

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**ELECTRIFICACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE  
PUERTO PIZARRO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ WILFREDO SERRANO SÁNCHEZ**

**PROMOCIÓN  
1982 - I**

**LIMA – PERÚ**

**A mi padre por todo su esfuerzo.  
A mis hermanos y tíos por sus grandes  
apoyos.**

**ELECTRIFICACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE  
PUERTO PIZARRO**

## **SUMARIO**

**El presente informe de suficiencia trata sobre el diseño de una red eléctrica primaria en 22.9 kV, para el suministro de energía eléctrica al Sector Industrial Langostinero de Puerto Pizarro, ubicado en el Distrito, Provincia, Departamento de Tumbes.**

**Se diseño 23.59 km de red aérea trifásica con neutro aterrado, para suministrar una demanda inicial de 5.89 MW y posteriormente ser ampliada para atender una demanda total de 9.23 MW.**

**Las 16 Empresas Langostineras beneficiadas en esta primera etapa se encuentran operativas y utilizan casi el total de sus áreas para la crianza del langostino; las otras once Empresas consideradas para una segunda etapa , utilizan parte de sus áreas y/o es mínima su demanda de energía eléctrica.**

**Con la puesta en servicio de ésta red eléctrica diseñada, las Empresas podrán ser atendidas con energía eléctrica proveniente del Sistema Interconectado Nacional, cuyo costo es más rentable, teniendo en cuenta que dichas Empresas utilizan sus propios grupos electrógenos.**



## **ÍNDICE**

### **INTRODUCCIÓN**

### **CAPÍTULO I**

#### **MEMORIA DESCRIPTIVA 3**

##### **1.1 Generalidades 3**

###### **1.1.1 Objetivo 3**

###### **1.1.2 Ubicación 3**

###### **1.1.3 Condiciones climatológicas 3**

###### **1.1.4 Vías de acceso 4**

###### **1.1.5 Actividades económicas 4**

##### **1.2 Descripción del proyecto 5**

### **CAPÍTULO II**

#### **PROYECCIÓN DEL ESTUDIO 7**

##### **2.1 El Mercado eléctrico 7**

###### **2.1.1 Situación del Sector Langostinero 7**

###### **2.1.2 Situación eléctrica 7**

###### **2.1.3 Oferta eléctrica 8**

###### **2.1.4 Demanda eléctrica 8**

###### **2.1.5 Empresas beneficiadas 9**

##### **2.2 Servidumbre de electro ducto 9**

##### **2.3 Impacto ambiental 12**

**CAPÍTULO III**

<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Cálculos eléctricos</b>	<b>16</b>
3.1.1 Determinación del nivel de aislamiento de los aisladores	16
3.1.2 Determinación del nivel de aislamiento de los equipos	19
3.1.3 Elección del conductor	20
<b>3.2 Cálculo mecánico de los conductores</b>	<b>23</b>
3.2.1 Esfuerzo máximo en el conductor	23
3.2.2 Hipótesis de cambio de estado	30
3.2.3 Conceptos básicos	30
3.2.4 Vano de regulación	32
<b>3.3 Cálculo mecánico de postes y crucetas</b>	<b>36</b>
3.3.1 Factores de seguridad	36
3.3.2 Características de los materiales	37
3.3.3 Hipótesis de cálculo para las estructuras	37
3.3.4 Parámetros que definen el tipo de armado	38
3.3.5 Cálculo de esfuerzo en las crucetas	39
3.3.6 Vano máximo gravante	42
3.3.7 Tamaño de la estructura	43
3.3.8 Cálculo de fuerzas y momentos	45
<b>3.4 Cálculo del bloque de concreto</b>	<b>50</b>
<b>3.5 Diseño de las fundaciones de los postes</b>	<b>52</b>
3.5.1 Tipo de fundaciones	52
3.5.2 Cálculo de las fundaciones	53
3.5.3 Esfuerzo transmitido al terreno por la viga	55

<b>3.5.4 Cálculo de esfuerzo máximo sobre la madera</b>	<b>56</b>
<b>3.6 Sistema de puesta a tierra</b>	<b>57</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>60</b>
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES</b>	
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>75</b>
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE</b>	
<b>5.1 Especificaciones técnicas generales</b>	<b>75</b>
<b>5.2 Especificaciones técnicas particulares</b>	<b>83</b>
<b>5.3 Planos y Armados de estructuras</b>	<b>96</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	<b>97</b>
<b>METRADO Y PRESUPUESTO</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>106</b>
<b>ANEXO “ A ”</b>	<b>108</b>
<b>ANEXO “ B ”</b>	<b>133</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>158</b>

## INTRODUCCIÓN

En el Departamento de Tumbes, la actividad Industrial más importante es la crianza de los langostinos, siendo posteriormente comercializado en los mercados de Estados Unidos y Europa.

Para que las Empresas dedicadas a esta actividad mejoren sus costos de producción y puedan competir en el mercado externo, se ha diseñado una red eléctrica trifásica en 22.9 kV, para que suministre, en su primera etapa, energía eléctrica desde del Sistema Interconectado Nacional a 16 Empresas Langostineras.

En una segunda etapa, esta red diseñada puede ser ampliada para otorgar servicio eléctrico a otras once Empresas que se encuentran en proceso de iniciar o ampliar su área de crianza del langostino.

Las Empresas consideradas en este proyecto se encuentra operativas con casi toda su capacidad de producción y se suministran con energía eléctrica con sus propios grupos electrógenos.

En el diseño de esta red se a realizado siguiendo los siguientes lineamientos:

En el primer capítulo se indica la zona, condiciones climatológicas, y las características del proyecto a diseñar.

En el segundo capítulo se establecen la situación del mercado eléctrico a atender, la servidumbre a establecer y el Impacto Ambiental que originará la ejecución y puesta en servicio de la obra.

**El tercer capítulo detalla los cálculos utilizados para el diseño de la red eléctrica**

**En el cuarto capítulo se detalla las características técnicas de los materiales a utilizar.**

**En el quinto capítulo se detallan las especificaciones técnicas para el montaje y las medidas de seguridad a tener en cuenta para la ejecución de la obra.**

**En el sexto capítulo se realiza el metrado de materiales de poste por poste, un metrado general y el presupuesto referencial para la ejecución de la obra.**

**En las conclusiones se indican los beneficios que se obtendrá con la puesta en servicio de la red eléctrica proyectada.**

**En los anexos “A” y “B” se adjuntan los cálculos de los esfuerzos aplicados a los postes y los planos: de detalles de los armados de estructuras, puesta a tierra, diseño de fundaciones y el trazo de la red diseñada.**

**Finalmente se indica la bibliografía utilizada.**

# **CAPITULO I**

## **MEMORIA DESCRIPTIVA**

### **1.1 Generalidades**

#### **1.1.1 Objetivo**

El objetivo del proyecto es diseñar una red eléctrica, para que a través del Sistema Interconectado Nacional, se suministre energía eléctrica a las Empresas ubicadas dentro del Sector Industrial Langostinero de Puerto Pizarro.

Los criterios empleados en la elaboración del proyecto, se rigen por las disposiciones del Tomo IV del Código Nacional de electricidad, ya que fue elaborado ante de la entrada en vigencia del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001. Además se emplearon criterios de las Normas del Ministerio de Energía y Minas, Normas de la “American National Standard Institut”-ANSI, Norma de la “Rural Electrificación Association”-REA y otras Normas Internacionales específicas, así como criterios y recomendaciones de la Empresa Concesionaria.

#### **1.1.2 Ubicación**

El área del proyecto se encuentra en la Costa Norte del Perú, en la localidad de Puerto Pizarro, Distrito, Provincia y Departamento de Tumbes.

#### **1.1.3 Condiciones Climatológicas**

Las condiciones climatológicas del área donde abarca el proyecto son:

- Altitud : Menor a 20.00 m.s.n.m.
- Temperatura máxima : 35 ° C
- Temperatura media : 24 ° C

- Temperatura mínima : 10 ° C
- Velocidad del viento : 60 km / h
- Humedad relativa máxima : 90 %
- Período de precipitaciones pluviales : Entre Diciembre y Abril
- Nieve : No existe

La atmósfera es corrosiva, contiene humedad y la contaminación salina es procedente del mar.

El relieve del terreno es relativamente llano, con poca vegetación.

#### **1.1.4 Vías de acceso**

El ingreso a la zona del proyecto, se realiza en el km 1320 de la carretera Panamericana Norte, en el Dpto. de Tumbes.

El ingreso a la mayor parte del área del proyecto es a través de las trochas carrozables existentes, las cuales son usadas por las Empresas langostineras para el transporte de sus productos.

#### **1.1.5 Actividades económicas**

##### **a) Sector Pesquería**

La crianza y comercialización del langostino es una de las principales actividades en esta zona.

Además existe gran variedad de especies marinas que se encuentra en la franja del litoral, la convierte tradicionalmente en pesca artesanal, industrial y deportiva.

Los principales Puertos son : Puerto Pizarro, La Cruz, Caleta Grau, Zorritos, Acapulco, Punta Mero y Cancas.

##### **b) Sector Industrial y Comercial**

El sector industrial se encuentra poco desarrollado, las principales industrias en la zona son los Molino para pilar arroz y las Empresas de Refrigeración y de hielo.

La actividad comercial se encuentra en las ciudades ,especialmente en la localidad de Aguas Verdes donde se realiza el intercambio comercial terrestre entre Perú y Ecuador.

## **1.2 Descripción del proyecto**

El proyecto se inicia en la Subestación de Superficie de 60/ 22.9/ 10 kV y cuya potencia es de 7-9/ 7-9/ 2-2.5 MVA y se encuentra ubicada en la entrada a la localidad de Puerto Pizarro.

La red eléctrica primaria diseñada tiene una longitud de 23.598 km, a la tensión de 22.9 kV, trifásica, con neutro aterrado; se utiliza conductores de aleación de aluminio tipo AAAC engrasado, de sección 120 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> y 50 mm<sup>2</sup>; postes de madera de pino amarillo de 12 y 16 m, aisladores de porcelana tipo Pin, clase ANSI 56-4 y tipo Suspensión, clase ANSI 52-3, protección con seccionadores cut-out y puesta a tierra con conductor de cobre de 16mm<sup>2</sup> con vaina y tipo Espiral.

La línea Primaria 22.9 kV, diseñada en su primera etapa comprende los siguientes tramos:

- S. E. Puerto Pizarro – Río Chico, simple terna, 10.989 km.
- Derivación Cerro Negro, simple terna, 5.566 km.
- Derivación a Ventarrón II, simple terna, 0.186 km.
- Derivación a Ventarrón I, simple terna, 0.601 km.
- Derivación a Isla Bella - El Guamito, simple terna, 0.496 km.
- Derivación Tuna Carranza, simple terna, 0.479 km.
- Derivación Diatomeas, simple terna, 2.508 km.
- Derivación Río Chico I, simple terna, 0.481 km.
- Derivación Río Chico II – El Sol, simple terna, 1.062 Km
- Derivación Santa Cruz – Mi Sole, simple terna, 1.23 km.

En los cálculos de caída de tensión se consideran todas las Empresas Langostineras, incluido la segunda etapa, pero el diseño de la red solo se realizó en su primera etapa la



cual se ejecutará de inmediato, la segunda etapa se proyectado realizar dentro de 5 años aproximadamente, atendiendo alguna alternativa de replanteo en caso varíen las condiciones de operación.

Con la puesta en vigencia del Código Nacional de Electricidad Suministro 2001, las variaciones serán mínimas, lo cual permitirá un funcionamiento apropiado de la red eléctrica diseñada.

## **CAPITULO II**

### **PROYECCIÓN DEL ESTUDIO**

#### **2.1 El Mercado Eléctrico**

##### **2.1.1 Situación del Sector Langostinero**

En el Sector Industrial de Puerto Pizarro existen 27 Empresas que se dedican a la crianza del langostino hasta que éste logre un adecuado desarrollo, para su posterior comercialización.

El desarrollo de esta actividad, se inició con la distribución de terrenos sin un previo plan de desarrollo, originando inconvenientes para la extensión de los canales que abastecen de agua de mar a las pozas donde se cultiva el langostino. También existe el inconveniente de que algunas Empresas cierran el paso a otras, ya que no existen terreno para vías de acceso independiente.

Actualmente existen pocos sitios potenciales para construir nuevas Empresas.

Se analizó la situación actual de las Empresas y se hizo una estimación de los requerimientos de potencia y energía eléctrica para los próximos 15 años.

##### **2.1.2 Situación Eléctrica**

El Sistema eléctrico de Tumbes, se integra al Sistema Interconectado Nacional a través de la L. T. 220 kV Talara – Tumbes y otorga suministro a más de 50 localidades.

La distribución y comercialización de la energía eléctrica esta a cargo de la Empresa Regional ELECTRONOROESTE S.A. siendo la demanda en el Departamento de 12 MW.

### 2.1.3 Oferta Eléctrica

La fuente de abastecimiento será la Subestación de Puerto Pizarro de 60/22.9/10 kV, potencia 7-9 / 7-9 / 2-2.5 MVA, la cual ha sido instalada para abastecer de energía eléctrica al Sector Langostinero de esta zona, por lo tanto toda su potencia esta disponible en 22.9 kV.

### 2.1.4 Demanda Eléctrica

El consumo de energía eléctrica se realiza en su totalidad en el bombeo de las aguas de los canales (esteros) a las pozas de crías de langostinos.

Se realizaron encuestas y posteriormente inspección y mediciones en los centros de bombes de las Empresas.

Para obtener la potencia requerida, convertimos la potencia instalada total (HP) en potencia eléctrica (kW), considerando el factor de conversión de 0.746 y una eficiencia del motor de 90 %.

$$\text{Pot. Elect. (kW)} = \text{Pot. (HP)} \times \text{Factor conversión} / \text{Eficiencia} \quad (2.1)$$

$$\text{Pot. Elect. (kW)} = \text{Pot. (HP)} \times 0.746 / 0.9$$

Teniendo como base que las Empresas tienen cuatro bombas, de las cuales entra en funcionamiento tres bombas, manteniendo la otra de reserva, se considera el factor de demanda 0.8, con lo cual se cubre la demanda por iluminación externa.

La máxima demanda se calcula por:

$$\text{Max. Demanda (kW)} = \text{Pot. Elect. (kW)} \times 0.8 \quad (2.2)$$

Para comprobar lo calculado, se realizaron muestreos de medición de la potencia y energía eléctrica, para lo cual se instalaron medidores electrónicos en varios centro de bombeo.

Las Empresas que no utilizan el total de sus áreas de cultivo, se considera su demanda total en forma proporcional a su área de cultivo.

En las tablas N° 2.1 y N° 2.2 se detalla las demandas de potencia y energía eléctrica de cada Empresa langostinera, siendo la demanda total en la primera etapa de 5.89 MW y con la segunda etapa una demanda total de 9.23 MW.

La máxima demanda de la subestación eléctrica, es igual a la suma aritmética de las demandas de cada Empresas, ya que todos bombean el agua de mar a sus pozas, cuando se presenta la marea alta.

Para el consumo de energía eléctrica se considera un promedio de 5 horas de trabajo por marea, lo cual representa 10 horas de funcionamiento por día; así mismo 10 meses de funcionamiento eléctrico al año.

#### **2.1.5 Empresas beneficiadas.**

Son 16 Empresas Langostineras beneficiadas en esta primera etapa, las cuales son:

Isla Bella, Guanito, Cerro Negro, Ventarrón, Tuna Carranza, Diatomeas, Colán , Betty Cárdenas, Aquarius, Ulises, Bocana, Río Chico I , Río Chico II, Santa Cruz, Mí sole y El Sol.

Posteriormente se beneficiarán once Empresas consideradas en la segunda etapa, las cuales son:

San Francisco, Gama, La Morada, El Róbal, Group Invertoment, Oasis, Maxi, Poseidón, Crianza y Exportación, Acuatécnica, y San Pedro.

#### **2.2 Servidumbre del electroducto**

En base a la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 [1] y según lo establecido por la Norma N° DGE 025-P1/ 1 988 [2] del Ministerio de Energía y Minas se tiene que el ancho mínimo de la faja de servidumbre para 22.9 kV es de 5.50 metros a cada lado del eje de la línea.

Dicha servidumbre de electroducto se impondrá siguiendo los lineamientos de la Norma MEM / DEP-512 [3].

**Tabla N° 2.1**  
Proyección de la máxima demanda

N°	EMPRESA \ AÑO	MAXIMA DEMANDA ( kW )						
		1	2	3	4	5	10	15
1	SAN FRANCISCO					333.9	333.9	333.9
2	EL GUAMITO	627.2	627.2	627.2	627.2	627.2	627.2	627.2
3	SAN PEDRO					487.5	487.5	487.5
4	GAMA					214.4	214.4	214.4
5	COLÁN	410.7	410.7	410.7	410.7	410.7	410.7	410.7
6	BETTY CÁRDENAS	309	309	309	309	309	309	309
7	AQUARIUS	212.3	212.3	212.3	212.3	212.3	212.3	212.3
8	ACUICULA LA MORADA					138.8	138.8	138.8
9	ULISES	331	331	331	331	331	331	331
10	BOCANA	448.9	448.9	448.9	448.9	448.9	448.9	448.9
11	RÍO CHICO II	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7	97.7
12	RÍO CHICO I	139.6	139.6	139.6	139.6	139.6	139.6	139.6
13	EL SOL	340	340	340	340	340	340	340
14	MI SOLE	317.2	317.2	317.2	317.2	317.2	317.2	317.2
15	SANTA CRUZ	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5	545.5
16	EL ROBALO					487.5	487.5	487.5
17	ISLA BELLA	479.1	479.1	479.1	479.1	479.1	479.1	479.1
18	VENTARRÓN I , II	500.5	500.5	500.5	500.5	500.5	500.5	500.5
19	OASIS					76.7	76.7	76.7
20	MAXI					110.3	110.3	110.3
21	POSEIDÓN					115.1	115.1	115.1
22	CERRO NEGRO	526.6	526.6	526.6	526.6	526.6	526.6	526.6
23	TUNA CARRANZA	403.7	403.7	403.7	403.7	403.7	403.7	403.7
24	CRIANZA Y EXPORTACIÓN					295.7	295.7	295.7
25	DIATOMEAS	209.6	209.6	209.6	209.6	209.6	209.6	209.6
26	ACUATECNICA					772.4	772.4	772.4
27	GROUP INVESTMENT S.A.					302.4	302.4	302.4
	<b>TOTAL ( kW )</b>	<b>5898.6</b>	<b>5898.6</b>	<b>5898.6</b>	<b>5898.6</b>	<b>9233.3</b>	<b>9233.3</b>	<b>9233.3</b>



**Tabla N° 2.2**

Proyección del consumo anual de energía eléctrica

N°	EMPRESAS \ AÑO	Energía Eléctrica ( MWh )						
		1	2	3	4	6	10	16
1	SAN FRANCISCO					1001.7	1001.7	1001.7
2	EL GUAMITO	1881.6	1881.6	1881.6	1881.6	1881.6	1881.6	1881.6
3	SAN PEDRO					1462.5	1462.5	1462.5
4	GAMA					643.2	643.2	643.2
5	COLÁN	1232.1	1232.1	1232.1	1232.1	1232.1	1232.1	1232.1
6	BETTY CÁRDENAS	927	927	927	927	927	927	927
7	AQUARIUS	636.9	636.9	636.9	636.9	636.9	636.9	636.9
8	ACUICULA LA MORADA					416.4	416.4	416.4
9	ULISES	993	993	993	993	993	993	993
10	BOCANA	1346.7	1346.7	1346.7	1346.7	1346.7	1346.7	1346.7
11	RÍO CHICO II	293.1	293.1	293.1	293.1	293.1	293.1	293.1
12	RÍO CHICO I	418.8	418.8	418.8	418.8	418.8	418.8	418.8
13	EL SOL	1020	1020	1020	1020	1020	1020	1020
14	MI SOLE	951.6	951.6	951.6	951.6	951.6	951.6	951.6
15	SANTA CRUZ	1636.5	1636.5	1636.5	1636.5	1636.5	1636.5	1636.5
16	EL ROBALO					1462.5	1462.5	1462.5
17	ISLA BELLA	1437.3	1437.3	1437.3	1437.3	1437.3	1437.3	1437.3
18	VENTARRÓN I , II	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5	1501.5
19	OASIS					230.1	230.1	230.1
20	MAXI					330.9	330.9	330.9
21	POSEIDÓN					345.3	345.3	345.3
22	CERRO NEGRO	1579.8	1579.8	1579.8	1579.8	1579.8	1579.8	1579.8
23	TUNA CARRANZA	1211.1	1211.1	1211.1	1211.1	1211.1	1211.1	1211.1
24	CRIANZA Y EXPORTACIÓN					295.7	295.7	295.7
25	DIATOMEAS	628.8	628.8	628.8	628.8	628.8	628.8	628.8
26	ACUATECNICA					2317.2	2317.2	2317.2
27	GROUP INVESTMENT S.A.					907.2	907.2	907.2
	<b>TOTAL ( MWh )</b>	<b>17695.8</b>	<b>17695.8</b>	<b>17695.8</b>	<b>17695.8</b>	<b>27108.5</b>	<b>27108.5</b>	<b>27108.5</b>

NOTA: Se considera 10 horas de operación diaria y 10 meses al año ( 3000 horas anual)

## **2.3 Impacto Ambiental**

### **2.3.1 Características Físicas**

#### **a) Clima**

En el ámbito del proyecto las condiciones climáticas fueron las indicadas en el subtítulo: 1.1.3

En la Provincia de Tumbes se presentan dos tipos de micro-climas. Un micro-clima cálido y seco, con lluvias durante el verano que permite vegetación abundante en el bosque seco, que se extiende desde el borde del mar hasta una distancia de 100 km tierra adentro y otro micro-clima cálido y húmedo en el bosque tropical del Pacífico, con temporadas de lluvias entre diciembre - marzo y una larga estación seca durante el resto del año.

#### **b) Suelos**

Los suelos son depósitos arcillo-arenosos mediante estratos de regular resistencia.

En los suelos arcillosos los contenidos de sales solubles, cloruros, sulfatos y carbonato van de moderado a severo, indicando que se debe utilizar cemento Portland tipo V, debido a que los suelos son agresivos al cemento normal.

Se comprobó que los suelos arcillosos presentan grietas de desecación, siendo necesario eliminar estos materiales, colocando materiales más compactos provenientes de la cantera "El Charán" que se encuentra ubicado en el distrito de La Cruz.

En las zonas cercanas a esteros los terrenos son suelos húmedos que poseen cantidades considerables de materiales orgánicos y con un alto contenido de agua salubre.

#### **c) El agua y el Aire**

Cuando las aguas superficiales en los Esteros se encuentren cercanas a la línea en construcción, se debe realizar cimentaciones especiales para proteger los postes.

La contaminación del aire es muy remota, porque la línea de 22.9 kV tiene niveles de tensión muy por debajo de los límites permisibles (100 kV) y por tratarse de líneas ubicada casi al nivel del mar.

### **2.3.2 Caracterización Biológica**

#### **a) Flora**

Su flora es variada, existen los ceibos barrigones que acumulan agua en sus gruesos trocos y además los árboles de madera dura y fina como el “Hualtaco” y el “Guayacán” que pueblan las verdes lomas.

#### **b) Fauna**

En el ámbito de la Biosfera del Noroeste existe más de 300 especies variadas de aves que son perennes y migratorias.

En las provincias de Tumbes y Zarumilla se ubica la Zona Reservada de Tumbes con una extensión de 72 102 Hectáreas. Esta zona alberga fauna muy singular en proceso de extinción tales como el cocodrilo de Tumbes. La fauna aérea tiene a los pájaros carpinteros que frecuentan las planicies costera donde se instalara la línea de 22.9 kV.

En la construcción y operación de la línea de 22.9 kV que físicamente estarán alejadas de la Zona Reservada, se debe procurar no perturbar la ocasional presencia de las especies mencionadas, que no corra ningún riesgo en su normal existencia.

#### **c) Efectos de pájaros carpinteros en líneas eléctricas**

Para evitar que los pájaros carpinteros no dañen a los postes de “pino amarillo del Sur”, estos deben ser tratados con sales tóxicas preservantes, que al contener cromo y arsénico impide la presencia de insectos, con lo cual, no habrá alimentos para dichos pájaros.



### **2.3.3 Demografía**

#### **a) Ámbito poblacional**

La población del departamento de Tumbes en 1997 fue de 178,525 habitantes, habiéndose concentrado más del 90 % en las dos provincias de Tumbes y Zaramilla.

La tasa de crecimiento intercensal es de 3 % en Tumbes.

#### **b) Usuarios de ELECTRONOROESTE**

Empresa concesionaria reportó en junio-99, la cantidad de 20 421 usuarios en el departamento de Tumbes.

El pueblo que se reactivará con la puesta en servicio de esta línea 22.9 kV, será Puerto Pizarro, además de las Empresas beneficiadas con este proyecto.

### **2.3.4 Características Socio-productivas**

Las actividades langostíneas se realiza con la capturarada de sus larvas de los esteros tropicales, para ser cultivadas en las pozas de las Empresas, para su comercialización futura.

Cuando la nueva línea de 22.9 kV suministre electricidad a las Empresas Langostíneas, el medio ambiente irá mejorando al dejar de funcionar sus motores diesel, los cuales vienen contaminando el ambiente al evacuar los gases de la combustión.

La pesca es la segunda actividad económica significativa, se extraen además de peces y moluscos, cantidades significativas de crustáceos Langostinos, langostas y cangrejos.

Las actividades agrícolas son el cultivo del arroz (96%) y el resto maíz amarillo duro, soya y frijol, plátano etc.

### **2.3.5 Conclusiones sobre el Impacto Ambiental**

- Durante la ejecución de obra los impactos ambientales físicos y biológicos son leves, temporales y reversibles no alterando las condiciones ambientales originales, ni afectando los suelos.
- En la operación y mantenimiento de la línea primaria de 22.9 kV no se evacuarán efluentes gaseosos, ni se producirán ruidos, ni radiaciones electromagnéticas debido al bajo nivel de tensión.
- La instalación de la línea primaria de 22.9 kV favorecerá la situación socio-productiva, asimilando nueva tecnología para consolidar empleos y mejorar los niveles de calidad de vida de los productores langostíneros y la población.
- El suministro eléctrico, por inexistencia de ruinas arqueológicas no producirá ningún impacto en el patrimonio histórico-cultural.
- Con la puesta en servicio de la nueva red primaria 22.9 kV, varios grupos electrógenos dejarán de operar y dejarán de contaminar el ambiente.

## **CAPÍTULO III**

### **CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

#### **3.1.Cálculos eléctricos**

##### **3.1.1 Determinación del nivel de aislamiento de los aisladores**

###### **a) Características del sistema proyectado :**

Para el diseño de la red eléctrica primaria se tiene en cuenta las siguientes condiciones de trabajo de la zona y el sistema eléctrico existente:

- Altitud de trabajo menor a 1000 m.s.n.m.
- No se considera el uso de cable de guarda
- La temperatura de operación es de 50 °C, debido a que la máxima demanda se dará a cualquier hora del día (según se presente la marea alta)
- Tensión nominal del sistema (Vn) es de 22.9 kV y se inicia de la Subestación de 60/22.9/10 kV que se encuentra ubicada en Puerto Pizarro

###### **b) Tensión nominal corregida y Tensión máxima de servicio**

###### **b1) Factores de Corrección**

Se considera factores de corrección por altitud y temperatura según se indica:

###### **- Factor de corrección por Altitud ( F<sub>h</sub> )**

$$F_h = 1 + 1.25 (H - 1,000) \times 10^{-4} \quad (3.1)$$

H : altitud

Como la altitud es menor a 1000 m.s.n.m.

$$F_h = 1.00$$

**- Factor de corrección por Temperatura (Ft)**

$$F_t = \frac{273 + t}{313} \quad (3.2)$$

t : Temperatura de operación ( 50 °C )

$$F_t = 1.032$$

**b2 ) Tensión nominal corregido (Vd)**

$$V_d = V_n \times F_t \times F_h \quad (3.3)$$

$$V_d = 23.63 \text{ kV}$$

**b3 ) Tensión máxima de servicio (Vmax)**

Según las Normas IEC 38 [4], la tensión máxima de servicio es:

$$V_{\max} = 1.1 V_d \quad (3.4)$$

$$V_{\max} = 25.99 \text{ kV}$$

**c) Criterio para el diseño del aislamiento**

**c1) Tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio (Vc)**

La tensión disruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio que debe soportar un aislador, no debe ser menor que:

$$V_c = 2.1 ( V_d + 5 ) \quad (3.5)$$

$$V_c = 60.12 \text{ kV}$$

**c2) Tensión disruptiva en seco a la frecuencia de servicio (Vs)**

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

Cuando sean sometidos a prueba de acuerdo con la Norma ANSI C29.1 no deberá ser menor de 75 kV

**c3) Sobretensión Atmosférica (Vat)**

El Nivel Básico de Aislamiento ( BIL) requerida por la línea primaria, según la norma ANSI C92.1 –1970 y la Norma IEC – 71, es:

$$V_{at} = 150 \text{ kV}$$

Aplicando la corrección por altitud

$$V_{atc} = V_{at} \times F_h \quad (3.6)$$

$$V_{atc} = 150 \text{ kV} \times 1$$

$$V_{atc} = 150 \text{ kV}$$

#### c4) Contaminación Atmosférica

Teniendo como base las recomendaciones de la Norma IEC 815, la zona del proyecto se define como nivel de Contaminación "Pesado", donde el "Grado de Polución" es:

$$2.5 \text{ cm / kV.}$$

#### - Longitud de fuga mínima (Lf)

La longitud de fuga mínima de un aislador rígido o cadena de aisladores conectados entre fase y tierra se determina según:

$$L_f = \frac{\text{Grado de polución} \times V_{\max} \times F_h}{\text{Número de aisladores}} \quad (3.7)$$

$$L_f = (2.5 \text{ cm/kV}) \times 25 \text{ kV} \times 1 / 1$$

$$L_f = 62.5 \text{ cm}$$

#### d) Elección de los Aisladores

Según los resultados obtenidos y las características de los aisladores de porcelana indicados en la Tabla 3.1, se selecciona:

- Un aislador tipo Pin, clase ANSI 56.4
- Dos aisladores de suspensión, clase ANSI 52.3

Dichos aisladores son los que cumplen con los requerimientos mínimos calculados para la operación de la red eléctrica, especialmente con respecto a la línea de fuga, debido a las condiciones climáticas.

**Tabla N° 3.1**  
**Características de los Aisladores de Porcelana**

Tipo de aislador- Clase ANSI	T. disruptiva al impulso ( kV)	T. Disruptiva en seco ( kV)	T. Disruptiva en lluvia ( kV)	Longitud de línea de fuga (cm)
Pin 56.1	190	95	60	33.00
Pin 56.2	225	110	70	43.20
Pin 56.3	265	125	80	53.30
Pin 56.4	310	140	95	<b>68.60</b>
Suspensión 52.3	130	80	50	<b>29.20</b>

### 3.1.2 Determinación del nivel de aislamiento de los Equipos

El sistema proyectado se tiene las siguientes características:

- Tensión Nominal ( Vn) : 22.9 kV
- Tensión máxima de servicio (Vmax) : 25 kV
- Tipo de conexión del neutro : Puesto a tierra
- Coeficiente de puesta a tierra (Cpt) : 1.4

#### a) Nivel del aislamiento corregido para Equipos ( BIL)

El Nivel Básico de Aislamiento (BIL) para la tensión 22.9 kV es de 150 kV.

El BIL corregido es:

$$BIL c = BIL \times Fh \quad (3.8)$$

$$BIL c = 150 \times 1$$

$$BIL c = 150 \text{ kV}$$

Según la Norma 501[4] de la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas, recomienda :

- Tensión máxima de servicio : 25 / 14.5 kV
- Tensión no disruptiva al impulso (onda 1.2/50  $\mu$ s) : 150 kV
- Tensión no disruptiva a la frecuencia de servicio : 50 kV

## **b) Características del Pararrayo**

### **b1) Tensión Nominal del pararrayo ( Vnp )**

$$V_{np} = C_{pt} \times V_{max} / 1.73 \quad (39)$$

$$V_{np} = 1.4 \times 25kV / 1.73 = 20.23 \text{ kV}$$

Se elige la tensión normalizada de:  $V_{np} = 21 \text{ kV}$

### **b2) Máxima Tensión Continua de Operación (MCOV)**

Para cada ubicación del pararrayo, el MCOV debe ser igual o mayor que la tensión impuesto por el sistema. Para un pararrayo de 21 kV, el MCOV es de 17 kV.

### **b3) Tensión Residual del pararrayo**

El nivel de protección que ofrece el pararrayo de óxido metálico esta determinado fundamentalmente por la tensión residual de la corriente de descarga, que en este caso para 10 kA, la tensión residual es de 52.3 kV.

## **c) Elección de los Equipos**

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

### **c1) Nivel de Aislamiento de los Equipos**

- Nivel de aislamiento al impulso 1.2/50 us : 170 kV
- Nivel de aislamiento a 60 Hz : 50 kV

### **c2) Características del Pararrayo**

- Tensión Nominal : 21 kV
- Máxima tensión de operación (MCOV) : 17 kV
- Corriente Nominal de descarga : 10 kA
- Nivel de protección del pararrayo : 52.3 kV

## **3.1.3 Selección del Conductor**

Se utilizará conductores de aleación de aluminio (AAAC) de secciones 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> y 120 mm<sup>2</sup>, engrasado y cuyas características se indican en la Tabla N° 3.2

**Tabla N° 3.2**  
Características de los conductores de aleación de aluminio - AAAC

Sección nominal	mm <sup>2</sup>	120	70	50
Diámetro	mm	14.20	10.75	9.06
Carga de rotura	kg	3335	1989	1503
Módulo de elasticidad	kg / mm <sup>2</sup>	6200	6200	6200
Peso unitario	kg / km	331.5	190	138.1
Resistencia eléctrica a 20 °C	Ohms/km	0.2716	0.474	0.6522
Sección real	mm <sup>2</sup>	120.36	68.98	50.14
Coefficiente T.de resistencia	1° C	0.0036	0.0036	0.0036

**a) Cálculo de la Resistencia eléctrica**

Se calcula la resistencia del conductor para la temperatura de operación de 50 °C

$$R_{50} = R_{20} [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad (3.10)$$

Donde:

$R_{50}$  : Resistencia del conductor a 50 °C ( Ohm / km)

$R_{20}$  : Resistencia del conductor a 20 °C ( Ohm / km)

$\alpha$  : Coeficiente térmico de resistencia del conductor (1 / °C )

$t_2$  : Temperatura máxima de operación ( 50 °C )

$t_1$  : Temperatura inicial ( 20 °C )

**b) Cálculo de la Reactancia Inductiva ( $X_L$ )**

Se realiza los cálculos de inductancia tanto para la posición triangular como vertical de los conductores, tal como se muestra en la Fig. 3.1

Las fórmulas a emplearse son:

$$X_L = 377 [0.5 + 4.6 \log (DMG/r)] 10^{-4} \text{ Ohm/km} \quad (3.11)$$

$$DMG = \sqrt[3]{D_{st} \times D_{rt} \times D_{rs}} \quad (3.12)$$

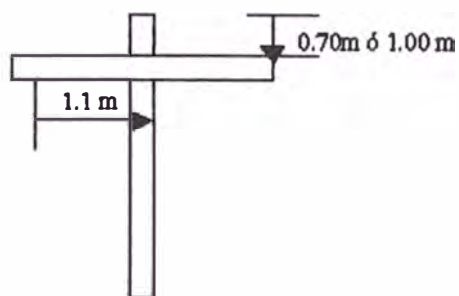
DMG : Distancia media geométrica entre fases R, S, T; en mm

r : Radio del conductor, en mm

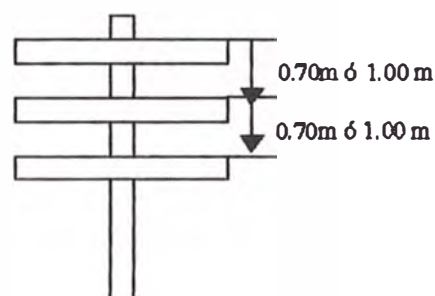
$D_{st}, D_{rt}, D_{rs}$  : Distancia entre fases, en mm



**Fig. 3.1**  
**Disposición geométrica de los conductores en los postes**



**Disposición Triangular**



**Disposición Vertical**

**c) Cálculo de la caída de tensión [ $\Delta V(\%)$ ]**

Sobre la base de la Norma MEM-501 del Ministerio de Energía y Minas, la caída de tensión para líneas primarias en 22.9 kV se calcula utilizando la fórmula:

$$\Delta V(\%) = \frac{P \times L}{10 V^2} [R_{50} + X_L \text{Tang } \varphi] \quad (3.13)$$

$$K = \frac{R_{50} + X_L \text{Tang } \varphi}{10 V^2}$$

$$\Delta V(\%) = P \times L \times K$$

Donde :

**P** : Potencia activa en kW

**L** : Longitud en km

**V** : Nivel de tensión del sistema (22.9 kV)

**Cos  $\varphi$**  : Factor de potencia de la carga (0.9 inductivo)

**K** : Factor de caída de tensión

En la Tabla N° 3.3 se muestran los valores calculados de los factores de caída de tensión y la resistencia a 50 °C, para ser utilizados en el análisis de caída de tensión.

La máxima caída de tensión desde la Subestación de distribución hasta el extremo terminal más lejano de la línea de 22.9 kV, no debe exceder del 5 % .

**Tabla N° 3.3**  
Valores de Resistencia( $R_{50}$ ) y factores de caída de tensión (K)

Sección(mm <sup>2</sup> )	$R_{50}$ (Ohm/km)	K (triangulo)	K (vertical)
50	0.7226	0.00018074	0.00017868
70	0.5252	0.00014191	0.00013983
120	0.3010	0.00009721	0.00009515

Tomando como base Dig.N°3.1 (Primera etapa) y los Diag. N° 3.2 y N° 3.3 (Etapa final), se realizo los cálculos de caída de tensión, cuyos resultados se muestran en las Tablas N° 3.4, N° 3.5 y N° 3.6 respectivamente.

