

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉTRICA Y ELECTRÓNICA



**“ LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE
S.E. PATIO DE LLAVES SANTIAGO DE CAO
(HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL ”**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

HUGO DEMETRIO YAÑEZ ARENAZA

PROMOCION 1979-II

**LIMA – PERU
1998**

*Al esfuerzo de mis padres JUSTO y LUISA,
al estímulo de mi hermana LUPE y al amor
de mis hijos CYNTHIA Y HUGO.*

**LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV.
DE S.E. PATIO DE LLAVES SANTIAGO DE CAO
(HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL**

SUMARIO

El presente trabajo, tiene por finalidad dotar de una nueva línea primaria Doble Terna, en Media Tensión 13.8 KV con una capacidad de transmisión de 30 MW a la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. TRUPAL, a través de la cual también se suministra energía eléctrica a los Pueblos del Valle Chicama, de la Provincia de Ascope del Departamento de la Libertad; alimentado desde la Subestación Patio de Llaves de Santiago de Cao, de la Empresa Regional de Electricidad Electronorte Medio Hidrandina S.A.

Con lo cuál se ha dado solución a las continuas paralizaciones de la producción de la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. Trupal, evitando cuantiosas pérdidas económicas y dejando de generar divisas para el país. Así mismo con esta nueva línea se brinda mayor continuidad del servicio y confiabilidad del sistema eléctrico en esta zona.

La presente Obra efectuada mediante financiamiento de recursos propios de Sociedad Paramonga Ltda., bajo la responsabilidad y supervisión del que suscribe, comprende la ejecución del proyecto, montaje y puesta en servicio.

INDICE

	Pag.
PROLOGO	1
CAPITULO I	
MEMORIA DESCRIPTIVA	3
1.1 Generalidades	3
1.2 Ubicación geográfica	5
1.3 Alcance y descripción de la Obra	6
1.4 Descripción del proceso de fabricación de papel	7
1.5 Diagrama del proceso de fabricación de papel	16
CAPITULO II	
SISTEMA ELECTRICO FABRICA PAPELERA SOCIEDAD PARAMONGA LTDA. TRUPAL	17
2.1 Generalidades	17
2.2 Subestaciones de transformación	18
2.3 Seccionadores y disyuntores de potencia en Media Tensión	21
2.4 Interruptores de potencia en Baja Tensión	21
2.5 Centros de control de motores (MCC)	22
2.6 Celdas de distribución primaria en 13.8KV	23
2.7 Banco de condensadores	25
2.8 Planta de Generación de Energía Eléctrica, Turbogenerador de 15 MW-13.8 KV	26

2. 9	Línea primaria en Alta Tensión 34.5 KV. Trupal-Cartavio-Casagrande	27
2.10	Línea primaria en Media Tensión 13.8 KV-Pozos de agua Trupal	27
2.11	Planta de Generación de Vapor	28
2.12	Planta de Aire Comprimido	28
2.13	Motores de corriente alterna y continua	28
2.14	Sistema de Iluminación	29
2.15	Sistema de comunicaciones	30
2.16	Diagrama unifilar del Sistema Eléctrico en M.T. - 13.8 KV	30
CAPITULO III		
ESTUDIO DE CARGAS Y MAXIMA DEMANDA		32
3. 1	Generalidades	32
3. 2	Potencia Instalada y Máxima Demanda	33
3.2.1	Máquina Papelera PPX-7	33
3.2.2	Máquina de Papel Periódico PPX-8	36
3.2.3	Pozos de agua	40
3.2.4	Pueblos del Valle Chicama	41
CAPITULO IV		
CALCULOS JUSTIFICATORIOS		45
4. 1	Generalidades	45
4. 2	Parámetros de diseño	46
4. 3	Selección de la ruta	48
4. 4	Distancias mínimas de seguridad	48

4. 5	Cálculo eléctrico de conductores	49
4.5.1	Cálculo del conductor de cobre desnudo	50
4.5.2	Cálculo del cable de energía aislado	52
4.6	Cálculos mecánicos	59
4.6.1	Cálculo mecánico de conductores	59
4.6.2	Cálculo mecánico de postes	68
4. 7	Cálculo de retenidas	75
4.8	Selección de aisladores	78
4. 9	Selección de crucetas	81
4.10	Cálculo de cimentación	82
4. 11	Puesta a tierra	84
4.12	Pérdidas de potencia	85
4.13	Intensidad y tiempo de cortocircuito	86
4.14	Cabezas terminales y conexiones de cables de energía	89
4.15	Celdas de salida y llegada de la Línea Doble Terna 13.8 KV.	90
4.16	Modificación de recorrido de cables de circuitos de control, protección, medición, señalización y mando a control remoto que interconecta la S.E, Stgo. de Cao (Hidrandina) con Trupal.	90

CAPITULO V

	ESPECIFICACIONES TECNICAS	93
5.1	Especificaciones técnicas de materiales	93
5.1.1	Alcance del suministro	93
5.1.2	Normas Técnicas y abreviaturas	93
5.1.3	Características generales de los materiales	94

VIII

5.1.4	Especificaciones técnicas de soportes	95
5.1.5	Especificaciones técnicas de conductores	97
5.1.6	Especificaciones técnicas de aisladores	99
5.1.7	Especificaciones técnicas de accesorios de aisladores	101
5.1.8	Especificaciones técnicas de accesorios de puesta a tierra	103
5.1.9	Especificaciones técnicas de accesorios de ferretería	104
5.1.10	Especificaciones técnicas de accesorios de retenidas	104
5.1.11	Especificaciones técnicas de cabezas terminales.	105
5.2	Especificaciones técnicas de montaje de línea doble terna 13.8 KV	106

CAPITULO VI

METRADO Y PRESUPUESTO 111

6.1	Generalidades	111
6.2	Metrado y Presupuesto	111
6.2.1	Metrado y Presupuesto de materiales y equipos	111
6.2.2	Metrado y Presupuesto de montaje electromecánico	120
6.2.3	Resumen general de costos de la "Línea Primaria Doble Terna en 13.8 KV de S.E. Patio de Llaves Stgo. de Cao (Hidrandina) a Papelera TRUPAL".	122
6.2.4	Análisis de costos unitarios de montaje electromecánico	122

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 127

ANEXO A 129

PLANOS 129

BIBLIOGRAFIA 135

PROLOGO

Considerando, las continuas interrupciones del suministro de la energía eléctrica a la Fábrica Papelera "Sociedad Paramonga Ltda." Trupal y a importantes usuarios como las Plantas Industriales de la Fábrica Azucarera CAA Cartavio, Planta de Destilería de alcohol y Ron Cartavio, así como también a usuarios de servicio público de los pueblos del Valle Chicama, Careaga, Chicama, Chiclín, Paiján, Ascope y Cartavio, debido al deterioro y continuas fallas de los cables de energía de la red primaria antigua, que interconecta la subestación patio de llaves de Santiago de Cao de la Empresa Regional de Electricidad Electronorte Medio Hidrandina S.A. con el sistema eléctrico de la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. Trupal.

Dada la importancia de esta línea, por ser además de interés Público dentro del sistema eléctrico de la Empresa Regional de Electricidad Electronorte Medio Hidrandina S.A, Provincia de Ascope, Departamento de La Libertad, se opta por modificar el sistema de alimentación y construir una nueva línea que reemplace a la anterior.

La importancia de la presente obra consiste en dar solución a las continuas interrupciones del suministro de energía eléctrica a la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. Trupal y pueblos del Valle Chicama.

La presente obra comprende la modificación del sistema de alimentación eléctrica, ejecución del proyecto, montaje y puesta en servicio de la nueva línea de alimentación de energía eléctrica a la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. Trupal y pueblos del valle Chicama, con lo cual será posible brindar la continuidad del servicio y mayor confiabilidad en la producción de las diferentes plantas de Sociedad Paramonga Ltda. - Zona Norte.

CAPITULO I MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 GENERALIDADES

La línea primaria de alimentación de energía eléctrica a la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. Trupal comprendido por las Máquinas de Fabricación de papel periódico PPX-8 y la Máquina de Fabricación de papeles para sacos y cajas PPX-7, alimentado en media tensión 13.8 KV. desde la subestación Patio de Llaves de Santiago de Cao de la Empresa Regional de Electricidad Hidrandina S.A.

Estaba constituido por una línea eléctrica de las siguientes características:

Sistema eléctrico aéreo con cable de energía aislado triple terna, tendido y soportado a través de un puente de estructura metálica de 300 mts. de longitud.

Cable de energía: tipo NYSEBY-3 x 300mm²+3x 70mm², marca PIRELLI 8.7/15 KV.

Capacidad de transmisión: 11 MW/terna.

Tensión de servicio: 13.8 Kv.

Cuya instalación y puesta en servicio, fue al entrar en operación la Máquina de Fabricación de Papel Periódico PPX-8 el año 1978.

Posteriormente, por presentarse continuas fallas eléctricas y deterioro de estos cables de energía. En Enero de 1981, se eliminó una de las ternas, quedando en servicio solamente dos cables de energía (2 ternas) y reparados

mediante empalme por fallas continuas ocurridas en 1988.

En vista de la situación de riesgo y falla inminente de estos cables de energía de fabricación especial, y considerando lo siguiente:

Las cuantiosas pérdidas de producción, dejando de generar divisas para el país por ser una empresa estatal, además de dejar sin energía eléctrica a los Pueblos del Valle Chicama.

Que la soportaría de estructura metálica de estos cables, soporta las severas acciones corrosivas del medio ambiente, cuyo deterioro implica efectuar constantes trabajos de mantenimiento y reparaciones, incrementando los costos de operación.

Deterioro de la tubería Conduit y cables del circuito de control, protección, medición y mando a control remoto entre la subestación de Santiago de Cao Hidrandina S.A. y Trupal.

Por lo cual se optó por construir una nueva línea que reemplace al anterior, modificando el sistema de alimentación eléctrica.

La fábrica Papelera "Sociedad Paramonga Ltda." TRUPAL, ubicada en la zona norte, se dedica exclusivamente a la producción de papeles y cartones para exportación y cubrir el mercado nacional de envases, cajas y bolsas multipliegos para las Fábricas de Cemento, Cooperativas Azucareras y otras industrias.

A diferencia de otras Fábricas Papeleras a nivel mundial que utilizan como materia prima la pulpa de madera. Sociedad Paramonga Ltda., para la fabricación de las diferentes calidades de papel y el resto de productos utiliza fundamentalmente como materia prima la fibra de bagazo derivado de la caña

de azúcar, captado de las diferentes cooperativas agrarias azucareras de la costa norte del país.

1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La nueva línea que suministrará energía eléctrica desde la subestación del Patio de Llaves de Santiago de Cao – Hidrandina S.A., hasta barras de Planta de Fuerza de la Fábrica Papelera de "Sociedad Paramonga Ltda. TRUPAL", está ubicado en:

Región : La Libertad.
Departamento : La Libertad.
Provincia : Ascope.
Distrito : Santiago de Cao.

Aproximadamente a 80 Kms. Al Norte de la ciudad de Trujillo (ver el plano de ubicación N° U-01 Anexo A), Presenta las siguientes características geográficas y climatológicas:

Características Climatológicas

Por estar ubicado muy cerca al mar en la costa norte del país, la temperatura promedio anual es de 20°C, la temperatura promedio mínima es de 15°C y la máxima de 30°C. Las precipitaciones atmosféricas se presentan raramente de modo que no se toman en cuenta en la zona. La humedad relativa promedio anual está entre 82% y 85%, con vientos dominantes del sur oeste.

Características geográficas.

Presenta un perfil del terreno plano y sin desniveles, encontrándose a una altitud de 100 m.s.n.m.

1.3 ALCANCE Y DESCRIPCION DE LA OBRA

1.3.1 ALCANCE DE LA OBRA

La presente Obra, tiene por finalidad dotar una nueva línea de la red primaria de alimentación de energía eléctrica en media tensión 13.8 KV., doble terna, 30 MW. a la Fábrica Papelera "Sociedad Paramonga Ltda." Trupal, alimentado desde la subestación patio de llaves de Santiago de Cao de la Empresa Regional de Electricidad Electronorte Medio Hidrandina S.A., comprende:

a) Diseño del Proyecto

La modificación del sistema de alimentación eléctrica, proyecto, memoria descriptiva, descripción del sistema eléctrico de la Fábrica Papelera "Sociedad Paramonga - Trupal", estudio de cargas, máxima demanda, cálculos justificatorios y parámetros de diseño, modificación de recorrido de cables de circuitos de control, protección, medición, señalización y mando de control remoto entre la Subestación Santiago de Cao Hidrandina S.A. y Trupal, metrado, presupuesto, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y planos.

b) Ejecución de la obra

c) Puesta en servicio

1.3.2 DESCRIPCION DE LA OBRA

Se ha adoptado las características siguientes:

Sistema adoptado: Aéreo.

Tipo de distribución: Trifásico, doble terna.

- Tensión de servicio: 13.8 KV.

Frecuencia: 60 Hz.

Disposición de conductores: Vertical escalonado, separación 1.4 m.

Longitud de la línea: 270 m.

* Aéreo conductor desnudo: 200 m.

* Aéreo en bandejas conductor aislado: 70 m.

Capacidad de transmisión de la línea

* Simple terna: 15 MW.

* Doble terna: 30 MW:

Tipo de conductor:

* Cable desnudo de Cu electrolítico temple duro.

* Cable de energía aislado unipolar de polietileno reticulado XLPE-Tipo Voltenax, 12/20 KV.

Postería: Poste de concreto armado centrifugado de 15/600 Kg.

Aisladores:

* Cadena de 3 aisladores de porcelana tipo suspensión clase ANSI 52-3.

* Tipo Pin antiniebla clase ANSI 56-4.

1.4 DESCRIPCION DEL PROCESO DE FABRICACION DEL PAPEL

Trupal, perteneciente a la división Papel del Complejo Papelero Químico de "Sociedad Paramonga Ltda. S.A. "Area Norte, inició su producción con la Máquina Papelera PPX-7 con una capacidad instalada de 66,000 TM anuales, que se dedica a la fabricación y comercialización de los siguientes papeles y cartones:

Cartón Corrugar: 126 grs/m² y 161 grs/m² para exportación.

Cartón Corrugar: 145 y 155 grs/m² nacional.

Cartón Corrugar: 220 grs/m² para la fabricación de cajas.

Papel Krapt y Clupak de 90, 95 y 110 grs/m² para sacos multipliegos.

Posteriormente en Junio de 1978, se inició la operación de la Máquina PPX-8 de Papel Periódico de 50 a 60 grs/m², con una capacidad instalada de Máquina de 110,000 TM anuales.

La producción de ambas Máquinas en principio cubren los requerimientos del Mercado Nacional exportándose parte de la misma a Chile y Centro América.

Actualmente Sociedad Paramonga Ltda. cubre el 55% del mercado nacional en papeles gruesos teniendo como mercado las Cooperativas Azucareras, Fábricas de Cemento, Papeleras del Sur y otros, como clientes importantes y en el tipo de papel higiénico cubre el 45% del mercado nacional, el proceso de fabricación, cuenta con las siguientes áreas. (Ver diagrama de proceso de fabricación de papel N° 1-A).

MAQUINA PAPELERA PPX-7

Máquina PPX-7

Máquina Papelera tipo Fourdrinier de "Escher Wyss" es la encargada de transformar la fibra de bagazo, pulpa importada y los desperdicios en papel, las características de la Máquina es:

- Ancho : 196"
- HP de Máquina : 3,870
- Dos prensas de succión
- Rango de velocidad : 180 a 400 mts/min
- Head Box cerrado
- Una Prensa Venta NIP

- Secadores : 48
- Una unidad Clupak
- Una Calandria con 4 entradas
- Una Bobinadora
- Sistema Cerrado de Capotas
- Sistema de Ventilación
- Sistema de Control Electrónico AEG

Rebobinadora

Marca "Voith" de 1200 RPM está instalado en el 2do. piso de la Fábrica, en el primer piso, se observa los controles eléctricos-electrónicos AEG, cuyo accionamiento y suministro de energía eléctrica es mediante un Grupo - Motor Generador "Ward Leonard"

Sistema de Alimentacion de Agua

Toda el agua usada en Trupal proviene del subsuelo y se extrae mediante bombas cuyo accionamiento de los motores es con energía eléctrica suministrado desde Trupal a través de 15 Km. de líneas de subtransmisión en 13.8 KV y subestaciones de 13.8/ 0.46 KV. Existe 21 pozos que dan una capacidad total de 13,500 GMP, el agua es conducido por un canal de concreto de 9 kms. de largo a un reservorio con capacidad de 5'000,000 de galones.

El agua es recepcionado en 3 piscinas de 2'500,000 galones de capacidad, destinados a mantener el suministro constante de agua para el uso de Generación de vapor para el proceso de fabricación de papel y operación del Turbo Generador E.W. de 15 MW-13.8 KV.

Planta de Tratamiento de Agua

El agua de subsuelo, por ser dura y corrosiva es tratada previo a su uso; la planta consta de 2 clarificadores uno de 8000 GPM y otro de 6165 GMP de capacidad, donde se elimina la dureza por asentamiento de las partículas coloidales, para lo cual se añade cal hidratada, alumbre y carbonato de sodio.

El agua clarificada que alimenta los desmineralizadores y al proceso, previa filtración con antracita y arena Cuenta con dos plantas de desmineralización

Planta Degremont-Cottrell de 170 GMP de capacidad instalada, que consta de los siguientes unidades:

- Intercambiador Catiónico
- Intercambiador Aniónico débil
- Intercambiador Aniónico fuerte

Planta Degremont de 300 GPM de capacidad instalada, constituida por las siguientes unidades.

- Intercambiador Catiónico
- Intercambiador Aniónico
- Intercambiador Lecho-Mixto

Almacenamiento de Fibra

Trupal utiliza bagazo desmedulado en seco, proveniente de las Cooperativas Azucareras Cartavio, Casagrande, San Jacinto y Cayaltí; con Plantas Desfibradoras instaladas en:

Casagrande con capacidad máxima de 1,200 TM de bagazo desmedulado en seco por día.

Cartavio con una capacidad de 550 TM de Bagazo desmedulado en seco por día.

El transporte de bagazo desde estas fuentes a Trupal, se realiza mediante camiones, almacenándose en Trupal en un patio cuya capacidad es suficiente para almacenar fibra que cubre las necesidades de la Planta durante los períodos de paradas de los Ingenios Azucareros.

Planta de Pulpa PPX-7

En esta Planta se realiza el tratamiento de la fibra (materia prima) hasta la obtención de la pulpa.

El bagazo es alimentado al sistema mediante cargadores frontales, fajas y paletas transportadoras de bagazo y de allí a los alimentadores, rotativos, que controlan la cantidad de bagazo que ingresa al proceso de lavado y desmedulado en húmedo.

Lavado y Desmedulado en Húmedo del Bagazo

Existe dos tinas de lavado destinadas a eliminar la arena (material abrasivo) que acompaña al bagazo.

Hay además dos desmeduladores en húmedo donde el bagazo es tratado mecánicamente para separar la médula de la fibra, obteniéndose fibra de mejor calidad.

Proceso de Flujo de Digestión

La fibra proveniente del desmedulado en húmedo, es transportado al último piso del edificio de pulpa, el cuál deberá pasar por un dispositivo electroimán, con la finalidad de retener fierros y escorias metálicas.

La fibra cae mediante un chute, al gusano impregnador que lleva al gusano

alimentador, ingresando, luego al digestor a través de una tubería T, donde se añade la soda cáustica y vapor a una presión de 130, 165 lbs/pul² existen dos digestores continuos, "American Desfibrator" uno por cada línea con capacidad de 120 TMD cada uno, en las que la fibra es digerida durante 15 a 20 minutos.

La fibra cocida que sale del digestor, se denomina pulpa. La pulpa con impurezas disueltas en la digestión pasa por el refinador ASPLUMD de 400 HP, descargando a un TK de soplado de 3865 pies³ de capacidad.

Proceso y Flujo de Refinación y Lavado

La pulpa almacenada en el Blow Tank, es alimentada mediante una bomba al refinador Jones de 600 HP, donde se produce el desfibrado. Llega la pulpa a las 3 Lavadoras IMPCO con una capacidad de 230 TMD destinadas a remover las impurezas de la pulpa. El lavado es en contracorriente, la pulpa lavada descarga a la tercera lavadora y a la bomba de alta consistencia, que envía la pulpa a los dos tanques de almacenamiento, con capacidad de 50 TM cada uno, para uso en la Máquina Papelera.

Planta de Hidranpulper

Esta planta está destinada al tratamiento para pulpeo y lavado, como desperdicios de cartones, papeles y pulpas importadas, mediante un pulpeador Black Clawson de 150 TMD.

Area de Refinación y Limpieza

Cuatro refinadores de disco Jones de 600 HP-2400 V y dos Jordan "Emerson" de 350 HP; así como un Deflaker, instalados para la refinación de las pulpas. Existe un Sistema de Limpiadores centrífugos marca "Bauer", para limpiar la pasta que se alimenta a la máquina.

Laboratorio de Control y Calidad

En el laboratorio se realizan análisis completos, especiales y de rutina del agua, fibra, sistema de refinación, químicos y otros, además se controla la producción y consumos.

La Sección de Control y Calidad está equipada para efectuar los análisis de papeles y cartones (peso, humedad, tensión, reventar).

CUADRO N° I-1
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE LA MAQUINA PAPELERA PPX-7

Papel Clupak			Cartón Corrugar	
	TM/día	TM/año	TM/día	TM/año
Actual	200	66000	240	79000
Futuro	300	99000	400	132000

Conversión de los Productos

Los productos fabricados en la Fábrica Trupal, sirven como material en bruto, para elaborar los siguientes productos terminados.

Producto Trupal

- Cartón corrugar local y cartón Lyner
- Cartón corrugar exportación
- Kraft Clupak
- Kraft envolver

Producto Terminado

- **Cajas**
- Exportación a Chile
San Salvador. Honduras.
- Bolsas para la Industria en general.
- Envolturas

Elaborado en otras plantas

- Fábrica de Cajas
- Fábrica de Bolsas

Producto Terminado

- Cervecería, Químicos y otros productos.
- Envolturas para la Industria en general, papeles, sacos para Fábricas de Cemento y Cooperativas Azucareras.

FABRICA PAPEL PERIÓDICO MAQUINA PPX-8

La máquina Papelera "Valmet" de doble tela es la encargada de transformar, la pulpa de bagazo blanqueada, las pulpas importadas y los químicos en papel periódico.

Las características de la máquina son:

- Ancho de tela: 8.65 mts.
- Head Box cerrado
- Secadores
- Una Bobinadora
- Sistema de Ventilación
- Rango de Velocidad: 500 - 750 mts/mi
- Prensas de tipo cerrado
- Calandria de 5 entradas
- Sistema cerrado de capotas
- Sistema de controles de capotas
- Sistema de controles electrónicos "Stromberg"
- Capacidad de producción de la Máquina: 400 TM de papel por día.

Al final de la Máquina Papelera, se encuentra instalada una Rebobinadora "Wartsila" de 1,200 mts/min de velocidad, cuyas bobinas se embalan en una

Forradora "Buma".

Once bombas de vacío "Ahlstrom - Nash", accionada por dos turbinas de vapor de 3,015 HP cada una, suministran el vacío requerido en la Máquina.

