

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



## **DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**JOEL PASCUAL ESCALANTE CARMONA**

**PROMOCIÓN  
2007 - II**

**LIMA – PERÚ  
2011**

**DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE  
TRANSMISIÓN**

Agradezco primeramente a Dios, mis padres, mi esposa e hijos Joan y Abigail; que son y serán el motor de mi vida.

## SUMARIO

El desarrollo del informe de suficiencia es dotar suministro eléctrico a la mina Arasi (Cia Minera ARASI SAC) en donde existen motores bomba, hornos, molinos, chancadores con una demanda total de 2.9 MW de consumo. Se tuvo como suministro eléctrico con grupos térmicos propios, con costos de generación elevados y contaminación al medio ambiente debido a la quema de petróleo. Se propone como alternativa implementar la línea de subtransmisión en 33 kV subestación Ayaviri – subestación Arasi con energía proveniente del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN), y con capacidad suficiente para su futuro crecimiento, así como mejorar la calidad de servicio.

En el presente informe se indica los criterios utilizados en el proyecto, para su desarrollo de la ingeniería de detalle.



## ÍNDICE

<b>PRÓLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
1.1 Objetivo	3
1.2 Alcances	3
1.3 Antecedentes	3
1.4 Características geográficas	4
1.4.1 Ubicación geográfica	4
1.4.2 Condiciones climáticas	4
1.4.3 Medios de transporte	5
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>6</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>6</b>
2.1 Descripción del problema	6
2.2 Instalaciones existentes	6
2.2.1 Subestación Ayaviri 22.9/33 kV	6
2.2.2 Subestación Arasi 33/10/2.3 kV	7
2.3 Diseño del proyecto	7
2.3.1 Subestación Ayaviri 22.9/33 kV	7
2.3.2. Subestación Arasi	10
2.3.3 Línea subtransmisión 33 kV SE Ayaviri – SE Arasi	14
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>15</b>
<b>DEMANDA ELÉCTRICA</b>	<b>15</b>
3.1 Demanda máxima	15
3.2 Evaluación de la oferta	15
3.3 Balance oferta y demanda	15
3.4 Análisis del sistema eléctrico	16
3.4.1 Parámetros eléctricos	16

3.4.2	Análisis del flujo de carga	16
<b>CAPÍTULO IV</b>		<b>18</b>
<b>DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN PROYECTADA</b>		<b>18</b>
4.1	Características generales de la línea	18
4.2	Criterios empleados para la selección de la ruta de línea	18
4.3	Geología superficial	19
4.4	Estudio de impacto ambiental	19
4.5	Características del equipamiento	19
4.5.1	Postes, crucetas y riostras	20
4.5.2	Conductor y cable de guarda	20
4.5.3	Aisladores	20
4.5.4	Retenidas y anclajes	20
4.5.5	Puesta a tierra	21
4.5.6	Material de ferretería	21
4.6	Servidumbre	21
<b>CAPÍTULO V</b>		<b>22</b>
<b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS</b>		<b>22</b>
5.1	De la línea de subtransmisión 33 kV	22
5.1.1	Cálculo del aislamiento y selección de aisladores	22
5.1.2	Puesta a tierra	24
5.1.3	Selección del conductor y cable de guarda	27
5.2	De las subestaciones Ayaviri y Arasi	29
5.2.1	Estudio de cortocircuito	29
5.2.2	Selección del nivel de aislamiento	29
5.2.3	Selección de conductores, barras y aisladores	30
5.2.4	Cálculo de la malla de tierra	30
5.2.5	Cálculo de barras	34
<b>CAPÍTULO VI</b>		<b>35</b>
<b>CÁLCULOS MECÁNICOS DE LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN 33 kV</b>		<b>35</b>
6.1	Cálculo mecánico de conductores y cable de guarda	35
6.2	Cálculo mecánico de crucetas	36
6.3	Distancias de seguridad	37
6.4	Separación horizontal entre conductores	38

<b>6.5</b>	<b>Prestaciones de estructuras</b>	<b>39</b>
<b>6.6</b>	<b>Efecto galopping en la línea</b>	<b>40</b>
<b>6.7</b>	<b>Efecto creep</b>	<b>41</b>
	<b>CAPÍTULO VII</b>	<b>44</b>
	<b>DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO</b>	<b>44</b>
<b>7.1</b>	<b>Resumen general del proyecto</b>	<b>44</b>
<b>7.2</b>	<b>De línea de subtransmisión 33 kV</b>	<b>44</b>
<b>7.2.1</b>	<b>Resumen general</b>	<b>44</b>
<b>7.2.2</b>	<b>Suministro de equipos y materiales</b>	<b>45</b>
<b>7.2.3</b>	<b>Transporte de equipos y materiales de almacén a punto de izaje [s/n]</b>	<b>48</b>
<b>7.2.4</b>	<b>Montaje electromecánico y obras civiles</b>	<b>48</b>
<b>7.3</b>	<b>De la subestación Ayaviri</b>	<b>48</b>
<b>7.3.1</b>	<b>Resumen de inversiones</b>	<b>48</b>
<b>7.3.3</b>	<b>Montaje electromecánico</b>	<b>53</b>
<b>7.3.4</b>	<b>Obras civiles</b>	<b>54</b>
<b>7.4</b>	<b>De la subestación Arasi</b>	<b>55</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Resumen de inversiones</b>	<b>55</b>
<b>7.4.2</b>	<b>Suministro y transporte de equipos y materiales</b>	<b>55</b>
<b>7.4.3</b>	<b>Montaje electromecánico</b>	<b>59</b>
<b>7.4.4</b>	<b>Obras civiles</b>	<b>60</b>
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>66</b>

## PRÓLOGO

El propósito del tema del informe de suficiencia es demostrar los conocimientos adquiridos en diseño de proyectos especializados de líneas de subtransmisión en 33 kV, aplicando criterios técnicos óptimos como es el presente caso de LST 33 kV SE Ayaviri – SE Arasi ubicado en el departamento de Puno.

En tal sentido, se participó en los trabajos de campo y gabinete; en lo que corresponde a campo se ubicó el punto de suministro proporcionado por la empresa REP, se definió el trazo de ruta de la línea, ubicación de vértices y levantamiento topográfico. En lo que corresponde a trabajos de gabinete, se procesó los datos realizando los siguientes cálculos: distribución de estructuras mediante programa dltcad, cálculos mecánicos, selección de postes, conductores, retenidas; así como, los cálculos eléctricos.

El alcance del presente proyecto es el estudio de la selección de las estructuras, conductores y ferretería eléctrica desde la salida del recloser (reconectador de cierre automático) ubicado en la subestación Ayaviri hasta el pórtico de la subestación Arasi; sin embargo, el informe de suficiencia no comprende la selección específica del equipamiento de la subestación Ayaviri, subestación Arasi, selección del recloser ni los cálculos civiles. .

En el Capítulo I, se precisa el objetivo, alcance y características geográficas del proyecto LST 33 kV desde SE Ayaviri hasta SE Arasi. En el Capítulo II, se muestra la necesidad de sustituir la generación térmica e insuficiente de la mina Arasi; así mismo, muestra la propuesta de solución a la transmisión de energía eléctrica hacia la mina Arasi. En el Capítulo III, se especifica la demanda máxima de la mina Arasi teniendo en cuenta la evaluación de la oferta, su balance contra la demanda, análisis del sistema eléctrico y el análisis del flujo de carga.

En el Capítulo IV, se describe el proyecto específico de la LST 33 kV, precisando las características generales, criterios empleados para la selección de la ruta, geología superficial, el estudio de impacto ambiental, características de su equipamiento y se menciona el ancho de la franja de servidumbre.

El Capítulo V, muestra el procedimiento y criterios de los cálculos eléctricos de la línea de subtransmisión en cuanto a su nivel de aislamiento, selección de aisladores, puestas a tierra, distancia de seguridad, selección del conductor y cable de guarda; así mismo, los cálculos eléctricos de las subestaciones Ayaviri y Arasi, referido a estudios de cortocircuito, nivel de aislamiento, distancia mínima de seguridad, selección de conductores, barras, aisladores y malla de tierra.

El Capítulo VI, se considera los cálculos mecánicos de la línea de subtransmisión referido a conductores y cable de guarda, crucetas, prestaciones de estructuras, efecto galloping en la línea y efecto creep.

Finalmente, en el Capítulo VII, muestra el costo de inversión total de US\$ 2 757 053.58<sup>(\*)</sup> en donde la línea de subtransmisión 33 kV tiene un costo de US\$ 1 419 604.98<sup>(\*)</sup> con un costo de US\$ 24 573.54<sup>(\*)</sup> por kilómetro. La subestación Ayaviri tiene un costo de US\$ 430 323.29<sup>(\*)</sup> y la subestación Arasi tiene un costo de US\$ 907 125.31<sup>(\*)</sup>.

<sup>(\*)</sup> Costo incluido IGV

Deseo hacer un reconocimiento especial a mi padre, Ing. Guillermo Escalante Huancahuare, por brindar su apoyo, dedicación y comprensión que en conjunto fue una ayuda sustancial para realizar el presente informe de suficiencia.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Objetivo

Describir los criterios de diseño de la línea de subtransmisión, subestaciones de salida y llegada para interconectar al SEIN una carga minera.

### 1.2 Alcances

La experiencia, el análisis a cada actividad y el trabajo en equipo; me permitieron desarrollar el presente informe; por tener relación directa en el estudio definitivo.

El presente informe detalla la implementación de las siguientes instalaciones:

- Subestación Ayaviri 33/22.9 kV de 5 MVA: Se equipará una celda de transformación (interruptor y seccionador de barra) en el espacio libre del patio de llaves 22.9 kV, en el área adyacente a la subestación se implementará el patio de llaves 33 kV equipado con una celda de línea con Recloser y un transformador de potencia de 5 MVA.
- Subestación Arasi 33/10/2.3 kV de 5/2/3.5 MVA y 10/0.46 kV de 1.5 MVA: Es una subestación de llegada, y se ubicará en el área de la mina frente a la planta de procesos, y estará conformada por el equipamiento de maniobra, medida, protección, medición, control y comunicaciones.
- Línea de Transmisión 33kV Ayaviri–Arasi: Tendrá una longitud de 57.77 km, con conductor de Alliance AAAC 125 mm<sup>2</sup>, Cable de guarda EHS-25 mm<sup>2</sup>, aisladores tipo pin ANSI 56-5 (alineamiento) y cadena de aisladores 4xAnsi-52-3(Anclaje y ángulo), con postes de madera de pino (souther pine) de 45 y 50 pies de clase 3. Con la finalidad de dar mayor seguridad, se utilizó la altura y clase de postes antes indicado.

### 1.3 Antecedentes

Los antecedentes del proyecto son los siguientes:

- La Mina Arasi fue implementada con una demanda proyectada de 2.9 MW, para el inicio de operaciones, asimismo se implementó su central térmica ubicada en el área de la mina de 3.25 MW de potencia instalada y 1.9 MW efectivos.
- Se realizó un viaje al área del proyecto, definiendo la Ruta de línea, ampliación de

la Subestación Ayaviri, y el área de la S.E. Arasi, así como realizando el levantamiento topográfico del proyecto.

- Se sostuvo una reunión con los ingenieros del Área Comercial de REP, en donde se explicó la configuración del equipamiento planteado para la subestación Ayaviri, quedando en entregar un informe en donde se explique el proyecto y los lineamientos que debería contener.
- Se entregó un informe técnico de la propuesta de adecuación de la subestación Ayaviri, y exponiendo las alternativas planteadas a REP.
- Se levanto el documento de observaciones quedando la definición del proyecto expedito para la culminación a nivel de Estudio Definitivo para ejecución de Obra.

## **1.4 Características geográficas**

### **1.4.1 Ubicación geográfica**

La zona del proyecto se ubica en el departamento de Puno en sus provincias de Lampa y Melgar, en los distritos de Ayaviri, Vila Vila y Ocuvi en la región sierra, el recorrido de la línea de subtransmisión 33 kV, se inicia en la S.E. Ayaviri 138/22,9/10 kV en Ayaviri, continua su recorrido por los distritos de Ayaviri, Vilavila y Ocuvi, estos dos últimos pertenecientes a la provincia de Lampa, en Ocuvi y se encuentra el centro Minero Arasi, perteneciente a la Cia Minera ARASI SAC.

El proyecto se ubica entre las coordenadas UTM (WGS84) 956 324 E, 8 301 636 N; 944 959 E, 8 310 229 N; 972 725 E, 8 345 044 N y 983 085 E, 8 337 211 N; encontrándose dentro de los cuadrángulos Ayaviri (30-u) y Ocuvi (31-u) de las cartas del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La ubicación geográfica del proyecto, caminos de acceso, diagrama unifilar general y la ruta de línea se presenta en los planos GEN-01, GEN-02, GEN-03, GEN-04 respectivamente.

### **1.4.2 Condiciones climáticas**

La zona del proyecto está ubicada en una zona sometida a constantes tormentas con presencia de nieve, lluvia y descargas atmosféricas, en un ambiente no corrosivo, con las siguientes características:

- Temperatura mínima : -15 ° C
- Temperatura media : 12 ° C
- Temperatura máxima : 22 ° C
- Velocidad media/máxima del viento : 30/86.4 km/h

- Altura msnm 3930 (S.E. Arasi) y 4650 (S.E. Ayaviri) 5030 (máxima) y 3900 (mínima)

### 1.4.3 Medios de transporte

Los medios de comunicación a la zona del proyecto son los siguientes:

- Transporte Vía Terrestre:

Accesos Principales:

Ruta Lima-Arequipa-Juliaca-Ayaviri

Ruta Lima-Pisco–Cusco-Ayaviri-Juliaca

Accesos Secundarios:

Carretera Asfaltada Puno-Juliaca-Ayaviri

Carretera Afirmada Lampa-Ocuviri

Nota: Los caminos de acceso se presenta en el plano GEN-02

- Transporte Vía Aérea: Para acceder a la zona por vía aérea se cuenta con el aeropuerto de Juliaca con vuelos diarios Lima-Juliaca, y la carretera asfaltada en regular estado Juliaca-Ayaviri-Moquegua, y los accesos secundarios descritos en el ítem anterior.

- Medios de Comunicación: con respecto a los medios de comunicación telefónicos y radial tenemos:

Teléfono domiciliario/público, radio, televisión e internet en: Juliaca, Ayaviri y en la Mina Arasi.

Teléfono público, radio, televisión e internet en Vilavila



## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1 Descripción del problema**

Se necesita sustituir la generación térmica deficiente e insuficiente de la mina Arasi (Cia Minera ARASI SAC) energizándose del Sistema Interconectado Nacional-SEIN, considerando como punto de suministro la barra en 22.9 kV de la SE. Ayaviri de propiedad de Red de Energía del Perú –REP.

#### **2.2 Instalaciones existentes**

##### **2.2.1 Subestación Ayaviri 22.9/33 kV**

La subestación Ayaviri se encuentra en el distrito de Ayaviri a las afueras de la ciudad y aledaña a la carretera Juliaca-Cuzco, cuenta con tres niveles de tensión, cada nivel con su respectivo patio de llaves, de acuerdo a la siguiente descripción:

➤ Nivel 138 kV: En este nivel se cuenta con un patio de llaves, con el siguiente equipamiento:

01 transformador de potencia de 138/22.9/10 kV – 5-6.5/5-6.5/3-4 MVA (ONAN-ONAF)

01 Celda de línea transformador (transformadores de medida, pararrayos, interruptor y seccionador de línea)

Los equipos de maniobra, seccionadores, pararrayos, interruptor, transformadores de medida son en 170 kV – 750 BIL

➤ Nivel 22.9 kV: En este nivel se cuenta con un patio de llaves en configuración simple barra, con el siguiente equipamiento:

01 celda de transformador 22.9 kV

02 Celdas de línea una para el PSE Ayaviri, y la otra esta libre.

➤ Nivel 10 kV: En este nivel se cuenta con un patio de llaves en configuración simple barra, con el siguiente equipamiento:

01 celda de transformador 10 kV

03 Celdas de línea una para la ciudad de Ayaviri

## 01 Celda de Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares existentes tienen las siguientes características:

- Sistema de c.a. 380/220 V, (3 fases- cuatro hilos)
- Sistema de c.c. 110 V
- Sistema de c.c. 48 V subestaciones

Ver planos OE-SEAYA-01 y OE-SEAYA-02.

### 2.2.2 Subestación Arasi 33/10/2.3 kV

Se encuentra alimentada eléctricamente por una central térmica de 1.9 MW compuesta de 04 grupos electrógenos de 0.46 kV.

### 2.3 Diseño del proyecto

Ver diagrama Unifilar Plano GEN-03.

#### 2.3.1 Subestación Ayaviri 22.9/33 kV

##### a) Configuración de la subestación Ayaviri

La SE. Ayaviri cuenta con un transformador de potencia de 138/22.9/10 kV – 5-6.5/5-6.5/3-4 MVA (Onan-Onaf) el cual alimenta a un sistema de barras en 22.9 kV en configuración simple barra, equipada para dos celdas de línea (PSE Ayaviri y Respaldo). Para alimentar a la Mina Arasi se equipará una celda de transformación (interruptor y seccionador de barra) en el espacio libre del patio de llaves 22.9 kV. En el área adyacente a la subestación se implementará el patio de llaves 33 kV equipado con una celda de línea con Recloser y un transformador de potencia 22.9/33 kV 5 MVA.

Las celdas se controlarán localmente en el patio de llaves, localmente en el edificio de control y remotamente desde el Centro de Control de REP.

Para el sistema de control Remoto se llevarán señales de control, medición, alarmas de las celdas 22.9 kV y 33 kV, hasta el puerto de comunicaciones de la RTU existente (SIEMENS SICAM RTU), estará a cargo de REP la reprogramación y repotenciación de la RTU existente para enviar las señales de las nuevas celdas al centro de control de REP. La RTU de SE Ayaviri se comunica con la estación maestra del Centro de Control mediante dos rutas alternativas; una soportada por fibra óptica y la segunda soportada con enlaces de onda portadora, lo cual le da confiabilidad al sistema.

Ver planos OE-SEAYA-03.

##### b) Equipos en el patio de llaves a proyectar

Los equipos de patio de llaves a ser utilizados son:

- Equipos en el patio de llaves 33 kV

Transformador de potencia 22.9/33 kV; 5 MVA, para instalación tipo exterior con regulación en vacío, y transformador de corriente en el bushing (lado 33 kV 100/1/1 2x30VA; 5p20, cl 0.2), con soportes para adosar pararrayos en AT/MT, para instalación: 4950msnm

Reconectador Automático (Recloser) 38 kV; 630A;12 kA; 250kV-BIL

Seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra 33 kV; 250 kV pico (BIL); 630 A, mando eléctrico y manual.

Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3, incluye contador de descargas, para instalación tipo exterior.

➤ Equipos en el patio de llaves 22.9 kV

Interruptor automático 27 kV; 630 A; 12 kA; 170 kV-BIL

Seccionador de barra 27 kV; 170 kV pico (BIL); 630 A, mando manual.

Transformador de corriente, 150-100/1/1/1 A; 170 kV-BIL,2x30 VA; 5p20; cl 0,2, para instalación tipo exterior

Pararrayos 21 kV, 10 kA, cl 3, para instalación tipo exterior

Ver planos OE-SEAYA-04, OE-SEAYA-05 y OE-SEAYA-06.

### c) **Protección control y medición**

A continuación se describen las consideraciones sobre fiabilidad y seguridad, respaldo, los requerimientos de redundancia, y las consideraciones que se tuvieron en consideración para la selección del esquema de protección de la línea Ayaviri-Arasi 33 kV. Se recomienda que la tecnología de los relés de protección sea de estado sólido, de tecnología digital dado el desempeño satisfactorio que estas han presentado en la aclaración de fallas de los sistemas de potencia.

En forma general las protecciones deben poseer mando local y remoto, poseer interfaz de comunicación, indicadores locales de operación, suficientes entradas y salidas para poder implementar la lógica de protecciones.

➤ Relé Diferencial multifunción (87) para protección de Transformador de 2 devanados con funciones de sobrecorriente (50/51/, 50/51N, 46, 67N/67)

➤ Relé multifunción de respaldo funciones de sobre corriente, tensión (50/51/, 50/51N, 27/59, 49)

➤ Medidor Electrónico y Multifunción para la medida de los siguientes parámetros:

Tensión de fases y fase tierra

Corriente por fase

- Frecuencia, factor de potencia
- Potencia activa y reactiva
- Medición activa doble tarifa y reactiva tarifa simple

Deberá tener capacidad de memoria masiva, inclusiva para almacenar el perfil de carga diario con un intervalo de 15 minutos. El software requerido será parte del suministro.

- Relé de Protección del Recloser, con las siguientes funciones
  - Sobrecorriente instantánea y temporizada (50/51)
  - Sobrecorriente de falla a tierra instantánea y temporizada (50N/51N)
  - Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
  - Función de de recierre (79);
  - Función de Sincronismo (25)
- Facilidades de Comunicaciones

Los equipos (relé, medidores) deben tener la capacidad de conectarse a la red de información del centro de control de REP, lo que se realizará a través de dos protocolos, uno de los cuales deberá ser IEC-870-103, y el otro podrá ser cualquiera de los siguientes protocolos:

- MODBUS RTU
- DNP 3.0

Los puertos de comunicación deberán de conectarse a una red de datos para explotación de protecciones, control, medición y reporte mediante puerto RS232 y RS-485, para lo cual se deberá suministrar conjuntamente con el equipo el software para la programación de las funciones del Relé desde una computadora portátil o terminal del centro de control.

El medidor electrónico y los relés serán instalados en un gabinete en el edificio de control.

El sistema de Control tendrá 03 niveles:

1º Nivel: Localmente en el patio de llaves

2º Nivel: Localmente en el edificio de control, para lo cual se prevé la ampliación del mímico existente en el edificio de control de la subestación

3º Nivel: Remotamente desde el Centro de Control.

Ver plano OE-SEAYA-07.

#### **d) Servicios auxiliares**

Los servicios auxiliares serán utilizados de los circuitos de reserva existentes en los tableros de SS.AA del edificio de control, que cuenta niveles de tensión de 380/220 V c.a. y 110/48 V c.c.

Ver plano OE-SEAYA-08.

### 2.3.2. Subestación Arasi

#### a) Configuración de la subestación Arasi

La SE. Arasi 33/10/2.3 kV 5/3.5/2.5 MVA y 10/0.46 kV - 1.5 MVA se ubicará en el área de la mina entre los locales de la central térmica y la planta de procesos. La configuración de la subestación será de llegada, pues es una línea radial.

Los equipos en todos los niveles de tensión (33, 10, 2.3 y 0.46 kV) se instalarán al interior (edificio de control), las celdas en 10 kV y 2.3 kV son del tipo metal clad, previsto para ampliarse con otras celdas que permitan salidas para cargas futuras y cargas rurales.

Los tableros de control, protección y medida, permitirán el control y monitoreo de los equipos en 33 kV, 10 kV y 2.3 kV, se instalarán dentro del edificio de control. Los servicios auxiliares podrán tomar energía de la central térmica en emergencia y normalmente del devanado de BT del transformador 10/0.46 kV - 1.5 MVA.

El sistema de comunicaciones entre la S.E. Arasi y la S.E Ayaviri será vía radio, para lo cual se ampliará el sistema de radio UHF.

Ver planos OE-SEARA-01 y OE-SEARA-02.

#### b) Equipos en el edificio de control

Los equipos en edificio de control a ser utilizados en el proyecto son:

##### ➤ Tensiones auxiliares

- Voltaje continuo para control y protección	:	110 V
- Voltaje alterno, para motores, calefacción, etc.	:	380/220 V
- Voltaje alterno para equipos de cómputo	:	220 V

##### ➤ Transformadores

Para la subestación Arasi se han seleccionado dos transformadores, uno de 33/10/2.3 kV de 5/3.5/2.5 MVA y otro de 2.3/0.46 kV de 1.5 MVA.

##### ➤ Interruptor Automático de Recierre

Se considera la instalación de un recloser en la celda de la SE Arasi 33 kV, con un aislamiento exterior de 250 kV - BIL y aislamiento interior de SF6, dispondrá de funciones avanzadas de protección, medición, registro de eventos y capacidades de comunicación.

##### ➤ Seccionadores

En la subestación Arasi 33 kV contará con dos seccionadores uno de barra y el otro de línea con cuchilla de puesta a tierra. Los seccionadores serán de apertura tripolar con mando eléctrico local y remoto además de mando manual local.

➤ Transformadores de corriente

Los transformadores de corriente serán aislados en gas SF6 o aceite, de relación múltiple. Los secundarios serán de 5/1 A, el número de núcleos será de tres devanados secundarios. La clase de precisión para medida es 0.2 segundos.

➤ Transformadores de tensión

Serán del tipo divisor capacitivo para conexión entre fase y tierra. El transformador de tensión intermedio tendrá dos devanados secundarios eléctricamente separados. La precisión de los secundarios cumplirá simultáneamente con las clases 0.5 y 3P así:

- Entre el 5 % y el 80 % de la tensión nominal será 3P
- Entre el 80 % y el 120 % de la tensión nominal será 0.5
- Entre el 120 % y el 150 % de la tensión nominal será 3P

➤ Pararrayos

Los pararrayos serán de óxido de zinc clase 3, sin explosores con dispositivos de alivio de presión; se conectarán entre fase y tierra y deben ser para operación frecuente debido a sobretensiones tipo rayo y sobretensiones por maniobra en líneas y transformadores de potencia.

Ver planos OE-SEARA-03, OE-SEARA-04 y OE-SEARA-05.

**c) Protección, control y medición**

A continuación se describen las consideraciones sobre fiabilidad y seguridad, respaldo, los requerimientos de redundancia, y las consideraciones que se tuvieron en consideración para la selección del esquema de protección de la línea Ayaviri-Arasi 33 kV

En forma general las protecciones deben poseer mando local y remoto, poseer interfaz de comunicación, indicadores locales de operación, suficientes entradas y salidas para poder implementar la lógica de protecciones.

Las protecciones en la subestación Arasi se establecieron de forma que exista una protección principal (87- relé diferencial) y protecciones de sobrecorriente para respaldo, conforme se describe a continuación:

- 01 Relé Diferencial 87 para protección de Transformador de tres devanados
- 01 Relé Diferencial 87 para protección de Transformador de dos devanados
- Medidor Electrónico y Multifunción para la medida de los siguientes parámetros:
  - Tensión de fases y fase tierra
  - Corriente por fase
  - Frecuencia, factor de potencia

- Potencia activa y reactiva
- Medición activa doble tarifa y reactiva tarifa simple

Deberá tener capacidad de memoria masiva, inclusiva para almacenar el perfil de carga diario con un intervalo de 15 minutos. El software requerido será parte del suministro.

➤ Controlador de Bahía, se suministrará una Unidad de Control para el control y mando de la celda con tecnología de microprocesadores, prevista para las siguientes funciones:

#### Funciones de Protección

- Sobrecorriente instantánea y temporizada (50/51)
- Sobrecorriente de falla a tierra instantánea y temporizada (50/51N)
- Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67N)
- Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
- Sobre y subtensión (59/27)
- Protección de frecuencia (81)
- Función de de recierre (79)
- Función de Falla de Interruptor
- Función de Sincronismo (25)

#### Funciones de Control

- Monitoreo y visualización gráfica del estado de posición (abierto/cerrado) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- Mando (abrir/cerrar) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- Visualización de alarmas con un mínimo de dos (alarma leve y alarma grave)
- Facilidad para programar la lógica de enclavamiento y opciones de bloqueo de la bahía.
- Display gráfico; debe mostrar la posición de apertura o cierre del interruptor y seccionadores asociados

#### Funciones de Medida

- Medidas de valores instantáneos de tensión , corriente de línea, potencia activa, potencia reactiva, frecuencia y factor de potencia
- Medición de energía activa y reactiva kWh, kVAh
- Datos estadísticos de demanda máxima de potencia activa, potencia reactiva, y tensión



- Perfiles de Carga de potencia activa, potencia reactiva y tensión

#### Funciones de Reporte

- Registros de operación
- Registros de fallas
- Oscilografía
- Sistemas de protección de circuitos en 10 y 2.3 kV cada uno de los cuales deberán incluir:
  - Protección de sobrecorriente de fases y tierra (50/51) y (50N/51N)
  - Protección de sobrecorriente de secuencia negativa (46)
  - Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67 N)
  - Protección de mínima potencia o corriente
  - Se aceptará la entrega de un sólo relé multifuncional con las funciones indicadas
- Facilidades de Comunicaciones

Los equipos (relé, medidores y unidad de control) deben tener la capacidad de conectarse a la red de información del centro de control, para lo cual deberán suministrarse con dos protocolos, uno de los cuales deberá ser IEC-870-103, y el otro podrá ser cualquiera de los siguientes protocolos:

- MODBUS RTU
- DNP 3.0

Se coordinará con el propietario la selección del protocolo a ser utilizado.

Los puertos de comunicación deberán de conectarse a una red de datos para explotación de protecciones, control, medición y reporte mediante puerto RS232 y RS-485, para lo cual el proveedor deberá suministrar conjuntamente con el equipo el software para la programación de las funciones del relé desde una computadora portátil.

El sistema de Control tendrá 02 niveles:

1° Nivel: Localmente en botoneras de equipos

2° Nivel: Localmente en el edificio de control, para lo cual se prevé el controlador de bahía

Ver planos OE-SEARA-06.

#### **d) Servicios auxiliares**

Para la selección del sistema de servicios auxiliares de las subestación, tanto en c.a. como en c.c., se consideró un sistema que permitiera darle un buen respaldo a la alimentación auxiliar requerida por los equipos de maniobra, control y protección de las subestaciones,



con el fin de asegurar una buena confiabilidad en la operación de ellas.

➤ **Conexión del sistema de servicios auxiliares**

Para la subestación Arasi se ha previsto obtener los servicios auxiliares desde la barra de 0.46 kV existente en el edificio de control, con la implementación de un transformador de servicios auxiliares en 460/380-230 V de 25 kVA con interruptor termomagnético como dispositivo de protección.

➤ **Sistema de corriente alterna**

El suministro de potencia a las cargas de corriente alterna se hará desde el tablero de corriente alterna conformada por un barraje a 380/220 V de donde se alimentarán las cargas de la subestación, ya sea para los equipos en 33 kV, 10 kV y 2.3 kV. En el tablero de CA se instalan interruptores tripolares o monopolares termomagnéticos para la protección y desconexión de los diferentes circuitos requeridos en cada sitio (calefactores, motores de interruptores, sistemas de aire acondicionado, circuitos de refrigeración, cargadores de baterías, etc).

➤ **Sistema de emergencia**

En la subestación Arasi se cuenta como respaldo de los servicios auxiliares la central térmica de 1900 kW efectivos, la cual se conectará al sistema barras 460 V.

➤ **Sistema de corriente continua**

Para garantizar un suministro de tensión y energía constantes para el control y la operación de la subestación, se emplea la corriente continua obtenida de dos cargadores en paralelo y un banco de baterías. En el edificio de control de la subestación Arasi habrá un sistema de corriente continua (cargadores de 50 A cada uno y banco de baterías de 110 V c.c. de 100 A - h). Ver planos OE-SEARA-07.

### **2.3.3 Línea subtransmisión 33 kV SE Ayaviri – SE Arasi**

La línea en 33 kV Ayaviri-Arasi toma como punto de alimentación la S.E. Ayaviri 138/22.9/10-6.5/6.5/4 MVA, y presenta las siguientes características técnicas:

- |                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| ➤ Tensión nominal del sistema         | 33 kV                  |
| ➤ Tensión máxima del sistema          | 34.5 kV – 60 Hz        |
| ➤ Configuración                       | 3Ø con cable de guarda |
| ➤ Factor de potencia                  | 0.95 (atraso)          |
| ➤ Conexión del neutro                 | Aterrado               |
| ➤ Potencia de cortocircuito (22.9 kV) | 100 MVA                |

## CAPÍTULO III DEMANDA ELÉCTRICA

### 3.1 Demanda máxima

La mina Arasi tiene una potencia instalada de 4.5 MW y una demanda máxima de 2.9 MW, tal y como se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 3.1 Resumen de demandas de potencia [s/n]

Área	Descripción	Potencia Instalada (KW)	Potencia de Consumo (KW)
Área colindante con la Subestación (Devanado 2.3 V del Transformador)	Bombas PAD	2 402.1	1 059.3
	Planta Merrill Crowe	611.0	431.9
	Preparación del Producto	25.4	25.4
	Planta de destrucción del Cianuro	33.6	20.1
	Laboratorio	100.0	100.0
	<b>Sub Total</b>	<b>3 172.0</b>	<b>1 636.8</b>
Sistema de Distribución Devanado 10 kV del Transformador	Planta de Chancado	1 077.2	1 077.2
	Taller de Mantenimiento	70.0	70.0
	Oficinas y Almacén	60.0	60.0
	Campamento	80.0	80.0
	<b>Total de Consumos de Demandas</b>	<b>1 287.2</b>	<b>1 287.2</b>
<b>Total Mina Arasi</b>		<b>4 459.2</b>	<b>2 924.0</b>

### 3.2 Evaluación de la oferta

La oferta estará garantizada por el SEIN con energía proveniente que podrá venir del sistema principal de transmisión en 138 kV Santuario-Callalli-Tintaya-Ayaviri o Ayaviri - Azángaro-Juliaca-Puno.

### 3.3 Balance oferta y demanda

La S.E Ayaviri cuenta con un transformador de potencia de 138/22.9/10 kV 5-6.5/5-6.5/3 - 4 MVA (Onan-Onaf), operando al 53% de su capacidad en horas punta, con la entrada de la nueva carga Mina Arasi, dicho transformador pasará a operar al 80% de su capacidad en horas punta, con refrigeración Onaf, con lo que se cubre la demanda de la Mina Arasi sin

restricciones y sin afectar la oferta a las cargas existentes.

### 3.4 Análisis del sistema eléctrico

#### 3.4.1 Parámetros eléctricos

Los parámetros eléctricos de la línea son los siguientes:

Tabla 3.2 Parámetros eléctricos de la línea 33 kV [s/n]

Material (mm <sup>2</sup> )	Código Denomin.	Sección Nominal		Hilos (Al/Ac)
		AWG	(mm <sup>2</sup> )	
AAAC	Alliance	246.90	125.10	7.00
Ø hilo (Al/Ac- mm)	Peso (kg/km)	Impedancias Secuencia Positiva		
		R-ohm/km	X-ohm/km	B- nmho/km
4.77	344.90	0.2680	0.4561	10.1053

Por lo tanto la proyección de la demanda en horas punta y fuera de punta se muestra en la tabla 3.3, en donde el factor de potencia en barras de la S.E. Arasi será de 0.95, el cual permitirá mantener perfiles de tensión y nivel de pérdidas buenos, para lo cual Aruntani realizará compensación reactiva fija en bormes de motores y automática en tableros generales.

Tabla 3.3 Proyección de la Demanda en Horas Punta y Fuera de Punta [s/n]

Demanda Máxima	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MW	2.00	2.50	3.00	3.00	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
MVA r	0.66	0.82	0.99	0.99	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15

#### 3.4.2 Análisis del flujo de carga

Se ha realizado el análisis de flujo de carga radial del proyecto con el programa winflu, para determinar la tensión en barras y caída de tensión de la línea de interconexión Ayaviri-Arasi, destacando los siguientes puntos:

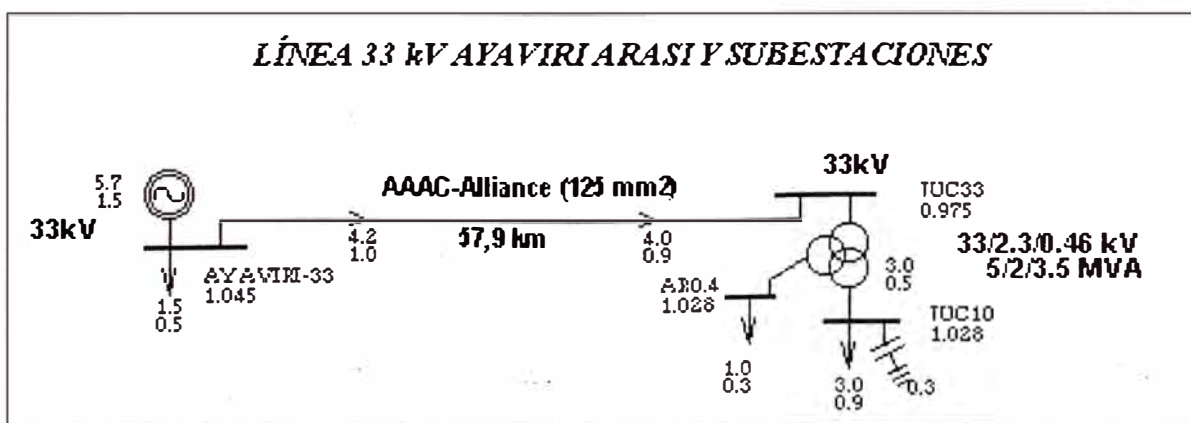


Fig. 3.1 Reporte gráfico del flujo de carga

- Dado que la potencia futura de la mina es irrelevante para el sistema en 138 kV (2.9

MW), no se ha incluido la influencia del ingreso de la mina en el funcionamiento del Sistema Interconectado Nacional-SINAC.

- El análisis presentado considera como barra swing el borne del secundario del transformador de potencia de la S.E. Ayaviri 33 kV.
- El factor de potencia en barras de la S.E. Arasi será de 0.95, el cual permitirá mantener perfiles de tensión y nivel de pérdidas buenos, para lo cual la Mina realizará compensación reactiva fija en bornes de motores y automática en tableros generales.
- El sistema eléctrico es confiable, puesto que la energía puede venir del Sistema en 138 kV (Santuario-Callalli-Tintaya-Azángaro-Juliaca-Puno) con energía proveniente de las CC.HH. Charcani V, San Gabán y Machu Picchu, así como del Sistema en 220 kV (Socabaya-Moquegua-Puno) con energía proveniente de la barra Infinita Socabaya 220 kV.
- El perfil de tensiones es bueno, requiriéndose salir con una tensión 1.045 pu (34.5 kV) en barra 33 kV de la S.E. Ayaviri.
- Para mantener la tensión constante en las barras secundarias de la subestación Arasi, el transformador de potencia deberá ser suministrado con regulación automática bajo carga.
- Se ha seleccionado el conductor de 125 mm<sup>2</sup> AAAC-Alliance

## CAPÍTULO IV

### DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN PROYECTADA

#### 4.1 Características generales de la línea

- Tensión Nominal                      33 kV
- Número de Ternas                      Una
- Longitud                                  57.77 km
- Conductor                                Alliance 125 mm<sup>2</sup> aleación de aluminio AAAC
- Estructuras                                Postes de madera, pino de 45 y 50 pies clase 3
- Crucetas                                  Madera de 2.4m, 1.8m, 3m y 4.30 m
- Aisladores                                Pin-ANSI 56-5 y 4 x ANSI 52-3 (ángulo y anclaje )
- Retenidas                                 Con cable de acero grado EHS 6.35 mm  $\varnothing$ , varilla de anclaje 19 mm  $\varnothing$ , 2.4 m; bloque de concreto 0.5x0.5x0.3 m.
- Puesta a tierra                         Electrodo de acero recubierto de cobre 16 mm  $\varnothing$ -2,4 m, conductor de acero recubierto de cobre de 25 mm<sup>2</sup> de sección, tierra de cultivo cernido, bentonita, sal y carbón.
- Vano promedio                         225 m
- Cota máxima/mínima :                5 030 (máxima) y 3 900 (mínima)

#### 4.2 Criterios empleados para la selección de la ruta de línea

El trazo de la línea fue seleccionado en base al análisis de las cartas geográficas 1/100 000, fotografías satelitales y el reconocimiento en campo en la zona del proyecto, tomado en consideración los siguientes criterios y normas de seguridad:

- Poligonal lo más recta posible, tratando de minimizar los ángulos de desvío, lo cual implica optimizar los suministros de materiales.
- Para la ruta planteada se verificó que estas no pasen por terrenos inundables, suelos hidromórficos y geológicamente inestables, para lo cual se contó con la presencia de un Ingeniero especialista en Geología.
- Evitar el paso por zonas protegidas por el Estado.
- Se identificaron las zonas donde se colocará el material excedente, así como las



canteras existentes, para no afectar el medio ambiente y visual. Ver plano GEN-04.

### 4.3 Geología superficial

La geología superficial tiene por objetivo clasificar los diferentes tipos de suelos desde el punto de vista de sus propiedades para diseñar la cimentación para las estructuras, basándose en sus propiedades mecánicas (capacidad portante, peso específico, cohesión ángulo de fricción, etc).

### 4.4 Estudio de impacto ambiental (EIA)

El EIA tiene por objetivo determinar los componentes ambientales más sensibles de las zonas que podrían ser afectadas por las operaciones de distribución eléctrica. Así como desarrollar las medidas correctivas para mitigar los posibles daños ambientales al medio ambiente desde la construcción, durante la operación y el abandono, logrando un desarrollo armónico y un equilibrio en las diferentes actividades eléctricas y el medio ambiente.

### 4.5 Características del equipamiento

La línea en 33 kV Ayaviri - Arasi cuenta con una longitud total de 57,77 km  $3\emptyset$  de 3x125 mm<sup>2</sup> AAAC. Los armados tiene por finalidad soportar, derivar y anclar los conductores; están constituidos por crucetas, aisladores de porcelana y ferretería en donde la tabla 4.1 muestra los tipos de armados y accesorios a utilizar.

Tabla 4.1 Tipos de armados y accesorios a usar en línea de subtransmisión 33 kV [s/n]

LÁMINA	DESCRIPCIÓN
LST-01	Estructura de alineamiento 0°-5° con cable de guarda, tipo ES
LST-02A	Estructura de alineamiento 5°-10° con cable de guarda, tipo EA1
LST-02B	Estructura de alineamiento 10°-30° con cable de guarda, tipo EA1
LST-03	Estructura de alineamiento 30°-60° con cable de guarda, tipo EA2
LST-04	Estructura de alineamiento 60°-90° con cable de guarda, tipo EA3
LST-05	Estructura de retención con cable de guarda, tipo ER/ET
LST-06	Estructura especial en H con cable de guarda, tipo ERH
LST-07	Estructura de retención en trío con cable de guarda, tipo ERT
LST-08	Armado con pararrayos para estructuras de alineamiento 0°-5° con cable de guarda, tipo P
LST-09	Accesorios metálicos para postes, crucetas y conductores
LST-10	Ensamble de cadena de aisladores y aislador tipo PIN
LST-11	Detalle de postes y crucetas de madera
LST-12	Retenida y accesorios
LST-13	Sistema de puesta a tierra y disposición de amortiguadores
LST-14	Detalle de señalización de postes
LST-15	Detalle de cimentación para postes de madera y concreto

A continuación se detallan las características principales del equipamiento de la línea en 33

kV Ayaviri – Arasi.

#### **4.5.1 Postes, crucetas y riostras**

Se ha previsto la utilización de postes de pino de 45 y 50 pies de clase 3, y deberán cumplir con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto. Las crucetas serán de madera nacional tipo tornillo de sección 102 mm x 127 mm y longitudes de 1.84 m, 2.4 m, 3 m y 4.3 m, y brazos soporte(riostras) de perfil angular de A°G° de 38 x 38 x 5 mm de sección y 710 mm y 1000 mm de longitud, de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto.

Accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizarán son: pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, arandelas.

Las riostras serán perfiles angulares metálicos de 38 x 38 x 5 mm (1-1/2" x 1-1/2" x 3/16") y longitudes de 7.1 m y 1.0 m.

#### **4.5.2 Conductor y cable de guarda**

El conductor a utilizar es de aleación de aluminio de 125 mm<sup>2</sup>; y la sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Corrientes de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos
- Capacidad de corriente en régimen normal
- Regulación de tensión

Los accesorios de los conductores y cable de guarda que se utilizan son: grapa de ángulo, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, manguito de reparación, amortiguadores de vibración, alambre de amarre, estructura soporte angular (bayoneta) y gancho tipo cuello.

El cable de guarda será de acero galvanizado tipo EHS de 6.25 mm de diámetro y deberá soportar las corrientes de cortocircuito y esfuerzos mecánicos a lo que estará sometido.