### **3.2 Cálculo mecánico de los conductores**

Los cálculos mecánicos tienen por objetivo determinar las siguientes magnitudes relativas de los conductores de la red aérea, en todas las hipótesis de trabajo:

- Esfuerzo horizontal del conductor
- Esfuerzo tangencial del conductor en los apoyos
- Flecha del conductor
- Longitud del conductor
- Vano de regulación
- Vano viento

#### **3.2.1 Esfuerzo máximo en el conductor**

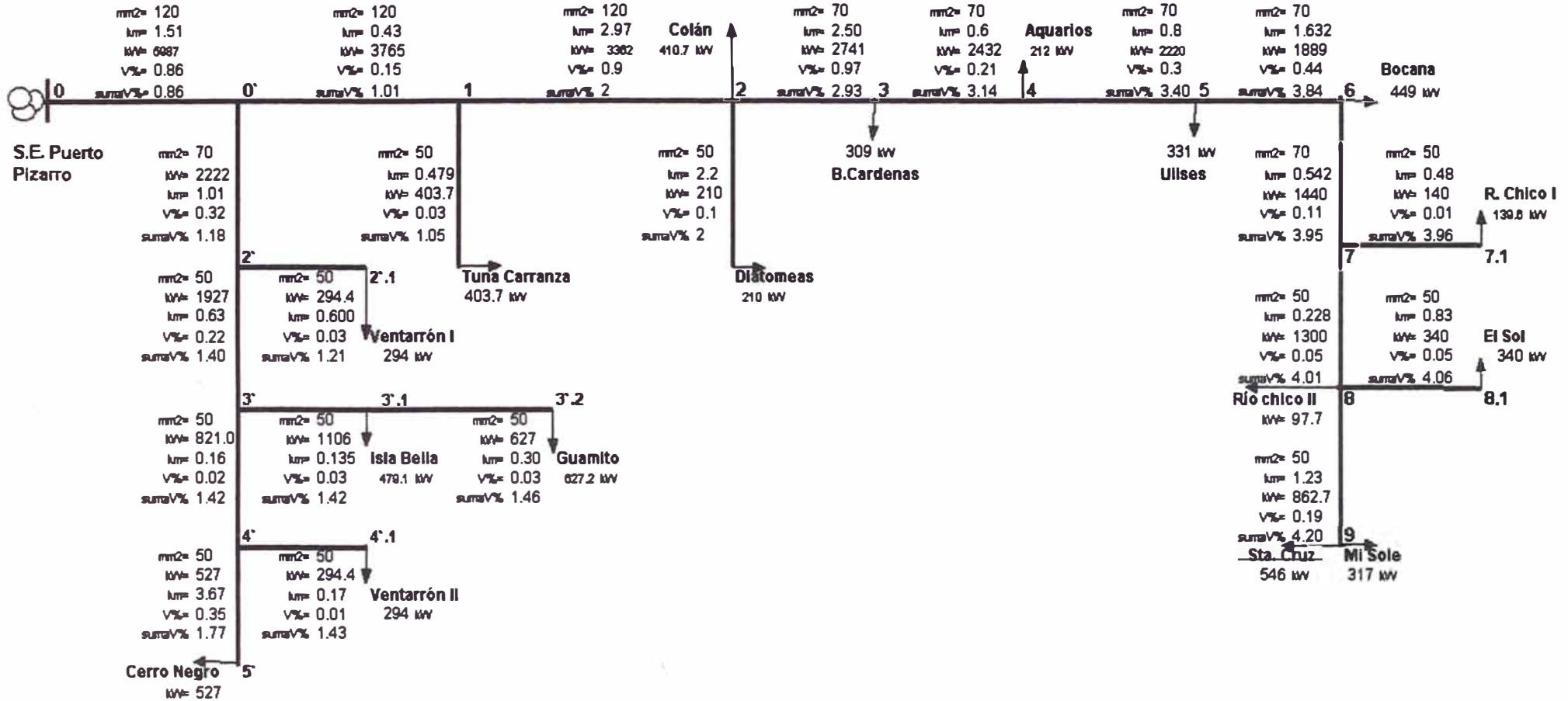
##### **a) Esfuerzo del conductor en la condición EDS (Esfuerzo horizontal)**

Según las recomendaciones de la Norma MEM-501 y las Normas Internacionales indican que en redes eléctricas con conductores de aleación de aluminio sin protección antivibrante, los esfuerzos horizontales en condición normal no deben superar el 18 % del esfuerzo de rotura, cuando la relación desnivel / vano es menor a 0.2

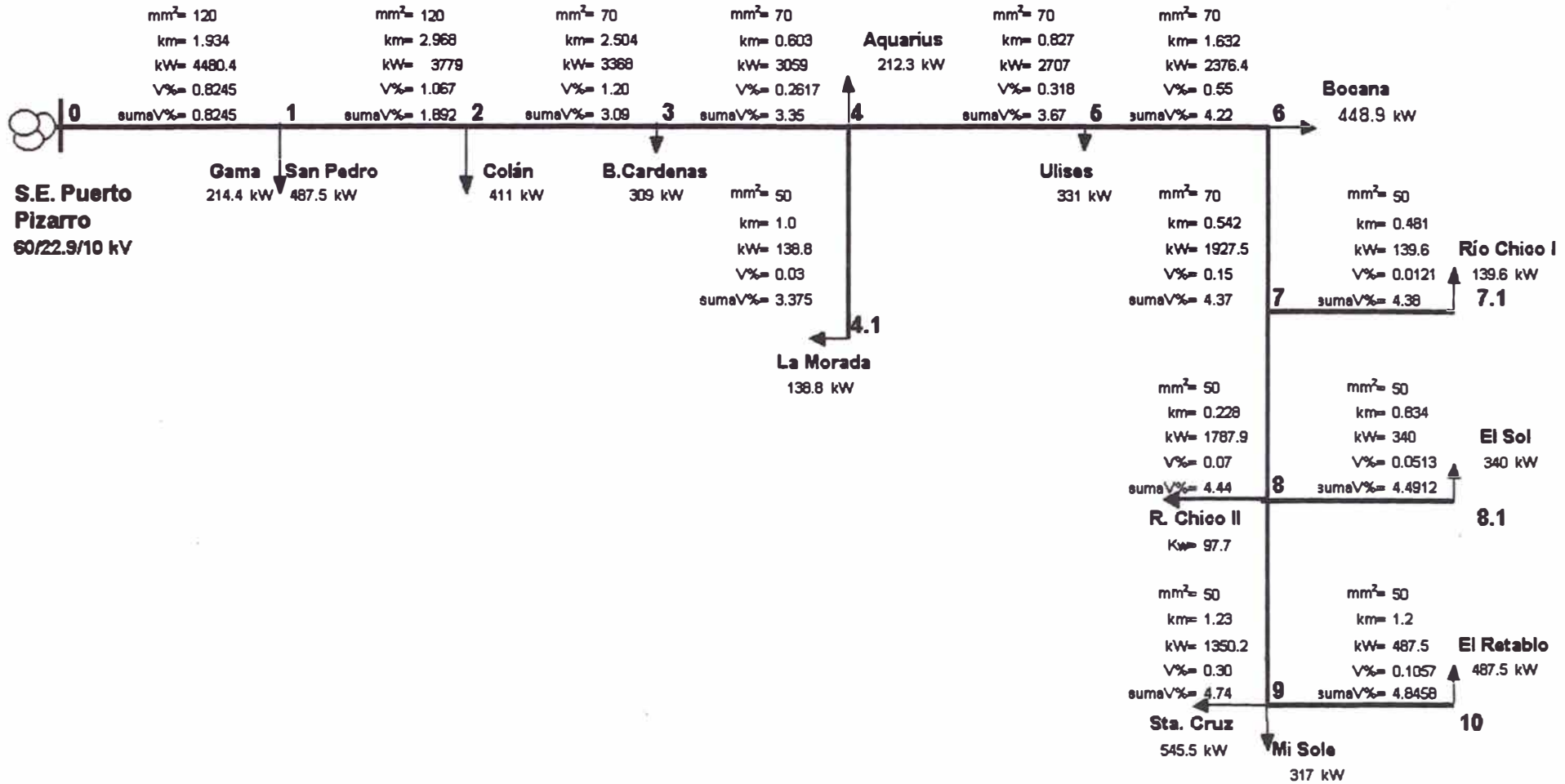
##### **b) Esfuerzos máximos en el conductor - Esfuerzo tangencial**

Los esfuerzos máximos admisibles en el conductor son los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más elevados de la catenaria, los cuales no deben sobrepasar el

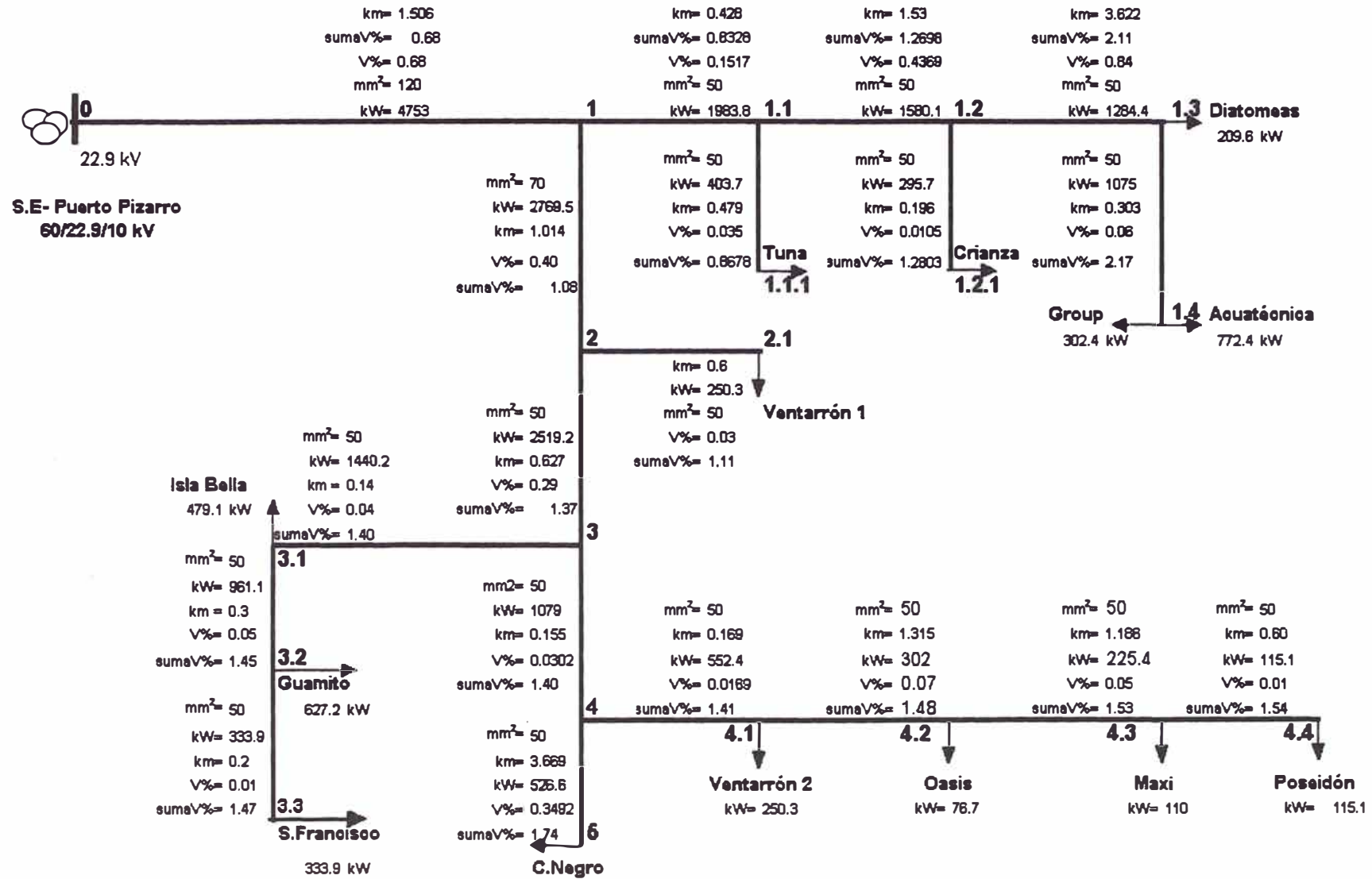
**Diag. N° 3.1**  
**Diagrama Unifilar - Primera Etapa**



## Diag. N° 3.2 Diagrama Unifilar - Etapa Final - Circuito N° 1



### Diag. N° 3.3 Diagrama Unifilar - Etapa final - Circuito N° 2



**Tabla N° 3.4**  
**Caída de tensión ( $\Delta V\%$ ) - Primera Etapa**

EMPRESAS	TRAMO	P(kW)	$\Sigma P(kW)$	L (km)	$(\Sigma P) \times L$	Sección (mm <sup>2</sup> )	Factor "K"	$\Delta V(\%)$	$\Sigma \Delta V(\%)$
	0-0'		5986.9	1.506	9016.27	120	0.00009515	0.86	0.86
	0'-1		3765.2	0.428	1611.51	120	0.00009515	0.15	1.01
<b>Tuna Carranza</b>	1-1.1	403.7	403.7	0.479	193.37	50	0.00018074	0.03	1.05
<b>Colán</b>	1-2	410.7	3361.5	2.968	9976.93	120	0.00009515	0.95	1.96
<b>Diatomeas</b>	2-2.1	209.6	209.6	2.184	457.77	50	0.00018074	0.08	2.08
<b>Betty Cárdenas</b>	2-3	309.0	2741.2	2.504	6863.96	70	0.00014191	0.97	2.93
<b>Aquaríos</b>	3-4	212.3	2432.2	0.603	1466.62	70	0.00014191	0.21	3.14
<b>Ulises</b>	4-5	331.0	2219.9	0.827	1835.86	70	0.00014191	0.26	3.40
<b>Bocana</b>	5-6	448.9	1888.9	1.632	3082.68	70	0.00014191	0.44	3.84
	6-7		1440.0	0.542	780.48	70	0.00014191	0.11	3.95
<b>Río Chico I</b>	7-7.1	139.6	139.6	0.481	67.15	50	0.00018074	0.01	3.96
<b>Río Chico II</b>	7-8	97.7	1300.4	0.228	296.49	50	0.00018074	0.05	4.01
<b>El Sol</b>	8-8.1	340.0	340.0	0.834	283.56	50	0.00018074	0.05	4.06
<b>MI Soledad . Sta Cruz</b>	8-9	862.7	862.7	1.230	1061.12	50	0.00018074	0.19	4.20
	0'-2'		2221.7	1.014	2252.80	70	0.00014191	0.32	1.18
<b>Ventarrón 1</b>	2'-2'.1	294.4	294.4	0.600	176.64	50	0.00018074	0.03	1.21
	2'-3'		1927.3	0.627	1208.42	50	0.00018074	0.22	1.40
<b>Isla Bella</b>	3'-3'.1	479.1	1106.3	0.135	149.35	50	0.00018074	0.03	1.42
<b>Guamito</b>	3'.1-3'.2	627.2	627.2	0.300	188.16	50	0.00018074	0.03	1.46
	3'-4'		821	0.155	127.26	50	0.00018074	0.02	1.42
<b>Ventarrón 2</b>	4'-4'.1	294.4	294.4	0.169	49.75	50	0.00018074	0.01	1.43
<b>Cerro Negro</b>	4'-5'	526.6	526.6	3.669	1932.10	50	0.00018074	0.35	1.77



**Tabla N° 3.5**

**Caída de tensión ( $\Delta V$  %) - Etapa Final**

**Circuito # 1**

<b>EMPRESAS</b>	<b>TRAMO</b>	<b>P(kW)</b>	<b><math>\Sigma</math> P(kW)</b>	<b>L (km)</b>	<b><math>\Sigma</math> P) x L</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Factor "K"</b>	<b><math>\Delta V</math>(%)</b>	<b><math>\Sigma \Delta V</math>(%)</b>
<b>San Pedro+Gama</b>	0-1	701.9	4480.1	1.934	8664.51	120	0.00009515	0.82	0.82
<b>Colán</b>	1-2	410.7	3778.2	2.968	11213.70	120	0.00009515	1.07	1.89
<b>Betty Cárdenas</b>	2-3	309.0	3367.5	2.504	8432.22	70	0.00014191	1.20	3.09
<b>Aquarius</b>	3-4	212.3	3058.5	0.603	1844.28	70	0.00014191	0.26	3.35
<b>Acucula La Morada</b>	4-4.1	138.8	138.8	1.000	138.80	70	0.00014191	0.02	3.37
<b>Ulises</b>	4-5	331.0	2707.4	0.827	2239.02	70	0.00014191	0.32	3.67
<b>Bocana</b>	5-6	448.9	2376.4	1.632	3878.28	70	0.00014191	0.55	4.22
	6-7		1927.5	0.542	1044.71	70	0.00014191	0.15	4.37
<b>Río Chico I</b>	7-7.1	139.6	139.6	0.481	67.15	50	0.00018074	0.01	4.38
<b>Río Chico II</b>	7-8	97.7	1787.9	0.228	407.64	50	0.00018074	0.07	4.44
<b>El Sol</b>	8-8.1	340.0	340.0	0.834	283.56	50	0.00018074	0.05	4.49
<b>Mi soledad + Sta.Cruz</b>	8-9	862.7	1350.2	1.230	1660.75	50	0.00018074	0.30	4.74
<b>El Robalo</b>	9-10	487.5	487.5	1.200	585.00	50	0.00018074	0.11	<b>4.85</b>

Tabla N° 3.6

Caída de tensión ( $\Delta V$  %) - Etapa Final

Circuito # 2

EMPRESAS	TRAMO	P(kW)	$\Sigma$ P(kW)	L (km)	$(\Sigma P) \times L$	Sección (mm <sup>2</sup> )	Factor "K"	$\Delta V$ (%)	$\Sigma \Delta V$ (%)
	0-1		4753.3	1.506	7158.47	120	0.00009515	0.68	0.68
	1-1.1		1983.8	0.428	849.07	50	0.00018074	0.15	0.83
<b>Tuna Carranza</b>	1.1- 1.1.1	403.7	403.7	0.479	193.37	50	0.00018074	0.03	0.87
	1.1- 1.2		1580.1	1.530	2417.55	50	0.00018074	0.44	1.27
<b>Crianza y exportación</b>	1.2- 1.2.1	295.7	295.7	0.196	57.96	50	0.00018074	0.01	1.28
<b>Diatomeas</b>	1.2- 1.3	209.6	1284.4	3.622	4652.10	50	0.00018074	0.84	2.11
<b>Acuatecnica+Group</b>	1.3- 1.4	1074.8	1074.8	0.303	325.66	50	0.00018074	0.06	2.17
	1- 2		2769.5	1.014	2808.27	70	0.00014191	0.40	1.08
<b>Ventarrón 1</b>	2- 2.1	250.3	250.3	0.600	150.18	50	0.00018074	0.03	1.11
	2- 3		2519.2	0.627	1579.54	50	0.00018074	0.29	1.37
<b>Isla Bella</b>	3- 3.1	479.1	1440.2	0.135	194.43	50	0.00018074	0.04	1.40
<b>Guamito</b>	3.1- 3.2	627.2	961.1	0.300	288.33	50	0.00018074	0.05	1.45
<b>San Francisco</b>	3.2- 3.3	333.9	333.9	0.200	66.78	50	0.00018074	0.01	1.46
	3- 4		1079	0.155	167.25	50	0.00018074	0.03	1.40
<b>Ventarrón 2</b>	4- 4.1	250.3	552.4	0.169	93.36	50	0.00018074	0.02	1.41
<b>Oasis</b>	4.1- 4.2	76.7	302.1	1.315	397.26	50	0.00018074	0.07	1.48
<b>Maxi</b>	4.2- 4.3	110.3	225.4	1.186	267.32	50	0.00018074	0.05	1.53
<b>Poseldón</b>	4.3- 4.4	115.1	115.1	0.595	68.48	50	0.00018074	0.01	1.54
<b>Cerro Negro</b>	4- 5	526.6	526.6	3.669	1932.10	50	0.00018074	0.35	1.74



40 % del esfuerzo de rotura del conductor, según lo establece las disposiciones del MEM/DEP

### 3.2.2 Hipótesis de cálculo

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de la zonificación y las cargas, por lo tanto se consideran las siguientes hipótesis:

#### - HIPÓTESIS I.- Templado

- . Temperatura : 24 °C
- . Velocidad del viento : 0 km/h
- . Máximo esfuerzo : 18 % de T. Rotura

#### - HIPÓTESIS II.- Máximo esfuerzo

- . Temperatura : 10 °C
- . Velocidad del viento : 60 km/h
- . Máximo esfuerzo : 40 % de T. Rotura
- . Espesor del hielo : 0 mm

#### - HIPÓTESIS III.- Flecha máxima

- . Temperatura : 50 °C
- . Velocidad del viento : 0 km/h
- . Espesor del hielo : 0 mm.

### 3.2.3 Conceptos Básicos

El terreno donde se proyecta la obra es casi plano (sin desnivel), los vanos a utilizar serán menores de 250 m. Para realizar los cálculos mecánicos del conductor se utilizaron varias fórmulas indicadas en los libros "Redes Eléctricas" del Ing. Zoppetti [5] y "Líneas aéreas de Media Tensión- Cálculo mecánico" del Ing. Bacigalupe [6].

#### a) Presión del viento (Pv)

$$P_v = 0.0042 V^2 \quad (3.14)$$

b) **Peso unitario resultante (Wrc)**

$$Wrc = \sqrt{W^2v + W^2c} \quad (3.15)$$

c) **Tensión admisible (Tadm)**

$$Tadm = Tr / cs \quad (3.16)$$

d) **Esfuerzo admisible (σ adm)**

$$\sigma_{adm} = Tadm / S \quad (3.17)$$

e) **Flecha (f)**

$$f = C [\cosh(\frac{a}{2C}) - 1] \quad (3.18)$$

$$C = Tc / Wc \quad (3.19)$$

f) **Longitud del conductor (L')**

$$L' = 2C \times \sinh(\frac{a}{2C}) \quad (3.20)$$

g) **Ecuación del Cambio de Estado**

$$\sigma_2^2 [\sigma_2 + \alpha \times E(t_2 - t_1) + \frac{E \times W_{r1}^2 \times a^2}{24S^2 \times \sigma_1^2} - \sigma_1] = \frac{E \times W_{r2}^2 \times a^2}{24S^2} \quad (3.21)$$

Donde:

**A** : Área proyectada del conductor, en m<sup>2</sup>

**V** : Velocidad del viento, en km / h

**Pv** : Presión del viento, en kg / m<sup>2</sup>

**Wc** : Peso unitario del conductor, en kg / m

**Wv** : Sobrecarga sobre el conductor por el viento, en kg / m

**Wrc** : Peso unitario resultante, en kg / m

**Tr** : Tiro de rotura, en kg.

**C.S.** : Coeficiente de seguridad

- S** : Sección del conductor, en  $\text{mm}^2$   
**a** : Longitud del vano, en m.  
**Tc** : Tensión que soporta el conductor, en kg  
**E** : Módulo de Elasticidad , en  $\text{kg} / \text{mm}^2$   
 **$\sigma_2$**  : Esfuerzo a determinar en 2, teniendo como dato inicial 1, en  $\text{kg} / \text{mm}^2$   
 **$\alpha$**  : Coeficiente de dilatación térmica, en  $1 / ^\circ\text{C}$   
 **$t_1, t_2$**  : Temperatura en condiciones 1 y 2, en  $^\circ\text{C}$

En las Tablas N° 3.7, N° 3.8 y N° 3.9 se muestran los resultados de los esfuerzos y flechas para las hipótesis de trabajo planteadas.

### 3.2.4 Vano de regulación ( Vr )

En estructuras con aisladores tipo Pin o aisladores rígidos en general, el vano de regulación será igual a cada vano real, es decir habrán tantos vanos de regulación como vanos reales existan.

En estructuras con cadena de aisladores, el vano de regulación es único para tramos comprendidos entre estructuras de anclaje y a este vano corresponderá un esfuerzo horizontal constante.

La fórmula del vano de regulación en este caso es:

$$V_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}} \quad (3.22)$$

Con la fórmula indicada y utilizando la ecuación de cambio de estado para cada estructura se realiza el trazado de la línea, respetando las distancias mínimas a la superficie del terreno. Así mismo se toma en cuenta las siguientes premisas básicas para el trazado:

- Proximidad a trochas y caminos existentes para que faciliten el transporte y montaje.
- Escoger una poligonal que tenga un menor número de vértices y longitud.

TABLA N° 3.7

Cálculo mecánico del conductor AAAC - 120 mm<sup>2</sup>

Datos:

Sección nominal	:	120 mm <sup>2</sup>
Sección real	:	120.36 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	:	14.20 mm
Peso unitario	:	0.3315 kg/m
Tiro de rotura	:	3335 kg
Módulo de Elasticidad	:	6200 kg/mm <sup>2</sup>
Coef. De dilatación	:	2.3E-05 1/°C
Tiro de Hipótesis I	:	18 %

HIPÓTESIS	I	II	III	I	II	III
Temperatura(°C)	24	10	50	24	10	50
Viento(kg/m <sup>2</sup> )	0	15.12	0	0	15.12	0
Peso total (kg/m)	0.331	0.395	0.331			

VANOS(m)	TIRO ( kg )			FLECHA ( m )		
50	600.3	834.5	258.5	0.17	0.15	0.40
60	600.3	831.8	278.5	0.25	0.21	0.54
70	600.3	828.8	297.2	0.34	0.29	0.68
80	600.3	825.5	314.5	0.44	0.38	0.84
90	600.3	822.0	330.6	0.56	0.49	1.02
100	600.3	818.2	346.0	0.69	0.60	1.20
110	600.3	814.4	359.6	0.84	0.73	1.39
120	600.3	810.4	372.5	0.99	0.88	1.60
130	600.3	806.4	384.5	1.17	1.03	1.82
140	600.3	803.2	395.8	1.35	1.20	2.05
150	600.3	799.0	406.3	1.55	1.39	2.30
160	600.3	794.9	416.2	1.77	1.59	2.55
170	600.3	790.9	425.5	2.00	1.80	2.82
180	600.3	787.2	434.2	2.24	2.03	3.09
190	600.3	783.6	442.3	2.49	2.27	3.38
200	600.3	780.1	449.9	2.76	2.53	3.69

TABLA N° 3.8

Cálculo mecánico del conductor AAAC - 70 mm<sup>2</sup>

Datos:

Sección nominal	:	70 mm <sup>2</sup>
Sección real	:	68.98 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	:	10.75 mm
Peso unitario	:	0.19 kg/m
Tiro de rotura	:	1989 kg
Módulo de Elasticidad	:	6200 kg/mm <sup>2</sup>
Coef. De dilatación	:	2.3E-05 1/°C
Tiro de Hipótesis I	:	18 %

HIPÓTESIS	I	II	III	I	II	III
Temperatura(°C)	24	10	50	24	10	50
Viento(kg/m <sup>2</sup> )	0	15.12	0	0	15.12	0
Peso total (kg/m)	0.19	0.25	0.19			

VANOS(m)	TIRO ( kg )			FLECHA ( m )		
50	358.0	494.7	156.0	0.17	0.16	0.38
60	358.0	494.2	167.2	0.24	0.23	0.51
70	358.0	493.6	177.6	0.33	0.31	0.66
80	358.0	493.0	187.4	0.42	0.41	0.81
90	358.0	492.3	197.4	0.54	0.51	0.97
100	358.0	491.7	205.5	0.66	0.64	1.16
110	358.0	490.9	213.3	0.80	0.77	1.35
120	358.0	490.2	220.6	0.96	0.92	1.55
130	358.0	490.4	227.6	1.12	1.08	1.76
140	358.0	489.4	234.1	1.30	1.25	1.99
150	358.0	488.5	240.2	1.49	1.44	2.23
160	358.0	487.6	246.0	1.70	1.64	2.47
170	358.0	486.8	251.4	1.92	1.86	2.73
180	358.0	486.1	256.5	2.15	2.08	3.00
190	358.0	485.3	261.3	2.40	2.33	3.28
200	358.0	484.7	265.8	2.65	2.58	3.58

TABLA N° 3.9

**Cálculo mecánico del conductor AAAC - 50 mm<sup>2</sup>****Datos**

Sección nominal	:	50 mm <sup>2</sup>
Sección real	:	50.14 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	:	9.06 mm
Peso unitario	:	0.1381 kg/m
Tiro de rotura	:	1509 kg
Módulo de Elasticidad	:	6200 kg/mm <sup>2</sup>
Coef. De dilatación	:	2.3E-05 1/°C
Tiro de Hipótesis I	:	18 %

<b>HIPÓTESIS</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>
Temperatura(°C)	24	10	50	24	10	50
Viento(kg/m <sup>2</sup> )	0	15.12	0	0	15.12	0
Peso total (kg/m)	0.138	0.195	0.138			

<b>VANOS(m)</b>	<b>TIRO ( kg )</b>			<b>FLECHA ( m )</b>		
<b>50</b>	271.6	372.3	120.3	0.16	0.16	0.36
<b>60</b>	271.6	372.4	128.0	0.23	0.24	0.49
<b>70</b>	271.6	372.6	135.4	0.31	0.32	0.62
<b>80</b>	271.6	372.9	142.3	0.41	0.42	0.78
<b>90</b>	271.6	373.1	149.8	0.51	0.53	0.93
<b>100</b>	271.6	373.4	155.6	0.64	0.65	1.11
<b>110</b>	271.6	373.7	161.1	0.77	0.79	1.30
<b>120</b>	271.6	374.0	166.4	0.92	0.94	1.49
<b>130</b>	271.6	375.0	171.4	1.07	1.10	1.70
<b>140</b>	271.6	375.1	176.2	1.25	1.27	1.92
<b>150</b>	271.6	375.2	180.7	1.43	1.46	2.15
<b>160</b>	271.6	375.4	184.9	1.63	1.66	2.39
<b>170</b>	271.6	375.6	188.9	1.84	1.87	2.64
<b>180</b>	271.6	375.8	192.7	2.06	2.10	2.90
<b>190</b>	271.6	376.1	196.3	2.29	2.33	3.18
<b>200</b>	271.6	376.3	199.7	2.54	2.59	3.46

- Tenga aproximación a los centro de carga y utilizando los caminos más anchos.

La distribución de estructuras se realiza tomando en cuenta las flechas máximas y mínimas, considerando para ello las prestaciones mecánicas de las estructuras, sus costos y las restricciones impuestas por el perfil topográfico, los obstáculos que cruzan y el recorrido de la línea. Se ha utilizado poste de madera de 12 m y 16 m, cuyos armados se encuentran en los planos del proyecto.

### **3.3 Cálculo Mecánico de Postes y crucetas**

Estos cálculos tendrán por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, crucetas, cables de retenidas y accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se supera los esfuerzos máximos previstos.

#### **3.3.1 Factores de Seguridad**

Los factores de seguridad mínimos respecto a las cargas de rotura serán las siguientes:

##### **a) En condición Normal**

- Poste de madera :3
- Crucetas de madera :4

##### **c) En condición Anormal, por rotura de conductor**

- Postes de madera :2
- Crucetas de madera :2

Los factores de seguridad para los postes son válidos tanto para flexión como de compresión (pandeo).

Se aplicarán fórmulas que permitan conocer los efectos debido a cargas actuantes y los Momentos a calcular serán:

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores.
- Momento debido a la carga de los conductores
- Momento del viento en el poste

**- Momento total en condición Normal y Anormal**

Con dichos Momentos resultantes se calcula los esfuerzos del poste de madera en la línea de empotramiento.

**3.3.2 Características de los Materiales**

**a) Las Características de los Postes**

Las características de los postes se detalla en la Tabla N° 3.10

**Tabla N° 3.10**  
Características de los Postes de madera tratada

<b>CARACTERISTICAS</b>	<b>Clase 4</b>	<b>Clase 5</b>
Grupo	D	D
Altura (m)	16	12
Carga de rotura (kg)	1090	860
Circunferencia mínima en la altura de empotramiento (cm)	95.19	80.42
Circunferencia mínima en la punta (cm)	53.1	45
Longitud de empotramiento (cm)	2.20	1.80
Esfuerzo máximo de flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	501	501
Peso aproximado encima del poste (kg)	1070	480
Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	124000	124000

**b) Peso de los Aisladores de Porcelana:**

Tipo Pin clase ANSI 56-4            11.00 Kg

Tipo Suspensión ANSI 52-3        5.50 Kg

**c) Dimensiones de las Crucetas de madera:**

Las dimensiones son: 102 x 127 x 2400 mm

**3.3.3 Hipótesis de cálculo de las estructuras**

Para calcular los esfuerzos que soporta las estructuras se considera las hipótesis indicados en la Tabla N° 3.11



**Tabla N° 3.11**  
**Hipótesis de cálculo de las estructuras**

<b>Tipo de poste</b>	<b>Hipótesis I Normal</b>	<b>Hipótesis II Anormal</b>	<b>Hipótesis III Anormal</b>
<b>Alineamiento</b>	-Cargas permanentes. -Vientos		-Cargas permanentes -Rotura de conductor -Temperatura
<b>Angulo</b>	-Cargas permanentes -Viento -Resultante de ángulo -Temperatura		-Cargas permanentes -Rotura de conductor -Temperatura
<b>Anclaje</b>	-Cargas permanentes -Viento -Temperatura	-Cargas permanentes. -Desequilibrio de tracciones. -Temperatura.	-Cargas permanentes -Rotura de conductor -Temperatura
<b>Terminal</b>	-Cargas permanentes. -Desequilibrio de tracción. -Temperatura		-Cargas permanentes -Rotura de conductor -Temperatura

### 3.3.4 Parámetros que definen el tipo armado

Las estructuras de la línea primaria están conformadas por uno o dos postes y tienen la configuración de acuerdo con la función que van a cumplir.

Los parámetros que definen la configuración de las estructuras y sus características mecánicas son:

- Distancia mínima al terreno
- Distancia mínima entre fases
- Angulo de desvío topográfico
- Esfuerzos que soporta
- Vano viento

Para las diferentes trayectorias de la red primaria se han considerado las estructuras más convenientes, cuya relación de armado se indica en la Tabla N° 3.12

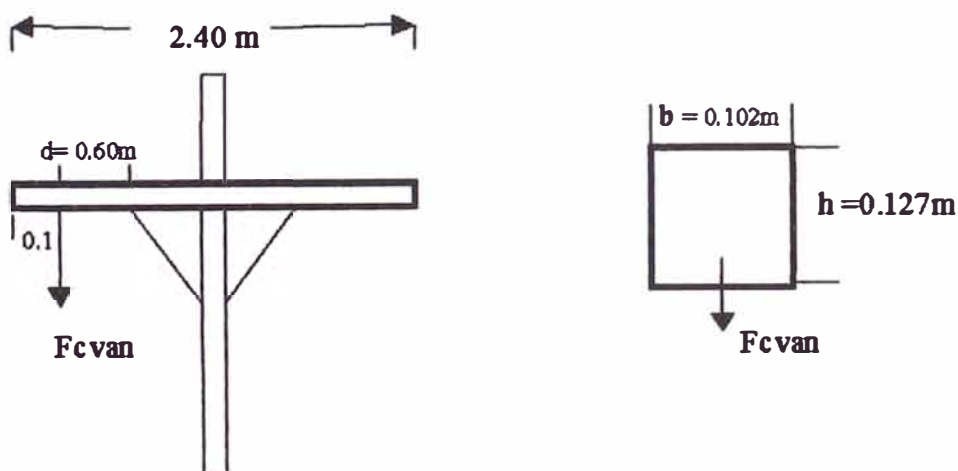
**Tabla N° 3.12**  
**Armados de Simple y doble Circuito**

N°	Armado	Descripción
1	PS1-3	Soporte de suspensión ( 0 – 5 ° )
2	PA1-3	Soporte de ángulo ( 5 – 30° )
3	PA2-3	Soporte de ángulo ( 30° - 60° )
4	PA2-3D	Soporte de ángulo ( 30° - 60° ) con derivación
5	PA3-3	Soporte de ángulo ( 60° - 120° )
6	PA3-3D	Soporte de ángulo ( 60° - 120° ) con derivación
7	PR3-3	Soporte de retención o anclaje
8	PTH-3	Soporte terminal horizontal
9	PSEC-3P	Soporte de seccionamiento con pararrayos
10	2CPS1-3	Soporte de suspensión ( 0° - 5° )
11	2CPA1-3	Soporte de ángulo ( 3° - 30° )
12	2CPA2-3	Soporte de ángulo ( 30° - 60° )
13	2CPA3-3	Soporte de ángulo ( 60° - 120° )
14	2CPR3-3	Soporte de retención o anclaje
15	2CPAR3-3D	Soporte de retención con derivación

### 3.3.5 Cálculo de esfuerzos en las crucetas

#### a) Fuerza Vertical máxima que soporta una cruceta

Las dimensiones de las crucetas y la ubicación de concentración de cargas se muestran en la fig. 3.2



**Fig. 3.2**  
**Dimensiones y aplicación de cargas en las crucetas**

Donde:

- Largo (L) : 240 cm
- Ancho (b) : 10.2 cm
- Alto (h) : 12.7 cm
- Diámetro Perno ( $a_p$ ) : 1.6 cm

Las cargas verticales aplicadas a las crucetas son: el peso de los cables, aisladores, y se considera de una persona con herramientas.

El peso total aplicado debe ser menor a la carga vertical admisible por la cruceta .

**a1) Fuerza vertical máxima admisible en condición normal ( $F_{cvan}$ )**

Para calcular las fuerzas se aplica las fórmulas basado en el libro "Diseño en Ingeniería mecánica" [7] que son:

$$F_{cvan} = P_{cvmax} / c.s. \quad (3.23)$$

**- Peso vertical máximo ( $P_{cvmax}$ )**

Por igualdad de momentos respecto al brazo de torsión se obtiene:

$$P_{cvmax} = \sigma_{max} \cdot W / d \quad (3.24)$$

**- Módulo de sección (W)**

$$W = \frac{b \times h^2}{6} \quad (3.25)$$

$$W = 274.19 \text{ cm}^3$$

- Esfuerzo máximo de flexión ( $\sigma_{max}$ ) : 501 kg/cm<sup>2</sup> (dato)

Aplicando la fórmula 3.24 se obtiene:

$$P_{cvmax} = 501 \times 274.19 / 60 = 2289.5 \text{ kg}$$

Aplicando la fórmula 3.23 se obtiene:

$$F_{cvan} = 2289.5/4 = 572.4 \text{ kg}$$

## a2 ) Fuerzas verticales aplicadas

Las cargas verticales aplicadas en el caso más desfavorables, son:

- Peso del conductor + cruceta : 200 kg
- Peso de los aisladores+accesorios : 66 kg
- Peso de persona con herramientas : 100 kg

Es conforme, ya que el peso total que se aplica es de 366 kg el cual es menor a 572.4 kg que es la fuerza admisible por la cruceta

## b) Fuerza vertical máxima para doble cruceta ( $F_{2cvan}$ )

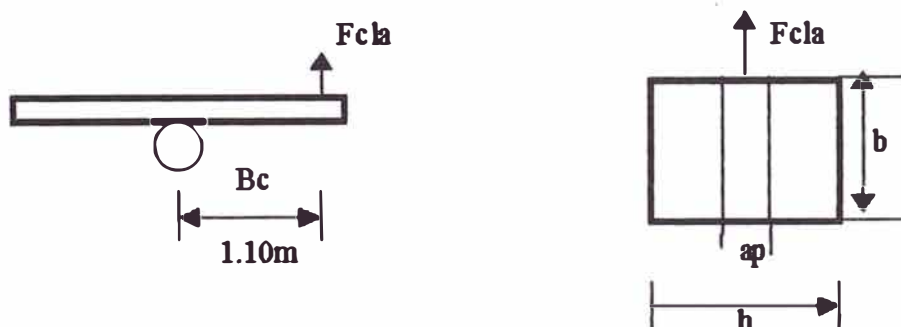
$$F_{2cvan} = 2 F_{cvan} \quad (3.26)$$

$$F_{2cvan} = 1144.8 \text{ kg}$$

## c) Fuerza Longitudinal máxima que soporta una cruceta ( $F_{cla}$ )

La fuerza longitudinal máxima admisible en caso rotura de conductor ( $F_{cla}$ ) de acuerdo a las dimensiones de la cruceta indicadas en la fig. 3.3 se obtiene aplicado la fórmula:

$$F_{cla} = \frac{T_{L \text{ max}}}{C.S.} \quad (3.27)$$



**Fig. 3.3**  
Aplicación de fuerza y dimensiones de cruceta

Donde :

$B_c$  : Brazo de cruceta = 1.10 m

**- Tiro longitudinal máximo ( $T_{L_{max}}$ )**

Por igualdad de momentos respecto al brazo de torsión se obtiene:

$$T_{L_{max}} = \sigma_{max} W_1 / Bc \quad (3.28)$$

**- Módulo de sección ( $W_1$ )**

$$W_1 = \frac{(h - a_p) \times b^2}{6} \quad (3.29)$$

$$W_1 = 192.5 \text{ cm}^3$$

Aplicando la fórmula 3.28 se obtiene el tiro longitudinal máximo de:

$$T_{L_{max}} = 877 \text{ kg}$$

Aplicando la fórmula 3.27 se obtiene que el tiro longitudinal máximo que puede soportar una cruceta es de:

$$F_{cia} = 877 / 2 = 438.50 \text{ kg}$$

Para el caso más desfavorable se presenta en la rotura de un cable de 120 mm<sup>2</sup>, produciendo una fuerza de 405 kg, que representa el 50% de la tensión del cable. Por lo tanto es conforme para estructuras de cambio de dirección ya que fuerza aplicada es menor a 438.50 kg. Para estructuras de fin de línea se debe utilizar doble cruceta.

**3.3.6 Vano Máximo Gravante ( $A_g$ )**

El vano máximo gravante se determina por el peso vertical máximo admisible que soporta la cruceta.

$$A_g = (F_{cvan} - P_1') / W_{cr} \quad (3.30)$$

$F_{cvan}$  : Peso máximo admisible que soporta la cruceta (kg)

$A_g$  : Vano máximo gravante (m)

$W_{cr}$  : Peso resultante del conductor (kg/m)

$P_1'$  : Peso del aislador y accesorios + peso del hombre con herramientas(kg)

Caso Crítico : Conductor de  $120 \text{ mm}^2$

$W_{cr} : 0.3315 \text{ kg/m}$

$P_i : 130 \text{ kg}$

$A_g = (763.17 - 130) / 0.3315 = 1910 \text{ m.}$

### 3.3.7 Tamaño del poste (Hp)

Para calcular el tamaño del poste se ha considerado las distancias que se indican en la

Fig. 3.4

$$H_p = d + f_{\max} + h_t + h_e \quad (3.31)$$

$$h_e = 0.60 + \frac{H_p}{10} \quad (3.32)$$

Donde:

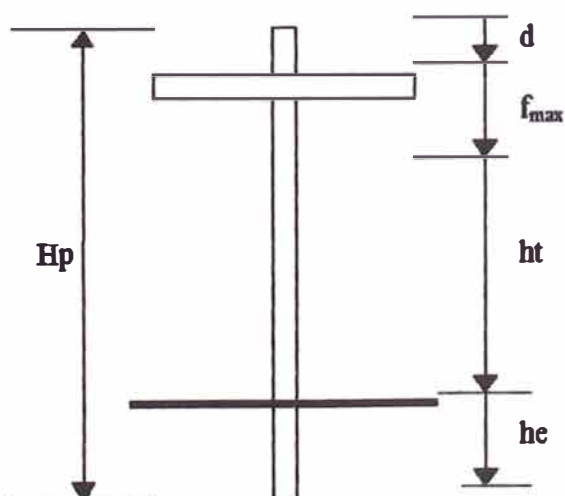
$H_p$  : Altura de poste

$f_{\max}$  : Flecha máxima

$h_t$  : Altura mínima sobre el terreno

$h_e$  : Longitud de empotramiento

$d$  : Distancia de la punta del poste al conductor mas bajo



**Fig. 3.4**  
Distancias a considerar en el poste

Para calles y caminos con circulación de maquinaria agrícola se considera:

$$h_t = 6 \text{ metros}$$

La distancia entre conductores para conductores mayores de  $35 \text{ mm}^2$  se considera:

$$d = 0.0076 \times KV + 0.37 \sqrt{f} \quad (3.33)$$

Donde " f " es la flecha máxima en metros y " kV " es la tensión de la línea.

Según recomendaciones del MEM/DEP se considera:

$$d = 0.70 \text{ m (para vanos hasta de 100 m)}$$

$$d = 1.00 \text{ m (para vanos entre 101 y 300 m)}$$

Teniendo en cuenta el uso de poste de madera de 12 y 16 metros las flechas máxima serán de:

**a) Para estructuras de Simple Terna**

$$\text{Postes de 12 metros y vanos hasta 100 m} \quad : \quad f_{\text{max}} = 3.50 \text{ m}$$

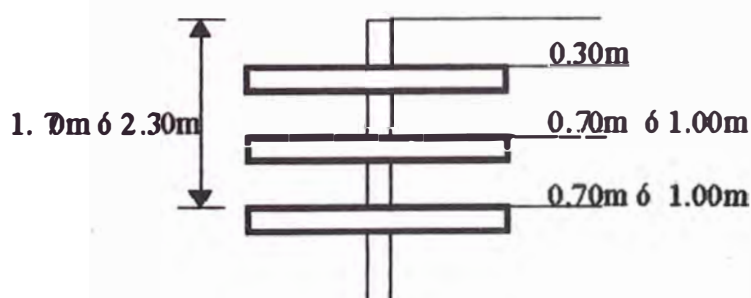
$$\text{Poste de 12 metros y vanos mayores de 100 m} : f_{\text{max}} = 3.20 \text{ m}$$

$$\text{Postes de 16 metros y vanos hasta 100 m} \quad : \quad f_{\text{max}} = 7.10 \text{ m}$$

$$\text{Postes de 16 metros y vanos mayores de 100 m} : f_{\text{max}} = 6.80 \text{ m}$$

**b) Para estructuras de doble terna**

En la Fig. 3.5 se muestra las disposiciones y distancias de los conductores para las estructuras de doble terna.