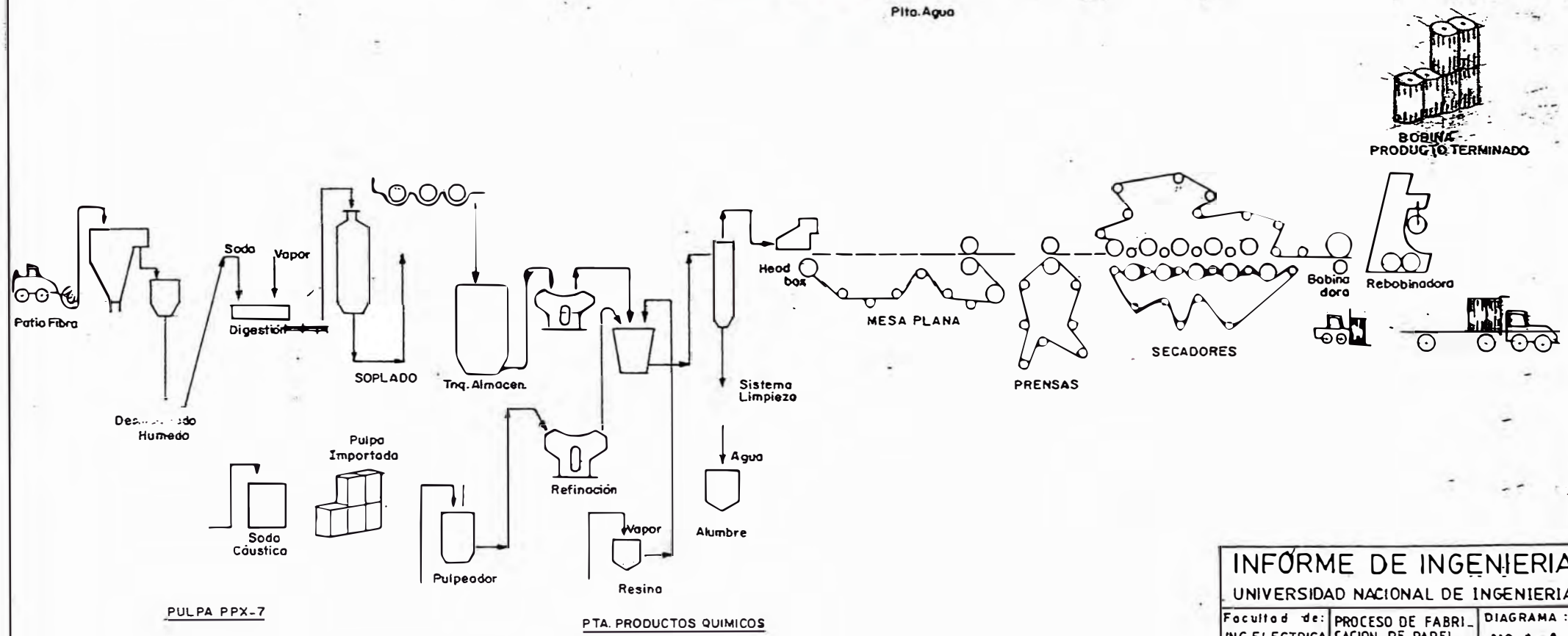
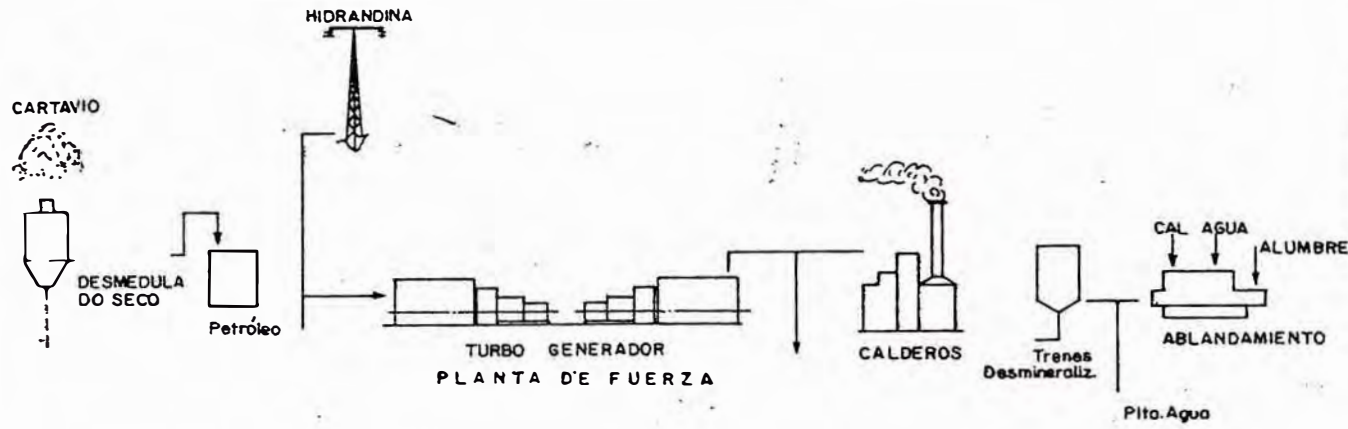
Además para el procesamiento de la materia prima, cuenta con plantas auxiliares similares al de la Máquina PPX-7.

1.5 DIAGRAMA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL

Ver diagrama del proceso de fabricación de Papel No. 1-A del Anexo A y pagina 16.

DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL MAQ. PPX-7 FCA. TRUPAL

P.T.A. PAPEL	
PRODUCCION	66,000 Tns AD/año
PRODUCCION	200 Tns AD/día
PLTA. PULPA	Papel, cartones de envoltura y embalaje
FIBRA CONSUMIDA	840 Tns AD/día
SODA CAUSTICA	35 Tns/día/100%
PULPA PRODUCIDA	210 Tons B D/día
PULPA IMPORTADA	110 Tns AD/día
SERVICIOS AUXILIARES	
VAPOR	7'200,000 Lbs/día(530PSI/540°F)
AGUA	14'400,000 Gls/día
E. ELECTRICA	360,000Kwh /día T.G.



PULPA PPX-7

P.T.A. PRODUCTOS QUIMICOS

INFÓRME DE INGENIERIA		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
Facultad de:	ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA	DIAGRAMA : N° 1-A
Graduando :	HUGO YAÑEZ A.	Asesor Ing.: UBALDO ROSADO
Código :	710383-C	Fecha : FEB. 1995
Promoción :	1.979-2	Escala : S.E.

CAPITULO II

SISTEMA ELECTRICO FABRICA PAPELERA

"SOCIEDAD PARAMONGA LTDA"-TRUPAL

2.1 GENERALIDADES

El sistema eléctrico de la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda - Trupal, de acuerdo al diagrama unifilar del Plano PE-01 Anexo A, cuenta con lo siguiente:

Subestaciones de transformación (S.E)

Seccionadores y disyuntores de potencia en M.T.

Interruptores de potencia en M.T.

Centros de control de motores (MCC), en BT y MT.

Celdas de distribución primaria - 13.8 KV

Banco de capacitores 10.4 MVAR - 13.8 KV

Planta de Generación de Energía Eléctrica Turbo -Generador "ESHER WYS"-15 MW-13.8 KV.

Línea primaria en A.T, 34.5 KV, 30 Km.

Línea primaria en M.T, 13.8 KV, 15 Km.

Planta de Generación de vapor.

Planta de aire comprimido.

Motores de corriente alterna y continua.

Sistema de Iluminación.

Sistema de Comunicaciones.

2.2 SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN

Cuenta con 40 subestaciones, tipos compacto, interior e intemperie, con transformadores de potencia trifásicos de 5000 KVA en A.T. y hasta 3,750 KVA en M.T., uso interior e intemperie, refrigeración natural, elemento refrigerante en baño de aceite y askarel, con tap en el lado de A.T para regulación de tensión sin carga, conexión lado AT/BT deltaestrella, con neutro a tierra, según se detalla en los cuadros N° II-1, II-2, II-3, y II-4

CUADRO N° II-1

CUADRO DE DISTRIBUCION DE S.E. Y TRANSFORMADORES

SUBESTACIONES		
TIPO	CANT	TOTAL
Compacto (uso interior)	28	40
Intemperie (uso exterior)	12	

TRANSFORMADORES		
MARCA	CANT	TOTAL
General Electric	13	40
Brow Boveri	15	
AEG	1	
ITE	1	
Energotecnia	1	
Delcrosa	9	

CUADRO N° II-2
SUBESTACIONES COMPACTAS EN MEDIA TENSIÓN

S.E	TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN M.T -3 ϕ -60 Hz				
N°	MARCA	RELACION DE TRANSF. KV	CORRIENTE A	Vcc %	POTENCIA KVA
1	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.58	1500
2	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	41.8/1203.3	5.60	1000
4A	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.67	1500
4B	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.67	1500
5A	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.67	1500
5B	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.67	1500
6	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	105/3005	5.84	2500
7	G.E.	13.8/0.48Y/0.277	62.8/1805	5.89	1500
11	G.E.	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
12	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
13	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
14	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
15	BBC	13.8/0.48	66.94/1924.6	5.70	1600
22	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
23	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
25	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.50	2000
26	BBC	13.8/0.48	66.94/1924.6	5.70	1600
27	BBC	13.8/0.48	83.68/2405.7	5.81	2000

9	AEG	13.8/0.38			2000
---	-----	-----------	--	--	------

16	BBC	13.8/0.55	83.68/2099.5		2000
17	BBC	13.8/0.55	83.68/2099.5		2000
18	BBC	13.8/0.55	83.68/2099.5		2000
19	BBC	13.8/0.55	83.68/2099.5		2000

S.E TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN M.T -3 ϕ -60 Hz					
N°	MARCA	RELACION DE TRANSF. KV	CORRIENTE A	Vcc %	POTENCIA KVA
8A	G.E.	13.8/2.4Y/1.385	157/902	5.48	3750
8B	G.E.	13.8/2.4Y/1.385	157/902	5.48	3750

20	G.E	13.8/4.160	156.9/520.5	5.9	3750
21	G.E	13.8/4.160	156.9/520.5	5.9	3750
24	G.E	13.8/4.160	156.9/520.5	5.9	3750

**CUADRO N° II-3
SUBESTACIONES INTEMPERIE EN MEDIA TENSION**

S.E TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN M.T -3ϕ -60 Hz			
N°	MARCA	RELACION DE TENSION KV	POTENCIA KVA
TPL-2	DELCROSA	13.8/0.48	60
TPL-4	DELCROSA	13.8/0.48	60
TPL-5	DELCROSA	13.8/0.48	50
TPL-8	DELCROSA	13.8/0.48	60
TPL-9	DELCROSA	13.8/0.48	100
TPL-10	DELCROSA	13.8/0.48	60
TPL-11	DELCROSA	13.8/0.48	50
TPL-12	DELCROSA	13.8/0.48	40
TPL-14	DELCROSA	13.8/0.48	60

**CUADRO N° II-4
SUBESTACIONES INTEMPERIE EN ALTA TENSION**

S.E TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN M.T -3ϕ -60 Hz					
N°	MARCA	RELACION DE TRANSF. KV	CORRIENTE A	Vcc %	POTENCIA KVA
10	BBC.	34.5/0.48		4.8	2000
28	ITE.	13.8/34.5	209/83.9	5.95	5000
29	ENERG.	34.5/0.23			100

2.3 SECCIONADORES Y DISYUNTORES DE POTENCIA EN M.T

CANT.	SECCIONADOR DE POTENCIA TRIPOLAR EN M.T, MARCA BBC
25	<p>- Tipo: FNAG-24 IEC : 265</p> <p>U_n : 24 KV I₁ : 630 A</p> <p>U : 125 KV In : 630 A</p> <p>I₂ : 630 A I_{th} : 20 KA</p> <p>I₃ : 16 A f : 50 Hz</p> <p>Rated Breaking cap : 1250 A</p>

CANT.	DISYUNTOR TRIPOLAR EN VOLUMEN REDUCIDO DE ACEITE MARCA "BBC" USO INTERIOR, EJECUCION EXTRAIBLE
3	<p>- Tipo: RM 17.5 P50, 500 MVA</p> <p>I_n : 630 A</p> <p>V_n : 13.8 KV</p> <p>Vaisl. nom: 17.5 KV - 60 Hz</p> <p>Pot. interr : 500 MVA</p>

2.4 INTERRUPTORES DE POTENCIA EN B.T

CANT	INTERRUPTOR DE AIRE TRIPOLAR TIPO A.K.D., MARCA "G.E" OPERADOS ELECTRICAMENTE EN B.T
1	- Tipo: AK-2-100-4, Cap. int: 4,000 A, V _n : 600 V
8	- Tipo: AK-2- 75-4, Cap. int: 3,000 A, V _n : 600 V
3	- Tipo: AK-2- 50-4, Cap. int: 1,600 A, V _n : 600 V
25	- Tipo: AK-2- 25-4, Cap. int: 600 A, V _n : 600 V

CANT	INTERRUPTOR DE AIRE TRIPOLAR TIPO P2C, G30, MARCA "SACE" OPERADOS ELECTRICAMENTE EN B.T
8	-Tipo:P2C-3200, Cap.int: 3200 A, V _n :600 V-OTOMAX
6	-Tipo:P2C-2500, Cap.int: 2500 A, V _n :600 V-OTOMAX
4	-Tipo:G30-1600, Cap.int: 1600 A, V _n :600 V-NOVOMAX
40	-Tipo:G30-1250, Cap.int: 1250 A, V _n :600 V-NOVOMAX

2.5 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (MCC)

2.5.1 Centros de Control de Motores de Corriente Alterna

Cuenta con 76 centros de control de motores MCC, marcas "G.E" y "BBC, unidades autoportadas con módulos de arrancadores, tipo extraíbles e intercambiables, para el arranque, control y protección de motores A.C de hasta 1200 HP, en baja y media tensión 460, 2300 y 4160 VAC, según se describe en el cuadro N° II-5.

CUADRO N° II-5 CENTROS DE CONTROL DE MOTORES AC

CANT	DESCRIPCION
33	Centro de Control de Motores AC, marca "G.E" - Trifásico 460V - 60 Hz
2	Centros de Control de Motores AC, arrancadores, a plena tensión de alto voltaje, "LIMITAMP" marca "G.E"-Trifásico 2400V - 60 Hz, para 10 mot. de hasta 1200 HP
3	Centros de Control de Motores AC, arrancadores, a plena tensión de alto voltaje, "LIMITAMP" marca "G.E"-Trifásico 4160V - 60 Hz, para 18 motores de hasta 1200 HP
32	Centros de Control de Motores AC, marca "Brow Boveni" trifásico - 460V - 60 Hz

2.5.2 Centros de Control de Motores de Corriente Continua

Consta de cuadros de control autosoportados, mediante convertidores estáticos, según se describe en el cuadro N° II-6

CUADRO N° II-6
CENTROS DE CONTROL DE MOTORES D.C

CANT.	DESCRIPCION
2	Centro de Control de Motores DC, marca "A.E.G", para control de 24 motores D.C de hasta 175 Kw -440 VDC
4	Centros de Control de Motores DC, marca "ASEA" y "PIN FEEDER", para 20 motores de 3 hasta 20 HP-220 VDC
4	Centros de Control de Motores DC, marca "STRORMGERG", para 32 motores hasta 550 KW - 550 VDC

2.6 CELDAS DE DISTRIBUCION PRIMARIA EN 13.8 KV

17 celdas de distribución primaria en 13.8 KV, ubicado en la Planta de Fuerza, cada celda constituida por:

1 Interruptor de Potencia del tipo extraíble e intercambiable, "Magne Blast Circuit Breaker-G.E.", aparatos de control, mando medición y protección de las siguientes características:

Canadian General Electric

Magne Blast Circuit Breaker

Type RM13.8-500-5H/518L950-1022 N□69485

Volt: 13,800, AMP: 1,200, Freq: 60 Hz.

Interrupting Rating 21000 RMS AMP AT 13800 volts

Max interrupting Ranting 25000 RMS

Make Rating 6400 Peak AMP

- Closing Coil SPEC 25782-4 Volt.125 D.C.
- CC Oper Range 90/130 TC Oper Range 70/140
- Weight 1650 Part Bulletin

Con los siguientes dispositivos de protección, control y mando.

- 50-51 : Relé de sobrecorriente
- 51N : Relé de falla a tierra
- WH DS63 : Medidor de energía activa
- 52 CS : Switch de Control
- W : Watt - Meter
- A : Ammeter
- ASC : Air Circuit Breaker

El tablero de enlace para la puesta en paralelo de los sistemas eléctricos de Trupal-Turbo Generador 15 MW e Hidrandina SA., cuenta además con un tablero de sincronismo con los siguientes instrumentos:

- PF : Medidor de factor de potencia
- V : Voltímetro
- F : Frecuencímetro
- Synchroscope
- WH : Medidor de E.Activa in-out
- 86BT : Locking - out relay
- 25CS : Switch de sincronismo
- 81 CFF : Relé de Frecuencia
- 25 IJS : Chequeo de sincronismo

El tablero de llegada en 13.8 KV en Trupal, cuenta con un switch de control remoto para operación del interruptor principal de potencia ubicado en la S.E. Patio de Llaves de Santiago de Cao-Hidrandina S.A. y un Limitador de Máxima Demanda MR-196 G.E.

2.7 BANCO DE CONDENSADORES

Para la compensación de la energía reactiva y mejorar el factor de potencia del sistema eléctrico de la Fábrica Trupal, se cuenta con un sistema centralizado de 4 Bancos de Capacitores estáticos marca "Canadian G.E.", uso interior de operación automática, con control de estado sólido, instalado en la línea de la red primaria 13.8 KV, de las siguientes características:

- Banco de Capacitores : 04
- Capacitores / Banco : 12
- Capacitores / Fase / Banco : 04
- Total Capacitores : 48
- Características del Capacitor G.E:

200 KVAR, 7.96 KV, 9.102 uf, BIL: 125 KV.

- KVAR entregado/Banco : $\frac{(2\pi f) C(KV)^2}{10^3} = 2,607 \text{ KVAR}$
- KVAR entregado / 4 Bancos : 10,428 KVAR
- Factor de potencia de Trupal : 0.97 Induc.

2.8 PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA TURBO

GENERADOR 15 MW - 13.8 KV

- Turbo Generador de las siguientes características:
- Marca : ESCHER - WYSS
- Tipo : 26B330
- Velocidad : 3600 RPM
- Frecuencia : 60 Hz.
- Sistema de enfriamiento : Circ.cerrado
- Voltaje : 13.8 KV.
- Potencia : 18,750 KVA
- F.P. : 0.8
- Corriente : 655 A
- Corriente de campo : 390 A
- Voltaje de Campo : 165 V
- Impedan. Corto Circuito Z_x : 0.875
- Reactancia Sincrona X_d : 128%
- Reactancia Transitoria X'_d : 20%
- Reactancia Subtransitoria X'' : 18%
- Sobrecarga : 20% Continua
- Resist./ Fase Estator A 75°C : 0.0184 Ω
- Resist. de campo A 75°C : 0.366 Ω
- Temperatura de aire de enfriamiento : 40°C
- Cantidad de agua de enfriamiento : 27.5l/s
- Cantidad de aire de enfriamiento : 14.4m³/s

- Momento de inercia del motor : 1475 Ton-m²
incluyendo exitatriz
- Peso estator (sin tapas) : 23 Ton
- Peso motor : 7.4 Ton

2.9 LINEA PRIMARIA EN ALTA TENSIÓN 34.5 KV

TRUPAL-CARTAVIO-CASAGRANDE.

- Nivel de Tensión : 34.5 KV
- Longitud de Línea : 30 Km.
- Soporte : Postes de madera Pino
Horegón 15/500/100/ 260.
- Disposición : Delta equivalente d = 8'-4 1/2"
- Calibre del conductor : conductor de Cu N°1
AWG-7 hilos, semiduro
- Resistencia : 0.040 %/Km
- Reactancia : 0.508 %/Km
- Aisladores : Clase 52.3, 5 aisl./cadena,
3 cadenas/poste
- Capacidad de Transm. : 11.9 MW

2.10 LINEA PRIMARIA EN MEDIA TENSIÓN 13.8 KV POZOS AGUA

TRUPAL

- Nivel de Tensión : 13.8 KV
- Longitud de línea : 15 Km
- Disposición : Delta equivalente
d = 8'-4 1/2"

- Calibre del conductor : Cu N°6 AWG - semiduro
- Aisladores : Clase 52.3, 3 aisl./cadena,
3 cadenas/poste
- Capacidad de Transmis : 2.6 MW
- Soporte : Postes de madera de Pino
oregón, 15/500/100 /220.

2.11 PLANTA DE GENERACION DE VAPOR

Cuenta con las siguientes calderas:

CALDERAS		
CAN.	MARCA	CARACTERISTICAS
2	"Babcock-wilcok"	100,000 lbs/Hr c/u 620 PSIG, 705°F
2	"DISTRAL" (Foster & Wiler)	160,363 lbs/Hr c/u 700 PSIG, 700°F

2.12 PLANTA DE AIRE COMPRIMIDO

- 2 compresoras "INGER SOL RAND" de pistón, con una capacidad de 500 PCM cada una.
- 4 compresoras "ATLAS COPCO" de tornillo, con una capacidad de 1000, 600 y 1250 PCM

2.13 MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA Y CONTÍNUA

- En corriente alterna existe, motores eléctricos asíncronos tipo jaula de ardilla de hasta 1200 HP en 460, 2300 y 4160 V de diferentes marcas

"General Electric", ASEA, AEG, SIEMENS y DELCROSA.

- En corriente continua existe motores de hasta 550 Kw, en 220, 440, 550 VDC, marcas AEG, STROMBERG, ASEA, como se muestran en el cuadro N° II-7

**CUADRO N° II-7
MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA Y CORRIENTE CONTINUA**

DESCRIPCION	MAQUINA PPX - 7	MAQUINA PPX - 8
MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	CANT.	CANT.
MOT. A.C. hasta 400 HP-440 VAC	218	223
MOT. A.C. hasta 1200 HP-4160 VAC	—	17
MOT. A.C. hasta 900 HP-2300 VAC	10	—
MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA		
MOT. D.C. hasta 175 Kw-440 VDC	24	—
MOT. D.C. hasta 500 Kw-550 VDC	—	32
MOT. D.C. hasta 20 Kw-220 VDC	10	11
TOTAL MOTORES :	262	283

2.14 SISTEMA DE ILUMINACIÓN

- Iluminación Interior

El alumbrado de la nave de la Máquina Papelera cuenta con equipo reflector con lámpara de vapor de mercurio de alta presión - 1000 W- 440, 220V además de artefactos de alumbrado con lámparas fluorescentes y luz mixta.

- Iluminación Exterior

Alumbrado Perimetral de la Planta, Patio de Productos terminados, y

almacenamiento de fibra del gabazo, cuenta con circuitos de alumbrado con equipos reflectores con lámparas, de vapor de mercurio y de sodio de alta presión de 250, 400 y 1000 W-220 y 440V, con control automático de encendido y apagado.

CUADRO N° II-8
SISTEMA DE ALUMBRADO PLANTAS SOC. PARAMONGA-TRUPAL

EQUIPOS DE ALUMBRADO	CANTIDAD			
	1000 W	400 W	250 W	TOTAL
- Equipo reflector con lámparas de vapor de Hg de alta presión PHILIPS	300	30	60	490
- Equipo reflector con lámpara de vapor de sodio de alta presión, PHILIPS, OSRAM	15	70		
- Luminaria del Alumbrado Público tipo SRC511-250 W			15	
- Artefacto de Alumbrado con lámpara fluorescente doble de 40 W				450

2.15 SISTEMA DE COMUNICACIONES

Cuenta con los siguientes equipos:

- 1 Central Telefónica Privada tipo PBAX-18E "FETSA"
- 1 Equipo "Radio Cardion", para comunicación vía microondas incluye antenas, repetidoras en Huanchaco y Trupal.

2.16 DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO EN M.T- 13.8 KV

En el plano PE – 01 Anexo A, se muestra el diagrama Unifilar del sistema eléctrico de la Red de Distribución Primaria en M.T, 13.8 KV de la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda. – Trupal.

DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA ELECTRICO DE LA RED PRIMARIA EN M.T. 13.8 KV FCA. TRUPAL

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR DE POTENCIA EXTRAIBLE
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TURBO GENERADOR 15MW-13.8KV.
	BARRAS DE CELDAS DE DISTRIB.13.8KV.

S.E. PATIO DE LLAVES
SANTIAGO DE CAO
HIDRANDINA S.A.

Linea Y-132 Linea Y-131

13.8KV

25/33.3 MVA
138/13.8KV-3φ

INTERR. POT. EXTRAIBLE
1/2 (CELDA SALIDA).

SOCIEDAD PARAMONGA LTDA. S.A.
FABRICA PAPELERA TRUPAL

NUEVA LINEA PRIM. DOBLE TERNA
EN 13.8KV. 30 MVA A FCA.
PAPELERA TRUPAL

BARRA 2000A-13.8KV PPX-8

BANCO
CAPACITORES

LINEA PRIM. 34.5KV

13.8/34.5kv
5 MVA.

PUEBLOS
VALLE
CHICAMA

LINEA PRIM. 13.8KV.

POZOS
AGUA

S.E.-20
S.E.-21
S.E.-16
S.E.-17
S.E.-18
S.E.-19

MAQ. 8 MAQ. 8
MOT. A.V. MOT. D.C.

S.E.-11
S.E.-12
S.E.-13
S.E.-14
S.E.-15

PLTA. TRAT. AGUA
Y AIRE COMP.

CELDA LLEGADA
A TRUPAL

BARRA DE
ENLACE

INTERRUPT. DE
ENLACE TRUP-HIDR.
1200A-13.8KV
3φ-40KA

BARRA 2000A-13.8KV. PPX-7

S.E.-27
S.E.-1
S.E.-7

PLTA. FZA.

S.E.-8A
S.E.-8B

MAQ.-7
MOT. A.V.

S.E.-4A
S.E.-4B
S.E.-2

PLTA.
PULPA
PLTA
HIDR.

S.E.-5A
S.E.-5B
S.E.-6
S.E.-9

MAQ. 7

S.E.-25
S.E.-26

PLTA.
TRAT. FIBRA

S.E.-22
S.E.-23
S.E.-24

PLTA.
PULPA-8

TURBO GEN. 3 φ
E.W-15 MW
13.8KV-60HZ

INFORME DE INGENIERIA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE:	DIAG. UNIFILAR DEL	PLANO N°:
ING. ELECT.	SIST. ELECT. RED	PE-01
ELECTRON.	PRIMARIA 13.8KV.	FCA. TRUPAL

Graduando :	HUGO YAÑEZ A.	Asesor Ing. UBALDO ROSADO
Codigo :	710383-C	Fecha : FEB. 1995
Promoción :	1979-2	Escala : S-E.