#### **4.5.3 Aisladores**

Según el análisis de selección del aislamiento (ver capítulo V ítem 5.1.1), se utilizará aisladores de porcelana tipo Pin ANSI 56-5 y cadena de aisladores con aislador tipo suspensión ANSI 52-3 de cuatro unidades. Los aisladores tipo Pin se instalarán en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados (5° - 30°), y la cadena de aisladores de porcelana en estructuras terminales, ángulos de desvío importantes (30° - 90°) y retención.

#### **4.5.4 Retenidas y anclajes**

Las retenidas y anclajes se instalarán en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar. El ángulo que forma el cable de retenida con el eje del poste no deberá ser menor de 45° en estructuras de anclajes monoposte; y 37° en ángulos pequeños, medianos, grandes y estructuras especiales.

Las retenidas estarán compuestas por los siguientes elementos:

- Cable de acero galvanizado tipo EHS de 6.35 mm de diámetro
- Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Mordazas preformadas
- Perno angular con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Guardacabo de acero.
- Bloques de concreto armado de 0.50 m x 0.50 m x 0.20 m y 0.50 m x 0.50 m x 0.30 m.

#### **4.5.5 Puesta a tierra**

Las puestas a tierra estarán conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de acero recubierto de cobre de 2.4 m x 16 mm ø.
- Cable de acero recubierto de cobre, copperweld 25 mm<sup>2</sup> de sección 40% conductividad.
- Eslabón angular de acero para la conexión del cable de bajada de puesta a tierra con los accesorios de la retenida en el poste.

#### **4.5.6 Material de ferretería**

Todos los elementos de hierro y acero, tales como pernos y accesorios de aisladores, será galvanizado en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

#### **4.6 Servidumbre**

El ancho de la faja de servidumbre para las líneas en 33 kV es de 11 m (5.5 m a cada lado del eje de la línea), por la cual se debe indemnizar a los propietarios de los terrenos afectados, según la norma DGE-025-p1/1988, y el CNE Suministro 2011, Parte 2, Sección 21, Párrafo 219 B, Tabla 219.



## CAPÍTULO V

### CÁLCULOS ELÉCTRICOS

#### 5.1 De la línea de subtransmisión 33 kV

##### 5.1.1 Cálculo del aislamiento y selección de aisladores

Los criterios considerados en la selección del aislamiento son por contaminación ambiental, sobretensiones a frecuencia industrial en seco y sobretensiones atmosféricas

##### a) Aislamiento necesario por contaminación ambiental

Este cálculo determina la longitud de la línea de fuga fase-tierra requerida en el aislamiento por contaminación ambiental.

La selección de la distancia de fuga de los aisladores ha sido tomada de la recomendación de la Norma IEC 815 “Recomendaciones para distancia de fuga en los aisladores para ambientes contaminados”, que establece niveles de contaminación según características ambientales, seleccionando una distancia de fuga de 16 mm/kV correspondiente a una zona de contaminación ligera (ver Anexo A), expuesta a presencia de lluvias frecuentes y de gran intensidad, lo que contribuye a la limpieza periódica de los aisladores.

La línea de fuga fase-tierra es dada por la siguiente expresión:

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{MAX} \times f_{ch} \quad (5.1)$$

Donde:

$L_{fuga}$  : Longitud de fuga fase-tierra requerida (mm)

$L_{f0}$  : Longitud de fuga unitaria (16 mm/kV $\Phi$ - $\Phi$ )

$U_{MAX}$  : Tensión Máxima de Servicio (34.5 kV)

$f_{ch}$  : Factor de Corrección por Altura;  $f_{ch} = 1 + 1.25 (\text{msnm} - 1\ 000) \times 10^{-4}$

Tabla 5.1 Longitud de la línea de fuga fase – tierra [4]

Altitud	f <sub>ch</sub>	L <sub>f0</sub> (mm/kV $\Phi$ - $\Phi$ )	U <sub>MAX</sub> (kV)	L <sub>fuga</sub> (mm)
Hasta 4 700 m.s.n.m.	1.463	16.0	34.5	<b>807</b>

Por lo tanto la mínima distancia de aislamiento requerido por contaminación, longitud de línea de fuga fase – tierra, es 807 mm. Ver Anexo A.

### b) Aislamiento necesario por sobretensión a frecuencia industrial en seco

Está dada por la siguiente expresión:

$$V_{fi} = \frac{f_s * V_{max} * H}{\sqrt{3} * (1 - N * \sigma) * \delta * fl} \quad (5.2)$$

Donde:

- $f_s$  : Factor de sobretensión a frecuencia industrial (1.50)
- $V_{max}$  : Tensión máxima (34.5 kV)
- $H$  : Factor por Humedad (1.0)
- $N$  : Número de desviaciones estándar alrededor de la media (3)
- $\sigma$  : Desviación estándar (2%)
- $\delta$  : Densidad relativa del aire a 4 700 msnm (0.573)
- $fl$  : Factor por lluvia (0.8)

Tabla 5.2 Aislamiento necesario por sobretensiones a Frecuencia industrial [4]

Descripción	$V_{fi}$ (kV)
Hasta 4 700 m.s.n.m.	69

Por lo tanto aislamiento necesario por sobretensión a frecuencia industrial en seco deberá ser fabricado para resistir como mínimo 70 kV. Ver Anexo B.

### c) Voltaje de flameo de impulso crítico ( $V_{FIC}$ )

Las líneas de distribución, debido a su bajo nivel de aislamiento, son afectadas por las sobretensiones indirectas a través del voltaje de flameo de impulso crítico.

La onda de sobretensión viaja a través poste, y es la cruceta de madera y el aislador (ya sea tipo pin o suspensión) los que dan el aislamiento requerido por la línea contra éste voltaje.

El poste de madera se comporta como tierra, debido a que el poste de madera lleva el conductor de puesta a tierra a un lado.

Para evaluar el aislamiento se han tomado las siguientes consideraciones, de acuerdo a la Norma IEEE Std. 1410:

- Nivel de tensión nominal: 33 kV
- Altitud promedio: 4700 m.s.n.m.
- Factor de corrección por altitud  $f_{ch} = 1 + 1.25 (msnm - 1\ 000) \times 10^{-4}$ , en nuestro caso,  $f_{ch} = 1.463$
- Voltaje de flameo de impulso crítico, a nivel del mar: 300 kV
- Voltaje de flameo de impulso crítico, corregido por altitud: 439 kV

Analizamos para el caso mas crítico aislador PIN 56-5.

Tabla 5.3 Evaluación del flameo de impulso crítico [4]

De	A	Componentes de la trayectoria de flameo			V <sub>FIC</sub>	
		(1) Aislador PIN 56-5 V <sub>FIC</sub> (kV)	(2) Cruceta de Madera		(3) Poste de Madera(*) V <sub>FIC</sub> (kV)	Total (1)+(2)+(3) >439 kV
			Long. (m)	V <sub>FIC</sub> (kV)		
Línea de Tierra	Fase R	270	0.770	193	0	463
Línea de Tierra	Fases S, T	270	0.900	225	0	495

(\*) El poste de madera no contribuye al aislamiento, debido a que se está colocando el cable de bajada de puesta a tierra del cable de guarda pegado al poste.

Observamos que el aislamiento para el voltaje de flameo del impulso crítico en la fase R y fases S-T (463 kV y 495 kV respectivamente) es mayor al voltaje de flameo de impulso crítico corregido por altitud (439 kV); por lo tanto, el aislador PIN 56-5 puede resistir dicho voltaje. Ver Anexo C.

#### d) Selección de los aisladores

A continuación se presentan los valores calculados para el aislamiento requerido por la línea en 33 kV, y se comparan con las características de los aisladores de porcelana que podrían utilizarse:

Tabla 5.4 Selección de los aisladores [4]

Característica	Unid.	Calculado	Tipo Pin	Tipo Cadena Suspensión	
			56-5	3*52-3	4*52-3
Lf	mm	807	836.6	876	1168
Vfi	kV	69	125	130	170
Vfic	kV	439	270	345	415

En conclusión, de los resultados obtenidos se ha seleccionado los aisladores de porcelana tipo PIN Ansi 56-5 para los armados en alineamiento y con ángulos pequeños; y del tipo Suspensión ANSI 4x52-3 para los armados con ángulos fuertes y de retención.

Ver Anexo B.

#### 5.1.2 Puesta a tierra

Se ha hecho mediciones de la resistividad del terreno de acuerdo a la metodología de Wenner en algunos puntos de la ruta de la línea, encontrándose valores diferentes de acuerdo al tipo de suelo. Los datos obtenidos han sido procesados para obtener la estratificación del terreno de dos capas a través de la metodología de curvas.

Los valores así obtenidos de resistividad por estrato y profundidad del estrato superior permiten hallar la resistividad equivalente del terreno que permite calcular la resistencia de puesta a tierra que se obtendrá.

El estudio de suelos ha determinado cuatro tipos de suelo: bofedal, arcilloso, conglomerado

y rocoso (I, II III, y IV).

Dependiendo de la configuración de la PAT, se obtendrá un valor de resistencia de puesta a tierra.

Las estructuras contarán con puestas a tierra de cuatro tipos:

- PAT-1: 01 pozo de puesta a tierra, con electrodo de 2.4m y relleno con terreno propio, para terreno normal.
- PAT 1A: 01 pozo de puesta a tierra, con electrodo de 2.4m y terreno de cultivo, para terreno arcilloso.
- PAT 1B: 01 pozo de puesta a tierra, con electrodo de 2.4m y terreno de cultivo, sal, carbón y bentonita, para terreno conglomerado.
- Sistema PAT-1C: Este sistema de puesta a tierra esta conformado por 1 pozo de puesta tierra conectado a dos contrapesos, su instalación es para disminuir el efecto inductivo producido por la varilla; por otro lado, la varilla ayudará a disminuir la impedancia al impulso. Debido a los dos contrapesos y la varilla unidos en el punto de ingreso de la corriente, es posible lograr una mayor dispersión de la corriente de falla y disminuir la resistencia en estado estacionario.

El tipo de puesta a tierra cambia de acuerdo al tipo de terreno a lo largo de la ruta de la línea.

Los valores de resistencia de puesta a tierra para los diferentes tipos de PATs se calcularán de acuerdo a las siguientes fórmulas:

- PAT-1:

$$R_{PAT-1} \equiv \frac{\rho_a}{2 * \pi * l} \operatorname{Ln} \left[ \frac{4 * l}{1.36 * d} * \frac{(2 * H + l)}{(4 * H + l)} \right] \quad (5.3)$$

$\rho_a$  = Resistividad eléctrica aparente del terreno (ohm-m)

$l$  = Longitud de la (1.8 m)

$d$  = Diámetro de la varilla (16 mm)

$H$  = Profundidad de enterramiento (0.3 m)

Las estructuras que atraviesan terrenos tipo bofedal no necesitan tratamiento alguno de la tierra en el pozo, ya que son zonas que se encuentran permanentemente húmedas en tiempo de lluvias, y en temporada seca, no se requiere protección contra rayos.

La resistencia de puesta a tierra disminuye luego del tratamiento con sales, carbón y bentonita, ya que se reduce el valor de la resistividad equivalente.

- Tipo PAT-1C: Este sistema de puesta a tierra fue diseñado especialmente para

zonas rocosas, con resistividades del orden de los  $10^3 \Omega\text{m}$ . La utilización de contrapesos es para insertar un efecto capacitivo en el sistema de puesta a tierra lo que produce una disipación suave de la onda impulso y una reducción de la impedancia de impulso. La colocación de una varilla en el punto de ingreso de la corriente de falla (punto inicial de los contrapesos) reduce la impedancia inicial al impulso aunque no disminuye la resistencia de estado estacionario en la misma proporción, lo que si se logra con la aplicación de los dos contrapesos.

El relleno para los pozos o zanjas en donde irán instalados las varillas y contrapesos será de tierra negra o de cultivo, la cual presenta una resistividad aparente del orden de 1 a 50 ohm.

La resistividad aparente del terreno se verá reducida debido a la aplicación alrededor de los conductores y varillas de un suelo artificial altamente conductivo, en una proporción de una dosis (25kg) por pozo o por cada 7 metros de electrodo lineal, lo cual garantiza una reducción de la resistencia de puesta a tierra en mas de un 80% pasados los 5 días de aplicación.

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra equivalente se realiza según lo siguiente:

$$R_{PAT-3B} \equiv \frac{1}{\frac{1}{R_{JABALINA}} + \frac{2}{R_{CONTRAPESO}}} \quad (5.4)$$

Con el sistema de puesta a tierra descrito en el presente ítem es posible obtener valores de resistencia equivalente del orden de los 25 ohm. La norma IEEE Std 1410, indica que para obtener una buena efectividad del cable de guarda con un  $V_{FIC}$  de 300 kV, es necesario obtener resistencias de puesta a tierra menor a 40 ohm. Por lo que se concluye que nuestro sistema de puesta a tierra es correctamente aplicable para evitar salidas por sobretensiones atmosféricas en zonas rocosas.

Luego del tratamiento de la puesta a tierra se debe obtener los siguientes valores de resistencia de puesta a tierra:

- Terreno de cultivo y bofedal:  $<15 \Omega$
- Terreno arcilloso:  $<25 \Omega$
- Terreno conglomerado:  $<30 \Omega$
- Terreno rocoso:  $<40 \Omega$

Las puestas a tierra utilizarán los siguientes materiales:

- Cable de acero recubierto de cobre, copperweld  $25 \text{ mm}^2$  sección 40% conductividad.

- Varilla de acero recubierto de cobre de 16 mm Ø x 2.4 m de longitud
- Conector de bronce para electrodo de 16 mm Ø
- Conector de bronce tipo perno partido
- Grapas en “U”
- Listón de madera
- Bentonita sódica, sal y carbón
- Tierra vegetal cernida y compactada

### 5.1.3 Selección del conductor y cable de guarda

#### a) Selección del conductor

Los criterios tomados en cuenta para la selección del conductor Alliance de Aleación de Aluminio de 125 mm<sup>2</sup> fueron los siguientes:

- Como material, es más económico que el cobre. Además este último no es recomendable para líneas de transmisión debido al requerimiento de mayor cantidad de estructuras por las características de su catenaria.
- De los resultados del análisis de flujo de potencia se obtuvo que la sección de 125 mm<sup>2</sup> es el óptimo para la potencia requerida por la mina, obteniendo una buena regulación de tensión.

Por lo mencionado anteriormente se definió el conductor de 125 mm<sup>2</sup> de aleación de aluminio de las siguientes características:

➤ Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	125.00
➤ Diámetro exterior (mm)	14.31
➤ Peso teórico unitario (kN/m)	3.37
➤ Carga de rotura (kg)	3884.00
➤ Resistencia eléctrica a 25 ° C (ohm/km)	0.2728

#### b) Selección del cable de guarda

Se ha seleccionado como material, el cable de acero galvanizado grado EHS de 25 mm<sup>2</sup> sección para 33 kV.

Esta sección permite coordinar las relaciones de flechas con el conductor de 125 mm<sup>2</sup> de aleación de aluminio.

El cable de guarda presenta las siguientes características:

➤ Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	25
➤ Diámetro exterior (mm)	6.35
➤ Peso teórico unitario (kN/m)	1.77



Carga de rotura (kg)

3 016

El cable de retenida será el mismo que el cable de guarda, permitiendo así contar con un mismo suministro para retenidas y cable de guarda.

### c) Cálculo de cortocircuito

A continuación se verifica la capacidad térmica del conductor y del cable de guarda frente a la corriente de cortocircuito, la cual está dada por la siguiente fórmula:

$$I \equiv \frac{S}{\sqrt{t}} \sqrt{\left[ \frac{c\gamma}{\rho\alpha k_p} \ln(1 + \alpha(t_2 - t_1)) \right]} \quad (5.5)$$

Los valores obtenidos para una duración de cortocircuito de 0.4 segundos son del orden de 14.13 kA y 2.93 kA para el conductor y el cable de guarda.

Estos valores se encuentran por encima de la máxima corriente de cortocircuito (2.9 kA) que se puede dar en el sistema, lo cual confirma la capacidad de los conductores de aleación de aluminio ante las corrientes de cortocircuito; mas aún si consideramos que los equipos actuales de protección logran eliminar la falla de cortocircuito en menos de 0.1 s (100 ms).

Tabla 5.5 Capacidad térmica del conductor y del cable de guarda [7]

Magnitud	125 mm <sup>2</sup> AAAC	25 mm <sup>2</sup> - EHS	Unidad	Descripción
I =	14.13	2.93	kA	Corriente admisible
S =	125	24.6	mm <sup>2</sup>	Sección
c =	8.69	4.84	Joule/kN C	Calor específico
g =	0.275	0.802	N/m <sup>3</sup>	Peso específico
r =	0.0359	0.106		Resistividad del metal a la temperatura inicial t1
a =	0.004	0.0035	1/°C	Coefficiente incr. Resistencia c/ temperatura
t1 =	40	40	°C	Temperatura en el instante t1 de inicio
t2 =	130	400	°C	Temperatura en el instante t2
t =	0.4	0.4	s	Tiempo duración del cortocircuito o sea t2-t1
kp =	1	1.5		Coefficiente pedicular o Rca/Rcd

Para el análisis de la corriente de cortocircuito se ha tomado en consideración la referencia bibliográfica de: "Evaluación de la Capacidad Térmica y Pérdidas de la Rigidez Mecánica en una LTA", Meiguen, III Jornadas de Potencia, Maracaibo 1982.

Ver Anexo D.

## 5.2 De las subestaciones Ayaviri y Arasi

### 5.2.1 Estudio de cortocircuito

Se ha realizado el cálculo de cortocircuito, para el sistema eléctrico Ayaviri-Arasi, considerando las siguientes premisas:

➤ Se considera como barra infinita, la barra 22.9 kV de la S.E. Ayaviri, con los siguientes datos de cortocircuito:

- Potencia de Cortocircuito Trifásica : 100 MVA
- Potencia de Cortocircuito Monofásica : 80 MVA
- Potencia de Cortocircuito Bifásica : 90 MVA

➤ Se carga en el sistema de Arasi, con los motores asíncronos, no considerando las cargas pequeñas como impedancias.

El cálculo de cortocircuito se resume en el cuadro siguiente:

Tabla 5.6 Corriente de cortocircuito trifásico [s/n]

Barra	Tensión nominal (kV)	Corriente $I_{3\phi}$ (kA)
Barra 22.9 kV - S.E. Ayaviri	22.90	2.91
Barra 33 kV - S.E. Ayaviri	33.00	2.01
Barra 33 kV - S.E. Arasi	33.00	0.68
Barra 10 kV - S.E. Arasi	10.00	1.51
Barra 2.3 kV - S.E. Arasi	2.30	9.81
Barra 0.46 kV - S.E. Arasi	0.46	26.72

Los equipos en cada nivel de tensión deben de ser capaces de soportar la máxima corriente de cortocircuito del sistema por nivel de tensión.

### 5.2.2 Selección del nivel de aislamiento

Los niveles de aislamiento de las subestaciones han sido obtenidos a partir del nivel básico de aislamiento-NBI corregido por la altitud, correspondiente al nivel de tensión analizado.

Tabla 5.7 Niveles de aislamiento [1]

Tensión asignada $U_r$ , kV	33	10	2.3
Altura sobre el nivel del mar, m	4650		
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ , kV Entre fase y tierra, y entre fases	95	38	10
Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo $U_p$ , kV pico Entre fase y tierra, y entre fases	250	95	40



### 5.2.3 Selección de conductores, barras y aisladores

#### a) Selección de conductores y barras

En la subestación Ayaviri para la selección de los conductores y barras se consideró la uniformidad de suministro, es decir la utilización del mismo tipo y calibre de conductor utilizado en la línea transmisión 33 kV Ayaviri-Arasi.

Ayaviri 33 kV

- Barrajes: 3xAAAC 125 mm<sup>2</sup>
- Conexiones entre equipos: 3xAAAC 125 mm<sup>2</sup>

Arasi 33/2.3 kV

- Conexiones entre equipos: barra tubular de Cu 20/25 mmØ
- Conexión entre transformador de potencia y barras: Pletina de Cu 60x10 mm y 20x5 mm

#### b) Selección de aisladores

En la subestaciones se seleccionó el mismo tipo de aislador que para la línea transmisión Ayaviri-Arasi 33 kV, por otro lado solo en la S.E. Arasi se seleccionó aisladores poliméricos pues irán fijados en el techo.

### 5.2.4 Cálculo de la malla de tierra

La base conceptual del cálculo de la malla de tierra y su metodología se obtuvo principalmente de la norma IEEE Std 80 de 1986.

- Tensión de paso admisible

$$E_{pad} = \frac{2216}{t^{1/2}} \quad (5.7)$$

- Tensión de Toque admisible

$$E_{Tad} = \frac{626}{t^{1/2}} \quad (5.8)$$

- Tensión de paso de diseño

$$E_p = K_s K_i \rho \frac{I}{L} \quad (5.9)$$

- Tensión de Toque de diseño

$$E_T = K_m K_i \rho \frac{I}{L} \quad (5.10)$$

Donde:

$$K_j = 0.65 + 0.172n \quad (5.11)$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left\{ \frac{1}{2h} + \frac{1}{d+h} + \frac{1}{2d} + \frac{1}{3d} \dots + \frac{1}{(n-1)d} \right\} \quad (5.12)$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln\left(\frac{D^2}{16hd}\right) + \frac{1}{\pi} \ln\left(\frac{3}{4}\right)\left(\frac{5}{6}\right) \dots \left(\frac{2n-3}{2n-2}\right) \quad (5.13)$$

D = espaciamento entre conductores (m)

h = profundidad de enterramiento (m)

d = diámetro del conductor (m)

n = número de conductores en el largo de la malla

L = longitud total del conductor

$\rho$  = resistividad del terreno

➤ Resistencia del sistema de puesta a tierra

$$R = \frac{R_{11} \cdot R_{22} - R_{12}^2}{R_{11} + R_{22} - 2 \cdot R_{12}} \quad (5.14)$$

Donde:

$$\begin{aligned} R_{11} &= \frac{\rho}{\pi L} (\ln 6L - 5.6 + 1.4 \frac{L}{\sqrt{A}}) \dots \text{red..de..tierra} \\ R_{22} &= \frac{\rho}{20n_j} (6.2 + \frac{28}{\sqrt{A}} (\sqrt{n} - 1)^2) \dots \text{juego..de..jabalinas} \\ R_{12} &= R_{11} - 2.4 \frac{\rho}{L} \dots \text{mutua} \end{aligned} \quad (5.15)$$

Se tiene previsto hacer uso de conductores de cobre de 95 mm<sup>2</sup> enterrados a una profundidad de 1.0 m y jabalinas tipo Cooperweld de 2.4 metros de longitud.

En la tabla 5.8 muestra el cálculo de la malla de tierra de la subestación Ayaviri 22.9/33 kV – 5 MVA, donde se observa que la malla tiene un área de 15.00 x 15.00 m.

Además; se observa que el valor de la tensión de toque y tensión de paso obtenidos son 463 V y 202 V, respectivamente. Comparando con los resultados obtenidos se tiene que la malla de tierra de la subestación Ayaviri puede dispersar la corriente y voltaje de peligro con una longitud mínima del conductor de .

En la tabla 5.9 muestra el cálculo de la malla de tierra de la subestación Arasi 33/10/2.3 kV – 5 MVA, donde se observa que la malla tiene un área de 15.00 x 15.00 m

Además; se observa que el valor de la tensión de toque y tensión de paso obtenidos son 437 V y 292 V, respectivamente. Comparando con los resultados obtenidos se tiene que la malla de tierra de la subestación Arasi puede dispersar la corriente y voltaje de peligro.

Ver planos OE-SEARA-08 y OE-SEAYA-08.

Tabla 5.8 Cálculo de la malla de tierra S.E. Ayaviri 22.9/33 kV – 5 MVA [6]

CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA		UNID.	VALOR	
(1)	ANCHO DE LA MALLA	m	15.00	
(2)	LARGO DE LA MALLA	m	15.00	
(3)	NÚMERO DE CONDUCTORES A LO LARGO DE LA MALLA	u	4	
	A LO ANCHO DE LA MALLA	u	4	
	LONGITUD TOTAL DE CONDUCTOR	m	120	
(4)	PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO	m	0.8	
(5)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	95	
	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR	mm	12.50	
(6)	NÚMERO DE JABALINAS DE LA MALLA	u	5	
(7)	LONGITUD DE CADA JABALINA	m	2.4	
(8)	DIÁMETRO DE LA JABALINA	Pulgadas	5/8	
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO				
(9)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	Ohm-m	85	Factor
(10)	TRATAMIENTO		2	
	1 SIN TRATAMIENTO			
	2 TIERRA CERNIDA + SAL Y CARBÓN			0.25
	3 TRATAMIENTO ELECTROLÍTICO			
	4 TRAT. ELECTROLÍTICO + HELICOIDE			
(11)	RESISTIVIDAD RESULTANTE	Ohm-m	21.1	
CARACTERÍSTICAS DE OPERACION				
(12)	MÍNIMO TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	s	0.25	
(13)	MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA MONOFÁSICA A TIERRA	A	3 000	
(14)	NIVEL DE TENSIÓN DEL SISTEMA	kV	33	
(15)	TENSIÓN DE TOQUE PERMITIDA	V	1252	
(16)	TENSIÓN DE PASO PERMITIDA	V	4432	
RESULTADOS				
(17)	RESISTENCIA DEL RETICULADO	Ohm	0.71	
(18)	RESISTENCIA DE LAS JABALINAS	Ohm	1.99	
(19)	RESISTENCIA MUTUA	Ohm	0.59	
(20)	RESISTENCIA TOTAL COMBINADA	Ohm	0.70	
(21)	COEFICIENTE DE ESPARCIMIENTO (Km)		0.65	
(22)	FACTOR DE IRREGULARIDAD (Ki)		1.34	
(23)	FACTOR DE ESPACIAMIENTO (Ks)		0.29	
(24)	TENSIÓN DE TOQUE	V	463	OK
(25)	TENSIÓN DE PASO	V	202	OK
(26)	LONGITUD MÍNIMA DEL CONDUCTOR		44	

Ver Anexos E y F.

Tabla 5.9 Cálculo de la malla de tierra S.E. Arasi 33/10/2.3 kV – 5 MVA [6]

CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA		UNID.	VALOR	
(1)	ANCHO DE LA MALLA	m	9.00	
(2)	LARGO DE LA MALLA	m	28.00	
(3)	NÚMERO DE CONDUCTORES A LO LARGO DE LA MALLA	u	8	
	A LO ANCHO DE LA MALLA	u	4	
	LONGITUD TOTAL DE CONDUCTOR	m	260	
(4)	PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO	m	0.8	
(5)	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	95	
	DIÁMETRO DEL CONDUCTOR	mm	12.50	
(6)	NÚMERO DE JABALINAS DE LA MALLA	u	10	
(7)	LONGITUD DE CADA JABALINA	m	2.4	
(8)	DIÁMETRO DE LA JABALINA	pulgadas	5/8	
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO				
(9)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	Ohm-m	164	Factor
(10)	TRATAMIENTO		2	
	1 SIN TRATAMIENTO			
	2 TIERRA CERNIDA + SAL Y CARBÓN			0.25
	3 TRATAMIENTO ELECTROLÍTICO			
	4 TRAT. ELECTROLÍTICO + HELICOIDE			
(11)	RESISTIVIDAD RESULTANTE	Ohm-m	41.0	
CARACTERÍSTICAS DE OPERACION				
(12)	MÍNIMO TIEMPO DE OPERACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	s	0.25	
(13)	MÁXIMA CORRIENTE DE FALLA MONOFÁSICA A TIERRA	A	3 000	
(14)	NIVEL DE TENSIÓN DEL SISTEMA	kV	<b>33</b>	
(15)	TENSIÓN DE TOQUE PERMITIDA	V	1252	
(16)	TENSIÓN DE PASO PERMITIDA	V	4432	
RESULTADOS				
(17)	RESISTENCIA DEL RETICULADO	Ohm	1.13	
(18)	RESISTENCIA DE LAS JABALINAS	Ohm	1.93	
(19)	RESISTENCIA MUTUA	Ohm	1.02	
(20)	<b>RESISTENCIA TOTAL COMBINADA</b>	<b>Ohm</b>	<b>1.11</b>	
(21)	COEFICIENTE DE ESPARCIMIENTO (Km)		0.46	
(22)	FACTOR DE IRREGULARIDAD (Ki)		2.03	
(23)	FACTOR DE ESPACIAMIENTO (Ks)		0.31	
(24)	TENSIÓN DE TOQUE	V	437	OK
(25)	TENSIÓN DE PASO	V	292	OK
(26)	LONGITUD MÍNIMA DEL CONDUCTOR		91	

Ver Anexos G y H.

### 5.2.5 Cálculo de barras

El cálculo de barras considera los siguientes factores:

- Corriente Nominal
 

Nivel (kV)	33
I nominal máxima del sistema (A)	100
- Esfuerzo electrodinámicos producido por las corrientes de cortocircuito

Para esto se define la corriente máxima de cortocircuito:

$$I_{ch} = \sqrt{2} * 1.8 * I_{cc} \quad (5.16)$$

Los esfuerzos electrodinámicos entre los elementos conductores esta dado por:

$$F_{max} = 0.20 * \frac{l}{d} I_{ch}^2 \dots \dots \dots \text{Newtons (cortocircuito bifásico)} \quad (5.17)$$

Donde:

l = distancia entre soportes

d = distancia entre conductores

- Esfuerzo térmicos producido por las corrientes nominales y de cortocircuito
- El esfuerzo térmico depende de la magnitud y duración de la intensidad de cortocircuito, además la temperatura máxima que alcanzara el conductor es dado por:

$$\theta = 80 + \frac{k}{A^2} I_{cc}^2 (t + 0.6) * 10^2 \dots \dots \dots (^\circ C) \quad (5.18)$$

Donde:

A = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

t = tiempo del relé mas el tiempo de apertura del interruptor (segundos)

k = constante del material = 0.0149

Para el caso mas critico tenemos I<sub>cc</sub> = 1.64 kA en barra de 33 kV

$$\theta = 80 + 5.68 = 85.68$$

Temperatura máxima de operación del conductor es 180 °C



## CAPÍTULO VI

### CÁLCULOS MECÁNICOS DE LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN 33 kV

#### 6.1 Cálculo mecánico de conductores y cable de guarda

Para definir las hipótesis de cálculo mecánico de conductores y cable de guarda, se ha tomado información del mapa eólico del Perú y el CNE (ver Anexos I y J), obteniéndose los siguientes valores:

Tabla 6.1 Selección de las características meteorológicas [1]

Descripción	Mapa Eólico	CNE	Seleccionado
Velocidad Máxima del Viento	90 km/h	90 km/h	90 km/h
Temperatura Mínima	-	-	-5°C
Temperatura Máxima	-	-	40°C

Por lo tanto las Hipótesis de CMC ha determinado lo siguiente:

Tabla 6.2 Hipótesis de cálculo mecánico de conductores [1]

Hipótesis	I Templado	II Máximo Esfuerzo	III Máxima Temperatura	IV Hielo + Viento	V Mínima Temperatura
Temperatura (°C)	12	-5	40	-7,5	-15
Velocidad de Viento (km/h)	0	90	0	45	0
Esfuerzo % del Tiro de Rot.	Inicial=18%; final=16%	60	60	60	60
Espesor de Hielo (mm)	0	0	0	3	9

Tabla 6.3 Hipótesis de cálculo mecánico de cable de guarda [1]

Hipótesis	I Templado	II Máximo Esfuerzo	III Máxima Temperatura	IV Hielo + Viento	V Mínima Temperatura
Temperatura (°C)	12	-5	40	-7,5	-15
Velocidad de Viento (km/h)	0	90	0	45	0
Esfuerzo % del Tiro de Rot.	Inicial=17%; final=15%	60	60	60	60
Espesor de Hielo (mm)	0	0	0	3	4

Los cálculos mecánicos permiten determinar los esfuerzos máximos y mínimos en las diferentes hipótesis planteadas, de manera que se pueda diseñar adecuadamente las estructuras de la línea.

Los materiales de los que están hechos el cable de guarda y el conductor son distintos, de manera que su comportamiento será diferente para cualquier condición. Es por eso que la distancia de separación de los conductores y el cable de guarda no es la misma en la

estructura que a mitad de vano.

Para efectuar los cambios de estado se ha empleado el programa de cómputo DLTCAD, el cual, utiliza el método exacto de cálculo (ver Anexos K y L). En los planos LT 1/48 y LT 48/48 se muestra el inicio y fin de la distribución de estructuras de la línea de subtransmisión de 33 kV.

Se ha hecho el cálculo de la separación vertical máxima entre el primer conductor y el cable de guarda, utilizando la hipótesis de máximo esfuerzo en EDS Final de 16 %, que es el caso más crítico, y se ha evaluado la relación  $E=f_{cg}/f_{cond}$ , considerando un factor de seguridad de 0.97 ( $E \leq 0.97$ ). Los resultados muestran que en ningún momento la distancia vertical entre el cable de guarda y el primer conductor será menor que la distancia entre ambos en la estructura (ver Anexo M).

## 6.2 Cálculo mecánico de crucetas

El cálculo mecánico de crucetas permite determinar el vano peso máximo que puede soportar la cruceta. Se calcula por separado para cruceta simple en el caso de estructuras de suspensión y para cruceta doble en el caso de estructuras de retención y anclaje. El cálculo se encuentra basado en los esfuerzos producidos por cargas externas aplicadas (producida por las fuerzas del viento y el tiro), llegando a predominar los esfuerzos por flexión y los esfuerzos por corte, para lo cual una vez hallados, éstos son comparados con los esfuerzos inherentes del material (madera) que puede resistir, teniendo en cuenta el factor de seguridad.

La fórmula general para el cálculo de crucetas por flexión es la siguiente:

$$V_p = \frac{\left( \frac{Ma}{F_{sc}} - P_{ad} \times B_c \right)}{W_o \times B_c} \quad (6.1)$$

Donde:

- $V_p$  : vano peso
- $Ma$  : Momento aplicado a la cruceta (N/m)
- $F_{sc}$  : Factor de seguridad de la cruceta en condición normal
- $B_c$  : Brazo de la cruceta
- $W_o$  : Masa unitaria del conductor (kg)
- $P_{ad}$  : Peso Adicional (aislador, conductor, operario, etc)

Y el esfuerzo por corte:



$$V_p = \frac{\left( \frac{Pa}{F_{sc}} - P_{ad} \right)}{W_o} \quad (6.2)$$

Donde:

- Vp : Vano peso  
 Pa : Carga aplicada a la cruceta (N)  
 Fsc : Factor de seguridad de la cruceta en condición normal  
 Wo : Masa unitaria del conductor (kg)  
 Pad : Peso Adicional (aislador, conductor, operario, etc)

El detalle del calculo se muestra en el Anexo N.

### 6.3 Distancias de seguridad

- Separación vertical recomendada entre conductores de fases del mismo o diferentes circuitos sujetos en la misma estructura

(Tabla 6-1 RUS Bulletin 1724E-200)

- |                                                           |        |
|-----------------------------------------------------------|--------|
| - Fases del mismo circuito (NESC Tabla 235-5)             | 0.98 m |
| - Fases de diferentes circuitos (NESC Tabla 235-5)        | 1.04 m |
| - Conductor de fase y cable de guarda (NESC 235C y 233C3) | 0.76 m |

Para el proyecto se considera la separación de 1.2 entre el conductor superior y el cable de guarda y 1.6 m de separación vertical entre conductores en estructuras de retención.

En el caso de estructuras de suspensión y ángulos suaves se considera la separación de 1.9 y 1.6 m respectivamente.

- Distancias de seguridad vertical del conductor sobre:

(Tabla 4-1 RUS Bulletin 1724E-200)

- |                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| - Carreteras sujetas a tráfico de camiones                            | 6.5 m |
| - Caminos, calles y otras áreas sujetas a tráfico de camiones         | 6.5 m |
| - Terrenos de cultivo atravesados por vehículos hasta 4,6 m de altura | 6.5 m |
| - Espacios y caminos accesibles solo a peatones                       | 5.2 m |

- Distancia vertical mínima del conductor cuando la línea cruza sobre:

(Tabla 4-3 RUS Bulletin 1724E-200)

- |                          |       |
|--------------------------|-------|
| - Líneas de comunicación | 2.0 m |
| - Líneas de distribución | 1.1 m |

- Distancia vertical mínima del conductor cuando la línea cruza sobre:

(Según CNE Suministro 2011)

## Asumido

		Largo	Cruce	Largo	Cruce
-	Carreteras	6.7 m	7.2 m	7 m	7.5 m
-	Inaccesible	5.2 m	6.7 m	6 m	7 m
-	Trocha	6.2m	6.7 m	6 m	7 m
-	Cultivos-Paso de vehículos	-	6.7 m	-	7 m

**6.4 Separación horizontal entre conductores**

Según recomendaciones de la norma DGE, la separación horizontal mínima a mitad de vano se obtiene de:

$$S = 0.0076 \times V_{\max} \times F_h + 0.65 \sqrt{f} \quad (5.6)$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases, kV

Fh = Factor de corrección por altitud

f = Flecha del conductor a la temperatura máxima prevista, m

Donde se requiere afectar por altitud debido a que las instalaciones se desarrollan por encima de los 1000 m.s.n.m.

U nominal : 33 kV

Fh (factor de corrección por altura) :  $1 + 1.25 \cdot (H - 1000) \cdot 10^{-4}$

En el cuadro siguiente, se muestran en resumen los vanos máximos por separación horizontal entre conductores, para los armados más utilizados:

Tabla 6.4 Separación horizontal entre conductores [2] [3]

Armado	N° de Postes por Armado	Separación Horizontal S (m)	Tipo y Sección Conductor AAAC	Efecto de la Altura Factor de corrección (Fh)	Normas					
					DEP		NESC		RUS	
					Flecha (m)	Vano (m)	Flecha (m)	Vano (m)	Flecha (m)	Vano (m)
ES-ES	1	2.70	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	12.7	390	43.8	770	13.4	400
ER-ER	1	2.70	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	12.7	390	43.8	770	13.4	400
ES-ERH	-	3.35	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	20.8	520	70.3	980	21.5	530
ES-ERT	-	4.35	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	37.2	700	123.2	1000	37.8	710
ERH-ERH	2	4.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	31.0	640	103.0	1000	31.6	650
ERH-ERT	-	5.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	50.4	820	165.4	1000	50.8	830
ERT-ERT	3	6.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	74.7	1000	242.6	1000	74.7	1000

El detalle del calculo se muestra en el Anexo O.

## 6.5 Prestaciones de estructuras

Para definir las prestaciones de las estructuras (vano viento, vano peso, vano máximo) se consideró:

- Aislamiento de los conductores y distancias de seguridad
- Separación horizontal y vertical entre conductores a medio vano
- Cálculo mecánico de la cruceta simple y doble

Tabla 6.5 Prestaciones de estructuras [s/n]

Tipo de Armado	Función	Angulo Vano Viento	Tipo de Poste	Cantidad de Postes	PRESTACIONES			Cant. Ret/Poste	Ang. Retenida	Observaciones
					Vano peso máximo	Vano por Sep. Hor. máxím	Vano viento máximo			
ES	Alineam 0°-5°	0°	45pies-C3	1	674	380	280	0	-	No requiere retenida
		3°		1	674	380	280	1	37	Req. una retenida
		5°		1	674	380	280	1	37	Req. una retenida
		0°	45pies-C3	1	674	380	250	0	-	No Req. retenida
		3°		1	674	380	250	1	37	Req. una retenida
		5°		1	674	380	250	1	37	Req. una retenida
		0°	45pies-C3	1	674	380	320	0	-	No Req. retenida
		3°		1	674	380	320	1	37	Req. una retenida
		5°		1	674	380	320	1	37	Req. una retenida
		3°	50pies-C3	1	674	380	240	1	37	Req. una retenida
3°	50pies-C3	1	674	380	310	1	37	Req. una retenida		
EA1	Ang 5°-30°	10°	45pies-C3	1	674	380	280	1	37	Req. una retenida
		10°	45pies-C3	1	674	380	250	1	37	Req. una retenida
		18°		1	674	380	250	2	37	Req. dos retenidas en paralelo
		30°		1	674	380	260	2	37	Req. dos retenidas en paralelo
		10°	45pies-C3	1	674	380	320	1	37	Req. una retenida
		12°	50pies-C3	1	674	380	240	1	37	Req. una retenida
		0°	50pies-C3	1	674	380	310	0	-	No Req. retenida
EA2	Angulo 30°-60°	30°	45pies-C3	1	-	-	320	2	37	Req. dos retenidas en paralelo
		40°		1	-	-	320	2	37	Req. dos retenidas en paralelo
		50°		1	-	-	330	3	37	Req. tres retenidas en paralelo
EA3	Anclaje 60°-90°	60°	45pies-C3	1	-	-	340	6	37	Req. tres retenidas en paralelo para cada tramo de la línea que forma el ángulo
		90°		1	-	-	420	6	37	Req. tres retenidas en paralelo para cada tramo de la línea que forma el ángulo
ER	Anclaje 0°	0°	45pies-C3	1	674	380	340	6	45	Req. tres retenidas por lado del poste
		0°	45pies-C3	1	674	380	280	6	45	Req. tres retenidas por lado del poste
ERH/ET	Anclaje 0°	0°	50pies-C3	1	674	380	270	6	45	Req. tres retenidas por lado del poste
		0°	45pies-C3	2	674	608	560	4	37	Req. dos retenidas por lado del poste
		0°	45pies-C3	2	674	608	480	4	37	Req. dos retenidas por lado del poste
		0°	50pies-C3	2	674	608	470	4	37	Req. dos retenidas por lado del poste
ERT	Anclaje 0°	0°	45pies-C3	3	-	950	720	4	37	Req. dos retenidas en paralelo

El detalle del cálculo de las prestaciones de estructuras se muestra en el Anexo P.

### 6.6 Efecto galopping en la línea

El fenómeno de Galopeo, es el fenómeno donde los conductores de la línea de transmisión vibran con grandes amplitudes. Este movimiento de los conductores puede ocasionar el acercamiento entre las fases de los conductores o entre las fases de los conductores y el cable de guarda, ocasionando la interrupción del suministro por la operación de las protecciones de la línea (fallas eléctricas o quema de los conductores); así como, fallas en los puntos de soporte del conductor debido a la tensión violenta causada por el Galopeo.

El galopeo usualmente ocurre solo cuando sopla viento moderado estacionario sobre un conductor cubierto por una capa de hielo depositada por lluvias congeladas o nieve.

Para simular este efecto la herramienta principal utilizada para asegurar la ausencia de contacto entre conductores es superponer las “Elipses de Lissajous” sobre un diagrama escalado de la estructura para indicar la dirección teórica del galopeo del conductor.

Los parámetros se calculan con las siguientes ecuaciones:

Tabla 6.6 Formulas del efecto galopping

Eje mayor M	$M = 0.3048 + \sqrt{\frac{3a \left( L + \frac{8S_i^2}{3L} - 2a \right)}{8}}$ ; Donde $a = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + S_i^2}$
Distancia B	B = 0.2M
Eje menor D	$D = 1,104\sqrt{M - 0,3048}$

Para el proyecto se ha considerado la condición de viento y hielo, con velocidades de 45 km/h y un espesor de manguito de hielo de 3 mm, para analizar el efecto del galopeo en la separación de los conductores.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los datos de entrada y son comparados los resultados del cálculo del conductor y su respectivo cable de guarda

Tabla 6.7 Resultados del efecto galopping [s/n]

Resultados	Cond.	C.G.	Unid
$\sigma + \sigma/2$	22.18	23.18	sexagesimal
$\emptyset$	14.79	15.45	sexagesimal
Vano	230.00	230.00	m
Si	3 660	3210	mm
M/2	800	720	mm
B	320	288	mm
Li	0	0	mm
D/2	628.2	588	mm

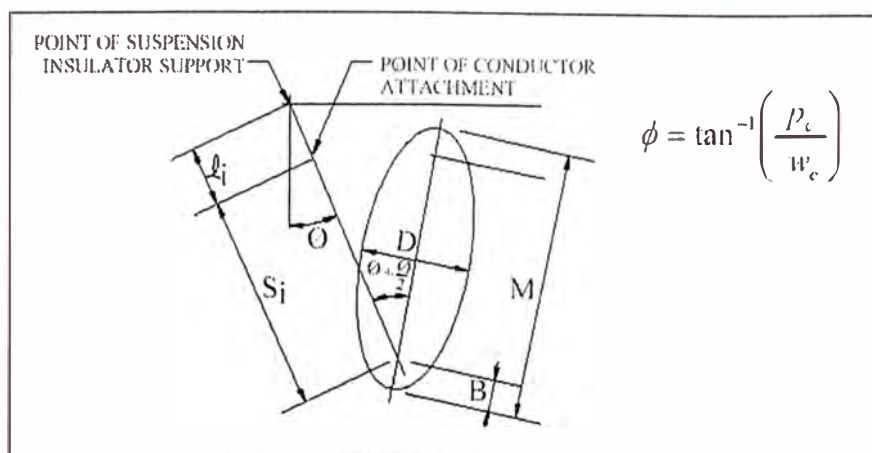


Fig. 6.1 Efecto galloping en la línea

El soplado de viento sobre esta forma irregular resulta en un levantamiento aerodinámico que causa galopeo del conductor. Durante el galopeo los conductores oscilan elípticamente en frecuencias del orden de 1 Hz o menos, con amplitudes verticales.