**Fig. 3.5**

Disposición de las crucetas y distancias para Doble Terna

Las flechas máximas para doble armado son:

Postes de 12 metros y vanos hasta 100 m :  $f_{\max} = 2.50$  m

Poste de 12 metros y vanos mayores de 100 m :  $f_{\max} = 1.90$  m

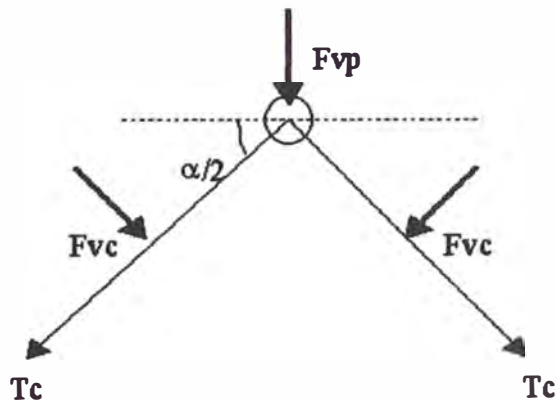
Postes de 16 metros y vanos hasta 100 m :  $f_{\max} = 6.10$  m

Postes de 16 metros y vanos mayores de 100 m :  $f_{\max} = 5.50$  m

### 3.3.8 Cálculos de Fuerzas y Momentos

El momento resistente del poste debe ser mayor que el momento aplicado por las fuerzas actuantes.

En la Fig. 3.6 se muestran las fuerzas que actúan en los cables y en el poste, los cuales producirán un momento que debe ser equilibrado para otorgar la seguridad respectiva.



**Fig. 3.6**  
Fuerzas aplicadas al poste y cables

#### a) Momento Resistente del poste sometido a flexión ( $M_r$ )

En el caso de postes de madera, se considera que la sección más débil la que ubica a nivel del terreno, debido a su mayor contenido de humedad, además es la zona que está expuesta a desgaste por agente externo.

El momento resistente de un poste circular sometido a flexión, como en el caso de una viga en voladizo es:

$$M_r = 3.13 \times 10^{-5} \times \sigma \times C^3 \quad (3.34)$$



Donde :

$M_r$  : Momento aplicado a nivel del suelo (kg- m)

$\sigma$  : Esfuerzo en el poste (kg /cm<sup>2</sup>)

$C$  : Circunferencia del poste a nivel del suelo (cm)

- El Momento Resistente máximo del poste ( $M_r \max$ )

$$M_r \max = 3.13 \times 10^{-5} \sigma_{\max} C^3 \quad (3.35)$$

Según las características del poste, indicadas en la tabla 3.10, el esfuerzo máximo de flexión es:  $\sigma_{\max} = 501 \text{ Kg / cm}^2$

**b) Fuerzas Horizontales y sus Momentos resultantes**

**b1) Fuerza del viento en el Poste ( $F_{vp}$ )**

$$F_{vp} = P_v \times A_{pv} \quad (3.36)$$

$$P_v = 0.0042 V^2 \quad (3.37)$$

$$A_{pv} = \frac{H_{pv}(d_o + d_e)}{2} \quad (3.38)$$

$$d_e = \frac{d_o + (d_b - d_o)H_{vp}}{H} \quad (3.39)$$

Donde :

$P_v$  : Presión del viento sobre superficies cilíndricas (kg / m<sup>2</sup>)

$F_{vp}$  : Fuerza del viento en poste (kg)

$V$  : Velocidad del viento (km / h)

$A_{pv}$  : Área del poste donde actúa la fuerza del viento (m)

$d_e$  : Diámetro del poste en la línea de empotramiento (m)

$d_b$  : diámetro del poste en su base (m)

$d_o$  : diámetro del poste en la punta (m)

$H_{pv}$  : Altura del poste expuesto al viento (m)

**H** : Altura del poste ( m )

**b2) Fuerza total de los conductores en el poste ( F ct )**

$$F_{ct} = F_{vc} + F_c \quad (3.40)$$

$$F_{vc} = V_v \times D_c \times P_v \times \cos(\alpha / 2) \quad (3.41)$$

$$F_c = 2 T_c \times \text{sen}(\alpha / 2) \quad (3.42)$$

Donde:

**Fvc** : Fuerza del viento en los conductores ( kg )

**Vv** : Vano viento ( m )

**Dc** : Diámetro del conductor ( m )

**Fc** : Fuerza debido al tiro máximo del conductor ( kg )

**Tc** : Carga del conductor ( kg )

**$\alpha$**  : Angulo de desvío topográfico

**b3) Momentos aplicados al poste en condición Normal ( Mr ):**

$$M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c \quad (3.43)$$

$$M_{vp} = F_{vp} \times Z \quad (3.44)$$

$$M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6) \quad (3.45)$$

$$M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6) \quad (3.46)$$

$$Z = \frac{H p_v (d_e + 2 d_o)}{3(d_e + d_o)} \quad (3.47)$$

Donde:

**Mvp** : Momento de la fuerza del viento en el poste

**Mvc** : Momento de la fuerza del viento en los conductores

**Mc** : Momento del Tiro de los conductores

**Z** : Altura equivalente donde actúa la fuerza del viento en el poste

**$h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6$**  : Altura de los cables

**b4) Momento aplicado al poste en condición Anormal ( $M_r$ ):**

Los momentos aplicados por la rotura de un conductor son:

$$M_r = \frac{M_{feq}}{2} + 0.5(M_{feq}^2 + M_{tor}^2)^{0.5} \quad (3.48)$$

$$M_{tor} = 0.5 T_c \times B_c \times \cos(\alpha/2) \quad (3.49)$$

$$M_{feq} = \sqrt{M_{fl}^2 + M_{ft}^2} \quad (3.50)$$

$$M_{fl} = 0.5 T_c \times h_1 \times \cos(\alpha/2) \quad (3.51)$$

$$M_{ft} = 0.5 W_c \times V_v \times B_c \quad (3.52)$$

Donde:

$M_{feq}$  : Momento flector equivalente

$M_{fl}$  : Momento flector longitudinal

$M_{ft}$  : Momento flector transversal

$M_{tor}$  : Momento torsor debido a la rotura de conductor

$B_c$  : Brazo de cruzeta

**b5) Esfuerzo que se puede aplicar al poste ( $\sigma_{ap}$ )**

De la fórmula 3.34 se obtiene:

$$\sigma_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} C^3)$$

En conclusión el esfuerzo que se puede aplicar al poste ( $\sigma_{ap}$ ) es:

$$\sigma_{ap} \leq \sigma_{max} / c.s \quad (3.53)$$

Teniendo en cuenta los factores de seguridad, para las diferentes condiciones de trabajo se

tiene :

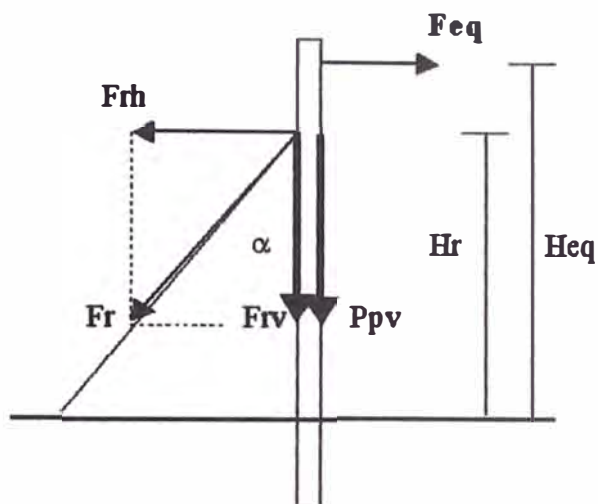
- Para condiciones normales :  $\sigma_{ap} \leq 501 / 3 = 167 \text{ kg/cm}^2$

- Para condiciones anormales :  $\sigma_{ap} \leq 501 / 2 = 250.50 \text{ kg/cm}^2$

**c) Fuerzas verticales aplicada y su carga crítica**

**c1) Fuerzas Verticales aplicada ( $F_{vert}$ )**

Las fuerzas verticales que soporta el poste se muestran en la Fig. 3.7



**Fig. 3.7**

Fuerzas verticales en el poste de madera

Las fuerzas que se presentan son:

$$F_{vert} = F_{rv} + P_{pv} \quad (3.54)$$

$$F_{rv} = \frac{F_{rh}}{\operatorname{tg}(\alpha_r)} \quad (3.55)$$

$$F_{rh} = \frac{F_{eq} \times h_{eq}}{h_r} \quad (\text{Por equilibrio de momentos}) \quad (3.56)$$

Donde:

$P_{pv}$  : Peso total accesorios (cable, aisladores, crucetas, trabajador, otros)

$F_{rv}$  : Fuerza vertical de la retenida

$\alpha_r$  : Angulo del cable de retenida con el poste

$F_{rh}$  : Fuerza horizontal de la retenida

$h_{eq}$  : Altura a 0.30 m de la punta del poste

$F_{eq}$  : Fuerza equivalente a 0.30m del poste

$h_r$  : Altura de aplicación de la retenida

## c2) Carga crítica debida a la carga de compresión ( Pcri )

La carga crítica del poste debido a la compresión, según la Norma MEM-501 esta dada por:

$$P_{cri} = \frac{\Pi^2 \times E_p \times I}{(K \times h_r)^2} \quad (3.57)$$

$$I = \frac{\Pi \times d_e^4}{64} \quad (3.58)$$

Donde:

$E_p$  : Módulo de elasticidad del poste ( kg /cm<sup>2</sup> )

$I$  : Momento de Inercia del poste (cm<sup>4</sup>)

$K$  : Factor que depende de la fijación del poste (  $K = 1.5$  )

$d_e$  : Diámetro en la línea de empotramiento (cm)

En conclusión la fuerza vertical aplicada (Fvert) debe ser menor o igual a tres veces la carga crítica ( 3 Pcr)

Los cálculos y resultados de las fuerzas y momentos que soporta los postes, se muestran en el Anexo "A"

### 3.4 Cálculo del bloque de anclaje

Para calcular el bloque nos basamos en el libro indicado anteriormente con [6], se aplica la fórmula:

- Volumen del tronco de pirámide ( Vp )

$$V_p = 1/3 \text{ Hb} [ (B + 2C)^2 + B^2 + (B + 2C) B ] \quad (3.59)$$

$$C = \text{Hb} \text{ Tang } 37^\circ \quad (3.60)$$

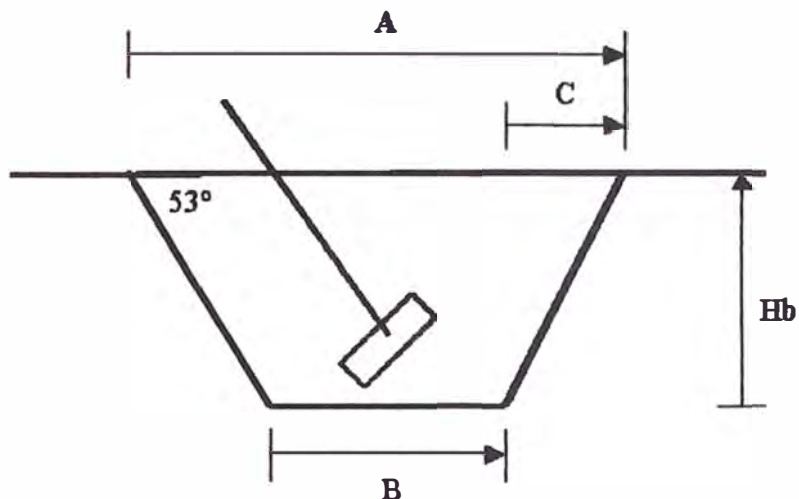
$$C = 0.7 \text{ Hb}$$

Si Consideramos

$$B = 4 \text{ dm}$$

El volumen del tronco de pirámide sería:

$$V_p = 0.65 H_b^3 + 5.6 H_b^2 + 16 H_b \quad (3.61)$$



**Fig. 3.8**  
Dimensiones del blo que de anclaje

Para el terreno el peso específico es:  $W_e = 1.4 \text{ kg /dm}^3$

El Tiro máximo de la retenida es de :  $T_{\max} = 3500 \text{ kg}$

El volumen necesario es:

$$V_p = T_{\max} / W_e \quad (3.62)$$

$$V_p = 2500 \text{ dm}^3$$

Aplicando la formula 3.61 se obtiene la profundidad requerida:

$$H_b = 12.84 \text{ dm}$$

La longitud enterrada de la varilla (  $L_e$  ) será:

$$L_e = H_b / \cos (37^\circ) \quad (3.63)$$

$$L_e = 1.608 \text{ m}$$

- La longitud de la varilla (  $L_v$  ) será

$$L_v = L_e + L_t + L_f \quad (3.64)$$

$$L_e : \text{Longitud enterrada} \quad : 1.61 \text{ m}$$

$$L_t : \text{Longitud que sobresale del terreno} \quad : 0.30 \text{ m}$$

$$L_f : \text{Longitud para ferretería} \quad : 0.20 \text{ m}$$

$L_v = 2.11 \text{ m}$

Se elige una vanilla de 2.40 metros

### **3.5 Diseño de las fundaciones de los postes**

#### **3.5.1 Tipos de fundación**

Debido a los tipos de suelo que existen se debe utilizar cuatro tipos de fundación.

##### **- Fundación I**

Se empleará cuando sea un suelo de arena y grava bien graduada densa y/o con presencia de arcilla dura.

La capacidad del suelo varía en un rango de 2.45 a 3.45  $\text{kg/cm}^2$ .

En este caso el poste será fundado en el terreno natural, rellenado y compactado con material propio.

##### **- Fundación II**

En este caso el suelo está compuesto por arcilla semi dura, arenas poco densas, terreno no saturado.

La capacidad portante del terreno varía de 1.90 a 2.45  $\text{kg/cm}^2$

Se considera dos casos:

Poste de simple tema, ira directamente empotrado en el terreno

Poste de doble tema, el poste se colocara sobre una loza de concreto armado de  $0.70 \times 0.70 \times 0.10 \text{ m}^3$  a fin de que la carga sea distribuida en una mayor área de sustentación.

En ambos casos el relleno y compactado será con material propio.

##### **- Fundación III**

Es el caso crítico y se empleará cuando el suelo está compuesto por arena y arcillas saturadas.

La capacidad portante del terreno varía de 0.50 a 1.90  $\text{kg/cm}^2$ .

En este caso el poste ira sobre la misma losa de concreto pre fabricada empleada en la fundación II. Adicionalmente se unirá al poste, listones de madera (vigas principales) de 4" x 5" x 90 cm en forma transversal al eje de la línea. Estos listones se colocarán en la parte baja y alta del hoyo de fundación. Estos listones trabajarán como vigas en voladizo y proporcionan un par de fuerzas que contrarrestan al momento que resulta en el instante que se rompe uno de los conductores.

En el otro sentido se colocaran listones de madera de 2"x2"x 60 cm amarrados a los principales con soga de naylón de ¼", esto significa que las dos vigas principales trabajaran en conjunto y permanecerán unidas al poste. La madera que se empleara será tratada embreada.

#### - Fundación IV

Se considera como caso excepcional y se empleara igual que la fundación III con la diferencia que el poste estará ubicado al borde de los terraplenes que separan las pozas de aguas. En este caso se empleara un muro de piedra emboquillado, con mortero de cemento en relación 1:10.

#### 3.5.2 Cálculos de las fundaciones

Consiste verificar la estabilidad del poste cuando soporta las fuerzas producidas por las cargas permanentes, según las características del suelo y el bloque de cimentación del poste.

Como los postes son de madera, podrán ser directamente empotrados en el terreno ó fijados a la excavación mediante material de relleno

Entonces se deberá cumplir la relación siguiente:

Momento Actuante ( $M_{act}$ ) ≤ Momento resistente ( $M_{rest}$ )

$$F_{eq} (H_{eq} + h_e) \leq \frac{P}{2} \left( a - \frac{4P}{3b\sigma} \right) + R \times b \times h_e^3 \quad (3.65)$$



$$P = P_c + \sum F_{vert} \quad (3.66)$$

**Volumen enterrado del poste (V<sub>pe</sub>)**

$$V_{pe} = \frac{\pi}{12} h_e (d_e^2 + d_b^2 + d_e \times d_b) \quad (3.67)$$

**Volumen del macizo (V<sub>t</sub>)**

$$V_t = a \times b \times h_e \quad (3.68)$$

**Volumen de la cimentación (V<sub>c</sub>)**

$$V_c = V_t - V_{pe} \quad (3.69)$$

**Peso de la Cimentación (P<sub>c</sub>)**

$$P_c = V_c \times P_{esp} \quad (3.70)$$

**Donde :**

**F<sub>eq</sub>** : Fuerza máxima aplicada a 30 cm de la punta del poste

**H<sub>eq</sub>** : Altura de la F<sub>eq</sub> hacia la línea de empotramiento (9.90 m)

**h<sub>e</sub>** : Longitud de empotramiento (1.80 m)

**a, b** : Lado de la superficie del macizo (a= b= 0.90 m)

**P** : Suma del peso del macizo más las fuerza verticales

**P<sub>c</sub>** : Peso del macizo

**F<sub>vert</sub>** : Fuerzas verticales que soporta el poste

**σ** : Presión máxima admisible del terreno (1.5 kg/cm<sup>2</sup>)

**R** : Coeficiente de compresibilidad (960 kg/m<sup>3</sup>)

**d<sub>e</sub>** : Diámetro del poste en la línea de empotramiento (0.256 m)

**d<sub>b</sub>** : Diámetro del poste en su base (0.30 m)

**P<sub>esp</sub>** : Peso específico del material macizo (1418 kg/m<sup>3</sup>)

En el caso más desfavorable las fuerzas verticales (F<sub>vert</sub>) aplicadas al poste en el armado

2CPA1-3 son:

- Peso del poste + crucetas      480 kg
- Peso de aisladores + ferretería   132 kg
- Peso de los conductores          136 kg
- Peso del trabajador                100 kg

La suma de las fuerzas verticales es de 848 kg.

Así mismo, en este Armado 2CPA1-3, el momento resultante en la línea a tierra es de 4046 kg-m, lo cual nos da:

$$F_{eq} \times H_{eq} = F_{eq} \times 9.90 = 4046 \text{ kg-m}$$

$$F_{eq} = 409 \text{ kg}$$

En la tabla 3.13 se muestran los resultados de los momentos.

**Tabla N° 3.13**  
Momento actuante y momento resistente

<i>V<sub>pe</sub></i> (m <sup>3</sup> )	<i>V<sub>l</sub></i> (m <sup>3</sup> )	<i>V<sub>c</sub></i> (m <sup>3</sup> )	<i>P<sub>c</sub></i> (kg)	<i>F<sub>vert</sub></i> (kg)	<i>M<sub>act</sub></i> (Kg-m)	<i>M<sub>rest</sub></i> (Kg-m)
0.1095	1.458	1.348	1911.5	848	4785	5904

Los resultados muestran que el momento resistente es mayor que el momento actuante, por lo tanto es conforme.

Para el tipo de fundación II con uso de losa de concreto se analiza cuando actúan las retenidas, que este caso a las fuerzas verticales se suma el tiro vertical de la retenida que es de 1409 kg.

El peso total sería: 2257 kg.

Luego el esfuerzo transmitido al terreno en la base del poste es:

$$Esf = \text{Peso total} / \text{área de base del poste} \tag{3.71}$$

$$Esf = 2257 / 706.9 = 3.19 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

Siendo el esfuerzo transmitido al terreno mayor a tres, se debe adicional una losa de concreto armado de 0.70x0.70x0.10 m, para ampliar la superficie de sustentación.

Considerando la losa cuyo peso es de 90 kg tenemos.

$$Esf = (2257 + 90) / (70 \times 70) = 0.48 \text{ kg / cm}^2$$

Lo cual es conforme, por lo tanto se debe colocar losas de concreto donde no cumpla con lo mínimo requerido para cada tipo de terreno.

### 3.5.3 Esfuerzo transmitido al terreno por las vigas de madera

En el caso que el terreno lo requiera se debe colocar vigas de madera para conseguir fuerzas estabilizadoras que contrarresten el momento que se produciría en el caso de rotura de un conductor.

#### a) Momento actuante a nivel de la línea de empotramiento ( $M_a$ )

$$M_a = T \times h_2 \quad (3.72)$$

$H_2$  : distancia del conductor a la línea empotramiento = 9.90 metros

$T$  = Carga horizontal instantánea debido a rotura de un conductor

$$T = 0.2 T_{\text{max}}$$

$T_{\text{max}}$  : Tiro máximo del conductor = 810 kg

$$T = 162 \text{ kg}$$

$$M_a = 162 \times 9.90 = 1604 \text{ kg - m}$$

#### b) Fuerza Estabilizadora ( $F_{\text{est}}$ )

$$F_{\text{est}} = M / H_e$$

$H_e$  : Longitud de empotramiento = 1.80 m

$$F_{\text{est}} = 1604 / 1.80 = 891 \text{ kg}$$

#### a) Esfuerzo máximo transmitido al terreno por la viga ( $\sigma_t$ )

$$\sigma_t = F_{\text{est}} / A_p \quad (3.73)$$

$A_p$  : Área de apoyo de la viga en el terreno

Si empleamos una viga de dimensiones:

$$a = 12.5 \text{ cm} , b = 10 \text{ cm} , l = 90 \text{ cm}$$

El área de apoyo de la viga será:

$$A_p = a \times l = 12.5 \text{ cm} \times 90 \text{ cm} = 1125 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo máximo transmitido al terreno es:

$$\sigma_t = 891 / 1125 = 0.79 \text{ kg/cm}^2$$

Es conforme, ya que el esfuerzo máximo transmitido por la viga al terreno, es menor a 1 kg/cm del terreno.

#### 3.5.4 Cálculo del Esfuerzo máximo sobre la madera ( $\sigma_{\text{mad}}$ )

$$\sigma_{\text{mad}} = M C / I \quad (3.74)$$

- Momento de Inercia de la sección de la viga (I)

$$I = a b^3 / 12 = 1042 \text{ cm}^4 \quad (3.75)$$

- Distancia de la fibra más lejana al eje neutro de la viga (C)

$$C = b / 2 = 5 \text{ cm} \quad (3.76)$$

- Carga uniforme distribuida sobre la viga ( $W_m$ )

La viga trabajara como una viga con un apoyo central y voladizo en ambos lados.

$$W_m = \sigma_t \times a \quad (3.77)$$

$$W_m = 0.79 \times 12.5 = 9.875 \text{ kg/cm}$$

- Momento actuante en el punto de análisis (M)

$$M = W_m \times (l/2)^2 / 2 \quad (3.78)$$

$$M = 9.875 \times (90/2)^2 / 2 = 9998.4 \text{ kg-cm}$$

Reemplazando valores en la fórmula 3.69, tenemos:

$$\sigma_{\text{mad}} = 9998.4 \times 5 / 1042 = 47.98 \text{ kg/cm}^2$$

Es conforme, el esfuerzo actuante que soporta la viga de  $47.98 \text{ kg/cm}^2$ , es menor a  $501 \text{ Kg/cm}^2$  que es el esfuerzo máximo a la flexión de la viga.

### 3.6 Sistema de Puesta a Tierra

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la estructuras debe ser de 25 ohm de acuerdo a las recomendaciones del Ministerio de Energía y Minas (MEM).

La selección de la configuración de la puesta a tierra se efectúa en función de la resistividad del terreno, por lo tanto se ha definido las siguientes disposiciones de puesta a tierra:

#### a) Disposición I

Con una varilla copperweld de  $5/8''$  de diámetro, colocada en disposición vertical.

La resistencia de puesta a tierra ( R ) es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi \times L} \left( \ln \frac{4L}{r} - 1 \right) \quad (3.79)$$

Donde:

L : Longitud de la varilla = 2.40 m

r : radio de la varilla = 0.00794 m

$\rho$  : Resistividad del terreno ( Ohm - m)

$$R = 0.404 \rho$$

La Resistencia de puesta a tierra de dos varillas en paralelo (  $R_2$  ) se obtiene:

$$R_2 = R \left( \frac{1 + \alpha}{2} \right) \quad (3.80)$$

$$\alpha = \frac{r_0}{a} \quad (3.81)$$

$$r_0 = \frac{L}{\ln \left( \frac{4L}{d} \right)} \quad (3.82)$$

Donde:

$d$  : Diámetro de la varilla (0.016 m)

$a$  : Separación entre varillas (3 m)

La resistividad del terreno en la zona del proyecto varía de 30 a 100 Ohm-m, por lo que debe realizarse las medidas y proceder a instalarse la puesta a tierra según las condiciones del terreno.

En los lugares donde la resistividad es elevada y no se puede obtener la resistencia de puesta a tierra permitida, se debe instalar en paralelo otro electrodo de varilla.

#### b) Disposición II

Consta de conductor de cobre de  $16\text{mm}^2$ , temple blando, enterrado a una profundidad “ $p$ ” en disposición de anillo.

La resistencia de puesta a tierra ( $R$ ) es:

$$R = \frac{\rho}{2\pi^2 \times D} \left( \ln\left(\frac{4D}{r}\right) + \ln\left(\frac{2D}{p}\right) \right) \text{ Ohmios} \quad (3.83)$$

Donde:

$D$  : Diámetro del anillo = 0.90 m

$r$  : Radio del conductor = 0.00226 m

$\rho$  : Resistividad del terreno (Ohm-m)

$p$  : Profundidad de enterramiento = 1.80 m

$$R = 0.415 \rho$$

## **CAPÍTULO IV**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

#### **4.1 Postes de madera**

Los postes de madera serán de especie forestal “Pino amarillo del sur”, cuyas características mecánicas serán igual o superiores a las del grupo “D”, según la Norma peruana ITINTEC 251.022.

La madera de los postes debe ser sana, sin materiales extraños, pudriciones, apollados e imperfecciones tales como abolladuras, hendiduras, rajaduras, grietas, curvaturas, torceduras o nudos viciosos. Serán especialmente seleccionados con relación a su verticalidad y conicidad.

Tendrán tratamiento preservante, para evitar la pudrición, mediante la aplicación de algunas de las siguientes tratantes:

- Sustancias hidrosolubles sobre la base de cromo, cobre y arsénico.
- Sustancias hidrosolubles sobre la base de cromo, cobre y boro.
- Sustancia hidrosoluble a base de cobre, arsénico y solución amoniacal.
- Pentaclorofenol.

Los postes tendrán las características siguientes:

- Longitud (m)	:16	12
- Clase	:4	5
- Grupo	:D	D
- Diámetro mínimo en la cabeza (cm)	:16.9	14.3
- Diámetro mínimo en la línea de tierra (cm)	:30.3	25.6

- Esfuerzo máximo de flexión (kN/cm <sup>2</sup> )	: 4.91	4.91
- Carga de rotura a 0.30 m de la cabeza (kN)	: 10.68	8.44
- Módulo de elasticidad (kN/cm <sup>2</sup> )	: 1214	1214
- Método de tratamiento preservante	: Vacío - presión	

Todos los postes deberán llevar las marcas siguientes:

- Longitud del poste
- Clase y grupo ( o especie forestal)
- Método de tratamiento
- Año de fabricación

Las marcas serán impresas o estampadas sobre un disco o placa metálica que será fijada en el poste a 4.50 metros de la base. El fabricante podrá proponer otros sistemas de identificación.

#### 4.2 Crucetas

Las crucetas provendrán de troncos rectos y en forma tal que las fibras sean sensiblemente paralelas al eje longitudinal de la pieza. Serán fabricadas a partir del duramen de la madera del árbol, por lo tanto se rechazarán las piezas que presenten parte de la corteza. El tipo de madera será "tornillo" y serán sometidas a tratamiento preservante aplicado por el método de Vacío-Presión. Las crucetas serán cortadas, cepilladas y taladradas antes de ser sometidas al tratamiento preservante.

Se podrán utilizar algunas de las siguientes sustancias tratantes:

- Sustancias hidrosolubles sobre la base de cromo, cobre, arsénico y solución amoniacal.
- Pentacloro fenol.

Las crucetas serán rectas y conveniente escuadradas, se admitirá una flecha máxima o deformación por alabeo igual a una centésima parte de la longitud, cuando la pieza este curvada



Las crucetas tendrán las siguientes características:

- Esfuerzo mínimo de flexión (kN/cm<sup>2</sup>) : 4.91
- Módulo de elasticidad (kN/cm<sup>2</sup>) : 1216
- Esfuerzo de aplastamiento paralelo a la fibra (kN/cm<sup>2</sup>) : 4.91
- Tendrán las siguientes dimensiones : 102 x 127 x 2400 mm.

#### 4.3 Aisladores Tipo Pin

Los aisladores tipo Pin serán de porcelana, de superficie exterior vidriada.

Tendrán las siguientes características:

- Clase ANSI : 56.4
- Material dieléctrico : Porcelana
- Longitud de línea de fuga : 685
- Resistencia en voladizo (kN) : 13
- Tensión disruptiva a baja frecuencia
  - . En seco : 140 kV
  - . Bajo lluvia : 95 kV
- Tensión disruptiva crítica al impulso
  - . Positiva : 225 kVp
  - . Negativa : 310 kVp
- Tensión de perforación : 185 kV

#### 4.4 Aisladores de Tipo Suspensión

Los aisladores de suspensión serán de porcelana de superficie exterior vidriada.

Tendrán las siguientes características:

- Clase ANSI : 52.3
- Material dieléctrico : Porcelana
- Material metálico : Hierro maleable o acero forjado

- Material del pasador : Bronce fosforoso o acero inoxidable
- Conexión : Bola- casquillo
- Línea de fuga : 292 mm
- Diámetro máximo : 273 mm
- Color : Marrón
- Resistencia electromecánica combinada: 67 kN
- Resistencia mecánica al impacto : 55 N-m
- Resistencia a una carga continua : 44 kN
- Tensión disruptiva a baja frecuencia
  - . En seco : 80 kV
  - . Bajo lluvia : 50 kVp
- Tensión disruptiva crítica al impulso
  - . Positiva : 125 kVp
  - . Negativa : 130 kVp
- Tensión de perforación : 110 kV

#### **4.5 Conductores de aleación de aluminio**

Los conductores de aleación de aluminio engrasado, serán fabricado con alambres de aleación de aluminio-magnesio-silicio y cumplirán las prescripciones de la Norma ASTM B398.

Estarán compuesto de alambres cableados concéntricamente y de un alambre central.

Los alambres de la capa exterior serán cableados a la mano derecha. Las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

Durante de fabricación y almacenaje deberá tomarse precauciones para evitar la contaminación del aluminio por el cobre u otros materiales.

Las características de los conductores se indican en la Tabla 4.1

**Tabla N° 4.1**  
**Características de los conductores de aleación de aluminio - AAAC**

<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>120</b>	<b>70</b>	<b>50</b>
<b>Diámetro (mm)</b>	14.47	10.75	9.06
<b>Carga de rotura (kg)</b>	3335	1989	1509
<b>Coefficiente de resistencia (1/°C)</b>	0.00344	0.00344	0.00344
<b>Módulo de elasticidad kg/mm<sup>2</sup></b>	6200	6200	6200
<b>Peso unitario (kg)</b>	0.3315	0.190	0.138
<b>Resistencia (Ohm/km)</b>	0.275	0.49	0.62
<b>Material</b>	AAAC	AAAC	AAAC

El conductor debe ser entregado en carretes de madera de suficiente robustez, debidamente cerrado con listones de madera, para proteger el conductor de cualquier daño durante su transporte. La superficie interna del carrete se protegerá con pintura a base de aluminio o bituminosa.

Luego de enrollarse el conductor en todo el ancho del carrete, se protegerá con una capa de papel impermeable alrededor y en contacto con toda su superficie.

Cada carrete de embalaje será marcado con la siguiente información:

- Nombre del propietario
- Nombre o marca del fabricante
- Número de identificación del carrete
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal en mm<sup>2</sup>
- Longitud del conductor en el carrete en metros
- Masa neta y total en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido de desenrollado.

#### **4.6 Espiga para aislador tipo Pin**

Los materiales para la fabricación de las espigas serán de hierro maleable o dúctil o acero forjado, de una sola pieza. El roscado en la cabeza de las espigas se harán utilizando una aleación de plomo de probada calidad.

Los materiales a utilizar serán de un grado y calidad tales que garanticen el cumplimiento de las características mecánicas establecidas en las normas ANSIC 135.17, ANSIC 135.22.

Las espigas serán galvanizadas en caliente después de su fabricación y antes del vaciado de la rosca de plomo, tendrán una superficie suave y libre de irregularidades.

Las características son:

##### **a) Espiga recta para cruceta**

- Tipo de aislador	: 56.4
- Longitud total (mm)	: 431
- Longitud sobre la cruceta (mm)	: 254
- Longitud de empotramiento (mm)	: 178
- Diámetro de la espiga sobre la cruceta (mm)	: 28.6
- Diámetro de la espiga debajo de la cruceta (mm)	: 19
- Diámetro de la cabeza de plomo (mm)	: 35
- Carga de prueba a 10° de deflexión (kN)	: 9.36

##### **b) Espiga para cabeza de poste:**

- Tipo de aislador	: 56.4
- Longitud total (mm)	: 609
- Número de pernos de fijación	: 2
- Diámetro de la cabeza de plomo (mm)	: 35

- Carga de prueba a 10° de deflexión:

. Transversal ( kN )	: 6.67
. Longitudinal ( kN )	: 5.40

La cabeza de plomo de las espigas será protegida con un collar de cartón u otro material adecuado a fin de prevenir daños durante el manipuleo y el transporte.

Las espigas serán cuidadosamente embaladas en cajas de madera de dimensiones adecuadas. Cada caja deberá tener impresa la siguiente información:

- Nombre del propietario
- Tipo de material y cantidad
- Nombre del fabricante
- Peso neto y total

#### **4.7 Accesorios para cadena de aisladores**

**4.7.1 Adaptador horquilla – bola.-** Su fabricación será de acero forjado o hierro maleable, galvanizado en caliente. Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se indican y muestran en los planos del proyecto.

Las dimensiones del acoplamiento corresponden al ANSI tipo B.

**4.7.2 Adaptador Casquillo- ojo alargado.-** Serán de acero forjado o hierro maleable, galvanizado en caliente, con carga de rotura mínima de 70 kN. Tendrá la configuración geométrica y dimensiones que se muestran en los planos del proyecto. Las dimensiones de acoplamiento, corresponde al ANSI tipo B.

#### **4.8 Accesorios del conductor**

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

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades y cualquier otra alteración del material; deben ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o por la aplicación de una protección adecuada.

**4.8.1 Grapa de ángulo.-** Serán de aleación de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, resistente a la corrosión comprobada, tales como aluminio-magnesio, aluminio-silicio, aluminio-magnesio-silicio.

La carga de deslizamiento no será inferior al 20% de la carga de rotura del conductor para que el que esta destinada la grapa.

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

El rango del ángulo de utilización estará comprendido entre 30° y 90°.

La carga de rotura mínima de la grapa de suspensión será de 30 kN.

**4.8.2 Grapa de anclaje.-** Serán del tipo conductor pasante y fabricado con aleación de aluminio de primera fusión, resistente a la corrosión, tales como Al-Mg, Al-Si, Al-Mg-Si.

La carga mínima de rotura será de 70 kN.

Estará provista, como mínimo de 2 pernos de ajuste.

Las dimensiones serán las adecuadas para instalarse conductores de aleación de aluminio de 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> y 120 mm<sup>2</sup>.

**4.8.3 Grapa de doble vía.-** Serán de aluminio y estarán provista de 2 pernos de ajuste.

Deberá garantizar que la resistencia eléctrica del conjunto grapa –conductor no será superior al 75 % de la correspondiente a una longitud igual de conductor, por lo tanto, no producirá calentamiento superiores a los del conductor.

No emitirá efluvios y perturbaciones radioeléctricas por encima de valores fijados.

**4.8.4 Varilla de armar.-** Es del tipo preformado y fabricado de aleación de aluminio o de acero recubierto de aluminio. Sus dimensiones serán adecuado para conductor de aleación de aluminio de 50 mm<sup>2</sup>, 70 mm<sup>2</sup> y 120 mm<sup>2</sup>.

Tendrán por objeto proteger el punto de sujeción del conductor con el aislador tipo Pin, de los efectos abrasivos; así como de las descargas entre conductor y tierra que se podrían producir.

Serán simples y dobles y de longitudes adecuadas para cada sección de conductor.

**4.8.4 Cinta plana de armar.-** Su fabricación será de aluminio, de espesor 1.3 mm y de ancho 7.6 mm , servirá para protege al conductor cuando se instala con grapas de anclaje.

**4.8.5 Manguito de empalme.-** Serán de aleación de aluminio, del tipo compresión.

Tendrán una resistencia a la tracción no menor que el 95% de la de los conductores.

Todos los manguitos de empalme presentarán una resistencia eléctrica no mayor que la de los respectivos conductores. Estarán libres de todo defecto y no dañaran al conductor luego de efectuada la compresión pertinente.

**4.8.6 Manguito de reparación.-** Serán de aleación de aluminio del tipo compresión, apropiado para reforzar los conductores con alambre dañados.

**4.8.7 Pasta para aplicación de empalmes.-** El suministro de empalmes y reparación incluirá la pasta especial que se utilizara como relleno de estos accesorios.

La pasta será una sustancia químicamente inerte ( que no ataque a los conductores), de alta eficiencia eléctrica e inhibidor contra la oxidación.

De preferencia deberá suministrarse en cartuchos incluyendo todos los accesorios necesarios para realizar un correcto uso de ellas en los empalmes.

**4.8.8 Alambre de amarre.-** El alambre será de aluminio recocado de 16 mm<sup>2</sup>

**4.9 Cable de acero alumoweld para retenida.-** El cable para retenida será de alambre de aluminio soldado Alumoweld.

Tendrá las siguientes características:

- Sección real : 46.44 mm<sup>2</sup>
- Número de alambres : 7
- Sentido de cableado : Izquierdo.
- Diámetro exterior : 8.71 mm.
- Carga de rotura : 3 500 kg
- Peso del conductor : 308.9 kg/km.
- Resistencia eléctrica 20 °C : 1.84 Ohm/km.
- Módulo de elasticidad : 23,500 kg/mm<sup>2</sup>.

El galvanizado que se aplique a cada alambre será en base a la Norma ASTM B15-92.

El cable será entregado en carretes de madera, debidamente cerrado con listones de madera, para proteger el cable de acero durante su transporte.

#### **4.10 Accesorios metálicos para postes y crucetas**

**4.10.1 Pernos maquinados.-** Serán de acero forjado galvanizado en caliente. Las cabezas de los pernos, las tuercas y contratuercas serán cuadradas.

Los diámetros y longitudes de los pernos se indican en los planos del proyecto.

Las cargas de rotura mínima será

- Para pernos de 16mm : 55.29 kN
- Para pernos de 13 mm : 34.78 kN

El suministro incluirá una tuerca y una contratuerca.

**4.10.2 Perno con ojal.-** Serán de acero forjado, galvanizado en caliente, de 305 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

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

Las dimensiones se muestran en los planos del proyecto.



La carga de rotura mínima será de 55.29 kN. El suministro incluirá una tuerca cuadrada y una contratuerca.

**4.10.3 Tuerca – ojo.-** Serán de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente, adecuada para perno de 16 mm de diámetro. Su carga mínima de rotura será de 55.29 kN.

Las dimensiones se indican en los planos del proyecto.

**4.10.4 Perno tipo doble armado.-** Serán de acero galvanizado en caliente, totalmente roscado y provisto de cuatro tuerca cuadradas.

Sus dimensiones serán de 508mm de longitud y 16mm de diámetro y una carga de rotura mínima de 55.29 kN.

**4.10.5 Perno coche.-** Serán de acero galvanizado en caliente, con saliente cuadrado bajo la cabeza, de dimensiones de 13 mm x 152 mm , con tuerca cuadrada.

**4.10.6 Soporte separador de vértice de poste.-** Serán de acero galvanizado en caliente, fabricado con plancha de 70 mm x 6.40 mm sección.

**4.10.7 Tubo espaciador.-** Será un tubo de 38 mm de longitud y 19 mm de diámetro interior. Se utilizará conjuntamente con los espaciadores para espiga de cabeza de poste.

**4.10.8 Tirafón.-** Serán de acero forjado y galvanizado en caliente. Tendrán 102 mm de longitud y 13 mm de diámetro; la carga mínima de rotura será de 30 kN.

**4.10.9 Brazo angular .-** Son de acero galvanizado en caliente y se utilizarán para fijar la cruceta de madera al poste; fabricados de perfil angular de 38 x 38 x 6 mm de sección y 710 mm de longitud.

**4.10.10 Arandelas.-** Serán fabricadas de acero y tendrán las dimensiones siguientes:

- Arandela cuadrada curva: Dimensiones de 57mm de lado y 5 mm de espesor, con un agujero central de 18 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55.29 kN.

- Arandela cuadrada plana: Dimensiones de 57mm de lado y 5 mm de espesor, con un agujero central de 18 mm. Tendrá una carga mínima de rotura al esfuerzo cortante de 55.29 kN.

