
Tiro horizontal máximo	40 % esf. De rotura
Hipótesis III (Flecha Máxima)	
Temperatura	40 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>

#### b. Cálculo mecánico de estructuras

Cada tipo de estructura típica ha sido diseñado en función de los vanos característicos siguientes: vano máximo, vano viento y vano gravante.

El factor de seguridad, es decir la relación entre el esfuerzo límite de la estructura y el esfuerzo máximo calculado para la condición de carga más desfavorable, no será menor que 3.0 para cargas normales y 2.5 para cargas

excepcionales.

Las cargas de diseño de estructura, en condiciones normales serán aquellas en la que la estructura estará sujeta a la acción simultánea de cargas verticales y cargas transversales horizontales.

En condiciones de carga excepcional se admitirá que la estructura estará sujeta, además de las cargas normales, a una fuerza horizontal correspondiente a la rotura de un conductor.

### **3.3 Ingeniería del proyecto de las líneas y redes primarias**

#### **3.3.1 Descripción general**

La línea primaria troncal será trifásica con tensión nominal en 22.9/13.2 kV. Partirá de Chivay y seguirá por las localidades de Yanque, Ichupampa, Lari, hasta la salida de la mCH Madrigal - 800 kW (proyectada) de donde continuará hacia Pinchollo y luego a Cabanaconde con long. total de 46.9 km.

Las derivaciones serán 3 $\phi$ , en 22.9/13.2 kV, a Coporaque (2.3 km), luego hacia Achoma (2 km) y finalmente a Maca (2.2 km).

Las redes de distribución primaria de todas las localidades serán con nivel de tensión en 22.9/13.2 kV, trifásicos, vano promedio de 80 m.

Asimismo se instalará una Subestación elevadora de 10/22.9-13.2 kV, 800 kVA en la MCH Chivay Antigua la cual se ubicará en la parte externa de la Central como se indica en los planos respectivos siendo el punto de inicio de la línea en 22.9/13.2 kV Chivay-Cabanaconde. Las instalaciones proyectadas de la subestación permiten el enlace con las minicentrales Chivay nueva y Chivay antigua en el nivel de tensión de 10 kV.

#### **3.3.2 Equipamiento**

Los materiales que conforman la línea y redes primarias son los siguientes:

##### **a. Conductor**

En la evaluación del conductor, se han considerado las condiciones ambientales de la zona, la capacidad de corriente por límite térmico, la regulación de tensión y la normalización de materiales.

Asimismo los parámetros para el diseño mecánico de la línea se han especificado de acuerdo con las normas y regulaciones vigentes en el país, debiendo cumplir para la máxima tensión de trabajo con un factor de seguridad

igual a 2.5 y un valor del 17 % en condiciones de templado.

Como resultado del análisis efectuado se tiene que el conductor de aleación de aluminio es el más conveniente desde el punto de vista técnico-económico y cumple con todas las restricciones de diseño de la línea.

Los conductores seleccionados son de 85 mm<sup>2</sup> para la troncal de la línea y 35 mm<sup>2</sup> para las derivaciones, redes primarias y el neutro.

#### **b. Aislamiento**

La zona del proyecto es una región de clima moderado, que en general presenta características particulares de calor, frío y de precipitaciones. Así tenemos temperaturas medias anuales que varían de 12 °C a 16 °C y lluvias frecuentes en los meses de diciembre a marzo.

Para el diseño del aislamiento, se han identificado el grado de contaminación de la línea, sobre la base de recomendaciones de normas internacionales, datos climatológicos, visitas a la zona y experiencias en la explotación de líneas similares, estableciéndose una relación entre línea de fuga y tensión de servicio de 1.9 cm/kV.

Por las razones indicadas anteriormente se adopta el tipo normal de aisladores de suspensión clase ANSI 52-3, determinándose la cantidad de 2 unidades a utilizar por efectos del grado de contaminación existente en el área del proyecto. Así mismo se ha seleccionado el uso de aisladores tipo espiga o Pin clase ANSI 56-2, y los aisladores tipo carrete clase ANSI 53-2 para el conductor neutro.

#### **c. Estructuras de soporte**

Debido a la configuración y características del terreno, los accesos y facilidades para el transporte, montaje y mantenimiento, así como prioritarias consideraciones económicas, se adoptó para la totalidad de la línea, estructuras de madera tratada de eucalipto de 12 m, clases 5 y 6, grupos C y D, con esfuerzos máximos a la rotura por flexión de 860 kg y 680 kg respectivamente. En el caso de la red primaria dentro de las localidades, se seleccionó postes de concreto armado centrifugado de 12 m/200 kg y 12 m/400 kg.

Considerando el trazo de ruta de la línea y la ubicación al interior de las localidades, se utilizarán distintos tipos de estructuras para alineamiento,

ángulo, vanos especiales y anclajes, de acuerdo a los cálculos justificativos y el perfil topográfico.

Los tipos de estructuras, a excepción de las de alineamiento, estarán provistas de retenidas para asumir los esfuerzos longitudinales normales y excepcionales originados en las diferentes secciones de línea y red primaria.

#### **d. Puestas a tierra**

Cada 500 m o cada 2 estructuras en la línea (según norma MEM/DEP), así como en los puntos de seccionamiento, se ubicarán puestas a tierra de modo que se consiga de acuerdo a normas (DGE 009) una resistencia en el neutro de la línea de 10 ohm, medido con todas las tierras conectadas al neutro.

Se ha adoptado la configuración típica de jabalina de puesta a tierra, de acuerdo a los valores de resistividad del terreno, utilizándose el conductor desnudo de cobre, de sección 10 mm<sup>2</sup> y la varilla Copperweld de 2.40 m x 11 mm  $\phi$ , enterrado en un pozo con tierra de cultivo, sal y carbón.

La conexión de puesta a tierra se realizará en los puntos de sujeción de la cadena de aisladores en las crucetas o postes de madera.

#### **e. Cimentaciones**

Para las estructuras de madera de la línea, se considera una cimentación compuesta por una capa de ripio y capas sucesivas de arena y piedra, las cuáles son apisonadas neumáticamente. En el caso de los postes de concreto, se cimentarán mediante un bloque de concreto con resistencia a la compresión de  $F'_c=100$  kg/cm<sup>2</sup>. Mayores referencias se dan en las especificaciones técnicas de montaje.

Los métodos de cálculo de cimentaciones aplicados permitirán determinar las dimensiones del volumen de terreno a excavar, aprovechando las reacciones mecánicas propias del mismo.

Con el objeto de utilizar un adecuado tipo de cimentación deberán efectuarse inspecciones visuales y pruebas sencillas de resistencia mecánica del terreno.

Los factores de seguridad a tenerse en cuenta serán:

En condiciones normales	2.0
En condiciones excepcionales	1.5

## **f. Accesorios**

Los elementos a ser utilizados para la fijación de los aisladores a las estructuras y al conductor, los accesorios de las estructuras, del conductor, de las retenidas y del sistema de puesta a tierra, serán de un diseño apropiado a su función mecánica y eléctrica y adecuados a las condiciones de servicio de la línea.

### **3.4 Ingeniería del proyecto de las subestaciones y redes secundarias**

#### **3.4.1 Descripción general**

A partir de las líneas y redes primarias conformadas anteriormente, se enlazarán las subestaciones y redes secundarias en cada localidad, de manera que se consiga una instalación completa para satisfacer los requerimientos de energía de las localidades que integran el P.S.E.

#### **3.4.2 Equipamiento de subestaciones**

Las subestaciones de distribución serán implementadas en cada una de las localidades, dependiendo de la carga a servir actual y futura, la mejor utilización de los equipos y la ubicación física en el centro de carga de la localidad. El equipamiento de las subestaciones será el siguiente:

##### **a. Estructura de soporte**

Serán adecuados para soportar una unidad trifásica de transformador, empleando un armado típico monoposte u otro similar a una estructura biposte de concreto.

Los materiales empleados serán adecuados a la función mecánica del equipo que se instala; los postes serán de concreto armado de 12m/400kg; las crucetas y travesaños serán de características similares a las indicadas para las líneas y redes primarias; finalmente la ferretería a utilizar también cumplirá con las prescripciones establecidas para los armados de la línea.

##### **b. Transformador de distribución**

En vista de las características de la carga a alimentar, la normalización de materiales, el uso eficiente y adecuado de equipos, las facilidades técnicas de mantenimiento y operación del sistema, y los costos económicos de inversión, operación y pérdidas asociados a los transformadores de distribución, se ha seleccionado unidades trifásicas, de relación de transformación

22.9±2x2.5%/0.40-0.23 kV, y potencias normalizadas de 50, 75 y 100 kVA.

### **c. Equipo de protección y control**

Las características operativas del sistema y las condiciones ambientales de la zona, requieren de una selección particular de los componentes del sistema de protección y control de las subestaciones.

Las maniobras de apertura y cierre, control de fallas y limitación de condiciones anormales de operación, se hará a través de Seccionadores fusibles tipo cut-out, 27 kV, 100 A, 150 kV-BIL en el lado primario y con interruptores termomagnéticos unipolares de 380 V, 18 y 6 kA de capacidad de cortocircuito en el lado secundario.

Del mismo modo, el control de posibles descargas atmosféricas sobre el equipamiento de la subestación, se efectuará con el uso de Pararrayos tipo distribución, 21 kV, 5 kA, 3500 m.s.n.m., evacuando y dispersando dicha energía destructiva en los terrenos circundantes a la subestación, a través de una puesta a tierra similar a la descrita para los puntos de seccionamiento de la línea primaria.

Los equipos de control, maniobra y protección del lado de baja tensión, se instalarán en un Tablero de distribución compuesto de un interruptor general, interruptor por cada circuito de servicio particular y para el alumbrado público. Adicionalmente se tendrá un contactor, célula fotoeléctrica y contador de energía para el control del alumbrado público. Dichos equipos estarán albergados dentro de un tablero metálico adosado al poste mediante dos abrazaderas.

### **3.4.3 Equipamiento de redes secundarias**

Las redes de distribución secundarias serán 380/220 V para todas las localidades conformado por 5 conductores, vano básico de 40 m. Los materiales utilizados son los siguientes

- Postes de concreto armado 7 m/200 kg y 7 m/300 kg
- Conductor de cobre forrado, temple duro de 6, 10, 16 y 25 mm<sup>2</sup>.
- Aislador tipo carrete ANSI 53-1
- Ferretería de fierro galvanizado
- Puesta a tierra cada 120 m en las redes, conformado por conductor de bajada

de 10 mm<sup>2</sup> de Cu desnudo de temple blando, varilla de Copperweld de 2.4 m, 5/8"φ, enterrado en un pozo con tierra de cultivo, sal y carbón.

- Retenidas con cable de FoGo trenzado 3/8"φ.
- Pastorales de concreto sucre C simple, recortado y doble.
- Pastorales de FoGo simple 1.2 m, 1"φ y recortado 0.5 m, 1"φ.
- Lámparas de sodio de 70 W, alojadas en sus respectivas luminarias.

#### **3.4.4 Equipamiento de conexiones domiciliarias**

En todas las localidades, las conexiones domiciliarias para suministros domésticos serán monofásicas en 220 V y para casos especiales de cargas trifásicas la conexión será en 380 V, equipándose con el siguiente material:

- Conductor de cobre tipo concéntrico de 2 x 12 AWG (2 x 4 mm<sup>2</sup>) llegando hasta la caja metálica portamedidor.
- Caja portamedidor de Fo Go, que incluye portafusible y fusibles tipo "C".
- Contador de energía 1φ, 230 V, 15-40 A, para cargas monofásicas y medidor 3φ, 380/220 V, 50 A, para cargas especiales.
- Material accesorio menor, según especificaciones técnicas.

## **CAPITULO IV**

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO Y MONTAJE**

#### **PARTE A :ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO**

##### **4.1 Condiciones generales para el suministro**

##### **4.1.1 Generalidades y alcances del suministro**

Las presentes especificaciones fijan las normas generales a las que deben sujetarse el diseño y fabricación de los materiales y equipos electromecánicos que se suministrarán en el marco del Proyecto.

El suministro incluye el diseño, fabricación, pruebas y embalaje para transporte hasta la zona del Proyecto, del equipo y materiales descritos en las presentes especificaciones.

##### **4.1.2 Inspecciones y pruebas**

El Contratista coordinará con los fabricantes o proveedores a fin de dar toda la información necesaria que garantice los materiales suministrados. En adelante, las obligaciones del Contratista y sus proveedores son las mismas frente al Propietario.

El Contratista notificará al Propietario con suficiente anticipación la fecha en que se realizarán las inspecciones y/o pruebas de aceptación de los equipos y materiales a fin que designe su representante.

El Propietario se reserva el derecho de rechazar o solicitar cambio para todo aquel equipo que no cumpla con las normas o con lo estipulado en la oferta.

##### **4.1.3 Galvanizado de los materiales**

Para el material constituido por partes metálicas ferrosas y equipo de acero galvanizado se exigirá:

- Garantizar que el proceso de galvanizado no introduzca esfuerzos inapropiados o modifique la resistencia mecánica del equipo y materiales.
- Todo trabajo en el equipo o material que signifique un cambio en su concepción o forma deberá ser realizado antes del proceso de galvanizado.

- La calidad o grado del Zinc empleado para galvanización de herrajes y tornillería deberá ser cualquiera de los especificados en la Norma ASTM B6.
- El espesor mínimo de la capa de zinc depositado en el material o equipo deberá ser el especificado a continuación en  $\text{gr/m}^2$ .

	Masa promedio ( $\text{gr/m}^2$ )	Masa individual ( $\text{gr/m}^2$ )	Norma
Herrajes en general	610	550	ASTM 23-78
Fundición de hierro	500	450	ISO 1461-973
Tornillería	380	305	ASTM 153-3

- En general se tendrá de referencia como normas aplicables según sea el caso las siguientes:

ASTM-A 93	Para productos de lámina.
ASTM-A 116	Para malla de alambre y productos similares.
ASTM-A 120	Para productos tubulares de acero.
ASTM-A 123	Para formas y perfiles de acero rolado, prensado o forjado.
ASTM-A 153	Para herrajes de fierro, acero y tornillería.
ASTM-A 386	Para productos de acero soldados o armados.
ASTM-A 143	Para productos de acero estructural en general.
ASTM-A 384	Para productos de acero soldado o armado.
ASTM-A 385	Para productos soldados o armados.

- Los criterios de evaluación del galvanizado estarán regido bajo las siguientes condiciones:

- Masa individual mínima :90% de la masa promedio especificada.
- Espesor individual mínimo: 60% del espesor promedio especificado.

- Las pruebas de determinación de la masa del recubrimiento se hará por cualquiera de las siguientes formas:

- Prueba por disolución química, según Norma ISO-1460
- Prueba por pesado directo durante la fabricación (Norma ASTM A-90).

- En la medida directa de espesor con instrumento tipo ELCOMETER, para superficies de recubrimientos ( $\text{gr/m}^2$ ) y espesores ( $\mu\text{m}$ ) se dan los siguientes puntos para inferencia de nuevos valores.

<u>Peso promedio de recubrimiento</u>		<u>Espesor promedio de recubrimiento</u>	
335	$\text{gr/m}^2$	47	micras ( $\mu\text{m}$ )
428	$\text{gr/m}^2$	61	micras ( $\mu\text{m}$ )
486	$\text{gr/m}^2$	69	micras ( $\mu\text{m}$ )

529	gr/m <sup>2</sup>	75	micras (um)
560	gr/m <sup>2</sup>	79	micras (um)
582	gr/m <sup>2</sup>	82	micras (um)
598	gr/m <sup>2</sup>	85	micras (um)
610	gr/m <sup>2</sup>	86	micras (um)

- Inspección visual: La apariencia de las superficies de productos galvanizados será uniforme, razonablemente tersa, libre de excesos de material, escurrimientos y áreas sin recubrimiento, etc.

Uniformidad de la capa de zinc: La capa de zinc será continua y uniforme en espesor, la determinación del grado de uniformidad se hará por métodos magnéticos o químicos indistintamente, pero en cualquier caso esta determinación se referirá a la norma relacionada con el material de que se trate.

- Adherencia: Independientemente del espesor especificado para la capa de zinc, la adherencia de ésta al metal base será firme y se determinará de acuerdo con lo que especifican las normas aplicables.
- Fragilización: El fabricante observará las indicaciones dadas en la norma ASTM A143 para evitar la fragilización de materiales sometidos a trabajos antes del galvanizado. La determinación de esta condición se efectuará de acuerdo con el método especificado en esa norma y su presencia puede ser motivo de rechazo de los materiales afectados.

#### **4.1.4 Plazo de garantía**

Todos los equipos y materiales tendrán una garantía de doce (12) meses contados desde la fecha de puesta en servicio o de aceptación del suministro.

## **4.2 Postes y crucetas**

### **4.2.1 Normas**

El material cubierto por esta especificación cumplirá con las prescripciones de las normas ITINTEC 251.021 al 251.024, 339.027 y DGE 015-PD-1, según la versión vigente a la fecha de adquisición.

### **4.2.2 Descripción**

- Postes de madera** :Son requeridos para la línea primaria y tienen las siguientes características:

Cuadro N° 11

Longitud	m	12	12
Clase y Grupo		5 - D	6 - D
Coefficiente d seguridad mínima		3	3
Diámetro en el vértice	mm	143	127
Diámetro de empotramiento	mm	242	235
Esfuerzos de flexión	kg/cm2	501 - 600	501 - 600
Especies aceptadas		Eucalliptus globulus labill y Eucalliptus viminalis labill	

- b. Postes de concreto** :Para la red primaria y secundaria, serán de concreto armado centrifugado o vibrado con conicidad de 15 mm/m, troncocónicos, de secciones circulares anulares y llevarán perforaciones apropiadas para el ingreso de pernos de 5/8" de diámetro. Sus especificaciones son:

Cuadro N° 12

Longitud	m	7	7	12	12
Carga de trabajo	kg	200	300	200	400
Coefficiente d seguridad mínima		2	2	2	2
Diámetro en el vértice	mm	120	120	120	150
Diámetro en la base	mm	225	225	300	330
Peso total aproximado	kg	315	345	870	1030
Longitud de empotramiento	m	0.7	0.7	1.2	1.2

- c. Crucetas de madera** :Las crucetas deberán ser de madera apropiado, de las especies Tornillo, Mohena o Huayracaspi, secado a la sombra a 90 días mínimo. Su acabado será cepillado y su fijación con pernos de 5/8"φ. Sus especificaciones son las siguientes:

Cuadro N° 13

Longitud	m	2.4	1.2
Altura	pulg	4	4
Ancho	pulg	4 ½	4 ½
Esfuerzo máximo	kg/cm2	100	100

## 4.3 Conductores eléctricos

### 4.3.1 Normas

Las normas a ser usadas para el suministro de conductores de cobre electrolítico y de aleación de aluminio, fabricación de los alambres, cableado de conductores, pruebas e inspección, según la versión vigente a la fecha de

adquisición, serán las normas ITINTEC 370.221, 370.223, 370.42, 370.043, 370.222, 370.227 y la norma DGE 019 CA-2/1983.

#### 4.3.2 Fabricación

El alambre deberá estar libre de raspaduras o cualquier otro defecto de acabado o uniformidad de su superficie.

En todo momento de la fabricación de los conductores, el fabricante deberá prever que las longitudes sean tales que en una bobina alcance el conductor de una sola longitud, sin empalmes de ninguna naturaleza, caso contrario, este será rechazado, salvo acuerdo previo y aceptación por parte del propietario.

#### 4.3.3 Descripción

**a. Conductor de cobre :** electrolítico, temple duro, cableado concéntrico, cubierta protectora de polietileno negro, resistente a la intemperie, y secciones nominales de 6, 10, 16 y 25 mm<sup>2</sup> para el caso de la red secundaria.

Para el caso del conductor de bajada para la puesta a tierra, tanto en las redes de M.T. como en las de B.T. se hará uso de conductor de cobre, temple blando, cableado y desnudo, de sección nominal 10 mm<sup>2</sup>.

Cuando se trate de acometidas domiciliarias y conexiones de alumbrado público, se hará uso de conductores forrados del tipo SET de 2x12 AWG (2x4 mm<sup>2</sup>) y del tipo NLT de 2x14 AWG (2x2.5 mm<sup>2</sup>) respectivamente.

Las características de los conductores utilizados son los siguientes :

Cuadro N° 14

Tipo		CPI				esn	SET	NLT
Sección nominal	mm <sup>2</sup>	6	10	16	25	10	2x4	2x2.5
Aislamiento	mm							0.8
Número d alambres		1	7	7	7			
Diam, de alambres	mm	1.04	1.35	1.70	2.15	3.57		
Diam nom exterior	mm	4.72	5.65	6.70	8.85	3.57	6.89	
Res. max. 20°C DC	ohm/km	3.13	1.86	1.17	0.73	1.86		
Carga rotura mín.	kg	232	391	621	992	391		
Peso total aprox.	kg/km	65	105	165	260	90	100	
Corriente admisibl	A	63	83	120	153	101	120	
Temple		Duro				Blando		

**b. Conductor de aleación de aluminio :**El conductor para la línea y red primaria para el caso de la línea troncal (Chivay - Yanque - Ichupampa - Lari - Madrigal

- Pinchollo - Cabanaconde) será de aleación de aluminio desnudo, cableado concéntrico, de 85 mm<sup>2</sup>. En el caso de las derivaciones (Coporaque, Achoma y Maca) el conductor será de Aa desnudo, cableado concéntrico, de 35 mm<sup>2</sup>. Para el amarre de los conductores a los aisladores se utilizará alambre de atar de aluminio de 25 y 16 mm<sup>2</sup> respectivamente.

Las características de los conductores utilizados son los siguientes :

Cuadro N° 15

Tipo		Desnudo			
Sección nominal	mm <sup>2</sup>	85	35	25	16
Número de alambres		19	7	7	7
Diam. de alambres	mm	3.93	2.52	2.15	1.70
Diam. nom. exterior	mm	11.80	7.56	6.45	5.10
Res. max. 20°C DC	Ohm/km	0.41	0.97	1.34	2.15
Carga rotura mín.	kg	2380	909	661	414
Peso total aprox.	kg/km	234	96	69	43
Corriente admisible	A	310	170	138	102
Temple		Duro		Blando	

#### 4.3.4 Accesorios de conductores

- a. **Varilla de Armar** :Para la instalación de los conductores de aluminio sobre los aisladores se emplearán varillas de armar simple o doble, según sean requeridos; para conductor de 85 mm<sup>2</sup> serán varillas de armar preformadas y para conductor de 35 mm<sup>2</sup> serán varillas de armar rectas; también, para protección del cable de aluminio en la instalación de herrajes como grapas tipo pistola, aisladores tipo carrete en anclaje, y se empleará cinta plana de aluminio para armar de 7.3 mm x 1.3 mm

Cuadro N° 16

Diámetro del conductor		Numero varillas x juego	Diámetro varilla (mm)	Un solo soporte		Doble soporte	
Mínimo (mm)	Máximo (mm)			Long. varilla (mm)	Peso x jgo (kg)	Long. Varilla (mm)	Peso x jgo (kg)
7.42	7.62	10	3.22	1.143	0.24	1.448	0.33
3/0 AWG	4/0 AWG	10	4.93	1.219	0.68	1.524	0.84

- b. **Juntas de empalme** :Serán del tipo compresión, con resistencia a la tracción no menor al 100% de la carga de rotura del conductor. La conductibilidad eléctrica y la capacidad de corriente del empalme realizado, no deben ser

menores a los de la misma longitud de conductor.

- c. **Manguitos de reparación** : Serán del tipo compresión, para usarse en caso de leves daños a los alambres exteriores, con idénticas características a las juntas de empalme.
- d. **Conectores** : Los conectores serán del tipo 2 pernos, de aluminio, para secciones entre 35 y 85 mm<sup>2</sup> inclusive.

#### 4.3.5 **Pruebas**

El fabricante deberá entregar los Protocolo de pruebas, modalidad de las mismas, formatos de resultados, fechas, etc. de las siguientes pruebas: Peso, diámetro, enrollamiento, resistencia mecánica (carga de rotura), elongación, resistividad eléctrica a 20°C, etc.

#### 4.4 **Aisladores tipo pin, suspensión y carrete**

##### 4.4.1 **Normas**

Los aisladores cumplirán con las prescripciones de las normas, según la versión vigente a la fecha de la adquisición, correspondientes a la ANSI C29 (Wet Process Porcelain Insulators Low and Medium Voltage Pin Type), ANSI C29.1 (Test Methods for Electric Power Insulators), ANSI C29.2 (Wet Process Porcelain Insulators Suspensión Type) y ANSI C68.1 (Measurement of Voltage in Dielectric Test).

##### 4.4.2 **Descripción**

Los aisladores a utilizarse serán para el caso de la línea y red primaria, los de tipo Pin clase ANSI 56-2, tipo Suspensión clase ANSI 52-3 y los de tipo carrete, Clase ANSI 53-2.

En redes secundarias se usará aisladores tipo Carrete, clase ANSI 53-1.

Las características de estos aisladores se señalan a continuación:

Cuadro N° 17

Clase Ansi		56-2	52-3	53-2	53-1
Ensamble		Pin	Ball&socket	Carrete	Carrete
Diámetro	mm	230	254		
Altura	mm	165	148		
Resist. min. cantilivier	lb	3000			
Esfuerzo de rotura	lb		15000	3000	2000
Tensión de perforación	kV		110		
Tensión de flameo a baja Hz					

- En seco	kV	110	80	25	20
- Bajo lluvia	kV	70	60	12-15	8-10
Distancia de fuga mínima	mm	432	292		
Diámetro de rosca de acoplamiento	pulg	1 3/8			
Voltaje RIF a 1000 kHz	uV	100	50		
Peso neto aproximado	kg	5	5	0.55	0.22

#### 4.4.3 **Material del dieléctrico**

El material del dieléctrico aislante deberá ser porcelana. La porcelana será una estructura homogénea, libre de defectos, cuidadosamente vitrificada, además será uniforme y cubrirá partes del aislador no cubierta por el metal.

#### 4.4.4 **Embalaje**

El embalaje de los aisladores se hará en jabas de madera con los aditamentos necesarios para garantizar la integridad de los aisladores durante el transporte hasta el lugar de destino.

#### 4.5 **Accesorios para aisladores tipo pin y suspensión**

##### 4.5.1 **Accesorios para aislador tipo Pin**

Se utilizarán espigas rectas de acero galvanizado en caliente y espigas de soporte lateral apropiadas para el aislador tipo Pin 56-2. La espiga vendrá provista de arandela plana, tuerca y contratuerca de seguridad.

Los espaciadores soporte de espiga para vértice de poste de 2" x 3" con 10 1/2" de longitud y 1/4" de espesor, se instalarán mediante dos pernos de 5/8" de diámetro espaciados 8" (20 cm). Permitirá espaciar los aisladores tipo PIN por lo menos 2" uno del otro. En el armado "A1" se utilizarán pletinas de F°G° y bocinas para la separación de aisladores en los extremos de la cruceta.

El tubo espaciador de espiga de 3/4" de diámetro proporcionará mayor rigidez al sujetador de espiga de vértice del poste. Su longitud se adecuará al espaciamiento que permita el espaciador o soporte de espiga.

##### 4.5.2 **Accesorios de aisladores de suspensión**

Los accesorios de los aisladores de suspensión que se utilizan en el proyecto son: Adaptador horquilla-bola, Adaptador casquillo-ojo, Grapa de anclaje de aluminio tipo pistola, Grapa de ángulo de aluminio.

Las grapas no permitirán ningún deslizamiento ni deformación o daño al conductor activo. Las características básicas de los accesorios son:

Cuadro N° 18

		Adaptador		Grapa	
		Casquillo-Ojo	Horquill-Bola	Angulo	Anclaj
Material		F°G°	F°G°	Aluminio	
Tipo				Pistola	Angulo
Tamaño de casquillo	mm	IEC 16 mm			
Tamaño de la bola	mm		IEC 16 mm		
Diámetro ojo	mm	17.5			
Diámetro del pin	mm		16		
Ancho conector grap	mm	19			
Longitud nominal	mm	51	76		
Resistencia mecánica	kg	7000	8200	10000	17000
Sección de conductor	mm <sup>2</sup>			25-150	16-95

#### 4.5.3 Prescripciones constructivas

- a. Resistencia a la corrosión :** Los accesorios serán fabricados con materiales compatibles que no den origen a reacciones electrolíticas, bajo cualquier condición de servicio, apropiadas para conductor de aleación de aluminio.
- b. Piezas de fijación :** Las roscas de los pernos serán cubiertas con una grasa inmediatamente antes del ajuste en el montaje. Las chavetas para asegurar la fijación de los accesorios a la cadena de aisladores serán de acero inoxidable y serán apoyados por arandelas de tamaño y calibre adecuado.

#### 4.5.4 Características particulares de diseño

La resistencia mecánica de estos componentes será concordante con el del aislador (7000 Kg) y sus dimensiones acordes con el tipo de acoplamiento. Las grapas serán adecuadas con el uso del conductor de Aleación de Aluminio de 35 y 85 mm<sup>2</sup> de sección nominal.

#### 4.6 Pastoral, retenidas y ferretería

##### 4.6.1 Pastorales

- a. Pastoral de concreto :** Los pastorales de concreto armado vibrado, serán del tipo Sucre "C" simple y recortado, previstos para ser embonados en postes de 7 m. La superficie externa terminada será homogénea y sin fisuras ni rebanadas, tampoco presentará escoriaciones ni cangrejas. El recubrimiento de la armadura deberá ser de 20 mm como mínimo, de forma tal que no exista la posibilidad de ingreso de humedad hasta los fierros.

Todos los pastorales para tope en los postes de 7 m traerán una perilla de concreto para cubrir el hueco del poste. Adicionalmente deberá tener un agujero transversal en el embone para introducir en él un perno o espiga pasante, para limitar el giro del pastoral debido a las ráfagas de viento. Los pastorales incluirán en su interior un ducto en toda su longitud que permita el paso del conductor de conexión del equipo de alumbrado público, igualmente traerán un hueco que permita el ingreso de los conductores mencionados al pastoral.

El extremo superior terminará en un tubo de fierro de 1 ¼" de diámetro que sobresalga del pastoral 15 cm, al cual se acoplará la luminaria. Los pastorales estarán diseñados para soportar un esfuerzo de trabajo en el extremo superior de 30 kg como mínimo con coeficiente de seguridad 2,0 sobre el esfuerzo de rotura. Sus especificaciones son las siguientes

Cuadro N° 19

Tipo		ucrc C simple	Sucrc C recortad
Dimensiones			
- Altura	mm	860	250
- Avance	mm	1300	500
Diámetro de embone	mm	120	120
Carga de trabajo			
- Vertical	kg	30	30
- Horizontal	kg	20	20
Coeficiente de seguridad		2	2
Recubrimient min de armadura	um		
Peso aproximado	kg		

- b. Pastoral de Fierro :** Serán fabricados de tubo de fierro galvanizado en caliente, tipo pesado, con impregnación de galvanizado de 80 micrómetros como mínimo. El radio de curvatura será de 200 mm para lograr una inclinación de 20°. Presentarán en su interior un ducto homogéneo en toda su longitud que permita el paso del conductor de conexión del equipo de alumbrado público hacia el portafusible. Al extremo superior se acoplará la luminaria mediante pernos ajustables. Los tipos utilizados son recto simple y recortado con las características siguientes:

Cuadro N° 20

Tipo		Simple	recortado
Dimensiones			
- Altura	mm	1200	500
- Angulo con la vertical	°	20	20
Diámetro del tubo	Pulg	1	1
Carga de trabajo			
- Vertical	kg		
- Horizontal	kg		
Coefficiente de seguridad		2	2
Peso aproximado	kg		

#### 4.6.2 Retenidas y accesorios

Las retenidas están conformadas según lo indicado en las láminas respectivas y sus componentes se detallan a continuación:

- a. **Cable de acero** :Será de acero galvanizado de 3/8" de diámetro, 7 hilos, capaz de soportar una carga máxima de 3,153 kg.
- b. **Abrazaderas** :Las abrazaderas para las retenidas, serán de acero galvanizado en caliente, hechas de platina de acero de 2" x 1/4", y tendrán los diámetros apropiados para el ensamble a los postes.
- c. **Varillas de anclaje** : Serán de 5/8" de diámetro y 2.4 m de longitud. Vendrá provisto de arandela, tuerca y contratuerca del mismo material. En su parte anterior estará provista de un ojo, de tal modo que permita el empleo de guardacabo.
- d. **Grapa de vías paralelas** : Será de Ao Go y apropiada para dar el ajuste necesario al cable de acero de 3/8"φ. Estará provista de 3 pernos.
- e. **Guardacabos** :Serán hechos de acero de 1/16" de espesor, deberá tener canal que permita el alojamiento de cable de acero de hasta 5/8" φ.
- f. **Arandela para anclaje** :Será de acero galvanizado de 4" x 4" x 1/2" y estará provista de una perforación central de 7/8" φ.
- g. **Soportes de contrapunta** :Será fabricado de plancha de acero galvanizado de 1" x 1" x 3/16" de espesor y una porción de tubo de 2"φ x 1 m de longitud. Los perfiles se acoplarán al tubo mediante un perno 5/8"φ x 3 1/2" de longitud. El tubo será soldado a la plancha según los detalles que se muestren en las láminas.

- h. Terminal de contrapunta :** Será fabricado para tubo de 2" de diámetro, roscado y grampa de 1 vía para cable de acero 3/8" de diámetro.
- i. Contrapunta :** Será de tubo de acero galvanizado de 2" diámetro, roscado en uno de sus extremos. Tendrá 1 m de longitud.
- j. Bloque de concreto :** El bloque de será de concreto armado de 0.4 x 0.4 x 0.1 metros e irá directamente enterrado en el suelo, debiéndose prever un agujero para la varilla de anclaje de 5/8"  $\phi$  x 2.4 m de longitud.

#### 4.6.3 Portalíneas

Serán construidos de acero A-37, y alojará aisladores tipo carrete de las características descritas en el acápite pertinente. Los portalíneas a ser utilizados serán tetrapolares de 60 cm de longitud mínima.

El pasador de unión de los aisladores tendrá un diámetro de 1.0 cm y será de fierro galvanizado. Los portalíneas se fijarán al poste mediante pernos maquinados según detalle en la lámina respectiva.

#### 4.6.4 Brazo y asiento para cruceta, abrazadera, pernos, tuercas y arandelas

Como elementos adicionales de ferretería tenemos, brazo y asiento para cruceta, abrazaderas, pernos maquinados, pernos de doble armado, pernos ojo, pernos coche, tirafones, tuercas ojo, tuercas cuadradas, contratuercas y arandelas cuadradas, cuyas dimensiones se detallan a continuación :

Cuadro N° 21

<b>Asiento para cruceta</b>			<b>Brazo para cruceta</b>		
Material		F°G°	Material		F°G°
Radio de asiento	mm	78	Longitud total	pulg	28
Longitud	mm	210	Long entre agujero	pulg	25
Ancho	mm	100	Ancho	pulg	1 ¼
Espesor	pulg	3/16	Espesor	pulg	¼
Altura	mm	40	Diám agujero super.	pulg	7/16
Diam hueco extrem	pulg	7/16	Diám agujero infer.	pulg	1 1/16 x 1 ¼
Diam hueco central	pulg	1/16 x 1/8			

Cuadro N° 22

<b>Abrazaderas tipo " U "</b>			<b>Tuercas</b>		
Material		A°G°	Material		A°G°
Radio	mm	63	Tuerca cuadrada	pulg	5/8
Longitud	mm	235	Contratuerca cuadrad	pulg	5/8
Ancho	mm	100	Tuerca ojo	pulg	5/8

Espesor	pulg	3/16	<b>Arandelas</b>		
Diámetro agujero extremos	pulg	7/16	Cuadrada plana	pulg	2 ¼ x 2 ¼ x 3/16 – 11/16
Diámetro agujero central	pulg	11/16 x 1 1/8	Curvada	pulg	2 ¼ x 2 ¼ x 3/16 – 11/16

Cuadro N° 23

<b>Pernos</b>			
Material		A°G°	
Dimensiones		Diámetro	Longitud
Perno maquinado	pulg	5/8	3 ½ - 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 18
Perno doble armado	pulg	5/8	18 - 20
Perno ojo	pulg	5/8	8 - 10
Perno coche	pulg	3/8	6
Tirafon	pulg	½	2
Perno simple borde	pulg	5/8	12 ½ - 14 ½
Carga de rotura mínima	kg	6000	

#### 4.7 **Transformadores**

##### 4.7.1 **Normas**

El material cubierto por estas especificaciones deberá cumplir con las prescripciones de la norma ITINTEC 370.002 y las normas internacionales CEI-137, CEI-296 en cuanto le sean aplicables.

##### 4.7.2 **Características**

Los transformadores de las Subestaciones de distribución serán inmersos en aceite, con enfriamiento ONAN, además deberán estar previstos de regulación en vacío en el lado de alta tensión. Los transformadores serán diseñados para una altura de operación de 3800 msnm. Los transformadores de 50 kVA (salida para dos circuitos) serán instalados en estructuras monoposte - poste de 12 m, 400 kg y los transformadores de 75, 100 kVA (salida para tres circuitos) en estructuras biposte de 12 m, 400 kg.

Las características eléctricas de estos transformadores de distribución se detallan a continuación :

Cuadro N° 24

Tipo		Trifásico	Trifásico	Trifásico
Altura de operación	msnm	3800	3800	3800
Capacidad nominal (ONAN)	kVA	50	75	100
Frecuencia	Hz	60	60	60

Tensión nominal primario	kV	22.9+-2.5%	22.9+-2.5%	22.9+-2.5%
Tensión nominal secundario	kV	0.38/0.23	0.38/0.23	0.38/0.23
Grupo de conexión		Dyn5	Dyn5	Dyn5
Montaje		Monoposte	Biposte	Biposte
Nivel de aislamiento				
- tensión de ensayo al impuls	kVpico	125	125	125
- tensión d ensayo a frec. Ind.	kVrms	40	40	40
Reactancia secuenc positiva	%			
Perdidas en vacío				
Perdidas de cortocircuito				
Elevación de temperatura				
- del arrollamiento	° C	65	65	65
- del aceite	° C	60	60	60

#### 4.7.3 Accesorios

Orificio de fácil cierre hermético para inspeccionar la parte interna, bornes de puesta a tierra, placa de características y cáncamo para el izaje.

#### 4.7.4 Pruebas e inspección y Placa de Características

Los transformadores serán probados por el fabricante de acuerdo a lo indicado en la norma Itintec No 370.002. La placa de datos deberá contener la información necesaria y adecuada de dicho equipo.

### 4.8 Equipo de protección y tableros

#### 4.8.1 Seccionador Fusible

El seccionador fusible será unipolar, tipo cut-out, 27 kV, 150 kV - BIL, 100 A, para instalación a la intemperie, apto para fijarse en crucetas de madera; el cuerpo aislador será de porcelana vidriada, el portafusible será de un tubo aislante en cuyo interior se instalará el fusible tipo chicote; el accionamiento de apertura será automático al fundirse el fusible o en forma manual mediante el uso de la pértiga de enganche.

El cierre superior del seccionador será a prueba de aperturas accidentales y estará provisto de grapas terminales de canales paralelos tipo universal.

El suministro incluye fusibles tipo chicote "K", de acuerdo a las cargas requeridas e indicadas en el metrado y presupuesto respectivo.

Se usará en Subestaciones y las derivaciones a Coporaque, Achoma y Maca.

#### 4.8.2 Seccionador

El seccionador de línea será unipolar, con cuchilla, 27 kV, 150 kV - BIL, 200

A, para montaje vertical a la intemperie en cruceta de madera; el accionamiento de apertura y cierre se hará mediante la pértiga de accionamiento bajo carga.

La pértiga de accionamiento es de 22.9 kV, 600 A como valores nominales y de 27 kV, 900 A como valores máximos.

La cuchilla conductora es de cobre electrolítico, protegida con el tratamiento adecuado. Los contactos son de fundición de cobre, protegidos en toda su superficie y contruidos de tal manera que permitan una buena conexión, facilidad de limpieza y exijan un mínimo de esfuerzo para accionar el seccionador.

#### **4.8.3 Pararrayos**

Los pararrayos serán tipo distribución, para instalación exterior apto para fijarse en cruceta de madera, mediante abrazaderas, el cuerpo aislador será de porcelana vidriada.

Serán de 21 kV, 10 kA, tipo distribución, para instalar a 3800 m.s.n.m.

#### **4.8.4 Tablero de Distribución**

**a. Gabinete :** El gabinete será construido con plancha de fierro laminado en frío de 1.58 mm (1/16"), techo inclinado, grado de protección IP54 (a prueba de agua de lluvia), puerta frontal de una hoja, con empaquetadura que garantice la hermeticidad necesaria, cerradura tipo cremona, agujero en la parte inferior para permitir la entrada y salida de cables; y, poseerá dos abrazaderas partidas para fijación a poste de concreto 12 m /400 kg.

Todas las partes metálicas recibirán un acondicionamiento profundo para la eliminación de óxidos, luego, las superficies serán tratadas con anticorrosivo y pintadas con dos manos de base epóxica y dos de acabado gris mate epóxica. El tablero deberá llevar pegado en el lado posterior de la puerta el diagrama unifilar y conexionado de todo el equipo.

El conexionado de los interruptores termomagnéticos se efectuará con platinas de cobre electrolítico de alta conductividad pintadas de acuerdo a normas, las mismas que se apoyarán en aisladores de araldit, los pernos de fijación serán del tipo galvanizado ó tropicalizado. Las barras principales deberán contar con agujeros adecuados para la conexión directa de los cables de energía del transformador.

Las dimensiones aproximadas del tablero serán 0.8 x 0.6 x 0.30 m; alto,

ancho y profundidad respectivamente.

- b. Interruptores :**El tablero estará equipado con interruptores termomagnéticos trifásicos atornillables bolt-on para los circuitos de servicio particular y unipolares para el alumbrado público y un interruptor general trifásico, de las siguientes características: 60 Hz, capacidad de cortocircuito de 6 kA en 380 V y corriente nominal especificada en la hoja de equipamiento de cada subestación. Las marcas aceptadas son: Mitsubishi, General Electric y Westinghouse
- c. Contactor :** Se utilizarán contactores bipolares 6 y 10 A en AC1, bobina de mando 220 V, 60 Hz, deberá poder operar con variaciones de tensión entre  $0.8 V_n$  y  $1.1 V_n$
- d. Contador de Energía :** Medidor 3  $\phi$ , lectura directa 0-30 A, 220 V, 60 Hz, clase 2, para registrar el consumo del alumbrado público en la subestación.

El Fabricante suministrará la siguiente información: tipo de medidor, tensión de operación, corriente nominal, capacidad de sobrecarga, máximo error por: variación de  $\pm 10 \%$  de la tensión, variación de  $\pm 5 \%$  de la frecuencia, variaciones del factor de potencia entre 1 y 0.5 y para valores de  $I_n$  entre  $10 \%$  y  $300 \%$ . Los diagramas unifilares y mecánicos del fabricante deberán mostrar la instalación y conexión del medidor.

- e. Célula Fotoeléctrica :**Para el control del alumbrado público se utilizarán células fotoeléctricas diseñadas para operar a la intemperie. Las características de este equipo son las siguientes: 1000 W, 220 V, 60 Hz, debiendo estar equipadas con los accesorios para su montaje en el tablero. Serán de operación automática, regulables para operar entre 3 a 5 lux. El circuito de control y el relé de la célula será operado a 220 V, 60Hz.

La cubierta exterior de las células será totalmente hermética, de un material tipo policarbonato para resistir la humedad, el calor y otros elementos propios del medio ambiente. El lente será de un material y diseño que proteja a la unidad fotoconductiva de la acción de los rayos solares en días muy brillantes

El Fabricante indicará: Rango de calibración permisible (Lux), Consumo de potencia, Retardo de operación, Límites de temperaturas de trabajo.

Se muestra a modo de ejemplo, el equipamiento de los tableros de

distribución correspondiente a la localidad de Chivay.

Cuadro N° 25

		SE 1	SE 2	SE 3	SE 4
Descripción	Un	100 kVA			
(1) ITM General 3 $\phi$ , Icc 18 kA	A	175	175	175	175
(2) ITM General 3 $\phi$ , Icc 6 kA	A	-	-	-	70
(3) ITM c -1 3 $\phi$ , Icc 6 kA	A	70	70	60	60
(4) ITM c -2 3 $\phi$ , Icc 6 kA	A	40	70	60	50
(5) ITM c -3 $\phi$ , Icc 6 kA	A	60	40	60	50
(6) ITM A.P. 1 $\phi$ , Icc 6 kA	A	15	20	15	20
(7) Contactor 220 V AC1	A	15	20	15	20
(8) Célula fotoeléctrica	A	5	5	5	5
(9) Medidor Energ 3 $\phi$ , 380/220 V	A	30	30	30	30

#### 4.9 Alumbrado publico

##### 4.9.1 Luminaria

Las luminarias estarán constituidas por una carcasa de aluminio fundido al vacío o de poliester reforzada con fibra de vidrio, resistente a la intemperie, a la radiación ultravioleta y a la corrosión, e irán provistas de elementos de sujeción al pastoral. Serán del tipo "apantallado" de acuerdo a la norma IEC.

El reflector deberá ser de plancha de aluminio refinado de alta pureza, abrigado electroquímico y con protección anódica en su parte interna. En su parte externa será acabado con una mano de pintura esmalte secado al horno.

El soporte del portalámparas deberá ser regulable, mediante tornillos ajustables. El portalámparas estará provisto de contactos a presión, a prueba de vibración; el portalámpara será de porcelana o cerámica, tipo E-27 para lámparas de 70 W, y deberá soportar temperaturas de operación de la lámpara sin deteriorarse.

El protector o difusor será de plástico acrílico transparente a prueba de impacto, estará sujeto al reflector mediante ganchos de material inoxidable, que asegure un cierre hermético mediante una empaquetadura indeformable y resistente al calor e intemperie.

El embone al pastoral será graduable y adecuado a tubo de fierro de 1" de diámetro para las luminarias de 70 W de vapor de sodio. El equipo auxiliar irá montado en la placa porta-equipo, adosado a la luminaria.

Las luminarias deberán cumplir con las prescripciones de las normas DGE 016-AP-1, e IEC 598. Deberán ser protegidas contra el polvo y el agua de lluvia,

debiendo cumplir por lo prescrito en la norma IEC 529 IP53.

#### 4.9.2 Lámpara y accesorios

Las lámparas serán de vapor de sodio de alta presión de 70 W, 60 Hz, con características indicadas a continuación :

Cuadro N° 26

Tipo		Vapor de sodio
Potencia	W	70
Ignitor		Interior
Casquillo		E-27
Mínima tensión de la red para el arranque		
- a 20 ° C	V	198
- a 18 ° C	V	220
Tensión de la lámpara	V	90
Corriente de lámpara	A	1
Mínima tensión de la red	V	200
Máxima corriente de arranque	A	1.7
Flujo luminoso promedio horizontal	Lm	5800
Luminancia media	Cd/c	7
Tiempo de encendido	seg	5
Norma de fabricación		

Los accesorios serán construidos para operar a una tensión nominal de 220 V, 60 Hz y deberán permitir un funcionamiento adecuado de las lámparas.

El reactor o limitador de corriente será de un bajo valor de potencia de pérdidas. El Condensador deberá tener una capacidad suficiente para corregir el factor de potencia del equipo a no menos de 0.9.

Los arrancadores se instalarán para facilitar el encendido de las lámparas, suministrando un pico de tensión en el momento del encendido de 3 a 4.5 kV.

Para protección de las lámparas se emplearán portafusibles aéreos de porcelana blanca en forma ovoide para montaje a la intemperie (tipo pescado) de 10 Amperios, 220 V; como fusibles se usarán alambres de plomo de 2 A para lámparas de 70 W.

#### 4.9.3 Conductor Eléctrico

El conductor de conexión entre la lámpara y la red de alumbrado público será de cobre electrolítico de 99.1% de conductibilidad, bipolar, temple blando, extraflexible, cableado en haz con aislamiento y chaqueta de cloruro de polivinilo (PVC) fabricado según Normas ASTM B-174 para el conductor, e ICEA S-61-

402 para el aislamiento. La sección nominal a emplear será de 2 x 14 AWG.

#### **4.10 Puesta a tierra**

##### **4.10.1 Varillas de puesta a tierra**

Los electrodos de puesta a tierra a utilizar serán varillas de Copperweld de 11 mm de diámetro y 2.4 m de longitud.

##### **4.10.2 Conductor de puesta a tierra**

Para el caso de Puesta a Tierra con varillas de Copperweld se requerirá de "L" m de conductor desnudo de cobre, de 10 mm<sup>2</sup> de sección nominal, siendo "L" la longitud del poste y cuando la Puesta a Tierra sea solamente con dicho conductor (P.T. tipo espiral en línea primaria), la longitud de conductor necesaria será de 20 m.

##### **4.10.3 Conectores: Cable de tierra - Varilla y cable - cable**

Serán de bronce o cobre, con aditamentos que permitan una sujeción adecuada entre el cable de tierra (Cu desnudo de 10 mm<sup>2</sup>) y la varilla de puesta a tierra. Para la conexión cable-cable se emplearán conectores tipo perno partido.

La conductibilidad eléctrica y la capacidad de corriente de la conexión no serán menores a los de la varilla, en la misma longitud.

##### **4.10.4 Accesorios**

Se usará una plancha de bronce o cobre, para permitir la sujeción del cable de puesta a tierra a la parte metálica de los aisladores y que tendrá un orificio de 18 mm de diámetro.

La grapa tipo "U" será de cobre, de 3/16" de espesor x 1" de longitud, y permitirá la sujeción del conductor de puesta a tierra a todo lo largo del poste, a distancias de separación de 30 cm.

Adicionalmente se empleará un listón de madera para proteger el conductor de puesta a tierra en la parte más baja del poste. Sus dimensiones son 3/4" x 2" x 2 m. Se utilizará tubo de PVC-SAP de 1/2"φ para la salida de la puesta a tierra de la cimentación del poste de concreto.

#### **4.11 Conexiones domiciliarias**

Estas especificaciones se refieren al suministro de materiales para las conexiones domiciliarias a los predios que requieren del suministro de energía eléctrica en baja tensión, monofásicas hasta 10 kW.

#### 4.11.1 Conductor de Acometida

El conductor de acometida será de cobre electrolítico de 99.1% de conductibilidad, temple blando, concéntrico, con aislamiento y chaqueta de cloruro de polivinilo (PVC) fabricado según Normas ASTM B-3 para el conductor, e ICEA S-61-402 para el aislamiento, de 2x4 mm<sup>2</sup> (2 x 12 AWG).

#### 4.11.2 Caja Portamedidor

Las cajas metálicas tipo SEAL, para la instalación del contador de energía se construirán de plancha de fierro laminado en frío de 1.2 mm (1/20") de espesor y las tapas de 1.6 mm (1/16"). El limpiado será por decapado o arenado, pintado con pintura anticorrosiva como base y pintura epóxica gris de 90 micrómetros de impregnación mínima.

La Caja vendrá provista de:

- Base de madera de cedro de 16 mm (5/8") de espesor cepillada y barnizada para la fijación del medidor y del interruptor unipolar.
- Base portafusible bipolar con dos fusibles tipo "c"
- Dos conductores sólidos de 150 mm de longitud, tipo TW de 4 mm<sup>2</sup> (12 AWG) para conexión del medidor a la base portafusible "C"

#### 4.11.3 Contador de energía

Se utilizará contador de energía monofásico, de 230 V, dos hilos, de 15-40 A, clase de precisión 2, de nueve dígitos y un decimal. El Contratista adquirirá el medidor directamente a SEAL. Sus características son:

Cuadro N° 27

Tensión nominal	V	230
Intensidad nominal	A	10
Sobrecarga mín. sin variar clase precis.	%	400
Frecuencia	Hz	60
Clase de precisión		2
Sobrecarga mínima térmica permanente	%	500
Número de bobinas amperimétrica		2
Consumo circuito de corriente a carga nom	VA	0.45
Consumo circuito de tensión a carga nom	VA	
Error admitido en el rango desde 10% In hasta la sobrecarga admisible, cos $\phi=1$ , con tensión y frecuencia nominal	%	+2.0
Error admitido para el 5% In, cos $\phi=1$ con tensión y frecuencia nominal	%	+2.5

Dimensiones aproximadas		
- Altura	mm	121
- Ancho	mm	128
- Profundidad	mm	127
Tipo de suspensión		Magnética
Registrador		
- tipo		Ciclotr
- número de cifras enteras/decimal		5/1
Norma de fabricación		IEC 521, VDE 0418

#### 4.11.4 Accesorios de Acometidas Domiciliarias

- a. **Conectores de tipo perno partido** :Las conexiones serán derivadas de la red secundaria mediante conectores tipo perno partido (Split Bolt).
- b. **Separador de tubo de PVC-SAP** :Los separadores de tubo de PVC-SAP de 3/4" de diámetro y sujetadores del mismo material de 1" de diámetro se usarán para mantener las distancias de separación de 15 cm entre los conductores de las redes de distribución secundaria.  

Para efectuar derivaciones T o en cruz, se utilizará separadores de fase fabricados de tubería PVC-SAP de 1" de diámetro. Tendrá las dimensiones y formas descritas en la lámina respectiva.
- c. **Templador** : Se usará para soportar el esfuerzo del cable de acometida en los cruces de calle, distribuyendo este esfuerzo en el tramo del conductor que se encuentra comprendido en toda la longitud del templador.
- d. **Armella tirafón y tarugo de madera** : Se usarán para sujetar el templador en su posición y altura adecuadas.
- e. **Tubo PVC-SAP con codo del mismo material** :Se usará el tubo de PVC-SAP de 3/4"  $\phi$  x 3 m de longitud. El codo será de 3/4"  $\phi$ .
- f. **Tubo de fierro galvanizado** :Se usará el tubo de fierro galvanizado de 3 metros de longitud de 3/4" de diámetro.

En el extremo superior del tubo se instalará un codo tipo "U" del mismo material para evitar la entrada de agua y elementos extraños.

Para sujetar el templador a la altura adecuada el tubo tendrá dos armellas soldadas a 150 mm de la parte superior, una para el lado de la calle, para sujetar al templador del conductor de acometida, y la otra para el lado del lote, para

instalar el alambre tipo galvanizado de 2.5 mm<sup>2</sup> (14 AWG) a ser usado en modo de retenida.

**g. Cinta aislante** :Se usará una cinta aislante de cloruro de polivinilo (PVC) resistente al calor y frío, rayos ultravioleta, ácidos y corrosión.

Será usado para aislar los empalmes de los conductores de la Red de Servicio Particular así como del Conductor de Acometida en la entrada al tubo de fierro galvanizado. La cinta debe tener un ancho mínimo de 3/4".

## **PARTE B :ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE**

### **4.12 Generalidades**

Las presentes Especificaciones se refieren a los trabajos a efectuar por el Contratista para la construcción de líneas primarias, subestaciones, redes de distribución primaria y secundaria, e instalaciones de alumbrado público materia de este proyecto.

