

# **Universidad Nacional de Ingeniería**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



## **Pequeño Sistema Eléctrico No. 2 Diseño de la Línea de Transmisión a 20 KV. Pallasca – Lacabamba – Pampas.**

**T E S I S**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**OSCAR FERNANDO VELARDE VILLAR**

**PROMOCION: 1982 - I**

**LIMA • PERU • 1986**

## INTRODUCCION

	N°	
1.0	GENERALIDADES	2
1.1	Area de Influencia del Estudio	2
	1.1.1 Ubicación	2
	1.1.2 Geografía	2
	1.1.3 Altitud	3
	1.1.4 Características climáticas	3
	1.1.5 Vías de Acceso	3
1.2	Descripción del Proyecto	4
1.3	Localización de las instalaciones	4
	1.3.1 Patio de Llaves 20 kV	4
	1.3.2 Líneas de 20 kV	4
1.4	Nivel de Tensión	4
1.5	Nivel de Aislamiento	5
1.6	Nivel de Cortocircuito	5
1.7	Selección de Ruta	5
1.8	Descripción de las rutas elegidas	6
	1.8.1 Troncal Pallasca-Lacabamba-Pampas	6
	1.8.2 Ramal Pampas-Puyali	7
	1.8.4 Ramal a Chora	8
	1.8.5 Derivación a Pallasca	8
2.0	ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA	9
2.1	Consideraciones Generales	9
	2.1.1 Localidades consideradas	9
	2.1.2 Pronóstico de la Población	10
	2.1.3 Pronóstico de la Máxima Demanda Potencial	11
	2.1.4 Resultados	11
3.0	SELECCION DEL NIVEL DE TENSION	13
3.1	Criterios Técnicos de Selección de Nivel de Tensión de Distribución Primaria	13
	3.1.1 Selección de la Tensión de Distribución Primaria aérea	13
	3.1.2 Por caída de tensión	11
	3.1.3 Incremento de la Potencia de Transmisión	15
	3.1.4 Incremento de la longitud de la línea	15

3.1.5	Incremento de la longitud de la línea para distribución lineal de la carga	16
3.1.6	Incremento de la longitud de la línea para una distribución superior de la carga	16
3.1.7	Mejora de la caída de tensión	17
3.2	Por Capacidad Térmica	17
3.2.1	Disminución del Calibre del Conductor	17
3.2.2	Incremento de la potencia de transmisión	18
3.3	Por la Disminución de la longitud de líneas y el número de S.E. de Transmisión	20
3.4	Por pérdidas de potencia	20
3.4.1	Incremento de la pérdida de potencia porcentual	20
3.4.2	Disminución de la pérdida de potencia porcentual	21
3.5	Por incremento de la capacidad de transporte en condiciones de menor libre	22
3.6	Análisis Económico	
	Evaluación de costos promedio de redes de distribución primaria	23
3.6.1	Conductores	23
3.6.2	Postes	24
3.6.3	Aisladores	24
3.6.4	Costo promedio de un km de línea de 1 kV	24
4.0	MATERIALES UTILIZADOS	26
4.1	4.1.1 Estructuras	26
	4.1.2 Conductor	26
	4.1.3 Aisladores	26
	4.1.4 Puesta a Tierra	27
	4.1.5 Ferretería y Accesorios	27
4.2	Denominación de Estructuras	27
4.3	Cimentación de las Estructuras	29
4.4	Operación de las líneas 20 kV	29
4.5	Protección de las líneas	29
4.6	Tabla de Localización	29

	<u>Nº</u>	
5.0	CALCULOS ELECTRICOS	30
5.1	Cálculo de Aislamiento	30
5.2	Selección de los Aisladores	31
	5.2.1 Valor mínimo de la tensión descriptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio	31
	5.2.2 Tensión descriptiva en seco	32
	5.2.3 Línea de Fuga	32
	5.2.4 Conclusiones	32
5.3	Distancia de los conductores entre los apoyos	34
5.4	Distancia de los conductores entre sí	34
5.5	Cálculos eléctricos para la selección del conductor	34
	5.5.1 Selección del conductor teniendo en cuenta la radio interferencia y protección de Lí- neas de Telecomunicación	35
	5.5.2 Cálculo de Pérdidas por efecto corona	36
	5.5.3 Cálculo de caída de tensión	36
5.6	Cálculo de Cortocircuito	38
	5.6.1 Generalidades	38
	5.6.2 Información Básica	38
	5.6.3 Metodología Empleada	39
	5.6.4 Resultados	40
5.7	Coordinación de la Protección contra sobre corriente	41
	5.7.1 Cortocircuito Fusible	41
	5.7.2 Diagramas de Protección	42
5.8	Puestas a Tierra	
	5.8.1 Generalidades	43
	5.8.2 Medida de la Resistividad del terreno	43
	5.8.3 Selección de las Configuraciones del Sis- tema de Puesta a Tierra	43
	5.8.4 Materiales del Sistema de Puesta a Tierra	44
5.9	Cálculos Mecánicos	48
	5.9.1 Limitaciones Básicas del Cálculo	48
	5.9.2 Hipótesis de Cálculo	48

	5.9.2.1	Consideración del CREEP	48
	5.9.2.2	Consideraciones de Ampacitancia	49
5.10		Cálculo Mecánico de Postes	63
	5.10.1	Criterios Adoptados en la selección del tipo de estructura	63
	5.10.2	Ramales de Línea	63
	5.10.3	Cálculos Justificativos de Postes de Fierro de Doble Terna	65
	5.10.4	Cálculos Justificativos de Postes de Madera	68
5.11		Dimensionamiento de Crucetas	78
	5.11.1	Cruceta de Fierro Monoposte	78
	5.11.2	Cruceta de Fierro en Biposte	79
	5.11.3	Cruceta de Madera	79
5.12		Dimensionamiento de Pines	80
	5.12.1	Pines en Crucetas de Fierro	83
	5.12.2	Pines en Crucetas de Madera	83
5.13		Dimensionamiento de Retenidas	85
5.14		Dimensionamiento del Bloque de Andaje	87
5.15		Cálculo de las Fundaciones con el Método Sulzberger	90
	5.15.1	Descripción del Método	90
	5.15.2	Implementación del Método	90
	5.15.3	Selección de los Coeficientes " $C_t$ " y " $C_b$ "	93
	5.15.4	Tipos de Fundaciones	94
5.16		Amortiguadores de Vibraciones	99
	5.16.1	Generalidades	99
	5.16.2	Selección de Amortiguadores de Vibración	99
6.0		ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE EQUIPO Y MATERIALES	102
6.1		Consideraciones Generales	102
	6.1.1	Objeto	102
	6.1.2	Alcance	102
	6.1.3	Planos y Esquemas	103
	6.1.4	Ubicación	103
	6.1.5	Condiciones de Servicio	103
	6.1.6	Definiciones	103
	6.1.7	Normas Aplicables	104

6.1.8	Idiomas	104
6.1.9	Unidades de Medida	105
6.1.10	Información Técnica	105
6.1.11	Inspección y Pruebas	105
6.1.12	Acabado de los Equipos	105
6.1.13	Instrucciones para Embalaje	106
6.1.14	Transporte y Entrega	106
6.1.15	Garantía	106
6.2	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Postes de Acero	107
6.2.1	Normas Aplicables	107
6.2.2	Características Generales	107
6.2.3	Materiales	107
6.2.4	Inspección	108
6.2.5	Prueba de Postes	108
6.2.6	Crucetas de Perfil Angular y Accesorios	108
6.3	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Postes de Madera y Crucetas	108
6.3.1	Normas Aplicables	108
6.3.2	Características Generales	109
6.3.3	Crucetas	110
6.3.4	Inspección y Pruebas	110
6.4	Especificaciones Técnicas para el Suministro del Conductor de Aleación de Aluminio	112
6.4.1	Alcance	112
6.4.2	Características Generales	112
6.4.3	Descripción del Material	112
6.4.4	Normas Aplicables	113
6.4.5	Fabricación	113
6.4.6	Muestreo	114
6.4.7	Inspección y Pruebas	115
6.4.8	Aceptación o Rechazo	115
6.4.9	Embalaje	115
6.4.10	Características Particulares	116

6.5	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Accesorios del Conductor	118
6.5.1	Alcance	118
6.5.2	Normas Aplicables	118
6.5.3	Descripción de los Materiales	118
6.5.3.1	Varillas de Armar	118
6.5.3.2	Juntas de Empalme	119
6.5.3.3	Manguitos de Reparación	119
6.5.3.4	Pasta para Aplicación de Emplames	119
6.5.3.5	Herramientas	119
6.5.3.6	Grampas de Doble Vía	120
6.5.4	Amortiguadores de Vibración	120
6.6	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Aisladores	121
6.6.1	Alcance	121
6.6.2	Normas Aplicables	121
6.6.3	Consideraciones Constructivas	121
6.6.4	Pruebas	121
6.6.5	Embalaje	121
6.6.6	Características del Aislador tipo Pin	122
6.6.7	Aislador de Suspensión tipo Bola y Casqui llo	122
6.7	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Acc. para el Aislador	123
6.7.1	Alcance	123
6.7.2	Normas Aplicables	123
6.7.3	Descripción de los Materiales	123
6.7.3.1	Espiga o Pin	123
6.7.3.2	Para cadena de Aisladores	124
6.8	Dimensión de Retenidas	126
6.8.1	Descripción de los Materiales	127
6.8.1.1	Cable de Retenida	127
6.8.1.2	Mordaza Preformada	127
6.8.1.3	Varilla de Anclaje	127
6.8.1.4	Abrazadera	

	N°	
6.8.1.5	Guardacabo	127
6.8.1.6	Placa de Refuerzo	127
6.8.1.7	Protector del Cable	128
6.8.1.8	Aislador de Tracción	128
6.8.1.9	Bloque de Anclaje	128
6.9	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Acc. del Sist. de Puesta a Tierra	128
6.9.1	Alcance	128
6.9.2	Normas Aplicables	128
6.10	Especificaciones Técnicas para el Suministro de Seccionadores Fusibles (Cut-Out)	129
6.11	Especificaciones Técnicas para el Sum. de Para- rrayos	131
6.11.1	Alcance	131
6.11.2	Norma de Fabricación	131
6.11.3	Características	131
6.11.4	Instrucciones para el Fabricante	132
6.12	Especificaciones Técnicas para el Sum. de elemen- tos de Ferretería	132
6.12.1	Alcance	132
6.12.2	Descripción del Material	132
6.12.3	Normas Aplicables	132
6.12.4	Características Generales	132
6.12.4.1	Pernos para postes de fierro	132
6.12.4.2	Abrazaderas	132
6.12.4.3	Brazo diagonal	132
6.12.4.4	Pernos para postes de Madera	133
6.13	Especificaciones Técnicas de Materiales	133
6.14	Del Contratista	133
6.14.1	Equipos y Herramientas del Montaje	134
6.14.2	Responsabilidad del Contratista	134
6.14.3	Almacenamiento	134
6.14.4	Calificación del Personal	135
6.14.5	Leyes Sociales y Seguro	135
6.14.6	Coordinación de los Trabajos	135



6.15	Replanteo	136
	6.15.1 Mantenimiento de Caminos	136
6.16	Franja de Servidumbre	136
6.17	Transporte y Manipuleo de Materiales	137
6.18	Cimentación para los Postes	137
6.19	Instalación de Estructura de Fierro	138
6.20	Inst. de las Estructuras de Madera	139
6.21	Inst. de los Aisladores	139
	6.21.1 Aisladores tipo Pin	139
	6.21.2 Ensamble de Cadena de Aisladores	141
6.22	Inst. de REtenidas o Dientes de Anclaje	142
6.23	Puesta a Tierra	142
6.24	Tendido de los Conductores	143
	6.24.1 Tendido	144
	6.24.2 Empalmes y Manguitos de Reparación	144
	6.24.3 Puesta en Flecha	145
	6.24.4 Estructuras Terminales	145
6.25	Distancia de Seguridad	146
6.26	Pruebas de Línea Terminada	146
	6.26.1 Pruebas de Conductibilidad Eléctrica de la Línea	146
	6.26.2 Det. de la Secuencia de Fases	146
	6.26.3 Pruebas de Aislamineto	147
	6.26.4 Aplicación de Tensión	147
6.27	Marcas	147
6.28	Puesta en Serv. de la Línea	148
7.0	METRADOS Y PRESUPUESTOS	
7.1	Troncal Pallasca-Lacabamba-Pampas	151
7.2	Ramal Pampas-Puyalli	160
7.3	Ramal Lacabamba-Conchucos	164
7.4	Ramal Chora	169
7.5	Derivación Pallasca	173
7.6	Resúmen de Presupuestos	177
7.7	Fórmulas Polinómicas de reajuste	183
	CONCLUSIONES	
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	
	PLANOS	

## INTRODUCCION

Dentro del Plan de Electrificación Provincial, Distrital y Rural, Electroperú S.A., se encuentra empeñado en la expansión del radio de acción de sus Centrales Hidroeléctricas con el objeto de servir a la Mayoría de la Población.

Para el período 1983-1985 por intermedio de la zonal de Huaraz, ha previsto realizar el estudio de la electrificación de las zonas de Santiago de Chuco, Pallasca y Cabana a fin de satisfacer la demanda hasta el año 2006, con energía proveniente de la Central del Cañón del Pato, a través de una línea de transmisión en 66 kV Huallanca - Pallasca.

El presente estudio, es parte del proyecto PSE-2 Pequeño Sistema Eléctrico N°2, Santiago de Chuco - Pallasca - Cabana, el que comprende desde la alimentación en 66 kV desde Huallanca hasta Pallasca, la Subestación de Transformación de 7 M.V.A., Líneas de Distribución Primaria en 20 kV, materia del presente estudio y por último las redes de distribución a 17 localidades.

Para tal efecto se realizó el estudio de la demanda que nos determinan las cargas de diseño de la línea, así como el estudio técnico-económico para la selección del Nivel de Tensión consta también de la Ingeniería del Proyecto, Especificaciones Técnicas, Planos, Metrados, Presupuesto a la fecha indicada y sus respectivas fórmulas de reajuste.

## 1.0 GENERALIDADES

### 1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

1.1.1 Ubicación.- El área de Estudio de la Línea de Subtransmisión 20 kV del PSE N°2, está situada en las provincias de Santiago de Chuco y Pallasca en los departamentos de la Libertad y Ancash respectivamente.

En el plano N° 1001 se muestra la ubicación del área de influencia del estudio y su ubicación relativa con respecto a los departamentos de Ancash y la Libertad.

Las localidades que se beneficiarán con este proyecto son: Puyallí, Pallasca, Pampas, Chora, Lacabamba, Conchucos, Tilaco Cochaconchucos.

Las cargas más importantes a suministrar energía eléctrica son las minas cuya ubicación se muestran en el Plano referido.

1.1.2 Geografía.- La zona del Estudio comprende el área rural y urbana localizadas en las provincias de Santiago de Chuco y Pallasca.

La topografía del terreno es bastante accidentada, propia de nuestra serranía, con presencia de quebradas profundas, desniveles pronunciados y geología inestable. Por tal motivo el trazo de la línea se ha planteado por las zonas que presentarían menores problemas de montaje y mantenimiento.

1.1.3 Altitud.- La altitud de la zona como ya hemos dicho presenta muchos desniveles y quebradas profundas lo que varía entre 2000 y 4500 m.s.n.m.

1.1.4 Características Climáticas.- Las condiciones climatológicas son típicas de zonas altas presentado las siguientes características:

Temperatura Ambiente	:	Máxima	27° C
		Mínima	0° C
		Media anual	12° C
Humedad relativa promedio	:		
Contaminación ambiental	:	No hay	
Presión del viento	:	23.63 kg/m <sup>2</sup>	
Altitud promedio	:	3000 m.s.n.m.	
Precipitación	:	1000 mm	
Nivel Isoceraúnico	:	No se han registra presencia de rayos con frecuencia por lo que se considera igual a cero.	

1.1.5 Vías de Acceso.- La zona donde se ubica el estudio tiene acceso por las siguientes carreteras afirmadas:

Chimbote - Chuquicará - Quiroz - Cabana - Pallasca  
 Trujillo - Otuzco - Stgo. de Chuco.

Las vías de acceso se pueden observar en el plano. N° 1002


## 1.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO

Las líneas de subtransmisión a 20 kV del PSE N°2 serán alimentadas desde el patio de llaves de la Subestación de Pallasca - 66/20 kV, lugar donde llega la línea de transmisión 66 kV proveniente de la Central Hidroeléctrica Cañón del Pato.

## 1.3 LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES

1.3.1 Patio de Llaves 20 kV.- En el plano N° 1003 se observa la ubicación del Patio de Llaves de 20 kV dentro de la Subestación 66/20 kV la misma que está situada en la ciudad de Pallasca, cuyas coordenadas geográficas son:

- Latitud Sur            8° 15'
- Latitud Oeste        78° 03'

1.3.2 Líneas de 20 kV.- El recorrido de las líneas se muestra en el Plano N° 1004 y consta de una longitud total aproximada de  kilómetros.

El sistema empieza en la Subestación Pallasca con la salida de tres troncales y seis ramales que se derivan de éstas.

## 1.4 NIVEL DE TENSION

El nivel de tensión para las líneas de subtransmisión adoptado es el de 20 kV, en virtud a lo dispuesto por el Ministerio de Energía y Minas para la utilización de este nivel de

tensión en distribución primaria y los cálculos realizados que demuestran ser la tensión óptima para el PSE-2.

Otros de los aspectos que se tuvieron en cuenta para las localidades que tienen suministro eléctrico, es que aprovechando al máximo sus instalaciones existentes se mejoraba el servicio con el nivel de tensión adoptado.

### 1.5 NIVEL DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento que tendrán los equipos serán los siguientes:

Tensión nominal	:	20 kV
Máxima tensión de Servicio	:	24 kV
Máxima sobretensión a la frecuencia industrial durante 1 minuto	:	50 kV efect.
Tensión de impulso a onda completa, (1.2/50 us)	:	125 kV pico

### 1.6 NIVEL DE CORTOCIRCUITO

Para los niveles de cortocircuito se tuvo en cuenta los niveles normalizados y, después de haber hecho un análisis del mismo, se adoptó que los equipos deberán estar aptos para soportar la potencia de cortocircuito del sistema.

### 1.7 SELECCION DE RUTA

La topografía del terreno es bastante accidentada con grandes desniveles y quebradas profundas, por lo que se ha tratado que los troncales efectúen el menor número de ángulos posibles, con la finalidad de tener una longitud mínima de líneas y, que las estructuras diseñadas permitan superar grandes vanos. Se han elegido para el recorrido de los ramales, zonas que permitan desarrollar vanos cortos en la medida de

lo posible y zonas que ofrezcan mayor seguridad a las instalaciones y personas. También se han tenido en cuenta la utilización de las carreteras afirmadas y de los caminos de herradura para mayor facilidad de transporte y montaje.

El paso de las líneas por las localidades a electrificar se hará por lugares apropiados para evitar atravesarlas, teniendo especial cuidado con las localidades que cuentan con servicio eléctrico - indicadas en el acápite 3.5 más próximo.

## 1.8 DESCRIPCION DE LAS RUTAS ELEGIDAS

En el plano N° 1004 se indica el recorrido de las troncales y ramales de las Líneas de Subtransmisión 20 kV, las mismas que se describen a continuación:

1.8.1 Troncal Pallasca - Lacabamba - Pampas.- Esta línea es de doble terna y tiene que realizar un recorrido por zonas completamente accidentadas, por lo que se decidió efectuar lo más recta posible a sacrificio de grandes vanos y diseño de estructuras especiales.

Parte de la S.E. de Pallasca de los circuitos Nos. 3 y 4 para dirigirse en dirección Nor-Este aprovechando la existencia de caminos de herradura hasta llegar a la estructura N° 24 donde cambia de dirección para dirigirse a Lacabamba, pasando por la parte alta de Chora, localidad que será alimentada y seccionada desde la estructura N° 34. La estructura N° 45 nos sirve para alimentar y seccionar a Lacabamba. Luego, continuando por terrenos eriazos se llega hasta la estructura N° 47 donde se realiza la derivación a Conchucos. Para poder realizar la operación anterior, la línea se separa en dos ternas independientes, tal como se indica en el tipo de estructura PD65.

Efectuando un pequeño cambio de dirección, enrumbamos hacia Cochaconchucos, atravesando el río Conchucos con las estructuras N° 54 y 55, teniendo esta última estructura un diseño -

especial por el cambio de dirección que experimenta la línea en este punto. La estructura N°60 sirve para alimentar y seccionar a Cochaconchucos.

La línea continúa su recorrido por terrenos agrícolas sin realizar cambios de dirección, pasando cerca por la localidad de Tilaco, la misma que será alimentada y seccionada desde la estructura N°65. Se sigue en la misma dirección pasando por terrenos eriazos hasta llegar a la estructura N°78 donde termina la línea. Esta estructura tiene un diseño especial porque sirve para derivar la línea hacia Pampas y, además, en el futuro servirá para alimentar a las minas de la zona.

1.8.2 Ramal Pampas - Puyalli.- Esta línea es de simple terna en estructuras de madera y se deriva de la estructura N° 78 terminal de la doble terna, Troncal Pallasca - Lacabamba - Pampas, que sirve a su vez para hacer la derivación a las minas. Se inicia en la estructura N°1 que nos servirá para alimentar y seccionar a Pampas y Puyalli. La línea continúa cruzando zonas de cultivo, quebradas y terrenos eriazos hasta la estructura N°10 donde se realizará la derivación a Pampas, se avanza hasta la estructura N°12 donde cambia de dirección para dirigirse a Puyalli, lo que se logra con un quiebre simple en la estructura N°22, para llegar a la estructura N°31 donde termina la línea.

1.8.3 Ramal Lacabamba - Conchucos.- Esta línea es de simple terna en estructuras de madera y se deriva en la estructura N°47 de doble terna, Troncal Pallasca - Lacabamba - Pampas.

La estructura N°1 se ubica muy cerca a la derivación por lo accidentado del terreno y nos servirá para alimentar y seccionar a Conchucos. Continúa su recorrido en la misma dirección hasta la estructura N°4, donde cambia de dirección y atraviesa terrenos eriazos, para continuar su recorrido.



Se llega a Conchucos efectuando un cambio de dirección en la estructura N° 18 y cruzando zonas de cultivo, terrenos eriazos, quebradas, etc., para lo cual se avanza en grandes vañnos que no se pueden evitar. La línea termina en la estructura N° 29.

En este ramal se usa estructuras especiales por la topografía accidentada que presenta el recorrido de la línea.

1.8.4 Ramal a Chora.- Esta línea es de simple terna en estructuras de maderas y se deriva en la estructura N° 34 de la doble terna Troncal Pallasca - Lacabamba - Pampas. La estructura anterior sirve para limentar y seccionar a Chora. Se continúa en la misma dirección y se llega a la localidad mencionada, cruzando terrenos eriazos y zonas agrícolas con la estructura N° 5, donde termina este ramal.

1.8.5 Derivación a Pallasca.- La derivación a Pallasca se realizará en la primera estructura de la terna en 35 mm<sup>2</sup> de la línea de subtransmisión en 20 kV que parte de la Salida N° 1. En esta estructura se efectuará la alimentación y seccionamiento a esta localidad, que tendrá un diseño especial para cumplir la función indicada.

## 2.0 ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA

### 2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Para la estimación de la demanda de pequeñas localidades se ha utilizado la metodología descrita en el informe del Estudio de Mercado Eléctrico preparado por MONENCO, para el Ministerio de Energía y Minas. Esta metodología ha sido modificada por la Gerencia de Coordinación Empresarial y de Electrificación Provincial, Distrital y Rural de Electroperú S.A., para introducir algunos cambios, fruto de la experiencia de su aplicación.

Esta metodología se basa principalmente en la proyección de la población y en la determinación de los índices de incremento de población y de habitantes por vivienda para luego proyectarse en base al índice.

Estudios estadísticos han permitido establecer unos consumos típicos por usuario y para cada una de las localidades, la demanda se calcula asumiendo un coeficiente de electrificación a lo largo del período de estudios; para lo cual se han utilizado los datos de los últimos censos así como comparaciones con otras poblaciones similares para las que se cuentan con información.

2.1.1 Localidades Consideradas. - En el presente estudio de estimación de la demanda eléctrica, se ha tomado como referencia la población y su proyección, las poblaciones se han clasificado en:

LOCALIDAD TIPO	HABITANTES URBANOS AL AÑO 15
A	más de 3000
B	de 1000 a 3000
C	menos de 1000

A continuación se detallan las localidades consideradas:

LOCALIDAD	CATEGORIA
Pallasca	B
Conchucos	B
Pampas	A
Puyallí	C
Lacabamba	C
Chora	C
Tilaco	C
Cochaconchucos	C

2.1.2 Pronóstico de la Poblacion.- Tomando como base la información de los censos de los años 1972 y 1981, se han determinado las tasas de crecimiento poblacional medio a anual, con las que se ha efectuado el pronóstico del crecimiento poblacional, que se muestra en el cuadro 2.1.2.1

CUADRO 2.1.2.1

*Proyección*  
PROYECTO DE LA POBLACION

ANO	1986	1988	1990	1994	1998	2002	2006
LOCALIDAD							
PAMPAS	4179	4348	4524	4896	5300	5737	6210
PUYALLI	504	514	524	546	568	591	615
CONCHUCOS	2503	2553	2604	2710	2820	2934	3053
LACABAMBA	376	384	391	407	424	441	459
TILACO	295	301	307	319	332	346	360
COCHACONCHUCOS	176	180	183	191	199	207	216
CHORA	331	337	344	358	373	388	404
PALLASCA	1457	1486	1516	1578	1642	1708	1777
POBLACION TOTAL DE LA INTEGRACION	9821	10103	10393	11005	11658	12352	13095

2.1

1.1

1.1

1.1

2.1.3 Pronóstico de de la Máxima Demanda Potencia. La máxima demanda de Potencia<sup>P</sup> de cada localidad resultará de relacionar los respectivos consumos brutos totales de Energía con las horas de utilización de la máxima demanda.

La horas Utilización de la Máxima Demanda tendrán un rango de variación, y como simplifiación al problema, en el período de proyección se supone que las horas varían inicialmente hacia el fin del período.

2.1.4 Resultados.- En los cuadros 2.1.4.1 se indican los resultados de la aplicación de la metodología para las poblaciones.

## 2.2 INSTALACIONES EXISTENTES

En la actualidad varias de las localidades comprendidas en el estudio cuentan con energía eléctrica producida por generación térmica o hidráulica pero en forma restringida y deficiente ya sea por falta de agua, baja de potencia instalada de la central o mal estado de los grupos electrógenos.

En el cuadro N° 2.2.1 se muestra un resumen de las localidades que cuentan con servicios eléctricos.

En tal sentido se ha efectuado un análisis exhaustivo con la finalidad de aprovechar al máximo dichas instalaciones especialmente en lo que respecta a la línea de subtransmisión en estudio.

Este aspecto ha influido en una adecuada selección de ruta de la línea y la ubicación de las estructuras de derivación para la distribución primaria de cada localidad.

CUADRO 2.1.4.1

MAXIMA DEMANDA DE LA INTEGRACION (kW)

ANO	1986	1988	1990	1994	1998	2002	2006
LOCALIDAD							
PAMPAS	186	211	237	301	359	405	464
PUYALLI	0	0	38	44	47	51	52
CONCHUCOS	162	170	181	201	217	235	251
LACABANBA	0	36	38	42	47	50	53
TILACO	0	0	18	21	24	25	26
COCHACONCHUCOS	0	0	17	20	22	23	24
CHORA	0	21	22	26	30	33	36
PALLASCA	118	123	127	138	149	158	166
MINAS	2300	3050	3800	3900	4000	4100	4200
MAXIMA DEMANDA TOTAL DIVERSIFICADA	2766	3611	4478	4693	4895	5080	5272

## C U A D R O N° 2.2.1.

## LOCALIDADES QUE CUENTAN CON SERVICIO

LOCALIDAD	TIPO DE GENERACION	ESTADO
Pallasca	Térmica	Restringido
Conchucos	Hidráulica	Restringido

Uno de los aspectos más resaltantes y que influyen en la factibilidad del presente estudio es la zona, la cual es muy accidentada y propensa a los fenómenos de la naturaleza tales como lluvias y huaicos, lo que provoca la clausura de las vías de acceso a las ciudades desde la costa y la comunicación entre ellas.

Este factor es preponderante pues se ha palpado la no disponibilidad de combustible para las centrales térmicas actuales y futuras posibles.

GRAFICO Nº 2.4.1.1

DIAGRAMA DE CARGA PROMEDIO ANUAL DEL CONJUNTO DE LOCALIDADES (Sin las Minas)

M.D. \_\_\_\_\_ 1076 Kw.  
 fc. anual \_\_\_\_\_ 0.31 (con pérdidas)  
 fc. anual \_\_\_\_\_ 0.32 (sin pérdidas)

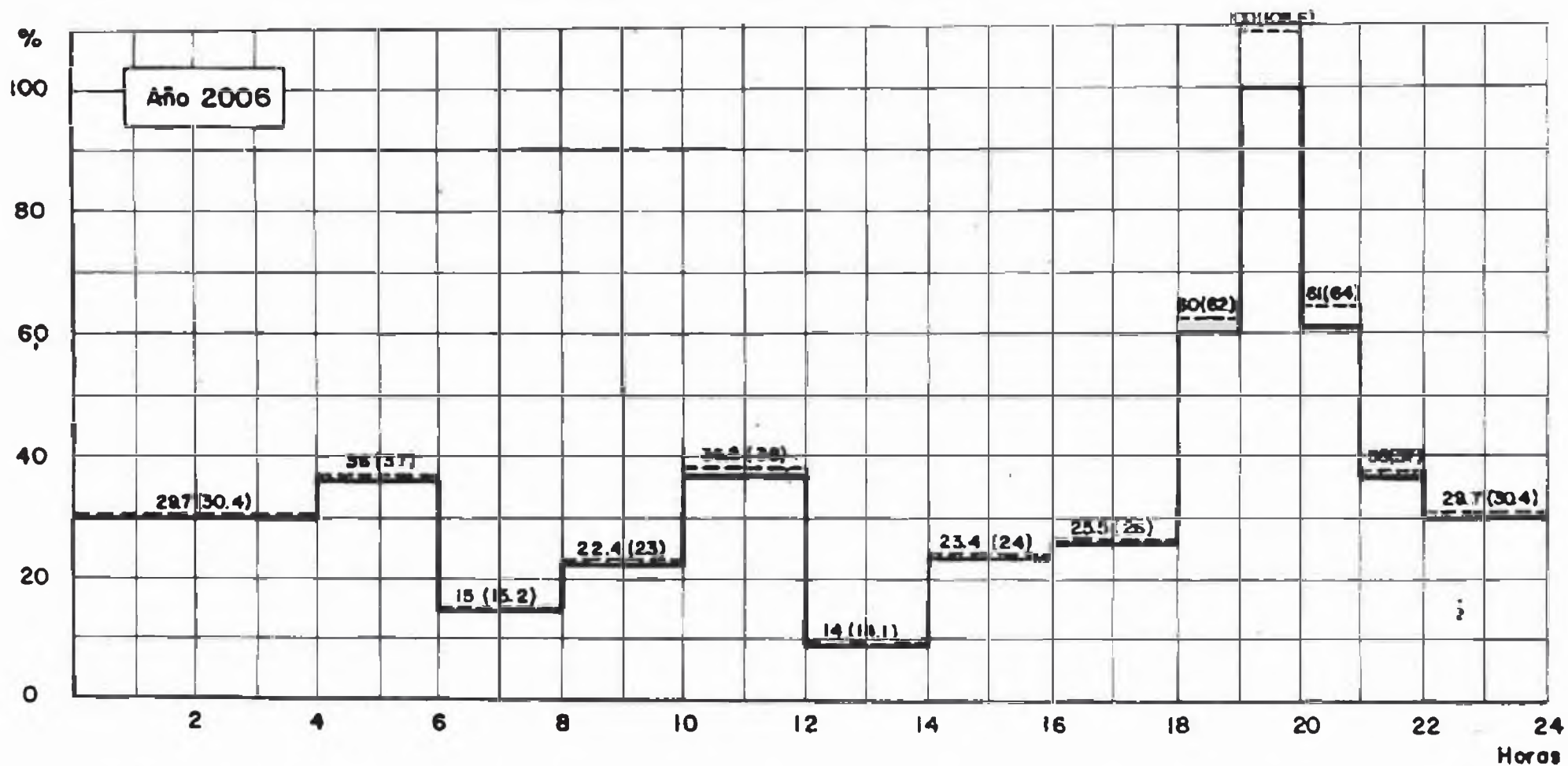




GRAFICO Nº 2.4.1.2

### DIAGRAMA DE CARGA DE LAS MINAS

M.D. : 100%    4200 Kw    Año 2006

fc. anual = 0.78

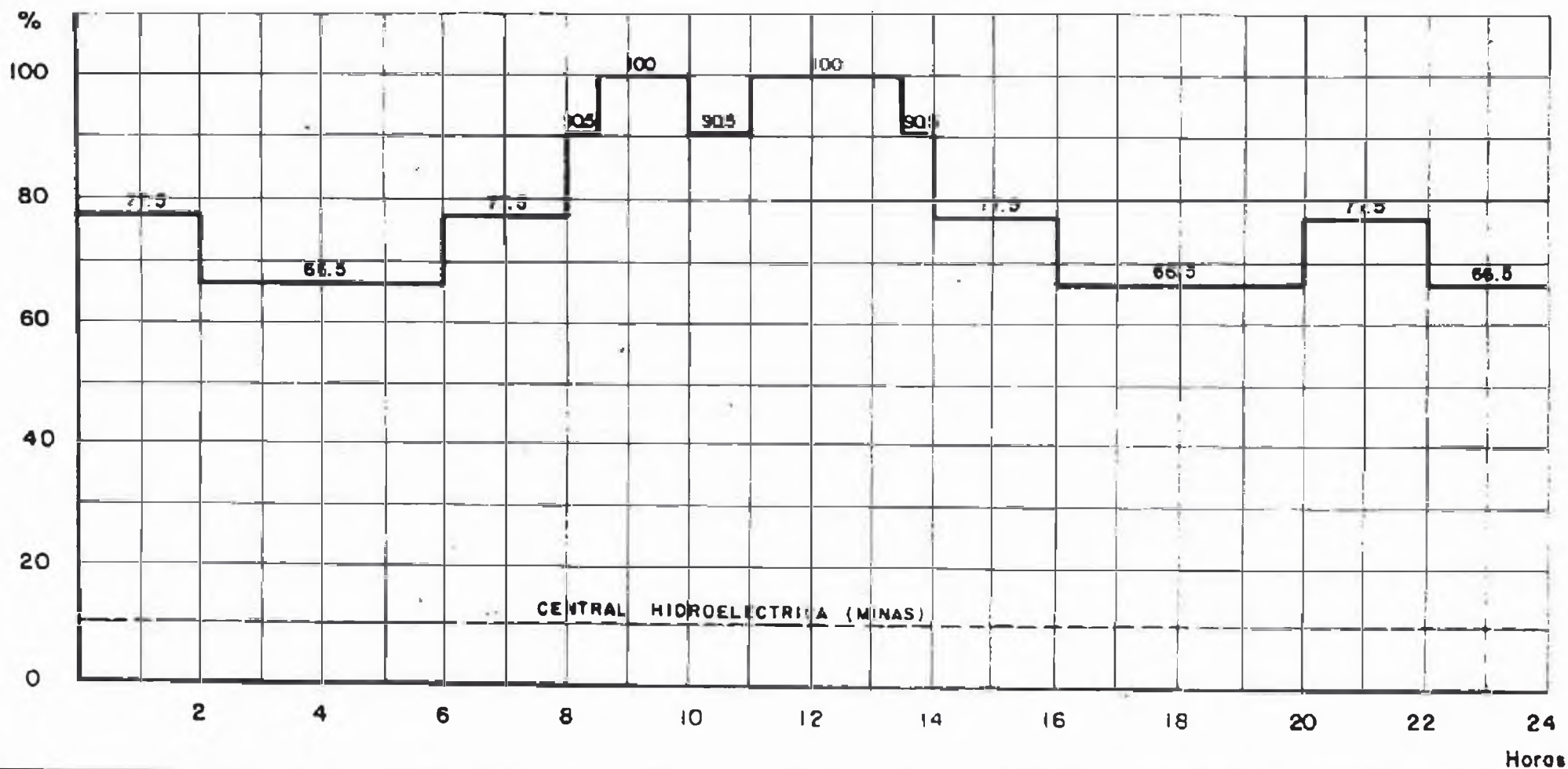
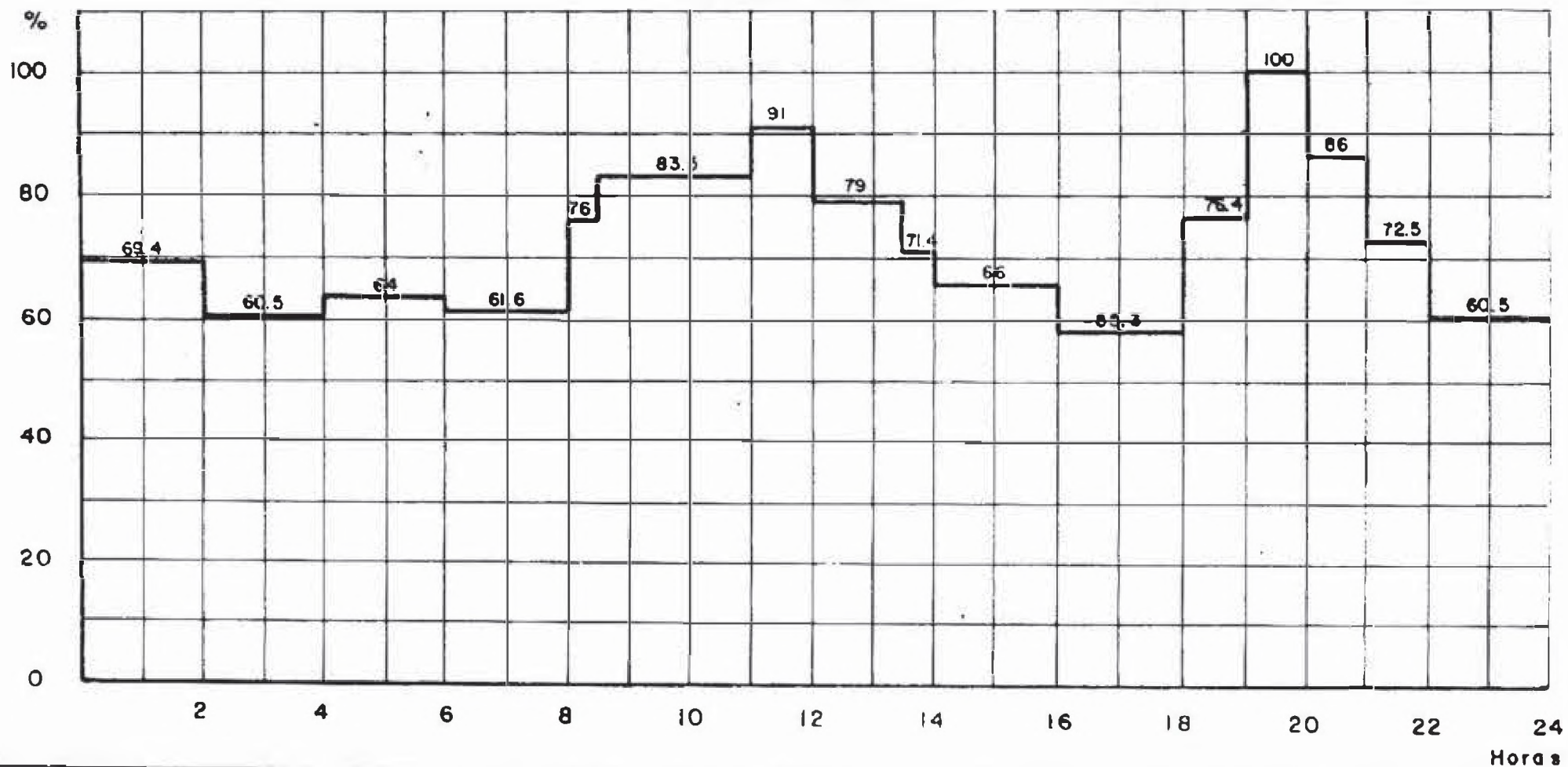


GRAFICO Nº 2.4.1.3

### DIAGRAMA DE CARGA DEL SISTEMA INTEGRADO

M.D. 100% < > 5272 Kw Año 2006

fc. anual = 0.71



## 3.0 SELECCION DEL NIVEL DE TENSION

### 3.1 CRITERIOS TECNICOS DE SELECCION DEL NIVEL DE TENSION DE DISTRIBUCION PRIMARIA

Se determina el nivel de tensión de acuerdo a su tipo de carga y densidad.