3.2 POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA

3.2.1 MÁQUINA PAPELERA PPX-7

MOTORES A.C. : 460 V-3 ϕ - 60 Hz			
	POT.NST KW.	F.D	MAX.DEM kW.
S.E. N° 5A			
CCM - 5A	358.0	0.57	204.06
CCM - 5B	330.5	0.57	188.38
CCM - 5C	312.7	0.57	178.23
CCM - 5D	333.0	0.57	189.81
S.E. N° 5B			
CCM - 5E	375.2	0.57	213.86
CCM - 5F	344.1	0.57	196.13
CCM - 5G	364.0	0.57	207.48
CCM - 5H	273.7	0.57	156.00
1533.98 KW			1533.98 KW

S.E. N° 6	POT. INST. KW	F.D	MAX. DEM KW
CCM - 6A	458.7	0.45	206.41
CCM - 6B	319.0	0.45	143.55
CCM - 6C	253.9	0.45	114.25
CCM - 6D	235.2	0.45	105.84
CCM - 6E	489.4	0.45	220.23
CCM - 6F	264.5	0.45	119.02
CCM - 6G	116.0	0.45	52.20
2136.7			1188.00 KW

ARRANCADORES LIMITAMP MOT.A.V : 2400-3 ϕ - 60Hz			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 8A			
MCC - 8A	1940.0	0.87	1687.8
S.E. N° 8B			
MCC - 8A	1491.6	0.87	1297.69
	3431.6 KW		2985.49 KW

RECTIFICADORES MOT D.C. - AEG : 380 V.D.C			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 9	1671	0.54	902.09
	1671 KW		902.09 KW

PLTA. HYDRAPULPER - 7 : 460V - 3 ϕ - 60Hz			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 2			
CCM - 2A	433.71	0.97	420.69
CCM - 2B	205.15	0.97	198.99
	638.86 KW		619 KW

PLTA. PULPA - 7 : 460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 4A	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 4A	356.04	0.49	174.45
CCM - 4B	353.98	0.49	173.45
CCM - 4F	309.04	0.49	151.42
CCM - 4G	112.00	0.49	54.88
S.E. N° 4B			
CCM - 4C	316.68	0.49	155.17
CCM - 4D	266.70	0.49	130.68
CCM - 4E	308.10	0.49	150.96
2022.54 KW			991.04 KW

PLTA. TRATAM. AGUA - 7 : 460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 7	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 7A	313.32	0.58	181.73
CCM - 7B	201.42	0.58	116.82
CCM - 7C	525.78	0.58	304.95
1040.52 KW			603.5 KW

PLTA. FUERZA : 460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 1	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 1A	774.10	0.55	425.75
CCM - 1B	229.19	0.55	126.05
CCM - 1C	417.39	0.55	229.56
1480.68 KW			814.37 KW

CALDEROS-AIRE COMPRIM.Y TRAT-AGUA-8: 460V - 3 ϕ - 60Hz				
S.E. N° 27	CORR. MEDID.	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM KW
CCM - 27A	450 A	774.10	0.35	270.93
CCM - 27B	330 A	726.00	0.35	254.10
CCM - 27C	320 A	417.39	0.35	146.08
1080A		1917.56 KW		671.14 KW

3.2.2 MAQUINA PAPEL PERIODICO PPX-8:

MOTORES A.C : 460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 11	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM-41.904.01	482.40	0.52	250.84
CCM-41.905.01	448.11	0.52	233.01
CCM-41.906.01	495.25	0.52	257.53
1425.76 KW			741.39 KW

S.E. N° 12	POT. INST. KW	F.D	MAX. DEM KW
CCM.42.903.01	257.06	0.6	154.236
CCM.42.904.01	193.52	0.6	116.112
CCM.42.905.01	188.55	0.6	113.13
CCM.42.906.01	422.83	0.6	253.63
1061.96 KW			637.17 KW

460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 13	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM.42.907.01	390.51	0.75	292.9
CCM.42.908.01	251.29	0.75	188.5
CCM.42.909.01	308.47	0.75	231.4
CCM.42.910.01	255.86	0.75	191.7
1206.13 KW			904.5 KW

460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 14	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM.42.911.01	233.56	0.06	140.13
CCM.42.912.01	250.55	0.06	150.33
CCM.42.913.01	265.18	0.06	159.10
749.18 KW			449.5 KW

460V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 15	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM.40.901.01	84.03	0.61	51.3
CCM.41.902.01	361.81	0.61	220.70
CCM.41.903.01	377.09	0.61	230.02
CCM.35	130.13	0.61	79.38
953.06 KW			581.36 KW

RECTIFICADORES MOTORES D.C : 550 V.			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 16			
CCM - 5A - 1.1	1745	0.40	698.0
S.E. N° 17			
CCM - 5A - 2.1	2060	0.35	721.0
S.E. N° 18			
CCM - 5A - 3.1	2595	0.40	1038.0
S.E. N°19			
CCM - 5A - 4.1	1785	0.35	624.75
	8185 KW		3060.75 KW

PLTA PULPA - 8 : 440V - 3 φ - 60Hz			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 22			
CCM - 34A	707.20	0.45	318.24
CCM - 34B	508.47	0.45	248.81
	1215.67 KW		547.05 KW

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 23	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 32A	412.10	0.51	210.17
CCM - 32B	532.67	0.51	271.66
CCM - 33A	550.83	0.51	280.92
CCM - 33B	550.1	0.51	280.55
2045.7 KW		1043.30 KW	

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 25	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 23A	438.5	0.67	293.79
CCM - 23B	582.95	0.67	390.58
CCM - 30	17.15	0.67	11.49
1038.6 KW		695.86 KW	

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 26	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 31A	497.66	0.59	293.62
CCM - 31B	390.42	0.59	230.34
CCM - 31C	202.34	0.59	119.38
1090.42 KW		643.34 KW	

ARRANCADORES LIMITAMP MOT.A.V: 4160V - 3 ϕ - 60Hz			
	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 20	3573.34	0.337	1204.0
S.E. N° 21	1909.76	0.45	859.39
S.E. N° 24	3524.45	0.40	1409.78
	9007.55 KW		3470.17KW

PLTA. DESFIBRADORA CASA GRANDE : 440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N°10	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEM. KW
CCM - 10A	676.88	0.45	305.95
CCM - 10B	717.24	0.45	322.75
	1394.12 KW		627 KW

3.2.3 POZOS DE AGUA

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E.	POT. INST. HP	F. DEMANDA	MAX. DEM. KW
TPL - 2	60	7.45	44.7
TPL - 4	60	7.45	44.7
TPL - 5	50	7.45	37.2
TPL - 8	60	7.45	44.7
TPL - 9	100	7.45	74
TPL - 10	60	7.45	44.7
TPL - 11	50	7.45	37.2
TPL - 12	40	7.45	29.8
TPL - 14	60	7.45	44.7
	540 HP		299 KW
	402 KW		

3.2.4 PUEBLOS DEL VALLE CHICAMA

34,500V - 3 ϕ - 60Hz			
	POT. INST. HP	F.D.	MAX. DEM. KW
S.E. N° 28	6,000	0.666	4,000

CUADRO N° III-1

RESUMEN DE POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA MAQUINA PAPELERA PPX -7

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E.	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEMANDA KW
S.E. N° 5		0.57	
S.E. N° 6	2691.2	0.45	1533.98
S.E. N° 2	2136.7	0.97	961.51
S.E. N° 4	638.86	0.49	619.69
S.E. N° 7	2022.54	0.58	991.04
S.E. N° 1	1040.52	0.55	603.50
S.E. N° 1	1480.68	0.55	814.37
S.E. N°27	1917.56	0.35	671.14
11,928.06 KW			6195.23KW

2400 V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 8	3,431.6	0.87	2,985.49
3,431.6 KW			2,985.49KW

380 V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 9	1671	054	902.09
1671 KW			902.09 KW

POT. INST: 17,030 KW

MAX. DEM : 10,082 KW

CUADRO N° III-2
RESUMEN DE POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA
MAQUINA PAPEL PERIODICO PPX - 8

440V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E.	POT. INST. KW	F.D.	MAX. DEMANDA KW
S.E. N° 10	1394.12	0.45	627.00
S.E. N° 11	1425.76	0.52	471.39
S.E. N° 12	1061.96	0.60	637.17
S.E. N° 13	1206.13	0.75	904.50
S.E. N° 14	749.18	0.60	449.50
S.E. N° 14	953.06	0.61	581.36
S.E. N° 15	1215.67	0.45	547.05
S.E. N° 22	2045.70	0.51	1043.30
S.E. N° 23	1038.60	0.67	695.86
S.E. N° 25	1090.42	0.59	643.34
S.E. N° 26			
10,786.48 KW			6,243.56KW

550 V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 16	1745	0.40	689.00
S.E. N° 17	2060	0.35	700.00
S.E. N° 18	2595	0.40	1038.00
S.E. N° 19	1785	0.35	624.75
8185 KW			3,060.75KW

4160 V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E. N° 20	3573.34	0.42	1500.80
S.E. N° 21	1909.76	0.45	859.39
S.E. N° 24	3524.45	0.40	1409.78
09,007.55 KW		3,770 KW	

POT. INST : 28,419 KW

MAX. DEM : 13,075 KW

POZO DE AGUA

460 V - 3 ϕ - 60Hz			
TOTAL S.E	POT. INST.	F.D.	MAX.DEMANDA
	KW		KW
09	402	0.745	299

PUEBLOS DEL VALLE CHICAMA

34500 V - 3 ϕ - 60Hz			
S.E.	POT. INST.	F.D.	MAX.DEMANDA
	KW		KW
S.E N° 28	6000	0.666	4000

CUADRO N° III-3
RESUMEN DE POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA DEL SIST.
ELECT. FABRICA PAPELERA "SOCIEDAD PARAMONGA" LTDA-TRUPAL

	POT . INST . KW	MAX . DEMANDA KW
- MAQUINA PPX-7	17,030	10,082
- MAQUINA PPX-8	28,419	13,075
- POZOS DE AGUA	402	299
- PUEBLOS VALLE CHICAMA	6,000	4,000
TOTAL	51,851 KW	27,456 KW

CAPITULO IV CALCULOS JUSTIFICATORIOS

4.1 GENERALIDADES

La presente obra comprende el tendido de una nueva línea eléctrica aérea en media tensión 13.8 kv, trifásica, doble terna, con capacidad de transmisión de 30 MW que interconecta desde barras de la celda PM1 de la Subestación Patio de llaves Santiago de Cao de la Empresa Regional de Electricidad Electronorte Medio Hidrandina S.A. hasta barras de la celda de ingreso de tableros de Planta de Fuerza de Trupal.

Comprende una longitud total de 270 mts.:

- 200 mts. con conductor cable de cobre electrolítico desnudo.
- 70 mt con cable de energía aislado unipolar con aislamiento de polietileno reticulado XLPE con tensión de operación 12/20 KV, en tramos de ingreso a celdas de la Subestación de Santiago de Cao y Planta de Fuerza-Trupal.

Así mismo, comprende lo siguiente:

- Conexión de cables de energía a barras de celdas de salida de la Subestación de Santiago de Cao y llegada en Trupal 13.8 KV.
- Instalación de cabezas terminales y conexiones con cables de energía aislado y conductor desnudo 13.8 KV.
- Modificación de recorrido de cables de circuitos de control, medición, señalización, protección y mando a control remoto en baja tensión que

interconecta la Subestación de Santiago de Cao y Trupal.

El diseño se ha realizado de acuerdo a los siguientes parámetros y consideraciones técnicas.

4.2 PARAMETROS DE DISEÑO

Para el cálculo de la línea eléctrica se han considerado las prescripciones estipuladas en el Código Nacional de Electricidad, Normas del Ministerio de Energía y Minas y la Ley de Concesiones Eléctricas 25844.

a) Sistema de Alimentación de Energía Eléctrica

Será línea eléctrica aérea trifásica de corriente alterna, doble tema 13.8 KV- 60 Hz.

- Con cable de cobre electrolítico desnudo; soportado a través de postes de concreto.
- Los tramos de salida de la celda de la Subestación de Santiago de Cao Hidrandina S.A., y la de ingreso a barras de la celda de llegada a Planta de Fuerza-Trupal, será con cable de energía aislado unipolar con aislamiento de polietileno reticulado XLPE.

b) Nivel de Tensión de Alimentación y Grado de Aislamiento.

- Será en media tensión 13.8 KV-60 Kz., trifásico.
- Para la selección del grado de aislamiento del cable de energía aislado se considera los continuos problemas de sobretensiones y de estabilidad por fallas en el sistema eléctrico de Hidrandina S.A. para nuestro caso tendrá el siguiente grado de aislamiento:

$E_o/E = 12/20 \text{ KV}$

$E_o = 12 \text{ KV}$ tensión nominal de aislamiento a frecuencia Industrial, entre conductor y pantalla de protección común.

$E = 20 \text{ KV}$ tensión nominal de aislamiento a frecuencia industrial entre fases.

Con lo cual se dará un amplio margen de servicio.

c) **Máxima Caída de Tensión**

La caída de tensión máxima permisible según el Código Nacional de Electricidad Tomo IV (2.1.3) es:

- Red de Distribución Primaria : 3.5 % de la tensión nominal.

d) **Capacidad de Transmisión de la Línea y Características de Explotación.**

- Sistema : Aéreo

- Capacidad de transmisión de la línea.

Simple terna 15 MW

Doble terna 30 MW

- Tensión de servicio 13.8 KV - 60 HZ

- Tipo de distribución Trifásico, Doble Terna

- Disposición de conductores Vertical escalonado
separación 1.4 m

- Longitud de la línea 270 mts.

* Aérea en poste(conductor desnudo) 200 mts.

* Aérea en bandeja(cable aislado) 70 mts.

- Tipo de conductor

* Cable desnudo de Cu electrolítico 99.16% conductibilidad, IACS-37 Hilos temple duro.

* Cable de energía aislado en polietileno reticulado XLPE, tipo VOLTENAX 12/20 KV-"PIRELLI".

- Apoyos: Postes de concreto armado centrifugado de 15/600 kg.

- Aisladores: Cadena de 3 aisladores de porcelana, tipo suspensión clase ANSI 52-3 y tipo pin antiniebla clase ANSI 56-4.

4.3 SELECCIÓN DE LA RUTA

El recorrido de la línea será en línea recta, desde la Subestación Patio de Llaves Santiago de Cao Hidrandina S.A hasta Planta de Fuerza Trupal, según la ruta indicada en el Plano N° PE-02 del Anexo A, para el cuál se ha tomado las siguientes consideraciones:

-Presenta el mejor perfil

-Distancia más corta

-Menor costo de inversión

4.4 DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD

Las distancias mínimas de seguridad que deberían conservar los conductores de acuerdo al Código Nacional de Electricidad Tomo IV Tabla 2-XIX, 2-XX, son:

<u>Distancia vertical mínima de seguridad</u>	<u>Red Primaria</u> M
Entre conductores del mismo circuito	0.42
Entre conductores de diferente circuito	1.00
A la superficie del terreno con cruce de via	7.00
A la superficie del terreno a lo largo	6.00
Encima de cualquier techo o estructura	4.00
En cualquier dirección desde paredes planas u otras estructuras normalmente no accesibles a personas	2.00
En cualquier dirección, desde cualquier parte de una estructura, normalmente accesible a personas	2.50

4.5 CALCULO ELÉCTRICO DE CONDUCTORES

De acuerdo a la máxima demanda del estudio de cargas indicado en el capítulo III, considerando la operación de las dos máquinas PPX-7 y PPX-8 de fabricación de cartones y papel periódico, cargas de servicio público del Valle Chicama, Provincia de Ascope, del Departamento de la Libertad y características de explotación de la línea indicado en el punto 4.2 (d).

Para la selección adecuada de los conductores, adicionalmente se ha tomado en consideración las siguientes características eléctricas:

- Tensión de servicio.
- Intensidad de corriente a transportar.
- Caídas de tensión y condiciones mecánicas del uso e instalación.
- Máxima pérdida de energía permisible en la transmisión.

- Intensidad de Tiempo de corto circuito.

4.5.1 CALCULO DEL CONDUCTOR COBRE DESNUDO

-Condiciones de instalación: Aéreo intemperie soportado a través de postes de concreto y aisladores.

-Potencia a transmitir	:	30 MW
-Tensión de servicio	:	13.8 KV
-Longitud	:	200 Mts.
-Nº de circuitos	:	2 ternas
-Nº de conductor/fase	:	2
-Disposición de conductores	:	Paralelo vertical
-Temperatura de Ambiente	:	30 °C
-Factor de potencia	:	0.8

4.5.1.1 Cálculo por capacidad de corriente

Doble terna:

Considerando la máxima demanda de 27456 KW.

$$I_n = \frac{MD}{1.73 \times V_n \times f.p} = \frac{27456}{1.73 \times 13.8KV \times 0.8}$$

$$= 1437.57 \text{ A}$$

I_n Doble terna = 1437.57 A

I_n Simple terna = 718.78 A

De la tabla N° 4.4.1 pagina 52 de corrientes admisibles y especificaciones del conductor de cobre desnudo, según catálogo del fabricante, se tiene que un cable de 500 MCM equivalente a 253.4 mm² de sección, admite una corriente de 794 Amp.

4.5.1.2 Verificación por caída de tensión

El cable alimentador principal, que cumple con los requerimientos de capacidad de corriente, para la entrega de energía a las cargas que alimentan, deben evaluarse por caída de tensión, que teniendo en cuenta las recomendaciones del Código Nacional de Electricidad Tomo IV inciso 2.1.3; la caída de tensión máxima permitida, no deberá exceder el 3.5%.

Se deberá aumentar el calibre del alimentador, hasta obtener este valor máximo de caída de tensión o menor.

Usaremos la expresión:

$$\% \Delta = \frac{173 \times L \times I \times \cos \phi}{\delta \times s \times V}$$

L = Distancia en mts.

I = Corriente de diseño en amperios.

δ = Conductividad eléctrica del cobre: 56.

V = Tensión del sistema en voltios.

ϕ = Angulo de desfasaje.

S = Sección del conductor en mm²

$$\% \Delta V = \frac{1.73 \times 200 \times 718.78 \times 0.8}{56 \times 253.4 \times 13800}$$

$$\% \Delta V = 0.101$$

Resulta una caída de tensión aceptable.

Para líneas aéreas con conductores de cobre separados a 1.40 mts. Se tiene un factor inductivo de 2.41.

El $\% \Delta V = 2.41 \times 0.101 = 0.24 < 3.5\%$ recomendado por el Código Nacional de

Electricidad Tomo IV, inciso 2.1.3

Así mismo de conformidad con el Código Eléctrico del Perú Cap. XVII Art. 10-15, en previsión de ampliaciones se considera adicionalmente el 25% como proyección de cargas futuras.

$$I_n \text{ Doble terna} = 1.25 \times 1437.57$$

$$= 1796.95 \text{ Amp.}$$

$$I_n \text{ Simple terna} = 898.47 \text{ Amp.}$$

Por lo tanto el conductor en base a la tabla siguiente N° 4.4.1. de corrientes admisibles y especificaciones del conductor de cobre desnudo (según catálogo del fabricante) será conductor desnudo de cobre electrolítico 99.16% de conductibilidad IAC-37 hilos, temple duro de 304 mm² de sección.

Por ser una línea corta, no se considera la verificación y cálculos por efecto de capacitancia y efecto corona.

TABLA N° 4.4.1
CORRIENTES ADMISIBLES Y ESPECIFICACIONES
DEL CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO
NORMAS ASTM - B8 - 64

CALIBRE mmý	CONDOC. CAEL		DIAMET conduc mm	CARGA rupt. Kg	PESO kg/km	RESIST. 25°C 60hz Ω/cond/Rm	REACT Induc a 1 pie Ω/cond/Rm	REACT Capac. a 1 pie Ω/cond/Rm	CORR. Admis 60 Hz
	N° Alam	Diam Alam mm							
1x253.4 1x304	37	3.233	22.63	7070	1608.5	0.0625	0.2685	0.1572	794amp 940amp

4.5.2 CALCULO DEL CABLE DE ENERGIA AISLADO:

La selección del cable de energía aislado para la instalación en tramos de

- Por temperatura de ambiente 30°C : 1.00

4.5.2.1. Cálculo por capacidad de corriente

Considerando la M.D. de la Planta: 27456 Kw, según el punto 4.5.1.1, la corriente nominal es:

$$I_n \text{ Doble terna} : 1437.57 \text{ A}$$

$$I_n \text{ Simple terna} : 718.78 \text{ A}$$

- **Verificación por factor de corrección por agrupamiento, instalación al aire libre.**

Según la tabla del fabricante "CEPER PIRELLI" para cables unipolares en plano, doble terna instalado en bandeja el factor de corrección es 0.97 (Ver tabla 4.4.5, página 58), por lo tanto la capacidad de conducción será:

$$I_{\text{diseño doble terna}} = \frac{1437.56}{0.97 \times 1} = 1482.02 \text{ A}$$

$$I_{\text{diseño simple terna}} = \frac{1482.02}{2} = 741 \text{ A}$$

De la tabla N° 4.4.3 página 57 se tiene que un cable de 300 mm², admite una corriente de 825 Amp.

4.5.2.2 Cálculo por caída de tensión

- **Usando la expresión:**

$$\Delta V = 1.73 \times I \times L \times R (\cos \phi + X/R \text{ sen } \phi)$$

$$L = \text{Distancia en Km.} : 0.70$$

$$I = \text{Corriente de diseño en Amp.} : 741 \text{ A}$$

De la Tabla N° 4.4.4 página 58, de parámetros eléctricos se tiene:

R = Resistencia del conductor en Ω/km : 0.0819

x = Reactancia del conductor en Ω/km : 0.190

$\Delta V = 1.73 \times 741 \times 0.70 \times 0.819 (0.8 + 0.190/0.0819 \times 0.6)$

$\Delta V = 160.94$

$\% \Delta V = 1.16\%$

– Así mismo, de conformidad con el Código Eléctrico del Perú, Capítulo XVII, Artículo del 10-15, en previsión de ampliaciones, se considera adicionalmente el 25%, como proyección de cargas futuras.

– Entonces el cable que cumple las condiciones, según tabla de capacidad de corrientes admisibles N° 4.4.3 página 57, será cable de energía con aislamiento de polietileno reticulado XLPE tipo Voltenax con tensión de diseño 12/20 KV-PIRELLI unipolar de 400 mm² de sección (con características dimensionales indicados en la Tabla N° 4.4.2 página 56)

El Polietileno reticulado, perfectamente admite temperatura de trabajo en régimen permanente de 90°C a 100°C, pudiendo alcanzar en régimen de puntas de carga 130°C, sin que la vida del cable sea afectada.

En casos de cortocircuito puede alcanzar hasta 250°C durante 30 seg.

TABLA N °4.4.2
CARACTERISTICAS DIMENSIONALES DE CABLES DE ENERGIA AISLADO DE
POLIETILENO RETICULADO XLPE-TIPO VOLTENAX 12/20 KV

Sección Nominal mm ²	Conductor	Aislamiento		Numero de Conductores	Cubierta		Peso
	Ø Nominal mm	Espesor Nominal mm	Ø Nominal mm		Espesor Nominal mm	Ø exterior Nominal mm	Neto Nominal kg/km
35	7,1	5,5	20,3	1 3	1,8 2,6	26,5 57,0	960 4085
50	8,2	5,5	21,4	1 3	1,8 2,7	28,0 60,0	1110 4735
70	9,9	5,5	23,1	1 3	1,8 2,8	29,5 64,0	1360 5685
95	11,6	5,5	24,8	1 3	1,9 2,9	32,0 68,0	1675 6815
120	13,0	5,5	26,2	1 3	1,9 3,0	34,0 73,0	1975 7985
150	14,5	5,5	27,7	1 3	2,0 3,1	35,0 76,0	2290 9105
185	16,2	5,5	29,4	1 3	2,0 3,2	37,0 80,0	2695 10645
240	18,5	5,5	31,7	1 3	2,1 3,4	39,0 86,0	3320 12885
300	20,8	5,5	34,0	1	2,2	42,0	3975
400	23,5	5,5	36,7	1	2,3	45,0	4860
500	26,4	5,5	39,6	1	2,4	48,0	5945

Valores nominales sujeto tolerancia normales de manufactura
 CEPER PIRELLI se reserva el derecho a modificar, cuando lo crea necesario, los datos que figuran en el presente catálogo.

CONSTRUCCION:

1. Conductor de cobre rojo suave
2. Pantalla interna: capa semiconductor
3. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)
4. Pantalla externa
 - 4.1. Capa semi conductora
 - 4.2. Alambres o cinta de cobre
5. Cubierta exterior de Policloruro de vinilo (PVC) color rojo

NORMAS DE FABRICACION

ITINIEC 370.050

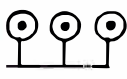


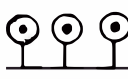


IEC - 502

TENSION DE DISEÑO

E•/E = 12/20 Kv.

TABLA N °4.4.3

CAPACIDAD DE CONDUCCION DE CORRIENTE DECABLES DE ENERGIA AISLADO DE POLIETILENO RETICULADO XLPE TIPO VOLTENAX-12/20 KV

Sección Nominal mm ²	Aire (A)			Directamente enterrado (A)		
	3 Cables Unipolar en plano	3 Cables Unipolar sin Espaciam	1 Cable Tripolar	3 Cables Unipolar en plano	3 Cables Unipolar sin Espaciam	1 Cable Tripolar
						
35	230	209	193	217	192	185
50	275	250	231	255	226	220
70	342	311	286	311	277	269
95	416	379	347	368	331	321
120	478	436	397	415	375	364
150	542	495	450	462	420	408
185	620	567	513	517	473	460
240	732	671	603	592	548	531
300	825	763	.....	638	611	.....
400	942	873	.....	708	688	.....
500	1058	991	.....	757	764	.....