#### **4.11 Accesorios para retenidas**

**4.11.1 Varilla de anclaje.**- Serán fabricado de acero forjado y galvanizado en caliente.

Estará provisto de un ojal-guardacabo de una vía en un extremo y será roscado en el otro extremo.

Sus principales características son:

- Longitud : 2.40 m
- Diámetro : 16 mm
- Carga de rotura mínima : 71 kN

El suministro incluirá una tuerca cuadrada y contratuerca.

**4.11.2. - Arandela cuadrada para anclaje.**- Serán de acero galvanizado en caliente y tendrá 102 mm de lado y 13 mm de espesor. Estará provista de un agujero central de 19 mm de diámetro.

Deberá soportar los esfuerzos de corte por presión de la tuerca de 71 kN

**4.11.3 Mordaza preformada.**- Serán de acero galvanizado y adecuado para el cable de acero grado Siemens-Martín o alta resistencia de 10mm de diámetro.

**4.11.4 Perno angular.**- Serán de acero forjado y galvanizado en caliente de 254 mm de longitud y 16 mm de diámetro.

**4.11.5 Ojal guardacabo angular.**- Serán de acero forjado y galvanizado en caliente, adecuado para conectarse a perno de 16 mm de diámetro. La ranura del ojal será adecuada para cable de acero de 10 mm de diámetro.

La mínima carga de rotura será de 60 kN.

**4.11.6 Bloque de concreto.-** Serán de concreto armado de 0.50 x 0.50 x 0.20 m, fabricado con malla de acero corrugado de 13 mm de diámetro; tendrá agujero central de 19 mm de diámetro.

**4.11.7 Arandela curvada.-** Serán de acero galvanizado y tendrán la forma y dimensiones 57 x 57 x 5 mm. La carga mínima de rotura al esfuerzo cortante será de 55 kN.

**4.11.8 Contrapunta.-** Serán fabricado de acero galvanizado de 50 mm de diámetro y 6 mm de espesor. En un extremo estará soldada a una abrazadera para fijación a poste y otro extremo estará provisto de una grapa de ajuste en "U" adecuada para fijar el cable de acero de la retenida.

La abrazadera se fabricara con platina de 102 x 6 mm ; tendrán 4 pemos de 13 mm de diámetro y 50 mm de longitud.

#### **4.12 Materiales para Puesta a tierra**

**4.12.1 Conductor.-** El conductor para unir las partes sin tensión eléctrica de las estructuras con tierra, será de cobre desnudo, cableado y recocido, de las siguientes características:

- Sección nominal : 16 mm<sup>2</sup>
- Nº de alambres : 7
- Diámetro exterior : 5.10 mm
- Masa del conductor : 0.143 kg/m
- Resistencia eléctrica a 20 °C : 1.15 Ohm/km

**4.12.2 Electrodo de Copperweld.-** Serán varillas de acero recubierta con una capa de cobre mediante un proceso de soldadura atómica.

Tendrá las siguientes características:

- Diámetro nominal : 16 mm
- Longitud : 2.40 m

**4.12.3 Borne para el electrodo.-** Serán de bronce, adecuado para garantizar un ajuste seguro entre el conductor de cobre para puesta a tierra y el electrodo.

**4.12.4 Conector tipo perno partido ( Split – Bolt).-** Serán de cobre y servirá para conectar conductores de cobre de 16 mm<sup>2</sup> entre sí.

**4.12.5 Grapa para fijar conductor de 16 mm<sup>2</sup> a poste.-** Serán de acero recubierto con cobre en forma de “U”, con sus extremos puntiagudos para facilitar la penetración al poste de madera.

**4.13 Seccionador tipo Cut - Out.-** Serán unipolares de instalación exterior en cruceta de madera, de montaje vertical y para accionamiento mediante pértiga.

Las características eléctricas principales que deben tener son:

- Tensión de servicio de la red	: 22.9 kV
- Tensión máxima de servicio	: 25 kV
- Tensión nominal del equipo	: 27 kV
- Corriente nominal	: 100 A
- Nivel de aislamiento	
. Tensión de sostenimiento a la onda de impulso	: 150 kVp
. Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial	: 70 kVp

Los aisladores- soportes serán de porcelana y deberán ser diseñados para un ambiente medianamente contaminado. Tendrán suficiente mecánica para soportar los esfuerzos por apertura y cierre, así como los debidos a sismos.

Los seccionadores estarán provistos de abrazaderas para fijarse a crucetas de madera.

Los portafusibles serán de tubo de fibra de vidrio, se rebatirá automáticamente con la actuación del elemento fusible y deberá ser separada de la base. La bisagra de articulación tendrá doble guía.

Los bornes aceptarán conductores de aleación de aluminio y cobre de  $16 \text{ mm}^2$  a  $20 \text{ mm}^2$  y serán del tipo de vías paralelas.

**4.14 Pararrayos.-** Serán de resistencia no lineales fabricadas a base de óxidos metálicos, sin explosores, para uso exterior, a prueba de explosión y para ser conectado entre fase y tierra.

La columna soporte será de porcelana. Estará diseñado para un ambiente medianamente contaminado. Las características propias del pararrayo no se modificarán después de largos años de uso.

Las partes selladas estar diseñadas de tal modo de prevenir la penetración de agua.

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

Las características eléctricas son:

- Tensión nominal del pararrayo con neutro

Solidamente puesto a tierra	21 kV
-----------------------------	-------

- Máxima tensión de operación continua (MCOV)

Con neutro solidamente puesto a tierra	17 kV
--	-------

- Corriente nominal de descarga con onda 8/20 us	10 kA
--	-------

- Tensión residual máxima a la corriente nominal de descarga	: 52.3 kVp
--	------------

## **CAPÍTULO V**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

#### **5.1 Especificaciones Técnicas Generales**

##### **5.1.1 Del Contrato**

###### **a) Alcance del Contrato**

El Contratista, de acuerdo con los documentos contractuales, deberá ejecutar la totalidad de los trabajos, las pruebas y puesta en funcionamiento de todas las instalaciones y equipos.

###### **b) Condiciones de Contratación**

Las únicas condiciones válidas para normar la ejecución de la obra serán las contenidas en el Contrato y en los documentos contractuales.

###### **c) Observación de las Leyes**

El Contratista es responsable de estar plenamente informado de todas las leyes que puedan afectar de alguna manera a las personas empleadas en el trabajo, el equipo o material que utilice y en la forma de llevar a acabo la obra; y se obliga a ceñirse a tales leyes, ordenanzas y reglamentos.

##### **5.1.2 De la Programación**

###### **a) Cronograma de Ejecución**

Antes del inicio de obra, El Contratista entregará a la Supervisión, un diagrama de todas las actividades que desarrollará y el personal que intervendrá con indicación del tiempo de su participación. Los diagramas serán los más detallados posibles, tendrán

estrecha relación con las partidas del presupuesto y el cronograma valorizado aprobado al Contratista.

#### **b) Plazos Contractuales**

El Cronograma de Ejecución debe definir con carácter contractual las fechas que definen los períodos de duración de las siguientes actividades:

- Montaje
- Pruebas a la terminación
- Pruebas de Puesta en servicio
- Operación Experimental
- Período de Garantía.

#### **c) Modificación del Cronograma de Ejecución**

Cualquier variación del Cronograma de ejecución, por causa justificable será evaluada y aprobada o rechazada por la Supervisión.

Los casos que podría implicar modificación del cronograma son:

- Por aumento de las cantidades previstas de trabajo u obra.
- Por modificaciones en los documentos contractuales.
- Por la suspensión temporal de la Obra ordenada por la Supervisión, por causa no imputable al Contratista.
- Por causas de fuerza mayor o fortuita.
- Por atrasos en la ejecución de las obras civiles que no estuvieran a cargo del Contratista.
- Por cualquier otra causa que, a juicio de la Supervisión, sea justificada.

#### **d) Cuaderno de Obra**

El Contratista deberá llevar al día, un cuaderno de obra, donde deberá anotar las

ocurrencias importantes que se presenten durante el desarrollo de los trabajos.

El Cuaderno de Obra será debidamente foliado y legalizado hoja por hoja.

Cada hoja original tendrá tres copias, y se distribuirán de la siguiente forma:

- Original                                      Cuaderno de Obra.
- Primera copia                                El Propietario.
- Segunda copia                                La Supervisión.
- Tercera copia                                 El Contratista.

Todas las anotaciones serán hechas en idioma Castellano, debiendo ser firmadas por representantes autorizados del Contratista y la Supervisión.

### **5.1.3 Del personal**

#### **a) Organigrama del Contratista**

El Contratista presentará a la Supervisión un Organigrama de todo nivel.

Este organigrama deberá contener particularmente:

- Nombres y calificaciones del o de los representantes calificados y habilitados para resolver cuestiones técnicas y administrativas relativas a la obra.
- Nombre y calificaciones del o de los ingenieros de montaje.
- Nombre y calificaciones del o de los jefes montadores.

El Contratista deberá comunicar a la Supervisión de cualquier cambio en su organigrama.

#### **b) Desempeño del Personal**

El trabajo debe ser ejecutado en forma eficiente por personal idóneo, especializado y debidamente calificado.

A solicitud de la Supervisión, el Contratista despedirá a cualquier persona ~~desordenada~~, peligrosa, insubordinada, incompetente o que tenga otros defectos a juicio de la



Supervisión. Tales destituciones no podrán servir de base a reclamos o indemnizaciones contra el Propietario o la Supervisión.

**c) Leyes Sociales**

El Contratista se obliga a cumplir todas las disposiciones de la Legislación del Trabajo y de la Seguridad Social.

**d) Seguridad e Higiene**

El Contratista deberá tomar las medidas y precauciones necesarias para la seguridad de los trabajadores, prevenir y evitar accidentes, y prestar asistencia a su personal, respetando los reglamentos de seguridad vigentes.

**5.1.4 De la Ejecución**

**a) Ejecución de los trabajos**

Toda la obra objeto del Contrato será ejecutada de la manera prescrita en los documentos contractuales.

**b) Montaje de Partes Importantes**

El Contratista y la Supervisión acordarán antes del inicio del montaje, las partes o piezas importantes cuyo montaje requiere de autorización de la Supervisión.

**c) Herramientas y Equipos de Construcción**

El Contratista se compromete a mantener en el sitio de la obra, de acuerdo con los requerimientos de la misma, equipo de construcción y montaje adecuado y suficiente, el cual deberá mantenerse permanentemente en condiciones operativas.

**d) Cambios y Modificaciones**

La Supervisión tiene el derecho de ordenar, por escrito, al Contratista mediante una "Orden" la alteración, modificación, cambio, adición, deducción o cualquier otra forma de variación de una o más partes de la obra.

**e) Rechazos**

Si en cualquier momento anterior al “Acta de Aceptación Provisional”, la Supervisión encontrase que, a su juicio, cualquier parte de la obra, suministro o material empleado por el Contratista o por cualquier subcontratista, es o son defectuosos o están en desacuerdo con los documentos contractuales, avisará al Contratista para que éste disponga de la parte de la obra, del suministro o del material impugnado para su reemplazo o reparación.

El Contratista, en el más breve lapso y a su costo, deberá subsanar las deficiencias. En caso que el Contratista no cumpliera con lo mencionado anteriormente, El Propietario podrá efectuar la labor que debió realizar el Contratista cargando los costos correspondientes a este último.

**f) Daños de Obra**

El Contratista será responsable de los daños o pérdidas de cualquier naturaleza y que por cualquier causa pueda experimentar la obra hasta su Aceptación Provisional.

**g) Daños y Perjuicios a Terceros**

El Contratista será el único responsable de las reclamaciones de cualquier carácter que hubiera lugar por los daños causados a las personas o propietarios por negligencia en el trabajo o cualquier causa que le sea imputable ; deberá, en consecuencia, reparar a su costo el daño o perjuicio ocasionado.

**h) Protección del Medio Ambiente**

El Contratista preservará y protegerá toda la vegetación tal como árboles, arbustos y hierbas, que exista en el sitio de la obra o en los adyacentes y que, en opinión de la Supervisión, no obstaculice la ejecución de los trabajos.

### **i) Vigilancia y protección de la Obra**

El Contratista debe, en todo momento, proteger y conservar las instalaciones, equipos, maquinarias, instrumentos, provisiones, materiales y efectos de cualquier naturaleza, así como también toda la obra ejecutada, hasta su aceptación provisional, incluyendo el personal de vigilancia diurna y nocturna del área de construcción.

### **5.1.5 De la supervisión**

#### **a) Supervisión de la Obra**

La obra se ejecutará bajo una permanente supervisión; es decir, estará constantemente sujeta a la inspección y fiscalización de ingenieros responsables a fin de asegurar el estricto cumplimiento de los documentos contractuales.

La labor de supervisión podrá ser hecha directamente por el Propietario ó a través de una empresa Consultora contratada para tal fin.

#### **b) Responsabilidad de la Obra**

La presencia de la Supervisión en las operaciones del Contratista no releva a éste, en ningún caso ni en ningún modo, de su responsabilidad por la cabal y adecuada ejecución de las obras de acuerdo con los documentos contractuales.

#### **c) Obligaciones del Contratista**

El Contratista estará obligado a mantener informado a la Supervisión con la debida y necesaria anticipación, acerca de su inmediato programa de trabajo y de cada una de sus operaciones, en los términos y plazos prescritos en los documentos contractuales.

#### **d) Facilidades de Inspección**

La Supervisión tendrá acceso a la obra, en todo tiempo, cualquiera sea el estado en que se encuentre, y el Contratista deberá prestarle toda clase de facilidades para el acceso a la obra y su inspección.

### **5.1.6 De la Aceptación**

#### **a) Procedimiento General**

Para la aceptación de la obra por parte de la Supervisión, los equipos e instalaciones serán objeto de pruebas al término del montaje respectivo.

En primer lugar, se harán las pruebas sin tensión del sistema (pruebas en blanco).

Después de concluidas estas pruebas, se harán las pruebas en servicio, para el conjunto de la obra.

Después de haberse ejecutado las pruebas a satisfacción de la Supervisión la obra será puesta en servicio, en forma comercial, pero, con carácter experimental por un período de un mes, al cabo del cual se producirá la Aceptación Provisional de la obra.

La aceptación provisional determinará el inicio del período de garantía de un año a cuya conclusión se producirá la aceptación definitiva de la obra.

#### **b) Pruebas en Blanco**

Cuatro (4) semanas antes de la fecha prevista para el término del montaje de la obra, el Contratista notificará por escrito a la Supervisión del inicio de las pruebas, remitiéndole tres copias de los documentos indicados a continuación:

- Un programa detallado de las pruebas a efectuarse.
- El procedimiento de pruebas.
- Las planillas de los protocolos de pruebas.
- La relación de los equipos de pruebas a utilizarse, con sus características técnicas.
- Tres copias de los planos de la obra

El personal, materiales y equipos necesarios para las pruebas "en blanco", estarán a cargo del Contratista.

**c) Prueba de Puesta en Servicio**

Antes de la conclusión de las pruebas "en blanco" de toda la obra, la Supervisión y el Contratista acordarán el procedimiento de pruebas de puesta en servicio, que consistirán en la energización de las líneas y redes primarias y toma de carga.

La programación de las pruebas de puesta en servicio será, también, hecha en forma conjunta entre la Supervisión y el Contratista y su inicio será después de la conclusión de las pruebas "en blanco" de toda la obra a satisfacción de la Supervisión.

**d) Operación Experimental y Aceptación Provisional**

La fecha en que terminen satisfactoriamente todas las pruebas de puesta en servicio será la fecha de inicio de la operación experimental que durará un (01) mes. La operación experimental se efectuará bajo la responsabilidad del Contratista.

La aceptación provisional de la obra o de la sección de obra, será emitida después del período de operación experimental.

**e) Período de Garantía y Aceptación Definitiva**

La fecha de firma del acta de Aceptación Provisional determina el inicio del cómputo del período de garantía, en el que los riesgos y responsabilidades de la obra o sección de obra, pasarán a cargo de el Propietario, salvo las garantías que correspondan al Contratista.

Concluido el período de garantía y ejecutadas todos los trabajos que hubiesen quedado pendientes por cualquier motivo, se procederá a la inspección final de la obra o sección de obra para su aceptación definitiva.

El Contratista conviene en que una vez firmada el acta de "Aceptación Definitiva", que el Propietario y Supervisión quedarán liberados de cualquier reclamo en relación a la obra.

## **5.2 Especificaciones Particulares**

### **5.2.1 Replanteo Topográfico**

#### **a) Entrega de Planos**

El trazo de la línea, la localización de las estructuras a lo largo del perfil, así como los detalles de estructuras y retenidas que se emplearán en el proyecto, serán entregados al Contratista en los planos que forman parte del expediente técnico.

#### **b) Ejecución del Replanteo**

El Contratista será responsable de efectuar todos los trabajos de campo necesarios para replantear la ubicación de:

- Los ejes y vértices del trazo.
- El (los) poste (s) de la (s) estructuras.
- Los ejes de las retenidas y los anclajes.
- El replanteo será efectuado por personal experimentado empleando equipos e instrumentos de medición de probada calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos horizontales y verticales.

El replanteo se materializará en el terreno mediante:

- Hitos de concreto en los vértices y extremos de líneas.
- Estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para postes y retenidas.

El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión las planillas de replanteo de cada tramo de línea de acuerdo con el cronograma de obra.

### **5.2.2 Gestión de Servidumbre**

El Contratista efectuará la gestión para la obtención de los derechos de servidumbre y de paso; preparará la documentación a fin que el Propietario, previa aprobación de la Supervisión, proceda al pago de los derechos e indemnizaciones correspondientes.

**a) Derecho de servidumbre y de pago**

De conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, el Propietario adquirirá los derechos de servidumbre y de paso en forma progresiva y de acuerdo con el cronograma de obra.

De conformidad con la Norma DGE-025-P-1/1988 del Ministerio de Energía y Minas, el Contratista elaborará oportunamente todos los documentos para que el Propietario proceda a la adquisición del derecho de servidumbre para:

- Implantación de postes y retenidas.
- Los aires para la ubicación de los conductores.
- Los caminos de acceso provisionales o definitivos.

Las franjas de terreno sobre la que se ejercerá servidumbre , será de 5.5 m a cada lado del eje longitudinal de la línea.

**b) Cruce con instalaciones de servicio público**

Antes de iniciar la actividad de tendido de conductores en las proximidades o cruce de líneas de energía o comunicaciones, carreteras o líneas férreas, el Contratista deberá notificar a las autoridades competentes de la fecha y duración de los trabajos previstos.

**c) Limpieza de la franja de servidumbre**

El Contratista cortará todos los árboles y arbustos que se encuentren dentro de la franja de servidumbre, luego de haber obtenido el permiso de los propietarios.

**d) Daños a Propiedades**

El Contratista tomará las precauciones pertinentes a fin de evitar el paso a través de propiedades públicas y privadas y dispondrá las medidas del caso para que su personal esté instruido para tal fin.

El Contratista será responsable de todos los daños a propiedades, caminos, canales, acequias, cercos, murallas, árboles frutales, cosechas, etc, que se encuentran fuera de la franja de servidumbre.

El Propietario se hará cargo de los daños y perjuicios producidos en propiedades ubicadas dentro de la franja de servidumbre, siempre que no se deriven de la negligencia del Contratista.

### **5.2.3 Campamentos**

El Contratista construirá los campamentos temporales necesarios que permitan, tanto el Contratista como a la Supervisión, el normal desarrollo de sus actividades.

### **5.2.4 Excavación**

El Contratista ejecutará las excavaciones con el máximo cuidado y utilizando los métodos y equipos más adecuados para cada tipo de terreno, con el fin de no alterar su cohesión natural, y reduciendo al mínimo el volumen del terreno afectado por la excavación, alrededor de la cimentación.

Cualquier excavación en exceso realizado por el Contratista, sin orden de la Supervisión, será rellenada y compactada por el Contratista a su costo.

El fondo de la excavación deberá ser plano y firmemente compactado para permitir una distribución uniforme de la presión de las cargas verticales actuantes.

### **5.2.5 Izaje de Postes y Cimentación**

En lugares con caminos de acceso, los postes serán instalados por una grúa de 6 TN montada sobre la plataforma de un camión.

En los lugares que no cuenten con caminos de acceso para vehículos, los postes se izarán mediante trípodes.



No se permitirá el escalamiento a ningún poste hasta que éste no haya sido completamente cimentado.

La Supervisión se reserva el derecho de prohibir la aplicación del método de izaje propuesto por el Contratista si no presentara una completa garantía contra daños a las estructuras y la integridad física de las personas.

#### **a) Relleno**

El material de relleno deberá tener una granulometría razonable y estará libre de sustancias orgánicas, basura y escombros.

Se utilizará el material proveniente de las excavaciones si es que reuniera las características adecuadas.

Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedras, se agregará material menudo para aumentar la cohesión después de la compactación. Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformada por tierra blanda de escasa cohesión, se agregará material con grava y piedras hasta de 10 cm de diámetro equivalente.

El relleno se efectuará por capas sucesivas de 30 cm y compactadas por medios mecánicos. A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua.

Después de efectuado el relleno, la tierra sobrante será esparcida en la vecindad de la excavación.

#### **5.2.6 Armado de Estructuras**

Cualquiera sea el método de montaje, se debe evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura.

Todas las superficies de los elementos de acero serán limpiadas antes del ensamblaje y deberá removerse del galvanizado, todo moho que se haya acumulado durante el transporte.

Los daños mayores a la galvanización serán causa suficiente para rechazar la pieza ofertada.

Los daños menores serán reparados con pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión.

Todas las partes reparadas del galvanizado serán sometidas a la aprobación de la Supervisión. Si en opinión de ella, la reparación no fuese aceptable, la pieza será reemplazada y los gastos que ello origine serán de cuenta del Contratista.

#### **a) Tolerancias**

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias máximas son las siguientes:

- Verticalidad del poste            0.5 cm / m
- Alineamiento                    +/- 5 cm
- Orientación                      0.5°
- Desviación de crucetas        1/200 Le
- Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta.

Cuando se superen las tolerancias indicadas, el Contratista desmontará y corregirá el montaje sin costo adicional para el Propietario.

## **b) Ajuste final de pernos**

El ajuste final de todos los pernos se efectuará, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial.

El ajuste deberá ser verificado mediante torquímetros de calidad comprobada.

Los tipos de armados a utilizar se muestran en el anexo “B” en los planos N° P-1 al N° P-15.

### **5.2.7 Montaje de retenidas y anclajes**

La ubicación y orientación de las retenidas serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar.

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con el bloque de concreto correspondiente. El relleno se ejecutará después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir 0.20 m del nivel del terreno.

Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

La varilla de anclaje y el correspondiente cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto. Cuando, debido a las características morfológicas del terreno, no pueda aplicarse el ángulo de inclinación previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, las alternativas de ubicación de los anclajes.

### **5.2.8 Puesta a Tierra**

Todas las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a electrodos verticales de copperweld o anillo de cobre colocado en la base del poste.

Se pondrán a tierra las siguientes partes de las estructuras:

- Las espigas de los aisladores tipo Pin.
- Los pernos de sujeción de las cadenas de suspensión angular y de anclaje.
- Los soportes metálicos de los seccionadores - fusibles
- El borne pertinente de los pararrayos

El montaje se realizará de la siguiente forma:

**-Tipo PAT-1:** Es la puesta a tierra con electrodo, compuesta por un conductor de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de bajada a lo largo del poste el cual esta conectado mediante planchas a las ferretería de los aisladores y equipos de protección , luego va a un pozo de tierra y se conecta a una varilla de copperweld de 2.40 m x 16 mm de diámetro. El pozo de tierra se rellenará con capas de sal , capas de carbón y capas de tierra de cultivo según las medidas que se indica en el Anexo “ B ” , plano N° P-16.

**-Tipo PAT-2:** Es la puestra a tierra tipo anillo, compuesta por un conductor de cobre desnudo de 16 mm<sup>2</sup>, que se conecta con las ferretería del armado mediante las planchas de cobre, luego baja por el poste de madera mediante grapas de cobre y bajo la línea de tierra se va enrollan en forma de espiral alrededor del poste y finaliza en la base del poste en forma de anillo cuyo diámetro máximo es de 0.90 m, según se muestra en el Anexo “ B ” , plano N° P-17.

Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, el Contratista medirá la resistencia de cada puesta a tierra y los valores máximos que pueden obtenerse para las

estructuras de seccionamiento será de 25 ohms, en caso de ser mayor a dicho valor se deberá instalar en paralelo otro pozo a tierra con varilla a una distancia de 3 metros.

### **5.2.9 Instalación de Aisladores y Accesorios**

Los aisladores de suspensión y los de tipo Pin serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Los aisladores de suspensión y los tipo Pin serán montados de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

Las cadenas de anclaje instalados en un extremo de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, deberán ser amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento.

### **5.2.10 Tendido y Puesta en Flecha de los Conductores**

#### **a) Prescripciones Generales**

##### **- Método de Montaje**

El desarrollo, el tendido y la puesta en flecha de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos que no originen esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

##### **- Equipos**

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuestos para el tendido serán aprobados por la Supervisión.

### **- Suspensión del Montaje**

El trabajo de tendido y puesta en flecha de los conductores será suspendido si el viento alcanzara una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de la Obra, sobrepasen los esfuerzos correspondientes a la condición de carga normal.

### **b) Manipulación de los conductores**

#### **- Criterios Generales**

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin, el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por la Supervisión.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirado de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño

#### **- Grapas y Mordazas**

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje no deberán producir movimiento relativos de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en los conductores, serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas.

#### **- Poleas**

Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizarán poleas provistas de cojinetes y un diámetro al fondo de la ranura igual, por lo menos, a 30 veces el

diámetro del conductor.

### **c) Empalmes de los Conductores**

#### **- Criterios de Empleo**

El Contratista buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir, al mínimo, el número de juntas o empalmes.

Las juntas no estarán a menos de 15 m del punto de fijación del conductor más cercano.

#### **- Herramientas**

Antes de iniciar cualquier operación de desarrollo, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos dos (2) compresores hidráulicos.

#### **- Preparación de los Conductores**

Los extremos de los conductores serán cortados mediante cizallas que aseguren un corte transversal que no dañe los alambres del conductor.

#### **- Empalmes Modelo**

Cada montador responsable de juntas de compresión ejecutará, en presencia de la Supervisión, una junta modelo. La Supervisión se reserva el derecho de someter estas juntas a una prueba de tracción.

#### **- Ejecución de los Empalmes**

Los empalmes del tipo a compresión para conductores serán ajustados en los conductores de acuerdo con las prescripciones del fabricante.

#### **- Manguitos de Reparación**

En el caso que los conductores hayan sido dañados, la Supervisión determinará si pueden utilizarse manguitos de reparación o si los tramos dañados deben cortarse y empalmarse.

### **- Pruebas técnicas**

Una vez terminada la compresión de las juntas o de las grapas de anclaje, el Contratista medirá con un instrumento apropiado y proporcionado por él, y en presencia de la Supervisión, la resistencia eléctrica de la pieza.

El valor que se obtenga no debe superar la resistencia correspondiente a la del conductor de igual longitud.

### **d) Puesta en Flecha**

#### **- Criterios Generales**

La puesta en flecha de los conductores se llevará a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga.

La puesta en flecha se llevará a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

#### **- Procedimiento de puesta en flecha del conductor**

La flecha y la tensión de los conductores serán controlados por lo menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente alejados uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

El Contratista proporcionará los aparatos necesarios para un apropiado control de la flechas.

#### **- Tolerancias**

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido respecto a las flechas calculadas:

- . Flecha de cada conductor 1%
- . Suma de las flechas de los tres conductores de fase : 0.5 %



#### **- Registro del tendido**

Para cada sección de la línea, el Contratista llevará un registro del tendido, indicando la fecha del tendido, la flecha de los conductores, así como la temperatura del ambiente y del conductor y la velocidad del viento. El registro será entregado a la Supervisión al término del montaje.

#### **- Fijación del conductor a los aisladores tipo Pin y grapas de anclaje**

Luego que los conductores hayan sido puestos en flecha, serán trasladados a los aisladores tipo Pin para su amarre definitivo. En los extremos de la sección de puesta en flecha, el conductor se fijará a las grapas de anclaje de la cadena de aisladores.

Los torques de ajuste aplicados a las tuercas de las grapas de anclaje serán los indicados por los fabricantes.

#### **- Puesta a tierra**

Durante el tendido y puesta en flecha, los conductores estarán permanentemente puesto a tierra para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas, inducción electrostática o electromagnética.

El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuáles deberán ser aprobadas por la Supervisión. El Contratista anotará los puntos en los cuáles se hayan efectuado las puestas a tierra de los conductores, con el fin de removerlas antes de la puesta en servicio de la línea.

### **5.2.11 Inspección y Pruebas**

#### **- Inspección de obra terminada**

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

Deberá verificarse lo siguiente:

- . El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
  - . La limpieza de los conductores
  - . La magnitud de las flechas de los conductores debe estar de acuerdo con lo establecido en la tabla de tensado.
  - . La limpieza de la franja de servidumbre.
- Inspección de cada estructura**

En cada estructura se verificará que se hayan llevado a cabo los siguientes trabajos:

- . Relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y la dispersión de la tierra sobrante.
- . El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancia permisibles y de conformidad con los planos aprobados.
- . Ajuste de pernos y tuercas.
- . Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo Pin y de suspensión.
- . Instalación de los accesorios del conductor.
- . Ajuste de las grapas de ángulo y de anclaje.
- . Los pasadores de seguridad de los aisladores y accesorios deben estar correctamente ubicados.

**- Pruebas de puesta en servicio**

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

- . Determinación de la secuencia de fases.
- . Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.

- . Medida de aislamiento fase a tierra, y entre fases.
- . Medida de la impedancia directa.
- . Prueba de la tensión brusca.
- . Prueba de cortocircuito.
- . Medición de corriente, tensión, con la línea bajo tensión y en vacío.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo en los plazos fijados contractualmente y con un programa aprobado por la Supervisión.

### **5.3 Planos y armados de estructuras**

Para el soporte de los conductores, se utilizaron quince tipos de estructuras, los cuales se muestran en los planos del N° P-1 al N° P-15 del anexo "B", donde además se indican los materiales necesarios con sus cantidades respectivas.

En los planos del N° P-16 al N° P-17 se muestran las puestas a tierra de las estructuras, en los planos del N° P-18 al N° P-21 se muestran los cuatro tipos de fundaciones de los postes y el recorrido de la red primaria 22.9 kV se muestran en los planos N° P-22 y N° P-23 del anexo "B", donde se indican los calibres y metrado de los conductores por vano, así como las demandas eléctricas de las Empresas Langostineras consideradas en la primera etapa del presente proyecto.

## **CAPÍTULO VI**

### **METRADO Y PRESUPUESTO**

En la Tabla N° 6.1 se detalla el metrado de materiales poste por poste, donde se indica los tipos de armados, los vanos, altura de los postes, las retenidas y calibres de los conductores de aleación de aluminio a utilizar.

En las Tablas N° 6.2 y N° 6.3 se detalla la cantidad de materiales totales, los costos unitarios y costo total de la obra, tanto en Dólares Americanos como en Nuevos Soles donde se considera el tipo de cambio por dólar de S/. 3.50 nuevos soles.

El metrado se realizó para la primera etapa, según la distribución de estructuras detalladas en los planos N° P-22 y N° P-23, ya que dicha etapa se ejecutará de inmediato. La segunda etapa estará expuesta a un posible replanteo de acuerdo al momento de su ejecución, que se realizará dentro de los 5 años posteriores.

**Tabla N° 6.1**  
**Metrado de materiales poste por poste**

N° Poste	Tipo Armado	mm2	Vano	Vano Viento	Grado	Mln	Seg	Dir	Altura poste	Ret. R1	Ret. RV	Long. Total
<b>1.- LINEA PRIMARIA S.E. PUERTO PIZARRO - RIO CHICO</b>												
0		120	11.50									
1	2CPA3-3	120	79.00	45.3	93	21	15	D	2x12	1		
2	2CPA3-3	120	113.40	96.2	84	44	56	I	2x12	3		
3	2CPS1-3	120	113.40	113.4					1x12			
4	2CPS1-3	120	113.40	113.4					1x12			
5	2CPS1-3	120	112.00	112.7					1x12			
6	2CPA1-3	120	105.00	108.5	10	56	14	I	1x12	1		
7	2CPA1-3	120	119.00	112.0	9	41	55	D	1x12	1		
8	2CPS1-3	120	119.80	119.4					1x12			
9	2CPR3-3	120	119.80	119.8					1x12	4		
10	2CPS1-3	120	120.00	119.9	4	12	52	I	1x12	1		
11	2CPS1-3	120	150.00	135.0					1x16			
12	2CPS1-3	120	105.00	127.5					1x12			
13	2CPS1-3	120	105.00	105.0					1x12			
14	2CPAR3-3D	120	112.00	108.5					2x12	2		
15	2CPA2-3	120	91.00	101.5	24	15	52	I	2x12	2		
16	2CPA3-3	120	75.00	83.0	66	27	80	I	2x12	4		
17	2CPS1-3	120	75.00	75.0					1x12			
18	2CPS1-3	120	75.00	75.0					1x12			
19	2CPAR3-3D	120	113.50	94.3					2x12	3		
20	2CPS1-3	120	113.50	113.5					1x12			
21	2CPS1-3	120	113.50	113.5					1x12			
22	2CPS1-3	120	113.50	113.5					1x12			
23	2CPA1-3	120	104.00	108.8	3	53	53	I	1x12	1		
24	2CPA1-3	120	104.00	104.0	3	48	55	D	1x12		1	
25	2CPS1-3	120	104.00	104.0					1x12			
26	2CPS1-3	120	104.00	104.0					1x12			
27	2CPR3-3	120	104.00	104.0	3	16	36	I	1x12	2		
28	2CPS1-3	120	101.60	102.8					1x12			
29	2CPA1-3	120	116.50	109.1	3	37	27	D	1x12	1		
30	2CPS1-3	120	117.00	116.8					1x12			
31	2CPS1-3	120	116.70	116.9					1x12			
32	2CPS1-3	120	104.10	110.4	1	59	26	D	1x12			
33	2CPA1-3	120	97.50	100.8	4	37	6	I	1x12		1	
34	2CPS1-3	120	97.40	97.5					1x12			
35	2CPS1-3	120	97.40	97.4					1x12			
36	2CPA3-3	120	142.00	119.7	82	3	15	D	2x12	4		
37	2CPA3-3	120	159.45	150.7	80	25	6	I	2x12	2	2	
38	2CPS1-3	120	153.00	156.2					1x12			
39	2CPA1-3	120	121.30	137.2	16	47	84	D	1x12		1	
40	2CPA1-3	120	99.00	110.2	22	2	4	I	1x12		1	
41	2CPS1-3	120	96.70	97.9					1x12			
42	2CPS1-3	120	96.70	96.7					1x12			
43	2CPA2-3	120	65.80	81.3	44	26	44	D	2x12	4		
44	2CPA3-3	120	105.00	85.4	55	56	59	D	2x12	4		
45	2CPS1-3	120	106.00	105.5					1x12			
46	2CPAR3-3D	120	35.81	70.9	65	2	10	I	2x12	1		4881.45
47	PSEC-3P	70	146.30	91.1	8	5	47	I	1x12	1		
48	PS1-3	70	146.30	146.3					1x12			
49	PS1-3	70	146.20	146.3					1x12			



### Metrado de materiales poste por poste

N° Poste	Tipo Armado	mm2	Vano	Vano Viento	Grado	Mln	Seg	Dir	Altura poste	Ret. R1	Ret. RV	Long. Total
<b>1.- LINEA PRIMARIA S.E. PUERTO PIZARRO - RIO CHICO</b>												
50	PS1-3	70	146.30	146.3					1x12			
51	PS1-3	70	146.60	146.5					1x12			
52	PS1-3	70	136.00	141.3					1x12			
53	PA1-3	70	181.00	158.5	25	23	9	D	1x12	1		
54	PS1-3	70	163.00	172.0					1x12			
55	PS1-3	70	173.00	168.0					1x12			
56	PA3-3	70	101.80	137.4	88	15	30	D	1x12	2		
57	PS1-3	70	127.80	114.8	5	18	24	I	1x12			
58	PS1-3	70	128.00	127.9					1x12			
59	PS1-3	70	128.00	128.0					1x12			
60	PA3-3	70	154.50	141.3	101	44	6	I	1x12	1	1	
61	PS1-3	70	158.27	156.4					1x12			
62	PA3-3	70	145.00	151.6	98	17	48	D	1x12	2		
63	PS1-3	70	140.60	142.8					1x12			
64	PA3-3	70	166.00	153.3	115	2	48	I	1x12	2		
65	PS1-3	70	178.50	172.3					1x12			
66	PS1-3	70	130.50	154.5	1	58	18		1x12			
67	PS1-3	70	128.00	129.3					1x12			
68	PA1-3	70	116.00	122.0	25	16	54	D	1x12	1		
69	PS1-3	70	146.00	131.0					1x12			
70	PA1-3	70	62.50	104.3	9	43	6	I	1x12	1		
71	PA2-3	70	172.00	117.3	34	9	50	D	1x12	1		
72	PS1-3	70	190.00	181.0					1x12			
73	PA2-3	70	140.00	165.0	48	5	21	D	1x16	1		
74	PA2-3	70	146.00	143.0	37	45	48	I	1x12	1		
75	PS1-3	70	120.00	133.0					1x12			
76	PS1-3	70	138.50	129.3					1x12			
77	PA3-3	70	74.60	106.6	58	19	30	D	1x12	2		
78	PS1-3	70	74.60	74.6					1x12			
79	PA3-3	70	128.40	101.5	82	26	54	I	1x12	1	1	
80	PS1-3	70	144.00	136.2					1x12			
81	PS1-3	70	128.50	136.3					1x12			
82	PA3-3	70	153.00	140.8	67	40	42	D	1x12	2		
83	PA1-3	70	107.00	130.0	9	39	12	I	1x12		1	
84	PS1-3	70	156.00	131.5					1x12			
85	PA1-3	70	102.00	129.0	28	33	24		1x12	1		
86	PA1-3	70	159.00	130.5	9	24		I	1x12	1		
87	PA3-3	70	137.00	148.0	71	21	36	D	1x12	2		
88	PS1-3	70	140.00	138.5					1x12			
89	PS1-3	70	122.50	131.3					1x12			
90	PS1-3	70	142.50	132.5	1	15	3	D	1x12			
91	PA2-3D	70	86.40	114.5	84	47	57	I	1x12	1		6107.58
92	PA1-3	50	149.50	118.0	22	8	24	D	1x12	1		
93	PA2-3	50	156.75	153.1	47	43	45	D	1x12	1		
94	PS1-3	50	88.36	122.6					1x12			
95	PTH-3	50		44.2					1x12	1		481.01
<b>2.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A BENDITO</b>												
		70	92.00	46.0	72	25	54	D				
14.1	PSEC-3P	70	86.14	89.1					1x12			
14.2	PA1-3	70	143.60	114.9	10	37	18	D	1x16	1		
14.3	PR3-3	70	142.10	142.9					1x12	2		



### Metrado de materiales poste por poste

N° Poste	Tipo Armado	mm2	Vano	Vano Viento	Grado	Mln	Seg	Dir	Altura poste	Ret. R1	Ret. RV	Long. Total
<b>2.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A BENDITO</b>												
14.4	PS1-3	70	136.00	139.1					1x12			
14.5	PS1-3	70	138.30	137.2					1x12			
14.6	PS1-3	70	140.00	139.2					1x12			
14.7	PS1-3	70	135.80	137.9					1x12			
14.8	PA3-3D	70	155.10	145.5					1x12	3		1013.94
14.9	PS1-3	50	154.80	155.0					1x12			
14.10	PS1-3	50	154.30	154.6					1x12			
14.11	PS1-3	50	163.30	158.8					1x12			
14.12	PA3-3D	50	155.70	159.5					1x12	1		
14.13	PA3-3D	50	160.50	158.1					1x12	1		
14.14	PS1-3	50	111.70	136.1					1x12			
14.15	PS1-3	50	131.00	121.4					1x12			
14.16	PS1-3	50	121.60	126.3					1x12			
14.17	PS1-3	50	133.10	127.4					1x12			
14.18	PS1-3	50	155.60	144.4					1x12			
14.19	PS1-3	50	122.60	139.1					1x12			
14.20	PR3-3	50	132.20	127.4					1x12	2		
14.21	PS1-3	50	131.00	131.6					1x12			
14.22	PS1-3	50	130.20	130.6					1x12			
14.23	PS1-3	50	132.90	131.6					1x12			
14.24	PS1-3	50	118.40	125.7					1x12			
14.25	PS1-3	50	131.50	125.0					1x12			
14.26	PS1-3	50	118.10	124.8					1x12			
14.27	PS1-3	50	152.20	135.2					1x12			
14.28	PS1-3	50	149.00	150.6					1x12			
14.29	PS1-3	50	150.50	149.8					1x12			
14.30	PS1-3	50	129.00	139.8					1x12			
14.31	PA1-3	50	160.60	144.8	20	59	24	D	1x12	1		
14.32	PS1-3	50	160.20	160.4					1x12			
14.33	PA1-3	50	163.00	161.6	17	54	51	I	1x12	1		
14.34	PA3-3	50		81.5					1x12	2		3678.10
<b>3.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A CERRO NEGRO</b>												
			146.00	73.0	62	45	24	I				
14.34.1	PS1-3	50	146.00	146.0					1x12			
14.34.2	PS1-3	50	144.99	145.5					1x12			
14.34.3	PS1-3	50	145.99	145.5	2	14	24	I	1x12			
14.34.4	PS1-3	50	146.99	146.5					1x12			
14.34.5	PA1-3	50	144.00	145.5	6	45	23	I	1x12	1		
14.34.6	PTH-3	50		72.0					1x12	1		873.97
<b>4.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A VENTARRON 2</b>												
			92.98	46.5	35	51	50	I				
14.13.1	PA1-3	50	92.98	93.0	10		33	I	1x12	1		
14.13.2	PTH-3	50		46.5	12	19	24	I	1x12	1		185.96
<b>5.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A VENTARRON 1</b>												
			92.98	46.5	83	56	11	I				
14.8.1	PS1-3	50	132.35	112.7					1x12			
14.8.2	PS1-3	50	132.35	132.4					1x12			
14.8.3	PA2-3	50	121.50	126.9	36	36	18	D	1x12	1		
14.8.4	PS1-3	50	121.50	121.5	2	11	6	D	1x12			
14.8.5	PTH-3	50		60.8					1x12	1		600.68