3.1.1 Selección de la Tensión de Distribución Primaria Aérea.- Esta tensión es la comprendida entre la tensión de transmisión, subestación de transformación y la tensión de distribución secundaria.

El sistema de distribución primaria comprende la red de distribución primaria y las subestaciones de distribución secundaria.

Los niveles de tensión que se han venido desarrollando con un criterio de normalización son los de 10 kV, y en menor proporción los de 13.2 kV, existiendo además de estos los de 5, 5.2, 6.6, 11, 11.5, 15 y 25 kV.

El nivel de tensión primaria es uno de los parámetros que mayor influencia tienen en el diseño, costo de operación e instalación del sistema. Además tiene un efecto directo en la longitud y carga de la red primaria, número y capacidad de subestaciones de subtransmisión y la cantidad de líneas de subtransmisión.

Las redes primarias están limitadas por la longitud y carga principalmente por la caída de tensión que por las limitaciones térmicas.

### 3.1.2 Por Caída de Tensión. ~ Disminución del calibre del conductor.

Sea : %  $V$  = Caída de tensión admisible en %  
 $P$  = Potencia a transmitirse  
 $V$  = Tensión en fase  
 $z$  = Impedancia de la línea en  $\Omega$  /km  
 $L$  = Longitud de la línea  
 $I$  = Corriente que circula por la línea

En caso de no requerirse un incremento de la potencia ni de la longitud del circuito, el incremento de la tensión tiene efecto directo en la disminución del calibre y/o la instalación de líneas monofásicas en lugar de líneas trifásicas donde sea posible de acuerdo a lo siguiente:

$$\% V = \frac{I Z}{V} = \frac{I L z}{V} \quad \dots (1)$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi \quad I = \frac{P}{V \cdot \cos \phi} \quad \dots (2)$$

(2) en (1)

$$\% V = \frac{P \cdot L \cdot z}{V^2 \cos \phi}$$

$$\% V_1 = \% A V_2$$

$$\frac{P_1 \cdot L_1 \cdot z_1}{V_1 \cos \phi_1} = \frac{P_2 \cdot L_2 \cdot z_2}{V_2 \cos \phi_2}$$

$$P_1 = P_2, \quad L_1 = L_2, \quad \cos \phi_1 = \cos \phi_2$$

$$\therefore z_2 = \left( \frac{V_2}{V_1} \right)^2 z_1 \quad \dots \quad z_2 = 5.24 z_1$$

$$V_2 = 22.9 \text{ kV} \quad V_1 = 10 \text{ kV}$$

$$z_2 = 5.24 z_1$$

Esto muestra que la impedancia puede aumentarse en " $\lambda$ " veces aproximadamente disminuyendo su sección.

3.1.3 Incremento de la Potencia de Transmisión.- Suponiendo una línea de "x" km. de longitud, con la misma impedancia, mismo conductor, el incremento de la potencia es el siguiente:

Sea :

$$L_1 = L_2, \quad z_1 = z_2$$

$$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 P_1$$

$$V_2 = 22.9 \text{ kV} \quad V_1 = 10 \text{ kV}$$

$$P_2 = 5.42 P_1$$

En la misma forma que el acápite anterior, el incremento de la potencia será aproximadamente de "5.42" veces.

3.1.4 Incremento de la Longitud de la Línea.- Una carga centrada se puede alimentar desde una distancia mayor con el incremento de Tensión.

Sea:

$$P_2 = P_1 \quad z_2 = z_1$$

$$L_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 L_1$$

$$L_2 = 5.24 L_1$$

Lo que equivale decir que con 10 kV podemos llegar a 10 km, en regiones donde se desea integrar localidades con una baja tensión de carga, con 22.9 kV se podrá llegar en casos extremos hasta 50 km aproximadamente.

3.1.5 Incremento de la Longitud de la Línea, para una Distribución Lineal de la Carga.- En este caso el incremento de la longitud de la línea por la elevación de tensión, produce la conexión de nuevas cargas.

Para el mismo conductor en la línea se tiene que:

Sea:

$$z_2 = z_1, \quad P_2 = k P_1, \quad L_2 = k L_1$$

De donde se obtiene que:

$$k^2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \quad \text{de donde} \quad k = \frac{V_2}{V_1}$$

$$P_2 = k P_1 \quad L_2 = k L_1$$

$$V_2 = 22.9 \text{ kV} \quad V_1 = 10 \text{ kV}$$

$$P_2 = 2.29 P_1 \quad \text{y} \quad L_2 = 2.29 L_1$$

3.1.6 Incremento de la Longitud de la Línea, para una Distribución Superficial de la Carga.- En ciudades, el incremento de la línea primaria a través de un área, implica el incremento de ramales y subramales de la línea troncal

Considerando que se mantiene el conductor de la línea para una densidad de carga constante, la carga se incrementa con un factor cuadrático, con respecto al factor con que se incrementa la longitud de la línea.

$$z_2 = z_1, \quad P_2 = k P_1, \quad L_2 = \frac{1}{2} L_1, \quad L_2 = k L_1$$

Donde:

$$k^3 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \quad k = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{2/3}$$

$$P_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{4/3} P_1, L_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{4/3} L_1$$

$$P_2 = 2.29 P_1, L_2 = 2.29 L_1$$

La longitud de la línea se podrá incrementar en 1.73 veces, y por lo tanto el radio de la subestación.

3.1.7 Mejora de la Caída de Tensión.- Donde por razones de sección mínima no se puede disminuir el calibre del conductor y por el tipo de carga no se puede dar una alimentación monofásica, el incremento de la tensión, mejora la caída de tensión de la línea.

$$z_2 = z_1, L_2 = L_1, P_2 = P_1$$

$$\frac{\% AV_2}{\% AV_1} = \frac{\frac{P_2 \cdot L_2 \cdot z_2}{V_2^2 \cdot \cos \phi}}{\frac{P_1 \cdot L_1 \cdot z_1}{V_1^2 \cdot \cos \phi}} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2$$

$$V_2 = 22.9 \text{ kV} \quad V_1 = 10 \text{ kV}$$

$\% AV_2 = 0.19 (\% AV_1)$ , la caída de tensión porcentual para 22.9 kV es del orden del 19% de la caída de tensión porcentual para 10 kV.

### 3.2 POR CAPACIDAD TERMICA

En áreas de alta densidad de carga, las líneas se diseñan por la capacidad térmica de los conductores o cables, los cuales pueden transportar la corriente máxima permisible.

3.2.1 Disminución del Calibre del Conductor.- En una línea cargada térmicamente que tenga una tensión más elevada, manteniendo la misma potencia de transmisión, se obtie-

ne una disminución de la corriente y por lo tanto una disminución del calibre del conductor.

$$P_2 = P_1 \quad P = V_2 I_2 = V_1 I_1$$

$$I_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right) I_1$$

Luego:

$$V_1 = 10 \text{ kV} \quad V_2 = 22.9 \text{ kV}$$

De donde:

$$I_2 = 0.44 I_1$$

3.2.2 Incremento de la Potencia de Transmisión.- Para una línea que mantenga el mismo conductor, la elevación de la tensión implica un incremento de la potencia de transmisión.

$$I_2 = I_1 \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2 I_2}{V_1 I_1}$$

$$P_2 = \frac{V_2}{V_1} P_1$$

$$V_2 = 22.9 \text{ kV} \quad V_1 = 10 \text{ kV}$$

$$P_2 = 2.29 P_1$$

Tabla con compendio de los casos que se presentan con la elevación de tensión como en la capacidad térmica.



## Por caída de tensión

Características de la línea y de la carga	Resultados	Relación para $V_2 = 22.9 \text{ kV}$ $V_1 = 10 \text{ kV}$	Observaciones
$P_2 = P_1$ $L_2 = L_1$ $\% \Delta V_2 = \% \Delta V_1$	$Z_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 Z_1$	$Z_2 = 5.24 Z_1$	Disminución del calibre del conductor
$Z_2 = Z_1$ $L_2 = L_1$ $\% \Delta V_2 = \% \Delta V_1$	$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 P_1$	$P_2 = 5.24 P_1$	Incremento de la potencia de transmisión
$Z_2 = Z_1$ $P_2 = P_1$	$L_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 L_1$	$L_2 = 5.24 L_1$	Incremento de la longitud de la línea
$Z_2 = Z_1$ $\% \Delta V_2 = \% \Delta V_1$	$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) P_1$ $L_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) L_1$	$P_2 = 2.29 P_1$ $L_2 = 2.29 L_1$	Incremento de la longitud de la línea donde la carga está distribuida noalmente
$Z_2 = Z_1$ $\% \Delta V_2 = \% \Delta V_1$	$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{4/3} P_1$ $L_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{2/3} L_1$	$P_2 = 3 P_1$ $L_2 = 1.73 L_1$	Incremento de la longitud de la línea donde la carga está distribuida superficialmente
$Z_2 = Z_1$ $L_2 = L_1$ $P_2 = P_1$	$\% \Delta V_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 \% \Delta V_1$	$\% \Delta V_2 = 0.19 \% \Delta V_1$	Mejora de la caída de tensión
Por capacidad térmica			
$P_2 = P_1$	$h_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right) h$	$h_2 = 0.44 h$	Disminución del calibre del conductor
$h_2 = h$	$P_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right) P_1$	$P_2 = 2.29 P_1$	Incremento de la potencia de transmisión

### 3.3 POR LA DISMINUCION DE LA LONGITUD DE LINEAS Y EL NUMERO DE SUBESTACIONES DE SUBTRANSMISION

Con el incremento de la longitud de las líneas de distribución primaria como consecuencia de la elevación del nivel de tensión de 10 kV a 22.9 kV, el radio de acción se eleva de 10 km a 15 km y de 30 km a 50 km aproximadamente lo que influye directamente en la disminución del número de subestaciones de subtransmisión y a potencias nominales más económicas en \$/ kW; de los estudios de electrificación integral efectuados en diferentes regiones del País, se obtiene que la elevación del número de subestaciones varía de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{1}{3}$  obteniéndose un ahorro considerable para este rubro.

### 3.4 POR PERDIDAS DE POTENCIA

Las pérdidas de potencia porcentuales de una línea están directamente relacionadas con la caída de tensión porcentual y la impedancia de la línea, por lo que la elevación de tensión ha de influir.

Sea:

% p = Pérdida de potencia porcentual  
r = Resistencia unitaria del conductor

$$\% p = \frac{I^2 \cdot L \cdot r}{V \cdot I \cdot \cos \phi} = \frac{I \cdot L \cdot r}{V \cdot \cos \phi} = \frac{I \cdot L \cdot z}{V \cdot \cos \phi} \left( \frac{r}{z} \right) =$$

$$\% p = \frac{r}{z} \% V.$$

#### 3.4.1 Incremento de las Pérdidas de Potencia Porcentual. -

Para una misma caída de tensión, porcentual la impedancia del conductor, sólo varía en esto:

Si :

$$\% p = \frac{r}{z} \% V$$

$$\frac{\% P_2}{\% P_1} = \frac{\frac{r_2 \% V_2}{z_2}}{\frac{r_1 \% V_1}{z_1}}$$

$$\therefore \% P_2 = \frac{r_2 z_1}{r_1 z_2} \% P_1$$

La elevación de la tensión puede conducir a la disminución del calibre del conductor y por consecuencia aumentar su impedancia y resistencia.

A menor calibre la resistencia se incrementa más rápido que la impedancia, por lo que se puede concluir que las pérdidas de potencia porcentual van a ser algo mayores en el caso de que se eleve la tensión.

3.4.2 Disminución de las Pérdidas de Potencia Porcentual.-

Si las características de la línea y la carga no se varían, las pérdidas de potencia porcentual disminuyen en forma cuadrática con la elevación de tensión.

Del acápite anterior podemos decir:

$$\% P_2 = \left( \frac{\% V_2}{\% V_1} \right)^2 \% P_1$$

con lo que deducimos:

$$\% P_2 = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^2 \% P_1$$

Si :  $V_2 = 22.9 \text{ kV}$                        $V_1 = 10 \text{ kV.}$

$$\therefore \% P_2 = 0.19 \% P_1$$

### 3.5 POR INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE EN CONDUCTORES DE MENOR CALIBRE

De la tabla que se muestra a continuación se deduce que la densidad de corriente, en conductores y cables, se va elevando a medida que disminuye su sección.

#### DENSIDAD DE CORRIENTE CON LIMITE TERMICO

SECCION NOMINAL	COBRE		ALUMINIO	
	A/mm <sup>2</sup>	%	A/mm <sup>2</sup>	%
10	10.1	100	-	-
16	8.56	85	6.37	100
25	7.46	74	5.52	87
35	6.60	65	4.86	76
50	5.84	58	4.32	68
70	5.16	51	3.83	60
95	4.69	46	3.48	55
120	4.37	43	3.24	51
150	3.97	39	2.95	46
185	3.65	36	2.79	44
240	-.-	-.-	2.53	40

### 3.6 ANALISIS ECONOMICO

#### 3.6 EVALUACION DE COSTOS PROMEDIO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA

3.6.1 Conductores.- Se han analizado los costos de conductores y cables de aluminio desnudos que son los que se analizan.

Costos unitarios de conductores desnudos de Aleación de Aluminio para Redes Aéreas.

<u>COSTO DE CONDUCTOR</u>					
CALIBRE DEL CONDUCTOR	16	25	<del>35</del>	70	95
MATERIAL S/m	1394	2580	3050	3500	4746
INSTAL. S/m	255	295	294	385	450
TRANSP. S/m	13	20	28	56	76
D. T. + G. B.	183	319	370	434	580
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>1845</b>	<b>3215</b>	<b>3732</b>	<b>4375</b>	<b>5852</b>
	1.00	1.74	2.02	2.37	3.17
		1.00	1.16	1.36	1.82
			1.00	1.17	1.57
				1.00	1.34

3.6.2 Postes.- En redes primarias de distribución es común el uso de postes de concreto de 12 m. de largo y 200 kg de esfuerzo en la punta para alineamiento y de 300 kg para cambios de dirección.

Postes de fierro tubular de 12 m de largo y de 200 kg de es fuerzo en la punta para alineamiento y de 300 kg para postes en cambio de dirección.

De igual modo con los postes de madera tratada de 12 m de largo Clase 7, Grupo D.

Para la determinación de los costos se ha asumido el promedio de los costos, en cuenta la ventaja de tener conductores de menor calibre.

3.6.3 Aisladores.- Los aisladores tipo PIN para 22.9 kV utilizados son los correspondientes a ANSI Clase 23 kV que se puedan utilizar para altitudes mayores a los 1000 msnm, para 10 kV son ANSI Clase 15 kV.

	PRECIO FOB	CIF	INCIDENCIA
15 kV	12,910	14,905	100
23 kV	15,466	17,900	120

Donde vemos que el incremento del costo es del orden del 20% con respecto del de 15 kV.

Para el caso del aislador tipo Casquillo - Bola que se usan en postes terminales o en ángulos, son los mismos para 10kV que para 22.9 KV, ya que el aislamiento de 2 aisladores ANSI 52-5 utilizados para kV, es suficiente para 22.9 kV hasta los 4000 msnm.

3.6.4 Costo Promedio de un km de Línea de 1 kV.- Tomando en consideración lo indicado anteriormente para conductores, postes y aisladores; se ha determinado el costo promedio en S//km de una línea primaria trifásica, con un vano promedio de 250 m.

COSTO PROMEDIO DE UN KILOMETRO DE RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA A 10 KV

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
POSTE DE FIERRO TUBULAR 12 m 300 KG	Pza	3	300,000	900,000
POSTE DE FIERRO TUBULAR 12 m 500 KG	Pza	2	350,000	700,000
CRUCETA	Pza	4	23,000	92,000
CONDUCTOR DE AL-AL 95 mm <sup>2</sup>	m	3,000	4,746	14,238,000
AISLADOR TIPO PIN 15 KV C/ACCESORIOS	Jdo	9	43,500	391,500
AISLADOR CASQUILLO BOLA C/ACCESORIOS	Jdo	6	168,400	1,010,400
CONDUCTOR TW 10 AWG PARA AMARRE	m	9	900	8,100
RETENIDA C/ACCESORIOS	Jdo	2	174,650	349,300
CUT-OUT 15 KV , 100 A	Pza	3	280,000	840,000
CRUCETA PARA SECCIONADOR	Pza		23,000	23,000
SUMINISTRO DE MATERIALES				18,552,300
MANO DE OBRA				1,484,184
TRANSPORTE				371,046
DIRECCION TECNICA Y GASTOS GENERALES				2,040,753
			TOTAL S/.	22,448,283

COSTO PROMEDIO DE UN KILOMETRO DE RED DE DISTRIBUCION PRIMARIA A 22.9 kV

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
POSTE DE FIERRO TUBULAR 12 m 200 KG	Pza	3	265,000	795,000
POSTE DE FIERRO TUBULAR 12 m 300 KG	Pza	2	300,000	600,000
CRUCETA	Pza	4	23,000	92,000
CONDUCTOR DE AL-AL 25 mm <sup>2</sup>	m	3,000	2,580	7,740,000
AISLADOR TIPO PIN 15 kV C/ACCESORIOS	Jco	9	43,500	391,500
AISLADOR CASQUILLO BOLA C/ACCESORIOS	Jco	6	168,400	1,010,400
CONDUCTOR TW 10 AWG PARA AMARRE	m	9	900	8,100
RETENIDA C/ACCESORIOS	Jco	2	174,650	349,300
OUT-OUT 15 kV , 100 A	Pza	3	280,000	840,000
CRUCETA PARA SECCIONADOR	Pza	1	23,000	23,000
SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	Jco	3	127,500	382,500
SUMINISTRO DE MATERIALES				12,231,800
MANO DE OBRA				978,544
TRANSPORTE				244,636
DIRECCION TECNICA Y GASTOS GENERALES				1,345,498
				<hr/>
		TOTAL S/.		14,800,478



#### 4.0 MATERIALES UTILIZADOS

4.1 4.1.1 Estructuras : En las troncales se usarán postes de fierro tubular de 11 y 12 m debido a la topografía del terreno que es bastante accidentado, lo que obliga a tener diseños especiales para avanzar en grandes vanos. Lo anterior se consigue con postes de fierro. En los ramales se usarán postes de madera de 11 m dado las características rurales de las localidades del proyecto.

Las crucetas serán de fierro angular y de madera tratada según el caso.

4.1.2 Conductor : En base a los análisis técnicos y económicos y teniendo en cuenta las normas vigentes, se selecciona conductor de aleación de aluminio como material idóneo para las instalaciones proyectadas.

Los calibres que se usaran son los siguientes :

- Troncal Pallasca-Lacabamba-Pampas : 95 mm<sup>2</sup>
- Ramales : 25 mm<sup>2</sup>

4.1.3 Aisladores : Se usarán aisladores de porcelana vidriada tipo pin en las estructuras de alineamiento y ángulos de cambio de dirección pequeños. Serán de la clase 56-2 y 56-3.

En las estructuras terminales y de cambio de dirección con ángulos mayores, se utilizarán cadenas con 2 aisladores de suspensión clase 52-3 y conexión bola-casquillo.

4.1.4 Puesta a Tierra : La puesta a tierra de las s estructuras de acero y madera serán del tipo contrapeso a lo largo de la línea, la cual irá combinada con un anillo con el fin de distribuir mejor los gradientes de tensión alrededor del poste y se realizarán de acuerdo a los diseños y planos respectivos.

4.1.5 Ferretería y Accesorios : Todos los elementos de ferretería, tales como pernos, abrazaderas, tuercas, arandelas, accesorios de aisladores, etc. serán de acero galvanizado en caliente, con la finalidad de contrarrestar el efecto corrosivo del medio ambiente.

## 4.2 DENOMINACION DE ESTRUCTURAS

La línea estará soportada por diferentes disposiciones constructivas, de acuerdo a la función que desempeñan. Se han considerado las siguientes disposiciones típicas:

° Salidas N° 3 y 4 : Pallasca - Lacabamba - Pampa

Estructuras de fierro - Doble terna

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>
SD	Suspensión simple
SD1	Suspensión simple
SDH	Suspensión - Biposte
SDH1	Suspensión - Biposte
ADO	Angulo 0°
ADO1	Angulo 0°
PDI	Estructura inicial
ADHO	Angulo 0° - Biposte
ADHO1	Angulo 0° - Biposte
RDH	Anclaje - Biposte
ADH60	Estructura especial - Biposte
PDDS	Derivación y seccionamiento en suspensión
PDDA	Derivación y seccionamiento en ángulo
PD65	Estructura especial simple
PD1	Estructura Final

° Ramal Pampas - Puyalli

Estructuras de madera - Simple terna

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>
MPD	Derivación y seccionamiento
MS	Suspensión simple
MAO	Angulo - 0°
MA25	Angulo - 25°
MA60	Angulo - 60°
MR	Retención
MPT	Estructura final

° Ramal Lacabamba - Conchucos

Estructuras de madera - Simple terna

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>
MPD	Derivación y seccionamiento
MP3	Estructura especial en 3 postes
MAO	Angulo - 0°
MA60	Angulo - 60°
MS	Suspensión simple
MPT	Estructura final

° Ramal a Chora

Estructura de madera - Simple terna

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>
MPI	Estructura inicial
MAO	Angulo - 0°
MPT	Estructura final

° Derivación a Pallasca

<u>TIPO</u>	<u>FUNCION</u>
MPD	Derivación y seccionamiento en un solo poste

#### 4.3 CIMENTACION DE LAS ESTRUCTURAS

En el montaje se deberá efectuar pruebas de resistencia mecánica del terreno con el fin de diseñar las fundaciones - de acuerdo a la capacidad portante del terreno. El cálculo de las fundaciones se realiza mediante el método Sulberger, y éstos dependen de los distintos tipos de suelo por la que recorre la línea de 20 kV obteniéndose 5 tipos de terreno según el informe geológico.

#### 4.4 OPERACION DE LAS LINEAS 20 kV

Estas líneas han sido diseñadas para ejecutarse por etapas, las mismas que ELECTROPERU priorizará de acuerdo a sus necesidades.

Por tal motivo, se tiene tres troncales independientes que salen de la S.E. Pallasca y su operación dependerá de la misma.

La operación de los ramales está supeditada a la construcción de las troncales. Para mayor operatividad se han diseñado a lo largo de las líneas, postes de derivación y seccionamiento para cada localidad comprendida en el PSE2, de tal forma que se interconecten en la medida que avance la construcción de las troncales y ramales mencionados.

#### 4.5 PROTECCION DE LAS LINEAS

A lo largo de la Línea de Subtransmisión, se han diseñado postes de derivación y seccionamiento, los cuales operarán de acuerdo a la coordinación y selectividad de los fusibles, de tal forma que las troncales se encuentren siempre protegidas.

## 5.0 CALCULOS ELECTRICOS

### 5.1 CALCULO DEL AISLAMIENTO

Para el cálculo del aislamiento se ha adoptado los criterios establecidos en el Código Nacional de Electricidad (C.N.E.) así como las recomendaciones del IEC.

El IEC establece rangos de las más altas tensiones para equipos, las que están divididas del siguiente modo:

RANGO A : superior a 1 kV y menor que 52 kV  
RANGO B : desde 52 kV a menos de 300 kV  
RANGO C : superior a 300 kV

Los niveles de aislamiento son dados en la tabla siguiente :

TENSION MAS ELEVADA PARA EQUIPOS (kV r.m.s.)	NIVEL BASICO DE AISLAMIENTO (kV r.m.s.)
17.5	
24.0	125
30.0	170

La tensión máxima para 20 kV es 24 kV según la norma DGF  
009-TD-2/82

De acuerdo al CNE - Tomo IV, la tensión máxima de servicio para efectos de aislamiento, se calculará afectando a la tensión nominal (kV nom) de los siguientes factores de corrección :

- Factor de corrección por temperatura ( $F_t$ )

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

si consideramos temperatura máxima de conductor igual a 50°C tendremos :

$$F_t = 1.032$$

- Factor de corrección por altitud ( $F_h$ )

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

Considerando una altura de 3500 msnm, tendremos :

$$F_h = 1.3125$$

Luego la tensión nominal equivalente a dichas condiciones de presión y temperatura será :

$$kV_n = F_h \times F_t \times kV_{nom} = 27.08 \text{ kV}$$

## 5.2 SELECCION DE LOS AISLADORES

Para la presente línea de subtransmisión de 20 kV, se requerirá de aisladores tipo Pin como aisladores tipo cas-quillo-bola para su uso en anclajes intermedios, ángulos de la línea, inicio y terminal de línea y, además, donde la línea tenga ángulos verticales mayores que 20° positivos y negativos.

Estos aisladores deberán cumplir con ciertas características, tales como las que se establecen a continuación :

### 5.2.1 Valor mínimo de la tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio:

De acuerdo al CNE - Tomo IV

$$kV_C = 2.1 (kV_{Nom} + 5) = 2.1 (27 + 5) = 67.37 \text{ kV}$$

Luego, la tensión desruptiva será :

$$kV_c = 67.37 \text{ kV}$$

5.2.2 Tensión disruptiva en seco : Los aisladores serán diseñados de forma tal que su tensión disruptiva - en seco no sea mayor que el 75% de su tensión de perforación a la frecuencia de servicio.

5.2.3 Línea de fuga : Considerando la zona en estudio - como un ambiente poco contaminado y teniendo en cuenta que la mayoría de troncales y ramales de la línea van próximas a carreteras, vamos a tomar como un factor de seguridad una zona equivalente de polución de tipo "A", según la clasificación que nos da la Guía Técnica del NGK.

De acuerdo a lo anterior, calcularemos la distancia de fuga ( $d_f$ ) para cada tipo de aislador.

- Para cada aislador tipo casquillo - bola

$$d_f = 27.08 \times 16.5 = 447 \text{ mm}$$

donde  $16.5 \text{ mm/kV}_{1-1}$  es la distancia de fuga por 1 kV de acuerdo a la Tabla IV-8 de la Guía Técnica del NGK.

Luego, utilizando el aislador de Clase 52-3, tendremos una distancia de fuga total (2 aisladores) mucho mayor que la requerida.

- Para el aislador tipo Pin necesario, utilizaremos la Figura IV-22 de la Guía Técnica del NGK, donde

$$d_f = 27.08 \times 16.5 = 447 \text{ mm}$$

5.2.4 Conclusiones : El aislador tipo PIN seleccionado es el de Clase 56-2; teniendo en cuenta que los aisladores no serán limpiados normalmente. Se eligió el de clase 56-3 para altitudes mayores de 3400 msnm (troncal 3 y 4) En cuanto a la cadena, ésta estará conformada por aisladores tipo casquillo-bola, clase 52-3.

° Tipo	:	PIN	PIN
° Clase	:	ANSI-56-2	ANSI-56-3
° Resistencia en voladizo	:	3000 lb	3000 lb
° Tensión de descarga en seco 60 Hz	:	110 kV	125 kV
° Tensión de descarga bajo lluvia 60 Hz	:	70 kV	80 kV
° Tensión de perforación 60 Hz	:	145 kV	165 kV
° Línea de fuga	:	432 mm	533 mm

Para el caso de cadena de aisladores, estarán compuestas de 2 unidades del siguiente tipo :

° Tipo	:	Casquillo-bola
° Clase	:	ANSI-52-3
° Diámetro	:	254 mm
° Paso	:	146 mm
° Línea de fuga	:	292 mm
° Tensión de descarga en seco 60 Hz	:	80 kV
° Tensión de descarga bajo lluvia 60 Hz	:	50 kV
° Tensión de descarga al impulso		
- onda positiva	:	125 kV
- onda negativa	:	130 kV
° Tensión de perforación	:	110 kV
° Carga de rotura electro <u>m</u> ecánica	:	7000 kg



### 5.3 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE LOS APOYOS

La separación mínima entre los conductores y sus accesos en tensión y los apoyos no será inferior a :  
 $(0.4U/150)$  m. donde U es la tensión máxima del sistema, al que se tiene que afectar del coeficiente  $\sqrt{5}$ , debido a las condiciones climatológicas.

Esta separación no debe ser menor que 0.2 metros.

### 5.4 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SI

Para el cálculo de esta distancia las normas recomiendan que la separación mínima (D) en metros a la mitad del vano no debe ser el valor dado por las siguientes expresiones:

Para conductores menores de  $35 \text{ mm}^2$

$$D = 0.0076U + 0.65 \times \sqrt{f - 0.60}$$

Para conductores mayores de  $35 \text{ mm}^2$

$$D = 0.0076 U + 0.37 \times \sqrt{f}$$

donde :

f = flecha máxima en metros, sin viento y

U = tensión de la línea en kV

### 5.5 CALCULOS ELECTRICOS PARA LA SELECCION DEL CONDUCTOR

Teniendo en cuenta la máxima carga a transmitir por las líneas al año horizonte (20 años) y las longitudes de las mismas por separación de cargas, se ha tenido que tener en cuenta diversos fenómenos eléctricos que permitieron hacer comparaciones de selección.

5.5.1 Selección del Conductor teniendo en cuenta la radio interferencia y protección de Líneas de Teleco-  
municación : De acuerdo al nivel de tensión que se tiene en las salidas N°s. 1, 2, 3 y 4 del PSE N° 2 (20 kV), la radio interferencia no tiene efectos de consideración en la selección de los conductores. Es más, en el Perú no existen códigos que regulen el ruido producido por las lí  
neas de transmisión.

El Comité Consultivo de la I.T.T., por el contrario, pro  
porciona una guía concerniente a la protección de líneas de telecomunicación contra los efectos perjudiciales de una línea eléctrica. En síntesis, recomienda distancias mínimas entre ambos durante un tramo, también mínimo, pa  
ra evitar tensiones inducidas en los circuitos de teleco-  
municación por líneas eléctricas con falla fase-tierra.

El siguiente cuadro muestra las distancias mínimas :

DISTANCIA ENTRE LINEAS ELECTRICA Y TELEGRAFICA = 10 m.		
L (km)	$I_{falla}$ (kA)	$L_{max}$ (km)
5	0.910065	1.423
10	0.744162	1.741

DISTANCIA ENTRE LINEAS ELECTRICA Y TELEGRAFICA = 100 m.		
L (km)	$I_{fall}$ (kA)	$L_{max}$ (km)
5	.910065	2.7472
10	.744162	3.3597

**5.5.2 Cálculo de Pérdidas por efecto Corona :** El efecto corona es un fenómeno que va ligado con la tensión del conductor, su diámetro, la altitud (msnm) en que se encuentra la línea y las condiciones ambientales tales como la humedad, la polución, etc. En nuestro caso, las pérdidas corona son muy despreciables. Se recomienda que las pérdidas por este efecto no supere 0.8 kW/km por cada fase.

Bajo lluvia, neblina o con los conductores cubiertos de hielo habrá un incremento sustancial en las pérdidas por corona, pero el número de horas para las cuales se dan tales condiciones no justificaron que estas circunstancias fueran tomadas en cuenta en la selección del conductor.

Los diámetros mínimos de los conductores han sido calculados teniendo en cuenta las circunstancias de pérdida arriba mencionadas.

**5.5.3 Cálculo de Caída de Tensión :** La caída de tensión es uno de los mas importantes aspectos que se han tenido en cuenta para la selección del conductor. La mayor cantidad de cargas alimentadas son claramente las que se tipifican como rurales, por lo tanto tienen un diagrama de carga parecido y que su máxima demanda es prácticamente a la misma hora; para quienes se ha calculado la caída de tensión teniendo en cuenta sus máximas demandas en esas horas.

Sin embargo para el caso de la doble terna de 20 kV, y como es sabido se prevee la alimentación de las minas, se consideró la máxima caída de tensión a las 11 a.m.