Temperatura ambiente 30°C al aire libre

25°C directamente enterrado

Resistividad térmica del terreno: 0,9 k.m/w

TABLA N °4.4.4
PARAMETROS ELECTRICOS DE CABLES DE ENERGIA AISLADO DE
POLIETILENO RETICULADO XLPE TIPO VOLTENAX 12/20KV




Sección Nominal mm ²	Res ohmica máxima en C.C.A 20°C ohm/km	Resistencia en C.A ohm/km	REACTANCIA XL (ohm/km)		
			En plano 	En triángulo 	Tripolar 
35	0,524	0,670	0,238	0,168	0,158
50	0,387	0,495	0,231	0,161	0,151
70	0,268	0,343	0,221	0,152	0,142
95	0,193	0,248	0,214	0,144	0,135
120	0,153	0,197	0,208	0,139	0,130
150	0,124	0,161	0,204	0,135	0,125
185	0,0991	0,130	0,200	0,130	0,122
240	0,0754	0,100	0,194	0,125	0,116
300	0,0601	0,0819	0,190	0,121	.....
400	0,0470	0,0662	0,187	0,117	.....
500	0,0366	0,0544	0,182	0,114	.....

TABLA N °4.4.5
FACTORES DE CORRECCION EN FUNCION DEL AGRUPAMIENTO PARA
CABLES DE ENERGIA AISLADO DE POLIETILENO RETICULADO XLPE - TIPO
VOLTENAX 12/20 KV

Agrupación de cables en sistemas trifásica, instalados en ambientes abiertos o ventiladores. Estos valores son validos, siempre que los cables abiertos mantengan la disposición de instalación propuesta	Numero de Ternas		
	1	2	3
	Factores de Corrección		

CABLES UNIPOLARES EN PLANO				
INSTALACION EN BANDEJAS	Numero de Bandejas	1	0,97	0,96
		2	0,97	0,94	0,93
	3	0,96	0,93	0,92
	6	0,94	0,91	0,90
INSTALACION VERTICAL		0,94	0,91	0,89

4.6 CALCULOS MECANICOS

4.6.1 Cálculo Mecánico del Conductor

Para el cálculo mecánico del conductor se empleará el método TRUXA, el cual nos permitirá tener cuantitativamente el comportamiento del conductor de la línea.

Los vanos de la línea no son de gran longitud y los apoyos están en línea recta y en el mismo nivel ya que el terreno es plano.

Se tendrá como base de cálculo el Código Nacional de Electricidad, Tomo IV Inciso 2.2.4. 1.

a) Datos del Conductor

- Conductor	: Cu Desnudo Temple Duro -
Sección	: 304 mm ²
- Diámetro	: 22,63 mm
- Peso unitario	: 1,6085 Kg/m
- Coeficiente de dilatación	: 17 x 10 ⁻⁶ /°C
- Módulo de elasticidad	: 12650 Kg/mm ²
- Tiro de rotura mínimo	: 7070 Kg
- Esfuerzo de rotura mínimo	: 23,26 Kg/mm ²
- Vano básico	: 34 m.
- Vano máximo	: 39 m.

b) Cálculo de Vano Básico

$$d = \frac{\sqrt{d_1^3 + d_2^3 + d_3^3 + d_4^3}}{\sqrt{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}}$$

Vanos de la línea (ver plano PE-02 del Anexo A)

$$d_1 = 26 \quad \text{m}$$

$$d_2 = 32.50 \quad \text{m}$$

$$d_3 = 39 \quad \text{m}$$

$$d_4 = 39 \quad \text{m}$$

$$d_5 = 28 \quad \text{m}$$

$$d_6 = 34 \quad \text{m}$$

Reemplazando obtenemos:

Vano básico: 34 m

Vano máximo: 39 m

c) Hipótesis de Cálculo:

i) Hipótesis I: "Condición de Templado"

Temperatura promedio : 20°C

Viento : 0

Esfuerzo de templado máx. (18%) : 4,18Kg

Hielo : 0

II) Hipótesis II: "Condición de Máximo Esfuerzo"

Temperatura Mínima : 14°C

Esfuerzo Máximo admisible : 9,30 Kg/mm²

Hielo : 0

III) Hipótesis III: "Condición de Máxima Flecha"

Temperatura Máxima : 50°C

Viento : 0

Hielo : 0

d) Ecuación de Cambio de Estado (Método Truxa):

Se sabe que:

$$\sigma_{02}^2 \left[\sigma_{02} + \alpha E (t_2 - t_1) + \frac{w_{r1}^2 d^2 E}{24 S^2 \sigma_{01}} - \sigma_{01} \right] = \frac{w_{r2}^2 d^2 E}{24 S^2}$$

De donde simplificando se tiene:

$$R = E \left[\alpha (t_2 - t_1) + \frac{1}{24} \left(\frac{w_{r1} d}{T_{01}} \right)^2 \right]; \quad M = \sigma_{01} - R$$

$$N = \frac{E}{24} \left(\frac{W_{r2} d}{S} \right)^2, \text{ entonces}$$

$$\sigma_{02}^2 (\sigma_{02} - M) = N$$

Donde:

S : sección del conductor (mm²)

α : coeficiente de dilatación lineal (°C⁻¹)

E : módulo de elasticidad (Kg/mm²)

t : temperatura (°C)

σ_0 : Esfuerzo horizontal (Kg/mm²)

d : Vano (m)

T₀ : Tiro horizontal (Kg)

W_r : Peso unitario resultante del conductor (Kg/m)

Los subíndices "1" y "2" indican condiciones iniciales y finales respectivamente.

Además se tiene:

$$f = \frac{w_r d^2}{8T_0} (m), \text{ donde } f: \text{ flecha}$$

$$\sigma_0 = \frac{T_0}{S} : \text{ es el esfuerzo horizontal}$$

e) Cálculo del Máximo Esfuerzo:

Partiremos de la hipótesis I (condición inicial) hacia la hipótesis II (condición final).

Para esto usaremos las ecuaciones dadas en la parte (d).

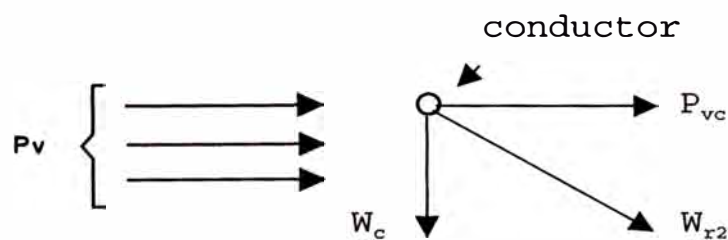
De datos se tiene:

$$d=34m \quad \alpha = 17 \times 10^{-6}/^{\circ}C \quad E = 12650 \text{ Kg/mm}^2$$

$$S= 304 \text{ mm}^2 \quad W_{r1}= 1,6085 \text{ Kg/m} \quad t_1 = 20 \text{ }^{\circ}C$$

$$t_2 = 14 \text{ }^{\circ}C \quad T_{01}=1270,72 \text{ Kg} \quad \sigma_{01} = 4,18\text{Kg/mm}^2$$

Cálculo de W_{r2}



Donde:

P_{vc} : Presión unitaria del viento sobre el conductor Kg/m .

P_v : Presión del viento Kg/m^2

W_c : Peso unitario del conductor Kg/m

Del gráfico se tiene:

$$W_{r2} = \sqrt{P_e^2 + W_e^2}$$

Pero:

$$P_v = KV^2 (\text{Kg/m}^2)$$

Donde:

K = coeficiente superficial del conductor

$K = 0,0042$ (conductor cilíndrico)

V = velocidad del viento (Km/h)

$V = 20$ Km/h $P_v = 1,68$ (Kg/m²)

Luego:

$$P_{vc} = P_v \left(\frac{\phi_{TOTAL}}{1000} \right)$$

Donde: ϕ_{TOTAL} : Diámetro total del conductor (mm)

$\phi_{TOTAL} = 22,63$ mm

Entonces :

$P_{vc} = 0,03$ (Kg/m)

Por lo tanto :

$$W_{r2} = \sqrt{0,03^2 + 1,6085^2}$$

$$W_{r2} = 1,6087 \text{ (Kg / m)}$$

Luego reemplazando valores se tiene:

$$R = 12650 \left[17 \times 10^{-6} (14 - 20) + \frac{1}{24} \left(\frac{1,6085 \times 34}{1270,72} \right)^2 \right]$$

$$R = -0,3144008$$

$$M = \sigma_{01} - R = 4,494008$$

$$N = \frac{12650 \left(\frac{1,6087 \times 34}{304} \right)^2}{24} = 17,062398$$

Luego:

$$\sigma_{02}^2 (\sigma_{02} - 4,94008) = 17,062398$$

$$\sigma_{02} = 5,13986 \text{ Kg/mm}^2$$

Por lo tanto

$$T_{02} = \sigma_{02} \times s$$

$$T_{02} = 1562,52 \text{ Kg}$$

Luego se tiene: C.S. = 4,52

f) Cálculo de la Flecha Máxima:

Partiremos de la hipótesis I (condición inicial) hacia la hipótesis III (condición final).

Nuevamente usaremos las ecuaciones dadas en la parte (d).

Se tienen los datos siguientes:

$$d = 39\text{m} \quad W_{r1} = W_{r2} = 1,6085 \text{ Kg/m}$$

$$\sigma_{01} = 4,18 \text{ Kg/mm}^2 \quad T_{01} = 1270,72\text{Kg}$$

$$S = 304 \text{ mm}^2 \quad t_1 = 20^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 50^\circ\text{C}$$

Entonces:

$$R = 12650 \left[17 \times 10^{-6} (50 - 20) + \frac{1}{24} \left(\frac{1,6085 \times 39}{1270,72} \right)^2 \right]$$

$$M = \sigma_{01} - R = -3,556050$$

Luego:

$$N = \frac{12650 \left(\frac{1,6085 \times 39}{304} \right)^2}{24}$$

$$N = 22.444$$

Luego:

$$\sigma_{02}^2 (\sigma_{02} + 3,556050) = 22,444165$$

$$\sigma_{02} = 2,0084 \text{ Kg/mm}^2$$

$$T_{02} = 610,55 \text{ Kg}$$

De:

$$f = \frac{W_r d^2}{8T_0} \Rightarrow f_{MAX} = \frac{1,6085 \times 39^2}{8 \times 610,55}$$

$$f_{MAX} = 0,50m$$

Observación :

Se ha tomado el vano de 39m. para tener el caso más desfavorable para la flecha.

g) Cálculo de la Tabla de Templado o Regulación

Para el cálculo del templado se tendrán las siguientes temperaturas. 16, 18, 20, 22 y 24 °C y los siguientes vanos: 26, 28, 32, 34 y 39m.

Se procederá de la siguiente manera: para cada vano se hará variar la temperatura tomando como temperatura inicial a la temperatura promedio ($T = 20^\circ\text{C}$) para todos los casos.

Como ejemplo tomaremos el vano de 26 m.

La hipótesis I a $t_1 = 20^\circ\text{C}$ como condición inicial y la hipótesis I de $t = 16^\circ\text{C}$ como condición final se tiene:

$$d = 26 \text{ m} \quad W_{r1} = W_{r2} = 1,6085 \text{ Kg/m}$$

$$\sigma_{01} = 4.18 \text{ Kg/mm}^2 \quad T_{01} = 1270,72 \text{ Kg}$$

Entonces:

$$R = 12650 \left[17 \times 10^{-6} (16 - 20) + \frac{1}{24} \left(\frac{1,6085 \times 26}{1270,72} \right)^2 \right] = -0,289289$$

$$M = s_{01} - R = 4,469289$$

$$N = \frac{12650 \left(\frac{1,6085 \times 26}{304} \right)^2}{24} = 9,975185$$

$$\sigma^2_{02} (\sigma_{02} - 4,469289) = 9,975185$$

$$\sigma_{02} = 4,8870 \text{ (Kg / mm}^2\text{)}$$

$$T_{02} = 1485,65 \text{ Kg}$$

Para $t_1 = 18^\circ\text{C}$ se procede análogamente y se tiene:

$$M = 4,039189$$

$$N = 9,975185$$

Luego :

$$\sigma_{02} = 4,5261 \text{ Kg/mm}^2$$

$$T_{02} = 1375,93 \text{ Kg}$$

Análogamente se procede los cálculos para $t = 22^\circ\text{C}$, 24°C y para los vanos 28, 32, 34 y 39 m, cuyos resultados se muestran en el cuadro de Tabla de templado página 67.

TABLA DE TEMPLADO

VANO (m)	TEMPERATURA														
	16°			18°			20°			22°			24°		
	Kg / mm ²	T Kg	f (m)	Kg / mm ²	T Kg	f (m)	Kg / mm ²	T Kg	f (m)	Kg / mm ²	T Kg	f (m)	Kg / mm ²	T Kg	f (m)
26	4,8870	1485,65	0,09	4,5261	1375,93	0,10	4,18	1270,72	0,11	3,8514	1170,82	0,12	3,5434	1077,19	0,13
28	4,8666	1479,45	0,11	4,5154	1372,68	0,11	4,18	1270,72	0,12	3,8630	1174,35	0,13	3,5670	1084,37	0,14
32	4,8245	1466,65	0,14	4,4936	1366,05	0,15	4,18	1270,72	0,16	3,8858	1181,28	0,17	3,6127	1098,26	0,19
34	4,8033	1460,20	0,16	4,4827	1362,74	0,17	4,18	1270,72	0,18	3,8969	1184,66	0,20	3,6347	1104,95	0,21
39	4,7503	1444,09	0,21	4,4559	1354,59	0,23	4,18	1270,72	0,24	3,9234	1192,71	0,26	3,6866	1120,73	0,27

4.6.2 Cálculo Mecánico de Postes

a) Cálculo de la altura del poste

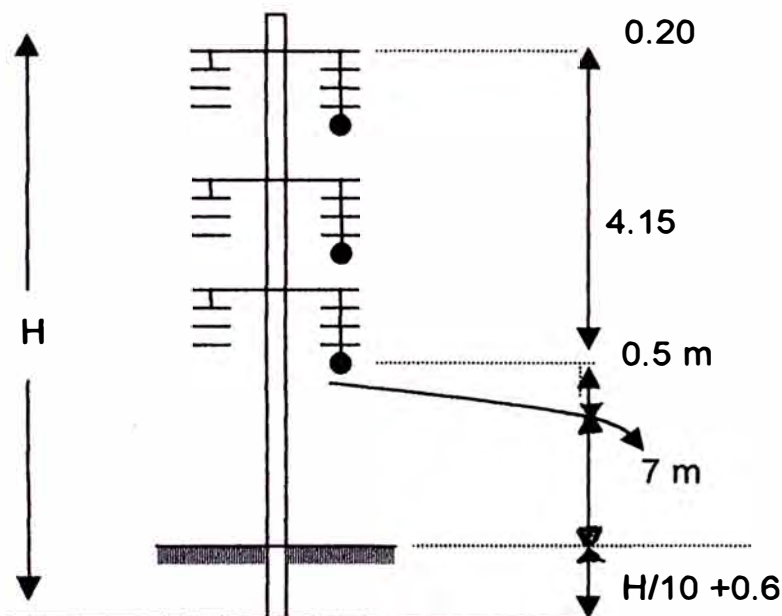
Para la determinación de la altura del poste, se ha tomado en consideración las distancias mínimas de seguridad que debe cumplir, de acuerdo al Código Nacional de Electricidad Tomo IV inciso 2.2.5.1, 2.2.5.3.

* Distancia mínima del conductor a superficie

del terreno en cruce de vía : 7.0 m

* Altura de empotramiento : $H/10+0.6$

* Separación mínima entre conductores : 0.42 m



* Flecha máxima (calculado) : 0.5 m

$$H = 7 + (H/10 + 0.6) + 4.65$$

$$H = 13.61 \text{ m}$$

Considerando que los postes tendrán empotramiento de concreto, la altura del poste que usaremos en nuestra línea será de 15m de longitud (de acuerdo a las dimensiones indicadas en el plano PE - 03).

b) Cálculo del esfuerzo mecánico en el poste

i) Fuerza del viento sobre el poste

El poste que se usará en la línea es de concreto armado centrifugado de 15/600/180/390

Luego se tiene que:

H: Altura del poste = 15m

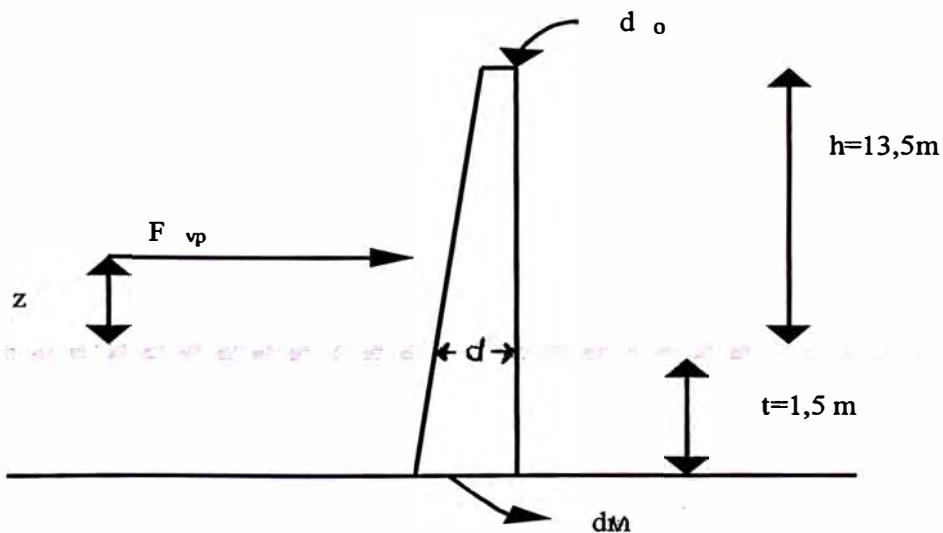
d_0 : Diámetro en la punta = 180 mm

d_m : Diámetro en la base = 390 mm

Por otro lado se tiene las siguientes ecuaciones:

$$d = d_M - \left(\frac{d_M - d_0}{h+t} \right) z \quad F_{vp} = \left(\frac{d_0 + d}{2} \right) h P_V$$

$$z = \frac{h}{3} \left(\frac{d + 2d_0}{d + d_0} \right) \quad M_{vp} = F_{vp} z$$



Donde:

d : Diámetro del poste a nivel del empotramiento

h : Altura libre de poste = 13.5 m

t : Longitud enterrada = 1,5 , F_{vp} : Fuerza del viento sobre el poste kg

P_v : Presión del viento sobre el poste Kg/m^2 , $P_v = 0,0042 V^2$

V : Velocidad del viento = 20 Km/h , Z : Altura de la aplicación (m)

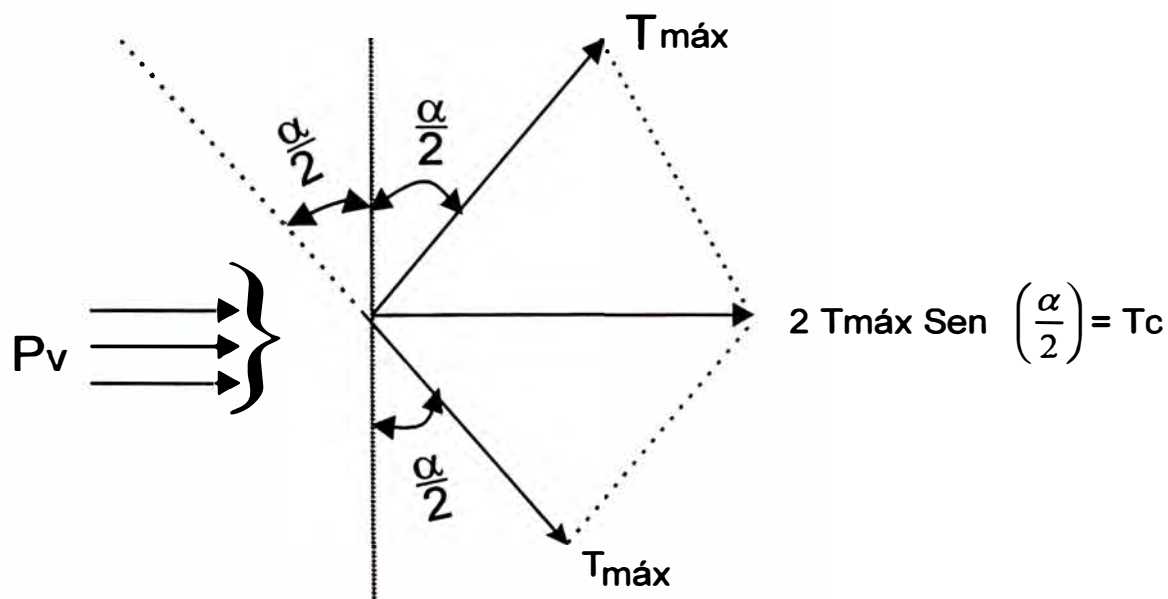
M_{vp} : Momento del viento sobre el poste

Reemplazando : $d = 369\text{mm}$, $P_v = 1.68 \text{ Kg/m}^2$, $F_{vp} = 6.2257 \text{ KG}$, $Z = 5.975\text{m}$,

$$M_{vp} = 37.1985 \text{ Kg-m}$$

ii) Fuerza de los conductores

- Solo los conductores (T_c)



Donde:

$T_{máx}$: Tiro de trabajo máximo del conductor Kg

$$T_{máx} = 1562,52 \text{ kg}$$

T_c : Tracción del conductor Kg

$$\text{Luego } T_c = 3125.04 \text{ sen } (\alpha/2)\text{Kg}$$

Viento sobre los conductores (F_{vc})

Se tiene que:

$$F_{vc} = d \times \frac{\phi}{1000} \times P_v \times \cos \frac{\alpha}{2}$$

Donde:

d : Vano = 39 m

φ : Diámetro exterior del conductor = 22,63 m

P_v = Presión del viento = 0.0042 V²

V : Velocidad del viento = 20 Km/h

P_v = 1.68 kg/m²

Luego:

$$F_{vc} = 1,4827 \text{ Cos } (\alpha/2) \text{ Kg}$$

Por lo tanto se tiene para cada conductor:

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

$$F_c = 3125,04 \text{ sen } (\alpha/2) + 1,4827 \text{ cos } (\alpha/2) \text{ Kg}$$

iii) Cálculo del esfuerzo en la punta (F_p)

– Condiciones normales (C.N.E. Tomo IV Tabla 2 - XVI)

Se tiene la siguiente estructura de alineamiento y ángulo (Ver Fig. siguiente página 72)

Se sabe que:

$$F_p = \frac{M}{h - 0,1}$$

$$M = 2F_{c1} \times l_1 + 2F_{c2} \times l_2 + 2F_{c3} \times l_3 + F_{vp} \times z$$

Donde:

F_p : Fuerza en la punta

M : Resultante de momentos = $M_c + M_{vp}$

M_c : Momento debido a los conductores

M_{vp} : Momento debido al viento sobre el poste

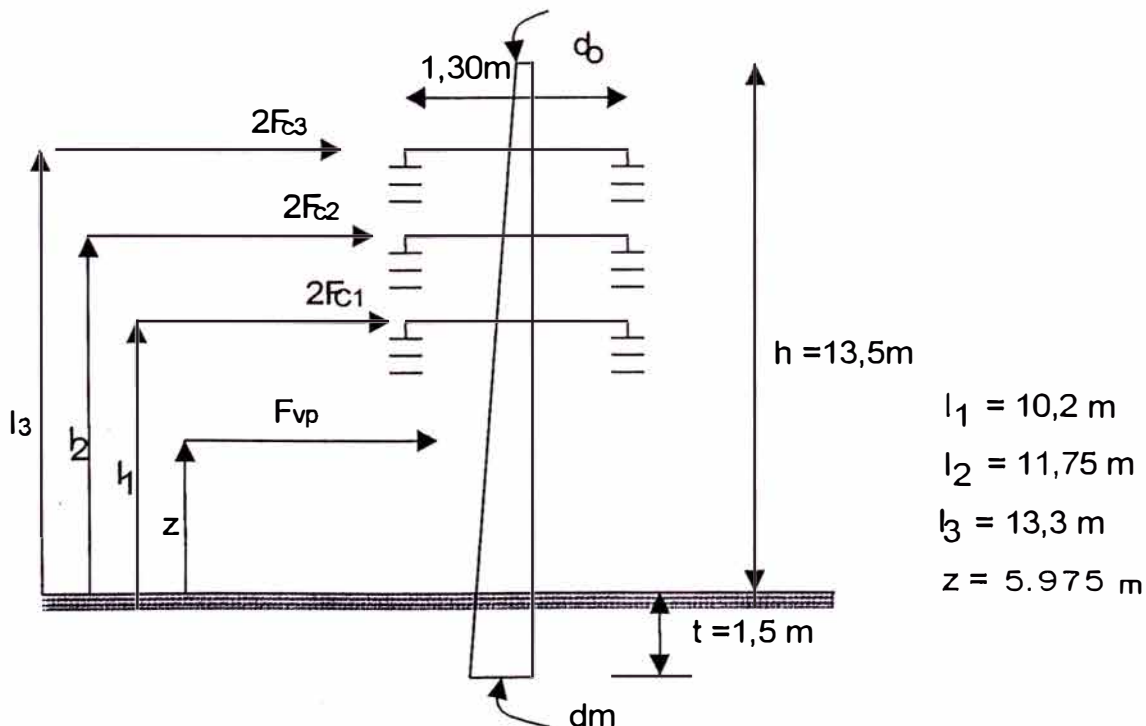
Luego reemplazando valores se tiene:

$$F_p = \frac{37.1985 + 220315.32 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 104.53 \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{13,4} \text{ Kg}$$

Por lo que se tiene la siguiente tabla de F_p en función del ángulo α .