### Metrado de materiales poste por poste

N° Poste	Tipo Armado	mm2	Vano	Vano Viento	Grado	MIn	Seg	Dir	Altura poste	Ret. R1	Ret. RV	Long. Total
<b>6.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A MI SOLE - STA. CRUZ</b>												
		50	147.00	73.5	17	26	12	D				
91.2.1	PSEC-3P	50	150.60	148.8					1x12			
91.2.2	PS1-3	50	148.24	149.4					1x12			
91.2.3	PA1-3	50	120.66	134.5	15	25	24	I	1x12	1		
91.2.4	PA1-3	50	111.50	116.1	16	8	51	I	1x12	1		
91.2.5	PA1-3	50	102.00	106.8	9	47	30	I	1x12	1		
91.2.6	PS1-3	50	154.50	128.3					1x12			
91.2.7	PS1-3	50	144.50	149.5					1x12			
91.2.8	PA1-3	50	151.00	147.8	10	38	15	I	1x12	1		
91.2.9	PTH-3	50		75.5					1x12	1		1230.00
<b>7.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A RIO CHICO 2 , EL SOL</b>												
		50	74.28	37.1	51	44	30	D				
91.1	PA1-3	50	153.98	114.1	24	5	6	D	1x12	1		
91.2	PA2-3D	50	153.50	153.7	87		50	I	1x12	1		
91.3	PSEC-3P	50	152.00	152.8					1x12			
91.4	PA1-3	50	182.50	167.3	16	25	30	D	1x12	1		
91.5	PS1-3	50	191.00	186.8					1x12			
91.6	PS1-3	50	154.50	172.8					1x12			
91.7	PTH-3	50		77.3					1x12	1		1061.76
<b>8.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A DIATOMEAS</b>												
		50	172.50	86.3	2	4	15	D				
46.1	PA1-3	50	125.00	148.8	10	37	40	D	1x12	1		
46.2	PS1-3	50	125.00	125.0					1x12			
46.3	PS1-3	50	125.00	125.0					1x12			
46.4	PA3-3	50	160.00	142.5	77	4		D	1x12	2		
46.5	PS1-3	50	160.00	160.0					1x12			
46.6	PSEC-3P	50	160.00	160.0					1x12			
46.7	PS1-3	50	141.00	150.5	3			I	1x12			
46.8	PA3-3	50	118.00	129.5	86	56	12	I	1x12	2		
46.9	PS1-3	50	114.00	116.0					1x12			
46.10	PS1-3	50	149.83	131.9					1x12			
46.11	PA2-3	50	133.00	141.4	30	3		I	1x12		1	
46.12	PS1-3	50	133.00	133.0					1x12			
46.13	PA2-3	50	135.00	134.0	51	28	6	D	1x12	1		
46.14	PS1-3	50	116.50	125.8	2	28	3	D	1x12			
46.15	PS1-3	50	116.50	116.5					1x12			
46.16	PA3-3	50	162.00	139.3	93	52	30	D	1x12	2		
46.17	PS1-3		162.00	162.0					1x12			
46.18	PHT-3			81.0					1x12	1		2508.33
<b>9.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A TUNA CARRANZA</b>												
		50	132.73	66.4	72	59	45	D				
19.1	PS1-3	50	98.87	115.8					1x12			
19.2	PS1-3	50	101.61	100.2					1x12			
19.3	PS1-3	50	145.39	123.5					1x12			
19.4	PTH-3	50		72.7					1x12	1		478.60
<b>10.- LINEA PRIMARIA DERIVACION A ISLA BELLA, GUAMITO</b>												
		50	156.02	78.0	112	58	25	D				
14.12.1	PA1-3	50	170.00	163.0	19	12	44	I	1x12	1		
14.12.2	PS1-3	50	170.00	170.0					1x12			
14.12.3	PTH-3	50		85.0					1x12	1		496.02



Tabla N° 6.2

## Metrado y Presupuesto Referencial en Dólares Americanos

Item	Descripción	Unid	Cant.	P. U. (\$.)	Subtotal (\$.)
<b>1.0</b>	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				<b>155535.53</b>
<b>1.1</b>	<b>POSTES Y CRUCETAS DE MADERA</b>				<b>43511.00</b>
1.1.1	Cruceta de madera, 102x127mm sección, 2.40 m long.	Un	292.00	20.00	5840.00
1.1.2	Poste de madera de 12 m, clase 5, grupo D	Un	180.00	205.00	36900.00
1.1.3	Poste de madera de 16 m, clase 4, grupo D	Un	3.00	257.00	771.00
<b>1.2</b>	<b>CONDUCTOR ELECTRICO</b>				<b>36168.93</b>
1.2.1	Conductor de aleación de aluminio AAAC., 120 mm <sup>2</sup>	m	15084.00	0.80	12067.20
1.2.2	Conductor de aleación de aluminio AAAC., 70 mm <sup>2</sup>	m	22005.00	0.50	11002.50
1.2.3	Conductor de aleación de aluminio AAAC., 50 mm <sup>2</sup>	m	35827.00	0.30	10748.10
1.2.4	Alambre de amarre, según requerimiento	m	1512.50	0.17	257.13
1.2.5	Varilla preformada doble	Un	87.00	7.00	609.00
1.2.6	Varilla preformada simple	Un	330.00	4.50	1485.00
<b>1.3</b>	<b>AISLADORES</b>				<b>14629.00</b>
1.3.1	Aislador de porcelana tipo suspensión, ANSI 52.3	Un	564.00	11.50	6486.00
1.3.1	Aislador de porcelana tipo Pin, ANSI 56.4	Un	479.00	17.00	8143.00
<b>1.4</b>	<b>FERRETERIA</b>				<b>30676.10</b>
1.4.1	Material de ferreteria para postes y crucetas	km	23.597	1300.00	30676.10
<b>1.5</b>	<b>RETENIDAS</b>				<b>8708.00</b>
1.5.1	Retenida simple	Cjto.	109.00	72.00	7848.00
1.5.2	Retenida contrapunta	Cjto.	10.00	86.00	860.00
<b>1.6</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>				<b>15808.00</b>
1.6.1	Puesta a tierra con varilla	Cjto.	5.00	100.00	500.00
1.6.2	Puesta a tierra tipo espiral	Cjto.	178.00	86.00	15308.00
<b>1.7</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>				<b>6034.50</b>
1.7.1	Pararrayo o. metalico, 21 kV, 10 kA, 150 kV (BIL)	Un	15.00	200.00	3000.00
1.7.2	Seccionador fusible tipo Cut Out 27 kV, 100 A	Un	15.00	200.00	3000.00
1.7.3	Fusible según requerimiento	Un	15.00	2.30	34.50

<b>2.0</b>	<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>61086.71</b>
<b>2.1</b>	<b>INSTALACION DE POSTES</b>				<b>11556.00</b>
2.1.1	Instalación de postes de 12 metros	Un	180.00	63.00	11340.00
2.1.2	Instalación de postes de 16 metros	Un	3.00	72.00	216.00
<b>2.2</b>	<b>INSTALACION DE RETENIDAS</b>				<b>6098.00</b>
2.2.1	Instalación de retenidas simple	Un	109.00	52.00	5668.00
2.2.2	Instalación de retenida contrapunta	Un	10.00	43.00	430.00
<b>2.3</b>	<b>MONTAJE DE ARMADOS</b>				<b>6222.00</b>
2.3.1	Montaje de armados	Un	183.00	34.00	6222.00
<b>2.4</b>	<b>TENDIDO DE CONDUCTORES</b>				<b>18455.36</b>
2.4.1	Conductor de aleación de aluminio 120 mm <sup>2</sup>	m	15084.00	0.34	5128.56
2.4.2	Conductor de aleación de aluminio 70 mm <sup>2</sup>	m	22005.00	0.28	6161.40
2.4.2	Conductor de aleación de aluminio 50 mm <sup>2</sup>	m	35827.00	0.20	7165.40
<b>2.5</b>	<b>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</b>				<b>7914.00</b>
2.5.1	Instalación de puesta a tierra con varilla	Cjto	5.00	52.00	260.00
2.5.2	Instalación de puesta a tierra tipo espiral	Cjto	178.00	43.00	7654.00
<b>2.6</b>	<b>INSTALACION EQUIPO DE PROTECCION</b>				<b>292.50</b>
2.6.1	Pararrayo , 22 kV, 10 kA, 170 kV (BIL)	Un	15.00	9.00	135.00
2.6.2	Seccionador fusible tipo Cut Out 27 kV, 100 A	Un	15.00	9.00	135.00
2.6.3	Fusible según requerimiento	Un	15.00	1.50	22.50
<b>2.7</b>	<b>OTRAS OBRAS</b>				<b>10548.85</b>
2.7.1	Replanteo topografico	km	23.597	130.00	3067.61
2.7.2	Estudio geotécnico	km	23.597	100.00	2359.70
2.7.3	Limpieza de faja de servidumbre	km	23.597	70.00	1651.79
2.7.4	Pruebas técnicas	km	23.597	85.00	2005.75
2.7.5	Enumeración de postes	Un	183.00	2.00	366.00
2.7.6	Rotulado de puesta a tierra y de peligro	Un	183.00	6.00	1098.00

<b>Costo directo (sum+montaje)</b>	<b>\$</b>	<b>216622.23</b>
<b>Servidumbre</b>	<b>\$</b>	<b>6800.00</b>
<b>Imprevistos ( 8 %)</b>	<b>\$</b>	<b>17329.78</b>
<b>Superv. y Administracion ( 5 %)</b>	<b>\$</b>	<b>10831.11</b>
<b>Transporte ( 6 %)</b>	<b>\$</b>	<b>12997.33</b>
<b>Sub total</b>	<b>\$</b>	<b>264580.45</b>
<b>I.G.V. ( 18 %)</b>	<b>\$</b>	<b>47624.48</b>
<b>TOTAL :</b>	<b>\$</b>	<b>312204.94</b>

Tabla N° 6.3

## Metrado y Presupuesto Referencial en Nuevos Soles

Item	Descripción	Unid	Cant.	P. U. (S/.)	Subtotal (S/.)
<b>1.0</b>	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				<b>544374.34</b>
<b>1.1</b>	<b>POSTES Y CRUCETAS DE MADERA</b>				<b>152288.50</b>
1.1.1	Cruceta de madera, 102x127mm sección, 2.40 m long.	Un	292.00	70.00	20440.00
1.1.2	Poste de madera de 12 m, clase 5, grupo D	Un	180.00	717.50	129150.00
1.1.3	Poste de madera de 16 m, clase 4, grupo D	Un	3.00	899.50	2698.50
<b>1.2</b>	<b>CONDUCTOR ELECTRICO</b>				<b>126591.24</b>
1.2.1	Conductor de aleación de aluminio AAAC, 120 mm <sup>2</sup>	m	15084.00	2.80	42235.20
1.2.2	Conductor de aleación de aluminio AAAC, 70 mm <sup>2</sup>	m	22005.00	1.75	38508.75
1.2.3	Conductor de aleación de aluminio AAAC, 50 mm <sup>2</sup>	m	35827.00	1.05	37618.35
1.2.4	Alambre de amarre, según requerimiento	m	1512.50	0.60	899.94
1.2.5	Varilla preformada doble	Un	87.00	24.50	2131.50
1.2.6	Varilla preformada simple	Un	330.00	15.75	5197.50
<b>1.3</b>	<b>AISLADORES</b>				<b>51201.50</b>
1.3.1	Aislador de porcelana tipo suspensión, ANSI 52.3	Un	564.00	40.25	22701.00
1.3.1	Aislador de porcelana tipo Pin, ANSI 56.4	Un	479.00	59.50	28500.50
<b>1.4</b>	<b>FERRETERIA</b>				<b>107366.35</b>
1.4.1	Material de ferreteria para postes y crucetas	km	23.597	4550.00	107366.35
<b>1.5</b>	<b>RETENIDAS</b>				<b>30478.00</b>
1.5.1	Retenida simple	Cjto.	109.00	252.00	27468.00
1.5.2	Retenida contrapunta	Cjto.	10.00	301.00	3010.00
<b>1.6</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>				<b>55328.00</b>
1.6.1	Puesta a tierra con varilla	Cjto.	5.00	350.00	1750.00
1.6.2	Puesta a tierra tipo espiral	Cjto.	178.00	301.00	53578.00
<b>1.7</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCION</b>				<b>21120.75</b>
1.7.1	Pararrayo o. metalico, 21 kV, 10kA, 150 kV(BIL)	Un	15.00	700.00	10500.00
1.7.2	Seccionador fusible tipo Cut Out 27 kV, 100 A	Un	15.00	700.00	10500.00
1.7.3	Fusible según requerimiento	Un	15.00	8.05	120.75



<b>2.0</b>	<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>213803.47</b>
<b>2.1</b>	<b>INSTALACION DE POSTES</b>				<b>40446.00</b>
2.1.1	Instalación de postes de 12 metros	Un	180.00	220.50	39690.00
2.1.2	Instalación de postes de 16 metros	Un	3.00	252.00	756.00
<b>2.2</b>	<b>INSTALACION DE RETENIDAS</b>				<b>21343.00</b>
2.2.1	Instalación de retenidas simple	Un	109.00	182.00	19838.00
2.2.2	Instalación de retenida contrapunta	Un	10.00	150.50	1505.00
<b>2.3</b>	<b>MONTAJE DE ARMADOS</b>				<b>21777.00</b>
2.3.1	Montaje de armados	Un	183.00	119.00	21777.00
<b>2.4</b>	<b>TENDIDO DE CONDUCTORES</b>				<b>64593.76</b>
2.4.1	Conductor de aleación de aluminio 120 mm <sup>2</sup>	m	15084.00	1.19	17949.96
2.4.2	Conductor de aleación de aluminio 70 mm <sup>2</sup>	m	22005.00	0.98	21564.90
2.4.2	Conductor de aleación de aluminio 50 mm <sup>2</sup>	m	35827.00	0.70	25078.90
<b>2.5</b>	<b>INSTALACION DE PUESTA A TIERRA</b>				<b>27699.00</b>
2.5.1	Instalación de puesta a tierra con varilla	Cito	5.00	182.00	910.00
2.5.2	Instalación de puesta a tierra tipo espiral	Cito	178.00	150.50	26789.00
<b>2.6</b>	<b>INSTALACION EQUIPO DE PROTECCION</b>				<b>1023.75</b>
2.6.1	Pararrayo , 22 kV, 10kA, 170 kV(BIL)	Un	15.00	31.50	472.50
2.6.2	Seccionador-fusible tipo Cut Out 27kV,100A	Un	15.00	31.50	472.50
2.6.3	Fusible según requerimiento	Un	15.00	5.25	78.75
<b>2.7</b>	<b>OTRAS OBRAS</b>				<b>36920.96</b>
2.7.1	Replanteo topografico	km	23.597	455.00	10736.64
2.7.2	Estudio geotécnico	km	23.597	350.00	8258.95
2.7.3	Limpieza de faja de servidumbre	km	23.597	245.00	5781.27
2.7.4	Pruebas técnicas	km	23.597	297.50	7020.11
2.7.5	Enumeración de postes	Un	183.00	7.00	1281.00
2.7.6	Rotulado de puesta a tierra y de peligro	Un	183.00	21.00	3843.00

<b>Costo directo (suministro+montaje)</b>	<b>S/.</b>	<b>758177.81</b>
<b>Servidumbre</b>	<b>S/.</b>	<b>23800.00</b>
<b>Imprevistos ( 8 %)</b>	<b>S/.</b>	<b>60654.22</b>
<b>Superv. y Administracion ( 5 %)</b>	<b>S/.</b>	<b>37908.89</b>
<b>Transporte ( 6 %)</b>	<b>S/.</b>	<b>45490.67</b>
<b>Sub total</b>	<b>S/.</b>	<b>926031.59</b>
<b>I.G.V. ( 18 %)</b>	<b>S/.</b>	<b>166685.69</b>
<b>TOTAL :</b>	<b>S/.</b>	<b>1092717.27</b>

Nota: Tipo de cambio del Dólar: S/3.50

## CONCLUSIONES

1.- Con la puesta en servicio de la línea primaria en 22.9 kV, se ampliará la electrificación en el Departamento de Tumbes y logrando además reemplazar otras fuentes de energía antes usada, que eran contaminantes a la calidad del aire con sus gases y ruidos. Los grupos electrógenos de la Empresas langostineras dejan de funcionar y algunos de ellos lo usarán en casos de emergencia.

2.- Las Empresas Langostineras beneficiadas con este proyecto disminuirán sus costos de producción, ya que la energía eléctrica proveniente del Sistema Interconectado Nacional tiene un costo menor en comparación con los costos de producción de energía con grupos electrógenos.

3.- Las Empresas Langostineras al tener menores costos de producción, podrán mejorar sus ofertas en el mercado externo e incrementar sus ventas , obteniendo mayores divisas para nuestro País.

4.- La Empresa Regional ELECTRONOROESTE S.A. incrementará su venta anual de energía en 17 695.8 MWh y su potencia en 5.89 MW en esta primera etapa; por lo tanto su demanda eléctrica será de 17.89 MW.

Cuando se realice la implementación de la segunda etapa se producirá de incremento adicional de 3.34 MW.

5.- La instalación de la línea primaria generará impactos favorables en su ámbito de influencia, ya que favorecerá la situación socio-productiva, asimilando nueva

**tecnología para consolidar empleos y mejorar los niveles de calidad de vida de los productores langostineros y de la población tumbesina.**

**6.- La instalación y puesta en servicio de la línea primaria no afecta el patrimonio histórico-cultural, ya que no existen ruinas arqueológicas; asimismo los niveles de ruido y radiaciones electromagnéticas serán mínimos, debido al bajo nivel de tensión.**

## **ANEXO “ A ”**

### **RELACIÓN DE TABLAS DE “CÁLCULO DE ESFUERZOS APLICADOS EN LOS POSTES”**

- Tabla N° 1 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PS1-3, Conductor 70 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 2 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PS1-3, Conductor 50 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 3 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA1-3, Conductor 70 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 4 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA1-3, Conductor 50 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 5 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA2-3, Conductor 120 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 6 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA2-3, Conductor 70 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 7 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA2-3, Conductor 50 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 8 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA3-3, Conductor 120 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 9 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA3-3, Conductor 70 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 10 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: PA3-3, Conductor 50 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 11 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: 2CPS1-3, Conductor 120 mm<sup>2</sup>”
- Tabla N° 12 “Cálculo de esfuerzos aplicados al poste- Armado: 2CPA1-3, Conductor 120 mm<sup>2</sup>”

Tabla N° 1

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PS1 - 3

## A.- Datos :

Poste		Conductor	
Altura de Poste (m)	Hp = 12	Sección (mm <sup>2</sup> )	: 70
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8	Diámetro (m)	Dc= 0.0108
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2	Peso (kg/m)	Wc=0.1900
Velocidad del viento (km/h)	v = 60	Vano Viento(m)	Vv= 181
Carga de rotura (kg)	Trup= 860	T. ruptura (kg)	Tr= 1989
Diámetro en la punta (m)	do = 0.143	T. conduct.(kg)	Tc= 486
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300	h1 = 9.8	
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256	h2 = 10.5	
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>max</sub> = 501	h3 = 9.8	
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42		
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>p</sub> = 124000		

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	29.42	29.42	29.42	29.41	29.40	29.39
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	0.0	8.5	17.0	25.4	33.9	42.4
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	886	886	885	885	885	885
9 Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	0	255.3	510.6	765.9	1021	1276
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	1028	1283	1538	1793	2048	2303
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	63	79	94	110	126	141
12 Factor de seguridad F.S = E <sub>max</sub> / E <sub>ap</sub>	7.94	6.36	5.30	4.55	3.98	3.54
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	No	No	No	No	No	No



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PS1 - 3 ( Conductor = 70 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Momento flector longitudinal $M_{fl}=0.5 T_c h_l \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	2381	2381	2381	2381	2380	2379
2 Momento flector transversal $M_{ft}= 0.5 W_c. V_v .B_c$ (kg-m)	18.91	18.91	18.91	18.91	18.91	18.91
3 Momento flector equivalente $M_{feq}= ( M_{fl}^2 + M_{ft}^2 )^{0.5}$ (kg-m)	2381	2381	2381	2381	2380	2379
4 Momento Torsor $M_{tor} = 0.5 T_c B_c \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	267	267	267	267	267	267
5 Momento equivalente $M_{r'}=(M_{feq}/2)+0.5(M_{feq}^2+M_{tor}^2)^{0.5}$ (kg-m)	2389	2389	2389	2388	2387	2387
6 Esfuerzo aplicado al poste $E_{ap}'= M_{r'}/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	146.7	146.7	146.7	146.7	146.6	146.6
7 Factor de seguridad F.S. = $E_{max} / E_{ap}'$	3.41	3.41	3.42	3.42	3.42	3.42
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PS1 - 3 ( Conductor = 70 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

P<sub>pc</sub>= 495 Kg

Retenida:

Peso de aisladores

P<sub>pin</sub>= 33 Kg

Angulo ret. alfa-r=

Peso hombre+ herramientas

P<sub>trab</sub>= 100 Kg

Altura (m) hr = 9.4

Peso del Conductor

W<sub>rc</sub>= 103 Kg

Peso total

P<sub>pv</sub> = 731 Kg

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Fuerza horizontal de la retenida $F_{rh} = M_r / h_r$ ( kg )						
2 Fuerza vertical de la retenida $F_{rv} = F_{rh} / \tan(\alpha-r)$ ( kg )						
3 Fuerzas Verticales Total $F_{vert} = F_{rv} + P_{pv}$ ( kg )	731	731	731	731	731	731
4 Momento de Inercia $I = \pi d^4 10^8 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $P_{cri} = \pi^2 E_p I / (1.5 \times 100 h_r)^2$ ( kg )	12978	12978	12978	12978	12978	12978
6 Factor de seguridad calculado F.S.= $P_{cri} / F_{vert}$	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7	17.7
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 2

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PS1 - 3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)	Hp = 12
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2
Velocidad del viento (km/h)	v = 60
Carga de rotura (kg)	Trup= 860
Diámetro en la punta ( m )	do = 0.143
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>max</sub> = 501
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep = 124000

## Conductor

Sección (mm <sup>2</sup> )	: 50
Diámetro (m)	Dc= 0.0091
Peso (kg/m)	Wc=0.1381
Vano Viento(m)	Vv= 187
T. ruptura (kg)	Tr= 1509
T. conduct.(kg)	Tc= 376
	h1 = 9.8
	h2 = 10.5
	h3 = 9.8

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ ( m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ ( kg )	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ ( m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ ( kg )	25.62	25.62	25.61	25.61	25.60	25.59
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ ( kg )	0.0	6.6	13.1	19.7	26.2	32.8
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	771	771	771	771	771	770
9 Momento del Tiro maximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	0	197.5	395	592.5	790	987.3
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	913	1111	1308	1505	1703	1900
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	56	68	80	92	105	117
12 Factor de seguridad $F.S = E_{max} / E_{ap}$	8.93	7.34	6.24	5.42	4.79	4.29
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	No	No	No	No	No	No

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PS1 - 3 ( Conductor = 50 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Momento flector longitudinal $M_{fl}=0.5 T_c h_l \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	1842	1842	1842	1842	1841	1841
2 Momento flector transversal $M_{ft}= 0.5 W_c. V_v .B_c$ (kg-m)	14.20	14.20	14.2	14.20	14.20	14.20
3 Momento flector equivalente $M_{feq}= ( M_{fl}^2 + M_{ft}^2 )^{0.5}$ (kg-m)	1842	1842	1842	1842	1841	1841
4 Momento Torsor $M_{tor} = 0.5 T_c B_c \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	207	207	207	207	207	207
5 Momento equivalente $M_{r'}=(M_{feq}/2)+0.5(M_{feq}^2+M_{tor}^2)^{0.5}$ (kg-m)	1848	1848	1848	1848	1847	1846
6 Esfuerzo aplicado al poste $E_{ap}'= M_{r'}/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	113.5	113.5	113.5	113.5	113.4	113.4
7 Factor de seguridad F.S. = $E_{max} / E_{ap}'$	4.41	4.41	4.41	4.42	4.42	4.42
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PS1 - 3 ( Conductor = 50 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

P<sub>pc</sub>= 495 Kg

Retenida:

Peso de aisladores

P<sub>pin</sub>= 33 Kg

Angulo ret. alfa-r=

Peso hombre+ herramientas

P<sub>trab</sub>= 100 Kg

Altura (m) hr = 9.4

Peso del Conductor

W<sub>rc</sub>= 77 Kg

Peso total

P<sub>pv</sub> = 705 Kg

Ángulo	0	1	2	3	4	5
1 Fuerza horizontal de la retenida $F_{rh} = M_r / hr$ ( kg )						
2 Fuerza vertical de la retenida $F_{rv} = F_{rh} / \text{tg}(\alpha-r)$ ( kg )						
3 Fuerzas Verticales Total $F_{vert} = F_{rv} + P_{pv}$ ( kg )	705	705	705	705	705	705
4 Momento de Inercia $I = \pi d^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $P_{cri} = \pi^2 E_p I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	12978	12978	12978	12978	12978	12978
6 Factor de seguridad calculado F.S.= $P_{cri} / F_{vert}$	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 3

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA1 - 3

## A.- Datos :

Poste		Conductor	
Altura de Poste (m)	Hp = 12	Sección (mm <sup>2</sup> )	: 70
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8	Diámetro (m)	Dc= 0.0108
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2	Peso (kg/m)	Wc=0.1900
Velocidad del viento (km/h)	v = 60	Vano Viento(m)	Vv= 159
Carga de rotura (kg)	Trup= 860	T. ruptura (kg)	Tr= 1989
Diámetro en la punta ( m )	do = 0.143	T. conduct.(kg)	Tc= 487
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300	h1 = 9.8	
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256	h2 = 10.5	
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Emax= 501	h3 = 9.8	
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42		
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep = 124000		

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	5	8	10	15	20	30
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	25.82	25.78	25.75	25.62	25.45	24.96
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	42.5	67.9	84.9	127.1	169.1	252.1
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	777	776	775	771	766	751
9 Momento del Tiro maximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	1279	2045	2555	3827	5091	7588
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	2198	2963	3472	4740	5999	8481
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	135	182	213	291	368	521
12 Factor de seguridad F.S = Emax / Eap	3.71	2.75	2.35	1.72	1.36	0.96
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	No	Si	Si	Si	Si	Si



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA1 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo	5	8	10	15	20	30
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	2384	2380	2377	2366	2350	2305
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	2384	2381	2377	2366	2350	2305
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	268	267	267	266	264	259
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	2392	2388	2385	2373	2357	2312
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	146.9	146.7	146.5	145.8	144.8	142.0
7 Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	3.41	3.42	3.42	3.44	3.46	3.53
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA1 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 Kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 Kg

Angulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 Kg

Altura (m)  $hr = 9.4$

Peso del Conductor

Wrc= 91 Kg

Peso total

Ppv = 752 Kg

Ángulo	5	8	10	15	20	30
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )		315	369	504	638	902
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / \tg (\alpha-r)$ ( kg )		418	490	669	847	1197
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	752	1170	1242	1421	1599	1949
4 Momento de Inercia $I = \pi de^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	12978	12978	12978	12978	12978	12978
6 Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	17.3	11.1	10.5	9.1	8.1	6.7
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 4

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA1 - 3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)

Altura de empotramiento (m)

Altura expuesto al viento (m)

Velocidad del viento (km/h)

Carga de rotura (kg)

Diámetro en la punta (m)

Diámetro en su Base (m)

Diámetro en línea-tierra (m)

Esfuerzo máximo (kg/cm<sup>2</sup>)

Circunferencia en tierra (cm)

Módulo-elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

Hp = 12

he = 1.8

Hpv= 10.2

v = 60

Trup= 860

do = 0.143

db = 0.300

de = 0.256

Emax= 501

C= 80.42

Ep = 124000

## Conductor

Sección (mm<sup>2</sup>) : 50

Diámetro (m) Dc= 0.0091

Peso (kg/m) Wc=0.1381

Vano Viento(m) Vv= 167

T. ruptura (kg) Tr= 1509

T. conduct.(kg) Tc= 375

h1 = 9.80

h2 = 10.50

h3 = 9.80

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

	Ángulo	5	8	10	15	20	30
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	22.86	22.82	22.79	22.68	22.53	22.10
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	32.7	52.3	65.4	97.9	130.2	194.1
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	688	687	686	683	678	665
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	985	1575	1968	2947	3920	5843
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	1815	2404	2796	3771	4740	6650
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	111	148	172	232	291	408
12	Factor de seguridad F.S = Emax / Eap	4.50	3.39	2.92	2.16	1.72	1.23
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	No	Si	Si	Si	Si	Si

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA1 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo		5	8	10	15	20	30
1	Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	1836	1833	1831	1822	1810	1775
2	Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68
3	Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	1836	1833	1831	1822	1810	1775
4	Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	206	206	205	204	203	199
5	Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	1842	1839	1836	1828	1815	1781
6	Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	113.1	112.9	112.8	112.2	111.5	109.4
7	Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	4.43	4.44	4.44	4.46	4.49	4.58
8	¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA1 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 Kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 Kg

Angulo ret. alfa-r= 37

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 Kg

Altura (m) hr = 9.4

Peso del Conductor

Wrc= 69 Kg

Peso total

Ppv = 730 Kg

Ángulo		5	8	10	15	20	30
1	Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )		256	297	401	504	707
2	Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg(\alpha-r)$ ( kg )		339	395	532	669	939
3	Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	730	1070	1125	1263	1399	1669
4	Momento de Inercia $I = \pi d^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5	Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	12978	12978	12978	12978	12978	12978
6	Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	17.8	12.1	11.5	10.3	9.3	7.8
7	¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 5

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA2 - 3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)	Hp = 12
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2
Velocidad del viento (km/h)	v = 60
Carga de rotura (kg)	Trup= 860
Diámetro en la punta (m)	do = 0.143
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>max</sub> = 501
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>p</sub> = 124000

## Conductor

Sección (mm <sup>2</sup> )	: 120
Diámetro (m)	Dc= 0.0142
Peso (kg/m)	Wc=0.3315
Vano Viento(m)	Vv= 100
T. ruptura (kg)	T <sub>r</sub> = 3335
T. conduct.(kg)	Tc= 818
h1	= 9.975
h2	= 8.775
h3	= 7.575

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042 V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e) / 2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv} / 3) [(d_e + 2d_o) / (d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha / 2)$ (kg)	20.74	20.48	20.18	19.84	19.46	18.59
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha / 2)$ (kg)	423.4	492.0	559.5	626.1	691.4	818.0
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	546	539	531	522	512	489
9 Momento del Tiro maximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	11147	12951	14730	16481	18201	21534
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	11835	13632	15403	17146	18856	22165
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	727	837	946	1053	1158	1361
12 Factor de seguridad F.S = E <sub>max</sub> / E <sub>ap</sub>	0.69	0.60	0.53	0.48	0.43	0.37
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo		30	35	40	45	50	60
1	Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	3941	3891	3834	3769	3698	3533
2	Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3	Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	3941	3891	3834	3769	3698	3533
4	Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	0	0	0	0	0	0
5	Momento equivalente $Mr=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	3941	3891	3834	3769	3698	3533
6	Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	242.0	239.0	235.5	231.5	227.1	217.0
7	Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	2.07	2.10	2.13	2.16	2.21	2.31
8	¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 Kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 Kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 Kg

Altura (m)  $hr = 8.32$

Peso del Conductor

Wrc= 99 Kg

Peso total

Ppv = 760 Kg

Ángulo		30	35	40	45	50	60
1	Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	1422	1638	1851	2061	2266	2664
2	Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg(\alpha-r)$ ( kg )	1888	2174	2457	2735	3007	3535
3	Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	2648	2935	3217	3495	3768	4296
4	Momento de Inercia $I = \pi de^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5	Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6	Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	6.3	5.6	5.1	4.7	4.4	3.9
7	¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 6

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA2 - 3

## A.- Datos :

Poste		Conductor
Altura de Poste (m)	Hp = 12	Sección (mm <sup>2</sup> ) : 70
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8	Diámetro (m) Dc= 0.0108
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2	Peso (kg/m) Wc=0.1900
Velocidad del viento (km/h)	v = 60	Vano Viento(m) Vv= 143
Carga de rotura (kg)	Trup= 860	T. ruptura (kg) Tr= 1989
Diámetro en la punta ( m )	do = 0.143	T. conduct.(kg) Tc= 488
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300	h1 = 9.975
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256	h2 = 8.775
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Emax= 501	h3 = 7.575
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42	
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep = 124000	

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo		30	35	40	45	50	60
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	22.45	22.17	21.84	21.47	21.07	20.13
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	252.6	293.5	333.8	373.5	412.5	488.0
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	591	584	575	565	555	530
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	6650	7726	8788	9832	10858	12847
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	7383	8452	9505	10540	11555	13519
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	453	519	584	647	710	830
12	Factor de seguridad $F.S = E_{max} / E_{ap}$	1.10	0.97	0.86	0.77	0.71	0.60
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	2351	2321	2287	2249	2206	2108
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	2351	2321	2287	2249	2206	2108
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	0	0	0	0	0	0
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	2351	2321	2287	2249	2206	2108
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap' = Mr' / (3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	144.4	142.6	140.5	138.1	135.5	129.5
7 Factor de seguridad F.S. = $E_{max} / Eap'$	3.47	3.51	3.57	3.63	3.70	3.87
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 kg

Angulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 8.32$

Peso del Conductor

Wrc= 82 kg

Peso total

Ppv = 743 kg

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	887	1016	1142	1267	1389	1625
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg(\alpha-r)$ ( kg )	1178	1348	1516	1681	1843	2156
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	1920	2091	2259	2424	2586	2899
4 Momento de Inercia $I = pi de^4 10^8 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6 Factor de seguridad calculado F.S.= $Pcri / Fvert$	8.6	7.9	7.3	6.8	6.4	5.7
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 7

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA2 - 3

## A.- Datos :

Poste		Conductor
Altura de Poste (m)	Hp = 12	Sección (mm <sup>2</sup> ) : 50
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8	Diámetro (m) Dc= 0.0091
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2	Peso (kg/m) Wc=0.1381
Velocidad del viento (km/h)	v = 60	Vano Viento(m) Vv= 153
Carga de rotura (kg)	Trup= 860	T. ruptura (kg) Tr= 1509
Diámetro en la punta ( m )	do = 0.143	T. conduct.(kg) Tc= 375
Diámetro en su Base (m)	db = 0.300	h1 = 9.975
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256	h2 = 8.775
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Emax= 501	h3 = 7.575
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42	
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep = 124000	

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	20.24	19.99	19.70	19.36	19.00	18.15
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	194.1	225.5	256.5	287.0	317.0	375.0
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	533	526	518	510	500	478
9 Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	5110	5937	6753	7556	8344	9872
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	5785	6605	7413	8207	8986	10492
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	355	406	455	504	552	644
12 Factor de seguridad F.S = Emax / Eap	1.41	1.23	1.10	0.99	0.91	0.78
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	1807	1784	1758	1728	1695	1620
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	1807	1784	1758	1728	1695	1620
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	0	0	0	0	0	0
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	1807	1784	1758	1728	1695	1620
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap' = Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	111.0	109.6	107.9	106.1	104.1	99.5
7 Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	4.52	4.57	4.64	4.72	4.81	5.04
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA2 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 33 kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 8.32$

Peso del Conductor

Wrc= 63 kg

Peso total

Ppv = 691 kg

Ángulo	30	35	40	45	50	60
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	695	794	891	986	1080	1261
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg(\alpha-r)$ ( kg )	923	1054	1182	1309	1433	1673
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	1614	1745	1874	2000	2125	2365
4 Momento de Inercia $I = \pi d^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6 Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	10.3	9.5	8.8	8.3	7.8	7.0
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 8

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA3 - 3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)

Hp = 12

Altura de empotramiento (m)

he = 1.8

Altura expuesto al viento (m)

Hpv= 10.2

Velocidad del viento (km/h)

v = 60

Carga de rotura (kg)

Trup= 860

Diámetro en la punta ( m )

do = 0.143

Diámetro en su base (m)

db = 0.300

Diámetro en línea-tierra (m)

de = 0.256

Esfuerzo máximo (kg/cm<sup>2</sup>)

Emax= 501

Circunferencia en tierra (cm)

C= 80.42

Módulo-elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

Ep = 124000

## Conductor

Sección (mm<sup>2</sup>) : 120

Diámetro (m) Dc= 0.0142

Peso (kg/m) Wc=0.3315

Vano Viento(m) Vv= 151

T. ruptura (kg) Tr= 3335

T. conduct.(kg) Tc= 799

h1 = 9.975

h2 = 8.775

h3 = 7.575

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

	Ángulo	60	80	90	100	110	120
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042 V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e) / 2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv} / 3) [(d_e + 2d_o) / (d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha / 2)$ (kg)	28.08	24.84	22.92	20.84	18.60	16.21
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha / 2)$ (kg)	799	1027	1130	1224	1309	1384
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc} (h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	739	654	603	549	490	427
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c (h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	21034	27040	29746	32226	34460	36431
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	21915	27836	30492	32916	35091	37000
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1346	1710	1873	2022	2155	2272
12	Factor de seguridad F.S = Emax / Eap	0.37	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Momento flector longitudinal $M_{fl}=0.5 T_c h_1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	3451	3053	2818	2562	2286	1992
2 Momento flector transversal $M_{ft}= 0.5 W_c \cdot V_v \cdot B_c$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3 Momento flector equivalente $M_{feq}= ( M_{fl}^2 + M_{ft}^2 )^{0.5}$ (kg-m)	3451	3053	2818	2562	2286	1992
4 Momento Torsor $M_{tor} = 0.5 T_c B_c \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	0	0	0	0	0	0
5 Momento equivalente $M_r'=(M_{feq}/2)+0.5(M_{feq}^2+M_{tor}^2)^{0.5}$ (kg-m)	3451	3053	2818	2562	2286	1992
6 Esfuerzo aplicado al poste $E_{ap}'= M_r'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	212.0	187.5	173.1	157.3	140.4	122.4
7 Factor de seguridad F.S. = $E_{max} / E_{ap}'$	2.36	2.67	2.89	3.18	3.57	4.09
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

P<sub>pc</sub>= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

P<sub>pin</sub>= 66 kg

Angulo ret. alfa-r= 45

Peso hombre+ herramientas

P<sub>trab</sub>= 100 kg

Altura (m) hr = 8.32

Peso del Conductor

W<sub>rc</sub>= 150 kg

Peso total

P<sub>pv</sub> = 811 kg

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Fuerza horizontal de la retenida $F_{rh} = M_r / hr$ ( kg )	2634	3346	3665	3956	4218	4447
2 Fuerza vertical de la retenida $F_{rv} = F_{rh} / \text{tg}(\alpha-r)$ ( kg )	2634	3346	3665	3956	4218	4447
3 Fuerzas Verticales Total $F_{vert} = F_{rv} + P_{pv}$ ( kg )	3445	4157	4476	4767	5029	5258
4 Momento de Inercia $I = \pi d^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $P_{cri} = \pi^2 E_p I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6 Factor de seguridad calculado F.S.= $P_{cri} / F_{vert}$	4.8	4.0	3.7	3.5	3.3	3.2
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 9

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA3 - 3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)

Hp = 12

Altura de empotramiento (m)

he = 1.8

Altura expuesto al viento (m)

Hpv= 10.2

Velocidad del viento (km/h)

v = 60

Carga de rotura (kg)

Trup= 860

Diámetro en la punta ( m )

do = 0.143

Diámetro en su base (m)

db = 0.300

Diámetro en línea-tierra (m)

de = 0.256

Esfuerzo máximo (kg/cm<sup>2</sup>)

Emax= 501

Circunferencia en tierra (cm)

C= 80.42

Módulo-elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

Ep = 124000

## Conductor

Sección (mm<sup>2</sup>) : 70

Diámetro (m) Dc= 0.0108

Peso (kg/m) Wc=0.1900

Vano Viento(m) Vv= 153

T. ruptura (kg) Tr= 1989

T. conduct.(kg) Tc= 488

h1 = 9.975

h2 = 8.775

h3 = 7.575

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

	Ángulo	60	80	90	100	110	120
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ ( m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ ( kg )	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ ( m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ ( kg )	21.54	19.05	17.58	15.99	14.26	12.43
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ ( kg )	488	627	690	748	799	845
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	567	502	463	421	376	327
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	12847	16515	18168	19682	21047	22251
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	13556	17159	18773	20245	21564	22720
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	833	1054	1153	1243	1324	1395
12	Factor de seguridad $F.S = E_{max} / E_{ap}$	0.60	0.48	0.43	0.40	0.38	0.36
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	2108	1864	1721	1564	1396	1217
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	2108	1864	1721	1564	1396	1217
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	0	0	0	0	0	0
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	2108	1864	1721	1564	1396	1217
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap' = Mr' / (3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	129.5	114.5	105.7	96.1	85.7	74.7
7 Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	3.87	4.38	4.74	5.21	5.84	6.70
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 70 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 8.32$