Se aplicarán las prescripciones del Código Nacional de Electricidad, Tomos I y IV, las Normas del Ministerio de Energía y Minas, el Reglamento Nacional de Construcciones y la práctica común de ingeniería.

Para la ejecución de esta obra el Contratista nominará un Ingeniero Mecánico Electricista y/o Electricista colegiado y hábil para ejercer la profesión, como Ing. Residente de la Obra.

El Contratista ejecutará todos los trabajos necesarios para construir las líneas primarias, las redes del subsistema de distribución primaria, secundaria y las instalaciones de alumbrado público de tal forma que entregue al Propietario una instalación completa y lista para entrar en servicio.

Las tareas principales se describen a continuación y queda entendido, sin embargo, que será responsabilidad del Contratista efectuar todos los trabajos que sean razonablemente necesarios, aunque dichos trabajos no estén específicamente indicados y/o descritos en el presente documento.

### **4.13 Instalación de postes**

La instalación de los postes se hará siguiendo en lo posible los planos del proyecto.

Será responsabilidad del Contratista efectuar los trabajos de replanteo necesarios para determinar la ubicación definitiva de los postes, cuidándose de

manera especial el correcto alineamiento donde lo hubiera.

Los postes de la línea primaria se ubicarán en las posiciones indicadas en los planos, mientras que los del subsistema de distribución primaria y secundaria se alinearán en una paralela a la línea de fachada de las viviendas y justo en el límite de la vereda; salvo indicación contraria en los planos, pero si por razones de fuerza mayor no se pudiese, se tratará de que los desfases no afecten la estética del ambiente urbano.

Asimismo en principio se respetará la ubicación de los postes sobre una misma acera (prevista en los planos) pero por razones de ornato o fuerza mayor podrá hacerse cambios previa autorización del Ingeniero Inspector.

El Contratista será responsable de efectuar todo aquel trabajo de campo necesario para replantear la ubicación de las estructuras de línea primaria y las redes de distribución indicando la ubicación definitiva de las estructuras. Estos planos pasarán a poder del Propietario.

El Contratista efectuará la excavación de huecos para la cimentación de los postes conforme a procedimientos que él proponga y que el Ingeniero Supervisor apruebe. El Contratista tomará las precauciones necesarias para evitar derrumbes durante la excavación, recomendándose el regado del terreno antes de comenzar la excavación.

Los postes se hincarán en el terreno en un hueco que se abrirá con un diámetro mínimo de  $0.6 \text{ m} + "d"$ , siendo "d" el diámetro de base del poste y con una profundidad de acuerdo a los planos y a los cálculos de cimentación realizados. En terreno arenoso o deleznable se hará el hueco con un diámetro total que permita una buena cimentación.

Los postes de las líneas primarias serán empotrados a una profundidad de 1.8 m en terreno vegetal y 1.2 m en roca sólida, rellenándose con una primera capa de ripio de 25 cm de altura, y luego sucesivas capas de arena y piedras de 15 cm de radio aproximadamente, con una altura promedio de 25 cm por capa. Se verificará que la concentración de piedras no sobrepase el 25 % del volumen de relleno por capa. Asimismo se requerirá que cada capa sea apisonada neumáticamente y el exceso de tierra deberá ser depositado alrededor del poste.

Los postes de red primaria y red secundaria serán cimentados mediante un

bloque de concreto ciclópeo con una resistencia a la compresión de  $F'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  de dimensiones adecuadas según el tipo de poste, empotrándose en el concreto a una profundidad de  $1/10$  de la altura nominal del poste, asentándose sobre una base de concreto de 0.10 m de espesor, tal como indica los planos.

El poste deberá ser ensamblado totalmente antes de ser izado para empotrarlo o cimentarlo, tratando de que los armados de alineamiento queden perpendiculares al eje de la línea y los de cambio de dirección y terminales tengan una ligera inclinación de modo que al tensarse la línea se enderezcan dichos armados.

Durante el transporte de los postes en el radio urbano se empleará un medio de transporte adecuado a fin de evitar que los extremos de los postes se encuentren en voladizo.

#### **4.14 Montaje de las retenidas**

Después de instalado el poste, se procederá a instalar las retenidas, para lo cual se abrirá en el suelo los huecos respectivos y se colocará la base y el anclaje, según el plano. Luego se hará el vaciado de una mezcla, posteriormente se compactará el terreno en capas no mayores de 15 cm y regándose. Después se continuará apisonando varias veces en un día y luego de terminadas las reparaciones se procederá a la colocación de los cables.

El cable cederá al ser solicitado mecánicamente por cualquier fuerza, por lo que antes de fijar definitivamente las grapas se jalará el poste por el extremo opuesto a la retenida para templarlo por unas horas, haciéndose posteriormente el reajuste para fijar definitivamente las grapas y verificándose previamente el templado de los conductores.

El Supervisor podrá hacer reinstalar las retenidas que no cumplan el requisito de que la varilla de anclaje sobresalga 0.2 m sobre el nivel del suelo.

Las retenidas se instalarán respetando las ubicaciones que aparecen en los planos del proyecto, pero podrán cambiarse el tipo en los casos que interrumpan el tráfico vehicular o peatonal.

#### **4.15 Puestas a tierra**

Se emplean dos tipos de puesta a tierra, dependiendo de la resistividad del terreno y del grado de confiabilidad que se quiera.

**a. tipo PT-1** :Puesta a tierra helicoidal, compuesta por conductor de cobre

desnudo que se conecta con la ferretería del armado mediante las planchas de cobre; también, se conecta con el conductor neutro de aluminio mediante conector bimetálico, luego baja por el poste de madera mediante grapas de Cu para después bajo la línea de tierra, enrrollarse en forma de espiral alrededor del poste.

- b. tipo PT-2 :** Puesta a tierra con electrodo, compuesta por un conductor de bajada a lo largo del poste de concreto y una varilla de copperweld de 2.40 m x 5/8"  $\phi$  a instalarse en un pozo de tierra, el mismo que se rellenará con 15 kg de sal, 15 kg de carbón y tierra de cultivo.

La puesta a tierra PT-1 se instalará en las líneas primarias. La resistencia a tierra a obtenerse en el neutro de la línea, con todas las Tierras conectadas al neutro, será de 10 ohm, y el valor de cada Tierra podrá ser del orden de 40 ohm. La ubicación de las Tierras se presenta en los planos de perfil y planimetría, y en la planilla de estructuras.

La puesta a tierra PT-2 se instalará en las subestaciones de distribución, en las estructuras de seccionamiento de línea, y en la red secundaria. Su ubicación se presenta en los planos de red primaria y secundaria de cada una de las localidades.

En la red secundaria se instalarán cada 150 m aproximadamente, cerca a los puntos de derivación de ramales y en fines de línea. El valor de tierra a obtenerse en el neutro con todas las Tierras conectadas será de 10 ohm, y el valor de cada tierra desconectada del neutro podrá ser de 40 ohm.

En las subestaciones de distribución se deberá obtener valores de tierra, desconectada del neutro, inferiores a 20 ohm. En caso de no lograrse dicho valor, se deberá agregar unos 15 kg de sal y otro tanto de carbón.

#### **4.16 Instalación de aisladores**

- a. Aisladores tipo Pin :** Los aisladores tipo Pin de líneas y redes primarias se instalarán en los respectivos postes. Se verificará el ajuste correcto de los elementos y la posición de la ranura del aislador en el sentido de la Línea.

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

Mediante el uso correcto de la ferretería especificada, el distanciamiento mínimo de los aisladores en los armados de ángulo 10°-30°, será de 2".

- b. Cadena de aisladores :** El armado de las cadenas de aisladores se efectuará en forma cuidadosa, prestando especial atención que los seguros queden debidamente instalados.

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

- c. Aisladores tipo Carrete :** Se instalarán en sus respectivas portálneas para la fijación a los postes, verificándose que el pasador quede correctamente instalado. Antes de instalarlos se verificará que no presenten defectos y que estén limpios.

#### **4.17 Tendido del conductor**

##### **a. Línea y red primaria**

El tendido del conductor se hará de tal manera que no afecte a éste de ninguna manera. Se evitará rozar el conductor por el suelo, o con los armados o partes metálicas de estos, no debiendo estar sometido a esfuerzo superiores al 30% de su carga de rotura.

Los tramos de conductor se unirán entre sí con manguitos de empalme, no estando permitido utilizarse entorchado para ninguna de las secciones de conductor especificadas.

No se aceptará más de un empalme por conductor y por vano, ni en los vanos donde cruzan carreteras, otras líneas y obstáculos importantes.

El conductor de línea y red primaria, deberá permanecer colgado de las poleas 48 horas antes de hacerle los ajustes del templado y fijarlo a los aisladores. Para medir la flecha se seleccionará un vano por tramo y de preferencia esta operación se efectuará dejando transcurrir 24 horas por lo menos desde el momento del tendido.

El tendido de los conductores se efectuará desde el carrete del conductor montado sobre un trípode, sin rozar el suelo ni someter la línea a tracciones mecánicas peligrosas.

##### **b. Red secundaria**

Los conductores se tenderán sobre los aisladores de acuerdo al detalle de

armado respectivo, cuidando de evitar daños al conductor. Las derivaciones en cruz llevarán separadores de cinco o cuatro conductores según corresponda, y en el punto de cruce se amarrarán los conductores; la conexión eléctrica se efectuará con un conductor de enlace que se conectará al conductor pelado en el punto de empalme.

En las derivaciones en T se usará un separador que irá en el punto de derivación de la T sobre el conductor principal.

Cuando los conductores atraviesan zonas donde hay árboles deberá podarse éstos a fin de que no ocasionen problemas en la red secundaria.

Los conductores de la red se instalarán de la siguiente manera: En la parte superior el de alumbrado público seguidamente el neutro y luego en forma descendente las tres fases, o dos fases como corresponda según el sistema utilizado.

Cuando los conductores de red secundaria se apoyen en postes de red primaria, la sujeción de los aisladores ANSI 53-2 se hará empleando portalíneas unipolares, fijándolos con tirafones de medidas adecuadas.

#### **4.18 Montaje de las subestaciones**

El Contratista se ceñirá a los planos del proyecto para realizar el montaje, solicitando la aprobación del Ingeniero Supervisor antes de efectuar cualquier modificación, que a su criterio sea necesaria para mejorar la instalación.

La ubicación de las subestaciones deberá respetarse en lo posible, no admitiéndose variaciones mayores de 10 m, y en todo caso deberán contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor. Todas las subestaciones se montarán sobre postes concreto armado centrifugado 12/400 kg.

Las derivaciones y empalmes de las barras de M.T. al transformador se hará mediante conectores de doble ranura.

Los tableros se adosarán en postes de concreto de 12 m/400 kg y se instalarán cuidadosamente haciendo uso de abrazaderas partidas, teniendo especial cuidado en no raspar la pintura durante la maniobra. Los tableros de distribución se montarán con la puerta de la caja hacia la calle.

El conexionado del transformador a las barras principales del tablero se hará con terminales de cobre del tipo compresión y conductor unipolar forrado de 25

mm<sup>2</sup> de sección. Los circuitos de salida se conectarán a las barras mediante terminales de cobre y saldrán del tablero con conductores de calibres indicados en los planos.

Después de montadas las subestaciones, se hará una comprobación de las distancias eléctricas a fin de verificar que cumplen lo estipulado por el Código Nacional de Electricidad, y de no ser así, se efectuará las modificaciones que sean necesarias.

#### **4.19 Equipos de alumbrado publico**

Comprende primero, la instalación de un conductor flexible, de 2 x 14 AWG, desde la red hasta los bornes del portalámpara; de un solo tramo, sin empalmes intermedios y derivado de la red con conectores tipo split bolt o similares de cobre.

El contratista instalará los artefactos de iluminación en los pastorales de concreto o fierro galvanizado según corresponda, después de ser montados en los postes. Esta operación se efectuará con el debido cuidado a fin de evitar que el artefacto resulte dañado por choques con el poste.

La posición de las lámparas en los artefactos se verificará después de su instalación en los postes de acuerdo a los anchos y tipos de calles a iluminar.

#### **4.20 Acometidas domiciliarias**

Se identificará y ubicará los predios a los cuales se dotará de suministro, definiendo el tipo de acometida a usar (simple o doble). El conductor de la acometida se conectará a la red mediante conectores tipo split bolt, o similar. El cable será de un solo tramo desde el empalme con la red hasta la base portafusible de la caja correspondiente mediante el mismo tipo y sección de conductor.

Para la bajada del cable a la base portafusible, deberá empotrarse en la fachada un tubo plástico PVC provisto de curvatura en su parte superior para evitar el ingreso de agua de lluvia. El tubo terminará en la caja portamedidor.

En el caso de las acometidas en la acera del frente, para la bajada del cable a la caja portamedidor, se empotrará en la fachada un tubo de fierro galvanizado de 3 metros de largo para poder ganar altura. Este tubo en su parte superior deberá estar provisto de una curvatura para evitar el ingreso de agua de lluvia.

La instalación de los medidores será efectuada por Sociedad Eléctrica del Sur Oeste S.A., debiendo el Contratista coordinar con SEAL, el costo que demande

esta instalación.

#### **4.21 Pastorales**

Los pastorales de concreto y fierro, tanto para los postes de la red primaria como los de la red secundaria, serán instalados luego del izaje de estos, tratando de no dañar la pintura, para el caso de los de fierro, durante su montaje. Deberá tenerse en cuenta el alineamiento del pastoral con la vía a iluminar.

#### **4.22 Pruebas**

Finalizadas las obras, se harán pruebas de las instalaciones para verificar el correcto funcionamiento del sistema. De detectarse fallas imputables al Contratista, éste efectuará las correcciones necesarias, a fin de dejar aptas las instalaciones para la recepción oficial. Las pruebas a efectuarse serán:

- Inspección general del estado de líneas y redes.

Aislamiento: se comprobará todos y cada uno de los circuitos debiendo obtenerse por lo menos los valores de aislamiento, que especifica el Código Nacional de Electricidad.

Continuidad: se comprobará todos y cada uno de los circuitos. Esta prueba se efectuará en los extremos de la red cortocircuitando los otros extremos.

- Pruebas de tensión: conectándose el alumbrado público y alguna carga importante.
- Puesta a Tierra: antes de que la instalación se ponga en servicio, se comprobará que la resistencia de puesta a tierra del conductor neutro en varios puntos de cada circuito, sea como máximo 10 ohmios.
- Secuencia de Fase: Se verificará la posición relativa de los conductores de cada fase sea el correcto.

El Contratista comunicará al Ingeniero Supervisor con quince (15) días de anticipación la fecha de realización de las pruebas.

Después de finalizadas las pruebas, se levantará un acta en la que se consignará los resultados obtenidos y las modificaciones y reparaciones si las hubiera.

#### **4.23 Recepción de obras**

Concluidas las pruebas y subsanados los errores que hubieran sido consignados en el Acta, se firmará inmediatamente el Acta de Recepción Provisional.

A partir de este instante, la obra estará en plazo de garantía por doce (12)

meses. El Contratista estará obligado a reparar los defectos, a cambiar el equipo y material que hubiere suministrado o instalado defectuosamente, con excepción de las lámparas, las que tendrán como período de garantía el estipulado como tiempo de vida por el Fabricante.

Todo el equipo o material que haya sido reemplazado tendrá un período de garantía de doce meses desde la fecha de su instalación.

Vencido el plazo de garantía, se procederá a la recepción final de la obra, firmándose el Acta respectiva. A partir de este instante, el Contratista quedará relevado de su responsabilidad.

## **CAPITULO V METRADO Y PRESUPUESTO**

### **5.1 Metrado**

El metrado ha sido preparado teniendo en consideración que el proyecto de electrificación del PSE Valle del Río Colca comprenderá líneas primarias, redes primarias, redes secundarias y acometidas domiciliarias.

En el metrado se ha seguido el siguiente índice genérico de partidas:

- Suministro de equipos y materiales.
- Transporte hasta el lugar de la obra.
- Montaje de equipos y materiales.

El detalle de las partidas mencionadas se encuentra en las Especificaciones Técnicas de Materiales y Montaje.

Teniendo en consideración que el proyecto desarrollado es de ampliación de la frontera eléctrica, se tuvo cuidado de metrar el material requerido con una cantidad adicional de reserva, a fin de cubrir imprevistos al momento de ejecución de la obra.

### **5.2 Análisis de precios unitarios**

Los costos unitarios que se expresan en los cuadros respectivos han sido elaborados mediante cuidadoso análisis para cada caso, en el que se ha considerado:

#### **a. Costos unitarios de materiales**

Los precios de los equipos, materiales y accesorios en general han sido suministrados por empresas fabricantes y comercializadoras, evaluándose hasta tres (3) ofertas presentadas por cada equipo, material y accesorio, a fin de obtener el precio promedio del mercado.

#### **b. Costos unitarios de montaje**

Se ha tenido en consideración los siguientes puntos:

El pago de la mano de obra, incluyendo leyes sociales, bonificación unificada

de construcción, bonificación unificada por movilidad y todos los derechos vigentes a la fecha, se hacen con referencia a la Tabla de Jornales en Construcciones Urbanas en toda la República, documento aprobado por la Cámara Peruana de la Construcción y el Ministerio de Trabajo.

- Los rendimientos reales de la mano de obra, así como la proporción en que interviene cada categoría de trabajador, han sido obtenidos de la experiencia reciente de empresas vinculadas a la ejecución de obras similares en el territorio de la República.
- El precio de insumos y materiales menores, según lo expuesto en el acápite de costos unitarios de materiales.
- Los gastos en alquiler de equipo y herramientas que corresponda según el caso, es de acuerdo con el precio promedio del mercado.

### **5.3 Presupuesto base**

El Presupuesto Base es a precios de Enero 1996 y está expresado en Nuevos Soles. Para su elaboración se han tomado las siguientes consideraciones:

- Los precios de los materiales y equipos, son aquellos obtenidos del análisis de costos unitarios de materiales.
- El costo del transporte de materiales y equipos ha sido considerado para el tramo Lima-Arequipa-Chivay, tomándose como precio promedio aquel resultante de la evaluación de ofertas de servicio presentadas por las compañías del medio.
- Los costos unitarios de montaje y desmontaje han sido desarrollados en el acápite de costos unitarios y expresan fielmente los costos derivados de la ejecución de dichas obras.
- En el Presupuesto Base se ha establecido que el 15% sobre el Costo Directo de la Obra será destinado al rubro de Gastos Generales y Utilidad del Contratista .
- El impuesto general a las ventas (IGV) es del 18% sobre la suma del costo directo de obra más los gastos generales y utilidades del contratista.
- El total general se obtendrá al sumar las partidas del costo directo de obra, los gastos generales y utilidades y el impuesto a las ventas.

### **5.4 Fórmula polinómica**

Se añade al metrado y presupuesto el Sistema de Reajuste de Precios por

fórmulas polinómicas que caracteriza la estructura de costos de cada obra en particular.

Para la aplicación de la fórmula polinómica se considerarán los índices unificados de precios, elaborados por la Dirección Técnica de Indicadores Económicos del Instituto Nacional de Estadística e Informática, y publicados periódicamente en el Boletín Mensual de la institución.

**a. Fórmula polinómica para líneas primarias**

Para las líneas primarias, la fórmula polinómica tiene 6 elementos representativos que definen 6 coeficientes de incidencia.

El factor de corrección K tiene la expresión siguiente:

$$K = c_1 * \frac{P_r}{P_o} + c_2 * \frac{A_r}{A_o} + c_3 * \frac{C_r}{C_o} + c_4 * \frac{F_r}{F_o} + c_5 * \frac{J_r}{J_o} + \frac{c_6 * G U_r}{G U_o}$$

Donde:

$C_i$  : Coeficiente de incidencia del monomio "i".

P, A, C, F, J, GU : Símbolos de los índices unificados, cuyos elementos representativos se indican en los resultados del metrado y presupuesto.

r : subíndice que indica, al tiempo del reajuste.

o : subíndice que indica, al momento del presupuesto base.

**b. Fórmula polinómica para redes primarias**

Para las redes primarias la fórmula polinómica tiene 6 elementos representativos, la mayoría de ellos idénticos a los de la línea primaria, pero que definen 6 coeficientes de incidencia, distintos en valor a los hallados para el análisis de las líneas primarias.

El factor de corrección K tiene la misma expresión literal que muestra el acápite anterior, pero con resultados propios como consecuencia de reajustar precios de elementos representativos bastante diferenciados en cuanto a cantidades a usar.

**c. Fórmula polinómica para redes secundarias y acometidas domiciliarias**

Al igual que en los casos anteriores, se tienen 6 elementos representativos tanto para las redes secundarias como para las acometidas domiciliarias, con características particulares bastante diferenciadas.

El factor de corrección K en ambos casos, tomará un valor propio para cada

fórmula analizada.

## 5.5 Resultados

A continuación se muestra el resumen del presupuesto base, dándose mayor detalle de los metrados, costos unitarios y fórmula polinómica en los anexos N° 5.1 al 5.3 .

Cuadro N° 28  
Presupuesto de Obra  
Electrificación del Valle del Río Colca I Etapa  
Resumen General

Descripción	Líneas Primarias (soles)	Redes Primarias (soles)	Red secund. Acometidas (soles)	Total (soles)
Suministro de materiales	556,107.7	441,787.5	2,069,374.1	3,067,269.3
Transporte	27,805.4	22,089.4	103,468.7	153,363.5
Montaje Electromecánico	257,782.0	61,086.7	347,719.9	666,588.6
Gastos generales+Utilidades	126,254.3	78,744.5	378,084.4	583,083.2
Costo total	967,949.4	603,708.1	2,898,647.2	4,470,304.6
Impuestos (18% IGV)	174,230.9	108,667.5	521,756.5	804,654.8
<b>Total General</b>	<b>1,142,180.2</b>	<b>712,375.6</b>	<b>3,420,403.6</b>	<b>5,274,959.4</b>

## CAPITULO VI CALCULOS JUSTIFICATIVOS

### 6.1 Distancias mínimas de seguridad

#### 6.1.1 Premisas básicas

Las alturas libres y distancias mínimas de seguridad son determinadas bajo la hipótesis de cálculo mecánico que establezca la mayor flecha vertical, así como en función del nivel de tensión utilizado.

Estos valores han sido establecidos por el Código Nacional de Electricidad, tomo IV, "Sistema de Distribución" y complementados por la norma americana National Electrical Safety Code (NESC).

#### 6.1.2 Alturas libres sobre el terreno

Considerando la red eléctrica proyectada, las características geográficas y el tipo de habilitación urbana existentes en la zona del proyecto, se ha considerado lo siguiente:

**a. Línea y red primaria** :Las distancias mínimas de seguridad consideradas según normas para el estudio son las siguientes:

Cuadro N° 29

Disposición	Carreteras y Avenidas	Calles y caminos	Areas no transitables por vehículos
	(m)	(m)	(m)
Al cruce	7.00	6.50	5.00
A lo largo	6.50	5.50	5.00

Para el diseño de la línea primaria se considera 6.5 y 5.5 m de distancia mínima con respecto al terreno y para la red primaria se toma 6.0 m.

**b. Red secundaria** :Las distancias de conductores desde el terreno, en flecha máxima, no serán menores que las señaladas en el cuadro siguiente :

Cuadro N° 30

Disposición	Carreteras y Avenidas	Calles y caminos	Areas no transitables por vehículos
	(m)	(m)	(m)
Al cruce	6.50	5.50	4.00
A lo largo	5.50	4.50	4.00

### 6.1.3 Distancias mínimas entre conductores

La separación mínima vertical, horizontal o angular entre conductores de un mismo circuito no debe ser menor que los valores requeridos señalados a continuación:

#### a. Línea y red primaria

##### Separación mínima en sus postes y en cualquier punto del vano :

- Para Tensión  $\leq 11,000$  V : 0.40 m
- Para Tensión  $> 11,000$  V :  $0.40 \text{ m} + 0.01 \text{ m/kV}$  en exceso de 11 kV

##### Separación mínima en metros a la mitad del vano :

- Para conductores menores de  $35 \text{ mm}^2$  :  $0.0076 U' + 0.65 (f - 0.6)^{1/2}$
- Para conductores de  $35 \text{ mm}^2$  o mayores :  $0.0076 U' + 0.37 (f)^{1/2}$

Donde f es flecha máxima en metros y U es tensión de línea en kV

##### Resumen separación mínima entre conductores a medio vano :

Para una  $U_{\text{nominal}}=22.9$  kV, a una altitud de 3500 msnm, se tiene una  $U'_{\text{corregida}}=30.1$  kV, y las siguientes distancias :

Cuadro N° 31

Vano	Desniveles				Desniveles			
	0	0.1	0.2	0.3	0	0.1	0.2	0.3
	Flechas (m)				Distancia mínima (m)			
150	2.35	2.36	2.41	2.47	0.80	0.80	0.80	0.81
160	2.61	2.63	2.67	2.75	0.83	0.83	0.83	0.84
170	2.89	2.91	2.96	3.04	0.86	0.86	0.86	0.87
180	3.18	3.20	3.25	3.34	0.89	0.89	0.90	0.90
190	3.48	3.50	3.56	3.66	0.92	0.92	0.93	0.94
200	3.79	3.81	3.88	3.99	0.95	0.95	0.96	0.97
250	5.55	5.58	5.68	5.83	1.10	1.10	1.11	1.12
300	7.64	7.69	7.81	8.02	1.25	1.25	1.26	1.28
350	10.07	10.13	10.29	10.56	1.40	1.41	1.42	1.43
400	12.85	12.92	13.13	13.46	1.55	1.56	1.57	1.59

Para conductor de  $85 \text{ mm}^2$  Aa y armados con cruceta de 2.4 m tenemos :

- Distancia entre ejes del conductor de 2.2 m
- Con la cruceta a 0.45 m debajo de la punta del poste, nos permite vanos hasta 250 m.
- La cruceta se ubicará a 1.0 m debajo de la punta del poste para vanos mayores de 350 m, para cumplir la separación mínima entre conductores a medio vano.

**b. Red secundaria :**La distancia vertical mínima entre conductores esta dada por el siguiente cuadro:

Cuadro N° 32

Vano (m)	Distancia mínima (m)
De 0 a 50	0.10
De 50 a 65	0.15
De 65 a 80	0.20
De 80 a 100	0.30

## 6.2 Flujo de carga en red primaria

### 6.2.1 Objetivo

Los cálculos eléctricos para la línea y red primaria sirven para determinar principalmente, los flujos de potencia activa y reactiva en las líneas, el perfil de tensiones en las barras y las pérdidas óptimas de potencia y energía en el sistema eléctrico propuesto.

### 6.2.2 Metodología

**a. Datos :**Se tiene un sistema eléctrico compuesto de "n" barras y un cierto número de líneas, transformadores y generadores, cuyos parámetros característicos: resistencia, reactancia, capacitancia y conductancia son conocidos, representándose todo este sistema en un diagrama unifilar.

Asimismo se conoce las potencias activas y reactivas de las llamadas barras de carga, la tensión y potencia activa de las barras de generación, la tensión y ángulo de fase de la llamada barra de referencia.

**b. Procedimiento :** Las ecuaciones fundamentales se obtienen a partir de una formulación nodal de las ecuaciones de la red.

La ecuación característica inicial es:  $[ I ] = [ Y ] [ V ]$ , donde:

$[ I ]$  : Matriz de corrientes en cada barra

$[ Y ]$  : Matriz de admitancias de barras

[ V ] : Matriz de tensiones en cada barra

En forma desarrollada se tiene:

$$\begin{array}{c|c|cccccc|c}
 I1 & & Y11 & Y12 & \dots & Y1k & \dots & Y1n & & V1 \\
 I2 & & Y21 & Y22 & \dots & Y2k & \dots & Y2n & & V2 \\
 \cdot & & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot & & \cdot \\
 \cdot & & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot & & \cdot \\
 Ik & = & Yk1 & Yk2 & \dots & Ykk & \dots & Ykn & * & Vk \\
 \cdot & & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot & & \cdot \\
 \cdot & & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \dots & \cdot & & \cdot \\
 In & & Yn1 & Yn2 & \dots & Ynk & \dots & Ynn & & Vn
 \end{array}$$

Analizando la barra "k" :

$$I_k = Y_{k1} \times V_1 + Y_{k2} \times V_2 + \dots + Y_{kk} \times V_k + \dots + Y_{kn} \times V_n$$

$$I_k = Y_{kk} \times V_{kk} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^N (Y_{kj} \times V_j) \quad \dots (1)$$

Las potencias activas y reactivas en la barra "k" serán:

$$P_k + jQ_k = V_k \times I_k^* \quad \dots (2)$$

Conjugando la ecuación (2), se tiene :

$$P_k - jQ_k = V_k^* \times I_k \quad \dots (3)$$

Luego, reemplazando la ecuación (1) en la ecuación (3) se obtiene:

$$P_k - jQ_k = V_k^* \times \left( Y_{kk} \times V_{kk} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^N (Y_{kj} \times V_j) \right) \quad \dots (4)$$

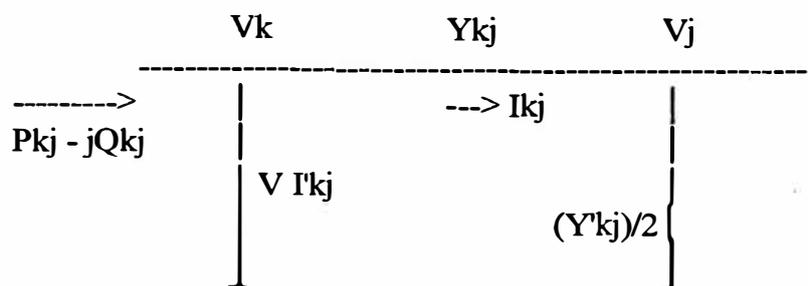
De la ecuación (4) se despeja el valor de la tensión "V<sub>k</sub>" :

$$V_k = \frac{P_k - jQ_k}{Y_{kk} \times V_k^*} - \frac{\sum (Y_{kj} \times V_j)}{Y_{kk}} \quad \dots (5)$$

Para determinar V<sub>k</sub>, asumimos valores iniciales de V<sub>j</sub> y V<sub>k</sub>, y procedemos a efectuar iteraciones o cálculos repetitivos, hasta que los cambios en los valores de V<sub>k</sub> sean menores que un valor mínimo especificado.

Calculados las tensiones en las barras se procede a evaluar el flujo de

potencia por línea, como sigue :



donde :

$$I_{kj} = (V_k - V_j) \times Y_{kj}$$

$$\frac{I'_{kj}}{2} = V_k \times \frac{Y'_{kj}}{2}$$

$$P_{kj} - jQ_{kj} = V^*_{kj} \times I_{kj} + V^*_{kj} \times (I'_{kj}/2)$$

Las ecuaciones algebraicas son solucionadas conjuntamente por dos métodos: las primeras aproximaciones por el método Gaus-Seidel y las restantes por el método Newton-Raphsón, para lo cuál se hace uso de un programa existente de cómputo.

### 6.2.3 Resultados

La información que se obtiene es normalmente, el módulo y el ángulo de fase de las tensiones en cada barra, las potencias activa y reactiva de cada línea y las pérdidas de potencia y energía del sistema.

Para el análisis del sistema eléctrico que involucra al P.S.E. Valle del Río Colca, se hace uso del programa de flujo de carga, basado en la metodología descrita anteriormente y que permite obtener la información necesaria para el diseño de las líneas y redes correspondientes.

Se presenta en los anexos N° 4.1a y 4.1b los perfiles de tensión y flujos de carga, para la condición de máxima y mínima demanda respectivamente.

## 6.3 Cálculos de caída de tensión de la red secundaria

### 6.3.1 Conceptos generales

Se presenta la caída de tensión y las pérdidas de potencia y energía de las redes de distribución secundaria, tanto para el servicio particular como para el alumbrado público.

La máxima caída de tensión establecida por el Código Nacional de Electricidad es de 5 % habiéndose realizado los cálculos con una caída de 4.5% para poder

atender nuevos usuarios y/o incrementos de carga. Se ha considerado como carga los lotes no habitados y sin construir con la finalidad de que la red pueda prestar servicios cuando estos lotes sean habitados.

La demanda máxima para el diseño de las redes secundarias se ha determinado con una calificación eléctrica de 800 W/lote para la localidad de Chivay y 600 W/lote para el resto de las localidades consideradas en el marco del proyecto, con factor de simultaneidad de 0.5 para el sector doméstico. Para alumbrado público y cargas de usos generales se utiliza un factor de simultaneidad de 1.0.

Los sistemas empleados en el presente proyecto son 380/220 V para Servicio Particular y monofásico 220 V para Alumbrado Público.

La caída de tensión se determina por medio de un programa computacional realizado en lenguaje de programación Fortran, el cual cuenta con una base de datos de conductores para los diferentes tipos de sistemas.

### 6.3.2 Método de cálculo

#### a. Características del sistema 380/220 V :

Tensión Nominal (V)	:	( 3 $\phi$ ) 380/220 V (S.P.)
		( 1 $\phi$ ) 220 V (A.P.)
Frecuencia (Hz)	:	60
Factor de Potencia	:	0.9 ( S.P. y A.P. )
Factor de Simultaneidad	:	0.5 ( S.P. )
		1.0 ( A.P. y Cargas especiales )

#### b. Cálculo de la resistencia :

$$R_2 = R_{20} [1 + \alpha (T_2 - 20)]$$

$$T_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha = 0.00382$$

$$R_2 = 1.0764 R_{20}$$

#### c. Cálculo de la reactancia :

$$X_L = 4 \times \pi \times f \times 10^{-4} \times \ln [ DMG \times 1000 / (0.362 \times \phi c) ] \Omega/\text{km}$$

$$X_L = 0.0754 \times \ln [ DMG \times 1000 / (0.362 \times \phi c) ] \Omega/\text{km}$$

$$DMG = (D_1 \times D_1 \times 2 \times D_1)^{1/3} \text{ m} \quad ; \text{ Sistema } 3\phi$$

$$D_1 = 0.150 \text{ m}$$

$$\text{DMG} = 0.189 \text{ m}$$

Cuadro N° 33

Sección mm <sup>2</sup>	$\phi_c$ mm	R <sub>20°</sub> Ω/km	R <sub>40°</sub> Ω/km	X <sub>(3φ)</sub> Ω/km
6	4.720	3.130	3.369	0.355
10	5.650	1.860	2.000	0.341
16	6.700	1.170	1.259	0.328
25	8.850	0.730	0.786	0.307

**d. Cálculo de caída de tensión :**

$$V = P \times L \times (R_2 \times \text{Cos}\phi + X_L \times \text{Sen}\phi) / (V \times \text{Cos}\phi) \quad (\text{S. P.})$$

$$V = 2 \times P \times L (R_2 \times \text{Cos}\phi + X_L \times \text{Sen}\phi) / (V \times \text{Cos}\phi) \quad (\text{A. P.})$$

$$V = K \times P \times L / (V \times \text{Cos}\phi)$$

Donde :

$$K = R_2 \times \text{Cos}\phi + X_L \times \text{Sen}\phi \quad (\text{S. P.})$$

$$K = 2 \times (R_2 \times \text{Cos}\phi + X_L \times \text{Sen}\phi) \quad (\text{A. P.})$$

En los anexos N° 4.2a al 4.2f se muestra la caída de tensión y las pérdidas de potencia y energía de las redes de distribución secundaria, tanto para el servicio particular como para el alumbrado público.

## 6.4 Cálculos mecánicos de conductores

### 6.4.1 Generalidades

Con el cálculo mecánico, se determinan los esfuerzos que deben soportar los conductores en la zona de instalación, en condiciones climáticas variables, así como cumplir con las prescripciones mínimas de seguridad que dichos conductores involucran.

### 6.4.2 Metodología

**a. Datos :** Para efectuar los cálculos se parten de las siguientes hipótesis:

Cuadro N° 34

<b>Hipótesis I (Templado)</b>	
Temperatura	14 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>
Tiro horizontal	17 % esf. Rotura (L.P. y R.P.) 18 % esf. Rotura (R.S.)

<b>Hipótesis II (Máximo esfuerzo)</b>	
Temperatura	- 5 °C
Hielo	2.5 mm
Tiro horizontal máximo	40 % esf. de rotura
<b>Hipótesis IIA (Máximo esfuerzo)</b>	
Temperatura	5 °C
Presión de viento	24 kg/m <sup>2</sup> (75 km/h)
Tiro horizontal máximo	40 % esf. de rotura
<b>Hipótesis III (Flecha Máxima)</b>	
Temperatura	40 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>

**b. Procedimiento** : La ecuación fundamental de cambio de estado según el metodo TRUXA es:

$$(\sigma_2)^2 \left[ \sigma_2 + E \alpha (t_2 - t_1) + \frac{(W_{r1})^2 L^2 E}{24 A^2 (\sigma_1)^2} - \sigma_1 \right] = \frac{(W_{r2})^2 L^2 E}{24 A^2}$$

donde:

- $\sigma_1, \sigma_2$  : Esfuerzos admisibles en las hipótesis I y II (kg/mm<sup>2</sup>)
- $W_{r1}, W_{r2}$  : Pesos resultantes en las hipótesis I y II (kg/m)
- $t_1, t_2$  : Temperaturas en las hipótesis I y II (°C)
- $E$  : Modulo de elasticidad (kg/m<sup>2</sup>)
- $A$  : Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $L$  : Vano básico (m)

**c. Resultados** : Para efectuar los cambios de estado se ha empleado un programa de cómputo, obteniéndose la tabla de resultados que se muestran en los anexos N° 4.3a al 4.3f.

## 6.5 Cálculos mecánicos de estructuras

Se realizan estos cálculos, de manera que las estructuras utilizadas en la línea, redes primarias y secundarias, sean las adecuadas para soportar los conductores que transportan la energía eléctrica ya sea en media como en baja tensión. Las estructuras seleccionadas cumplen con los criterios mínimos de seguridad tanto en condiciones normales como en caso de falla por rotura de conductor (línea y red primaria).

Adicionalmente al cálculo propio de las estructuras se determina la(s) retenida(s) y la cimentación requerida para los distintos armados a utilizar en el

proyecto.

### 6.5.1 Selección de la longitud del poste

Para seleccionar la longitud nominal del poste se debe considerar la altura mínima del conductor al piso, la longitud libre para la flecha máxima y la longitud mínima empotrada del poste.

Cuadro N° 35

		LP		RP	RS
Altura mínima del conductor al piso	m	5.50	5.00	6.00	4.50
Vano básico	m	210	230	80	40
Longitud libre para la flecha	m	4.12	4.81	1.60	0.45
Longitud libre empotrada	m	H/10 + 0.6			H/10
Longitud libre encima de la cruceta	m	0.45	0.45	0.45	-
Altura del aislador mas espiga	m	0.23	0.23	0.23	-
Distancia punta de poste a carrete mas bajo	m	-	-	-	0.60
<b>LONGITUD DE POSTE REQUERIDA</b>	<b>m</b>	<b>11.6</b>	<b>11.81</b>	<b>9.02</b>	<b>6.25</b>

Por tanto, se elige los postes con longitudes normalizadas de 12 m para Líneas y Redes Primarias y 7 m para Redes Secundarias.

### 6.5.2 Consideraciones de diseño

Los postes evaluados son de madera tratada y su análisis se sustenta en las prescripciones del C.N.E. Tomo IV, contemplando el tratamiento para localidades ubicadas a altitudes promedio de 3500 msnm. El factor de seguridad mínimo a considerar para condiciones normales es 3, mientras que para condiciones anormales es 2.

Los cálculos se efectúan para las siguientes condiciones de instalación:

- Estructura de alineamiento.
- Estructura de ángulo o de cambio de dirección.
- Estructuras de anclaje y de derivación.

Se tiene en cuenta el efecto producido por el peso de los conductores, aisladores, crucetas, poste y accesorios de ferretería, los cuáles producen fuerzas verticales sobre el poste.

### 6.5.3 Ecuaciones de cálculo

- a. Para el análisis de las estructuras, se considera el peso de 80 kg para el personal de mantenimiento, y la presión del viento  $P_v$  actuando horizontalmente sobre la superficie lateral de los conductores y poste. Estas fuerzas ocasionan los

siguientes momentos sobre el poste:

**Momento debido al viento sobre el poste (Mvp):**

$$M_{vp} = \frac{P_v h^2 (d + 2 d_o)}{6} \text{ Kg-m}$$

Donde:

$d_o$  = Diámetro en la punta del poste (mm)

$d$  = Diámetro del poste a nivel del suelo (mm)

$h$  = Longitud libre del poste ( m )

$P_v$  = Presión del viento ( $\text{Kg/m}^2$ )

**Momento debido al viento sobre conductores (Mvc)**

$$M_{vc} = \frac{P_v L \text{Cos}(\alpha/2)}{1000} \sum_{i=1}^n \phi_{ci} h_i \text{ Kg-m}$$

Donde:

$P_v$  = Presión del viento ( $\text{Kg/m}^2$ )

$L$  = Vano (m)

$\alpha$  = Angulo de la línea.

$\phi_{ci}$  = Diámetro externo del i-ésimo conductor (mm)

$h_i$  = Altura del i-ésimo conductor respecto al suelo (m)

- b. Para el caso de postes en cambio de dirección se adicionará la tensión resultante del tiro de los conductores en ángulo, el cuál se orienta en la dirección de la bisectriz del ángulo que forman los conductores y cuya magnitud es la siguiente

$$T_c = 2 T_o \text{ Sen}(\alpha/2) \text{ Kg}$$

El momento producido por esta fuerza viene determinado por:

$$M_c = 2 \text{ Sen}(\alpha/2) \sum_{i=1}^n h_i T_{oi} \text{ Kg-m}$$

Donde:

$T_{oi}$  = Es el tiro máximo del i-ésimo conductor (Kg)

$h_i$  = Altura del i-ésimo conductor respecto al suelo (m)

- c. También se tendrá en cuenta el desequilibrio de tracciones en los postes de anclaje y fin de línea. Considerándose para anclaje un tiro equivalente al 50% y para fin de línea el 100% de las tracciones unilaterales en los conductores.

- d. La fuerza equivalente a 30 cm de la punta del poste, queda determinada por la ecuación:

$$F = \frac{(M_{vp} + M_{vc} + M_c)}{(h - 0,30)} \quad \text{Kg}$$

Donde los momentos son debidos a:

$M_{vp}$  = Al viento sobre el poste (kg-m)

$M_{vc}$  = Al viento sobre los conductores (kg-m)

$M_c$  = Al tiro resultante de los conductores (kg-m)

$H$  = Altura libre del poste (m)

#### 6.5.4 Estructuras requeridas

Los resultados obtenidos se muestran en los anexos 4.4a al 4.4f, mostrándose un breve resumen a continuación :

Cuadro N° 36

Armado	Angulo	Vano (m)	Retenid a	Poste	Pie soporte (m)
	< 0° - 3.5° ]	=< 220	-	12/200 kg	10.58
S	< 3.5° - 10° ]	=< 220	R1	12/200 kg	10.58
	0°	< 300	-	12/200 kg	10.58
	0°	>= 300	-	12/400 kg	10.03
A1	< 10° - 30° ]	220	R1	12/200 kg	10.58
	0°	>= 300	-	12/400 kg	10.03
A2	< 30° - 60° ]	220	2 R1	12/400 kg	8.30
A3	< 60° - 90° ]	220	2 R1	12/400 kg	8.20
R	0°	< 300	2 R1	12/400 kg	10.35
	0°	>= 300	2 R1	12/400 kg	9.80
T	0°	< 300	R1	12/400 kg	10.35

## 6.6 Coordinación del aislamiento

### 6.6.1 Premisas básicas

Se define el nivel básico de aislamiento (BIL) como la máxima tensión de cresta de una onda de sobretensión de impulso de frente escarpado de 1,2 x 50 us, que es capaz de resistir el aislamiento de un equipo sin que ocurra corriente disruptiva entre las fases.

El Código Nacional de Electricidad en su tomo cuarto recomienda niveles de aislamiento para el equipo eléctrico, teniendo en cuenta la tensión máxima del equipo y la altitud en la que se encuentra instalado.

### 6.6.2 Ecuaciones de cálculo

La tensión máxima de servicio a nivel del mar se obtiene a partir de la tabla 2-I del CNE tomo IV, y la corrección por variación de la altura de instalación del equipo se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$V_{\max.h} = V_{\max.0} * F_h \text{ kV}$$

donde:

$V_{\max.h}$  : Tensión máxima de servicio a la altura h (kV).

$V_{\max.0}$  : Tensión máxima de servicio a nivel de mar (kV)

H : Altura de instalación del equipo (m).

$F_h$  : factor de corrección por altura e igual a:

$$F_h = 1 + 1,25*(h - 1000)*10^{-4}$$

Conocida la tensión máxima de servicio en la zona de estudio se hace uso de la tabla 3-II del CNE tomo IV, para definir tanto el BIL o Tensión No Disruptiva al impulso y la Tensión No Disruptiva a la frecuencia de servicio.

Asimismo para determinar la Tensión Disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio, se utiliza la siguiente ecuación:

$$V_c = 2,1 * (V_{\max.h} + 5) \text{ kV}$$

donde:

$V_c$  : Tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio (kV).

$V_{\max.h}$  : Tensión máxima de servicio a la altura h (kV).

### 6.6.3 Resultados de la coordinación del aislamiento

#### a. Tensión BIL y Tensiones no disruptivas:

Efectuando los cálculos, se obtuvieron los siguientes resultados:

$$F_h = 1.31$$

$$V_{\max.h} = 30.06 \text{ kV}$$

De la tabla indicada en el CNE, e interpolando en la serie II, entre los valores correspondientes a 26.4 y 36.5 kV, se obtiene:

$$\text{Tensión no disruptiva a 60 Hz} : 57.25 \text{ kV}$$

$$\text{Tensión no disruptiva al impulso} : 168.12 \text{ kV}$$

El valor de la tensión no disruptiva bajo lluvia resulta:

$$V_c = 73.63 \text{ kV.}$$

#### b. Número de Aisladores

- Para condiciones de ambiente rural, el número de aisladores será:

$$N = (m * kV) / (Kn * q)$$

siendo:

N Número de aisladores tipo Suspensión.

m Coeficiente de suciedad ambiental = 2.0

kV Tensión nominal de la red.

Kn 28, para aisladores de uso normal.

q Densidad relativa del aire = 0.82

Reemplazando valores debe obtenerse:

$$N = 2.0 * 22.9 / 28 * 0.82$$

$$N = 1.99$$

- El número de aisladores por sobretensiones externas (Nst), se calcula del modo siguiente:

$$Nst = kV / (15.5 * q)$$

y reemplazando valores se obtiene:

$$Nst = 22.9 / (15.5 * 0.82)$$

$$Nst = 1.8$$

En conclusión, se adoptará un (01) aislador tipo Pin ANSI 56-2 y dos (02) aisladores tipo Suspensión ANSI 52-3, de acuerdo a los resultados encontrados y a criterios prácticos establecidos en la operación de sistemas eléctricos análogos.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del Planeamiento y Estudio Definitivo del Pequeño Sistema Eléctrico del Valle del Río Colca se indican a continuación:

1. La proyección de la demanda de potencia y energía del Pequeño Sistema Eléctrico PSE Valle del Río Colca es el siguiente:

Casos considerados		Año de proyección				
		1996	2000	2004	2010	2015
Potencia (kW)	Sin mina		1486	1962	2519	3116
	Con mina		3581	4150	4750	5390
Energía (MWh-año)	Sin mina		2824	3860	5322	6966
	Con mina		13694	14783	16339	18078

2. Las localidades beneficiadas se han clasificado por etapas, estando previsto que en el año 1997 deberá electrificarse aquellas indicadas en la primera etapa:
  - 1ra Etapa : Chivay, Yanque, Ichupampa, Lari, Cabanaconde, Maca, Madrigal, Achoma, Coporaque, Pinchollo.
  - 2da Etapa : Tuti, Sibayo, Callalli, Tapay, a implementarse conjuntamente con la 1ra etapa en caso de que se construya la S.E. 138-23 kV de Callalli.
  - 3ra Etapa : Tisco, Choco, Llanca, Ucuchachas, Miña, Huambo, Chinini.

Las restantes localidades se integraran al PSE a mediano plazo.

3. Se ha obtenido que la tensión más conveniente a nivel de distribución es la de 23 kV, comparada con la de 13.2 kV y 10 kV, en razón de la gran longitud de redes proyectadas para cubrir toda el área del proyecto, evaluándose técnica y económicamente y resultando favorable ampliamente el nivel de tensión de 23 kV.
4. Se considera que para cubrir la demanda de potencia, en 1ra. etapa deberán estar

operativas las Minicentrales hidroeléctricas de Chivay I y II de 200 y 90 kW respectivamente. Adicionalmente se tiene previsto construir la M.C.H. El Madrigal de 800 kW, con estudio definitivo concluido, canal de conducción terminado y financiamiento comprometido de la maquinaria electromecánica.

5. Para cubrir el déficit de generación se ha analizado la implementación de una CT de 4 x 500 kW en Chivay, una SE en Callalli 138/23 kV-7 MVA, una SE en Callalli de acoplamiento capacitivo de 2 MVA, y una línea en 33 kV-82 C.H. Sigwas-Cabanaconde, habiendo salido el proyecto más conveniente la construcción de la SE Callalli que se conectaría a la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya, por ser el proyecto de menor inversión inicial, menor costo de la energía, tiene mayor capacidad (7 MVA versus 2 MVA de las otras alternativas), y además permitiría alimentar a la minería de Caylloma.
6. Si se implementa como alternativa de solución, la S.E. Callalli 138/23 kV-7 MVA, y todas las etapas del P.S.E. Valle del Río Colca, la población beneficiada con la electrificación llegaría a los 38,287 habitantes, la demanda máxima en el año 2015 a 5390 kW, y la inversión en todo el período a US \$ 6'801,000.00.
7. En el diseño de las redes y líneas del P.S.E., se ha introducido los criterios de diseño de los manuales de la "Rural Electrification Administration" - USA, así como la normalización vigente en el País.
8. El proyecto motivo de la presente tesis ha sido considerado para ser ejecutado el año 1997 a través del Programa de Electrificación Nacional del Ministerio de Energía y Minas.