α	0°	2°	3°	4°	5°
F_p	10.58	297.52	440.96	584.37	724.96

α	6°	7°	8°	9°	10°
F_p	871.04	1014.28	1157.45	1300.53	1443.51



Por lo tanto se tiene en el poste:

$0^\circ \leq \alpha \leq 4^\circ$ el poste sin retenida

$4^\circ \leq \alpha \leq 8^\circ$ el poste con una retenida

$8^\circ \leq \alpha \leq 10^\circ$ el poste con dos retenidas

Para condiciones anormales (C.N.E. Tomo IV tabla 2 - XVI Hipótesis cuarta)

Cuando se tiene la rotura de un sólo conductor para la condición más desfavorable, el cual es el conductor que está más alejado de la superficie. Se tiene el gráfico (ver figura siguiente)

Se sabe que:

$$M_t = T_L \times L_1 \quad \text{Kg} - \text{m}$$

$$M_f = T_L \times L_2 \quad \text{Kg} - \text{m}$$

Donde:

M_t = Momento torsor

M_f = Momento flector

T_L = 50% del tiro máximo del conductor

$$T_L = 0,50 \times 1562.52 \text{ Kg}$$

$$T_L = 781.26 \text{ Kg}$$

Reemplazando datos se tiene:

$$M_t = 781.26 \times 0,65 \Rightarrow 507.82 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_f = 781.26 \times 13,3 \Rightarrow 10390.76 \text{ kg} - \text{m}$$

Luego la fuerza equivalente a 10 cm de la punta del poste será:

$$F_{eq} = \frac{M_{eq}}{13,4}$$

Donde:

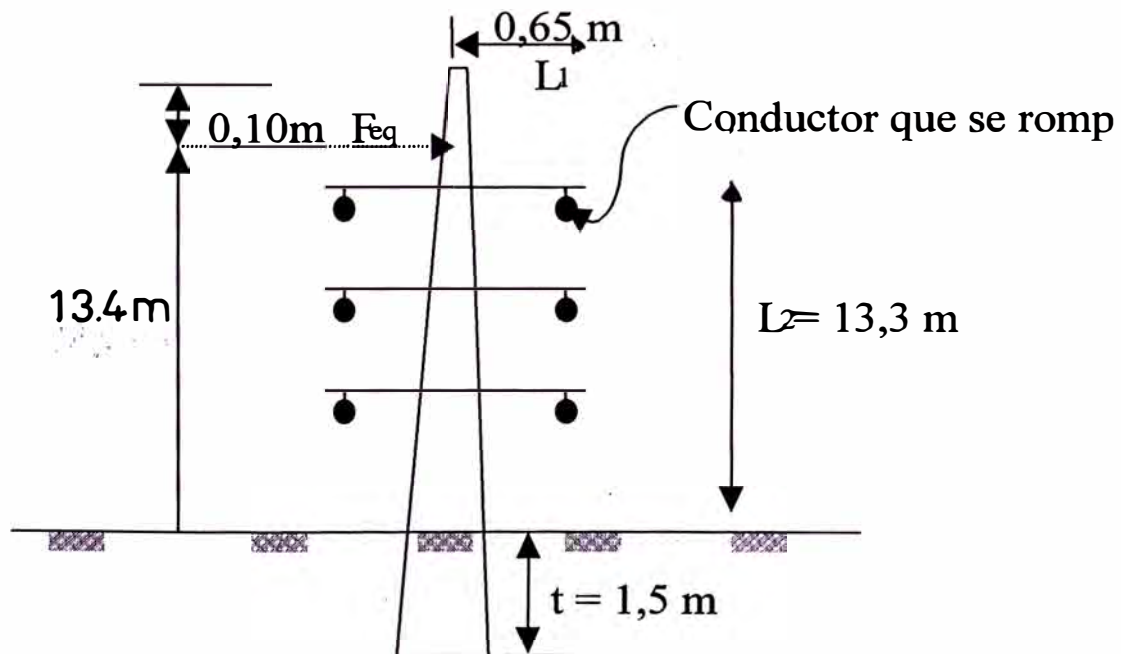
M_{eq} = momento equivalente

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

De valores se tiene:

$$M_{eq} = 10396.96 \text{ Kg} \cdot \text{m}$$

$$F_{eq} = 775.89 \text{ Kg}$$



Aplicándose a esta fuerza equivalente (F_{eq}) un C.S.

(Coeficiente de seguridad) se tiene:

$$F_{eq}^1 = 775.89 \times 1,5$$

$$F_{e1q} = 1163.84 \text{ kg}$$

El poste soporta sin ningún problema la rotura de un conductor.

4.7 CALCULO DE RETENIDAS

1) Cálculo del cable de retenida

Según el C.N.E. tomo IV inciso 2.2.1.4 d), el ángulo que hace la retenida con el poste no debe ser menor que 20° , de acuerdo al gráfico (ver figura siguiente) y al diseño de la línea se tiene el ángulo de 37° . Haciendo el diagrama de fuerzas y tomando la condición de equilibrio de los momentos con respecto a "0" se tiene:

$$R \text{ sen } 37^\circ \times 8,80 = F_{eq} \times 13,4$$

Donde:

R : Fuerza con que tira el cable de la retenida

F_{eq} = Fuerza equivalente aplicada al poste para un ángulo de 1° .

$$F_{eq} = 154.05 \text{ Kg}$$

Luego:

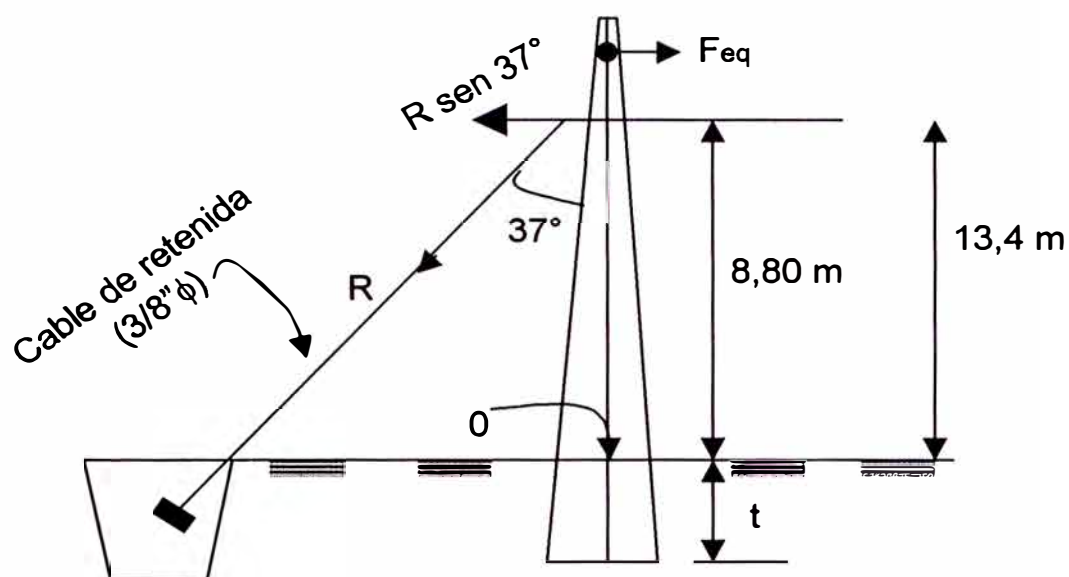
$$R = 389.78 \text{ kg}$$

Se va a utilizar cable de acero galvanizado grado high strength de 3/8" de diámetro (9,52 mm ϕ) el cual tiene carga de rotura igual a 5730 kg, entonces según el C.N.E. tomo IV inciso 2.2.1.4.b) ii) el C.S. (coeficiente de seguridad) debe ser igual a 2; por lo tanto.

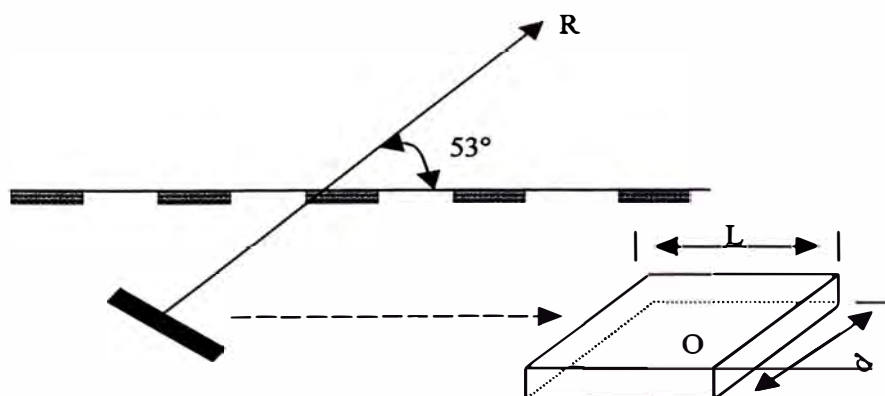
$$Q_{rot} = 5730 \text{ Kg} > 389.78 \times 2 \text{ kg}$$

$$Q_{rot} = 5730 \text{ Kg} > 779.56 \text{ kg}$$

Por consiguiente, la retenida soporta el esfuerzo.



ii) Cálculo del Bloque de Anclaje de Concreto



Según el C.N.E. Tomo IV 2.2.4.4. c), se tiene:

$$d \geq \frac{R}{1.5L}$$

Donde:

R : Tiro retenida Kg

d : Ancho del bloque cm

L : Largo del bloque cm

Si hacemos $L = d$, entonces

$$L \geq \sqrt{\frac{R}{1,5}} \Rightarrow L \geq \sqrt{\frac{389,78}{1,5}} = 16,12 \text{ cm}$$

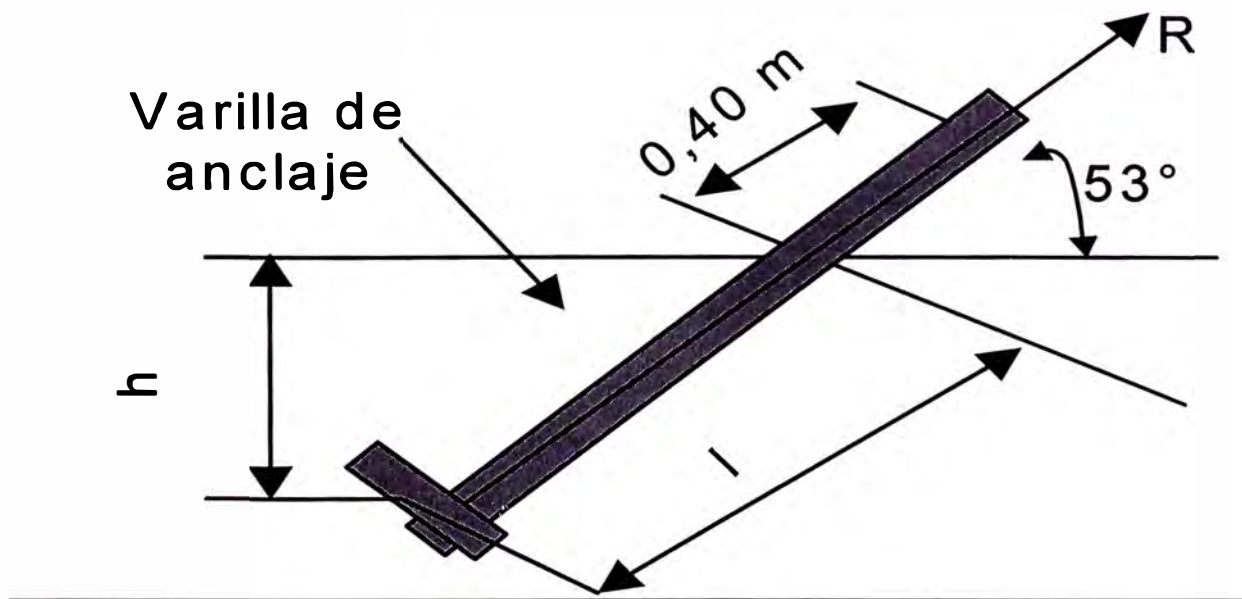
Entonces

$$L = 40 \text{ cm} \quad \Rightarrow \quad d = 40 \text{ cm}$$

Por lo tanto se puede tomar un bloque de anclaje mínimo de:

40 x 40 x 20 cm

iii) Cálculo de profundidad de ubicación del bloque de anclaje



Donde:

$$h \geq \sqrt{\frac{R \operatorname{sen} 53^\circ}{8,65L}}$$

Dando valores se tiene:

$$h \geq \sqrt{\frac{389,78 \times \operatorname{sen} 53^\circ}{8,65 \times 40}} = 0,94 \text{ cm}$$

Considerando varilla de anclaje de $\frac{3}{4}"\phi$ y 2,40m de longitud, con 0.40m sobre la superficie del terreno.

Entonces :

$$l = 200\text{cm}$$

Luego :

$$h = l \sin 53 = 200 \sin 53^\circ = 159.72 \text{ cm}$$

Por lo tanto, tomamos $h = 160 \text{ cm}$. como profundidad de empotramiento del bloque de anclaje, el cual cumple con ser mayor que 0.94 cm.

4.8 SELECCIÓN DE AISLADORES

Aisladores de Suspensión

Requerimientos eléctricos

a) De acuerdo al punto 2.2.4.3 Tomo IV del C.N.E. los aisladores soportarán una tensión bajo lluvia a la frecuencia de servicio.

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

Donde:

$$U_c = \text{Tensión disruptiva bajo lluvia (KV)}$$

$$U = \text{Tensión nominal de servicio (KV)}$$

$$U_c = 2.1 (13.8 + 5)$$

$$U_c = 39.48 \text{ KV}$$

b) Los aisladores serán diseñados tal que la tensión disruptiva en seco no sea mayor que el 75% de la tensión de perforación.

c) De acuerdo al nivel de aislamiento adoptado, el aislador debe soportar una tensión de 75 KV, con onda normalizada $1/50 \mu\text{s}$ y 28 KV, en prueba de corta duración según CEI.

d) Longitud de línea de fuga (L)

Distancia entre las fuerzas conductoras del aislador a través de la superficie del aislador.

e) N° de aisladores (N)

$$N = \frac{g \times U}{L} = \frac{3.2 \times 13.8}{29.21}$$

$$N = 1.5 \text{ aisladores}$$

Donde:

g = Grado de aislamiento igual a la longitud de la línea de fuga (cm.), entre la tensión nominal entre fases; para zona industrial de alta contaminación cerca al mar (según información alemana es de 2.6 a 3.2 cm/KV.

L = Longitud de línea fuga: 29.21 cm

U = Tensión nominal entre fases KV

N = N° aisladores

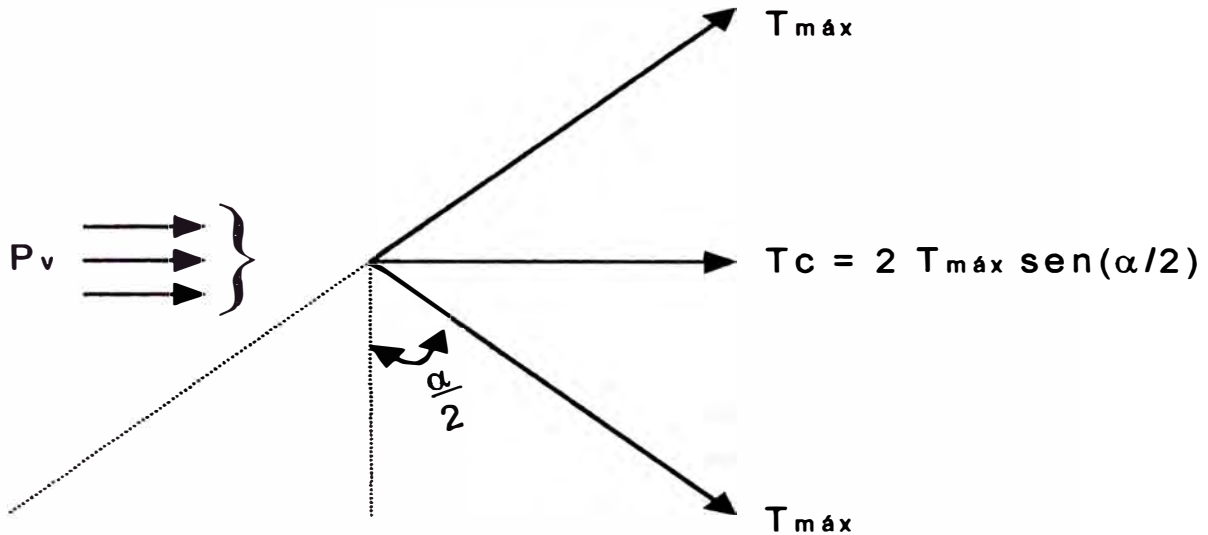
Considerando zona agrícola. Industrial de alta contaminación escogemos 3 aisladores/cadena. Siendo el aislador seleccionado según EEI- NEMA, clase ANSI 52.3 tipo suspensión, de las siguientes características:

- Tensión disruptiva con onda: +125-130KV normalizada de 1/50 us.
- Tensión disruptiva en seco : 80 KV
- Tensión disruptiva en lluvia : 50 KV
- Tensión de perforación : 110 KV
- Carga de rotura : 15,000 lbs
- Línea de fuga : 11 ½"

Requerimientos mecánicos

Se tendrá el caso de un aislador de suspensión del tipo tracción clase 52-3.

Se tiene del gráfico:



Reemplazando valores obtenidos en el punto 4.6.2 b), ii), se tiene:

$$F_a = T_c + F_{vc}$$

$$F_a = 3125.04 \operatorname{sen}(\alpha/2) + 1.4827 \operatorname{cos}(\alpha/2) \text{ kg}$$

Donde:

F_a = Fuerza resultante aplicado al aislador kg

T_c = Tracción debido al viento kg/mm^2

P_v = Presión del viento kg/mm^2

Se considera despreciable la presión del viento en el aislador.

Además se está tomando en cuenta el caso, para $\alpha = 1^\circ$.

Luego se tiene:

$$F_a = 28.75 \text{ kg}$$

Tomando un C.S. (Coeficiente de seguridad) mínimo de 3, entonces (C.N.E. tomo IV 2.2.4.3.a)

Por lo tanto, la carga de rotura (Q_{ROT}) del aislador de suspensión debe ser mayor que F_a , esto es:

$$Q_{rot} \geq F_a \times C.S$$

$$Q_{rot} \geq 86.25 \text{ Kg}$$

El cual cumple el aislador seleccionado.

Aisladores Tipo Pin

Será tipo Pin antiniebla, clase ANSI 56-4, de aplicación típica 46 Kv, según especificaciones técnicas indicados en el punto 5.7.2.

4.9 SELECCIÓN DE CRUCETAS

Cruceta simétrica

Será de Concreto Armado Centrifugado, de acuerdo a lo prescrito en el C.N.E Tomo IV inciso 2.2.1.5e), debe soportar las siguientes cargas verticales, peso conductor para el vano gravante o medio, cadena de aisladores, peso propio, carga de montaje y accesorios. Además deberá resistir conseguir la carga longitudinal desequilibrada a la que este quede expuesto.

El tiro máximo del conductor en hipótesis I para vano básico de (34 mt) según punto 4.6.1 e) es:

$$T_{m\acute{a}x} = 1562.52 \text{ kg}$$

Por lo tanto según catálogo de fabricante seleccionamos cruceta simétrica de concreto armado centrifugado con especificaciones técnicas, indicados en el punto 5.5.5 de C.A.C. Z/1.50/2000, ver detalles en plano PE – 03 del Anexo A.

Media Cruceta

Será de Concreto Armado Centrifugado de 80 cm longitud y carga de rotura de 250 Kg, M/0.80/250.

4.10 CALCULO DE CIMENTACION

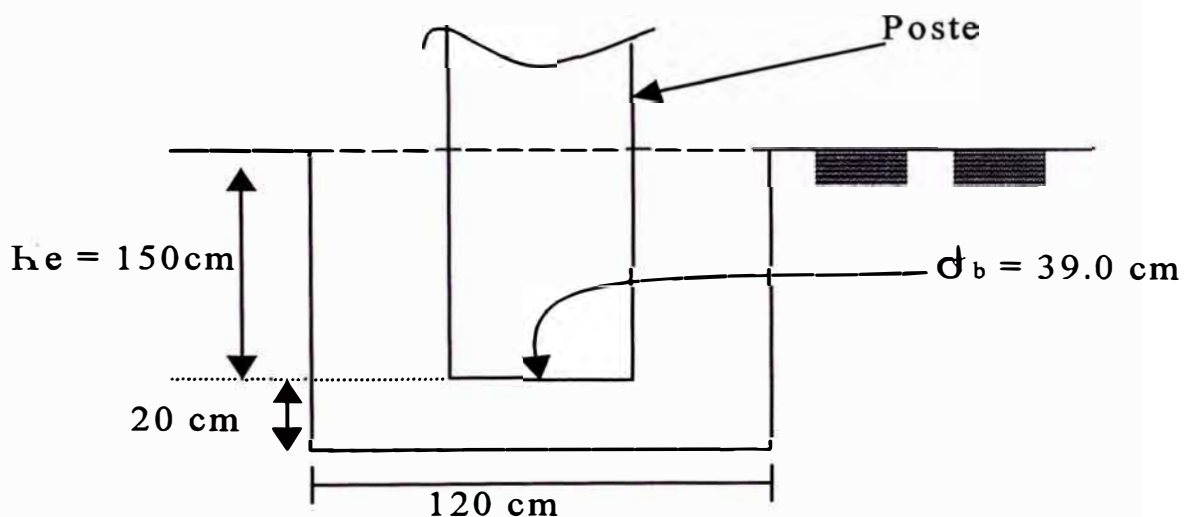
i) De postes

De acuerdo al C.N.E. Tomo IV Tabla 2-IX se tiene lo siguiente:

Consideraremos tierra vegetal (húmeda)

Se sabe que:

$$\sigma = \frac{F \left(h^1 + \frac{h_e}{2} \right)}{d_b \frac{h_e^2}{48} + 10^4} \text{ Kg / cm}^2$$



Donde:

σ : Presión del terreno Kg/cm²

F : Fuerza en la punta = 600 kg

h^1 : Altura de aplicación de F = 13.4 m = 1340 cm

h_e : Profundidad de empotramiento del poste = 150 cm

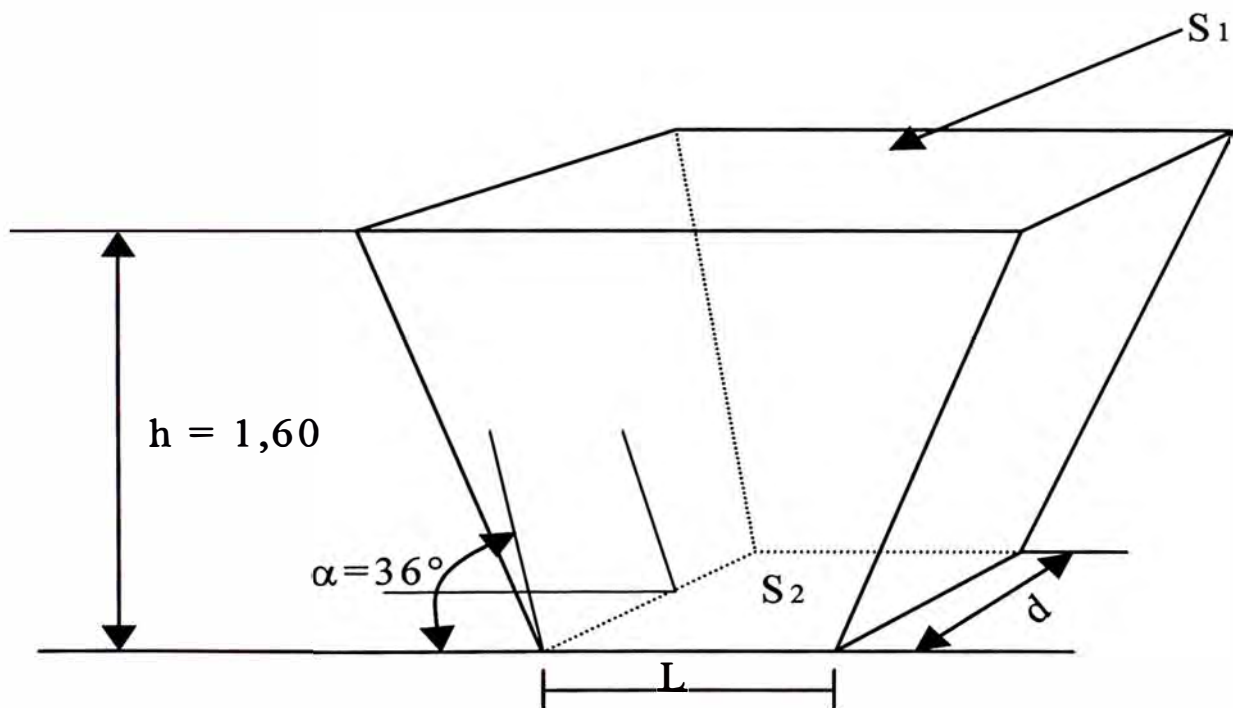
d_b : Diámetro de la base del poste = 39.0 cm

Reemplazando valores se tiene:

$$\sigma = 44,03 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo a la tabla 2-VIII del C.N.E. Tomo IV se tiene que σ supera el rango de $1-1,5 \text{ Kg/cm}^2$, por lo tanto, los postes del P_2 hasta el P_7 deben ir cimentados en bloque de concreto en nuestro caso de ha cimentado según dimensiones indicados en el plano PE-03 del Anexo A.

ii) De la retenida



$$V = \frac{h}{3} (s_1 + s_2 + \sqrt{s_1 \times s_2}); L = d = 0,40m$$

Considerando tierra vegetal húmeda y de acuerdo a la Tabla 2 del C.N.E. Tomo IV se tiene del gráfico:

$$S_2 = L \times d = 0,40 \times 0,40 = 0,16 \text{ m}^2$$

$$S_1 = (L + 2h \tan 36^\circ)^2 = (0,40 + 2 \times 1,60 \tan 36^\circ)^2$$

$$S_1 = 7,42 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{1.60}{3} (7.42 + 0,16 + \sqrt{7.42 \times 0,16}) = 4.62\text{m}^3$$

Densidad del terreno = 1600 Kg/m³ (Tabla 2-IX C.N.E. Tomo IV)

P_V = Peso del volumen de tierra = 4.62 x 1600 = 7392 Kg.