Peso del Conductor

Wrc= 87 kg

Peso total

Ppv = 748 kg

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	1629	2062	2256	2433	2592	2731
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg (\alpha-r)$ ( kg )	2162	2737	2994	3229	3440	3624
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	2910	3485	3742	3977	4188	4372
4 Momento de Inercia $I = \pi de^4 10^8 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6 Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	5.7	4.8	4.4	4.2	4.0	3.8
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 10

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : PA3 - 3

## A.- Datos :

Poste		Conductor	
Altura de Poste (m)	Hp = 12	Sección (mm <sup>2</sup> )	: 50
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8	Diámetro (m)	Dc= 0.0091
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2	Peso (kg/m)	Wc=0.1381
Velocidad del viento (km/h)	v = 60	Vano Viento(m)	Vv= 143
Carga de rotura (kg)	Trup= 860	T. ruptura (kg)	Tr= 1509
Diámetro en la punta ( m )	do = 0.143	T. conduct.(kg)	Tc= 375
Diámetro en su base (m)	db = 0.300	h1 = 9.975	
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256	h2 = 8.775	
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	Emax= 501	h3 = 7.575	
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42		
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Ep = 124000		

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2 Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3 Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4 Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m <sup>2</sup> )	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5 Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6 Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	16.96	15.01	13.85	12.59	11.24	9.79
7 Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	375	482	530	575	614	650
8 Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	447	395	365	331	296	258
9 Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3)$ (kg-m)	9872	12691	13961	15125	16173	17099
10 Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	10461	13228	14468	15598	16611	17499
11 Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	642	812	889	958	1020	1075
12 Factor de seguridad $F.S = E_{max} / E_{ap}$	0.78	0.62	0.56	0.52	0.49	0.47
13 Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 0.00

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	1620	1433	1323	1202	1073	935
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	1620	1433	1323	1202	1073	935
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	0	0	0	0	0	0
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	1620	1433	1323	1202	1073	935
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	99.5	88.0	81.2	73.8	65.9	57.4
7 Factor de seguridad F.S. = $E_{max} / Eap'$	5.04	5.69	6.17	6.79	7.60	8.72
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : PA3 - 3 ( Conductor: 50 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 8.32$

Peso del Conductor

Wrc= 59 kg

Peso total

Ppv = 720 kg

Ángulo	60	80	90	100	110	120
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	1257	1590	1739	1875	1997	2103
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg(\alpha-r)$ ( kg )	1668	2110	2308	2488	2649	2791
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	2389	2830	3028	3208	3370	3511
4 Momento de Inercia $I = \pi de^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	16566	16566	16566	16566	16566	16566
6 Factor de seguridad calculado F.S.= $Pcri / Fvert$	6.9	5.9	5.5	5.2	4.9	4.7
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 11

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : 2CPS1-3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)	Hp = 12
Altura de empotramiento (m)	he = 1.8
Altura expuesto al viento (m)	Hpv= 10.2
Velocidad del viento (km/h)	v = 60
Carga de rotura (kg)	Trup= 860
Diámetro en la punta (m)	do = 0.143
Diámetro en su base (m)	db = 0.300
Diámetro en línea-tierra (m)	de = 0.256
Esfuerzo máximo (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>max</sub> = 501
Circunferencia en tierra (cm)	C= 80.42
Módulo-elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	E <sub>p</sub> = 124000

## Conductor

Sección (mm <sup>2</sup> )	: 120
Diámetro (m)	Dc= 0.0142
Peso (kg/m)	Wc=0.3315
Vano Viento(m)	Vv= 120
T. ruptura (kg)	Tr= 3335
T. conduct.(kg)	Tc= 810
h1 = 9.960	h4 = 9.960
h2 = 9.260	h5 = 9.260
h3 = 8.560	h6 = 8.560

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

	Ángulo	0	1	2	2	4	5
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e)/2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv}/3) [(d_e + 2d_o)/(d_e + d_o)]$ (m)	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha/2)$ (kg)	25.76	25.76	25.76	25.76	25.75	25.74
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha/2)$ (kg)	0.00	14.14	28.27	28.27	56.54	70.66
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6)$ (kg-m)	1431	1431	1431	1431	1431	1430
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3 + H_4 + H_5 + H_6)$ (kg-m)	0	785.5	1571	1571	3141	3926
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	1574	2359	3144	3144	4714	5498
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	96.6	144.9	193.1	193.1	289.5	337.7
12	Factor de seguridad F.S = E <sub>max</sub> / E <sub>ap</sub>	5.18	3.46	2.59	2.59	1.73	1.48
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	No	No	Si	Si	Si	Si



### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : 2CPS1-3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo	0	1	2	2	4	5
1 Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	4034	4034	4033	4033	4031	4030
2 Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	21.88	21.88	21.88	21.88	21.88	21.88
3 Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	4034	4034	4033	4033	4031	4030
4 Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	445.5	445.5	445.4	445.4	445.2	445.1
5 Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	4046	4046	4046	4046	4044	4042
6 Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	248.5	248.5	248.5	248.5	248.3	248.3
7 Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
8 ¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : 2CPS1-3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 66 kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 9$

Peso del Conductor

Wrc= 119 kg

Peso total

Ppv = 780 kg

Ángulo	0	1	2	2	4	5
1 Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	175	262	349	349	524	611
2 Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg (\alpha-r)$ ( kg )	0	0	464	464	695	811
3 Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	780	780	1244	1244	1475	1591
4 Momento de Inercia $I = \pi de^4 10^8 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5 Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	14158	14158	14158	14158	14158	14158
6 Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	18.1	18.1	11.4	11.4	9.6	8.9
7 ¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Tabla N° 12

## Cálculo de esfuerzos aplicados al poste - Armado : 2CPA1-3

## A.- Datos :

## Poste

Altura de Poste (m)  
 Altura de empotramiento (m)  
 Altura expuesto al viento (m)  
 Velocidad del viento (km/h)  
 Carga de rotura (kg)  
 Diámetro en la punta (m)  
 Diámetro en su base (m)  
 Diámetro en línea-tierra (m)  
 Esfuerzo máximo (kg/cm<sup>2</sup>)  
 Circunferencia en tierra (cm)  
 Módulo-elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)

Hp = 12  
 he = 1.8  
 Hpv= 10.2  
 v = 60  
 Trup= 860  
 do = 0.143  
 db = 0.300  
 de = 0.256  
 Emax= 501  
 C= 80.42  
 Ep = 124000

## Conductor

Sección (mm<sup>2</sup>) : 120  
 Diámetro (m) Dc= 0.0142  
 Peso (kg/m) Wc= 0.3315  
 Vano Viento(m) Vv= 137  
 T. ruptura (kg) Tr= 3335  
 T. conduct.(kg) Tc= 804  
 h1 = 9.960 h4 = 9.960  
 h2 = 9.260 h5 = 9.260  
 h3 = 8.560 h6 = 8.560

## B.- Esfuerzos de flexión - Condición normal

	Ángulo	5	8	10	15	20	30
1	Presión del Viento $P_v = 0.0042V^2$ (kg/m <sup>2</sup> )	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
2	Área del poste donde actúa el viento $A_{pv} = H_{pv} (d_o + d_e) / 2$ (m <sup>2</sup> )	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03	2.03
3	Fuerza del viento en el poste $F_{vp} = A_{pv} P_v$ (kg)	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77	30.77
4	Altura equivalente en el poste $Z = (H_{pv} / 3) [(d_e + 2d_o) / (d_e + d_o)]$ (m)	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
5	Momento del viento/poste $M_{vp} = F_{vp} Z$ (kg-m)	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1	142.1
6	Fuerza del viento /conductor $F_{vc} = V_v P_v D_c \cos(\alpha / 2)$ (kg)	29.39	29.34	29.30	29.16	28.97	28.41
7	Fuerza del Tiro máximo/poste $F_c = 2T_c \sin(\alpha / 2)$ (kg)	70.1	112.2	140.1	209.9	279.2	416.2
8	Momento del Viento / cables $M_{vc} = F_{vc}(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6)$ (kg-m)	1633	1630	1628	1620	1609	1579
9	Momento del Tiro máximo $M_c = F_c(h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6)$ (kg-m)	3897	6232	7787	11661	15514	23123
10	Momento Total aplicado al poste $M_r = M_{vp} + M_{vc} + M_c$ (kg-m)	5672	8004	9557	13424	17265	24844
11	Esfuerzo Aplicado $E_{ap} = M_r / (3.13 \times 10^{-5} \times C^3)$ (kg/cm <sup>2</sup> )	348.3	491.6	586.9	824.4	1060	1525.8
12	Factor de seguridad F.S = Emax / Eap	1.44	1.02	0.85	0.61	0.47	0.33
13	Si: F.S. < 3, instalar retenida ¿Requiere retenida?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### C.- Esfuerzos de flexión - Condición anormal (Rotura de conductor)

Armado : 2CPA1-3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Brazo cruceta ( m ) = 1.10

Ángulo		5	8	10	15	20	30
1	Momento flector longitudinal $Mfl=0.5 Tc h1 \cos(\alpha/2)$ (kg-m)	4000	3994	3989	3970	3943	3867
2	Momento flector transversal $Mft= 0.5 Wc. Vv .Bc$ (kg-m)	24.98	24.98	24.98	24.98	24.98	24.98
3	Momento flector equivalente $Mfeq= ( Mfl^2 + Mft^2 )^{0.5}$ (kg-m)	4000	3994	3989	3970	3943	3868
4	Momento Torsor $Mtor = 0.5 Tc Bc \cos(\alpha/2)$ (kg.m)	441.8	441.1	440.5	438.4	435.5	427.1
5	Momento equivalente $Mr'=(Mfeq/2)+0.5(Mfeq^2+Mtor^2)^{0.5}$ (kg-m)	4012	4006	4001	3982	3955	3879
6	Esfuerzo aplicado al poste $Eap'= Mr'/(3.13 \times 10^{-5} C^3)$ . (kg/cm <sup>2</sup> )	246.4	246.1	245.7	244.5	242.9	238.3
7	Factor de seguridad F.S. = Emax / Eap'	2.03	2.04	2.04	2.05	2.06	2.10
8	¿ Cumple F.S. >2 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si

### D.- Esfuerzos de Pandeo - Condición normal

Armado : 2CPA1-3 ( Conductor: 120 mm<sup>2</sup> )

Peso del poste y cruceta

Ppc= 495 kg

Retenida:

Peso de aisladores

Ppin= 132 kg

Ángulo ret.  $\alpha-r= 37$

Peso hombre+ herramientas

Ptrab= 100 kg

Altura (m)  $hr = 9$

Peso del Conductor

Wrc= 136 kg

Peso total

Ppv = 863 kg

Ángulo		5	8	10	15	20	30
1	Fuerza horizontal de la retenida $Frh = Mr / hr$ ( kg )	630	889	1062	1492	1918	2760
2	Fuerza vertical de la retenida $Frv = Frh / tg (\alpha-r)$ ( kg )	836	1180	1409	1979	2546	3663
3	Fuerzas Verticales Total $Fvert = Frv + Ppv$ ( kg )	1700	2043	2272	2843	3409	4526
4	Momento de Inercia $I = \pi d^4 / 64$ ( cm <sup>4</sup> )	21083	21083	21083	21083	21083	21083
5	Carga crítica a la compresión $Pcri = \pi^2 Ep I / (1.5 \times 100 hr)^2$ ( kg )	14158	14158	14158	14158	14158	14158
6	Factor de seguridad calculado F.S.= Pcri / Fvert	8.3	6.9	6.2	5.0	4.2	3.1
7	¿ Cumple F.S. >3 ?	Si	Si	Si	Si	Si	Si



## **ANEXO “ B ”**

### **RELACIÓN DE PLANOS**

**Plano N° P-1 “ Soporte de suspensión 0° a 5°, trifásico, Tipo PS1-3 ”**

**Plano N° P-2 “ Soporte de ángulo 5° a 30°, trifásico, Tipo PA1-3 ”**

**Plano N° P-3 “ Soporte de ángulo 30° a 60°, trifásico, Tipo PA2-3 ”**

**Plano N° P-4 “ Soporte de ángulo 30° a 60°, trifásico con derivación, Tipo PA2-3D ”**

**Plano N° P-5 “ Soporte de ángulo 60° a 120°, trifásico, Tipo PA3-3 ”**

**Plano N° P-6 “ Soporte de ángulo 60° a 120°, trifásico con derivación, Tipo PA3-3D ”**

**Plano N° P-7 “ Soporte de retención 0° a 5°, trifásico, Tipo PS1-3 ”**

**Plano N° P-8 “ Soporte terminal horizontal, trifásico, Tipo PTH-3 ”**

**Plano N° P-9 “ Soporte de seccionamiento trifásico, con pararrayos, Tipo PSEC-3P ”**

**Plano N° P-10 “ Soporte de suspensión 0° a 5°, trifásico, Tipo 2CPS1-3 ”**

**Plano N° P-11 “ Soporte de ángulo 3° a 20°, trifásico, Tipo 2CPA1-3 ”**

**Plano N° P-12 “ Soporte de ángulo 30° a 60°, trifásico, Tipo 2CPA2-3 ”**

**Plano N° P-13 “ Soporte de ángulo 60° a 120°, trifásico, Tipo 2CPA3-3 ”**

**Plano N° P-14 “ Soporte de retención o anclaje, trifásico, Tipo 2CPR3-3 ”**

**Plano N° P-15 “ Soporte de retención con derivación, trifásico, Tipo 2CPAR3-3D ”**

**Plano N° P-16 “ Puesta a tierra con varilla ”**

**Plano N° P-17 “ Puesta a tierra tipo espiral ”**

**Plano N° P-18 “ Fundación tipo I ”**

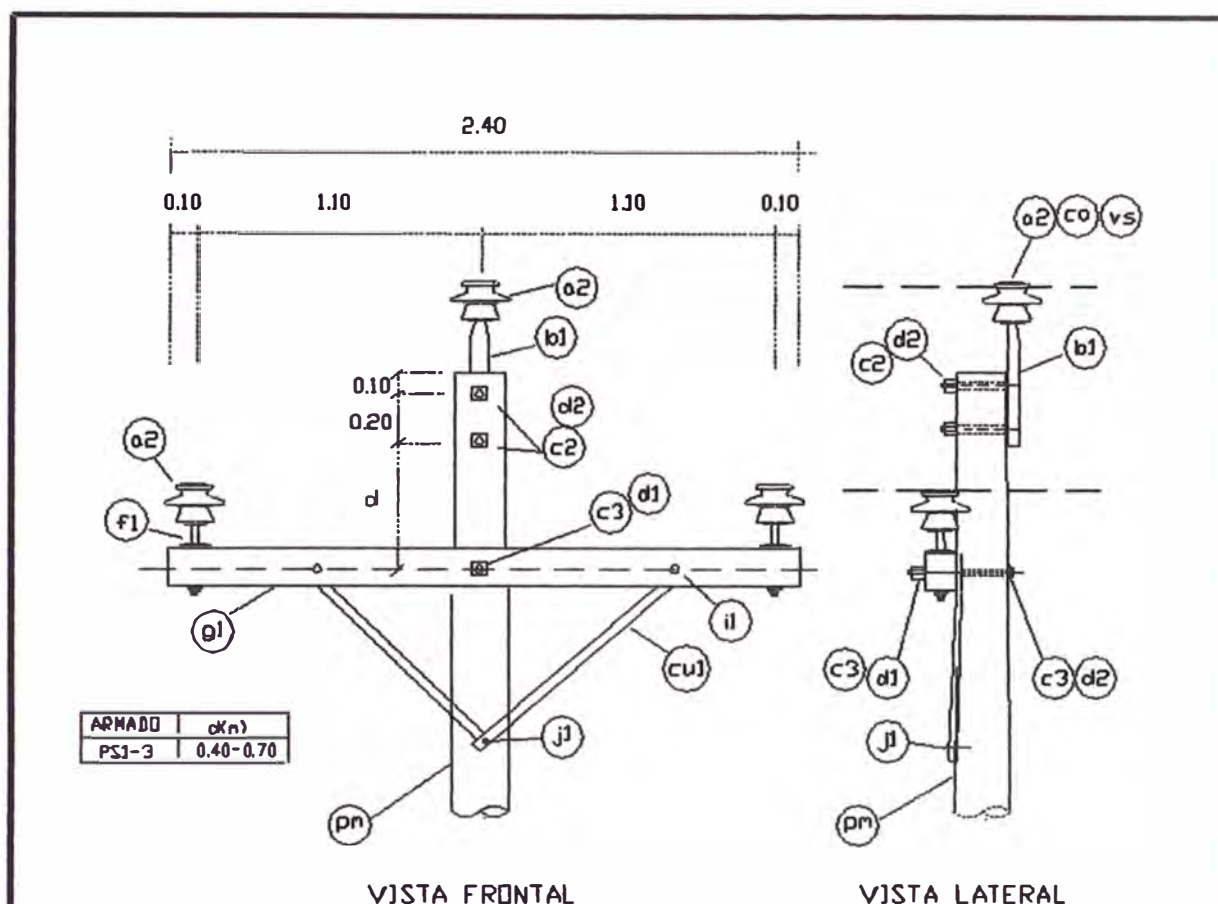
**Plano N° P-19 “ Fundación tipo II ”**

**Plano N° P-20 “ Fundación tipo III ”**

**Plano N° P-21 “ Fundación tipo IV ”**

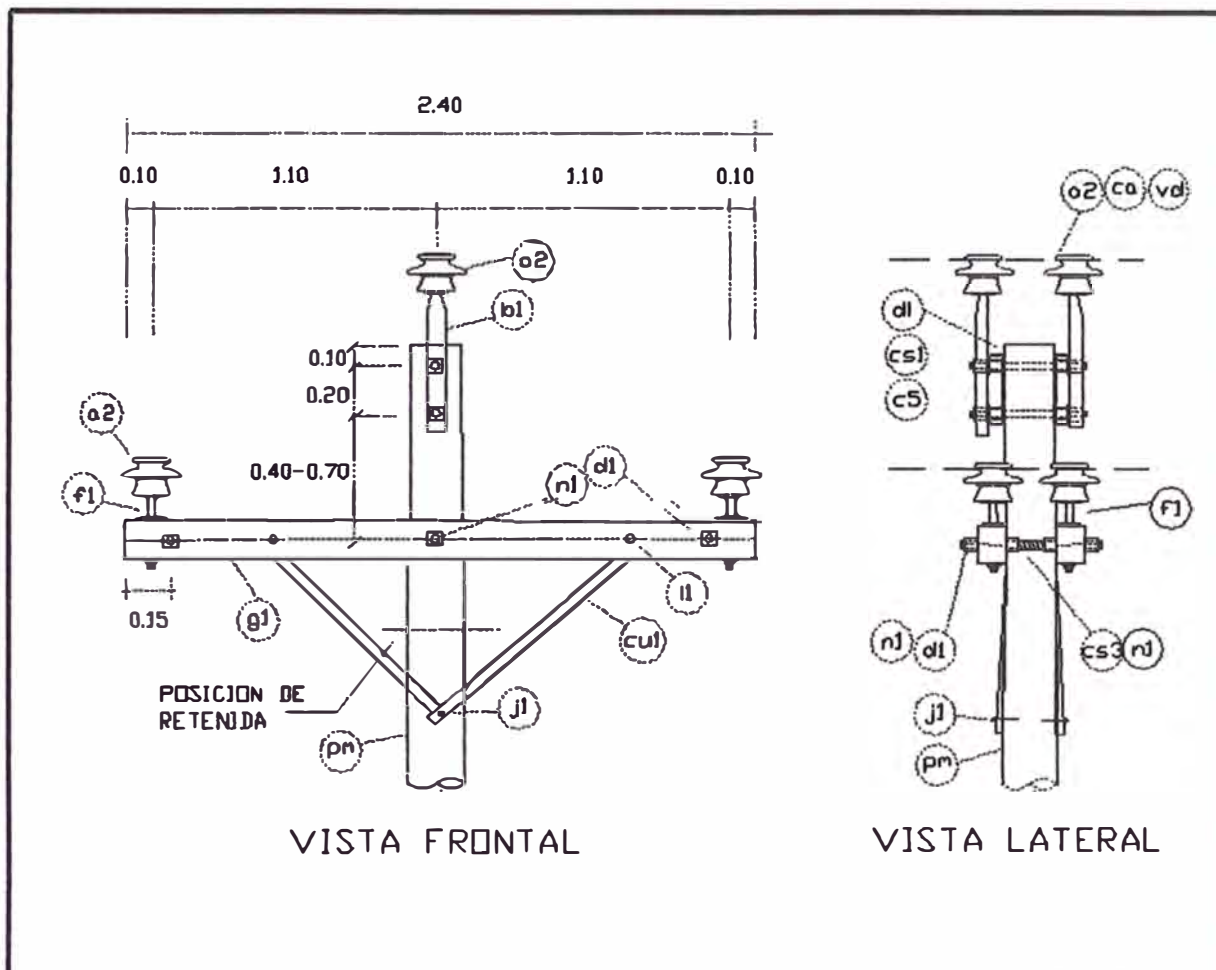
**Plano N° P-22 “ Trazo de ruta ”**

**Plano N° P-23 “ Trazo de ruta ”**



vs	VARILLA PREFORMADA SIMPLE, SEGUN REQUERIMIENTO	3
co	ALAMBRE DE AMARRE, SEGUN REQUERIMIENTO	7.5m
c3	PERNO MAQDO. DE A°G°, 16mm DIAM., x356mm LONG., 152mm MAQDO. CON T/CTUERCA	1
f1	ESPIGA PARA CRUCETA, FORJADA DE 431 mm LONG.	2
i1	PERNO COCHE DE A°G° 13mm DIAM., x 152mm LONG., 76mm MAQDO., ARAND.,T/CTUERCA	2
j1	TIRAFON DE A°G° 13 mm DIAM., x 102 mm LONG.	1
cuj	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE 38x38x6mm, SECCION 710 mm LONG.	2
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	1
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	1
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G°, 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	3
c2	PERNO MAQ. DE A°G° 16 mm DIAM., x305 mm LONG., 152 mm MAQ., CON T/CTUERCA	2
b1	ESPIGA DE A°G° PARA VERTICE , 609 mm LONG., 4 mm ESPESOR, PARA PIN 56.4	1
a2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PJN. CLASE 56.4	3
pn	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
Proyecto:		TIPO:	
ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO		PS1-3	
Plano:		PROV.:	
SOPORTE DE SUSPENSION 0° A 5°, TRIFASICO TIPO PSI-3		J.S.S.	
Dist.:	Prov.:	Opto.:	Fecha:
TUMBES	TUMBES	TUMBES	2003
			Plano N° P-1

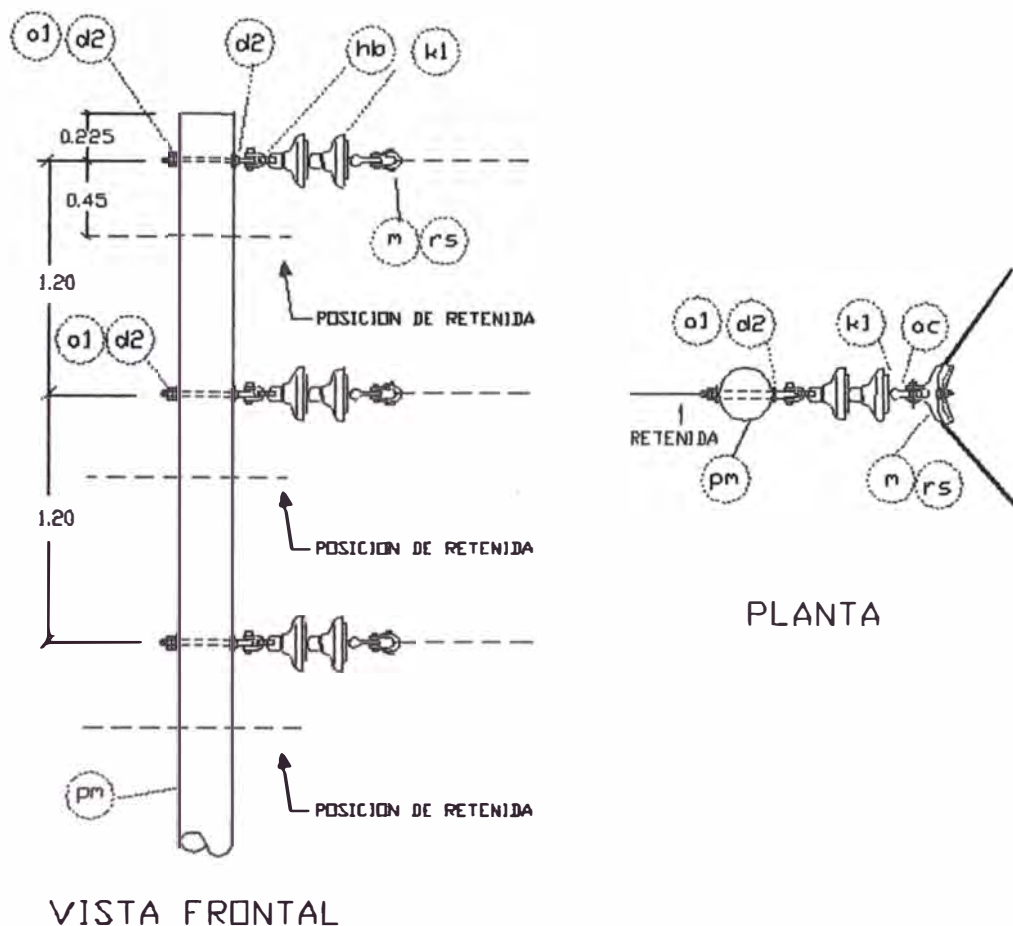


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

n1	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°. 16mm DIAM.x508mm LONG., CON 4 TUERCAS	3
dl	TUBO ESPACIADOR DE A°G° 19 mm DIAM., x 38mm LONGITUD	2
vd	VARILLA PREFORMADA DOBLE, SEGUN REQUERIMIENTO	3
co	ALAMBRE DE AMARRE, SEGUN REQUERIMIENTO	15m
c5	PERNO MAQDD. DE A°G°, 16mm DIAM., x508mm LONG., 152mm MAQDD. CON T/CTUERCA	2
f1	ESPIGA PARA CRUCETA, FORJADA DE 431 mm LONG.	4
il	PERNO COCHE DE A°G° 13mm DIAM.,x 152mm LONG., 76mm MAQDD., ARAND.,T/CTUERCA	4
j1	TIRAFON DE A°G° 13 mm DIAM., x 102 mm LONG.	2
cul	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE 38x38x6mm. SECCION 710 mm LONG.	4
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	2
dl	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUERO	12
cs3	SOPORTE SEPARADOR DE CRUCETA DE POSTE	2
cs1	SOPORTE SEPARADOR DE VERTICE DE POSTE, CS2, 110mm SEPARACION, 70x6.4mm SECC.	2
b1	ESPIGA DE A°G° PARA VERTICE , 609 mm LONG., 4 mm ESPESOR, PARA PIN 56.4	2
o2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE 56.4	6
pn	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA			
Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO		TIPO: PA1-3	
Plano: SOPORTE DE ANGULO 5° A 30°, TRIFASICO TIPO PA1 - 3		PROV.: J.S.S.	
Dist.: TUMBES	Prov.: TUMBES	Dpto.: TUMBES	Escuela: 9/E fecha: 2003 Plano N° P-2



VISTA FRONTAL

PLANTA

rs	VARILLA PREFORMADA SIMPLE, SEGUN REQUERIMIENTO	3
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	3
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	3
m	GRAPA DE ANGULO	3
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52.3	6
o1	PERNO OJO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG, 152 mm MAQUINADO CON T/CUERCA	3
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57X57X5mm, 18mm DE AGUJERO	6
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

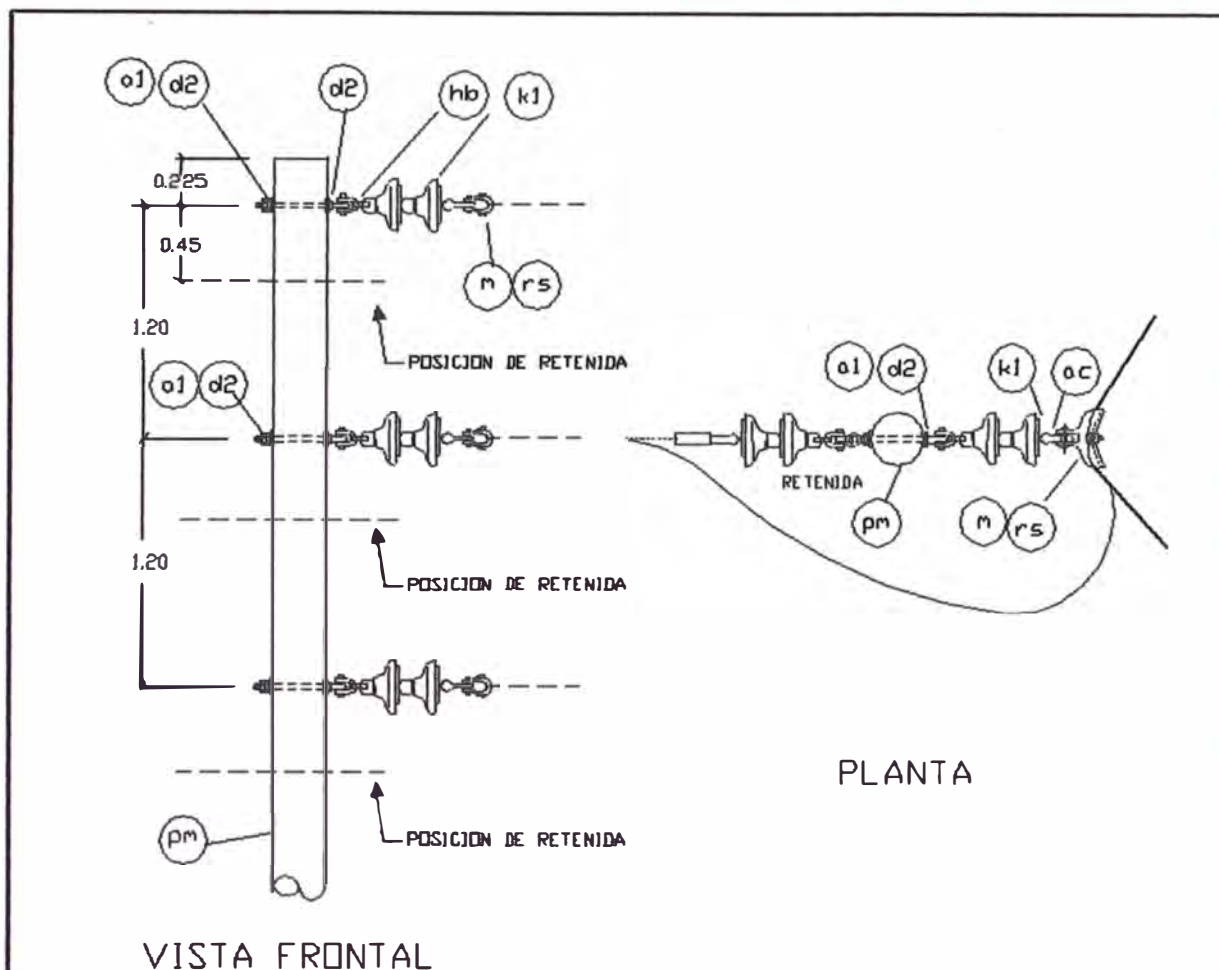
TIPO:  
PA2-3

Plano: SOPORTE DE ANGULO 30° A 60° TRIFASICO  
TIPO PA2 - 3

PROY.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: s/E fecha: 2003

Plano N°  
P-3



P	CONECTOR DE DOBLE VIA	6
oo	TUERCA OJO DE A°G° DE 16mm $\phi$ x80mmx38mm	3
rs	VARILLA PREFORMADA SIMPLE, SEGUN REQUERIMIENTO	3
il	GRAPA TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	3
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	6
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	6
m	GRAPA DE ANGULO	3
k1	AJSLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52.3	12
o1	PERNO OJO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG, 152 mm MAQUINADO CON 1/4 TUERCA	3
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57X57X5mm, 18mm DE AGUJERO	6
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO:  
PA2-3D

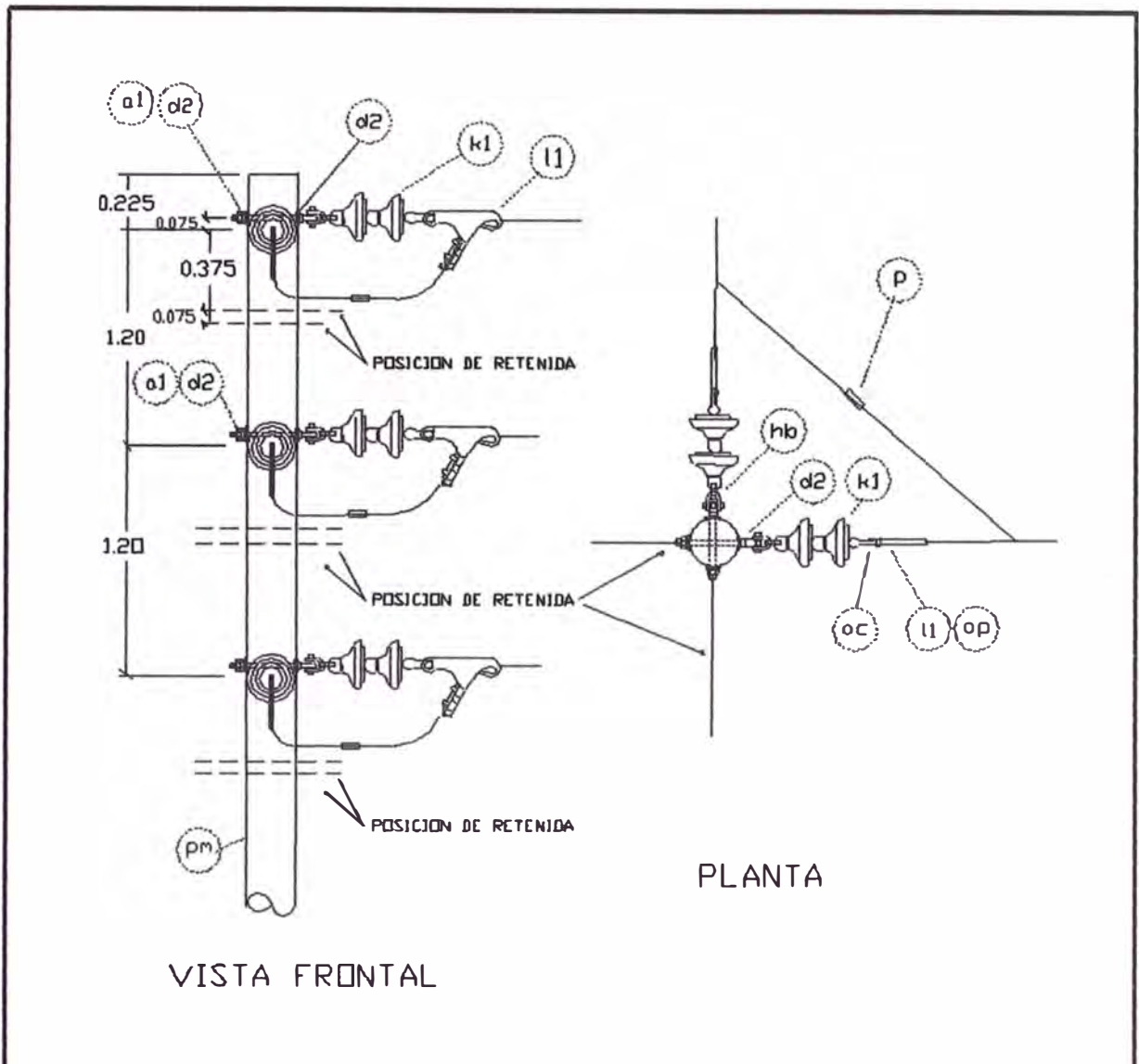
Plano: SOPORTE DE ANGULO 30° A 60° TRIFASICO  
CON DERIVACION, TIPO PA2 - 3D

PROY.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES | Prov.: TUMBES | Dpto.: TUMBES | Escala: S/E | Fecha: 2003

Plano N°  
P-4



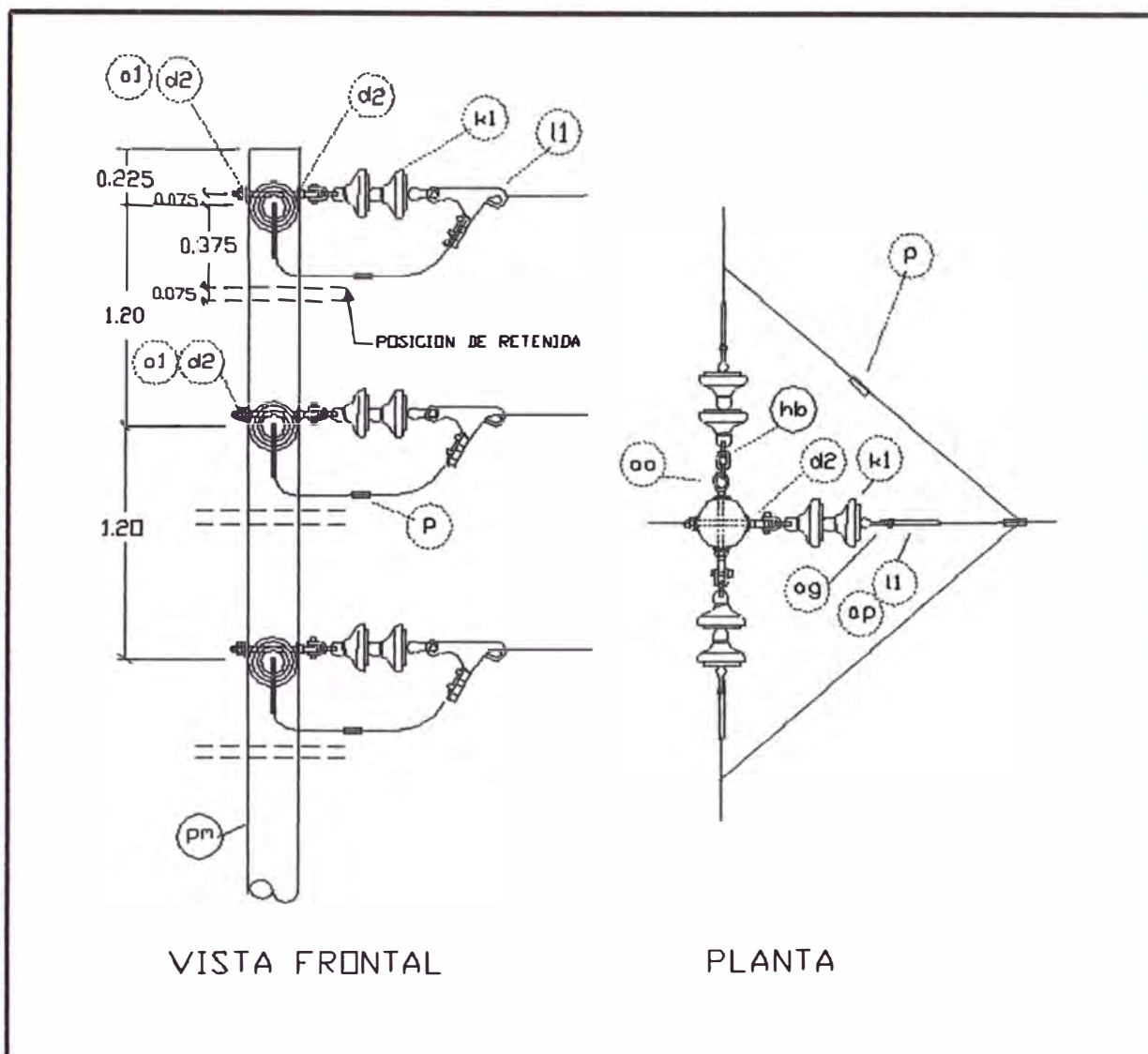


VISTA FRONTAL

PLANTA

p	CONECTOR DE DOBLE VIA, SEGUN REQUERIMIENTO	3
op	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	6m
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	6
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	6
l1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	6
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52.3	12
o1	PERNO OJO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG. 152 mm MAQUINADO CON T/CTUERCA	6
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57X57X5mm, 18mm Ø DE AGUJERO	12
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA		
Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO		TIPO: PA3-3
Plano: SOPORTE DE ANGULO 60° A 120° ,TRIFASICO TIPO PA3 - 3		PROY.: J.S.S.
Disl.: TUMBES	Prov.: TUMBES	Dpto.: TUMBES
Escola: S/E	Fecha: 2003	Plano N° P-5





VISTA FRONTAL

PLANTA

aa	TUERCA OJO A°G° DE 16 mm DIAM. X 80 mm X 38 mm. PARA PERNO DE 16 mm DIAM.	3
p	CONECTOR DE DOBLE VIA, SEGUN REQUERIMIENTO	6
op	CJNTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	9m
ac	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	9
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	9
l1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	9
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION. CLASE ANS) 52.3	18
a1	PERNO OJO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG, 152 mm MAQUINADO CON T/CTUERCA	6
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57X57X5mm, 18mm DE AGUJERO	12
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