Para evitar contacto entre las fases de los conductores o entre las fases y el cable de guarda, ninguna de las elipses de los conductores se deben tocar en algún punto.

Los resultados muestran que los conductores requieren como separación mínima vertical de 1.4 m y 1.192 m entre el conductor superior y el cable de guarda, en el caso de las estructuras de alineamiento y ángulos suaves, y 1.6 m para conductores y 1.2 m para el cable de guarda en el caso de estructuras de ángulos fuertes. En el caso de las estructuras de retención, la distancia de separación entre conductores y cable de guarda es de 1.4 m. El detalle del calculo del fenómeno de galloping se muestra en el Anexo Q.

### 6.7 Efecto creep

El módulo de elasticidad de un material se define por el valor numérico de la relación constante para dicho material de la fatiga unitaria a la deformación unitaria que le acompaña. El límite de elasticidad tiene importancia en el cálculo mecánico de los conductores de una línea de transmisión, pues en ellos se acepta que la fatiga máxima de trabajo alcance el límite de elasticidad.

El motivo para lo anterior es que si, calculados y colocados los conductores para la condición indicada, la fatiga alcanza un valor ligeramente sobre el límite de elasticidad, debido a solicitaciones imprevistas, el cable sufrirá un alargamiento permanente y la flecha quedará también aumentada para todas las temperaturas, lo cual significará una reducción de las tensiones correspondientes.

De estudios realizados sobre la influencia del módulo de elasticidad sobre las tensiones se deduce que:



➤ Bajo cargas iniciales crecientes, un cable no tiene módulo de elasticidad constante, pero para los esfuerzos posteriores inferiores a la carga máxima inicial, el módulo es constante; el primero se llama módulo de elasticidad inicial y el segundo módulo de elasticidad final o permanente.

➤ El módulo de elasticidad de un cable es diferente de la hebra y varía con el tipo de cableado. El módulo final tiene el valor del módulo de la hebra del mismo material, que es el valor que normalmente proporciona el fabricante.

Las curvas fatiga-deformación de los cables muestran el estiramiento elástico e incluso el estiramiento no elástico o aumento permanente del largo, que resulta de la aplicación inicial de la carga. El estiramiento no elástico puede ocurrir también después de un período largo de tiempo sin un aumento significativo de la carga.

Este estiramiento que se desarrolla gradualmente bajo una carga constante se llama comúnmente Creep.

El valor del Creep varía con la tensión y el tiempo. También será mayor a más alta temperatura. Mientras mayor es la tensión, más rápido será el crecimiento del Creep y a cualquier tensión dada su proporción, será máxima cuando la carga es aplicada por primera vez y disminuye rápidamente a medida que transcurre el tiempo.

El cálculo del Creep es de suma importancia ya que es un fenómeno irreversible cuya consecuencia práctica es un aumento de la flecha en cualquier estado.

Siempre es posible calcular una temperatura adicional equivalente por Creep, lo que nos permitirá corregir la flecha máxima para la localización de estructuras.

El cálculo del Creep puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = k \times \theta^{\phi} \times \sigma^{\alpha} \times \tau^{\mu} \quad (6.3)$$

Donde:

$\varepsilon$  : Creep

$k$  : factor = 0.15 para conductores de aleación de aluminio

$\theta$  : Temperatura (°C)

$\sigma$  : Esfuerzo

$\tau$  : Tiempo transcurrido (horas)

$\phi, \alpha, \mu$  : Factores iguales a 1.4, 1.3 y 0.16 para conductor de aleación de aluminio

El incremento de temperatura ( $\Delta\tau$ ) equivalente del Creep se da por la siguiente expresión:

$$\Delta\tau = \varepsilon / \alpha \quad (6.4)$$

Donde:

$\varepsilon$  : Creep

$\tau$  : Tiempo transcurrido (horas)

$\alpha$  : Coeficiente de dilatación lineal del cable

Según las recomendaciones del Libro Redes de Energía Eléctrica-ENDESA, tomamos en consideración para los diseños el incremento de temperatura por efecto Creep equivalente para el décimo año de 13.49 °C para un vano de 350 m y un EDS=18%, con lo cual la temperatura de máxima flecha es de 39.9 °C, considerando así una temperatura de 40 °C para la hipótesis de máxima flecha. El detalle del calculo del efecto Creep se muestra en el Anexo R.



## CAPÍTULO VII

### DETERMINACIÓN DEL PRESUPUESTO

#### 7.1 Resumen general del proyecto

A continuación en la tabla 7.1 muestra el resumen general del presupuesto del proyecto el cual comprende el presupuesto de LST 33 kV Ayaviri-Arasi, ampliación de la subestación Ayaviri y subestación Arasi. El costo de inversión total es de US\$ 2 757 053.58 incluido IGV.

Tabla 7.1 Resumen general del presupuesto del proyecto [s/n]

ITEM	DESCRIPCIÓN	LST 33 kV Ayaviri- Arasi	S.E. Ayaviri	S.E. Arasi	TOTAL US \$
A	Suministros de equipos y materiales	573 061.90	247 590.19	522 751.70	1 343 403.79
B	Transporte de materiales de almacen a obra	59 635.81	-	-	59 635.81
C	Obras civiles	-	30 677.63	85 445.03	116 122.65
D	Montaje electromecánico (2)	404 646.08	36 181.07	54 664.30	495 491.45
<b>E</b>	<b>Total costo directo (C.D.)</b>	<b>1 037 343.79</b>	<b>314 448.88</b>	<b>662 861.03</b>	<b>2 014 653.70</b>
F	Compensación por servidumbre (3)	0.00	0.00	0.00	0.00
G	Gastos generales (8%)	82 987.50	25 155.91	53 028.88	161 172.29
H	Utilidades (7%)	72 614.07	22 011.42	46 400.27	141 025.76
<b>I</b>	<b>Costo total sin I.G.V.</b>	<b>1 192 945.36</b>	<b>361 616.21</b>	<b>762 290.18</b>	<b>2 316 851.75</b>
J	I.G.V.	226 659.62	68 707.08	144 835.13	440 201.83
	<b>Costo total incluido I.G.V. (US \$)</b>	<b>1 419 604.98</b>	<b>430 323.29</b>	<b>907 125.31</b>	<b>2 757 053.58</b>

Nota:

- (1) Los costos de suministro incluyen los costos de transporte a los almacenes de la obra.
- (2) Para el caso de la LST Ayaviri-Arasi 33 kV, incluye las obras civiles.
- (3) La compensación por servidumbre estará a cargo de ARASI SAC.

#### 7.2 De línea de subtransmisión 33 kV

##### 7.2.1 Resumen general

A continuación en la tabla 7.2 muestra el resumen general del presupuesto de línea de subtransmisión 33 kV.

Se observa en el ítem 2.1 que no se ha considerado la compensación por servidumbre ya que la minera Arasi se hará cargo de dicho pago. Además se muestra que el costo de inversión de la línea de subtransmisión 33 kV es de US\$ 1 419 604.98 con un costo de US\$ 24 573.54 por kilómetro, incluido IGV.

Tabla 7.2 Resumen general del presupuesto [s/n]

ITEM	DESCRIPCIÓN	US \$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1 037 343.79</b>
1.1	Suministro de equipos y materiales	573 061.90
1.3	Transporte de suministro de equipos y materiales de almacen a punto de izaje	59 635.81
1.2	Montaje electromecánico: obras civiles, montaje, pruebas y puesta en servicio	404 646.08
<b>2</b>	<b>Costos Indirectos</b>	<b>155 601.57</b>
<b>2.1</b>	<b>Compensación por servidumbre (*)</b>	<b>0.00</b>
2.2	Gastos generales (8%)	82 987.50
2.3	Utilidades (7%)	72 614.07
<b>3</b>	<b>Total de costos sin I.G.V.</b>	<b>1 192 945.36</b>
	Costo en US\$ por kilómetro (sin I.G.V.)	20 650.03
<b>4</b>	<b>Total de costos con I.G.V.</b>	<b>1 419 604.98</b>
	IGV (19 %)	226 659.62
	Costo en US\$ por kilómetro (con I.G.V.)	24 573.54

Nota:

(\*) La compensación por servidumbre estará a cargo de ARASI

(1) El Suministro es puesto en los almacenes del Proyecto (Mina ARASI)

### 7.2.2 Suministro de equipos y materiales

A continuación explicaremos algunos conceptos usados en el presupuesto.

El concepto FOB (Franco a bordo - Free on board), quiere decir que la mercancía es responsabilidad del proveedor hasta sobrepasar la borda del barco para la exportación; se usa principalmente para el transporte marítimo, y después del término se debe especificar el puerto de embarque. El concepto CIF (Coste, seguro y Flete - Cost, Insurance and Freight), quiere decir que el exportador es responsable del transporte de la mercancía hasta que esta se encuentre en el puerto de destino, junto con los seguros involucrados. El importador solo debe adquirir un seguro con cobertura mínima.

Las longitudes de los pernos son referenciales, estos deberán ser determinados en la Ingeniería de Detalle y validados con las dimensiones finales de los postes y crucetas adquiridos para la obra y con las características y dimensiones del proveedor de ferretería.

En la tabla 7.3 muestra el costo del suministro de equipos y materiales es US\$ 573 061.90, no incluye IGV.

Tabla 7.3 Medrado y presupuesto de suministro de equipos y materiales de la línea subtransmisión 33 kV Ayaviri-Arasi [s/n]

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$						TOTAL
				UNITARIO						
		1		FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Imp. Desaduanaje	Transp. Almacén. Mina	Total Unitario	
		Unid.	Cant.	2	3	4=2+3	5	6	7=4+5+6	
<b>1</b>	<b>Postes y Crucetas</b>									<b>244 646.67</b>
1.1	Poste de madera importado de 50 pies, clase 3	u	292.00	623.53	0.00	623.53	0.00	62.35	685.88	200 276.96
1.2	Poste de madera importado de 45 pies, clase 3	u	38.00	462.70	0.00	462.70	0.00	46.27	508.97	19 340.86
1.3	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 1.84 m	u	299.00	20.00	0.00	20.00	0.00	2.00	22.00	6 578.00
1.4	Cruceta de madera tornillo de 90 mm x 115 mm x 2.4 m	u	93.00	23.00	0.00	23.00	0.00	2.30	25.30	2 352.90
1.5	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 3.0 m	u	268.00	28.00	0.00	28.00	0.00	2.80	30.80	8 254.40
1.6	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 4,3 m	u	58.00	53.00	0.00	53.00	0.00	5.30	58.30	3 381.40
1.7	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de acero galvanizado 38x38x8mm y 710mm de longitud	u	536.00	4.50	0.00	4.50	0.00	0.45	4.95	2 653.20
1.8	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de acero galvanizado 38x38x8mm y 1000mm de longitud	u	299.00	5.50	0.00	5.50	0.00	0.55	6.05	1 808.95
<b>2</b>	<b>Conductor Activo y Accesorios</b>									<b>186 541.20</b>
2.1	Conductor de Aleación de Aluminio de 125 mm <sup>2</sup>	km	180.24	725.00	43.50	768.50	121.04	76.85	966.39	174 183.43
2.2	Varilla preformada simple, para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	533.00	4.80	0.29	5.09	0.80	0.51	6.40	3 411.20
2.3	Varilla preformada doble, para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	99.00	5.50	0.33	5.83	0.92	0.58	7.33	725.67
2.4	Grapa de Angulo para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	u	12.00	5.38	0.32	5.70	0.90	0.57	7.17	86.04
2.5	Grapa de Anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	u	477.00	5.00	0.30	5.30	0.83	0.53	6.66	3 176.82
2.6	Grapa de doble vía de aluminio para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	237.00	0.95	0.06	1.01	0.16	0.10	1.27	300.99
2.7	Amortiguadores Stockbridge para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	755.00	4.50	0.27	4.77	0.75	0.48	6.00	4 530.00
2.8	Manguito de reparación para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	45.00	1.50	0.09	1.59	0.25	0.16	2.00	90.00
2.9	Manguito de empalme para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	15.00	1.85	0.11	1.96	0.31	0.20	2.47	37.05
<b>3</b>	<b>Cable de Guarda y Accesorios</b>									<b>39 732.42</b>
3.1	Cable de guarda de 6,35 mm ø tipo EHS	km	87.12	300.00	18.00	318.00	50.09	31.80	399.89	34 837.08
3.2	Grapa de Suspensión para cable de guarda de 25 mm <sup>2</sup> EHS	u	174.00	3.00	0.18	3.18	0.50	0.32	4.00	696.00
3.3	Grapa de ángulo para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	u	7.00	3.00	0.18	3.18	0.50	0.32	4.00	28.00
3.4	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	u	386.00	2.80	0.17	2.97	0.47	0.30	3.73	1 439.78
3.5	Conector doble vía de acero para cable de guarda	u	406.00	0.60	0.04	0.64	0.10	0.06	0.80	324.80
3.6	Grillete recto para cable de guarda	u	450.00	1.40	0.08	1.48	0.23	0.15	1.87	841.50
3.7	Yugo triple para cable de guarda	u	19.00	3.50	0.21	3.71	0.58	0.37	4.67	88.73
3.8	Amortiguadores Stockbridge para cable de guarda EHS de 25mm <sup>2</sup>	u	307.00	3.50	0.21	3.71	0.58	0.37	4.67	1 433.69
3.9	Manguito de reparación para conductor de acero 25mm <sup>2</sup>	u	21.00	1.00	0.06	1.06	0.17	0.11	1.33	27.93
3.10	Manguito de empalme para conductor de acero 25mm <sup>2</sup>	u	7.00	1.60	0.10	1.70	0.27	0.17	2.13	14.91
<b>4</b>	<b>Aislador y Accesorios</b>									<b>42 933.17</b>
4.1	Aislador de porcelana tipo pin, clase ANSI 56-5	u	719.00	23.00	2.76	25.76	4.06	2.58	32.39	23 288.41
4.2	Espiga de A°G° para cruceta y aislador 56-5, y accesorio	u	719.00	3.00	0.36	3.36	0.53	0.34	4.23	3 041.37
4.3	Alambre de anarre	u	1 550.00	0.10	0.01	0.11	0.02	0.01	0.14	217.00
4.4	Aisladores ANSI 52-3	u	1 956.00	5.00	0.60	5.60	0.88	0.56	7.04	13 770.24
4.5	Grillete recto para cadena de aisladores	u	489.00	1.40	0.17	1.57	0.25	0.16	1.97	963.33
4.6	Adaptador anillo-bola	u	489.00	1.20	0.14	1.34	0.21	0.13	1.69	826.41
4.7	Adaptador casquillo-ojo alargado	u	489.00	1.20	0.14	1.34	0.21	0.13	1.69	826.41
<b>5</b>	<b>Ferretería para Estructuras</b>									<b>19 112.34</b>
5.1	Estructura soporte angular para cable de guarda (Bayoneta) de 2133 mm long.	u	174.00	28.60	1.72	30.32	4.77	3.03	38.12	6 632.88
5.2	Arandela cuadrada curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm ø de agujero	u	1 159.00	0.21	0.00	0.21	0.00	0.02	0.23	266.57
5.3	Arandela cuadrada plana de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm ø de agujero	u	4 788.00	0.21	0.00	0.21	0.00	0.02	0.23	1 101.24
5.4	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 254 mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat.	u	467.00	1.87	0.00	1.87	0.00	0.19	2.06	962.02
5.5	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 305 mm long.; con tuerc. y contrat.	u	280.00	2.09	0.00	2.09	0.00	0.21	2.30	644.00
5.6	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 356	u	176.00	2.42	0.00	2.42	0.00	0.24	2.66	468.16



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US\$						
				UNITARIO						TOTAL
		1		FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Imp. Desaduanaje	Transp. Almacen. Mina	Total Unitario	
		Unid.	Cant.	2	3	4=2+3	5	6	7=4+5+6	8=7x1
5.7	mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat. Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 406 mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat.	u	133.00	2.97	0.00	2.97	0.00	0.30	3.27	434.91
5.8	Perno maquinado de A°G°, 13 mm ø x 152 mm long.; 72mm maq. con tuerc. y contrat.	u	769.00	1.76	0.00	1.76	0.00	0.18	1.94	1 491.86
5.9	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 457 mm longitud con 4 tuercas	u	267.00	3.08	0.00	3.08	0.00	0.31	3.39	905.13
5.10	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 508 mm longitud con 4 tuercas	u	291.00	3.30	0.00	3.30	0.00	0.33	3.63	1 056.33
5.11	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 558 mm longitud con 4 tuercas	u	54.00	3.63	0.00	3.63	0.00	0.36	3.99	215.46
5.12	Tuerca ojo de A°G°, forjado de 16mm ø x 80 mm x 38 para perno de 16mmø	u	815.00	1.87	0.00	1.87	0.00	0.19	2.06	1 678.90
5.13	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 305 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	41.00	2.09	0.00	2.09	0.00	0.21	2.30	94.30
5.14	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 254 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	116.00	2.09	0.00	2.09	0.00	0.21	2.30	266.80
5.15	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 356 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	188.00	2.09	0.00	2.09	0.00	0.21	2.30	432.40
5.16	Gancho tipo cuello de A°G° de 13x51mm y 27mm de agujero	u	216.00	0.55	0.00	0.55	0.00	0.06	0.61	131.76
5.17	Tubo espaciador de 19mmøx38mm de longitud	u	114.00	1.27	0.00	1.27	0.00	0.13	1.40	159.60
5.18	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	u	330.00	0.55	0.00	0.55	0.00	0.06	0.61	201.30
5.19	Alambre para entorche N° 18 AWG	m	858.00	0.07	0.00	0.07	0.00	0.01	0.08	68.64
5.20	Placa de señal de peligro y accesorios de fijación	u	261.00	1.38	0.00	1.38	0.00	0.14	1.52	396.72
5.21	Placa de numeración de estructura y accesorios de fijación	u	261.00	1.38	0.00	1.38	0.00	0.14	1.52	396.72
5.22	Placa de secuencia de fases y accesorios de fijación	u	261.00	1.93	0.00	1.93	0.00	0.19	2.12	553.32
5.23	Placa de señal de puesta a tierra y accesorios de fijación	u	261.00	1.93	0.00	1.93	0.00	0.19	2.12	553.32
<b>6</b>	<b>Retenidas y Accesorios</b>									<b>8 775.52</b>
6.1	Cable de acero de 6,35 mm ø tipo EHS para retenida	km	10.10	300.00	18.00	318.00	50.09	31.80	399.89	4 039.58
6.2	Alambre galvanizado N° 10 AWG; para entorche	m	3 414.00	0.20	0.00	0.20	0.00	0.02	0.22	751.08
6.3	Arandela de anclaje cuadrada plana 102mm x 102mm x 6.35 mm, agujero de 19 mmø	u	308.00	0.97	0.00	0.97	0.00	0.10	1.07	329.56
6.4	Bloque de concreto armado de 0.50 x 0.50 x 0.2 m	u	47.00	8.00	0.00	8.00	0.00	0.80	8.80	413.60
6.5	Grapa doble vía de A° G°, 3 pernos, 152mm longitud, p/cable ehs de 6.35mm ø	u	1 138.00	0.50	0.00	0.50	0.00	0.05	0.55	625.90
6.6	Varilla de anclaje de A° G° de 19 mm ø x 2.4m long. C/ojal guardacabo, tca y ctca	u	308.00	5.50	0.00	5.50	0.00	0.55	6.05	1 863.40
6.7	Perno angular con ojal-guarda cabo de 17.5 mm ø x 254 mm de long. c/tca y cont	u	456.00	1.50	0.00	1.50	0.00	0.15	1.65	752.40
<b>7</b>	<b>Puestas a Tierra y Accesorios</b>									<b>28 619.98</b>
7.1	Cable copperweld 25 mm2 de sección 40% conductividad, para bajada de PAT	km	5.48	300.00	0.00	300.00	0.00	30.00	330.00	1 809.39
7.2	Grapa en U de 3,7mmΦ	u	16.71	0.06	0.00	0.06	0.00	0.01	0.07	1.17
7.3	Conector de bronce p/electrodo 16mm ø	u	473.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.10	1.10	520.30
7.4	Conector de bronce tipo perno partido	u	60.00	0.30	0.00	0.30	0.00	0.03	0.33	19.80
7.5	Electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm ø x 2.40 m	u	257.00	5.00	0.00	5.00	0.00	0.50	5.50	1 413.50
7.6	Eslabón angular de 50x100mm	u	713.00	0.08	0.00	0.08	0.00	0.01	0.09	64.17
7.7	Bentonita sódica (saco de 30 kg)	u	140.00	12.00	0.00	12.00	0.00	1.20	13.20	1 848.00
7.8	Sal común (90 kg)	u	108.00	7.00	0.00	7.00	0.00	0.70	7.70	831.60
7.9	Carbón Vegetal (saco de 50 kilos )	u	216.00	6.00	0.00	6.00	0.00	0.60	6.60	1 425.60
7.10	Listón de madera tratada de 50 x 19mm, 2700mm longitud y clavos de fijación	u	278.00	1.45	0.00	1.45	0.00	0.15	1.60	444.80
7.11	Tierra negra vegetal cernida y compactada (m³)	u	1 052.30	5.00	0.00	5.00	0.00	0.50	5.50	5 787.65
7.12	Suelo Artificial (1 dosis de 25kg)	u	292.00	45.00	0.00	45.00	0.00	4.50	49.50	14 454.00
<b>8</b>	<b>Equipos de Protección</b>									<b>2 314.80</b>
8.1	Pararrayos 30 kV, 10 kA clase 1, incluye accesorios de fijación en cruceta	juego	15.00	120.00	7.80	127.80	13.74	12.78	154.32	2 314.80
<b>9</b>	<b>Equipos de Operación</b>									<b>385.80</b>
9.1	Detector de voltaje de tipo audible o efecto luminoso con acc. y pértiga de acople para línea de 33 kV	juego	1.00	300.00	19.50	319.50	34.35	31.95	385.80	385.80
<b>Suministro de equipos y materiales</b>										<b>573 061.90</b>

### 7.2.3 Transporte de equipos y materiales de almacen a punto de izaje [s/n]

En la tabla 7.4 muestra el metrado y presupuesto del transporte de equipos y materiales de almacen a punto de izaje de LST 33 kV Ayaviri-Arasi.

### 7.2.4 Montaje electromecánico y obras civiles

En la tabla 7.5 muestra el metrado y presupuesto del montaje electromecánico y obras civiles de LST 33 kV Ayavri-Arasi.

(\*) Las cantidad de km de acceso nuevos y limpieza de acceso existentes indicadas son estimadas, estos serán determinados en la Ingeniería de Detalle de acuerdo a la ubicación de las estructuras.

## 7.3 De la subestación Ayaviri

### 7.3.1 Resumen de inversiones

En la tabla 7.6 muestra el resumen de inversiones de la subestación Ayaviri.

Tabla 7.6 Resumen de inversiones de la subestación Ayaviri [s/n]

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL US\$
<b>1</b>	<b>Costos directos</b>	<b>314 448.88</b>
1.1	Suministros de materiales y equipos	247 590.19
1.2	Montaje electromecánico	36 181.07
1.3	Obras civiles	30 677.63
<b>2</b>	<b>Costos indirectos</b>	<b>47 167.33</b>
2.1	Gastos generales (8%)	25 155.91
2.2	Utilidades (7%)	22 011.42
<b>3</b>	<b>Total de costos sin I.G.V.</b>	<b>361 616.21</b>
<b>4</b>	<b>Total de costos con I.G.V.</b>	<b>430 323.29</b>
	IGV (19 %)	68 707.08

### 7.3.2 Suministro y transporte de equipos y materiales

A continuación explicaremos algunos conceptos usados en el presupuesto. El concepto FOB (Franco a bordo - Free on board), quiere decir que la mercancía es responsabilidad del proveedor hasta sobrepasar la borda del barco para la exportación; se usa principalmente para el transporte marítimo, y después del término se debe especificar el puerto de embarque. El concepto CIF (Coste, seguro y Flete - Cost, Insurance and Freight), quier decir que el exportador es responsable del transporte de la mercancía hasta que esta se encuentre en el puerto de destino, junto con los seguros involucrados. El importador solo debe adquirir un seguro con cobertura mínima.

En la tabla 7.7 muestra el costo del suministro de equipos y materiales y es US\$ 247 590.19, no incluye IGV.



Tabla 7.4 Medrado y presupuesto del transporte de equipos y materiales del almacen a punto de izaje [s/n]

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO	
		Unid.	Cant.	Unitario US\$	Sub-Total US\$
<b>1</b>	<b>Postes y Crucetas de Madera</b>				<b>28 857.03</b>
1.1	Poste de madera importado de 50 pies, clase 3	u	292	82.31	24 033.24
1.2	Poste de madera importado de 45 pies, clase 3	u	38	61.08	2 320.90
1.3	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 1.84 m	u	299	2.20	657.80
1.4	Cruceta de madera tornillo de 90 mm x 115 mm x 2.4 m	u	93	2.53	235.29
1.5	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 3.0 m	u	268	3.08	825.44
1.6	Cruceta de madera tornillo de 102 mm x 127 mm x 4.3 m	u	58	5.83	338.14
1.7	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de acero galvanizado 38x38x8mm y 710mm de longitud	u	536	0.50	265.32
1.8	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de acero galvanizado 38x38x8mm y 1000mm de longitud	u	299	0.61	180.90
<b>2</b>	<b>Conductor Activo y Accesorios</b>				<b>18 654.12</b>
2.1	Conductor de Aleación de Aluminio de 125 mm <sup>2</sup>	km	180	96.64	17 418.34
2.2	Varilla preformada simple, para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	533	0.64	341.12
2.3	Varilla preformada doble, para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	99	0.73	72.57
2.4	Grapa de Angulo para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	u	12	0.72	8.60
2.5	Grapa de Anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	u	477	0.67	317.68
2.6	Grapa de doble vía de aluminio para conductor de 125 mm <sup>2</sup>	u	237	0.13	30.10
2.7	Amortiguadores Stockbridge para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	755	0.60	453.00
2.8	Manguito de reparación para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	45	0.20	9.00
2.9	Manguito de empalme para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	15	0.25	3.71
<b>3</b>	<b>Cable de Guarda y Accesorios</b>				<b>3 973.24</b>
3.1	Cable de guarda de 6,35 mm ø tipo EHS	km	87	39.99	3 483.71
3.2	Grapa de Suspensión para cable de guarda de 25 mm <sup>2</sup> EHS	u	174	0.40	69.60
3.3	Grapa de ángulo para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	u	7	0.40	2.80
3.4	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	u	386	0.37	143.98
3.5	Conector doble vía de acero para cable de guarda	u	406	0.08	32.48
3.6	Grillete recto para cable de guarda	u	450	0.19	84.15
3.7	Yugo triple para cable de guarda	u	19	0.47	8.87
3.8	Amortiguadores Stockbridge para cable de guarda EHS de 25mm <sup>2</sup>	u	307	0.47	143.37
3.9	Manguito de reparación para conductor de acero 25mm <sup>2</sup>	u	21	0.13	2.79
3.10	Manguito de empalme para conductor de acero 25mm <sup>2</sup>	u	7	0.21	1.49
<b>4</b>	<b>Aislador y Accesorios</b>				<b>4 293.31</b>
4.1	Aislador de porcelana tipo pin, clase ANSI 56-5	u	719	3.24	2 328.84
4.2	Espiga de A°G° para cruceta y aislador 56-5, y accesorio	u	719	0.42	304.14
4.3	Alambre de amarre	u	1550	0.01	21.70
4.4	Aisladores ANSI 52-3	u	1956	0.70	1 377.02
4.5	Grillete recto para cadena de aisladores	u	489	0.20	96.33
4.6	Adaptador anillo-bola	u	489	0.17	82.64
4.7	Adaptador casquillo-ojo alargado	u	489	0.17	82.64
<b>5</b>	<b>Ferretería para Estructuras</b>				<b>1 911.23</b>
5.1	Estructura soporte angular para cable de guarda (Bayoneta) de 2133mm long	u	174	3.81	663.29
5.2	Arandela cuadrada curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm ø de agujero	u	1159	0.02	26.66
5.3	Arandela cuadrada plana de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mm ø de agujero	u	4788	0.02	110.12
5.4	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 254 mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat.	u	467	0.21	96.20
5.5	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 305 mm long.; con tuerc. y contrat.	u	280	0.23	64.40
5.6	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 356 mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat.	u	176	0.27	46.82
5.7	Perno maquinado de A°G°, 16 mm ø x 406 mm long.; 152mm maq. con tuerc. y contrat.	u	133	0.33	43.49
5.8	Perno maquinado de A°G°, 13 mm ø x 152 mm long.; 72mm maq. con tuerc. y contrat.	u	769	0.19	149.19
5.9	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 457 mm longitud con 4 tuercas	u	267	0.34	90.51
5.10	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 508 mm longitud con 4 tuercas	u	291	0.36	105.63
5.11	Perno doble armado de A°G°, 16 mm ø x 558 mm longitud con 4 tuercas	u	54	0.40	21.55
5.12	Tuerca ojo de A°G°, forjado de 16mm ø x 80 mm x 38 para perno de 16mmø	u	815	0.21	167.89
5.13	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 305 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	41	0.23	9.43
5.14	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 254 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	116	0.23	26.68
5.15	Perno ojo de A°G°, 16 mm ø x 356 mm long, 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	u	188	0.23	43.24
5.16	Gancho tipo cuello de A°G° de 13x51mm y 27mm de agujero	u	216	0.06	13.18
5.17	Tubo espaciador de 19mmøx38mm de longitud	u	114	0.14	15.96
5.18	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	u	330	0.06	20.13
5.19	Alambre para entorche N° 18 AWG	u	858	0.01	6.86
5.20	Placa de señal de peligro y accesorios de fijación	u	261	0.15	39.67
5.21	Placa de numeración de estructura y accesorios de fijación	u	261	0.15	39.67
5.22	Placa de secuencia de fases y accesorios de fijación	u	261	0.21	55.33
5.23	Placa de señal de puesta a tierra y accesorios de fijación	u	261	0.21	55.33
<b>6</b>	<b>Retenidas y Accesorios</b>				<b>877.56</b>
6.1	Cable de acero de 6.35 mm ø tipo EHS para retenida	u	10	39.99	403.96
6.2	Alambre galvanizado N° 10 AWG; para entorche	u	3414	0.02	75.11
6.3	Arandela de anclaje cuadrada plana 102mm x 102mm x 6.35 mm, agujero de 19 mmø	u	308	0.11	32.96
6.4	Bloque de concreto armado de 0.50 x 0.50 x 0.2 m	u	47	0.88	41.36
6.5	Grapa doble vía de A°G°, 3 pernos, 152mm longitud, p/cable ehs de 6.35mm ø	u	1138	0.06	62.59
6.6	Varilla de anclaje de A°G° de 19 mm ø x 2,4m long. C/ojal guardacabo, tca y etca	u	308	0.61	186.34
6.7	Perno angular con ojal-guarda cabo de 17.5 mm ø x 254 mm de long. c/ tuerca y cont	u	456	0.17	75.24
<b>7</b>	<b>Puestas a Tierra y Accesorios</b>				<b>837.84</b>
7.1	Cable copperweld 25 mm <sup>2</sup> de sección 40% conductividad, para bajada de PAT	cjto.	5	33.00	180.94
7.2	Grapa en U de 3.7mmΦ	km	17	0.01	0.12
7.3	Conector de bronce para electrodo de 16 mm ø	km	473	0.11	52.03
7.4	Conector de bronce tipo perno partido	u	60	0.03	1.98
7.5	Electrodo de acero recubierto de cobre de 16 mm ø x 2.40 m	u	257	0.55	141.35
7.6	Eslabón angular de 50x100mm	m <sup>3</sup>	713	0.01	6.42
7.7	Bentonita sódica (saco de 30 kg)	u	140	1.32	184.80
7.8	Sal común (90 kg)	u	108	0.77	83.16
7.9	Carbón Vegetal (saco de 50 kilos)	u	216	0.66	142.56
7.10	Listón de madera tratada de 50 x 19mm, 2700mm longitud y clavos de fijación	u	278	0.16	44.48
<b>8</b>	<b>Equipos de Protección</b>				<b>231.48</b>
8.1	Pararrayos 30 kV, 10 kA clase 1, incluye accesorios de fijación en cruceta	cjto.	15	15.43	231.48
<b>Transporte de equipos y materiales</b>					<b>US \$ 59 635.81</b>

Tabla 7.5 Medrado y presupuesto del montaje electromecánico y obras civiles [s/n]

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	Metrado Cantidad	COSTO PARCIAL (US \$)	COSTO TOTAL (US \$)
<b>1</b>	<b>Obras preliminares</b>				<b>24 393.83</b>
1.1	Monitoreo e Inspección del Instituto Nacional de Cultura	km	57.77	91.70	5 297.48
1.2	Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental	km	57.77	51.12	2 953.19
1.3	Replanteo topográfico de la línea y ubicación de estructuras	km	57.77	123.26	7 120.69
1.4	Ingeniería de detalle	km	57.77	156.18	9 022.47
<b>2</b>	<b>Obras provisionales</b>				<b>86 808.18</b>
2.1	Instalación de Campamento y Almacén en Vilavila	global	1.00	16 760.00	16 760.00
2.2	Mantenimiento y Operación del Campamento y Almacén en Vilavila	global	1.00	12 794.16	12 794.16
2.3	Instalación de Almacén en la Subestación	global	2.00	5 660.00	11 320.00
2.4	Camino de acceso en terreno plano (*)	km	7.00	1 056.35	7 394.45
2.5	Camino de acceso en terreno ondulado (*)	km	7.00	1 346.26	9 423.82
2.6	Camino de acceso en terreno accidentado (*)	km	15.00	1 748.08	26 221.20
2.7	Limpieza de acceso existente (*)	km	5.00	578.91	2 894.55
<b>3</b>	<b>Instalación de postes</b>				<b>68 673.70</b>
3.1	Excavación de postes de 50 pies, clase 3, para terreno tipo I	u	12	38.46	461.52
3.2	Excavación de postes de 50 pies, clase 3, para terreno tipo II	u	152	42.87	6 516.24
3.3	Excavación de postes de 50 pies, clase 3, para terreno tipo III	u	35	42.87	1 500.45
3.4	Excavación de postes de 50 pies, clase 3, para terreno tipo IV	u	93	107.66	10 012.38
3.5	Excavación de postes de 45 pies, clase 3, para terreno tipo I	u	0	32.04	0.00
3.6	Excavación de postes de 45 pies, clase 3, para terreno tipo II	u	28	38.46	1 076.88
3.7	Excavación de postes de 45 pies, clase 3, para terreno tipo III	u	2	38.46	76.92
3.8	Excavación de postes de 45 pies, clase 3, para terreno tipo IV	u	8	90.90	727.20
3.9	Izaje, identificación y señalización de postes de 50 pies	u	292	47.11	13 756.12
3.10	Izaje, identificación y señalización de postes de 45 pies	u	38	43.64	1 658.32
3.11	Relleno y Compactación de 50 pies, clase 3, para terreno tipo I	u	12	84.14	1 009.68
3.12	Relleno y Compactación de 50 pies, clase 3, para terreno tipo II	u	152	66.27	10 073.04
3.13	Relleno y Compactación de 50 pies, clase 3, para terreno tipo III	u	35	66.27	2 319.45
3.14	Relleno y Compactación de 50 pies, clase 3, para terreno tipo IV	u	93	46.87	4 358.91
3.15	Relleno y Compactación de 45 pies, clase 3, para terreno tipo I	u	0	81.61	0.00
3.16	Relleno y Compactación de 45 pies, clase 3, para terreno tipo II	u	28	65.06	1 821.68
3.17	Relleno y Compactación de 45 pies, clase 3, para terreno tipo III	u	2	65.06	130.12
3.18	Relleno y Compactación de 45 pies, clase 3, para terreno tipo IV	u	8	42.10	336.80
3.19	Solado para Estructuras e=15 cm (Mezcla 1:10 C:H) + 25 % PM	m <sup>2</sup>	310.44	8.97	2 784.65
3.20	Eliminación de material excedente a 1 km	m <sup>3</sup>	717	14.03	10 053.34
<b>4</b>	<b>Instalación de retenidas</b>				<b>34 389.25</b>
4.1	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo I (R1)	u	0	19.60	0.00
4.2	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo II (R1)	u	23	15.67	360.41
4.3	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo III (R1)	u	4	15.67	62.68
4.4	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo IV (R1)	u	20	50.98	1 019.60
4.5	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo I (R2)	u	8	25.97	207.76
4.6	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo II (R2)	u	137	19.60	2 685.20
4.7	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo III (R2)	u	8	19.60	156.80
4.8	Excavación de zanja para retenida en terreno tipo IV (R2)	u	110	77.65	8 541.50
4.9	Instalación de retenida inclinada	u	310	21.23	6 581.30
4.10	Relleno y compactación de retenida inclinada R1	u	47	11.26	529.22
4.11	Relleno y compactación de retenida inclinada R2	u	263	18.32	4 818.16
4.12	Eliminación de material excedente a 1 km	m <sup>3</sup>	671.89	14.03	9 426.62
<b>5</b>	<b>Montaje de armados (incluye instalación de cruceta, aisladores y pararrayos)</b>				<b>6 506.23</b>
5.1	Estructura de Suspensión 0°-5° tipo "ES"	cjto	144	19.05	2 743.20
5.2	Estructura de Angulo 5°-10° Tipo "EA1"	cjto	30	22.76	682.80
5.3	Estructura de Angulo 10°-30° Tipo "EA1"	cjto	3	22.76	68.28
5.4	Estructura de Angulo 30°-60° Tipo "EA2"	cjto	4	28.65	114.60
5.5	Estructura de Angulo 60°-90° Tipo "EA3"	cjto	2	26.88	53.76
5.6	Estructura de Retención Tipo "ER"	cjto	28	29.31	820.68
5.7	Estructura de Retención Tipo "ERH"	cjto	29	36.94	1 071.26
5.8	Estructura Especial Triposte "ERT"	cjto	20	45.99	919.80
5.9	Estructura Terminal "ET"	cjto	1	31.85	31.85
<b>6</b>	<b>Montaje de conductores</b>				<b>125 522.24</b>
6.1	Tendido y puesta en flecha conductor AAAC 120mm <sup>2</sup> / fase	km	180.24	551.69	99 437.34
6.2	Tendido y puesta en flecha del cable de guarda EHS 25mm <sup>2</sup> / fase	km	87.12	256.16	22 315.80
6.3	Instalación de Amortiguadores Stockbridge para conductor de AAAC-125mm <sup>2</sup>	u	755.00	3.74	2 823.70
6.4	Instalación de Amortiguadores Stockbridge para conductor de EHS-25mm <sup>2</sup>	u	307.00	2.89	887.23
6.5	Adición del Yugo	u	21.00	2.77	58.17
<b>7</b>	<b>Instalación de puesta a tierra</b>				<b>41 135.16</b>
7.1	Excavación de pozo de puesta a tierra para terreno tipo I	u	10	31.58	315.80
7.2	Excavación de pozo de puesta a tierra para terreno tipo II o III	u	174	20.93	3 641.82
7.3	Excavación de pozo y zanja para puesta a tierra tipo PAT-1C en terreno tipo II o III	u	5	75.81	379.05
7.4	Excavación de pozo y zanja para puesta a tierra tipo PAT-1C en terreno tipo IV	u	68	339.46	23 083.28
7.5	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1	u	10	18.38	183.80
7.6	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1A	u	139	18.38	2 554.82
7.7	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1B	u	35	19.90	696.50
7.8	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1C	u	73	34.15	2 492.95
7.9	Eliminación de material excedente a 1 km	m <sup>3</sup>	335.22	14.03	4 703.14
7.10	Medición de resistividad y resistencia de puesta a tierra	u	257	12.00	3 084.00
<b>8</b>	<b>Pruebas y puesta en servicio</b>				<b>17 217.49</b>
8.1	Prueba y puesta en servicio	km	180.24	65.01	11 717.49
8.2	Expedientes técnicos final conforme a obra (01 original + 02 copias)	global	1.00	500.00	500.00
8.3	Operación experimental	global	1.00	5 000.00	5 000.00
<b>Montaje electromecánico y obras civiles</b>				<b>US \$</b>	<b>404 646.08</b>



Tabla 7.7 Metrado y presupuesto del suministro y transporte de equipos y materiales [s/n]

ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$						Total
				UNITARIO						
		1		FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Impuest. Desaduan.	Transp. Almac. Mina	Total Unit.	
		Unid.	Cant.	2	3	4=2+3	5	6	7=4+5+6	
<b>1.0</b>	<b>Equipos en el patio de llaves 33 kV</b>									<b>187 395.45</b>
1.1	Transformador de Potencia 22.9/33 kV; 5 MVA, para instalación tipo exterior con regulación en vacío, y transformador de corriente en el bushing( lado 33 kV 100/1/1 2x30VA; 5p20, cl 0,2), con soportes para adosar pararrayos en AT/MT, para instalación: 3930msnm	u	1	120 000.00	7 800.00	127 800.00	13 738.50	4 200.00	145 738.50	145 738.50
1.2	Reconectador Automático (Recloser) 38 kV; 630A;12 kA; 250kV-BIL incluye estructura soporte, para instalación tipo exterior	u	1	22 000.00	1 430.00	23 430.00	2 518.73	770.00	26 718.73	26 718.73
1.3	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra 33 kV; 250 kV p (BIL); 630 A, (instalación en viga), para instalación tipo exterior, mando eléctrico y manual, para instalación tipo exterior	u	1	5 700.00	370.50	6 070.50	652.58	199.50	6 922.58	6 922.58
1.4	Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3, incluye contador de descargas, para instalación tipo exterior	u	6	1 100.00	71.50	1 171.50	125.94	38.50	1 335.94	8 015.64
<b>2.0</b>	<b>Equipos en el patio de llaves 22.9 kV</b>									<b>30 969.45</b>
2.1	Interruptor Automático 27 kV; 630A;12kA; 170kV-BIL incluye estructura soporte, para instalación tipo exterior	u	1	15 000.00	975.00	15 975.00	1 717.31	525.00	18 217.31	18 217.31
2.2	Seccionador de Barra 27 kV; 170 kVp (BIL); 630 A, (instalación en viga), para instalación tipo exterior.	u	1	1 800.00	117.00	1 917.00	206.08	63.00	2 186.08	2 186.08
2.3	Transformador de Corriente,150-100/1/1/1 A; 170 kV-BIL,3x30VA; 2x5p10; cl0,2 incluye estructura soporte, para instalación tipo exterior	u	3	2 500.00	162.50	2 662.50	286.22	87.50	3 036.22	9 108.66
2.4	Pararrayos 21 kV, 10 kA, cl 3, para instalación tipo exterior incluye estructura soporte	u	3	400.00	26.00	426.00	45.80	14.00	485.80	1 457.40
<b>3.00</b>	<b>Control, protección y medición</b>									<b>18 217.31</b>
3.1	Tablero de Control, Protección y medición; conformado por	cjto	1	15 000.00	975.00	15 975.00	1 717.31	525.00	18 217.31	18 217.31
	-Relé de Protección multifunción diferencial (87)	u	1							
	-Relé multifunción para protección de respaldo	u	1							
	-Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 para facturación	u	1							
	-Panel de alarmas	u	1							
	-Gabinete Metálico	u	1							
<b>4.00</b>	<b>Sistema de pórticos y barras</b>									<b>2 140.62</b>
4.1	Poste de Madera eucalipto 12 m, clase 5	u	4	130.00	0.00	130.00	0.00	4.55	134.55	538.20
4.2	Cruceta de Madera 187x143 mm, 4.9m	u	2	100.00	6.50	106.50	11.45	3.50	121.45	242.90
4.3	Cadena de aisladores 4x Ansi-52/3, tipo anclaje, con accesorios de fijación en poste y cruceta	u	9	40.00	2.60	42.60	4.58	1.40	48.58	437.22
4.4	Aislador tipo pin clase ANSI 56-5, con accesorios para fijación en cruceta	u	3	23.00	1.50	24.50	2.63	0.81	27.93	83.79
4.4	Conductor Alliance 125 mm2 AAAC	ml	150	0.76	0.05	0.81	0.09	0.03	0.92	138.00
4.5	Conectores de aluminio para equipos	u	18	20.00	1.30	21.30	2.29	0.70	24.29	437.22
4.6	Conductor Acero EHS 25 mm²	ml	75	0.76	0.05	0.81	0.09	0.03	0.92	69.00
4.7	Ferretería para cable de guarda	global	1	100.00	6.50	106.50	11.45	3.50	121.45	121.45
4.8	Pletina de cobre de 20x5 mm	ml	12	5.00	0.33	5.33	0.57	0.18	6.07	72.84
<b>5.00</b>	<b>Cables de energía</b>									<b>5 101.73</b>
5.1	Cable de Energía unipolar Cu N2XSy; 18/30kV 35mm²	ml	69	45.00	2.93	47.93	5.15	1.58	54.65	3 787.25
5.2	Terminal termocontraible para cable seco apantallado - exterior, 22.9kV	u	6	25.00	0.00	25.00	0.00	0.88	25.88	155.28
5.3	Cable de control	global	1	500.00	0.00	500.00	0.00	17.50	517.50	517.50
5.4	Cable NYY	global	1	200.00	0.00	200.00	0.00	7.00	207.00	207.00
5.5	Cable TW	global	1	200.00	0.00	200.00	0.00	7.00	207.00	207.00
5.6	Accesorios de cable en baja tensión	global	1	200.00	0.00	200.00	0.00	7.00	207.00	207.00
5.7	Accesorios para fijación a subida de postes 60 kV	global	1	20.00	0.00	20.00	0.00	0.70	20.70	20.70
<b>6.00</b>	<b>Red de tierra profunda y superficial</b>									<b>2 710.22</b>
6.1	Conductor de Cobre 95 mm² - para red de tierra profunda	m	119	3.80	0.00	3.80	0.00	0.13	3.93	467.67
6.2	Conductor de Cobre 70 mm² - para red de tierra superficial	m	35	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	72.45
6.3	Molde de Soldadura	u	2	80.00	0.00	80.00	0.00	2.80	82.80	165.60
6.4	Soldadura tipo Cadwel	u	50	26.40	0.00	26.40	0.00	0.92	27.32	1 366.00
6.5	Varilla de acero, recubrimiento de cobre de 16mmΦ y 2400mm long	u	7.00	10.00	0.00	10.00	0.00	0.35	10.35	72.45
6.6	Caja de registro	u	6.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.42	12.42	74.52
6.7	Tierra negra vegetal cernida y compactada (m3)	m³	72.80	1.05	0.00	1.05	0.00	0.04	1.09	79.35
6.8	Conector de bronce para conexión con electrodo de 16mm Φ	u	14.00	1.15	0.00	1.15	0.00	0.04	1.19	16.66

ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US\$						
				UNITARIO						Total
		1	2	3	4=2+3	5	6	7=4+5+6	8=7x1	
										FOB
Unid.	Cant.									
6.9	Bentonita sódica (saco de 30kg)	u	21.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.42	12.42	260.82
6.10	Sal común (90 kg)	u	10.00	7.00	0.00	7.00	0.00	0.25	7.25	72.50
6.11	Carbón Vegetal saco de 50 kilos	u	20.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.11	3.11	62.20
<b>7.0</b>	<b>Iluminación interior y exterior</b>									<b>1 055.41</b>
<b>7.1</b>	<b>Tomacorrientes y interruptores de luz</b>									
	Tomacorrientes monofásicos de 20 A, a prueba de agua, a 0.8 m SNPT	u	1	2.50	0.00	2.50	0.00	0.09	2.59	2.59
	Tomacorrientes trifásicos de 50 A, a prueba de agua, a 0.8 m SNPT	u	1	3.40	0.00	3.40	0.00	0.12	3.52	3.52
	interruptores de luz, bakelita	u	2	1.30	0.00	1.30	0.00	0.05	1.35	2.70
<b>7.2</b>	<b>Alumbrado Normal y de Emergencia</b>									
	Artefacto de iluminación de emergencia con lámpara de 100 W	u	1	17.60	1.14	18.74	2.01	0.88	21.64	21.64
	Lámpara fluorescente de iluminación con balasto electrónico de 100W	u	1	15.00	0.98	15.98	1.72	0.75	18.44	18.44
<b>7.3</b>	<b>Cables de Fuerza</b>									
	Empleados en los tomacorrientes :1-4x16mm2 NYY, 0,6/1 KV	m	60	2.11	0.00	2.11	0.00	0.07	2.18	130.80
	Empleados en luminarias, reflectores normales y de emergencia :1-2x10mm2 NYY, 0,6/1 KV	m	60	1.95	0.00	1.95	0.00	0.07	2.02	121.20
<b>7.4</b>	<b>Iluminación Exterior</b>									
	- Poste de concreto de 8 m/2000 N	u	4	60.00	0.00	60.00	0.00	2.10	62.10	248.40
	- Conductor autoportante de aluminio 2x16/25 mm <sup>2</sup>	km	0.2	420.00	0.00	420.00	0.00	14.70	434.70	86.94
	- Pastoral tubo AoGo 38mm Ø; INT; 500mm Avance horiz.; 720mm de altura	u	1	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	2.07
	- Luminaria completa con equipo para lámpara de 70 W	u	5	50.00	0.00	50.00	0.00	1.75	51.75	258.75
	- Lámpara de vapor de sodio de 70W	u	5	20.00	0.00	20.00	0.00	0.70	20.70	103.50
	- Portafusible unipolar de 5 A con fusible de 2 A	u	4	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	8.28
	- Ferretería	cjto	1	20.00	0.00	20.00	0.00	0.70	20.70	20.70
	-Artefacto de iluminación de emergencia con lámpara de 100 W	u	1	25.00		25.00	0.00	0.88	25.88	25.88
<b>TOTAL</b>										<b>247 590.19</b>

### 7.3.3 Montaje electromecánico

En la tabla 7.8 muestra el metrado y presupuesto del montaje electromecánico de la subestación Ayaviri.