Se aplicó la siguiente ecuación para caída de tensión :

$$\% V = F_{ct} \times P \times L$$

$$\text{para un } \cos\phi = 0.85 \quad \text{y} \quad \text{kV} = 21 \text{ kV}$$

Los cálculos que se muestran en los Cuadros Nos. 5.5.3.1, 5.5.3.2 y 5.5.3.3, fueron realizados teniendo en cuenta - los siguientes parámetros:

Salidas N° 3 y 4 Pallasca - Lacabamba - Pampas

Conductor aleación de aluminio de  $95 \text{ mm}^2$

F.C.T. = 0.000118

Las potencias de los poblados para caída de tensión representan el 38% de la M.D. de cada uno de ellos para con - frontar con la de las minas (Ver Gráficos 5.5.3.2 y 5.5.3.3)

Ramales de Línea

Conductor de aleación de aluminio de  $25 \text{ mm}^2$

F.C.T. = 0.000395

DESCRIPCION SALIDA N° 3 y 4		PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS	
N°	LOCALIDAD NOMBRE	DISTANCIA PROG. (Km)	POTENCIA (kw)
1	D. Chora	8.597	
1.1	Chora	9.248	50.54
2	Lacabamba	10.998	51.00
3	D. Conchucos	11.335	-
3.1	Conchucos	16.888	266.72
4	Cochaconchucos	13.889	41.72
5	Tilaco	14.730	27.26
6	D. Minas	17.287	
6.1	Pampas	19.450	419.00
6.2	Puyalli	23.061	61.80
7	Minas	22.717	410.00

CUADRO 5.5.3.1

CARACTERISTICAS FISICAS, MECANICAS Y ELECTRICAS DE CONDUCTORES  
DE ALEACION DE ALUMINIO

N O R M A		DIN 48201	DIN 48201	DIN 48201
DESCRIPCION	UNIDAD			
Sección Nominal	mm <sup>2</sup>	25	70	95
Sección Real	mm <sup>2</sup>	25	70	95
Número de hilos		7	19	19
Diámetro del hilo	mm	2.10	2.10	2.50
Diámetro exterior	mm	6.26	10.50	12.50
Carga de rotura	kg	690	1875	2660
Peso lineal aproximado	kg/m	0.069	0.190	0.260
Resistencia eléctrica a 20°C C.C.	ohm/km	1.372	0.5078	0.3578
Módulo elasticidad inicial	kg/mm <sup>2</sup>	5600	5400	5400
Módulo elasticidad final	kg/mm <sup>2</sup>	6400	6300	6300
Coefficiente de dilatación lineal ( x 10 <sup>-6</sup> )	1/°C	23.0	23.0	23.0

CUADRO 5.5.3.2

CAIDA DE TENSION SALIDA N° 3 : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TRAMO	P (kW)	$\sum P$ (kW)	L (km)	P x L ( kW x km )	AV (%)	$\sum AV$ (%)
6 - 5	2050	2050	7.98	16359.00	1.930	5.711
5 - 4	10	2060	0.85	1751.00	0.206	3.781
4 - 3	15	2075	2.55	5291.25	0.624	3.575
3.1 - 3	101	101	5.53	558.53	0.220	0.220
3 - 2	101	2176	0.34	739.84	0.087	2.951
2 - 1	19	2195	2.40	5268.00	0.620	2.864
1.1 - 1	19	19	0.65	12.35	0.005	0.005
1 - 0	19	2214	8.59	19018.26	2.244	2.244

Conductor : AAAC 95 mm<sup>2</sup> (Línea Principal)

F.C.T. = 0.000118

AAAC 25 mm<sup>2</sup> (Ramal de Línea)

F.C.T. = 0.000395

CUADRO 5.5.3.3

CAIDA DE TENSION SALIDA N° 4 : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TRAMO	P (kW)	$\sum P$ (kW)	L (km)	P x L (kW x km)	AV %	$\sum AV$ %
2-1	2050	2050	5.43	11131.50	1.313	5.864
1.2-1.1	23	23	3.61	83.03	0.032	0.187
1.1-1	159	182	2.16	393.12	0.155	0.155
1-0	182	2232	17.28	38568.96	4.551	4.551

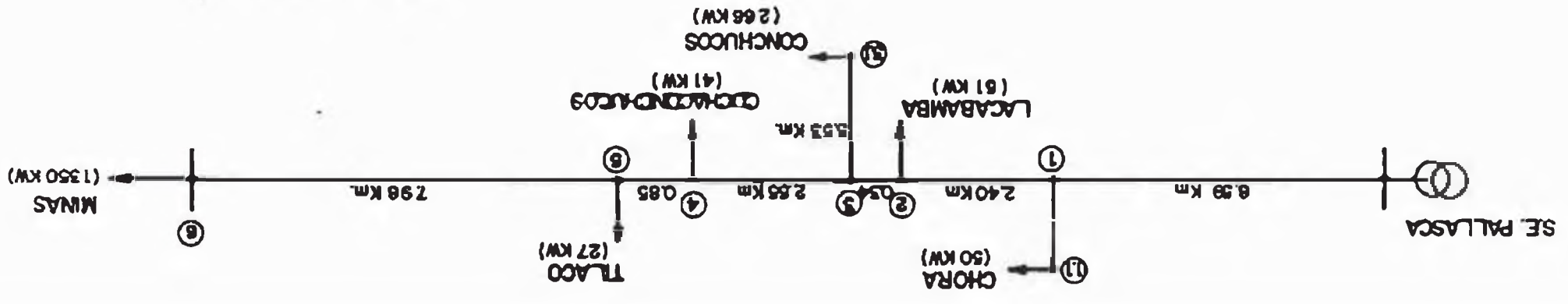
Conductor. AAAC 95 mm<sup>2</sup> (Línea Principal)

F.C.T. = 0.000118

AAA 25 mm<sup>2</sup> (Ramal de Línea)

F.C.T. = 0.000395

**SALIDA N° 3 PALLASCA LACABAMBA PAMPAS**  
**(TERNA A) MAXIMAS DEMANDAS DE NOCHE**



**SAUDA N° 4 PALLASCA LACABAMBA PAMPAS**  
**(TERNA B) MAXIMAS DEMANDAS DE NOCHE**

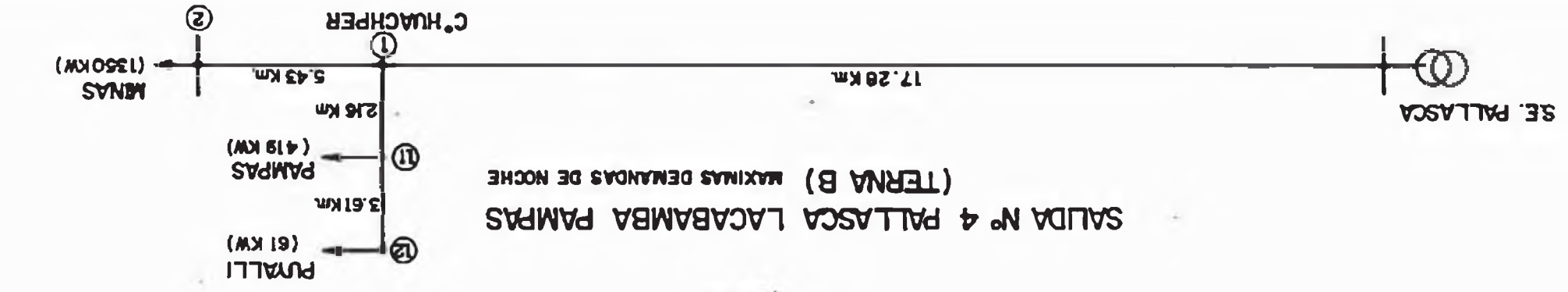
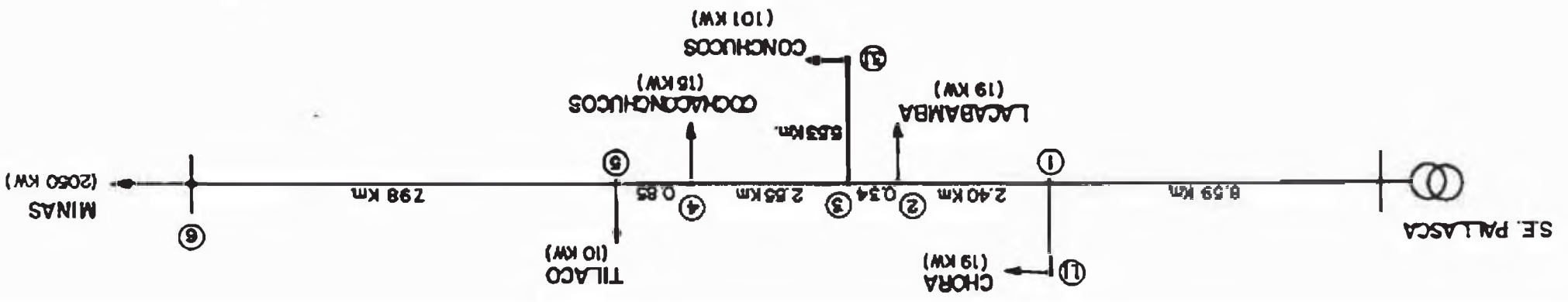


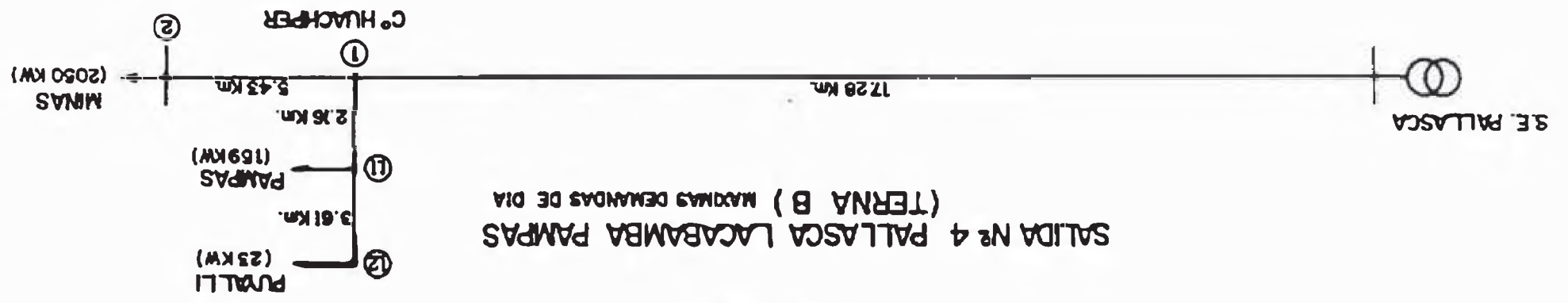
GRAFICO N° 5.5.3.2



SALIDA Nº 3 PALLASCA LACABAMBA PAMPAS (TERNA A) MÁXIMAS DEMANDAS DE DÍA



SALIDA Nº 4 PALLASCA LACABAMBA PAMPAS (TERNA B) MÁXIMAS DEMANDAS DE DÍA



Las salidas de las líneas de sub-transmisión tienen una tensión, en la Sub-Estación de Pallasca, de 21 kV, la misma que permite otorgar confiabilidad de servicio en cuanto a regulación se refiere; permitiendo además tener un margen adecuado de caída de tensión sin perjudicar a las cargas que requieren de una tensión regular. Los taps de los transformadores de las Redes Primarias han tenido selección adecuada para obtener en el secundario la tensión requerida y planteada (380/220); consiguiendo tener los rangos que fijan los transformadores con 20 kV  $\pm 2 \times 2.5\%$  en el Primario.

## .6 CALCULO DE CORTOCIRCUITO

5.6.1 Generalidades : Para el dimensionamiento básico de los equipos de protección y la calibración de fusibles, se ha realizado un estudio de Cortocircuito para el PSE-2 Santiago de Chuco-Pallasca-Cabana.

Para efectuar el estudio, se ha realizado una simplificación que ha consistido en encontrar la impedancia equivalente de falla vista desde la barra de 138kV de la Central Cañón del Pato, para de esta manera tomar en cuenta la influencia del sistema interconectado.

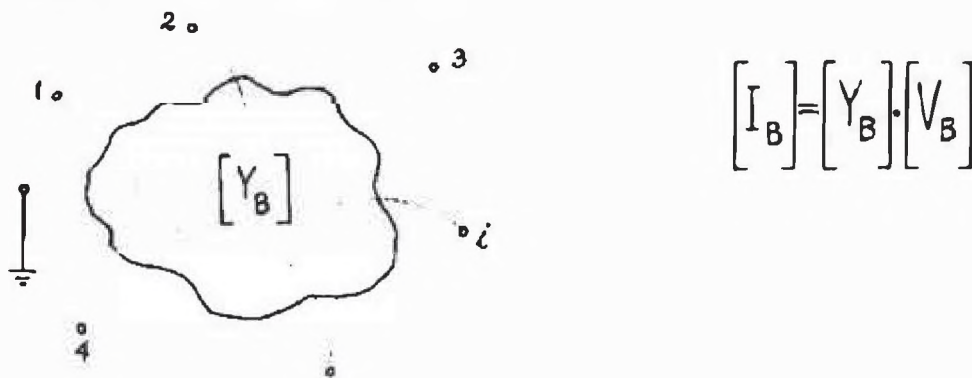
Para efectuar los cálculos se ha empleado un programa de cómputo especial que determina los valores de potencia y corriente de cortocircuitos monofásicos y trifásicos.

5.6.2 Información Básica : La información básica han sido los parámetros eléctricos de secuencia positiva y secuencia homopolar para las Líneas de 20 y 66 kV en sus diferentes calibres, calculadas por el método de Carson.

En el Gráfico 5.6.1 se indica el diagrama unifilar emplea

do y en el Cuadro 5.6.2 se indican los valores de las im pedancias de secuencia para cada uno de los tramos de lí nea.

5.6.3 Metodología empleada : Un sistema de potencia puede ser representado por su matriz de admitancia de barras. Las relaciones de corrientes y tensiones nodales quedan expresadas como sigue:



Si se desprecian las condiciones previas a la falla y se asume que el sistema es totalmente balanceado, no circularán corrientes de carga. La condición de falla se presenta cuando uno de los nodos (digamos el  $i$ ) se pone a tierra.

En esas condiciones todas las corrientes, excepto  $i$ , serán cero. Con el objeto de conocer la distribución de corrientes es por tanto necesario conocer los valores  $[V_B]$ , para lo cual hay que invertir la matriz.

Los métodos tradicionales de invertir  $[Y_B]$  no son satisfactorios si se trata de sistemas prácticos de potencia. Por el contrario, los métodos de matrices esparsas permiten un reducido uso de memoria de computadoras y se pueden obtener soluciones repetitivas, sin necesidad de invertir explícitamente la matriz.

En el presente programa se emplea un método de renumera -

ción óptima ordenada y la inversión factorizada descrita en el artículo de Tinney-Walker "Direct solution of Sparse network equations by optimally ordered triangular factorization".

El programa permite calcular

- Corrientes de cortocircuito trifásico y su distribución por la fase R.
- Corrientes de cortocircuito monofásico y su distribución por la fase R, la corriente a tierra y su distribución en la red de secuencia homopolar.
- Cortocircuito bifásico a tierra, para el cual se calcula la corriente a tierra y su distribución a la red de secuencia homopolar.

**5.6.4 Resultados** En la Tabla 1.6.2 C se indican los resultados de los cálculos y potencias de cortocircuitos para el caso de máxima generación en el año horizonte.

En la Tabla 1.6.3 D se indica una estimación de los valores de cortocircuito para el caso de mínima generación bajo la asunción que el sistema de potencia equivalente en Cañón del Pato funciona solamente a la mitad de generación.

Un resumen de los resultados se indican en el gráfico 5.6.2

## 5.7 COORDINACION DE LA PROTECCION CONTRA SOBRE CORRIENTE

Con la finalidad de proteger los equipos de las Redes Eléctricas, se ha seleccionado la protección más simple y menos costosa. Aunque su puesta en funcionamiento requiera de un operador, ésta será con facilidad relativa, uno por su ubicación estratégica en el armado respectivo y otro, por su ubicación adecuada y óptima en la línea de subtransmisión.

El tipo de seccionamiento, en todos los casos, será mediante el seccionador fusible tipo CUT-OUT, cuyo nivel básico de aislamiento sea igual a 125 kV para una tensión nominal de 20 kV.

La parte más importantes es la que corresponde al análisis de operación (fundición) del cortacircuito fusible.

**5.7.1 Cortacircuito Fusible :** Los cortacircuitos fusibles han sido diseñados, no solamente para cortar automáticamente el circuito eléctrico en el que se encuentra intercalado cuando la corriente que lo atraviesa sea excesiva respecto de cierto valor (consiguiendo este corte por fusión del alambre fusible en un tiempo inversamente proporcional a la magnitud de las corrientes de falla), sino también para servir de elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos, convirtiéndose en un punto de seccionamiento.

Para su selección se han utilizado como referencia dos curvas características (las mismas que se presentan a continuación) que representan

- La de mínimo tiempo de fusión
- La de máximo tiempo de despeje

# DIAGRAMA UNIFILAR DEL PSE-2

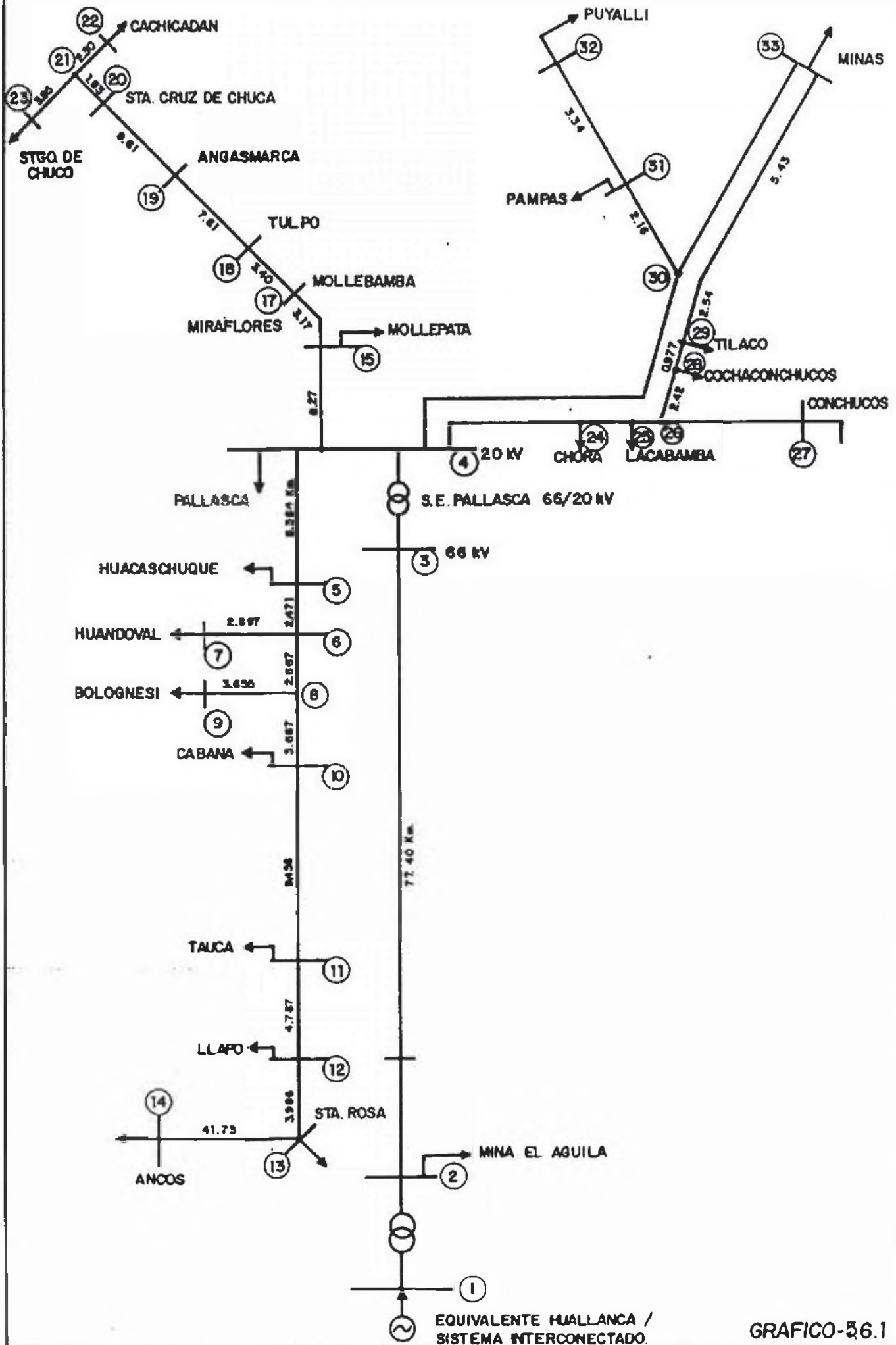


GRAFICO-56.1

# DIAGRAMA DE POTENCIAS MAXIMAS DE CORTO CIRCUITO P.S.E. N° 2

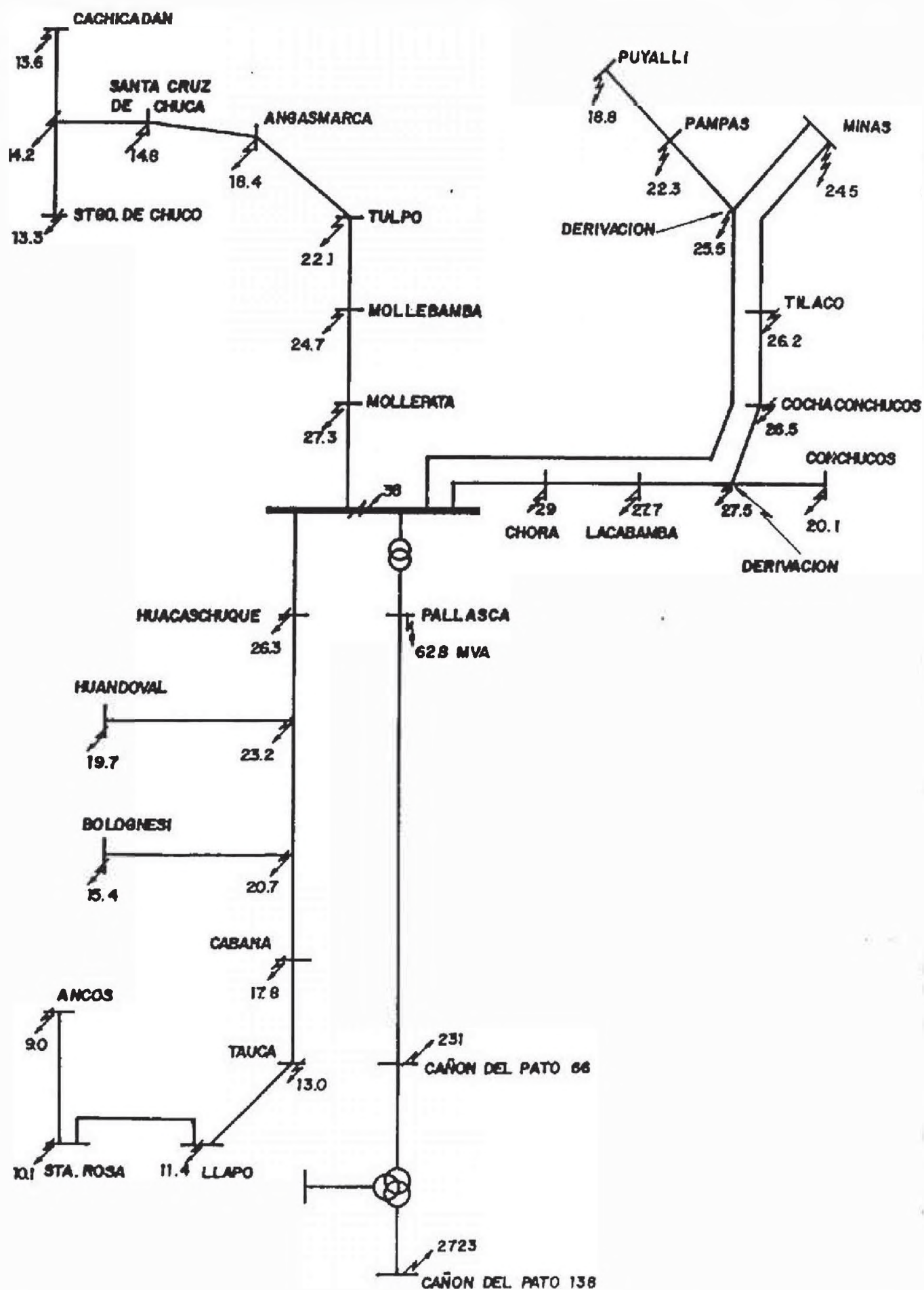


GRAFICO 3.6.2

Además, como es sabido, ésta selección también ha obedecido a criterios que logran, entre otras, las siguientes ventajas :

- Continuidad de servicio
- Selectividad
- Rapidez
- Economía

Es así que fue necesario

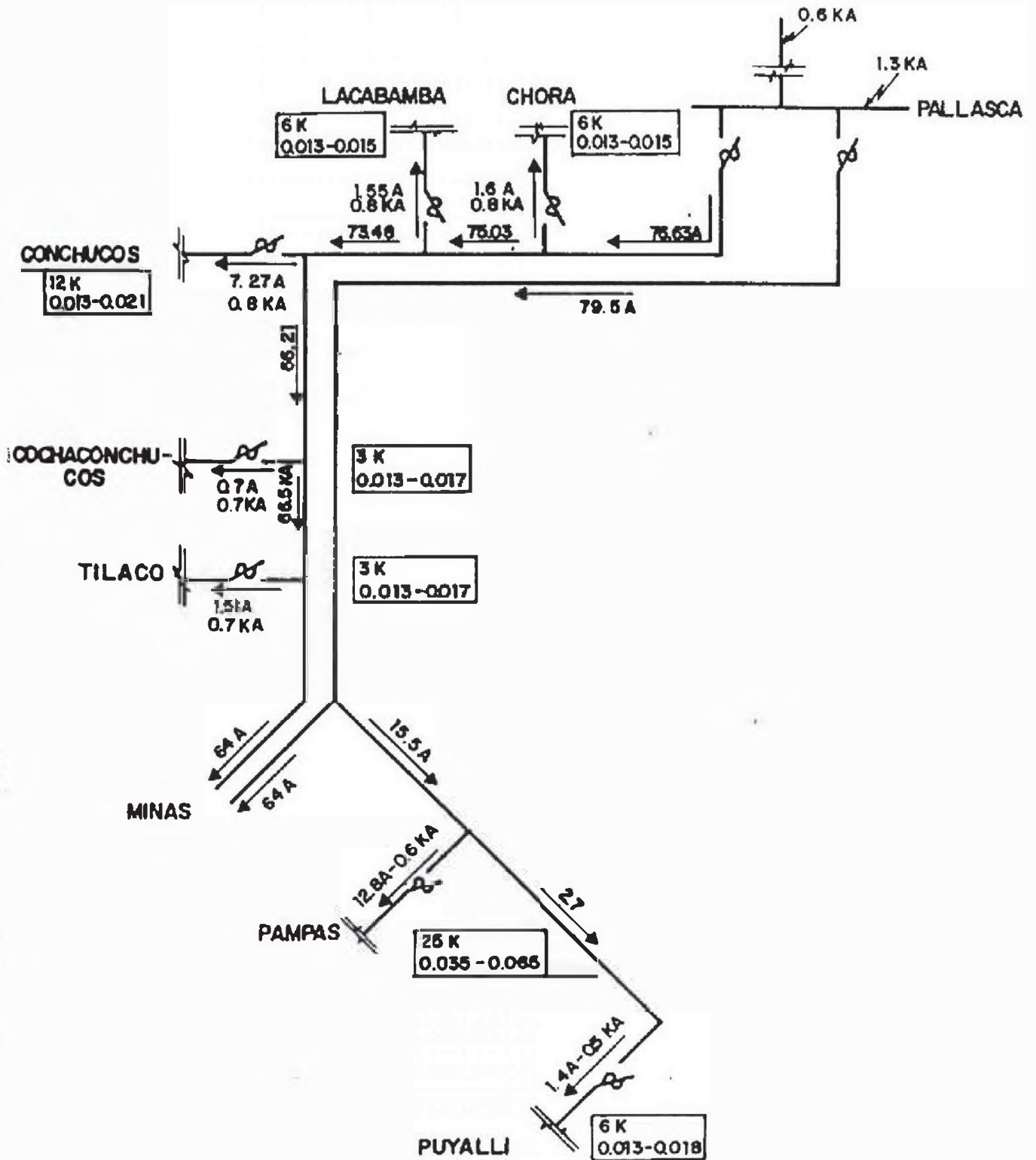
- Contar con un diagrama unifilar de carga, mostrando las salidas principales y ramales de línea todos en 20 kV.
- Calcular las corrientes de corto circuito máxima y mínima en algunos puntos notables del sistema, los mismos - que son lugares de instalación de un equipo de protección.

5.7.2 Diagramas de Protección : A continuación se presentan los gráficos indicando los fusibles seleccionados, los mismos que mostrarán tipo de fusible, tiempos mínimos y máximos de fusión y la corriente de corto circuito. Así también se indican las intensidades nominales de cada una de las cargas.

En hojas siguientes se muestran las características de apertura de los fusibles, las mismas que varían, no sustancialmente de acuerdo al fabricante, pero que en este caso ha servido para hacer la selección. Cuando se quieran adquirir de otras marcas, deberán garantizar su equivalencia.



# ESQUEMA DE PROTECCION SALIDAS N° 3 y 4



## 5.8 PUESTAS A TIERRA

5.8.1 Generalidades Las puestas a tierra de los postes de acero y madera serán del tipo contrapeso a lo largo de la línea, la cual irá combinada con un anillo con el fin de distribuir mejor los gradientes de tensión alrededor del poste.

En estas líneas solamente se aterrará los postes de acero en los cuales exista una derivación con seccionamiento. Con respecto a los postes de madera, también se aterrará los que sirvan para derivación, además se aterrará uno por cada tres postes de madera.

5.8.2 Medida de la Resistividad del terreno : De acuerdo con el Informe N° 2 del PSE-2 "Resultados de Estudios de Campo", se tomaron mediciones en la mayoría de las localidades y también en las derivaciones a las localidades de la línea de 20 kV que va junto con la línea de 66kV, obteniendo como resultado resistividades que van desde 100  $\Omega$ .m. hasta cerca de 400  $\Omega$ .m., teniendo en algunos puntos suelos de tipo rocoso para los cuales se diseñará una puesta a tierra especial.

5.8.3 Selección de las Configuraciones del Sistema de Puesta a Tierra : Esta selección se realizó tomando como criterio la ubicación del poste, es decir, si dicho poste se encuentra en una zona transitada o no transitada.

La resistencia de puesta a tierra en zonas transitadas, se tomó igual a 20  $\Omega$  y en zonas no transitadas igual a 25  $\Omega$  (este último valor de acuerdo al Código Nacional de Electricidad - Tomo IV).

Tomando como base lo mencionado arriba y también las fórmulas de las distintas configuraciones de puesta a tierra más

usadas obtenemos esencialmente dos tipos de puestas a tierra :

- a. Puesta a tierra en zona no transitada, compuesto por dos contrapesos (de diferentes longitudes, según resistividad del terreno) a lo largo de la línea, uno a cada lado del poste y enterrado a una profundidad de 0.8 m. Ver gráfico 5.8.1
- b. Puesta a tierra en zona transitada, compuesto por dos contrapesos semejante al del punto a., además añadiendo un anillo que rodea a la cimentación del poste, to dos estos enterrados a una profundidad de 0.8 m. Ver gráfico 5.8.2

Además, para las zonas que posean un suelo rocoso se tomará la puesta a tierra de configuración similar al del punto a., pero con una longitud del contrapeso igual a 50 m., a cada lado del poste; la profundidad de enterramiento será de 0.4 m.

Si es posible se tratará de llevar la puesta a tierra hacia terrenos de baja resistividad.

Esta puesta a tierra corresponde al Tipo C y se usarán en zona transitada o no transitada.

En las hojas de localización se detallan tipos de puesta a tierra que corresponden a cada poste de derivación y de madera para cada una de las troncales y ramales de las líneas de subtransmisión de 20 kV.

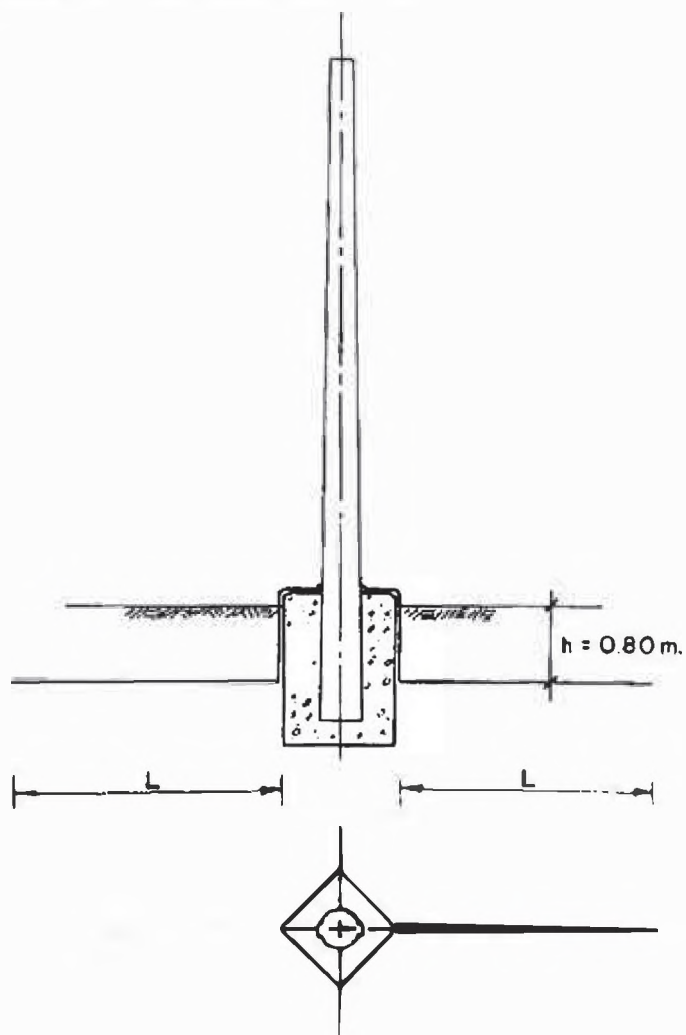
**5.8.4 Materiales del Sistema de Puesta a Tierra** El material del conductor del contrapeso será de cobre sólido N° 4 AWG (sección nominal igual a  $25 \text{ mm}^2$ ), el cual es suficiente para una corriente de cortocircuito de 1900

Amp. con un tiempo de eliminación de falla de 4 segundos.  
Para unir entre sí los contrapesos se usarán conectores -  
de bronce estañado.

GRAFICO N° 5.8.1

PUESTA A TIERRA EN ZONA NO TRANSITADA

Tipo : A1, A2, A3, C.



R = 25 Ohmios, para todos los casos

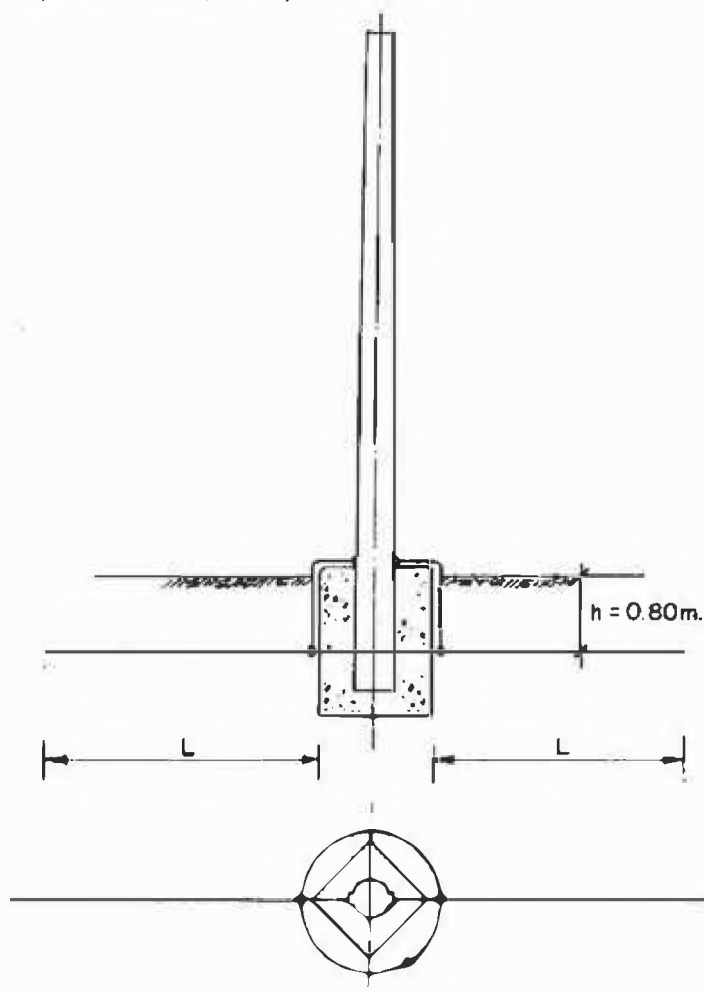
TIPO DE PUESTA A TIERRA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM-m)	L (m)	LONGITUD TOTAL DEL CONDUCTOR Aprox (m)
A1	100 a 170	5	12.40
A2	171 a 290	10	23.40
A3	291 a 400	15	32.40

Nota : Para el Tipo C en suelo rocoso; l 50 m enterrado a 0.40 m

GRAFICO 5.8.2

## PUESTA A TIERRA EN ZONA TRANSITADA

Tipo : B1, B2, B3 y B4



TIPO DE PUESTA A TIERRA	RESISTIVIDAD DEL TERRENO (OHM.m)	L (m)	LONGITUD TOTAL DEL CONDUCTOR Aprox. (m)
B1	100 a 170	5	16.2
B2	171 a 275	10	26.2
B3	276 a 370	15	36.2
B4	371 a 460	20	46.2

$R = 20$  , para todos los casos

Materiales :

- Conductor de cobre sólido N° 4 AWG
- Conectores de bronce estañado : cabo a cabo (1)  
en T (2)

## 5.9 CALCULOS MECANICOS

### 5.9 CALCULOS MECANICOS DEL CONDUCTOR

**5.9.1 Limitaciones Básicas de Cálculo** Las limitaciones que a continuación se presentan como hipótesis, son las que permiten mantener los coeficientes de seguridad y además evitan las posibles vibraciones del conductor por acción del viento, de acuerdo con las prácticas usuales de montaje y cálculos.