## **ANEXOS**

### **ANEXO A :**

#### **MERCADO ELECTRICO**

- 1.1 Proyección de la población
- 1.2 Máxima demanda de potencia
  - a. Cuadro de datos
  - b. Gráfico representativo
- 1.3 Consumo bruto de energía
  - a. Cuadro de datos
  - b. Gráfico representativo
- 1.4 Oferta de generación
- 1.5 Balance oferta-demanda

### **ANEXO B :**

#### **EVALUACION TECNICA**

- 2.1 Alternativa I :Generación Hidrotérmica
  - a. Máxima demanda (Año 2015)
  - b. Mínima demanda (Año 2015)
- 2.2 Alternativa II :S.E. Callalli 138/23 kV, 7 MVA
  - a. Máxima demanda (Año 2015)
  - b. Mínima demanda (Año 2015)
- 2.3 Alternativa IV :Línea 33 kV CH.Siguas-Cabanaconde
  - a. Máxima demanda (Año 2015)
  - b. Mínima demanda (Año 2015)

### **ANEXO C**

#### **EVALUACION ECONOMICA**

- 3.1 Costos estimados

- a. 1ra Etapa : Chivay, Yanque, Ichupampa, Lari, Madrigal, Maca, Cabanaconde, Achoma, Coporaque, Pinchollo.
- b. 2da Etapa : Tuti, Sibayo, Callalli, Tapay
- c. 3ra Etapa : Tisco, Choco, Llanca, Ucuchachas, Miña, Huambo, Chinini
- d. Subestación Callalli 138/23 kV - 7 MVA
- e. Línea 33 kV-82 km C.H. Siguas-Cabanaconde y SS.EE.33/23 kV

### 3.2 Comparación económica de alternativas

- a. Alternativa I
- b. Alternativa II
- c. Alternativa III
- d. Alternativa IV

### 3.3 Cronograma de inversiones y de ejecución de obras

## **ANEXO D :**

### **CALCULOS ELECTRICOS Y MECANICOS**

- 4.1 Flujo de carga en red primaria
- 4.2 Caída de tensión de la red secundaria
- 4.3 Cálculo mecánico de conductores
- 4.4 Cálculo mecánico de estructuras

## **ANEXO E :**

### **METRADO Y COSTO ESTIMADO**

- 5.1 Líneas primarias trifásicas y monofásicas
- 5.2 redes primarias por localidad
- 5.3 redes secundarias por localidad

## **ANEXO F :**

### **ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

## **ANEXO G :**

### **LAMINAS Y PLANOS TIPICOS**

- 7.1 Plano de ubicación
- 7.2 Diagrama unifilar
- 7.3 Laminas de armados y detalles
- 7.4 Plano ejemplo de líneas primarias

MERCADO ELECTRICO  
 ANEXO N° 1.1  
 PROYECCION DE LA POBLACION BENEFICIADA

A.- Troncal Chivay - Cabanaconde

LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CABANACONDE	CABANACONDE	0	3067	3137	3209	3283	3359	3436	3515	3596	3678	3763	3850	3938	4029	4121	4216	4313	4412	4514	4618
Pinchollo	CABANACONDE	0	695	713	731	749	768	787	806	827	847	868	890	912	935	959	983	1007	1032	1058	1085
TAPAY	TAPAY	0	0	126	128	131	134	136	139	142	145	147	150	153	156	160	163	166	169	173	176
Cosmihua	TAPAY	0	0	0	139	141	144	147	150	153	156	159	162	166	169	172	176	179	183	186	190
Llatica	TAPAY	0	0	0	101	103	105	108	110	112	114	116	119	121	124	126	129	131	134	136	139
Malata	TAPAY	0	0	0	145	148	151	154	157	160	164	167	170	174	177	181	184	188	192	196	199
MADRIGAL	MADRIGAL	0	1155	1183	1213	1243	1274	1306	1339	1372	1407	1442	1478	1515	1553	1592	1631	1672	1714	1757	1801
MACA	MACA	0	1305	1337	1371	1405	1440	1476	1513	1551	1590	1629	1670	1712	1755	1799	1844	1890	1937	1985	2035
LARI	LARI	0	1162	1191	1221	1252	1283	1315	1348	1382	1416	1452	1488	1525	1563	1602	1642	1683	1725	1769	1813
ACHOMA	ACHOMA	0	1480	1517	1555	1594	1634	1675	1717	1760	1803	1849	1895	1942	1991	2040	2092	2144	2197	2252	2309
ICHUPAMPA	ICHUPAMPA	0	821	842	863	884	906	929	952	976	1001	1026	1051	1078	1104	1132	1160	1189	1219	1250	1281
YANQUE	YANQUE	0	1433	1469	1505	1543	1581	1621	1662	1703	1746	1789	1834	1880	1927	1975	2024	2075	2127	2180	2235
COFORAQUE	COFORAQUE	0	1329	1362	1396	1431	1467	1504	1541	1580	1619	1660	1701	1744	1787	1832	1878	1925	1973	2022	2073
CHIVAY	CHIVAY	0	4083	4177	4273	4371	4472	4575	4680	4787	4898	5010	5125	5243	5364	5487	5614	5743	5875	6010	6148
Camocota	CHIVAY	0	0	0	421	431	442	453	465	476	488	500	513	526	539	552	566	580	595	610	625
TUTI	TUTI	0	0	892	914	937	960	984	1009	1034	1060	1086	1113	1141	1170	1199	1229	1260	1291	1324	1357
CALLALLI	CALLALLI	0	0	1480	1517	1555	1594	1634	1674	1716	1759	1803	1848	1894	1942	1990	2040	2091	2143	2197	2252
SIBAYO	SIBAYO	0	0	559	573	587	602	617	632	648	664	681	698	715	733	752	770	790	809	830	850
TISCO	TISCO	0	0	0	0	0	0	149	152	156	160	164	168	172	177	181	186	190	195	200	205
CHOCO	CHOCO	0	0	0	0	0	0	740	762	785	808	833	858	883	910	937	965	994	1024	1055	1086
Llanca	CHOCO	0	0	0	0	0	0	525	538	551	565	579	593	608	623	639	655	671	688	705	723
Uouchachas	CHOCO	0	0	0	0	0	0	380	389	399	409	419	430	440	451	463	474	486	498	511	523
Misa	CHOCO	0	0	0	0	0	0	221	227	232	238	244	250	256	263	269	276	283	290	297	305
HUAMBO	HUAMBO	0	0	0	0	0	902	924	947	971	995	1020	1046	1072	1099	1126	1154	1183	1213	1243	1274
Chinini	HUAMBO	0	0	0	0	0	263	270	276	283	290	298	305	313	321	329	337	345	354	363	372
(Poblacion Total)		0	16530	19985	21275	21788	23481	26066	26700	27352	28020	28704	29405	30123	30862	31615	32388	33178	33989	34823	35674

B.- Línea a Caylloma

LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CAYLLOMA	CAYLLOMA	0	0	0	1760	1804	1849	1895	1943	1991	2041	2092	2144	2198	2253	2309	2367	2426	2487	2549	2613
(Poblacion Total)		0	0	0	1760	1804	1849	1895	1943	1991	2041	2092	2144	2198	2253	2309	2367	2426	2487	2549	2613

TOTAL DE POBLACION		0	16530	19985	23035	23592	25330	27961	28643	29343	30061	30796	31549	32321	33115	33924	34755	35604	36476	37372	38287
--------------------	--	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

MERCADO ELECTRICO  
 ANEJO N° 1.2a  
 PROYECCION DE LA MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA

A.- Línea en 22.9/13.2 kV Froncal Chivay - Cabanaconde

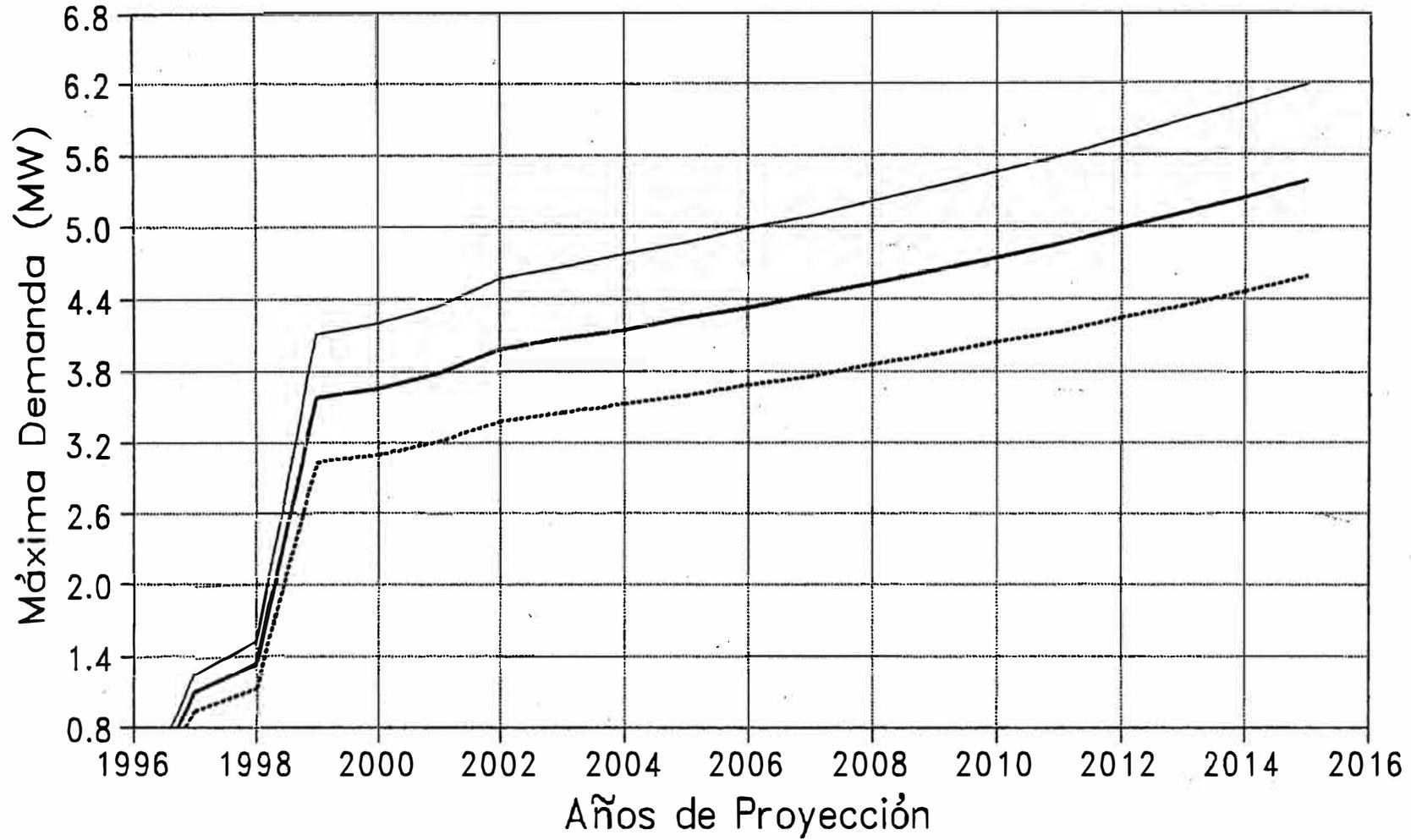
LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CABANAONDE	CABANAONDE	0	223	233	243	254	265	277	288	300	312	325	338	352	366	382	399	416	434	452	471
Pinchollo	CABANAONDE	0	44	45	47	49	51	53	55	58	60	62	64	67	70	73	76	79	82	85	89
TAPAY	TAPAY	0	0	8	8	8	9	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	12	12	13	14
Cosnihua	TAPAY	0	0	0	8	9	9	9	10	10	11	11	11	12	12	13	13	14	14	15	16
Llatica	TAPAY	0	0	0	7	7	7	8	8	8	9	9	10	10	10	10	11	11	12	12	13
Malata	TAPAY	0	0	0	9	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	13	14	15	15	16	16
MADRIGAL	MADRIGAL	0	72	75	79	82	85	89	93	96	100	104	108	112	117	122	127	132	138	143	149
MACA	MACA	0	89	92	96	100	104	109	113	118	122	127	132	137	142	148	154	161	167	174	182
LARI	LARI	0	78	81	85	88	92	96	100	104	108	112	116	120	125	131	136	142	147	153	160
ACHOMA	ACHOMA	0	90	94	98	102	107	111	115	120	124	129	134	140	145	151	157	164	171	177	185
ICHUPAMPA	ICHUPAMPA	0	58	60	62	65	68	71	74	76	79	83	86	89	93	96	101	104	109	114	118
YANQUE	YANQUE	0	104	109	114	119	124	129	134	139	145	151	157	163	170	177	184	192	200	209	217
COPORAQUE	COPORAQUE	0	84	88	91	95	99	103	107	111	115	120	124	129	134	139	145	151	157	163	170
CHIVAY	CHIVAY	0	252	263	275	288	300	314	327	340	354	369	384	400	416	435	453	474	494	516	538
Camocota	CHIVAY	0	0	0	24	26	27	28	30	31	33	34	36	37	39	41	43	45	47	49	52
TUTI	TUTI	0	0	53	56	59	61	64	67	70	73	77	81	85	89	93	97	101	106	111	116
CALLALLI	CALLALLI	0	0	87	91	95	99	102	107	111	116	122	127	133	139	144	150	156	163	169	176
SIBAYO	SIBAYO	0	0	29	30	31	32	34	36	37	39	41	43	45	47	50	52	54	57	59	62
TISCO	TISCO	0	0	0	0	0	0	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	14	15	16	17
CHOCO	CHOCO	0	0	0	0	0	0	48	50	53	56	58	61	64	67	69	73	76	80	84	88
Llanca	CHOCO	0	0	0	0	0	0	31	33	34	36	38	40	42	43	46	47	50	53	55	58
Ucuchachas	CHOCO	0	0	0	0	0	0	20	21	22	23	24	25	26	28	29	30	32	34	35	37
Mixa	CHOCO	0	0	0	0	0	0	15	16	17	18	19	19	20	22	23	23	25	26	27	29
HUMBO	HUMBO	0	0	0	0	0	51	55	58	62	65	69	73	79	83	89	94	100	105	111	118
Chinini	HUMBO	0	0	0	0	0	13	13	14	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>TOTAL CIRCUITO A (Total kW)</b>		<b>0</b>	<b>1094</b>	<b>1317</b>	<b>1423</b>	<b>1486</b>	<b>1612</b>	<b>1807</b>	<b>1884</b>	<b>1962</b>	<b>2045</b>	<b>2133</b>	<b>2220</b>	<b>2316</b>	<b>2413</b>	<b>2519</b>	<b>2626</b>	<b>2742</b>	<b>2862</b>	<b>2983</b>	<b>3116</b>

B.- Línea a Caylloma

LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CAYLLOMA	CAYLLOMA	0	0	0	158	164	169	175	181	188	194	201	208	215	223	231	239	247	256	265	274
SECTOR MINERO	CAYLLOMA (*)	0	0	0	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
<b>TOTAL CIRCUITO B (Total kW)</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2158</b>	<b>2164</b>	<b>2169</b>	<b>2175</b>	<b>2181</b>	<b>2188</b>	<b>2194</b>	<b>2201</b>	<b>2208</b>	<b>2215</b>	<b>2223</b>	<b>2231</b>	<b>2239</b>	<b>2247</b>	<b>2256</b>	<b>2265</b>	<b>2274</b>

<b>TOTAL MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA (kW)</b>		<b>0</b>	<b>1094</b>	<b>1317</b>	<b>3581</b>	<b>3650</b>	<b>3781</b>	<b>3982</b>	<b>4065</b>	<b>4150</b>	<b>4239</b>	<b>4334</b>	<b>4428</b>	<b>4531</b>	<b>4636</b>	<b>4750</b>	<b>4865</b>	<b>4989</b>	<b>5118</b>	<b>5248</b>	<b>5390</b>
--	--	----------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

**PROYECCION DE LA MAXIMA DEMANDA**



PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO VALLE DEL RIO COLCA

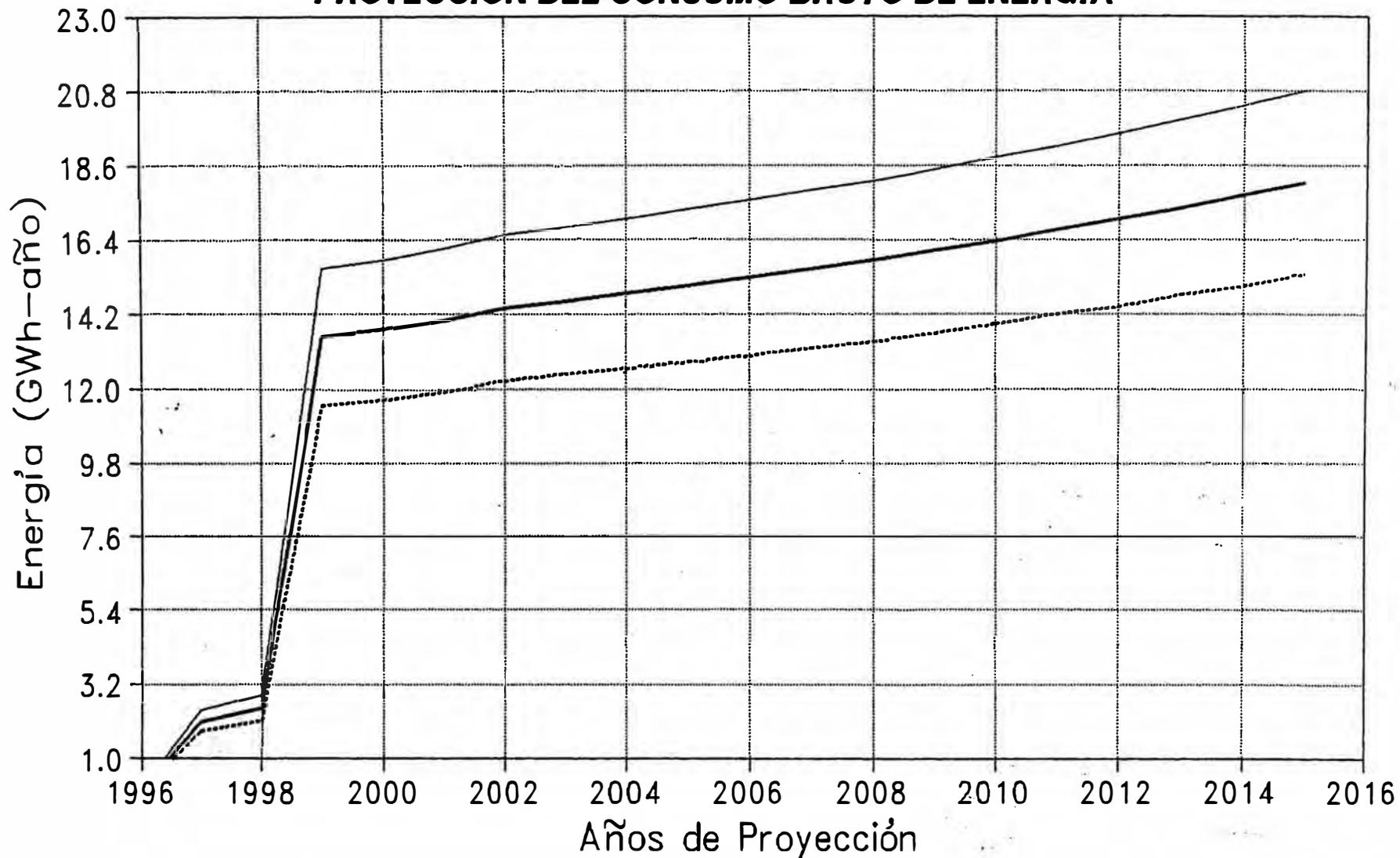


MERCADO ELECTRICO  
ANEXO N° 1.3a  
PROYECCION DEL CONSUMO BRUTO DE ENERGIA

A.- Línea en 22.9/13.2 kV Troncal Chivay - Cabanaconde

LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CABANACONDE	CABANACONDE	0	480	507	536	566	599	632	665	700	737	775	816	858	902	952	1003	1056	1114	1173	1235
Pinchollo	CABANACONDE	0	72	76	80	85	89	94	99	104	110	116	122	128	135	142	150	158	166	175	185
TAPAY	TAPAY	0	0	13	14	15	15	16	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29
Cosnihua	TAPAY	0	0	0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	25	27	28	29	29
Llatica	TAPAY	0	0	0	10	11	11	12	13	13	14	15	16	16	17	18	20	21	22	22	24
Malata	TAPAY	0	0	0	13	14	15	15	16	17	19	20	20	21	22	24	25	27	28	29	31
HADRIGAL	HADRIGAL	0	119	126	133	141	149	157	166	174	184	193	203	215	226	238	251	265	280	295	311
HACA	HACA	0	146	155	163	173	182	193	202	214	225	237	248	262	275	291	306	323	339	358	378
LARI	LARI	0	129	136	143	151	161	169	179	188	198	208	219	230	242	256	269	284	299	315	332
ACHOMA	ACHOMA	0	149	158	166	176	186	196	207	218	229	241	253	267	280	296	312	329	347	365	385
ICHOPAMPA	ICHOPAMPA	0	95	100	106	112	119	125	132	139	146	154	162	171	179	189	199	210	221	233	245
YANQUE	YANQUE	0	172	182	193	204	216	228	240	253	267	281	296	312	329	346	365	386	407	429	452
COPORANQUE	COPORANQUE	0	139	147	155	164	173	182	192	202	212	223	234	247	259	273	287	303	319	336	353
CHIVAY	CHIVAY	0	564	597	631	667	704	744	784	825	868	914	961	1011	1063	1122	1182	1246	1313	1384	1457
Camocota	CHIVAY	0	0	0	37	39	42	45	48	51	54	57	61	64	68	72	77	82	86	92	98
TUTI	TUTI	0	0	84	89	95	100	106	113	120	128	135	144	153	163	173	183	194	205	216	229
CALLALLI	CALLALLI	0	0	129	136	144	152	161	170	180	191	202	214	227	241	253	268	282	298	314	331
SIBAYO	SIBAYO	0	0	48	50	54	57	60	64	68	72	77	82	87	92	98	104	109	115	122	130
TISCO	TISCO	0	0	0	0	0	0	15	16	17	18	19	20	21	23	24	26	27	29	32	33
CHOCO	CHOCO	0	0	0	0	0	0	80	85	90	97	103	109	115	122	129	137	145	154	164	175
Llanca	CHOCO	0	0	0	0	0	0	48	52	55	59	63	67	71	75	80	85	90	96	103	109
Ucuchachas	CHOCO	0	0	0	0	0	0	31	33	35	37	40	42	45	48	51	54	57	61	65	69
Miña	CHOCO	0	0	0	0	0	0	24	26	27	29	31	33	35	37	40	42	44	48	50	54
HOANBO	HOANBO	0	0	0	0	0	90	97	104	112	119	128	139	150	162	175	187	200	214	229	245
Chinini	HOANBO	0	0	0	0	0	20	21	22	24	26	27	29	31	33	35	37	39	42	45	47
TOTAL CIRCUITO A (Total MWh-año)		0	2065	2458	2667	2824	3094	3466	3660	3860	4074	4296	4529	4778	5036	5322	5617	5927	6256	6602	6966
B.- Línea a Caylloma																					
LOCALIDAD	DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CAYLLOMA	CAYLLOMA	0	0	0	346	358	371	384	397	411	425	440	456	472	488	505	523	541	560	580	600
SECTOR MINIERO	CAYLLOMA (*)	0	0	0	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512	10512
TOTAL CIRCUITO B (Total MWh-año)		0	0	0	10858	10870	10883	10896	10909	10923	10937	10952	10968	10984	11000	11017	11035	11053	11072	11092	11112
TOTAL ENERGIA BRUTA (MWh-año)		0	2065	2458	13525	13694	13977	14362	14569	14783	15011	15248	15497	15762	16036	16339	16652	16980	17328	17694	18078

### PROYECCION DEL CONSUMO BRUTO DE ENERGIA



PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO VALLE DEL RIO COLCA

— Sensibilidad + 15% — Proyección Energía ..... Sensibilidad - 15%

MERCADO ELECTRICO  
ANEXO N° 1.4  
OFERTA DE GENERACION

MINI CENTRALES HIDROELECTRICAS Y CENTRALES TERMICAS	POTENCIA INSTALADA (kW)	POTENCIA EFECTIVA (kW)	ENERGIA Año Medio BASE/PUNTA (GWh-Año)	OPERACION	CAUDAL (m3/s)	ALTURA NETA (m)	TURBINA Cant./Tipo	EXISTENTE ¿ EN EJECUCION	OBSERVACIONES
EXISTENTES Y PROYECTADAS									
- M.C.H. Chivay I	200	200	1.05	Base	0.18	136.00	1/Peltñ	Existente	Requiere cambio de Grupo
- M.C.H. Chivay II	125	90	0.74	Base	0.34	50.00	1/Mich.Banki	Existente	Nueva
- M.C.H. Madrigal	800	800	3.80	Punta	0.30	360.80	2/Peltñ	Ejecución	Cuenta con canal y financiam. de grupos
- M.C.H. Achoma	264	264	1.83	Base	0.23	143.45	1/Peltñ	Ejecución	En construcción
- C.T. Cabanaconde	300	280	0.88	Punta	-	-	-	Existente	200kW nuevos, repotenciar grupo 100kW
SUB-TOTAL	1689	1634	8.30						
- M.C.H. Sigvas I	1804	1804	12.61	Base	1.00	102.30	2/Francis	Existente	Nueva

CENTRALES HIDROELECTRICAS	POTENCIA INSTALADA (MW)	POTENCIA EFECTIVA BASE/PUNTA (MW)	TOTAL (MW)	ENERGIA Año Medio BASE/PUNTA (GWh/Año)	TOTAL GWh/Año	ENERGIA Año Seco BASE/PUNTA (GWh/Año)	TOTAL GWh/año	FACTOR DE PLANTA	OPERACION	OBSERVACIONES
PROYECTADAS										
- Lluta I	140	71/69	140	779/177	957	735/115	849	0.78	BASE	Factib. 2001
- Lluta II-1	70	0/70	70	87/46	132	91/41	132	0.22	SEMIBASE	Factib. 2001
- Lluta II-2	70	63/7	70	384/103	486	286/158	444	0.79	SEMIBASE	Factib. 2001
- Molloco I-1	200	59/141	200	630/154	784	405/142	547	0.45	SEMIBASE	Factib. 2002
- Molloco I-2	0	0/0	0	200/7	208	245/14	259	-	-	Factib. 2002
- Molloco II	110	51/59	110	457/89	545	357/86	443	0.57	SEMIBASE	Factib. 2003
- Lluclla	380	184/196	380	1704/430	2134	1516/415	1931	0.64	SEMIBASE	Factib. 2002
TOTAL	970	303/542	970	4241/1006	5246	3635/971	4606			

Fuente: Plan Maestro de Electro Perú

MERCADO ELECTRICO  
ANEXO N° 1.5  
BALANCE OFERTA - DEMANDA

1. MAXIMA DEMANDA DE POTENCIA (kW)

Años de Proyección	Notas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total PSE Valle del Río Colca	(1)	0	1094	1317	1423	1486	1612	1807	1884	1962	2045	2133	2220	2316	2413	2519	2626	2742	2862	2983	3116
Total PSE Valle del Río Colca y Caylloma	(2)	0	1094	1317	3581	3681	3781	3982	4065	4150	4239	4334	4428	4531	4636	4750	4865	4989	5118	5248	5390

(1) : Proyección de la demanda de potencia PSE Valle Colca

(2) : Proyección utilizada solo para la alternativa de S.E.Callalli 138/23 kV-7 MVA, incluye a Caylloma y Sector Minero

2. OFERTA (kW efectivo)

Años de Proyección	Notas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>a. Generación Hidráulica</b>																					
- M.C.H. Chivay 200 kW - I	(3)	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
- M.C.H. Chivay 90 kW - II	(4)	0	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
- M.C.H. Madrigal 2 x 400 kW	(5)	0	0	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
- M.C.H. Achoma 264 kW	(6)	0	0	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
<b>TOTAL GENERACION HIDRAULICA</b>		0	290	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354	1354
<b>b. Generación Térmica</b>																					
- C.T. Chivay I	(7)	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500	2000	2000	2000	2000
- C.T. Cabanaconde	(8)	0	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	0	0	0
<b>TOTAL GENERACION TERMICA</b>		0	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1280	1780	1780	1780	1780	1780	2280	2000	2000	2000
<b>c. Otras Alternativas</b>																					
- S.E.Callalli 138/23 kV-7 MVA	(9)	0	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600	5600
- S.E. Sibayo-Acoplam.Capacitivo 138/23 kV-2 MVA		0	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
- Línea 33 kV C.H. Siguar I - Cabanaconde, 82 km		0	0	0	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800

(3) : C.H. Chivay I 200 kW existente; requiere cambio de grupo

(4) : C.H. Chivay 90 kW - II nueva

(5) : C.H. Madrigal 800 kW; cuenta con grupo español y canal. Requiere financiamiento de la DEP-MEM para la culminación de obras civiles y montaje electromecánico.

(6) : C.H. Achoma 264 kW, a cargo del concejo de Achoma con apoyo de Pronamachs. Requiere financiamiento para ejecutar la central.

(7) : C.T. Chivay I : Construcción de una C.T. de 1000 kW, posterior ampliación a 2000 kW

(8) : C.T. Cabanaconde: Cuenta con grupo nuevo de 200 kW y un grupo de 100 kW por repotenciar.

3. BALANCE (kW)

Años de Proyección	Notas	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>a. Condición Normal</b>																					
- Solo Generación Hidráulica	(9)	0	-804	37	-69	-132	-258	-453	-530	-608	-691	-779	-866	-962	-1059	-1165	-1272	-1388	-1508	-1629	-1762
I. Con Generación Hidrotérmica	(10)	0	476	1317	1211	1148	1022	827	750	672	589	501	914	818	721	615	508	892	492	371	238
II. C/Gener.Hidraul.y S.E.Callalli 138/23 kV-7 MVA	(11)	0	4796	5637	3373	3273	3173	2972	2889	2804	2715	2620	2526	2423	2318	2204	2089	1965	1836	1706	1564
III. C/Gener.Hidraul.y S.E.Acop.Capacitiv 138/23 kV-2 MVA	(12)	0	996	1837	1731	1668	1542	1347	1270	1192	1109	1021	934	838	741	635	528	412	292	171	38
IV. Con Generación Hidráulica y Línea en 33 kV	(13)	0	-804	37	931	868	742	547	470	392	309	1021	934	838	741	635	528	412	292	171	38
<b>b. Condición de Contingencia(1 Grupo C.H.Madrigal-400 kW)</b>																					
I. Con Generación Hidrotérmica		0	476	917	811	748	622	427	350	272	189	101	514	418	321	215	108	492	92	-29	-162
II. C/Gener.Hidraul.y S.E.Callalli 138/23 kV-7 MVA		0	4796	5237	2973	2873	2773	2572	2489	2404	2315	2220	2126	2023	1918	1804	1689	1565	1436	1306	1164
III. C/Gener.Hidraul.y S.E.Acop.Capacitiv 138/23 kV-2 MVA		0	996	1437	1331	1268	1142	947	870	792	709	621	534	438	341	235	128	12	-108	-229	-362
IV. Con Generación Hidráulica y Línea en 33 kV		0	-804	-363	531	468	342	147	70	-8	-91	621	534	438	341	235	128	12	-108	-229	-362

(9) : La generación hidroeléctrica se copa en el año 1999, requiriéndose cubrir el déficit con otra fuente (C.T.Chivay-2 MW, S.E.Callalli 138/23 kV-7MVA, S.E.Acopl.Capacit.138/23 kV-2 MVA y línea 33 kV Siguar-Cabanaconde)

(10) : C.T. Chivay de 2000 kW, para cubrir el déficit de generación.

(11) : S.E. Callalli 138/23 kV-7 MVA que se conectaría a la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya, para cubrir el déficit de generación incluye Caylloma y Sector Minero 2 MW.

(12) : S.E. Callalli-Acoplamto Capacitivo 138/23 kV-2 MVA, utilizando la línea en 138 kV Tintaya-Socabaya, para cubrir déficit de generación

(13) : Línea 33 kV C.H. Siguar(1800 kW)-Cabanaconde de 82 km, para cubrir el déficit de generación.

Los proyectos indicados en las notas (10), (11), (12) y (13) son las alternativas para cubrir el déficit de generación hidráulica. Otras posibilidades de largo plazo serían las CC.MN. Molloco, Llulla y Llueta.

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.1a

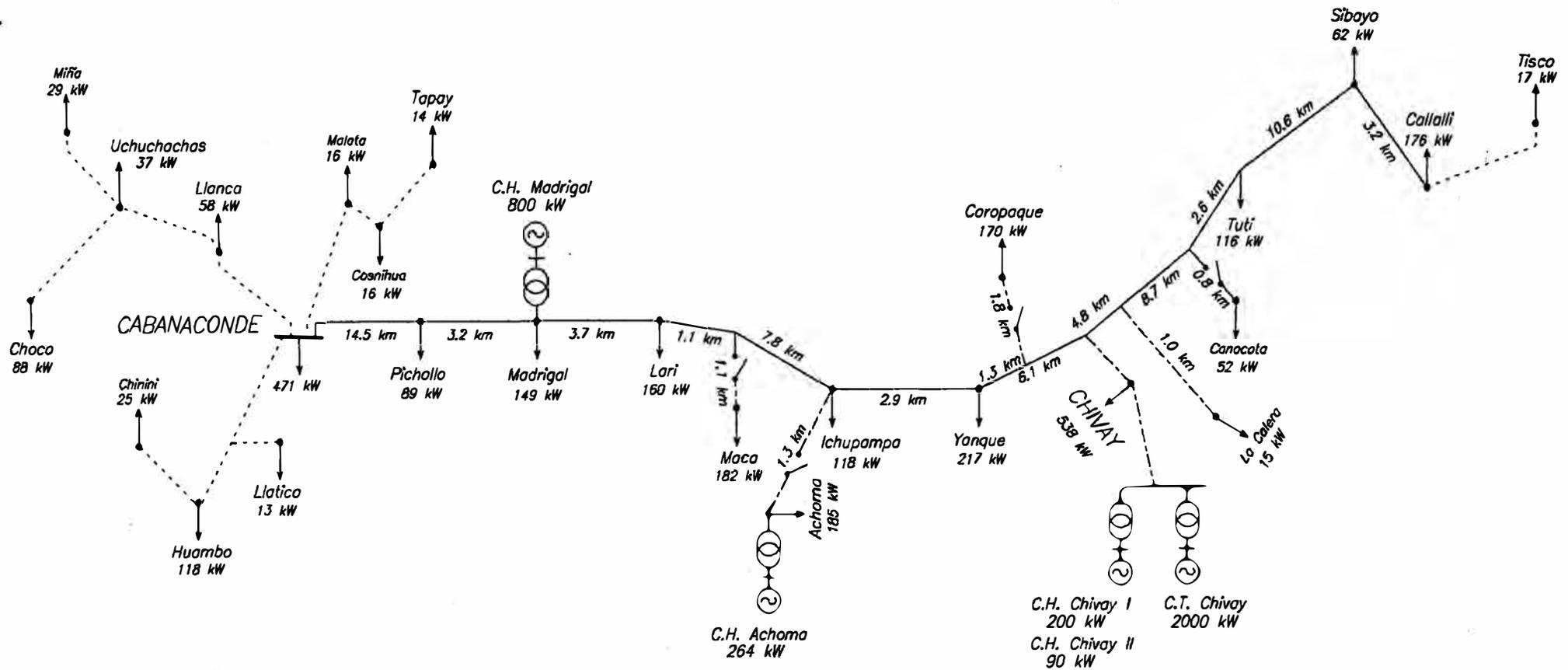
Alternativa I : Flujo de Carga - Generación Hidrotérmica  
Máxima Demanda (Año 2015)

--- BARRA --- NOMBRE	---TENSION P.U	BARRA- KV	---ANG.- GRADOS	--- CARGA --- KW	--- KVAR	--- GENERACION- KW	--- KVAR
CABANA-23	1.010	23.13	-1.86	471.	228.	00.	00.
LLANCA	1.005	23.01	-1.90	58.	28.	00.	00.
UCUCHACHAS	1.003	22.97	-1.91	37.	18.	00.	00.
CHOCO	1.002	22.94	-1.91	88.	43.	00.	00.
MINNA	1.003	22.96	-1.91	29.	14.	00.	00.
MALATA	1.010	23.12	-1.86	16.	8.	00.	00.
LLATICA	1.009	23.12	-1.87	13.	6.	00.	00.
COSNIHUA	1.009	23.12	-1.86	16.	8.	00.	00.
TAPAY	1.009	23.11	-1.86	14.	7.	00.	00.
PINCHOLLO	1.011	23.15	-1.83	89.	43.	00.	00.
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	00.	00.	800.	250.
MADRIGAL-23	1.011	23.16	-1.81	149.	72.	00.	00.
LARI	1.007	23.05	-1.96	160.	77.	00.	00.
DER-MACA	1.006	23.04	-1.98	00.	00.	00.	00.
MACA	1.005	23.02	-1.98	182.	88.	00.	00.
ICHUPAMPA	1.001	22.92	-2.16	118.	57.	00.	00.
ACHOMA-23	1.001	22.93	-2.16	185.	90.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	-.17	00.	00.	264.	97.
YANQUE	.999	22.88	-2.24	217.	105.	00.	00.
D-COPORANQUE	.999	22.87	-2.27	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	.998	22.85	-2.27	170.	82.	00.	00.
CHIVAY	.999	22.87	-2.32	538.	261.	00.	00.
CHIVAY-23	1.000	22.90	-2.29	00.	00.	00.	00.
G.CHIVAY	1.000	.40	-1.46	00.	00.	1661.	867.
CHIVAY I-II	1.000	.40	-.95	00.	00.	290.	93.
CAMOCOTA	.989	22.65	-2.37	52.	25.	00.	00.
TUTI	.986	22.59	-2.38	116.	56.	00.	00.
SIBAYO	.979	22.43	-2.42	62.	30.	00.	00.
CALLALLI	.978	22.40	-2.42	176.	85.	00.	00.
TISCO	.979	22.42	-2.45	17.	8.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				2973.	1439.	3015.	1307.

---GENERADOR---	---TENSION GEN.--- P.U	---KV	---ANG.- GRADOS	--- CARGA --- KW	--- KVAR	--- GENERACION KW	--- KVAR
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	00.	00.	800.	250.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	-.17	00.	00.	264.	97.
G.CHIVAY	1.000	.40	-1.46	00.	00.	1661.	867.
CHIVAY I-II	1.000	.40	-.95	00.	00.	290.	93.
TOTAL GENERACION						3015.	1307.

REPORTE DE PERDIDAS DE POTENCIA Y ENERGIA  
Factor de Carga Activo (p.u.) = .40  
Factor de Carga Reactivo (p.u.) = .60  
Periodo = 8760. Hrs.

POT. ACTIVA KW	%	POT. REACTIVA KVAR	%	ENER. ACTIVA MWh	%	ENER. REACTIVA MVARh	%
42.36	1.40	-132.18	-10.11	86.09	.81	-500.22	-7.28



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

Alternativa I :  
Central Termica CHIVAY - 2 MW

PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO DEFINITIVO

DEL P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

DIS. : W. SERRANO V.

REV. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAÏLLASCO M.

DIB. : P. S. S.

ESCALA:

S/E

ARCHIVO :

FECHA:

DIC 97

LAMINA:

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.1b

Alternativa I : Flujo de Carga - Generación Hidrotérmica  
Mínima Demanda (Año 2015)

--- BARRA ---	TENSION	BARRA-	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
CABANA-23	1.016	23.28	-1.60	141.	68.	00.	00.
LLANCA	1.015	23.25	-1.65	17.	8.	00.	00.
UCUCHACHAS	1.015	23.24	-1.67	11.	5.	00.	00.
CHOCO	1.014	23.23	-1.67	26.	12.	00.	00.
MINNA	1.015	23.24	-1.67	8.	4.	00.	00.
MALATA	1.016	23.27	-1.61	4.	2.	00.	00.
LLATICA	1.016	23.27	-1.61	3.	1.	00.	00.
COSNIHUA	1.016	23.27	-1.61	4.	2.	00.	00.
TAPAY	1.016	23.27	-1.61	4.	2.	00.	00.
PINCHOLLO	1.019	23.34	-1.44	26.	12.	00.	00.
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	00.	00.	341.	75.
MADRIGAL-23	1.020	23.36	-1.40	44.	21.	00.	00.
LARI	1.017	23.29	-1.50	48.	23.	00.	00.
DER-MACA	1.017	23.28	-1.52	00.	00.	00.	00.
MACA	1.016	23.28	-1.52	54.	26.	00.	00.
ICHUPAMPA	1.012	23.18	-1.68	35.	17.	00.	00.
ACHOMA-23	1.012	23.17	-1.68	55.	27.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	.986	.39	-1.68	00.	00.	264.	58.
YANQUE	1.011	23.14	-1.74	65.	31.	00.	00.
D-COPORANQUE	1.010	23.13	-1.76	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	1.010	23.12	-1.76	51.	24.	00.	00.
CHIVAY	1.009	23.10	-1.81	161.	78.	00.	00.
CHIVAY-23	1.009	23.10	-1.81	00.	00.	00.	00.
G.CHIVAY I	.993	.40	-1.81	00.	00.	00.	00.
CHIVAY II	.993	.40	-1.81	00.	00.	290.	64.
CAMOCOTA	1.006	23.05	-1.89	15.	7.	00.	00.
TUTI	1.006	23.03	-1.91	34.	16.	00.	00.
SIBAYO	1.004	22.99	-1.97	18.	9.	00.	00.
CALLALLI	1.004	22.99	-1.97	52.	25.	00.	00.
TISCO	1.004	22.99	-2.00	5.	2.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				881.	422.	895.	197.
---GENERADOR---	TENSION GEN.--	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-	
	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	00.	00.	341.	75.
CH ACHOMA-.4	.986	.39	-1.68	00.	00.	264.	58.
CHIVAY II	.993	.40	-1.81	00.	00.	290.	64.
TOTAL GENERACION						895.	197.

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.2a

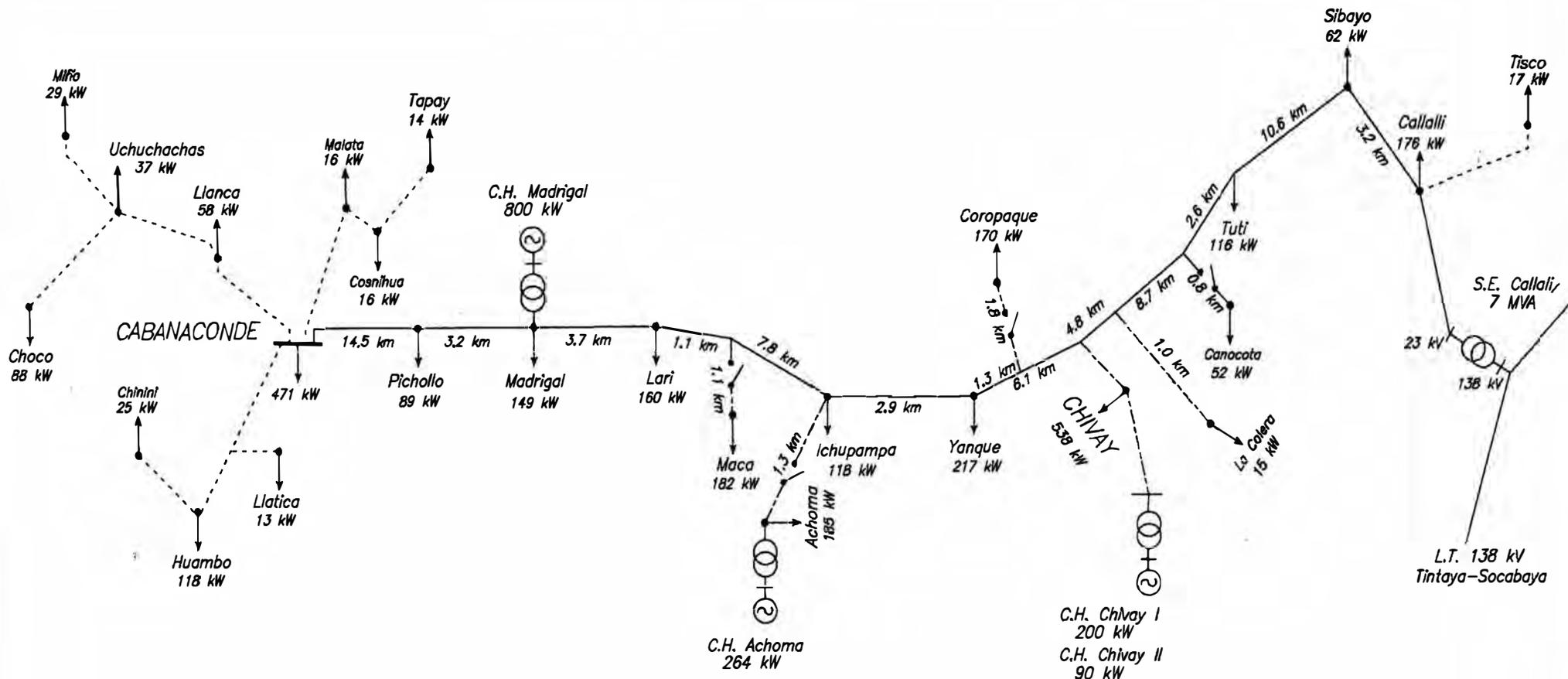
Alternativas II ó III : Flujo de Carga - Subestación Callalli 138/23 kV  
Máxima Demanda (Año 2015)

--- BARRA ---	TENSION	BARRA-	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
CABANA-23	.983	22.52	-1.97	471.	228.	00.	00.
LLANCA	.978	22.40	-2.01	58.	28.	00.	00.
UCUCHACHAS	.976	22.35	-2.02	37.	18.	00.	00.
CHOCO	.975	22.32	-2.02	88.	43.	00.	00.
MINNA	.976	22.34	-2.02	29.	14.	00.	00.
MALATA	.983	22.51	-1.97	16.	8.	00.	00.
LLATICA	.983	22.50	-1.98	13.	6.	00.	00.
COSNIHUA	.983	22.50	-1.97	16.	8.	00.	00.
TAPAY	.983	22.50	-1.97	14.	7.	00.	00.
PINCHOLLO	.997	22.83	-1.59	89.	43.	00.	00.
MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.23	00.	00.	800.	250.
MADRIGAL-23	1.001	22.91	-1.48	149.	72.	00.	00.
LARI	.998	22.86	-1.44	160.	77.	00.	00.
DER-MACA	.998	22.85	-1.43	00.	00.	00.	00.
MACA	.997	22.83	-1.43	182.	88.	00.	00.
ICHUPAMPA	.997	22.84	-1.27	118.	57.	00.	00.
ACHOMA-23	.998	22.85	-1.27	185.	90.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	.56	00.	00.	264.	159.
YANQUE	.997	22.83	-1.18	217.	105.	00.	00.
D-COPORANQUE	.997	22.84	-1.14	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	.997	22.82	-1.14	170.	82.	00.	00.
CHIVAY	.999	22.89	-.99	538.	261.	00.	00.
CHIVAY-23	1.000	22.90	-.98	00.	00.	00.	00.
CHIVAY II	1.000	.40	1.38	00.	00.	290.	135.
CAMOCOTA	1.007	23.05	-.62	52.	25.	00.	00.
TUTI	1.009	23.11	-.50	116.	56.	00.	00.
* SE-CALLALI	1.020	23.36	.00	62.	30.	1677.	764.
CALLALLI	1.019	23.33	.00	176.	85.	00.	00.
TISCO	1.020	23.35	-.03	17.	8.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				2973.	1439.	3031.	1308.

---GENERADOR---	TENSION	GEN.--	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-
P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR	
MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.23	00.	00.	800.	250.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	.56	00.	00.	264.	159.
CHIVAY II	1.000	.40	1.38	00.	00.	290.	135.
* SE-CALLALI	1.020	23.36	.00	62.	30.	1677.	764.
TOTAL GENERACION						3031.	1308.

REPORTE DE PERDIDAS DE POTENCIA Y ENERGIA  
Factor de Carga Activo (p.u.) = .40  
Factor de Carga Reactivo (p.u.) = .60  
Periodo = 8760. Hrs.

POTENCIA				ENERGIA ANUAL			
ACTIVA		REACTIVA		ACTIVA		REACTIVA	
KW	%	KVAR	%	MWh	%	MVARh	%
57.68	1.90	-131.41	-10.05	117.23	1.10	-497.30	-7.24

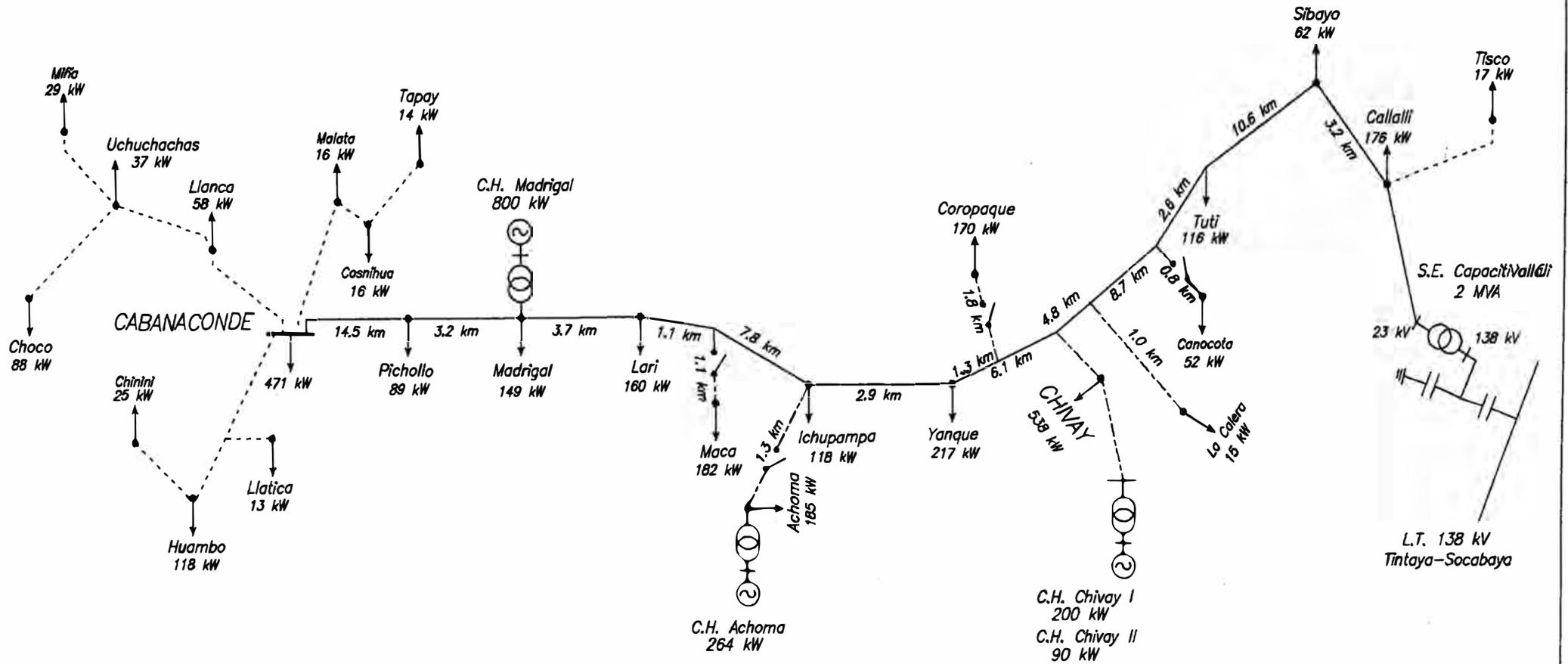


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA	PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO DEFINITIVO		ESCALA:	FECHA:
	DEL P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA		S/E	DIC 97
Alternativa II : S.E. Callali 138/23 kv, 7 MVA	DIS. :	W. SERRANO V.	APR. :	C. HUAYLLASCO M.
	REV. :	W. SERRANO V.	DIB. :	P. S. S.
			ARCHIVO :	LAMINA:

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.2b

Alternativas II ó III : Flujo de Carga - Subestación Callalli 138/23 kv  
Mínima Demanda (Año 2015)

--- BARRA ---	TENSION	BARRA-	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
CABANA-23	.986	22.57	-1.38	141.	68.	00.	00.
LLANCA	.984	22.54	-1.44	17.	8.	00.	00.
UCUCHACHAS	.984	22.54	-1.45	11.	5.	00.	00.
CHOCO	.984	22.53	-1.46	26.	12.	00.	00.
MINNA	.984	22.53	-1.46	8.	4.	00.	00.
MALATA	.986	22.57	-1.39	4.	2.	00.	00.
LLATICA	.986	22.57	-1.39	3.	1.	00.	00.
COSNIHUA	.986	22.57	-1.39	4.	2.	00.	00.
TAPAY	.986	22.57	-1.39	4.	2.	00.	00.
PINCHOLLO	.989	22.64	-1.22	26.	12.	00.	00.
MADRIGAL-0.4	.960	.38	-1.17	00.	00.	00.	00.
MADRIGAL-23	.990	22.66	-1.17	44.	21.	00.	00.
LARI	.991	22.69	-1.10	48.	23.	00.	00.
DER-MACA	.991	22.70	-1.09	00.	00.	00.	00.
MACA	.991	22.69	-1.09	54.	26.	00.	00.
ICHUPAMPA	.994	22.77	-.94	35.	17.	00.	00.
ACHOMA-23	.994	22.77	-.94	55.	27.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	.964	.39	-.94	00.	00.	00.	00.
YANQUE	.996	22.82	-.86	65.	31.	00.	00.
D-COPORANQUE	.997	22.84	-.83	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	.997	22.83	-.83	51.	24.	00.	00.
CHIVAY	1.000	22.90	-.72	161.	78.	00.	00.
CHIVAY-23	1.000	22.90	-.72	00.	00.	00.	00.
CHIVAY II	.960	.38	-.71	00.	00.	00.	00.
CAMOCOTA	1.008	23.08	-.44	15.	7.	00.	00.
TUTI	1.010	23.13	-.35	34.	16.	00.	00.
* SE-CALLALI	1.020	23.36	.00	18.	9.	901.	186.
CALLALLI	1.020	23.35	.00	52.	25.	00.	00.
TISCO	1.020	23.36	-.03	5.	2.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				881.	422.	901.	186.
---GENERADOR---	TENSION	GEN.--	ANG.-	CARGA	----	GENERACION	-
	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
* SE-CALLALI	1.020	23.36	.00	18.	9.	901.	186.
TOTAL GENERACION						901.	186.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA	PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO DEFINITIVO		ESCALA:	FECHA:
	DEL P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA		S/E	DIC-97
Alternativa III : S.E. Capacitiva Callali 138/23 kV, 2 MVA	DIS. : W. SERRANO V.	APR. : C. HUAYLLASCO M.	ARCHIVO :	LAMINA:
	REV. : W. SERRANO V.	DIB. : P. S. S.		

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.3a

Alternativa IV : Flujo de Carga - Línea 33 kV C.H.Siguas I-Cabanaconde 82 km  
Máxima Demanda (Año 2015)

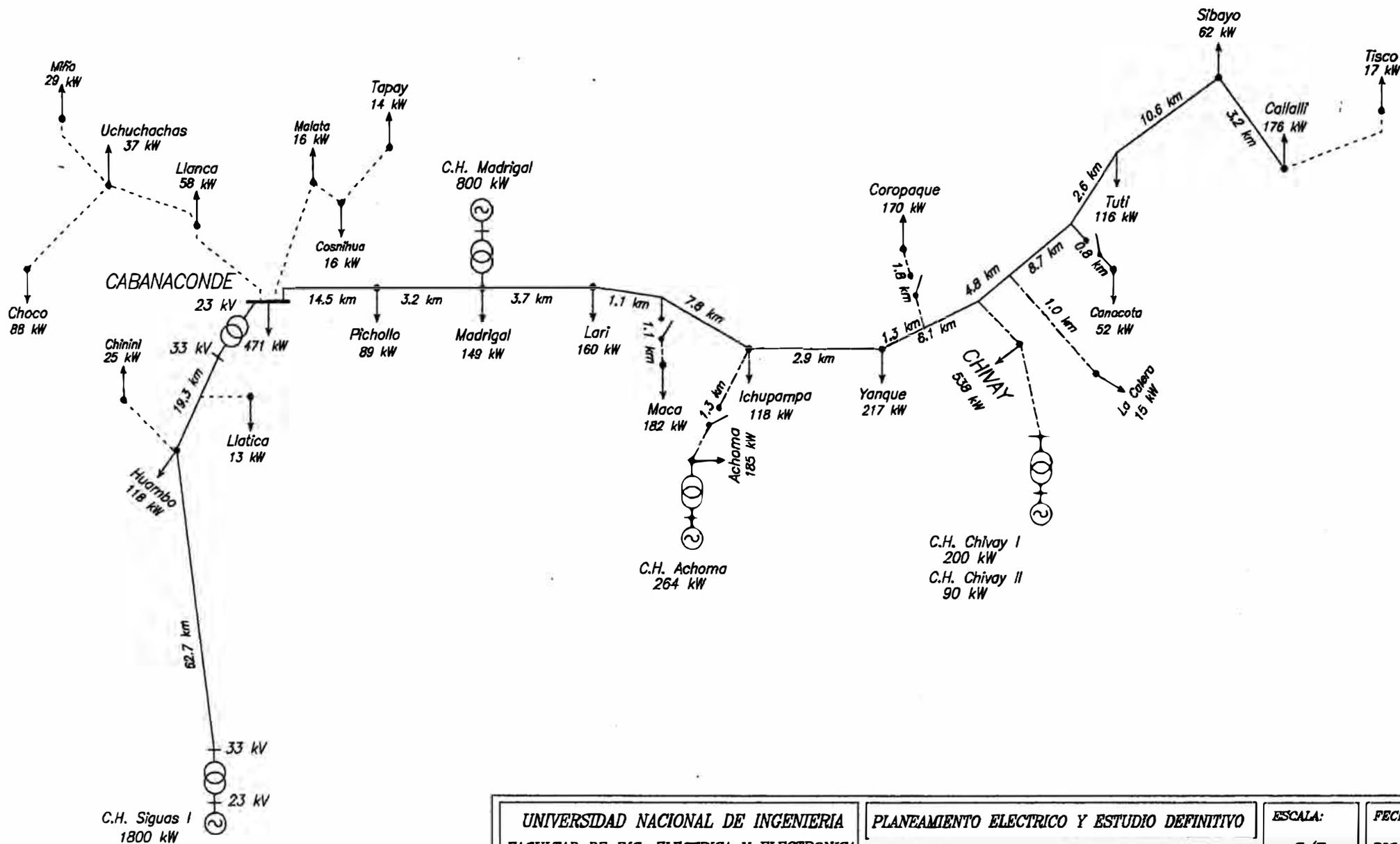
--- BARRA ---	TENSION	BARRA-	ANG.-	CARGA		GENERACION-	
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
CABANA-23	1.012	23.16	-6.36	471.	228.	00.	00.
LLANCA	1.006	23.04	-6.40	58.	28.	00.	00.
UCUCHACHAS	1.005	23.00	-6.42	37.	18.	00.	00.
CHOCO	1.003	22.98	-6.41	88.	43.	00.	00.
MINNA	1.004	22.99	-6.42	29.	14.	00.	00.
MALATA	1.011	23.15	-6.37	16.	8.	00.	00.
LLATICA	1.011	23.15	-6.37	13.	6.	00.	00.
COSNIHUA	1.011	23.15	-6.37	16.	8.	00.	00.
TAPAY	1.011	23.15	-6.37	14.	7.	00.	00.
PINCHOLLO	1.002	22.95	-6.64	89.	43.	00.	00.
MADRIGAL-0.4	1.000	.40	-4.93	00.	00.	800.	250.
MADRIGAL-23	1.000	22.90	-6.69	149.	72.	00.	00.
LARI	.991	22.70	-6.91	160.	77.	00.	00.
DER-MACA	.990	22.68	-6.94	00.	00.	00.	00.
MACA	.989	22.65	-6.93	182.	88.	00.	00.
ICHUPAMPA	.978	22.40	-7.25	118.	57.	00.	00.
ACHOMA-23	.978	22.41	-7.25	185.	90.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	-5.28	00.	00.	264.	137.
YANQUE	.973	22.28	-7.38	217.	105.	00.	00.
D-COPORANQUE	.971	22.24	-7.42	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	.970	22.22	-7.42	170.	82.	00.	00.
CHIVAY	.967	22.15	-7.53	538.	261.	00.	00.
CHIVAY-23	.968	22.16	-7.51	00.	00.	00.	00.
G.CHIVAY	1.000	.40	-1.46	00.	00.	400.	338.
CHIVAY I-II	1.000	.40	-5.30	00.	00.	290.	131.
CAMOCOTA	.957	21.92	-7.57	52.	25.	00.	00.
TUTI	.955	21.86	-7.59	116.	56.	00.	00.
SIBAYO	.947	21.69	-7.63	62.	30.	00.	00.
CALLALLI	.946	21.67	-7.62	176.	85.	00.	00.
TISCO	.947	21.68	-7.65	17.	8.	00.	00.
CABANA 33	.985	32.50	-4.25	00.	00.	00.	00.
HUAMBO	.998	32.95	-3.88	118.	57.	00.	00.
CHININI	.998	32.95	-3.88	25.	12.	00.	00.
SIGUAS 33	1.044	34.46	-2.38	00.	00.	00.	00.
* C.H.SIGUAS I	1.000	24.00	.00	00.	00.	1520.	398.
TOTAL SISTEMA				3116.	1508.	3274.	1254.