Tabla 7.8 Metrado y presupuesto del montaje electromecánico [s/n]

ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O - U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>Equipos en el patio de llaves 33 kV</b>				<b>8 491.63</b>
1.1	Transformador de Potencia 22,9/33 kV; 5 MVA, para instalación tipo exterior con regulación en vacío, y transformador de corriente en el bushing( lado 33 kV 100/1/1 2x30VA; 5p20, cl 0,2), con soportes para adosar pararrayos en AT/MT, para instalación: 3930msnm	u	1.00	7 276.31	7 276.31
1.2	Reconectador Automático( Recloser) 38 kV; 630A;12 kA; 240kV-BIL incluye estructura soporte , , para instalación tipo exterior	u	1.00	571.08	571.08
1.3	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra 33 kV; 250 kVp (BIL); 630 A, (instalación en viga), para instalación tipo exterior, mando eléctrico y manual,	u	1.00	377.69	377.69
1.4	para instalación tipo exterior Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3, incluye contador de descargas, para instalación tipo exterior	u	6.00	44.42	266.55
<b>2.0</b>	<b>Equipos en el patio de llaves 22,9 kV</b>				<b>1 369.46</b>
2.1	Reconectador Automático( Recloser) 27 kV; 630A;12kA; 170kV-BIL incluye estructura soporte, para instalación tipo exterior	u	1.00	571.08	571.08
2.2	Seccionador de Barra 27 kV; 170 kVp (BIL); 630 A, (instalación en viga), para instalación tipo exterior.	u	1.00	377.69	377.69
2.3	Transformador de Corriente,150-100/1/1/1 A; 170 kV-BIL,3x30VA; 2x5p10; cl0,2 incluye estructura soporte, para instalación tipo exterior	u	3.00	95.81	287.42
2.4	Pararrayos 21 kV, 10 kA, cl 3, para instalación tipo exterior incluye estructura soporte	u	3.00	44.42	133.27
<b>3.0</b>	<b>Control, protección y medición</b> Incluye; Montaje, cableado y ajuste de relés, medidores, controlador de bahía, etc, así como el cableado al puerto de comunicaciones de la RTU existente	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>1 800.00</b>	<b>1 800.00</b>
<b>4.0</b>	<b>Sistema de pórticos y barras</b> Incluye; Pórticos, aisladores, acometida de la llegada a la Subestación Subida de Cables de Energía a estructuras terminales	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>1 500.00</b>	<b>1 500.00</b>
<b>5.0</b>	<b>Cables de energía y control</b> Cables de Energía y conexión de terminales Cables de Control	m global	69.30 1.00	5.94 300.00	411.79 300.00
<b>6.0</b>	<b>Red de tierra profunda y superficial</b>	m <sup>2</sup>	132.00	4.69	618.92
<b>7.0</b>	<b>Iluminación interior y exterior</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>1 200.73</b>	<b>1 200.73</b>
<b>8.0</b>	<b>Estudio de coordinación de la protección</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>5 093.04</b>	<b>5 093.04</b>
<b>9.0</b>	<b>Ingeniería de detalle (incluye obras civiles)</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>10 395.50</b>	<b>10 395.50</b>
<b>10.0</b>	<b>Pruebas de puesta en servicio</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>5 000.00</b>	<b>5 000.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>36 181.07</b>



### 7.3.4 Obras civiles

En la tabla 7.9 muestra el metrado y presupuesto de las obras civiles de la S.E. Ayaviri.

Tabla 7.9 Metrado y presupuesto de obras civiles [s/n]

ÍTEM.	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO ( US \$ )	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.00</b>	<b>Obras provisionales</b>				<b>1 423.00</b>
1.01	Instalación de Almacén de Materiales (Depósito) y Caseta de Guardianía	m <sup>2</sup>	50.00	18.46	923.00
1.02	Instalaciones Provisionales de Agua, Desagüe y Electricidad	global	1.00	500.00	500.00
<b>2.00</b>	<b>Trabajos preliminares</b>				<b>2 188.03</b>
2.01	Limpieza del Terreno	m <sup>2</sup>	908.82	0.58	527.12
2.02	Trazos, Niveles y Replanteo General	m <sup>2</sup>	908.82	0.47	427.15
2.03	Demolición de Cerco Existente	ml	10.80	5.28	56.98
2.04	Demolición de Losa de Piso en Edificio de Control	m <sup>2</sup>	10.80	2.07	22.32
2.05	Movilización y Desmovilización	global	1.00	1 154.46	1154.46
<b>3.00</b>	<b>Vía de acceso</b>				<b>14 702.68</b>
3.01	Movimiento de Tierras	m <sup>3</sup>	1 011.81	7.12	7208.13
3.02	Afirmado	ml	103.11	29.31	3022.36
3.03	Obras de Arte y Drenaje	ml	103.11	43.37	4472.19
<b>4.00</b>	<b>Obras de concreto y albañilería</b>				<b>10 642.99</b>
4.01	Cimiento Corrido (0,50 m x 1,00 m)	ml	10.20	45.45	463.58
4.02	Sobrecimiento Armado	ml	6.00	48.54	291.22
4.03	Zapata Z1 (muro de cerco)	u	3.00	54.47	163.42
4.04	Cimentación Transformador 3 MVA (inc. rieles y accesorios metálicos)	u	1.00	3 298.90	3298.90
4.05	Base para Recloser 22,9 kV	u	2.00	101.57	203.14
4.06	Base para Transformador de Corriente	u	1.00	174.79	174.79
4.07	Base para Pararrayos	u	1.00	83.12	83.12
4.08	Columnas C1 (portón)	u	2.00	181.84	363.67
4.09	Columnas C2 (muro de cerco)	u	6.00	42.48	254.86
4.10	Vigas (muro de cerco)	u	3.00	36.01	108.04
4.11	Muro de Albañilería Bloques de Concreto 40x20x20 cm (cerco)	ml	4.50	71.68	322.56
4.12	Canaleta de Cables de 0.5 m x 0.6 m	ml	23.45	137.01	3212.98
4.13	Buzones de Cables	u	2.00	249.35	498.69
4.14	Losa de acceso	ml	9.71	124.00	1204.02
<b>5.00</b>	<b>Varios</b>				<b>1 720.93</b>
5.01	Puertas y Portones	u	1.00	800.00	800.00
5.02	Protección para tanque de agua	ml	17.93	22.91	410.81
5.03	Sembrado de grass en talud de corte	m <sup>2</sup>	278.75	1.83	510.11
<b>TOTAL (U.S. \$)</b>					<b>30 677.63</b>

## 7.4 De la subestación Arasi

### 7.4.1 Resumen de inversiones

En la tabla 7.10 muestra el resumen de inversión de la subestación Arasi.

Tabla 7.10 Resumen de inversion de la subestación Arasi [s/n]

ÍTEM	DESCRIPCION	TOTAL US\$
<b>1</b>	<b>Costos directos</b>	<b>662 861.03</b>
1.1	Suministros de materiales y equipos	522 751.70
1.2	Montaje electromecánico	54 664.30
1.3	Obras civiles	85 445.03
<b>2</b>	<b>Costos indirectos</b>	<b>99 429.15</b>
2.1	Gastos generales (8%)	53 028.88
2.2	Utilidades (7%)	46 400.27
<b>3</b>	<b>Total de costos sin I.G.V.</b>	<b>762 290.18</b>
<b>4</b>	<b>Total de costos con I.G.V.</b>	<b>907 125.31</b>
	IGV (19 %)	144 835.13

### 7.4.2 Suministro y transporte de equipos y materiales

A continuación explicaremos algunos conceptos usados en el presupuesto de suministro y transporte de equipos y materiales.

El concepto FOB (Franco a bordo - Free on board), quiere decir que la mercancía es responsabilidad del proveedor hasta sobrepasar la borda del barco para la exportación; se usa principalmente para el transporte marítimo, y después del término se debe especificar el puerto de embarque.

El concepto CIF (Coste, seguro y Flete - Cost, Insurance and Freight), quiere decir que el exportador es responsable del transporte de la mercancía hasta que esta se encuentre en el puerto de destino, junto con los seguros involucrados. El importador solo debe adquirir un seguro con cobertura mínima.

En la tabla 7.11 muestra el costo del suministro de equipos y materiales de la subestación Arasi y es de US\$ 522 751.70, no incluyendo IGV.

Se observa el costo del suministro y transporte del transformador es aproximadamente el 46.5% del costo total del suministro de equipos y materiales; por lo tanto, tiene mayor influencia y se deberá tener mayor cuidado en su compra.

Nota:

(\*) Suministros que son parte de adquisición del Sistema de Distribución de la Mina Arasi.

Tabla 7.11 Medrado y presupuesto del suministro y transporte de equipos y materiales [s/n]

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US\$						
				UNITARIO						Total
		1	FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Impuest. Desaduan.	Transp. A Almac. Mina	Total Unitario	Total	
			Unid.	Cant.	2	3	4=2+3	5		6
<b>1</b>	<b>Transformadores</b>									<b>242 897.50</b>
1.1	Transformador de Potencia 33/10/2.3 kV; 5/3.5/2.5 MVA, para instalación tipo interior con regulación bajo carga, y transformador de corriente en el bushing( lado 33 kV 100/5/5 2x30VA; 5p20, cl 0,2), con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación: 4700msnm	u	1	200 000.00	13 000.00	213 000.00	22 897.50	7 000.00	242 897.50	242 897.50
1.2	Transformador de 10/0.46 kV 1.5 MVA, para instalación tipo interior, con regulación en vacío y transformador de corriente en el bushing( lado 0,46 kV 2000/5/55 2x30VA; 5p20; cl0,2) , para instalación: 4700msnm (*)	u	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>2</b>	<b>Celda de línea transformador 33 kV</b>									<b>65 703.82</b>
2.1	Reconectador Automático( Recloser) 38 kV; 630A; 250kV-BIL incluye estructura soporte	u	1	22 000.00	1 430.00	23 430.00	2 518.73	770.00	26 718.73	26 718.73
2.2	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra 33 kV;250 kVp (BIL); 630 A, con mando eléctrico. y mecánico, incluye estructura de soporte, para instalación tipo interior	u	1	5 700.00	370.50	6 070.50	652.58	199.50	6 922.58	6 922.58
2.3	Seccionador de Barra, 33 kV; 250 kV - BIL; 630 A, con mando eléctrico y mecánico incluye estructura soporte, para instalación tipo interior	u	1	5 500.00	357.50	5 857.50	629.68	192.50	6 679.68	6 679.68
2.4	Transformador de Tensión Inductivo 33 / Ö3 / 0,1 / Ö3 / 0,1 / Ö3 kV; 2x30 VA; 3P; cl 0,5, incluye estructura de soporte, ,para instalación tipo interior	u	3	3 500.00	227.50	3 727.50	400.71	122.50	4 250.71	12 752.13
2.5	Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3, con contador de descargas, para instalación tipo interior	u	3	1 100.00	71.50	1 171.50	125.94	38.50	1 335.94	4 007.82
2.6	Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3,con contador de descargas, para instalación tipo exterior	u	3	1 100.00	1 100.00	71.50	1 171.50	125.94	38.50	1 335.94
2.7	Aislador Pasamuro 33 kV; 250 kV - BIL; 800 A (interior/exterior)	u	3	2 000.00	130.00	2 130.00	228.98	70.00	2 428.98	7 286.94
<b>3</b>	<b>Celda en 10 kV</b>									<b>91 147.29</b>
3.1	Celda de Barra Metal Clad en 12 kV -95 kV-BIL-16 kA; incluye interruptor extraíble, tres transformadores de corriente, transformador de corriente toroidales, tres transformadores de tensión y relé de protección multifunción.	u	1	26 000.00	1 690.00	27 690.00	2 976.68	910.00	31 576.68	31 576.68
3.2	Celda de Alimentador Metal Clad en 12 kV -95 kV-BIL-16 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente y relé de protección multifunción.	cjto	2	24 000.00	1 560.00	25 560.00	2 747.70	840.00	29 147.70	58 295.40
3.2	Pararrayos 10 kV, 10 kA, cl 3, ,para instalación tipo interior	u	3	350.00	22.75	372.75	40.07	12.25	425.07	1 275.21
<b>4</b>	<b>Celdas en 2,3 kV</b>									<b>55 198.45</b>
4.1	Celda de Barra Metal Clad 3.6kV; 40kV-BIL; 630A; 16 kA , incluye; interruptor de potencia extraíble, tres transformadores de tensión, tres transformadores de corriente de fase, relé de protección multifunción, etc	cjto	1	23 000.00	1 495.00	24 495.00	2 633.21	805.00	27 933.21	27 933.21
4.2	Celda de Alimentador Metal Clad en 3.6 kV -40 kV-BIL-16 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente y relé de protección multifunción.	Cjto	1	22 000.00	1 430.00	23 430.00	2 518.73	770.00	26 718.73	26 718.73
4.3	Pararrayos 2.5 kV, 10 kA, OZn; cl 3, incluye estructura de soporte	cjto	3	150.00	9.75	159.75	17.17	5.25	182.17	546.51
<b>5</b>	<b>celdas en 0.46 kv (*)</b>									<b>0.00</b>
5.1	Módulo de Celda Compacta con un interruptor termomagnético 3Ø; 0.46 kV, 40 KA, 4000ª	cjto	0	15 000.00	975.00	15 975.00	1 717.31	525.00	18 217.31	0.00
5.2	Módulo de Celda Compacta con un interruptor termomagnético 3Ø; 0.46 kV,	cjto	0	15 000.00	975.00	15 975.00	1 717.31	525.00	18 217.31	0.00



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$						
				UNITARIO						Total
		1	FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Impuest. Desaduan.	Transp. A Almac. Mina	Total Unitario	Total	
										Unid.
5.3	40 KA, 2000A Módulo de Celda Compacta en 0.46 kV, 40 KA que contiene: Salida para 20 Circuitos con Interruptores termomagnéticos ( 3u-1600A,2u-1000A,2u-200A, 3u-40A,2u-175A, 2u-125 A)	cjto	0	20 000.00	1 300.00	21 300.00	2 289.75	700.00	24 289.75	0.00
5.4	Pararrayos 0,6 kV, 10 kA, OZn; cl 3, (Adosado al Transformador)	u	0	200.00	13.00	213.00	22.90	7.00	242.90	0.00
<b>6</b>	<b>Control protección y medición</b> Tablero de Control, Protección y medición; conformado por -Relé de Protección diferencial (87) para Transf. 5 MVA y Transf. 1.5 MVA. -Controlador de Bahía con funciones de control y monitoreo (Apertura, cierre y visualización del estado de la bahía) y funciones de medición. -Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 para facturación -Panel de Alarmas -Gabinete Metálico	cjto	1	18 000.00	1 170.00	19 170.00	2 060.78	900.00	22 130.78	22 130.78
		u	1							
		u	1							
		u	1							
		u	1							
<b>7</b>	<b>Servicios auxiliares y banco de baterías</b>									<b>19 312.83</b>
7.1	Transformador de Servicios Auxiliares 460/380/220 V, 25kVA	u	1	2 000.00	0.00	2 000.00	0.00	100.00	2 100.00	2 100.00
7.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC y 110 VDC	cjto	1	4 000.00	260.00	4 260.00	457.95	200.00	4 917.95	4 917.95
7.3	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-H	cjto	1	10 000.00	650.00	10 650.00	1 144.88	500.00	12 294.88	12 294.88
<b>8</b>	<b>Red de tierra superficial y profunda</b>									<b>4 513.89</b>
8.1	Conductor de Cobre 95 mm <sup>2</sup> - para red de tierra profunda	m	221.00	3.80	0.00	3.80	0.00	0.13	3.93	868.53
8.2	Conductor de Cobre 70 mm <sup>2</sup> - para red de tierra superficial	m	125.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	258.75
8.3	Molde de Soldadura	u	2.00	80.00	0.00	80.00	8.60	4.00	92.60	185.20
8.4	Soldadura tipo Cadwel	u	70.00	12.00	0.00	12.00	1.29	0.60	13.89	972.30
8.5	caja de registro	u	12.00	8.00	0.00	8.00	0.00	0.28	8.28	99.36
8.6	Varillas copperweld c/conector varilla-cable	u	15.00	10.00	0.00	10.00	0.00	0.35	10.35	155.25
8.7	Conectores de tierra	global	1.00	800.00	0.00	800.00	86.00	40.00	926.00	926.00
8.8	Conector de bronce para conexión con electrodo de 16mmΦ	u	30.00	1.15	0.00	1.15	0.00	0.04	1.19	35.70
8.9	Tierra negra vegetal cernida y compactada (m3)	m <sup>3</sup>	53.32	1.05	0.00	1.05	0.00	0.04	1.09	58.12
9.0	Sal común (90 kg)	u	22.00	7.00	0.00	7.00	0.00	0.25	7.25	159.50
9.1	Carbón Vegetal (3 sacos de 50 kilos )	u	60.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.11	3.11	186.60
9.2	Bentonita sódica (saco de 30kg)	u	49.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.42	12.42	608.58
<b>9</b>	<b>Conductor y accesorios</b>									<b>18 565.08</b>
9.1	Conductor de AAAC 125mm <sup>2</sup>	ml	60	0.72	0.05	0.77	0.08	0.04	0.89	53.40
9.2	Barra tubular de Cobre (16 mm-f int; 20 mm-f ext )	ml	24	8.00	0.52	8.52	0.92	0.40	9.84	240.10
9.3	Pletina de cobre de 60x10 mm	ml	14	7.00	0.46	7.46	0.80	0.35	8.61	117.10
9.4	Pletina de cobre de 20x5 mm	ml	12	5.00	0.33	5.33	0.57	0.25	6.15	73.80
9.5	Pletina de cobre de 160x10 mm	ml	5	12.00	0.78	12.78	1.37	0.60	14.75	66.38
9.6	Cable de Energía unipolar Cu N2XSY - 1.8/3kV 150mm <sup>2</sup>	ml	330	12.00	0.00	12.00	0.00	0.42	12.42	4 098.60
9.7	Cable de Energía unipolar Cu N2XSY - 10kV 25mm <sup>2</sup>	ml	347	10.00	0.00	10.00	0.00	0.35	10.35	3 586.28
9.7	Cable de Energía NYN-0.6/1kV 500mm <sup>2</sup> tripolar (*)	ml	0	15.00	0.00	15.00	0.00	0.53	15.53	0.00
9.8	Terminal termocontraible para cable seco apantallado - interior, 10 kV	u	6	30.00	0.00	30.00	0.00	1.05	31.05	186.30
5.10	Terminal termocontraible para cable seco apantallado - interior, 2.3kV	u	18	25.00	0.00	25.00	0.00	0.88	25.88	465.84
5.11	Terminal termocontraible para cable seco apantallado - interior, 0.46kV (*)	u	0	25.00	0.00	25.00	0.00	0.88	25.88	0.00
5.12	Cable de control	global	1	4 000.00	0.00	4 000.00	0.00	140.00	4 140.00	4 140.00
5.13	Cable NYN	global	1	2 000.00	0.00	2 000.00	0.00	70.00	2 070.00	2 070.00
5.14	Cable TW	global	1	2 000.00	0.00	2 000.00	0.00	70.00	2 070.00	2 070.00
5.15	Aislador Polimérico, Long. Fuga 850 mm tipo retención	u	6	25.00	0.00	25.00	0.00	0.88	25.88	155.28
5.16	Conectores de equipos	u	60	20.00	0.00	20.00	0.00	0.70	20.70	1 242.00
<b>10</b>	<b>Aisladores</b>									<b>703.32</b>
10.1	Aislador polimérico 33 kV, tipo de longitud de fuga 16mm/kV, incluye accesorios de fijación y ferretería para poste y pared	u	6	45.00	2.93	47.93	5.15	1.58	54.65	327.90
10.2	Aislador Soporte 10 kV, tipo interior de	u	6	21.21	1.38	22.59	2.43	0.74	25.76	154.56



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$						
				UNITARIO						Total
		1	FOB	Flete Marítimo y Seguros	CIF	Aranc., Impuest. Desaduan.	Transp. A Almac. Mina	Total Unitario	Total	
										Unid.
10.3	longitud de fuga 16mm/kV Aislador Soporte 2.3 kV, tipo interior de longitud de fuga 16mm/kV	u	6	21.21	1.38	22.59	2.43	0.74	25.76	154.56
10.4	Aislador Soporte 0.46 kV, tipo interior de longitud de fuga 16mm/kV	u	3	18.20	1.18	19.38	2.08	0.64	22.10	66.30
<b>11</b>	<b>Iluminación interior y exterior</b>									<b>2 578.74</b>
<b>11.1</b>	<b>Iluminación y Tomacorrientes Casa de Fuerza</b>									
	- Tablero General de distribución ( caja metálica)	u	1	12.50	0.00	12.50	0.00	0.63	13.13	13.13
	- Interruptor termomagnético monofásico	u	5	17.65	0.00	17.65	0.00	0.88	18.53	92.65
	- Salida de techo c/tubo pvc sap cable Tw 14; cajas pesadas	u	18	10.00	0.00	10.00	0.00	0.35	10.35	186.30
	- Salida p/tomacorriente bipolar doble tubo pvc sap; cable Tw 14; cajas pesadas	u	8	12.00	0.00	12.00	0.00	0.42	12.42	99.36
	- Salida contra incendio pvc sap en caja pesada	u	2	15.35	0.00	15.35	0.00	0.54	15.89	31.78
	- Salida para teléfonos internos( de servicio público) sap	u	1	15.18	0.00	15.18	0.00	0.53	15.71	15.71
<b>11.2</b>	<b>Tomacorrientes y interruptores de luz</b>									
	Tomacorrientes monofásicos de 20 A, a prueba de agua, a 0.8 m SNPT	u	6	2.50	0.00	2.50	0.00	0.09	2.59	15.54
	Tomacorrientes trifásicos de 50 A, a prueba de agua, a 0.8 m SNPT	u	2	3.40	0.00	3.40	0.00	0.12	3.52	7.04
	interruptores de luz, bakelita	u	5	1.30	0.00	1.30	0.00	0.05	1.35	6.75
<b>11.3</b>	<b>Alumbrado Normal y de Emergencia</b>									
	Artefacto de iluminación de emergencia con lámpara de 100 W	u	5	17.60	0.00	17.60	0.00	0.88	18.48	92.40
	Lámpara fluorescente de iluminación con balasto electrónico	u	7	20.00	0.00	20.00	0.00	1.00	21.00	147.00
	Lámpara fluorescente compacta de salida octogonal	u	6	10.00	0.00	10.00	0.00	0.50	10.50	63.00
<b>11.4</b>	<b>Cables de Fuerza</b>									
	Empleados en los tomacorrientes :1-4x4mm <sup>2</sup> NYY, 0.6/1 KV	m	90	2.11	0.00	2.11	0.00	0.07	2.18	196.20
	Empleados en luminarias, reflectores normales y de emergencia :1-2x4mm <sup>2</sup> NYY, 0.6/1 KV	m	220	1.95	0.00	1.95	0.00	0.07	2.02	444.40
<b>11.5</b>	<b>Iluminación Exterior</b>									
	- Poste de concreto de 8 m/2000 N	u	5	60.00	0.00	60.00	0.00	2.10	62.10	310.50
	- Conductor autoportante de aluminio 2x16/25 mm <sup>2</sup>	km	0.2	420.00	0.00	420.00	0.00	14.70	434.70	86.94
	- Pastoral tubo AoGo 38mm Ø; INT; 500mm Avance horiz.; 720mm de altura	u	6	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	12.42
	- Luminaria completa con equipo para lámpara de 70 W	u	6	50.00	0.00	50.00	0.00	1.75	51.75	310.50
	- Lámpara de vapor de sodio de 70W	u	6	20.00	0.00	20.00	0.00	0.70	20.70	124.20
	- Portafusible unipolar de 5 A con fusible de 2 A	u	1	2.00	0.00	2.00	0.00	0.07	2.07	2.07
	- Equipo contra incendios	ejto	1	300.00	0.00	300.00	0.00	10.50	310.50	310.50
	- Ferretería	ejto	1	10.00	0.00	10.00	0.00	0.35	10.35	10.35
<b>TOTAL</b>										<b>522 751.70</b>

### 7.4.3 Montaje electromecánico

En la tabla 7.12 muestra el metrado y presupuesto del montaje electromecánico.

Tabla 7.12 Metrado y presupuesto del montaje electromecánico [s/n]

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1</b>	<b>Transformadores</b>				<b>7 276.31</b>
1.1	Transformador de Potencia 33/10/2,3 kV; 5/2/3,5 MVA, para instalación tipo interior con regulación bajo carga, y transformador de corriente en el bushing( lado 33 kV 100/5/5 2x30VA; 5p20, cl 0,2), con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación: 4700msnm	u	1	7 276.3	7 276.31
1.2	Transformador de 10/0,46 kV 1,5 MVA, para instalación tipo interior, con regulación en vacío y transformador de corriente en el bushing( lado 0,46 kV 2000/5/55 2x30VA; 5p20; cl0,2) , para instalación: 4700msnm (*)	u	0	5 197.4	0.00
<b>2</b>	<b>Celda de línea transformador 33 kV</b>				<b>2 122.14</b>
2.1	Reconector Automático( Recloser) 38 kV; 630A; 240kV-BIL incluye estructura soporte	u	1	571.1	571.08
2.2	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra 33 kV; 250 kVp (BIL); 630 A, con mando eléctrico y mecánico, incluye estructura de soporte, para instalación tipo interior	u	1	377.7	377.69
2.3	Seccionador de Barra, 33 kV; 250 kV - BIL; 630 A, con mando eléctrico y mecánico incluye estructura soporte, para instalación tipo interior	u	1	377.7	377.69
2.4	Transformador de Tensión Inductivo 33 / Ö3 / 0,1 / Ö3 / 0,1 / Ö3 kV; 2x30 VA; 3P; cl 0,5, incluye estructura de soporte, ,para instalación tipo interior	u	3	95.8	287.42
2.5	Pararrayos 30 kV, 10 kA, cl 3, para instalación tipo exterior e interior	u	6	44.4	266.55
2.6	Aislador Pasamuro 33 kV; 250 kV - BIL; 630 A (interior/exterior)	u	3	80.6	241.71
<b>3</b>	<b>Celda en 10 kV</b>				<b>4 721.55</b>
3.1	Celda de Barra Metal Clad en 12 kV -95 kV-BIL-16 kA; incluye interruptor extraíble, tres transformadores de corriente, transformador de corriente toroidales, tres transformadores de tensión y relé de protección multifunción.	u	1	1 523.1	1 523.08
3.2	Celda de Alimentador Metal Clad en 12 kV -95 kV-BIL-16 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente y relé de protección multifunción.	u	2	1 523.1	3 046.16
3.3	Pararrayos 10 kV, 10 kA, cl 3, ,para instalación tipo interior	u	3	50.8	152.31
<b>4</b>	<b>Celdas en 2,3 kV</b>				<b>2 546.47</b>
4.1	Celda de Barra Metal Clad 3,6kV; 40kV-BIL; 630A; 16 kA , incluye; interruptor de potencia extraíble, tres transformadores de tensión, tres transformadores de corriente de fase, relé de protección multifunción, etc	cjto	1	1 219.9	1 219.92

ITEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US\$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
4.2	Celda de Alimentador Metal Clad en 3,6 kV -40 kV-BIL-16 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente y relé de protección multifunción.	cjto	1	1 219.9	1 219.92
4.3	Pararrayos 2,5 kV, 10 kA, OZn; cl 3, incluye estructura de soporte	cjto	3	35.5	106.62
<b>1.00</b>	<b>Celdas en 0,46 kV (*)</b>				<b>0.00</b>
1.1	Módulo de Celda Compacta con un interruptor termomagnético 3Ø; 0,46 kV, 40 KA, 4000A	cjto	0	1 219.9	0.00
1.2	Módulo de Celda Compacta con un interruptor termomagnético 3Ø; 0,46 kV, 40 KA, 2000A	cjto	0	1 097.9	0.00
1.3	Módulo de Celda Compacta en 0,46 kV, 40 KA que contiene: Salida para 20 Circuitos con Interruptores termomagnéticos ( 3u-1600A,2u-1000A,2u-200A, 3u-40A,2u-175A, 2u-125 A)	cjto	0	1 097.9	0.00
1.4	Pararrayos 0,6 kV, 10 kA, OZn; cl 3, (Adosado al Transformador)	u	0	35.5	0.00
<b>2.00</b>	<b>Control protección y medición</b> Incluye montaje del tablero de Control, Protección y medición.	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>2 921.54</b>	<b>2 921.54</b>
<b>3.00</b>	<b>Servicios auxiliares y banco de baterías</b>				<b>3 597.26</b>
3.1	Transformador de Servicios Auxiliares 380/220 V, 25kVA	u	1	541.27	541.27
3.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC y 110 VDC	u	1	1 825.35	1 825.35
3.3	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	u	1	1 230.64	1 230.64
<b>4.00</b>	<b>Cables de energía y control</b>				<b>4 519.82</b>
4.1	Cable de Energía, incluye terminales	m	677	5.94	4 019.82
4.2	Cables de Control	global	1	500.00	500.00
<b>5.00</b>	<b>Red de tierra superficial y profunda</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>270.00</b>	<b>4.69</b>	<b>1 265.98</b>
<b>6.00</b>	<b>Conductor y accesorios</b> Incluye instalación de mástil para la llegada del cable de guarda	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>1 500.00</b>	<b>1 500.00</b>
<b>7.00</b>	<b>Iluminación interior e exterior</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>1 200.73</b>	<b>1 200.73</b>
<b>8.00</b>	<b>Estudio de coordinación de la protección</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>5 093.04</b>	<b>5 093.04</b>
<b>9.00</b>	<b>Ingeniería de detalle (incluye obras civiles)</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>12 899.46</b>	<b>12 899.46</b>
<b>10.00</b>	<b>Pruebas de puesta en servicio</b>	<b>cjto.</b>	<b>1.00</b>	<b>5 000.00</b>	<b>5 000.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>54 664.30</b>

#### 7.4.4 Obras civiles

En la tabla 7.13 muestra el metrado y presupuesto de las obras civiles de la subestación Arasi

El costo de las obras civiles de la subestación Arasi es de US\$ 85 445.03, no incluye IGV.

Cabe mencionar que en el presente informe se ha limitado en entrar en detalles en calculos de obras civiles.

Por lo tanto, la presente tabla es puramente de uso informativo para el calculo del presupuesto total del proyecto.



Tabla 7.13 Metrado y presupuesto de obras civiles [s/n]

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO ( US \$ )	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
1.00	<b>Obras provisionales</b>				<b>2 208.29</b>
1.01	Instalación de Almacén, Caseta de Guardianía, SS.HH. Y Oficina Técnica	m <sup>2</sup>	92.44	18.48	1 708.29
1.02	Instalaciones Provisionales de Agua, Desagüe y Electricidad	global	1.00	500.00	500.00
2.00	<b>Trabajos preliminares</b>				<b>470.40</b>
2.01	Limpieza del Terreno	m <sup>2</sup>	448.00	0.58	259.84
2.02	Trazos, Niveles y Replanteo General	m <sup>2</sup>	448.00	0.47	210.56
3.00	<b>Movimiento de tierras</b>				<b>1 957.73</b>
3.01	Excavación masiva en Roca Fija	m <sup>3</sup>	15.00	21.06	315.90
3.02	Excavación masiva en Roca Descompuesta	m <sup>3</sup>	15.00	14.58	218.70
3.03	Relleno compactado	m <sup>3</sup>	68.80	13.32	916.38
3.04	Eliminación de material excedente ( d < 0.5 Km. )	m <sup>3</sup>	135.49	3.74	506.75
4.00	<b>Obras de concreto y albañilería</b>				<b>58 394.79</b>
4.01	<b>Cimiento Corrido (0.60 m x 1.20 m)</b>				<b>2 310.26</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	33.39	11.15	372.30
	Concreto Ciclópeo 1:10 (C:H) + 30% Piedra Grande	m <sup>3</sup>	33.39	58.04	1 937.96
4.02	<b>Cimiento Corrido (0.60 m x 0.80 m)</b>				<b>704.47</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	19.21	11.15	214.15
	Concreto Ciclópeo 1:10 (C:H) + 30% Piedra Grande	m <sup>3</sup>	8.45	58.04	490.32
4.03	<b>Cimiento Corrido (0.40 m x 0.80 m)</b>				<b>66.54</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	1.94	11.15	21.59
	Concreto Ciclópeo 1:10 (C:H) + 30% Piedra Grande	m <sup>3</sup>	0.77	58.04	44.95
4.04	<b>Sobrecimiento</b>				<b>1 646.19</b>
	Concreto 1:8 (C:H) + 25% Piedra Mediana	m <sup>3</sup>	8.53	71.77	611.84
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	69.70	14.84	1 034.35
4.05	<b>Sobrecimiento Armado</b>				<b>2 368.25</b>
	Concreto f'c = 175 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6.96	87.89	611.71
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	57.92	14.84	859.53
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	760.18	1.18	897.01
4.06	<b>Zapata Z1</b>				<b>455.98</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	6.55	11.15	73.05
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	5.04	6.72	33.87
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.52	93.81	236.40
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	95.47	1.18	112.66
4.07	<b>Zapata Z2</b>				<b>429.47</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	6.55	11.15	73.05
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	5.04	6.72	33.87
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.52	93.81	236.40
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	73.01	1.18	86.15
4.08	<b>Columnas C1</b>				<b>3 963.91</b>
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	8.03	93.81	753.53
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	64.26	14.84	953.62
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	1 912.51	1.18	2 256.76
4.09	<b>Columnas C2</b>				<b>276.93</b>
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.49	93.81	46.12
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	10.49	14.84	155.64
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	63.70	1.18	75.17
4.10	<b>Columnas C3</b>				<b>1 903.27</b>
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4.36	93.81	409.28
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	69.81	14.84	1 035.91
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	388.20	1.18	458.08
4.11	<b>Cimentación Transformador 5 MVA (inc. rieles y accesorios metálicos)</b>				<b>2 365.83</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	10.19	11.15	113.67
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	11.33	6.72	76.12
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6.70	93.81	628.41
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	20.38	14.84	302.44
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	467.51	1.18	551.66
	Rieles 60 Lbs (Suministro e Instalación)	ml	4.00	44.96	179.84
	Tubería PVC - SAP f=3"	ml	0.85	8.10	6.89
	Suministro e Instalación de Rejilla metálica	m <sup>2</sup>	7.24	70.00	506.80
4.12	<b>Cimentación Transformador 1.5 MVA (inc. rieles y accesorios metálicos)</b>				<b>1 070.20</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	5.09	11.15	56.77
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	5.66	6.72	38.02
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	3.58	93.81	335.98
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	10.50	14.84	155.75
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	210.23	1.18	248.07
	Rieles 60 Lbs (Suministro e Instalación)	ml	2.80	44.96	125.89
	Tubería PVC - SAP f=3"	ml	0.15	8.10	1.22
	Suministro e Instalación de Rejilla metálica	m <sup>2</sup>	1.55	70.00	108.50
4.13	<b>Techo Aligerado h=25 cm. (inc. Losa Aligerada y Sistema de Drenaje)</b>				<b>12 532.81</b>
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	33.24	93.81	3 118.49
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	288.34	14.84	4 278.89
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm <sup>2</sup>	kg	2 256.81	1.18	2 663.04
	Ladrillo Arcilla para Techo 0,20x0,30x0,30m	m <sup>2</sup>	232.04	10.36	2 403.88
	Tubería de desagüe PVC - SAL f=2"	ml	19.58	3.50	68.51
4.14	<b>Vigas</b>				<b>4 773.08</b>
	Concreto f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	10.97	93.81	1 028.96

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO ( US \$ )	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
4.15	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	111.93	14.84	1 660.98
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	1 765.37	1.18	2 083.14
	<b>Muro de Albañilería de Cabeza (Ladrillo King-Kong de Arcilla 18 Huecos)</b>				<b>8 036.57</b>
4.16	Muro de Ladrillo King-Kong de Arcilla 18 Huecos de Cabeza	m <sup>2</sup>	258.24	31.12	8 036.57
	<b>Muro de Albañilería de Soga (Ladrillo King-Kong de Arcilla 18 Huecos)</b>				<b>1 214.08</b>
4.17	Muro de Ladrillo King-Kong de Arcilla 18 Huecos de Soga	m <sup>2</sup>	60.52	20.06	1 214.08
	<b>Galería de Cables (inc. bandejas en piso y techo, escaleras de gato y tapas)</b>				<b>5 835.34</b>
4.18	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	45.28	11.15	504.83
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	37.57	6.72	252.47
	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	21.07	93.81	1 976.39
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	95.14	14.84	1 411.88
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	1 193.46	1.18	1 408.28
	Suministro, Instalación Escalera de Gato F°G° Ø 1", L=2.00 m (pintado)	u	2.00	89.82	179.64
	Tapa de Plancha Estriadas e = 1/4" (Suministro e Instalación)	m <sup>2</sup>	1.78	48.79	86.85
	Pozo de Percolación 0,40x0,40x0,50m	u	1.00	15.00	15.00
	<b>Canaletas de Cables de 0.3 m x 0.3 m (inc. bandejas y tapas metálicas)</b>				<b>990.93</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	3.40	11.15	37.87
	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	1.87	87.89	164.16
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	10.37	14.84	153.86
	Tapa de Plancha Estriadas e = 1/4" (Suministro e Instalación)	m <sup>2</sup>	8.49	48.79	414.23
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	187.13	1.18	220.81
	<b>Canaletas de Cables de 0.6 m x 0.6 m (inc. Tapas y Bandejas)</b>				<b>722.74</b>
	4.19	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	4.10	11.15
Concreto f'c = 175 kg/cm2		m <sup>3</sup>	1.92	87.89	168.33
Encofrado y Desencofrado Plano		m <sup>2</sup>	8.02	14.84	118.96
Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2		kg	103.99	1.18	122.71
Tapa de Plancha Estriadas e = 1/4" (Suministro e Instalación)		m <sup>2</sup>	5.47	48.79	266.98
<b>Canaletas de Cables de 1.0 m x 1.0 m (inc. bandejas y tapas metálicas)</b>					<b>1 421.06</b>
4.20	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	16.61	11.15	185.17
	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	3.61	87.89	317.59
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	16.60	14.84	246.34
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	177.07	1.18	208.94
	Tapa de Plancha Estriadas e = 1/4" (Suministro e Instalación)	m <sup>2</sup>	9.49	48.79	463.02
	<b>Buzón de Cables (inc. tapa de concreto con agarraderas)</b>				<b>485.53</b>
4.21	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	1.16	11.15	12.89
	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	1.25	87.89	109.77
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	9.00	14.84	133.56
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	96.10	1.18	113.39
	Tapa de concreto para buzón, f'c=175kg/cm2 con agarraderas	u	2.00	57.96	115.92
	<b>Canaletas de Drenaje</b>				<b>770.62</b>
4.22	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	5.33	11.15	59.42
	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	4.26	87.89	374.73
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	21.40	14.84	317.55
	Tubería PVC f = 1"	ml	8.88	2.13	18.92
	<b>Escaleras de Concreto entre niveles del Edificio (inc. baranda)</b>				<b>1 063.13</b>
4.23	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	4.93	87.89	432.97
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	12.77	14.84	189.51
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	246.31	1.18	290.65
	Baranda	global	1.00	150.00	150.00
	<b>Base para Seccionador</b>				<b>207.29</b>
4.24	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	1.01	11.15	11.24
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	1.44	6.72	9.68
	Concreto f'c = 175 kg/cm2	m <sup>3</sup>	0.64	87.89	56.54
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	1.30	14.84	19.29
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	62.05	1.18	73.22
	Relleno compactado	m <sup>3</sup>	0.33	13.32	4.44
	Pernos de anclaje (Suministro e Instalación)	u	4.00	8.22	32.88
	<b>Base para Recloser</b>				<b>135.24</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	0.49	11.15	5.46
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	0.70	6.72	4.70
4.25	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	0.56	93.81	52.53
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	0.68	14.84	10.09
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	25.06	1.18	29.58
	Pernos de anclaje (Suministro e Instalación)	u	4.00	8.22	32.88
	<b>Base para Transformador de Tensión</b>				<b>237.43</b>
4.26	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	0.57	11.15	6.36
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	1.14	6.72	7.66