**5.9.2 Hipótesis de Cálculo** : De acuerdo con la selección realizada en 5.5 respecto de los conductores y a las condiciones climatológicas del área geográfica que corresponde al P.S.E. N° 2, se han establecido distintas hipótesis de cálculo para observar el comportamiento mecánico de los distintos conductores que han sido seleccionados.

Las condiciones críticas de elongación incluyen fenómenos tales como la Ampacitancia y CREEP, los mismos que han sido calculados con programas de Lenguaje Basic.

**5.9.2.1 Consideración del CREEP** Teniendo en cuenta que el CREEP es un fenómeno irreversible que cuya consecuencia práctica es un aumento de flecha en cualquier

estado, es posible calcular una temperatura adicional-equivalente por CREEP, esto permitirá corregir la flecha máxima para la localización de los postes.

Las unidades del CREEP están dadas en strains o strains. Así el incremento de temperatura estará dado por :

$$A_{t \text{ CREEP}} = \frac{E_f - E_i}{23}$$

5.9.2.2 Consideraciones por Capacidad : Además del efecto CREEP, se considerará un aumento de temperatura en el conductor debido a la radiación solar, la cual se da en  $W/cm^2$ . Con este incremento de temperatura se chequeó la máxima capacidad de carga de los conductores, tanto en condiciones normales como de emergencia.

El Cuadro 5.9.2 presenta los valores de temperatura equivalente con las dos consideraciones anteriores, las que incrementarán a una temperatura mayor, la que servirá para el cálculo del cambio de estado para la condición de máxima temperatura.

Las temperaturas obtenidas en el párrafo anterior nos permiten, entonces, tener las siguientes hipótesis de cálculo :

- Hipótesis de Cálculo Conductor AAAC 95 mm<sup>2</sup>

Hipótesis I

Temperatura ambiente	12 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Esfuerzo E.D.S.	4.5 kg/mm <sup>2</sup>



## Hipótesis II

Temperatura mínima	-5 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de la costra de hielo	0 mm

## Hipótesis III

Temperatura	0 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de la costra de hielo	2.5 mm

## Hipótesis IV

Temperatura ambiente	12 °C
Velocidad del viento	75 km/H
Espesor de hielo	0 mm

## Hipótesis V

Temperatura máxima	60 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de hielo	0 mm

## - Hipótesis de Cálculo Conductor AAAC 70 mm

## Hipótesis I

Temperatura ambiente	12 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Esfuerzo E.D.S.	4.5 kg/mm <sup>2</sup>

## Hipótesis II

Temperatura mínima	-5 °C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de hielo	0 mm

## Hipótesis III

Temperatura	0°C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de la costra de hielo	2.5 mm

## Hipótesis IV

Temperatura ambiente	12°C
Velocidad del viento	75 km/H
Espesor de hielo	0 mm

## Hipótesis V

Temperatura máxima	55°C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de hielo	0 mm

- Hipótesis de Cálculo Conductor AAAC 25 mm<sup>2</sup>

## Hipótesis I

Temperatura ambiente	12°C
Velocidad del viento	0 km/H
Esfuerzo E.D.S.	4.5 kg/mm <sup>2</sup>

## Hipótesis II

Temperatura mínima	-5°C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de hielo	0 mm

## Hipótesis III

Temperatura	0°C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de la costra de hielo	2.5 mm

## Hipótesis IV

Temperatura ambiente	12°C
Velocidad del viento	75 km/H
Espesor de la costra hielo	0 mm

## Hipótesis V

Temperatura máxima	50°C
Velocidad del viento	0 km/H
Espesor de costra de hielo	0 mm

Mediante la ecuación de truxa generalizado y considerando las características físicas y mecánicas del conductor establecidas en el Cuadro 5.5.3.1, se ha obtenido solución a la ecuación mencionada.

En los Cuadros 9.2.2.1; 9.2.2.2; se muestran para distintos vanos los valores de esfuerzos, tiros mecánicos y flechas.

En todos los conductores la Hipótesis III en la que se considera espesor de hielo; para efectos de cálculo no se ha considerado, habiéndose ubicado en los cuadros sólo para tener una referencia de dicha condición.

LINEAS 20 KV

## RESULTADOS DEL CALCULO DE CAPACIDAD

CUADRO N°: 5.9.2.1

HORA DE MD	SALIDA N° 2 STGO. DE CHUCO 70 mm <sup>2</sup>		SALIDA N° 3 DERIV. CONCHUCOS 25mm <sup>2</sup>		SALIDA 3-4 MINAS 95mm <sup>2</sup>
	DIA	NOCHE	DIA	NOCHE	DIA
MD (KW)	448	1279	88	250	1986
I (Amp)	15.20	43.43	2.98	8.52	67.45
R 20°C (OHM/Km)	0.495	0.495	1.370	1.370	0.3578
WS	0.1150	0	0.1150	0	0.1150
d (cm)	1.075	1.075	0.63	0.63	1.25
T (°C)	27°	5°	27°	5°	27°
$\theta = \Delta \theta 1$ (°C)	6.41	0.91	5.0°	0.6°	8.5°
T <sub>fc</sub> (°C)	33.41	5.91	32°	6°	36°
T(creep) (°C) $\Delta \theta 2$	20°	20°	15°	15°	20°
T MAX. (°C)	53.4	25.9	47°	21°	56°

EN CONCLUSION SE ADOPTARA :

CONDUCTORES DE 25mm<sup>2</sup> : 50°CCONDUCTORES DE 70mm<sup>2</sup> : 55°CCONDUCTORES DE 95mm<sup>2</sup> : 60°C

## CUADRO 9.2.2.1

CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

S&amp;I CONSULTORES ASOCIADOS

CALCULO PARA CONDUCTOR DE 95 mm<sup>2</sup>

CONDUCTOR AAAC

COEF. DILAT. LINEAL (1/°C) = .000023 MODULO ELAST. (kg/mm<sup>2</sup>) = 6300SECCION (mm<sup>2</sup>) = 95 DIAMETRO (mm) = 12.6 PESO (Kg/m) = .26

=====

 ESTADO 1 TENSION MAX (kg/mm<sup>2</sup>) = 4.5 TEMP (°C) = 12  
 VELOCIDAD DEL VIENTO (Km/h) = 0

=====

 ESTADO 2 TEMP (°C) = -5 VELOC. DE VIENTO (km/h) = 0 ESP. HIELO (mm) = 0  

VANO (m)	ESFUERZO (Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO (Kg)	FLECHA (m)
100	6.46305	613.989	.529345
200	5.59333	531.367	2.44701
300	5.08048	482.645	6.06365
400	4.84264	460.051	11.3151
500	4.72321	448.705	18.1393
600	4.65628	442.347	26.5184
700	4.61533	438.456	36.451
800	4.58853	435.91	47.9426
900	4.57007	434.157	61.0013
1000	4.55682	432.898	75.6396
1100	4.547	431.965	91.8688
1200	4.53952	431.254	109.704
1300	4.53369	430.7	129.161
1400	4.52906	430.261	150.257

=====

=====

 ESTADO 3 TEMP (°C) = 0 VELOC. DE VIENTO (km/h) = 0 ESP. HIELO (mm) = 2.5  

VANO (m)	ESFUERZO (Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO (kg)	FLECHA (m)
100	6.27592	576.213	.774691
200	6.32498	600.873	3.67545
300	6.35329	603.562	6.89163
400	6.36828	604.986	12.2295
500	6.37668	605.724	19.6967
600	6.38173	606.264	27.5007
700	6.38496	606.571	37.4493
800	6.38714	606.779	48.9538
900	6.38868	606.924	62.023
1000	6.3898	607.001	76.6697
1100	6.39063	607.11	92.9071
1200	6.39128	607.171	110.75
1300	6.39178	607.219	130.215
1400	6.39219	607.258	151.319

=====

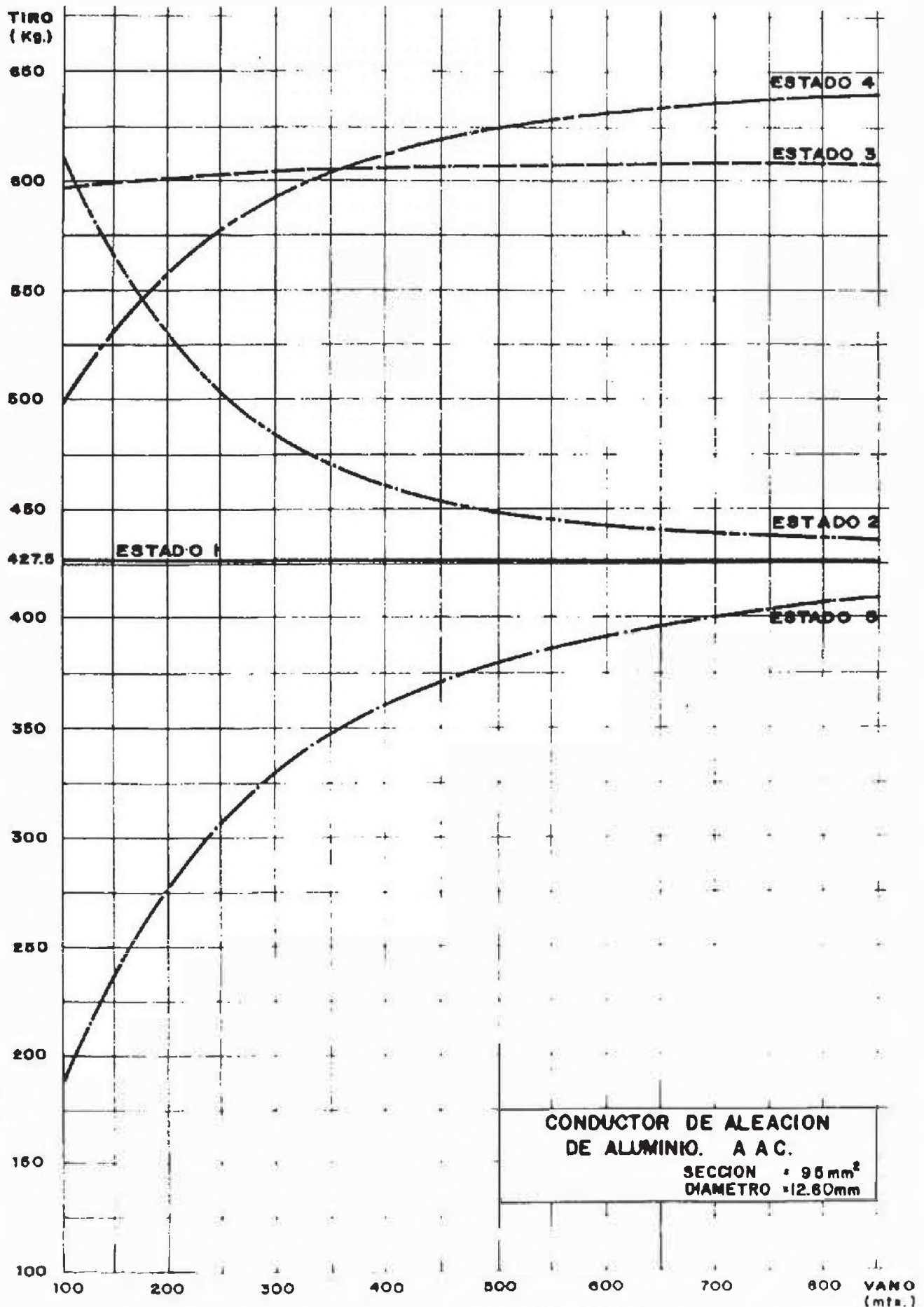
(continúa)

CUADRO 9.2.2.1

Continuación

=====			
ESTADO 4	TEMP(°C)= 12	VELOC. DE VIENTO(kn/h)= 75	ESP.HIELO(mm)= 0
VANO(m)	ESFUERZO(Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO(Kg)	FLECHA(m)
100	5.20567	494.539	.999131
200	5.87736	558.35	3.54079
300	6.24531	593.304	7.50052
400	6.44822	612.581	12.9218
500	6.56676	623.842	19.8398
600	6.64033	630.831	28.2769
700	6.6885	635.407	38.2491
800	6.72151	638.544	49.7699
900	6.74501	640.776	62.8525
1000	6.76228	642.416	77.5103
1100	6.77531	643.654	93.7575
1200	6.78537	644.61	111.609
1300	6.7933	645.363	131.083
1400	6.79964	645.966	152.195

=====			
ESTADO 5	TEMP(°C)= 60	VELOC. DE VIENTO(kn/h)= 0	ESP.HIELO(mm)= 0
VANO(m)	ESFUERZO(Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO(Kg)	FLECHA(m)
100	1.9181	182.219	1.79432
200	2.91523	276.947	4.69749
300	3.47344	329.977	8.97459
400	3.79964	360.966	14.4307
500	3.99955	376.957	21.4361
600	4.12803	392.163	29.9329
700	4.2143	406.358	39.9491
800	4.27449	406.077	51.5018
900	4.31791	410.292	64.6109
1000	4.35014	413.263	79.2909
1100	4.37464	415.591	95.5579
1200	4.39368	417.399	113.426
1300	4.40874	418.83	132.913
1400	4.42084	419.98	154.047



CONDUCTOR DE ALEACION  
DE ALUMINIO. A A.C.  
SECCION = 95 mm<sup>2</sup>  
DIAMETRO = 12.60 mm

DI J. V. P.  
D O P. H. S.  
RE ADO A. P. C.  
P. CH. C.

GERENCIA DE CENTRIFICACION PROVINCIAL DISTRICTAL Y RURAL  
PSE-2 SANTIAGO DE CHUCO PALLASCA CABANA

DIAGRAMA DE CAMBIO DE ESTADO  
CONDUCTOR 95 mm<sup>2</sup>

REVISION  
ESCALA  
FECHA  
NOV. 85 LIMA PERU

TABLA DE TENSADO

CONDUCTOR : ALEACION DE ALUMINIO  
95 mm<sup>2</sup>



TABLA DE TENSADON:COMPONENTE HORIZONTAL DEL TIRO CONJUNTIVO DE LA DATEMARRIA(43)  
ALEACION DE ALUMINIO 95 MM

DESNIVEL (VANO: )

TEMPERATURA(°C)	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	25.00	30.00	35.00
VANO(°)												
20.0	506.28	506.91	481.73	454.53	427.50	400.43	373.59	346.92	320.26	293.21	173.76	141.03
45.0	504.05	504.21	478.78	452.99	427.56	402.37	377.49	352.54	326.64	299.01	227.16	186.39
70.0	502.88	498.13	474.11	450.33	427.50	403.10	383.43	362.55	342.57	296.99	258.31	226.58
95.0	502.34	480.17	466.60	447.89	427.50	406.09	385.48	371.75	354.91	294.84	264.47	237.35
120.0	501.37	481.33	462.99	444.87	427.50	410.71	395.11	380.10	365.83	333.70	305.05	282.43
145.0	499.21	475.95	457.77	442.29	427.50	417.41	400.01	387.27	375.20	347.72	323.76	302.99
170.0	497.34	466.93	453.29	440.05	427.50	415.33	404.14	393.28	382.96	359.25	339.43	320.00
195.0	497.19	461.04	449.33	438.17	427.50	417.02	407.67	398.67	389.37	368.86	350.54	334.14
220.0	496.56	455.01	445.06	435.84	427.50	418.76	410.39	402.37	394.67	376.77	360.50	345.96
245.0	496.02	451.91	443.45	435.32	427.50	415.97	412.73	405.76	399.05	382.34	369.00	355.89
270.0	496.08	448.34	441.28	434.25	427.50	420.97	414.66	409.57	402.69	388.82	376.06	364.23
295.0	492.16	445.76	439.47	433.35	427.50	421.80	416.27	410.92	405.73	392.43	382.61	371.39
320.0	489.13	443.45	437.93	432.66	427.50	422.49	417.61	412.88	408.28	397.31	387.06	377.47
345.0	486.47	441.53	436.73	432.05	427.50	422.07	418.74	414.53	410.43	400.61	391.37	382.67
370.0	484.27	439.92	435.58	431.34	427.50	423.55	419.70	415.94	412.26	403.43	395.07	387.16
395.0	482.42	438.56	434.79	431.11	427.50	423.97	420.82	417.14	413.83	405.85	398.26	391.05
420.0	480.38	437.41	434.04	430.74	427.50	424.33	421.22	418.17	415.17	407.94	401.03	394.43
445.0	479.53	436.42	433.39	430.42	427.50	424.63	421.82	419.05	416.34	409.78	403.44	397.38
470.0	478.32	435.57	432.83	430.14	427.50	424.90	422.34	419.83	417.35	411.33	405.34	399.98
495.0	477.38	434.85	432.35	429.91	427.50	425.12	422.80	420.50	418.24	412.72	407.40	402.26
520.0	476.43	434.19	431.93	429.70	427.50	425.33	423.20	421.09	419.01	413.94	409.04	404.29
545.0	476.00	433.62	431.55	429.51	427.50	425.51	423.55	421.61	419.70	415.02	410.49	406.69
570.0	475.15	433.13	431.20	429.35	427.50	425.67	423.86	422.07	420.31	415.99	411.73	407.69
595.0	474.46	432.69	430.94	429.21	427.50	425.81	424.14	422.48	420.85	416.84	412.93	409.13
620.0	473.92	432.30	430.68	429.08	427.50	425.93	424.39	422.95	421.33	417.63	413.97	410.42
645.0	473.46	431.95	430.45	428.97	427.50	426.02	424.61	423.18	421.77	418.29	414.90	411.59
670.0	473.14	431.64	430.25	428.87	427.50	426.15	424.80	423.47	422.13	418.91	415.74	412.53
695.0	472.86	431.36	430.06	428.77	427.50	426.24	424.98	423.74	422.51	419.47	416.50	413.58
720.0	472.62	431.10	429.89	428.69	427.50	426.32	425.14	423.93	422.83	419.93	417.19	414.45
745.0	472.42	430.89	429.74	428.62	427.50	426.39	425.29	424.20	423.12	420.44	417.61	415.23
770.0	472.24	430.69	429.60	428.55	427.50	426.45	425.43	424.41	423.33	420.81	418.39	415.95
795.0	472.18	430.48	429.48	428.48	427.50	426.52	425.55	424.58	423.62	421.25	418.91	416.61
820.0	472.15	430.31	429.36	428.43	427.50	426.53	425.56	424.75	423.84	421.60	419.39	417.22
845.0	472.14	430.18	429.26	428.38	427.50	426.63	425.76	424.90	424.04	421.92	419.80	417.77
870.0	472.15	430.09	429.16	428.33	427.50	426.68	425.86	425.04	424.23	422.22	420.31	418.29

## CUADRO 9.2.2.3

CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

S&amp;Z CONSULTORES ASOCIADOS

CALCULO PARA CONDUCTOR DE 25 mm<sup>2</sup>

CONDUCTOR AAAC

COEF. DILAT. LINEAL( 1/°C )= .000023 MODULO ELAST.(kg/mm<sup>2</sup>)= 6400SECCION(mm<sup>2</sup>)= 25 DIAMETRO(mm)= 6.26 PESO(Kg/m)= .059

=====

 ESTADO 1 TENSION MAX(kg/mm<sup>2</sup>)= 4.5 TEMP(°C)= 12  
 VELOCIDAD DEL VIENTO(Km/h)= 0

=====

VANO(m)	ESFUERZO(Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO(Kg)	FLECHA(m)
100	6.48263	162.066	.532211
200	5.59007	139.752	2.46915
300	5.07434	126.858	6.12242
400	4.83801	120.95	11.422
500	4.71991	117.998	18.3062
600	4.65387	116.347	26.7579
700	4.61351	115.338	36.7763
800	4.58711	114.678	48.3672
900	4.56894	114.223	61.5396
1000	4.5559	113.947	76.395
1100	4.54623	113.656	92.8764
1200	4.53887	113.472	110.869
1300	4.53313	113.328	130.298
1400	4.52858	113.214	151.593

=====

=====

VANO(m)	ESFUERZO(Kg/mm <sup>2</sup> )	TIRO(kg)	FLECHA(m)
100	6.85675	171.417	.966374
200	7.53373	188.343	2.63923
300	7.93819	198.455	7.51201
400	8.1762	204.27	13.9922
500	8.31	207.75	21.9745
600	8.3977	209.943	31.4676
700	8.4557	211.393	42.5432
800	8.49571	212.393	55.1702
900	8.52433	213.003	69.3077
1000	8.54547	213.402	85.0041
1100	8.5614	214.005	102.3045
1200	8.57376	214.344	121.1669
1300	8.5835	214.587	141.542
1400	8.59131	214.783	163.362

=====

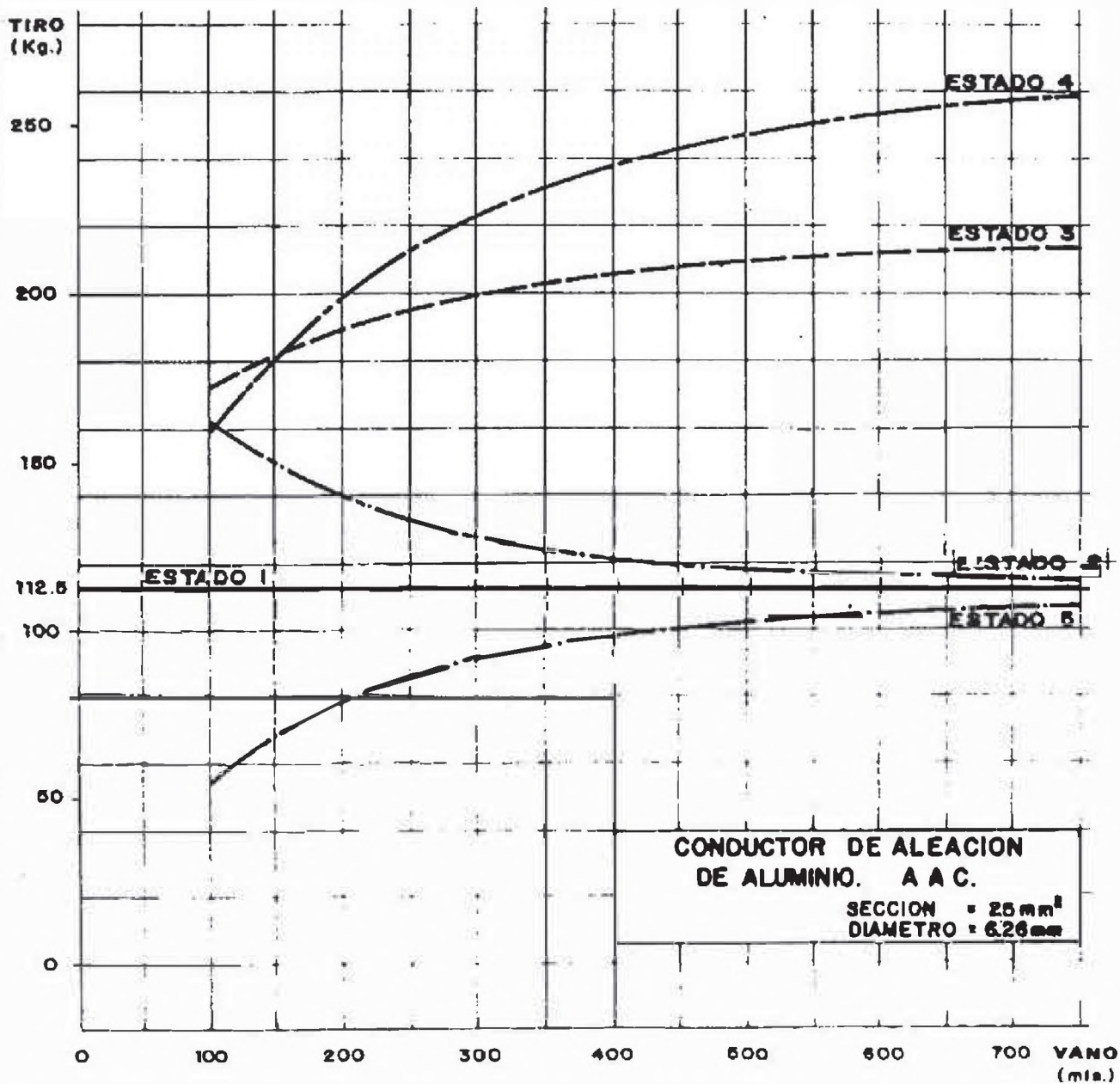
(Continúa)

CUADRO 9.2.2.3

## Continuación

=====			
ESTADO 4	TEMP(°C)= 12	VELOC. DE VIENTO(kn/h)= 75	ESP.HIELO(mm)= 0
VANO(m)	ESFUERZO(Kg/m <sup>2</sup> )	TIRO(Kg)	FLECHA(cm)
100	6.3315	158.288	1.28905
200	7.85474	196.368	4.15775
300	8.7697	219.243	8.38283
400	9.33117	233.279	14.0144
500	9.68821	242.205	21.1059
600	9.92405	248.101	29.6963
700	10.0856	252.141	39.8132
800	10.2001	255.002	51.4781
900	10.2836	257.089	64.7091
1000	10.3461	258.652	79.5231
1100	10.3939	259.848	95.9368
1200	10.4313	260.782	113.967
1300	10.4609	261.524	133.632
1400	10.4849	262.122	154.951

=====			
ESTADO 5	TEMP(°C)= 50	VELOC. DE VIENTO(kn/h)= 0	ESP.HIELO(mm)= 0
VANO(m)	ESFUERZO(Kg/m <sup>2</sup> )	TIRO(Kg)	FLECHA(cm)
100	2.17952	54.4991	1.58344
200	3.1392	78.4799	4.39286
300	3.64426	91.1064	8.52942
400	3.92743	98.1857	14.0761
500	4.0961	102.402	21.1064
600	4.2024	105.06	29.6562
700	4.2729	106.82	39.7327
800	4.32144	108.036	51.3719
900	4.35628	108.997	64.5833
1000	4.38199	109.55	79.382
1100	4.40147	110.037	95.7834
1200	4.41655	110.414	113.884
1300	4.42846	110.711	133.748
1400	4.438	110.95	154.772



DI ) J. V. P.  
D ) P. H. S.  
RE ) A. P. C.  
F. C. C.

ELECTRICIDAD DEL PERU ELECTROPERU S.A.  
PSE-2 SANTIAGO DE CHUCO PALLASCA CABANA TRITAL Y AUR

DIAGRAMA DE CAMBIO DE ESTADO  
CONDUCTOR 25 mm<sup>2</sup>

REVISION

ESCALA

FECHA

NOV. 83

LIMA - PERU

TABLA DE TENSADO

CONDUCTOR : ALEACION DE ALUMINIO

25 mm<sup>2</sup>

TABLA DE TENSADO: COMPONENTE HORIZONTAL DEL TIPO LONGITUDINAL DE LA CATENARIA (kg)  
ALEACION DE ALUMINIO 25 mm2 RAMALES

DESNIVEL (VANO): 0

TEMPERATURA (°C)	4.00	5.00	6.00	10.00	12.00	14.00	16.00	18.00	20.00	25.00	30.00	35.00
VANO (m)												
5.0	141.92	134.56	127.21	119.85	112.50	105.15	97.80	90.45	83.11	64.79	46.56	28.76
30.0	141.12	133.92	126.74	119.60	112.50	105.45	98.47	91.57	84.78	68.49	53.65	41.89
55.0	139.30	132.47	125.71	119.05	112.50	106.09	99.83	93.76	87.90	74.41	62.92	53.64
60.0	136.75	130.46	124.31	118.32	112.50	106.87	101.46	96.28	91.35	80.19	70.77	62.99
105.0	133.83	128.22	122.79	117.54	112.50	107.67	103.07	98.69	94.55	85.21	77.25	70.46
130.0	130.68	125.99	121.30	116.80	112.50	108.40	104.51	100.81	97.32	89.40	82.61	76.68
155.0	128.14	123.96	119.96	116.14	112.50	109.03	105.73	102.60	99.63	92.86	86.92	81.73
180.0	125.74	122.20	118.82	115.56	112.50	109.56	106.76	104.09	101.67	95.70	90.51	85.91
205.0	123.71	120.72	117.86	115.12	112.51	110.60	107.62	105.31	103.11	98.03	93.49	89.39
230.0	122.03	119.46	117.07	114.74	112.50	110.35	108.29	106.31	104.41	99.97	95.95	92.29
255.0	120.66	118.30	115.42	114.42	112.50	110.65	108.86	107.14	105.48	101.58	98.01	94.73
280.0	119.57	117.68	115.55	114.17	112.50	110.89	109.33	107.82	106.37	102.92	99.74	96.79
305.0	118.60	117.00	115.45	113.95	112.50	111.09	109.72	108.40	107.11	104.05	101.20	98.54
330.0	117.83	116.44	115.09	113.76	112.50	111.26	110.05	108.88	107.73	105.00	102.44	100.04
355.0	117.15	115.97	114.79	113.63	112.50	111.40	110.33	109.28	108.26	105.81	103.50	101.32
380.0	116.66	115.58	114.53	113.50	112.50	111.52	110.56	109.62	108.71	106.50	104.41	102.43
405.0	116.20	115.25	114.31	113.40	112.50	111.62	110.76	109.92	109.09	107.10	105.20	103.39
430.0	115.82	114.97	114.13	113.31	112.50	111.71	110.93	110.17	109.42	107.61	105.86	104.22
455.0	115.49	114.72	113.97	113.23	112.50	111.79	111.09	110.39	109.71	108.06	106.48	104.95
480.0	115.21	114.51	113.80	113.16	112.50	111.85	111.21	110.59	109.96	108.45	107.00	105.60
505.0	114.96	114.32	113.71	113.10	112.50	111.91	111.32	110.75	110.19	108.79	107.46	106.16
530.0	114.75	114.17	113.61	113.05	112.50	111.96	111.42	110.89	110.37	109.10	107.86	106.67
555.0	114.58	114.05	113.52	113.00	112.50	112.00	111.51	111.02	110.54	109.37	108.22	107.11
580.0	114.45	113.95	113.44	112.96	112.50	112.04	111.59	111.14	110.69	109.60	108.54	107.51
605.0	114.35	113.88	113.43	112.93	112.50	112.09	111.65	111.24	110.83	109.82	108.83	107.87
630.0	114.28	113.81	113.38	112.90	112.50	112.14	111.72	111.33	110.95	110.01	109.09	108.19
655.0	114.20	113.76	113.34	112.87	112.50	112.18	111.77	111.41	111.05	110.19	109.32	108.43
680.0	114.15	113.74	113.33	112.84	112.50	112.16	111.82	111.48	111.15	110.33	109.53	108.74
705.0	114.10	113.71	113.31	112.82	112.50	112.18	111.86	111.55	111.24	110.47	109.72	108.93
730.0	114.07	113.68	113.28	112.80	112.50	112.20	111.91	111.61	111.32	110.60	109.89	109.20
755.0	114.04	113.65	113.27	112.79	112.50	112.22	111.94	111.67	111.39	110.72	110.05	109.40
780.0	114.02	113.63	113.25	112.77	112.50	112.24	111.98	111.72	111.46	110.82	110.19	109.58
805.0	114.01	113.62	113.24	112.76	112.50	112.25	112.01	111.76	111.52	110.92	110.32	109.74
830.0	114.00	113.61	113.23	112.74	112.50	112.27	112.03	111.80	111.57	111.01	110.45	109.89

## 5.10 CALCULO MECANICO DE POSTES

**5.10.1 Criterios Adoptados en la selección del tipo de estructura** Con la finalidad de determinar el tipo de poste básico a utilizar así como los vanos permisibles, se ha calculado la combinación altura-poste-vano más adecuada para las líneas de simple terna así como para las líneas de doble terna.

En el presente estudio se ha hecho diferenciación entre las líneas principales y los ramales que alimentan a las localidades del PSE 2 correspondiendo el uso de postes de fierro a los primeros y postes de madera a los segundos.

**5.10.1.1 Doble Terna** La selección para este caso se hizo fundamentalmente con criterios de distancia mínima entre conductores y distancias de seguridad de acuerdo a los requerimientos topográficos de la ruta de las salidas principales 3 y 4.

El procedimiento al igual que antes, ha permitido utilizar postes de 12 m de 300 kg de esfuerzo en la punta.

También se han realizado diseños especiales para la utilización en vanos grandes no contemplados en los cálculos mencionados.

**5.10.2 Ramales de Línea** En este aspecto se considera el uso de postes de madera nacional con el criterio de disminuir los costos en el presente estudio.

Las distintas configuraciones presentadas en láminas aparte, han sido calculadas en base a distancias mínimas entre conductores y distancias de seguridad. Se utilizará por consiguiente postes de 11 mt clase 6. grupo D, que satisfacen los requerimientos mecánicos.

En ambos casos cabe mencionar que el método utilizado es aplicado generalmente en terrenos planos o ligeramente ondulados, sin embargo para el tipo de terrenos que atraviesan las líneas y dado que los conductores siguen prácticamente paralelos al perfil del terreno, el método permite seleccionar el tipo de poste cuyas prestaciones pueden afinarse durante la fase de distribución de estructuras. Para las condiciones normales, se consideró los esfuerzos debido al viento sobre el poste, conductores y aisladores, así como el debido al ángulo topográfico (en estas condiciones se adopta un factor de seguridad de 1.5) Para la condición de falla se consideró el tiro unilateral equivalente al 75% del tiro horizontal en las condiciones E.D.S. producido por la rotura de un conductor (en esta condición se adoptó un factor de seguridad de 1.1).

En todos los casos, los postes seleccionados han sido calculados considerando las siguientes limitaciones :

- por esfuerzos transversales
- por vano máximo permisible debido a la separación entre fases
- por flecha máxima

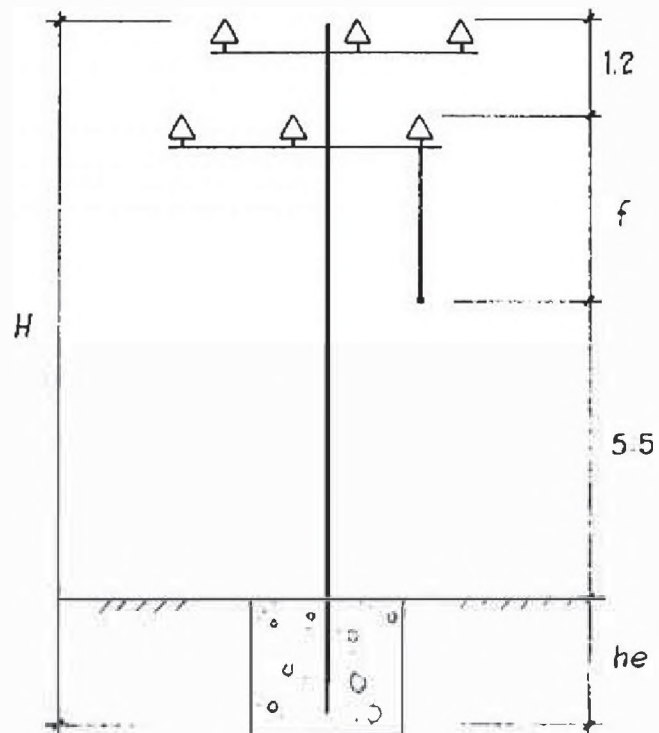
Las estructuras: angulares, derivación, anclajes, terminales, etc. han sido conformadas en base al tipo básico de suspensión, utilizándose retenidas cuando han sido requeridas.