---GENERADOR---	TENSION GEN.--	ANG.--	CARGA		GENERACION-		
P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR	
MADRIGAL-0.4	1.000	.40	-4.93	00.	00.	800.	250.
CH ACHOMA-.4	1.000	.40	-5.28	00.	00.	264.	137.
G.CHIVAY	1.000	.40	-1.46	00.	00.	400.	338.
CHIVAY I-II	1.000	.40	-5.30	00.	00.	290.	131.
* C.H.SIGUAS I	1.000	24.00	.00	00.	00.	1520.	398.
TOTAL GENERACION					3274.	1254.	

REPORTE DE PERDIDAS DE POTENCIA Y ENERGIA

Factor de Carga Activo (p.u.) = .40  
Factor de Carga Reactivo (p.u.) = .60  
Periodo = 8760. Hrs.

POT. ACTIVA		POT. REACTIVA		ENE. ACTIVA		ENE. REACTIVA	
KW	%	KVAR	%	MWh	%	MVARh	%
157.78	4.82	-253.55	-20.21	320.65	2.80	-959.50	-14.55



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	<b>PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO DEFINITIVO</b>		<b>ESCALA:</b>	<b>FECHA:</b>
	<b>DEL P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA</b>		<b>S/E</b>	<b>DIC 97</b>
<b>Alternativa IV :</b> <b>LST 33 kV C.H. Sigwas I - Cabanaconde</b>	<b>DIS. :</b> W. SERRANO V.	<b>APR. :</b> C. HUAYLLASCO M.	<b>ARCHIVO :</b>	<b>LAMINA:</b>
	<b>REV. :</b> W. SERRANO V.	<b>DIB. :</b> P. S. S.		

EVALUACION TECNICA  
ANEXO N° 2.3b

Alternativa IV : Flujo de Carga - Línea 33 kV C.H.Siguas I-Cabanaconde 82 km  
Mínima Demanda (Año 2015)

--- BARRA ---	TENSION	BARRA-	ANG.-	CARGA		GENERACION-	
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
CABANA-23	1.012	23.16	-1.78	141.	68.	00.	00.
LLANCA	1.010	23.14	-1.84	17.	8.	00.	00.
UCUCHACHAS	1.010	23.13	-1.86	11.	5.	00.	00.
CHOCO	1.010	23.12	-1.86	26.	12.	00.	00.
MINNA	1.010	23.13	-1.86	8.	4.	00.	00.
MALATA	1.011	23.16	-1.79	4.	2.	00.	00.
LLATICA	1.011	23.16	-1.80	3.	1.	00.	00.
COSNIHUA	1.011	23.16	-1.79	4.	2.	00.	00.
TAPAY	1.011	23.16	-1.79	4.	2.	00.	00.
PINCHOLLO	1.014	23.23	-1.55	26.	12.	00.	00.
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	00.	00.	384.	58.
MADRIGAL-23	1.015	23.24	-1.49	44.	21.	00.	00.
LARI	1.012	23.18	-1.60	48.	23.	00.	00.
DER-MACA	1.012	23.17	-1.61	00.	00.	00.	00.
MACA	1.011	23.16	-1.61	54.	26.	00.	00.
ICHUPAMPA	1.007	23.06	-1.78	35.	17.	00.	00.
ACHOMA-23	1.007	23.06	-1.78	55.	27.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	.998	.40	-1.78	00.	00.	264.	39.
YANQUE	1.005	23.03	-1.84	65.	31.	00.	00.
D-COPORANQUE	1.005	23.01	-1.86	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	1.005	23.01	-1.86	51.	24.	00.	00.
CHIVAY	1.004	22.98	-1.92	161.	78.	00.	00.
CHIVAY-23	1.004	22.98	-1.92	00.	00.	00.	00.
CHIVAY I-II	1.003	.40	-1.92	00.	00.	290.	43.
CAMOCOTA	1.001	22.93	-2.00	15.	7.	00.	00.
TUTI	1.001	22.92	-2.02	34.	16.	00.	00.
SIBAYO	.999	22.88	-2.08	18.	9.	00.	00.
CALLALLI	.999	22.87	-2.08	52.	25.	00.	00.
TISCO	.999	22.88	-2.11	5.	2.	00.	00.
CABANA 33	.967	31.90	-1.87	00.	00.	00.	00.
HUAMBO	.966	31.89	-1.91	35.	17.	00.	00.
CHININI	.	31.89	-1.91	7.	3.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				923.	442.	938.	140.

---GENERADOR---	TENSION GEN.--	ANG.-	CARGA		GENERACION-	
P.U	KV	GRADOS	KW	KVAR	KW	KVAR
* MADRIGAL-0.4	1.000	.40	.00	.00	384.	58.
CH ACHOMA-.4	.998	.40	.00	.00	264.	39.
CHIVAY I-II	1.003	.40	.00	.00	290.	43.
TOTAL GENERACION					938.	140.

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO N° 3.1a

Costos estimados de la 1ra Etapa:

- Línea 3Ø 22.9/13.2 kV Chivay-Yanque-Madrigal-Cabanaconde, 85 mm<sup>2</sup> Aa-46.9 km
- Derivaciones Maca, Achoma y Coporaque 3Ø, 22.9/13.2 kV, 35mm<sup>2</sup> Aa-6.5 km

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS	
		UNID.	CANT	miles US \$ UNIT	TOTAL
100	SUMINISTRO DE MATERIALES				
110	POSTES Y CRUCETAS				49.78
111	Poste Eucalipto 11 m ,C/5, G/C	U	340	0.100	33.92
112	Poste Eucalipto 11 m ,C/6, G/D	U	118	0.084	9.91
113	Cruceta de madera 4" x 4" x 2.4 m	U	496	0.012	5.95
120	AISLADORES Y ACCESORIOS				76.04
121	Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-2	U	1512	0.017	25.40
122	Aislador tipo suspensión ANSI 52-3	U	932	0.020	18.59
123	Accesorios	Glb			32.04
130	CONDUCTORES Y ACCESORIOS				161.92
131	Conductor Aa - 85 mm <sup>2</sup>	km	144.9	0.850	123.18
131	Conductor Aa - 35 mm <sup>2</sup>	km	20.1	0.380	7.63
132	Conductor Aa - 25 mm <sup>2</sup>	km	48.3	0.270	13.04
132	Conductor Aa - 16 mm <sup>2</sup>	km	6.7	0.180	1.21
133	Accesorios	Glb			16.86
140	FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO				33.97
141	Retenida	Cto	296	0.056	16.49
142	Accesorios para postes	Glb			16.10
143	Puesta a tierra	Cto	9	0.154	1.38
150	EQUIPO DE PROTECCION				6.73
151	Seccionadores	U	21	0.168	3.53
152	Pararrayos tipo Distribución	U	21	0.152	3.20
100	Suministro de Materiales y Equipo				328.43
200	Transporte				19.71
300	Montaje Electromecánico				75.67
400	Gastos Generales y Utilidades				63.57
500	COSTO TOTAL DE LA OBRA (100+...+400)				487.38
600	Costos de Estudio y Supervisión				24.37
700	I.G.V. (18%)				87.73
800	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (miles US \$)				599.47

**EVALUACION ECONOMICA**  
**ANEXO N° 3.1b**

**Costos estimados de la 2da Etapa:**

- Línea 3Ø, 22.9/13.2 kV, Chivay-Tuti-Sibayo-Callalli, 85 mm<sup>2</sup> Aa-31.9 km
- Línea 3Ø, 22.9/13.2 kV, Callalli-Caylloma, 85 mm<sup>2</sup> Aa-48 km

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS		
		UNID.	CANT		UNIT	TOT
			I	II		
100	SUMINISTRO DE MATERIALES					
110	POSTES Y CRUCETAS				19.84	
111	Poste Eucalipto 11 m ,C/5, G/C	U	135	203	0.100	13.48
112	Poste Eucalipto 11 m ,C/6, G/D	U	48	72	0.084	3.99
113	Cruceta de madera 4" x 4" x 2.4 m	U	197	296	0.012	2.36
120	AISLADORES Y ACCESORIOS					30.22
121	Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-2	U	601	905	0.017	10.10
122	Aislador tipo suspensión ANSI 52-3	U	370	557	0.020	7.38
123	Accesorios	Glb				12.74
130	CONDUCTORES Y ACCESORIOS					103.42
131	Conductor Aa - 85 mm <sup>2</sup>	km	98.6	148.3	0.850	83.79
132	Conductor Aa - 25 mm <sup>2</sup>	km	32.9	49.4	0.270	8.87
133	Accesorios	Glb				10.77
140	FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO					13.57
141	Retenida	Cto	117	177	0.056	6.54
142	Accesorios para postes	Glb				6.42
143	Puesta a tierra	Cto	4	6	0.154	0.61
150	EQUIPO DE PROTECCION					2.88
152	Seccionadores	U	9	14	0.168	1.51
153	Pararrayo tipo Distribución	U	9	14	0.152	1.37
100	Suministro de Materiales y Equipo					169.94
200	Transporte					10.20
300	Montaje Electromecánico	\$/km				42.49
400	Gastos Generales y Utilidades					33.39
500	COSTO TOTAL DE LA OBRA (100+...+400)		8.03			256.02
600	Costos de Estudio y Supervisión					12.80
700	I.G.V. (18%)					46.08
800	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (miles US \$)		9.87			314.90

**EVALUACION ECONOMICA**  
**ANEXO N° 3.1c**

**Costos estimados de la 3ra Etapa:**

- Líneas MRT 13.2 kV, 16 mm<sup>2</sup> Aa - Total 79.4 km
  - Cabanaconde-Llanca-Ucuchachas-Choco-Miña (29.4 km)
  - Cabanaconde-Malata-Tapay-Llatica (11.7 km)
  - Sibayo- Tisco (15.8 km)
  - Cabanaconde-Huambo-Chinini (22.5 km)

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS	
		UNID.	CANT	miles US \$	UNIT TOTAL
100	SUMINISTRO DE MATERIALES				
110	POSTES				2.52
111	Poste Eucalipto 11 m ,C/6, G/D	U	30	0.084	2.52
120	AISLADORES Y ACCESORIOS				1.37
121	Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-2	U	21	0.017	0.35
122	Aislador tipo suspensión ANSI 52-3	U	22	0.020	0.44
123	Accesorios	Glb			0.58
130	CONDUCTORES Y ACCESORIOS				16.43
131	Conductor Aa - 16 mm <sup>2</sup>	km	81.8	0.180	14.72
132	Accesorios	Glb			1.71
140	FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO				1.33
141	Retenida	Cto	11	0.056	0.61
142	Accesorios para postes	Glb			0.25
143	Puesta a tierra	Cto	3	0.154	0.46
150	EQUIPO DE PROTECCION				8.33
151	Seccionadores	U	26	0.168	4.37
152	Pararrayo tipo distribución	U	26	0.152	3.96
100	Suministro de Materiales y Equipo				29.97
200	Transporte				1.80
300	Montaje Electromecánico				6.74
400	Gastos Generales y Utilidades				5.78
500	COSTO TOTAL DE LA OBRA (100+...+400)				44.29
600	Costos de Estudio y Supervisión				2.21
700	I.G.V. (18%)				7.97
800	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (miles US \$)				54.47

**EVALUACION ECONOMICA**  
**ANEXO N° 3.1d**

**Costos estimados de:**

- Subestación Callalli, 138/23 kV, 7 MVA

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	UNIT. miles US	P.TOTAL \$
100	TRANSFORMADOR DE POTENCIA				
101	Transformador 138/23 kV, 7.0 MVA	U	1	150.000	150.00
200	EQUIPO DE PROTECCION, MANDO Y MEDICION				193.00
201	Seccionador de Potencia tripolar 138 kV	U	1	16.500	16.50
202	Interruptor de potencia 138 kV	U	1	50.000	50.00
202	Pararrayos 138 kV	U	3	5.700	17.10
203	Seccionador 23 kV tripolar	U	1	4.500	4.50
204	Recloser trifásico 23 kV electrónico	U	1	15.000	15.00
205	Power Fuse 23 kV (Distribución)	U	9	0.600	5.40
207	Recloser hidráulico 23 kV, trifásico	U	2	10.000	20.00
208	Transformador Tensión 138 kV	U	1	6.000	6.00
209	Transformador Tensión 23 kV	U	3	1.500	4.50
210	Transformador de Corriente 23 kV	U	9	1.500	13.50
211	Tablero de control y mando	U	1	7.000	7.00
211	Tablero de protección	U	1	12.000	12.00
212	Tablero de Medición	U	1	4.500	4.50
212	Banco de baterías	Cjto	1	12.000	12.00
212	Tablero de servicios auxiliares	Cjto	1	5.000	5.00
300	PORTICO Y BARRAS				3.55
301	Postes y Crucetas	Glb.	1	1.720	1.72
302	Aisladores y Accesorios	Glb.	1	0.700	0.70
303	Cables y Conductores	Glb.	1	0.375	0.38
304	Ferretería	Glb.	1	0.750	0.75
400	MALLA DE TIERRA	Glb.	1	0.324	0.32
500	OBRAS CIVILES				24.76
501	Cerco perimetral de ladrillos	m1	100	0.097	9.66
502	Edificio de control y supervisión	m2	60	0.235	14.10
503	Cimentación de bases, equipos y canaleta	Glb.	1	1.000	1.00
	Suministro de Materiales y Equipo				346.87
	Transporte				20.81
	Montaje Electromecánico				41.62
	Obras Civiles				24.76
	Gastos Generales y Utilidades				68.23
	Estudio Definitivo, Supervisión e Imprevistos				75.34
	SUBTOTAL DEL PROYECTO				577.64
	I.G.V. (18%)				103.97
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (miles US \$)				681.61

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO N° 3.1e

Costos estimados de:

- Línea 33 kV, 85 mm<sup>2</sup> Aa, C.H.Siguas I-Cabanaconde 82 km

ITEM	DESCRIPCION	METRADO		COSTOS	
		UNID.	CANT	miles US \$ UNIT	TOTAL
100	SUMINISTRO DE MATERIALES				
110	POSTES Y CRUCETAS				64.94
111	Poste Eucalipto 11 m ,C/5, G/C	U	377	0.120	45.24
112	Poste Eucalipto 11 m ,C/6, G/D	U	131	0.100	13.10
113	Cruceta de madera 4" x 4" x 2.4 m	U	550	0.012	6.60
120	AISLADORES Y ACCESORIOS				123.15
121	Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-4	U	1020	0.029	30.00
122	Aislador tipo suspensión ANSI 52-3	U	2068	0.020	41.26
123	Accesorios	Glb			51.89
130	CONDUCTORES Y ACCESORIOS				243.33
131	Conductor Aa - 85 mm <sup>2</sup>	km	256.5	0.850	218.00
132	Accesorios	Glb			25.33
140	FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO				46.24
141	Retenida	Cto	329	0.056	18.33
142	Accesorios para postes	Glb			21.00
143	Puesta a tierra	Cto	45	0.154	6.91
150	EQUIPO DE PROTECCION Y SUBESTACIONES (A partir del año 2010)				84.12
151	Autotransformador 23/33 kV-2 MVA		2	16	32.00
152	Interruptor 24 kV		1	18	18.00
153	Seccionador 3Ø 24 kV		1	3	3.00
154	Control, mando y medición		1	10	10.00
155	Seccionador fusible de potencia		6	0.6	3.60
156	Pararrayos intermedio 21 kV		3	0.28	0.84
156	Pararrayos intermedio 30 kV		6	0.28	1.68
156	Recloser electrónico 24 kV (A partir del año 1998)		1	15	15.00
157	Regulador de tensión 23 kV		3	10	30.00
158	Seccionadores tipo cut-out 27 kV		6	0.17	1.01
159	Pararrayos tipo distribución 21		6	0.15	0.91
					1RA ETAPA
					Año 1999
100	Suministro de Materiales y Equipo				509.58
200	Transporte				30.58
300	Montaje Electromecánico	\$/km			101.92
400	Gastos Generales y Utilidades				96.31
500	COSTO TOTAL DE LA OBRA (100+...+400)	8.90			738.39
600	Costos de Estudio y Supervisión				29.54
700	I.G.V. (18%)				132.91
800	COSTO TOTAL DEL PROYECTO (miles US \$)	10.85			900.83

**EVALUACION ECONOMICA**  
**ANEXO N° 3.2a**

Alternativa I : C.T. CHIVAY 2 MW  
(con CH Madrigal 800 kW, CH Achoma 264 kW, s/mina Caylloma 2 MW)  
(Valores en miles de US \$)

AÑOS	DEMANDA ENERGI		C O S T O S				VENTA DE ENERGIA (7)	BENEFICIO NETO (8)=7-6
	IDRAU GWh-añ (1a)	TERMIC GWh-añ (1b)	INVER CT+CH (2)	INVER PSE (3)	OPERAC y MANT (4)	COMBUS Y LUBR (5)		
1996			1660	2374			4034	-4034
1997	0.891	1.174	1340	20	119	66	1545	-1233
1998	2.458	0.000		759	119	0	878	-507
1999	2.566	0.101			138	6	144	259
2000	2.631	0.193		328	138	11	477	-51
2001	2.717	0.377			147	21	168	299
2002	2.805	0.661			147	37	184	340
2003	2.886	0.774			147	43	190	363
2004	2.972	0.888			147	50	196	386
2005	3.065	1.009			147	56	203	412
2006	3.159	1.137	225		147	64	435	213
2007	3.265	1.264			151	71	222	462
2008	3.373	1.405			151	79	230	492
2009	3.490	1.546			151	87	238	523
2010	3.621	1.701			151	95	246	557
2011	3.760	1.857	225		151	104	480	368
2012	3.901	2.026	450		156	113	719	176
2013	4.054	2.202			165	123	288	656
2014	4.224	2.378			165	133	298	699
2015	4.393	2.573	-2048	-944	165	144	-2683	3734

TASA DE DESCUENTO	%	8	10	12	14	16
VALOR ACTUAL NETO	mil \$	-1982	-2550	-2947	-3221	-3408
RELACION BENEFICIO/COSTO	B/C	0.78	0.69	0.61	0.55	0.50
COSTO ENERGIA B.T.	c\$/kW	19.4	22.0	24.6	27.4	30.1
VENTA ENERGIA B.T.	c\$/kW	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
TASA INTERNA DE RETORNO	%			0.0400		

- (1a) Demanda de energía del PSE satisfecha con generación hidráulica  
(1b) Demanda de energía del PSE satisfecha con generación térmica  
(2) Inversión en CC.HH. Madrigal (sin grupos) y Achoma, y en CT Chivay  
(3) Inversión en el pequeño sistema eléctrico  
(4) Costos de O & M: 2% de costos de CC.HH. y CC.TT., y 2.5% para PSE  
(5) Costo del combustible y lubricante para operar las CC.TT.: 5.6 c\$/kWh  
(6) Costo Total: Suma de costos d'inversión, O & M, combust. y lubricantes  
(7) Venta de la energía en baja tensión: 15.09 c\$/kWh  
(8) Beneficio Neto: Venta de Energía - Costos

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO N° 3.2b

Alternativa II : S.E. CALLALLI 138/23 kV 7 MVA  
(con CH Madrigal 800 kW, CH Achoma 264 kW, con mina Caylloma 2 MW)  
(Valores en miles de US \$)

AÑOS	DEMANDA ENERGI		C O S T O S					VENTA DE ENERGIA	BENEFICIO NETO
	HIDRAU GWh-añ	SIST. IN GWh-añ	INVER SE+CH	INVER PSE	OPERAC y MANT	COMPRA DE ENE	COSTO TOTAL		
	(1a)	(1b)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=7-6
1996			2010	2374			4384		-4384
1997	0.891	1.174	1205	20	124	48	1397	277	-1120
1998	2.458	0.000		759	124	0	883	329	-554
1999	2.566	10.959			143	449	592	879	287
2000	2.631	11.063		328	143	453	924	900	-24
2001	2.717	11.260			151	461	612	937	325
2002	2.805	11.557			151	473	624	987	363
2003	2.886	11.683			151	478	630	1014	384
2004	2.972	11.811			151	484	635	1042	407
2005	3.065	11.946			151	489	640	1071	431
2006	3.159	12.089			151	495	646	1101	455
2007	3.265	12.232			151	501	652	1133	481
2008	3.373	12.389			151	507	659	1167	509
2009	3.490	12.546			151	514	665	1203	538
2010	3.621	12.718			151	521	672	1242	570
2011	3.760	12.892			151	528	679	1282	603
2012	3.901	13.079			151	535	687	1325	638
2013	4.054	13.274			151	543	695	1370	675
2014	4.224	13.470			151	551	703	1417	714
2015	4.393	13.685	-1677	-944	151	560	-1909	1467	3376

TASA DE DESCUENTO	%	8	10	12	14	16
VALOR ACTUAL NETO	mil \$	-1895	-2523	-2967	-3278	-3494
RELACION BENEFICIO/COSTO	B/C	0.88	0.81	0.74	0.69	0.64
COSTO ENERGIA	c\$/kW	8.4	9.1	9.9	10.8	11.6
VENTA ENERGIA	c\$/kW	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
TASA INTERNA DE RETORNO	%			0.0436		

- (1a) Demanda de energía del PSE satisfecha con generación hidráulica  
(1b) Demanda de energía del PSE satisfecha con el Sistema Interconectado  
(2) Inversión en CC.HH. Madrigal (sin grupos) y Achoma, y SE 138/23 kV Callal  
(3) Inversión en el pequeño sistema eléctrico  
(4) Costos de O & M: 2% de costos de CC.HH. y SE 138/23 kV, y 2.5% para PSE  
(5) Compra de energía del SIS en 138 kV-Callalli: 4.094 c\$/kWh  
(6) Costo Total: Suma de costos d'inversión, compra de energía 138 kV  
(7) Venta de la energía: 13.4 c\$/kWh en B.T. y 4.8 c\$/kWh en M.T.-mina  
(8) Beneficio Neto: Venta de Energía - Costos

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO N° 3.2c

Alternativa III : S.E. CAPACITIVA 2 MW CALLALLI  
(con CH Madrigal 800 kW, CH Achoma 264 kW, s/mina Caylloma 2 MW)  
(Valores en miles de US \$)

AÑOS	DEMANDA ENERGI		C O S T O S					COSTO TOTAL	VENTA DE ENERGIA B.T.	BENEFICIO NETO
	HIDRAU GWh-añ (1a)	SE CAP GWh-añ (1b)	INVER CH+SEC (2)	INVER PSE (3)	OPERAC y MANT (4)	COMPRA NERGI 138(5)	VENTA ENERGI CAPA(6)			
1996			2395	2374				4769		-4769
1997	0.891	1.174	1655	20	140	47.5	-409	1454	312	-1143
1998	2.458	0.000		759	140	0.0	-409	491	371	-120
1999	2.566	0.101			159	4.1	-409	-245	403	648
2000	2.631	0.193		328	159	7.8	-409	86	426	340
2001	2.717	0.377			168	15.3	-409	-226	467	693
2002	2.805	0.661			168	26.8	-409	-214	523	738
2003	2.886	0.774			168	31.3	-409	-210	552	762
2004	2.972	0.888			168	36.0	-409	-205	583	788
2005	3.065	1.009			168	40.9	-409	-200	615	815
2006	3.159	1.137			168	46.1	-409	-195	648	844
2007	3.265	1.264			168	51.2	-409	-190	684	874
2008	3.373	1.405			168	56.9	-409	-184	721	905
2009	3.490	1.546			168	62.6	-409	-179	760	939
2010	3.621	1.701			168	68.9	-409	-172	803	976
2011	3.760	1.857			168	75.2	-409	-166	848	1014
2012	3.901	2.026			168	82.1	-409	-159	895	1054
2013	4.054	2.202			168	89.2	-409	-152	944	1096
2014	4.224	2.378			168	96.3	-409	-145	997	1141
2015	4.393	2.573	-1983	-944	168	104.2	-409	-3064	1051	4115

TASA DE DESCUENTO	%	8	10	12	14	16
VALOR ACTUAL NETO	mil \$	939	-201	-1046	-1675	-2147
RELACION BENEFICIO/COSTO	B/C	1.32	1.05	0.87	0.73	0.63
COSTO ENERGIA B.T.	c\$/kWh	11.4	14.4	17.4	20.6	23.8
VENTA ENERGIA B.T.	c\$/kWh	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
TASA INTERNA DE RETORNO	%			0.0960		

- (1a) Demanda de energía del PSE, satisfecha con generación hidráulica  
(1b) Demanda de energía del PSE, satisfecha con el Sistema Interconectado  
(2) Inversión en CC.HH. Madrigal (sin grupos) y Achoma, y en CT Chivay  
(3) Inversión en el pequeño sistema eléctrico  
(4) Costos de O & M: 2% de costos de CC.HH. y SE Cap, y 2.5% para PSE  
(5) Compra de energía en 138 kV S.E. Cap. Callalli: 4.05 c\$/kWh  
(6) Venta de la energía capacitiva al sistema 138 kV: 0,015 c\$/kVARh  
(7) Costo Total: Suma de costos d'inversión, compra de energía 138 kV  
(8) Venta de la energía en baja tensión: 15.09 c\$/kWh  
(9) Beneficio Neto: Venta de Energía - Costos

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO N° 3.2d

Alternativa IV : LINEA 33 kV-82 km CH SIGUAS-CABANACONDE  
(con CH Madrigal 800 kW, CH Achoma 264 kW, s/mina Caylloma 2 MW)  
(Valores en miles de US \$)

AÑOS	HIDRAU GWh-añ (1a)	CH SIG GWh-añ (1b)	C O S T O S					VENTA DE ENERGIA (7)	BENEFICIO NETO (8)=7-6
			INVER CH+LST (2)	INVER PSE (3)	OPERAC y MANT (4)	COMPRA ENERGI SIGUA(5)	COSTO TOTAL (6)		
1996			1975	2374				4349	-4349
1997	0.891	1.174	1475	20	128	82	1705	312	-1393
1998	2.458	0.000		759	128	0	887	371	-516
1999	2.566	0.101			147	7	154	403	248
2000	2.631	0.193		328	147	13	489	426	-62
2001	2.717	0.377			156	26	182	467	285
2002	2.805	0.661			156	46	201	523	322
2003	2.886	0.774			156	54	209	552	343
2004	2.972	0.888			156	62	217	583	365
2005	3.065	1.009			156	70	226	615	389
2006	3.159	1.137	151		156	79	386	648	263
2007	3.265	1.264			159	88	246	684	437
2008	3.373	1.405			159	98	256	721	465
2009	3.490	1.546			159	107	266	760	494
2010	3.621	1.701			159	118	277	803	527
2011	3.760	1.857			159	129	288	848	560
2012	3.901	2.026			159	141	299	895	595
2013	4.054	2.202			159	153	312	944	633
2014	4.224	2.378			159	165	324	997	673
2015	4.393	2.573	-1898	-944	159	179	-2505	1051	3556

TASA DE DESCUENTO	%	8	10	12	14	16
VALOR ACTUAL NETO	mil \$	-2382	-2957	-3354	-3627	-3810
RELACION BENEFICIO/COSTO	B/C	0.74	0.65	0.58	0.52	0.47
COSTO ENERGIA B.T.	c\$/kW	20.5	23.3	26.2	29.1	32.2
VENTA ENERGIA B.T.	c\$/kW	15.1	15.1	15.1	15.1	15.1
TASA INTERNA DE RETORNO	%			0.0351		

- (1a) Demanda de energía del PSE satisfecha con generación hidráulica  
(1b) Demanda de energía del PSE satisfecha con la CH Siguas 1.8 MW  
(2) Invers. en CC.HH. Madrigal (sin grupos) y Achoma, y LST 33 kV Siguas-Caba  
(3) Inversión en el pequeño sistema eléctrico  
(4) Costos de O & M: 2% de costos de CC.HH. y LST 33 kV Siguas-Cab, y 2.5% p  
(5) Compra de energía de la CH Siguas I: 6.95 c\$/kWh  
(6) Costo Total: Suma de costos d'inversión, O & M, compra de energía CH Sigu  
(7) Venta de la energía en baja tensión: 15.09 c\$/kWh  
(8) Beneficio Neto: Venta de Energía - Costos

EVALUACION ECONOMICA  
ANEXO Nº 3.3

CRONOGRAMA DE INVERSIONES Y DE EJECUCION DE OBRAS  
( Inversión en Miles de Dólares )

PEQUEÑO SISTEMA ELECTRICO VALLE DEL RIO COLCA Proyectos a implementarse	DESCRIPCION	POBLACION SERVIDA En Año de Servicio	DEMANDA (kW) Año 2015	ESTADO ACTUAL	COSTO TOTAL	CRONOGRAMA DE INVERSIONES Y EJECUCION DE OBRAS						
						1995	1996	1997	1998	99-2000	2001-02	2009-10
<b>CENTRALES HIDROELECTRICAS</b>												
C.H. Chivay I-200 kW	Existente y operativa. Requiere renovación de grupo de 200 kW			Exis	120		100	20				
C.H. Chivay II 100 kW	CH nueva en operación			Exis	0		///****	***				
C.H. Madrigal 800 kW	Proyectada. Cuenta con canal y financiamiento español pa' grupos			Const	1900	42	958	900				
C.H. Achoma 264 kW	Proyectada. A cargo del concejo. Canal en construcción			C/E.F.	585	13	287	285				
						+++	///****	*****				
						+++	///****	*****				
<b>LINEAS Y REDES</b>												
<b>1ra Etapa</b>												
Línea Chivay-Cabanaconde	22.9/13.2 kV, 85 mm2 Aa, 46.9 km			C/E.F.	465	10	455					
Deriv. Maca, Achoma, Coporaque	22.9/13.2 kV, 35 mm2 Aa, 6.5 km			C/E.F.	134	3	131					
Redes de distribución 4150 abonados	Chivay, Yanque, Coporaque, Achoma, Ichupampa, Lari, Maca, Madrigal, Pinchollo, Cabanaconde	25398	2279	C/E.F.	1494	13	1481					
						+++	///****					
<b>2da Etapa</b>												
Línea Chivay-Tuti-Sibayo-Callalli	22.9/13.2 kV, 85 mm2 Aa, 31.9 km			C/E.F.	315	8	307					
Línea Callalli-Caylloma	22.9/13.2 kV, 85 mm2 Aa, 48 km			C/E.F.	474							
Redes de distribución 845 Abonad.	Camocota, Tuti, Sibayo y Callalli	5084	406	C/E.F.	304			12	462			
								+++	///****			
								8	297			
								+++	///****			
<b>3ra Etapa</b>												
Líneas Cabanaconde-Choco, Cabanaconde-Tapay, Sibayo-Tisco	11 MRT, 35 mm2, Total 79.4 km			C/E.F.	54						54	
Redes de distribución 760 abonados	Llanca, Ucuchach, Choco, Miwa, Tisco, Malata, Tapay, Llatica, Cosnihua, Chinini, Huambo	5192	431	C/E.F.	274						+++	****
											++	****
S.E. Callalli	138/23 kV, 7 MVA, en Callalli			S/E.D.	682	17	665					
						+++	///****					
		35674	3116		6801	107	4383	1224	759	328		

++++++ Elaboración del estudio definitivo  
 /////// Financiamiento del Proyecto  
 \*\*\*\*\* Suministro y ejecución de Obra

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO  
 Exis Existente  
 Const En Construcción  
 C/E.F. Con Estudio de Factibilidad  
 C/E.D. Con Estudio Definitivo

ANEXO N° 4.1a  
FLUJO DE CARGA : MAXIMA DEMANDA - AÑO 2015

Perfil de tensiones

--- BARRA ---	---TENSION BARRA---			--- ANG. ---		--- CARGA ---		---GENERACION---	
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	kW	KVAR	kW	KVAR		
CABANA-23	1.000	22.90	-4.50	471.	228.	00.	00.		
LLANCA	.995	22.78	-4.54	58.	28.	00.	00.		
UCUCHACHAS	.993	22.74	-4.55	37.	18.	00.	00.		
CHOCO	.992	22.71	-4.55	88.	43.	00.	00.		
MINNA	.993	22.73	-4.56	29.	14.	00.	00.		
MALATA	.999	22.89	-4.51	16.	8.	00.	00.		
LLATICA	.999	22.88	-4.51	13.	6.	00.	00.		
COSNIHUA	.999	22.89	-4.51	16.	8.	00.	00.		
TAPAY	.999	22.88	-4.51	14.	7.	00.	00.		
PINCHOLLO	.938	21.48	-2.93	89.	43.	00.	00.		
MADRIGAL-0.4	.956	.38	-1.36	00.	00.	800.	250.		
MADRIGAL-23	.943	21.59	-2.79	149.	72.	00.	00.		
LARI	.945	21.64	-2.74	160.	77.	00.	00.		
DER-MACA	.946	21.66	-2.73	00.	00.	00.	00.		
MACA	.945	21.63	-2.73	182.	88.	00.	00.		
ICHUPAMPA	.954	21.85	-2.56	118.	57.	00.	00.		
ACHOMA-23	.954	21.85	-2.55	185.	90.	00.	00.		
CH ACHOMA-.4	.969	.39	-1.21	00.	00.	264.	87.		
YANQUE	.958	21.94	-2.49	217.	105.	00.	00.		
D-COPORANQUE	.960	21.99	-2.44	00.	00.	00.	00.		
COPORANQUE	.959	21.96	-2.44	170.	82.	00.	00.		
CHIVAY	.967	22.15	-2.30	538.	261.	00.	00.		
CHIVAY-23	.967	22.16	-2.29	00.	00.	00.	00.		
CHIVAY II	.983	.39	-.86	00.	00.	290.	95.		
CAMOCOTA	.985	22.56	-1.97	52.	25.	00.	00.		
TUTI	.991	22.69	-1.86	116.	56.	00.	00.		
SIRAYO	1.015	23.24	-1.42	62.	30.	00.	00.		
CALLALLI	1.021	23.38	-1.30	176.	85.	00.	00.		
TISCO	1.014	23.23	-1.45	17.	8.	00.	00.		
CALL-23	1.030	23.59	-1.12	00.	00.	00.	00.		
CALL-138	1.000	138.00	.00	00.	00.	4422.	1501.		
CAYLLOM-MINA	1.000	22.90	-7.45	2274.	1101.	00.	00.		
HUAMBO	.994	22.76	-4.54	118.	57.	00.	00.		
CHININI	.994	22.75	-4.54	25.	12.	00.	00.		
REG-CAB1	.921	21.09	-3.45	00.	00.	00.	00.		
REG-CAY1	.921	21.09	-6.15	00.	00.	00.	00.		
TOTAL SISTEMA				5390.	2609.	5776.	1933.		

Generación

---GENERADOR---	---TENSION GEN.---			--- ANG. ---		--- CARGA ---		---GENERACION---	
	P.U	KV	GRADOS	kW	KVAR	kW	KVAR		
MADRIGAL-0.4	.956	.38	-1.36	00.	00.	800.	250.		
CH ACHOMA-.4	.969	.39	-1.21	00.	00.	264.	87.		
CHIVAY II	.983	.39	-.86	00.	00.	290.	95.		
CALL-138	1.000	138.00	.00	00.	00.	4422.	1501.		
TOTAL GENERACION						5776.	1933.		

Pérdidas de potencia y energía

Factor de Carga Activo (p.u.) = 0.4  
POTENCIA = 386.05 kW (6.68%)

Periodo = 8760 horas  
ENERGIA ANUAL = 784.59 MWh (3.88%)

ANEXO N° 4.1b  
FLUJO DE CARGA : MINIMA DEMANDA - AÑO 2015

Perfil de tensiones

--- BARRA ---	---TENSION BARRA---		---ANG.--	--- CARGA ----		---GENERACION--	
NOMBRE	P.U	KV	GRADOS	kW	KVAR	kW	KVAR
CABANA-23	1.000	22.90	-.95	141.	68.	00.	00.
LLANCA	.999	22.87	-1.00	17.	8.	00.	00.
UCUCHACHAS	.998	22.86	-1.02	11.	5.	00.	00.
CHOCO	.998	22.85	-1.02	26.	13.	00.	00.
MINNA	.998	22.86	-1.03	8.	4.	00.	00.
MALATA	1.000	22.90	-.96	4.	2.	00.	00.
LLATICA	1.000	22.90	-.96	3.	2.	00.	00.
COSNIHUA	1.000	22.90	-.96	4.	2.	00.	00.
TAPAY	1.000	22.90	-.96	4.	2.	00.	00.
PINCHOLLO	1.020	23.36	-.50	26.	13.	00.	00.
MADRIGAL-0.4	1.016	.41	.09	00.	00.	314.	-50.
MADRIGAL-23	1.021	23.38	-.44	44.	22.	00.	00.
LARI	1.021	23.39	-.45	48.	23.	00.	00.
DER-MACA	1.021	23.39	-.45	00.	00.	00.	00.
MACA	1.021	23.38	-.45	54.	26.	00.	00.
ICHUPAMPA	1.023	23.42	-.43	35.	17.	00.	00.
ACHOMA-23	1.024	23.44	-.40	55.	27.	00.	00.
CH ACHOMA-.4	1.024	.41	.90	00.	00.	264.	-10.
YANQUE	1.023	23.43	-.46	65.	32.	00.	00.
D-COPORANQUE	1.023	23.43	-.47	00.	00.	00.	00.
COPORANQUE	1.023	23.43	-.47	51.	25.	00.	00.
CHIVAY	1.024	23.46	-.49	161.	78.	00.	00.
CHIVAY-23	1.025	23.46	-.48	00.	00.	00.	00.
CHIVAY II	1.025	.41	.95	00.	00.	290.	-10.
CAMOCOTA	1.026	23.49	-.63	15.	8.	00.	00.
TUTI	1.026	23.50	-.67	34.	17.	00.	00.
SIBAYO	1.029	23.55	-.80	18.	9.	00.	00.
CALLALLI	1.029	23.57	-.83	52.	26.	00.	00.
TISCO	1.029	23.55	-.83	5.	2.	00.	00.
CALL-23	1.030	23.59	-.86	00.	00.	00.	00.
CALL-138	1.000	138.00	.00	00.	00.	2585.	700.
CAYLLOM-MINA	1.000	22.90	-7.19	2274.	1101.	00.	00.
HUAMBO	.998	22.86	-1.00	35.	17.	00.	00.
CHININI	.998	22.86	-1.00	7.	4.	00.	00.
REG-CAB1	1.017	23.29	-.70	00.	00.	00.	00.
REG-CAY1	.921	21.09	-5.89	00.	00.	00.	00.
TOTAL SISTEMA				3197.	1553.	3453.	630.

Generación

---GENERADOR---	---TENSION GEN.---		---ANG.--	--- CARGA ----		---GENERACION--	
P.U	KV	GRADOS	kW	KVAR	kW	KVAR	
MADRIGAL-0.4	1.016	.41	.09	00.	00.	314.	-50.
CH ACHOMA-.4	1.024	.41	.90	00.	00.	264.	-10.
CHIVAY II	1.025	.41	.95	00.	00.	290.	-10.
CALL-138	1.000	138.00	.00	00.	00.	2585.	700.
TOTAL GENERACION						3453.	630.

**ANEXO N° 4.2a**  
**CAIDA DE TENSION EN RED SECUNDARIA**

LOCALIDAD : CHIVAY

SUBESTACION : SE-01 / 100 kVA  
SERVICIO : PARTICULAR  
M.D. (kW) : 38.10  
Perd. (kW) : 1.42  
PERD. (kW-h/año) : 1905.99

CIRCUITO : C - 1  
SISTEMA : 380/220 V (3Ø)  
CONDUCTOR: Cu forrado WP  
SdV max : 4.54 %

SERVICIO : ALUMBRADO SISTEMA : 220 (1Ø)  
M.D. (kW) : 2.960  
Perd. (kW) : .114 SdV max : 4.40 %  
PERD. (kW-h/año) : 498.77

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV	PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	38.10	64.14	35.0	25.0	16.0	3.35	3.35	.88	2.96	14.95	10.0	2.05	2.05	.93
2.0.0.0	36.90	62.12	40.0	25.0	16.0	3.71	7.06	1.86	2.88	14.55	10.0	2.28	4.34	1.97
2.1.0.0	17.60	29.63	45.0	16.0	10.0	2.97	10.03	2.64	1.12	5.66	6.0	1.63	5.97	2.71
2.1.1.0	1.60	2.69	44.0	6.0	6.0	.66	10.69	2.81	.08	.40	6.0	.11	6.08	2.77
2.2.0.0	15.20	25.59	45.0	10.0	10.0	3.93	13.96	3.67	.96	4.85	6.0	1.40	7.37	3.35
2.2.1.0	1.20	2.02	45.0	6.0	6.0	.51	14.47	3.81	.08	.40	6.0	.12	7.48	3.40
2.3.0.0	12.80	21.55	.0	10.0	10.0	.00	13.96	3.67	.80	4.04	6.0	.00	7.37	3.35
2.3.1.0	6.00	10.10	25.0	10.0	10.0	.86	14.83	3.90	.32	1.62	6.0	.26	7.63	3.47
2.3.2.0	4.80	8.08	26.0	10.0	10.0	.72	15.54	4.09	.24	1.21	6.0	.20	7.83	3.56
2.3.2.1	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.34	15.88	4.18	.00	.00	.0	.00	.00	.00
2.3.3.0	2.80	4.71	40.0	6.0	6.0	1.05	16.59	4.37	.16	.81	6.0	.21	8.04	3.65
2.3.4.0	.80	1.35	40.0	6.0	6.0	.30	16.89	4.45	.08	.40	6.0	.10	8.14	3.70
2.4.0.0	6.80	11.45	35.0	10.0	10.0	1.37	15.33	4.03	.48	2.42	6.0	.54	7.91	3.60
2.5.0.0	3.60	6.06	36.0	10.0	10.0	.74	16.08	4.23	.40	2.02	6.0	.47	8.38	3.81
2.6.0.0	2.00	3.37	35.0	10.0	10.0	.40	16.48	4.34	.32	1.62	6.0	.36	8.74	3.97
2.7.0.0	2.00	3.37	26.0	10.0	10.0	.30	16.78	4.42	.24	1.21	6.0	.20	8.94	4.06
2.8.0.0	1.20	2.02	25.0	10.0	10.0	.17	16.95	4.46	.16	.81	6.0	.13	9.07	4.12
2.9.0.0	.40	.67	25.0	10.0	10.0	.06	17.01	4.48	.08	.40	6.0	.06	9.13	4.15
3.0.0.0	18.10	30.47	.0	25.0	16.0	.00	7.06	1.86	1.68	8.48	10.0	.00	4.34	1.97
3.1.0.0	.80	1.35	45.0	25.0	16.0	.09	7.16	1.88	.08	.40	10.0	.07	4.41	2.01
4.0.0.0	17.30	29.12	42.0	25.0	16.0	1.83	8.89	2.34	1.60	8.08	10.0	1.33	5.67	2.58
5.0.0.0	16.90	28.45	42.0	25.0	16.0	1.78	10.68	2.81	1.52	7.68	10.0	1.27	6.94	3.15
6.0.0.0	16.50	27.78	10.0	25.0	16.0	.41	11.09	2.92	1.44	7.27	10.0	.29	7.22	3.28
7.0.0.0	16.10	27.10	22.0	16.0	10.0	1.33	12.42	3.27	1.36	6.87	10.0	.59	7.82	3.55
7.1.0.0	1.20	6.06	10.0	6.0	6.0	.39	12.81	3.37 (1Ø)	.16	.81	6.0	.05	7.87	3.58
7.2.0.0	1.20	6.06	30.0	6.0	6.0	1.16	13.97	3.68 (1Ø)	.08	.40	6.0	.08	7.95	3.61

8.0.0.0	13.70	23.06	33.0	16.0	10.0	1.69	14.11	3.71	1.12	5.66	10.0	.73	8.55	3.89
8.1.0.0	3.90	6.57	10.0	6.0	6.0	.37	14.48	3.81	.32	1.62	6.0	.10	8.65	3.93
8.2.0.0	3.10	5.22	30.0	6.0	6.0	.87	15.35	4.04	.24	1.21	6.0	.23	8.89	4.04
8.3.0.0	1.60	2.69	42.0	6.0	6.0	.63	15.98	4.20	.16	.81	6.0	.22	9.10	4.14
8.4.0.0	1.20	2.02	42.0	6.0	6.0	.47	16.45	4.33	.08	.40	6.0	.11	9.21	4.19
9.0.0.0	9.40	15.82	35.0	16.0	10.0	1.23	15.35	4.04	.72	3.64	10.0	.50	9.05	4.11
9.1.0.0	1.20	2.02	40.0	6.0	6.0	.45	15.80	4.16	.24	1.21	6.0	.31	9.36	4.26
9.2.0.0	.80	1.35	40.0	6.0	6.0	.30	16.09	4.24	.16	.81	6.0	.21	9.57	4.35
9.3.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.00	.00	.08	.40	6.0	.10	9.67	4.40
10.0.0.0	7.80	13.13	.0	16.0	10.0	.00	15.35	4.04	.40	2.02	10.0	.00	9.05	4.11
10.1.0.0	.80	1.35	46.0	6.0	6.0	.34	15.69	4.13	.00	.00	.0	.00	.00	.00
11.0.0.0	7.00	11.78	25.0	16.0	10.0	.66	16.00	4.21	.40	2.02	10.0	.20	9.25	4.20
12.0.0.0	6.60	11.11	28.0	16.0	10.0	.69	16.69	4.39	.32	1.62	10.0	.18	9.43	4.29
12.1.0.0	2.20	3.70	32.0	16.0	10.0	.26	16.96	4.46	.08	.40	10.0	.05	9.48	4.31
12.2.0.0	.00	.00	30.0	.0	6.0	.00	.00	.00	.00	.00	6.0	.00	9.48	4.31
13.0.0.0	2.40	4.04	40.0	16.0	10.0	.36	17.05	4.49	.16	.81	10.0	.13	9.55	4.34
14.0.0.0	1.20	2.02	40.0	16.0	10.0	.18	17.23	4.54	.08	.40	10.0	.06	9.62	4.37

LOCALIDAD : CHIVAY

SUBESTACION : SE-01 / 100 kVA

SERVICIO : PARTICULAR

M.D. (kW) : 21.00

Perd. (kW) : .75

PERD. (kW-h/año) : 1008.77

CIRCUITO : C - 2

SISTEMA : 380/220 V (3Ø)

CONDUCTOR: Cu forrado WP

SdV max : 4.53 %

SERVICIO : ALUMBRADO SISTEMA : 220 (1Ø)

M.D. (kW) : 1.360

Perd. (kW) : .041 SdV max : 3.51 %

PERD. (kW-h/año) : 181.32

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV	PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	21.00	35.35	43.0	16.0	10.0	3.38	3.38	.89	1.36	6.87	6.0	1.89	1.89	.86
2.0.0.0	18.60	31.31	42.0	16.0	10.0	2.93	6.31	1.66	1.28	6.46	6.0	1.74	3.63	1.65
3.0.0.0	17.80	29.97	10.0	16.0	10.0	.67	6.98	1.84	1.20	6.06	6.0	.39	4.02	1.83
4.0.0.0	17.40	29.29	27.0	10.0	10.0	2.70	9.68	2.55	1.12	5.66	6.0	.98	5.00	2.27
5.0.0.0	16.60	27.95	28.0	10.0	10.0	2.67	12.35	3.25	1.04	5.25	6.0	.94	5.94	2.70
5.1.0.0	5.40	9.09	45.0	6.0	6.0	2.27	14.63	3.85	.32	1.62	6.0	.47	6.40	2.91
5.2.0.0	4.20	7.07	25.0	6.0	6.0	.98	15.61	4.11	.24	1.21	6.0	.19	6.60	3.00
5.3.0.0	2.40	4.04	25.0	6.0	6.0	.56	16.17	4.26	.16	.81	6.0	.13	6.73	3.06
5.4.0.0	.00	.00	45.0	.0	6.0	.00	.00	.00	.08	.40	6.0	.12	6.84	3.11
6.0.0.0	9.20	15.49	24.0	10.0	10.0	1.27	13.62	3.58	.64	3.23	6.0	.50	6.44	2.93
7.0.0.0	7.00	11.78	23.0	10.0	10.0	.93	14.55	3.83	.56	2.83	6.0	.42	6.85	3.11

7.1.0.0	.80	1.35	25.0	10.0	10.0	.11	14.66	3.86	.08	.40	6.0	.06	6.92	3.14
8.0.0.0	5.40	9.09	.0	10.0	10.0	.00	14.55	3.83	.40	2.02	6.0	.00	6.85	3.11
8.1.0.0	.00	.00	43.0	.0	6.0	.00	.00	.00	.08	.40	6.0	.11	6.96	3.17
9.0.0.0	5.40	9.09	47.0	10.0	10.0	1.46	16.00	4.21	.32	1.62	6.0	.49	7.34	3.34
10.0.0.0	4.60	7.74	25.0	10.0	10.0	.66	16.67	4.39	.24	1.21	6.0	.19	7.53	3.42
11.0.0.0	3.00	5.05	26.0	10.0	10.0	.45	17.11	4.50	.16	.81	6.0	.13	7.67	3.49
12.0.0.0	.80	1.35	25.0	10.0	10.0	.11	17.23	4.53	.08	.40	6.0	.06	7.73	3.51

LOCALIDAD : CHIVAY

SUBESTACION : SE-01 / 100 kVA

SERVICIO : PARTICULAR

M.D. (kW) : 32.30

Perd. (kW) : .93

PERD. (kW-h/año) : 1252.09

CIRCUITO : C - 3

SISTEMA : 380/220 V (3Ø)

CONDUCTOR: Cu forrado WP

SdV max : 4.43 %

SERVICIO : ALUMBRADO

SISTEMA : 220 (1Ø)

M.D. (kW) : 2.800

Perd. (kW) : .094

SdV max : 4.36 %

PERD. (kW-h/año) : 413.87

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	sDv (V)	% sDv	PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	sDv (V)	% sDv
1.0.0.0	32.30	54.38	3.0	25.0	16.0	.24	.24	.06	2.80	14.14	10.0	.17	.17	.08
2.0.0.0	30.70	51.68	40.0	25.0	16.0	3.09	3.33	.88	2.72	13.74	10.0	2.16	2.32	1.06
3.0.0.0	28.30	47.64	40.0	25.0	16.0	2.85	6.18	1.63	2.64	13.33	10.0	2.09	4.42	2.01
3.1.0.0	2.80	4.71	42.0	10.0	10.0	.68	6.85	1.80	.40	2.02	6.0	.54	4.96	2.26
3.2.0.0	2.00	3.37	41.0	6.0	6.0	.77	7.62	2.01	.32	1.62	6.0	.42	5.39	2.45
3.3.0.0	1.60	2.69	10.0	6.0	6.0	.15	7.77	2.05	.24	1.21	6.0	.08	5.46	2.48
3.4.0.0	1.60	2.69	30.0	6.0	6.0	.45	8.22	2.16	.16	.81	6.0	.16	5.62	2.55
3.5.0.0	.80	1.35	30.0	6.0	6.0	.22	8.45	2.22	.08	.40	6.0	.08	5.70	2.59
4.0.0.0	24.70	41.58	.0	16.0	10.0	.00	6.18	1.63	2.16	10.91	10.0	.00	4.42	2.01
4.1.0.0	3.50	5.89	30.0	25.0	16.0	.26	6.44	1.70	.16	.81	10.0	.10	4.51	2.05
4.2.0.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.34	6.78	1.78	.08	.40	6.0	.08	4.59	2.09
5.0.0.0	21.20	35.69	44.0	16.0	10.0	3.50	9.67	2.55	2.00	10.10	10.0	1.75	6.16	2.80
5.1.0.0	5.60	9.43	15.0	6.0	6.0	.79	10.46	2.75	.32	1.62	6.0	.16	6.32	2.87
5.2.0.0	5.20	8.75	35.0	6.0	6.0	1.70	12.16	3.20	.24	1.21	6.0	.27	6.59	3.00
5.3.0.0	3.60	6.06	35.0	6.0	6.0	1.18	13.34	3.51	.16	.81	6.0	.18	6.77	3.08
5.4.0.0	2.00	3.37	35.0	6.0	6.0	.66	14.00	3.68	.08	.40	6.0	.09	6.86	3.12
6.0.0.0	14.40	24.24	30.0	16.0	10.0	1.62	11.29	2.97	1.60	8.08	10.0	.95	7.12	3.23
7.0.0.0	14.40	24.24	10.0	16.0	10.0	.54	11.83	3.11	1.52	7.68	10.0	.30	7.42	3.37
7.1.0.0	2.40	4.04	38.0	6.0	6.0	.85	12.69	3.34	.24	1.21	6.0	.30	7.71	3.51
7.2.0.0	1.60	2.69	38.0	6.0	6.0	.57	13.26	3.49	.16	.81	6.0	.20	7.91	3.60
7.3.0.0	.80	1.35	38.0	6.0	6.0	.28	13.54	3.56	.08	.40	6.0	.10	8.01	3.64