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO ( US \$ )	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
4.27	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	0.68	93.81	64.17
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	1.14	14.84	16.92
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	37.02	1.18	43.68
	Pernos de anclaje (Suministro e Instalación)	u	12.00	8.22	98.64
	<b>Base para Transformador de S.S.A.A.</b>				<b>131.95</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	0.60	11.15	6.74
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	2.02	6.72	13.55
	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	1.01	93.81	94.56
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	1.15	14.84	17.10
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg		1.18	0.00
4.28	<b>Cimentación Losa de acceso (1,50x0,40m)</b>				<b>866.51</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	2.52	11.15	28.10
	Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	8.40	6.72	56.45
	Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	3.36	93.81	315.20
	Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	2.84	14.84	42.15
	Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	140.67	1.18	165.99
	Rieles 60 Lbs (Suministro e Instalación)	ml	5.60	44.96	251.78
	Junta de Construcción (teknopor) e=20mm	ml	2.90	2.36	6.84
	<b>Cimentación Losa de acceso (1,40x0,40m)</b>				<b>1 409.18</b>
	Excavación en Material Suelto	m <sup>3</sup>	2.37	11.15	26.46
Solado para Estructuras	m <sup>2</sup>	16.31	6.72	109.60	
Concreto f'c = 210 kg/cm2	m <sup>3</sup>	3.16	93.81	296.81	
Encofrado y Desencofrado Plano	m <sup>2</sup>	3.38	14.84	50.16	
Acero de Refuerzo fy = 4200 Kg/cm2	kg	135.35	1.18	159.72	
Rieles 60 Lbs (Suministro e Instalación)	ml	16.90	44.96	759.82	
Junta de Construcción (teknopor) e=20mm	ml	2.80	2.36	6.61	
<b>5.00 Pisos y acabados</b>				<b>18 492.11</b>	
5.01 Falso Piso de 4" - Mezcla 1:12 (C:H)	m <sup>2</sup>	131.68	7.57	996.78	
5.02 Piso de Concreto f'c=175 kg/cm2 (e=4")	m <sup>2</sup>	131.68	8.79	1 157.29	
5.03 Veredas de Concreto f'c=175 kg/cm2 (e=4")	m <sup>2</sup>	73.90	8.79	649.51	
5.04 Tarrajeo Frotachado de Muros Interiores	m <sup>2</sup>	121.05	9.90	1 198.40	
5.05 Tarrajeo Frotachado de Muros Exteriores	m <sup>2</sup>	545.11	10.74	5 854.48	
5.06 Pintura en Muros Interiores y Exteriores	m <sup>2</sup>	666.16	4.24	2 824.52	
5.07 Piso gres cerámico antiácido en Sala de Baterías	m <sup>2</sup>	6.79	15.84	107.48	
5.08 Cielo Raso con mezcla C.A 1:5 e=1,5cm	m <sup>2</sup>	296.93	12.10	3 592.84	
5.09 Pintura en Cielo Raso	m <sup>2</sup>	296.93	4.72	1 401.51	
5.10 Imprimación Superficie Losa Aligerada	m <sup>2</sup>	288.34	2.46	709.30	
<b>6.00 Puertas y ventanas</b>				<b>3 146.25</b>	
6.01 Ventana V1 (inc. suministro y colocación de marco de fierro y vidrio)	u	5.00	100.00	500.00	
6.02 Ventana V2 (inc. suministro y colocación de marco de fierro y vidrio)	u	1.00	130.00	130.00	
6.03 Puerta P1 (inc. suministro y colocación de tubos, mallas y accesorios metálicos)	u	1.00	400.00	400.00	
6.04 Puerta P2 (inc. suministro y colocación de tubos, mallas y accesorios metálicos)	u	1.00	300.00	300.00	
6.05 Puerta P3 (inc. suministro y colocación de tubos, mallas y accesorios metálicos)	u	1.00	90.00	90.00	
6.06 Puerta P4 (inc. sum. y coloc. de perfiles, plancha y vidrio incoloro)	u	2.00	110.00	220.00	
6.07 Puerta P5 (inc. sum. y coloc. cerradura, tubos, tablero y accesorios metálicos)	u	1.00	1 200.00	1 200.00	
6.08 Cerco de malla metálica (inc. accesorios metálicos)	m <sup>2</sup>	8.75	35.00	306.25	
<b>7.00 Instalaciones sanitarias</b>				<b>500.00</b>	
7.01 Sala de Baterías (inc. instalaciones sanitarias completas)	global	1.00	500.00	500.00	
<b>8.00 Misceláneos</b>				<b>275.46</b>	
8.01 Soporte metálico para Pararrayos	u	3.00	91.82	275.46	
<b>TOTAL ( U.S.\$ )</b>					<b>85 445.03</b>



## CONCLUSIONES

1. En la subestación Ayaviri se ampliará y equipará una celda de transformación (interruptor y seccionador de barra) en el espacio libre del patio de llaves 22.9 kV.
2. Respecto a protección, control y medición se recomienda que la tecnología de los relés de protección sea de estado sólido, de tecnología digital dado el desempeño satisfactorio que están presentando en la aclaración de fallas de los sistemas de potencia.
3. En la subestación Arasi, los equipos en todos los niveles de tensión (33, 10, 2.3 y 0.46 kV) se instalarán al interior (edificio de control), las celdas en 10 kV y 2.3 kV son del tipo metal clad, previsto para ampliarse con otras celdas que permitan salidas para cargas futuras y cargas rurales.
4. Para mantener a tensión constante en las barras secundarias de la subestación Arasi, el transformador de potencia deberá ser suministrado con regulación automática bajo carga.
5. La ruta de línea deberá ser lo mas recta posible tratando de minimizar los fuertes ángulos de desvío, no deberá pasar por terrenos inundables e inestables; así como, evitar el paso por zonas protegidas por el estado.
6. El conductor a utilizar es de aleación de aluminio de 125mm<sup>2</sup>, en donde la sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta la corriente de cortocircuito y esfuerzos mecánicos.
7. En la selección de conductores y barras en las subestaciones se considera la uniformidad de suministro; es decir, la utilización del mismo tipo y calibre del conductor utilizado en la línea de subtransmisión 33 kV Ayaviri – Arasi.

## **ANEXOS**

**ANEXO A: SELECCIÓN DEL AISLAMIENTO: RECOMENDACIONES PARA  
DISTANCIA DE FUGA EN AISLADORES PARA AMBIENTES  
CONTAMINADOS (NORMA IEC 815)**

Nivel de Contaminación	Descripción del Ambiente	Distancia de fuga Nominal mínima (mm/kV $\phi$ - $\phi$ )
Ligero Nivel I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Areas sin industrias y con baja densidad de casas equipadas con calefacción.</li> <li>- Areas con baja densidad de industrias o casas pero sujetas a frecuentes vientos o lluvia.</li> <li>- Areas agrícolas</li> <li>- Areas montañosas</li> </ul> <p>Todas las áreas situadas de 10 km a 20 km del mar y no expuestas a vientos directos provenientes del mar.</p>	16
Medio Nivel II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Areas con industrias que no producen humo contaminante y/o con densidad moderada de casas equipadas con calefacción.</li> <li>- Areas con alta densidad de casas pero sujetas a frecuentes vientos y/o lluvia.</li> <li>- Areas expuestas a vientos del mar pero no cercanas a la costa (al menos varios kilómetros de distancia).</li> </ul>	20
Alto Nivel III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Areas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de casas con calefacción que generen contaminación.</li> <li>- Areas cercanas al mar o expuestas a vientos relativamente fuertes procedentes del mar.</li> </ul>	25
Muy Alto Nivel IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Areas generalmente de extensión moderada, sujetas a contaminantes conductivos, y humo industrial, que produzca depósitos espesos de contaminantes.</li> <li>- Areas de extensión moderada, muy cercanas a la costa y expuestas a rocío del mar, o a vientos muy fuertes con contaminación procedentes del mar.</li> <li>- Areas desérticas, caracterizadas por falta de lluvia durante largos períodos, expuesta a fuertes vientos que transporten arena y sal, y sujetas a condensación con regularidad.</li> </ul>	31

**Notas :**

1. En áreas con contaminación muy ligera, se puede especificar una distancia de fuga de 12 mm/kV, como mínimo y dependiendo de la experiencia de servicio.
2. En el caso de polución excepcional severa, una distancia nominal específica de fuga de 31 mm/kV no es adecuado. Dependiendo de la experiencia de servicio y/o de los resultados de prueba de laboratorio, puede usarse un valor más alto de distancia de fuga, pero en algunos casos la viabilidad de lavar o engrasar puede ser considerado.

## ANEXO B: SELECCIÓN DE AISLADORES

### Aislamiento por contaminación (Lfuga)

Lf unitaria	16 mm/kV
Vmax	34.5
altitud	4700 msnm
Fch	1.463
<b>Lfuga</b>	<b>807 mm</b>

$$L_{fuga} = L_{f0} \times U_{MAX} \times f_{ch}$$

### Aislamiento a frecuencia industrial (Vfi)

fs	1.5
Vmax	34.5
H	1
N	3
delta	0.02
altitud	4700 msnm
densidad	0.573
n	1
Fii	0.8
<b>Vfi</b>	<b>69 kV</b>

$$V_{fi} = \frac{f_s * V_{max} * H}{\sqrt{3} * (1 - N * \sigma) * \delta * fl}$$

### SELECCIÓN DE AISLADORES

Característica	Unid.	Calculado	Tipo Cadena Suspensión			
			Tipo Pin	3*52-3	4*52-3	
Lf	mm	807	56-5	836.6	876	1168
Vfi	kV	69		125	130	170
Vfic	kV	439		270	345	415

**ANEXO C: DETERMINACION DEL NIVEL DE AISLAMIENTO  
SEGÚN NORMA IEEE STD 1410**

Nivel de Tensión Nominal	33 kV
Altitud	4700 msnm
Factor de Corrección por Altitud	1.463
Voltaje de Flameo de Impulso Crítico (VFIC), al Nivel del Mar	300 kV
Voltaje de Flameo de Impulso Crítico (VFIC), corregido por Altitud	<b>439 kV</b>

De	A	Componentes de la Trayectoria de Flameo			VFIC
		(1) Aislador PIN 56-5 VFIC (kV)	(2) Cruceta de Madera Long. (m)    VFIC (kV)	(3) Poste de Madera(*) VFIC (kV)	Total >439kV
Línea de Tierra	Fase R	270	0.770    193	0	<b>463</b>
Línea de Tierra	Fases S, T	270	0.900    225	0	<b>495</b>

(\*) El poste de madera no contribuye al aislamiento, debido a que se está colocando el cable de bajada de puesta a tierra del cable de guarda pegado al poste.

ANEXO D: CALCULO DE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

$$I \equiv \frac{S}{\sqrt{t}} \sqrt{\left[ \frac{c\gamma}{\rho \alpha k_p} \ln(1 + \alpha(t_2 - t_1)) \right]}$$

Magnitud	125 mm <sup>2</sup> AAAC	25 mm <sup>2</sup> -EHS	Unidad	Descripción
I =	14.13	2.93	kA	Corriente admisible en kA
S =	125	24.6	mm <sup>2</sup>	Sección mm <sup>2</sup>
c =	8.69	4.84	Joule/kN	Calor específico en Joule/Kg C
γ =	0.275	0.802	N/m <sup>3</sup>	Peso específico en N/m <sup>3</sup> .
ρ =	0.0359	0.106		Resistividad del metal a la temperatura inicial t1
α =	0.004	0.0035	1/°C	Coefficiente incr. Resistencia c/ temperatura 1/°C
t1 =	40	40	°C	Temperatura en el instante t1 de inicio en °C
t2 =	130	400	°C	Temperatura en el instante t2 en °C
t =	0.4	0.4	°C	Tiempo duración del cc o sea t2-t1 en segundos
k <sub>p</sub> =	1	1.5		Coefficiente pedicular o Rca/Rcd

Los valores obtenidos para una duración de cortocircuito de 0,5 segundos son del orden de 14,13 kA y 2,93 kA para el conductor y el cable de guarda, lo cual confirma la capacidad de los conductores ante las corrientes de cortocircuito; mas aún si consideramos que los equipos actuales de protección logran eliminar la falla en menos de 0,1 seg. (100ms). Para el análisis de la corriente de cortocircuito se ha tomado en consideración la referencia bibliográfica de: "Evaluación de la Capacidad Térmica y Pérdidas de la Rigidez Mecánica en una LTA", Meiguen, III Jornadas de Potencia, Maracaibo 1 982.



**ANEXO E: CÁLCULO DE LA MALLA A TIERRA  
SUBESTACIÓN AYAVIRI 22,9/33 kV - 5 MVA**

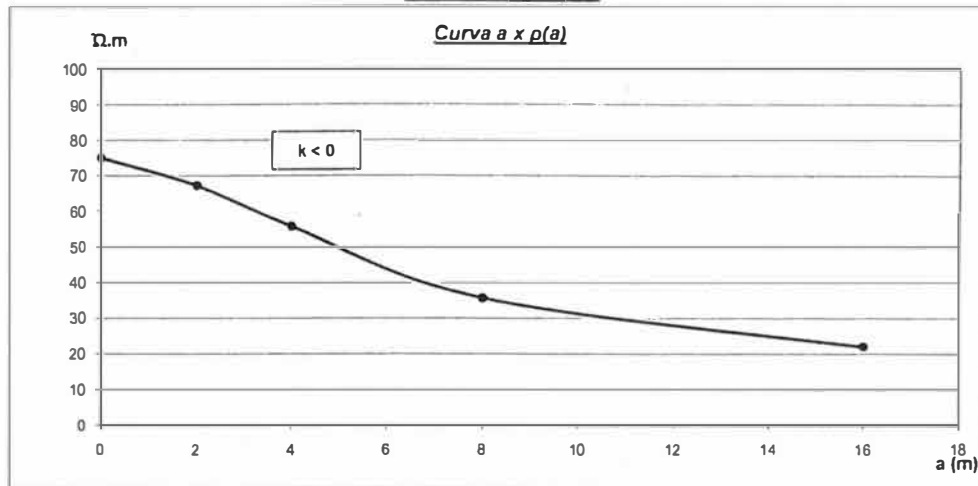
CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA		UNID.	VALOR	
(1)	ANCHO DE LA MALLA	m	15.00	
(2)	LARGO DE LA MALLA	m	15.00	
(3)	NUMERO DE CONDUCTORES			
	A LO LARGO DE LA MALLA	U	4	
	A LO ANCHO DE LA MALLA	U	4	
	LONGITUD TOTAL DE CONDUCTOR	m	120	
(4)	PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO	m	0.8	
(5)	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	95	
	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	mm	12.50	
(6)	NUMERO DE JABALINAS DE LA MALLA	U	5	
(7)	LONGITUD DE CADA JABALINA	m	2.4	
(8)	DIAMETRO DE LA JABALINA	pulg	5/8	
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO				
(9)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	Ohm-m	85	Factor
(10)	TRATAMIENTO		2	
	1 SIN TRATAMIENTO			
	2 TIERRA CERNIDA + SAL Y CARBÓN			0.25
	3 TRATAMIENTO ELECTROLITICO			
(11)	4 TRAT. ELECTROLITICO + HELICOIDE			
	RESISTIVIDAD RESULTANTE	Ohm-m	21.1	
CARACTERÍSTICAS DE OPERACION				
(12)	MINIMO TIEMPO DE OPERACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION	seg	0.25	
(13)	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA			
	MONOFASICA A TIERRA	A	3,000	
(14)	NIVEL DE TENSION DEL SISTEMA	kV	33	
(15)	TENSION DE TOQUE PERMITIDA	V	1252	
(16)	TENSION DE PASO PERMITIDA	V	4432	
RESULTADOS				
(17)	RESISTENCIA DEL RETICULADO	Ohm	0.71	
(18)	RESISTENCIA DE LAS JABALINAS	Ohm	1.99	
(19)	RESISTENCIA MUTUA	Ohm	0.59	
(20)	RESISTENCIA TOTAL COMBINADA	Ohm	0.70	
(21)	COEFICIENTE DE ESPARCIMIENTO (Km)		0.65	
(22)	FACTOR DE IRREGULARIDAD (KI)		1.34	
(23)	FACTOR DE ESPACIAMIENTO (Ks)		0.29	
(24)	TENSION DE TOQUE	V	483	OK
(25)	TENSIO DE PASO	V	202	OK
(26)	LONGITUD MINIMA DEL CONDUCTOR		44	

**ANEXO F: SUBESTACION AYAVIRI  
MEDICIONES DE RESISTIVIDAD**

PUNTO	DISTANCIA (m) D	LECTURA R	RESISTIVIDAD $2 \times D \times R$ (Ohm-m)	RESISTIVIDAD Total
V-0	2	5.35	67.23	67.23
	4	2.22	55.79	55.79
	8	0.71	35.69	35.69
	16	0.22	22.12	22.12

**ESTRATIFICACIÓN DEL SUELO**

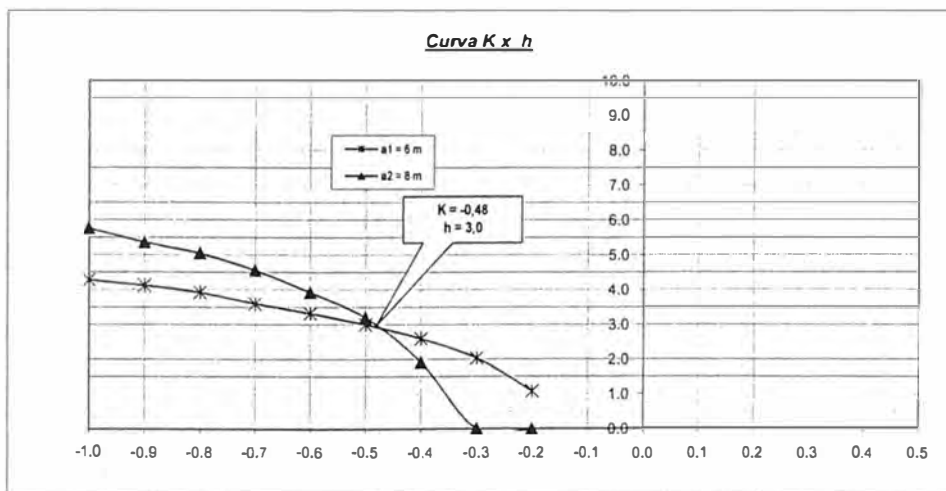
*Subestación Ayaviri - P1*



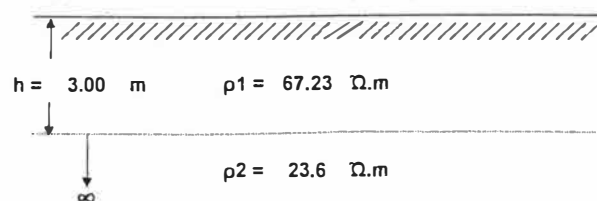
Medicion de Campo	a (m)	2	4	8	16
	$\rho(a)$ ( $\Omega.m$ )	67	56	36	22

$a1 = 4$	$K$	-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90	-1.00
$\rho1/\rho(a1) = 0.744$	$h/a$	0.00	0.27	0.51	0.65	0.75	0.83	0.90	0.98	1.03	1.07
	$h$ (m)		1.08	2.04	2.60	3.00	3.32	3.60	3.92	4.12	4.28

$a1 = 8$	$K$	-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90	-1.00
$\rho1/\rho(a1) = 0.476$	$h/a$	0.00	0.00	0.00	0.24	0.40	0.49	0.57	0.63	0.67	0.72
	$h$ (m)		0.00	0.00	1.92	3.20	3.92	4.56	5.04	5.36	5.76



**Resultados**



**ANEXO G: CÁLCULO DE LA MALLA A TIERRA  
SUBESTACIÓN ARASI 33/10/2,3 kV - 5 MVA**

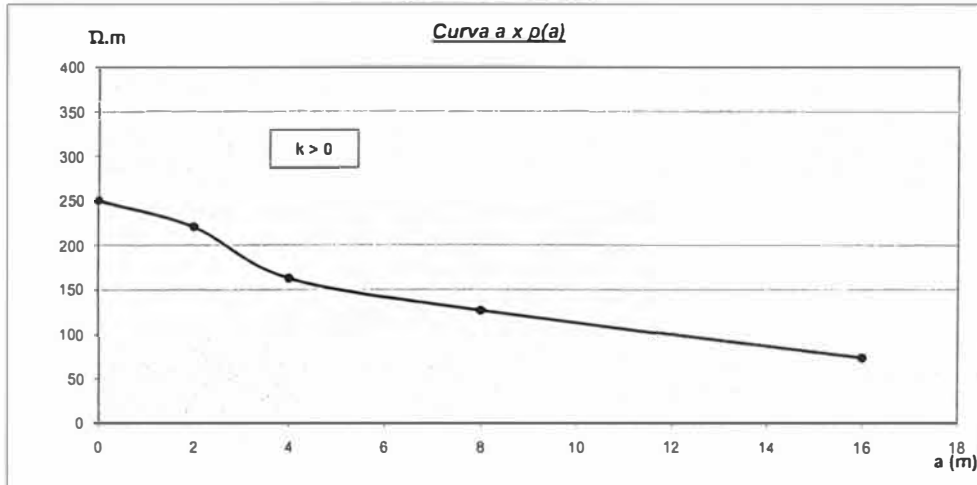
CARACTERÍSTICAS DE LA MALLA		UNID.	VALOR	
(1)	ANCHO DE LA MALLA	m	9.00	
(2)	LARGO DE LA MALLA	m	28.00	
(3)	NUMERO DE CONDUCTORES			
	A LO LARGO DE LA MALLA	U	8	
	A LO ANCHO DE LA MALLA	U	4	
	LONGITUD TOTAL DE CONDUCTOR	m	260	
(4)	PROFUNDIDAD DE ENTERRAMIENTO	m	0.8	
(5)	SECCION DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	95	
	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	mm	12.50	
(6)	NUMERO DE JABALINAS DE LA MALLA	U	10	
(7)	LONGITUD DE CADA JABALINA	m	2.4	
(8)	DIAMETRO DE LA JABALINA	pulg	5/8	
CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO				
(9)	RESISTIVIDAD DEL TERRENO	Ohm-m	164	Factor
(10)	TRATAMIENTO		2	
	1 SIN TRATAMIENTO			
	2 TIERRA CERNIDA + SAL Y CARBÓN			0.25
	3 TRATAMIENTO ELECTROLITICO			
	4 TRAT. ELECTROLITICO + HELICOIDE			
(11)	RESISTIVIDAD RESULTANTE	Ohm-m	41.0	
CARACTERÍSTICAS DE OPERACION				
(12)	MINIMO TIEMPO DE OPERACION DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCION	seg	0.25	
(13)	MAXIMA CORRIENTE DE FALLA MONOFASICA A TIERRA	A	3,000	
(14)	NIVEL DE TENSION DEL SISTEMA	kV	33	
(15)	TENSION DE TOQUE PERMITIDA	V	1252	
(16)	TENSION DE PASO PERMITIDA	V	4432	
RESULTADOS				
(17)	RESISTENCIA DEL RETICULADO	Ohm	1.13	
(18)	RESISTENCIA DE LAS JABALINAS	Ohm	1.93	
(19)	RESISTENCIA MUTUA	Ohm	1.02	
(20)	<b>RESISTENCIA TOTAL COMBINADA</b>	<b>Ohm</b>	<b>1.11</b>	
(21)	COEFICIENTE DE ESPARCIMIENTO (Km)		0.46	
(22)	FACTOR DE IRREGULARIDAD (Ki)		2.03	
(23)	FACTOR DE ESPACIAMIENTO (Ks)		0.31	
(24)	TENSION DE TOQUE	V	437	OK
(25)	TENSIO DE PASO	V	292	OK
(26)	LONGITUD MINIMA DEL CONDUCTOR		91	

**ANEXO H: SUBESTACIÓN ARASI  
MEDICIONES DE RESISTIVIDAD**

PUNTO	DISTANCIA (m)	LECTURA	RESISTIVIDAD	RESISTIVIDAD
	D	R	$2\pi D \times R$ (Ohm-m)	Total
V-0	2	17.55	220.54	220.54
	4	6.49	163.11	163.11
	8	2.53	127.17	127.17
	16	0.73	73.39	73.39

**ESTRATIFICACION DEL SUELO**

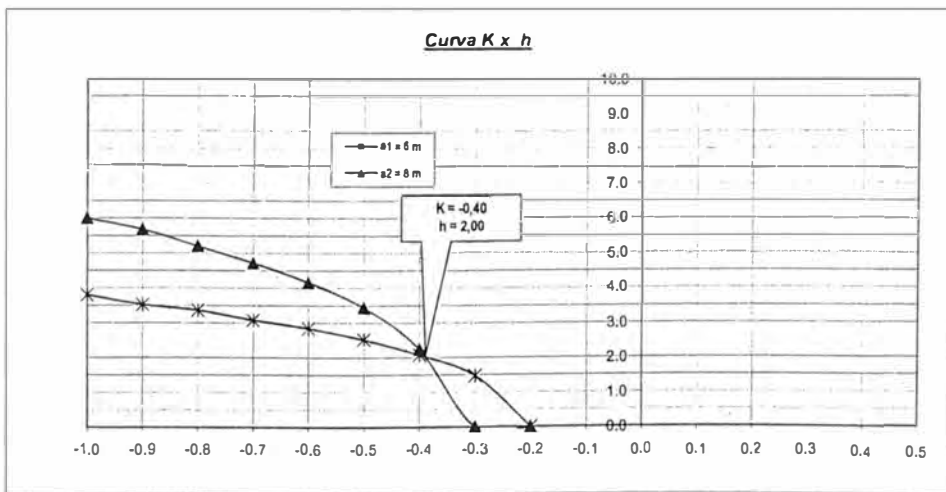
*Subestación Arasi - P1*



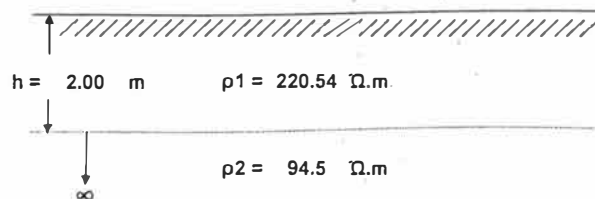
Medición de Campo	a (m)	2	4	8	16
	$\rho(a)$ ( $\Omega/m$ )	221	163	127	73

$a_1 = 4$	K	-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90	-1.00
$\rho_1/\rho(a_1) = 0.652$	$h/a$	0.00	0.00	0.37	0.52	0.63	0.71	0.77	0.84	0.88	0.95
	$h$ (m)		0.00	1.48	2.08	2.52	2.84	3.08	3.36	3.52	3.80

$a_1 = 8$	K	-0.10	-0.20	-0.30	-0.40	-0.50	-0.60	-0.70	-0.80	-0.90	-1.00
$\rho_1/\rho(a_1) = 0.609$	$h/a$	0.00	0.00	0.00	0.28	0.43	0.52	0.59	0.65	0.71	0.75
	$h$ (m)		0.00	0.00	2.24	3.44	4.16	4.72	5.20	5.68	6.00



**Resultados**



# ANEXO I: MAPA EÓLICO DEL PERÚ



VELOCIDADES EXTREMAS DE VIENTO  
En km/hora a 10 metros

SOBRE EL SUELO  
PERIODO DE OCURRENCIA 50 AÑOS



## ANEXO J: ZONIFICACIÓN DE VELOCIDAD DE VIENTO



MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS  
CORPORACIÓN NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA



Zonificación	Velocidad del Viento
ZONA A	70 km/h
ZONA B	80 km/h
ZONA C	90 km/h











**ANEXO M: SEPARACIÓN VERTICAL MÁXIMA ENTRE EL PRIMER CONDUCTOR  
Y EL CABLE DE GUARDA**

Factor de seguridad de acercamiento de flechas  
Hipótesis de Máximo Esfuerzo en EDS Final

0.97

Alto (m)	Fecha Conductor (m)	Fecha C.G. (m)	FCG/Fcond
30	0.07	0.06	0.86
40	0.12	0.11	0.92
50	0.19	0.18	0.95
60	0.27	0.26	0.96
70	0.36	0.35	0.97
80	0.47	0.45	0.96
90	0.60	0.57	0.95
100	0.74	0.71	0.96
110	0.89	0.85	0.96
120	1.06	1.02	0.96
130	1.24	1.19	0.96
140	1.44	1.38	0.96
150	1.65	1.58	0.96
160	1.87	1.79	0.96
170	2.11	2.02	0.96
180	2.36	2.26	0.96
190	2.63	2.51	0.95
200	2.91	2.78	0.96
210	3.20	3.06	0.96
220	3.51	3.35	0.95
230	3.83	3.65	0.95
240	4.17	3.97	0.95
250	4.52	4.29	0.95
260	4.88	4.63	0.95
270	5.26	4.98	0.95
280	5.65	5.34	0.95
290	6.06	5.72	0.94
300	6.48	6.10	0.94
310	6.91	6.50	0.94
320	7.36	6.91	0.94
330	7.82	7.33	0.94
340	8.30	7.76	0.93
350	8.79	8.20	0.93
360	9.29	8.65	0.93
370	9.81	9.11	0.93
380	10.34	9.59	0.93
390	10.89	10.07	0.92
400	11.45	10.57	0.92
410	12.02	11.07	0.92
420	12.61	11.59	0.92
430	13.21	12.12	0.92
440	13.83	12.65	0.91
450	14.46	13.20	0.91
460	15.11	13.76	0.91
470	15.76	14.33	0.91
480	16.44	14.90	0.91
490	17.13	15.49	0.90
500	17.83	16.09	0.90
510	18.54	16.70	0.90
520	19.27	17.32	0.90
530	20.02	17.94	0.90
540	20.78	18.58	0.89

**ANEXO M: SEPARACIÓN VERTICAL MÁXIMA ENTRE EL PRIMER CONDUCTOR  
Y EL CABLE DE GUARDA**

Factor de seguridad de acercamiento de flechas  
Hipótesis de Máximo Esfuerzo en EDS Final

0.97

Vano	Flecha Conductor (m)	Flecha C.G. (m)	FCG/Fcond
550	21.55	19.23	0.89
560	22.34	19.89	0.89
570	23.14	20.55	0.89
580	23.95	21.23	0.89
590	24.78	21.92	0.88
600	25.63	22.62	0.88
610	26.48	23.32	0.88
620	27.36	24.04	0.88
630	28.24	24.77	0.88
640	29.15	25.50	0.87
650	30.06	26.25	0.87
660	30.99	27.00	0.87
670	31.93	27.77	0.87
680	32.89	28.54	0.87
690	33.87	29.33	0.87
700	34.85	30.12	0.86
710	35.85	30.92	0.86
720	36.87	31.74	0.86
730	37.90	32.56	0.86
740	38.94	33.39	0.86
750	40.00	34.23	0.86
760	41.08	35.09	0.85
770	42.16	35.95	0.85
780	43.27	36.82	0.85
790	44.38	37.70	0.85
800	45.51	38.59	0.85
810	46.66	39.49	0.85
820	47.82	40.40	0.84
830	48.99	41.32	0.84
840	50.18	42.25	0.84
850	51.38	43.18	0.84
860	52.60	44.13	0.84
870	53.83	45.09	0.84
880	55.08	46.06	0.84
890	56.34	47.03	0.83
900	57.61	48.02	0.83
910	58.90	49.02	0.83
920	60.21	50.02	0.83
930	61.53	51.04	0.83
940	62.86	52.06	0.83
950	64.21	53.10	0.83
960	65.57	54.14	0.83
970	66.95	55.19	0.82
980	68.34	56.26	0.82
990	69.75	57.33	0.82
1000	71.17	58.41	0.82

## ANEXO N: CALCULO MECÁNICO DE CRUCETAS

VERIFICACION CRUCETA SIMPLE			
	Abrev.	unidad	valor
Conductor	Aa	(mm <sup>2</sup> )	125.00
Factor de seguridad cruceta	Fsc	adim	4.00
Factor de Resistencia (CNE Tabla 261-1A - Grado C)	Fr	adim	0.65
Factor de Sobrecarga Calculado (Fsc*Fr)	Fsoc	adim	2.60
Altura cruceta	h	(cm)	12.70
Ancho cruceta	a	(cm)	10.20
Momento Máximo que puede soportar x-x	Mx-x	(N-m)	5257.93
Momento Máximo que puede soportar y-y	My-y	(N-m)	4211.69
Esfuerzo de la madera (Flexión)	s	(N/cm <sup>2</sup> )	5000.00
Esfuerzo de la madera (Corte)	s	(N/cm <sup>2</sup> )	79.40
Masa unitaria conductor	Wo	(kg/m)	0.34
Vano Máximo		m	535.49
Peso adicional (aislad., ferret. etc)	Padic	(N)	1500.00
Brazo de la cruceta	Bc	(m)	1.10
Distancia donde se calculará la fuerza (x-x)	cx	(cm)	6.35
Distancia donde se calculará la fuerza (y-y)	cy	(cm)	5.10
Momento de Inercia xx	lxx	(cm <sup>4</sup> )	1736.17
Módulo de la sección (Carga Vertical)	Sxx	(cm <sup>3</sup> )	273.41
Momento de Inercia yy	lyy	(cm <sup>4</sup> )	1116.94
Módulo de la sección (Carga Horizontal)	Syy	(cm <sup>3</sup> )	219.01
Fuerza Horizontal (y-y)	FH	(N)	3828.81
Fuerza Vertical Máxima (x-x)	FV	(N)	2637.30
<b>Vano máximo (Flexión)</b>		<b>(m)</b>	<b>1069.13</b>
<b>Vano Máximo (Corte)</b>		<b>(m)</b>	<b>674.03</b>

### Verificación frente a una Fuerza Específica

#### Seccion transversal

altura	12.70 cm
ancho	10.20 cm
largo	3.00 m
f.s.	1.4
F total	800
F x f.s.	1120 Kg

#### Datos de la cruceta y armadura

ángulo de arriostre metálico (sex) 45

distancia al origen			fuerza externa			cortante			momento flector		
d1	0.15	m	F1	-1120	Kg	V1	-1120	Kg	M1	0	Kg-m
d2	0.90	m	F2	4752	Kg	V2	2240	Kg	M2	-1008	Kg-m
d3	0.45	m	F2V	3360	Kg	V3	-2240	Kg	M3	0	Kg-m
d4	0.45	m	F3	-4480	Kg	V4	1120	Kg	M4	-1008	Kg-m
d5	0.90	m	F4V	3360	Kg	V5	0	Kg	M5	0	Kg-m
d6	0.15	m	F5	-1120	Kg						

CORTANTE MAXIMO 2240 Kg  
 MOMENTO MAXIMO -1008 Kg-m

Obs: Comparar los valores de cortante máximo y momento máximo con los permisibles de la sección de la cruceta

ANEXO N: CALCULO MECÁNICO DE CRUCETAS

VERIFICACION CRUCETA DOBLE			
	Abrev.	und	valor
Conductor	Aa	(mm <sup>2</sup> )	125.00
Factor de seguridad cruceta	adim	Fsc	4.00
Factor de Resistencia (CNE Tabla 261-1A - Grado C)	adim	Fr	0.65
Factor de Sobrecarga Calculado (Fsc*Fr)	adim	Fsoc	2.60
Altura cruceta	h	(cm)	12.70
Ancho cruceta	a	(cm)	10.20
Momento Máximo que puede soportar x-x	Mx-x	(N-m)	10515.86
Momento Máximo que puede soportar y-y	My-y	(N-m)	58251.34
Esfuerzo de la madera (Flexión)	s	(N/cm <sup>2</sup> )	5000.00
Esfuerzo de la madera (Corte)	s	(N/cm <sup>2</sup> )	79.40
Masa unitaria conductor	Wo	(kg/m)	0.34
Vano Máximo		m	535.49
Peso adicional (aislad., ferret.etc)	Padic	(N)	1500.00
Brazo de la cruceta	Bc	(m)	1.10
Distancia donde se calculará la fuerza (x-x)	cx	(cm)	6.35
Separación entre crucetas	s	(cm)	10.00
Distancia donde se calculará la fuerza (y-y)	cy	(cm)	5.10
Momento de Inercia xx	Ixx	(cm <sup>4</sup> )	3472.34
Módulo de la sección (Carga Vertical)	Sxx	(cm <sup>3</sup> )	546.82
Momento de Inercia yy	Iyy	(cm <sup>4</sup> )	15448.25
Módulo de la sección (Carga Horizontal)	Syy	(cm <sup>3</sup> )	3029.07
Fuerza Horizontal (y-y)	FH	(N)	52955.76
Fuerza Vertical Máxima (x-x)	FV	(N)	2637.30
<b>Vano máximo (Flexión)</b>		<b>(m)</b>	<b>2627.20</b>
<b>Vano Máximo (Corte)</b>		<b>(m)</b>	<b>674.03</b>

Verificación frente a una Fuerza Especifica

Seccion transversal

altura 12.7 cm  
 ancho 10.2 cm  
 largo 3 m

f.s. 1.4  
 F total 800  
 F x f.s. 1120 Kg

Datos de la cruceta y armadura

ángulo de arriostre metálico (sex) 45

distancia al origen	fuerza externa			cortante			momento flector		
d1 0.15 m	F1	-1120	Kg	V1	-1120	Kg	M1	0	Kg-m
d2 0.90 m	F2	4752	Kg	V2	2240	Kg	M2	-1008	Kg-m
d3 0.45 m	F2V	3360	Kg	V3	-2240	Kg	M3	0	Kg-m
d4 0.45 m	F3	-4480	Kg	V4	1120	Kg	M4	-1008	Kg-m
d5 0.90 m	F4V	3360	Kg	V5	0	Kg	M5	0	Kg-m
d6 0.15 m	F5	-1120	Kg						

CORTANTE MAXIMO 2240 Kg  
 MOMENTO MAXIMO -1008 Kg-m

Obs: Comparar los valores de cortante máximo y momento máximo con los permisibles de la sección de la cruceta

## ANEXO O: SEPARACIÓN HORIZONTAL ENTRE CONDUCTORES - EDS Final 16%

### DATOS GENERALES

<u>Hipótesis de Templado:</u>		<u>Hipótesis de Máxima Temperatura:</u>	
EDS Final :	.16%	Temperatura :	40°C
Temperatura	12°C	V. Viento :	0 km/h
V. Viento :	0 km/h	V Nominal :	33kV

Formulación según Norma DEP:

$$S = 0,0076 \times V_{\max} \times F_h + 0,65 \sqrt{f}$$

Vmax (kV) : tensión máxima  
 Fh : factor de corrección por altura  
 f (m) : flecha del conductor en condición de templado

Formulación según CNE

$$H = 0,0076 \times k V_{\max} + 8 \sqrt{0,00212 f}$$

H : Distancia Horizontal entre conductores (m)  
 f : flecha (m)

Formulación según Norma RUS:

$$H = 0,025 \times V_{\max} \times 1,05 + F \exp \sqrt{f} + L \times \text{Sen}(\theta \max)$$

H : Distancia Horizontal entre conductores (pies)  
 f : flecha (pies)  
 L : Long cadena (pies)

En esta tabla, todos los valores estarán en el SI (mt)

Ang Máx : Angulo que forma el aislador en caso de viento máximo

Datos					
Tensión kV	Altitud msnm	Fh	Fexp cte	L m	AngMax rad
34.5	4700	1.463	1.2	0.888	0

Armado	Nº de Postes por Armado	Separación Horizontal S (m)	Tipo y Sección Conductor AAAC	Efecto de la Altura Factor de corrección (Fh)	Nomias					
					DEP		NESC		RUS	
					Flecha (m)	Vano (m)	Flecha (m)	Vano (m)	Flecha (m)	Vano (m)
ES-ES	1	2.70	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	12.7	390	43.8	770	13.4	400
ER-ER	1	2.70	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	12.7	390	43.8	770	13.4	400
ES-ERH	-	3.35	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	20.8	520	70.3	980	21.5	530
ES-ERT	-	4.35	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	37.2	700	123.2	1000	37.8	710
ERH-ERH	2	4.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	31.0	640	103.0	1000	31.6	650
ERH-ERT	-	5.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	50.4	820	165.4	1000	50.8	830
ERT-ERT	3	6.00	Alliance 125 mm <sup>2</sup>	1.463	74.7	1000	242.6	1000	74.7	1000



**ANEXO P1: PRESTACIONES DE ESTRUCTURAS CON POSTE DE MADERA**

Tipo de Armado	Función	Angulo Vano Viento	Tipo de Poste	Cantidad de Postes	PRESTACIONES			Cant. Ret/Poste	Ang. Retenida	Observaciones
					Vano peso máximo	Vano por Sep. Hor. máximo	Vano Viento máximo			
ES	Alineamiento 0°-5°	0°	45 pies-C3	1	674	380	280	0	-	No requiere retenida
		3°		1	674	380	280	1	37	Requiere una retenida
		5°		1	674	380	280	1	37	Requiere una retenida
		0°	45 pies-C3	1	674	380	250	0	-	No requiere retenida
		3°		1	674	380	250	1	37	Requiere una retenida
		5°		1	674	380	250	1	37	Requiere una retenida
		0°	45 pies-C3	1	674	380	320	0	-	No requiere retenida
		3°		1	674	380	320	1	37	Requiere una retenida
		5°		1	674	380	320	1	37	Requiere una retenida
		3°	50 pies-C3	1	674	380	240	1	37	Requiere una retenida
3°	50 pies-C3	1	674	380	310	1	37	Requiere una retenida		
EA1	Angulo 5°-30°	10°	45 pies-C3	1	674	380	280	1	37	Requiere una retenida
		10°	45 pies-C3	1	674	380	250	1	37	Requiere una retenida
		18°		1	674	380	250	2	37	Requiere dos retenidas en paralelo
		30°		1	674	380	260	2	37	Requiere dos retenidas en paralelo
		10°	45 pies-C3	1	674	380	320	1	37	Requiere una retenida
		12°	50 pies-C3	1	674	380	240	1	37	Requiere una retenida
		0°	50 pies-C3	1	674	380	310	0	-	No requiere retenida
EA2	Angulo 30°-60°	30°	45 pies-C3	1	-	-	320	2	37	Requiere dos retenidas en paralelo
		40°		1	-	-	320	2	37	Requiere dos retenidas en paralelo
		50°		1	-	-	330	3	37	Requiere tres retenidas en paralelo
EA3	Anclaje 60°-90°	60°	45 pies-C3	1	-	-	340	6	37	Requiere tres retenidas en paralelo para cada tramo de la línea que forma el ángulo
		90°	45 pies-C3	1	-	-	420	6	37	Requiere tres retenidas en paralelo para cada tramo de la línea que forma el ángulo
ER	Anclaje 0°	0°	45 pies-C3	1	674	380	340	6	45	Requiere tres retenidas por lado del poste
		0°	45 pies-C3	1	674	380	280	6	45	Requiere tres retenidas por lado del poste
		0°	50 pies-C3	1	674	380	270	6	45	Requiere tres retenidas por lado del poste
ERH/ET	Anclaje 0°	0°	45 pies-C3	2	674	608	560	4	37	Requiere dos retenidas por lado del poste
		0°	45 pies-C3	2	674	608	480	4	37	Requiere dos retenidas por lado del poste
		0°	50 pies-C3	2	674	608	470	4	37	Requiere dos retenidas por lado del poste
ERT	Anclaje 0°	0°	45 pies-C3	3	-	950	720	4	37	Requiere dos retenidas en paralelo