### 5.10.3 Cálculos Justificativos de Postes de Fierro de Doble Terna :

Postes de Alineamiento tipo SD 12/300 :

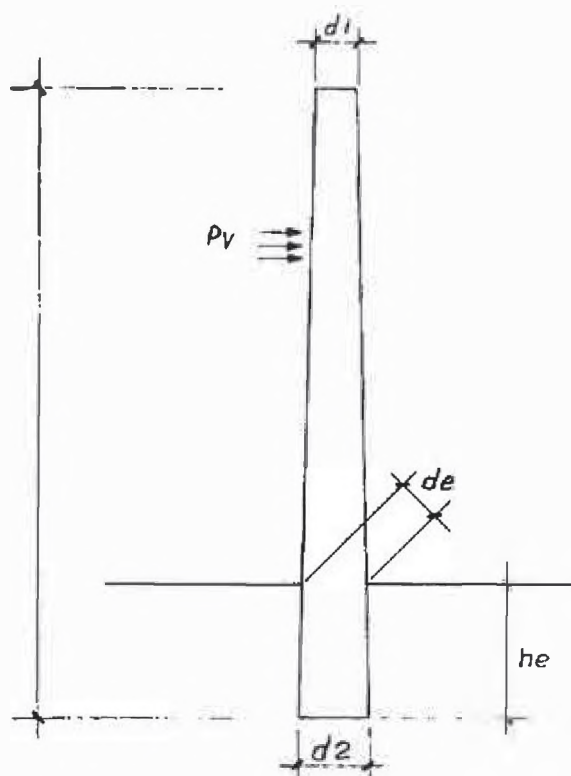
En el caso de doble terna, los cálculos se harán teniendo en cuenta el uso de conductores de aleación de aluminio de  $95 \text{ mm}^2$ .



$$f = H - H_e - 5.5 - 1.2$$

CONDUCTOR AAAC SECCION (mm <sup>2</sup> )	H	
	12 m	
95	he (m)	1.80
	f (m)	3.50
	V max (m)	160
	To max (m)	600

## - Efecto del viento sobre el poste



Al igual que en los postes de 11 m, la participación del viento como fuerza será obtenida de la siguiente manera :

$$F_{vp} = \frac{d_1 + de}{200} (H - he) \times P_v$$

ALTURA (m)	POSTE DE FIERRO 12/300	FACTOR DE FORMA 1.4
12.0	Altura de aplicación de la presión del viento (m)	4.28
	Fuerza del viento sobre el poste $F_{vp}$ (kg)	51.05
	Momento del viento en el poste $M_{vp}$ (kg.m)	221.06
		72.31
		309.50

# RESULTADOS DE CALCULOS JUSTIFICATIVOS

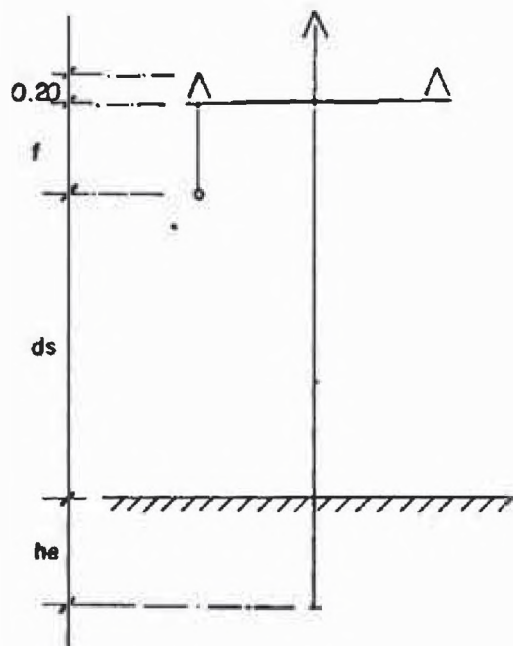
CUADRO N° 2.2.5.1

**TIPO DE POSTE:** SD      12/300      **ANGULO TOPOGRAFICO:** 0°  
**HIPOTESIS:** NORMAL      **VANO MEDIO:** 150 m  
**CONDUCTOR:** AAAC - 95 mm<sup>2</sup>      **VANO GRAVANTE:** 270 m  
**DBSERVACIONES:**

DESCRIPCION	UNIDADES	VALORES
ANGULO TOPOGRAFICO.	Kg.	0.00
VIENTO SOBRE CONDUCTOR.	Kg.	45.36
VIENTO SOBRE AISLADORES.	Kg.	12.00
VIENTO SOBRE POSTE.	Kg.	33.00
ESFUERZO DE TRABAJO EN EL APOYO DE LA RETENIDA.	Kg/mm <sup>2</sup>	--
<b>CARGAS TRANSVERSALES</b>		
FUERZA DE COMPRESION DE RETENIDA.	Kg.	--
PESO DE CONDUCTOR Y ACCESORIOS.	Kg.	439.20
PESO DE MONTAJE.	Kg.	339.00
ESFUERZO DE TRABAJO EN EL EMPOTRAMIENTO.	Kg/mm <sup>2</sup>	1.10
<b>CARGAS VERTICALES</b>		
ROTURA DE CONDUCTOR.	Kg.	--
DIFERENCIA DE VANOS.	Kg.	--
ESFUERZO DE TRABAJO EN EL APOYO DE LA RETENIDA.	Kg/mm <sup>2</sup>	--
<b>CARGAS LONGITUDINALES</b>		
FUERZA EN LA RETENIDA.	Kg.	--
ANGULO CON EL POSTE.	GRADOS	--
<b>RETENIDAS</b>		

#### 5.10.4 Cálculos Justificativos de Postes de Madera :

- Dimensionamiento de Postes de Madera para Ramales de Línea de 20 kV.



$$f = H - ds - he - 1.37$$

(Se considerará para este caso, una  $ds = 5.5$ )

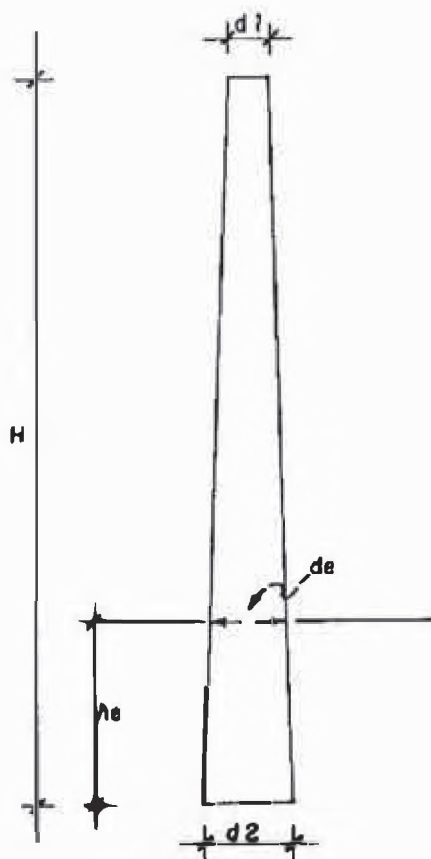
SECCION DE CONDUCTOR	H (m)	11.00
25 mm <sup>2</sup>	he	1.70
	f	2.40
	V max	135
	T max	190

V max = vano máximo equivalente en terreno plano

To max = tiro horizontal máximo en condiciones desfavorables.

Postes de Alineamiento tipo MS :

- Efecto del viento sobre el poste



Profundidad de enterramiento

$$he = 0.1 H + 0.60$$

LARGO	LARGO DE ENTERRAMIENTO (m)	LARGO UTIL (m)	LARGO ACTIVO (m)
11	1.7	9.30	9.00

DIMENSIONES DE POSTES DE MADERA

ALTURA H (m)	Clase	6
	Grupo	D
"	Circunferencia Mínima en la cabeza (cm)	40
	Diámetro mínimo en- la cabeza (cm) (d1)	12.73
	Circunferencia mínima en el terreno (cm)	73
	Diámetro mínimo en - el terreno (cm) (de)	23.23

- Cálculo de la presión y acción del viento (C.N.E.)

$$P_v = 0.0042 v^2 \quad z = \frac{(H-h_e)}{3} \times \frac{(d_e+2d_1)}{d_e+d_1}$$

$$P_v = 24 \text{ kg/m}^2 \quad F_{vp} = \frac{d_1 + d_e}{200} \times (H-h_e) \times P_v$$

ALTURA (m)	Clase	7	FACTOR DE FORMA 1.4
	Grupo	D	
11.0	Altura de aplicación de la presión del viento (m)	4.21	
	Fuerza del viento sobre el poste $F_{vp}$ (kg)	37.64	52.69
	Momento del viento/poste $M_{vp}$ (kg.m)	158.47	221.86

El efecto del viento para este tipo de postes será de un promedio de 25 kg a 30 cm de la punta y un momento de 222 kg.m.

- Tracción de los conductores y viento sobre ellos

° Condiciones Normales

Predominan las cargas transversales

$F_{vc}$  = fuerza del viento/conductor

$F_{vp}$  = fuerza del viento/poste

$T_c$  = fuerza por ángulo topográfico

factor de seguridad = 3

◦ Condiciones de Falla

Predomina rotura de conductor

$F_t$  = tiro unilateral : 75% de tiro E.D.S. ( $T_o$ )

factor de seguridad = 2

$$F_{vc} = P_v \times \frac{\phi_c}{1000} \times L \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

$F_{vc}$  = fuerza del viento sobre el conductor; kg

$P_v$  = presión del viento;  $\text{kg/m}^2$

$$T_e = 2 T_o \sin \frac{\alpha}{2}$$

$T_c$  = tiro de los conductores; kg

$T_o$  = tiro de los conductores en las condiciones - que se deseen, kg.

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

$F_c$  = fuerza total de los conductores

◦ Momento debido al viento y tiro de conductores

$M_c$  = momento de los conductores

$$M_c = 3 F_c \times (\sum h)$$

$M$  = momento debido al viento y tiro de conductores

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

◦ Esfuerzo en la Línea de Tierra (debido a la acción del viento) y tiro de los conductores

$$R_v = \frac{M}{3.13 \times 10^{-5} \times C^3}$$

c = circunferencia a nivel de tierra (cm)

• Esfuerzo debido a cargas verticales

$$R_c = \frac{P}{S} \left( 2 + k \frac{h^2 S}{\mu \times I} \right)$$

P = suma de cargas verticales

peso del poste + peso de accesorios + peso de operario + peso de conductores

K = coeficiente que depende del material, 2 para la madera

$\mu$  = coeficiente para poste empotrado; 0.25

S = sección en el empotramiento, cm<sup>2</sup>

I = momento de inercia de la sección, cm<sup>4</sup>

h = altura libre del poste; m

ALTURA (m)	CLASE	GRUPO	CARGA DE ROTURA (Kg)	ESFUERZO MAXIMO FLEXION Kg/cm <sup>2</sup>	DIAMETRO CABEZA (cm)	DIAMETRO TERRENO (cm)
11	6	D	680	550	12.73	23.32

De acuerdo con estas características y el diagrama de utilización, tendremos los siguientes valores de :



## - Esfuerzos en Condiciones Normales

$\alpha$	M	$F_p$ (*)	$R_v$	$R_c$	$R_{rot}$
grados	Kg - m	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0°	1646.78	180.96	135.24	24.11	159.35
2°	1863.84	204.81	153.07	24.11	177.18
3°	1972.52	216.76	161.99	24.11	186.10
4°	2080.92	228.67	160.90	24.11	195.01
5°	2189.05	240.55	179.78	24.11	203.89

(\*) Fuerza aplicada a 30 cm de la punta.

En estas condiciones el poste de madera ofrece un esfuerzo de trabajo considerando un coeficiente de seguridad =3, como parte del esfuerzo de rotura.

$$R_r = \frac{600}{3} = 200 \text{ Kg/cm}^2$$

- Esfuerzos en Condiciones de Falla (rotura de un conductor).

$\alpha$	M	$R_v$	$R_c$	$R_f$	$R_{rot}$
grados	Kg. m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
0°	0	0	24.11	64.73	88.84
2°	70.13	5.76	24.11	64.73	94.60
3°	105.19	8.65	24.11	64.73	97.49
4°	140.26	11.52	24.11	64.73	100.36
5°	175.33	14.39	24.11	64.73	100.23

En estas condiciones el poste de madera ofrece un esfuerzo de trabajo tal como:

$$R_t = \frac{R_{rot}}{2} = 300 \text{ Kg/cm}^2$$

- ° Los cálculos anteriores aseguran la utilización de los postes de 11 m de clase 6 como soportes de suspensión en no más de 4° de ángulo de cambio de dirección para vanos de 340.
- ° En condiciones de falla se ha estimado el tiro mecánico del conductor como el 75% del tiro E.D.S.
- ° Para efectos de comprobación por compresión, se ha asumido un peso total de 480 kg verticales incluidos: peso del poste, peso de accesorios, peso de operario, peso de conductores.

- Cálculo de vano máximo por distancia entre fasés

Para cruceta de 3.65 m (12') de longitud se tiene una separación entre fasés de 2.20 m, colocada a 1.37 del vértice del poste.

La flecha máxima para este caso será :

$$f_{\max} = \left( \frac{d_{\min} - 0.0076 V}{0.65} \right)^2 + 0.60$$

$$f_{\max} = 10.6 \text{ m}$$

$$V_{\max} = 340 \text{ m}$$

O sea para conductores de 25 mm<sup>2</sup> los vanos máximos por separación entre fasés, utilizando la cruceta mencionada, serán de aproximadamente de 340 m.

Para crucetas de 6.00 m de longitud se tiene una separación entre fases de 2.90 m cuando se usa una disposición horizontal en H.

$$f_{\max} = \left( \frac{\text{dim} - 0.0076 v}{0.65} \right)^2 + 0.60$$

$$f = 18.47 \text{ m}$$

$$V_{\max} = 460 \text{ m}$$

Postes de Alineamiento tipo MAO : Este poste es análogo al anterior, diferenciándose en que los conductores son anclados con cadenas.

LISTA DE POSTES DE MADERA UTILIZADOS

1. Poste de Alineamiento tipo MS
2. Poste de Anclaje tipo MA0
3. Poste de Anclaje tipo MP3
4. Poste para Angulo hasta 25° tipo MA25
5. Poste para Angulo hasta 60° tipo MA60
6. Poste de Retención tipo MR
7. Poste Terminal tipo MPT
8. Postes de Derivación tipo MHD

NOTA No se incluyen los resultados de los cálculos para los postes de armado tipo MHD, ya que éste tuvo como origen lograr una mejor disposición de los pararrayos de óxido de zinc.



## 5.11 DIMENSIONAMIENTO DE CRUCETAS

5.11.1 Cruceta de fierro en Monopostes Han sido diseñadas para soportar las cargas verticales tal como el peso de los conductores relacionados a un vano gravante estimado que ofrezca condiciones desfavorables, el peso del conjunto de aisladores y accesorios y el peso eventual de un operario.

El coeficiente de seguridad que se considerará para el diseño de las crucetas será igual a 2 según el C.N.E.

Los análisis previos han tenido en cuenta su disposición y tipo de ensamble con el poste, llegando a clasificarse esencialmente en :

cruceta simple en poste de alineamiento

cruceta doble en poste de alineamiento

cruceta doble en poste terminal

las mismas que serán utilizadas tanto en la línea de simple terna (a las minas) como en la línea de doble terna (Salidas Nos. 3 y 4).

Estas crucetas de acero serán ángulos de lados iguales, - con esfuerzo de rotura de  $4100 \text{ kg/mm}^2$ .

Los cuadros que presentan a continuación representan en unos casos comparaciones entre momentos actuantes y resistentes; y en otros, comparaciones entre esfuerzos actuantes y resistentes.

Los coeficientes de seguridad, en el caso de crucetas simples en condiciones de falla no incluye el 27% de sobrecarga permitido por el C.N.E., por lo que podemos disminuir hasta 1.3 como coeficiente permitido.

5.11.2 Crucetas de fierro en Bipostes : Estas crucetas han sido calculadas teniendo en cuenta esencialmente su disposición como pórtico y una parte como una viga CANTILEVER. Las consideraciones mecánicas tenidas en cuenta permitieron obtener resultados más o menos favorables; pero fueron las ubicaciones adecuadas de los brazos de soporte (ángulos de acero) los que optimizaron el uso de un determinado ángulo de acero. La necesidad de utilizar esta cruceta obedece simplemente a que en las rutas de líneas los vanos sobrepasan los requerimientos de distancias mínimas a medio vano.

5.11.3 Crucetas de madera : Estas también serán diseñadas para soportar las mismas cargas verticales mencionadas en los puntos anteriores.

La restricción existente es que la cruceta de madera no debe ser menor que 3 pulgadas por lado.

En el presente estudio se ha considerado la utilización del eucalipto como madera fuerte, la misma que debe ser tratada con sales hidrosolubles y tener un esfuerzo máximo de  $400 \text{ kg/cm}^2$ .

Estas serán utilizadas en postes de madera en los Ramales de Línea.

Los resultados de cálculos se muestran en los Cuadros mostrados a continuación :

#### DISEÑO DE CRUCETAS DE MADERA

- Cálculo de Cruceta Simple en poste de alineamiento

Condiciones Normales

DIMENSIONES DE CRUCETA DE MADERA	MOMENTO RESISTENTE kg. cm.	MOMENTO ACTUANTE kg. cm.	C.S.
$3\frac{1}{2}'' \times 4\frac{1}{2}''$	77428.0	22710.14	3.40

## Condiciones de Falla : Rotura de un conductor

DIMENSIONES DE CRUCETAS DE MADERA	MOMENTO RESISTENTE kg. cm.	MOMENTO ACTUANTE kg. cm.	C.S.
$3\frac{1}{2}$ " x $4\frac{1}{2}$ "	60222.5	16010.15	3.76

## - Cálculo de cruceta doble en poste terminal

## Condiciones Normales

DIMENSIONES DE CRUCETAS DE MADERA	MOMENTO RESISTENTE kg. cm.	MOMENTO ACTUANTE kg. cm.	C.S.
$3\frac{1}{2}$ " x $4\frac{1}{2}$ "	638732.0	36225.0	17.63

5.1 DIMENSIONAMIENTO DE PINES

Los pines son accesorios que unen a los conductores con el aislador tipo pin adosados a las crucetas o a los postes; y que son instalados en estructuras de alineamiento y en los de cambio de dirección hasta ciertos ángulos de la línea.

Por su disposición y su tipo de funcionamiento en el conjunto de dicha unión serán diseñados para soportar fuerzas afectadas por un coeficiente de seguridad igual a 3.



## DISEÑO DE CRUCETAS DE ACERO

S&amp;Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

## CÁLCULO DE CRUCETA SIMPLE EN POSTE DE ALINEAMIENTO D.T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES (pulg) = 3 * 3	ESPESOR (PULG) = .5	
MOMENTO RESISTENTE (kg-cm)	MOMENTO ACTUANTE (kg-cm)	C.S.
80638	25233.1	3.19572

## CONDICIONES DE FALLA: ROTURA DE UN CONDUCTOR

DIMENSIONES (pulg) = 3 * 3	ESPESOR (PULG) = .5	
ESFUERZO RESISTENTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO ACTUANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
4600	2569.88	1.78997

## CÁLCULO DE CRUCETA DOBLE EN POSTE DE ALINEAMIENTO D.T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES (pulg) = 3 * 3	ESPESOR (PULG) = .25	
MOMENTO RESISTENTE (kg-cm)	MOMENTO ACTUANTE (kg-cm)	C.S.
86966	27197.7	3.19828

## CONDICIONES DE FALLA: ROTURA DE UN CONDUCTOR

DIMENSIONES (pulg) = 3 * 3	ESPESOR (PULG) = .25	
ESFUERZO RESISTENTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO ACTUANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
9200	786.04	

## CÁLCULO DE CRUCETA DOBLE EN POSTE TERMINAL D.T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES (pulg) = 3 * 3	ESPESOR (pulg) = .25	
ESFZO. RESISTE. (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFZO. ACTUANTE. TOT. (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
9200	999.5	9.20461

## DISEÑO DE CRUCETAS DE ACERO

S&amp;Z CONSULTORES ASOCIADOS S.A.

## CALCULO DE CRUCETA SIMPLE EN POSTE DE ALINEAMIENTO S. T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES(pulg)= 3 * 3	ESPEJOR(PULG)= .375	
MOMENTO RESISTENTE (kg-cm)	MOMENTO ACTUANTE (kg-cm)	C.S.
42790	24074.3	2.60818

## CONDICIONES DE FALLA: ROTURA DE UN CONDUCTOR

DIMENSIONES(pulg)= 3 * 3	ESPEJOR(PULG)= .375	
ESFUERZO RESISTENTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO ACTUANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
4600	2758.61	1.66751

## CALCULO DE CRUCETA DOBLE EN POSTE DE ALINEAMIENTO S. T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES(pulg)= 3 * 3	ESPEJOR(PULG)= .25	
MOMENTO RESISTENTE (kg-cm)	MOMENTO ACTUANTE (kg-cm)	C.S.
36981	24650.2	1.50773

## CONDICIONES DE FALLA: ROTURA DE UN CONDUCTOR

DIMENSIONES(pulg)= 3 * 3	ESPEJOR(PULG)= .25	
ESFUERZO RESISTENTE (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO ACTUANTE (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
3200	523.218	14.7621

## CALCULO DE CRUCETA DOBLE EN POSTE TERMINAL S. T.

## CONDICIONES NORMALES

DIMENSIONES (pulg)= 7 * 7	ESPEJOR(pulg)= .25	
ESFZO. RESTE. (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFZO. ACTTE. TOT. (kg/cm <sup>2</sup> )	C.S.
9200	524.611	10.1153

### 5.12.1 Pines en crucetas de fierro :

Pines en postes de alineamiento y cambio de dirección en una cruceta.

En este caso, el pin estará afectado por la fuerza que ejerce el viento sobre los conductores. Esta fuerza será :

$$F_t = 2 T_c \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2} + F_{vc} \times \operatorname{Cos} \frac{\alpha}{2}$$

$$F_{vc} = P_v \times \phi_c \cdot L. \quad \text{Kg}$$

$$P_v = \text{presión del viento} \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\phi_c = \text{diámetro del conductor mm}$$

$$L = \text{vano viento (representa la longitud del conductor expuesto al viento) m. = 250}$$

$$F \text{ min pin} = 3 \times F_t$$

5.12.2 Pines en crucetas de madera : Al igual que la parte anterior, los pines solamente estarán afectados por la fuerza del viento que ejerce sobre los conductores.

Por consiguiente, en ambos casos se ha tenido en cuenta el ángulo topográfico en el pin cuando se aplique sobre él una fuerza igual a la de rotura del mismo.

A continuación se muestran resultados de las fuerzas actuantes en el pin y las fuerzas mínimas resistentes de los mismos, teniendo en cuenta variaciones de ángulos pequeños que siempre se debe considerar, ya sea por topografía o por montaje, para la selección y el uso de los pines.

PINES EN CRUCETAS DE MADERA  
(CONDUCTOR 25 mm<sup>2</sup>)

$\alpha$	$F_t$	$F_{\text{min.pin}}$	$F_{\text{min.pin}}$
GRADOS	kg.	kg.	lb.
0	52.28	156.84	345.77
5	72.48	217.44	479.37
10	92.54	277.62	612.04
15	112.45	377.35	743.72
20	132.13	396.39	873.89

Donde :  $\alpha$  = ángulo topográfico

$F_t$  = fuerza total actuante

$F_{\text{min.pin}}$  = fuerza mínima requerida en el pin

Se selecciona pines de 680 kg de fuerza mecánica de rotura (1M-30467 AU CATG:NGK-15C).

PINES EN CRUCETAS DE FIERRO  
(CONDUCTOR 95 mm<sup>2</sup>)

$\alpha$	$F_t$	$F_{\text{min.pin}}$	$F_{\text{min.pin}}$
GRADOS	kg.	kg.	lb.
0	75.60	226.80	500.00
5	80.74	242.22	533.90
10	181.66	544.98	1201.46
15	234.22	702.00	1549.08

Se selecciona pines de 680 kg de fuerza mecánica de rotura (1M-30467 AU CATG:NGK-15C).

### 5.13 DIMENSIONAMIENTO DE RETENIDAS

Las retenidas han sido diseñadas considerando la utilización de material preformado, tal como se muestra en el Plano N° 1022 y adecuándolas para resistir las fuerzas laterales y para reducir la deflexión de los postes en posiciones de ángulo, terminales y en los cambios posibles de sección.

Según el C.N.E. las retenidas tendrán una carga de rotura mínima de 1750 kg. y la absorción de las cargas serán como sigue :

- 50% de su carga de rotura en postes de cambio de dirección y en postes terminales
- 80% de su carga de rotura en postes de retención o anclaje.

En el presente proyecto se ha considerado la utilización de preformado de acero galvanizado, con características - que se muestran en el Cuadro 5.5.1 y sus utilizaciones en la línea de subtransmisión se indican en el Cuadro 5.5.2.

CUADRO 5.5.1

CARACTERISTICAS MECANICAS DE GUY-GRIP DEAD-END  
(GALVANIZED STEEL)

C O D I G O		SM	HS	EHS
CATALOG N°	DIMENSION DIAMETRO	SIEMENS MARTIN	HIGH STRENGTH	EXTRA HIGH STRENGTH
	Pulg.	kg.	kg.	kg.
GDE-2106	5/16"	2426.71	3628.74	5080.23
GDE-2107	3/8"	3152.40	4898.70	6085.32
GDE-2108	7/16"	4241.00	6577.08	9434.72

CUADRO 5.5.2

DOBLE TERNA		95 mm <sup>2</sup>	
Tipo de Poste	kg.	Retenida	Tipo Retenida
PDDS	2732.34	3806.68	3/8" HS
PD65	3313.25	5464.50	7/16" HS
ADH60	1562.63	3125.26	3/8" SM
RDH	777.28 <sup>#</sup>	971.60	5/16" SM
PDT	2556.92	5112.00	7/16" HS
PDDA	1903.34	3806.68	3/8" HS
RAMALES		25 mm <sup>2</sup>	
Tipo de Poste	kg	Retenida	Tipo Retenida
MP3	441.73	883.46	5/16" SM
MA25	715.47	1430.94	5/16" SM
MA60	1204.55	2409.10	5/16" SM
MR	535.11 <sup>#</sup>	668.88	5/16" SM
MPT	1094.14	2188.28	5/16" SM

#

Se considera el 80% del tiro de rotura.

CONCLUSION

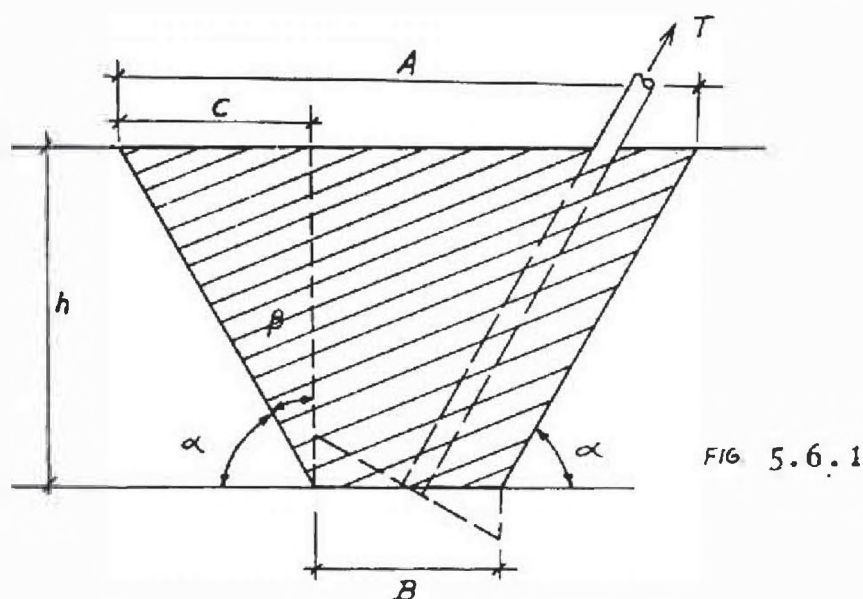
Para uniformizar y realizar el montaje de la forma más práctica se considera; los siguientes criterios :

1. Para las troncales se usarán retenidas con cable de acero de 3/8"  $\phi$  SM y 7/16"  $\phi$  HS respectivamente.
2. Para los ramales se usarán retenidas con cable de acero de 3/8"  $\phi$  SM.

#### 5.14 DIMENSIONAMIENTO DE BLOQUE DE ANCLAJE

Con el criterio de uniformizar las dimensiones del bloque de anclaje, elegiremos una loza de 0.5 x 0.5 x 0.15 m de concreto, cuya resistencia al arranque estará determinada por la profundidad de enterramiento de la loza, ya que la fuerza que actúa sobre el cable de retenida será soportado por el peso de la tierra contenida en un tronco de pirámide.

La disposición esquemática se muestra en la Figura 5.6.1



Como se puede apreciar la base superior del tronco depende del ángulo "  $\alpha$  " del deslizamiento del suelo y de la profundidad  $h$ . Las vistas y cortes relacionados a la disposición se muestran en la Figura anterior.

La comparación de fuerzas, como se ha manifestado, se realizará según :

$$V = \frac{1}{3} h \cdot \left[ (B + 2C)^2 + B^2 + \sqrt{(B + 2C)^2 \cdot (B^2)} \right]$$

donde :

V = volumen de tierra que representa el tronco de cono

B = lado de la base inferior

A = lado de la base superior

C = proyección en el lado de la base superior

h = profundidad de enterramiento

Las consideraciones que sobre el suelo se tienen, son únicamente el ángulo de deslizamiento y la densidad del terreno, las mismas que se muestran en el Cuadro N° 5.6.1

CUADRO N° 5.6.1

CLASE DE TERRENO	ANGULO DE DESLIZAMIENTO	DENSIDAD DEL TERRENO (kg/m <sup>3</sup> )
arena gruesa	30°	1500
tierra fuerte	55°	1800
tierra vegetal	36°	1700
roca	85°	2600

Al igual que en la parte correspondiente a fundaciones, los datos mostrados son para una profundidad aproximada de 2 metros.

Mostrando solamente el caso más desfavorable; esto es, terreno de baja densidad con un ángulo de inclinación  $\alpha = 55^\circ$  (ángulo entre la retenida y el poste), se ha seleccionado varillas de acuerdo a los esfuerzos requeridos por las retenidas, considerando una varilla de 2.40 m de longitud, sobresaliendo 20 cm se tiene :



$$h = 1.76, \quad c = 1.23 \quad B = 0.40 \quad y \quad \beta = 35^\circ$$

$V = 5.56 \text{ m}^3$ , la fuerza en la varilla de 8,340 kg.

En el Cuadro 5.6.2 se muestra las características de las varillas, y en el cuadro adjunto se muestra la distribución de éstas para las troncales y ramales.

CUADRO N° 5.6.2

CARACTERISTICAS VARILLAS DE ANCLAJE

TIPO DE VARILLA	DIAM. NOM. (pulg).	TIRO ROTURA (kg)	TIRO TRABAJO (kg)
A	5/8" $\phi$	7257	3629
B	3/4" $\phi$	10433	5216
C	1" $\phi$	16329	8105

Por consiguiente, tendremos la siguiente distribución :

SALIDA N°	Fza. REQUERIDA (kg)	TIPO DE VARILLA
2	5080.62	A y B
3 y 4	6626.50	A y B
Ramales	2409.10	A

## 5.15 CALCULO DE LAS FUNDACIONES CON EL METODO SULZBERGER

### 5.15.1 DESCRIPCION DEL METODO

El método se basa sobre un principio verificado experimentalmente, que para las inclinaciones limitadas tales que  $\text{tg}\alpha < 0.01$ , el terreno se comporta de manera elástica. En consecuencia se obtiene reacción de las paredes verticales de excavación y normales a la fuerza actuante sobre el poste.

En este método se usa el "coeficiente de compresibilidad del suelo", el cual depende de sus características y se define así

Si se ejerce cierta presión  $p$  (T/m<sup>2</sup>) sobre un cilindro rígido éste penetra en el suelo una distancia  $d$  (m). El coeficiente de compresibilidad es la relación

$$C \text{ (T/m}^3\text{)} = \frac{P \text{ (T/m}^2\text{)}}{d \text{ (m)}}$$

En base a este coeficiente que se determina tanto para el fondo de la fundación como para sus paredes, se puede decir que la resistencia que se opone a la inclinación de la fundación se debe a dos efectos principales : 1) encastramiento de la fundación en el terreno como también fricción entre el concreto y el terreno a lo largo de las paredes verticales normales a la fuerza actuante y 2) Reacción del fondo de la excavación provocada por las cargas verticales.

Las fuerzas mencionadas en 1) dan lugar a un "momento estabilizante lateral"  $M_s$  y las del 2) a un "momento estabilizante del fondo"  $M_b$ , cuya suma debe igualar o superar al momento volcador  $M_v$  provocado por las fuerzas exteriores.

En el caso que sea  $M_b > M_s$  (es el caso de fundaciones de poca profundidad y dimensiones transversales relativamente grandes) se requiere una seguridad adicional, es decir:

$$\frac{M_s + M_b}{M_v} = S_{\text{real}} \quad S_{\text{real}} > S_{\text{exigida}}$$

Donde  $S_{\text{ex}}$  es un coeficiente de seguridad que depende del cociente  $\frac{M_s}{M_b}$  y varía desde 1 a 1.5, de acuerdo a :

$M_s/M_b$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
$S_{\text{ex}}$	1.5	1.383	1.317	1.26	1.208	1.15	1.115	1.075

$M_s/M_b$	0.8	0.9	1.0
$S_{\text{ex}}$	1.04	1.017	1

El método es de carácter general y se puede aplicar a las fundaciones de cualquier forma.

### 5.15.2 IMPLEMENTACION DEL METODO

El método Sulzberger se implementó mediante un programa de computación, en la cual se tomó un modelo de fundación de base romboidal, y que además tuvo en cuenta los siguientes parámetros :

- $C_t$  = coeficiente de compresibilidad de las paredes a una profundidad de 2 m (T/m<sup>3</sup>).  
 $C_b$  = Coeficiente de compresibilidad en el fondo de la excavación (a 2 m) (T/m<sup>3</sup>)  
 $\gamma_s$  = Peso específico del terreno (T/m<sup>3</sup>)  
 $u$  = Coeficiente de fricción entre el terreno y concreto  
 $\gamma_c$  = Peso específico del concreto = 2.2 T/m<sup>3</sup>  
 $L$  = Longitud total de la estructura (m)  
 $\hat{e}$  = Longitud de empotramiento (m)  
 $\phi_c$  = Diámetro del poste a nivel del terreno (m)  
 $F$  = Fuerza aplicada en la punta de la estructura (T)  
 $G_{se}$  = Peso del poste, accesorios, conductores y montaje más componente vertical de la retenida (T)  
 $V_c$  = Volúmen de concreto (m<sup>3</sup>)  
 $V_s$  = Volúmen de tierra gravante (m<sup>3</sup>)  
 $\beta$  = Angulo de tierra gravante ( $\approx 5^\circ$ )  
 $G_t$  = Carga vertical total (T)  
 $t$  = Altura de la fundación (m)  
 $b$  = Longitud del lado de la base romboidal (m)  
 $M_s$  = Momento estabilizante lateral (T-m)  
 $M_b$  = Momento estabilizante de fondo (T-m)  
 $M_v$  = Momento de vuelco, debido a fuerzas exteriores - (T-m)  
 $S_{real}$  = Coeficiente de seguridad real  
 $S_{ex}$  = Coeficiente de seguridad exigida

El cálculo de las dimensiones de la fundación "b" y "t" - se efectúa en la medida que cumpla con el requisito de seguridad, o sea  $S_{real} > S_{exigida}$ . En el caso de no cumplir esta exigencia el programa automáticamente incrementa la profundidad de la cimentación "t", con incrementos de 10 cm hasta alcanzar el tope límite de  $t_{max} = 1.5e$ ; si aún no se cumple con la exigencia arriba establecida, a partir de aquí empieza a incrementar también en 10 cm cada vez, el lado de la base romboidal "b" y así hasta lograr  $S_{real} > S_{ex}$ .

### 5.15.3 SELECCION DE LOS COEFICIENTES "Ct" y "Cb"

De acuerdo a los estudios geológicos del PSE-2, sobre los distintos tipos de suelos por los cuales atravesará la línea de 20 kV; se obtuvo la siguiente tabla :

TABLA I

TIPOS DE TERRENO	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD (*) Ct2 (T/m3)	PESO ESPEC. s (T/m3)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN ENTRE CONCRETO Y TERRENO u
R1, R2b, R4 R5 y R6	25,000	2.6	0.5
D1	14,000	1.8	0.5
D2	10,000	1.7	0.5
D3	3,000	1.7	0.4

(\*) Estos datos son para una profundidad de 2 m, cuando su profundidad es t, el Ct varía de acuerdo a  $Ct \times \frac{t}{2}$

Para el fondo de la excavación se toma  $Cb = 1.2 Ct$

NOTA : Los datos de la Tabla I fueron aproximados de acuerdo al Libro Redes Eléctricas de Zoppetti, al artículo del Ing° Tadeo Maciejewski donde transcribe - la Tabla N° 80 de la Asociación Austriaca de Electrotécnicos.