8.0.0.0	11.60	19.53	.0	16.0	10.0	.00	11.83	3.11	1.20	6.06	10.0	.00	7.42	3.37
8.1.0.0	1.60	2.69	20.0	6.0	6.0	.30	12.13	3.19	.32	1.62	6.0	.21	7.63	3.47
8.2.0.0	1.60	2.69	27.0	6.0	6.0	.40	12.54	3.30	.24	1.21	6.0	.21	7.83	3.56
8.3.0.0	1.60	2.69	20.0	6.0	6.0	.30	12.84	3.38	.16	.81	6.0	.10	7.94	3.61
8.4.0.0	.80	1.35	40.0	6.0	6.0	.30	13.14	3.46	.08	.40	6.0	.10	8.04	3.66
9.0.0.0	10.00	16.84	30.0	16.0	10.0	1.12	12.96	3.41	.88	4.44	10.0	.52	7.94	3.61
10.0.0.0	9.20	15.49	30.0	16.0	10.0	1.03	13.99	3.68	.80	4.04	10.0	.48	8.42	3.83
11.0.0.0	9.20	15.49	8.0	16.0	10.0	.28	14.27	3.75	.72	3.64	10.0	.11	8.53	3.88
12.0.0.0	8.80	14.81	38.0	16.0	10.0	1.25	15.52	4.08	.64	3.23	10.0	.48	9.01	4.10
12.1.0.0	3.60	6.06	25.0	10.0	10.0	.52	16.04	4.22	.24	1.21	6.0	.19	9.21	4.19
12.2.0.0	2.80	4.71	26.0	10.0	10.0	.42	16.46	4.33	.16	.81	6.0	.13	9.34	4.25
12.3.0.0	1.60	2.69	26.0	6.0	6.0	.39	16.85	4.43	.08	.40	6.0	.07	9.41	4.28
13.0.0.0	4.40	7.41	25.0	16.0	10.0	.41	15.93	4.19	.32	1.62	6.0	.26	9.27	4.22
14.0.0.0	3.60	6.06	25.0	16.0	10.0	.34	16.27	4.28	.24	1.21	6.0	.19	9.47	4.30
15.0.0.0	3.20	5.39	10.0	16.0	10.0	.12	16.39	4.31	.16	.81	6.0	.05	9.52	4.33
16.0.0.0	2.00	3.37	30.0	16.0	10.0	.22	16.61	4.37	.08	.40	6.0	.08	9.60	4.36

ANEXO N° 4.2b  
CAIDA DE TENSION EN RED SECUNDARIA

LOCALIDAD : LARI

SUBESTACION : SE-01 / 75 kVA  
SERVICIO : PARTICULAR  
M.D. (kW) : 29.40  
Perd. (kW) : .91  
PERD. (kW-h/año) : 2322.72

CIRCUITO : C - 1  
SISTEMA : 380/220 V (3Ø)  
CONDUCTOR: Cu forrado WP  
SdV max : 4.39 %

SERVICIO : ALUMBRADO SISTEMA : 220 (1Ø)  
M.D. (kW) : 2.960  
Perd. (kW) : .090 SdV max : 4.47 %  
PERD. (kW-h/año) : 396.22

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV		PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	29.40	49.49	3.0	10.0	10.0	.29	219.7	.13		2.96	14.95	10.0	.18	219.8	.08
1.1.0.0	4.20	7.07	43.0	6.0	6.0	.98	218.7	.58		.32	1.62	6.0	.45	219.4	.28
1.1.1.0	.60	3.03	40.0	6.0	6.0	.78	218.0	.93	(1Ø)	.08	.40	6.0	.10	219.3	.33
1.2.0.0	2.10	3.54	43.0	6.0	6.0	.49	218.2	.80		.24	1.21	6.0	.33	219.0	.43
1.2.1.0	.90	1.52	30.0	6.0	6.0	.15	218.1	.86		.08	.40	6.0	.08	219.0	.47
1.2.2.0	.60	3.03	30.0	6.0	6.0	.58	217.5	1.13	(1Ø)	.08	.40	6.0	.08	218.9	.50
1.3.0.0	.30	1.52	38.0	6.0	6.0	.37	217.9	.97	(1Ø)	.08	.40	6.0	.10	218.9	.48
2.0.0.0	24.30	40.91	.0	10.0	10.0	.00	219.7	.13		2.56	12.93	10.0	.00	219.8	.08
2.1.0.0	16.20	27.27	40.0	10.0	10.0	2.15	217.6	1.11		1.04	5.25	6.0	1.35	218.5	.69
2.2.0.0	15.30	25.76	40.0	10.0	10.0	2.03	215.5	2.03		1.04	5.25	6.0	1.35	217.1	1.30
2.2.1.0	4.80	8.08	44.0	6.0	6.0	1.14	214.4	2.55		.16	.81	6.0	.23	216.9	1.41
2.2.2.0	4.20	7.07	44.0	6.0	6.0	1.00	213.4	3.01		.16	.81	6.0	.23	216.7	1.51
2.2.3.0	3.30	5.56	38.0	6.0	6.0	.68	212.7	3.31		.08	.40	6.0	.10	216.6	1.56
2.2.4.0	.00	.00	38.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	216.5	1.60
2.3.0.0	8.40	14.14	.0	6.0	6.0	.00	215.5	2.03		.80	4.04	6.0	.00	217.1	1.30
2.3.1.0	1.20	2.02	40.0	6.0	6.0	.26	215.3	2.15		.16	.81	6.0	.21	216.9	1.40
2.3.2.0	.90	4.55	40.0	6.0	6.0	1.16	214.1	2.68	(1Ø)	.08	.40	6.0	.10	216.8	1.44
2.3.3.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	216.7	1.49
2.4.0.0	7.20	12.12	45.0	6.0	6.0	1.75	213.8	2.83		.64	3.23	6.0	.93	216.2	1.73
2.4.1.0	1.20	2.02	47.0	6.0	6.0	.30	213.5	2.97		.16	.81	6.0	.24	216.0	1.84
2.4.2.0	.90	1.52	12.0	6.0	6.0	.06	213.4	2.99		.16	.81	6.0	.06	215.9	1.87
2.4.3.0	.90	1.52	31.0	6.0	6.0	.15	213.3	3.06		.08	.40	6.0	.08	215.8	1.90
2.4.4.0	.30	1.52	35.0	6.0	6.0	.34	212.9	3.22	(1Ø)	.08	.40	6.0	.09	215.7	1.94
2.5.0.0	5.70	9.60	40.0	6.0	6.0	1.23	212.5	3.39		.40	2.02	6.0	.52	215.7	1.96
2.6.0.0	4.50	7.58	40.0	6.0	6.0	.97	211.6	3.83		.32	1.62	6.0	.41	215.3	2.15
2.7.0.0	3.60	6.06	40.0	6.0	6.0	.78	210.8	4.19		.32	1.62	6.0	.41	214.9	2.34

2.7.1.0	1.80	3.03	26.0	6.0	6.0	.25	210.5	4.30		.16	.81	6.0	.13	214.7	2.40
2.7.2.0	.60	1.01	25.0	6.0	6.0	.08	210.5	4.34		.08	.40	6.0	.06	214.7	2.43
2.7.3.0	.30	.51	40.0	6.0	6.0	.06	210.4	4.37		.08	.40	6.0	.10	214.6	2.48
2.8.0.0	1.50	2.53	40.0	6.0	6.0	.32	210.5	4.33		.08	.40	6.0	.10	214.8	2.39
2.9.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.13	210.3	4.39		.08	.40	6.0	.10	214.6	2.43
3.0.0.0	8.10	13.64	37.0	10.0	10.0	.99	218.7	.59		1.52	7.68	10.0	1.12	218.7	.59
4.0.0.0	7.20	12.12	40.0	10.0	10.0	.96	217.8	1.02		1.52	7.68	10.0	1.21	217.5	1.14
5.0.0.0	6.90	11.62	40.0	10.0	10.0	.92	216.8	1.44		1.44	7.27	10.0	1.14	216.4	1.65
6.0.0.0	6.90	11.62	40.0	10.0	10.0	.92	215.9	1.85		1.44	7.27	10.0	1.14	215.2	2.17
7.0.0.0	6.90	11.62	40.0	10.0	10.0	.92	215.0	2.27		1.36	6.87	10.0	1.08	214.1	2.66
8.0.0.0	6.60	11.11	37.0	10.0	10.0	.81	214.2	2.64		1.36	6.87	10.0	1.00	213.1	3.12
8.1.0.0	.60	1.01	22.0	6.0	6.0	.07	214.1	2.67		.08	.40	6.0	.06	213.1	3.14
8.2.0.0	.60	3.03	22.0	6.0	6.0	.43	213.7	2.86	(1Ø)	.08	.40	6.0	.06	213.0	3.17
9.0.0.0	6.00	10.10	.0	10.0	10.0	.00	214.2	2.64		1.20	6.06	10.0	.00	213.1	3.12
9.1.0.0	.30	1.52	40.0	10.0	6.0	.24	214.0	2.74	(1Ø)	.08	.40	10.0	.06	213.1	3.15
10.0.0.0	5.70	9.60	35.0	10.0	10.0	.66	213.5	2.94		1.12	5.66	10.0	.78	212.4	3.47
11.0.0.0	5.70	9.60	37.0	10.0	10.0	.70	212.8	3.26		1.12	5.66	10.0	.82	211.5	3.85
11.1.0.0	.30	.51	38.0	6.0	6.0	.06	212.8	3.28		.00	.00	.0	.00	.0	.00
11.2.0.0	.30	1.52	38.0	6.0	6.0	.37	212.4	3.45	(1Ø)	.00	.00	.0	.00	.0	.00
12.0.0.0	4.50	7.58	.0	10.0	10.0	.00	212.8	3.26		1.04	5.25	10.0	.00	211.5	3.85
12.1.0.0	.00	.00	28.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.24	1.21	6.0	.22	211.3	3.94
12.2.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.24	1.21	6.0	.31	211.0	4.09
12.3.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.16	.81	6.0	.21	210.8	4.18
12.4.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.16	.81	6.0	.21	210.6	4.27
12.5.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	210.5	4.32
12.6.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	210.4	4.37
13.0.0.0	4.50	7.58	.0	10.0	10.0	.00	212.8	3.26		.80	4.04	10.0	.00	211.5	3.85
13.1.0.0	2.70	4.55	33.0	10.0	10.0	.30	212.5	3.39		.40	2.02	10.0	.26	211.3	3.96
13.2.0.0	2.70	4.55	32.0	6.0	6.0	.47	212.1	3.60		.40	2.02	6.0	.41	210.9	4.15
13.2.1.0	.90	1.52	30.0	6.0	6.0	.15	211.9	3.67		.08	.40	6.0	.08	210.8	4.19
13.3.0.0	1.80	3.03	33.0	6.0	6.0	.32	211.8	3.75		.24	1.21	6.0	.26	210.6	4.27
13.4.0.0	1.80	3.03	32.0	6.0	6.0	.31	211.4	3.89		.24	1.21	6.0	.25	210.4	4.38
13.4.1.0	.30	.51	35.0	6.0	6.0	.06	211.4	3.92		.08	.40	6.0	.09	210.3	4.42
13.5.0.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.19	211.2	3.98		.08	.40	6.0	.08	210.3	4.42
13.6.0.0	.90	1.52	30.0	6.0	6.0	.15	211.1	4.04		.08	.40	6.0	.08	210.2	4.45
14.0.0.0	1.80	3.03	28.0	10.0	10.0	.17	212.7	3.33		.40	2.02	10.0	.22	211.3	3.95
15.0.0.0	1.80	3.03	28.0	10.0	10.0	.17	212.5	3.41		.32	1.62	10.0	.18	211.1	4.03
16.0.0.0	1.50	2.53	35.0	10.0	10.0	.17	212.3	3.49		.32	1.62	10.0	.22	210.9	4.13
17.0.0.0	1.50	2.53	30.0	6.0	6.0	.24	212.1	3.60		.24	1.21	6.0	.23	210.7	4.23
18.0.0.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.19	211.9	3.69		.24	1.21	6.0	.23	210.5	4.34
18.1.0.0	.30	.51	33.0	6.0	6.0	.05	211.8	3.71		.00	.00	.0	.00	.0	.00

19.0.0.0	.90	1.52	10.0	6.0	6.0	.05	211.8	3.71	.16	.81	6.0	.05	210.4	4.36
20.0.0.0	.90	1.52	90.0	6.0	6.0	.44	211.4	3.91	.08	.40	6.0	.23	210.2	4.47

LOCALIDAD : LARI

SUBESTACION : SE-01 / 75 kVA

SERVICIO : PARTICULAR

M.D. (kW) : 22.80

Perd. (kW) : .76

PERD. (kW-h/año) : 1940.71

CIRCUITO : C - 2

SISTEMA : 380/220 V (3Ø)

CONDUCTOR: Cu forrado WP

SdV max : 4.27 %

SERVICIO : ALUMBRADO

SISTEMA : 220 (1Ø)

M.D. (kW) : 2.000

Perd. (kW) : .073

SdV max : 4.25 %

PERD. (kW-h/año) : 319.11

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV	PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	22.80	38.38	44.0	16.0	10.0	2.17	217.8	.99	2.00	10.10	6.0	2.85	217.2	1.29
1.1.0.0	1.80	3.03	38.0	6.0	6.0	.37	217.5	1.15	.16	.81	6.0	.20	217.0	1.38
1.2.0.0	1.20	2.02	37.0	6.0	6.0	.24	217.2	1.26	.16	.81	6.0	.19	216.8	1.47
1.3.0.0	.60	3.03	38.0	6.0	6.0	.74	216.5	1.60 (1Ø)	.08	.40	6.0	.10	216.7	1.52
1.4.0.0	.00	.00	38.0	.0	6.0	.00	.0	.00	.08	.40	6.0	.10	216.6	1.56
2.0.0.0	20.40	34.34	.0	10.0	10.0	.00	217.8	.99	1.84	9.29	6.0	.00	217.2	1.29
2.1.0.0	3.60	6.06	41.0	6.0	6.0	.80	217.0	1.35	.16	.81	6.0	.21	216.9	1.39
2.2.0.0	2.40	4.04	42.0	6.0	6.0	.54	216.5	1.60	.16	.81	6.0	.22	216.7	1.49
2.3.0.0	1.80	3.03	38.0	6.0	6.0	.37	216.1	1.76	.08	.40	6.0	.10	216.6	1.53
2.4.0.0	.30	1.52	40.0	6.0	6.0	.39	215.7	1.94 (1Ø)	.08	.40	6.0	.10	216.5	1.58
3.0.0.0	16.80	28.28	43.0	10.0	10.0	2.40	215.4	2.08	1.68	8.48	6.0	2.34	214.8	2.36
3.1.0.0	1.50	2.53	40.0	6.0	6.0	.32	215.1	2.22	.24	1.21	6.0	.31	214.5	2.50
3.2.0.0	.90	1.52	40.0	6.0	6.0	.19	214.9	2.31	.16	.81	6.0	.21	214.3	2.59
3.3.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.13	214.8	2.37	.16	.81	6.0	.21	214.1	2.69
3.4.0.0	.30	1.52	40.0	6.0	6.0	.39	214.4	2.55 (1Ø)	.08	.40	6.0	.10	214.0	2.73
4.0.0.0	15.00	25.25	.0	10.0	10.0	.00	215.4	2.08	1.44	7.27	6.0	.00	214.8	2.36
4.1.0.0	1.80	3.03	40.0	6.0	6.0	.39	215.0	2.25	.24	1.21	6.0	.31	214.5	2.50
4.2.0.0	1.50	2.53	40.0	6.0	6.0	.32	214.7	2.40	.16	.81	6.0	.21	214.3	2.59
4.3.0.0	.90	1.52	40.0	6.0	6.0	.19	214.5	2.49	.16	.81	6.0	.21	214.1	2.69
4.4.0.0	.30	1.52	40.0	6.0	6.0	.39	214.1	2.67 (1Ø)	.08	.40	6.0	.10	214.0	2.73
5.0.0.0	13.20	22.22	36.0	10.0	10.0	1.58	213.9	2.79	1.20	6.06	6.0	1.40	213.4	2.99
5.1.0.0	.60	3.03	40.0	6.0	6.0	.78	213.1	3.15 (1Ø)	.08	.40	6.0	.10	213.3	3.04
6.0.0.0	12.00	20.20	.0	10.0	10.0	.00	213.9	2.79	1.04	5.25	6.0	.00	213.4	2.99
6.1.0.0	2.10	3.54	40.0	6.0	6.0	.45	213.4	3.00	.16	.81	6.0	.21	213.2	3.09
6.2.0.0	1.20	2.02	40.0	6.0	6.0	.26	213.1	3.12	.16	.81	6.0	.21	213.0	3.18

6.3.0.0	.90	4.55	40.0	6.0	6.0	1.16	212.0	3.65	(10)	.08	.40	6.0	.10	212.9	3.23
6.4.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	212.8	3.27
7.0.0.0	9.90	16.67	40.0	10.0	10.0	1.31	212.5	3.39		.88	4.44	6.0	1.14	212.3	3.51
7.1.0.0	.00	.00	35.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.09	212.2	3.55
8.0.0.0	9.90	16.67	.0	10.0	10.0	.00	212.5	3.39		.80	4.04	6.0	.00	212.3	3.51
8.1.0.0	2.70	4.55	40.0	6.0	6.0	.58	212.0	3.66		.24	1.21	6.0	.31	212.0	3.65
8.2.0.0	2.40	4.04	40.0	6.0	6.0	.52	211.4	3.89		.16	.81	6.0	.21	211.8	3.74
8.3.0.0	1.80	3.03	40.0	6.0	6.0	.39	211.0	4.07		.16	.81	6.0	.21	211.6	3.84
8.4.0.0	.90	1.52	40.0	6.0	6.0	.19	210.9	4.16		.08	.40	6.0	.10	211.5	3.89
9.0.0.0	7.20	12.12	41.0	10.0	10.0	.98	211.6	3.84		.56	2.83	6.0	.74	211.5	3.85
9.1.0.0	1.20	2.02	35.0	6.0	6.0	.23	211.3	3.94		.08	.40	6.0	.09	211.4	3.89
9.2.0.0	.30	.51	35.0	6.0	6.0	.06	211.3	3.96		.08	.40	6.0	.09	211.4	3.93
10.0.0.0	4.80	8.08	.0	10.0	10.0	.00	211.6	3.84		.40	2.02	6.0	.00	211.5	3.85
10.1.0.0	2.40	4.04	38.0	6.0	6.0	.49	211.1	4.06		.16	.81	6.0	.20	211.3	3.94
10.2.0.0	1.50	2.53	40.0	6.0	6.0	.32	210.7	4.21		.16	.81	6.0	.21	211.1	4.03
10.3.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.13	210.6	4.27		.08	.40	6.0	.10	211.0	4.08
10.4.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	210.9	4.12
11.0.0.0	2.40	4.04	34.0	10.0	10.0	.27	211.3	3.96		.24	1.21	6.0	.26	211.3	3.97
12.0.0.0	2.40	4.04	5.0	10.0	10.0	.04	211.3	3.98		.24	1.21	6.0	.04	211.2	3.98
13.0.0.0	2.40	4.04	37.0	10.0	10.0	.29	211.0	4.11		.16	.81	6.0	.19	211.0	4.07
14.0.0.0	1.50	2.53	37.0	10.0	10.0	.18	210.8	4.19		.16	.81	6.0	.19	210.9	4.16
15.0.0.0	.30	.51	40.0	10.0	10.0	.04	210.7	4.21		.08	.40	6.0	.10	210.7	4.21
16.0.0.0	.00	.00	40.0	.0	6.0	.00	.0	.00		.08	.40	6.0	.10	210.6	4.25

ANEXO N° 4.2c  
CAIDA DE TENSION EN RED SECUNDARIA

LOCALIDAD : ICHUPAMPA

SUBESTACION : SE-01 / 50 kVA  
SERVICIO : PARTICULAR  
M.D. (kW) : 22.80  
Perd. (kW) : .57  
PERD. (kW-h/año) : 760.48

CIRCUITO : C - 1  
SISTEMA : 380/220 V (3Ø)  
CONDUCTOR: Cu forrado WP  
SdV max : 3.88 %

SERVICIO : ALUMBRADO SISTEMA : 220 (1Ø)  
M.D. (kW) : 1.680  
Perd. (kW) : .031 SdV max : 2.71 %  
PERD. (kW-h/año) : 136.78

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV	PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	22.80	38.38	.0	10.0	10.0	.00	.00	.00	1.68	8.48	6.0	.00	.00	.00
1.1.0.0	5.70	9.60	80.0	6.0	6.0	4.27	4.27	1.12	.24	1.21	6.0	.62	.62	.28
1.2.0.0	4.20	7.07	70.0	6.0	6.0	2.75	7.02	1.85	.16	.81	6.0	.36	.98	.45
1.3.0.0	1.50	2.53	30.0	6.0	6.0	.42	7.44	1.96	.00	.00	.0	.00	.00	.00
2.0.0.0	16.50	27.78	40.0	10.0	10.0	3.79	3.79	1.00	1.36	6.87	6.0	1.76	1.76	.80
2.1.0.0	4.80	8.08	40.0	6.0	6.0	1.80	5.59	1.47	.48	2.42	6.0	.62	2.38	1.08
2.1.1.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.34	5.93	1.56	.00	.00	.0	.00	.00	.00
2.2.0.0	3.00	5.05	40.0	6.0	6.0	1.12	6.71	1.77	.40	2.02	6.0	.52	2.90	1.32
2.2.1.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.34	7.05	1.86	.08	.40	6.0	.08	2.98	1.35
2.3.0.0	1.50	2.53	75.0	6.0	6.0	1.05	7.77	2.04	.24	1.21	6.0	.58	3.48	1.58
2.4.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.22	7.99	2.10	.08	.40	6.0	.10	3.58	1.63
3.0.0.0	9.30	15.66	80.0	6.0	6.0	6.96	10.76	2.83	.88	4.44	6.0	2.28	4.04	1.83
3.1.0.0	.60	1.01	30.0	6.0	6.0	.17	10.93	2.88	.00	.00	.0	.00	.00	.00
4.0.0.0	7.50	12.63	.0	6.0	6.0	.00	10.76	2.83	.80	4.04	6.0	.00	4.04	1.83
4.1.0.0	1.20	2.02	70.0	6.0	6.0	.79	11.54	3.04	.16	.81	6.0	.36	4.40	2.00
4.2.0.0	.30	.51	30.0	6.0	6.0	.08	11.63	3.06	.08	.40	6.0	.08	4.48	2.03
5.0.0.0	6.30	10.61	45.0	6.0	6.0	2.65	13.41	3.53	.64	3.23	6.0	.93	4.97	2.26
5.1.0.0	2.70	4.55	40.0	6.0	6.0	1.01	14.42	3.80	.16	.81	6.0	.21	5.18	2.35
5.2.0.0	.60	1.01	60.0	6.0	6.0	.34	14.76	3.88	.08	.40	6.0	.16	5.33	2.42
6.0.0.0	1.80	3.03	35.0	6.0	6.0	.59	14.00	3.68	.40	2.02	6.0	.45	5.42	2.46
6.1.0.0	1.20	2.02	30.0	6.0	6.0	.34	14.34	3.77	.16	.81	6.0	.16	5.58	2.53
7.0.0.0	.60	1.01	70.0	6.0	6.0	.39	14.39	3.79	.24	1.21	6.0	.54	5.96	2.71

LOCALIDAD : ICHUPAMPA

SUBESTACION : SE-01 / 50 kVA

SERVICIO : PARTICULAR

M.D. (kW) : 25.50

Perd. (kW) : .70

PERD. (kW-h/año) : 939.52

CIRCUITO : C - 2

SISTEMA : 380/220 V (3Ø)

CONDUCTOR: Cu forrado WP

SdV max : 4.26 %

SERVICIO : ALUMBRADO

SISTEMA : 220 (1Ø)

M.D. (kW) : 1.680

Perd. (kW) : .026

PERD. (kW-h/año) : 114.62

SdV max : 2.37 %

CUADRO DE CAIDA DE TENSION

PUNTO	PTOT (kW)	IL (A)	DIST (m)	SECC (mm2)	SECCN (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.0.0.0	25.50	42.93	.0	6.0	6.0	.00	.00	.00
1.1.0.0	6.90	11.62	80.0	6.0	6.0	5.17	5.17	1.36
1.1.1.0	1.20	2.02	40.0	6.0	6.0	.45	5.62	1.48
1.2.0.0	2.70	4.55	80.0	6.0	6.0	2.02	7.19	1.89
1.2.1.0	.00	.00	30.0	.0	6.0	.00	.00	.00
1.3.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.22	7.41	1.95
2.0.0.0	17.40	29.29	45.0	6.0	6.0	7.33	7.33	1.93
2.1.0.0	2.10	3.54	40.0	6.0	6.0	.79	8.11	2.14
3.0.0.0	13.50	22.73	.0	6.0	6.0	.00	7.33	1.93
3.1.0.0	5.10	8.59	80.0	6.0	6.0	3.82	11.15	2.93
3.2.0.0	2.70	4.55	70.0	6.0	6.0	1.77	12.92	3.40
3.3.0.0	1.50	2.53	30.0	6.0	6.0	.42	13.34	3.51
4.0.0.0	8.40	14.14	40.0	6.0	6.0	3.14	10.47	2.76
4.1.0.0	.30	.51	25.0	6.0	6.0	.07	10.54	2.77
5.0.0.0	7.50	12.63	.0	6.0	6.0	.00	10.47	2.76
5.1.0.0	3.60	6.06	40.0	6.0	6.0	1.35	11.82	3.11
5.1.1.0	1.20	2.02	50.0	6.0	6.0	.56	12.38	3.26
5.1.1.1	.30	.51	30.0	6.0	6.0	.08	12.47	3.28
5.1.2.0	.60	1.01	35.0	6.0	6.0	.20	12.58	3.31
5.2.0.0	1.20	2.02	60.0	6.0	6.0	.67	12.50	3.29
6.0.0.0	3.90	6.57	60.0	6.0	6.0	2.19	12.66	3.33
7.0.0.0	3.00	5.05	70.0	6.0	6.0	1.97	14.63	3.85
8.0.0.0	1.80	3.03	80.0	6.0	6.0	1.35	15.98	4.20
9.0.0.0	.60	1.01	40.0	6.0	6.0	.22	16.20	4.26

PTOT (kW)	IL (A)	SECC (mm2)	dV (V)	SdV (V)	% SdV
1.68	8.48	6.0	.00	.00	.00
.48	2.42	6.0	1.24	1.24	.56
.00	.00	.0	.00	.00	.00
.32	1.62	6.0	.83	2.07	.94
.08	.40	6.0	.08	2.15	.98
.08	.40	6.0	.10	2.17	.99
1.20	6.06	6.0	1.75	1.75	.79
.08	.40	6.0	.10	1.85	.84
1.12	5.66	6.0	.00	1.75	.79
.16	.81	6.0	.41	2.16	.98
.08	.40	6.0	.18	2.34	1.06
.00	.00	.0	.00	.00	.00
.96	4.85	6.0	1.24	2.99	1.36
.08	.40	6.0	.06	3.05	1.39
.80	4.04	6.0	.00	2.99	1.36
.40	2.02	6.0	.52	3.51	1.59
.24	1.21	6.0	.39	3.89	1.77
.08	.40	6.0	.08	3.97	1.81
.08	.40	6.0	.09	3.99	1.81
.08	.40	6.0	.16	3.66	1.66
.40	2.02	6.0	.78	3.77	1.71
.32	1.62	6.0	.72	4.49	2.04
.24	1.21	6.0	.62	5.11	2.32
.08	.40	6.0	.10	5.21	2.37

ANEXO N° 4.3a  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de aleación de aluminio 85 mm<sup>2</sup> (Línea y Red Primaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO) T= 14 °C , V = 0 km/hr... EDS = 0.17T  
 HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO) T= -5 °C , V = 0 km/hr... Hielo = 2.50 mm TMT = 0.40T  
 HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO) T= 5 °C , V = 75 km/hr... Hielo = 0.00 mm  
 HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA) T= 40 °C , V = 0 km/hr...  
 CONDUCTOR = Aleación de Aluminio SECCION = 85.00 mm<sup>2</sup> PESO = 0.234 Kg/m  
 DIAMETRO = 11.80 mm RUPTURA = 2380.00 Kg RDV=RELACION DESNIVEL/VANO

(T °C)			5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII
RDV	VANO													
0	80	H	491.02	442.15	395.47	351.71	311.65	275.98	245.12	219.07	404.60	611.80	532.95	219.07
		T	491.11	442.24	395.58	351.84	311.79	276.14	245.30	219.27	404.71	611.95	533.18	219.27
		F	0.38	0.42	0.47	0.53	0.60	0.68	0.76	0.85	0.46	0.44	0.59	0.85
0	100	H	484.46	439.00	396.31	356.96	321.47	290.12	262.95	239.72	404.60	609.68	544.18	239.72
		T	484.60	439.16	396.48	357.16	321.68	290.35	263.21	240.01	404.77	609.91	544.54	240.01
		F	0.60	0.67	0.74	0.82	0.91	1.01	1.11	1.22	0.72	0.69	0.91	1.22
0	120	H	477.47	435.76	397.14	361.98	330.51	302.75	278.54	257.58	404.60	607.41	555.35	257.58
		T	477.68	435.99	397.39	362.26	330.81	303.07	278.89	257.96	404.84	607.75	555.86	257.96
		F	0.88	0.97	1.06	1.16	1.27	1.39	1.51	1.64	1.04	0.99	1.28	1.64
0	140	H	470.44	432.60	397.93	366.60	338.63	313.88	292.13	273.08	404.60	605.11	566.05	273.08
		T	470.72	432.91	398.27	366.97	339.02	314.31	292.59	273.58	404.93	605.57	566.73	273.58
		F	1.22	1.33	1.44	1.56	1.69	1.83	1.96	2.10	1.42	1.36	1.71	2.10
0	160	H	463.65	429.62	398.65	370.75	345.81	323.64	303.99	286.59	404.60	602.86	576.06	286.59
		T	464.03	430.03	399.09	371.22	346.32	324.18	304.56	287.20	405.03	603.46	576.93	287.20
		F	1.62	1.74	1.88	2.02	2.17	2.31	2.46	2.61	1.85	1.78	2.20	2.61
0	180	H	457.33	426.90	399.30	374.43	352.12	332.16	314.33	298.39	404.60	600.72	585.30	298.39
		T	457.82	427.42	399.86	375.02	352.75	332.83	315.04	299.14	405.15	601.48	586.38	299.14
		F	2.07	2.22	2.37	2.53	2.69	2.85	3.02	3.18	2.34	2.26	2.74	3.18
0	200	H	451.59	424.47	399.88	377.66	357.64	339.61	323.38	308.74	404.60	598.73	593.74	308.74
		T	452.20	425.12	400.56	378.39	358.41	340.42	324.22	309.62	405.28	599.67	595.06	309.62
		F	2.59	2.76	2.93	3.10	3.27	3.45	3.62	3.79	2.89	2.80	3.33	3.79
0	220	H	446.46	422.32	400.38	380.49	362.46	346.12	331.30	317.82	404.60	596.91	601.40	317.82
		T	447.20	423.10	401.21	381.36	363.38	347.08	332.30	318.86	405.42	598.05	602.98	318.86
		F	3.17	3.35	3.54	3.72	3.91	4.09	4.28	4.46	3.50	3.39	3.98	4.46
0	240	H	441.93	420.43	400.82	382.96	366.68	351.82	338.25	325.82	404.60	595.26	608.33	325.82
		T	442.82	421.37	401.81	383.99	367.75	352.94	339.41	327.03	405.57	596.61	610.19	327.03
		F	3.81	4.01	4.21	4.40	4.60	4.79	4.98	5.17	4.17	4.05	4.69	5.17

0	260	H	437.96	418.78	401.21	385.12	370.36	356.82	344.36	332.88	404.60	593.77	614.59	332.88
		T	439.02	419.88	402.36	386.32	371.61	358.12	345.71	334.28	405.74	595.36	616.74	334.28
		F	4.52	4.72	4.93	5.14	5.34	5.54	5.75	5.94	4.89	4.77	5.45	5.94
0	280	H	434.50	417.34	401.55	387.00	373.60	361.21	349.76	339.14	404.60	592.43	620.23	339.14
		T	435.73	418.62	402.88	388.39	375.03	362.70	351.29	340.72	405.93	594.29	622.71	340.72
		F	5.28	5.50	5.71	5.93	6.14	6.35	6.56	6.77	5.67	5.54	6.26	6.77
0	300	H	431.48	416.08	401.84	388.66	376.44	365.09	354.53	344.69	404.60	591.24	625.31	344.69
		T	432.91	417.56	403.37	390.24	378.07	366.78	356.27	346.48	406.12	593.37	628.13	346.48
		F	6.10	6.33	6.56	6.78	7.00	7.22	7.43	7.64	6.51	6.37	7.13	7.64
0	320	H	428.85	414.98	402.10	390.11	378.94	368.51	358.76	349.63	404.60	590.17	629.90	349.63
		T	430.48	416.67	403.84	391.91	380.79	370.41	360.71	351.64	406.33	592.61	633.08	351.64
		F	6.99	7.22	7.45	7.68	7.91	8.13	8.36	8.57	7.41	7.27	8.05	8.57
0	340	H	426.55	414.02	402.32	391.39	381.15	371.54	362.52	354.03	404.60	589.22	634.03	354.03
		T	428.41	415.93	404.29	393.41	383.22	373.67	364.71	356.27	406.56	591.98	637.61	356.27
		F	7.93	8.17	8.41	8.65	8.88	9.11	9.34	9.56	8.36	8.22	9.03	9.56

ANEXO N° 4.3b  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de aleación de aluminio 35 mm<sup>2</sup> (Línea y Red Primaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO) T= 14 °C , v = 0 km/hr... EDS = 0.17T  
 HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO) T= -5 °C , v = 0 km/hr... Hielo = 2.50 mm TMT = 0.40T  
 HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO) T= 5 °C , v = 75 km/hr... Hielo = 0.00 mm  
 HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA) T= 40 °C , v = 0 km/hr...  
 CONDUCTOR = Aleación de Aluminio SECCION = 35.00 mm<sup>2</sup> PESO = 0.096 Kg/m  
 DIAMETRO = 7.56 mm RUPTURA = 980.00 Kg RDV=RELACION DESNIVEL/VANO

(T °C)			5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII
RDV	VANO													
0	80	H	202.22	182.08	162.84	144.79	128.26	113.55	100.82	90.07	166.60	258.33	238.13	90.07
		T	202.26	182.12	162.88	144.84	128.32	113.61	100.89	90.15	166.64	258.42	238.30	90.15
		F	0.38	0.42	0.47	0.53	0.60	0.68	0.76	0.85	0.46	0.52	0.76	0.85
0	100	H	199.54	180.79	163.18	146.95	132.30	119.36	108.15	98.56	166.60	260.35	248.84	98.56
		T	199.59	180.85	163.25	147.02	132.38	119.46	108.25	98.68	166.67	260.48	249.10	98.68
		F	0.60	0.66	0.74	0.82	0.91	1.01	1.11	1.22	0.72	0.80	1.14	1.22
0	120	H	196.67	179.46	163.52	149.01	136.01	124.55	114.56	105.91	166.60	262.46	259.15	105.91
		T	196.75	179.55	163.62	149.12	136.14	124.69	114.71	106.07	166.70	262.65	259.51	106.07
		F	0.88	0.96	1.06	1.16	1.27	1.39	1.51	1.63	1.04	1.14	1.57	1.63
0	140	H	193.78	178.16	163.85	150.91	139.35	129.14	120.16	112.29	166.60	264.55	268.87	112.29
		T	193.90	178.29	163.98	151.06	139.52	129.31	120.34	112.49	166.74	264.81	269.34	112.49
		F	1.21	1.32	1.44	1.56	1.69	1.82	1.96	2.10	1.41	1.55	2.06	2.10
0	160	H	191.00	176.94	164.14	152.62	142.31	133.15	125.04	117.86	166.60	266.57	277.92	117.86
		T	191.15	177.10	164.32	152.81	142.52	133.37	125.27	118.11	166.78	266.90	278.51	118.11
		F	1.61	1.74	1.87	2.01	2.16	2.31	2.46	2.61	1.84	2.00	2.60	2.61
0	180	H	188.40	175.82	164.41	154.13	144.91	136.67	129.30	122.72	166.60	268.47	286.28	122.72
		T	188.59	176.03	164.64	154.37	145.17	136.94	129.59	123.02	166.82	268.89	287.00	123.02
		F	2.06	2.21	2.37	2.52	2.68	2.85	3.01	3.17	2.33	2.52	3.20	3.17
0	200	H	186.03	174.82	164.65	155.46	147.19	139.74	133.03	126.98	166.60	270.24	293.97	126.98
		T	186.28	175.08	164.93	155.76	147.50	140.06	133.37	127.34	166.88	270.76	294.84	127.34
		F	2.58	2.75	2.92	3.09	3.26	3.44	3.61	3.78	2.88	3.09	3.85	3.78
0	220	H	183.92	173.93	164.86	156.63	149.17	142.42	136.29	130.73	166.60	271.87	301.03	130.73
		T	184.22	174.25	165.19	156.98	149.55	142.81	136.70	131.15	166.93	272.49	302.06	131.15
		F	3.16	3.34	3.52	3.71	3.90	4.08	4.26	4.45	3.49	3.72	4.54	4.45
0	240	H	182.05	173.15	165.04	157.65	150.91	144.77	139.16	134.02	166.60	273.35	307.50	134.02
		T	182.41	173.53	165.44	158.07	151.35	145.23	139.64	134.52	167.00	274.09	308.70	134.52
		F	3.80	3.99	4.19	4.39	4.58	4.78	4.97	5.16	4.15	4.40	5.29	5.16

0	260	H	180.41	172.47	165.20	158.54	152.44	146.83	141.68	136.94	166.60	274.70	313.43	136.94
		T	180.84	172.92	165.67	159.03	152.95	147.36	142.23	137.51	167.07	275.56	314.81	137.51
		F	4.50	4.71	4.91	5.12	5.32	5.53	5.73	5.93	4.87	5.14	6.10	5.93
0	280	H	178.98	171.87	165.34	159.32	153.77	148.65	143.91	139.52	166.60	275.92	318.86	139.52
		T	179.48	172.40	165.88	159.88	154.36	149.26	144.54	140.17	167.14	276.91	320.43	140.17
		F	5.26	5.48	5.69	5.91	6.12	6.33	6.54	6.75	5.65	5.93	6.95	6.75
0	300	H	177.73	171.35	165.46	160.00	154.94	150.25	145.88	141.81	166.60	277.02	323.83	141.81
		T	178.32	171.96	166.08	160.65	155.61	150.94	146.59	142.54	167.22	278.15	325.60	142.54
		F	6.08	6.31	6.53	6.75	6.98	7.19	7.41	7.62	6.49	6.78	7.86	7.62
0	320	H	176.64	170.90	165.56	160.60	155.98	151.66	147.63	143.85	166.60	278.02	328.38	143.85
		T	177.31	171.59	166.28	161.34	156.73	152.44	148.43	144.67	167.31	279.30	330.38	144.67
		F	6.96	7.20	7.43	7.66	7.88	8.11	8.33	8.55	7.38	7.69	8.82	8.55
0	340	H	175.69	170.50	165.66	161.13	156.89	152.91	149.18	145.67	166.60	278.91	332.56	145.67
		T	176.45	171.28	166.46	161.96	157.74	153.79	150.08	146.59	167.40	280.36	334.78	146.59
		F	7.90	8.14	8.38	8.62	8.85	9.08	9.31	9.53	8.33	8.66	9.83	9.53

ANEXO N° 4.3c  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de cobre forrado 6 mm<sup>2</sup> (Red Secundaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO) T= 14 °C , V = 0 km/hr... EDS = 0.18T  
 HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO) T= -5 °C , V = 0 km/hr... Hielo = 2.50 mm TMT = 0.40T  
 HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO) T= 5 °C , V = 75 km/hr... Hielo = 0.00 mm  
 HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA) T= 40 °C , V = 0 km/hr...  
 CONDUCTOR = Cobre Cubierto SECCION = 6.00 mm<sup>2</sup> PESO = 0.065 Kg/m  
 DIAMETRO = 4.72 mm RUPTURA = 252.00 Kg RDV=RELACION DESNIVEL/VANO

(T °C)		5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII	
0	20	H	56.07	50.06	44.21	38.61	33.37	28.64	24.54	21.16	45.36	70.68	61.29	21.16
		T	56.08	50.06	44.21	38.61	33.38	28.64	24.55	21.17	45.36	70.69	61.31	21.17
		F	0.06	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.15	0.07	0.08	0.12	0.15
0	25	H	55.61	49.83	44.27	39.04	34.23	29.96	26.29	23.23	45.36	71.07	63.11	23.23
		T	55.62	49.83	44.28	39.05	34.24	29.97	26.30	23.24	45.37	71.09	63.13	23.24
		F	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.17	0.19	0.22	0.11	0.13	0.18	0.22
0	30	H	55.09	49.57	44.34	39.49	35.09	31.21	27.89	25.08	45.36	71.51	64.97	25.08
		T	55.10	49.58	44.35	39.50	35.10	31.23	27.90	25.10	45.37	71.53	65.01	25.10
		F	0.13	0.15	0.16	0.19	0.21	0.23	0.26	0.29	0.16	0.18	0.25	0.29
0	35	H	54.52	49.30	44.41	39.93	35.91	32.38	29.33	26.74	45.36	71.97	66.83	26.74
		T	54.54	49.31	44.43	39.95	35.93	32.40	29.35	26.77	45.37	72.00	66.88	26.77
		F	0.18	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.22	0.25	0.33	0.37
0	40	H	53.93	49.03	44.48	40.36	36.67	33.44	30.64	28.24	45.36	72.44	68.64	28.24
		T	53.95	49.04	44.50	40.38	36.70	33.47	30.67	28.27	45.38	72.48	68.70	28.27
		F	0.24	0.27	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.29	0.32	0.42	0.46
0	45	H	53.33	48.75	44.55	40.76	37.38	34.41	31.83	29.58	45.36	72.91	70.38	29.58
		T	53.35	48.78	44.58	40.78	37.41	34.44	31.86	29.62	45.38	72.96	70.45	29.62
		F	0.31	0.34	0.37	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.36	0.40	0.52	0.56
0	50	H	52.74	48.49	44.62	41.13	38.03	35.30	32.90	30.80	45.36	73.37	72.03	30.80
		T	52.77	48.52	44.65	41.16	38.06	35.33	32.94	30.84	45.39	73.43	72.12	30.84
		F	0.39	0.42	0.46	0.49	0.53	0.58	0.62	0.66	0.45	0.49	0.62	0.66
0	55	H	52.18	48.24	44.68	41.47	38.62	36.10	33.87	31.90	45.36	73.82	73.60	31.90
		T	52.21	48.28	44.71	41.51	38.66	36.14	33.91	31.95	45.40	73.89	73.70	31.95
		F	0.47	0.51	0.55	0.59	0.64	0.68	0.73	0.77	0.54	0.59	0.74	0.77
0	60	H	51.63	48.01	44.73	41.79	39.16	36.82	34.74	32.89	45.36	74.24	75.08	32.89
		T	51.67	48.05	44.77	41.83	39.21	36.87	34.80	32.95	45.40	74.32	75.20	32.95
		F	0.57	0.61	0.65	0.70	0.75	0.79	0.84	0.89	0.64	0.70	0.86	0.89

0	65	H	51.13	47.80	44.78	42.07	39.65	37.48	35.54	33.80	45.36	74.65	76.47	33.80
		T	51.17	47.84	44.83	42.13	39.70	37.54	35.60	33.86	45.41	74.74	76.61	33.86
		F	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.92	0.97	1.02	0.76	0.82	0.99	1.02
0	70	H	50.66	47.60	44.83	42.33	40.09	38.07	36.26	34.62	45.36	75.03	77.77	34.62
		T	50.71	47.65	44.89	42.39	40.15	38.14	36.33	34.70	45.42	75.14	77.93	34.70
		F	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	1.05	1.10	1.15	0.88	0.95	1.13	1.15
0	75	H	50.23	47.42	44.87	42.57	40.49	38.61	36.91	35.37	45.36	75.39	78.99	35.37
		T	50.29	47.48	44.94	42.64	40.56	38.69	36.99	35.45	45.43	75.52	79.18	35.45
		F	0.91	0.96	1.02	1.07	1.13	1.18	1.24	1.29	1.01	1.08	1.28	1.29
0	80	H	49.84	47.25	44.91	42.78	40.85	39.10	37.50	36.05	45.36	75.73	80.14	36.05
		T	49.91	47.33	44.98	42.86	40.93	39.18	37.59	36.15	45.43	75.87	80.34	36.15
		F	1.04	1.10	1.16	1.22	1.27	1.33	1.39	1.44	1.15	1.22	1.43	1.44

ANEXO N° 4.3d  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de cobre forrado 10 mm2 (Red Secundaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO) T= 14 °C , V = 0 km/hr... EDS = 0.18T  
 HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO) T= -5 °C , V = 0 km/hr... Hielo = 2.50 mm TMT = 0.40T  
 HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO) T= 5 °C , V = 75 km/hr... Hielo = 0.00 mm  
 HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA) T= 40 °C , V = 0 km/hr...  
 CONDUCTOR = Cobre Cubierto SECCION = 10.00 mm2 PESO = 0.105 Kg/m  
 DIAMETRO = 5.65 mm RUPTURA = 420.00 Kg RDV=RELACION DESNIVEL/VANO

(T °C)			5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII
RDV	VANO													
0	20	H	93.54	83.47	73.67	64.26	55.44	47.45	40.53	34.81	75.60	116.49	98.38	34.81
		T	93.55	83.48	73.67	64.27	55.45	47.46	40.54	34.82	75.61	116.50	98.40	34.82
		F	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.07	0.07	0.09	0.15
0	25	H	92.82	83.11	73.77	64.95	56.83	49.60	43.38	38.21	75.60	116.51	99.94	38.21
		T	92.82	83.12	73.78	64.96	56.85	49.62	43.40	38.23	75.61	116.53	99.97	38.23
		F	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.17	0.19	0.21	0.11	0.11	0.14	0.21
0	30	H	91.98	82.70	73.88	65.67	58.22	51.65	46.00	41.26	75.60	116.53	101.61	41.26
		T	92.00	82.71	73.90	65.69	58.24	51.67	46.03	41.29	75.62	116.55	101.65	41.29
		F	0.13	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.29	0.16	0.16	0.21	0.29
0	35	H	91.08	82.27	74.00	66.39	59.56	53.56	48.39	44.00	75.60	116.55	103.31	44.00
		T	91.10	82.29	74.02	66.42	59.59	53.59	48.42	44.04	75.62	116.58	103.36	44.04
		F	0.18	0.20	0.22	0.24	0.27	0.30	0.33	0.37	0.21	0.21	0.27	0.37
0	40	H	90.13	81.82	74.11	67.09	60.82	55.31	50.55	46.47	75.60	116.57	105.00	46.47
		T	90.16	81.85	74.14	67.12	60.85	55.35	50.60	46.52	75.63	116.62	105.06	46.52
		F	0.23	0.26	0.28	0.31	0.35	0.38	0.42	0.45	0.28	0.28	0.35	0.45
0	45	H	89.17	81.38	74.22	67.75	61.98	56.92	52.52	48.71	75.60	116.59	106.64	48.71
		T	89.20	81.41	74.26	67.79	62.03	56.97	52.57	48.76	75.64	116.65	106.73	48.76
		F	0.30	0.33	0.36	0.39	0.43	0.47	0.51	0.55	0.35	0.35	0.44	0.55
0	50	H	88.21	80.95	74.33	68.36	63.06	58.39	54.30	50.73	75.60	116.61	108.23	50.73
		T	88.25	80.99	74.37	68.41	63.11	58.45	54.36	50.80	75.65	116.69	108.33	50.80
		F	0.37	0.41	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.65	0.43	0.44	0.54	0.65
0	55	H	87.28	80.54	74.43	68.93	64.05	59.72	55.91	52.56	75.60	116.64	109.74	52.56
		T	87.32	80.59	74.48	68.99	64.11	59.79	55.99	52.64	75.66	116.72	109.86	52.64
		F	0.45	0.49	0.53	0.58	0.62	0.66	0.71	0.76	0.53	0.53	0.64	0.76
0	60	H	86.38	80.16	74.52	69.46	64.94	60.93	57.38	54.23	75.60	116.66	111.17	54.23
		T	86.44	80.22	74.59	69.53	65.02	61.02	57.47	54.32	75.67	116.76	111.30	54.32
		F	0.55	0.59	0.63	0.68	0.73	0.78	0.82	0.87	0.63	0.63	0.75	0.87

0	65	H	85.55	79.80	74.60	69.94	65.76	62.04	58.71	55.75	75.60	116.68	112.51	55.75
		T	85.61	79.87	74.68	70.02	65.85	62.13	58.81	55.85	75.68	116.80	112.67	55.85
		F	0.65	0.70	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94	1.00	0.73	0.74	0.87	1.00
0	70	H	84.76	79.47	74.68	70.37	66.51	63.04	59.92	57.13	75.60	116.69	113.77	57.13
		T	84.84	79.55	74.77	70.47	66.61	63.14	60.04	57.25	75.69	116.83	113.95	57.25
		F	0.76	0.81	0.86	0.91	0.97	1.02	1.07	1.13	0.85	0.85	1.00	1.13
0	75	H	84.04	79.17	74.75	70.77	67.18	63.95	61.03	58.39	75.60	116.71	114.95	58.39
		T	84.13	79.26	74.86	70.88	67.30	64.07	61.15	58.52	75.70	116.87	115.16	58.52
		F	0.88	0.93	0.99	1.04	1.10	1.15	1.21	1.26	0.98	0.98	1.13	1.26
0	80	H	83.38	78.89	74.82	71.13	67.80	64.77	62.03	59.54	75.60	116.73	116.05	59.54
		T	83.48	79.00	74.94	71.26	67.93	64.91	62.17	59.69	75.72	116.91	116.28	59.69
		F	1.01	1.07	1.12	1.18	1.24	1.30	1.35	1.41	1.11	1.11	1.28	1.41

ANEXO N° 4.3e  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de cobre forrado 16 mm<sup>2</sup> (Red Secundaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO) T= 14 °C , V = 0 km/hr... EDS = 0.18T  
 HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO) T= -5 °C , V = 0 km/hr... Hielo = 2.50 mm TMT = 0.40T  
 HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO) T= 5 °C , V = 75 km/hr... Hielo = 0.00 mm  
 HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA) T= 40 °C , V = 0 km/hr...  
 CONDUCTOR = Cobre Cubierto SECCION = 16.00 mm<sup>2</sup> PESO = 0.165 Kg/m  
 DIAMETRO = 6.70 mm RUPTURA = 672.00 Kg RDV=RELACION DESNIVEL/VANO

(T °C)		5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII	
RDV	VANO													
0	20	H	149.75	133.59	117.85	102.74	88.55	75.67	64.50	55.28	120.96	185.25	154.18	55.28
		T	149.75	133.60	117.87	102.75	88.56	75.69	64.52	55.30	120.97	185.27	154.20	55.30
		F	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.07	0.06	0.08	0.15
0	25	H	148.62	133.02	118.01	103.82	90.73	79.06	69.02	60.67	120.96	184.69	155.26	60.67
		T	148.63	133.04	118.03	103.84	90.76	79.09	69.05	60.71	120.98	184.71	155.29	60.71
		F	0.09	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.19	0.21	0.11	0.10	0.12	0.21
0	30	H	147.32	132.39	118.19	104.95	92.92	82.30	73.17	65.52	120.96	184.05	156.44	65.52
		T	147.35	132.41	118.22	104.98	92.95	82.33	73.22	65.56	120.99	184.08	156.48	65.56
		F	0.13	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.25	0.28	0.15	0.14	0.18	0.28
0	35	H	145.91	131.71	118.37	106.08	95.03	85.32	76.96	69.88	120.96	183.35	157.67	69.88
		T	145.94	131.74	118.40	106.12	95.08	85.37	77.02	69.94	120.99	183.39	157.73	69.94
		F	0.17	0.19	0.21	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.21	0.19	0.24	0.36
0	40	H	144.43	131.02	118.55	107.18	97.03	88.12	80.41	73.82	120.96	182.61	158.92	73.82
		T	144.47	131.06	118.60	107.24	97.08	88.18	80.48	73.89	121.01	182.67	159.00	73.89
		F	0.23	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.41	0.45	0.27	0.25	0.31	0.45
0	45	H	142.91	130.32	118.73	108.23	98.88	90.68	83.54	77.38	120.96	181.84	160.16	77.38
		T	142.96	130.37	118.78	108.29	98.95	90.75	83.63	77.47	121.02	181.92	160.25	77.47
		F	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.50	0.54	0.35	0.32	0.39	0.54
0	50	H	141.40	129.64	118.89	109.21	100.60	93.02	86.39	80.61	120.96	181.08	161.36	80.61
		T	141.46	129.71	118.97	109.29	100.68	93.11	86.49	80.72	121.03	181.17	161.47	80.72
		F	0.36	0.40	0.43	0.47	0.51	0.55	0.60	0.64	0.43	0.40	0.47	0.64
0	55	H	139.93	128.99	119.05	110.12	102.17	95.15	88.97	83.55	120.96	180.32	162.51	83.55
		T	140.00	129.07	119.14	110.21	102.28	95.26	89.09	83.67	121.05	180.43	162.64	83.67
		F	0.45	0.48	0.52	0.57	0.61	0.66	0.70	0.75	0.52	0.48	0.57	0.75
0	60	H	138.51	128.38	119.20	110.96	103.61	97.10	91.32	86.22	120.96	179.58	163.60	86.22
		T	138.60	128.48	119.30	111.07	103.73	97.22	91.46	86.36	121.06	179.71	163.76	86.36
		F	0.54	0.58	0.62	0.67	0.72	0.76	0.81	0.86	0.61	0.58	0.67	0.86

0	65	H	137.18	127.81	119.34	111.73	104.93	98.86	93.46	88.65	120.96	178.87	164.63	88.65
		T	137.28	127.92	119.46	111.86	105.06	99.01	93.62	88.81	121.08	179.03	164.82	88.81
		F	0.64	0.68	0.73	0.78	0.83	0.88	0.93	0.98	0.72	0.68	0.79	0.98
0	70	H	135.92	127.28	119.46	112.43	106.12	100.47	95.41	90.87	120.96	178.20	165.59	90.87
		T	136.05	127.41	119.60	112.58	106.28	100.64	95.59	91.05	121.10	178.38	165.81	91.05
		F	0.74	0.79	0.85	0.90	0.95	1.01	1.06	1.11	0.84	0.79	0.91	1.11
0	75	H	134.77	126.79	119.58	113.07	107.21	101.94	97.19	92.90	120.96	177.56	166.49	92.90
		T	134.91	126.94	119.74	113.24	107.39	102.12	97.38	93.11	121.12	177.77	166.75	93.11
		F	0.86	0.92	0.97	1.03	1.08	1.14	1.19	1.25	0.96	0.91	1.04	1.25
0	80	H	133.70	126.34	119.68	113.65	108.20	103.27	98.81	94.75	120.96	176.96	167.33	94.75
		T	133.86	126.52	119.86	113.84	108.40	103.48	99.03	94.98	121.14	177.20	167.62	94.98
		F	0.99	1.05	1.10	1.16	1.22	1.28	1.34	1.39	1.09	1.04	1.17	1.39