**ANEXO P2: CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS DE DISTRIBUCIÓN - AAAC 125 mm<sup>2</sup>  
POSTE DE MADERA NACIONAL 45 pies - C 3 EDS 18% E=10200 MPa**

Datos del Poste			Datos del Conductor			Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	ES-EA1	Coef. del Material (K)	1	Secc. mm <sup>2</sup>	125	Tipo	PIN 505	α *	37
Función	Suspensión	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	6,948	Diám. mm	14.31	Long. mm	317.5	Alt. de Aplic. 1ra Ret. (m)	8.779
Tipo de poste	45 pies - C 3	Factor de Seguridad	2.5	Peso unit./N/m	3.37	Ø mm	342.9	Alt. de Aplic. 2da Ret. (m)	8.779
Long. del poste m	12.0	Carga Rotura N	10,885	Alt. Cond. 1 m	10.40	Peso (Todas las Fases) N	399.84	Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)	
Long. de empot. m	1.8	Carga Trabajo N	4,274	Alt. Cond. 2 m	9.00	F.Vel/Ais N	31,1435	Ø <sub>es</sub> mm	10.00
Altura útil poste m	10.2	Esfuerzo Máx. Mpa	49.0	Alt. Cond. 3 m	9.00	Rotura N			30,931
Circ. en punta cm	51.00	Módulo Elast. Mpa	10,200	Num. Fases	3				
Circ. línea tierra cm	88.00	Peso del poste N	6,684						
Sección Empot. cm <sup>2</sup>	616	Carga <sub>post</sub> N	140190.3						
Ø punta	16.2								
Ø tierra	28.0								
Ø amarre	19.40								
P *	2.1								

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MIC N-m	MVP N-m	MNR N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Feq-N	F.S. 22.5	Requer.	Número	Carga	F.S. Por	F.S. Refer.
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerza	Fuerza	de	de	Veric.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C. Guarda	Viento sob. conduct.	carga sob. conduct.	Viento sob. Estructura	Total Estructura	en la línea de barra	Esfuerzo / Retenida	Punto	Justa C/Retenida	Reten.	Reten. (°)	Total N	2:1.8	2:1.5
<b>Estructura ES (Suspensión 0°-5°)</b>															
Ángulo:	0 °														
220	10,556	5,399	30,221	0	3,000	33,221	15.40	3.18	3,464	3.18	NO	1	14,186	9.9	
230	10,583	5,412	31,595	0	3,000	34,595	16.03	3.08	3,607	3.08	NO	1	14,394	9.7	
240	10,609	5,425	32,969	0	3,000	35,969	16.67	2.94	3,751	2.94	NO	1	14,621	9.8	
250	10,635	5,438	34,342	0	3,000	37,342	17.31	2.83	3,894	2.83	NO	1	14,849	9.4	
260	10,661	5,451	35,716	0	3,000	38,716	17.94	2.73	4,037	2.73	NO	1	15,078	9.3	
270	10,685	5,465	37,090	0	3,000	40,089	18.58	2.64	4,180	2.64	NO	1	15,304	9.2	
280	10,709	5,479	38,463	0	3,000	41,463	19.22	2.55	4,324	2.55	NO	1	15,532	9.0	
290	10,733	5,493	39,837	0	3,000	42,837	19.85	2.47	4,467	2.47	NO	1	15,759	8.9	
Ángulo:	3 °														
220	10,556	5,399	30,211	16,979	3,000	52,190	24.19	2.03	5,442	3.18	SI	1	17,917	7.8	8.81
230	10,583	5,412	31,584	19,027	3,000	53,611	24.85	1.97	5,590	3.08	SI	1	18,127	7.7	8.59
240	10,609	5,425	32,957	19,075	3,000	55,032	25.51	1.92	5,738	2.94	SI	1	18,337	7.6	8.57
250	10,635	5,438	34,330	19,121	3,000	56,452	26.18	1.87	5,887	2.83	SI	1	18,546	7.6	8.55
260	10,661	5,451	35,704	19,167	3,000	57,871	26.82	1.83	6,034	2.73	SI	1	18,756	7.5	8.53
270	10,685	5,465	37,077	19,212	3,000	59,289	27.48	1.78	6,182	2.64	SI	1	18,965	7.4	8.51
280	10,709	5,479	38,450	19,258	3,000	60,708	28.14	1.74	6,330	2.55	SI	1	19,174	7.3	8.49
290	10,733	5,493	39,823	19,303	3,000	62,123	28.79	1.70	6,478	2.47	SI	1	19,383	7.2	8.47
Ángulo:	5 °														
220	10,556	5,399	30,192	31,626	3,000	64,818	30.04	1.63	6,759	3.18	SI	1	20,880	6.7	5.17
230	10,583	5,412	31,565	31,706	3,000	66,270	30.72	1.60	6,910	3.08	SI	1	21,096	6.6	5.15
240	10,609	5,425	32,937	31,785	3,000	67,722	31.39	1.58	7,062	2.94	SI	1	21,315	6.6	5.14
250	10,635	5,438	34,310	31,862	3,000	69,172	32.06	1.53	7,213	2.83	SI	1	21,532	6.5	5.13
260	10,661	5,451	35,682	31,939	3,000	70,620	32.73	1.50	7,364	2.73	SI	1	21,748	6.4	5.12
270	10,685	5,465	37,054	32,014	3,000	72,068	33.40	1.47	7,515	2.64	SI	1	21,965	6.4	5.10
280	10,709	5,479	38,427	32,087	3,000	73,514	34.07	1.44	7,666	2.55	SI	1	22,180	6.3	5.09
290	10,733	5,493	39,799	32,160	3,000	74,959	34.74	1.41	7,816	2.47	SI	1	22,396	6.3	5.08
Ángulo:	10 °														
220	10,556	5,399	30,106	63,191	3,000	96,297	44.63	1.10	10,041	3.18	SI	1	20,254	6.9	2.59
230	10,583	5,412	31,475	63,351	3,000	97,826	45.34	1.08	10,201	3.07	SI	1	20,362	6.9	2.58
240	10,609	5,425	32,843	63,509	3,000	99,352	46.05	1.06	10,360	2.95	SI	1	20,471	6.8	2.57
250	10,635	5,438	34,212	63,664	3,000	100,875	46.75	1.05	10,519	2.84	SI	1	20,578	6.8	2.57
260	10,661	5,451	35,580	63,816	3,000	102,398	47.46	1.03	10,677	2.74	SI	1	20,686	6.8	2.56
270	10,685	5,465	36,948	63,966	3,000	103,915	48.16	1.02	10,838	2.65	SI	1	20,793	6.7	2.55
280	10,709	5,479	38,317	64,114	3,000	105,431	48.87	1.00	10,994	2.56	SI	1	20,900	6.7	2.55
290	10,733	5,493	39,685	64,259	3,000	106,944	49.57	0.99	11,152	2.48	SI	1	21,008	6.7	2.54

Datos del Poste			Datos del Conductor			Datos del Aislador		Datos de la Retenida	
Tipo de Armado	ERH	Coef. del Material (K)	1	Material	AAAC	Tipo	Suspensión 4x52/3	α *	37
Función	Retención o Anclaje	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	6,406	Secc. mm <sup>2</sup>	125	Long. mm	584	Alt. de Aplic. 1ra Ret. (m)	9.2
Tipo de poste	45 pies - C 3	Factor de Seguridad	2.5	Diám. mm	14.31	Ø mm	254	Alt. de Aplic. 2da Ret. (m)	8.0
Long. del poste m	12.0	Carga Rotura N	10,885	Peso unit./N/m	3.37	Peso N	611.52	Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)	
Long. de empot. m	1.8	Carga Trabajo N	4,274	Alt. Cond. 1	8.78	F.Vel/Ais N	42,3897	Ø <sub>es</sub> mm	7.9
Altura útil poste m	10.2	Esfuerzo Máx. Mpa	49.0	Alt. Cond. 2	7.58	Rotura N			30,931
Circ. en punta cm	51.0	Módulo Elast. Mpa	10,200	Alt. Cond. 3	7.58				
Circ. línea tierra cm	88	Peso del poste N	6,684	Num. Fases	3				
Sección Empot. cm <sup>2</sup>	516	Carga <sub>post</sub> N	134,626						
Aplic. del Par cm	59.22								
Ø punta	16								
Ø tierra	26								
Ø amarre	19.01								
P *	2								

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MIC N-m	MVP N-m	MNR N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Feq-N	F.S. 22.5	Requer.	Número	Carga	F.S. Por	F.S. Refer.
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerza	Fuerza	de	de	Veric.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C. Guarda	Viento sob. conduct.	carga sob. conduct.	Viento sob. Estructura	Total Estructura	en la línea de barra	Esfuerzo / Retenida	Punto	Justa C/Retenida	Reten.	Reten. (°)	Total N	2:1.8	2:1.5
<b>ERH ESTRUCTURA DE ANCLAJE</b>															
440	11,025	5,726	30,568	195,622	2,997	229,187	106.23	0.46	23,699	3.1	SI	2	43,802	3.1	1.75
460	11,058	5,759	31,956	196,358	2,997	231,312	107.21	0.46	24,120	3.0	SI	2	44,197	3.0	1.74
480	11,089	5,792	33,347	197,082	2,997	233,428	108.19	0.45	24,341	2.9	SI	2	44,590	3.0	1.73
500	11,120	5,825	34,737	197,797	2,997	235,531	109.17	0.45	24,560	2.8	SI	2	44,982	3.0	1.73
520	11,150	5,858	36,126	198,502	2,997	237,625	110.14	0.44	24,778	2.7	SI	2	45,372	3.0	1.72
540	11,179	5,891	37,516	199,199	2,997	239,711	111.10	0.44	24,996	2.6	SI	2	45,761	2.9	1.71
560	11,207	5,925	38,905	200,000	2,997	241,799	112.07	0.43	25,213	2.5	SI	2	46,149	2.9	1.70
580	11,235	5,958	40,294	200,569	2,997	243,861	113.03	0.43	25,429	2.4	SI	2	46,536	2.9	1.70

(\*)E numerado retenidas por poste es el doble del valor calculado

**ANEXO P2: CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS DE DISTRIBUCIÓN - AAAC 125 mm<sup>2</sup>  
POSTE DE MADERA NACIONAL 45 pies - C 3 EDS 18% E=10200 MPa**

Datos del Poste				Datos del Conductor				Datos del Aislador				Datos de la Retenida			
Tipo de Armado	ER			Coef. del Material (K)	1			Material	AAAC			Tipo	Suspensión 4x52/3 a *		
Función	Retención o Anclaje			Momento Inercia cm <sup>4</sup>	8,360			Secc. mm <sup>2</sup>	125			Longmm	584		
Tipo	45 pies - C 3			Factor de Seguridad	2.5			Diám. mm	14.31			Ø mm	254		
Long. del poste m	12.0			Carga Rotura N	10,685			Peso unit./N/m	3.37			Peso N	812		
Long. de empot. m	1.8			Carga Trabajo N	4,274			Alt. Cond.1	8.78			F.Vie/Ais N	42		
Altura útil poste m	10.2			Esfuerzo Máx. Mpa	49.0			Alt. Cond.2	7.38				Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)		
Circ. en punta cm	51.0			Módulo Elast. Mpa	10,200			Alt. Cond.3	7.38				Ø <sub>2</sub> mm		
Circ. línea tierra cm	88			Peso del poste N	8,684			Num. Fases	3				Rotura N		
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	616			Carga <sub>post</sub> N	153,600			<b>Datos del C.Guarda</b>				<b>Datos Generales</b>			
Aplic. del Par cm	59.22						Material	A*G'EHS 1A*Ø			Peso <sub>cruce</sub> N	297			
Ø punta	16.23						Secc. mm <sup>2</sup>	24.8			Peso <sub>opera</sub> N	785			
Ø tierra	28.01						Diám. mm	6.35				Velocidad km/h			
Ø amarre	20.31						Peso unit./N/m	1.77				Presión N/m <sup>2</sup>			
P*	1.90						Alt. C.G	9.98				266			

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Faq-N	F.S. 22.5	Requer.	Número	Carga	F.S. Por	F.S. de
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerc	F.S.	de	de	Veric.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C. Guarda	viento sob. conduct.	carga sob. conduct.	Viento sob. Estructura	total Estructura	en la línea de línea	Esfuerzo /Retenido	Punta	C/Retenido	Reten.	Reten.	Total N	2.1.8	2.1.5
<b>ER ESTRUCTURA DE ANCLAJE MONOPOSTE</b>															
280	10,709	5,479	32,005	306,593	2,997	341,594	158.33		35,620	3.02	SI	3	51,512	2.99	1.68
290	10,733	5,493	33,148	307,286	2,997	343,431	159.18		35,811	2.92	SI	3	51,744	2.97	1.87
300	10,756	5,508	34,291	307,989	2,997	345,256	160.02		36,002	2.84	SI	3	51,975	2.96	1.67
310	10,778	5,522	35,434	308,639	2,997	347,070	160.86		36,191	2.75	SI	3	52,205	2.95	1.67
320	10,800	5,537	36,577	309,299	2,997	348,873	161.70		36,379	2.67	SI	3	52,433	2.93	1.86
330	10,821	5,552	37,720	309,948	2,997	350,665	162.53		36,566	2.60	SI	3	52,660	2.92	1.68
340	10,842	5,567	38,863	310,598	2,997	352,440	163.37		36,751	2.53	SI	3	52,886	2.91	1.68
350	10,862	5,583	40,006	311,215	2,997	354,218	164.16		36,936	2.46	SI	3	53,110	2.90	1.65

El número de retenidas es por lado del poste, el armado tiene 2 postes

Datos del Poste				Datos del Conductor				Datos del Aislador				Datos de la Retenida			
Tipo de Armado	ERT			Coef. del Material (K)	1			Material	AAAC			Tipo	Suspensión 4x52/3 a *		
Función	Retención o Anclaje			Momento Inercia cm <sup>4</sup>	7,274			Secc. mm <sup>2</sup>	125			Long.mm	584		
Tipo	45 pies - C 3			Factor de Seguridad	2.5			Diám. mm	14.31			Ø mm	254		
Long. del poste m	12.0			Carga Rotura N	10,685			Peso unit./N/m	3.37			Peso N	204		
Long. de empot. m	1.8			Carga Trabajo N	4,274			Alt. Cond.1	8.78			F.Vie/Ais N	42		
Altura útil poste m	10.2			Esfuerzo Máx. Mpa	49.0			Alt. Cond.2	7.38				Ø <sub>2</sub> mm		
Circ. en punta cm	51.0			Módulo Elast. Mpa	10,200			Alt. Cond.3	7.38				Rotura N		
Circ. línea tierra cm	88			Peso del poste N	6,684			Num. Fases	1				30,931		
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	616			Carga <sub>post</sub> N	143,458			<b>Datos del C.Guarda</b>				<b>Datos Generales</b>			
Aplic. del Par cm	59.22						Material	A*G'EHS 1A*Ø			Peso <sub>cruce</sub> N	297			
Ø punta	16.23						Secc. mm <sup>2</sup>	24.8			Peso <sub>opera</sub> N	785			
Ø tierra	28.01						Diám. mm	6.35				Velocidad km/h			
Ø amarre	19.62						Peso unit./N/m	1.77				Presión N/m <sup>2</sup>			
P*	2.04						Alt. C.G	9.98				286			

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Faq-N	F.S. 22.5	Requer.	Número	Carga	F.S. Por	F.S. de
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerc	F.S.	de	de	Veric.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C. Guarda	viento sob. conduct.	carga sob. conduct.	Viento sob. Estructura	total Estructura	en la línea de línea	Esfuerzo /Retenido	Punta	C/Retenido	Reten.	Reten.	Total N	2.1.8	2.1.5
<b>ERT ESTRUCTURA DE ANCLAJE EN TRÍO</b>															
600	11,263	5,991	32,391	158,588	2,997	193,975	89.91		20,227	2.99	SI	2	41,237	3.48	2.01
620	11,290	6,024	33,471	159,154	2,997	195,622	90.67		20,399	2.90	SI	2	41,813	3.45	2.00
640	11,316	6,057	34,550	159,717	2,997	197,264	91.43		20,570	2.82	SI	2	41,989	3.42	1.99
660	11,343	6,089	35,630	160,275	2,997	198,902	92.19		20,741	2.74	SI	2	42,364	3.39	1.99
680	11,369	6,122	36,710	160,830	2,997	200,536	92.95		20,911	2.66	SI	2	42,738	3.36	1.98
700	11,395	6,154	37,789	161,381	2,997	202,167	93.70		21,081	2.59	SI	2	43,112	3.33	1.97
720	11,421	6,186	38,868	161,929	2,997	203,795	94.45		21,251	2.53	SI	2	43,486	3.30	1.97
740	11,446	6,219	39,949	162,474	2,997	205,419	95.21		21,420	2.46	SI	2	43,859	3.27	1.96

El número de retenidas es por lado del poste, el armado tiene 2 postes

Datos del Poste				Datos del Conductor				Datos del Aislador				Datos de la Retenida			
Tipo de Armado	ERH			Coef. del Material (K)	1			Material	AAAC			Tipo	Suspensión 4x52/3 a *		
Función	Retención o Anclaje			Momento Inercia cm <sup>4</sup>	6,406			Secc. mm <sup>2</sup>	125			Longmm	584		
Tipo	45 pies - C 3			Factor de Seguridad	2.5			Diám. mm	14.31			Ø mm	254		
Long. del poste m	12.0			Carga Rotura N	10,685			Peso unit./N/m	3.37			Peso N	611.52		
Long. de empot. m	1.8			Carga Trabajo N	4,274			Alt. Cond.1	8.78			F.Vie/Ais N	42,389		
Altura útil poste m	10.2			Esfuerzo Máx. Mpa	49.0			Alt. Cond.2	7.38				Alt. de Aplic. 3ra Ret. (m)		
Circ. en punta cm	51.0			Módulo Elast. Mpa	10,200			Alt. Cond.3	7.38				Ø <sub>2</sub> mm		
Circ. línea tierra cm	88			Peso del poste N	6,684			Num. Fases	3				Rotura N		
Sección Empot.cm <sup>2</sup>	616			Carga <sub>post</sub> N	2,858,946			<b>Datos del C.Guarda</b>				<b>Datos Generales</b>			
Aplic. del Par cm	59.22						Material	A*G'EHS 1A*Ø			Peso <sub>cruce</sub> N	1082			
Ø punta	16						Secc. mm <sup>2</sup>	24.8			Peso <sub>opera</sub> N	785			
Ø tierra	28						Diám. mm	6.35				Velocidad km/h			
Ø amarre	19.01						Peso unit./N/m	1.77				Presión N/m <sup>2</sup>			
P*	46.12						Alt. C.G	9.98				285.8			

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Faq-N	F.S. 22.5	Requer.	Número	Carga	F.S. Por	F.S. de
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerc	F.S.	de	de	Veric.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C. Guarda	viento sob. conduct.	carga sob. conduct.	Viento sob. Estructura	total Estructura	en la línea de línea	Esfuerzo /Retenido	Punta	C/Retenido	Reten.	Reten.	Total N	2.1.8	2.1.5
<b>ERH ESTRUCTURA DE ANCLAJE</b>															
500	11,120	5,825	34,532	196,685	2,997	234,214	108.56	0.45	24,423	2.8	SI	2	44,821	63.8	1.74
510	11,135	5,842	35,223	197,037	2,997	235,257	109.04	0.45	24,531	2.8	SI	2	45,016	63.5	1.73
520	11,150	5,858	35,913	197,387	2,997	236,298	109.52	0.45	24,640	2.7	SI	2	45,211	63.2	1.73
530	11,164	5,875	36,604	197,735	2,997	237,336	110.00	0.45	24,748	2.7	SI	2	45,406	63.0	1.73
540	11,179	5,891	37,295	198,081	2,997	238,373	110.48	0.44	24,856	2.6	SI	2	45,600	62.7	1.72
550	11,193	5,908	37,985	198,425	2,997	239,407	110.96	0.44	24,964	2.6	SI	2	45,794	62.4	1.72
560	11,207	5,924	38,676	198,767	2,997	240,440	111.44	0.44	25,072	2.5	SI	2	45,987	62.2	1.72
570	11,221	5,941	39,367	199,107	2,997	241,471	111.92	0.44	25,179	2.5	SI	2	46,181	61.9	1.72

(\*)El número de retenidas por poste es el doble del valor calculado

**ANEXO P2: CALCULO DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA PARA LINEAS DE DISTRIBUCIÓN - AAAC 125 mm<sup>2</sup>  
POSTE DE MADERA NACIONAL 45 pies - C 3 EDS 18% E=10200 MPa**

Tipo de Armado	EA2H	Coef. del Material (K)	1	Material	AAAC	Tipo	0.0 3n 4x52/3 a *		37
Función	Retención o Anclaje	Momento Inercia cm <sup>4</sup>	4,029	Secc. mm <sup>2</sup>	125	Long.mm	0.0 584	Alt. de Aplic. 1ra Ret. (m)	8.4
Tipo	45 pies - C 3	Factor de Seguridad	2.5	Diám. mm	14.31	Ø mm	0.0 254	Alt. de Aplic. 2da Ret. (m)	8.0
Long. del poste m	12.0	Carga Rotura N	10,685	Peso unit.N/m	3.37	Peso N	0.0 811.52	Alt. de Aplic. 3ra Rot. (m)	0.0
Long. de empot. m	1.8	Carga Trabajo N	4,274	Alt. Cond.1	8.78	F.Vel/Ais N	0 42.3897	Øex mm	7.9
Altura útil poste m	10.2	Esfuerzo Máx. Mpa	49.0	Alt. Cond.2	7.58			Rotura N	30,931
Circ. en punta cm	51.0	Módulo Elast. Mpa	10,200	Alt. Cond.3	7.58				
Circ. línea tierra cm	88	Peso del poste N	8,684	Num. Fases	3				
Sección Empot.cm2	818	CargapostN	106,776						
Aplic. del Per cm	59.22			<b>Datos del C.Guarda</b>		<b>Datos Generales</b>			
Ø punta	18			Material	A*GÉHS 14"Ø	Pesocruce N	1082	Velocidad km/h	90
Ø tierra	28			Secc. mm <sup>2</sup>	24.8	Pesoopera N	785	Presión N/m <sup>2</sup>	285.8
Ø amarre	17			Diám. mm	6.35				
P*	3			Peso unit.N/m	1.77				
				Alt. C.G.	9.98				

Vano	Tiro	Tiro	MVC N-m	MTC N-m	MVP N-m	MRN N-m	RH (MPa)	F.S. 22.5	Feq-N	F.S. 22.5	Requer	Número	Carga	F.S. Por	F.S. de
Viento	Condición	Condición	Momento	Momento	Momento	Momento	Esfuerzo	Factor Seg.	Fuerza	F.S.	de	de	Varic.	Pandeo	F.S. de
(m)	Conductor	C.Guarda	Viento sob.	Carga sob.	Viento sob.	Carga sob.	en la línea	Esfuerzo	Equiv.	C/Retenida	Reten.	Reten.	Total	≥ 1.8	≥ 1.5
<b>EA2H ESTRUCTURA DE ANCLAJE</b>															
Ángulo:	37 °														
480	11,089	5,792	31,632	197,082	2,997	231,712	107.40	0.48	24,182	3.1	SI	2	47,313	2.3	1.58
500	11,120	5,825	32,950	197,797	2,997	233,744	108.34	0.45	24,374	2.9	SI	2	47,715	2.2	1.58
520	11,150	5,858	34,268	198,502	2,997	235,787	109.28	0.45	24,585	2.8	SI	2	48,115	2.2	1.57
540	11,179	5,891	35,588	199,199	2,997	237,782	110.21	0.44	24,795	2.7	SI	2	48,514	2.2	1.57
560	11,207	5,925	36,904	199,888	2,997	239,769	111.14	0.44	25,004	2.6	SI	2	48,911	2.2	1.56
580	11,235	5,958	38,222	200,569	2,997	241,769	112.07	0.44	25,213	2.6	SI	2	49,308	2.2	1.55
600	11,263	5,991	39,540	201,245	2,997	243,782	112.99	0.43	25,426	2.5	SI	2	49,703	2.1	1.54
620	11,290	6,024	40,858	201,914	2,997	245,769	113.91	0.43	25,628	2.4	SI	2	50,097	2.1	1.54

\*El número de retenidas por poste es el doble del valor calculado

## ANEXO Q1: FENOMENO DE GALOPEO y CURVAS DE LISSAJOUS

Datos de Entrada de Conductores

Características	Conductor	Cable de Guarda
Tipo	Alliance	A°G°EHS 1/4"Ø
Diámetro	14.31 mm	6.35 mm
Peso del cond.	0.344 kg/m	0.18 kg/m
manguito	3 mm	3 mm
W Hielo	0.134 kg/m	0.067 kg/m

Cálculos Iniciales

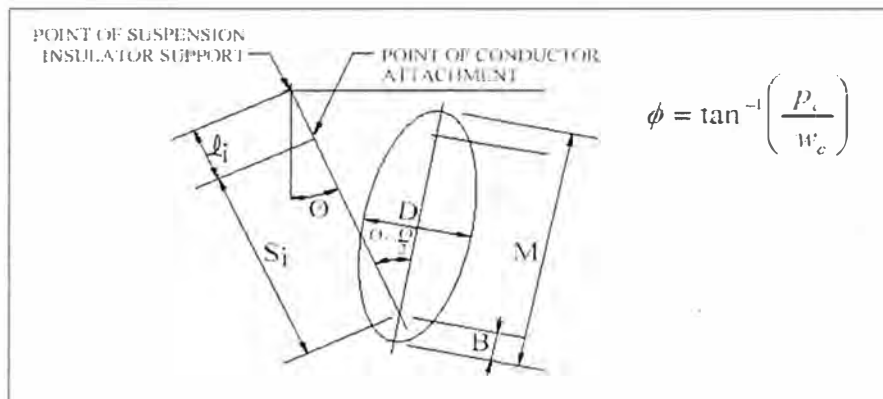
Dat. Entrad.	Cond.	C.G.
V	45 km/h	45 km/h
Pv	7.29 kg/m <sup>2</sup>	7.29 kg/m <sup>2</sup>
Pc	0.13 kg/m	0.07 kg/m
Wc	0.344 kg/m	0.180 kg/m
W Hielo	0.134 kg/m	0.067 kg/m
W total	0.48 kg/m	0.25 kg/m

	Conductor (Cond.)		Cable de Guarda (C.G.)	
	Lazo Simple	Lazo Doble	Lazo Simple	Lazo Doble
Φ	14.79 m	15.45 m	15.45	
Si (*)	3.66 m	3.21 m	3.21	
Vano	230 m	230 m	230	
M	1.60 m	1,699.26 m	1.44	1,527.81
a	115.06 m	115.04 m	115.04	
B	0.32 m	278.89 m	0.29	244.60
D	1.26 m	195.03 m	1.18	175.60
Li	0 m	0 m	0	

(\*) La flecha se calculó en la Hipótesis IV para EDS:16%

Resumen para la preparación de las Elipses de Lissajous

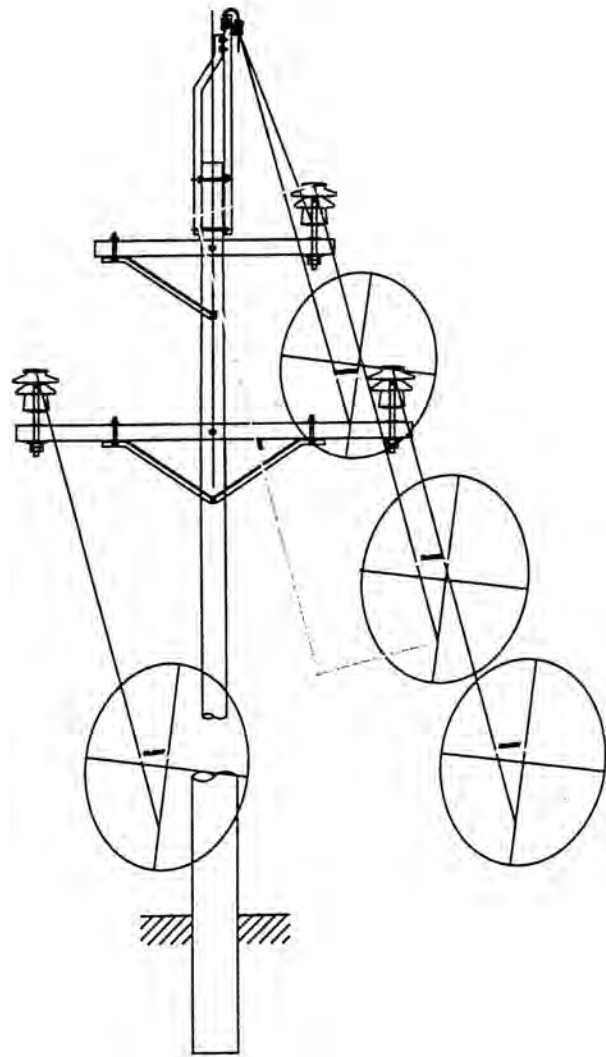
Resultados	Cond.	C.G.	Unid.
$\phi + \phi/2$	22.18	23.18	sexag
Φ	14.79	15.45	sexag
Vano	230.00	230.00	mt
Si	3,660	3210	mm
M/2	800	720	mm
B	320	288	mm
Li	0	0	mm
D/2	628.2	588	mm





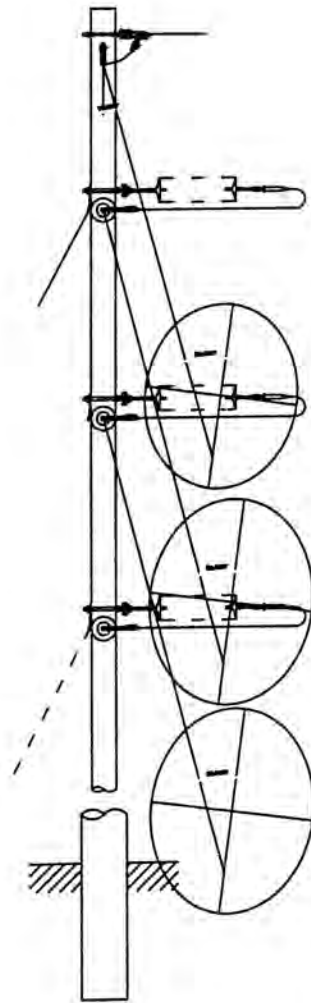
ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN

0°-5° TIPO ES/EA1



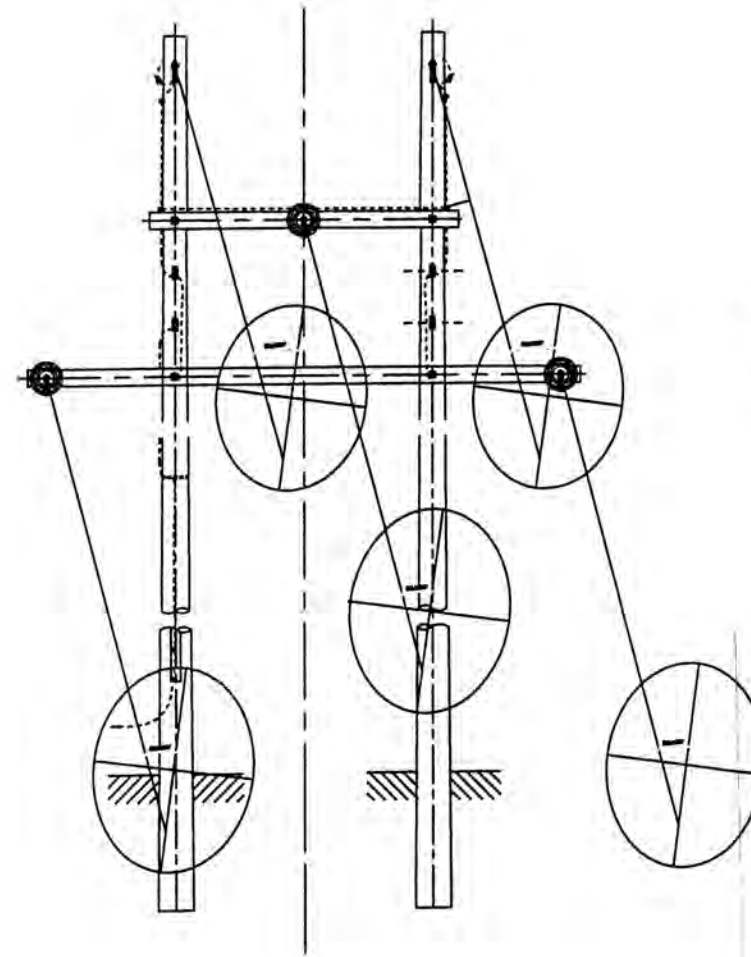
ESTRUCTURA DE ÁNGULO

60°-90° TIPO EA2/EA3



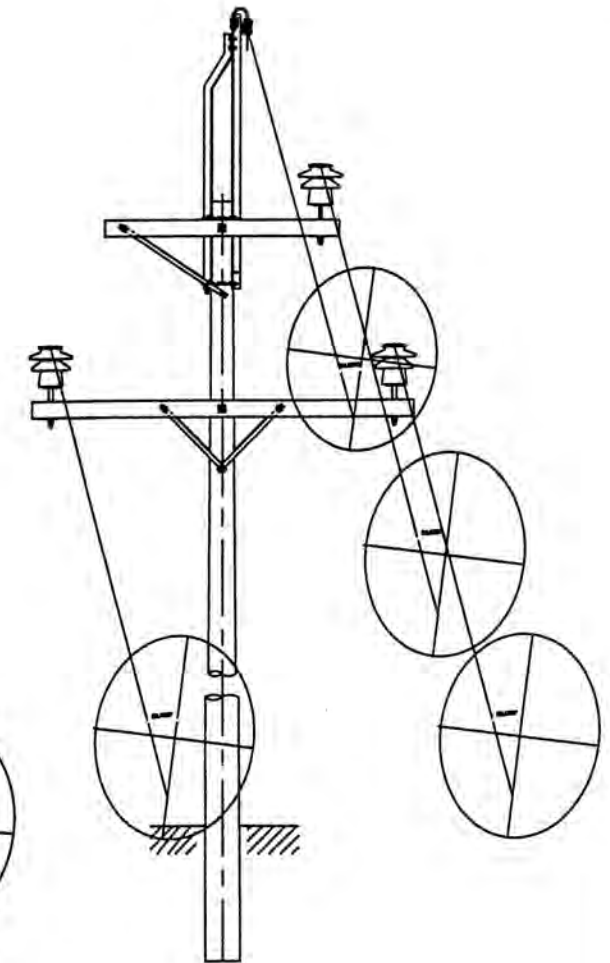
ESTRUCTURA ESPECIAL

TIPO ERH



ESTRUCTURA DE RETENCIÓN

TIPO ER



**ARASI SAC**



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

TITULO:

CURVAS DE LISSAJOUS

PLANO N°

Anexo Q2

ARCHIVO : Anexo Q2.dwg

FECHA : NOV-11

ESCALA : INDICADA

DISEÑADO POR : jescalantec

REVISADO POR : jbautistar

DIBUJADO POR : jescalantec

APROBADO POR : jbautistar

PROYECTO:

DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 KV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

ANEXO R: CALCULO DEL EFECTO CREEP

Datos de Entrada	
Temperatura	26.5 °C
Tiro de Rotura	38.06 KN
Tiro de Rotura	3884.00 Kg
Esfuerzo de Pretensionado	0.70 (EDS)
Tiempo de Pretensado	80 hrs
Sección Real	125 mm <sup>2</sup>
Temperatura de EDS	12 °C

Constantes			
k	Φ	α	μ
0.15	1.4	1.3	0.16

Resultados		T <sub>máx</sub>
Máximo año 7		38.8
Máximo año 10		40.0

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	329.66	175.26	10.27	154.40	6.71	33.21
Ñ	350	26.5	1063.04	335.95	175.26	10.42	160.69	6.99	33.49
O	450	26.5	1073.04	340.07	175.26	10.52	164.80	7.17	33.67
1	550	26.5	1079.58	342.76	175.26	10.58	167.50	7.28	33.78
	650	26.5	1083.97	344.58	175.26	10.62	169.31	7.36	33.86
	750	26.5	1087.01	345.83	175.26	10.65	170.57	7.42	33.92
	850	26.5	1089.19	346.73	175.26	10.67	171.47	7.46	33.96

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	439.11	175.26	10.27	263.84	11.47	37.97
Ñ	350	26.5	1063.04	447.49	175.26	10.42	272.22	11.84	38.34
O	450	26.5	1073.04	452.97	175.26	10.52	277.71	12.07	38.57
6	550	26.5	1079.58	456.56	175.26	10.58	281.30	12.23	38.73
	650	26.5	1083.97	458.98	175.26	10.62	283.71	12.34	38.84
	750	26.5	1087.01	460.65	175.26	10.65	285.39	12.41	38.91
	850	26.5	1089.19	461.85	175.26	10.67	286.59	12.46	38.96

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	368.33	175.26	10.27	193.06	8.39	34.89
Ñ	350	26.5	1063.04	375.35	175.26	10.42	200.09	8.70	35.20
O	450	26.5	1073.04	379.95	175.26	10.52	204.69	8.90	35.40
7	550	26.5	1079.58	382.97	175.26	10.58	207.70	9.03	35.53
	650	26.5	1083.97	384.99	175.26	10.62	209.73	9.12	35.62
	750	26.5	1087.01	386.40	175.26	10.65	211.13	9.18	35.68
	850	26.5	1089.19	387.40	175.26	10.67	212.14	9.22	35.72

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	450.07	175.26	10.27	274.81	11.95	38.45
Ñ	350	26.5	1063.04	458.66	175.26	10.42	283.40	12.32	38.82
O	450	26.5	1073.04	464.28	175.26	10.52	289.02	12.57	39.07
7	550	26.5	1079.58	467.96	175.26	10.58	292.70	12.73	39.23
	650	26.5	1083.97	470.44	175.26	10.62	295.17	12.83	39.33
	750	26.5	1087.01	472.15	175.26	10.65	296.89	12.91	39.41
	850	26.5	1089.19	473.38	175.26	10.67	298.12	12.96	39.46

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	393.01	175.26	10.27	217.75	9.47	35.97
Ñ	350	26.5	1063.04	400.51	175.26	10.42	225.25	9.79	36.29
O	450	26.5	1073.04	405.42	175.26	10.52	230.16	10.01	36.51
3	550	26.5	1079.58	408.63	175.26	10.58	233.37	10.15	36.65
	650	26.5	1083.97	410.79	175.26	10.62	235.53	10.24	36.74
	750	26.5	1087.01	412.29	175.26	10.65	237.03	10.31	36.81
	850	26.5	1089.19	413.37	175.26	10.67	238.10	10.35	36.85

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	459.79	175.26	10.27	284.53	12.37	38.87
Ñ	350	26.5	1063.04	468.57	175.26	10.42	293.30	12.75	39.25
O	450	26.5	1073.04	474.31	175.26	10.52	299.04	13.00	39.50
8	550	26.5	1079.58	478.07	175.26	10.58	302.80	13.17	39.67
	650	26.5	1083.97	480.60	175.26	10.62	305.33	13.28	39.78
	750	26.5	1087.01	482.35	175.26	10.65	307.09	13.35	39.85
	850	26.5	1089.19	483.60	175.26	10.67	308.34	13.41	39.91

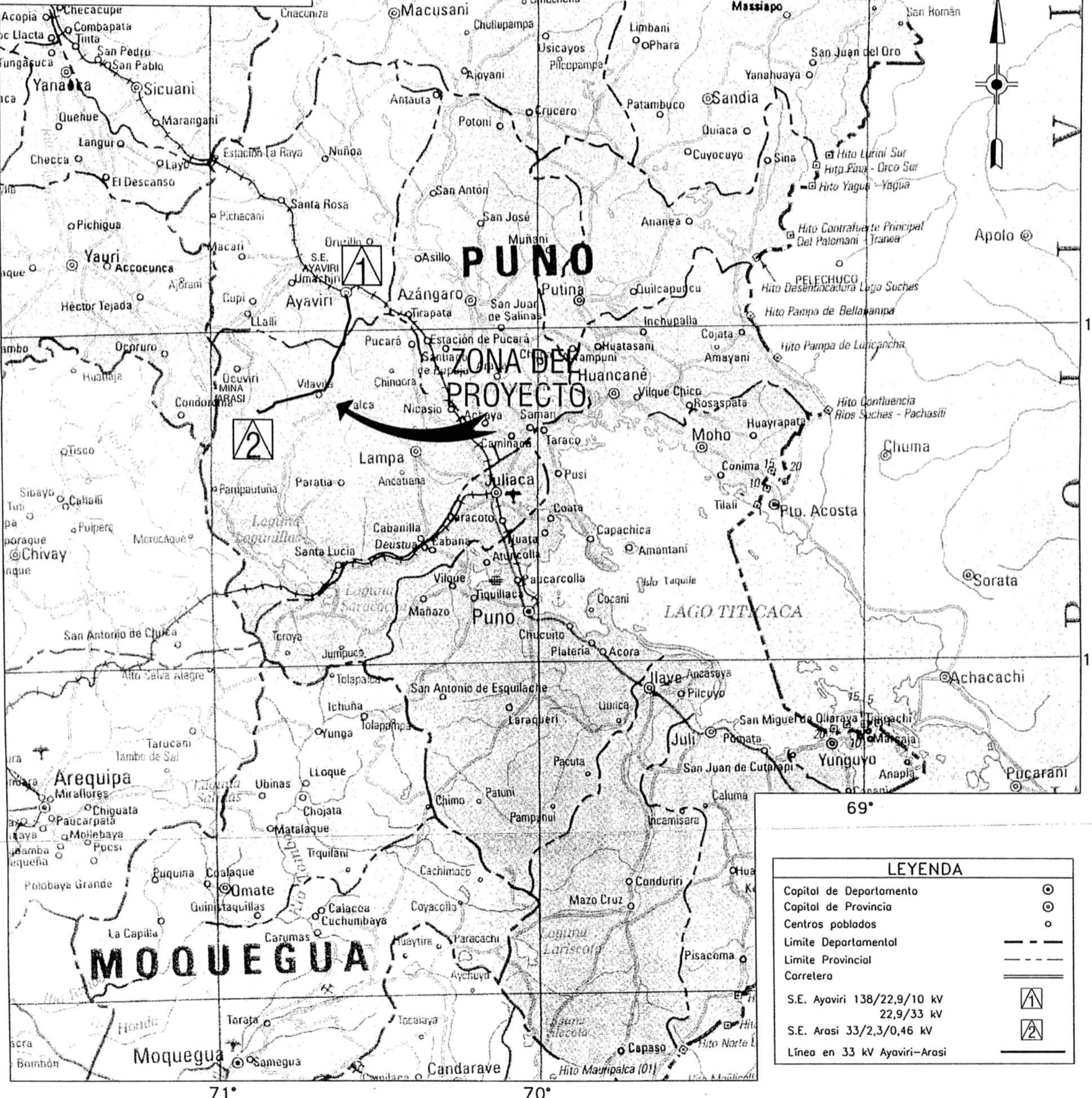
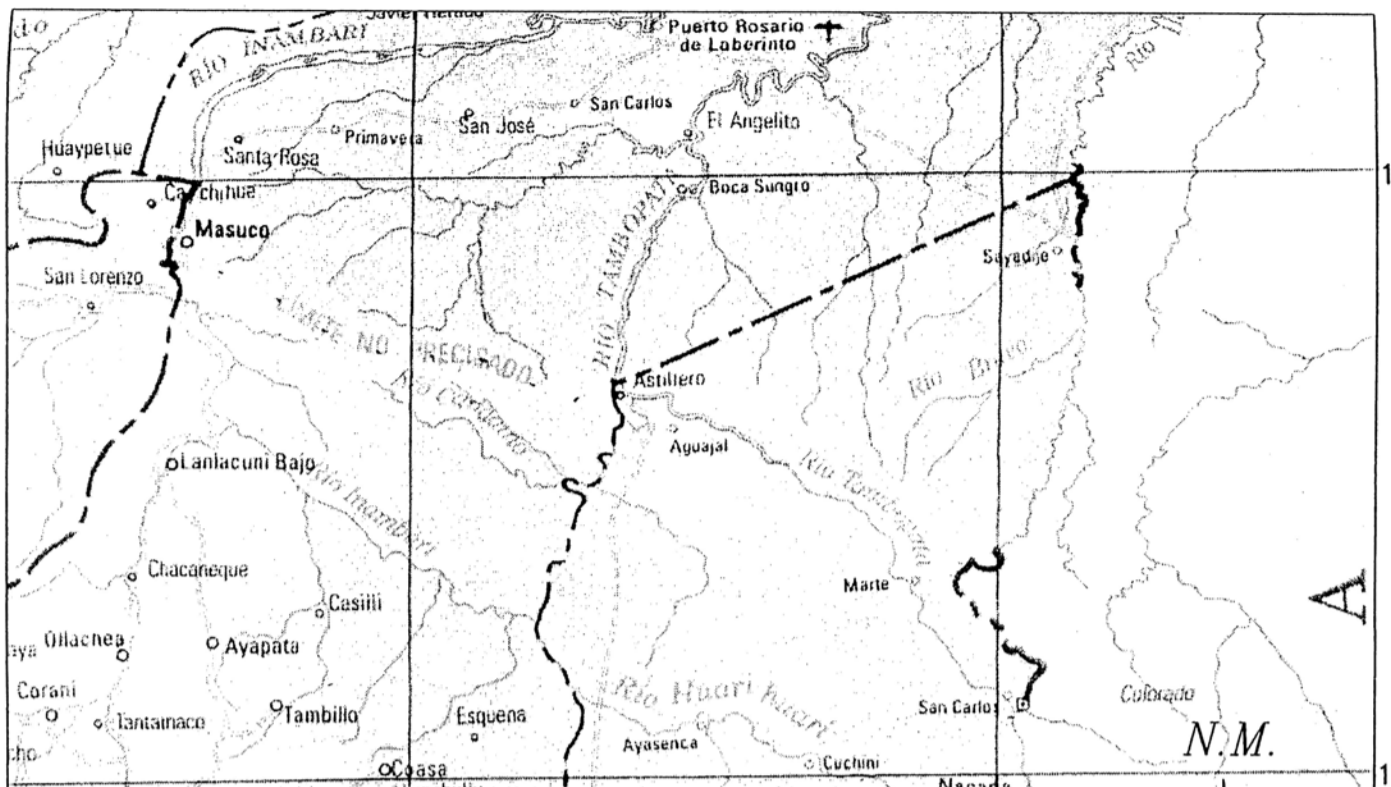
EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	411.53	175.26	10.27	236.26	10.27	36.77
Ñ	350	26.5	1063.04	419.38	175.26	10.42	244.11	10.61	37.11
O	450	26.5	1073.04	424.52	175.26	10.52	249.25	10.84	37.34
4	550	26.5	1079.58	427.88	175.26	10.58	252.62	10.98	37.48
	650	26.5	1083.97	430.15	175.26	10.62	254.88	11.08	37.58
	750	26.5	1087.01	431.71	175.26	10.65	256.45	11.15	37.65
	850	26.5	1089.19	432.84	175.26	10.67	257.57	11.20	37.70