Lo cual supera a la fuerza de cable retenida R = 389.78 kg calculado en el punto 4.7 i), entonces se tiene un C.S. = 18.96

4.11 PUESTA A TIERRA

Los soportes llevarán puestas a tierra para protección de personas y equipos, evitando gradientes peligrosos entre la infraestructura y el suelo, propiciando un circuito conductor de baja impedancia para disipar altas corrientes por sobretensiones y corto circuitos; toda la ferretería y partes metálicas sin tensión estarán conectado a la puesta a tierra, según se detalla en el plano PE - 03 del Anexo A, a través de los siguientes elementos, cuyas especificaciones técnicas se indica en el punto 5.1.8.

- Electrodo varilla coperweld de diámetro d = 5/8" φ y longitud L = 6', considerando una resistencia térmica de terreno agrícola ρ = 100 Ω/m, la

resistencia es :

$$R = 0.366 \frac{\rho}{L} \times \text{Log} \frac{4L}{d}$$

$$R = 12.36 \Omega < 25 \Omega \text{ recomendado por el CNE Tomo IV (3.2.3.5)}$$

- Conductor del cobre temple blando N° 4 AWG (21.15 mm²), 0.848 Ω/km
- Pozo de puesta a tierra con tierra vegetal mezclado con sal común y carbón vegetal.
- Conector tipo AB de bronce y tipo perno partido.

El calibre del conductor se ha determinado el N° 4 AWG, de acuerdo a lo prescrito por el C.N.E Tomo IV, inciso 3.2.2.2 a) y Tabla 3-IV. El conductor de puesta a tierra, para distribución primaria no será en ningún caso de sección menor que 16 mm².

4.12 PERDIDAS DE POTENCIA

El transporte de energía entre dos puntos determinados trae consigo una inevitable pérdida de energía, es por ello que el cálculo de la sección en particular es importante cuando se trata de transportar elevadas potencias, a cierta distancia es recomendable verificarlo teniendo en cuenta el rendimiento energético del sistema.

En la presente línea con tensión de servicio de 13.8 KV, para mejor condición de la transmisión y para disminuir el efecto inductivo e impedancia capacitiva, se le ha dado en mayor espaciamiento a las fases.

Pérdidas en el conductor de cobre desnudo

$$\text{Caída tens./cond.} : IR = 940 \text{ A} \times 0.0625 \text{ } \Omega/\text{Km} \times 0,200 \text{ km} = 11.75 \text{ V}$$

$$\text{Resis. total/cond.} : 0.0625 \Omega/\text{km} \times 0.200 \text{ km} = 0.0125 \Omega$$

$$\text{Pérd. energía/cond.} : I^2R = 940^2 \times 0.0125 = 11.045 \text{ KW}$$

$$\text{Pérd. energía/terna} : 3 \times 11.045 = 33.13 \text{ KW}$$

$$\text{Pérd. energía/2 terna:} 2 \times 33.13 \text{ KW} = 66.26 \text{ KW} \leq 10\%$$

Pérdidas en el cable de energía aislado

$$\begin{aligned} \text{Caída de tensión} : IR &= 942 \text{ A} \times 0.0662 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0.070 \text{ km} \\ &= 4.36 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\text{Resistencia total} : 0.0662 \text{ } \Omega/\text{km} \times 0.070 \text{ km} = 0.0046 \text{ } \Omega$$

$$\text{Pérd. energ./Cond} : I^2R = 942^2 \times 0.0046 = 4.081 \text{ KW}$$

Pérd. energ/terna : $3 \times 4.081 \text{ KW} = 12.2 \text{ KW}$.

Pérd. energ/2 terna : $2 \times 12.2 \text{ KW} = 24.4 \text{ KW}$.

Total pérdidas de potencia en la línea:

$66.26 \text{ KW} + 24.4 \text{ KW} = 90.66 \text{ KW}$

4.13 INTENSIDAD Y TIEMPO DE CORTO CIRCUITO

Cuando un cable de energía, trabaja en corto circuito está expuesto a sobrecalentamiento excesivo y esfuerzo electrodinámico intenso, este factor es muchas veces determinante para la elección de la sección en redes de media tensión, las mayores solicitaciones de los conductores se establece normalmente en corto circuito tripolar en redes conectadas en estrella con neutro a tierra a través de una resistencia baja, según VDE 0111 la intensidad de la corriente en caso de corto circuito entre fases y tierra o entre dos fases, puede ser mayor que la correspondiente a un corto circuito tripolar.

Son admisibles temperaturas más elevadas en el período de corto circuito que en el período normal VDE 01031/1.61. La corriente de cortocircuito para el cable seleccionado tipo Voltenax de 12/20 KV, 400 mm^2 y las condiciones de operación del cable durante un cortocircuito, mediante las gráficas N° 01 adjuntas y fórmulas se determina.

La máxima corriente de cortocircuito.

Selección del conductor necesario para soportar una particular condición de cortocircuito.

Para determinar el tiempo máximo que un cable puede funcionar, con una particular corriente de corto circuito sin dañar el aislamiento (conductor y pantalla).

Considerando el tipo de conexiones del cable de energía

Conexión con soldadura estaño-plomo.

Que tienen características mecánicas limitadas por la temperatura que no sobrepasa los 160°C.

En nuestro caso el tipo de conexión es por medio de conectores de compresión, soportando una temperatura máxima de cortocircuito fijado por el aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) que soportaría hasta 250°C, sin estar limitado por el tipo de conexión a una temperatura de cortocircuito de 160°C.

Fórmula simplificada basada en temperatura máxima de cortocircuito.

T ₂ °C	CONEXION SOLDADA		CONEXION PRENSADA	
	T ₂ °C	FORMULA	T ₂ °C	FORMULA
90	160	$I = \frac{142 S}{\sqrt{t}}$	250	$I = \frac{142 S}{\sqrt{t}}$

I = Corriente de cortocircuito (A)

S = Sección nominal del conductor (mm²)

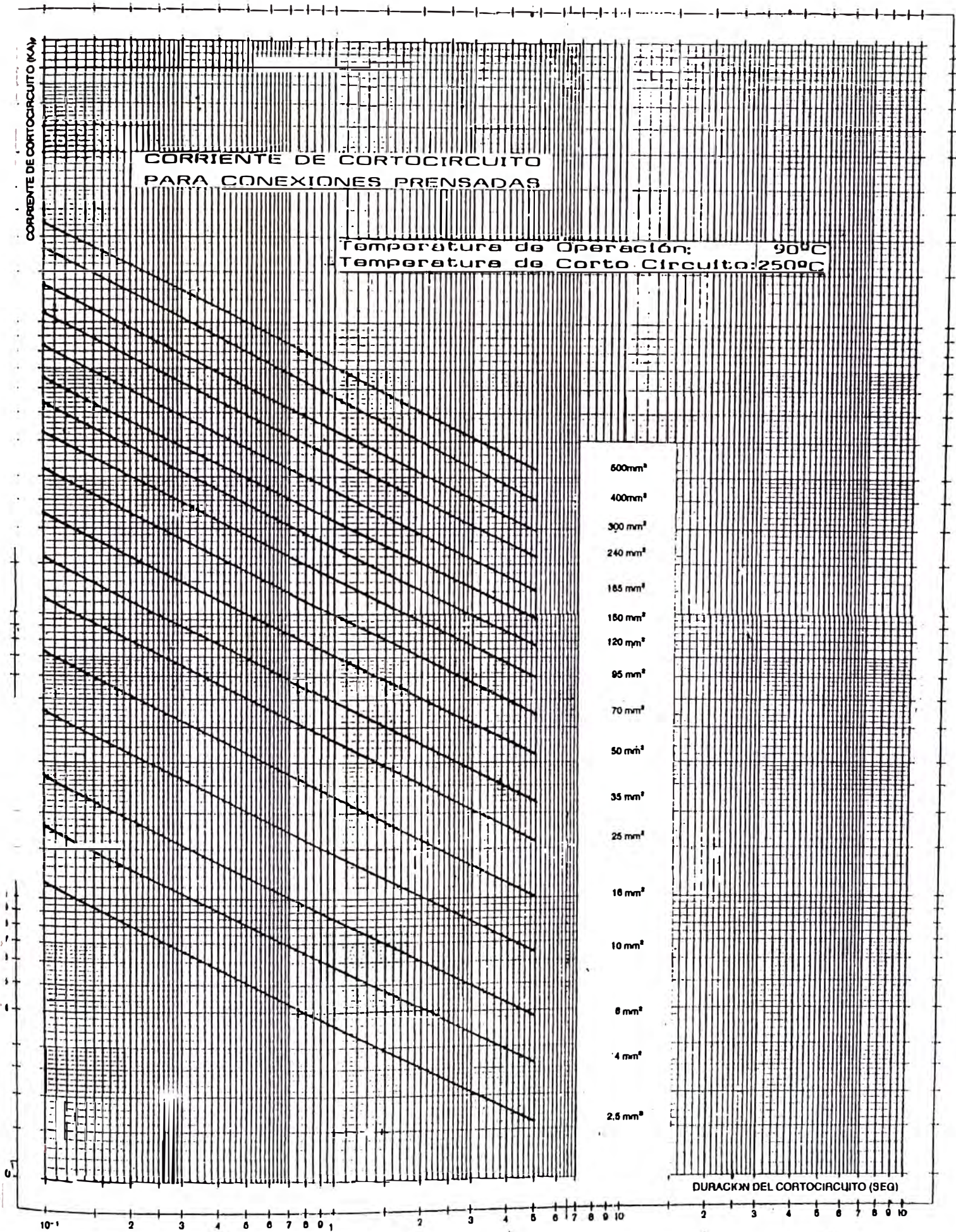
t = Tiempo de duración de cortocircuito (segundos)

T₁ = Temperatura máxima admisible de operación normal °C.

T₂ = Temperatura máxima admisible de cortocircuito °C.

$$I = \frac{142 \times 400}{\sqrt{1.5}} = 46378.7 \text{ A}$$

GRAFICO N° 1



4.14 CABEZAS TERMINALES Y CONEXIONES DE CABLES DE ENERGIA

Los terminales y conexiones para la unión de los cables de energía aislados y desnudos, así como interconexión a barras de celda de la S.E. Stgo. de Cao y Planta de Fuerzas Trupal, cumple los requisitos del Código Nacional de Electricidad Tomo IV, inciso 2.3.2.2.

Cabezas terminales de aislamiento de silicona marca "3M" de las siguientes características.

- Total 24 cabezas terminales.
- Uso exterior - interperie.
- Unipolar.
- Resistencia de la alta contaminación seca y húmeda.
- Aislamiento de goma silicona, resistente a descargas superficiales.
- Con alta constante dieléctrica para el control de campo.
- Tensión de servicios 15 KV.

Al unir un cable aislado y desnudo, el campo eléctrico se concentra fuertemente en los bordes de la cubierta o pantalla metálica, estando sometido a un gradiente no uniforme del campo eléctrico, que es superior al del resto del cable. Por lo tanto, esta zona está expuesto a que se produzca una perforación por sobre tensiones a causa del envejecimiento prematuro del aislamiento, presencia de humedad etc.

Para lo cual se refuerza el aislamiento en la zona peligrosa, mediante un cono de efluvio, con lo cual se consigue una mejor distribución del campo eléctrico, además el diseño de las

terminaciones de silicona 3M, con campanas de diferentes diámetros y una sola pieza, aumenta la protección contra la trayectoria de saltos de distancias de fuga de corriente (Ver Fig. N° 01 página 92).

4.15 CELDAS DE SALIDA Y LLEGADA DE LA LINEA DOBLE TERNA 13.8 KV.

De acuerdo al plano del diagrama unifilar N° P.E.-01 del Anexo A, la celda de salida PM-1, ubicado en la S.E. patio de llaves de Stgo. de Cao Hidrandina S.A., está constituido por un interruptor de potencia en volumen reducido de aceite 1.a.1 implementado con un sistema de medición, con medidor electrónico multifunción ABB-ALPHA modelo A1R-AL que registra lo siguiente:

- Consumo de energía activa en horas punta y fuera de punta.
- Potencia en horas punta y horas fuera de punta.
- Energía reactiva.

Mediante el software SAMEL que ejecuta además las siguientes funciones.

Registra valores instantáneos de tensión, corriente y frecuencia.

- Genera reportes mensuales con información diaria y mensual consolidado de máxima demanda MD.
- Consumo de energía.
- Factor de carga.
- Diagramas de carga diario y mensual.
- Gráficas de variación del factor de potencia.

4.16 MODIFICACION DE RECORRIDO DE CABLES DE CIRCUITOS DE CONTROL, PROTECCION, SEÑALIZACION Y MANDO A CONTROL

REMOTO QUE INTERCONECTA LA S.E. STGO. DE CAO (HIDRANDINA) CON TRUPAL.

La ruta seleccionada, para el recorrido de las líneas de los circuitos de control, protección, señalización, y mando a control remoto, será la que se indica en el plano de recorrido N° PE-02, Anexo A, utilizándose los mismos conductores, instalados de la siguiente forma:

Tramo de la celda de salida de la S.E. Stgo. de Cao - Hidrandina, hasta el soporte P-7 a través de canaleta de concreto en tubo conduit de F°G° 3"φ.

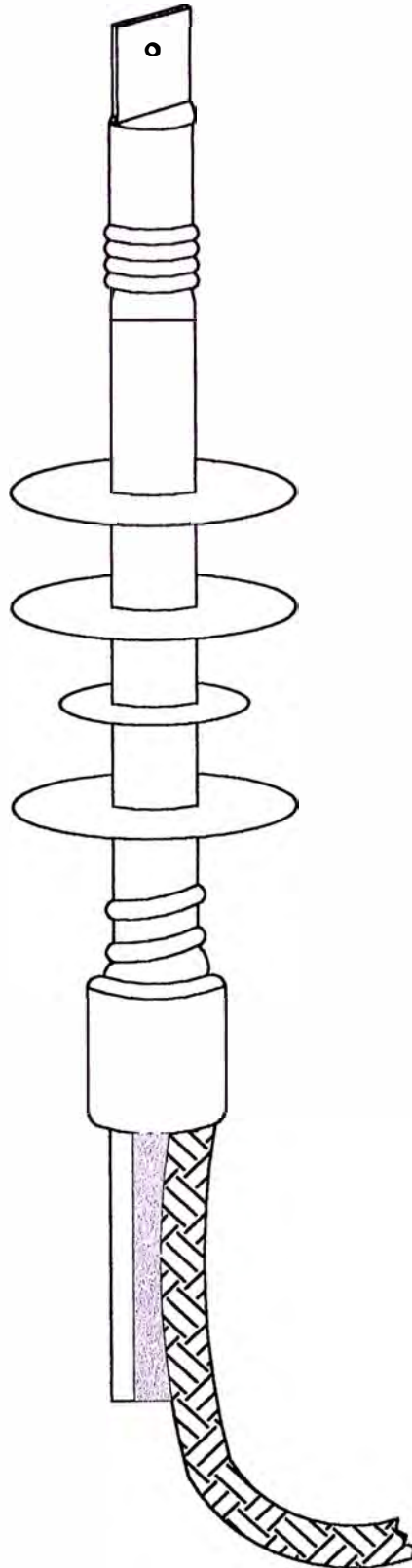
Tramo de soporte P-7 hasta la caja de paso J, será subterráneo directamente enterrado a 70 cm de profundidad en tubo de PVC-SAP (para agua) de 3"φ; el cruce de vía entre buzón B4-B3, será en tubo conduit de F°G° 3"φ enterrado directamente a 1 mt. de profundidad.

- El tramo comprendido entre la caja de paso J y celda de llegada de Plta. de Fuerza - Trupal, será en tubo conduit de F°G° 3"φ. instalación aérea a través de un rack existente de 4 mts de altura.

FIGURA N° 01

CABEZA TERMINAL UNIPOLAR PREMOLDEADO PARA USO

EXTERIOR CON AISLAMIENTO DE GOMA SILICONA 15 KV-110 KV BILL



CAPITULO V ESPECIFICACIONES TECNICAS

5.1 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MATERIALES

Las presentes especificaciones técnicas, tienen por finalidad establecer las indicaciones requeridas para el suministro de materiales para la línea de subtransmisión de energía eléctrica S.E. Santiago de Cao Hidrandina SA - Trupal 13.8 KV-30 MW doble terna, describiendo su calidad mínima aceptable que deberán cumplir.

5.1.1 Alcance del Suministro

El suministro comprende los siguientes materiales:

- Postes, crucetas de C.A.C.
- Conductores de la línea y de puesta a tierra.
- Aisladores de suspensión.
- Accesorios de aisladores.
- Accesorios de retenidas.
- Accesorios de puesta a tierra.
- Accesorios de ferretería.

5.1.2 Normas técnicas y abreviaturas

El diseño de fabricación y pruebas del presente suministro deberá ejecutarse de acuerdo a lo indicado en la presente especificación. Para los que no se especificaran y en donde sean aplicables los materiales, cumplirán con

Las prescripciones de las Normas que se mencionan a continuación.

CNE : Código Nacional de Electricidad

ITINTEC: Instituto de Investigación, Tecnológica Industrial y Normas Técnicas del Perú.

IEC : Internacional Electrotechnical Comisión

ASTM : American Societ y for Testing Material

ANSI : American National Standars Institute

IEE Institute of Electrical and Electronics

NEMA National Electric Manufacturers Asociación USA

5.1.3 Características generales de los materiales

El material a suministrarse deberá contemplar los siguientes aspectos:

Todos los materiales deberán ser nuevos y de la más alta calidad, libre de defectos e imperfecciones.

Todos los materiales deberán estar diseñados para soportar las variaciones de temperatura, condiciones atmosféricas y condiciones sísmicas sin distorsión ni deterioro de su calidad.

Todo material deberá ser apropiado para su fácil montaje, limpieza, mantenimiento y operación.

El área de todas aquellas partes que conducen corrientes, será la adecuada para no elevar la temperatura por encima de los límites establecidos en las Normas.

Galvanizado

Para el material de acero galvanizado se exigirá:

Que el galvanizado del material sea hecho en caliente.

Que garantice que el proceso del galvanizado, no introduce esfuerzos inapropiados o modifique la resistencia mecánica del (conductor) material.

5.1.4 Especificaciones técnicas de soportes

5.1.4.1 Soportes de Alineamiento

Sera de concreto armado, centrifugado de sección circular y eje de simetría longitudinal, fabricado según Normas ITINTEC 339.027.

La relación entre la carga de rotura en la punta y la carga de trabajo especificado será mayor o igual a 2.

El poste deberá suministrarse con la perilla correspondiente y deberá tener agujeros en la parte interior, para el sistema de puesta a tierra.

El poste tendrá las siguientes características:

Longitud Total	15 mts
Carga de Trabajo	600 Kgs
Diámetro en la punta:	180 mm

5.1.4.2 Soporte de Anclaje

Estos soportes serán bipostes con postes de concreto similar al ítem

5.1.4.1. de las siguientes características:

Longitud Total	: 15 mts
Carga de Trabajo	: 600 Kgs
Diámetro en la punta	180 mm

5.1.4.3 Soporte Terminal

Será similar al ítem 5.5.2. de las siguientes características:

Longitud Total	15 mts
Carga de Trabajo	600 Kgs

- Diámetro en la punta : 180 mm

5.1.4.4 Soporte Inicial

Será soporte de estructura metálica con viga de Fierro H según detalles del plano N° PE-03.

5.1.4.5 Cruceta para Postes de Suspensión

Será de concreto armado vibrado, simétrico, apto para embonarse en poste de 15/600, con un coeficiente de seguridad mínima de 2.00 y de las siguientes características:

- Longitud Total : 1.5 mt
- Carga de trabajo transversal FX : 2000 Kgs
- Carga de trabajo vertical FY : 2000 Kgs
- Carga de trabajo longitudinal FZ: 2000 Kgs

CRUCETA	DIAMETRO DE AGUJERO PARA EMBONE (mm)
SUPERIOR	190
INTERMEDIO	200
INFERIOR	230

5.1.4.6 Media Cruceta para Postes de Anclaje y Terminal

Será de concreto armado vibrado, apto para embonarse en poste de 15/600, con un coeficiente de seguridad mínima de 2.00 y de las siguientes características:

- Longitud Total : 0.80mts

- Carga de trabajo transversal FX : 250 Kgs
- Carga de trabajo vertical FY : 150 Kgs
- Carga de trabajo longitudinal FZ: 150 Kgs

MEDIA CRUCETA	DIAMETRO DE AGUJERO PARA EMBONE EN (mm)
SUPERIOR	210
INTERMEDIO	230
INFERIOR	250

5.1.5 Especificaciones técnicas de conductores

5.1.5.1 Conductor Desnudo

Será de cobre electrolítico, temple duro, desnudo, cableado concéntricamente, fabricado según Norma ITINTEC-370.223 y ASTM-B8, el conductor deberá cumplir las siguientes características:

- Sección nominal : 304 mm²
- Nº de hilos : 37
- Corriente Admisible : 940 Amp.
- Diámetro de cada hilo : 3.233 mm.
- Diámetro del Cable : 22.63 mm.
- Peso Unitario : 1608.5 Kg/Km.
- Carga de rotura : 7.070 Kg.
- Resistencia a 25ΩCC,60Hz : 0.0625Ω/Km
- Reactancia inductiva 60Hz : 0.2685Ω/Km

El conductor será embalado en carretes de madera suficientemente fuerte, para el transporte y manipuleo, hasta el sitio de montaje y serán no retornables.

5.1.5.2 Cable de Energía Forrado

Será cable de energía tipo VOLTENAX con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Aislamiento

Conductor de cobre electrolítico rojo suave.

Pantalla interna: Capa semiconductor.

Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Pantalla externa:

Capa semiconductor

Cinta de cobre

Cubierta exterior de Policloruro de vinilo (PVC) color rojo.

Norma de Fabricación: ITINTEC-370.050, ITEC-502.

Tensión de diseño: $E_0/E=12/20$ KV.

Características Dimensionales

Sección nominal	: 400mm ²
Diámetro del conductor	: 23.5mm
Espesor del aislamiento	: 5.5 mm
Diámetro nominal del aislamiento:	36.7mm
Nº de conductores	: 1
Espesor nominal de la cubierta	: 2.3 mm
Diámetro exterior de la cubierta	: 45 mm
Peso neto	: 4860 Kgs/Km

Parámetros Eléctricos

Capacidad de conducción de corriente: 942 Amp, 30°C

(Al aire libre, 3 cables unipolares en plano, resistencias térmica del terreno: 0.9)

Resistencia ohmica máxima : 0.0470 Ω /Km.c.c. a 20°C.

Resistencia en C.A. : 0.0662 Ω /Km.

Reactancia inductiva : 0.187 Ω /Km. (3 conduct. en plano)

5.1.5.3 Conductor para puesta a Tierra

Será de cobre electrolítico, temple blando, desnudo, cableado concéntricamente, fabricado según Norma ITINTEC-370.223 y ASTM-B8, deberá tener las siguientes características principales:

Calibre	: 4 AWG
Sección real	: 21.15 mm ²
Nº de hilos	: 7
Diámetro de c/hilo	: 1.96 mm.
Diámetro del Cable	: 5.89 mm.
Peso Unitario	: 189.6 Kg/Km.
Carga de rotura	: 529 Kg
Resistencia a 20 °C en C.C	: 0.848 Ω /Km

El conductor será embalado en carretes de madera suficientemente fuerte, para el transporte y manipuleo, hasta el sitio de montaje y serán no retornables.