ANEXO N° 4.3f  
CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

Conductor de cobre forrado 25 mm<sup>2</sup> (Red Secundaria)

HIPOTESIS I (TEMPLADO)	T= 14 °C , v = 0 km/hr...		EDS = 0.18T
HIPOTESIS II (MAXIMO ESFUERZO)	T= -5 °C , v = 0 km/hr...	Hielo = 2.50 mm	TMT = 0.40T
HIPOTESIS IIA (MAXIMO ESFUERZO)	T= 5 °C , v = 75 km/hr...	Hielo = 0.00 mm	
HIPOTESIS III (FLECHA MAXIMA)	T= 40 °C , v = 0 km/hr...		
CONDUCTOR = Cobre Cubierto	SECCION = 25.00 mm <sup>2</sup>	PESO = 0.260 Kg/m	
DIAMETRO = 8.85 mm	RUPTURA = 1050.00 Kg	RDV=RELACION DESNIVEL/VANO	

(T °C)			5	10	15	20	25	30	35	40	HIP I	HIP II	HIPII.A	HIPIII
RDV	VANO		-----											
0	20	H	233.92	208.71	184.16	160.58	138.47	118.42	101.03	86.67	189.00	288.50	238.95	86.67
		T	233.94	208.73	184.17	160.61	138.49	118.44	101.07	86.71	189.02	288.52	238.97	86.71
		F	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.07	0.06	0.07	0.15
0	25	H	232.13	207.81	184.41	162.29	141.92	123.75	108.13	95.14	189.00	287.11	239.71	95.14
		T	232.16	207.84	184.44	162.33	141.96	123.79	108.18	95.20	189.03	287.14	239.75	95.20
		F	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.19	0.21	0.11	0.09	0.12	0.21
0	30	H	230.09	206.81	184.68	164.08	145.36	128.84	114.65	102.74	189.00	285.52	240.55	102.74
		T	230.12	206.84	184.73	164.12	145.41	128.90	114.72	102.81	189.04	285.57	240.61	102.81
		F	0.13	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.28	0.15	0.13	0.17	0.28
0	35	H	227.86	205.74	184.97	165.86	148.68	133.58	120.59	109.57	189.00	283.78	241.44	109.57
		T	227.90	205.79	185.03	165.92	148.75	133.66	120.68	109.66	189.05	283.84	241.51	109.66
		F	0.17	0.19	0.22	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.21	0.18	0.22	0.36
0	40	H	225.51	204.64	185.25	167.59	151.81	137.96	125.99	115.73	189.00	281.92	242.34	115.73
		T	225.57	204.71	185.33	167.67	151.90	138.06	126.10	115.85	189.07	282.00	242.44	115.85
		F	0.23	0.25	0.28	0.31	0.34	0.38	0.41	0.45	0.28	0.24	0.29	0.45
0	45	H	223.12	203.55	185.53	169.23	154.72	141.98	130.89	121.31	189.00	280.00	243.24	121.31
		T	223.20	203.63	185.62	169.33	154.83	142.10	131.02	121.45	189.09	280.10	243.37	121.45
		F	0.29	0.32	0.35	0.39	0.43	0.46	0.50	0.54	0.35	0.31	0.37	0.54
0	50	H	220.74	202.48	185.79	170.77	157.40	145.64	135.34	126.36	189.00	278.06	244.11	126.36
		T	220.84	202.58	185.91	170.89	157.54	145.78	135.50	126.53	189.11	278.19	244.27	126.53
		F	0.37	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.43	0.38	0.45	0.64
0	55	H	218.43	201.46	186.04	172.19	159.87	148.97	139.38	130.95	189.00	276.15	244.95	130.95
		T	218.54	201.59	186.18	172.34	160.03	149.14	139.56	131.14	189.14	276.30	245.14	131.14
		F	0.45	0.49	0.53	0.57	0.62	0.66	0.71	0.75	0.52	0.47	0.55	0.75
0	60	H	216.21	200.50	186.27	173.50	162.11	152.01	143.05	135.12	189.00	274.28	245.75	135.12
		T	216.35	200.65	186.44	173.68	162.30	152.21	143.26	135.34	189.16	274.47	245.98	135.34
		F	0.54	0.58	0.63	0.67	0.72	0.77	0.82	0.87	0.62	0.56	0.65	0.87

0	65	H	214.12	199.60	186.49	174.70	164.16	154.76	146.39	138.91	189.00	272.48	246.50	138.91
		T	214.28	199.78	186.68	174.90	164.38	154.99	146.63	139.17	189.19	272.70	246.77	139.17
		F	0.64	0.69	0.74	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	0.73	0.66	0.76	0.99
0	70	H	212.16	198.78	186.68	175.79	166.03	157.27	149.42	142.38	189.00	270.77	247.20	142.38
		T	212.36	198.99	186.90	176.03	166.28	157.53	149.70	142.67	189.22	271.03	247.51	142.67
		F	0.75	0.80	0.85	0.91	0.96	1.01	1.07	1.12	0.84	0.77	0.88	1.12
0	75	H	210.35	198.02	186.86	176.79	167.72	159.55	152.19	145.54	189.00	269.16	247.86	145.54
		T	210.58	198.26	187.11	177.06	168.01	159.85	152.50	145.86	189.25	269.46	248.21	145.86
		F	0.87	0.92	0.98	1.03	1.09	1.15	1.20	1.26	0.97	0.89	1.00	1.26
0	80	H	208.69	197.32	187.02	177.70	169.26	161.63	154.71	148.43	189.00	267.65	248.46	148.43
		T	208.95	197.60	187.31	178.00	169.58	161.96	155.06	148.79	189.29	268.00	248.87	148.79
		F	1.00	1.05	1.11	1.17	1.23	1.29	1.34	1.40	1.10	1.02	1.14	1.40

ANEXO N° 4.4a  
CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Armado de Alineamiento "S"

PROYECTO : P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA

Tipo de Estructura : ARMADO DE ALINEAMIENTO "S"  
Especificación : 0° - 10°

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Longitud de Poste	H	m	12.0
Clase y Grupo			5 - C
Longitud de Empotramiento	He	m	1.8
Altura útil del Poste	Hu	m	10.2
Diámetro en la Punta	Dp	mm	143.0
Diámetro de Empotramiento	De	mm	242.0
Sección de Empotramiento	S	cm <sup>2</sup>	460.0
Coefficiente del Material	K		2.0
Momento de Inercia de S	I	cm <sup>4</sup>	16835.7
Factor Seguridad Mínimo	Fs		3.0
Carga de Rotura	Cr	kg	860.0
Carga de Trabajo	Ct	kg	286.7
Esfuerzo Máximo	Esf	kg/cm <sup>2</sup>	700.0
Brazo de Torsión en Cruceta	Bc	m	1.1

DATOS DE LOS CONDUCTORES

			1	2	3	4
Material			Aa	Aa	Aa	Aa
Sección	S	mm <sup>2</sup>	85	85	85	35
Diámetro	d	mm	11.8	11.8	11.8	7.56
Peso Unitario	Wc	kg/m	0.234	0.234	0.234	0.096
Vano Viento	Vv	m	210	210	210	210
Vano Peso	Vp	m	210	210	210	210
Tensión Horizontal	Th	kg	599.11	599.11	599.11	298.52
Altura Aplicación de Fuerzas	Ha	m	10.20	9.75	9.75	9.15
Longitud del Aislador	La	mm	165.00	165.00	165.00	76.00
Diámetro del Aislador	Da	mm	230.00	230.00	230.00	80.00
Peso de los Aisladores	Wa	kg	5.00	5.00	5.00	0.55

CARGAS TRANSVERSALES

Velocidad del Viento	V	km/hr	75.00			
Presión del Viento	Pv	kg/m <sup>2</sup>	23.63			
Superficie del Poste expuesta	W	m <sup>2</sup>	1.96			
Fuerza del Viento sobre el Poste	Fv	kg	46.39			
Altura de Aplicación	Hz	m	4.66			
Fza. del Viento sobre el Aislador	Fva	kg	0.90	0.90	0.90	0.14

CARGAS VERTICALES

Peso total de Conductores	Wtc	kg	167.58			
Peso total de Aisladores	Wta	kg	15.55			
Peso del Poste	Wp	kg	350			
Peso de la(s) Cruceta(s)	Wk	kg	20			
Peso del Operario	Wo	kg	80			
Peso Extra	Wx	kg	20			
Carga Vertical sin Retenida	Cvt	kg	653.13			

CALCULO DEL POSTE

Hipótesis 1 :		CONDICIONES NORMALES				
Angulo	A	°	0	1	5	10
M Tracción de Cond. por ángulo	M trac.	kg-m	0.00	358.22	1790.58	3577.75
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.54	58.54	58.49	58.32
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.54	58.54	58.49	58.32
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	58.54	58.54	58.49	58.32
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.51	37.51	37.47	37.36
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	2081.91	2081.83	2079.93	2073.99
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	244.24	244.24	244.24	244.24
Momento Vuelco (Tracción y Viento)	Mt	kg-m	2326.15	2684.30	4114.75	5895.98
Fuerza equiv. 30 cm de la Punta	Fp	kg	234.96	271.14	415.63	595.55
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS s/ret.		3.66	3.17	2.07	1.44
Comp Vertical por Retenida(s)	Fvr	kg			746.28	1069.33
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	169.12	195.16		
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	33.71	33.71	72.23	88.90
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	202.83	228.87	72.23	88.90
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		3.45	3.06	9.69	7.87

Hipótesis 2

FALLA ROTURA DE UN CONDUCTOR

Angulo	A	0	1	5	10	
M Tracción de Cond. balanceados	M trac.	kg-m	0.00	256.28	1280.99	2559.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.54	58.54	58.49	58.32
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.54	58.54	58.49	58.32
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	29.27	29.27	29.24	29.16
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.51	37.51	37.47	37.36
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1796.51	1796.44	1794.80	1789.68
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	244.24	244.24	244.24	244.24
My Vuelco (Tracción, Viento)	MV	kg-m	2040.75	2296.96	3320.03	4593.46

SIN RETENIDA

Mx flector por Rotura de Conductor	Mfalla	kg-m	2920.66	2920.55	2917.88	2909.55
M resultante	Mf	kg-m	3563.00	3731.41	4516.50	5654.08
M Torsor (Rotura de Cond. en Cruceta)	Mt	kg-m	329.51	329.50	329.20	328.26
Momento Equivalente	Me	kg-m	3570.60	3738.66	4522.49	5658.84
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	360.67	377.64	456.82	571.60
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS s/ret.		2.38	2.28	Nocumple	Nocumple
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	259.62	271.82	328.80	411.42
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	33.71	33.71	33.71	33.71
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	293.31	305.53	362.51	445.13
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.39	2.29	1.93	1.57

CON RETENIDA

Momento Equivalente	Me	kg-m	2929.926	2929.814	2927.137	2918.776
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	295.95	295.94	295.67	294.83
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS		2.91	2.91	2.91	2.92
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	213.02	213.01	212.82	212.21
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	33.71	33.71	72.23	88.90
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	246.73	246.72	285.04	301.11
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.84	2.84	2.46	2.32

CALCULO DE RETENIDAS

Angulo	A	0	1	5	10
N° de Retenidas				1	1
N° Cimentaciones para Retenidas				1	1
Altura de Instalación de Retenida 1	Hr1	m		9.55	9.55
Angulo de la Retenida 1	Al			30	30
Factor de Seguridad Mínimo	FS		2.0		
Carga de Rotura	Carg.Rot.kg		3151.0		
Carga de Trabajo Máximo	Carg.Trab.kg		1575.5		
Fuerza de la Retenida	Fr	kg		861.7	1234.8
Factor de Seguridad	FS Reten.			3.7	2.6

ANEXO N° 4.4b  
CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Armado de ángulo "A1"

PROYECTO : P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA

Tipo de Estructura : ARMADO DE ANGULO "A1"  
Especificación : 10° - 30°

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Longitud de Poste	H	m	12.0
Clase y Grupo			5 - C
Longitud de Empotramiento	He	m	1.8
Altura útil del Poste	Hu	m	10.2
Diámetro en la Punta	Dp	mm	143.0
Diámetro de Empotramiento	De	mm	242.0
Sección de Empotramiento	S	cm <sup>2</sup>	460.0
Coefficiente del Material	K		2.0
Momento de Inercia de S	I	cm <sup>4</sup>	16835.7
Factor Seguridad Mínimo	Fs		3.0
Carga de Rotura	Cr	kg	860.0
Carga de Trabajo	Ct	kg	286.7
Esfuerzo Máximo	Esf	kg/cm <sup>2</sup>	700.0
Brazo de Torsión en Cruceta	Bc	m	1.1

DATOS DE LOS CONDUCTORES

			1	2	3	4
Material		Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Sección	S	mm <sup>2</sup>	85	85	85	35
Diámetro	d	mm	11.8	11.8	11.8	7.56
Peso Unitario	Wc	kg/m	0.234	0.234	0.234	0.096
Vano Viento	Vv	m	210	210	210	210
Vano Peso	Vp	m	210	210	210	210
Tensión Horizontal	Th	kg	599.11	599.11	599.11	298.52
Altura Aplicación de Fuerzas	Ha	m	10.20	9.75	9.75	9.15
Longitud del Aislador	La	mm	165.00	165.00	165.00	76.00
Diámetro del Aislador	Da	mm	460.00	460.00	460.00	80.00
Peso de los Aisladores	Wa	kg	10.00	10.00	10.00	0.55

CARGAS TRANSVERSALES

Velocidad del Viento	V	km/hr	75.00			
Presión del Viento	Pv	kg/m <sup>2</sup>	23.63			
Superficie del Poste expuesta	W	m <sup>2</sup>	1.96			
Fuerza del Viento sobre el Poste	Fv	kg	46.39			
Altura de Aplicación	H <sub>z</sub>	m	4.66			
Fza. del Viento sobre el Aislador	F <sub>va</sub>	kg	1.79	1.79	1.79	0.14

CARGAS VERTICALES

Peso total de Conductores	W <sub>tc</sub>	kg	167.58			
Peso total de Aisladores	W <sub>ta</sub>	kg	30.55			
Peso del Poste	W <sub>p</sub>	kg	350			
Peso de la(s) Cruceta(s)	W <sub>k</sub>	kg	40			
Peso del Operario	W <sub>o</sub>	kg	80			
Peso Extra	W <sub>x</sub>	kg	30			
Carga Vertical sin Retenida	C <sub>vt</sub>	kg	698.13			

CALCULO DEL POSTE

Hipótesis 1 :	CONDICIONES NORMALES					
Angulo	A	°	10	15	20	30
M Tracción de Cond. por ángulo	M trac.	kg-m	3577.75	5358.11	7128.27	10624.53
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.32	58.04	57.65	56.55
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.32	58.04	57.65	56.55
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	58.32	58.04	57.65	56.55
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.36	37.19	36.94	36.23
M Viento sobre el Conductor	M <sub>vc</sub>	kg-m	2073.99	2064.10	2050.28	2010.97
M Viento sobre el Poste y Aislador	M <sub>vpa</sub>	kg-m	270.87	270.87	270.87	270.87
Momento Vuelco (Tracción y Viento)	M <sub>t</sub>	kg-m	5922.60	7693.07	9449.42	12906.37
Fuerza equiv. 30 cm de la Punta	F <sub>p</sub>	kg	598.24	777.08	954.49	1303.67
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	F <sub>S s/ret.</sub>		1.44	1.11	0.90	0.66
Comp Vertical por Retenida(s)	F <sub>vr</sub>	kg	1074.16	1395.27	1713.81	1610.60
Esf. de Cargas Horizontales	R <sub>v</sub>	kg/cm <sup>2</sup>				
Esf. de Cargas Verticales	R <sub>c</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	91.47	108.04	124.48	119.16
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	91.47	108.04	124.48	119.16
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	F <sub>S</sub>		7.65	6.48	5.62	5.87

Hipótesis 2

FALLA ROTURA DE UN CONDUCTOR

Angulo	A		10	15	20	30
M Tracción de Cond. balanceados	M trac.	kg-m	2559.54	3833.22	5099.60	7600.84
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.32	58.04	57.65	56.55
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.32	58.04	57.65	56.55
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	29.16	29.02	28.83	28.27
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.36	37.19	36.94	36.23
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1789.68	1781.14	1769.22	1735.30
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	270.87	270.87	270.87	270.87
My Vuelco (Tracción, Viento)	Mv	kg-m	4620.08	5885.23	7139.69	9607.01

SIN RETENIDA

Mx flector por Rotura de Conductor	Mfalla	kg-m	2909.55	2895.67	2876.29	2821.14
M resultante	Mf	kg-m	5676.93	6903.14	8169.91	10740.08
M Torsor (Rotura de Cond. en Cruceta)	Mt	kg-m	328.26	326.69	324.50	318.28
Momento Equivalente	Me	kg-m	5681.67	6907.00	8173.13	10742.43
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	573.91	697.68	825.57	1085.09
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS s/ret.	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple	No cumple
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	413.08	502.17	594.22	781.02
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	36.03	36.03	36.03	36.03
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	449.11	538.20	630.25	Nocumple
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		1.56	1.30	1.11	

CON RETENIDA

Momento Equivalente	Me	kg-m	2918.776	2904.86	2885.414	2830.091
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	294.83	293.42	291.46	285.87
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS		2.92	2.93	2.95	3.01
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	212.21	211.20	209.78	205.76
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	91.47	108.04	124.48	119.16
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	303.68	319.24	334.27	324.92
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.31	2.19	2.09	2.15

CALCULO DE RETENIDAS

Angulo	A		10	15	20	30
N° de Retenidas			1	1	1	1
N° Cimentaciones para Retenidas			1	1	1	1
Altura de Instalación de Retenida 1	Hr1	m	9.55	9.55	9.55	9.55
Angulo de la Retenida 1	A1		30	30	30	40
Factor de Seguridad Mínimo	FS		2.0			
Carga de Rotura	Carg. Rot.	kg	3151.0			
Carga de Trabajo Máximo	Carg. Trab	kg	1575.5			
Fuerza Máx. Punta con 1 Retenida	Fp	kg	759.9			
Fuerza de la Retenida	Fr	kg	1240.3	1611.1	1978.9	2102.5
Factor de Seguridad	FS Reten.		2.5	2.0	1.6	1.5

ANEXO N° 4.4c  
CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Armado de ángulo "A2"

PROYECTO : P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA

Tipo de Estructura : ARMADO DE ANGULO "A2"  
Especificación : 30° - 60°

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Longitud de Poste	H	m	12.0
Clase y Grupo			5 - C
Longitud de Empotramiento	He	m	1.8
Altura útil del Poste	Hu	m	10.2
Diámetro en la Punta	Dp	mm	143.0
Diámetro de Empotramiento	De	mm	242.0
Sección de Empotramiento	S	cm <sup>2</sup>	460.0
Coefficiente del Material	K		2.0
Momento de Inercia de S	I	cm <sup>4</sup>	16835.7
Factor Seguridad Mínimo	Fs		3.0
Carga de Rotura	Cr	kg	860.0
Carga de Trabajo	Ct	kg	286.7
Esfuerzo Máximo	Esf	kg/cm <sup>2</sup>	700.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES

Material			Aa	Aa	Aa	Aa
Sección	S	mm <sup>2</sup>	85	85	85	35
Diámetro	d	mm	11.8	11.8	11.8	7.56
Peso Unitario	Wc	kg/m	0.234	0.234	0.234	0.096
Vano Viento	Vv	m	210	210	210	210
Vano Peso	Vp	m	210	210	210	210
Tensión Horizontal	Th	kg	599.11	599.11	599.11	298.52
Altura Aplicación de Fuerzas	Ha	m	10.00	9.00	8.00	7.20
Longitud del Aislador	La	mm	292.00	292.00	292.00	76.00
Diámetro del Aislador	Da	mm	254.00	254.00	254.00	80.00
Peso de los Aisladores	Wa	kg	10.00	10.00	10.00	0.55

CARGAS TRANSVERSALES

Velocidad del Viento	V	km/hr	75.00			
Presión del Viento	Pv	kg/m <sup>2</sup>	23.63			
Superficie del Poste expuesta	W	m <sup>2</sup>	1.96			
Fuerza del Viento sobre el Poste	Fv	kg	46.39			
Altura de Aplicación	H <sub>z</sub>	m	4.66			
Fza. del Viento sobre el Aislador	Fva	kg	1.75	1.75	1.75	0.14

CARGAS VERTICALES

Peso total de Conductores	Wtc	kg	167.58
Peso total de Aisladores	Wta	kg	30.55
Peso del Poste	Wp	kg	290
Peso del Operario	Wo	kg	80
Peso Extra	Wx	kg	30
Carga Vertical sin Retenida	Cvt	kg	598.13

CALCULO DEL POSTE

Hipótesis 1 :	CONDICIONES	NORMALES				
Angulo	A	°	30	40	50	60
M Tracción de Cond. por ángulo	M trac.	kg-m	9485.88	12535.25	15489.22	18325.31
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	56.55	55.01	53.06	50.70
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	56.55	55.01	53.06	50.70
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	56.55	55.01	53.06	50.70
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	36.23	35.25	33.99	32.48
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1787.64	1739.09	1677.31	1602.76
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	263.61	263.61	263.61	263.61
Momento Vuelco (Tracción y Viento)	Mt	kg-m	11537.13	14537.96	17430.14	20191.68
Fuerza equiv. 30 cm de la Punta	Fp	kg	1165.37	1468.48	1760.62	2039.56
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS s/ret.		0.74	0.59	0.49	0.42
Comp Vertical por Retenida(s)	Fvr	kg	1698.63	1498.76	3112.36	2972.86
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>				
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	118.54	108.22	191.51	184.31
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	118.54	108.22	191.51	184.31
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		5.91	6.47	3.66	3.80

Hipótesis 2 :		FALLA ROTURA DE UN CONDUCTOR				
Angulo	A	°	30	40	50	60
M Tracción de Cond. balanceados	M trac.	kg-m	7004.90	9256.73	11438.11	13532.43
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	56.55	55.01	53.06	50.70
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	56.55	55.01	53.06	50.70
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	28.27	27.51	26.53	25.35
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	36.23	35.25	33.99	32.48
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1561.45	1519.05	1465.08	1399.96
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	264.64	264.64	264.64	264.64
My Vuelco (Tracción, Viento)	Mv	kg-m	8831.00	11040.42	13167.83	15197.04

#### CON RETENIDA

Momento Equivalente	Me	kg-m	2314.783	2251.917	2171.912	2075.378
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	233.82	227.47	219.39	209.63
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS		3.68	3.78	3.92	4.10
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	168.29	163.72	157.91	150.89
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	118.54	108.22	191.51	184.31
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	286.83	271.95	349.41	335.19
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.44	2.57	2.00	2.09

#### CALCULO DE RETENIDAS

Angulo	A	°	30	40	50	60
N° de Retenidas			1	1	2	2
N° Cimentaciones para Retenidas			1	1	1	1
Altura de Instalación de Retenida 1	Hr1	m	9.70	9.70	9.70	9.70
Altura de Instalación de Retenida 2	Hr2	m	8.70	8.70	8.70	8.70
Angulo de la Retenida 1	A1	°	35	45	30	35
Angulo de la Retenida 2	A2	°			33	38
Factor de Seguridad Mínimo	FS		2.0			
Carga de Rotura	Carg.Rot.	kg	3151.0			
Carga de Trabajo Máximo	Carg.Trab	kg	1575.5			
Fuerza Máx. Punta con 1 Retenida	Fp	kg	885.4			
Fuerza de la Retenida	Fr	kg	2073.6	2119.6	1796.9	1814.6
Factor de Seguridad	FS Reten.		1.5	1.5	1.8	1.7

ANEXO N° 4.4d  
CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Armado de ángulo "A3"

PROYECTO : P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA

Tipo de Estructura : ARMADO DE ANGULO "A3"  
Especificación : 60° - 90°

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Longitud de Poste	H	m	12.0
Clase y Grupo			5 - C
Longitud de Empotramiento	He	m	1.8
Altura útil del Poste	Hu	m	10.2
Diámetro en la Punta	Dp	mm	143.0
Diámetro de Empotramiento	De	mm	242.0
Sección de Empotramiento	S	cm <sup>2</sup>	460.0
Coefficiente del Material	K		2.0
Momento de Inercia de S	I	cm <sup>4</sup>	16835.7
Factor Seguridad Mínimo	Fs		3.0
Carga de Rotura	Cr	kg	860.0
Carga de Trabajo	Ct	kg	286.7
Esfuerzo Máximo	Esf	kg/cm <sup>2</sup>	700.0

DATOS DE LOS CONDUCTORES

			1	2	3	4
Material			Aa	Aa	Aa	Aa
Sección	S	mm <sup>2</sup>	85	85	85	35
Diámetro	d	mm	11.8	11.8	11.8	7.56
Peso Unitario	Wc	kg/m	0.234	0.234	0.234	0.096
Vano Viento	Vv	m	210	210	210	210
Vano Peso	Vp	m	210	210	210	210
Tensión Horizontal	Th	kg	599.11	599.11	599.11	298.52
Altura Aplicación de Fuerzas	Ha	m	10.00	9.00	8.00	7.20
Longitud del Aislador	La	mm	584.00	584.00	584.00	152.00
Diámetro del Aislador	Da	mm	254.00	254.00	254.00	80.00
Peso de los Aisladores	Wa	kg	20.00	20.00	20.00	1.10

CARGAS TRANSVERSALES

Velocidad del Viento	V	km/hr	75.00			
Presión del Viento	Pv	kg/m <sup>2</sup>	23.63			
Superficie del Poste expuesta	W	m <sup>2</sup>	1.96			
Fuerza del Viento sobre el Poste	Fv	kg	46.39			
Altura de Aplicación	H <sub>z</sub>	m	4.66			
Fza. del Viento sobre el Aislador	Fva	kg	3.50	3.50	3.50	0.29

CARGAS VERTICALES

Peso total de Conductores	Wtc	kg	167.58
Peso total de Aisladores	Wta	kg	61.1
Peso del Poste	Wp	kg	290
Peso del Operario	Wo	kg	80
Peso Extra	Wx	kg	30
Carga Vertical sin Retenida	Cvt	kg	628.68

CALCULO DEL POSTE

Hipótesis 1 :	CONDICIONES NORMALES		
Angulo	A	°	
M Tracción de Cond. por línea	M trac.	kg-m	18325.31
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.518
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1850.71
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	312.99
Momento Vuelco (Tracción y Viento)	Mt	kg-m	20489.01
Fuerza equiv. 30 cm de la Punta	Fp	kg	2069.60
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS s/ret.		0.42
Comp Vertical por Retenida(s)	Fvr	kg	4223.29
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	250.42
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	250.42
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.80

**CALCULO DE RETENIDAS**

En la dirección de cada conductor

Angulo	A	°	
N° de Retenidas			2
N° Cimentaciones para Retenidas			1
Altura de Instalación de Retenida 1	Hr1	m	9.70
Altura de Instalación de Retenida 2	Hr2	m	8.70
Angulo de la Retenida 1	A1	°	35
Angulo de la Retenida 2	A2	°	38
Factor de Seguridad Mínimo	FS		2.0
Carga de Rotura	Carg.Rot.kg		3151.0
Carga de Trabajo Máximo	Carg.Trab kg		1575.5
Fuerza Máx. Punta con 1 Retenida	Fp	kg	885.4
Fuerza Máx. Punta con 2 Retenida	Fp	kg	1737.4
Fuerza de la Retenida	Fr	kg	1822.8
Factor de Seguridad	FS Reten.		1.7

ANEXO N° 4.4e  
CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

Armado de retención "R"

PROYECTO : P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA

Tipo de Estructura : ARMADO DE RETECION "R"  
Especificación : 0°

DATOS DE LA ESTRUCTURA:

Longitud de Poste	H	m	12.0
Clase y Grupo			5 - C
Longitud de Empotramiento	He	m	1.8
Altura útil del Poste	Hu	m	10.2
Diámetro en la Punta	Dp	mm	143.0
Diámetro de Empotramiento	De	mm	242.0
Sección de Empotramiento	S	cm <sup>2</sup>	460.0
Coefficiente del Material	K		2.0
Momento de Inercia de S	I	cm <sup>4</sup>	16835.7
Factor Seguridad Mínimo	Fs		3.0
Carga de Rotura	Cr	kg	860.0
Carga de Trabajo	Ct	kg	286.7
Esfuerzo Máximo	Esf	kg/cm <sup>2</sup>	700.0
Brazo de Torsión en Cruceta	Bc	m	1.1

DATOS DE LOS CONDUCTORES

			1	2	3	4
Material			Aa	Aa	Aa	Aa
Sección	S	mm <sup>2</sup>	85	85	85	35
Diámetro	d	mm	11.8	11.8	11.8	7.56
Peso Unitario	Wc	kg/m	0.234	0.234	0.234	0.096
Vano Viento	Vv	m	210	210	210	210
Vano Peso	Vp	m	210	210	210	210
Tensión Horizontal	Th	kg	599.11	599.11	599.11	298.52
Altura Aplicación de Fuerzas	Ha	m	10.00	9.55	9.55	8.75
Longitud del Aislador	La	mm	584.00	584.00	584.00	152.00
Diámetro del Aislador	Da	mm	254.00	254.00	254.00	80.00
Peso de los Aisladores	Wa	kg	20.00	20.00	20.00	1.10

CARGAS TRANSVERSALES

Velocidad del Viento	V	km/hr	75.00			
Presión del Viento	Pv	kg/m <sup>2</sup>	23.63			
Superficie del Poste expuesta	W	m <sup>2</sup>	1.96			
Fuerza del Viento sobre el Poste	Fv	kg	46.39			
Altura de Aplicación	H <sub>z</sub>	m	4.66			
Fza. del Viento sobre el Aislador	F <sub>va</sub>	kg	3.50	3.50	3.50	0.29

CARGAS VERTICALES

Peso total de Conductores	W <sub>tc</sub>	kg	167.58
Peso total de Aisladores	W <sub>ta</sub>	kg	61.1
Peso del Poste	W <sub>p</sub>	kg	350
Peso de la(s) Cruceta(s)	W <sub>k</sub>	kg	40
Peso del Operario	W <sub>o</sub>	kg	80
Peso Extra	W <sub>x</sub>	kg	30
Carga Vertical sin Retenida	C <sub>vt</sub>	kg	728.68

CALCULO DEL POSTE

Hipótesis 1 :	CONDICIONES NORMALES		
Angulo	A	°	0
M por desequilibrio de tiros	M trac.	kg-m	20046.15
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	F <sub>v1</sub>	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	F <sub>v2</sub>	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	F <sub>v3</sub>	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	F <sub>v4</sub>	kg	37.51
M Viento sobre el Conductor	M <sub>vc</sub>	kg-m	2031.78
M Viento sobre el Poste y Aislador	M <sub>vpa</sub>	kg-m	318.28
Momento Vuelco (Tracción y Viento)	M <sub>t</sub>	kg-m	22396.21
Fuerza equiv. 30 cm de la Punta	F <sub>p</sub>	kg	2262.24
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	F <sub>s</sub> s/ret.		0.38
Comp Vertical por Retenida(s)	F <sub>vr</sub>	kg	3349.23
Esf. de Cargas Horizontales	R <sub>v</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	0.00
Esf. de Cargas Verticales	R <sub>c</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	210.47
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	210.47
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	F <sub>s</sub>		3.33

Hipótesis 2 :

FALLA ROTURA DE UN CONDUCTOR

Angulo	A	°	0
M Tracción de Conductor	M trac.	kg-m	0.00
Fza. del Viento sobre el Cond. 1	Fv1	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 2	Fv2	kg	58.54
Fza. del Viento sobre el Cond. 3	Fv3	kg	29.27
Fza. del Viento sobre el Cond. 4	Fv4	kg	37.51
M Viento sobre el Conductor	M vc	kg-m	1752.24
M Viento sobre el Poste y Aislador	M vpa	kg-m	320.79
My Vuelco (Tracción, Viento)	Mv	kg-m	2073.03

CON RETENIDA

Momento Torsor	Mt	kg-m	659.021
Momento equivalente	Me	kg-m	2124.15
Fuerza a 30 cm de la Punta	Fpta	kg	214.56
Factor de Seguridad (Carga de Rotura)	FS		4.01
Esf. de Cargas Horizontales	Rv	kg/cm <sup>2</sup>	47.91
Esf. de Cargas Verticales	Rc	kg/cm <sup>2</sup>	210.47
Esfuerzo Total	R total	kg/cm <sup>2</sup>	258.38
Factor de Seguridad (Esfuerzo)	FS		2.71

CALCULO DE RETENIDAS

Angulo	A	°	0
N° de Retenidas			2
N° Cimentaciones para Retenidas			1
Altura de Instalación de Retenida 1	Hr1	m	9.55
Altura de Instalación de Retenida 2	Hr2	m	8.55
Angulo de la Retenida 1	A1	°	35
Angulo de la Retenida 2	A2	°	38
Factor de Seguridad Mínimo	FS		1.5
Carga de Rotura	Carg.Rot.	kg	3151.0
Carga de Trabajo Máximo	Carg.Trab	kg	2100.7
Fuerza Máx. Punta con 1 Retenida	Fp	kg	1162.3
Fuerza Máx. Punta con 2 Retenida	Fp	kg	2280.0
Fuerza de la Retenida	Fr	kg	2044.3
Factor de Seguridad	FS Reten.		1.5

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL

ANEXO N° 5.1  
LINEAS PRIMARIAS EN 22.9/13.2 kV

LINEAS PRIMARIAS

- (1) : CHIVAY - YANQUE - ICHUPAMPA - LARI
- (2) : LARI - MADRIGAL
- (3) : MADRIGAL - PINCHOLLO - CASA DE MAQUINAS CH. MADRIGAL
- (4) : PINCHOLLO - CABANA CONDE
- (5) : DERIVACIONES A: COPORAQUE, ACHOMA, MACA

R E S U M E N   G E N E R A L

I.	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/.	556,107.7
II.	TRANSPORTE		27,805.4
III.	MONTAJE ELECTROMECHANICO		257,782.0
IV.	GASTOS GENERALES, DIRECCION TECNICA Y UTILIDADES		126,254.3
	C O S T O T O T A L		----- 967,949.4
V.	IMPUESTOS (18% I.G.V.)		174,230.9
	T O T A L   G E N E R A L	S/.	<u>1,142,180.2</u>

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
LINEAS PRIMARIAS

- (1) : CHIVAY - YANQUE - ICHUPAMPA - LARI  
 (2) : LARI - MADRIGAL  
 (3) : MADRIGAL - PINCHOLLO - CASA DE MAQUINAS CH. MADRIGAL  
 (4) : PINCHOLLO - CABANA CONDE  
 (5) : DERIVACIONES A: COPORAQUE, ACHOMA, MACA

DESCRIPCION	UNID.	METRADOS					COSTOS	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	P.UNIT.	P.TOTAL
SUMINISTRO DE MATERIALES								
POSTES Y CRUCETAS DE MADERA								
Poste Eucalipto 12 m ,clase 5, grupo C	U	104	26	37	93	30	293.8	85,187.5
Cruceta de madera 4" x 4 1/2" x 1.2 m	U	0	0	2	0	3	11.0	55.2
Cruceta de madera 4" x 4 1/2" x 2.4 m	U	131	23	35	82	25	25.9	7,651.6
Cruceta de madera 4" x 4 1/2" x 3.0 m	U	0	0	0	0	4	38.8	155.1
SUB TOTAL 1.0								92,894.3
CONDUCTORES Y ACCESORIOS								
Conductor Aa - 85 mm <sup>2</sup>	m	60,382	11,547	14,526	44,892	14,187	1.7	253,083.6
Conductor Aa - 35 mm <sup>2</sup>	m	20,127	3,849	4,842	14,964	18,915	0.6	39,781.2
Cinta plana de aluminio para armar	m	196	49	91	150	72	0.4	236.0
Conductor de amarre Aa - 25 mm <sup>2</sup>	m	566	95	124	342	93	0.4	516.1
Conector grapa paralela de Aluminio, 25-35 mm <sup>2</sup> , 2 pernos	U	0	0	6	0	9	5.3	79.5
Grampa de anclaje de aluminio tipo pistola	U	93	31	48	78	45	28.2	8,319.0
Grampa de ángulo de aluminio	U	9	0	0	0	0	27.2	244.5
Varilla de armar simple p/conductor 85 mm <sup>2</sup> - Aa	m	237	44	56	173	43	30.0	16,569.3
Manguito de empalme para cond. Aa 85 mm <sup>2</sup>	U	40	8	10	30	9	20.0	1,939.2
Manguito de empalme para cond. Aa 35 mm <sup>2</sup>	U	13	3	3	10	13	8.5	357.3
SUB TOTAL 2.0								318,829.2
AISLADORES Y ACCESORIOS								
Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-2	U	335	57	82	217	57	37.6	28,124.8
Aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-2	U	113	23	36	93	26	2.6	752.2
Aislador de porcelana tipo suspensión ANSI 52-3	U	198	50	92	152	73	44.7	25,227.3
Espiga de vértice de poste 20", cabeza 1 3/8"x2" long.	U	115	20	29	80	20	26.8	7,072.6
Espiga para cruceta de 1"x14", cabeza 1 3/8"x2" long.	U	198	35	44	128	34	16.2	7,118.4
Portallinea para aislador 53-2, pletina base 3/16"x2"	U	61	12	22	41	16	6.6	1,000.2
SUB TOTAL 3.0								69,295.4

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
LINEAS PRIMARIAS

DESCRIPCION	UNID.	METRADOS					COSTOS		
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	P.UNIT.	P. TOTAL	
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>									
Seccionador fusible tipo Cut-Out, 27 kV,100 A, BIL 150	U	0	0	0	0	9	376.0	3,384.0	
Fusible rápido tipo K de 5 A		0	0	0	0	18	6.6	118.8	
Seccionador tipo Cuchilla, 27 kV, 200 A, BIL 150kV	U	0	0	6	0	0	376.0	2,256.0	
Pararrayo tipo Distribución, 21 kV, 10 kA, 3500 msnm	U	0	0	0	0	9	305.5	2,749.5	
Pértiga de apertura de seccionadores, 27 kV, 3.5m	U	1	0	1	0	1	587.5	1,762.5	
SUB TOTAL 4.0									10,270.8
<b>MATERIAL DE FERRETERIA</b>									
Arandela cuadrada curvada 2 ¼" x 2 ¼" x 3/16" - 11/16"	U	4	4	8	2	20	0.8	31.3	
Arandela cuadrada plana 2 ¼" x 2 ¼" x 3/16" - 11/16" Ø	U	556	106	158	370	124	0.7	895.5	
Bocina de FoGo 1" Ø x 4"	U	87	8	8	21	4	1.9	240.6	
Brazo de F°G° 1/4" x 1 ¼" x 28"	U	264	46	75	166	56	4.5	2,710.3	
Conector doble vía 2 pernos p/cable 85 mm2- Aa	U	54	16	29	40	23	20.3	3,289.2	
Contratuerca para perno de 5/8" Diám.	U	9	0	0	0	0	0.6	5.7	
Espaciador soporte lateral FoGo 2"x3"x101/2"x¼", orif.	U	48	4	6	10	2	21.1	1,477.5	
Espiga para cruceta de 1"x14", cabeza 1 3/8"x2" long.	U	198	35	44	128	34	16.2	7,118.4	
Perno coche 3/8"Ø x 6" c/arandela y tuerca	U	264	46	81	166	66	4.0	2,488.9	
Perno doble armado 5/8" Ø x 18" c/ 4 tuercas, arandela	U	2	2	2	1	3	11.6	116.1	
Perno doble armado 5/8" Ø x 20" c/ 4 tuercas, arandela	U	97	12	19	44	12	12.5	2,300.4	
Perno maquinado 5/8" Ø x 8" c/ 2 tuercas, 2 arandelas	U	47	4	10	15	4	3.3	266.4	
Perno maquinado 5/8" Ø x 8" c/ 2 tuercas, arandela	U	106	23	31	105	24	3.3	950.8	
Perno maquinado 5/8" Ø x 10" c/ 2 tuercas, arandela	U	116	25	40	102	32	3.8	1,202.9	
Perno maquinado 5/8" Ø x 12" c/ 2 tuercas, arandela	U	52	10	17	52	14	4.5	646.7	
Perno maquinado 5/8" Ø x 14" c/ 2 tuercas, arandela	U	5	0	2	0	8	5.1	76.8	
Perno maquinado 5/8" Ø x 16" c/ 4 tuercas, arandela	U	44	4	4	10	2	8.7	559.5	
Perno ojo 5/8" Ø x 8" c/tuerca y contratuerca	U	12	12	12	6	19	3.8	230.1	
Perno ojo 5/8" Ø x 10" c/tuerca y contratuerca	U	34	7	12	27	10	4.3	386.3	
Perno ojo doble armado 5/8" Ø x 18" c/4 tuercas, arandela	U	14	4	7	2	6	11.8	387.8	
Perno ojo doble armado 5/8" Ø x 20" c/4 tuercas, arandela	U	0	0	0	0	0	12.7	0.0	
Pletina de FoGo 41 x 10 x 0.5 cm	U	87	8	8	21	4	9.0	1,158.1	
Tirafondo 3/8" Ø x 2"	U	0	0	0	0	0	0.9	0.0	
Tuerca ojo para perno de 5/8" Ø	U	59	14	28	55	20	4.2	733.9	
SUB TOTAL 5.0									27,273.2

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
LINEAS PRIMARIAS

- (1) : CHIVAY - YANQUE - ICHUPAMPA - LARI  
 (2) : LARI - MADRIGAL  
 (3) : MADRIGAL - PINCHOLLO - CASA DE MAQUINAS CH. MADRIGAL  
 (4) : PINCHOLLO - CABANA CONDE  
 (5) : DERIVACIONES A: COPORAQUE, ACHOMA, MACA

DESCRIPCION	UNID.	METRADOS					COSTOS	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	P.UNIT.	P. TOTAL
PUESTAS A TIERRA								
PUESTA A TIERRA PT1								
Descripción según lámina	Jgo	24	3	7	21	5	120	7,200.0
PUESTA A TIERRA PT2								
Descripción según lámina	Jgo	17	4	7	11	8	140	6,580.0
SUB TOTAL 6.0								7,200.0
RETENIDAS								
RETENIDA R1								
Descripción según lámina	Jgo	53	24	34	70	34	138.67	29,815.0
RETENIDA 2R								
Descripción según lámina	Jgo	3	0	0	0	0	176.58	529.7
SUB TOTAL 7.0								30,344.7
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES MONTAJE ELECTROMECHANICO							S/.	556,107.7
OBRAS PRELIMINARES								
Trazo y Replanteo Topográfico								
Excavación y cimentación poste de madera 12-5-C	km	19.54	3.74	4.70	14.53	4.59	207.9	9,791.2
Excavación y cimentación poste de madera 12-5-C								
U		101	25	36	90	29	31.4	8,834.6
SUB TOTAL 1.0								18,625.9
POSTES								
Instalación de poste de madera 12-5-C								
U		101	25	36	90	29	48.2	13,541.4
Instalación de poste de madera 12-6-D								
U		0	0	0	0	0	48.2	0.0
SUB TOTAL 2.0								13,541.4

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
LINEAS PRIMARIAS

DESCRIPCION	UNID.	METRADOS					COSTOS	
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	P.UNIT.	P.TOTAL
<b>ARMADOS</b>								
Armado S	U	50	10	14	50	10	38.7	5,183.1
Armado A1	U	21	2	2	5	1	38.7	1,199.1
Armado A2	U	3	0	0	0	0	24.7	74.0
Armado T	U	2	2	2	1	3	43.1	430.6
Armado R	U	10	2	4	9	3	87.5	2,450.6
Armado SF	U	0	0	2	0	3	26.0	129.8
Armado RE	U	4	3	4	8	4	74.0	1,702.2
Armado A1+R	U	1	0	1	0	0	126.2	252.4
Armado S+D	U	1	0	0	0	0	77.4	77.4
Armado A1+D	U	1	0	0	0	0	77.4	77.4
SUB TOTAL 3.0								11,576.5
<b>CONDUCTORES</b>								
Tendido y puesta en flecha de conductor de Aa 85 mm2	km	58.6	11.2	14.1	43.6	13.8	1,320.2	186,537.5
SUB TOTAL 4.0								186,537.5
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>								
Instalación de seccionador fusible "Cut-Out" c/fusible	U	0	0	0	0	9	12.0	107.6
Instalación de seccionador tipo cuchilla	U	0	0	6	0	0	12.0	71.8
SUB TOTAL 5.0								179.4
PUESTA A TIERRA	Cjto	24	3	7	21	5	101.5	6,091.8
SUB TOTAL 6.0								6,091.8
<b>RETENIDAS</b>								
Retenida simple R1	Cjto	53	24	34	70	34	89.0	19,137.2
Retenida simple R2	Cjto	3	0	0	0	0	89.0	267.0
SUB TOTAL 7.0								19,404.2
PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Glb.	1.0	0.2	0.2	0.7	0.2	757.3	1,825.3
SUB TOTAL 8.0								1,825.3
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO							S/.	257,782.0

FORMULA POLINOMICA GENERAL  
LINEAS PRIMARIAS EN 22.9/13.2 kV

LINEAS PRIMARIAS							FECHA :
							CAMBIO DEL
							DOLAR : S/.2.35/US\$
PROVINCIA : CAYLLOMA			DEPARTAMENTO : AREQUIPA				
PRESUPUESTO BASE : S/.			967,949.35				
No	ELEMENTO REPRESENTATIVO	IND. UNIF.	SIMB.	MONTO	% INCID. MONOMIO	COEF. INCID.	
1	POSTES Y CRUCETAS DE MADERA	63	P	92,894.33	100.00	0.096	
2	AISLADORES, CUT OUT Y ACCESORIOS	11	A	79,566.19	100.00	0.082	
3	CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS	06	C	318,829.25	100.00	0.328	
4	FERRETERIA, RETENIDAS, P.T., ACCESORIOS	30	F	64,817.91	100.00	0.068	
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO TRANSPORTE	47 32	J T	257,782.03 27,805.38	100.00 18.05	0.266	
6	G.G., D.T. Y UTILIDADES	39	GU	126,254.26	81.95	0.159	
$K = 0.096 Pr/Po + 0.082 Ar/Ao + 0.328 Cr/Co + 0.068 Fr/Fo + 0.266 Jr/Jo + 0.159 GUr/GUo$							
NOTAS :							
1.- En la fórmula los subíndices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de Elaboración del Presupuesto (Presupuesto Base) y los subíndices "r" al índice de precios al momento de reajuste ó fecha de valorización.							
2.- En el caso de los monomios compuestos por varios índices se ha considerado para efecto de denominación el símbolo que tiene mayor porcentaje de incidencia.							

METRADO Y PRES BUES TODE OBRA GENERAL

ANEXO N° 5.2  
REDES PRIMARIAS EN 22.9/13.2 kV

REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES :

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

R E S U M E N G E N E R A L

I. SUMINS TRODE MATERIALES	S /.	441,787.5
II. TRANSPORTE		22,089.4
III. MONTAJE ELECTROMECHANICO		61,086.7
IV. GAS TØ GENERALES ,DIRECCION TECNICA Y UTILIDADES		78,744.5
		-----
C O S T O T O T A L		603,708.1
V. IMPUES TØ (18% I.G. V)		108,667.5
		-----
T O T A L G E N E R A L	S /.	712,375.6

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID.	METRADO	COSTOS	
			TOTAL	P.UNIT.   P.TOTAL
SUMINISTRO DE MATERIALES				
POSTES Y CRUCETAS				
Poste de C.A.C. de 12/200	U	60	625.6	37,534.0
Poste de C.A.C. de 12/400	U	78	808.3	63,046.0
Cruceta de madera 4" x 4 1/2" x 1.2 m	U	222	10.7	2,368.5
Cruceta de madera 4" x 6" x 2.4 m	U	39	29.5	1,150.9
SUB TOTAL 1.0				104,099.5
CONDUCTORES Y ACCESORIOS				
Conductor Aa - 85 mm <sup>2</sup>	m	16727	1.7	28,098.0
Conductor Aa - 35 mm <sup>2</sup>	m	22206	0.6	13,610.1
Cinta plana de aluminio para armar	m	190	0.4	77.6
Conductor de amarre Aa - 25 mm <sup>2</sup>	m	664	0.4	271.3
Conector grapa paralela de Aluminio, 25-35 mm <sup>2</sup> , 2 pernos	m	0	5.1	0.0
Grampa de anclaje de aluminio tipo pistola	U	121	27.2	3,296.0
Grampa de ángulo de aluminio	U	0	26.2	0.0
Varilla de armar doble p/conductor 35 mm <sup>2</sup> - Aa	U	21	10.0	209.7
Varilla de armar simple p/conductor 85 mm <sup>2</sup> - Aa	U	448	28.9	12,966.2
SUB TOTAL 2.0				58,529.0

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID.	METRADO		COSTOS	
		TOTAL	P.UNIT.	P.TOTAL	P.TOTAL
AISLADORES Y ACCESORIOS					
Adaptador casquillo - ojo	U	92	17.3	1,587.2	
Adaptador horquilla - bola	U	92	17.9	1,645.7	
Aislador de porcelana tipo PIN ANSI 56-2	U	492	36.3	17,869.4	
Aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-2	U	196	2.5	489.4	
Aislador de porcelana tipo suspensión ANSI 52-3	U	187	43.1	8,065.3	
Espiga de vértice de poste 20", cabeza 1 3/8"x2" long.	U	14	25.9	362.3	
Espiga para cruceta de 1"x14", cabeza 1 3/8"x2" long.	U	478	15.7	7,486.9	
Portalinea para aislador 53-2, platina base 3/16"x2"	U	117	6.4	743.7	
SUB TOTAL 3.0				38,249.9	
EQUIPO DE PROTECCION					
Seccionador fusible tipo Cut-Out, 27 kV, 100 A, BIL 150k	U	66	363.2	23,971.2	
Fusible rápido tipo K de 2 A	U	30	6.4	190.7	
Fusible rápido tipo K de 3 A	U	30	6.4	190.7	
Fusible rápido tipo K de 5 A	U	72	6.4	457.6	
SUB TOTAL 4.0				24,810.2	
TRANSFORMADORES					
Transformador trifásico 22.9+-2x2.5%/0.38-0.22 kV, (ONAN) con regulación de tensión en vacío					
- 50 KVA	U	5	6,524.0	32,620.0	
- 75 KVA	U	5	7,456.0	37,280.0	
- 100 KVA	U	12	8,155.0	97,860.0	
SUB TOTAL 5.0				167,760.0	

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES:

DESCRIPCION	UNID.	METRADO	COSTOS	
			TOTAL	P.UNIT.   P.TOTAL
<b>MATERIAL DE FERRETERIA</b>				
Abrazadera tipo "U" 125 mm Ø x 4" x 3/16"	U	65	16.1	1,047.6
Arandela cuadrada curvada 2 ¼" x 2 ¼" x 3/16" - 11/16"	U	191	0.8	151.7
Arandela cuadrada plana 2 ¼" x 2 ¼" x 3/16" - 11/16" Ø	U	636	0.7	418.7
Asiento FoGo para cruceta de madera	U	125	15.9	1,989.1
Brazo de F°G° 1/4" x 1 ¼" x 28"	U	9	4.3	38.8
Cinta band-it de 3/4" y grapas	U	80	5.7	457.6
Conector doble va 2 pernos p/cable 85 mm2- Aa	U	246	19.6	4,824.7
Conector grapa paralela bimetálico Al-Cu 85-35 mm2	U	22	17.0	374.6
Espaciador soporte lateral FoGo 2"x3"x101/2"x¼", orif.	U	14	20.4	285.4
Perfil angular de FoGo 2" x 2" x 1/4" x 1.5 m	U	18	32.6	586.3
Perno coche 3/8"Ø x 6" c/arandela y tuerca	U	172	3.9	663.7
Perno doble armado 5/8" Ø x 20" c/ 4 tuercas, arandela	U	98	12.1	1,183.5
Perno maquinado 5/8" Ø x 6" c/ 2 tuercas, 2 arandelas	U	18	3.0	54.7
Perno maquinado 5/8" Ø x 10" c/ 2 tuercas, arandela	U	116	3.7	427.9
Perno maquinado 5/8" Ø x 12" c/ 2 tuercas, arandela	U	153	4.3	659.2
Perno maquinado 5/8" Ø x 14" c/ 2 tuercas, arandela	U	49	4.9	242.2
Perno ojo 5/8" Ø x 8" c/tuerca y contratuerca	U	30	3.6	109.3
Perno ojo doble armado 5/8" Ø x 20" c/4 tuercas, arandel	U	61	12.3	747.7
Tirafondo 3/8" Ø x 2"	U	197	0.9	169.9
Tubo espaciador de 3/4" Ø x 30 mm x ¼"	U	14	2.3	31.7
SUB TOTAL 6.0				14,464.6
PUESTA A TIERRA	Jgo	22	140.0	3,080.0
RETENIDAS	Jgo	42	138.67	5,824.3
TABLEROS	U	22	1,135.0	24,970.0
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES			S/.	441,787.5

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID.	METRADO	COSTOS	
			TOTAL	P.UNIT.   P.TOTAL
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
Excavación y cimentación de poste de C.A.C de 12/200	U	60	150.7	9,044.0
Excavación y cimentación de poste de C.A.C de 12/400	U	78	150.7	11,757.2
SUB TOTAL 1.0				20,801.2
<b>POSTES</b>				
Instalación de poste de C.A.C de 12/200	U	60	37.7	2,262.6
Instalación de poste de C.A.C de 12/400	U	78	43.4	3,382.9
SUB TOTAL 2.0				5,645.5
<b>ARMADOS</b>				
Armado S1	U	64	33.2	2,126.7
Armado A1-1	U	7	59.7	418.1
Armado D1	U	14	38.2	534.5
Armado D2	U	7	30.2	211.4
Armado T1	U	30	54.7	1,640.7
Armado SAM	U	9	43.6	392.3
Armado SAB	U	13	87.2	1,133.3
SUB TOTAL 3.0				6,457.1
<b>CONDUCTORES</b>				
Tendido y puesta en flecha de conductor de Aa 85 mm <sup>2</sup>	km	16.727	1,320.2	22,083.1
Tendido y puesta en flecha de conductor de Aa 35 mm <sup>2</sup>	km	22.206	543.6	12,071.5
SUB TOTAL 4.0				12,071.5

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
REDES PRIMARIAS DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID.	METRADO	COSTOS	
			TOTAL	P.UNIT.   P.TOTAL
<b>TRANSFORMADORES</b>				
Instalación de transformador trifásico 50 KVA	U	5	163.7	818.3
Instalación de transformador trifásico 75 KVA	U	5	204.6	1,022.9
Instalación de transformador trifásico 100 KVA	U	12	327.3	3,928.0
				5,769.2
<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>				
Instalación de seccionador fusible "Cut-Out" c/fusible	U	66	12.0	789.4
				789.4
<b>PUESTA A TIERRA</b>				
Instalación de puesta a tierra "PT"	Cjto	22	101.5	2,233.7
				2,233.7
<b>RETENIDAS</b>				
Retenida simple R1	Cjto	42	89.0	3,738.4
				3,738.4
<b>INSTALACION DE TABLEROS</b>				
Tablero de distribución	U	22	42.3	930.2
				930.2
<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>				
	Glb.	3.5	757.3	2,650.7
				2,650.7
			S/.	61,086.7

FORMULA POLINOMICA GENERAL  
REDES PRIMARIAS EN 22.9/13.2 kv

FECHA :  
CAMBIO DEL  
DOLAR : S/.2.35/US\$

REDES PRIMARIAS

PROVINCIA : CAYLLOMA

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

PRESUPUESTO BASE : S/. 603,708.12

No	E L E M E N T O R E P R E S E N T A T I V O	IND. UNIF.	SIMB.	MONTO	% INCID. MONOMIO	COEF. INCID.
1	POSTES Y CRUCETAS	63	P	104,099.46	100.00	0.172
2	AISLADORES Y MATERIAL ELECTRICO ACCESORIO	11	A	38,249.86	100.00	0.064
3	CONDUCTORES ELECT, FERRETERIA, RETENIDAS, P. TIERRA Y ACC.	06	C	81,898.01	100.00	0.136
4	TRANSFORMADORES, TABLEROS Y EQUIPO DE PROTECCION	30	D	217,540.19	100.00	0.360
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO	47	J	61,086.68	100.00	0.101
	TRANSPORTE	32	T	22,089.38	21.91	
6	G.G., D.T. Y UTILIDADES	39	GU	78,744.54	78.09	0.167

$$K = 0.172 Pr/Po + 0.064 Ar/Ao + 0.136 Cr/Co + 0.36 Dr/Do + 0.101 Jr/Jo + 0.167 Gur/GUo$$

NOTAS :

- 1.- En la fórmula los subíndices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de Elaboración del Presupuesto (Presupuesto Base) y los subíndices "r" al índice de precios al momento de reajuste ó fecha de valorización.
- 2.- En el caso de los monomios compuestos por varios índices se ha considerado para efecto de denominación el símbolo que tiene mayor porcentaje de incidencia.