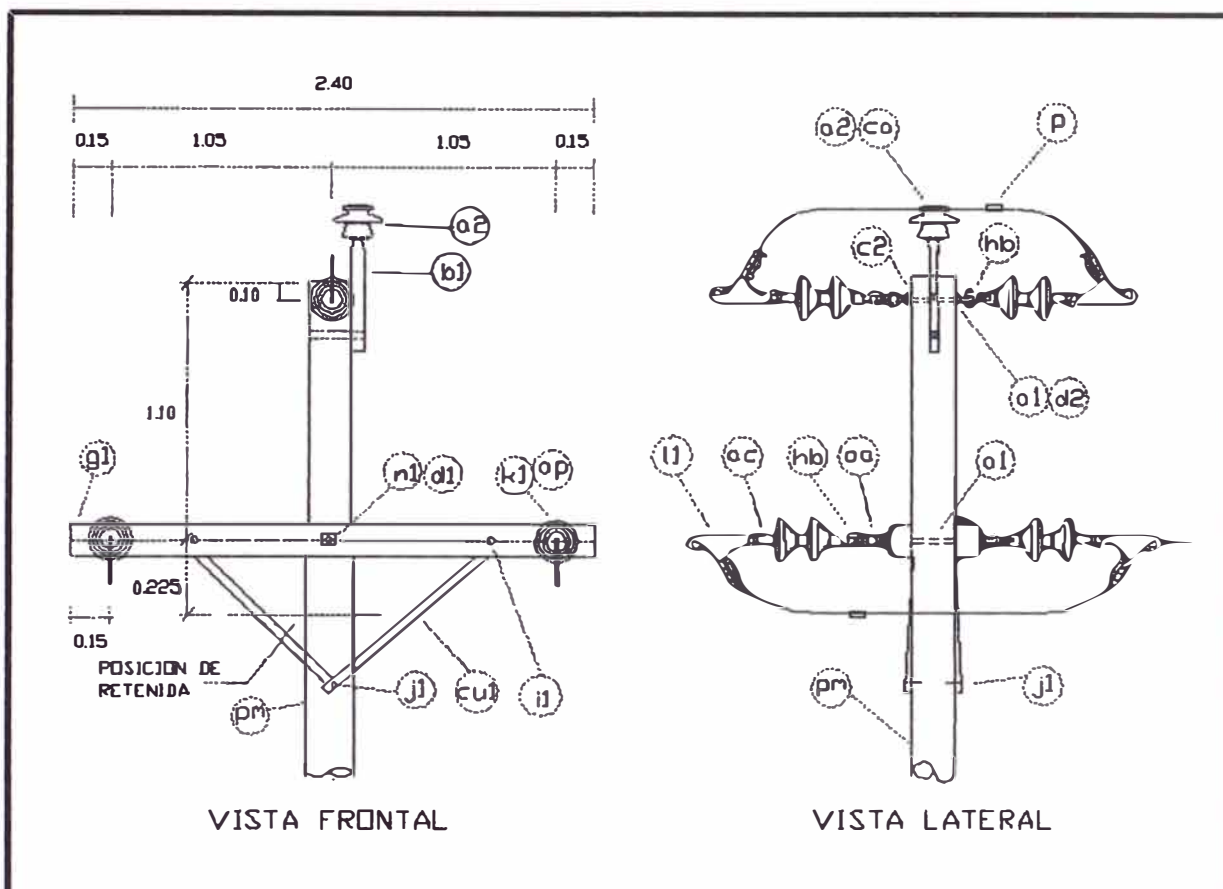
TIPO:  
PA3-3D

Plano: SOPORTE DE ANGULO 60° A 120° .TRIFASICO  
CON DERIVACION . TIPO PA3 - 3D

PROY.: J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano Nº  
P-6



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

co	ALAMBRE DE AMARRE, SEGUN REQUERIMIENTO	2.5m
cu1	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE A°G° 38x38x6mm SECCION, 710mm LONG.	4
n1	PERNO DOBLE ARNADO DE A°G° 16mm DIAM. x508mm LONG., CON 4 TUERCAS	3
j1	TIRAFON DE A°G° 13mm DIAM.x102mm LONG.	2
i1	PERNO COCHE DE A°G°, 13mm DIAM.x152mm LONG. 76 mm MAQDD. ARANDELA, T/TUERCA	4
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	10
oa	TUERCA OJO A°G° FORJADA DE 16 mm DIAM. x 80 mm x 38 PARA PERNO DE 16 mm DIAM.	5
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	2
o8	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE ANSI 56.4	1
op	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	6 m
b1	ESPIGA PARA VERTICE DE POSTE, 609 mm LONG. PARA PIN ANSI 56.4	1
p	CONECTOR DE DOBLE VIA, SEGUN REQUERIMIENTO	3
o1	PERNO OJO DE A°G°, 16mmDIAMx305mm LONG. 152mm MAQDD. CON T/TUERCA	1
ac	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	6
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	6
l1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	6
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION.CLASE ANSI 52.3	12
c2	PERNO MAQUINADO DE A°G° 16 mm DIAM x 305 mm LONG, 152 mm MAQDD., CON T/TUERCA	2
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5mm, 18mm DE AGUJERO	4
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

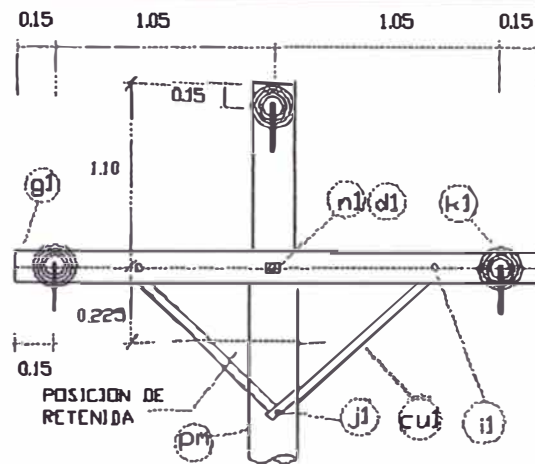
TIPO:  
PR3-3

Plano: SOPORTE DE RETENCION O ANCLAJE, TRIFASICO  
TIPO PR3 - 3

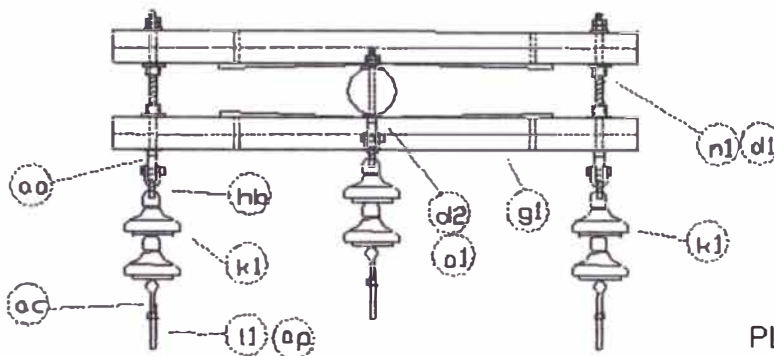
PROV.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escola: S/E fecha: 2003

Plano N°  
P-7



VISTA FRONTAL



PLANTA

cu1	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE A°G° 38x38x6mm SECCION, 710mm LONG	4
n1	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° 16mm DIAM. x508mm LONG., CON 4 TUERCAS	3
j1	TIRAFON DE A°G° 13mm DIAM.x102mm LONG.	2
i1	PERNO COCHE DE A°G°, 13mm DIAM.x152mm LONG. 76 mm MAQDD. ARANDELA, T/CTUERCA	4
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5 mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	10
oo	TUERCA OJO A°G° FORJADA DE 16 mm DIAM. x 80 mm x 38 PARA PERNO DE 16 mm DIAM.	2
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	2
ap	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	3m
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	3
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	3
i1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	3
k1	AISLADOR DE PCELANA, TIPO SUSPENSION, CLASE ANSJ 52.3	6
o1	PERNO OJO DE A°G°, 16mmDIAMx305mm LONG. 152mm MAQDD. CON T/CTUERCA	1
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5mm, 18mm DE AGUJERO	2
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

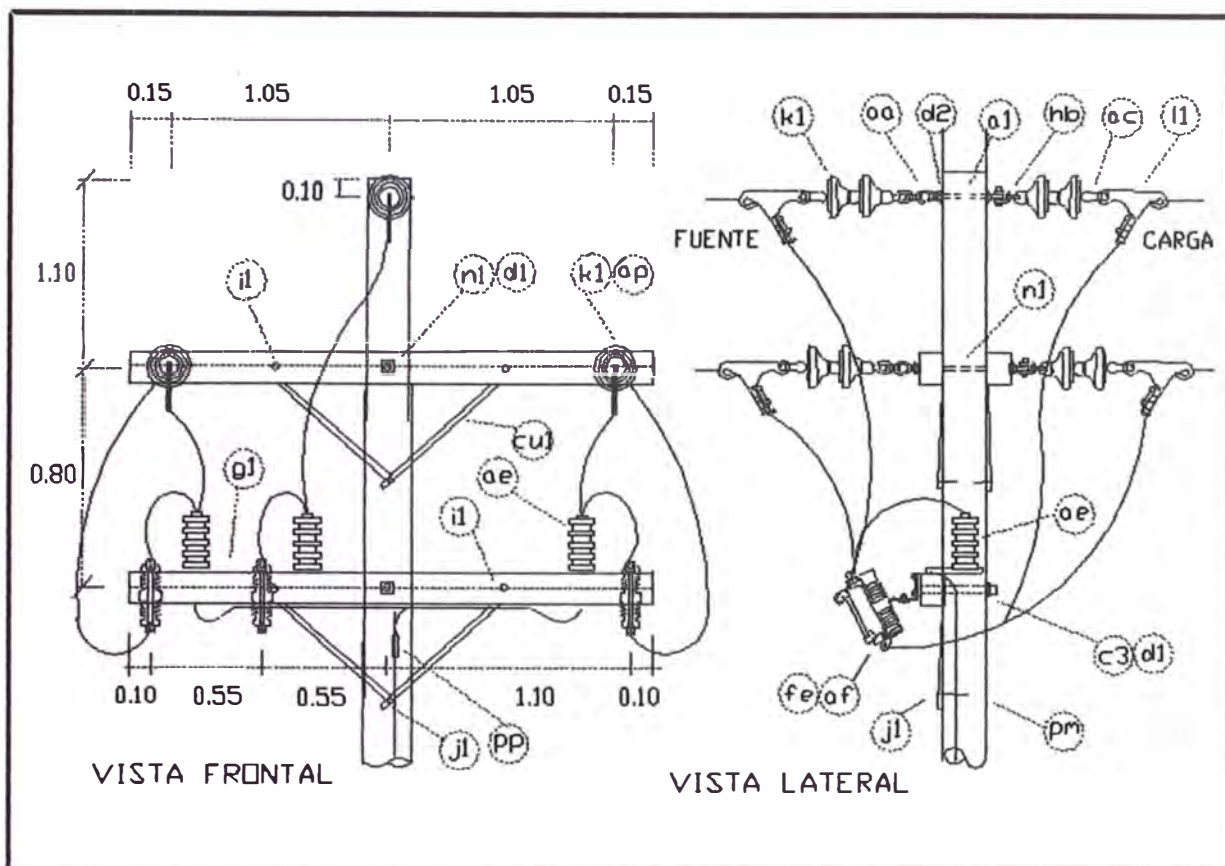
TIPO:  
PTH-3

Plano: SOPORTE TERMINAL HORIZONTAL, TRIFASICO  
TIPO PTH - 3

PROY.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: 5/E Fecha: 2003

Plano N°  
P-8



co	CONDUCTOR DE Cu PARA PUESTA A TIERRA	2m
o1	PERNO OJO DE A°G°, 16mmDIAMx305mm LONG. 152mm MAQDD. CON T/CTUERCA	1
cu1	BRAZO SOPORTE (RIDSTRA) DE P. ANGULAR DE A°G° 38x38x6mm SECCION, 710mm LONG.	6
n1	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° 16mm DIAM. x508mm LONG. CON 4 TUERCAS	3
j1	TIRAFON DE A°G° 13mm DIAMx102mm LONG.	3
d	PERNO COCHE DE A°G°, 13mm DIAMx152mm LONG. 76 mm MAQDD. ARANDELA, T/CTUERCA	6
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5 mm. 18 mm DIAM DE AGUJERO	11
oo	TUERCA OJO A°G° FORJADA DE 16 mm DIAM. x 80 mm x 38 PARA PERNO DE 16 mm DIAM.	5
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	3
pp	CONECTOR DE Cu TIPO PERNO PARTIDO	2
fe	FUSIBLE TIPO CHICOTE, SEGUN REQUERIMIENTO	3
oe	PARARRAYO CLASE DISTRIBUCION DE OXIDO METALICO	3
of	SECCIONADOR FUSIBLE TIPO CUT-OUT DE PERFIL ANGULAR DE A°G° 38x38x5mm	3
op	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	6m
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	6
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	6
l1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	6
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION,CLASE ANSI 52.3	12
c3	PERNO MAGUINADO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG. 152 mm MAQDD. CON T/CTUERCA	1
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57x57x5mm, 18mm DE AGUJERO	3
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO:  
PSEC-3P

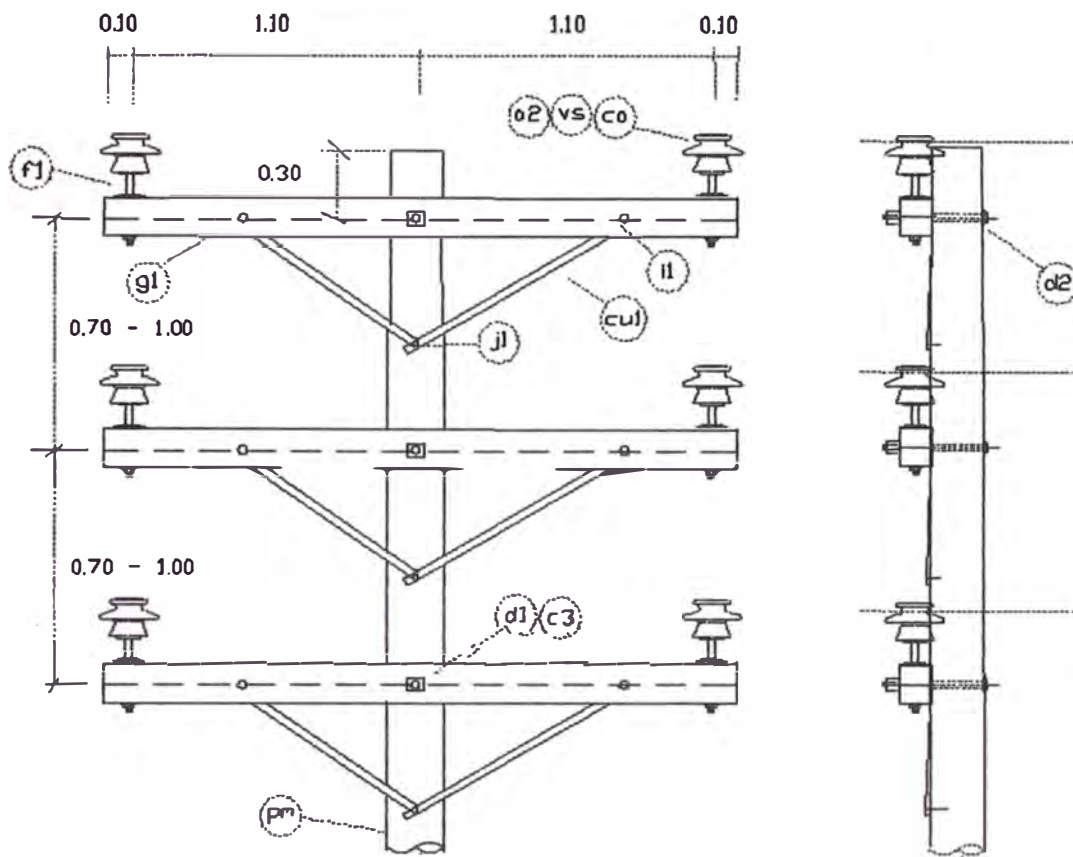
Plano: SOPORTE DE SECCIONAMIENTO TRIFASICO  
CON PARARRAYOS TIPO PSEC-3P

PROV.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escuela: S/E Fecha: 2003

Plano N°  
P-9





VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

vs	VARILLA PREFORMADA SIMPLE, SEGUN REQUERIMIENTO	6
co	ALAMBRE DE AMARRE, SEGUN REQUERIMIENTO	15 m
c3	PERNO MAQDO. DE A°G°, 16mm DIAM., x356mm LONG., 152mm MAQDO. CON T/CTUERCA	3
f1	ESPIGA PARA CRUCETA, FORJADA DE 431 mm LONG.	6
j1	PERNO COCHE DE A°G° 13mm DIAM.,x 152mm LONG., 76mm MAQDO., ARAND.,T/CTUERCA	6
j2	TIRAFON DE A°G° 13 mm DIAM., x 102 mm LONG.	3
cu1	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE 38x38x6mm, SECCION 710 mm LONG.	6
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	3
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	6
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G°, 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	3
o2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PJN, CLASE 56.4	6
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

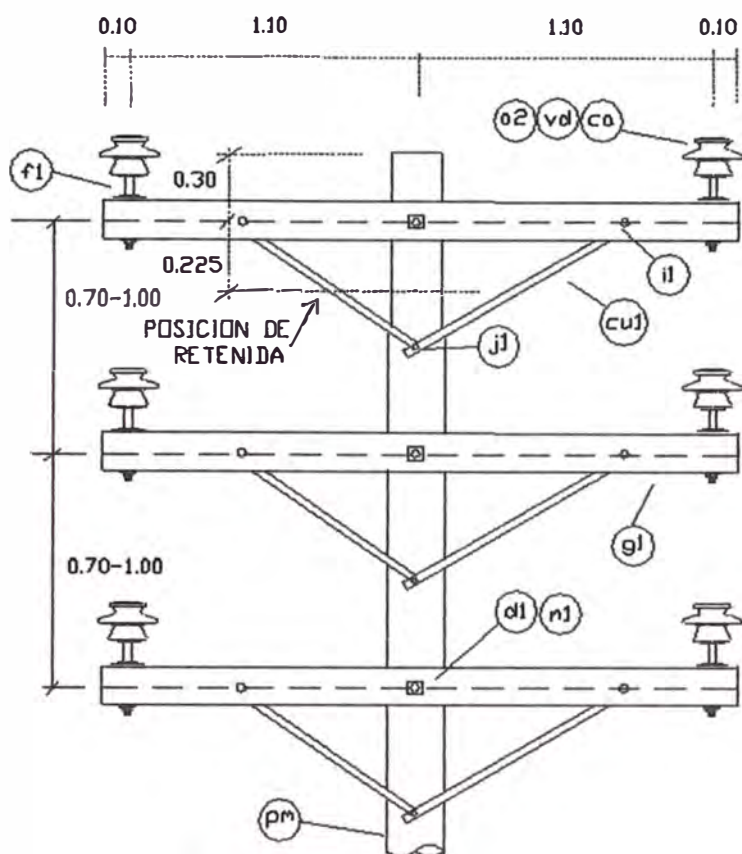
TIPO:  
2CPSI-3

Plano: SOPORTE DE SUSPENSION 0° A 5°, TRIFASICO  
TIPO 2CPSI-3

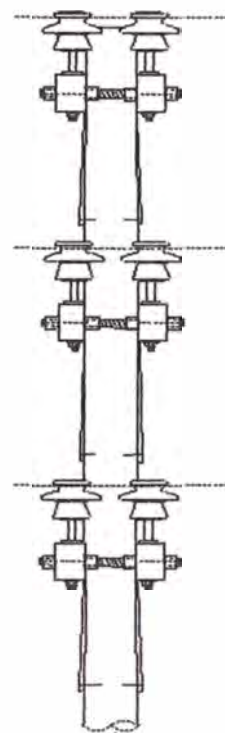
PROY.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dplo.: TUMBES Escola: S/E Fecha: 2003

Plano N°  
P-10



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

vd	VARILLA PREFORMADA DOBLE. SEGUN REQUERIMIENTO	6
co	ALAMBRE DE AMARRE. SEGUN REQUERIMIENTO	30m
n1	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 16mm DIAM., x508mm LONG., CON 4 TURECAS	9
f1	ESPIGA PARA CRUCETA, FORJADA DE 431 mm LONG.	12
il	PERNO COCHE DE A°G° 13mm DIAM., x 152mm LONG., 76mm MAODO, ARAND.T/CTUERCA	12
j1	TJRAFON DE A°G° 13 mm DIAM., x 102 mm LONG.	6
cuj	BRAZO SOPORTE (RIOSTRA) DE P. ANGULAR DE 38x38x6mm, SECCION 710 mm LONG.	12
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	6
d1	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	30
o2	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE 56.4	12
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO:  
2CPA1 -3

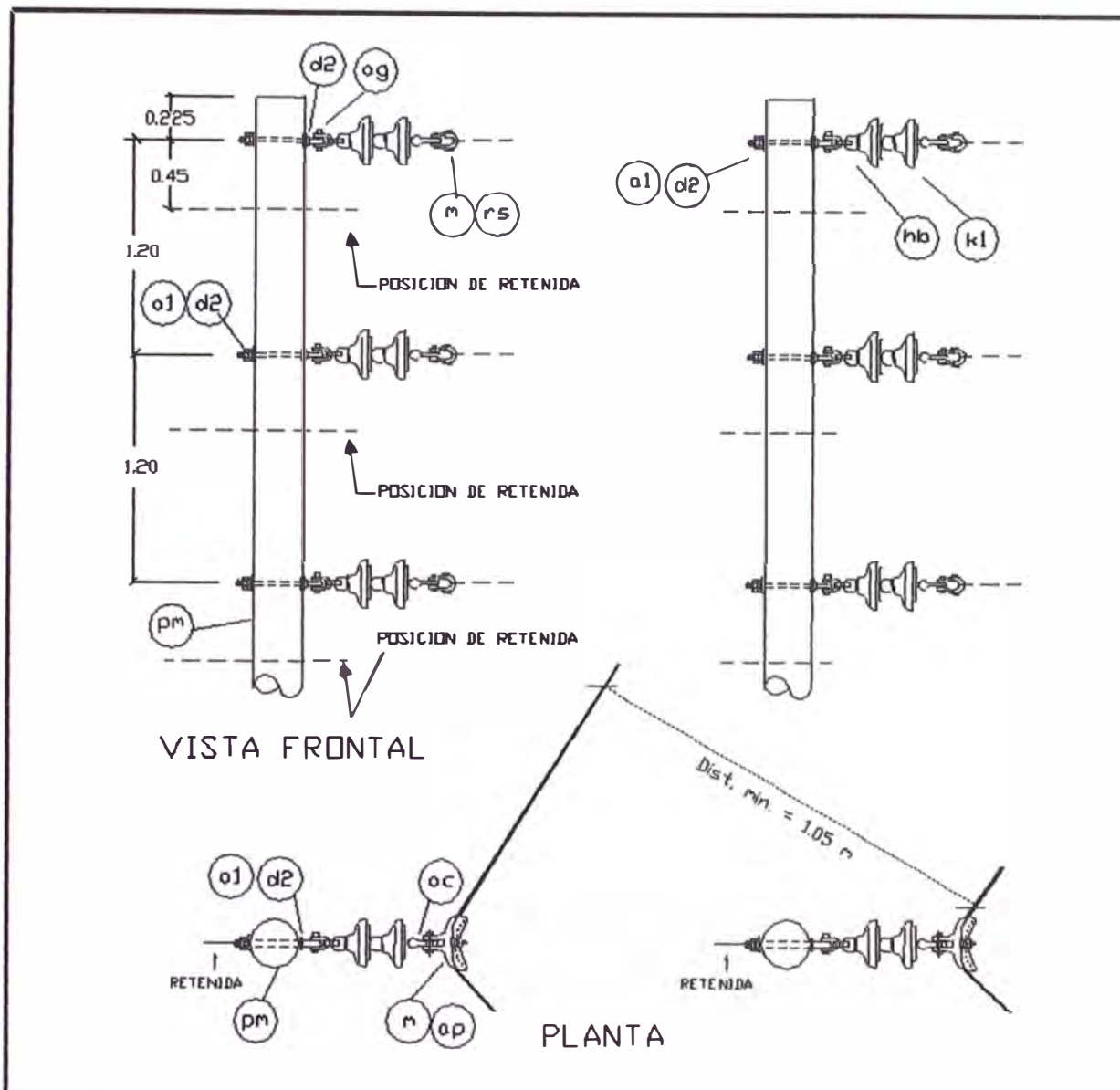
Plano: SOPORTE DE SUSPENSION 3° A 20°, TRIFASICO  
TIPO 2CPA1-3

PROY.: J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: 5/E Fecha: 2003

Plano Nº  
P-11





op	CJNTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	6m
ac	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO	6
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA - BOLA	6
m	GRAPA DE ANGULO	6
kj	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANS) 52.3	12
o1	PERNO OJO DE A°G° 16 mm DIAM X 305 mm LONG. 152 mm MAQUINADO CON T/CTUERCA	6
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A°G° 57X57X5mm, 18mmø DE AGUJERO	12
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA, SEGUN REQUERIMIENTO	2
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

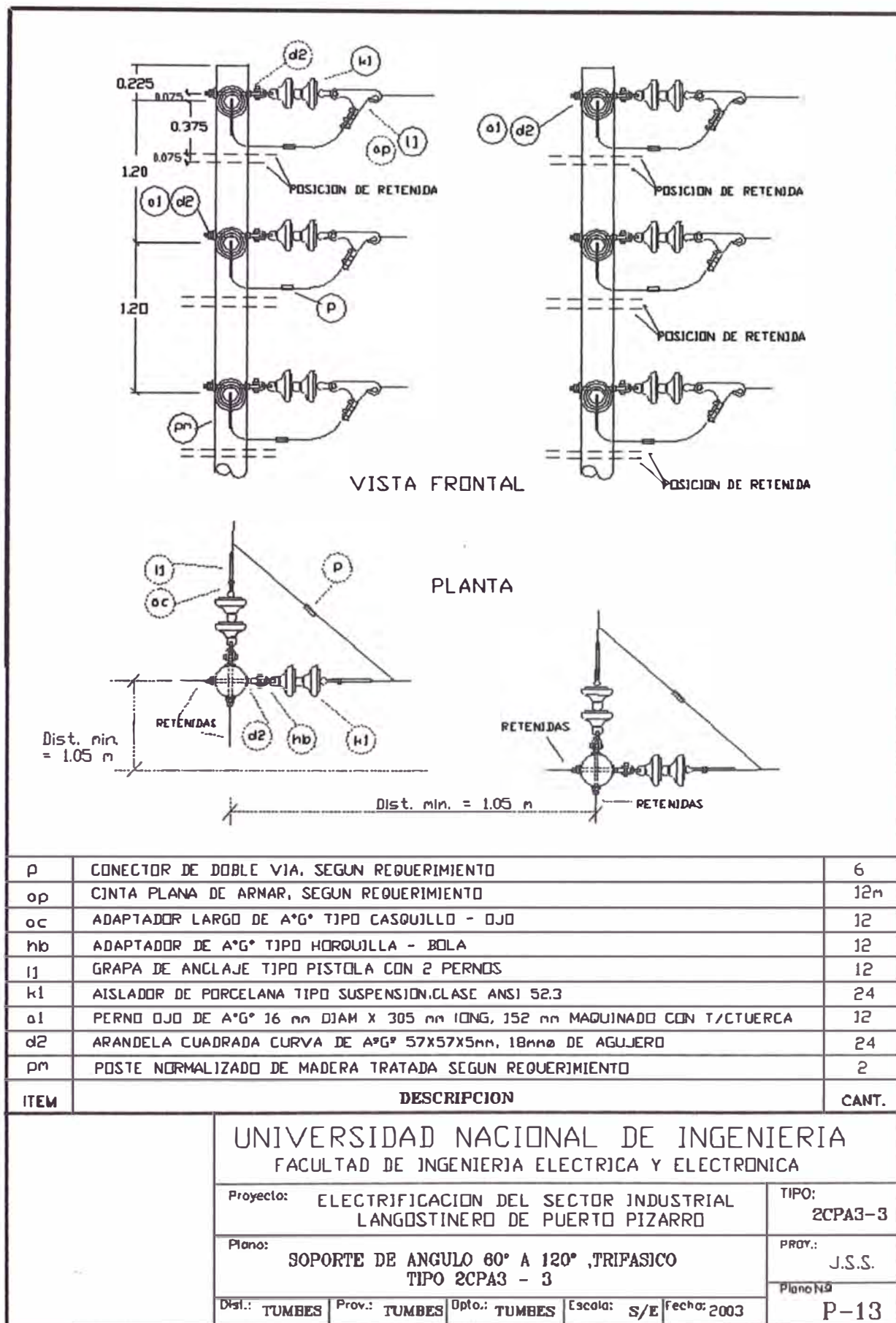
TIPO:  
2CPA2-3

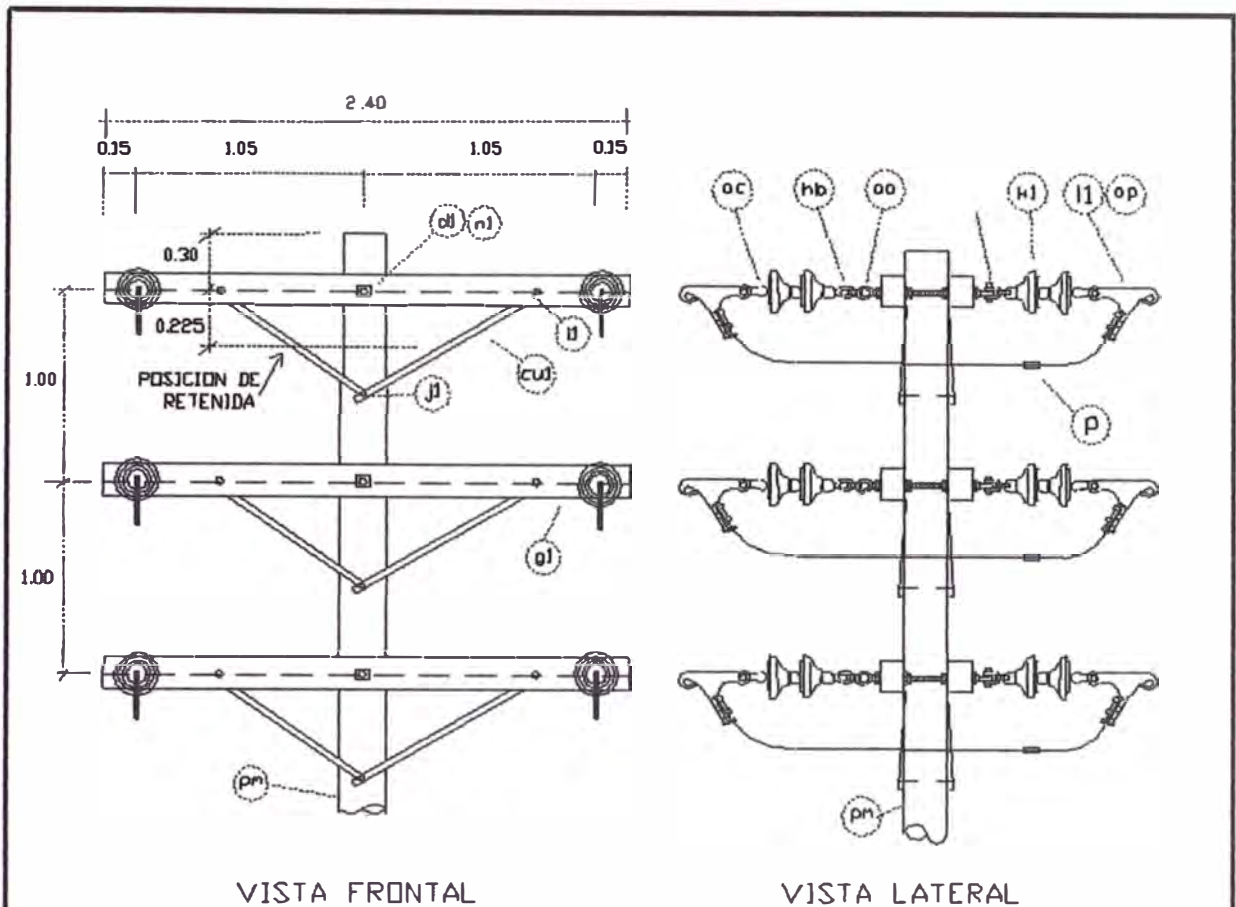
Plano: SOPORTE DE ANGULO 30° A 60° ,TRIFASICO  
TIPO 2CPA2 - 3

PROV.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N°  
P-12





VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL

op	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	12m
oc	ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO OJO	12
hb	ADAPTADOR DE A°G° TIPO HORQUILLA BOLA	12
lj	GRAPA TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	12
p	CONECTOR DE DOBLE VJA. SEGUN REQUERIMIENTO	6
nj	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G°, 16mm DIAM., x508mm LONG., CON 4 TUERCAS	9
oo	TUERCA OJO DE A°G° FORJADO, DE 16mm DIAMx80mmx38mm	12
j	PERNO COCHE DE A°G° 13mm DIAM.,x 152mm LONG., 76mm MADDO., ARAND./CTUERCA	12
jl	TJRAFON DE A°G° 13 mm DIAM., x 102 mm LONG.	6
cuj	BRAZO SOPORTE <RIOSTRA> DE P. ANGULAR DE 38x38x6mm, SECCION 710 mm LONG.	12
g1	CRUCETA DE MADERA TRATADA DE 102x127mm SECCION, 2.40 m LONG.	6
dl	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A°G° 57x57x5mm, 18 mm DIAM. DE AGUJERO	30
K1	AJSLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52.4	24
pn	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

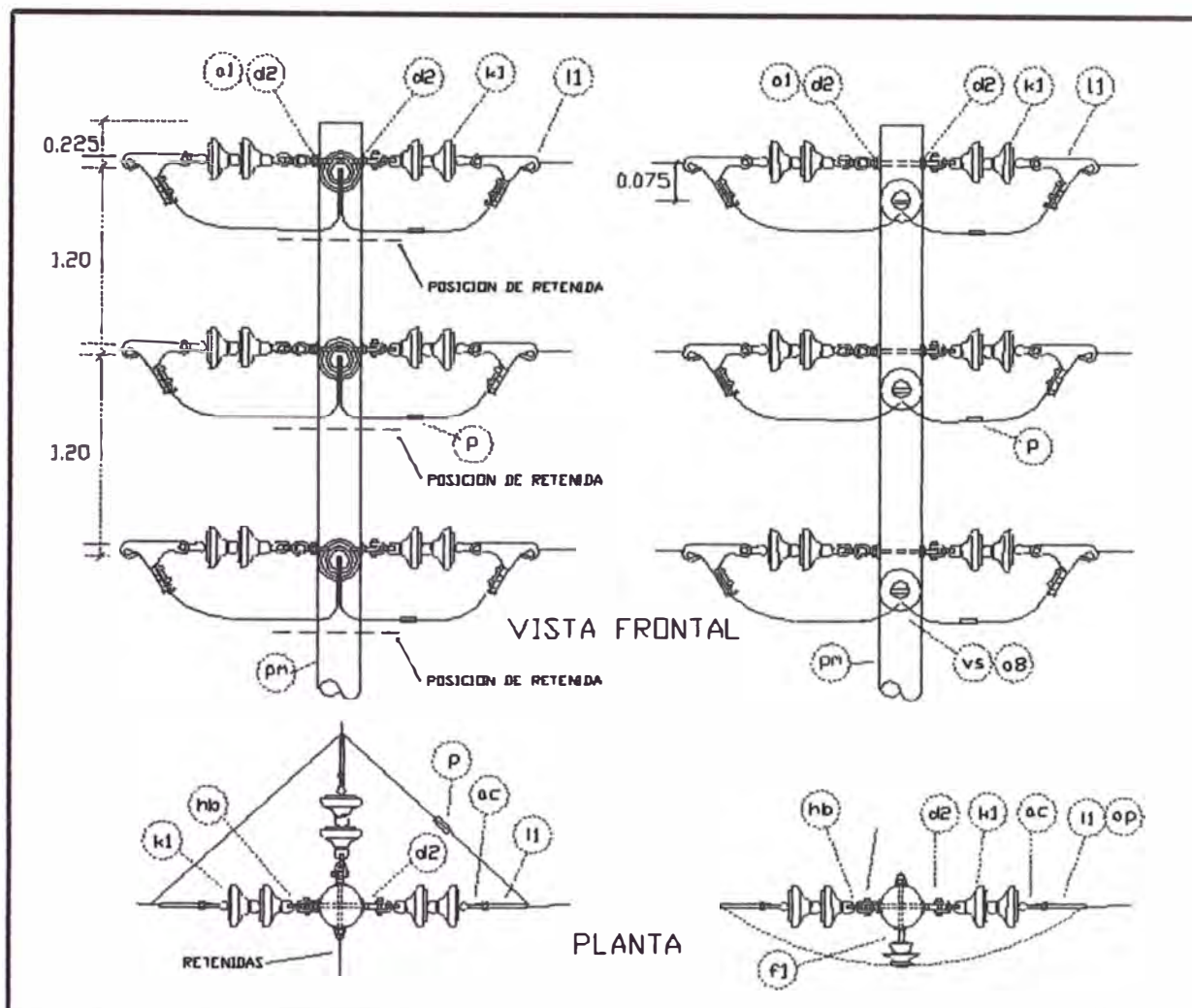
TIPO:  
2CPR3-3

Plano: SOPORTE DE RETENCION O ANCLAJE, TRIFASICO  
TIPO 2CPR3-3

PROY.: J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/B Fecha: 2003

Plano N°  
P-14



o0	TUERCA OJO A 6° DE 16 mm DIAM. x 80 mm x 38 PARA PERNO DE 16 mm DIAM.	6
o8	AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN CLASE ANSI 56.4	3
vs	VARILLA PREFORMADA SIMPLE	3
f1	ESPIGA PARA CRUCETA FORJADA DE 350 mm LONG. PARA PIN ANSI 56.4	3
p	CONECTOR DE DOBLE VIA, SEGUN REQUERIMIENTO	6
op	CINTA PLANA DE ARMAR, SEGUN REQUERIMIENTO	12m
ac	ADAPTADOR LARGO DE A 6° TIPO CASQUILLO - OJO	15
hb	ADAPTADOR DE A 6° TIPO HORQUILLA - BOLA	15
l1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA CON 2 PERNOS	15
k1	AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52.3	30
o1	PERNO OJO DE A 6° 16 mm DIAM X 305 mm LONG. 152 mm MAQUINADO CON T/CTUERCA	9
d2	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A 6° 57X57X5mm. 18mm DE AGUJERO	36
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	2
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO:  
2CPAR3-3D

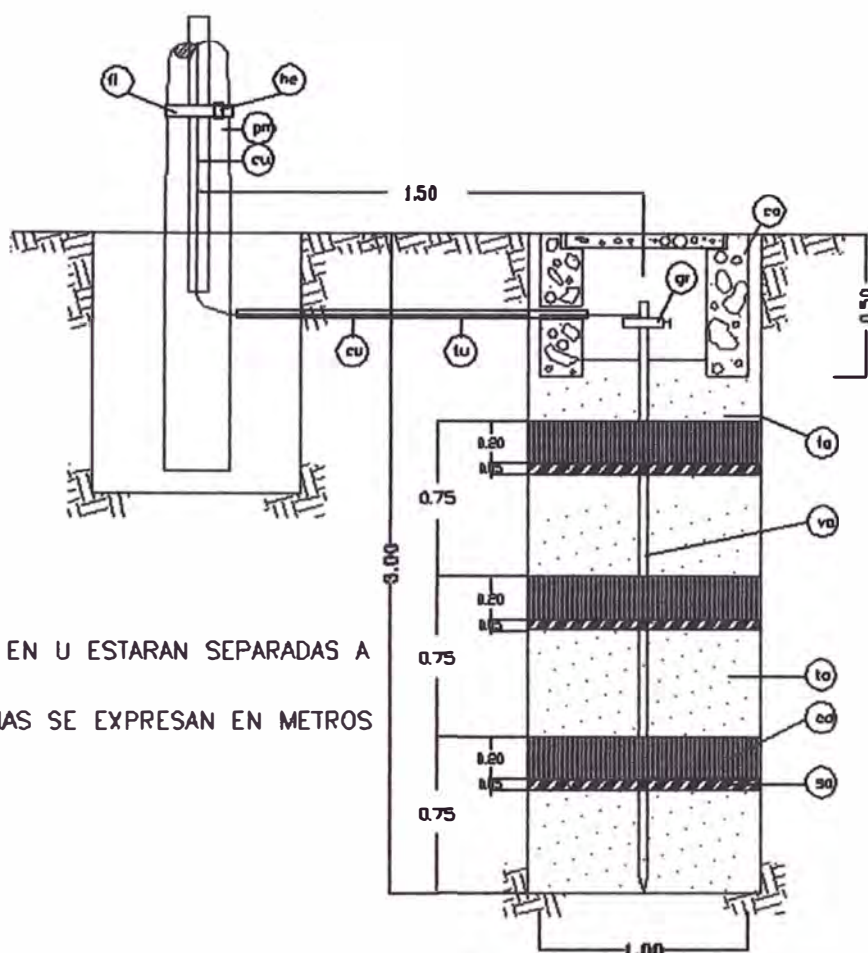
Plano: SOPORTE DE RETENCION CON DERIVACION TRIFASICO  
TIPO 2CPAR3 - 3D

PROY.:  
J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N°  
P-15





### NOTAS

- LAS GRAPAS EN U ESTARAN SEPARADAS A 600 mm
- LAS DISTANCIAS SE EXPRESAN EN METROS

he	HEBILLA PARA FLEJE DE ACERO 3/4"	6
fl	FLEJE DE ACERO 3/4"	3
gu	GRAPA TIPO U	30
ca	CARBON VEGETAL	50kg
sa	SAL COMUN	50kg
tu	TUBO DE PVC-SAP 3/4"x 4 m	1
ca	CAJA DE C.A. CON TAPA DE 0.40x0.40x0.50 m	1
va	VARILLA COOPERWELD 5/8"x2.40 m	1
gr	GRAPA TIPO AB PARA PUESTA A TIERRA	1
cu	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 16 mm <sup>2</sup>	15m
pn	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	1
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

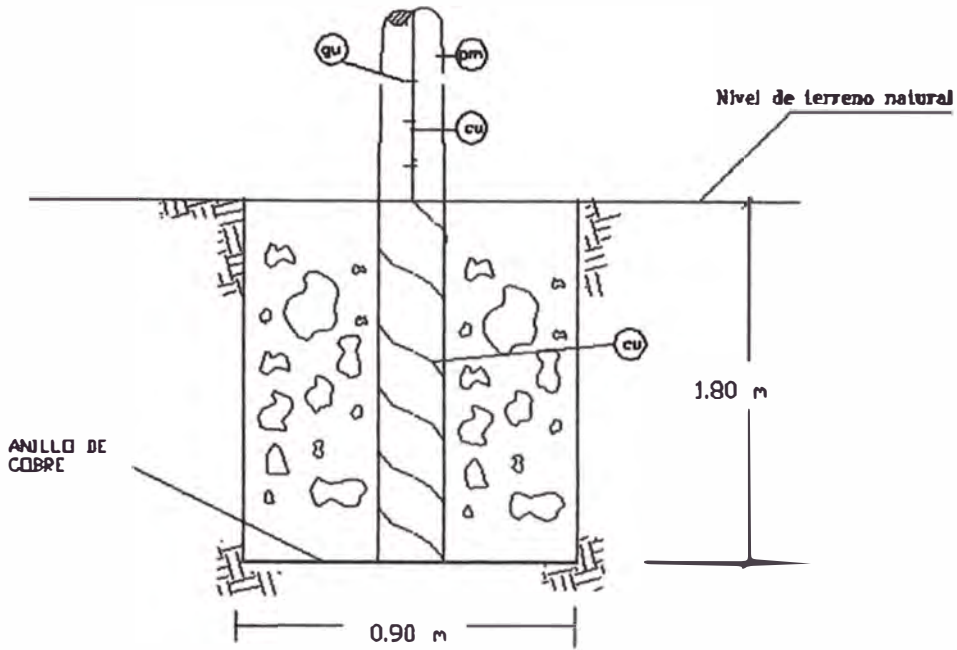
TIPO:  
**PT2**

Plano: PUESTA A TIERRA CON VARILLA

PROY.:  
J.S.S.