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	468.54	175.26	10.27	293.28	12.75	39.25
Ñ	350	26.5	1063.04	477.48	175.26	10.42	302.22	13.14	39.64
O	450	26.5	1073.04	483.33	175.26	10.52	308.07	13.39	39.89
9	550	26.5	1079.58	487.16	175.26	10.58	311.90	13.56	40.06
	650	26.5	1083.97	489.74	175.26	10.62	314.47	13.67	40.17
	750	26.5	1087.01	491.53	175.26	10.65	316.26	13.75	40.25
	850	26.5	1089.19	492.80	175.26	10.67	317.54	13.81	40.31

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	426.48	175.26	10.27	251.22	10.92	37.42
Ñ	350	26.5	1063.04	434.62	175.26	10.42	259.36	11.28	37.78
O	450	26.5	1073.04	439.95	175.26	10.52	264.68	11.51	38.01
5	550	26.5	1079.58	443.44	175.26	10.58	268.17	11.66	38.16
	650	26.5	1083.97	445.78	175.26	10.62	270.52	11.76	38.26
	750	26.5	1087.01	447.41	175.26	10.65	272.14	11.83	38.33
	850	26.5	1089.19	448.57	175.26	10.67	273.31	11.88	38.38

EDS = 18%									
VANO	T (°C)	T (Kg)	CREEP Naño	CREEP p-I	T (KN)	CREEP	ΔT(°C)	Total(°C)	
A	250	26.5	1047.69	476.50	175.26	10.27	301.24	13.10	39.60
Ñ	350	26.5	1063.04	485.60	175.26	10.42	310.33	13.49	39.99
O	450	26.5	1073.04	491.55	175.26	10.52	316.28	13.75	40.25
10	550	26.5	1079.58	495.45	175.26	10.58	320.18	13.92	40.42
	650	26.5	1083.97	498.06	175.26	10.62	322.80	14.03	40.53
	750	26.5	1087.01	499.88	175.26	10.65	324.62	14.11	40.61
	850	26.5	1089.19	501.18	175.26	10.67	325.92	14.17	40.67

**UBICACION**



LEYENDA	
Capital de Departamento	⊙
Capital de Provincia	⊙
Centros poblados	○
Limite Departamental	---
Limite Provincial	- - -
Carretero	==
S.E. Ayaviri 138/22,9/10 kV 22,9/33 kV	⚡
S.E. Arasi 33/2,3/0,46 kV	⚡
Líneo en 33 kV Ayaviri-Arasi	—

**ARASI SAC**



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

TITULO:

**PLANO DE UBICACION DEL PROYECTO**

PLANO N°

GEN-01

DISEÑADO POR : jescalontec

REVISADO POR : jboutlistar

PROYECTO:

DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION

ARCHIVO : GEN-01.DWG

FECHA : NOV-11

ESCALA : 1/2 000 000

DIBUJADO POR : jescalontec

APROBADO POR : jboutlistar





**LEYENDA**

- Capital Departamental (●)
- Capital Provincial (○)
- Capital Distrital (•)
- Puente (—|—)
- Aeropuerto (✈)
- Puerto (⚓)
- Asfaltado (—)
- Afirmado (---)
- Sin Afirmar (· · · · ·)
- Trocha Carrozable (—|—|—|—)
- S.E. Ayaviri 138/22,9/10 kV  
22,9/33 kV (⚡)
- S.E. Arasi 33/2,3/0,46 kV (⚡)
- Línea en 33 kV Ayaviri-Arasi (—)

**ARASI SAC**



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

TITULO:

**VIAS DE ACCESO DEL PROYECTO**

PLANO N°  
GEN-02  
ARCHIVO : GEN-02.DWG  
FECHA : NOV-11  
ESCALA : S/E

DISEÑADO POR : jescolantec  
REVISADO POR : jboutistar  
DIBUJADO POR : jescolantec  
APROBADO POR : jboutistar

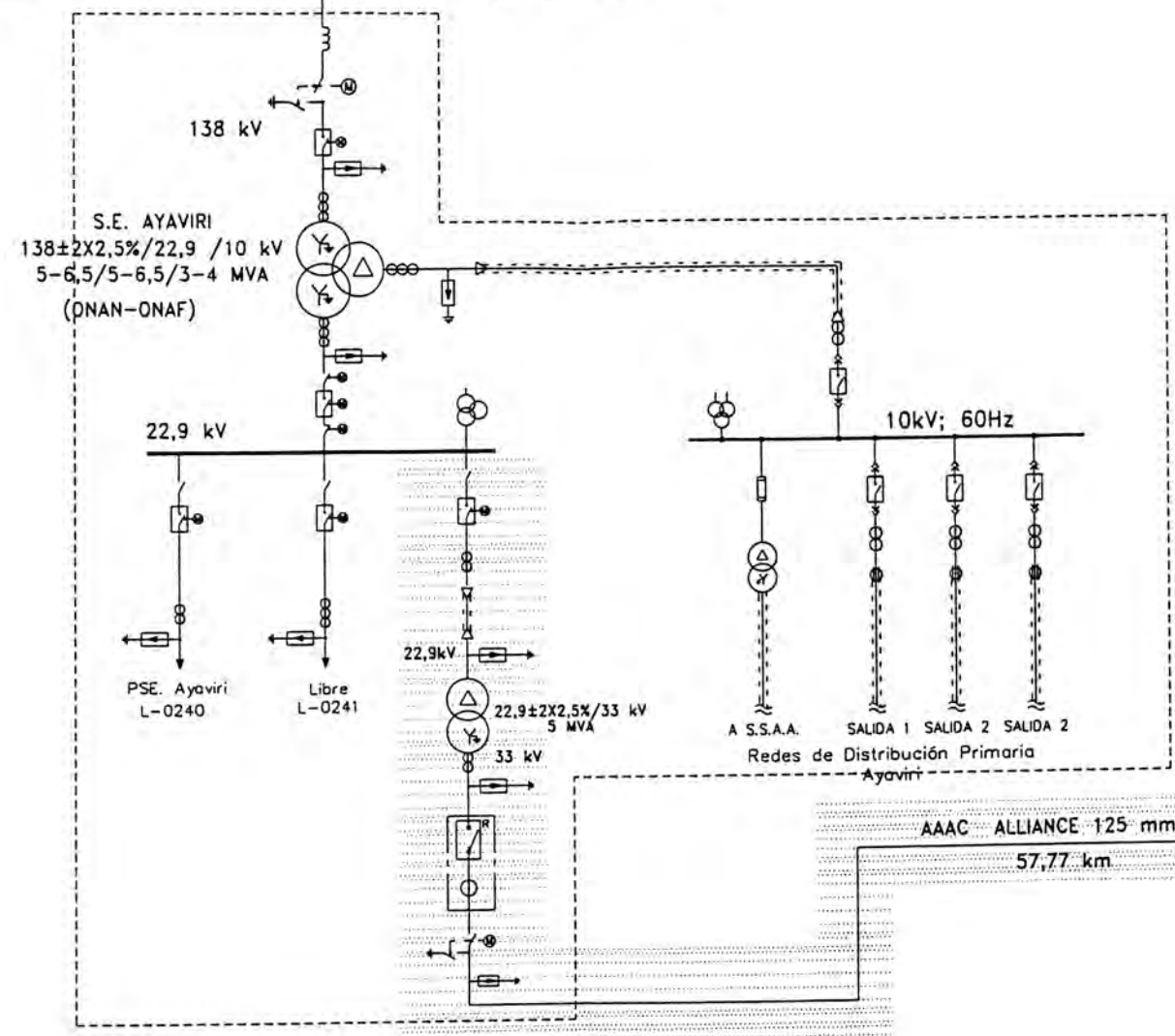
PROYECTO:  
**DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBSTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION**

# LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Interruptor de potencia
	Seccionador linea con cuchilla de puesta a tierra
	Celda en 10 KV -Metal Clad
	Transformador de tensión inductivo
	Cable de energia
	Pararrayos con contador de descarga
	Pararrayos
	Transformador de potencia con regulación automática bajo carga y transformadores de corriente en el bushing
	Transformador de SS.AA.
	Transformador de tensión capacitivo con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente
	Interruptor termomagnético
	Grupos de generación térmica
	Recloser 22,9 kV

- Área de la Subestación
- Instalaciones Proyectadas Mina Arasi (ARUNTANI SAC)
- Instalaciones Existentes REP

A S.E. AZANGARO ← LT-138 kV → A S.E. TINTAYA

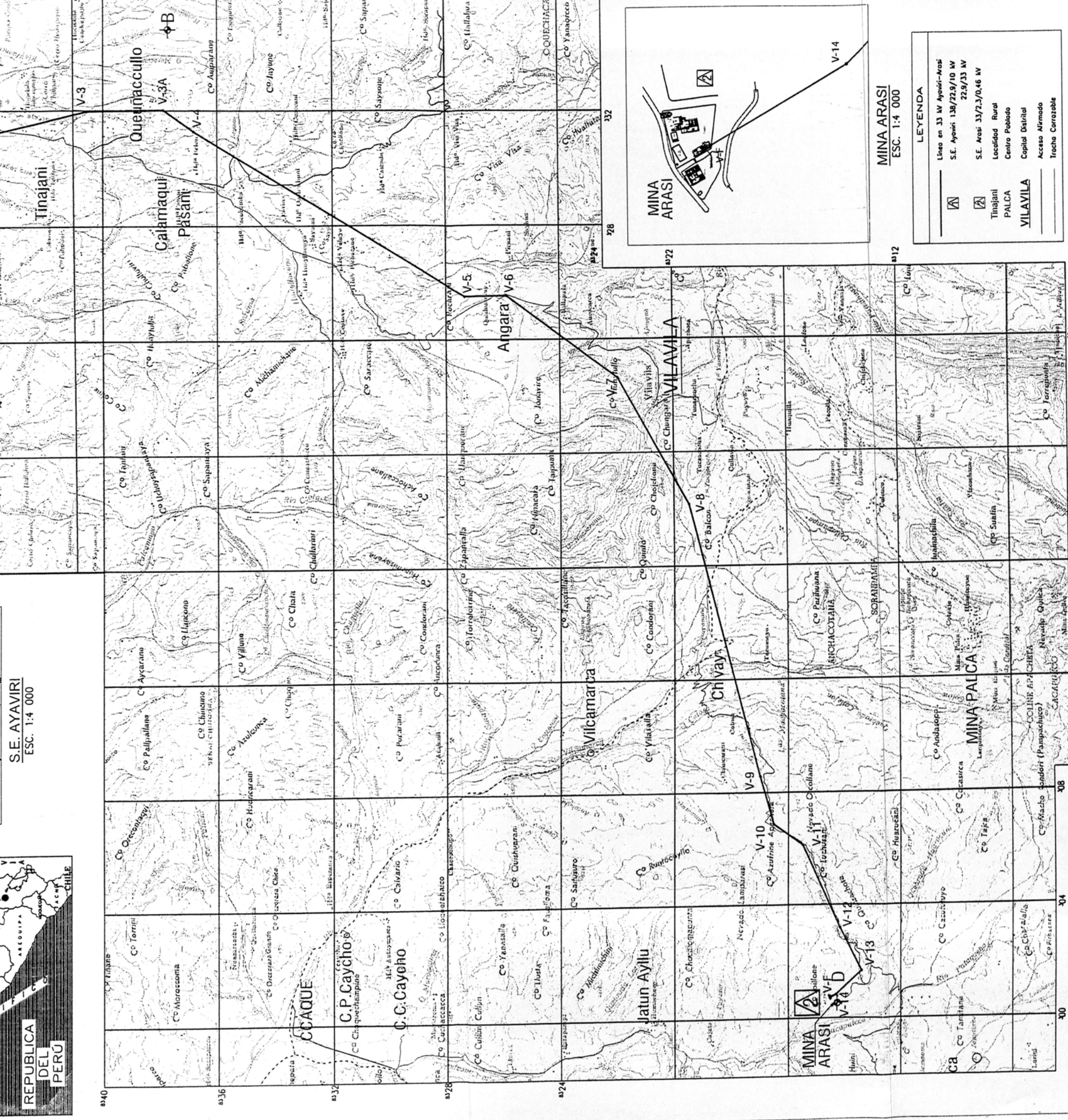
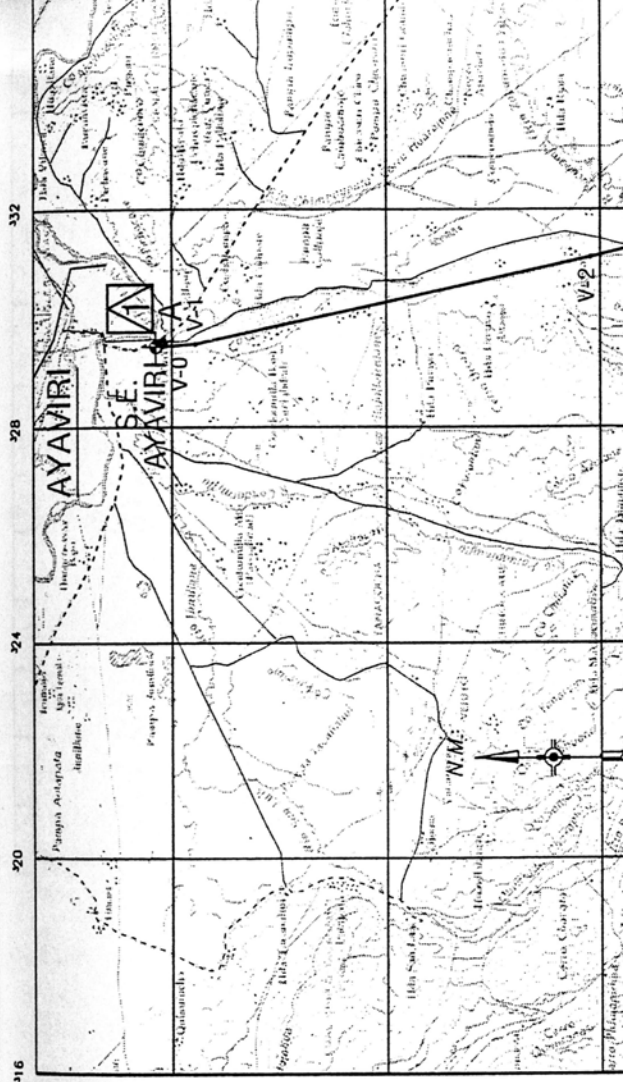
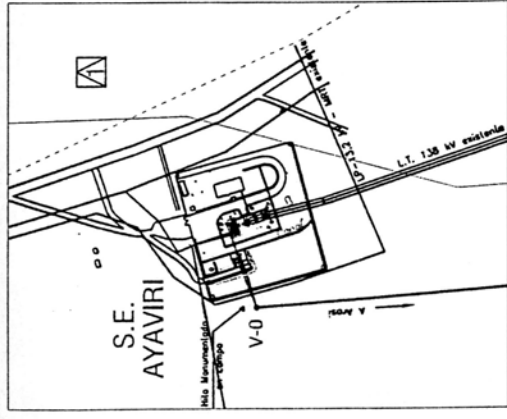
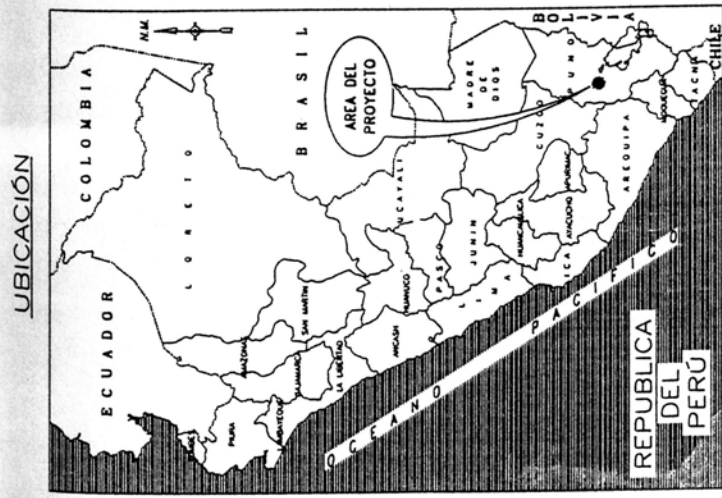


AAAC ALLIANCE 125 mm<sup>2</sup>  
57,77 km



<b>ARASI SAC</b>		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b>	PLANO N° <b>GEN-03.DWG</b>
DISEÑADO POR : jescalantec	REVISADO POR : jbautistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSICIÓN		ARCHIVO : GEN-03.DWG
DIBUJADO POR : jescalantec	APROBADO POR : jbautistar			FECHA : NOV-11
				ESCALA : S/E

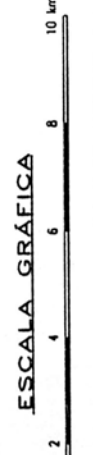




**COORDENADAS UTM DE VERTICES**

DOCUMENTACION	UTM (E)	UTM (N)	ZONA UTM	PROY. COORDENADAS
V-0	335 485	8 357 181	18S	WGS 84
V-1	335 535	8 357 231	18S	WGS 84
V-2	335 585	8 357 281	18S	WGS 84
V-3	335 635	8 357 331	18S	WGS 84
V-4	335 685	8 357 381	18S	WGS 84
V-5	335 735	8 357 431	18S	WGS 84
V-6	335 785	8 357 481	18S	WGS 84
V-7	335 835	8 357 531	18S	WGS 84
V-8	335 885	8 357 581	18S	WGS 84
V-9	335 935	8 357 631	18S	WGS 84
V-10	335 985	8 357 681	18S	WGS 84
V-11	336 035	8 357 731	18S	WGS 84
V-12	336 085	8 357 781	18S	WGS 84
V-13	336 135	8 357 831	18S	WGS 84
V-14	336 185	8 357 881	18S	WGS 84

Linea 33 kV SE Ayaviri-Mina Arasi



**ARASI SAC**

DESARROLLO POR: INGENIERIA  
REVISADO POR: INGENIERIA  
DISEÑADO POR: INGENIERIA  
APROBADO POR: INGENIERIA

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

**ARASI SAC**  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION

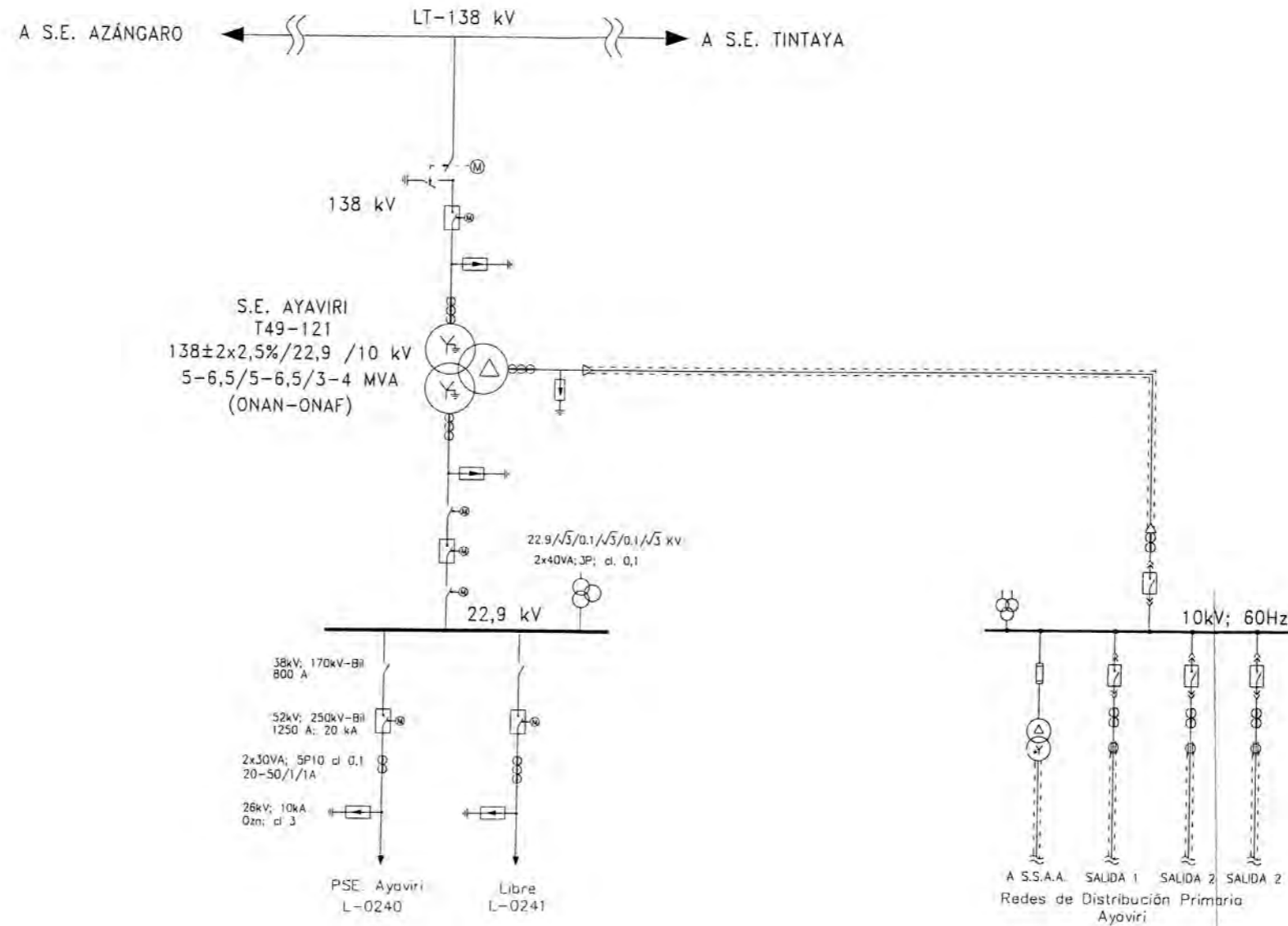
**UBICACION DE SUBESTACIONES**

GEN-04  
FORMA: INE-11  
Escala: 1:100 000

\* Nota: Lo cuadrícula se encuentra en el sistema PSAD-56

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia con 3 devanados y transformadores de corriente en el bushing
	Interruptor de potencia
	Seccionador linea con cuchilla de puesta a tierra
	Transformador de servicios auxiliares
	Seccionador de barra con manda a motor
	Pararrayos
	Transformador de tensión inductivo con 2 devanados secundarios
	Cable de Energía
	Celdas Metal Clad



PLANO DE REFERENCIA:  
 GEN-03 : Diagrama Unifilar General del Proyecto  
 OE-SEAYA-02 : Disposición General Vista en Planta-Instalaciones Existentes

Instalaciones Existentes REP

**ARASI SAC**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA Y ELECTRONICA  
 ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELÉCTRICA

TÍTULO:

S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA  
 DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL  
 INSTALACIONES EXISTENTES

PLANO N°

OE-SEAYA-01

ARCHIVO: OE-SEAYA-01.01W

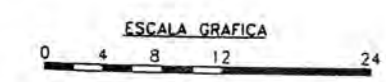
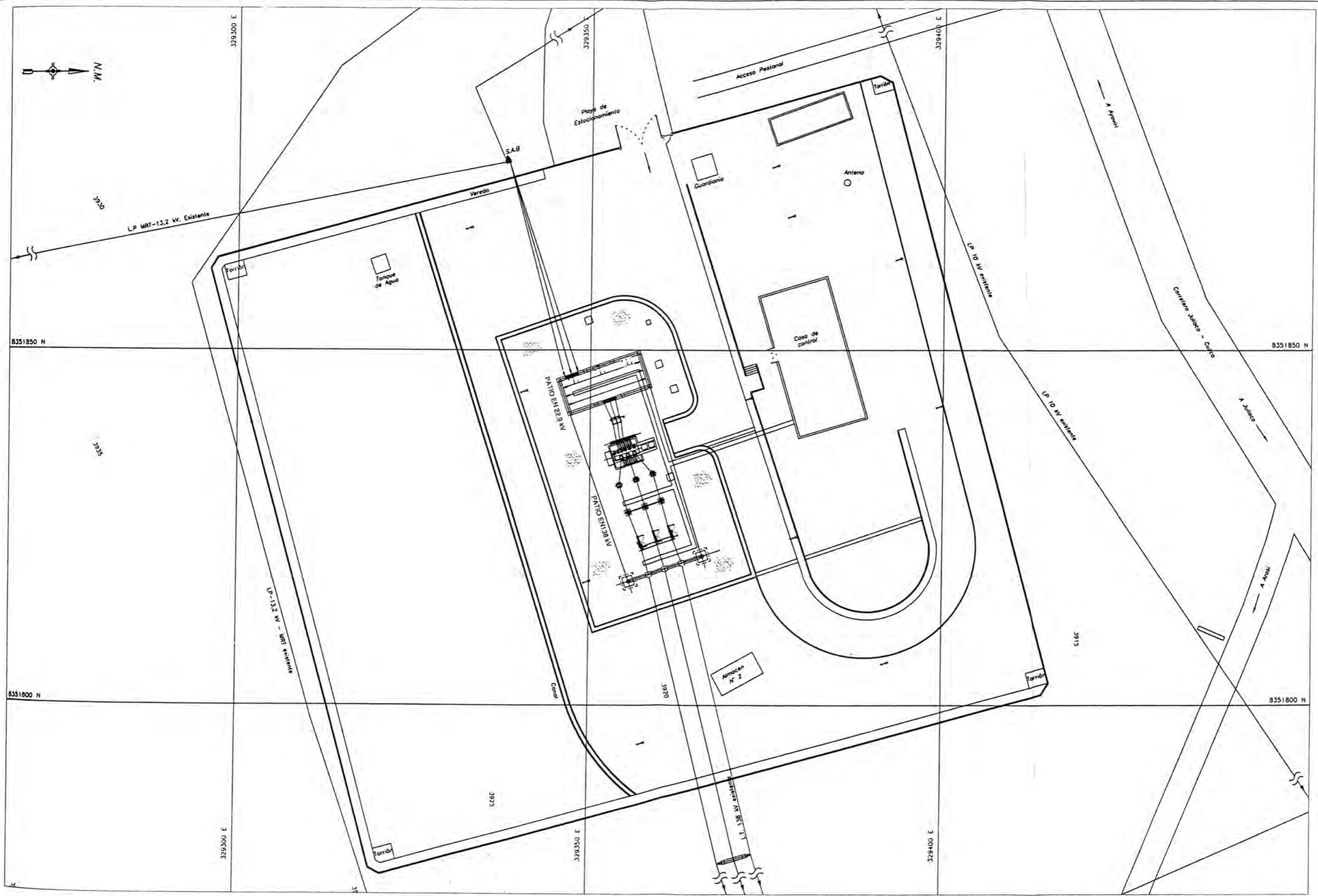
FECHA: NOV-11

ESCALA: S/E

DISEÑADO POR: jescalantec REVISADO POR: bautistar  
 jescalantec bautistar

PROYECTO:  
 DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
 SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN



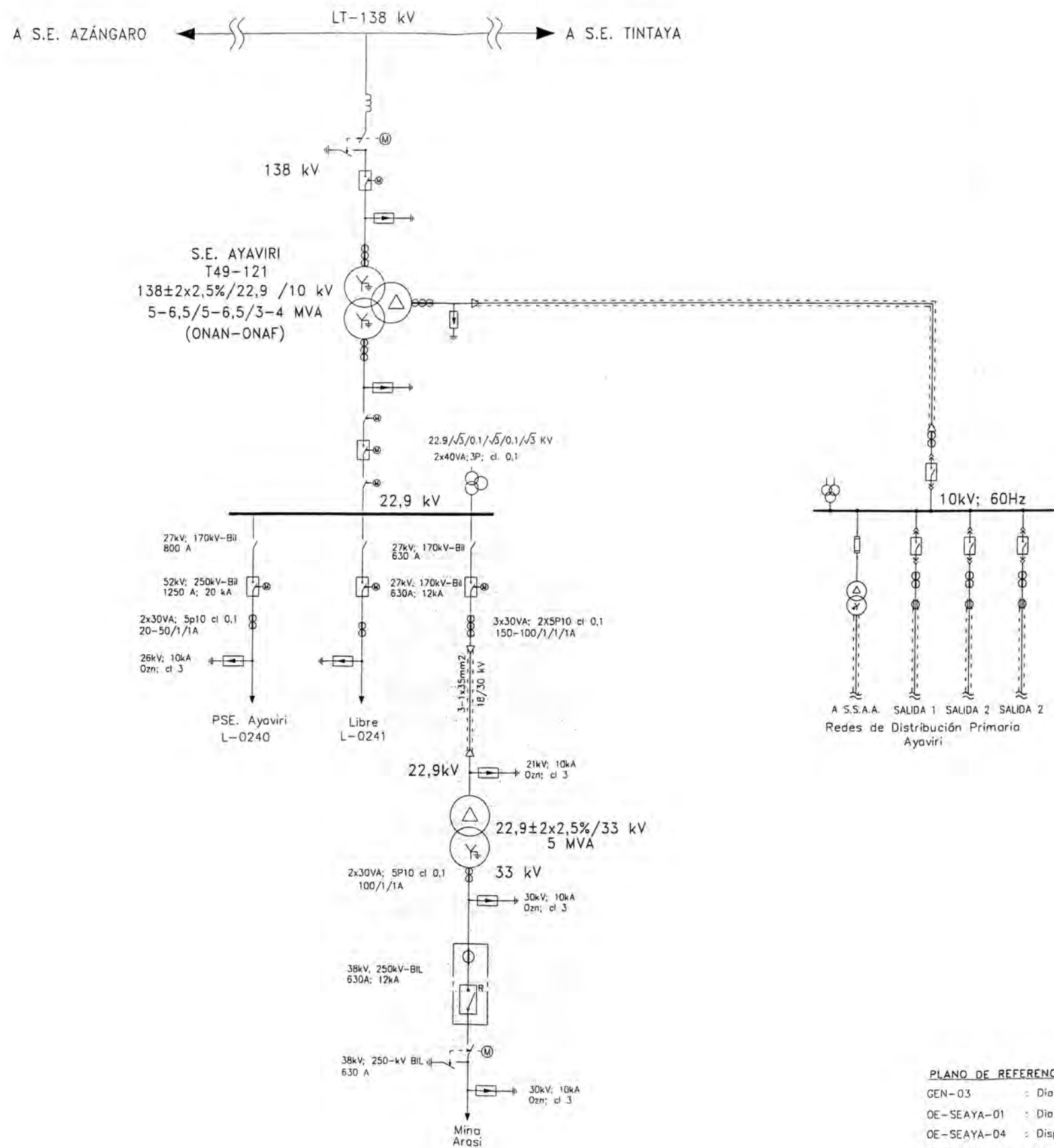


- NOTAS**
- 1.- Todas las medidas están expresadas en mm.
  - 2.- Las unidades de medida estan de acuerdo al Sistema Internacional (SI)

<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E. AYAVIRI 33/22.9 kv 5MVA DISPOSICION GENERAL VISTA EN PLANTA INSTALACIONES EXISTENTES	PLANO N° OE-SEAYA-02
DISEÑADO POR: j.pascualnec DIBUJADO POR: j.pascualnec	REVISADO POR: j.pautistat APROBADO POR: j.pautistat			

### LEYENDA

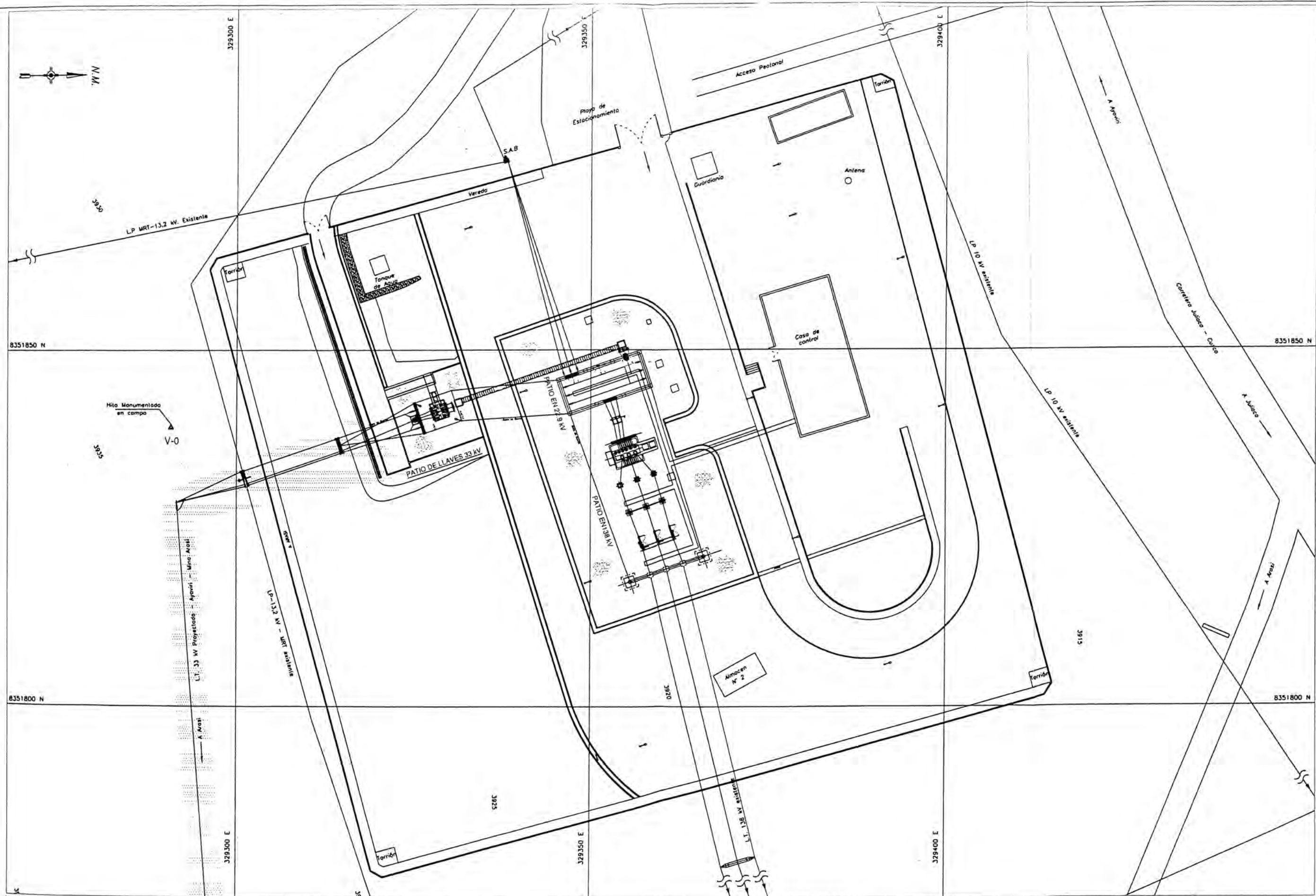
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia con 3 devanados y transformadores de corriente en el bushing
	Transformador de potencia de 2 devanados, con regulación en vacío y transformadores de corriente en el bushing
	Interruptor de potencia
	Seccionador línea con cuchilla de puesto a tierra
	Transformador de servicios auxiliares
	Trampa de Onda
	Seccionador de barra con mando a motor
	Pararrayos
	Transformador de tensión inductivo con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente
	Cable de Energía
	Ceidas Metal Clad
	Interruptor de Recierre automático (Recloser) 38kV-240 kV-Bil



- PLANO DE REFERENCIA:**
- GEN-03 : Diagrama Unifilar General del Proyecto
  - OE-SEAYA-01 : Diagrama Unifilar General - Instalaciones Existentes
  - OE-SEAYA-04 : Disposición General - Vista en Planta
  - OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en el Patio de Llaves - Vista en Planta

Instalaciones Proyectadas - Mina Arasi - ARASI SAC  
 Instalaciones Existentes REP

<b>ARASI SAC</b>	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>S.E. AYAVIRI 33/22.9 kV 5MVA</b>  <b>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b>	PLANO N°: <b>OE-SEAYA-03</b>  ARCHIVO: OE-SEAYA-03.DWG FECHA: <b>NOV-11</b> ESCALA: S/E
DISEÑADO POR: <b>jescalantec</b> DIBUJADO POR: <b>jescalantec</b>	REVISADO POR: <b>pautilstor</b> APROBADO POR: <b>pautilstor</b>	PROYECTO: <b>DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>	



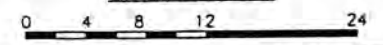
**NOTAS**

- 1.- Todas las medidas están expresadas en mm.
- 2.- Las unidades de medida están de acuerdo al Sistema Internacional (SI)
- 3.- Las dimensiones de los equipos de planta y corte son referenciales, por lo que los planos deberán ser actualizados con las dimensiones finales de los equipos y materiales en la etapa de ingeniería de detalle de la ejecución de obra.

**PLANO DE REFERENCIA:**

- OE-SEAYA-01 : Diagrama Unifilar General - Instalaciones Existentes
- OE-SEAYA-02 : Disposición General - Vista en planta - Instalaciones Existentes
- OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en el Patio de Llaves - Vista en Planta
- OE-SEAYA-06 : Elevaciones y distancias mínimas de seguridad

**ESCALA GRAFICA**



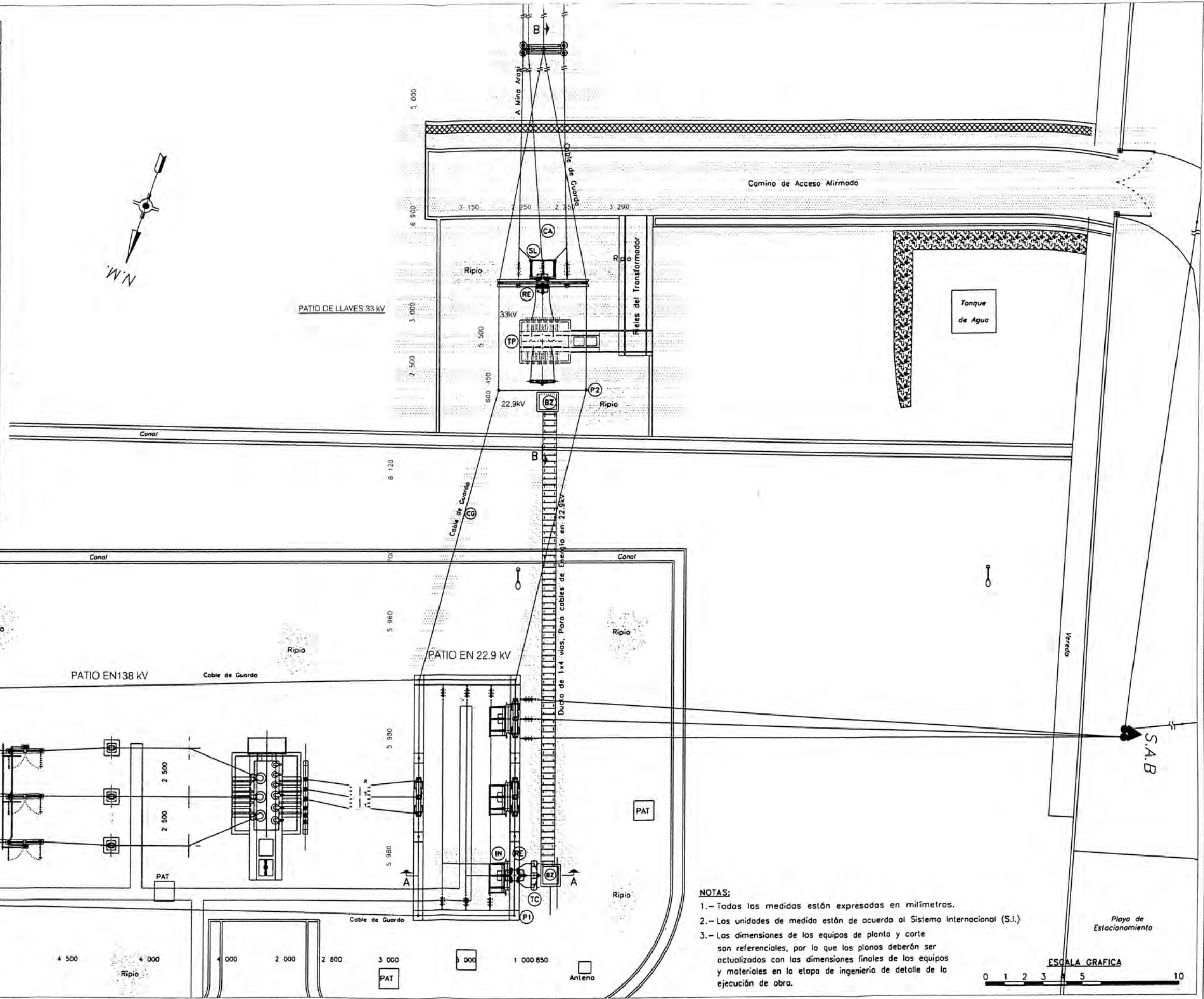
— Instalaciones existentes      — Instalaciones proyectadas

<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA</b> <b>DISPOSICIÓN GENERAL</b> <b>VISTA EN PLANTA</b>	PLANO N° <b>OE-SEAYA-04</b> ARCHIVO : OE-SEAYA-04.DWG FECHA : NOV-11 ESCALA : 1/250
DISEÑADO POR : jescantenc	REVISADO POR : jbautistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN		
DIBUJADO POR : jescantenc	APROBADO POR : jbautistar			



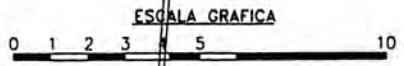
**LEYENDA**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
PI	Pórtico	-
PR	Pararrayos de Oxido de Zinc para servicio exterior 21 kV, 10 kA, clase 3	03
PR2	Pararrayos de Oxido de Zinc para servicio exterior 30kV 10 kA, clase 3	06
IN	Interruptor 27 kV-170 kV-Bil - 630A, 12 kA	01
SL	Seccionador de Línea 38kV; 250 kV-BIL; 630 A	01
SB	Seccionador de Barra 27kV, 170 kV-Bil; 630 A	01
RE	Recloser 38kV, 240 kV-BIL, 560 A, 12kA	01
TP	Transformador de Potencia 22,9±2x2,5%/33kV, 5MVA, con Transformador de corriente en el Bushing lado 33 kV (2x30 VA; 5P10; cl 0,1; 100/1/1).	01
CE	Cable de Energía 3-1x35 mm <sup>2</sup> , 18/30 kV	90m
BZ1	Buzón de cables de energía en 22,9 kV	02
CA	Conductor Alliance 125mm <sup>2</sup>	-
TE	Terminal de Energía 27kV	06
TC	Transformador de Corriente 3x30 VA; 2x5p10, cl 0,1; 150-100/1/1/1; 170 kV-Bil	03
P2	Poste de Madera 12m	04
CG	Cable de Guarda EHS 25mm <sup>2</sup>	45m
PL	Pletina de 20x5mm	12m
CR	Cruceto de madera, 187x143mm de 4,9m de longitud	06



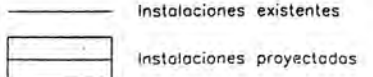
**NOTAS:**

- 1.- Todos las medidas están expresadas en milímetros.
- 2.- Los unidades de medida están de acuerdo al Sistema Internacional (S.I.)
- 3.- Las dimensiones de los equipos de planta y corte son referenciales, por lo que los planos deberán ser actualizados con las dimensiones finales de los equipos y materiales en la etapa de ingeniería de detalle de la ejecución de obra.