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL

ANEXO N° 5.3  
REDES SECUNDARIAS Y ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

R E S U M E N G E N E R A L

		RED SECUNDARIA	CONEXIONES DOMICILIARIAS	TOTAL
I.	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/. 1,324,356.8	745,017.3	2,069,374.1
II.	TRANSPORTE	66,217.8	37,250.9	103,468.7
III.	MONTAJE ELECTROMECHANICO (*)	324,066.1	23,653.9	347,719.9
IV.	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	257,196.1	120,888.3	378,084.4
	<b>C O S T O T O T A L</b>	<b>S/. 1,971,836.8</b>	<b>926,810.3</b>	<b>2,898,647.2</b>
V.	IMPUESTOS (18% I.G.V.)	354,930.6	166,825.9	521,756.5
	<b>T O T A L G E N E R A L</b>	<b>S/. 2,326,767.5</b>	<b>1,093,636.2</b>	<b>3,420,403.6</b>

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)		
		TOTAL	UNIT.	T O T A L	T O T A L	T O T A L	
SUMINISTRO DE MATERIALES							
POSTES Y PASTORALES							
Poste de C.A.C. 7/200	U	1,449	285.9		414,240.1		
Poste de C.A.C. 7/300	U	89	334.2		29,739.4		
Pastoral tipo Sucre - C simple	U	289	64.9		18,750.3		
Pastoral tipo Sucre - C recortado	U	816	59.0		48,111.4		
Pastoral tipo Sucre - C doble	U	43	63.5		2,728.4		
Pastoral de FoGo de 1.2m x 0.725m tubo de 1" Ø	U	45	30.1		1,353.6		
Pastoral de FoGo de 0.5m x 0.725m tubo de 1" Ø	U	63	19.8		1,248.0		
SUB TOTAL 1.1.0.					S/.	516,171.1	
CONDUCTORES							
Conductor de cobre forrado WP - 25 mm <sup>2</sup>	m	5,017	3.6		17,910.7		
Conductor de cobre forrado WP - 16 mm <sup>2</sup>	m	27,781	2.3		64,729.7		
Conductor de cobre forrado WP - 10 mm <sup>2</sup>	m	75,395	1.5		115,354.4		
Conductor de cobre forrado WP - 6 mm <sup>2</sup>	m	183,660	1.0		185,496.6		
SUB TOTAL 1.2.0.					S/.	383,491.4	
AISLADORES Y ACCESORIOS							
Aislador de porcelana tipo carrete ANSI 53-1	U	10,891	2.0		21,782.0		
Portaaislador unipolar tipo clevis simple	U	1,251	3.9		4,816.4		
Abrazadera de portallineas 1 1/2" x 3/16" x 125 mm	U	98	12.1		1,181.9		
SUB TOTAL 1.3.0.					S/.	27,780.2	

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)	
		TOTAL	UNIT.	T O T A L		
<b>FERRETERIA</b>						
Abrazadera de portalineas 1 1/2" x 3/16" x 125 mm	U	98	12.1	1,181.9		
Arandela cuadrada curvada 2 ¼"x2 ¼"x3/16"-11/16"Ø	U	5,966	0.8	4,892.1		
Cinta band-it de 3/4" y grapas	U	41	5.9	242.7		
Conector grapa paralela cobre/bronce 6-25 mm2	U	2,366	3.6	8,517.6		
Perno maquinado 5/8" Ø x 8" c/ 2 tuercas, 2 arandelas	U	757	3.3	2,528.4		
Perno maquinado 5/8" Ø x 10" c/ 2 tuercas, arandela	U	318	3.8	1,217.9		
Perno maquinado 5/8" Ø x 12" c/ 2 tuercas, arandela	U	96	4.5	429.1		
Perno maquinado 5/8" Ø x 14" c/ 2 tuercas, arandela	U	111	5.1	568.3		
Perno maquinado 5/8" Ø x 15" c/ 4 tuercas, arandela	U	16	8.5	136.2		
Perno simple borde Ø 5/8"x12 1/2" con tuercas	U	5,255	5.1	26,905.6		
Perno simple borde Ø 5/8"x14 1/2" con tuercas	U	697	6.0	4,147.2		
Retenida simple " R1 " compuesta por:						
- Perno ojo 5/8" Ø x 8" c/tuercas, contrat. y arandela						
- Arandela curvada 2 ¼" x 2 ¼" x 3/16" - 11/16" Ø						
- Grapa de dos vías, tres pernos p/cable 3/8"Ø						
- Alambre de AoGo No 12 para entorche						
- Varilla de anclaje de 5/8" Ø x 2.4 m						
- Bloque de concreto de 0.5 x 0.5 x 0.15 m						
- Arandela cuadrada 4"x4"x1/2"						
- Contratuerca de 5/8" Ø						
- Cable de acero S.M. 3/8" Ø						
- Guardacabos para cable de 3/8" Ø						
CONJUNTO R1	Jgo	482	126.8	61,132.1		

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)	
		TOTAL	UNIT.	T O T A L	T O T A L	T O T A L
Retenida contrapunta " R2 " idem anterior además de:						
- Perno maquinado 5/8"Ø x 3" c/ 2 tuercas, 2 arandelas						
- Perfil angular de FoGo 1"x1"x3/16"x 0.8 m						
- Una contrapunta de AoGo de 2" Ø x 1 m long., Incluye terminal de contrapunta						
CONJUNTO R2	Jgo	17	196.9	3,348.0		
SUB TOTAL 1.4.0.			S/.	115,247.0		
PUESTA A TIERRA						
-Descripción según lámina	Jgo	622	140.0	87,080.0		
SUB TOTAL 1.5.0.			S/.	87,080.0		
EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO						
Luminaria p/lámpara Na-70 W, E-27	U	1,299	113.5	147,475.5		
Lámpara de vapor de sodio alta presión de 70 W	U	1,299	33.9	43,984.1		
Portafusible aéreo, loza c/fusible 2 A	U	1,256	2.5	3,127.4		
SUB TOTAL 1.6.0.			S/.	194,587.1		
SUB TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES			S/.	1,324,356.8		
MONTAJE ELECTROMECHANICO						
OBRAS PRELIMINARES						
Excavación y cimentación de postes de 7 m.	U	1,538	35.6	54,744.6		
SUB TOTAL 2.100				54,744.6		

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)	
		TOTAL	UNIT.	T O T A L		
POSTES Y PASTORALES						
Instalación de postes de 7 m	U	1,538	24.8	38,111.6		
Instalación de pastoral tipo Sucre - C simple	U	289	13.7	3,965.1		
Instalación de pastoral tipo Sucre - C recortado	U	816	13.7	11,195.5		
Instalación de pastoral tipo Sucre - C doble	U	43	27.4	1,179.9		
Instalación de pastoral FoGo 1.2 x 0.725m tubo de 1" Ø	U	45	11.9	534.6		
Instalación de pastoral FoGo 0.5x0.725m tubo de 3/4" Ø	U	63	10.9	686.1		
SUB TOTAL 2.200				55,672.8		
ARMADOS						
Armado A	U	685	9.2	6,329.4		
Armado CS	U	31	6.0	186.0		
Armado CD	U	127	7.7	977.9		
Armado D1	U	165	0.0	0.0		
Armado D2	U	84	0.0	0.0		
Armado 2T (Armado S. E. Monoposte)	U	10	0.0	0.0		
Armado 2T' (Armado S. E. Biposte)	U	12	0.0	0.0		
Armado A' (Poste Red Primaria)	U	29	9.2	268.0		
Armado CS' (Poste Red Primaria)	U	1	6.0	6.0		
Armado T' (Poste Red Primaria)	U	10	0.0	0.0		
Armado CD' (Poste Red Primaria)	U	7	7.7	53.9		
Armado D1' (Poste Red Primaria)	U	21	0.0	0.0		
Armado D2' (Poste Red Primaria)	U	23	0.0	0.0		
Armado TD' (Poste Red Primaria)	U	3	0.0	0.0		
Armado A" (Poste Existente)	U	1,050	9.2	9,702.0		
Armado CS" (Poste Existente)	U	0	6.0	0.0		

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)	
		TOTAL	UNIT.	T O T A L	T O T A L	T O T A L
Armado CD" (Poste Existente)	U	1	7.7	7.7	7.7	7.7
SUB TOTAL 2.300						17,761.26
<b>CONDUCTORES</b>						
Conductor de cobre forrado WP - 25 mm2	km	5	495.5	2,345.4	2,345.4	2,345.4
Conductor de cobre forrado WP - 16 mm2	km	26	317.1	8,311.7	8,311.7	8,311.7
Conductor de cobre forrado WP - 10 mm2	km	71	264.3	18,798.0	18,798.0	18,798.0
Conductor de cobre forrado WP - 6 mm2	km	173	226.5	39,249.8	39,249.8	39,249.8
SUB TOTAL 2.400						68,704.9
<b>RETENIDAS (Ver detalle según lámina correspondiente)</b>						
Retenida simple R1	Cjto	482	71.2	34,323.2	34,323.2	34,323.2
Retenida tipo contrapunta R2	Cjto	17	89.0	1,513.2	1,513.2	1,513.2
SUB TOTAL 2.500						35,836.4
<b>PUESTA A TIERRA (Según especific. correspondientes)</b>						
Instalación de puesta a tierra "PT"	Cjto	622	117.6	73,165.9	73,165.9	73,165.9
SUB TOTAL 2.600						73,165.9
<b>EQUIPOS DE ALUMBRADO PUBLICO</b>						
Instalación de luminaria con lámpara en pastoral	U	1,403	18.0	25,254.0	25,254.0	25,254.0
SUB TOTAL 2.700						25,254.0
SUB TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				S/.		321,139.8

METRADO Y PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL  
RED SECUNDARIA DE LAS LOCALIDADES:

- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| - (1) : CHIVAY    | - (6) : MACA         |
| - (2) : COPORAQUE | - (7) : LARI         |
| - (3) : YANQUE    | - (8) : MADRIGAL     |
| - (4) : ICHUPAMPA | - (9) : PINCHOLLO    |
| - (5) : ACHOMA    | - (10) : CABANACONDE |

DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD			C O S T O S (S/.)	
		TOTAL	UNIT.	T O T A L		
ACOMETIDAS DOMICILIARIAS						
SUMINISTRO DE MATERIALES						
Separador de línea PVC 1" 3 vías separación 20 cm.	U	2,957	4.0	11,739.3		
Conector de deriv. perno part. 10 mm <sup>2</sup> (Split Bolt)	U	6,001	2.7	16,382.7		
Templador de FoGo para acometida	U	5,914	2.3	13,483.9		
Caja metálica portamedidor tipo SEAL monofásica	U	4,531	35.3	159,717.8		
Caja metálica portamedidor tipo SEAL trifásica	U	87	40.0	3,475.7		
Tubería de PVC-SAP de 3/4" Ø c/ codo PVC-SAP	U	2,957	2.4	7,215.1		
Cinta aislante 3/4" x 20 m	U	1,479	7.2	10,630.4		
Conductor de Cobre tipo SET de 2 x 4 mm <sup>2</sup>	m	36,429	1.9	70,308.0		
Medidor energía domiciliario monofásico 220V,10-60 A	U	4,531	89.3	404,618.3		
Medidor de energía trifásico de 380/220 V	U	87	423.0	36,801.0		
Armella tirafón de 1/4" Ø x 1 1/2" longitud	U	2,957	1.7	5,086.0		
Gancho de anclaje soldado en tubo de FoGo	U	2,957	1.9	5,559.2		
SUB TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES				S/.	745,017.3	
MONTAJE ELECTROMECHANICO						
Instalación de Acometida domiciliaria simple corta	Cjto	493	38.8	19,148.1		
Instalación de Acometida de carga especial	Cjto	87	51.8	4,505.7		
SUB TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				S/.	23,653.9	
TOTAL ACOMETIDAS DOMICILIARIAS				S/.	768,671.2	

FORMULA POLINOMICA GENERAL  
REDES SECUNDARIAS Y ALUMBRADO PUBLICO

PRESUPUESTO BASE : S/. 1,971,836.83							
No	ELEMENTO REPRESENTATIVO	IND. UNIF.	SIMB.	MONTO	% INCID. MONOMIO	COEF. INCID.	
1	POSTES Y PASTORALES	62	P	516,171.13	100.00	0.262	
2	AISLADORES, FERRETERIA, PTA. A TIERRA Y MATERIAL ELECTRICO ACCESORI	11	A	230,107.26	100.00	0.117	
3	CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS	06	C	383,491.37	100.00	0.194	
4	EQUIPO DE ALUMBRADO PUBLICO	11	AP	194,587.05	100.00	0.099	
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO	47	J	324,066.07	100.00	0.164	
	TRANSPORTE	32	T	66,217.84	20.47		
6	G.G., D.T. Y UTILIDADES	39	GU	257,196.11	79.53	0.164	
K = 0.262 Pr/Po + 0.117 Ar/Ao + 0.194 Cr/Co + 0.099 APr/APo 0.164 Jr/Jo + 0.164 GUr/GUo							

FORMULA POLINOMICA GENERAL  
ACOMETIDAS DOMICILIARIAS

PRESUPUESTO BASE : S/. 926,810.32							
No	ELEMENTO REPRESENTATIVO	IND. UNIF.	SIMB.	MONTO	% INCID. MONOMIO	COEF. INCID.	
1	CONDUCTORES ELECTRICOS	6	C	70,307.97	100.00	0.076	
2	CAJA METALICA	12	CM	159,717.75	100.00	0.172	
3	MEDIDOR DE ENERGIA	30	ME	404,618.30	100.00	0.436	
4	ACCESORIOS	2	A	110,373.29	100.00	0.119	
5	MONTAJE ELECTROMECHANICO	47	J	23,653.85	100.00	0.026	
	TRANSPORTE	32	T	37,250.87	23.56		
6	G.G., D.T. Y UTILIDADES	39	GU	120,888.30	76.44	0.171	
K = 0.076 Cr/Co + 0.172 CMr/CMo 0.436 MEr/MEo 0.119 Ar/Ao + 0.026 Jr/Jo + 0.171 GUr/GUo							

NOTAS : 1.- En la fórmula los subíndices "o" de cada símbolo corresponden al índice de precios (según CREPCO) a la fecha de Elaboración del Presupuesto (Presupuesto Base) y los subíndices "r" al índice de precios al momento de reajuste ó fecha de valorización.  
2.- En el caso de los monomios compuestos por varios índices se ha considerado para efecto de denominación el símbolo que tiene mayor porcentaje de incidencia.

**ANEXO N° 6  
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE MONTAJE**

**PARTIDA :** Replanteo de línea  
**UNIDAD :** km

**RENDIMIENTO/DIARIO:** 4 km

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
01	Pintura esmalte	GL	0.50	60.00	30.00	
02	Estacas	PZA	20.00	0.50	10.00	40.00
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Topógrafo	J	1.20	136.00	163.20	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	
04	Dibujante	J	1.00	66.65	66.65	
05	Viático	D	4.00	10.00	40.00	411.58
<b>EQUIPOS</b>						
01	Teodolito	D	1.00	59.00	59.00	
02	Mira y Jalón	D	2	17.70	35.40	
03	Radio walkie talkie	D	2	7.50	15.00	
04	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
05	Herramientas (M.O.)	%	5.00	411.58	20.58	379.98
<b>P.U. : S/. por km</b>						<b>207.89</b>

**PARTIDA :** Excavación y cimentación de postes de madera en suelo normal  
**UNIDAD :** m3.

**RENDIMIENTO/DIARIO:** 3 m3.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.30	62.32	18.70	
02	Operario	J	0.10	56.65	5.67	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	69.79
<b>EQUIPOS</b>						
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	69.79	6.98	6.98
<b>P.U. : S/. por m3.</b>						<b>31.40</b>

**PARTIDA :** Instalación de poste de madera de 12 m  
**UNIDAD :** Pza.

**RENDIMIENTO/DIARIO:** 20 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
04	Peón	J	4.00	45.43	181.72	295.47
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	295.47	29.55	571.95
<b>P.U. : S/. por Pza.</b>						<b>48.20</b>

**PARTIDA :** Excavación y cimentación de postes de 12 m, en suelo normal  
**SUBPARTIDA :** Apertura de hueco para instalar poste.  
**UNIDAD :** m3.

**RENDIMIENTO/DIARIO:** 3 m3.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.30	62.32	18.70	
02	Operario	J	0.10	56.65	5.67	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	69.79
<b>EQUIPOS</b>						
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	69.79	6.98	6.98
<b>P.U. : S/. por m3.</b>						<b>25.59</b>
<b>POSTES DE 12 m (1.87 m3 excavados)</b>					<b>Total S/.</b>	<b>47.90</b>

SUBPARTIDA : Material para cimentación de postes

UNIDAD : m3. RENDIMIENTO/DIARIO: 9 m3.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
01	Cemento	BL	9.00	13.07	117.63	
02	Hormigón	M3	3.64	17.32	63.04	
03	Piedra	M3	4.34	31.17	135.28	
04	Agua	M3	1.40	1.13	1.58	317.53
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	153.74
<b>EQUIPOS</b>						
01	Herramientas (M.O.)	%	15.00	153.74	23.06	23.06
					P.U. : S/. por m3.	54.93
POSTES DE 12 m (1.87 m3 cimentados)					Total S/.	102.83
<b>TOTAL EXCAV. Y CIMENT. DE POSTE DE 12 m</b>					S/.	<b>150.73</b>

PARTIDA : Instalación de poste de c.a.c. de 12m./200Kg.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 23 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
04	Peón	J	4.00	45.43	181.72	295.47
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	295.47	29.55	571.95
					P.U. : S/. por Pza.	37.71

PARTIDA : Instalación de poste de c.a.c. de 12m./400Kg.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 20 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
04	Peón	J	4.00	45.43	181.72	295.47
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	295.47	29.55	571.95
					P.U. : S/. por Pza.	43.37

PARTIDA : Armado tipo "S"

SUBPARTIDA : Instalación de ferretería para armado de alineamiento  
P.U. : S/. 6.73

SUBPARTIDA : Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2  
P.U. : S/. 11.97

SUBPARTIDA : Instalación de cruceta de madera de 2.40 m.  
P.U. : S/. 19.98

**TOTAL ARMADO "S" S/. 38.68**

PARTIDA : Armado tipo "A1"

SUBPARTIDA : Instalación de ferretería para armado de ángulo tipo "A1"  
P.U. : S/. 6.73

SUBPARTIDA : Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2  
P.U. : S/. 11.97

SUBPARTIDA : Instalación de cruceta de madera de 2.40 m.  
P.U. : S/. 19.98

**TOTAL ARMADO "A1" S/. 38.68**

PARTIDA	:	Armado tipo "A2"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de ángulo tipo "A2"		
		P.U. :	S/.	6.73
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.		
		P.U. :	S/.	17.94
TOTAL ARMADO "A2"			S/.	24.67
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "A3"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado en ángulo tipo "A3"		
		P.U. :	S/.	7.18
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.		
		P.U. :	S/.	35.88
TOTAL ARMADO "A3"			S/.	43.06
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "R"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado tipo "R"		
		P.U. :	S/.	7.69
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.		
		P.U. :	S/.	35.88
SUBPARTIDA	:	Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2		
		P.U. :	S/.	3.99
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 2.40 m.		
		P.U. :	S/.	39.96
TOTAL ARMADO "R"			S/.	87.52
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "SF"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de seccionamiento tipo "SF"		
		P.U. :	S/.	5.98
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 2.40 m.		
		P.U. :	S/.	19.98
TOTAL ARMADO "SF"			S/.	25.96
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "T"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado tipo "T"		
		P.U. :	S/.	7.69
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.		
		P.U. :	S/.	17.94
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 2.40 m.		
		P.U. :	S/.	39.96
TOTAL ARMADO "T"			S/.	65.59
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "S1"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de alineamiento		
		P.U. :	S/.	6.73
SUBPARTIDA	:	Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2		
		P.U. :	S/.	11.97
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.		
		P.U. :	S/.	14.53
TOTAL ARMADO "S1"			S/.	33.23
<hr/>				
PARTIDA	:	Armado tipo "A1-1"		
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de ángulo tipo "A1"		
		P.U. :	S/.	6.73
SUBPARTIDA	:	Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2		
		P.U. :	S/.	23.94
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.		
		P.U. :	S/.	29.06
TOTAL ARMADO "A1-1"			S/.	59.73

PARTIDA	:	Armado tipo "A2"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de ángulo tipo "A2"			
		P.U. :	S/.	6.73	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.			
		P.U. :	S/.	17.94	
TOTAL ARMADO "A2"				S/.	24.67

PARTIDA	:	Armado tipo "T1"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado tipo "T"			
		P.U. :	S/.	7.69	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.			
		P.U. :	S/.	17.94	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.			
		P.U. :	S/.	29.06	
TOTAL ARMADO "T1"				S/.	54.69

PARTIDA	:	Armado tipo "A3"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado en ángulo tipo "A3"			
		P.U. :	S/.	7.18	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cadena de dos aisladores.			
		P.U. :	S/.	35.88	
TOTAL ARMADO "A3"				S/.	43.06

PARTIDA	:	Armado tipo "D1"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de derivación			
		P.U. :	S/.	7.69	
SUBPARTIDA	:	Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2			
		P.U. :	S/.	15.96	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.			
		P.U. :	S/.	14.53	
TOTAL ARMADO "D1"				S/.	38.18

PARTIDA	:	Armado tipo "D2"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de derivación			
		P.U. :	S/.	7.69	
SUBPARTIDA	:	Instalación de Aislador tipo PIN clase 56-2			
		P.U. :	S/.	7.98	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.			
		P.U. :	S/.	14.53	
TOTAL ARMADO "D2"				S/.	30.20

PARTIDA	:	Armado tipo "SAM"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de monoposte			
		P.U. :	S/.	13.59	
SUBPARTIDA	:	Instalación de cruceta de madera de 1.20 m.			
		P.U. :	S/.	30.00	
TOTAL ARMADO "SAM"				S/.	43.59

PARTIDA	:	Armado tipo "SAB"			
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de monoposte			
		P.U. :	S/.	17.18	
SUBPARTIDA	:	Instalación de ferretería para armado de Biposte			
		P.U. :	S/.	70.00	
TOTAL ARMADO "SAB"				S/.	87.18

PARTIDA : Tendido de conductor de Aleación de Aluminio de 85mm2.  
 UNIDAD : km. RENDIMIENTO/DIARIO: 0.66 km.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	4.00	50.87	203.48	
03	Peón	J	6.00	45.43	272.58	538.94
EQUIPOS						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Herramientas (M.O.)	%	15.00	538.94	80.84	330.84
P.U. : S/. por km.						1320.20

PARTIDA : Tendido de conductor de Aleación de Aluminio de 35mm2.  
 UNIDAD : km. RENDIMIENTO/DIARIO: 1.6 km.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	4.00	50.87	203.48	
03	Peón	J	6.00	45.43	272.58	538.94
EQUIPOS						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Herramientas (M.O.)	%	15.00	538.94	80.84	330.84
P.U. : S/. por km.						543.61

PARTIDA : Montaje de transformador 3Ø de 50 kVA.  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 5 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	2.00	50.87	101.74	
04	Peón	J	2.00	45.43	90.86	255.48
EQUIPOS						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	8.00	255.48	20.44	562.84
P.U. : S/. por Pza.						163.66

PARTIDA : Montaje de transformador 3Ø de 75 kVA.  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 4 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	2.00	50.87	101.74	
04	Peón	J	2.00	45.43	90.86	255.48
EQUIPOS						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	8.00	255.48	20.44	562.84
P.U. : S/. por Pza.						204.58

PARTIDA : Montaje de transformador 3Ø de 100 kVA.  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 2.5 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	2.00	50.87	101.74	
04	Peón	J	2.00	45.43	90.86	255.48
EQUIPOS						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	8.00	255.48	20.44	562.84
P.U. : S/. por Pza.						327.33

PARTIDA : Instalación de seccionador fusible "Cut-Out" c/fusible  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 9 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	102.53
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	102.53	5.13	5.13
P.U. : S/. por Pza.						11.96

PARTIDA : Instalación de puesta a tierra (Red Primaria)  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 2 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	3.00	45.43	136.29	193.39
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	193.39	9.67	9.67
P.U. : S/. por Pza.						101.53

PARTIDA : Instalación de retenida para postes de 12 m.  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 4 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	6.00	45.43	272.58	329.68
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	8.00	329.68	26.37	26.37
P.U. : S/. por Pza.						89.01

PARTIDA : Montaje de tablero  
 UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 4 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	153.74
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	10.00	153.74	15.37	15.37
P.U. : S/. por Pza.						42.28

PARTIDA : Pruebas y puesta en servicio de la Línea Primaria  
 UNIDAD : Tramo/6km RENDIMIENTO/DIARIO: 1 Tramo/6km

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Ingeniero	J	1.00	93.50	93.50	
02	Capataz	J	1.00	62.32	62.32	
03	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
04	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
05	Peón	J	2.00	45.43	90.86	354.20
EQUIPOS						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Instrumentos (Megóm., Amp. Volt., Teluró., etc)	D	1.00	100.00	100.00	
03	Herramientas (M.O.)	%	15.00	354.20	53.13	403.13
P.U. : S/. por Tramo/6km						757.33

PARTIDA : Pruebas y puesta en servicio de la Red Primaria y Secundaria para localidades pequeñas.

UNIDAD : Día RENDIMIENTO/DIARIO: 1 Día

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Ingeniero	J	0.50	93.50	46.75	
02	Capataz	J	0.50	62.32	31.16	
03	Operario	J	0.50	56.65	28.33	
04	Oficial	J	0.50	50.87	25.44	
05	Peón	J	1.00	45.43	45.43	177.10
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camioneta	D	0.50	250.00	125.00	
02	Instrumentos (Megóm., Amp. Volt., Teluró., etc)	D	0.50	100.00	50.00	
03	Herramientas (M.O.)	D	15.00	177.10	26.57	201.57
P.U. : S/. por Día						378.67

PARTIDA : Excavación y cimentación de postes de 7 m, en suelo normal

SUBPARTIDA : Apertura de hueco para instalar poste.

UNIDAD : m3. RENDIMIENTO/DIARIO: 3 m3.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.30	62.32	18.70	
02	Operario	J	0.10	56.65	5.67	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	69.79
<b>EQUIPOS</b>						
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	69.79	6.98	6.98
P.U. : S/. por m3.						25.59
POSTES DE 7 m (0.65 m3 excavados)					Total S/.	16.58

SUBPARTIDA : Material para cimentación de postes

UNIDAD : m3. RENDIMIENTO/DIARIO: 9 m3.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
01	Cemento	BL	9.00	13.07	117.63	
02	Hormigón	M3	3.64	17.32	63.04	
03	Piedra	M3	4.34	31.17	135.28	
04	Agua	M3	1.40	1.13	1.58	317.53
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	153.74
<b>EQUIPOS</b>						
01	Herramientas (M.O.)	%	15.00	153.74	23.06	23.06
P.U. : S/. por m3.						54.93
POSTES DE 7 m (1.00 m3 cimentados)					Total S/.	54.93
TOTAL EXCAV. Y CIMENT. DE POSTE DE 7 m					S/.	52.18

PARTIDA : Instalación de poste de c.a.c. de 7m./200Kg. y 300Kg.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 35 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
04	Peón	J	4.00	45.43	181.72	295.47
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	295.47	29.55	571.95
P.U. : S/. por Pza.						24.78

PARTIDA : Instalación de pastoral de concreto

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 50 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MATERIALES</b>						
01	Cemento	BL	2.50	13.07	32.68	32.68
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	102.53
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	8.00	102.53	8.20	550.60
P.U. : S/. por Pza.						13.72

PARTIDA : Instalación de pastoral de fierro de 1"Ø x 1.20x0.725m.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 55 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	102.53
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	8.00	102.53	8.20	550.60
P.U. : S/. por Pza.						11.88

PARTIDA : Armados de red secundaria

SUBPARTIDA : Instalación de portalinea con dos aisladores 53-1.

P.U. : Por pieza S/. 1.66

SUBPARTIDA : Instalación de conectores doble vía

P.U. : Por pieza S/. 1.35

SUBPARTIDA : Instalación de portalinea unipolar con aislador carrete 53-1

P.U. : Por pieza S/. 1.54

TOTAL DEL ARMADO "A"	S/.	4.98
TOTAL DEL ARMADO "CS"	S/.	11.73
TOTAL DEL ARMADO "T"	S/.	4.98
TOTAL DEL ARMADO "CD"	S/.	12.68
TOTAL DEL ARMADO "D1"	S/.	24.41
TOTAL DEL ARMADO "D2"	S/.	38.86
TOTAL DEL ARMADO "TD"	S/.	11.94
TOTAL DEL ARMADO "2T"	S/.	9.24

PARTIDA : Tendido de conductor de Cu. forrado de 6mm<sup>2</sup>.

UNIDAD : km. RENDIMIENTO/DIARIO: 3.5 km.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	4.00	50.87	203.48	
03	Peón	J	5.00	45.43	227.15	493.51
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	493.51	49.35	299.35
P.U. : S/. por km.						226.53

PARTIDA : Tendido de conductor de Cu. forrado de 10mm<sup>2</sup>.

UNIDAD : km. RENDIMIENTO/DIARIO: 3 km.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	4.00	50.87	203.48	
03	Peón	J	5.00	45.43	227.15	493.51
<b>EQUIPOS</b>						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	493.51	49.35	299.35
P.U. : S/. por km.						264.29

PARTIDA : Tendido de conductor de Cu. forrado de 16mm2.

UNIDAD : km RENDIMIENTO/DIARIO: 2.5 km

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Operario	J	1.00	56.65	56.65	
03	Oficial	J	4.00	50.87	203.48	
03	Peón	J	5.00	45.43	227.15	493.51
EQUIPOS						
01	Camioneta	D	1.00	250.00	250.00	
02	Herramientas (M.O.)	%	10.00	493.51	49.35	299.35
P.U. : S/. por km						317.14

PARTIDA : Instalación de retenida para postes de 7 m..

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 5 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	6.00	45.43	272.58	329.68
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	8.00	329.68	26.37	26.37
P.U. : S/. por Pza.						71.21

PARTIDA : Instalación de retenida contrapunta para postes de 7m.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 4 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	6.00	45.43	272.58	329.68
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	8.00	329.68	26.37	26.37
P.U. : S/. por Pza.						89.01

PARTIDA : Instalación de puesta a tierra (Red Secundaria)

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 2 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MATERIALES						
01	Carbón	KG	15.00	1.02	15.26	
02	Sal industrial	KG	15.00	1.13	16.95	32.21
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	3.00	45.43	136.29	193.39
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	193.39	9.67	9.67
P.U. : S/. por Pza.						117.63

PARTIDA : Instalación de luminaria con lámpara en pastoral de fierro

SUBPARTIDA Instalación de luminaria

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 50 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	102.53
EQUIPOS						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	5.00	102.53	5.13	547.53
P.U. : S/. por Pza.						13.00

## SUBPARTIDA Colocación de lámpara de vapor mercurio o sodio.

UNIDAD : Pza. RENDIMIENTO/DIARIO: 130 Pza.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	1.00	45.43	45.43	102.53
EQUIPOS						
01	Camión grúa	D	1.00	542.40	542.40	
02	Herramientas (M.O.)	%	5.00	102.53	5.13	547.53
P.U. : S/. por Pza.						5.00
TOTAL					S/.	18.00

## PARTIDA : Instalación de Acometida Domiciliaria Simple.

UNIDAD : Cjto. RENDIMIENTO/DIARIO: 4 Cjto.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	147.96
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	147.96	7.40	7.40
P.U. : S/. por Cjto.						38.84

## PARTIDA : Instalación de Acometida Domiciliaria Doble.

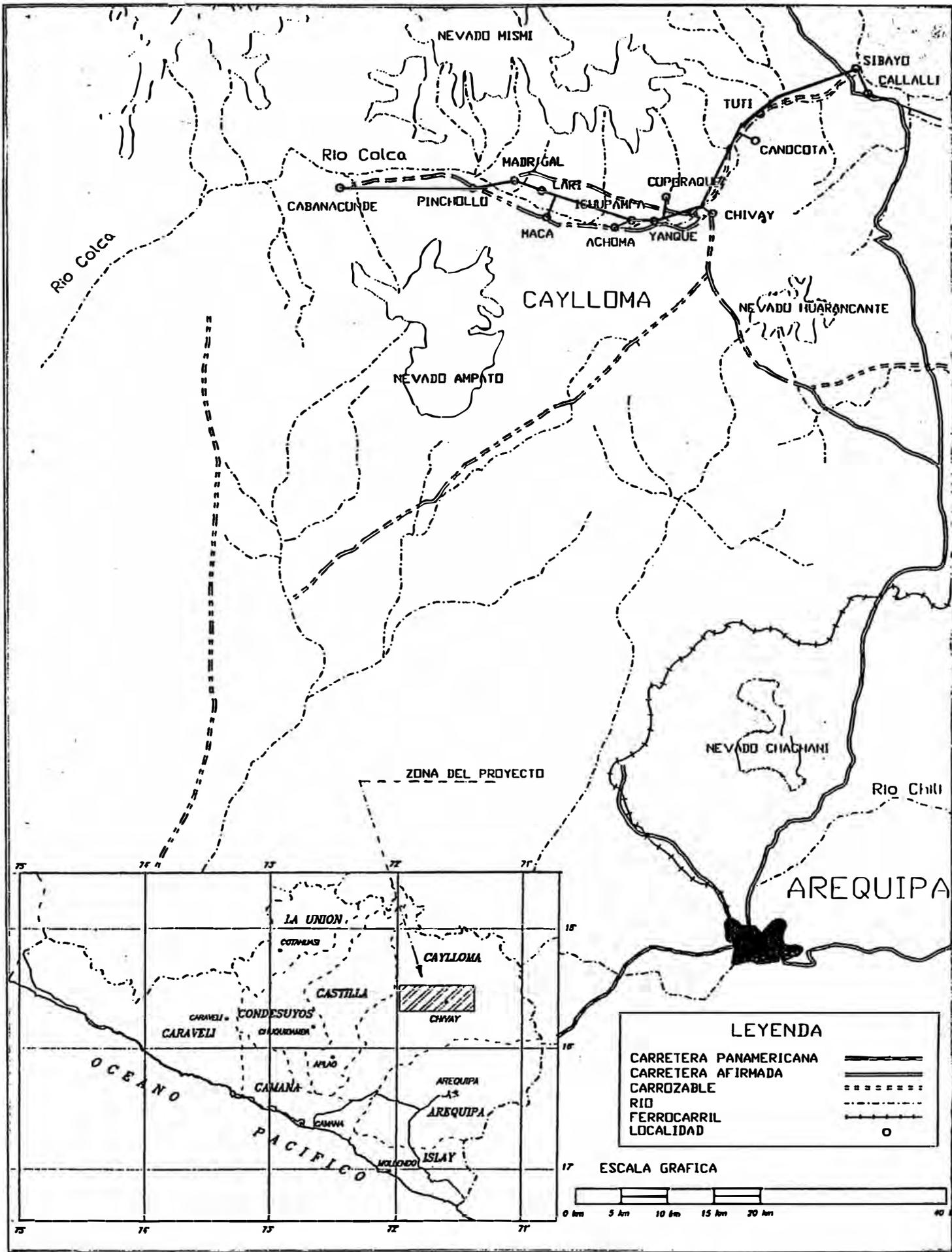
UNIDAD : Cjto. RENDIMIENTO/DIARIO: 3 Cjto.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	147.96
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	147.96	7.40	7.40
P.U. : S/. por Cjto.						51.79

## PARTIDA : Instalación de Acometida Trifásica.

UNIDAD : Cjto. RENDIMIENTO/DIARIO: 3 Cjto.

ITEM	RECURSO	UNID.	CANT.	P.UNIT.	SUBTOTAL	TOTAL
MANO DE OBRA						
01	Capataz	J	0.10	62.32	6.23	
02	Oficial	J	1.00	50.87	50.87	
03	Peón	J	2.00	45.43	90.86	147.96
EQUIPOS						
01	Herramientas (M.O.)	%	5.00	147.96	7.40	7.40
P.U. : S/. por Cjto.						51.79



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

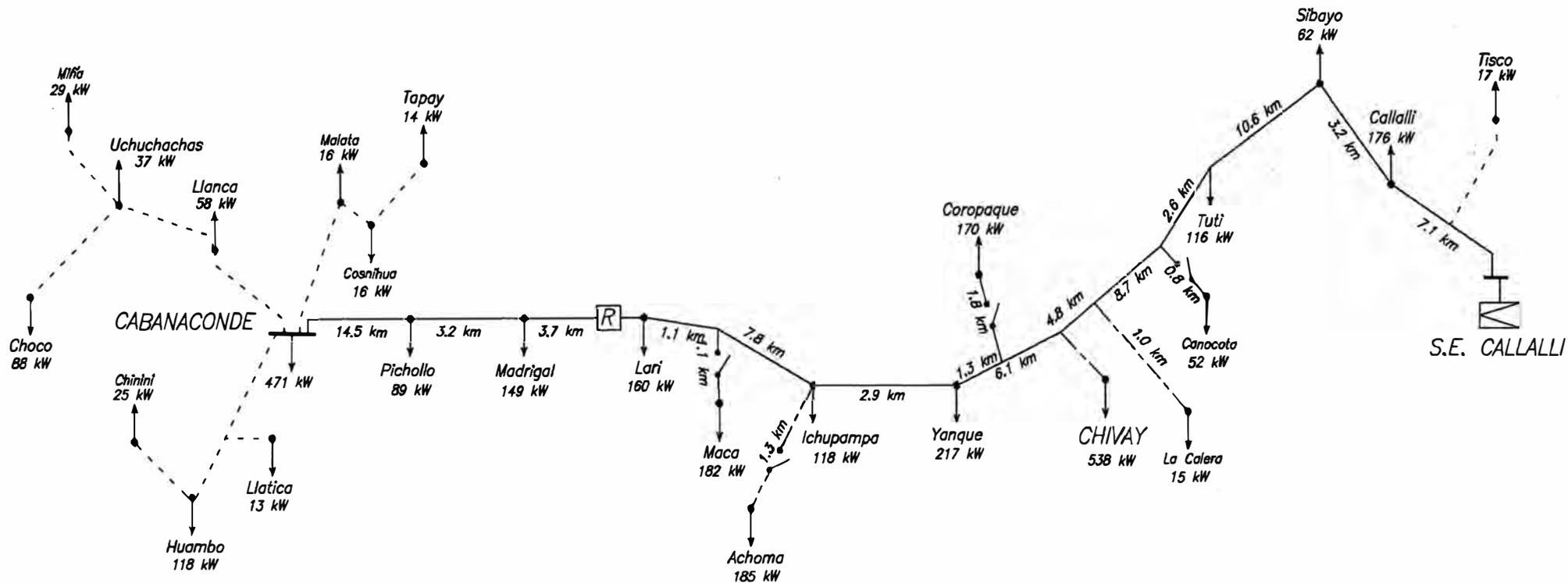
PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA: INDICADA  
FECHA: DIC 97

PLANO DE UBICACION

DIS. : W. SERRANO V.      APR. : C. HUAYLLASCO M.  
REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

ARCHIVO :  
LAMINA: 01



### LEYENDA

SIMB.	DESCRIPCION
—	LINEA 22.9 kV PROYECTADA CONDUCTOR 95 mm <sup>2</sup> Aa
- - -	LINEA 22.9 kV PROYECTADA CONDUCTOR 35 mm <sup>2</sup> Aa
· · · · ·	LINEA 22.9 kV A FUTURO
[R]	RECLOSER
— / —	SECCIONAMIENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

ESQUEMA UNIFILAR  
DEL P.S.E. COLCA

PLANEAMIENTO ELECTRICO Y ESTUDIO DEFINITIVO

DEL P.S.E. VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

DIS. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAYLLASCO M.

REV. : W. SERRANO V.

DIB. : P. S. S.

ESCALA:

S/E

FECHA:

DIC 97

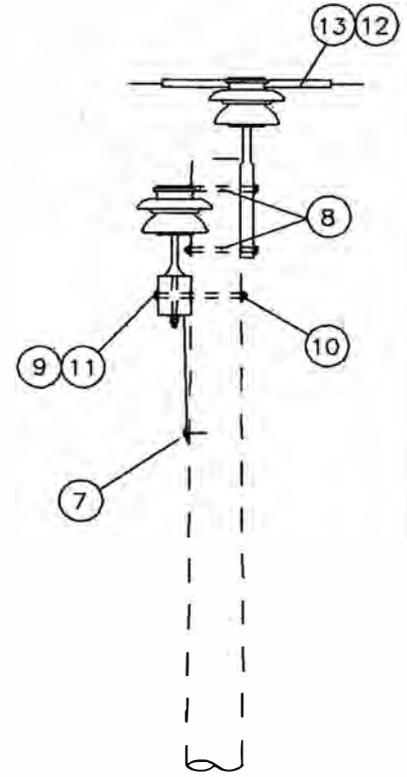
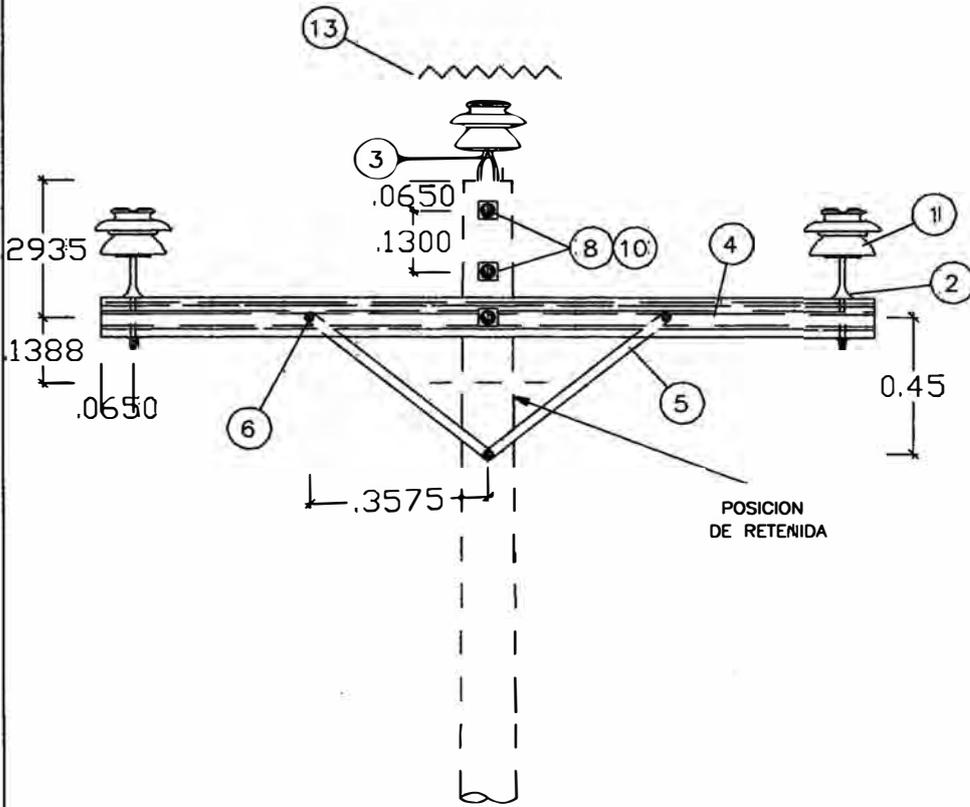
ARCHIVO :

LAMINA N°

02

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



VANO	LONG. (m)
VIENTO	250
PESO	300
LATERAL	280

- NOTA 1.- EL ARMADO S1' UTILIZAN AISLADORES PIN ANSI 56-4.  
 NOTA 2.- LOS ARMADOS S Y S', DE LA RED PRIMARIA, SON SIMILARES A LOS ARMADOS S1 Y S1' RESPECTIVAMENTE, PERO UTILIZAN CRUCETA DE 1.50m.  
 NOTA 3.- PARA EL ARMADO S-M', SE EQUIPARA SOLO EL AISLADOR DE PUNTA DE POSTE CON SUS ACCESORIOS  
 NOTA 4.- PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35mm<sup>2</sup>, SE EMPLEARAN VARILLAS DE ARMAR APROPIADAS Y ALAMBRE DE AMARRE DE 16mm<sup>2</sup>.  
 NOTA 5.- LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

A R M A D O		S1	A R M A D O		S1
07	TIRAFON DE AoGo #13 x 76 mm	01			
06	PERNO COCHE #13 x 152mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	02	13	ALAMBRE DE AMARRE Ao 25 mm <sup>2</sup> (m) (VER NOTA 4)	05
05	BRAZO SOPORTE DE AoGo 38 x 38 x 5 x 710mm	02	12	VARILLA DE ARMAR SIMPLE PARA Ao 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 4)	03
04	CRUCETA DE MADERA TRATADA 102mmx127mmx2.40m (VER NOTA 2)	01	11	ARANDELA CUADRADA. PLANA 57 x 57 x 5mm - Ø 17mm	01
03	ESPIGA PUNTA DE POSTE P/AISLADOR PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	01	10	ARANDELA CUADRADA. CURVADA 57 x 57 x 5mm - Ø17mm	03
02	ESPIGA RECTA DE CRUCETA P/AISLADOR PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	02	09	PERNO MAQUINADO #16 x 356mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	01
01	AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	03	08	PERNO MAQUINADO #16 x 305mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	02
N°	DESCRIPCION	CNT. N°		DESCRIPCION	CNT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
 PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
 S/B

FECHA:  
 DIC 97

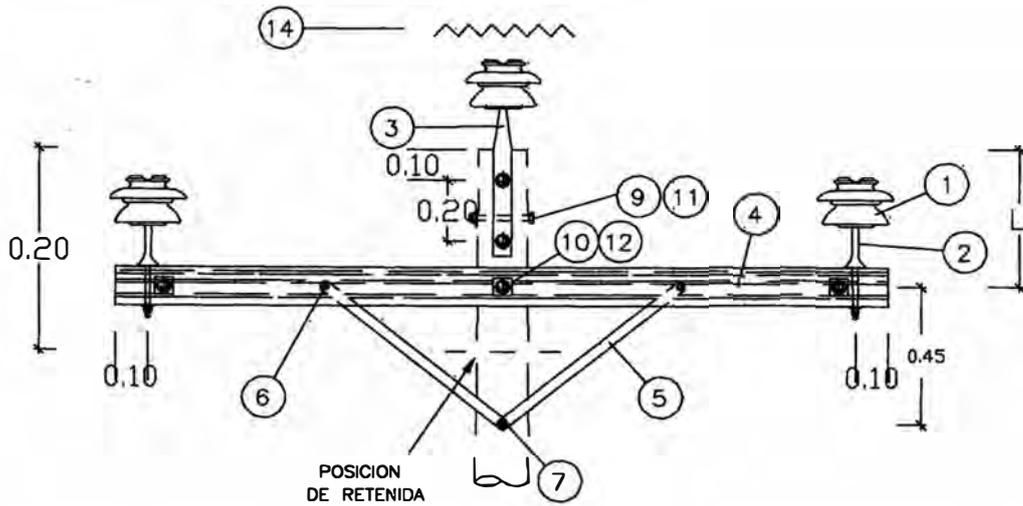
ARMADO DE ALINEAMIENTO

DIS. : W. SERRANO V.      APR. : C. HUAYLLASCO M.  
 REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

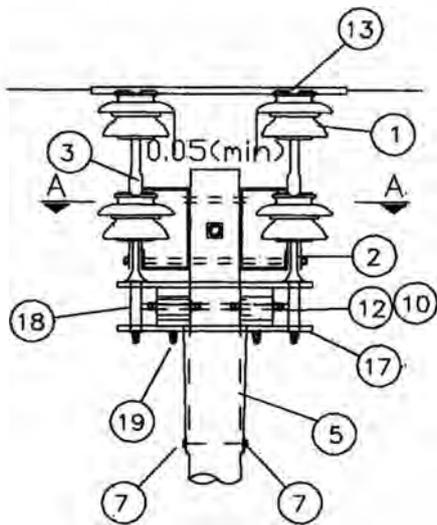
ARCHIVO :

LAMINA:  
 03

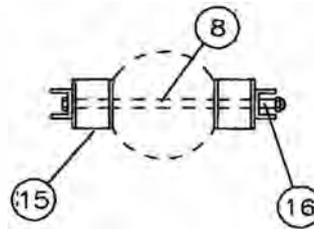
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



CORTE A-A



VANO VIENTO(m)	0-250	250-350
L	0.45	1.00
N° RETENIDAS	1	2
ANGULO	7-30°	0°

NOTA 1.- EL ARMADO AA1' UTILIZA AISLADORES PIN ANSI 56-4.

NOTA 2.- LOS ARMADOS A1 Y A1', DE LA RED PRIMARIA, SON SIMILARES A LOS ARMADOS AA1 Y AA1' RESPECTIVAMENTE, PERO UTILIZAN CRUCETA DE 1.50m.

NOTA 3.- PARA EL ARMADO AA1-M', SE EQUIPARA SOLO LOS AISLADORES DE PUNTA DE POSTE CON SUS ACCESORIOS

NOTA 4.- PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION, SE EMPLEARAN VARILLAS DE ARMAR APROPIADAS Y ALAMBRE DE AMARRE Aa 16 mm<sup>2</sup>.

NOTA 5.- LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

A R M A D O		AA1	A R M A D O		AA1
10	PERNO DOBLE ARMADO #16 x 508mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	03	19	PERNO MAQUINADO #19 x 178mm C/ TUERCA Y CONTRATUERCA	04
9	PERNO MAQUINADO #16 x 305mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	01	18	BOCINA DE FoGo #20mm x 127 mm	04
8	PERNO MAQUINADO #16 x 508mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	02	17	PLETINA SEPARADORA DE FoGo 480 x 100 x 5 mm	04
7	TIRAFON DE AoGo #13 x 76 mm	02	16	TUBO ESPACIADOR DE FoGo #17mm x 30mm	02
6	PERNO COCHE #13 x 152mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	04	15	SEPARADOR DE PUNTA DE POSTES P/AISLADOR PIN	02
5	BRAZO SOPORTE AoGo 38 x 38 x 5 x 710mm	04	14	ALAMBRE DE AMARRE Aa 25mm <sup>2</sup> (m) (VER NOTA 4)	09
4	CRUCETA DE MADERA TRATADA 102mmx127mmx2.40m (VER NOTA 2)	02	13	VARILLA DE ARMAR DOBLE PARA Aa 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 4)	03
3	ESPIGA PUNTA DE POSTE PARA AISLADOR PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	02	12	ARANDELA CUADRADA PLANA 57 x 57 x 5mm - #17mm	10
2	ESPIGA RECTA DE CRUCETA PARA AISLADOR PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	04	11	ARANDELA CUADRADA CURVADA 57 x 57 x 5mm - #17mm	02
1	AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	06			
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

ARMADO DE ANGULO  
(7° - 30°)

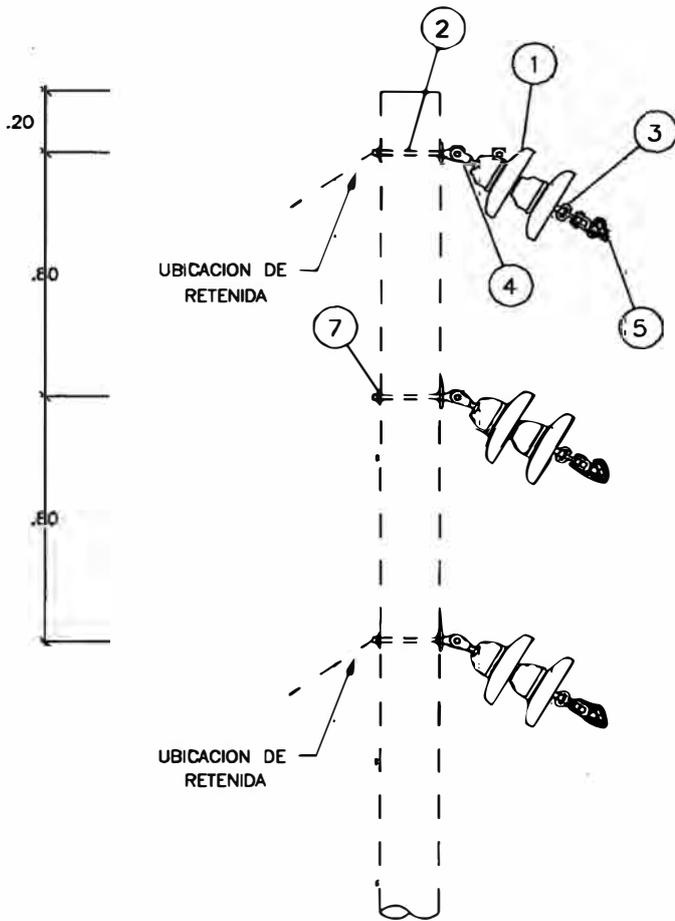
PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

DIS. : W. SERRANO V.      APR. : C. HUAYLLASCO M.  
REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

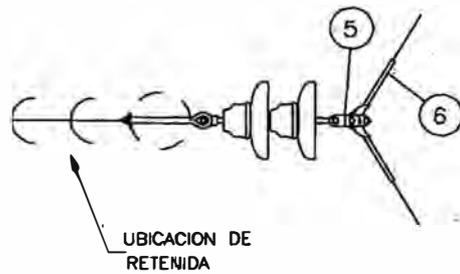
ESCALA: S/E      FECHA: DIC 97

ARCHIVO:      LAMINA: 04

VISTA FRONTAL



VISTA DE PLANTA



NOTA 1 : PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION, SE EMPLEARAN VARILLAS DE ARMAR Y GRAPAS DE ANGULO APROPIADAS.