#### 5.15.4 TIPOS DE FUNDACIONES

Según el método empleado y teniendo en cuenta al plano de momentos paralelo a la diagonal de la base cuadrada del macizo, se han determinado cinco (5) tipos de fundaciones.

##### TIPO I

- Altura del macizo	1.9 m
- Lado de la base del macizo	0.9 m
- Longitud de empotramiento del poste	1.7 m
- Volúmen de excavación (+ 5%)	1.616 m <sup>3</sup>

Este tipo de fundación se usará en los postes de la salida N° 2 Pallasca-Santiago de Chuco y en tipos de suelo D1 y D2; D3 con algunas excepciones, tales como : PDS 11/300, AG5 11/300, PDA 11/300 y A20 11/300.

##### TIPO II

- Altura del macizo	2.0 m
- Lado de la base del macizo	0.9 m
- Longitud de empotramiento del poste	1.8 m
- Volúmen de excavación (+ 5%)	1.701 m <sup>3</sup>

Este tipo de fundación se usará en los postes de las salidas N° 3 y 4 Pallasca-Lacabamba-Pampas en los tipos de suelos D1 y D2.

TIPO III

- Altura del macizo	1.90 m
Lado de la base del macizo	1.15 m
- Longitud de empotramiento del poste	1.70 m
- Volúmen de excavación (+ 5%)	2.638 m <sup>3</sup>

Este tipo se usará en los postes de las excepciones del Tipo I y suelo tipo D3 (PDS 11/300, AG5 11/300, PDA 11/300 y A20 11/300).

TIPO IV

- Altura del macizo	2.0 m
- Lado de la base del macizo	1.15 m
- Longitud de empotramiento del poste	1.80 m
- Volúmen de excavación (+ 5%)	2.777 m <sup>3</sup>

Este tipo de fundación se usará en los postes de las salidas N° 3 y 4 Pallasca-Lacabamba-Pampas en suelos tipo D3.

TIPO V

- Altura del macizo	1.9 m
- Diámetro de la base del macizo	0.8 m
- Volúmen de excavación (+ 5%)	1.0028 m <sup>3</sup>

Este tipo es de forma cilíndrica.

Se adoptará sólo para el caso del suelo tipo roca, por tener un alto coeficiente de seguridad. Es decir en R1, R2b, R4, R5 y R6.

#### 5.15.5 CLASIFICACION DE FUNDACIONES POR TIPO DE POSTE

A continuación se muestran los resultados obtenidos por la aplicación del método y la clasificación de las fundaciones.

SALIDAS : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TIPO DE SUELO : D1

TIPOS DE POSTES	TIPO DE FUNDACION	CANTIDAD APROXIMADA
SD 12/300	II	1
ADO 12/300	II	1
SD1 12/500	II	1
ADO1 12/500	II	2
SDH 2 x 12/400	II	4
ADHO 2 x 12/400	II	1
SDH1 2 x 12/500	II	2
ADHO1 2 x 12/500	II	1
RDH 2 x 12/500	II	1

SALIDAS : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TIPO DE SUELO : D2

TIPOS DE POSTES	TIPO DE FUNDACION	CANTIDAD APROXIMADA
SD 12/300	II	12
ADO 12/300	II	1
SD1 12/500	II	1
ADO1 12/500	II	1
SDH 2 x 12/400	II	6
ADHO 2 x 12/400	II	10
PD65 2 x 12/300	II	1
ADH60 2 x 12/400	II	1
RDH 2 x 12/500	II	1
PDDA 12/300	II	1
PDI 12/300	II	1
PDDS 12/300	TI	2



SALIDAS : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TIPO DE SUELO : D3

TIPOS DE POSTES	TIPO DE FUNDACION	CANTIDAD APROXIMADA
SD 12/300	IV	2
ADO 12/300	IV	1
SD1 12/500	IV	1
ADO1 12/500	IV	1
ADHO 2 x 12/400	IV	1

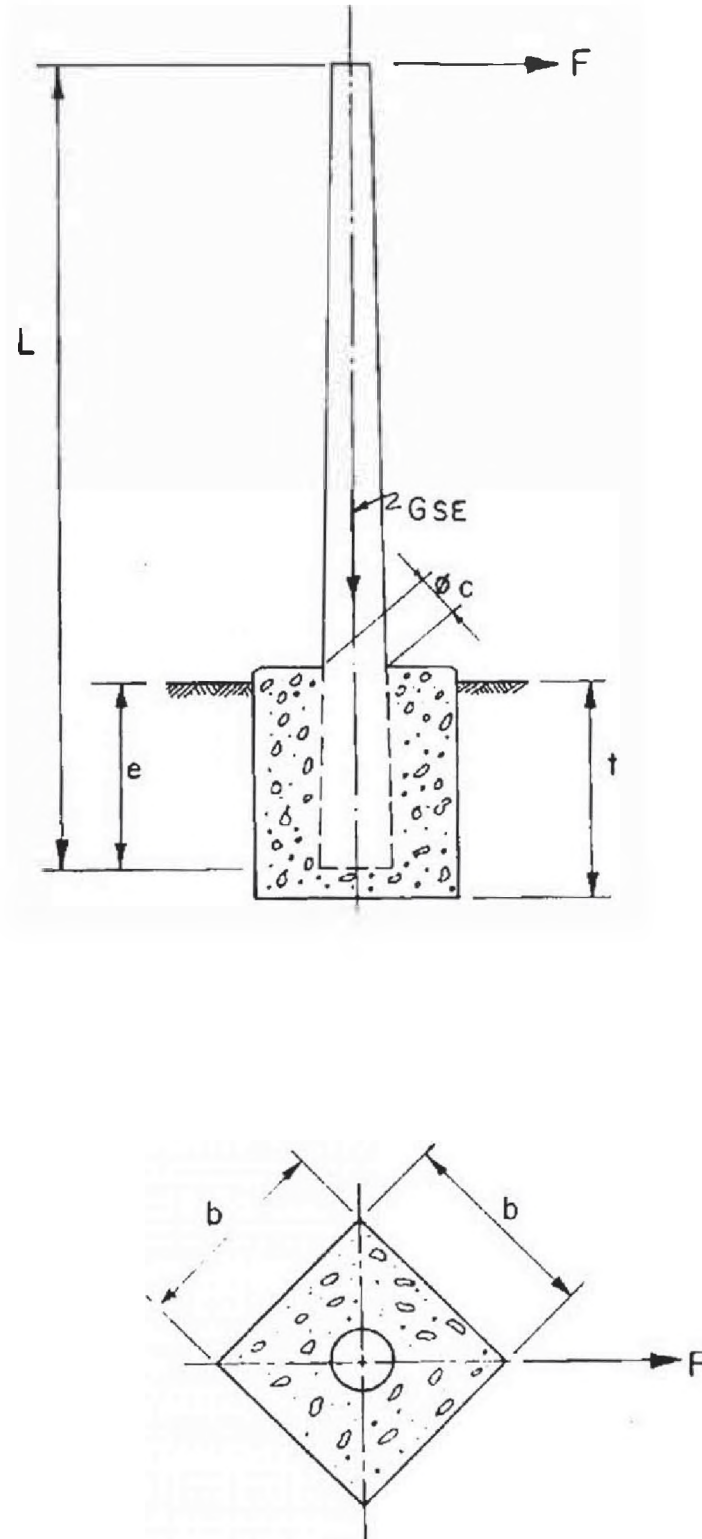
SALIDAS N° 3 y 4 : PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS

TIPOS DE SUELOS : R1, R4, R5

TIPOS DE POSTES	TIPO DE FUNDACION	CANTIDAD APROXIMADA
SD 12/300	V	4
ADO 12/300	V	4
SD1 12/500	V	1
SDH 2 x 12/400	V	3
ADHO 2 x 12/400	V	2
SDH1 2 x 12/500	V	2
PDD5 12/300	V	1
ADH60 2 x 12/400	V	1
RDH 2 x 12/500	V	1
PDT 12/300	V	1

GRAFICO N° 5.15DISPOSICION DE LA FUNDACION PRISMATICA

CASO : FUERZA APLICADA EN PLANO DIAGONAL



## 5.16 AMORTIGUADORES DE VIBRACIONES

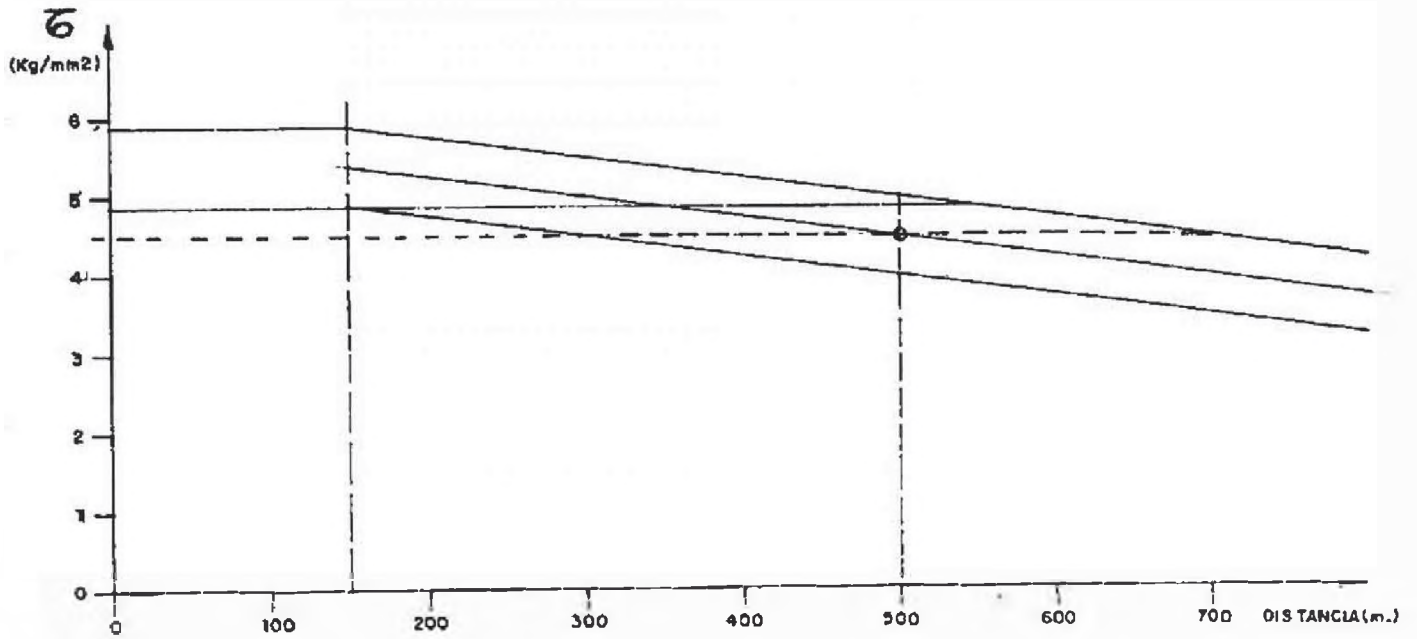
### 5.16.1 GENERALIDADES

Según las Normas VDE 210/69 se requiere poner un buen sistema de protección eólica en el Conductor de Aleación de Aluminio, cuando ellos se tensen en  $4 \times 1.25 \text{ kg/mm}^2$  hasta un vano de 500 m.

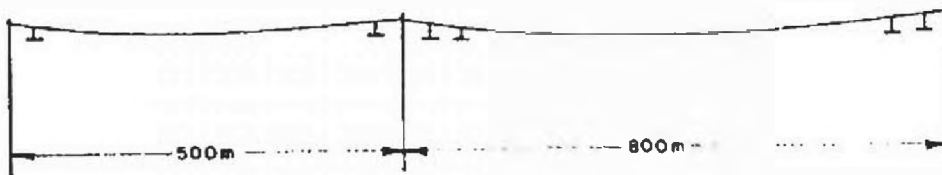
### 5.16.2 SELECCION DE AMORTIGUADORES DE VIBRACION

La condición de diseño que se tiene es de  $4.5 \text{ kg/mm}^2$ , luego con este valor se elabora el gráfico que se muestra, de la cual se obtiene el Número de Amortiguadores por vano, que se indican en las hojas de localización.

UTILIZACION DE AMORTIGUADORES



- < 500            0    AMORTIGUADOR
- > 500            1    AMORTIGUADOR. POR CADA LADO
- > 700            2    AMORTIGUADOR. POR CADA LADO



**ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO**

---

**Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES**

---

## 6.0 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

### 6.1 CONDICIONES GENERALES

6.1.1 Objeto En este capítulo se proporcionan los aspectos y condiciones generales que deberán tenerse en cuenta para el suministro de los diferentes materiales y/o equipo electromecánico, que serán utilizados en las líneas de Subtransmisión 20 kV del P.S.E. N° 2

6.1.2 Alcance : Las Especificaciones Técnicas comprenden la fabricación, pruebas en fábrica y entrega de los equipos y materiales para las instalaciones mencionadas en el acápite 6.1.1. El Contratista podrá presentar una propuesta con materiales diferentes a los aquí propuestos, siempre y cuando cumplan los requerimientos indicados y se demuestre que dichos cambios son más ventajosos. ELECTROPERU en este caso se reserva el derecho de aceptar dicha propuesta.

En la preparación de las presentes especificaciones no se han considerado los detalles de construcción, pero el Proveedor si tendrá que incluir en su propuesta la garantía de que todos los materiales y equipos necesarios cumplan con las normas técnicas que más adelante se detallan.

6.1.3 Planos y Esquemas : Forman parte de las Especificaciones Técnicas, los planos de disposición y de talle de los equipos y materiales a suministrarse.

En el caso que el Contratista presente una alternativa diferente a las de esta propuesta base, deberá presentar a consideración de ELECTROPERU S.A. todos los planos nuevos correspondientes así como las normas de fabricación e instalación a tener en cuenta.

6.1.4 Ubicación : El Plano N° 1001 muestra el recorrido de las líneas desde Pallasca hasta los puntos que se quieren alimentar.

6.1.5 Condiciones de Servicio : Los equipos y accesorios que serán utilizados en esta línea operarán en un medio ambiente típico de nuestra serranía (terrenos de cultivo, quebradas, cerros y cruces de ríos) ubicada - entre los 2,000 - 3,800 msnm.

Las condiciones generales a tenerse en cuenta para el suministro y ejecución de la obra, se encuentran detalladas en la Memoria Descriptiva.

Los equipos deberán ser diseñados para soportar fuerzas sísmicas de las siguientes características :

- Aceleración en cualquier dirección horizontal 0.5 g
- Aceleración en dirección vertical 0.2 g
- Frecuencia 10 c/s

6.1.6 Definiciones : Con la finalidad de agilizar el entendimiento de estas Especificaciones Técnicas - designaremos a ELECTROPERU como el Propietario y como Positor, Proveedor o Fabricante a la Empresa ofertante.

6.1.7 Normas Aplicables : Los materiales y/o equipos electromecánicos a suministrar, en lo que se refiere a su fabricación, deberán cumplir con las normas señaladas y las disposiciones del Código Nacional de Electricidad.

Deberán tenerse en cuenta las recomendaciones de los siguientes Organismos:

- ELECTROPERU S. A.
- Instituto de Investigaciones Tecnológicas Industriales y de Normas Técnicas (ITINTEC)
- Comisión Electrotécnica Internacional (C.E.I.)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- American National Standards Institute (ANSI)
- Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE)
- Union Technique de L'Electricité (UTE)

Queda entendido que si existen normas ITINTEC que cubran el equipo o material que se especifica, dichas normas serán de aplicación obligatoria, aún cuando no se mencione explícitamente.

Serán igualmente aceptables otras normas o diseños típicos, siempre y cuando no signifiquen una reducción de la calidad, seguridad y operabilidad de los elementos suministrados.

Cuando el postor ofrezca diseños alternativos, deberán ser claramente enunciados, de modo que se pueda analizar claramente la alternativa propuesta.

6.1.8 Idiomas : El idioma oficial será el Castellano. Si el Postor quisiera anexar información o cualquier otro documento en otro idioma, serán considerados si se



acompaña con su traducción oficial, teniendo validez ésta.

6.1.9 Unidades de Medida : Las dimensiones y medidas del equipo ofertado serán dados en unidades del Sistema Internacional de Medida. Si estuvieran en otras unidades -deberá indicarse su equivalente en unidades métricas.

6.1.10 Información Técnica : El Postor deberá adjuntar - con su oferta toda la información solicitada en las presentes Especificaciones Técnicas así como planos, ca tálogos, folletos descriptivos, esquemas y cualquier otra información que se considere necesario para demostrar que lo ofertado cumple con lo solicitado.

6.1.11 Inspección y Pruebas : El Fabricante deberá efectuar todas las pruebas normales durante la etapa - de fabricación de los materiales ofertados.

Estas pruebas se realizarán cumpliendo con las normas esta blecidas en las Especificaciones Técnicas tanto para los materiales como para el equipo terminado. Todas las prue bas se realizarán hasta la puesta en operación y recepción en los talleres o laboratorios del Proveedor.

ELECTROPERU se reserva el derecho de estar presente en cualquiera de las pruebas a realizar, por tal motivo el Proveedor deberá anticipar la fecha en que se realizarán -debiendo indicar en detalle el tipo y extensión de la misma.

Todos los gastos para estas pruebas deberán estar incluidos en la oferta y en el contrato.

6.1.12 Acabado de los Equipos : Debido al hecho de que los equipos a suministrarse operarán a la intemperie, se deberá dar un tratamiento especial contra la corrosión.

6.1.13 Instrucciones para Embalaje : Todos los equipos y materiales deberán ser cuidadosamente embalados en cajas o jabas u otra protección adecuada como para soportar el largo tiempo de transporte por mar y por tierra.

6.1.14 Transporte y Entrega : Todos los despachos de materiales y equipos de procedencia extranjera serán por vía marítima con destino al puerto de Chimbote.

ELECTROPERU se encargará del transporte de los equipos y materiales después de que sean desembarcados en el puerto de destino.

Cuando los equipos y materiales sean fabricados en el Perú, el Proveedor podrá elegir el método de transporte que considere más conveniente, debiendo entregar los equipos y/o materiales a ELECTROPERU en los puntos de destino que se señala en las Bases de Licitación.

La entrega de materiales se hará en el lugar designado por ELECTROPERU para lo cual el Proveedor elaborará un programa de entrega de acuerdo a los requerimientos de ELECTROPERU.

ELECTROPERU no recepcionará materiales o equipos electromecánicos que hayan sufrido deterioro ya sea por transporte o manipuleo.

6.1.15 Garantía : El Proveedor deberá garantizar la calidad y eficiencia de los materiales y/o equipos electromecánicos ofertados, para operar bajo las condiciones y exigencias establecidas en las presentes Especificaciones Técnicas.

El tiempo de garantía mínima será de 1 año contado a partir de la entrega del material y/o equipo electromecánico, correspondiendo al Proveedor el reemplazo en caso de falla durante este período.

## 6.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE POSTES DE ACERO

6.2.1 Normas aplicables : Las siguientes normas según la versión vigente en la fecha de la convocatoria a concurso forma parte de esta Especificación.

ASTM	A	36	Structural Steel
ASTM	A	233	Mild Steel Arc. Welding Electrodes
ASTM	A	235	Carbon Steel Forgings for General Industrial Use
ASTM	A	307	Low Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners
ASTM	A	394	Galvanized Steel Transmisión Tower Bolts and Nuts

6.2.2 Características Generales : Los postes a utilizarse tendrán las siguientes características

. Longitud	:	11 y 12 mt.
. Tipo	:	tubular
. material	:	acero
. Esfuerzo en la punta	:	200, 300, 400 y 500 Kg.

6.2.3 Materiales : El material a emplearse será el poste de acero tubular con un esfuerzo de rotura a la tracción de  $37\text{kg/mm}^2$  o similar siempre que resistan las cargas de diseño que figuran en el Plano. El Contratista podrá proponer alternativas que cumplan con lo aquí especificado, lo cual será examinado por ELECTROPERU para determinar su conveniencia.

6.2.4 Inspección : El Proveedor notificará al Propietario con suficiente anticipación el período de fabricación para permitir que el Propietario (si éste así lo desea), envíe un inspector a la Planta de Fabricación para inspeccionar los materiales y la mano de obra.

6.2.5 Pruebas de Postes : Si el Propietario así lo desea y solicita, se probará un poste completo sobre cimientos firmes. Dicha prueba se efectuará en la fábrica o en cualquier ubicación que sea aceptada por las partes. Las pruebas serán realizadas en presencia de un representante autorizado del Propietario.

6.2.6 Crucetas de Perfil Angular y Accesorios : Las crucetas se fabricarán de acuerdo a los planos sus características generales son :

. Longitud	: 3 y 6 mt.
. Espesor	: $\frac{3}{4}$ " , $\frac{3}{8}$ " y $\frac{1}{2}$ "
. Perfil angular	3" x 3"
. Material	: fierro acerado

Estará provisto de abrazaderas y pernos de  $\frac{1}{2}$ "  $\emptyset$  x 2" para la sujeción al poste de acero.

### 6.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE POSTES DE MADERA Y CRUCETAS

6.3.1 Normas Aplicables : Los postes de madera deberán fabricarse según las siguientes Normas :

Norma ITINTEC 251.022 Poste de madera para líneas aéreas de conducción de energía.

Norma ITINTEC 251.023	Ensayos de rotura.
Norma ITINTEC 251.024	Poste de eucalipto.
Norma ITINTEC 251.025	Extracción de muestras.
Norma ITINTEC 251.026	Penetración de los preservantes
Norma ITINTEC 251.027	Valor tóxico y permanencia del preservante.

Todos los postes deberán traer la marca del fabricante impresa.

**6.3.2 Características Generales :** Los postes a utilizar se tendrán las siguientes características :

Longitud	:	11
Clase	:	6
Grupo	:	D
Ø min punta (cm)	:	12.7
Ø min línea de tierra (cm)	:	23
Carga de rotura (kg)	:	680

El fabricante suministrará los valores que garantiza referente a :

- Longitud (m)
- Diámetro en el vértice (mm)
- Diámetro en la base (mm)
- Carga de trabajo (kg)
- Carga de rotura aplicada a 30 cm de la punta
- Coeficiente de seguridad
- Flechas previstas para 25%, 50%, 75% y 100% de la carga de trabajo
- Pesos (kg)
- Máxima desviación del eje

6.3.3 Crucetas Las crucetas serán fabricadas de acuerdo a los planos respectivos, empleando madera de  $3\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2} \times 3$  mt.

Las crucetas serán cortadas del mismo tipo de madera que el poste y en forma similar se les someterá al mismo tratamiento de preservación.

Se utilizará dos tipos de crucetas, tal como se muestra - en los planos respectivos

a) Cruceta simétrica de 3.65 m de longitud

b) Cruceta simétrica de 3.00 de longitud

(Ver planos para dimensiones totales)

El fabricante suministrará los siguientes datos garantizados :

- Tiro horizontal (kg) (carga de trabajo)
- Tiro vertical (kg) ( " " " )
- Tiro transversal (kg) ( " " " )
- Coeficiente de seguridad
- Dimensiones
- Peso

6.3.4 Inspección y Pruebas Se prestará mayor importancia a lo siguiente :

a) Inspección visual

- b) Verificación de las dimensiones según la longitud, clase y grupo de madera
- c) Ensayo de rotura
- d) Una carga correspondiente al 50% de la rotura no dará lugar a deformación permanente

En la inspección visual se controlará que no existan raja duras que más tarde pudieran originar la falla de la tru ceta.

Las técnicas de muestreo serán las recomendadas por ITIN TEC.

Se rechazará todo el lote si el 20% o más de las muestras no satisfacen las exigencias de dimensiones, conicidad y flexión natural.

Se rechazará todo un lote si uno solo de los probados no cumple con las exigencias mecánicas.

6.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DEL CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO

6.4.1 Alcance : Estas Especificaciones Técnicas cubren las condiciones requeridas para el suministro de los conductores de aleación de aluminio, engrasado interna y externamente que serán utilizados en las líneas de subtransmisión 20 kV del P.S.E. N° 2. Además describen su calidad mínima aceptable, fabricación, inspección, pruebas y entrega.

6.4.2 Características Generales : Los conductores serán de aleación de aluminio, con una conductibilidad de 52.5 %, IACS cableados y con las características principales siguientes :

D E S C R I P C I O N

- ° Carga de rotura unitaria mínima del alambre del conductor (antes o después del cableado). 28.5 Kg/mm<sup>2</sup>
- ° Módulo de elasticidad mínima final de los conductores 6350 a 6450 Kg/mm<sup>2</sup>
- ° Coeficiente de dilatación lineal 23 x 10<sup>-6</sup>/°C
- ° Alargamiento máximo de los alambres a la rotura con muestra de 250 mm. 3.8-4.0 %

6.4.3 Descripción del Material El conductor será de aleación de aluminio del tipo Aluminio, Magnesio y Silicio, engrasado interna y externamente. Estará compuesto de hilos cableados concéntricamente y de único hilo central.



Los hilos de la última capa o capa exterior serán cableados a la mano derecha, estando las capas interiores en sentido contrario entre sí.

La grasa presentará características compatibles con la operación termoeléctrica del conductor y de las condiciones climáticas.

6.4.4 Normas Aplicables : Las normas aplicables para el suministro de lingotes de aleación de aluminio, fabricación de alambres, cableados del conductor, pruebas e inspección, serán las siguientes, según la versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación

- ITINTEC P-370-224 : "Alambres de aluminio de sección circular para uso eléctrico".
- ITINTEC P-370-225 : "Alambres de aleación de aluminio para líneas aéreas".
- ITINTEC P-370-227 : "Cables desnudos de aleación de aluminio con o sin alma de acero para líneas aéreas".
- IEC 208 : "Aluminium Alloy Stranded Conductors (Aluminium-Magnesium-Silicon Type)"
- ASTM B398-63T : "Wire for Electrical Purposes, Aluminium-Alloy".
- ASTM B399-63T : "Concentric-lay-Stranded Conductors, Aluminium-Alloy".

6.4.5 Fabricación : La fabricación de los conductores se realizará de acuerdo a las normas establecidas en estas especificaciones. Durante la fabricación y el

almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar la contaminación de la aleación de aluminio por el cobre u otros materiales que puedan causar efectos adversos a la aleación de aluminio.

Los conductores serán fabricados de manera que en cada bobina no haya ninguna junta o unión, en caso contrario éste será rechazado.

El fabricante preparará cuadros de control de avance de fabricación, con longitudes y pesos de los tramos de cada carrete, presentándolos a ELECTROPERU para su verificación antes de su entrega.

**6.4.6 Muestreo :** Para el muestreo de los alambres, antes de cablear, se podrá aplicar el criterio indicado en las Normas ITINTEC 370.224 y 370.226 o según lo establecido en la sección 5 de la especificación ASTM B-398 - 63T.

Para el muestreo de los alambres de los conductores cableados terminados, se aplicará el criterio siguiente

- $n_1$  : Número total de alambres del lote. Es igual al número de rollos, carretes o bobinas del lote multiplicado por el número de alambres de cada rollo, carrete o bobina.
- $n_2$  : Número de alambres que constituye la muestra de  $n_1$  y que se obtiene de la Tabla I.
- $n_3$  : Número de alambres que constituye la muestra de cada rollo, carrete o bobina y que se obtiene en la Tabla II.

$n_4$  : Número de rollos, carretes o bobinas que constituye la muestra del lote y es igual a  $n_2/n_3$  (si  $n_4$  fuera número entero se tomará - el número entero inmediatamente superior).

**6.4.7 Inspección y Pruebas** : En los alambres antes de cablear, aparte de las pruebas de rutina indicadas en las Normas, específicamente las indicadas en la Norma ASTM B 398-63T señaladas en las secciones 6, 7, 8 y 10, - el Postor indicará en su oferta la frecuencia con que propone efectuar la prueba descrita en la sección 7 de dicha norma. Se deberán hacer las pruebas físicas después del cableado, tal como se indican en 7b y 7c. Esta prueba se hará sobre el 20% de los carretes a suministrarse.

**6.4.8 Aceptación o Rechazo** : El lote será aceptado cuando el número de alambres defectuosos correspondientes a  $n_2$  no supere a  $A_c$ , indicado en la Tabla I.

Si la probeta extraída de un alambre (especímen) no cumple con cualquiera de los ensayos especificados se deberá efectuar el ensayo en dos probetas adicionales extraídas del mismo alambre. Si los dos valores son satisfactorios, se considerará el alambre no fallado en este ensayo.

**6.4.9 Embalaje** : El conductor de aleación de aluminio - será embalado en forma apropiada en carretes de madera, provistos de bujes de acero para los cubos, suficientemente fuertes para el transporte y para su uso en la operación de tensado, los cuales serán de construcción robusta, de modo que el conductor esté totalmente protegido contra daños durante el transporte, manipuleo y almacenamiento prolongado.

En cada carrete en un lugar visible, deberá estar impresa la siguiente información :

- ELECTROPERU
- Nombre del Proyecto

- Tipo y Formación del Conductor
- Sección del Conductor en AWG. y  $\text{mm}^2$
- Longitud del Conductor en el Carrete en metros
- Peso bruto y neto, en kilogramos
- Número de Identificación del Carrete
- Nombre del Fabricante y Fecha de Manufactura
- Tipo y Dimensiones del Carrete
- Datos del Certificado de Prueba del Conductor
- Una Flecha Indicadora del sentido en el que debe ser ro dado el carrete durante su desplazamiento.

#### 6.4.10 Características Particulares

	25	70	95
SECCION ( $\text{mm}^2$ )			
° N° de hilos			
° Diámetro exterior (mm)			
° Peso lineal (Kg/km)			
° Resistencia eléctrica de c.c. a 20° C (Ohm/km)			

Las cantidades a suministrarse se indica en los metrados respectivos.

#### Información requerida en la Oferta

En el Anexo N° 1 se indica la información que el postor - deberá proporcionar obligatoriamente con su propuesta.

TABLA I

PLAN DE MUESTREO DEL LOTE

N° Total de Alambres del Lote	N° de Alambres de la Muestra	N° Máximo de Alambres defectuosos - tolerados
$n_1$	$n_2$	Ac
6 a 49	5	0
50 a 199	15	
200 a 299	20	2
300 a 399	30	3
500 a 799	40	3
800 a 1299	55	4
1300 a 3199	75	6
3200 a 7999	115	8
8000 a 21999	150	10
22000 a 109999	225	14

TABLA II

## PLAN DE MUESTREO DE LA UNIDAD DE EMBALAJE

N° de Alambres del Rollo o Bobina o Carrete	N° de Alambres de la muestra de cada Rollo, Bobina o Carrete
---------------------------------------------	--------------------------------------------------------------

	$n_3$
6 a 49	5
50 a 99	10
100 a 199	15
200 a 299	20

## 6.5 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE ACCESORIOS DEL CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO

6.5.1 Alcance : Estas Especificaciones cubren el suministro de los accesorios para los conductores de aleación de aluminio, tales como juntas de empalme y herramientas para su aplicación, varillas de armar, amortiguadores, etc. Describen su calidad mínima aceptable, fabricación, inspección, pruebas y entrega.

6.5.2 Normas Aplicables : El material cubierto por estas Especificaciones Técnicas cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, en donde sea aplicable, según la versión siguiente en la fecha de convocatoria a licitación :

ASTM A - 153	Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware.
ASTM B - 230	Hard Drawn Aluminium EC-H19 for Electrical Purposes.
ASTM B - 399	Concentric Lay Stranded 6201-T81 Aluminium Alloy Conductors (Non Compact Stranding).

### 6.5.3 Descripción de los Materiales

6.5.3.1 Varillas de Armar : Para todos los conductores de fase en todos los soportes cuyos armados estén compuestos por aisladores tipo PIN, se utilizarán varillas de armar preformadas de aluminio del tipo WRAP LOCK TIE u otro metal que no ataque galvánicamente al conductor de aleación de aluminio (se puede ofertar otro tipo de accesorios de uso normalizado y que satisfaga los requerimientos que luego se solicitan).

Las varillas mecánicamente serán diseñadas para distribuir y reducir los esfuerzos de abrasión, compresión radial y de flexión del conductor en el aislador tipo PIN y eléctricamente protegerá al conductor de descargas eléctricas.

Las varillas serán suficientemente largas para prever una cobertura satisfactoria y su instalación será fácil y deberá realizarse sin la aplicación de cinturas metálicas en los extremos de las varillas.

Referencia PREFORMED

6.5.3.2 Juntas de Empalme : Serán del tipo compresión, con resistencia a la tracción no menor del 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 del conductor.

Referencia Catálogo de IME

6.5.3.3 Manguitos de Reparación : Serán del tipo compresión, con idénticas características al del párrafo anterior.

6.5.3.4 Pasta para Aplicación de Empalmes : El suministro indicado en los párrafos 6.5.3.2 y 6.5.3.3 incluirá la cantidad de pasta necesaria para su aplicación al ejecutar el empalme, la misma que preferiblemente deberá venir envasada.

6.5.3.5 Herramientas : Las herramientas necesarias para los accesorios mencionados deberán estar compuestas por un juego de dados y una prensa hidráulica o bomba hidráulica manual.

Las herramientas o las alternativas ofertadas estarán provistas de los accesorios necesarios para realizar una correcta operación.

**6.5.3.6 Grampas de Doble Vía** Serán adecuadas para empalmar conductores de aleación de aluminio, de los calibres indicados en los metrados respectivos y se suministrarán con pernos, tuercas, arandelas, pasadores, etc. de forma que garanticen la continuidad eléctrica de la conexión efectuada.

**6.5.4 Amortiguadores de Vibraciones** : Serán del tipo Stockbridge; con dispositivo de amarre al conductor compatible con el aluminio. El Postor puede proponer como alternativas otros tipos con dispositivos de amortiguamiento comprobados.

Las partes en contacto con los conductores, las longitudes roscadas de los pernos de las grapas y otras partes ferrosas de los amortiguadores serán galvanizadas de acuerdo a las normas ASTM A153.

La grapa de unión entre el amortiguador y el conductor será diseñada de modo que se evite daños sobre el conductor y sobre cada uno de los hilos, además será adecuada para sujetarse al conductor.

Las grapas no poseerán dimensiones menores que 3 veces el diámetro del conductor.

Cuando se instalen dos amortiguadores por lado, estos deben de tener frecuencias de amortiguación diferentes.

Los amortiguadores serán aptos para los conductores descritos en el punto 5.4



## 6.6 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE AISLADORES

6.6.1 Alcance : Esta Especificación cubre el suministro de aisladores tipo PIN y de aisladores de suspensión tipo bola y casquillo, describen su calidad mínima aceptable, fabricación, pruebas y entrega.

6.6.2 Normas Aplicables : El material cubierto por estas Especificaciones cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente en la fecha de la convocatoria a licitación.

IEC 383 Pruebas de aisladores de material cerámico o vidrio para líneas con tensión superior a 1000 V.

IEC 437 Pruebas de radio interferencia en aisladores para alta tensión.

IEC 506 Pruebas de sobretensión por maniobra.

IEC 507 Prueba de contaminación artificial sobre aisladores de alta tensión.

6.6.3 Consideraciones Constructivas El material del dieléctrico aislante podrá ser porcelana procesada en húmedo, de comprobada calidad o similar. La superficie vidriada completa del aislador estará libre de defectos.

Los aisladores deberán llevar una indicación clara del modelo, marca de fábrica y carga electromecánica de rotura.

6.6.4 Pruebas En general los materiales cubiertos por esta Especificación deberán satisfacer las pruebas eléctricas y mecánicas prescritas en las normas aplicables.