5.1.6 Especificaciones técnicas de aisladores

5.1.6.1 Aisladores de Suspensión

La línea aérea con cable desnudo estará suspendido por cadena de 3 aisladores, c/u será de porcelana de superficie vidriada, fabricado según Normas ANSI-29.2.

Tipo	: Suspensión
Clase	: 52-3
Altura de espaciamento	: 5 3/4"
Diámetro	: 10"
Distancia de fuga	: 11 1/2"
Tipo de conexión	: Bola casquillo
Resistencia electromecánica:	15,000 lbs.
Tensión crítica de impulso	
Positivo	: 125 KV
Negativo	: 130 KV
Tensión de flameo a baja frecuencia	
En seco	80 KV
En lluvia	50 KV
Tensión de perforación	: 110 KV

5.1.6.2 Aisladores tipo Pin

Aplicación típica	: 46 KV
Tipo	: Pin antiniebla
Clase	: 56-4
Altura de espaciamento	: 5 3/4"
Diámetro	: 12"
Distancia de fuga	: 27"

Tipo de conexión : Espiga

Resistencia electromecánica: 3,000 lbs

Tensión crítica de impulso

Positivo : 225 KV

Negativo : 310 KV

Tensión de flameo a baja frecuencia

En seco : 140 KV

En lluvia : 95 KV

Diámetro del pasador : 13/8"φ

5.1.6.3 Aisladores de Tracción para Retenidas

Será de porcelana de superficie vidriada, fabricado según normas ANSI-C29-4.

Tipo : Tracción

Clase : 54-3

Resistencia electromecánica: 20,000 lbs

Tensión de flameo a baja frecuencia

En seco : 35 KV

En lluvia : 18 KV

Distancia de fuga : 2 1/4"

5.1.7 Especificaciones técnicas de accesorios de aisladores

5.1.7.1 Adaptador Horquilla de Bola

Será de acero forjado y galvanizado en caliente, fabricado según Normas ASTM-A153 y ASTM-A7 con norma de acoplamiento ANSI, tipo B y de las

siguientes características:

Altura de paso	2"
Altura de Horquilla	3/4"
Diámetro del Pin	5/8"
Resistencia de Rotura:	8,200 Kg

5.1.7.2 Adaptador Casquillo Ojo

Será de acero forjado y galvanizado en caliente, fabricado según Normas ASTMA-153 y ASTM-A7, con norma de acoplamiento ANSI, tipo B y de las siguientes características:

Altura de paso	: 2"
Ancho de acople	5/8"
Diámetro del Pin	11/16"
Resistencia de Rotura :	7,000 Kg

5.1.7.3 Grampa de Anclaje

Será de hierro maleable del tipo pistola, con 4 pernos "U", aptos para conducir, conductor de Cu electrolítico 304 mm² y de las siguientes características:

Diámetro del conductor	22.63 mm
Longitud de sujección	9 3/8"
Longitud de grampa	10 1/4"
Abertura de acople	7/8"
Diámetro del Pin	5/8"
Diámetro de pernos "U":	7/8"
Resistencia de Rotura	12,000 Kg

5.1.7.4 Grampa de Suspensión

Será de hierro maleable apta para conductor de Cu calibre 304 mm², de las siguientes características:

Diámetro del conductor: 22.63 mm

Longitud de grampa 7 1/2"

Altura de paso 2 3/8"

Abertura de acople 7/8"

Diámetro del Pin 5/8"

Diámetro del perno "U" : 7/8"

Resistencia de Rotura : 7,000 Kg

5.1.8 Especificaciones técnicas de accesorios de puesta a tierra

5.1.8.1 Varilla de Puesta a Tierra

Será de coperweld de 5/8"φ y 6' de longitud, fabricado según normas ASTM-B415-69

5.1.8.2 Conector tipo AB

Será de cobre o bronce y servirá para contener conductor de cobre calibre N° 4 AWG, con varilla de coperweld de 5/8"φ

5.1.8.3 Conector tipo Perno Partido

Será de cobre o bronce, para conductor de cobre calibre N° 4 AWG

5.1.8.4 Grampa paralela doble via

Será de cobre de 1 perno de ajuste, adecuado para unir conductores de cobre N° 4 AWG

5.1.9 Especificaciones técnicas de accesorios de ferretería

La ferretería de postes, crucetas y en general todo elemento metálico de acuerdo a las dimensiones y características indicadas en la presente, especificación deberá cumplir con las Normas ASTM A 153 Zing Coating (NOT-TIP) en Iron and Stech Hardware y ASTM A7 Forgerd Stech.

5.1.9.1 Perno Ojo

Será de acero forjado y galvanizado en caliente de $3/4''\phi$ x 8", 12", 14" y 17" de longitud, con tuerca cuadrada. La longitud roscada será de 3" y las dimensiones del ojo de 2" x $1/2''$, y deberá tener una resistencia de rotura de 8,350 Kgr.

5.1.9.2 Arandela cuadrada plana

Será de acero galvanizado en caliente de $2\ 1/4''$ x $2\ 1/4''$ x $3/36''$ de espesor, con hueco central de $13/16''\ \phi$

5.1.9.3 Abrazadera partida

Será de fierro galvanizado en caliente de $2''$ x $1/4''$ de espesor, de doble agujero $5/8''\phi$, de diámetro indicados en el listado de materiales.

5.1.10 Especificaciones técnicas de accesorios de retenidas

5.1.10.1 Cable de Retenida

Será de Alumoweld del tipo retenida, cableado concéntricamente, de 7 kilos, calibre $3/8''\phi$, capaz de soportar una carga de rotura mínimo de 5,730 Kg (12,000 lbs), fabricado según Normas ASTMB 415-64 T y ASTMB 416-64T.

5.1.10.2 Varilla de Anclaje

Será de acero galvanizado en caliente, con ojal a un extremo de $2''$ x $1\ 1/2''$

y roscado en el otro, con una longitud de 4" y provista de una tuerca cuadrada, fabricado según Normas ASTM y ASTM A7.

La varilla deberá ser de 3/4" ϕ x 96", medidos inmediatamente después del ojal. Deberá tener una resistencia a la rotura mínima de 8,350 Kg.

5.1.10.3 Guardacable

Sera de plancha de acero galvanizado en caliente, de 1/16" de espesor, tipo media caña de 7' de longitud, con accesorios para fijación de cable de retenida, fabricado según Normas ASTM-A 153.

5.1.10.4 Guardacabo

Será de plancha de acero galvanizado en caliente, de 0,78" de espesor, deberá tener un canal que permita el alojamiento de un cable hasta 3/8" ϕ de diámetro nominal, fabricado según Normas ASTM-A 153.

5.1.10.5 Bloque de Anclaje

Será de concreto armado, la varilla de refuerzo será de fierro corrugado de 3/8" ϕ las dimensiones serán de 0,5 x 0,5 x 0,70 mts. con una resistencia a la flexión de 5,000 Kgr.

5.1.11 Especificaciones técnicas de cabezas terminales

Será cabeza terminal unipolar 15KV - 110KV BILL premoldeado para uso exterior con aislamiento de goma de silicona, resistente a descargas superficiales tracking), resistente a alta contaminación, marca 3M, código 92-EE-698-P, incluye:

Cinta scotch N° 130 C, 69 KV, aislante resistente a efecto de corona.

Cinta de jebe scotch N° 23 C, 69 KV, 90°C resisten a efecto de corona.

Cinta scotch N° 2220 para control de esfuerzo de campo

Cinta semiconductor N° 13, para M.T y AT.

Cinta scotch N° 70 de silicona resistente a tracking y alta temperatura.

Cinta scotch N° 33 vinílica, retardante a la llama.

5.2 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE DE LINEA DOBLE TERNA 13.8 KV

5.2.1 Instalación de postes

Sabiendo que el recorrido de la línea es recta, según la ruta indicada en el plano N° PE-02 Anexo A, para el empotramiento y cimentación de los postes previa señalización y alineamiento con equipo teodolito, se ejecutaron las excavaciones de los huecos en el terreno en forma cuadrada y rectangular según dimensiones indicadas en el plano N° PE-03.

Antes de instalarse los postes se hizo un solado de concreto de 20 cm. de profundidad en el fondo del hueco, luego del fraguado mediante un camión grúa hidráulico se ejecutó el izamiento de postes, alineándose correctamente su verticalidad, luego se procedió al empotramiento mediante un maziso de concreto de 250 kg. de Cemento por metro cúbico de mezcla, con 25 % piedra mediana.

El soporte biposte fin de línea, se inclinó en sentido contrario a la resultante de los tiros de los conductores, para prevenir el efecto del mismo al producirse el templado; como referencia de dicha inclinación, se tomará una desviación en la punta igual al diámetro del poste en su extremo superior. Posteriormente se procedió al retiro y limpieza de material sobrante.

5.2.2 Instalación de aisladores

5.2.2.1 Instalación de cadena de aisladores

El armado y colocación de las cadenas de aisladores se efectuó en los postes izados, como se muestra en el plano N° PE-03 del Anexo A, tres aisladores por cadena, teniendo cuidado que los accesorios de ferretería y seguros queden debidamente instalados, previamente verificándose que sus elementos no presenten defectos y que estén limpios.

5.2.2.2 Instalación de aisladores tipo pin

Se instalaron en las espigas respectivas después del izado del poste, verificando el ajuste correcto de cada uno de sus accesorios y la posición de la ranura del aislador en el sentido de la línea.

5.2.3 Instalación de retenidas

Estando izado los postes, se procedió al montaje de las retenidas tipo simple, previamente se hizo las excavaciones donde se colocó el bloque de anclaje y la varilla respectiva, adicionalmente reforzando con un maziso de mezcla de concreto de 250 Kg. de cemento por m³ de mezcla con 25 % de piedra mediana.

Luego del fraguado se cubrió la excavación con tierra, compactándose en capas no mayores de 20 cm. de altura y regándola entre capa y capa.

Posteriormente se instaló el cable, aislador de tracción y demás accesorios. Dicho aislador se instaló a una distancia vertical de 30 cm. del conductor más próximo .

El templado del cable de retenida se efectuó inclinando ligaramente los postes del soporte biposte fin de línea en dirección y sentido opuesto a la

resultante del tiro de los conductores, para que este recobre su posición normal al equilibrarse las fuerzas.

El ajuste y templado definitivo se hizo después de verificarse el templado del cable simultáneamente con los conductores de la línea.

5.2.4 Tendido de conductores eléctricos

5.2.4.1 Tendido de conductor desnudo

Para el tendido se tuvo mucho cuidado en el transporte, manipuleo del conductor, procurando que éste no sufra daños mecánicos, evitando el roce con el suelo, postes, armados, crucetas, así como también el aspecto de seguridad del personal técnico. Previamente se utilizó poleas de fierro fijados provisionalmente en los postes, luego del tendido sobre estas poleas, se fijó los seis conductores de la línea doble terna en las cadenas de aisladores del soporte inicial (biposte), procediéndose al templado mediante mordazas tipo autoajustable y tirfor mecánico de 5,000 Kg. Fijándose en las cadenas de aisladores de los postes de anclaje, estructura fin de línea y poste de alineamiento, asegurando que el conductor quede en la posición correcta sobre las grampas de anclaje.

Para el montaje se utilizó las herramientas adecuadas y personal técnico con experiencia, finalmente para el flechado de los conductores se utilizó el método visual empleando una niveleta y equipo teodolito.

5.2.4.2 Tendido de cable energía aislado

Para el efecto se ha tenido el cuidado que se indica en el punto 5.2.4.1, evitando el roce con el suelo, estructuras, canaleta de fierro galvanizado y paredes del canal de concreto. Se utilizó carretes de madera fijados

provisionalmente a lo largo del canal de concreto de 15 m. x 1 m. de ancho x 0.80 m. de altura con tapa de concreto y plancha de fierro en la zona de ingreso a la celda de la S.E Santiago de Cao y a lo largo de 15 m. de longitud de la canaleta de F° G° en la zona de ingreso a la celda de Trupal.

En la subida del soporte P7, los conductores se instalaron en bandejas de F° G°, paralelamente con un espaciamiento de 9 cm. fijados mediante abrazaderas recubierto con capas de aislamiento de PVC, para evitar el desgaste del aislamiento de los cables, éstos por encontrarse dentro de las instalaciones de Trupal y S.E Stgo. de Cao, están protegidos contra daños mecánicos como prescribe el C.N.E, Tomo IV Inciso 2.3.2.3.

5.2.4.3 Instalación de puesta a tierra

De acuerdo a lo indicado en el plano N° PE-03 Anexo A, se hizo el pozo de tierra, excavando el terreno en forma cuadrada de 0.80 m. de lado por 2.30 m. de profundidad, procediendo a la instalación del electrodo (varilla de puesta a tierra de 5/8" Φ por 6 pies de longitud), luego se conectó con el conductor de cobre desnudo de 21.15 mm² de puesta a tierra, uniéndose mediante conectores tipo AB a las partes metálicas sin tensión.

El pozo de tierra se rellenó con tierra vegetal mezclado con sal común y carbón vegetal.

5.2.4.4 Instalación de cabezas terminales y conexión con cable de energía

En cada uno de los terminales de los cables de energía aislado, ubicados exteriormente (intemperie) en los soportes P1 y P7, así como en las celdas de la S.E. Sgo. de Cao y Trupal, se ha instalado cabezas terminales unipolares con aislamiento de silicona marca 3M, que cumple los requicitos del CNE Tomo IV

Inciso 2.3.2.2, resistente a la alta contaminación y descargas superficiales , ver figura N° 01 de la pag. N° 92. En la instalación se ha tenido especial cuidado en al preparación de los cables terminales y colocación de la cabeza terminal de acuerdo al catálogo e instrucciones del fabricante, fijándose éstos en las crucetas mediante abrazaderas Conduit.

Así mismo la pantalla externa del cable con cinta de cobre se conectó sólidamente la cinta metálica de puesta a tierra y al sistema de puesta a tierra de Trupal, mediante conectores de cobre tipo perno partido.

Luego la unión entre los cables de energía aislados y los conductores desnudos de la línea se ha efectuado mediante conectores de cobre de doble vía ajustados con 3 pernos, con lo cual se asegura la perfecta continuidad del conductor.

CAPITULO VI METRADO Y PRESUPUESTO

6.1 GENERALIDADES.

Para la determinación de los precios y el monto de la inversión se ha considerado los siguientes criterios básicos:

- Costos de suministro de materiales y equipos electromecánicos.

Para establecer los precios correspondientes a los diversos materiales y equipos, se ha tomado como referencia las cotizaciones de los diversos fabricantes y en otras se ha ajustado a Dic/91 en moneda extranjera.

- Costos por mano de obra de montaje electromecánico.

El presupuesto calculado por mano de obra de montaje electromecánico de los materiales ha sido elaborado en base a los precios unitarios de los diferentes trabajos realizados de acuerdo a cada una de las actividades, en base al jornal de 8hrs. de trabajo del personal estable de Trupal a Dic./91, dado que los trabajos de montaje de la presente línea se ha ejecutado en un 90% con el personal estable de la Fábrica Papelera Trupal.

- Asi mismo, se considera costos de transporte y gastos generales directos.

6.2 METRADO Y PRESUPUESTO

6.2.1 Metrado y presupuesto de materiales y equipos

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H. YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95
					HOJA N° 1
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	C. UNIT.\$	TOTAL \$
<u>MATERIALES Y EQUIPOS</u>					
A	CONDUCTORES				65,700
1	-Cable de cobre desnudo de 304 mm ² , temple duro, 37 hilos	Mts.	1500	17	
2	-Cable de energía tipo VOLTENAX, unipolar de 400 mm ² con aislamiento de polietileno reticulado XLPE-PIRELLI	Mts.	400	95	
3	-Cable de cobre desnudo N° 4AWG, temple blando, 19 hilos	Mts.	200	11	
B	AISLADORES				6,210
4	-Aislador de porcelana tipo suspensión, clase 52-3, tipo Ball and Socket	Pzas	162	35	
5	-Aislador de porcelana tipo PIN, clase 56-4, ANTIFOG	Pzas	12	45	
C	POSTES				3,555
6	-Poste de concreto armado centrifugado de 15/600/180/390, con agujeros, según disposición del plano PE-03, para poste de suspensión.	Pzas	03	395	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS					
OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A	FECHA: 30.09.95 HOJA N° 2
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C. UNIT. \$	TOTAL \$
7	-Poste de concreto armado centrifugado idem al item N°6, con agujeros, según disposición del plano PE -03 para postes de anclaje.	Pzas	04	395	
8	-Poste de C.A.C. de 15/600/180/390, con agujeros según disposición del plano PE-03, para poste fin de línea.	Pzas	02	395	
D	CRUCETAS				1,044
9	-Cruceta de C.A.V., de 1.5 mts. /2000/ 2000/2000 Kg de 190 mm de diámetro de agujero.	Pzas	03	30.00	
10	-Cruceta de C.A.V., idem al item N°9, de 200 mm diámetro de agujero.	Pzas	03	30.00	
11	-Cruceta de C.A.V., idem al item N°9, de 230 mm de diámetro de agujero.	Pzas	03	30.00	
12	- Cruceta de madera tratada, Pino Horegon de 3"x4"x5.5' de largo.	Pzas	10	45.00	
13	- Media cruceta de C.A.V. de 0.80 mts /250/150/150 Kg. diámetro agujero 210 mm.	Pzas	06	18.00	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS					
OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95
				HOJA N° 3	
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	C. UNIT.\$	TOTAL \$
14	-Media cruceta idem al item 13 de 230 mm de diámetro de agujero.	Pzas	06	18	
15	-Media cruceta idem al item 13, de 250 mm de diámetro de agujero.	Pzas	06	18	
E	ACCESORIO DE AISLADORES				2,892
16	-Pin de anclaje, tipo espiga de F° G° 3/4" ϕ x 12" largo cabeza de plomo 1 3/8" ϕ , con arandela y tuerca forjada.	Pzas	12	13	
17	-Adaptador Horquilla de bola de F°G°, 5/8" ϕ	Pzas	54	9	
18	-Adaptador, casquillo ojo de F°G°, 5/8" ϕ	Pzas	54	9	
19	-Grampa de suspensión de hierro maleable para conductor de 304 mm ²	Pzas	18	28	
20	-Grampa de anclaje de hierro maleable, tipo pistola, con 4 pernos "u" para conductor de 304 mm ²	Pzas	36	35	
F	ACCESORIOS DE FERRETERIA				1,926
21	-Perno ojo de F°G° de 8"x3/4" ϕ con tuerca.	Pzas	24	4	
22	-Arandela cuadrada de F°G° de 3"x3"x1/4", agujero 13/16" ϕ .	Pzas	92	2	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

OBRA : LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZA.	FECHA: 30.09.95
					HOJA N° 4
ITEM	DESCRIPCION	UNID	CANT	C.UNIT.\$	TOTAL \$
23	-Perno ojo de F°G°, 14"x3/4" φ	Pzas	04	6	
24	-Arandela curvada de F°G° de 3"x3"x1/4", agujero 3/16"φ.	Pzas	38	2	
25	-Perno ojo de F°G°, 12"x3/4" φ	Pzas	06	5	
26	-Perno ojo de F°G°, 17"x3/4" φ	Pzas	24	7	
27	-Perno ojo de F°G°, 14"x3/4" φ	Pzas	09	6	
28	-Tuerca ojo de F°G°, para perno de 3/4" φ	Pzas	18	2	
29	- Conector de Cu, tipo grampa paralela doble vía, 3 tornillos para conductor de 400 mm ²	Pzas	12	28	
30	-Grampa conduit rígido, doble agujero, "U" 2 1/2" φ	Pzas	48	3	
31	-Grampa conduit rígido, tipo colgante 2 1/2" φ	Pzas	06	3	
32	-Bandeja de F°G°, 36"x1/8"φ x 2.40 mt. de largo.	Pzas	04	105	
33	-Perno de F°G° 3"x1/2" φ, rosca corrida con tuerca	Pzas	36	2	
34	-Perno de F°G° 3"x1/2" φ, con arandela y tuerca	Pzas	60	2	
35	-Abrazadera partida de F°G° de 2"x1/4" φ diámetro 240 mm doble agujero 5/8"φ	Pzas	02	13	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09..95
					HOJA N° 5
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C.UNIT.\$	TOTAL \$
36	-Abrazadora partida de F°G° de 2"x1/4" ϕ diámetro 310 mm doble agujero 5/8" ϕ	Pzas.	02	13	
37	-Abrazadora partida de F°G° de 2"x1/4" ϕ diámetro 280 mm doble agujero 5/8" ϕ	Pzas.	02	12	
38	-Abrazadora partida de F°G° de 2"x1/4" ϕ diámetro 220 mm doble agujero 5/8" ϕ	Pzas	02	12	
39	-Abrazadora partida de F°G° de 2"x1/4" ϕ diámetro 230 mm doble agujero 5/8" ϕ	Pzas.	02	12	
40	-Abrazadora partida de F°G° de 2"x1/4" ϕ diámetro 210 mm doble agujero 5/8" ϕ	Pzas	02	12	
G	<u>ACCESORIO DE RETENIDA SIMPLE</u>				1,852
41	-Perno ojo de F°G° 3/4" ϕ x14" con tuerca	Pzas	02	6	
42	-Arandela curvada de F°G° de 3"x3"x1/4" ϕ , agujero 13/16" ϕ	Pzas	04	2	
43	-Tuerca ojo de F°G° para perno de 3/4" ϕ	Pzas.	02	2	
44	-Aislador tipo tirante clase 54-4	Pzas.	10	5	
45	-Grampa paralela de F°G°, doble vía, 3/8" ϕ , 3 pernos	Pzas.	80	9	
46	-Guardacable de F°G°, tipo media caña 1/16"x7'	Pzas.	10	23	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95 HOJA N° 6
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C.UNIT. \$	\$ TOTAL
47	-Guardacabo de F°G° de 0.078" x 3/8" de canal.	Pzas.	20	1	
48	-Varilla de anclaje de F°G° de 3/4"φ x 96"	Pzas.	06	27	
49	-Bloque de anclaje de concreto armado de 0.50 x 0.50 x 0.70 mts.	Pzas	06	12	
50	-Templador de F°G°, 12" x 3/4"φ	Pzas	06	29	
51	-Cable trenzado de acero galvanizado (Alumoweld), 7 hilos, 3/8"φ	Mts.	200	2	
H	<u>ACCESORIOS DE PUESTA A TIERRA</u>				746
52	-Varilla cooperweld de 5/8" φ x 6' de longitud.	Pzas	06	45	
53	-Conector AB de Cu o bronce para 3/4" φ	Pzas	06	4	
54	-Conector de Cu, tipo perno partido para cable N° 4 AWG mm ²	Pzas.	12	6	
55	-Grampa paralela de Cu de 1 perno doble vía, para cable de 107.2 mm ²	Pzas.	20	13	
56	-Thorn - Gel	Kgs.	12	10	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS

OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95
					HOJA N° 7
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C. UNIT. \$	\$ TOTAL
I	HERRAMIENTAS				2,740
57	-Tecla mecánico (Ratchet) 2000 kg cadena 1.5 mt.	Pza.	01	588	
58	-Tirfor mecánico 5000 Kg	Pza.	01	1,400	
59	-Mordazas, tipo autoajus- table de acero forjado, para cable de 300 mm ²	Pzas.	02	280	
60	-Polea de fierro, 15cm de diámetro, canal 1 1/4"φ	Pzas.	06	32	
J	CABEZAS TERMINALES Y CINTAS AISLANTES				10,814
61	-Cabeza terminal unipolar para alta tensión 15-35 KV, uso exterior marca "3M". código 92-EE-698-P	KIT	24	375	
62	-Cinta Scotch 130C de 1 1/2" x 30 marca "3M"	Roll	40	10	
63	-Cinta de jebe Scotch 23C de 3/4" x 30, marca "3M"	Roll	40	9	
64	-Cinta Scotch N° 2220 de con- trol de campo, marca 3M"	Roll	24	16	
65	-Cinta semiconductor N° 13 - "3M"	Roll	30	10	
66	-Cinta Scotch N° 33, 3/4 "x 30 - "3M"	Roll	40	4	

METRADO Y PRESUPUESTO DE MATERIALES Y EQUIPOS					
OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95
					HOJA N° 8
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C. UNIT.\$	TOTAL \$
67	- Cinta Scotch N°70, - "3M"	Roll	25	10	
K	<u>LINEA DE CIRCUITO DE CONTROL</u>				8,230
68	- Tubo conduit rígido F°G° 3"φ, con 1 unión al extremo.	Pzas.	70	98	
69	- Condulet LB de 3"φ	Pzas.	10	92	
70	- Tubo de PVC. SAP (para agua) 3"φ	Pzas.	25	18	
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS					\$ 105,709
<u>RESUMEN:</u>					
<u>TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES Y EQUIPOS</u>					
(A)	Conductores				\$ 65,700
(B)	Aisladores				6,210
(C)	Postes				3,555
(D)	Crucetas				1,044
(E)	Accesorio de aisladores				2,892
(F)	Accesorio de ferretería				1,926
(G)	Accesorio de retenida				1,852
(H)	Accesorio de puesta a tierra				746
(I)	Herramientas				2,740
(J)	Cabezas terminales y cintas aislantes.				10,814
(K)	Línea de circuito de control				8,230
TOTAL :					\$ 105.709

6.2.2 Metrado y presupuesto de montaje electromecánico

METRADO Y PRESUPUESTO DE MONTAJE ELECTROMECHANICO					
OBRA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL				HECHO POR: H.YAÑEZ A.	FECHA: 30.09.95
					HOJA N° 9
ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C. UNIT. \$	\$ TOTAL
A	<u>MONTAJE ELECTROMECHANICO</u> MONTAJE DE POSTES: Armado y fijación de componentes según plano y especificaciones, conexasiónado de todo lo necesario, incluye apertura de hueco, izaje de poste, cruceta y cimentación.				1,373
1	- Armado P-4, P-5 y P-6.	Un.	3	159	
2	- Armado de P-7.	Un.	1	296	
3	- Armado de P-2 y P-3	Un.	2	324	
4	- Armado de P-1.	Un.	1	276	
B	MONTAJE DE CONDUCTORES				1,312
5	- Tendido de conductor desnudo de 304 mm ² de sección, incluye templado, calibración de la fecha y fijación en la cadena de aisladores.	Mts.	1,200	0.68	
6	- Tendido de cable de energía aislado tipo voltenax - 400 mm ² , en vandeja y en canal de concreto.	Mts.	420	1.18	
C	MONTAJE DE CABEZAS TERMINALES				476
7	- Instalación de cabezas terminales unipolares con aislamiento de silicona-3M., conexasiónado de cables de energía y puesta a tierra	Un.	24	20	

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	CANT	C. UNIT. \$	TOTAL \$
D	MONTAJE DE RETENIDAS				
8	- Montaje de retenida tipo simple, incluye bloque de concreto, cimentación, fijación al poste y templado.	Un.	10	36	360
E	MONTAJE PUESTA A TIERRA				
9	- Montaje de puesta a tierra, incluye construcción del pozo, instalación del conductor N° 4 AWG desnudo y conexionado.	Un.	6	45	267
TOTAL PRESUPUESTO MONTAJE ELECTROMECHANICO					\$. 3,788
<u>RESUMEN:</u>					
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO					
(A)	Montaje de postes				\$1,373
(B)	Montaje de conductores				1,312
(C)	Montaje de cabezas terminales				476
(D)	Montaje de retenidas				360
(E)	Montaje de puesta a tierra				267
TOTAL					\$ 3,788

6.2.3 Resumen general de costos de la Línea Primaria doble terna en 13.8 KV de S.E. Patio de Llaves Stgo. de Cao (Hidrandina) a papelera TRUPAI..