NOTA 2 : LAS DIMENCIONES SE EXPRESAN EN METROS.

N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.
04	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA	03			
03	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO	03	07	ARANDELA CUADRADA CURVADA 57 x 57 x 5mm - Ø17mm	06
02	PERNO OJO Ø16 x 305mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	03	06	VARILLA DE ARMAR SIMPLE P/CONDUCTOR A <sub>0</sub> 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	03
01	AISLADOR TIPO SUSPENSION ANSI 52-3	06	05	GRAPA DE ANGULO P/COND. DE A <sub>0</sub> 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	03

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
DIC 97

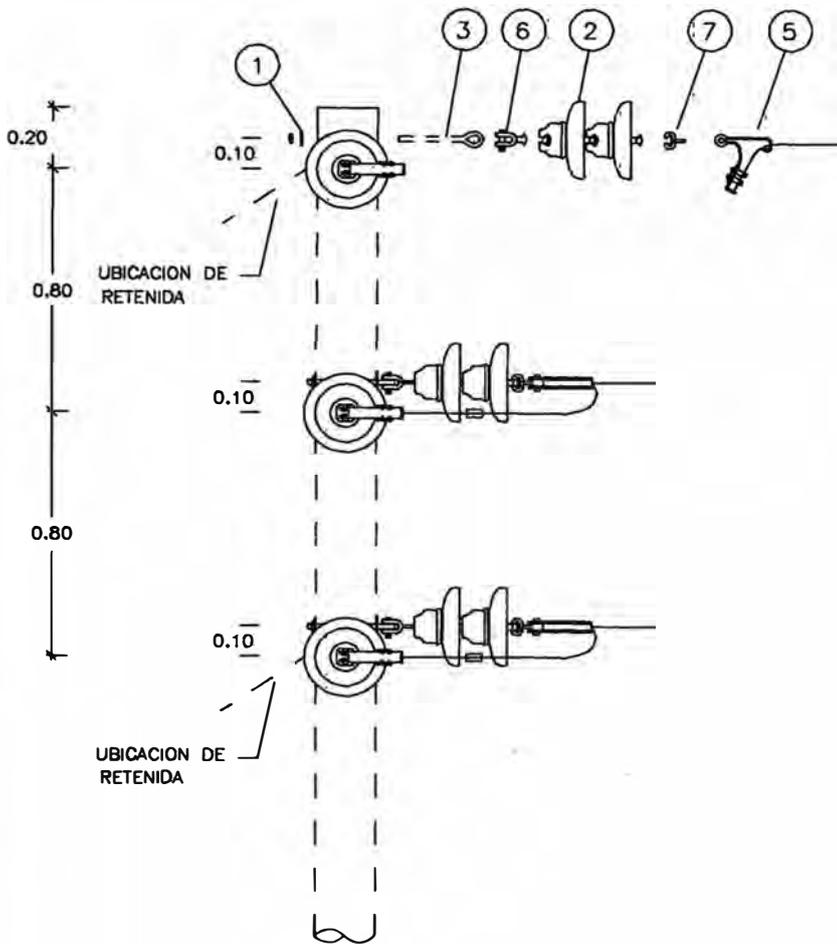
ARMADO DE ANGULO  
(30° - 60°)

DIS. : W. SERRANO V.      APR. : C. HUAYLLASCO M.  
REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

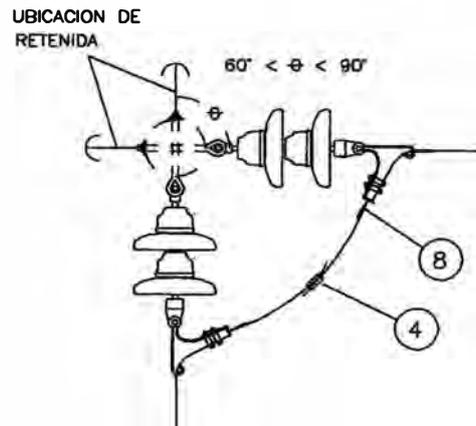
ARCHIVO :

LAMINA:  
05

VISTA FRONTAL



VISTA DE PLANTA



NOTA 1 : PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION,  
SE EMPLEARAN GRAPAS DE ANCLAJE Y CONECTORES DOBLE VIA ADECUADOS.

NOTA 2 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

04	CONECTOR DOBLE VIA, 2 PERNOS P/COND. Aa 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	03	08	CINTA PLANA DE ALUMINIO PARA ARMAR (m)	10
03	PERNO OJO #16 x 305mm C/TUERCA Y CONTRATUERCA	06	07	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO	06
02	AISLADOR TIPO SUSPENSION ANSI 52-3	12	06	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA	06
01	ARANDELA CUADRADA CURVADA 57 x 57 x 5mm-Ø17mm	12	05	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA P/COND. Aa 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	06
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
S/B

FECHA:  
DIC 97

ARMADO DE ANGULO  
(60° - 90°)

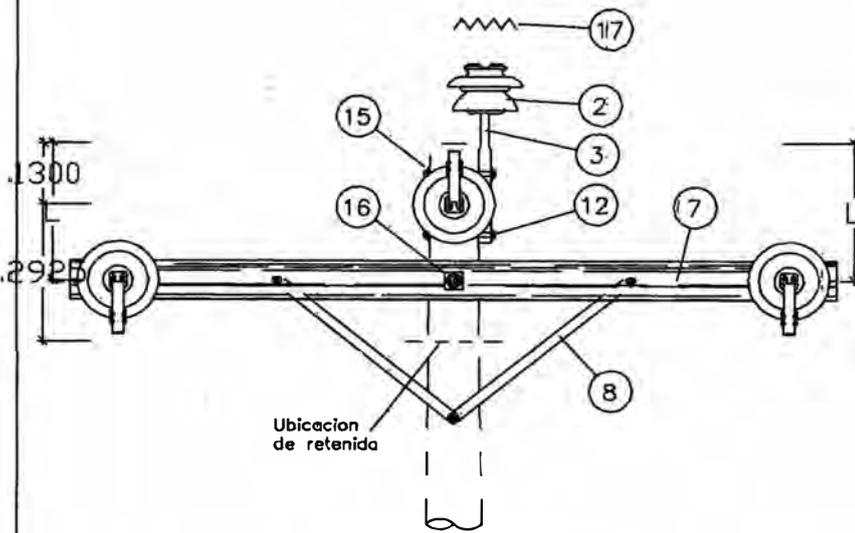
DIS. : W. SERRANO V.  
REV. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAYLLASCO M.  
DIB. : P. S. S.

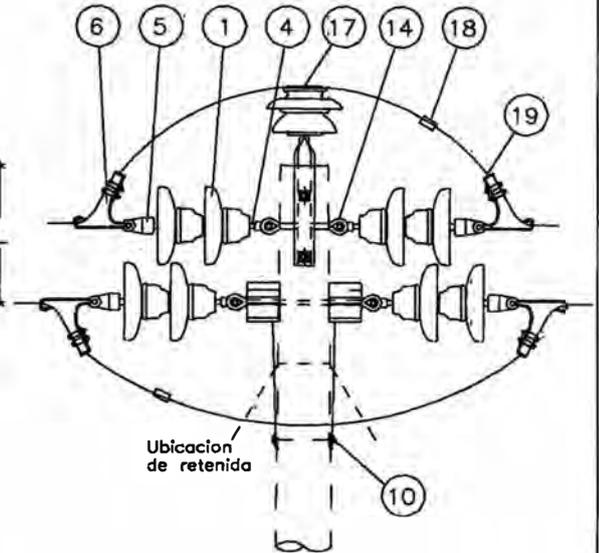
ARCHIVO :

LAMINA:  
06

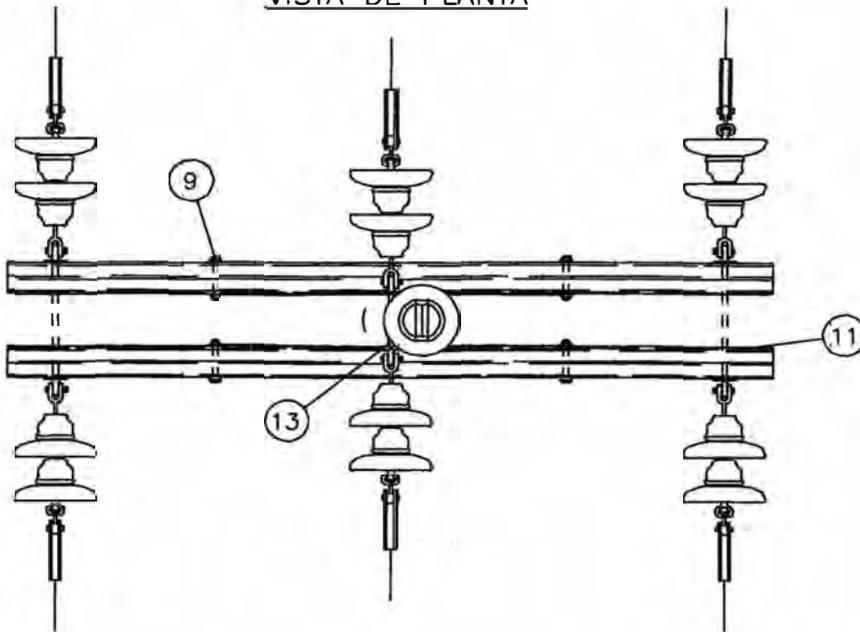
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA DE PLANTA



VAÑO VIENTO	0-250	350-500
L	0.45	1.20
N° RETENIDAS	2	4
ANGULO	0°-5°	0°

NOTA 1 : EL ARMADO R', UTILIZA AISLADOR PIN ANSI 56-4.

NOTA 2 : PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION, SE EMPLEARA GRAPAS DE ANCLAJE Y CONECTORES DOBLE VIA ADECUADOS.

NOTA 3 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

ARMADO		R	ARMADO		R
10	TIRAFON DE AoGo #13 x 76 mm	02	19	CINTA PLANA DE ALUMINIO PARA ARMAR (m)	20
09	PERNO COCHE #13 x 152mm C/ TUERCA Y CONTRATUERCA	04	18	CONECTOR DOBLE VIA P/ COND. Ao 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 2)	03
08	BRAZO SOPORTE DE PERFIL ANGULAR DE AoGo 38x38x7x710 mm	04	17	ALAMBRE DE AMARRE Ao 25 mm <sup>2</sup> (m) (VER NOTA 2)	01
07	CRUCETA DE MADERA 102mmx127mmx2.40m.	02	16	ARANDELA CUADRADA PLANA 56x56x5mm-#17mm.	10
06	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA P/ COND. Ao 95 mm <sup>2</sup>	06	15	ARANDELA CUADRADA CURVADA 57x57x5mm-#17mm.	02
05	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO	06	14	TUERCA OJO PARA PERNO DE #16mm.	05
04	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA	01	13	PERNO OJO #16x305mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA	01
03	ESPIGA PUNTA DE POSTE, PARA AISLADOR PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	01	12	PERNO MAQUINADO #18x305mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	02
02	AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2 (VER NOTA 1)	12	11	PERNO DOBLE ARMADO #16x508mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	03
01	AISLADOR TIPO SUSPENSION ANSI 52-3				
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL

PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
DIC 97

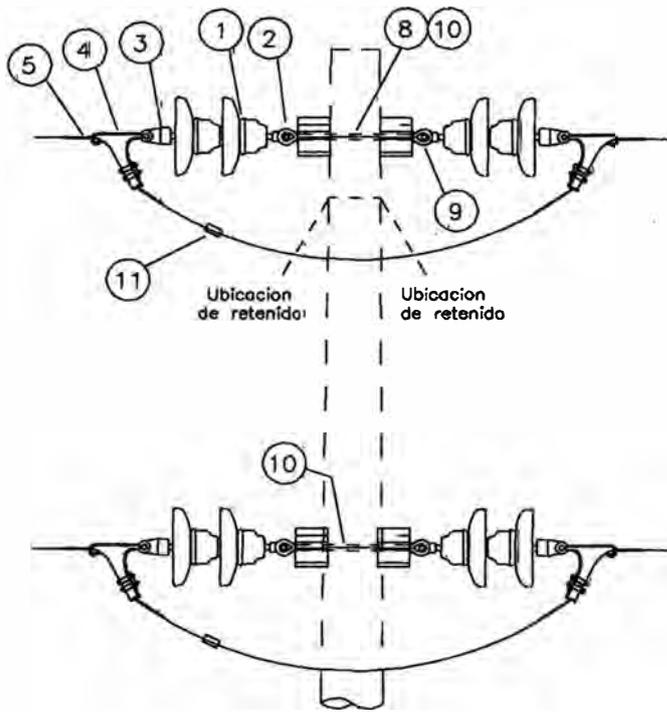
ARMADO DE ANCLAJE

DIS. : W. SERRANO V. | APR. : C. HUAYLLASCO W.  
REV. : W. SERRANO V. | DIB. : P. S. S.

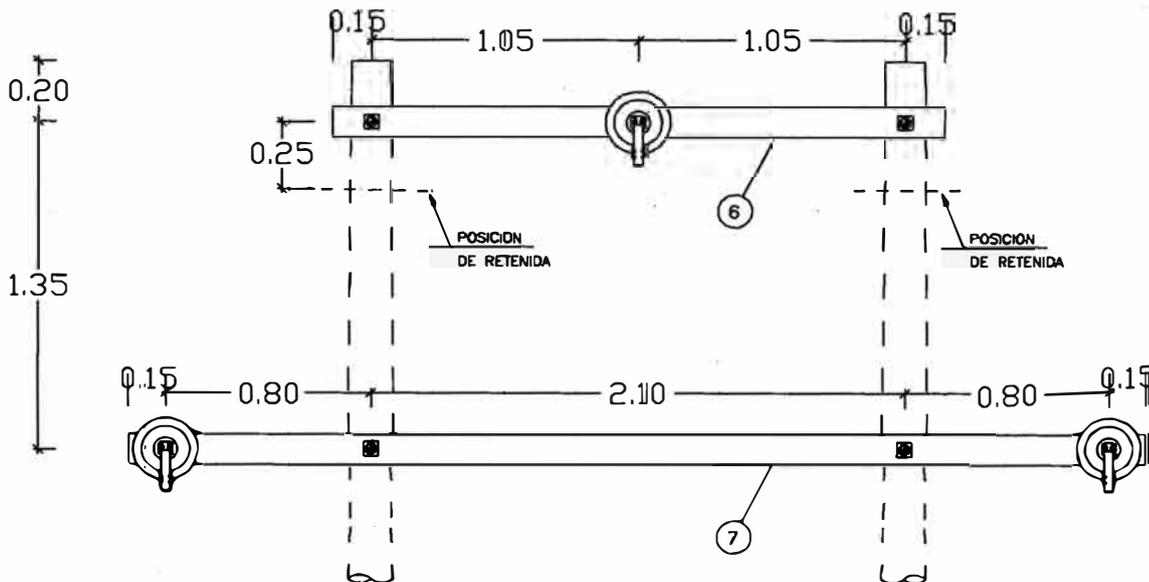
ARCHIVO :

LAMINA:  
07

VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL



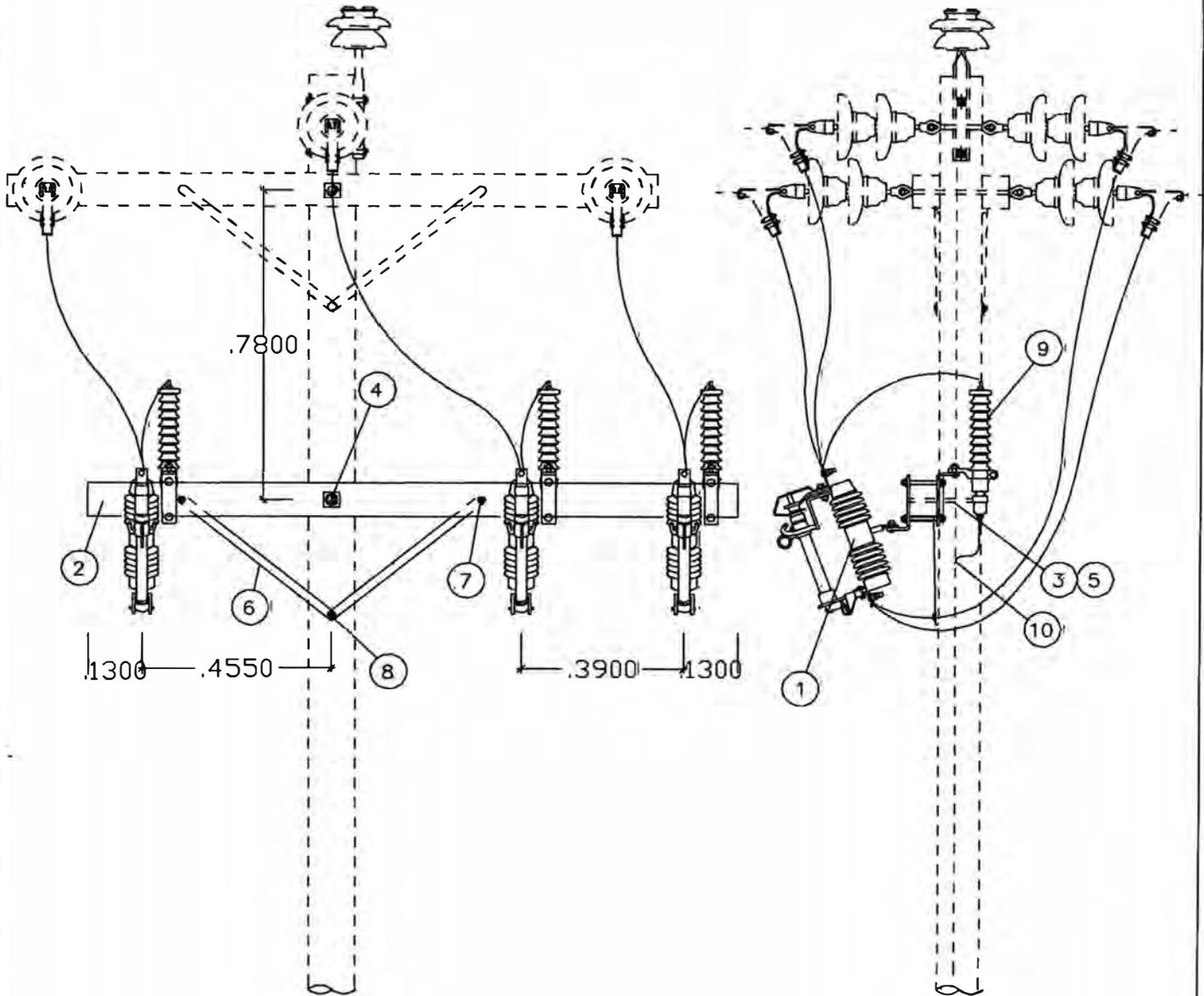
- NOTA 1 : PARA EL CASO DE LAS DERIVACIONES CON CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup> DE SECCION, SE EMPLEARAN GRAPAS DE ANCLAJE Y CONDUCTORES DOBLE VIA ADECUADOS.  
 NOTA 2 : EL VANO MAXIMO DE UTILIZACION DEL ARMADO SERA 700m.  
 NOTA 3 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

06	CRUCETA DE MADERA 102mmx127mmx2.40m.	02		
05	CINTA PLANA DE ARMAR (m)	20	11	CONECTOR DOBLE VIA P/COND. Aa 95mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)
04	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA P/COND. Aa 95 mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	06	10	ARANDELA PLANA CUADRADA 57x57x5mm-#17mm.
03	ADAPTADOR CASQUILLO - OJO	06	09	TUERCAS OJO PARA PERNO DE #16mm.
02	ADAPTADOR HORQUILLA - BOLA	06	08	PERNO DOBLE ARMADO #16x508mm. CON TUERCAS Y CONTRAT.
01	AISLADOR DE SUSPENSION ANSI 52-3	12	07	CRUCETA DE MADERA 102mmx127mmx4.00m.
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA	PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL		ESCALA: S/E	FECHA: DIC 97
	PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA			
ARMADO DE ANCLAJE ESPECIAL	DIS. : W. SERRANO V.	APR. : C. HUAYLLASCO M.	ARCHIVO :	LAMINA: 08
	REV. : W. SERRANO V.	DIB. : P. S. S.		

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



NOTA 1 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

05	ARANDELA CUADRADA CURVA 57x57x5mm-#17mm.	01	10	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO	03
04	ARANDELA CUADRADA PLANA 57x57x5mm-#17mm.	01	09	PARARRAYOS 21kV, 10 kA, GLASE DISTRIBUCION	03
03	PERNO MAQUINADO #16x305mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	01	08	TIRAFON DE AoGo #13x76mm	01
02	CRUCETA DE MADERA 100mmx125mmx2.40m.	01	07	PERNO COCHE #13x152mm. CON TUERCA Y CONTRATUERCA	02
01	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 36kV, 150kV-BIL, 100A	03	06	BRAZO SOPORTE DE AoGo 38x38x5x710mm	02
N°	DESCRIPCION	CNT.	N°	DESCRIPCION	CNT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
S/E

FECHA: HA:  
DIC 87

ARMADO DE SECCIONAMIENTO  
CON CUT-OUT

DIS. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAYLLASCO M.

ARCHIVO :

LAMINA:

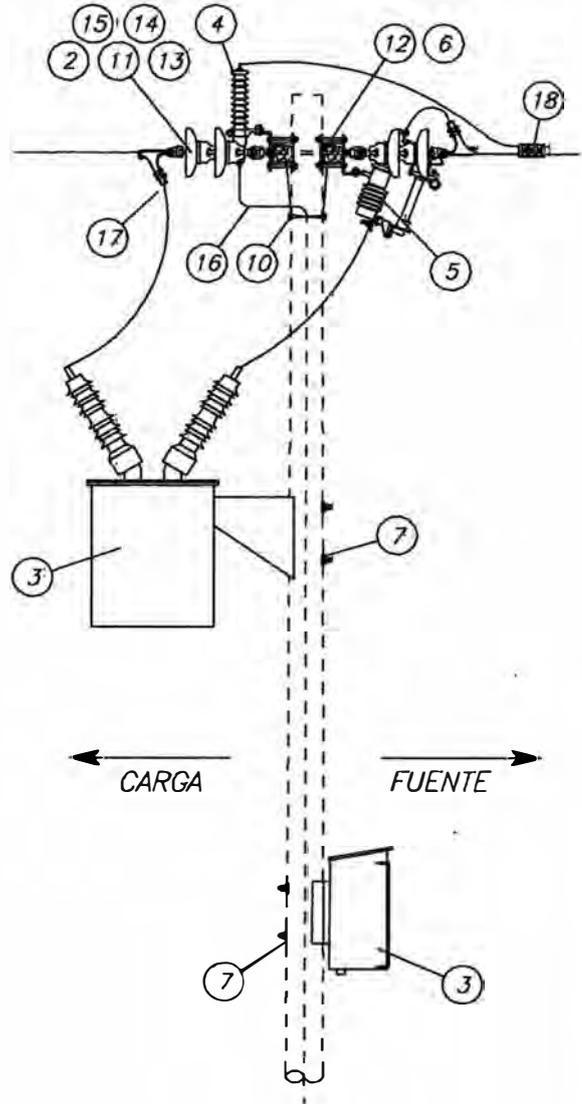
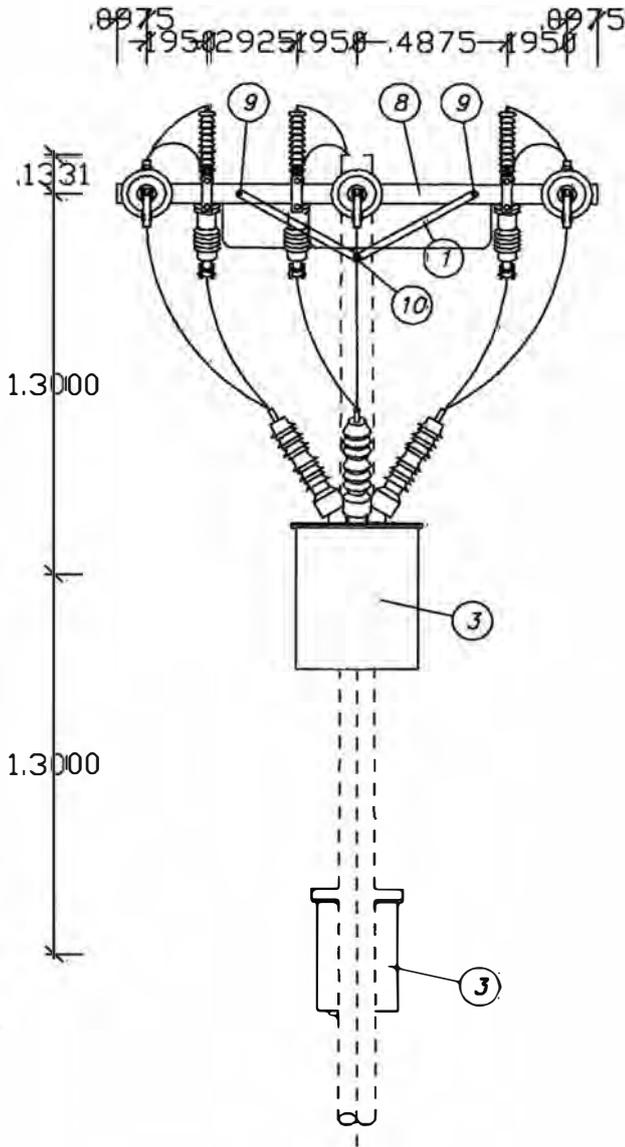
REV. : W. SERRANO V.

DIB. : P. S. S.

09

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



NOTA 1 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

9	PERNO COGHE #13x152mm.. C/ TUERCA Y CONTRATUERCA	04	18	CONECTOR DOBLE VIA PARA CONDUCTOR DE Aa 95 mm2	03
8	CRUCETA DE MADERA TRATADA 102mmx127mmx2.40m.	02	17	CINTA PLANA DE Aa PARA ARMAR (m)	06
7	ARANDELA CUADRADA CURVADA 57x57x5mm-#17mm.	04	16	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO	03
6	ARANDELA CUADRADA PLANA 57x57x5mm-#17mm.	12	15	ADAPTADOR TIPO CASQUILLO - OJO	06
5	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 36kV - 150 kV-BIL - 100 A.	03	14	ADAPTADOR TIPO HORQUILLA - BOLA	06
4	PARARRAYOS 21 kV, 10 kA, CLASE DISTRIBUCION	03	13	TUERCA OJO PARA PERNO #16mm.	06
3	RECONECTOR AUTOMATICO (RECLOSER) 3# Y CAJA DE CONTROL	01	12	PERNO DOBLE ARMADO #16x508mm. C/TUERCAS Y CONTRATUERCAS	03
2	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA P/COND. Aa 95mm2	06	11	AISLADR TIPO SUSPENSIION CLASE ANSI 52-3	12
1	BRAZO SOPORTE DE AaGo 38 x 38 x 5 x 710mm	04	10	TIRAFON #1.3x76mm.	02
N°	DESCRIPCION	CNT	N°	DESCRIPCION	CNT

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL  
PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
DIC 97

ARMADO DE SECCIONAMIENTO  
CON RECLOSER

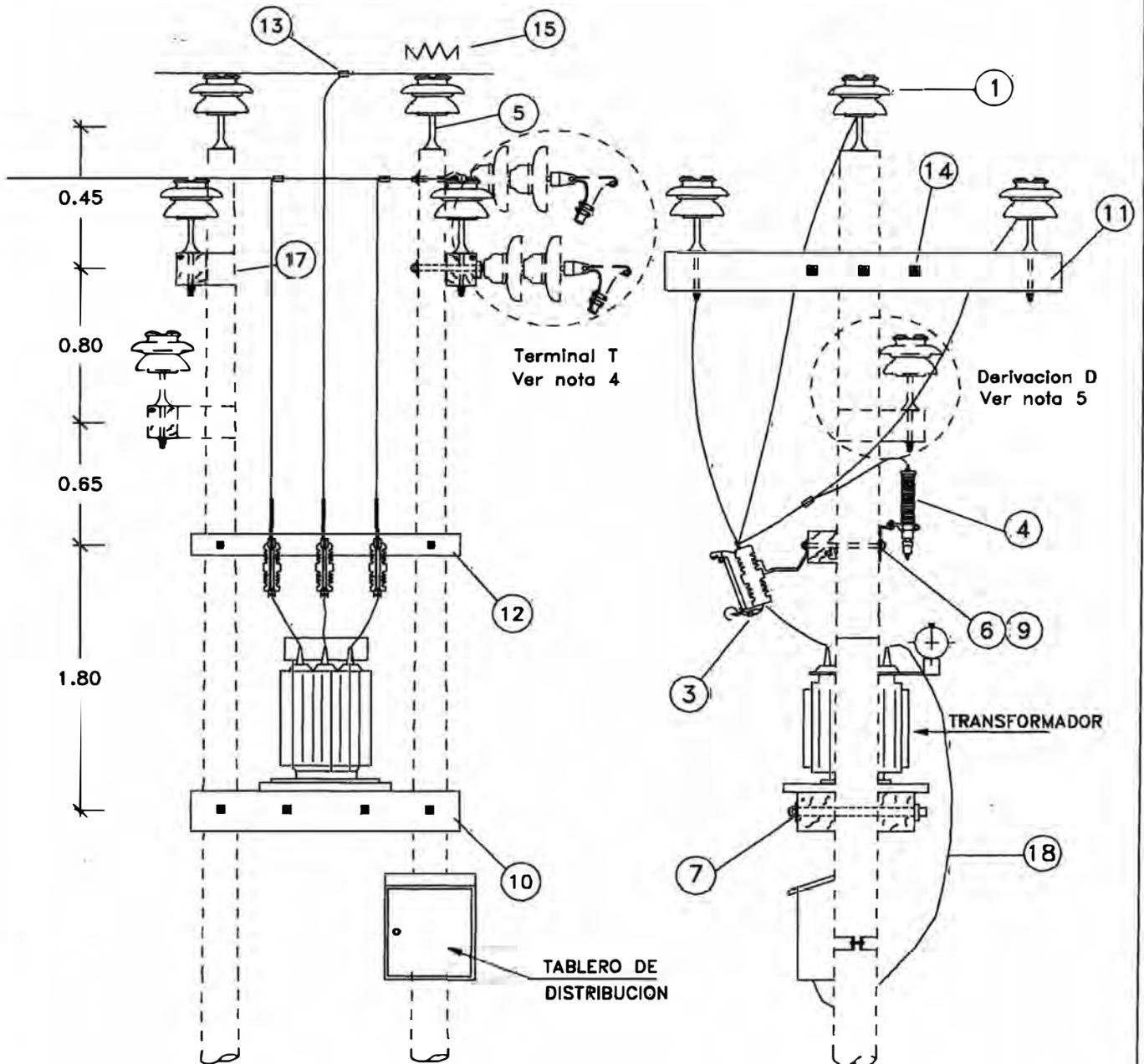
DIS. : W. SERRANO V.      APR. : G. HUAYLLASCO M.  
REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

ARCHIVO :

LAMINA:  
10

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



- NOTA 1 : EL ARMADO SAM' ES SIMILAR AL SAM PERO UTILIZA AISLADOR PIN ANSI 56-4 SE UTILIZA EN LAS LOCALIDADES COMPRENDIDAS ENTRE CALLALI Y CHIVAY
- NOTA 2 : PARA EL CASO DE LAS LOCALIDADES UBICADAS EN LA TRONCAL DE LA LINEA EL CONDUCTOR SERA Ao 95 mm<sup>2</sup> Y EL ALAMBRE DE ATAR SERA DE 25 mm<sup>2</sup>
- NOTA 3 : LA ESTRUCTURA SE UTILIZARA PARA TRANSFORMADORES MAYORES A 75 KVA.
- NOTA 4 : EN LAS ESTRUCTURAS TERMINALES PARA SECCIONES DE 35 mm<sup>2</sup> SE UBICARA LAS CRUCETAS EN OPPOSICION A LA LINEA. PARA SECCION DE 95 mm<sup>2</sup> SE EMPLEARAN LAS CADENAS DEL ARMADO T.
- NOTA 5 : SE UTILIZARA SOLO ENI DERIVACIONES.
- NOTA 6 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

10	ARANDELA PLANA 56x56x5mm-Ø17mm.	14		
09	ARANDELA CURVA 56x56x5mm-Ø17mm.	04	18	CABLE NYY 35 mm <sup>2</sup> (m)
07	PERNO DOBLE ARMADO Ø16x500mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	04	17	ABRAZADERA "U" Ø 125 mm x 100 mm x 3/16"
06	PERNO MAQUINADO Ø16x350mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	02	15	ALAMBRE DE AMARRE 16 mm <sup>2</sup> (m)
05	ESPIGA PARA AISLADOR TIPO PIN 56-2	06	14	PERNO COCHE Ø13x152mm.
04	PARRARAYOS 21 kV 10 kA TIPO DISTRIBUCION	03	13	CONECTOR DE Al 35 mm <sup>2</sup> Ao 2 PERNOS
03	SECCIONADOR FUSIBLE CUT OUT 27 kV. BIL 150 kV. 100 A	03	12	CRUCETA DE MADERA 100mmx125mmx2,40m.
01	AISLADOR TIPO PIN ANSI 56-2	06	11	CRUCETA DE MADERA 100mmx100mmx1,20m.
N°	DESCRIPCION	CANT.	N°	DESCRIPCION

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
DIC 97

PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ARCHIVO :

LAMINA:

ARMADO DE SUBESTACION AEREA  
BIPOSTE

DIS. : W. SERRANO V.

APR. : G. HUAYLLASCO M.

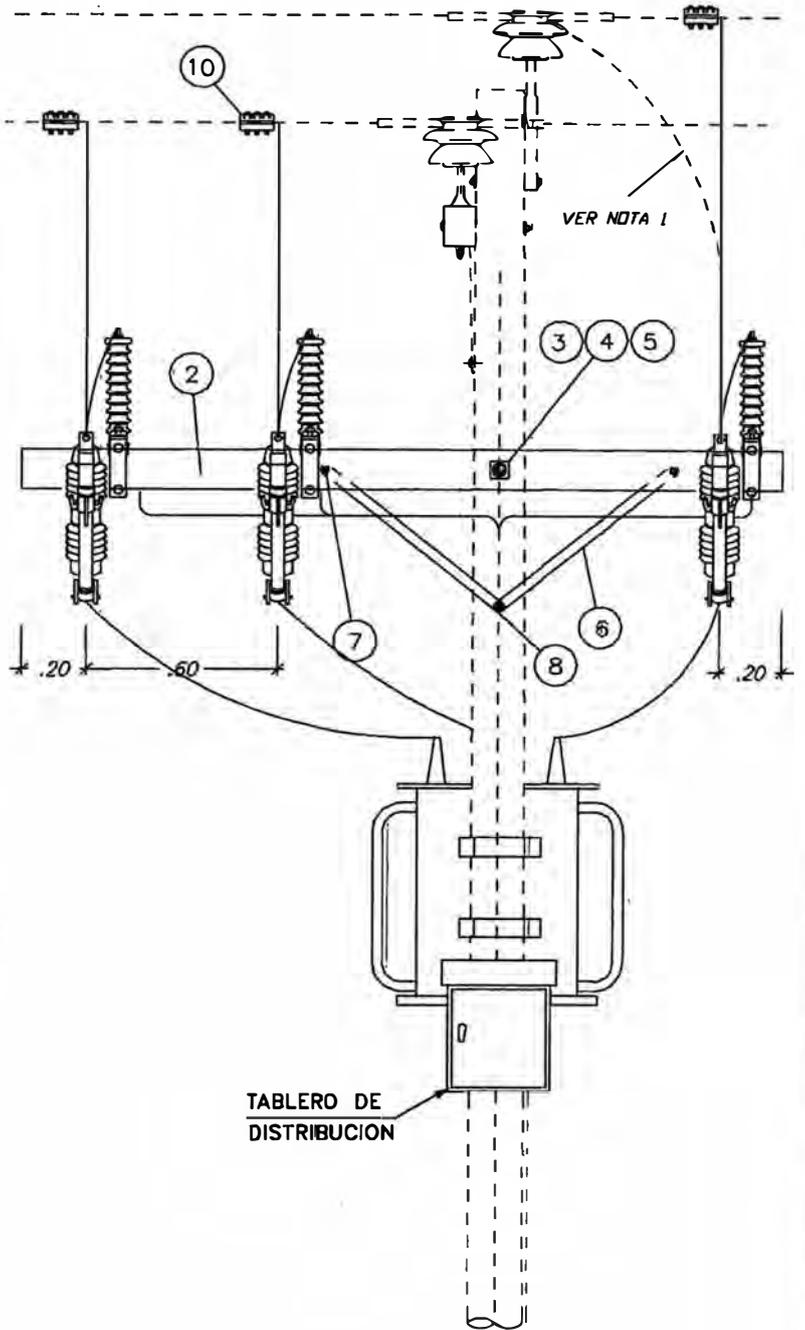
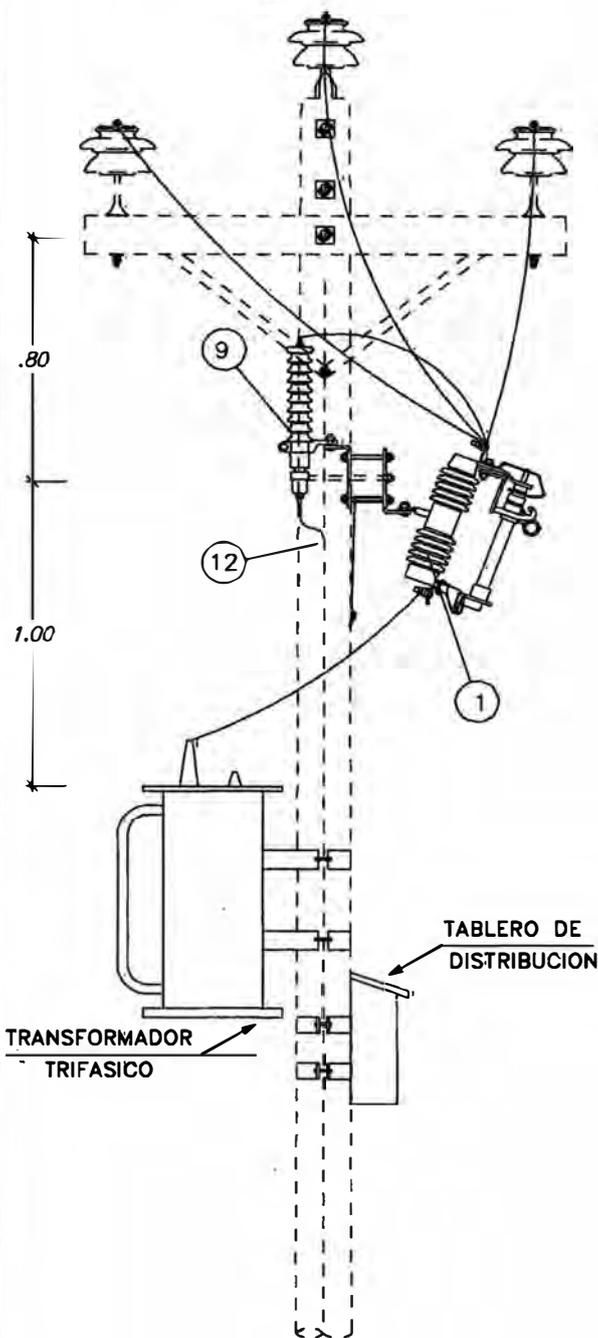
REV. : W. SERRANO V.

DIB. : P. S. S.

11

VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



NOTA 1 : EN EL CASO DE INSTALAR EL ARMADO SAM EN UN ARMADO T O 'T',  
SE UTILIZARA EL PIN DE PUNTA DE POSTE PARA RELAZAR LA CONEXION.  
NOTA 1 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

06	BRAZO SOPORTE DE AoGo 38x38x5x710mm	02'	12	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO	03
05	ARANDELA CUADRADA CURVA 57x57x5mm-#17mm.	01'	11	CABLE NYY 35 mm <sup>2</sup> (m)	09
04	ARANDELA CUADRADA PLANA 57x57x5mm-#17mm.	01'	10	CONECTOR DOBLE VIA P/COND. Ao 95mm <sup>2</sup> (VER NOTA 1)	03
03	PERNO MAQUINADO #16x305mm. C/TUERCA Y CONTRATUERCA	01'	09	PARARRAYOS 21kV, 10 kA, CLASE DISTRIBUCION	03
02	CRUCETA DE MADERA 100mmx125mmx2.40m.	01'	08	TIRAFON DE AoGo #13x76mm	01
01	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT OUT 36kV, 150kV-BIL, 100A	03'	07	PERNO COCHE #13x152mm CON TUERCA Y CONTRATUERCA	02
N°	DESCRIPCION	CNT.	N°	DESCRIPCION	CNT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL

ESCALA:  
S/E

FECHA:  
DIC 87

PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

ARMADO DE SUBESTACION AEREA  
MONOPOSTE

DIS. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAYLLASCO M.

ARCHIVO :

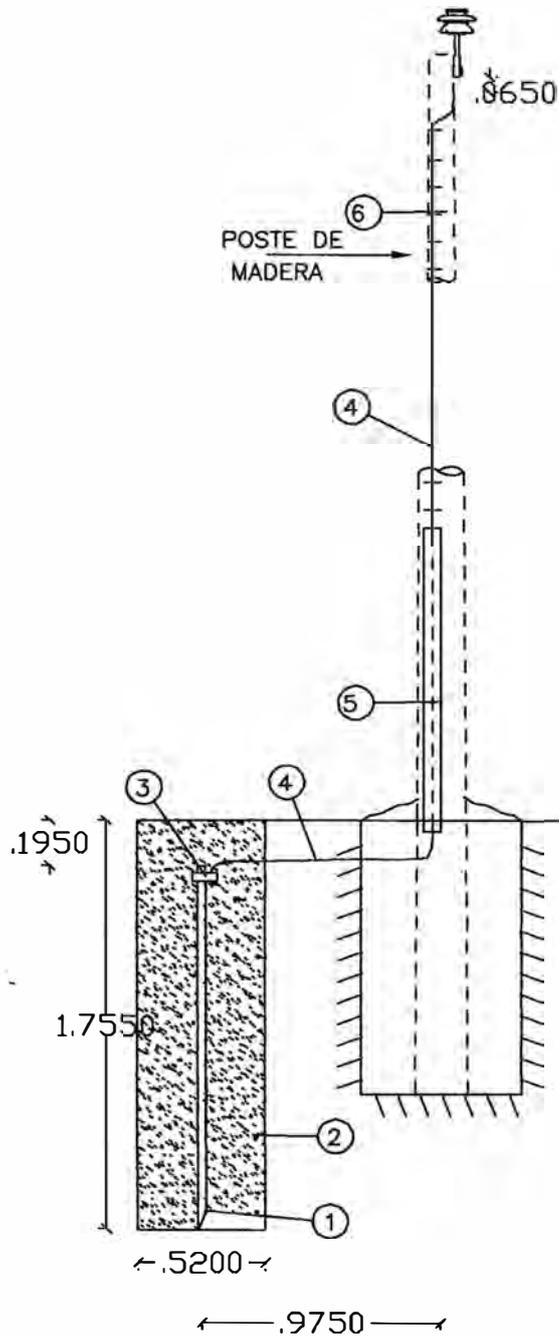
LAMINA:

REV. : W. SERRANO V.

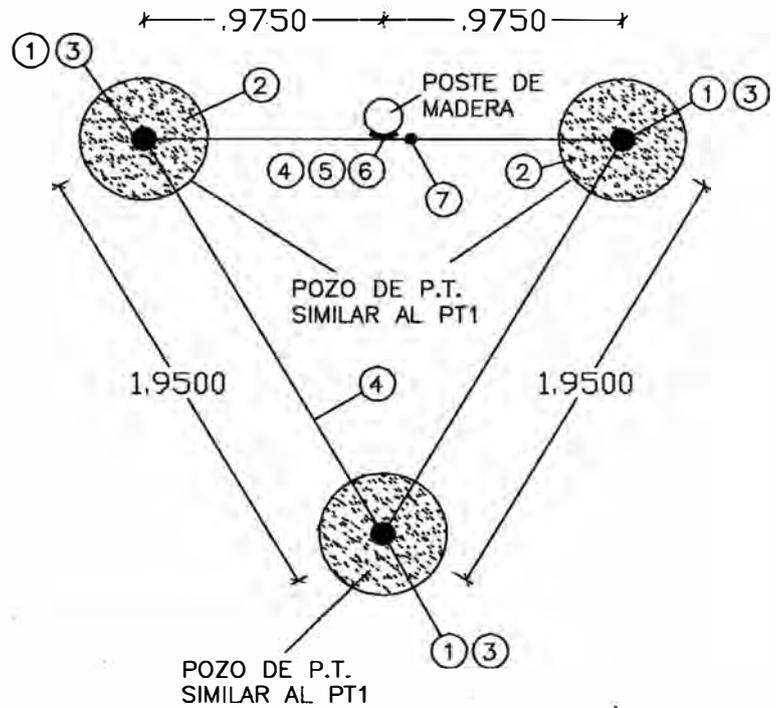
DIB. : P. S. S.

12

TIPO PT1  
VISTA FRONTAL



TIPO PT3  
VISTA DE PLANTA



VALORES MAXIMOS DE RESISTIVIDAD  
DE P.T. (EN OHMIOS)

P.T. EN LINEA 3 $\phi$ o 1 $\phi$	PT1	50
P.T. EN ARMADO DE SECCIONAMIENTO, RECIERRE O SUBESTACION 3 $\phi$	PT1	20
P.T. EN SUBESTACION 1 $\phi$ (MRT)	PT3	20

NOTA 1 : Las dimensiones se expresan en metros.

N°	DESCRIPCION	PT1	PT3	N°	DESCRIPCION	PT1	PT3
4	CONDUCTOR DE Cu DESNUDO 16mm <sup>2</sup>	14	25				
3	CONECTOR VARILLA - CABLE P/ VARILLA #16mm	01	03	7	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO	--	01
2	TIERRA DE CHACRA CERNIDA Y COMPACTADA (M3)	1.4	4.2	6	GRAMPA EN "U" 5 x 40mm P/ MADERA-CABLE	30	30
1	VARILLA DE COPERWELD #16mm x 2.40m.	01	03	5	LISTON DE MADERA 50mm x 6mm x 2.0m.	01	01

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA

PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL

ESCALA:

FECHA:

PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA

S/E

DIC 97

DETALLE DE PUESTA A TIERRA

DIS. : W. SERRANO V.

APR. : C. HUAYLLASCO M.

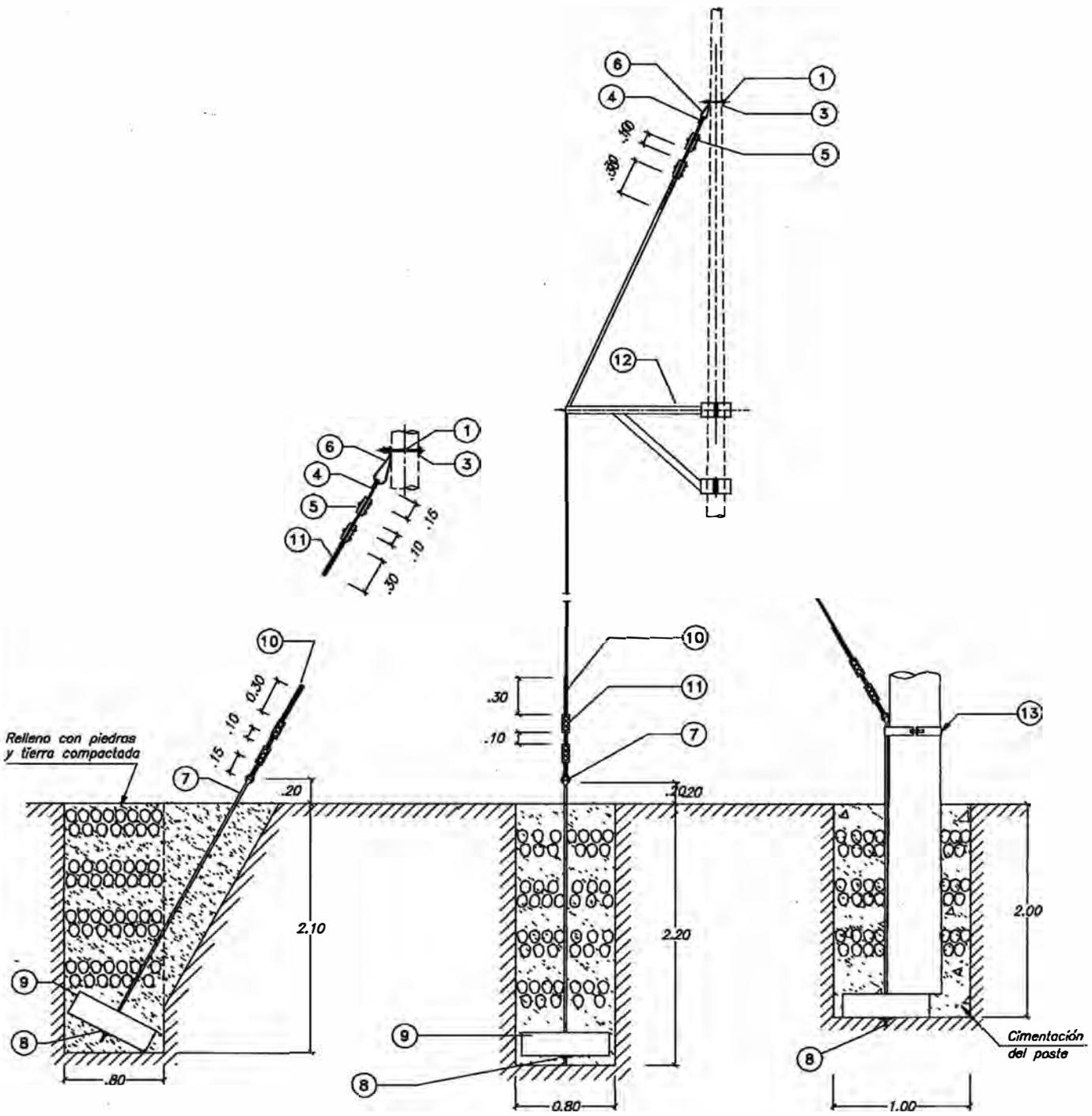
ARCHIVO :

LAMINA-

REV. : W. SERRANO V.

DIB. : P. S. S.

13



**Retenida (R1)** →

**Retenida (RC)** ←

**Retenida (RP)** ←

NOTA 1 : SE EMPLEARAN 2 GRAPAS DE MAS PARALELAS POR RETENIDA EN LOS CASOS QUE SE MANEJE CONDUCTOR DE 35 mm<sup>2</sup>, PARA 95 mm<sup>2</sup> SE USARA 4 GRAPAS.  
 NOTA 2 : LAS DIMENSIONES SE EXPRESAN EN METROS.

07	VARILLA DE ANCLAJE #16mmx2.40m C/OJO GUARDACABO	01	01	01	13	ABRAZADERA DE AoGo, REQUERIDO	-	-	01
08	PLETINA PARA RETENIDA, 1 AGUJERO	01	01	01	12	BRAZO CONTRAPUNTA 1.0 m #75mm. CON ABRAZADERA	-	01	01
05	GRAPA PARALELA DE AoGo HD 150mm, 3 PERNOS	04	04	04	11	ALAMBRE DE FoGo PARA ENTORCHE (m)	02	02	02
04	GUARDACABO	01	01	01	10	CABLE DE AoGo HS #9mm. (m)	15	15	18
03	ARANDELA CUADRADA CURVADA 56x56x5mm-#17mm.	02	02	01	09	BLOQUE DE ANCLAJE 0.50 x 0.50 x 0.20m.	01	01	01
01	PERNO MAQUINADO #16x300mm. CON TUERCA Y CONTRAT.	01	01	01	08	ARANDELA CUADRADA PLANA 100x100x1.3mm-#20mm.	01	01	01
No	DESCRIPCION	R1	RC	RP	No	DESCRIPCION	R1	RC	RP

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA**

**DETALLE DE RETENIDAS**

**PLANEAMIENTO Y ESTUDIO DEFINITIVO DEL**  
**PSE VALLE DEL RIO COLCA - I ETAPA**

DIS. : W. SERRANO V.      APR. : C. HUAYLLASCO M.  
 REV. : W. SERRANO V.      DIB. : P. S. S.

ESCALA:  
S/B

FECHA:  
DIC 97

ARCHIVO :

LAMINA:  
14



## **BIBLIOGRAFIA**

1. **PLAN DE EXPANSION DE LA FRONTERA ELECTRICA DE AREQUIPA**  
Gobierno Regional de Arequipa - Consultora PRICONSA  
Arequipa 1993
2. **CENTRALES HIDROELECTRICAS DE MAJES ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**  
Instituto de Investigaciones Energéticas y Servicios de Ingeniería Eléctrica - ELECTROPERU  
Lima 1978
3. **DISTRIBUTION SYSTEMS**  
Westinghouse Electric Corporation  
USA 1965
4. **CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD - TOMO IV**  
Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas  
Lima 1978
5. **SISTEMAS DE DISTRIBUCION ELECTRICA PARA LOCALIDADES AISLADAS Y RURALES EN LOS QUE PARTICIPE EL SECTOR PUBLICO**  
Dirección Ejecutiva de Proyectos - Ministerio de Energía y Minas  
Lima 1995
6. **NORMAS ELECTRICAS DE DISTRIBUCION**  
Dirección General de Electricidad - Ministerio de Energía y Minas  
Lima 1983