6.6.5 Embalaje El embalaje de aisladores será el adecuado, de modo que estén protegidos contra cual

quier agente externo y en concordancia con las condiciones generales descritas

#### 6.6.6 Características del Aislador tipo PIN :

- Material	Porcelana vidriada	
- Clase	56-3 ANSI	56-2 ANSI
- Dimensiones aproximadas	10½" Ø y 71" de altura	
- Tensión nominal	34.5 kV	
- Tensión de servicio	20 kV	
- Longitud de la línea de fuga	21" (533.4 mm)	432 mm
- Diámetro de la espiga	1 3/8" (34.93 mm)	
- Altura mínima de la espiga	8" (203.2 mm)	
- Resistencia en voladizo	3000 lb (1363 Kg)	
- Tensión crítica de impulso		
Tensión positiva	200 kV	
Tensión negativa	265 kV	
- Tensión de flameo a baja frecuencia		
En seco :	125 kV	110 kV
En húmedo :	80 kV	70 kV
- Tensión de perforación a baja frecuencia	165 kV	145 kV
- Peso neto	17 lb (7.72 Kg)	

Referencia : NGK

#### 6.6.7 Aislador de Suspensión tipo Bola y Casquillo :

- Material	Porcelana vitrificada
- Clase	52-3 ANSI
- Conexión	Bola y Casquilla (Ball and socket)
- Diámetro aproximado	10" (254 mm)
- Altura aproximada	5 3/4" (146 mm)
- Longitud de la línea de fuga aproximada	11 ½" (282 mm)
- Resistencia mecánica y eléctrica combinada	15,000 lb (6,818 kg)
- Cargas mecánicas al impacto	55 lb pulg. (63.4 kg cm)

## 6.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE ACCESORIOS PARA AISLADORES

6.7.1 Alcance : Estas Especificaciones cubren las condiciones requeridas para el suministro de accesorios para los aisladores tipo PIN y cadena de aisladores (espigas, adaptadores, grapas y estribos), describen su calidad mínima aceptable, fabricación, inspección, pruebas y entrega.

6.7.2 Normas Aplicables : Los materiales cubiertos por estas Especificaciones cumplirán con las prescripciones de las normas siguientes, según la versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación.

ASTM	A153	Zinc Coating (hot dip) on Iron and Steel Hardware.
IEC	120	Recomenaciones para los ensamblajes casquillo-bola.
IEC	305	Características de los elementos de cadenas de aisladores.
IEC	372	Dispositivos de fijación para elementos de cadenas de aisladores.

### 6.7.3 Descripción de los Materiales :

6.7.3.1 Espiga o PIN : Las espigas a utilizarse serán rectas de acero galvanizado en caliente de 1" de diámetro con una longitud total de 8" para cruceta de fierro, 12" cruceta de madera, 13" para estructura P3 y 18" para punta de poste de madera, con esfuerzo mecánico de rotura de 680 Kg. Las espigas estarán provistas en un extremo de una funda de plomo de 1 3/8" de diámetro y 2 1/8" de longitud, para la fijación del aislador tipo PIN.

La espiga en la parte intermedia estará provista de un to

pe para asentar en la cruceta de fierro angular o de madera, tal como se indica en el plano PSE-1007.

La distancia entre el tope y la parte roscada inferior debe ser tal que permita su instalación en la cruceta de fierro angular o de madera, según sea el caso, mediante arandelas y tuercas respectivas que deben ser suministradas conjuntamente con las espigas.

Referencia : Catálogo NKG - 15C 1M - 30467

**6.7.3.2 Para Cadena de Aisladores** Los accesorios siguientes serán de hierro maleable, aleación de aluminio o de acero galvanizado en caliente por inmersión para usarse en cadena de aisladores, según lo siguiente :

- a) Adaptador horiquilla-bola de acero galvanizado en caliente para unión del aislador con el perno de ojo, igual o similar al indicado en el catálogo N° C-501-0066 de A.B. CHANCE CO.
- b) Adaptador de casquillo-ojo de acero galvanizado en caliente para unión del aislador a la mordaza o grapa de anclaje, igual o similar al indicado en el Catálogo N° C 501-0062 de A.B. CHANCE CO.
- c) Mordaza de anclaje tipo pistola de acero galvanizado para conductor de aleación de aluminio de los calibres siguientes 25, 70 y 95 mm<sup>2</sup>, el mismo que se especificará en el metrado correspondiente.

Los pasadores deberán ser de acero galvanizado.

Todos los elementos de fijación y de ensamble de la cadena de aisladores, serán capaces de soportar un esfuerzo a la rotura mínima de 8,500 Kg.

**PINES EN CRUCETAS DE MADERA**  
(CONDUCTOR 25 mm<sup>2</sup>)

$\alpha$	$F_t$	$F_{\text{min.pin}}$	$F_{\text{min.pin}}$
GRADOS	kg.	kg.	lb.
0	52.28	156.84	345.77
5	72.48	217.44	479.37
10	92.54	277.62	612.04
15	112.45	377.35	743.72
20	132.13	396.39	873.89

Donde :  $\alpha$  = ángulo topográfico

$F_t$  = fuerza total actuante

$F_{\text{min.pin}}$  = fuerza mínima requerida en el pin

Se selecciona pines de 680 kg de fuerza mecánica - de rotura (1M-30467 AU CATG:NGK-15C).

**PINES EN CRUCETAS DE FIERRO**  
(CONDUCTOR 95 mm<sup>2</sup>)

$\alpha$	$F_t$	$F_{\text{min.pin}}$	$F_{\text{min.pin}}$
GRADOS	kg.	kg.	lb.
0	75.60	226.80	500.00
5	80.74	242.22	533.99
10	181.66	544.98	1201.46
15	234.22	702.66	1549.08

Se selecciona pines de 680 kg de fuerza mecánica de rotura (1M-30467 AU CATG: NGK 15c)

## 6.8 DIMENSIONAMIENTO DE RETENIDAS

Las retenidas han sido diseñadas considerando la utilización de material preformado, tal como se muestra en el Plano N° 1005 <sup>1005</sup> y adecuándolas para resistir las fuerzas laterales y para reducir la deflexión de los postes en posiciones de ángulo, terminales y en los cambios posibles de sección.

Según el C.N.E. las retenidas tendrán una carga de rotura mínima de 1750 kg. y la absorción de las cargas serán como sigue

- 50% de su carga de rotura en postes de cambio de dirección y en postes terminales
- 80% de su carga de rotura en postes de retención o anclaje.

En el presente proyecto se ha considerado la utilización de preformado de acero galvanizado, con características - que se muestran en el Cuadro 6.8.1 y sus utilidades en la línea de subtransmisión se indican en el Cuadro 2.5.2.

CUADRO 6.8.1

CARACTERISTICAS MECANICAS DE GUY-GRIP DEAD-END  
(GALVANIZED STEEL)

C O D I G O		SM	HS	EHS
CATALOG N°	DIMENSION DIAMETRO	SIEMENS MARTIN	HIGH STRENGTH	EXTRA HIGH STRENGTH
	Pulg.	kg.	kg.	kg.
GDE-2106	5/16"	2426.71	3628.74	5080.23
GDE-2107	3/8"	3152.46	4898.79	6985.32
GDE-2108	7/16"	4241.00	6577.08	9434.72

### 6.8.1 Descripción de los Materiales :

6.8.1.1 Cable de Retenida : El cable de retenida a utilizar será de las siguientes características mínimas:

- Material : Acero galvanizado
- Tipo : Según Planos
- Diámetro Nominal : Según el tipo de retenida
- Tiro de Rotura Mínima : Según el tipo de retenida
- Peso Lineal : 0.3089 Kg/m.

6.8.1.2 Mordaza Preformada : Será del tipo alumo weld y servirá para sujetar el cable descrito en el párrafo anterior.

La mordaza será capaz de resistir una carga mínima de 5,700 Kg.

6.8.1.3 Varilla de Anclaje : Será de acero galvanizado de 5/8"  $\frac{3}{4}$ " de diámetro por 8' de longitud, la carga mínima será de 5,700 Kg.

La varilla en su parte anterior (ojal) estará provista de un canal de tal modo que evite el empleo de guardacabo, similar al del catálogo N° 5358 de A.B. CHANCE.

6.8.1.4 Abrazadera : Son de acero galvanizado tipo partido de platina de  $\frac{1}{4}$ " x 2" con 3 pernos de  $\frac{1}{2}$ " x  $2\frac{1}{2}$ " para el diámetro de 155 mm.

6.8.1.5 Guardacabo ; Será de acero galvanizado y de dimensiones adecuadas para el cable de retenida

6.8.1.6 Placa de Refuerzo : Será de plancha de acero galvanizado en caliente de 4" x 4" x  $\frac{1}{4}$ ", vendrá provisto de un agujero central para la varilla de anclaje.

6.8.1.7 Protector de Cable Será de fierro galvanizado de forma de media caña de 1/16" de espesor por 2.0 m de longitud, incluyendo pernos de sujeción, se usará donde su utilización sea requerida.

6.8.1.8 Aislador de tracción : Será de clase 54-3 ANSI y de las siguientes características

- Material	porcelana
- Dimensiones aprox.	5.1/2" x 3 3/8"
- Resistencia a la tracción	20,000 lbs. (9,089 kg)
- Tensión de flameo	en seco : 35 kV en húmedo : 18 kV

Sólo será necesario el suministro de este aislador para estructuras de madera.

6.8.1.9 Bloque de Anclaje : Consiste en un bloque de concreto armado de 0.50 m x 0.50 m x 0.150 m, provisto de un agujero central que permita el paso de la varilla de anclaje. El concreto utilizado tendrá una resistencia equivalente a  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y las varillas de fierro una resistencia de  $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ .

## 6.9 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE ACCESORIOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.9.1 Alcance : Estas especificaciones cubren el suministro de los materiales requeridos para la puesta a tierra de las estructuras. Describen su calidad mínima aceptable, tratamiento, inspección, pruebas y entrega.

6.9.2 Normas Aplicables : El postor establecerá claramente que normas o valores particulares adoptan en su oferta para la fabricación de los accesorios a que se refiere la presente especificación.



## 6.10) ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE SECCIONADORES -FUSIBLES (CUT-OUT)

El seccionamiento de las líneas de subtransmisión se realizará mediante seccionadores-fusibles (cut out).

La posición cerrada de los seccionadores estará asegurada mediante un dispositivo flexible tipo resorte que haga las funciones de enclavamiento mecánico. El conjunto será suficientemente confiable a prueba de aberturas accidentales.

El conjunto permitirá ser operado por pértiga como seccionador y como elemento fusible.

Poseerán dispositivos de indicación visual que muestren claramente cuando un fusible ha operado. Vendrán provistos de accesorios para su montaje en la cruceta respectiva. Las características eléctricas del conjunto seccionador fusible a emplearse en la protección del sistema serán las siguientes :

### CARACTERISTICAS

- Tensión nominal	25 kV
- Nivel básico de aislamiento	150 kV
- Tensión de descarga a baja frecuencia	
a) En seco	70 kV
b) Bajo lluvia	60 kV
- Distancia de fuga	432 mm
- Intensidad del regimen de las áreas de mayor contacto y <u>gram</u>	Mayor de 100 Amp.
- Capacidad de interrupción	Mayor de 6 kA

Portarán elementos fusibles rápidos NEMA tipo K, dimensionados eléctricamente en función de la potencia de cortocircuito del sistema.

Mecánicamente sus aisladores serán capaces de soportar una fuerza en voladizo superior a los 300 kg.

Se proveerán pértigas adecuadas para operar los fusibles suministrados. Serán construídas de madera recubierta con Maplac, de epoxiglas, plástico laminado u otro material resistente a la humedad a prueba de condensación interior capaz de soportar por cinco minutos una tensión de 75 kV por pie de longitud.

Estarán formadas por secciones fácilmente embonables, tal que logren longitudes de hasta 6 metros para permitir que un operador alcance los fusibles desde el nivel del piso.

El fabricante suministrará los siguientes datos garantizados :

- Tensión nominal (kV)
- Máxima corriente constante
- Poder de ruptura
  - a) Simétrico (kA)
  - b) Asimétrico (kA)
- Nivel básico de aislamiento (kV)
- Resistencia mecánica del aislador
  - a) En tracción
  - b) En compresión
  - c) En flexión

## 6.11 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE PARARRAYOS

6.11.1 Alcance : Estas especificaciones cubren el suministro de pararrayos tipo autoválvula y pararrayos tipo autoválvula con óxido de zinc. Describen su calidad mínima aceptable, tratamiento, inspección, pruebas y entrega.

### 6.11.2 Normas de Fabricación

CEI	99-1	1970
ANSI	C62.1	1971
NEMA	LA1	1968

### 6.11.3 Características

° Para montaje a la intemperie

- Tensión nominal 19.5 kV
- Frecuencia en ciclos/segundo 60.
- Corriente de descarga con onda 8/20  $\mu$ s. 5 kA
- Altitud de utilización 3500 msnm
- Los terminales a los extremos serán resistentes a la corrosión del medio ambiente. Estarán fijados al cuerpo de porcelana empleando empaquetaduras resistentes al ozono y al efecto del tiempo.

Permitirán el fijar conductores de cobre hasta 95 mm<sup>2</sup>, sin ningún dispositivo adicional.

- Para casos de sobrecarga extrema deberá proveerse de dispositivos de liberación de presión que eviten la explosión del cuerpo de porcelana.
- Vendrán provistos de grampas que le permitan fijarse en posición vertical a una cruceta.
- Serán capaces de soportar en sus terminales una fuerza de tiro de hasta 75 kg.

6.11.4 Instrucciones para el fabricante : El fabricante suministrará los siguientes datos :

- Tensión nominal (kV)
- Tensión de cebado para onda de 1/50  $\mu$ s (kV)
- Capacidad de descarga (kA)
- Voltaje máximo de descarga (kV)
- Clase de liberación
- Tensión residual máxima a la corriente nominal de descarga (kV de cresta)  $8 \times 20 \mu$ s
- Tensión mínima de descarga a frecuencia industrial (kV)
- Tipo de pararrayo

## 6.12 ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA EL SUMINISTRO DE ELEMENTOS DE FERRETERIA

6.12.1 Alcance Estas especificaciones se refieren al suministro de material de ferretería como pernos, perno-ojo, tuercas, arandelas, brazo diagonal, etc. y describen su calidad mínima aceptable, tratamiento, inspección pruebas y entrega.

6.12.2 Descripción del Material : El material de ferretería será de acero galvanizado y forjado, tienen las dimensiones y características mostradas en los planos y medidos correspondientes.

6.12.3 Normas Aplicables : En lo que se refiere al galvanizado en caliente, el material cubierto por estas especificaciones cumplieron con las prescripciones de la siguiente norma.

ASTM A 153 Zinc Coating (hot dip) on iron and steel (hardware).

#### 6.12.4 Características Generales :

##### 6.12.4.1 Pernos para Postes de Fierro :

- $\frac{1}{2}$ "  $\emptyset$  2" para sujeción de abrazaderas y crucetas de fierro.
- 1"  $\emptyset$  x 10" para sujeción al poste de acero.
- Perno de doble armado de :  
5/8"  $\emptyset$  x 10"

##### 6.12.4.2 Abrazaderas : Según se muestra en el plano 1008

6.12.4.3 Brazo Diagonal : Será de  $\frac{1}{4}$ " de espesor por 2" de ancho y 1 metro de longitud.

##### 6.12.4.4 Pernos para Postes de Madera :

- Perno de 5/8"  $\emptyset$  x 16"
- Perno de doble armado de 5/8"  $\emptyset$  x 18"
- Perno ojo de 5/8"  $\emptyset$  x 16"

## 6.13 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE DE MATERIALES

### OBJETO

Las presentes Especificaciones Técnicas de Montaje son para definir las características, calidad mínima aceptable y alcances de los trabajos a efectuar, así como algunos procedimientos a emplearse en ellos para la construcción de las líneas de 20 kV del "Pequeño Sistema Eléctrico N° 2 Santiago de Chuco-Pallasca-Cabana", que debe cumplir el Contratista.

### 6.14 DEL CONTRATISTA

6.14.1 Equipos y Herramientas de Montaje : Las herramientas y equipos serán de la mejor calidad, buen estado de conservación y número suficiente para efectuar el montaje de la línea de modo eficiente.

El Postor presentará con su propuesta, una lista de los equipos y herramientas de montaje, que se propone utilizar en la ejecución de la obra, indicando las características principales.

El Propietario se reserva el derecho de exigir al Contratista, durante el montaje, el cambio o incremento de equipos y herramientas si a su criterio son necesarios para cumplir con los programas de avance previstos.

Todos los materiales, equipos y herramientas, serán mantenidos y operados por cuenta y riesgo del Contratista.

6.14.2 Responsabilidad del Contratista : El Contratista - encargado del montaje será responsable de todos los equipos y materiales electromecánicos suministrados incluyendo el transporte a las zonas del proyecto.

Igualmente será responsable de los materiales menudos suministrados por él y finalmente del montaje integral de la línea en sus diferentes partes, en forma satisfactoria hasta su recepción por ELECTROPERU.

6.14.3 Almacenamiento : El Contratista será responsable - por el almacenamiento de los suministros dentro de las zonas de ejecución de las obras, verificando que éstos no sufran daños o deterioros por negligencia o inadecuada protección.

A la finalización de los trabajos, el Contratista entregará al Propietario, en la zona del Proyecto, todos los equipos y materiales de repuesto que hayan sido considerados en su oferta.

6.14.4 Calificación del Personal Para la ejecución de las Obras Electromecánicas, cuyo alcance se detalla en estas Especificaciones Técnicas, el Contratista deberá emplear personal calificado y competente con experiencia en trabajos similares y cuya capacidad garantice la buena ejecución de la obra.

La cantidad de personal a emplearse será previsto por el Contratista a fin de cumplir con los plazos establecidos en los cronogramas.

6.14.5 Leyes Sociales y Seguros : El Contratista tendrá -  
responsabilidad plena sobre el cumplimiento de los  
pagos que corresponden por concepto de leyes sociales y  
beneficios sociales, de acuerdo a la legislación vigente.

El Contratista asegurará a su personal contra accidentes  
y en todo caso, se obligará a proporcionar por su cuenta y  
costo las prestaciones médicas, hospitalarias y/o prime  
ros auxilios.

En todo caso, será de responsabilidad del Contratista to  
mar las previsiones y seguridades a fin de evitar acciden  
tes del personal que lleva a cabo operaciones peligrosas  
durante el montaje.

Asimismo será de su competencia asegurar contra todo ries  
go los equipos y materiales de su propiedad.

6.14.6 Coordinación de los Trabajos : Antes y durante la  
ejecución de la obra, el Contratista realizará la  
coordinación necesaria con otras entidades o contratistas  
que efectúen trabajos en la zona del Proyecto y que pue  
den interferir en la labor del montaje.

Las decisiones que se adoptan al respecto deberán en todo  
caso contar con la aprobación del Ingeniero designado pa  
ra la supervisión de la obra.

#### 6.15 REPLANTEO

El Contratista será responsable de efectuar todos los tra  
bajos de campo necesarios para replantear la ubicación de  
las estructuras de las líneas de subtransmisión. El re  
planteo deberá ser efectuado por personal experimentado.  
Los métodos de trabajo a emplear en dicho replanteo debe  
rán ser tales que aseguren que el error cometido al medir  
las distancias no superen uno en mil.



#### 6.15.1 Mantenimiento de Caminos (limpieza de caminos)

El Contratista tendrá a su cargo las tareas de mantenimiento de todos los caminos que se utilicen para la ejecución y montaje de la línea hasta la entrega de la Obra. Están comprendidos en el mantenimiento de caminos: Los caminos de acceso construídos por el Contratista; los caminos públicos existentes mejorados y los caminos particulares que son necesarios su uso durante la etapa de ejecución y montaje de la línea materia del presente Contrato.

#### 6.16 FRANJA DE SERVIDUMBRE

La servidumbre de la línea, que será gestionada y obtenida por el Propietario, no extenderá a lo largo de las líneas de subtransmisión.

Donde la ruta no vaya por una zona despejada, será llevado a cabo el despeje de todos los árboles y arbustos.

Los árboles y arbustos serán cortados a una altura no mayor que un metro del nivel del suelo. Todos los árboles y arbustos caídos serán removidos del eje central de la línea según se muestra en el Plano N° 1006.

Fuera de la superficie despejada, todos los árboles que están a una distancia de los conductores extremos menor que 2 m serán talados por el Contratista después de obtener el permiso de los propietarios, para fines del tendido.

#### 6.17 TRANSPORTE Y MANIPULEO DE MATERIALES

El Contratista transportará y manipulará todos los materiales con el mayor cuidado. Los materiales serán transportados hasta los frentes de trabajo sin arrastrarlos ni rodarlos por el suelo. Las pérdidas y roturas que puedan ocurrir durante el transporte serán por cuenta del Contratista.

#### 6.18 CIMENTACIONES PARA LOS POSTES

Tomando en cuenta la conformación de la superficie a lo largo del trazo de las líneas. El Contratista deberá efectuar pruebas de la resistencia mecánica del terreno y con los resultados correspondientes aplicará a cada estructura, uno de los tipos de fundación adecuado que se describen en el Plano N° 1005.

El Contratista rellenará los espacios libres alrededor de todas las cimentaciones de las estructuras y excavaciones para retenidas según las instrucciones del Ingeniero, empleando relleno normal o relleno seleccionado.

El material de relleno será colocado en capas de 15 cm mediante paleado a mano, en forma intermitente para que los obreros con pisones de operación mecánicas puedan compactar completamente el relleno antes de continuar con la operación de rellenado.

El relleno de agregado dará la resistencia necesaria inmediatamente después de instalar la estructura y se logrará en lo posible la solidación similar a la del terreno circundante.

El relleno de agregado tiene la ventaja adicional de proporcionar mejor estabilidad de basamentos en lugares donde podrían ser dudosas las condiciones del suelo.

#### 6.19 INSTALACION DE ESTRUCTURA DE FIERRO

Las estructuras con sus respectivos armados se instalarán según la distribución indicada en los respectivos planos.

La colocación de las estructuras en los puntos de erección se hará utilizando equipos que permitan desplazarlos sin riesgo de rotura o deterioro.

El Contratista será responsable por cualquier daño que las estructuras puedan sufrir durante la instalación.

En todo caso, el procedimiento de montaje deberá ser aprobado previamente por el Ingeniero, pero tal aprobación no libera al Contratista de su responsabilidad respecto a los daños que pueda sufrir la estructura durante el montaje.

#### 6.20 INSTALACION DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

Los postes empleados en las estructuras son de longitud - de 11 m de la clase 6, grupo D.

Las cantidades totales se encuentran en las Tablas de Localización y metrados.

Los postes deberán ser manejados con cuidado, de forma tal que no se dañe la madera o el tratamiento preservativo.

Los postes no deberán arrastrarse por el suelo. No deben aplicarse ganchos ni tenazas en ningún punto por debajo de la línea que ha de quedar al nivel del terreno.

Durante el montaje, se tomarán todas las debidas precauciones para evitar perjuicios a la superficie de los postes. Se aconseja el empleo de sogas y/o escaleras para el escalamiento de los postes, tratando de evitar el empleo de espuelas.

Excepto cualquier otra indicación contraria, que figura en los planos de estructuras, todos los postes serán instalados a una profundidad standard, de acuerdo con la tabla siguiente

<u>LONGITUD POSTE</u> (m)	<u>PROFUNDIDAD EN TIERRA</u>
------------------------------	------------------------------

11	1.70
----	------

12	1.80
----	------

Los postes, en las estructuras de ángulos y terminales y para otros puntos de esfuerzos no balanceados, serán enterrados conforme a lo especificado en los planos de las estructuras y cuando sea posible, se emplearán en dichos puntos los postes con los diámetros mayores.

Las crucetas y refuerzos serán de madera de longitudes variables según el tipo de estructura.

Las longitudes de las crucetas y brazos de crucetas, dimensiones y ubicación de los huecos y las cantidades por estructura se muestran en los planos de detalles. La cantidad total de crucetas de cada tipo y dimensión se detallan en el metrado de estructuras.

Todas las crucetas serán seleccionadas, montadas e instaladas de acuerdo con los planos aprobados. Todas las tuercas serán ajustadas adecuadamente, más no excesivamente.

Para efectos del montaje de estructuras de madera se tendrá en cuenta todas las actividades afines descritas en el acápite 5.11.

## 6.21 INSTALACION DE LOS AISLADORES

Antes de proceder al armado de los ensambles, el Contratasta limpiará cada uno de los elementos cuidadosamente, practicando una detenida inspección para asegurarse que el material empleado está en perfectas condiciones.

Si durante la inspección detectara cualquier defecto en el dieléctrico de los aisladores o en las superficies metálicas lo notificará al Ingeniero Supervisor, quien determinará si la unidad puede ser empleado o debe ser reemplazado.

6.21.1 Aisladores Tipo PIN : Los aisladores tipo PIN se instalarán de acuerdo al tipo de armado indicado en los planos, de preferencia después del izado y cimentación de las estructuras, se verificará el ajuste correcto de los elementos y la posición de la ranura del aislador en el sentido del trazo de la línea.

Antes de la instalación del aislador y sus accesorios se verificará el buen estado de los mismos, debiéndose tener especial cuidado en el manipuleo.

6.21.2 Ensamble de cadenas de aisladores : El armado de las cadenas de aisladores de suspensión se efectuará cuidadosamente presentando especial atención que los seguros queden debidamente instalados. Se verificará que antes de proceder al armado de la cadena, sus elementos no presenten defectos y se encuentren limpios.

Las cadenas de aisladores se instalarán de acuerdo al tipo de armado indicado en los planos respectivos, poniendo especial cuidado en el manipuleo para no dañar los aisladores.

Después de completar el ensamble de los aisladores y antes de colocarlos en su lugar en la estructura, el Contratista comprobará que todos los pasadores hayan sido colocados correctamente.

Tratándose de estructuras de anclajes, las dos cadenas que van montadas en puntos adyacentes del brazo de la estrutura se amarrarán juntas, insertándose algún elemento de protección entre ellas para evitar que se golpeen durante el tiempo que permanezcan montados sin el conductor.

#### 6.22 INSTALACION DE RETENIDAS O VIENTOS DE ANCLAJE

La instalación de las retenidas o vientos de anclaje, se efectuarán después de haber sido instaladas las estructuras con los respectivos armados y antes del tendido de los conductores.

Los detalles para las retenidas de las estructuras se muestran en los planos respectivos. Las Tablas de localización de las estructuras así como los planos respectivos indican las estructuras que llevan retenidas. Se emplearán bloques de anclaje de 0.50 x 0.50 x 0.15 m de concreto armado. Estos bloques de anclaje deberán enterrarse a la profundidad señalada en los planos respectivos de forma tal que las varillas de anclaje sobresalgan 0.30 m sobre el nivel del terreno, haciendo un ángulo de 37° con la vertical.

El cable de retenida será del tipo acero galvanizado asegurado a la estructura mediante cordaza preformada adecuada.

### 6.23 PUESTA A TIERRA

Los sistemas de puesta a tierra tienen por finalidad facilitar un camino hacia tierra, de las corrientes de falla de origen atmosférico o del tipo interno por maniobra. Debe permitir también las reducciones de las tensiones de toque y paso.

Antes de efectuar las excavaciones para la fundación de la estructura el Contratista medirá la resistividad del terreno en el lugar de emplazamiento de cada estructura.

El poste de cada estructura que deberá ser puesta a tierra se indica en Tablas de Localización.

La puesta a tierra se realizará con conductor de cobre #4 AWG, fijándose a los postes de madera mediante grampas de acero cada 40 cm y a la varilla mediante grapa de doble vía.

En las estructuras de acero no es necesario la utilización del conductor ya que la misma estructura cumple dicho fin.

Se instalará el sistema de puesta a tierra previsto en los planos y especificaciones técnicas correspondientes.

La resistencia de puesta a tierra será medida después de instalar cada unidad de contrapeso conformada por conductor que se muestra en el plano respectivo hasta alcanzar la resistencia asumida que es : Para terrenos no transitables de 25 ohms y para terrenos transitables de 20 ohms.

### 6.24 TENDIDO DE LOS CONDUCTORES

Los conductores a emplearse en la línea de transmisión son de aleación de aluminio.

La instalación de estos conductores deberá ser hecho de acuerdo a las tablas de templado que el Contratista realizará en coordinación con el Ingeniero Supervisor y tomará en cuenta las características reales de los conductores y los criterios que se han tenido en cuenta en la fase del estudio definitivo, en cuanto a los parámetros, módulos - de elasticidad de los diferentes tramos y partes de la línea y sus conexiones aéreas, tal como se indica en los planos.

6.24.1 Tendido : El Contratista ejercerá en todo momento el mayor cuidado para asegurar que el conductor - se dañe durante el almacenamiento, el transporte y el montaje, pues la naturaleza del material empleado y las condiciones de operación de la línea hacen imprescindible que la superficie del conductor se conserve en la mejor - condición posible.

El Contratista empleará dispositivos de frenado adecuados para asegurar que el conductor se mantenga en todo momento con tensión suficiente para evitar que toquen el suelo o se arrastren. La tensión de frenado se aplicará cuidadosamente en forma de asegurar que el conductor sufra tirones ni que en momento alguno de la operación del tendido quede sometido a esfuerzos unitarios superiores al 15% de la carga de rotura del conductor de aleación de aluminio.

En los casos de vanos cortos para derivación, se tendrá - especial cuidado en el tendido, a fin de no ocasionar esfuerzos que afecten la estabilidad de los soportes.

Los conductores deberán tenderse utilizando poleas, cuyo diámetro no debe ser inferior a 15", en las cuales permanecerán colgados por lo menos 48 horas antes de hacer los ajustes del templado. En los aisladores tipo PIN se fija



rá el conductor mediante los preformados tipo WRAPLOCKTIE y en las cadenas de anclaje, mediante las grampas respectivas.

En ningún caso el tendido del conductor se efectuará antes de haber ensamblado y ajustado definitivamente las estructuras.

**6.24.2 Empalmes y Manguitos de Reparación** : Si se producen daños o roturas de alguno de los hilos que forman el conductor, se procederá a la reparación. Si el daño es mayor, se cortará el cable y empalmará.

El Contratista utilizará el conductor en forma tal de ducir al mínimo posible el número de empalmes. Los empalmes y manguitos de reparación serán del tipo de compresión.

Los empalmes serán ejecutados por personal debidamente experimentados y en presencia del Ingeniero Supervisor.

No se instalará ningún empalme a 10 m de distancia de una grapa de anclaje, ni a menos de 5 m aislador tipo PIN. No se permitirá más de un empalme por conductor de un vano, y no se instalarán empalmes en los vanos donde la línea cruza a otras líneas de transmisión o de comunicación, carreteras o ríos.

**6.24.3 Puesta en Flecha** La puesta en flecha del conductor se efectuará en horas que la velocidad del viento sea nula o muy baja y en conformidad en las tablas de flechas y tensiones aprobadas.

Para poner en flecha los conductores se usará siempre que sea posible el método visual, empleando una niveleta y un anteojo largavista o teodolito asegurado firmemente a la estructura.

6.24.4 Estructuras Terminales : Al tiempo de efectuar - el tendido, el Contratista dejará suficiente longitud libre de cable, en conformidad con las instrucciones del Consultor en cada grapa de anclaje de la estructura - terminal para realizar la conexión entre dichas estructu- ras terminales y los pórticos de las subestaciones respec- tivas, o permitir su realización posterior.

6.25 DISTANCIAS DE SEGURIDAD

- Altura mínima sobre el suelo (espacios - no transitados por vehículos) 6 m
- Altura mínima sobre calles, callejones o caminos vecinales 6 m
- Altura mínima sobre carreteras 7 m
- Distancia mínima de conductores a otras líneas eléctricas :
  - Menores o iguales a 20 kV 2 m
  - Mayores a 33 kV 4 m
- Distancia mínima a líneas de telecomuni- caciones 2 m
  - Distancia horizontal mínima entre el vértice del conductor menecado y las partes constructivas de las líneas de telecomu- nicaciones 2 m
- Laderas no accesibles 3 m
- Arboles debajo de la línea 2 m

## 6.26 PRUEBAS DE LINEA TERMINADA

Al concluir el trabajo de construcción de las líneas se deberá realizar las pruebas que se detallan a continuación en presencia del Ingeniero y empleando instrumentos y métodos de trabajo aprobados por éste. Se efectuarán las correcciones y reparaciones que sean necesarias hasta que los resultados de las pruebas sean satisfactorias, a juicio del Ingeniero.

Previamente a la ejecución de estas pruebas, en presencia del Ingeniero, se limpiará cuidadosamente los aisladores, limpiará desmontes y efectuará toda otra labor que sea necesaria para dejar las líneas listas para ser energizadas.

### 6.26.1 Pruebas de Conductibilidad Eléctrica de la Línea:

Se efectuarán medidas de la resistencia eléctrica de las tres fases de las líneas, los resultados no deberán diferir en más del 5% del valor de la resistencia total calculada multiplicando la resistencia por km de conductor "garantizada por el fabricante" por la longitud total de las líneas establecidas según el levantamiento topográfico del perfil.

6.26.2 Determinación de la Secuencia de Fases : Se deberá efectuar mediciones para demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase corresponde a lo prescrito.

6.26.3 Pruebas de Aislamiento : Las pruebas se realizarán entre cada fase y tierra y entre cada par de fases.

Se repetirán las pruebas que den como resultado valores inferiores a los usuales o erráticos y el tramo en cuestión será investigado para determinar la causa de dicho comportamiento.

6.26.4 Aplicación de Tensión : Una vez concluida satisfactoriamente las pruebas señaladas en los párrafos anteriores, se procederá a aplicar tensión a la línea, empezando con la tensión más baja que las instalaciones existentes permitan e incrementándola gradualmente hasta alcanzar la máxima tensión disponible de las Subestaciones.

Durante todo el tiempo que dure la prueba, se medirá continuamente la tensión, la corriente en las tres fases y las pérdidas anotando las lecturas cada 15 minutos si no se dispone de instrumentos registradores.

Mientras la línea está energizada, el Ejecutor en presencia del Ingeniero, recorrerá la ruta de la línea llevando un detector portátil de radio de interferencia, aprobado por el Ingeniero, para determinar posibles defectos localizados en el conductor, los aisladores y la ferretería.

#### 6.27 MARCAS

Cada poste deberá llevar una marca estampada con el número que corresponda al número del poste respectivo y una marca de señalización de seguridad según planos y diseños de detalle.

#### 6.28 PUESTA EN SERVICIO DE LA LINEA

El trabajo requerido para la puesta en servicio de la línea se llevará a cabo de acuerdo a un programa escrito que describa paso a paso las operaciones a realizarse.

Los trabajos de puesta en servicio tienen por objeto familiarizar al personal de líneas de transmisión con todo el equipo de operación.

El Contratista no conectará a las fuentes de consumo la línea sin la aprobación previa.