Dist.: **TUMBES** Prov.: **TUMBES** Dpto.: **TUMBES** Escala: **3/E** Fecha: **2003**

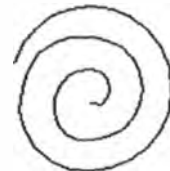
Plano N°  
**P-16**



**NOTAS**

-LAS GRAPAS EN U ESTARAN SEPARADAS A 600 mm EXCEPTO DENTRO DE LA DISTANCIA DE 2.5 m SOBRE EL SUELO Y 2.5 m DESDE LA PUNTA DEL POSTE DONDE SE INSTALARAN A 150 mm

-LAS DISTANCIAS SE INDICAN EN METROS



ANILLO DE CONDUCTOR DE COBRE EN LA BASE DEL POSTE

to	TIERRA AGRICOLA CERNIDA	2m3
gu	GRAPA TIPO 'U'	25
cu	CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO 16 MM <sup>2</sup>	20m
pm	POSTE NORMALIZADO DE MADERA TRATADA SEGUN REQUERIMIENTO	
ITEM	DESCRIPCION	CANT.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO: PT1

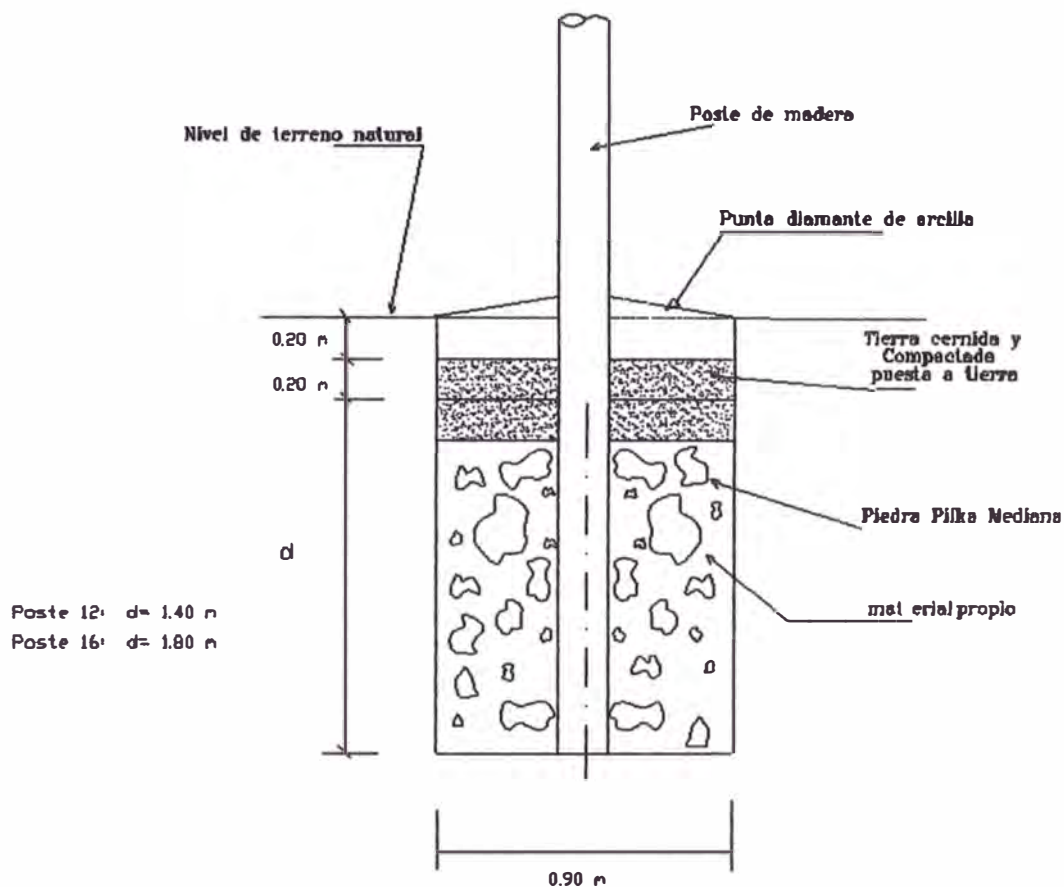
Plano: PUESTA A TIERRA, TIPO ESPIRAL

PROY.: J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N.º P-17





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO:

I

Plano: FUNDACION TIPO I

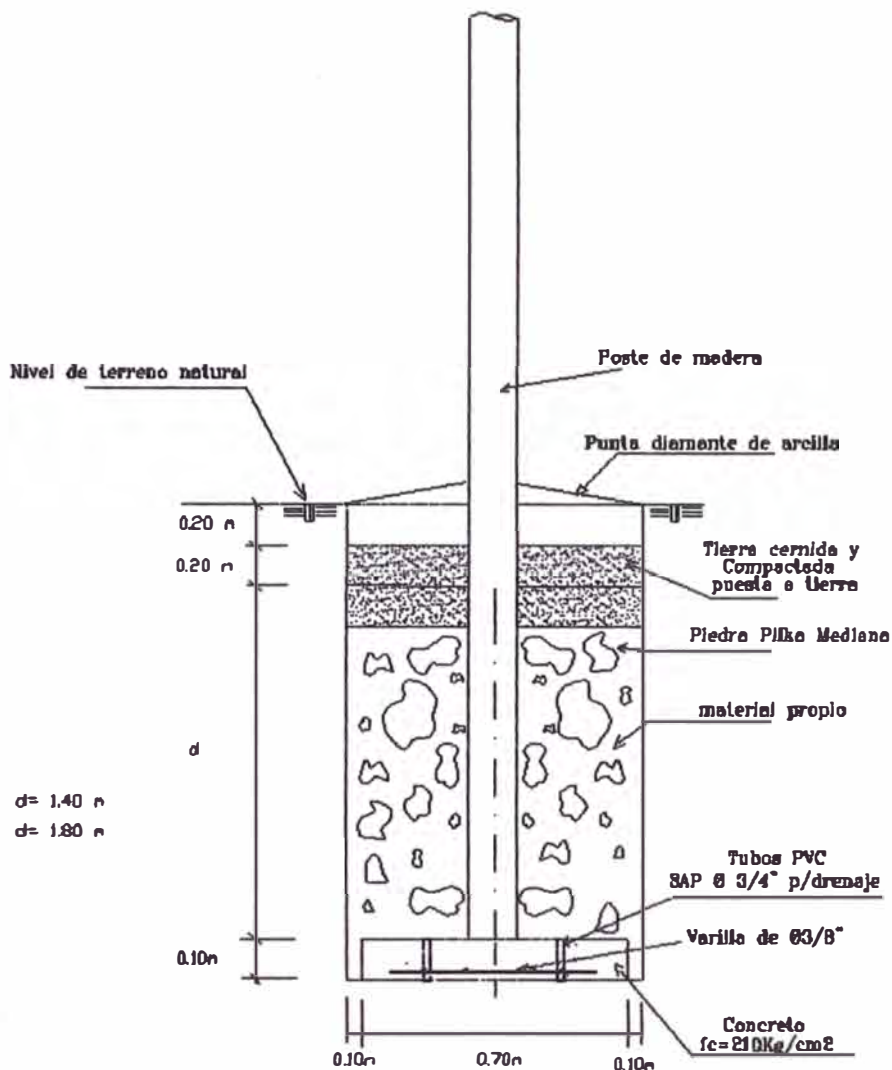
PROY.:

J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N°

P-18



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

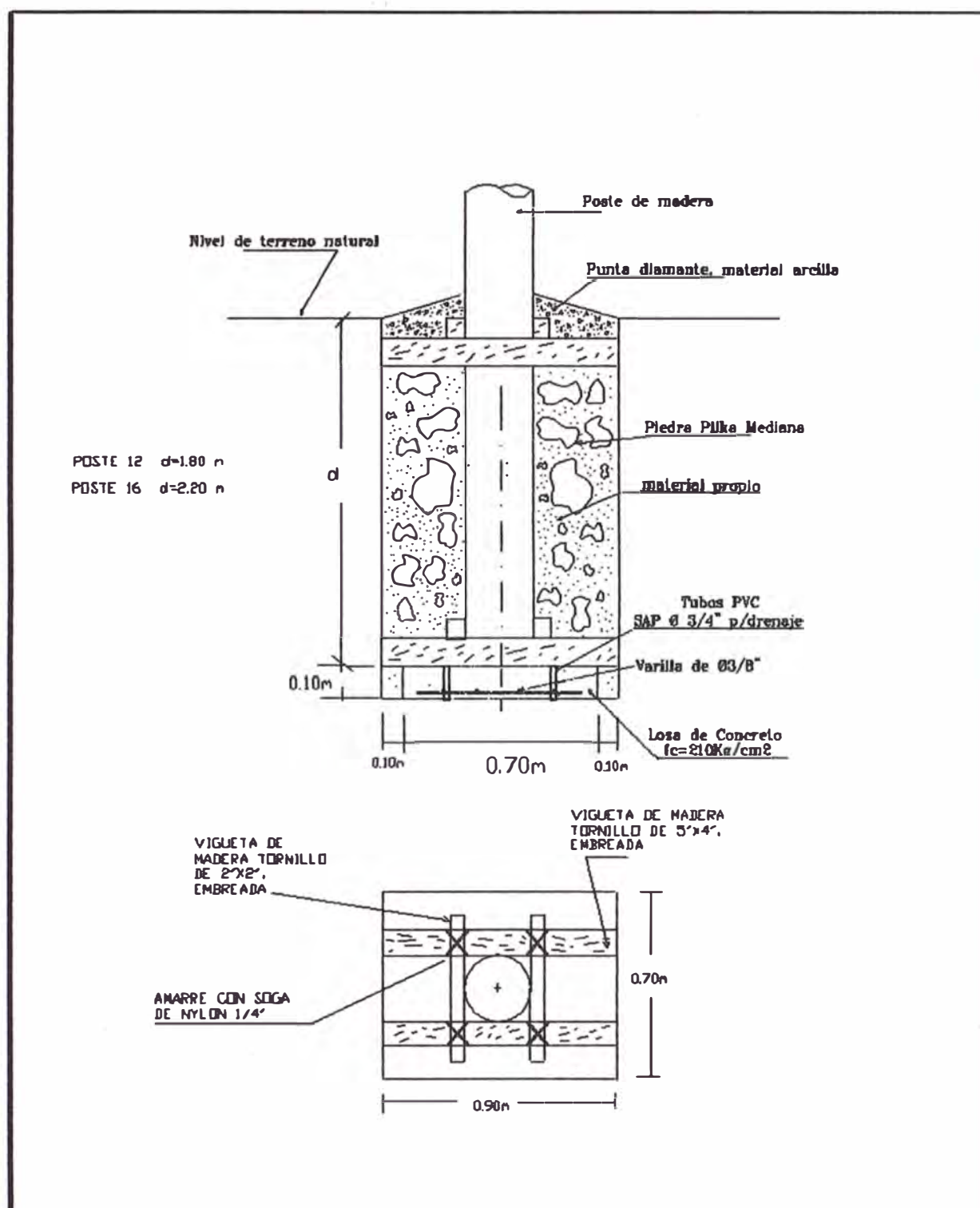
TIPO: II

Plano: FUNDACION TIPO II

PROY.: J.S.S.

Diel.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E fecha: 2003

Plano N° P-19



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

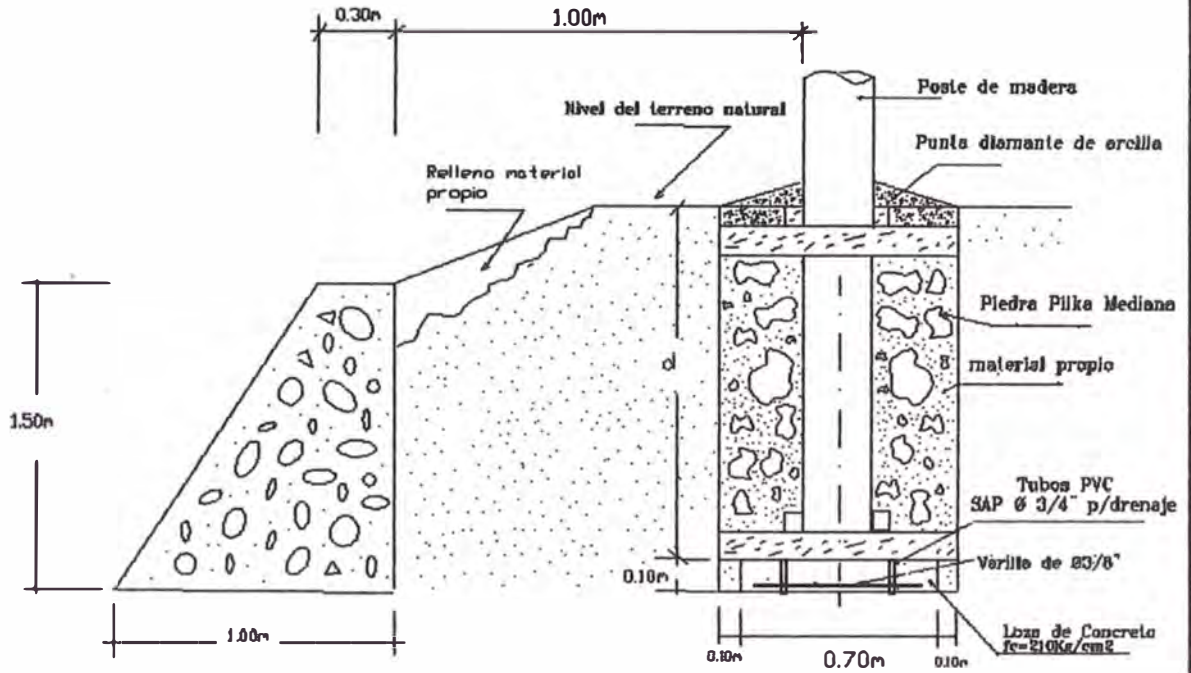
TIPO: II

Plano: FUNDACION TIPO III

PROY.: J.S.S.

Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N° P-20



MURO DE PIEDRA EMBOQUILLADO  
CONCRETO SIMPLE 1:10

DIMENSIONES:

LARGO: 1.50 m

ALTURA: 1.50 m

ANCHO: 1.00 Y 0.30 m

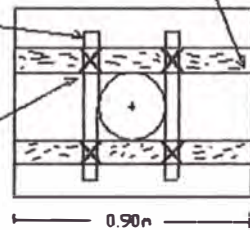
POSTE 12 d=1.80 m

POSTE 16 d=2.20 m

VIGUETA DE MADERA  
TORNILLO DE 2"x2", EMBREADA

AMARRE CON SOGA  
DE NYLON 1/4"

VIGUETA DE MADERA  
TORNILLO DE 5"x4",  
EMBREADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL  
LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

TIPO: IV

Plano: FUNDACION TIPO IV

PROY.: J.S.S.

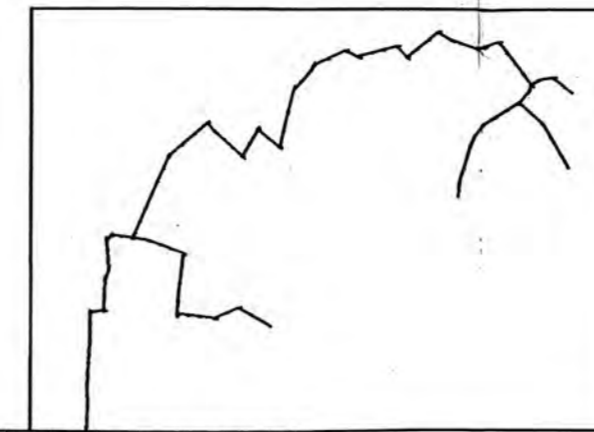
Dist.: TUMBES Prov.: TUMBES Dpto.: TUMBES Escala: S/E Fecha: 2003

Plano N° P-21

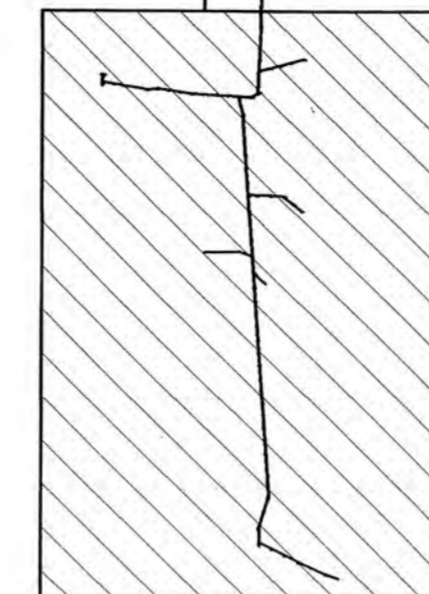




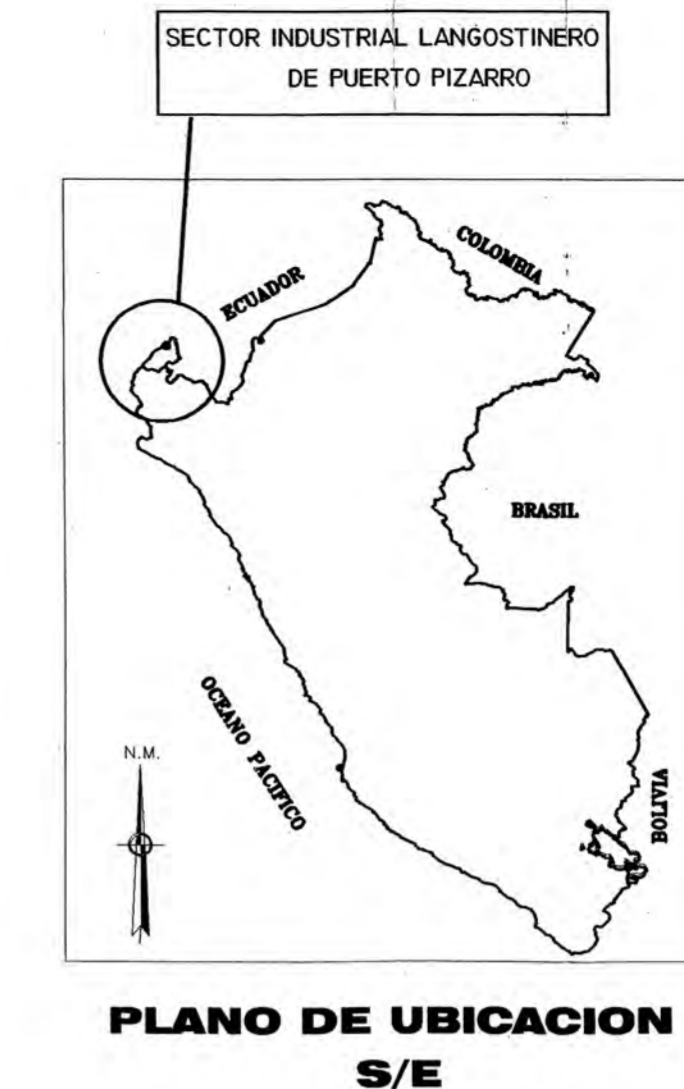
UBICACION RED 22.9 kV



PLANO N° P-23



PLANO N° P-22



PLANO DE UBICACION S/E

CERRO NEGRO  
526.6 kW

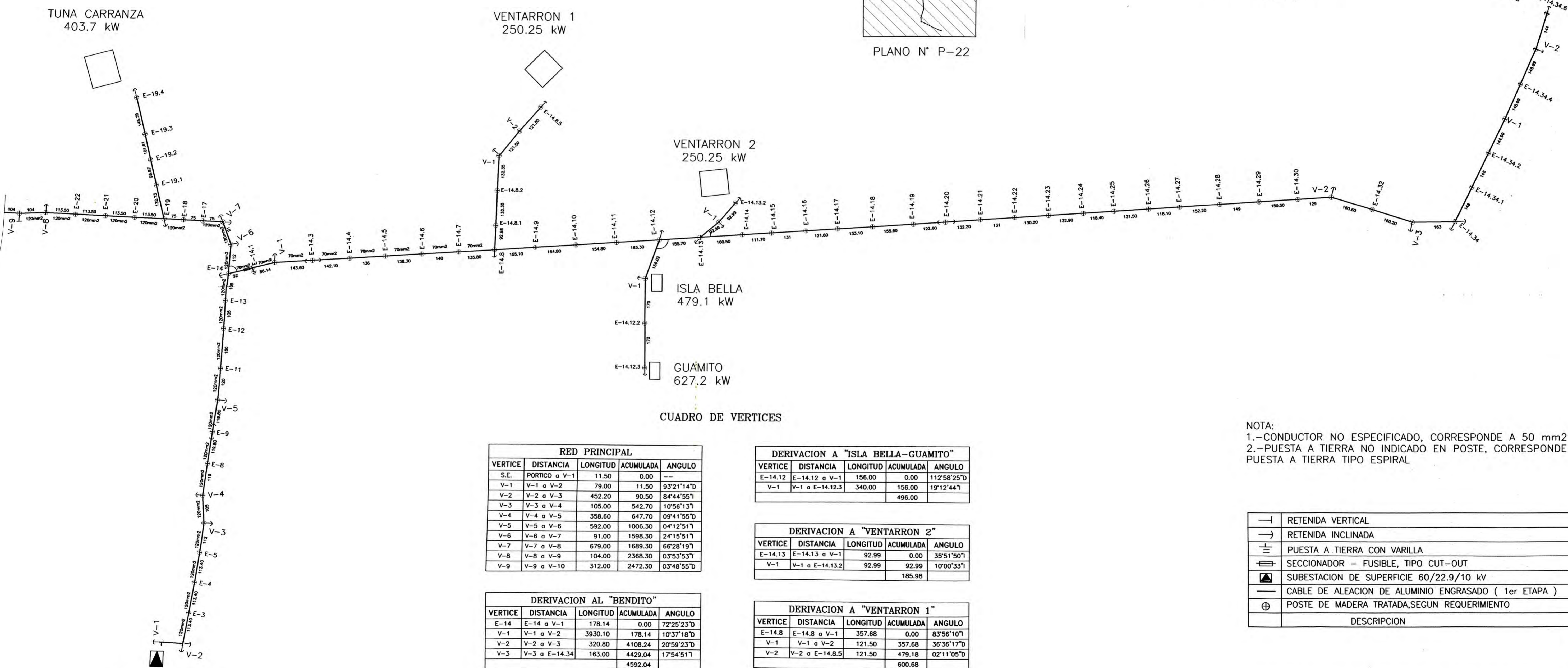
TUNA CARRANZA  
403.7 kW

VENTARRON 1  
250.25 kW

VENTARRON 2  
250.25 kW

ISLA BELLA  
479.1 kW

GUAMITO  
627.2 kW



CUADRO DE VERTICES

RED PRINCIPAL				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
S.E.	PORTICO a V-1	11.50	0.00	--
V-1	V-1 a V-2	79.00	11.50	93°21'14"D
V-2	V-2 a V-3	452.20	90.50	84°44'55"7
V-3	V-3 a V-4	105.00	542.70	10°56'13"7
V-4	V-4 a V-5	358.60	647.70	09°41'55"7
V-5	V-5 a V-6	592.00	1006.30	04°12'51"7
V-6	V-6 a V-7	91.00	1598.30	24°15'51"7
V-7	V-7 a V-8	679.00	1689.30	66°28'19"7
V-8	V-8 a V-9	104.00	2368.30	03°53'53"7
V-9	V-9 a V-10	312.00	2472.30	03°48'55"7

DERIVACION A "ISLA BELLA-GUAMITO"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-14.12	E-14.12 a V-1	156.00	0.00	112°58'25"7
V-1	V-1 a E-14.12.3	340.00	156.00	19°12'44"7
			496.00	

DERIVACION A "VENTARRON 2"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-14.13	E-14.13 a V-1	92.99	0.00	35°51'50"7
V-1	V-1 a E-14.13.2	92.99	92.99	10°00'33"7
			185.98	

DERIVACION AL "BENDITO"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-14	E-14 a V-1	178.14	0.00	72°25'23"7
V-1	V-1 a V-2	3930.10	178.14	10°37'18"7
V-2	V-2 a V-3	320.80	4108.24	20°59'23"7
V-3	V-3 a E-14.34	163.00	4429.04	17°54'51"7
			4592.04	

DERIVACION A "VENTARRON 1"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-14.8	E-14.8 a V-1	357.68	0.00	83°56'10"7
V-1	V-1 a V-2	121.50	357.68	36°36'17"7
V-2	V-2 a E-14.8.5	121.50	479.18	02°11'05"7
			600.68	

DERIVACION A "CERRO NEGRO"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-14.34	E-14.34 a V-1	436.99	0.00	62°45'24"7
V-1	V-1 a V-2	292.98	436.99	02°14'24"7
V-2	V-2 a E-14.34.6	144.00	729.97	06°45'23"7
			873.97	

DERIVACION A "TUNA CARRANZA"				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
E-19	E-19 a E-19.4	478.60	0.00	72°59'45"7
			478.60	

NOTA:  
1.- CONDUCTOR NO ESPECIFICADO, CORRESPONDE A 50 mm<sup>2</sup>  
2.- PUESTA A TIERRA NO INDICADO EN POSTE, CORRESPONDE PUESTA A TIERRA TIPO ESPIRAL

	RETENIDA VERTICAL
	RETENIDA INCLINADA
	PUESTA A TIERRA CON VARILLA
	SECCIONADOR - FUSIBLE, TIPO CUT-OUT
	SUBSTACION DE SUPERFICIE 60/22.9/10 kv
	CABLE DE ALEACION DE ALUMINIO ENGRASADO ( 1er ETAPA )
	POSTE DE MADERA TRATADA, SEGUN REQUERIMIENTO
	DESCRIPCION

S.E. PTO. PIZARRO  
60/22.9/10 kv

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

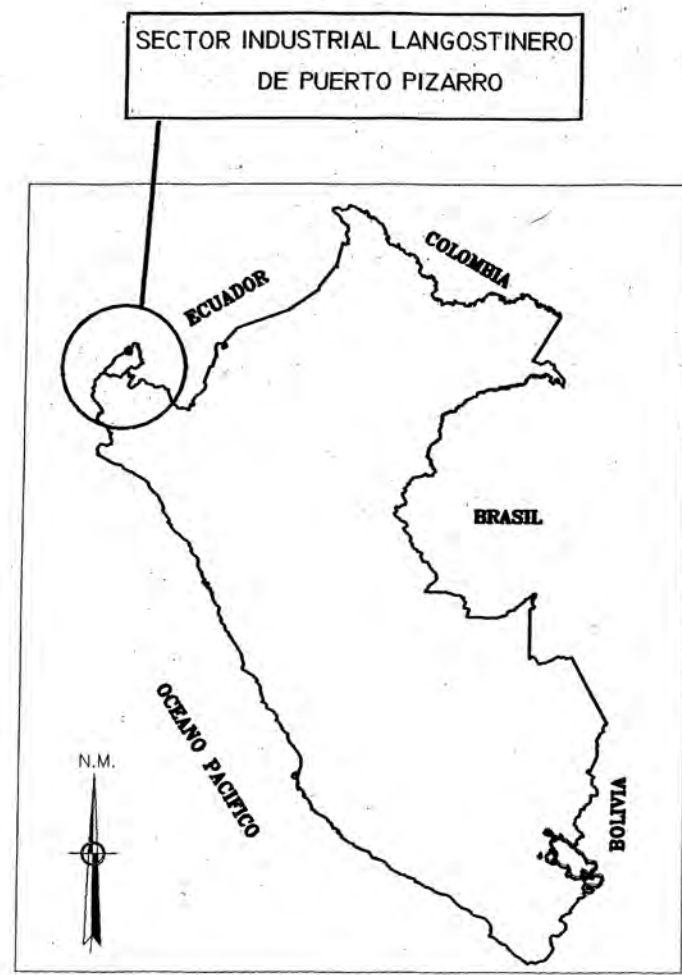
Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

Plano: TRAZO DE RUTA

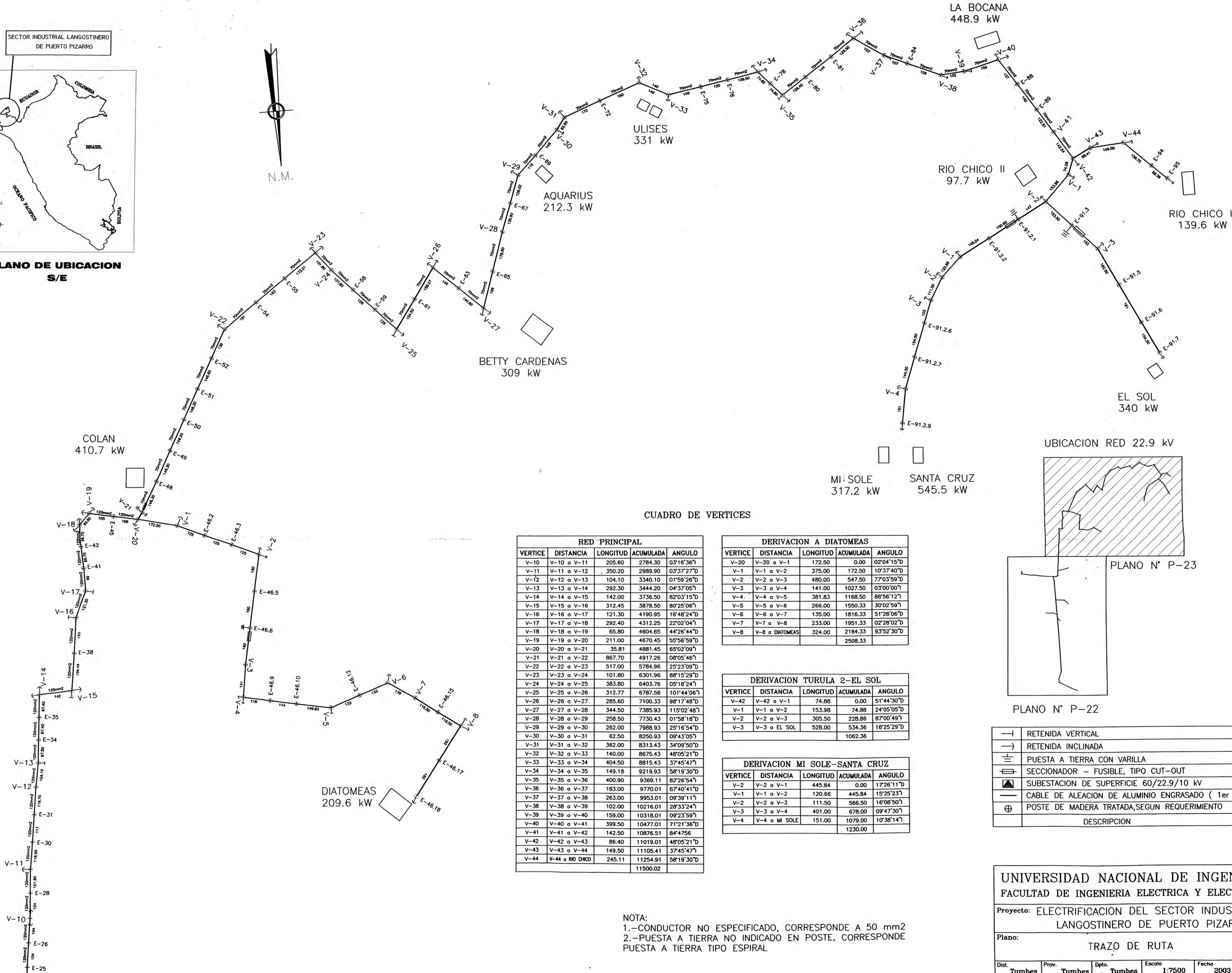
Proy. J.S.S.  
Plano N° P-22

Dist. Tumbes	Prov. Tumbes	Dpto. Tumbes	Escala 1:7500	Fecha 2003
--------------	--------------	--------------	---------------	------------





PLANO DE UBICACION S/E



CUADRO DE VERTICES

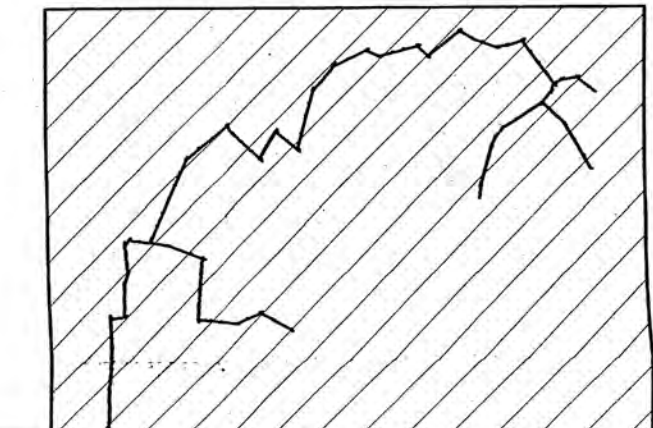
RED PRINCIPAL				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
V-10	V-10 a V-11	205.60	2784.30	03°16'36"l
V-11	V-11 a V-12	350.20	2989.90	03°37'27"D
V-12	V-12 a V-13	104.10	3340.10	01°59'26"D
V-13	V-13 a V-14	292.30	3444.20	04°37'05"l
V-14	V-14 a V-15	142.00	3736.50	82°03'15"D
V-15	V-15 a V-16	312.45	3878.50	80°25'06"l
V-16	V-16 a V-17	121.30	4190.95	16°48'24"D
V-17	V-17 a V-18	292.40	4312.25	22°02'04"l
V-18	V-18 a V-19	65.80	4604.65	44°26'44"D
V-19	V-19 a V-20	211.00	4670.45	55°56'59"D
V-20	V-20 a V-21	35.81	4881.45	65°02'09"l
V-21	V-21 a V-22	867.70	4917.26	08°05'46"l
V-22	V-22 a V-23	517.00	5784.96	25°23'09"D
V-23	V-23 a V-24	101.80	6301.96	88°15'29"D
V-24	V-24 a V-25	383.80	6403.76	05°18'24"l
V-25	V-25 a V-26	312.77	6787.56	101°44'06"l
V-26	V-26 a V-27	285.60	7100.33	98°17'48"D
V-27	V-27 a V-28	344.50	7385.93	115°02'48"l
V-28	V-28 a V-29	258.50	7730.43	01°58'18"D
V-29	V-29 a V-30	262.00	7988.93	25°16'54"D
V-30	V-30 a V-31	62.50	8250.93	09°43'05"l
V-31	V-31 a V-32	362.00	8313.43	34°09'50"D
V-32	V-32 a V-33	140.00	8675.43	48°05'21"D
V-33	V-33 a V-34	404.50	8815.43	37°45'47"l
V-34	V-34 a V-35	149.18	9219.93	58°19'30"D
V-35	V-35 a V-36	400.90	9369.11	82°26'54"l
V-36	V-36 a V-37	183.00	9770.01	67°40'41"D
V-37	V-37 a V-38	263.00	9953.01	09°39'11"l
V-38	V-38 a V-39	102.00	10216.01	28°33'24"l
V-39	V-39 a V-40	159.00	10318.01	09°23'59"l
V-40	V-40 a V-41	399.50	10477.01	71°21'36"D
V-41	V-41 a V-42	142.50	10876.51	84°47'56"l
V-42	V-42 a V-43	86.40	11019.01	48°05'21"D
V-43	V-43 a V-44	149.50	11105.41	37°45'47"l
V-44	V-44 a RIO CHICO	245.11	11254.91	58°19'30"D
			11500.02	

DERIVACION A DIATOMEAS				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
V-20	V-20 a V-1	172.50	0.00	02°04'15"D
V-1	V-1 a V-2	375.00	172.50	10°37'40"D
V-2	V-2 a V-3	480.00	547.50	77°03'59"D
V-3	V-3 a V-4	141.00	1027.50	03°00'00"l
V-4	V-4 a V-5	381.83	1168.50	86°56'12"l
V-5	V-5 a V-6	266.00	1550.33	30°02'59"l
V-6	V-6 a V-7	135.00	1816.33	51°28'06"D
V-7	V-7 a V-8	233.00	1951.33	02°28'02"D
V-8	V-8 a DIATOMEAS	324.00	2184.33	93°52'30"D
			2508.33	

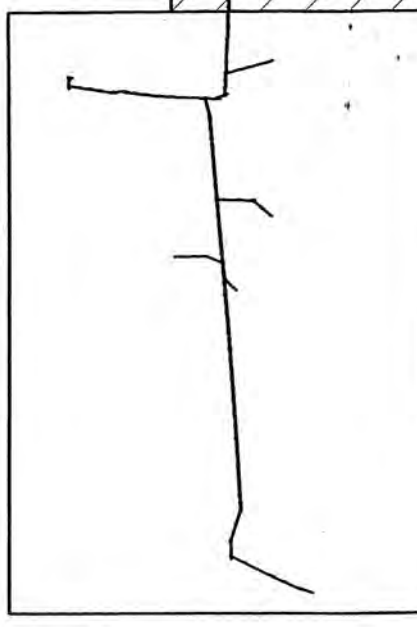
DERIVACION TURULA 2-EL SOL				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
V-42	V-42 a V-1	74.88	0.00	51°44'30"D
V-1	V-1 a V-2	153.98	74.88	24°05'05"D
V-2	V-2 a V-3	305.50	228.86	87°00'49"l
V-3	V-3 a EL SOL	528.00	534.36	16°25'29"D
			1062.36	

DERIVACION MI SOLE-SANTA CRUZ				
VERTICE	DISTANCIA	LONGITUD	ACUMULADA	ANGULO
V-2	V-2 a V-1	445.84	0.00	1726°11"D
V-1	V-1 a V-2	120.66	445.84	1525°23"l
V-2	V-2 a V-3	111.50	566.50	16°08'50"l
V-3	V-3 a V-4	401.00	678.00	09°47'30"l
V-4	V-4 a MI SOLE	151.00	1079.00	10°38'14"l
			1230.00	

UBICACION RED 22.9 KV



PLANO N° P-23



PLANO N° P-22

—	RETENIDA VERTICAL
—/	RETENIDA INCLINADA
—	PUESTA A TIERRA CON VARILLA
—	SECCIONADOR - FUSIBLE, TIPO CUT-OUT
—	SUBSTACION DE SUPERFICIE 60/22.9/10 kv
—	CABLE DE ALEACION DE ALUMINIO ENGRASADO ( 1er ETAPA )
⊕	POSTE DE MADERA TRATADA, SEGUN REQUERIMIENTO
	DESCRIPCION

NOTA:  
1.-CONDUCTOR NO ESPECIFICADO, CORRESPONDE A 50 mm2  
2.-PUESTA A TIERRA NO INDICADO EN POSTE, CORRESPONDE PUESTA A TIERRA TIPO ESPIRAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

Proyecto: ELECTRIFICACION DEL SECTOR INDUSTRIAL LANGOSTINERO DE PUERTO PIZARRO

Plano: TRAZO DE RUTA

Proy. J.S.S.  
Plano N° P-23

Dist. Tumbes Prov. Tumbes Dpto. Tumbes Escala 1:7500 Fecha 2003



## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Ministerio de Energía y Minas, “Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844”, Perú - 1992
- [2] Ministerio de Energía y Minas, Norma DGE 025-P-1/ 1988 “Norma sobre Imposición de Servidumbre” , Perú - 1988
- [3] Ministerio de Energía y Minas, Norma MEM/DEP-512 “Terminología de referencia para la imposición de servidumbre de electroducto”
- [4] Ministerio de Energía y Minas, Norma MEM-501 “Base para el diseño de líneas y redes primarias”
- [5] Ing. Gaudencio Zopetti, “Redes eléctricas de alta y baja tensión”, Editorial Gustavo Gili, España –1988
- [6] Ing. Fernando Bacigalupo, “Líneas aéreas de media y baja tensión – Cálculo mecánico”, Editorial Paraninfo, España - 2000
- [7] Ing. Joseph Shigley, “Diseño en Ingeniería mecánica”, Editorial McGraw-Hill, México 1998