Item	Descripción	Costo
01	Suministro de materiales	105,709
02	Montaje Electromecánico	3,788
03	Transporte	2,114
04	Gastos generales directos	3,736
	TOTAL GENERAL:	\$115,347

6.2.4 Análisis de costos unitarios de Montaje Electromecánico

Habiéndose ejecutado la presente obra en un 90% con personal técnico de la Fábrica Trupal. Los costos del montaje se determinó en base a la remuneración mensual, evaluando los costos/día (jornal 8Hr/H) de mano de obra, rendimiento y Hr/H utilizados en cada uno de las actividades.

Costo de mano de obra/día a dic-91 (Jornal de 8hr/h)

Descripción	cost/mes (\$)	cost/dia (8Hr/H) (\$)
Sueldo incluyendo leyes sociales, movilidad y refrigerio		
-Capataz	436	14.5
-Operador	379	12.6
-Oficial	266	8.8
-Peón	198	6.6

Cuadros de análisis de costos unitarios de Montaje Electromecánico

a) Poste de Concreto

	cant	unid	cost./dia	rend/dia	cost/poste
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	2	Hr/H	25.20		
Oficial	2	Hr/H	17.60		
Peon	9	Hr/H	59.40		
Camion grua	1	Un.	36.30		
Herramient. 5% M.O.		Conj.	7.60		
TOTAL :			\$ 160.60	6	\$26.80

b) Cimentación de Postes

	Cant	Unid	Cost/dia	Rend./dia	Cost/Cim.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	2	Hr/H	25.20		
Oficial	2	Hr/H	17.60		
Peón	9	Hr/H	59.40		
Herrami. 5% M.O.		Conj.	5.80		
TOTAL :			\$122.50	6	\$20.40

Material Consum.	Cant	Uni.	C. Unit.	C. Total	C/cim.
Cemento	10.00	un.	4.43	44.30	
Hormigón	1.80	m ³	7.00	12.70	
Piedra	0.70	m ³	5.57	3.90	
TOTAL :				\$ 61.00	\$61.00

c) **Crucetas y media crucetas**

	Cant	Unid	C./día	Rend./día	C/Cruc.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	1	Hr/H	12.60		
Oficial	1	Hr/H	8.80		
Peón	3	Hr/H	19.80		
Herrami 5% M. O.		Conj.	2.80		
TOTAL :			\$ 58.50	6	\$9.75

d) **Cadena de aisladores tipo suspensión**

	Cant	Unid	C/día	Rend/día	C/Cad.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	1	Hr/H	12.60		
Peón	2	Hr/H	13.20		
Herrami 5% M. O.		Conj.	2.00		
TOTAL :			\$ 42.30	12	\$3.50

e) **Aisladores tipo pin**

	Cant.	Unid	C/día	Rend./día	C/Aisl.
Capataz	1	Un.	14.50		
Operario	1	Un.	12.60		
Peón	1	Un.	6.60		
Herrami 5% M. O.		Conj.	1.70		
TOTAL :			\$ 35.40	30	\$1.18

f) **Retenidas simples**

	Cant	Unid	C/día	Rend/día	C/Ret.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	1	Hr/H	12.60		
Peón	4	Hr/H	26.40		
Herrami 5% M. O.		Conj.	2.70		
TOTAL :			\$ 56.20	3	\$18.70

Material consumible

	Cant	Uni.	C/Unit.	C/Parc.	C/Ret.
Cemento	5	un.	4.43		22.20
Hormigón	0.75	m ³	7.00		5.30
Piedra	0.25	m ³	5.57		1.40
TOTAL :				\$ 28.90	\$28.90

g) Soporte P-1

	Cant	Unid	C/día	Rend./día	C/Sop.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Op. soldador	1	Hr/H	12.60		
Ofi. Soldador	1	Hr/H	8.80		
Peón	4	Hr/H	26.40		
Herrami 5% M. O.		Conj.	3.10		
TOTAL :			\$ 65.40	0.25	\$261.60
	Cant.	Unid.	C/Uni.		C/Total
Material consumible	2	kg.	7.00		\$14.00

h) Instalación de puesta tierra

	Cant	Unid	C/día	Rend./día	C/P.T.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	1	Hr/H	12.60		
Oficial	1	Hr/H	8.80		
Peon	3	Hr/H	19.80		
Herrami 5% M. O.		Conj.	2.80		
TOTAL :			\$ 58.50	3	\$19.50
Material Consumible	Cant	Unid	C/Uni	C/Total	C./P.T.
Carbón vegetal	25	Kg	0.60		
Sal industrial	25	Kg	0.40		
TOTAL:				\$25.00	\$25.00

i) **Montaje de conductores****Conductor desnudo 304 mm²**

	Cant	Unid	C/día	Rendim./día	C/m.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	3	Hr/H	37.80		
Oficial	3	Hr/H	26.40		
Peón	12	Hr/H	79.20		
Cargador frontal	1	UN.	36.30		
Herrami 5% M. O.		Conj.	9.71		
TOTAL :			\$203.90	300m	\$0.68

- Cable de energía aislado tipo Voltenax - 400mm²

	Cant	Unid	C/día	Rend./día	C/m.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Operario	2	Hr/H	25.20		
Oficial	2	Hr/H	17.60		
Peón	10	Hr/H	66.00		
Cargador frontal	1	UN.	36.30		
Herrami 5% M. O.		Conj.	6.00		
TOTAL :			\$165.60	140m	\$1.18

j) **Montaje de cabezas terminales y conexonado**

	Cant	Unid	C/día	Rend./día	C/Term.
Capataz	1	Hr/H	14.50		
Oficial	1	Hr/H	17.60		
TOTAL :			\$ 23.30	4	\$5.8
Técnico especialista contratado :					\$14.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La finalización de los trabajos y puesta en servicio de la presente obra:
LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN M.T. 13.8 KV. DE S.E PATIO DE LLAVES SANTIAGO DE CAO (HIDRANDINA) A LA FABRICA PAPELERA TRUPAL, con una capacidad de transmisión de 30 MW.

Se realizó el 06 de Agosto de 1990, por lo que a partir de esta fecha, esta nueva línea constituye la red primaria de alimentación de energía eléctrica a la Fábrica Papelera Sociedad Paramonga Ltda.-TRUPAL, alimentado desde la S.E Patio de Llaves Santiago de Cao Hidrandina S.A. ubicado en la Provincia de Ascope, Dpto. de La Libertad.

- La presente Línea se considera de interés público ya que a través de esta se suministra energía eléctrica a los pueblos del Valle Chicama (Paijan, Ascope, Chicama, Chiclin, Careaga), Plantas Industriales de Ron Cartavio y Fábrica Azucarera de la Cooperativa Agraria Cartavio.
- La importancia de la presente Obra, ha consistido en dar solución a las continuas interrupciones del servicio eléctrico a las cargas arriba indicadas por fallas de la línea anterior, constituido por triple terna con cable de energía aislado, 3x300mm²+3x70mm²-15 KV, tipo NYSEBY, ocasionando cuantiosas pérdidas de producción y dejando de generar divisas para el País
- La capacidad de transmisión de la línea se ha proyectado considerando la situación actual de cargas y Máx.Demanda, de las dos máquinas de fabricación de papel, PPX- de cartones, PPX-8 de papel periódico, pueblos del Valle Chicama y proyección futura.

- Para la selección del cable de energía aislado VOLTENAX, unipolar con aislamiento de polietileno reticulado XLPE-20 KV, para la zona de ingreso a celdas en Media Tensión de Trupal y S.E Patio de Llaves Santiago de Cao Hidrandina S.A, se ha considerado dar un amplio margen de servicio, por los constantes impulsos de sobre tensión y problemas de estabilidad en el sistema eléctrico de Hidrandina S.A
- Asi mismo comprende la modificación del recorrido de cables de los circuitos de control, protección, medición y mando a control remoto, que interconecta el sistema eléctrico de Trupal y S.E Pation de Llaves Santiago de Cao Hidrandina S.A.
- El montaje de esta obra, se ha ejecutado en un 90 % con el personal técnico y operativo de la fábrica Trupal, con lo cual se ha generado el ahorro en los costos referentes al montaje electromecánico.

ANEXO A

PLANOS

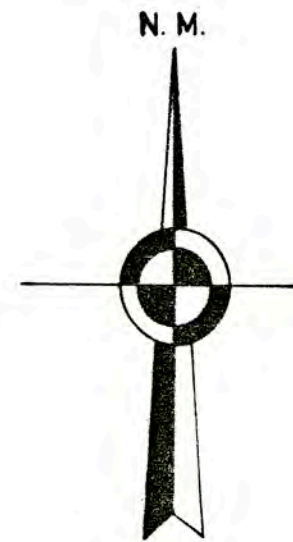
			Pag.
1. PLANO	Nº U-01	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	130
2. DIAGRAMA	Nº 1-A	PROCESO DE FABRICACIÓN DE PAPEL TRUPAL	131
3. PLANO	Nº PE-01	DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELÉCTRICO RED PRIMARIA – 13.8 KV TRUPAL	132
4. PLANO	Nº PE-02	RECORRIDO DE LA LÍNEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL	133
5. PLANO	Nº PE-03	ARMADOS BÁSICOS DE LA LÍNEA PRIMARIA DOBLE TERNA DE S.E. PATIO DE LLAVES STGO. DE CAO (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL.	134

REGIONES ADMINISTRATIVAS DEL PERU



LIMITE INTERNACIONAL
 LIMITE REGIONAL
 LIMITE PROVINCIAL
 LIMITE DISTRITAL

REGION LA LIBERTAD



PROVINCIA DE ASCOPE

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

PLANO DE UBICACION GEOGRAFICA

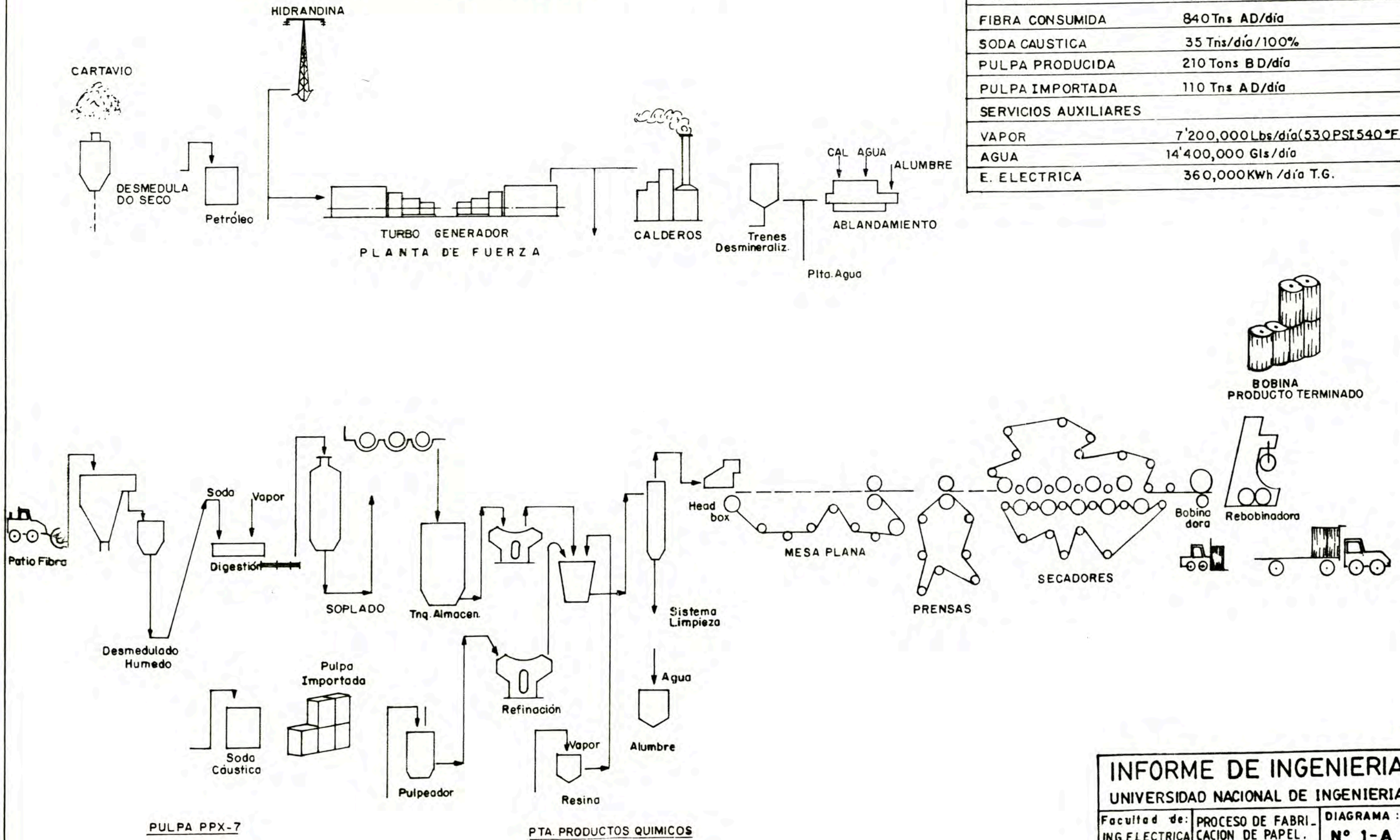
TEMA: LINEA PRIMARIA DOBLE TERNA EN 13.8 KV
 S.E. PATIO DE LLAVES SANTIAGO DE CAO
 (HIDRANDINA) A PAPELERA TRUPAL

PLANO N° : **U 01**
 FECHA : MAYO -1998

DISTRITO : SANTIAGO DE CAO
 PROVINCIA : ASCOPE
 DPTO. : LA LIBERTAD.

ESCALA : INDICADA.

DIAGRAMA DE PROCESO DE FABRICACION DE PAPEL MAQ. PPX-7 FCA. TRUPAL



PTA. PAPEL.	
PRODUCCION	66,000 Tns AD/año
PRODUCCION	200 Tns AD/día
PLTA. PULPA	Papel, cartones de envoltura y embalaje
FIBRA CONSUMIDA	840 Tns AD/día
SODA CAUSTICA	35 Tns/día/100%
PULPA PRODUCIDA	210 Tons B D/día
PULPA IMPORTADA	110 Tns AD/día
SERVICIOS AUXILIARES	
VAPOR	7'200,000 Lbs/día (530 PSI 540 °F)
AGUA	14'400,000 Gls/día
E. ELECTRICA	360,000 Kwh /día T.G.

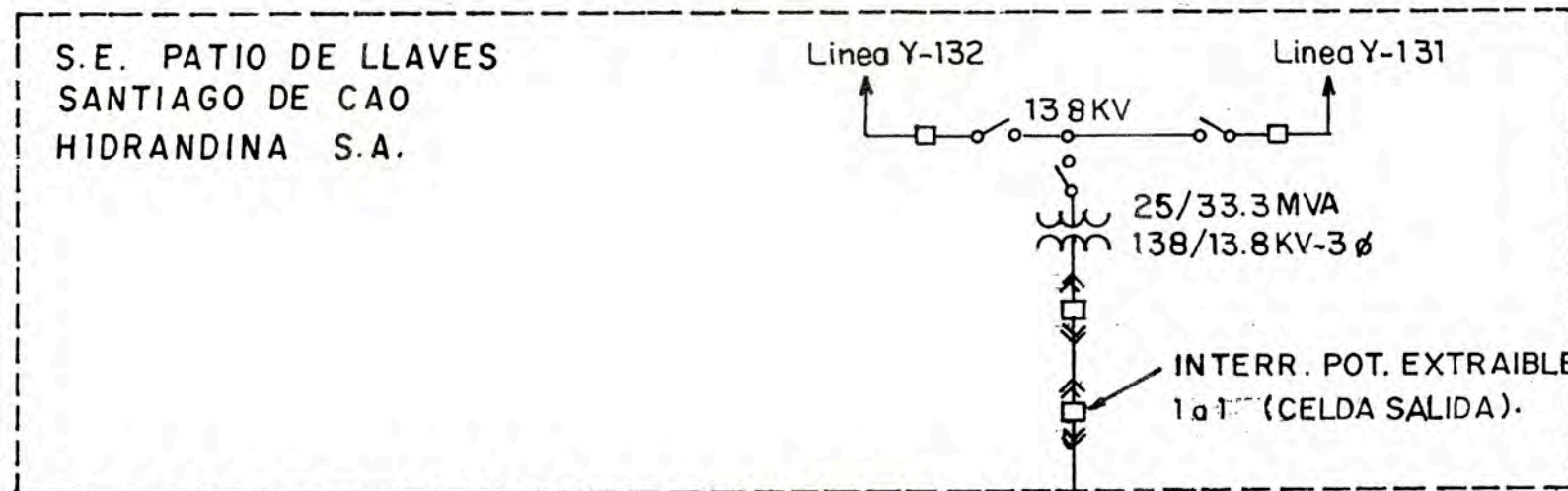
PULPA PPX-7

PTA. PRODUCTOS QUIMICOS

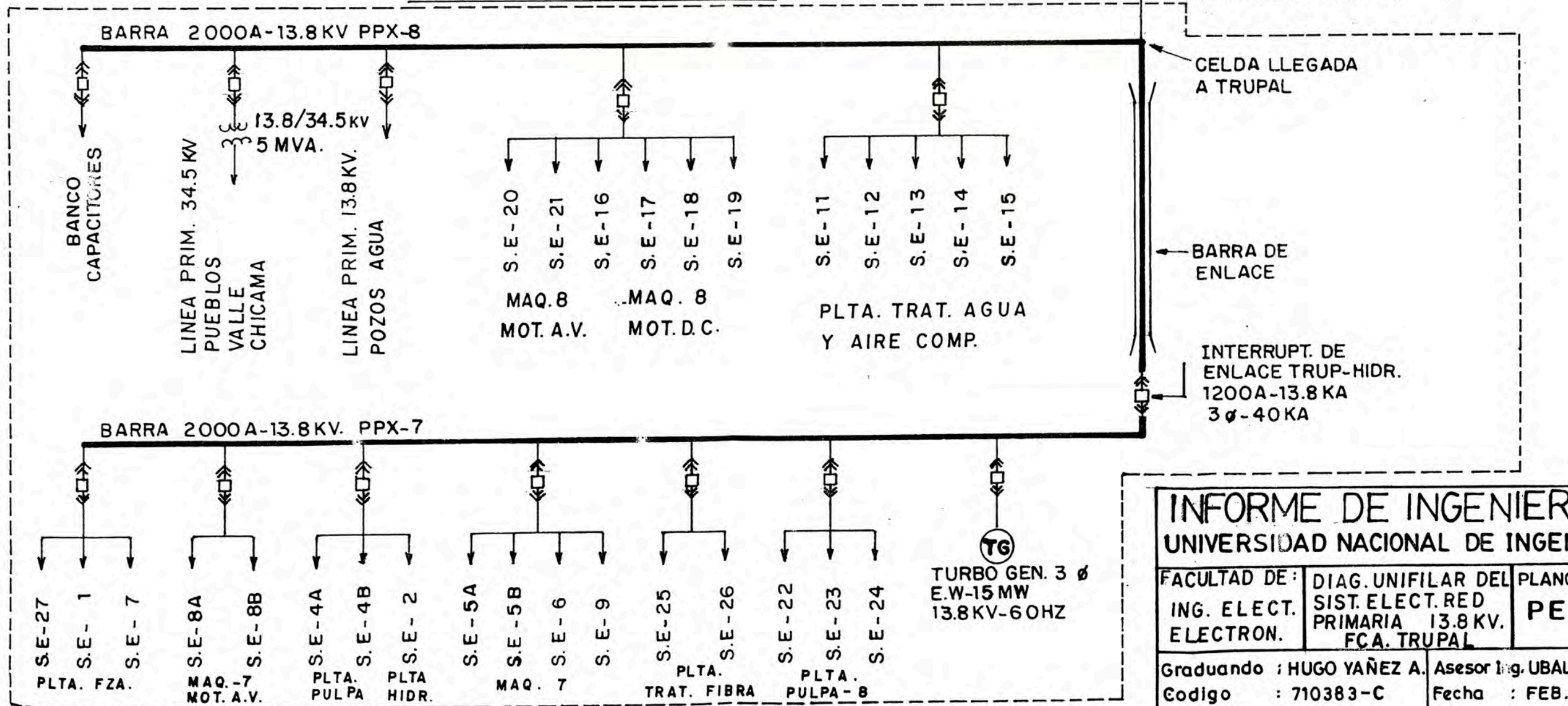
INFORME DE INGENIERIA		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
Facultad de:	PROCESO DE FABRIL- CACION DE PAPEL. TRUPAL	DIAGRAMA : N° 1-A
ING. ELECTRICA Y ELECTRONICA		
Graduando :	HUGO YAÑEZ A.	Asesor Ing.: UBALDO ROSADO
Código :	710383-C	Fecha : FEB. 1995
Promoción :	1979-2	Escala : S.E.

DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA ELECTRICO DE LA RED PRIMARIA EN M.T. - 13.8 KV FCA. TRUPAL

SIMBOLO	DESCRIPCION
	INTERRUPTOR DE POTENCIA EXTRAIBLE
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA
	TURBO GENERADOR 15MW-13.8KV.
	BARRAS DE CELDAS DE DISTRIB. 13.8KV.



SOCIEDAD PARAMONGA LTDA. S.A. FABRICA PAPELERA TRUPAL



INFORME DE INGENIERIA		
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE : ING. ELECT. ELECTRON.	DIAG. UNIFILAR DEL SIST. ELECT. RED PRIMARIA 13.8KV. FCA. TRUPAL	PLANO N°: PE-01
Graduando : HUGO YAÑEZ A.	Asesor Ing. UBALDO ROSADO	
Codigo : 710383-C	Fecha : FEB. 1995	
Promoción : 1979-2	Escala : S-E.	

BIBLIOGRAFIA

- CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

Lima-Perú

- INSTALACIONES ELECTRICAS II

Ingeniero José Aguirre Rodríguez

- CABLES DE ENERGIA CEPER-PIRELLI

Catálogo Ceper-Pirelli

- ELECTRICIDAD PRACTICA APLICADA –COYNE

Coyne Electrical School-Chicago

- CABLES SUBTERRANEOS

Edición CEAC

- TERMINALES EMPALMES PARA CABLES DE POTENCIA 5-35 KV

Catálogo-3M

- MANUAL PRACTICO DE ELECTRICIDAD PARA INGENIEROS

Tomos-Finx/ Beaty/ Carrol

- REDES ELECTRICAS PARA INGENIEROS

Gaudencio Zoppetti Judez

- SELECCIÓN PRUEBAS E INSTALACION DE CABLES PARA
DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA

Asociación Electrónica Peruana

Ingeniero Orlando Chávez Ch.

Lima-Perú

- MAGNE BLAS CIRCUIT BREAKER

Catálogo "General Electric"

- SEPARATAS Y CATALOGOS

Aisladores, Accesorios para líneas de Alta Tensión

Manual Graybar "General Electric"