7.0

METRADOS Y PRESUPUESTOS

LINEA DE SUBTRANSMISION 20 kV

7.1

PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

AR- IDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REALISTE
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
	I. <u>SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS</u>							
	A. <u>POSTES Y CRUCETAS</u>							
1	Poste de fierro tubular de 12 m de longitud, 300 Kg de esfuerzo en la punta, según diseños y especificaciones.	Pza	34	337,425		11'472,450		
2	Idem al Item 1, pero de 400 kg. de esfuerzo en la punta	Pza	60	440,635		26'438,100		
3	Idem al Item 1, pero de 500 kg. de esfuerzo en la punta	Pza	24	516,819		12'403,656		
4	Cruceta de fierro angular de 3.00 m de longitud según planos y especificaciones, tipo 1	Pza	20	107,606		2'797,756		
5	Idem al anterior, del tipo 2	Pza	20	107,606		2'797,756		
6	Idem al anterior, del tipo 3	Pza	08	56,077		3'813,236		
7	Cruceta de fierro angular de 6.00 m de longitud según planos y especificaciones, tipo 4	Pza	36	112,137		4'036,932		
8	Idem al anterior, del tipo 5	Pza	72	112,137		8'073,864		
9	Idem al anterior, del tipo 6	Pza	4	112,137		448,548		



TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PAR-TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REAJUSTE
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
	<u>B. CONDUCTORES</u>							
1	Conductor de aleación de aluminio, desnudo, cableado de 95 mm <sup>2</sup> según especificaciones.	Kg.	28,317	5,635		159'566,295		
	<u>C. AISLADORES Y ACCESORIOS</u>							
1	Aislador tipo pin, clase 56-2	Pza	140	29,125		4'339,625		
2	Aislador tipo pin, clase 56-3	Pza	148	46,258		6'846,184		
3	Aislador de suspensión tipo bola y casquillo. Clase 52-3	Pza	564	28,460		24'589,440		
4	Pin para cruceta de fierro angular de 1" de diámetro y 8" de longitud, incluye arandela, tuerca y contratuerca.	Pza	207	6,000		1'782,000		
5	Adaptador horquilla-bola de F°G°	Pza	432	5,580		2'410,560		
6	Adaptador casquillo - ojo de F°G°	Pza	432	7,100		3'067,200		
7	Mordaza de anclaje tipo pistola	Pza	432	36,222		15'647,904		
8	Varillas de armar preformadas de aluminio tipo Wraplock - tie de 95 mm <sup>2</sup>	Pza	204	15,500		4'092,000		

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PAR-TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	DE REAJUSTE
	<u>D. FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO</u>							
1	Brazo de cruceta de fierro según diseño y especificaciones, incluye pernos de sujeción al poste y cruceta.	Pza	412	13,805		5'687,660		
2	Abrazadera de fierro tipo A1, según diseño y especificaciones; incluye pernos de sujeción a la cruceta.	Pza	63	12,000		756,000		
3	Idem al Item 2, del tipo A2.	Pza	61	14,980		913,780		
4	Perno de doble armado de 5/8"Ø x 10"de longitud; incluye tuercas y contratuer cas.	Pza	302	4,375		1'321,250		
5	Tuerca ojo para perno de 5/8" de diámetro.	Pza	432	4,180		1'805,760		
6	Seccionador tipo cut-out para 20 kV de tensión de servicio, 100 A. y 3500msnm de altura de trabajo con accesorios de fijación, según especificaciones.	Pza.	12	336,530		4'038,360		
7	Pararrayos tipo autoválvula para 20 kV de tensión de servicio y 3500 msnm de altura de trabajo; incluye accesorios de fijación, según especificaciones.	Pza	12	264,686		3'176,232		
8	Fusible para corriente nominal 5 A para el seccionador del Item 5.	Pza	24	7,500		180,000		

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PARTIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMA DE PAGO
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
9	Juntas de empalme	Pza.	24	20,235		485,640		
10	Manguitos de reparación	Pza.	50	6,310		315,500		
11	Grampas de doble vía para conductor de Aa de 95 mm <sup>2</sup>	Pza.	220	3,500		770,000		
12	Equipo de puesta a tierra, tipo B3 según planos y especificaciones	Jgo.	3	64,872		194,616		
13	Equipo de puesta a tierra, tipo B4 según planos y especificaciones		1	80,472		80,472		
14	Equipo de puesta a tierra, tipo C según planos y especificaciones		1	168,144		168,144		
15	Retenida tipo R1 para poste de fierro de 12 m de longitud, según especificaciones y planos	Jgo.	20	163,450		4'740,050		
16	Retenida tipo R2 para poste de fierro de 12 m de longitud, según especificaciones y planos	Jgo.	10	179,100		1'791,000		
17	Amortiguadores de vibraciones tipo Stockbridge	Jgo.	84	40,880		3'433,920		

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PAR-TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REAJUST
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
	II. <u>MONTAJE</u>							
1	Replanteo de la línea, incluye ubicación de estructuras y ubicación de <u>re</u> tenidas.	Global				7'779,464		
2	Caminos de acceso; incluye limpieza, habilitación, construcción de accesos para el montaje de la línea, según el tipo de terreno se tiene para el :							
	- tipo I	Km	3	1'273,574		3'820,722		
	- tipo II	Km	3	2'676,795		8'030,925		
	- tipo III	Km	0.5	5'013,431		2'506,715		
	- tipo IV	Km	0	517,507		4'657,563		
	- tipo VI	Km	1	9'662,883		9'662,883		
	- tipo VIII	Km	3.5	1'557,750		5'452,125		
	- Limpieza	Km	3	266,171		798,513		
3.1	Excavación en terreno normal para la cimentación no.	m <sup>3</sup>	155	16,020		2'483,100		
3.2	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	32	162,270		5'192,640		
3.3	Fundación de concreto para cimentación	m <sup>3</sup>	169	320,120		54'100,280		

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PAR-TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REAJUSTO
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
4	Montaje de estructura tipo "SD"; incluye almacenaje, manipuleo y transporte de materiales, erección, alineamiento de la estructura, suministro, ensamblaje y pintado de la ferretería pintado de la numeración y señalización de peligro.	Pza	18	114,000		2'052,000		
5	Montaje de estructura tipo "SD1" idem al Item 4	Pza	4	114,000		456,000		
6	Montaje de estructura tipo "SDH" idem al Item 4	Pza	14	205,200		2'872,800		
7	Montaje de estructura tipo "SDH1" - idem al Item 4	Pza	4	205,200		820,800		
8	Montaje de estructura tipo "ADO" idem al Item 4	Pza	7	142,500		997,500		
9	Montaje de estructura tipo "ADO1" - idem al Item 4	Pza	4	142,500		570,000		
10	Montaje de estructura tipo "ADHO" - idem al Item 4	Pza	14	256,500		3'591,000		
11	Montaje de estructura tipo "ADHO1" idem al Item 4	Pza	1	256,500		256,500		
12	Montaje de estructura tipo "RDH" idem al Item 4	Pza	3	235,980		707,940		

TRONCAL PALLASCA - LACABAMBA - PAMPAS

PAR- TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REAJUST!
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
13	Montaje de estructura tipo "ADH60" idem a Item 4.	c/u	2	256,500		513,000		
14	Montaje de estructura tipo "PDDS" idem a Item 4.	c/u	3	228,000		684,000		
15	Montaje de estructura tipo "PDDA" idem a Item 4.	c/u	1	285,000		285,000		
16	Montaje de estructura tipo "PDI" idem a Item 4.	c/u	1	131,100		131,100		
17	Montaje de estructura tipo "PDT" idem a Item 4.	c/u	1	131,100		131,100		
18	Montaje de estructura tipo "PD05" idem a Item 4.	c/u	1	142,500		142,500		
19	Conexion de la línea de Subtransmi- sion a la SS.EE. de Pallasca - Glo- bal			210,000		210,000		
20	Instalación y medición de la resisten- cia del sistema de puesta a tierra ti- po B3	c/u	3	344,784		1'034,352		
21	Idem al Item 20 pero de tipo B4	c/u	1	439,614		439,614		
22	Idem al Item 20 pero de tipo C	c/u	1	995,715		995,715		
23	Instalación de bloque y varilla de an- claje. incluye excavación y relleno	c/u	39	51,760		2'018,640		

PAR- TIDA	DESCRIPCION	METRADOS		PRECIO UNITARIO		PRECIO TOTAL		FORMULA DE REAJUSTE
		UNID	CANT	SOLES	DOLARES	SOLES	DOLARES	
24	Instalación de retenida; incluye instalación en su posición final de un cable para retenidas con sus accesorios y transporte de materiales.	c/u	30	5,600		218,400		
25	Limpieza de vía; incluye eliminación de árboles que se encuentran comprendidos en la franja de servidumbre de la línea.	Glo bal		2'200,000		2'200,000		
26	Instalación de conductor para línea de subtransmisión doble terna: incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, instalación de cadena de aisladores, instalación de aisladores pin, tendido del conductor y puesta en flecha, instalación de varillas de armar, manguitos de empalme, manguito de reparación según sea requerido.	Km	17.287	2'293,119		39'641,148		
27	Pintado de estructuras de señalización	Glo bal		225,000		225,000		
28	Prueba de línea terminada, incluye pruebas de continuidad, aislamiento y secuencia de fases	Km	17.287	78,399		1'355,284		

7.2

LINEA DE SUBTRANSMISION 20 kV

RAMAL PAMPAS-PUYALLI



## RAMAL PAMPAS-PUYALLI

## I. SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS

A. POSTES Y CRUCETAS	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
1. Poste de madera de 11m., clase D, grupo 6, según diseños y especificaciones	Pza	35	99,000	3'465,000
2. Cruceta de madera de 12' de largo 3 1/2" x 4 1/2"	Pza	49	32,000	1'568,000
<b>B. CONDUCTORES</b>				
1. Conductor de aleación de aluminio, desnudo, cableado, de 25 mm <sup>2</sup> según especificaciones	Kg	1255	5,635	7'071,925
<b>C. AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1. Aislador tipo pin clase 56-2	Pza	54	29,125	1'572,750
2. Aislador de Suspensión tipo bola y casquillo clase 52-3	Pza	252	28,963	7'298,676
3. Pin para cruceta de madera de 1" de diámetro y 12" de longitud incluye arandela tuerca y contratuerca	Pza	38	7,960	302,480
4. Pin para punta de poste según diseños.	Pza	16	12,170	194,720
5. Adaptador Horquilla-Bola de Fo Go	Pza	126	5,580	703,080
6. Adaptador Casquillo-Ojo de Fo Go	Pza	126	7,100	894,600
7. Mordaza de Anclaje tipo pistola	Pza	126	22,795	2'872,170
8. Varillas de armar preformados de aluminio tipo Wraplock-Tle de 25mm <sup>2</sup>	Pza	30	6,200	186,000
<b>D. FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO</b>				
1. Brazo de cruceta de fierro según diseño y especificaciones, incluye perno y tirafondo de sujeción al poste y cruceta	Pza	98	13,805	1'352,890
2. Perno maquinado de 5/8"Ø x 10" de longitud incluye arandelas, tuercas y contratuercas	Pza	32	4,375	140,000
3. Perno de 5/8"Ø x 14" de longitud incluye tuerca y arandela	Pza	11	6,160	66,671
4. Perno de doble armado de 5/8"Ø x 10"	Pza	6	7,530	45,180

## RAMAL PAMPAS-PUYALLI

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
4. Perno de doble armado de 5/8"Øx 18" de longitud incluye arandelas, tuercas y contratuercas	Pza	57	7,530	429,210
5. Tuerca ojo para perno de 5/8" de diámetro	Pza	126	4,180	526,680
6. Seccionador-Fusible, tipo CUT-OUT para 20 KV. de tensión de servicio 100A y 3500 m.s.n.m. de altura de trabajo con accesorios de fijación según especificaciones	Pza	3	336,530	1'009,590
7. Pararrayos tipo autoválvula para 15 kV de tensión de servicio y 3500 m.s.n.m. de altura de trabajo incluye accesorios de fijación según especificaciones.	Pza	3	264,686	794,058
8. Fusible para corriente nominal de 5 A para el Seccionador-Fusible del Item 6.	Pza	3	7,500	22,500
9. Equipo de puesta de tierra, completo según planos y especificaciones, para el tipo:				
- A3	Jgo	4	51,874	207,496
- B3	Jgo	4	65,852	263,408
- C	Jgo	3	91,124	273,372
10. Retenida completa para poste de madera de 11 m. de longitud según especificaciones	Jgo	22	150,950	3'320,900
11. Manguito de reparación tipo compresión para conductor de Aa de 25 mm <sup>2</sup> .	Pza	12	3,250	39,000
12. Grampas de doble vía para conductor de Aa de 25 mm <sup>2</sup> .	Pza	70	1,200	84,000
<b>II. MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
1. Replanteo de la línea.	Gbl			2'590,452
2. Caminos de acceso, según el tipo de terreno se tiene:				
- Tipo I	Km			
- Tipo II	Km			
- Tipo III	Km			
- Tipo IV	Km	2	517,507	1'035,014
- Tipo VIII	Km			
- Limpieza	Km	1	266,171	266,171

## RAMAL PAMPAS-PUYALLI

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
3. Excavación para la cimentación.	m3	60	16,020	961,200
4. Montaje de estructura; incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, erección, alineamiento de la estructura, etc. para los siguientes tipos:				
- Tipo MS	Pza	10	105,000	1'050,000
- Tipo MR	Pza	2	105,000	210,000
- Tipo MA0	Pza	12	105,000	1'260,000
- Tipo MA25	Pza	2	150,000	300,000
- Tipo MA60	Pza	1	150,000	150,000
- Tipo MPT	Pza	1	126,000	126,000
- Tipo MP3	Pza	2	210,500	421,000
- Tipo MPI	Pza			
- Tipo MPD	Pza	1	330,000	330,000
- Tipo MHD	Pza			
5. Empalme a la troncal principal.	Gbl		90,000	90,000
6. Instalación y medición del sistema de puesta a tierra.				
- A3	c/u	4	298,714	1'194,856
- B3	c/u	4	359,284	1'437,136
- C	c/u	3	995,713	2'987,139
7. Instalación de bloque y varilla de de anclaje. Incluye excavación y relleno	c/u	22	51,760	1'138,720
8. Instalación de retenida.	c/u	22	5,600	123,200
9. Limpieza de vía, incluye eliminación de árboles comprendidos en la franja de servidumbre.	Gbl		902,630	902,630
10. Instalación de conductor para línea de subtransmisión, simple terna, incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, instalación de cadena de aisladores, instalación de aisladores pin, tendido del conductor, puesta en flecha, instalación de varillas de armar manguitos de empalme, según sea requerido.	Km	5.774	1'501,949	8'672,254
11. Prueba de línea terminada, incluye pruebas de continuidad, aislamiento y secuencia de fases.	Km	5.774	65,333	377,233

7.3

LINEA DE SUBTRANSMISION 20 kV

RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

## RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

## I. SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS

A. POSTES Y CRUCETAS	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
1. Poste de madera de 11m., clase D, grupo 6, según diseños y especificaciones	Pza	55	99,000	5'445,000
2. Cruceta de madera de 12' de largo 3 1/2" x 4 1/2"	Pza	28	32,000	896,000
<b>B. CONDUCTORES</b>				
1. Conductor de aleación de aluminio, desnudo, cableado, de 25 mm <sup>2</sup> según especificaciones	Kg	1203	5,635	6'778,905
<b>C. AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1. Aislador tipo pin clase 56-2	Pza	64	29,125	1'864,000
2. Aislador de Suspensión tipo bola y casquillo clase 52-3	Pza	288	28,963	8'341,344
3. Pin para cruceta de madera de 1" de diámetro y 12" de longitud incluye arandela tuerca y contratuerca	Pza	20	7,960	159,200
4. Pin para punta de poste según diseños.	Pza	44	12,170	535,480
5. Adaptador Horquilla-Bola de Fo Go	Pza	144	5,580	803,520
6. Adaptador Casquillo-Ojo de Fo Go	Pza	144	7,100	1'022,400
7. Mordaza de Anclaje tipo pistola	Pza	144	22,795	3'282,480
8. Varillas de armar preformados de aluminio tipo Wraplock-Tle de 25mm <sup>2</sup>	Pza	16	6,200	99,200
<b>D. FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO</b>				
1. Brazo de cruceta de fierro según diseño y especificaciones, incluye perno y tirafondo de sujeción al poste y cruceta.	Pza	56	13,805	773,080
2. Perno maquinado de 5/8"Ø 10" de longitud incluye arandelas, tuercas y contratuercas	Pza	88	4,375	385,000
3. Perno de 5/8"Ø x 14" de longitud incluye tuerca y arandela	Pza	6	6,160	36,960
3.1 Perno de doble armado de 5/8"Ø x 10"	Pza	31	7,530	293,670

## RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
4. Perno de doble armado de 5/8"Øx 18" de longitud incluye arandelas, tuercas y contratuercas	Pza	33:	7,530	248,490
5. Tuerca ojo para perno de 5/8" de diámetro	Pza	144:	4,180	601,920
6. Seccionador-Fusible, tipo CUT-OUT para 20 KV. de tensión de servicio 100A y 3500 m.s.n.m. de altura de trabajo con accesorios de fijación según especificaciones	Pza	3:	336,530	1'009,590
7. Pararrayos tipo autoválvula para 20 kV de tensión de servicio y 3500 m.s.n.m. de altura de trabajo incluye accesorios de fijación según especificaciones.	Pza	3:	264,686	794,058
8. Fusible para corriente nominal de 5 A para el Seccionador-Fusible del Item 6.	Pza	3:	7,500	22,500
9. Equipo de puesta de tierra, completo según planos y especificaciones, para el tipo:				
- B3	Jgo	3:	65,852	197,556
- B4	Jgo	1:	81,452	81,452
- C	Jgo	6:	91,124	546,744
10. Retenida completa para poste de madera de 11 m. de longitud según especificaciones	Jgo	82:	150,950	12'377,900
11. Manguito de reparación tipo compresión para conductor de Aa de 25mm <sup>2</sup>	Pza	12:	3,250	39,000
12. Grampas de doble vía para conductor de Aa de 25 mm <sup>2</sup> .	Pza	70:	1,200	84,000
13. Amortiguadores de vibraciones	Pza	6:	15,330	91,980
<b>II. MONTAJE ELECTROMECANICO</b>				
1. Replanteo de la línea.	Gbl			2'488,079
2. Caminos de acceso, según el tipo de terreno se tiene:				
- Tipo I	Km			
- Tipo II	Km			
- Tipo III	Km			
- Tipo IV	Km	2:	517,507	1'035,014
- Tipo VIII	Km			
- Limpieza	Km	1:	266,171	266,171

## RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
3. Excavación para la cimentación.				
- Material suelto	m3	86:	16,020	\$'377,720
- Roca	m3	8:	162,270	\$'298,160
4. Montaje de estructura; incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, erección, alineamiento de la estructura, etc. para los siguientes tipos:				
- Tipo MS	Pza	5:	105,000	525,000
- Tipo MR	Pza	:		
- Tipo MA0	Pza	8:	105,000	840,000
- Tipo MA25	Pza	:		
- Tipo MA60	Pza	1:	150,000	150,000
- Tipo MPT	Pza	1:	126,000	126,000
- Tipo MP3	Pza	13:	210,500	\$'736,500
- Tipo MPI	Pza	:		
- Tipo MPD	Pza	1:	330,000	330,000
- Tipo MHD	Pza	:		
5. Empalme a la troncal principal.	Gbl	:	90,000	90,000
6. Instalación y medición del sistema de puesta a tierra.				
- B3	c/u	3:	359,284	\$'077,852
- B4	c/u	1:	454,114	454,114
- C	c/u	6:	995,713	\$'974,278
7. Instalación de bloque y varilla de de anclaje. Incluye excavación y relleno	c/u	82:	51,760	\$'244,320
8. Instalación de retenida.	c/u	82:	5,600	459,200
9. Limpieza de vía, incluye eliminación de árboles comprendidos en la franja de servidumbre.	Gbl	:	902,630	902,630
10. Instalación de conductor para línea de subtransmisión, simple terna, incluye almacenaje, manipuleo transporte de materiales, instalación de cadena de aisladores, instalación de aisladores pin, tendido del conductor, puesta en flecha, instalación de varillas de armar manguitos de empalme, según sea requerido.	Km	5.533:	\$'501,949	\$'310,284
11. Prueba de línea terminada, incluye pruebas de continuidad, aislamiento y secuencia de fases.	Km	5.533:	65,333	361,487

7.4

LINEA DE SUBTRANSMISION 20 kV

RAMAL CHORA



## I. SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS

A. POSTES Y CRUCETAS	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
1. Poste de madera de 11m., clase D, grupo 6, según diseños y especificaciones.	Pza	5	99,000	495,000
2. Cruceta de madera de 12' de largo 3 1/2" x 4 1/2"	Pza	10	32,000	320,000
<b>B. CONDUCTORES</b>				
1. Conductor de aleación de aluminio, desnudo, cableado, de 25 mm <sup>2</sup> según especificaciones	Kg	141	5,635	794,535
<b>C. AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1. Aislador tipo pin clase 56-2	Pza	5	29,125	145,625
2. Aislador de Suspensión tipo bola y casquillo clase 52-3	Pza	60	28,963	1'737,780
3. Pin para cruceta de madera de 1" de diámetro y 12" de longitud incluye arandela tuerca y contratuerca	Pza	5	7,960	39,800
4. Adaptador Horquilla-Bola de Fo Go	Pza	30	5,580	167,400
5. Adaptador Casquillo-Ojo de Fo Go	Pza	30	7,100	213,000
6. Mordaza de Anclaje tipo pistola	Pza	30	22,795	683,850
<b>D. FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO</b>				
1. Brazo de cruceta de fierro según diseño y especificaciones, incluye perno y tirafondo de sujeción al poste y cruceta	Pza	20	13,805	276,100
2. Perno de 5/8"Ø x 18" de longitud incluye tuerca y arandela. doble armado.	Pza	15	7,530	112,950
3. Tuerca ojo para perno de 5/8" de diámetro.	Pza	30	4,180	125,400
4. Equipo de puesta de tierra, completo según planos y especificaciones, para el tipo:				
- C	Jgo	2	91,124	182,248

## RAMAL CHORA

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
5. Retenida completa para poste de madera de 11 m. de longitud según diseños y especificaciones.	Jgo	2	150,950	301,900
6. Grampas de doble vía para conductor de Aa de 25 mm <sup>2</sup> .	Pza	15	1,200	18,000
<b>II. MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
1. Replanteo de la línea.	Gbl			292,292
2. Caminos de acceso, según el tipo de terreno se tiene:				
- Tipo I	Km			
- Tipo II	Km			
- Tipo III	Km			
- Tipo IV	Km			
- Tipo VIII	Km			
- Limpieza	Km	1	266,171	266,171
3. Excavación para la cimentación.	m <sup>3</sup>	14	16,020	224,280
4. Montaje de estructura; incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, erección, alineamiento de la estructura, etc. para los siguientes tipos:				
- Tipo MS	Pza			
- Tipo MR	Pza			
- Tipo MA0	Pza	3	105,000	315,000
- Tipo MA25	Pza			
- Tipo MA60	Pza			
- Tipo MPT	Pza	1	126,000	126,000
- Tipo MP3	Pza			
- Tipo MPI	Pza	1	105,000	105,000
- Tipo MPD	Pza			
- Tipo MHD	Pza			
5. Empalme a la troncal principal.	Gbl		90,000	90,000
6. Instalación y medición del sistema de puesta a tierra.				
- C	c/u	2	995,715	1'991,430
7. Instalación de bloque y varilla de de anclaje. Incluye excavación y relleno	c/u	2	51,760	103,520
8. Instalación de retenida.	c/u	2	5,600	11,200

## RAMAL CHORA

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
9. Limpieza de vía, incluye eliminación de árboles comprendidos en la franja de servidumbre.	Gbl		100,000	100,000
10. Instalación de conductor para línea de subtransmisión, simple terna, incluye almacenaje, manipuleo transporte de materiales, instalación de cadena de aisladores, instalación de aisladores pin, tendido del conductor, puesta en flecha, instalación de varillas de armar manguitos de empalme, según sea requerido.	Km	.65	1'501,949	976,267
11. Prueba de línea terminada, incluye pruebas de continuidad, aislamiento y secuencia de fases.	Km	.65	65,333	42,466

7.5

LINEA DE SUBTRANSMISION 20 kV

DERIVACION A PALLASCA

## DERIVACION A PALLASCA

## I. SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS

A. POSTES Y CRUCETAS	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
1. Poste de Madera de 11m., clase D, grupo 6, según diseños y especificaciones	Pza	1	99,000	99,000
2. Cruceta de madera de 12' de largo 3 1/2" x 4 1/2"	Pza	3	32,000	96,000
<b>B. CONDUCTORES</b>				
1. Conductor de aleación de aluminio, desnudo, cableado, de 35 mm <sup>2</sup> según especificaciones	Kg	12.7	5,635	71,565
<b>C. AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				
1. Aislador de Suspensión tipo bola y casquillo clase 52-3	Pza	12	28,963	347,556
2. Adaptador Horquilla-Bola de Fo Go	Pza	6	5,580	33,480
3. Adaptador Casquillo-Ojo de Fo Go	Pza	6	7,100	42,600
4. Mordaza de Anclaje tipo pistola	Pza	6	22,795	136,770
<b>D. FERRETERIA Y MATERIAL ACCESORIO</b>				
1. Brazo de cruceta de fierro según diseño y especificaciones, incluye perno y tirafondo de sujeción al poste y cruceta.	Pza	5	13,805	69,025
2. Perno de 5/8"Ø x 14" de longitud incluye tuerca y arandela	Pza	1	6,160	6,160
3. Perno de doble armado de 5/8"Ø x 18" de longitud incluye arandelas, tuercas y contratuercas.	Pza	3	7,530	22,590
4. Tuerca ojo para perno de 5/8" de diámetro.	Pza	6	4,180	25,080
5. Seccionador-Fusible, tipo CUT-OUT para 20 KV. de tensión de servicio 100A y 3500 m.s.n.m. de altura de trabajo con accesorios de fijación según especificaciones	Pza	3	336,530	1'009,590
6. Pararrayos tipo autoválvula sin óxido de zinc para 19.5 KV de tensión de servicio, 3500 m.s.n.m de altura de trabajo, incluye accesorios de fijación según especificaciones.	Pza	3	264,686	794,058

	UNID	CANT.	COSTO UNIT.	TOTAL
7. Fusible para corriente nominal de 5 A para el Seccionador-Fusible del Item 6.	Pza	6	7,500	45,000
8. Equipo de puesta de tierra, completo según planos y especificaciones, para el tipo:				
- B2	Jgo	1	50,252	50,252
9. Retenida completa para poste de madera de 11 m. de longitud según especificaciones.	Jgo	1	150,950	150,950
10. Grampas de doble vía para conductor de Aa de 35 mm <sup>2</sup> .	Pza	6	1,200	7,200
<b>II. MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				
1. Ubicación de la derivación.	Gbl			50,000
2. Excavación para la cimentación.	m3	1.72	16,020	27,554
3. Montaje de estructura; incluye almacenaje, manipuleo, transporte de materiales, erección, alineamiento de la estructura, etc. para los siguientes tipos:				
- Tipo MFD	Pza	1	330,000	330,000
4. Empalme a la troncal principal.	Gbl		90,000	90,000
5. Instalación y medición del sistema de puesta a tierra.				
- B2	c/u	1	264,454	264,454
6. Instalación de bloque y varilla de de anclaje.	c/u	1	51,760	51,760
7. Instalación de retenida.	c/u	1	5,600	5,600

7.6

RESUMEN DE PRESUPUESTOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO - SETIEMBRE 1983

LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV-TRONCAL PALLASCA-LACABAMBA  
PAMPAS

<u>DENOMINACION</u>	<u>MONTO SOLES ORO</u>
- POSTES Y CRUCETAS	72'730,846
- CONDUCTOR	159'566,295
- AISLADORES, ACCESORIOS Y FERRETERIA	92'633,297
- MONTAJE ELECTROMECHANICO	179'358,863
- TRANSPORTE	8'044,469
- GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	76'850,065
 T O T A L	 589'183,835



RESUMEN DE PRESUPUESTO - SETIEMBRE 1983

## LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV -RAMAL PAMPAS-PUYALLI

DENOMINACION	<u>MONTO</u> <u>SOLES ORO</u>
- POSTES Y CRUCETAS	5'033,000
- CONDUCTOR	7'071,925
- AISLADORES, ACCESORIOS Y FERRETERIA	22'599,431
- MONTAJE ELECTROMECANICO	25'629,005
- TRANSPORTE	850,455
- GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	9'177,572
 T O T A L	 70'361,388

RESUMEN DE PRESUPUESTO - SETIEMBRE 1983

## LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV -RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

DENOMINACION	<u>MONTO</u> <u>SOLES ORO</u>
- POSTES Y CRUCETAS	6'341,000
- CONDUCTOR	6'778,905
- AISLADORES, ACCESORIOS Y FERRETERIA	33'599,544
- MONTAJE ELECTROMECHANICO	33'046,809
- TRANSPORTE	2'005,752
- GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	12'265,801
 T O T A L	 94'037,811

RESUMEN DE PRESUPUESTO - SETIEMBRE 1983

## LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV -RAMAL CHORA

DENOMINACION	<u>MONTO</u> <u>SOLES ORO</u>
- POSTES Y CRUCETAS	815,000
- CONDUCTOR	794,535
- AISLADORES, ACCESORIOS Y FERRETERIA	4'440,928
- MONTAJE ELECTROMECHANICO	4'643,626
- TRANSPORTE	103,971
- GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	1'619,709
 T O T A L	 12'417,769

RESUMEN DE PRESUPUESTO - SETIEMBRE 1983

LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 KV-DERIVACIONES(TAUCA,CABANA,  
PALLASCA)

DENOMINACION	<u>MONTO</u> <u>SOLES ORO</u>
- POSTES Y CRUCETAS	847,000
- CONDUCTOR	111,011
- AISLADORES, ACCESORIOS Y FERRETERIA	12'880,727
- MONTAJE ELECTROMECHANICO	2'739,856
- TRANSPORTE	273,938
- GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	2'527,879
<b>T O T A L</b>	<b>19'380,411</b>

FORMULAS POLINOMICAS DE REAJUSTE

# FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

<b>PROYECTO</b> PSE N° 2 SANTIAGO DE CHUCO - PALLASCA - CABANA LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kv	<b>TRONCAL PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS</b>		<b>FECHA</b> Set. 1983
-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	--	---------------------------

<b>PRESUPUESTO BASE</b> S/ 589'183,835
-------------------------------------------

<b>LOCALIDAD</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
	PALLASCA-LACABAMBA-PAMPAS	PALLASCA	ANCASH

$$K = 0.123 \frac{Pr}{Po} + 0.271 \cdot \frac{ALr}{ALo} + 0.157 \frac{FPr}{FEo} + 0.304 \frac{Jr}{Jo} + 0.144 \cdot \frac{TGUr}{TGUo}$$

En la formula los subindices "o" de cada simbolo representan el indice de precio (según CREPCO) a la fecha de elaboración del presupuesto (presupuesto base) y los subindices "r" el indice del precio al momento de reajuste o fecha de valoración

SIMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INCIDENCIA	INDICE UNIFICADO
P	Postes y crucetas de fierro	100	63
AL	Conductores de aleación de aluminio desnudo	100	52
F	Aisladores, pines y ferreteria	91.81	02
E	Equipo de protección (seccionador y pararrayos)	8.19	06
J	Mano de Obra (incluye leyes sociales)	100	47
T	Transporte de material a la obra (flete)	10.46	32
GU	Gastos Generales y Utilidades	89.54	39

# FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

PROYECTO

PSE N° 2 SANTIAGO DE CHUCO - PALLASCA - CABANA  
LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kv

RAMAL PAMPAS-PUYALLI

FECHA

Set. 1983

PRESUPUESTO BASE

S/ 70'361,388.00

LOCALIDAD

DISTRITO

PROVINCIA

DEPARTAMENTO

PAMPAS

PALLASCA

ANCASH

$$K = 0. \frac{Pr}{Po} + 0.10 \frac{ALr}{ALo} + 0.321 \frac{FEr}{FEo} + 0.364 \frac{Jr}{Jo} + 0.142 \frac{TGUr}{TGUo}$$

En la formula los subindices "o" de cada simbolo representan el indice de precio (según CREPCO) a la fecha de elaboración del presupuesto (presupuesto base) y los subindices "r" el indice del precio al momento de reajuste o fecha de valoración

SÍMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INCIDENCIA	INDICE UNIFICADO
P	Postes y crucetas de madera nacional	100	43
AL	Conductores de aleación de aluminio desnudo	100	52
F	Aisladores, pines y ferretería	92.02	02
E	Equipo de protección (seccionador y pararrayos)	7.98	06
J	Mano de Obra (incluye leyes sociales)	100	47
T	Transporte de material a la obra (flete)	8.49	32
GU	Gastos Generales y <u>Utilidades</u>	91.51	39

# FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

PROYECTO PSE N° 2 SANTIAGO DE CHUCO - PALLASCA - CABANA  
 LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV

RAMAL LACABAMBA-CONCHUCOS

FECHA
Set. 1983

PRESUPUESTO BASE  
 S/ 94'037,811.00

LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
	LACABAMBA - CONCHUCOS	PALLASCA	ANCASH

$$K = 0.67 \frac{Pr}{Po} + 0.072 \frac{ALr}{ALo} + 0.357 \frac{FEr}{FEo} + 0.351 \frac{Jr}{Jo} + 0.151 \frac{TGUr}{TGUo}$$

En la formula los subindices "o" de cada simbolo representan el indice de precio (según CREPCO) a la fecha de elaboración del presupuesto (presupuesto base) y los subindices "r" el indice del precio al momento de reajuste o fecha de valoración

SIMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INCIDENCIA	INDICE UNIFICADO
P	Postes y crucetas de madera nacional	100	43
AL	Conductores de aleación de aluminio desnudo	100	52
F	Aisladores, pines y ferretería	94.63	02
E	Equipo de protección (seccionador y pararrayos)	5.37	06
J	Mano de Obra (incluye leyes sociales)	100	47
T	Transporte de material a la obra (flete)	14.05	32
GU	Gastos Generales y Utilidades	85.95	39



# FORMULA POLINOMICA DE REAJUSTE

<b>PROYECTO</b>	PSE N° 2 SANTIAGO DE CHUCO - PALLASCA - CABANA LINEA DE SUBTRANSMISION DE 20 kV	RAMAL A CHORA		<b>FECHA</b>
				Set. 1983

<b>PRESUPUESTO BASE</b>	S/ 12'417,769.00
-------------------------	------------------

<b>LOCALIDAD</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
	LACABAMBA	PALLASCA	ANCASH

$$K = 0.065 \frac{Pr}{Po} + 0.064 \frac{ALr}{ALo} + 0.357 \frac{Fr}{Fo} + 0.374 \frac{Jr}{Jo} + 0.13 \frac{TGUr}{TGUo}$$

En la formula los subindices "o" de cada simbolo representen el indice de precio (según CREPCO) a la fecha de elaboración del presupuesto (presupuesto base) y los subindices "r" el indice del precio al momento de reajuste o fecha de valoración

SIMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	INCIDENCIA	INDICE UNIFICADO
P	Postes y crucetas de madera nacional	100	43
AL	Conductores de aleación de aluminio desnudo	100	52
F	Aisladores, pines y ferretería	100	02
J	Mano de obra (incluye leyes sociales)	100	47
T	Transporte de material a la obra (flete)	6	32
GU	Gastos Generales y Utilidades	94	39

## CONCLUSIONES

1. La tensión elegida es la de 20 kV la cual está normada por el Código Nacional de Electricidad; es la que resulta del análisis realizado y que cumple con las solicitaciones de la Zona y distancia de Transmisión.
2. La alimentación de la demanda de energía de la zona, con la energía proveniente de la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato, resulta el sistema más seguro de servicio, en vista de lo accidentado del terreno y que en tiempo de lluvia existe el inconveniente del cierre de las carreteras producidas por Huaicos y que impiden el normal abastecimiento de combustible a la zona.
3. El uso de la aleación de Aluminio para el conductor es el más apropiado dados los inconvenientes de la zona y de los vanos grandes en algunos casos, se necesita un material que no sea frágil.
4. Debido a las características geográficas del terreno y los altos costos de transporte y montaje se ha optado por el uso de postes de fierro tubular los que son fáciles de transportar y montar en el sitio.
5. La utilización de los postes de madera se justifican ya que en la zona existen bosques de eucaliptos que son los usados y que pueden ser tratados en el sitio con sales preservantes, este tratamiento se puede efectuar en el sitio mediante el sistema Boucherie.

6. Los aisladores a usarse son de clase 56-2 pero considerando que la línea está a más de 3,400 msnm. será difícil su mantenimiento y por lo tanto se elige los de clase 56-3.

## BIBLIOGRAFIA

---

- (1) MONENCO Montreal Engineering (Overseas) Limited, "V Proyecto de Energía Eléctrica del Perú. Electrical Systems Studies, Final Report" Volumen II.
- (2) ALUMINUM COMPANY of AMERICA, "Fundamental Heat Balance Equations", Paper.
- (3) GIOVANNI BARERA, "Líneas de Transmisión. Cálculo Mecánico "
- (4) R.D. FUCHS, M. TADEU DE ALMEIDA, "Projetos Mecánicos das Linhas Aéreas de Transmissão", Centrais Elétricas Brasileiras S/A, Escola Federal de Engenharia de Itajubá. Editora Edgard Blucher Ltda.
- (5) E. MAURER, "Le calcul mécanique des lignes aériennes" Association Suisse des Electriciens, Artículo Boletín, 1936.
- (6) A. MAUDUIT, "Installations Electriques a Haute et Basse Tension", Tomo 3, Ed. Dunod, París, 1959.
- (7) OLLE I. ELGERD, "Electric Energy Systems Theory: An Introduction", Mc Graw-Hill, 1971.
- (8) MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, "Código Nacional de Electricidad", 1978.
- (9) L. M. CHECA, "Líneas de Transporte de Energía", Marcombo Boixareu Editores, 1979.
- (10) EPRI, "Transmission Line Reference Book, 345 kV and Above" Electric Power Research Institute, 1979.
- (11) IÑAKI ROUSSE, "Diseño de Líneas de Transmisión", Universidad - Simón Bolívar, Caracas, 1980.
- (12) V. BOURGSDORF, "Permanent elongation of conductors. Predictor equation and evaluation methods", Revista Electra N° 75, CIGRE, París, 1981.

- (13) MEM, ELECTROPERU, ELECTROLIMA, EDF, SOFRELEC, "Estudio Tarifario para el Sistema Interconectado Centro Norte. Informe Final", Lima - París, Junio de 1982.
- (14) BBC BROWN BOVERI, "Manual de las Instalaciones de Distribución de Energía Eléctrica", URMO, 1983.

\* \* \* \* \*