**PLANO DE REFERENCIA:**

- OE-SEAYA-02 : Disposición General - Vista en planta - Instalaciones Existentes
- OE-SEAYA-04 : Disposición General - Vista en Planta
- OE-SEAYA-06 : Elevaciones y distancias mínimas de seguridad



**ARASI SAC**

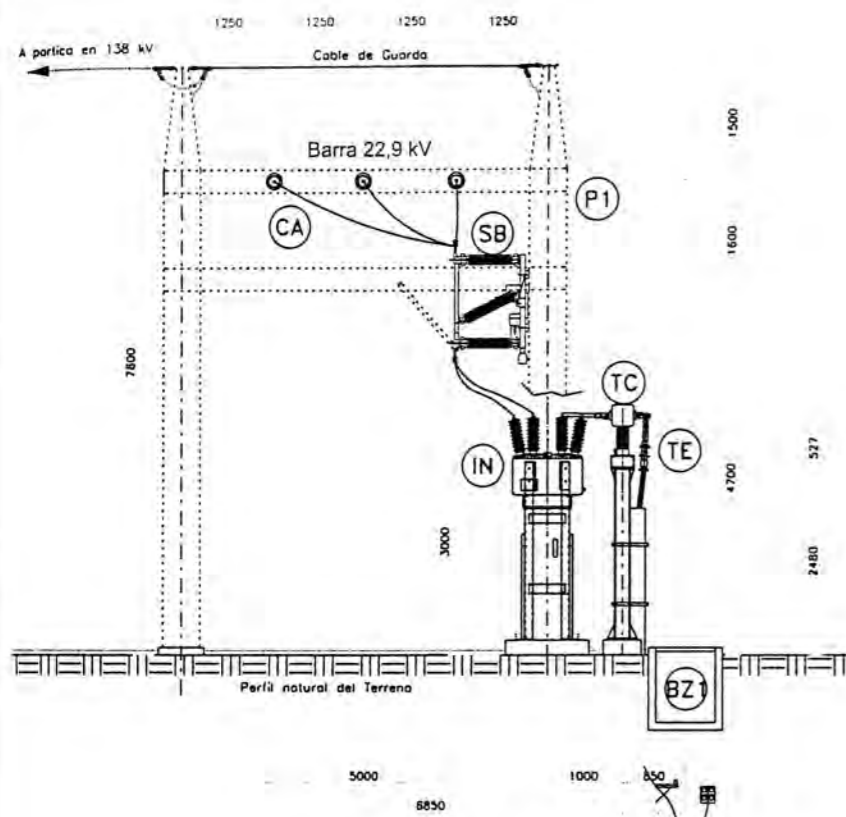
DISEÑADO POR : jescalantec  
 REVISADO POR : jbaulistar  
 DIBUJADO POR : jescalantec  
 APROBADO POR : jbaulistar



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

PROYECTO: ESTUDIO DEFINITIVO LINEA DE DISTRIBUCION EN 33 kV AYAVIRI-ARASI Y SUBESTACIONES - 2,9 MW

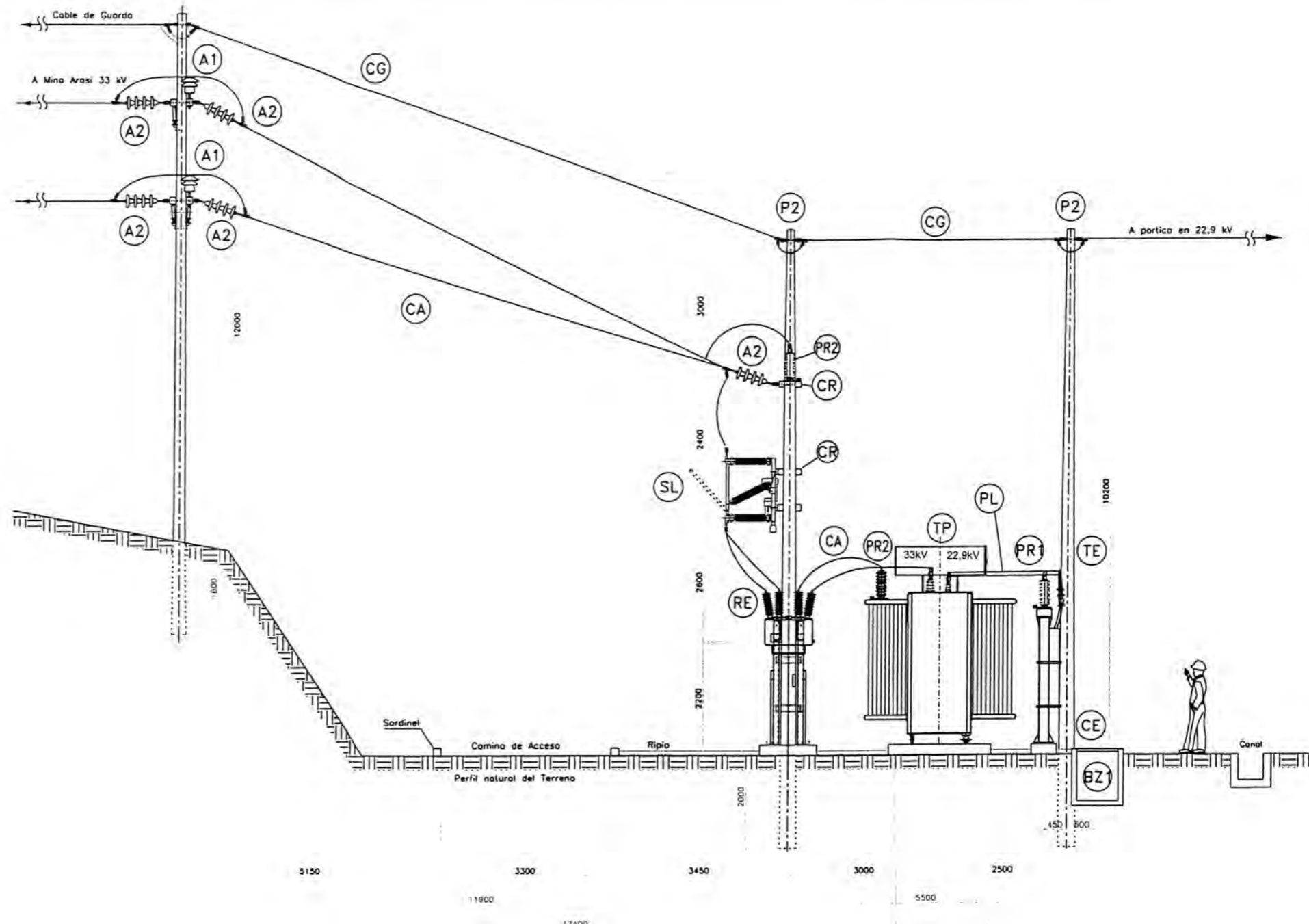
TITULO:	S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA DISPOSICION DE EQUIPOS EN EL PATIO DE LLAVES VISTA EN PLANTA	PLANO N°	OE-SEAYA-05
ARCHIVO:	OE-SEAYA-05.DWG	FECHA:	NOV-11
ESCALA:	1/100		



CORTE A-A

LEYENDA

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
P1	Pórtico	-
PR1	Pararrayos de Oxido de Zinc para servicio exterior 21 kV, 10 kA, clase 3	03
PR2	Pararrayos de Oxido de Zinc para servicio exterior 30kV 10 kA, clase 3	06
IN	Interruptor 27 kV-170 kV-Bil - 630A, 12 kA	01
SL	Seccionador de Línea 38kV; 250 kV-BIL; 630 A	01
SB	Seccionador de Barra 27kV, 170 kV-Bil; 630 A	01
RE	Recloser 38kV, 240 kV-BIL, 560 A, 12kA	01
TP	Transformador de Potencia 22,9±2x2,5%/33kV, 5MVA, con Transformador de corriente en el Bushing lado 33 kV (2x30 VA; 5P10; cl 0,1; 100/1/1).	01
CE	Cable de Energía 3-1x35 mm <sup>2</sup> , 18/30 kV	90m
BZ1	Buzón de cables de energía en 22,9 kV	02
CA	Conductor Alliance 125mm <sup>2</sup>	-
TE	Terminal de Energía 27kV	06
TC	Transformador de Corriente 3x30 VA; 2x5p10, cl 0,1; 150-100/1/1/1; 170 kV-Bil	03
P2	Poste de Madera 12m	04
CG	Cable de Guarda EHS 25mm <sup>2</sup>	45m
PL	Pletina de 20x5mm	12m
CR	Cruceta de madera, 187x143mm de 4,9m de longitud	06
A1	Aislador lipo pin clase ANSI 56-5	03
A2	Aislador de suspensión clase ANSI 4x52-3	09



CORTE B-B

LEYENDA

ITEM	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (mm)	
		33kV	22,9kV
1	Distancia mínima entre fase y fase tierra	480	330
2	Altura mínima de partes activas en zonas accesibles	2800	2600
3	Ancho mínimo de pasadizo	1000	1000
4	Distancia de trabajo horizontal	2280	2100
5	Distancia de trabajo vertical	1780	1600
6	Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)	3950	3950

PLANO DE REFERENCIA:

- OE-SEAYA-03 : Diagrama Unifilar General
- OE-SEAYA-04 : Disposición General - Vista en Planta
- OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en el Patio de Lluvias - Vista en Planta

NOTAS:

- Todas las medidas están expresadas en milímetros.
- Las unidades de medida están de acuerdo al Sistema Internacional (S.I.)
- Las dimensiones de los equipos planta y corte son referenciales, por lo que los planos deberán ser actualizados en las dimensiones finales de los equipos y materiales en la etapa de la ingeniería de detalle de la ejecución de la obra

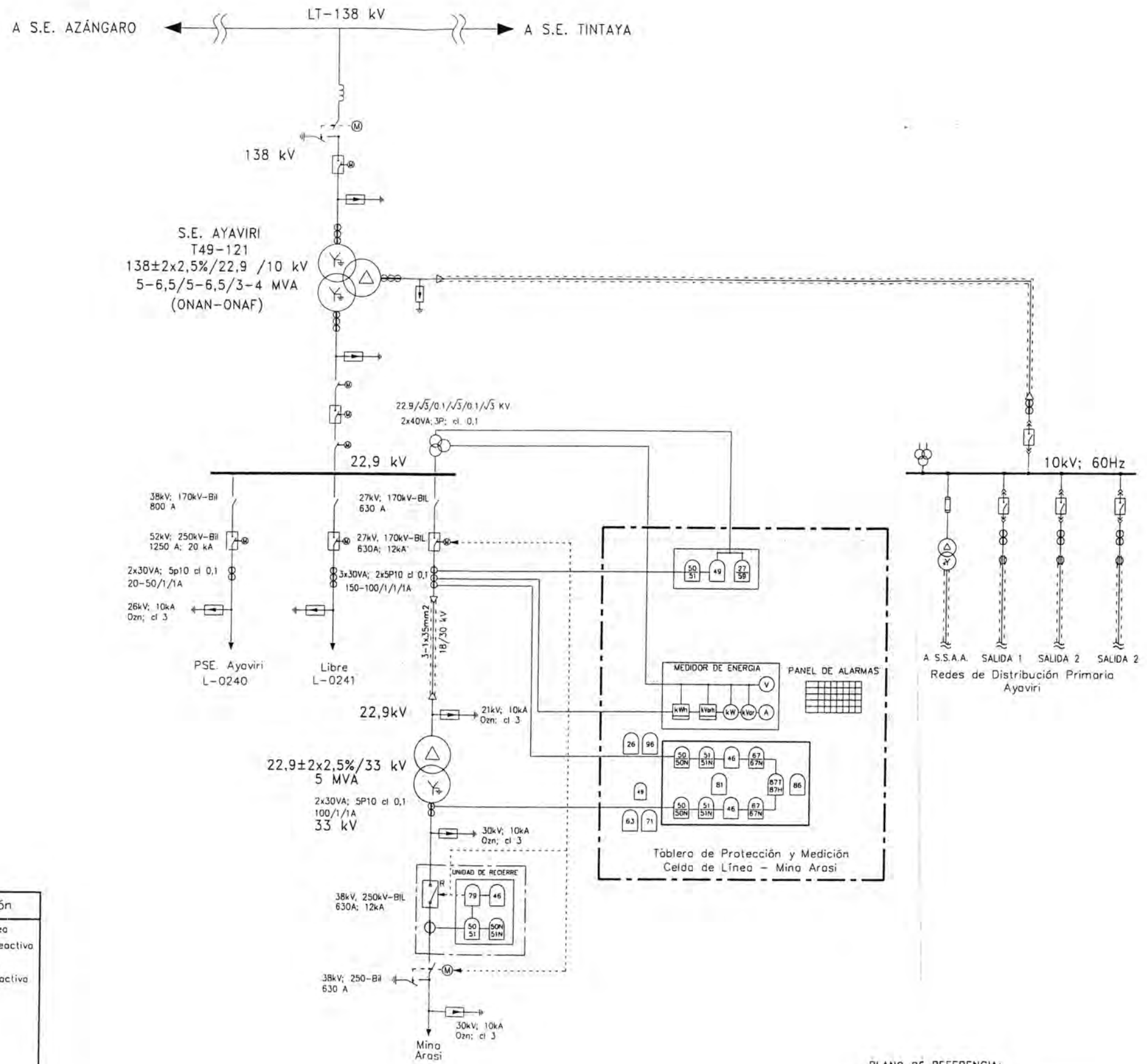
ESCALA GRAFICA



<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA ELEVACIONES Y DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD	PLANO N°: OE-SEAYA-06 ARCHIVO: OE-SEAYA-06.DWG FECHA: NOV-11 ESCALA: 1/50
DISEÑADO POR : jscalaniec DIBUJADO POR : jscalaniec	REVISADO POR : jbautista APROBADO POR : jbautista	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV SUBSTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION		

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia con 3 devanados y transformadores de corriente en el bushing
	Transformador de potencia de 2 devanados, con regulación en vacío y transformadores de corriente en el bushing
	Interruptor de potencia
	Seccionador línea con cuchilla de puesta a tierra
	Transformador de servicios auxiliares
	Trampa de Onda
	Seccionador de barra con mando a motor
	Pararrayos
	Transformador de tensión inductivo con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente
	Cable de Energía
	Celdas Metal Clad
	Interruptor de Recierre automático (Recloser) 38kV-240 kV-Bil



LEYENDA

Funciones de Protección	Funciones de Medición
79 : Recierre	A : Corriente instantánea
87H : Diferencial sin restricción de armónicos	kW/kVar : Potencia activa y reactiva
87 : Diferencial de corriente	Cosφ : Factor de potencia
50/50N : Sobrecorriente de fase y tierra instantánea	kWh/kVarh : Energía activa y reactiva
51/51N : Sobrecorriente de fase y tierra temporizado	V : Tensión
46 : Sobrecorriente de secuencia negativa	F : Frecuencia
26 : Termómetro de Aceite	
96 : Relé Buchholz	
49 : Relé Térmico de Transformador	
59 : Sobretensión	
63 : Relé de Presión	

PLANO DE REFERENCIA:

- OE-SEAYA-03 : Diagrama Unifilar General
- OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en el Patio de Llaves - Vista en Planta

Instalaciones Proyectadas - Mina Arasi ARASI SAC  
 Instalaciones Existentes REP

**ARASI SAC**



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

TITULO:

S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA  
 DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDICIÓN

PLANO N°

OE-SEAYA-07

ARCHIVO: OE-SEAYA-07.DWG

FECHA: NOV-11

ESCALA: S/E

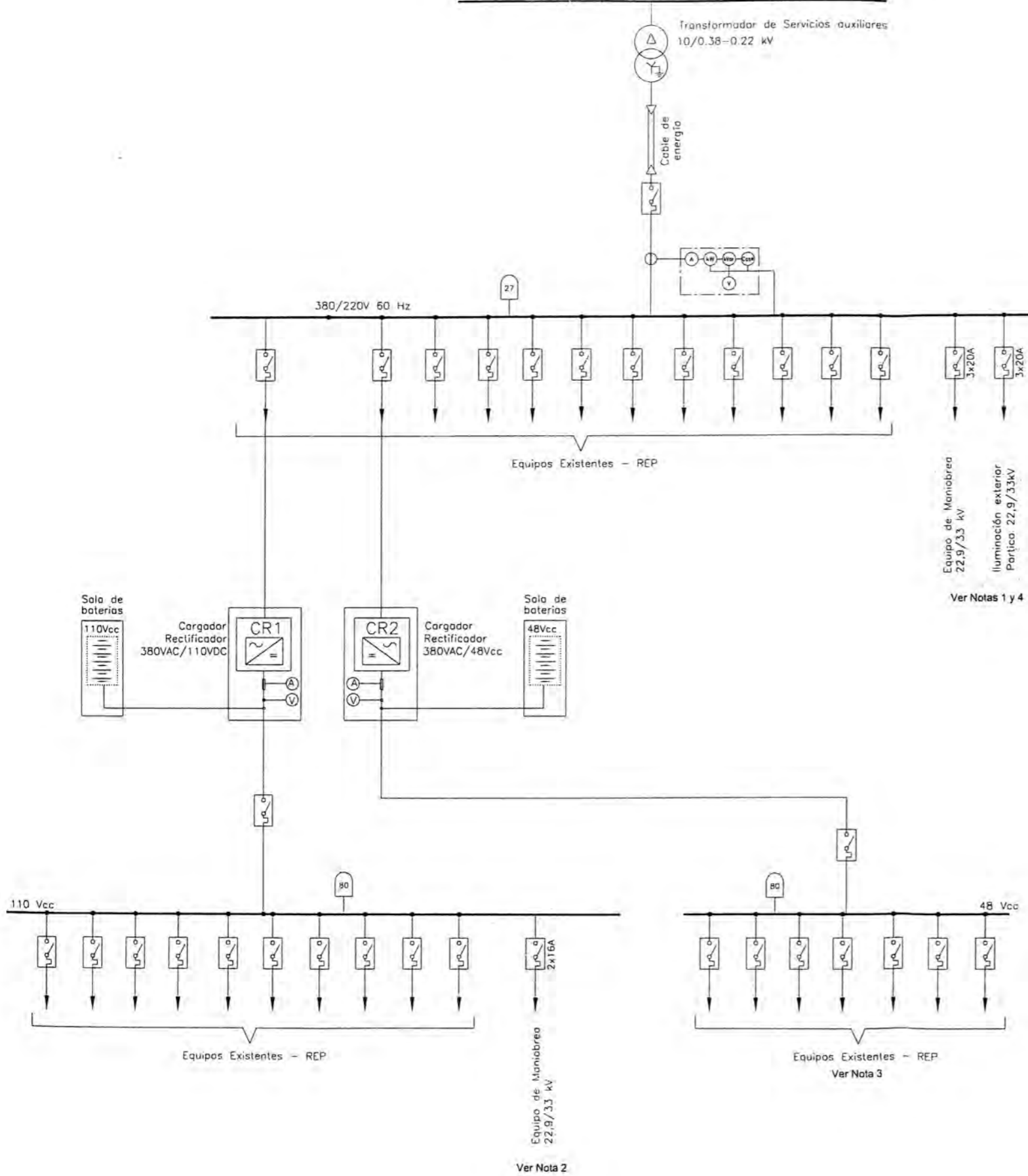
DISEÑADO POR: jescalantec REVISADO POR: bautistar  
 DIBUJADO POR: jescalantec APROBADO POR: bautistar

PROYECTO:  
 DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
 SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

CONTROL Y PROTECCIÓN



BARRA 100W 60Hz - CELDAS DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE



LEYENDA	
Simbolo	Descripción
	Interrupor termomagnético
	Transformador de S.S.AA. 10 kVA 0,38-0,22 kV
	Voltímetro
	Amperímetro
	Sala de baterías
	Cargador Rectificador
	Célula fotoeléctrica
	Cable de energía
	Medidor Electrónico Multifunción, A :Corriente Instantánea kW :Potencia Activa kVar :Potencia Reactiva Cosφ :Factor de Potencia V :Tensión Instantánea de fase
	Relé detector de falta de tensión
	Relé de falta a tierra de corriente continua
	Fusible

NOTAS

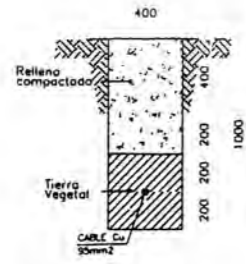
- 1.- El tablero de corriente alterna, cuenta con interruptor de reserva equipada, el mismo que será utilizado para la calefacción de los tableros de control de los equipos del patio de llaves y del edificio de control.
- 2.- El tablero de corriente continua cuenta con interruptor de reserva equipada, el mismo que será utilizado para alimentar los motores de los equipos del patio de llaves
- 3.- Los servicios auxiliares para los sistemas de comunicación a instalar, se conectarán a los tableros existentes en 48 Vcc
- 4.- Los circuitos de iluminación exterior y de emergencia se conectarán a los circuitos existentes de los tableros de control

PLANO DE REFERENCIA:

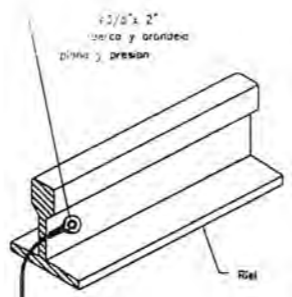
- OE-SEAYA-03 : Diagrama Unifilar General
- OE-SEAYA-04 : Disposición General - Vista en Planta
- OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en el Patio de Llaves - Vista en Planta

Instalaciones Proyectadas - Mina Arasi - ARASI SAC  
 Instalaciones Existentes REP

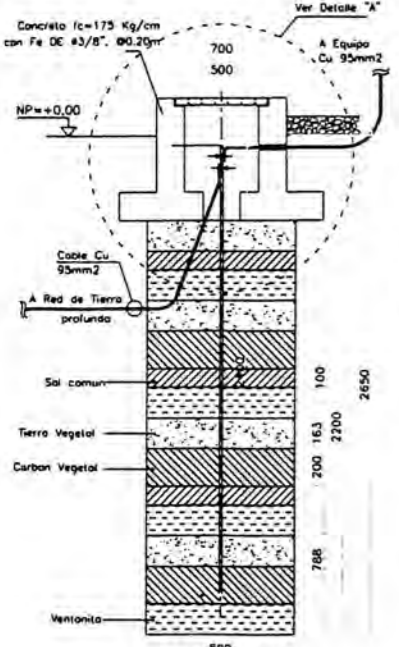
<b>ARASI SAC</b>		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV SMVA DIAGRAMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES	PLANO Nº OE-SEAYA-08 ARCHIVO OE-SEAYA-08.DWG FECHA: NOV-11 ESCALA: 5/E
DISEÑADO POR : jescalantec REVISADO POR : jbautista DIBUJADO POR : jescalantec APROBADO POR : jbautista	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARAZI Y LINEA DE TRANSMISIÓN			



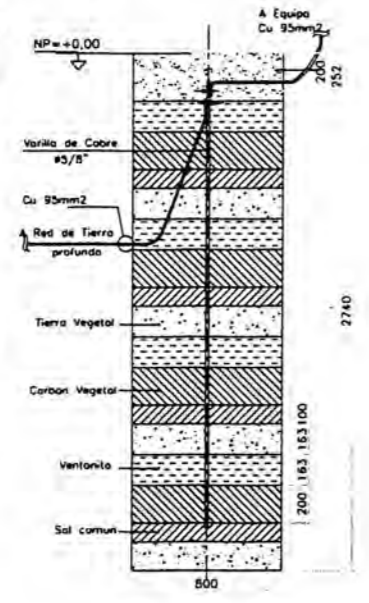
**CORTE A-A**  
Escala : 1/20



**CONEXION DE PUESTA A TIERRA DEL RIEL DEL TRANSFORMADOR**  
Escala : S/E



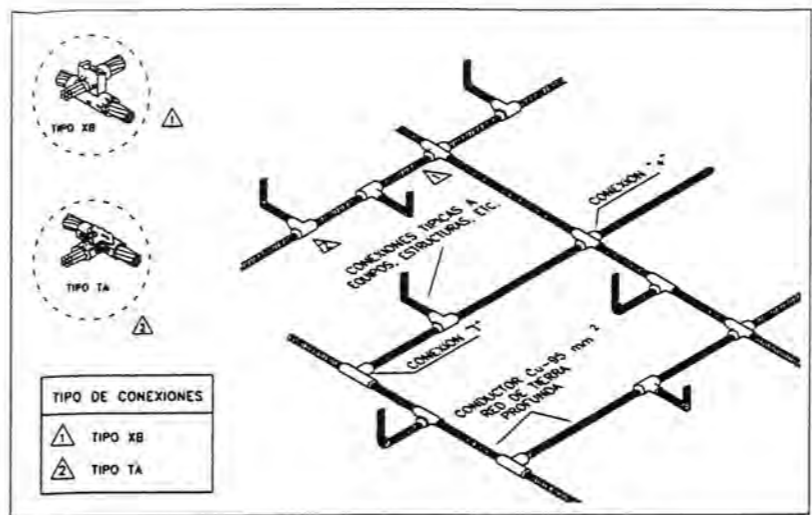
**DETALLE 1 - PT 1**  
**POZO DE PUESTA A TIERRA CON TAPA DE REGISTRO**  
Escala : 1/20



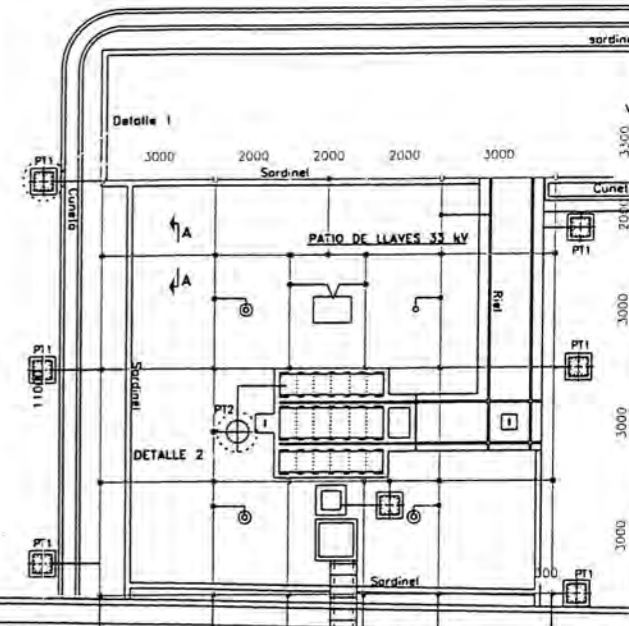
**DETALLE 2 - PT 2**  
**POZO DE PUESTA A TIERRA SIN TAPA DE REGISTRO**  
Escala : 1/20

**LEYENDA**

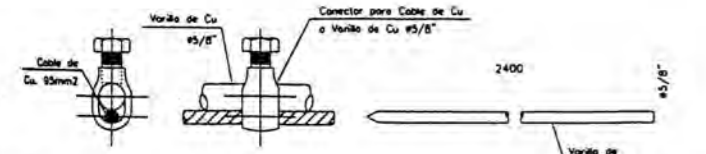
BASES	DESCRIPCIÓN
TP	Transformador de Potencia
RC	Recloser
BZ	Buzón
PR	Pararrayos
P1	Poste
PT1	Pozo de puesta a tierra
PT2	Pozo de puesta a tierra



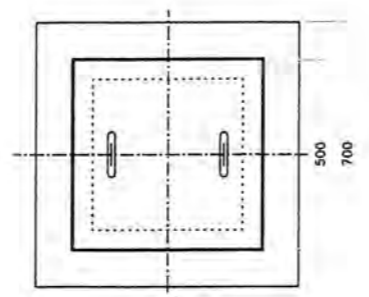
**DETALLE DE CONEXIONES RED DE TIERRA PROFUNDA**  
Escala : S/E



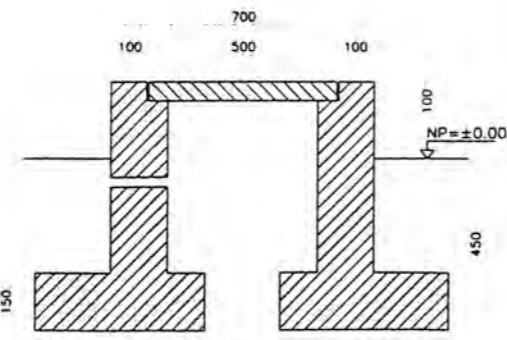
**PLANTA**  
Escala : 1/100



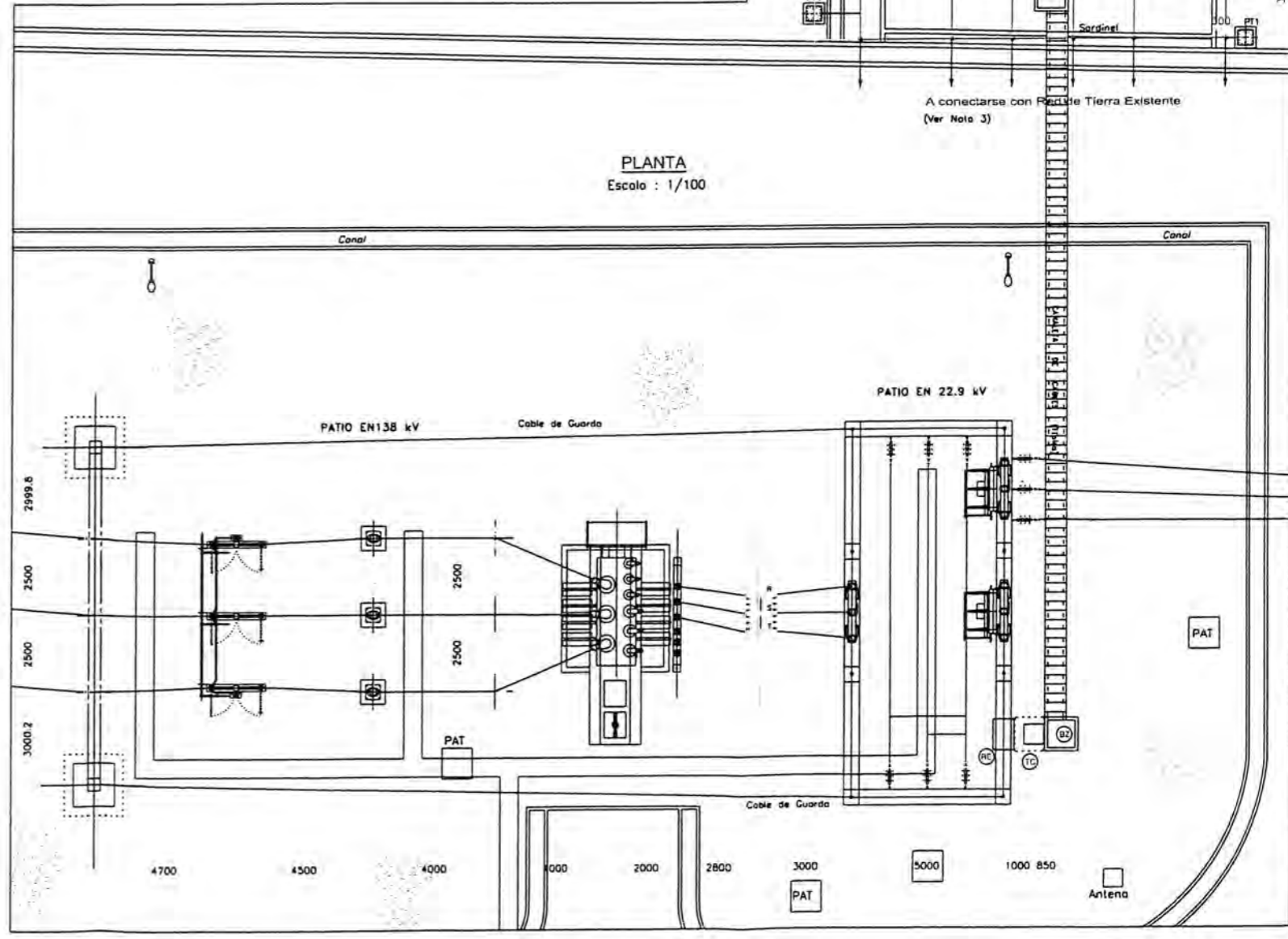
**DETALLE DE CONECTOR DE VARILLA DEL POZO DE PUESTA A TIERRA**  
Escala : S/E



**PLANTA**  
Escala : 1/10

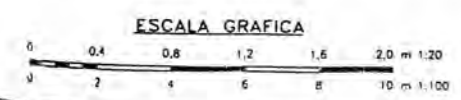


**DETALLE "A"**  
Escala : 1/10



- NOTAS:**
- 1.- Todas las medidas están expresadas en milímetros.
  - 2.- Las unidades de medida están de acuerdo al Sistema Internacional (S.I.)
  - 3.- La red de Tierra Profunda se conectará a la Red de Tierra Profunda existente de la Subestación.

- PLANO DE REFERENCIA:**
- OE-SEAYA-02 : Disposición General - Vista en planta - Instalaciones Existentes
  - OE-SEAYA-04 : Disposición General - Vista en Planta



<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E. AYAVIRI 33/22.9 kV 5MVA RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL	PLANO N° OE-SEAYA-09
DISEÑADO POR : jescolanec	REVISADO POR : jbaulistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV SUBSTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION	MID-NOV-09-SEAYA-09.DWG	FECHA : NOV-11
DIBUJADO POR : jescolanec	APROBADO POR : jbaulistar		ESCALA : 1/100	



PLANOS DE REFERENCIA:

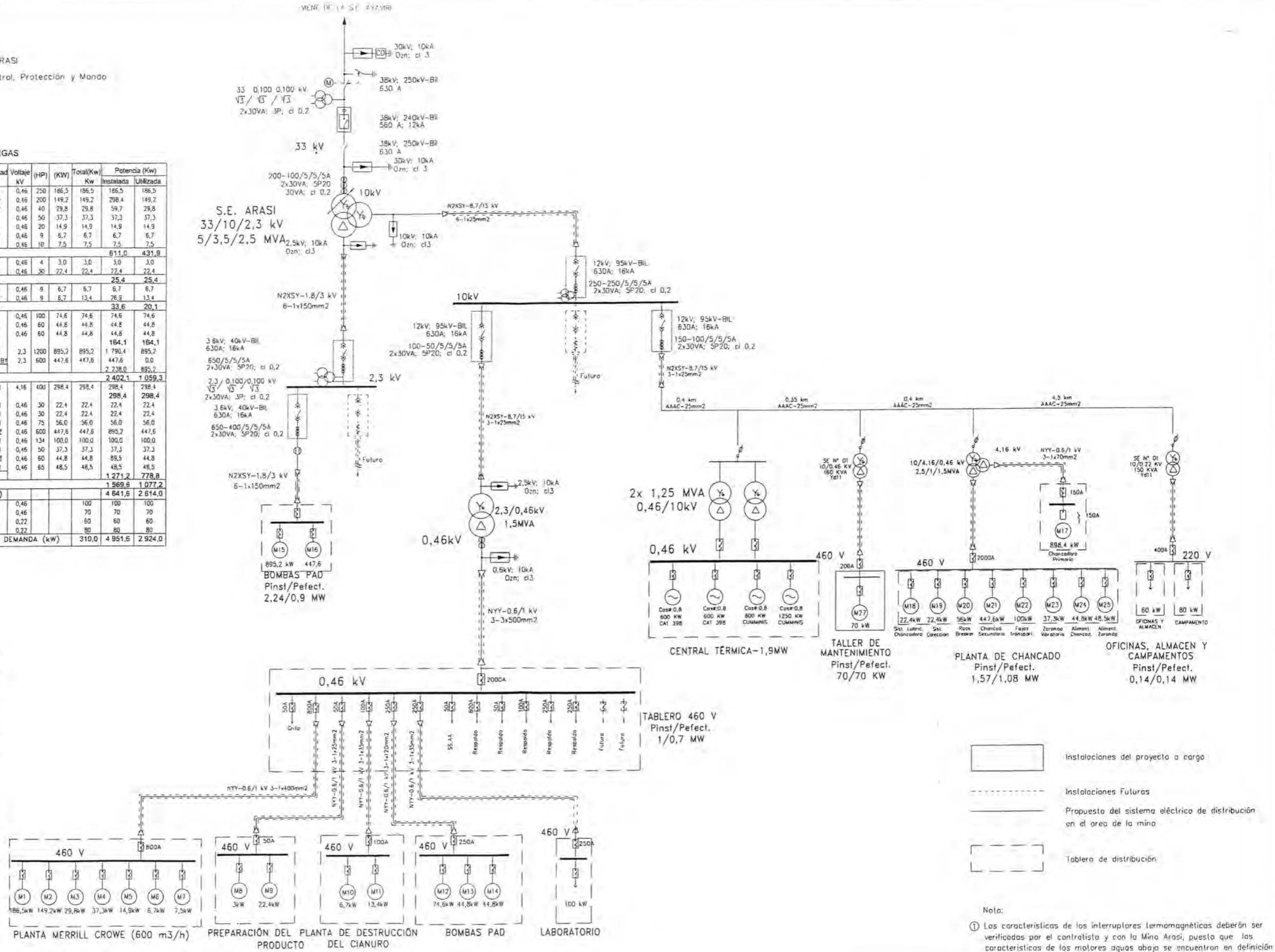
- OE-SEARA-02 Diagrama Unifilar General - S.E. ARASI
- OE-SEARA-06 Diagrama Unifilar de Medición, Control, Protección y Mando

CUADRO DE CARGAS

Descripción	Descripción del Equipo	Cantidad	Voltaje (kV)	(HP)	(KW)	Total(Kw)		Potencia (Kw)		
						Instalada	Utilizada	Instalada	Utilizada	
Planta Merrill Crowe	M1 Bomba de precipitación	1	0,46	250	186,5	186,5	186,5	186,5		
	M2 Bomba sumergible en poza sol Rica	2	0,46	200	149,2	149,2	298,4	149,2		
	M3 Bomba de Vacío	2	0,46	40	29,8	29,8	59,7	29,8		
	M4 Bomba sumergible sumidero de planta	1	0,46	50	37,3	37,3	37,3	37,3		
	M5 Bomba de precoteo	1	0,46	20	14,9	14,9	14,9	14,9		
	M6 Motor agitador de precoteo	1	0,46	9	6,7	6,7	6,7	6,7		
	M7 Compresora eléctrica	1	0,46	10	7,5	7,5	7,5	7,5		
Sub Total (Kw)						611,0	431,9			
Preparación del Producto	M8 Molino	1	0,46	4	3,0	3,0	3,0	3,0		
	M9 Horno de Secado	1	0,46	30	22,4	22,4	22,4	22,4		
Sub Total (Kw)						25,4	25,4			
Planta de destrucción de Cianuro	M10 Agitador de mezclado de hipodonto	1	0,46	9	6,7	6,7	6,7	6,7		
	M11 Agitador en Reactor de destrucción	2	0,46	9	6,7	13,4	26,9	13,4		
Sub Total (Kw)						33,6	20,1			
Pad	M12 Bomba sumergible 1 en poza intermedia	1	0,46	100	74,6	74,6	74,6	74,6		
	M13 Bomba sumergible 2 en poza intermedia	1	0,46	80	44,8	44,8	44,8	44,8		
	M14 Bomba sumergible en poza de excesos	1	0,46	60	44,8	44,8	44,8	44,8		
	Sub Total 460 V						164,1	164,1		
	M15 Bomba horizontal de riego N° 1 y 2	2	2,3	1200	895,2	895,2	1790,4	895,2		
M16 Bomba horizontal de riego N° 3	1	2,3	600	447,6	447,6	447,6	0,0			
Sub Total 2,3 kV						2238,0	895,2			
Planta de Chancado	M17 Chancadora Primaria	1	4,16	400	298,4	298,4	298,4	298,4		
	Sub Total 4,16 kV						298,4	298,4		
	M18 Sistema de lubricación chancadora prim.	1	0,46	30	22,4	22,4	22,4	22,4		
	M19 Sistema de colección de polvos	1	0,46	30	22,4	22,4	22,4	22,4		
	M20 Rock Breaker	1	0,46	75	56,0	56,0	56,0	56,0		
	M21 Chancadora secundaria	2	0,46	600	447,6	447,6	895,2	447,6		
	M22 Fajas transportadoras	1	0,46	134	100,0	100,0	100,0	100,0		
	M23 Zaranda vibratoria	1	0,46	50	37,3	37,3	37,3	37,3		
	M24 Alimentador de chancadoras secundarias	2	0,46	60	44,8	44,8	89,5	44,8		
	M25 Alimentador de zaranda vibratoria	1	0,46	65	48,5	48,5	48,5	48,5		
Sub Total 460 V						1271,2	778,8			
TOTAL (Kw)						1569,8	1077,2			
Laboratorio	M26		0,46			100	100	100		
Taller de Mantenimiento	M27		0,46			70	70	70		
Oficinas y Almacén	M28		0,22			60	60	60		
Campamento	M29		0,22			80	80	80		
TOTAL DE CONSUMOS DE DEMANDA (kW)						310,0	4951,6	2924,0		

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia de tres devanados con regulación automática de tensión baja carga
	Interruptor de recierre automático
	Seccionador línea con cuchillo de puesta a tierra
	Seccionador barra
	Polearrazos con contador de descarga
	Transformador de tensión inductivo con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente, con 3 devanados
	Cable de energía
	Celda Metal Clad
	Transformador de servicios auxiliares
	Grupo de generación térmica
	Motor
	Interruptor termomagnético
	Seccionador fusible de explosión
	Transformador de corriente aislado



- Instalaciones del proyecto a cargo
- Instalaciones Futuras
- Propuesta del sistema eléctrico de distribución en el área de la mina
- Tablero de distribución

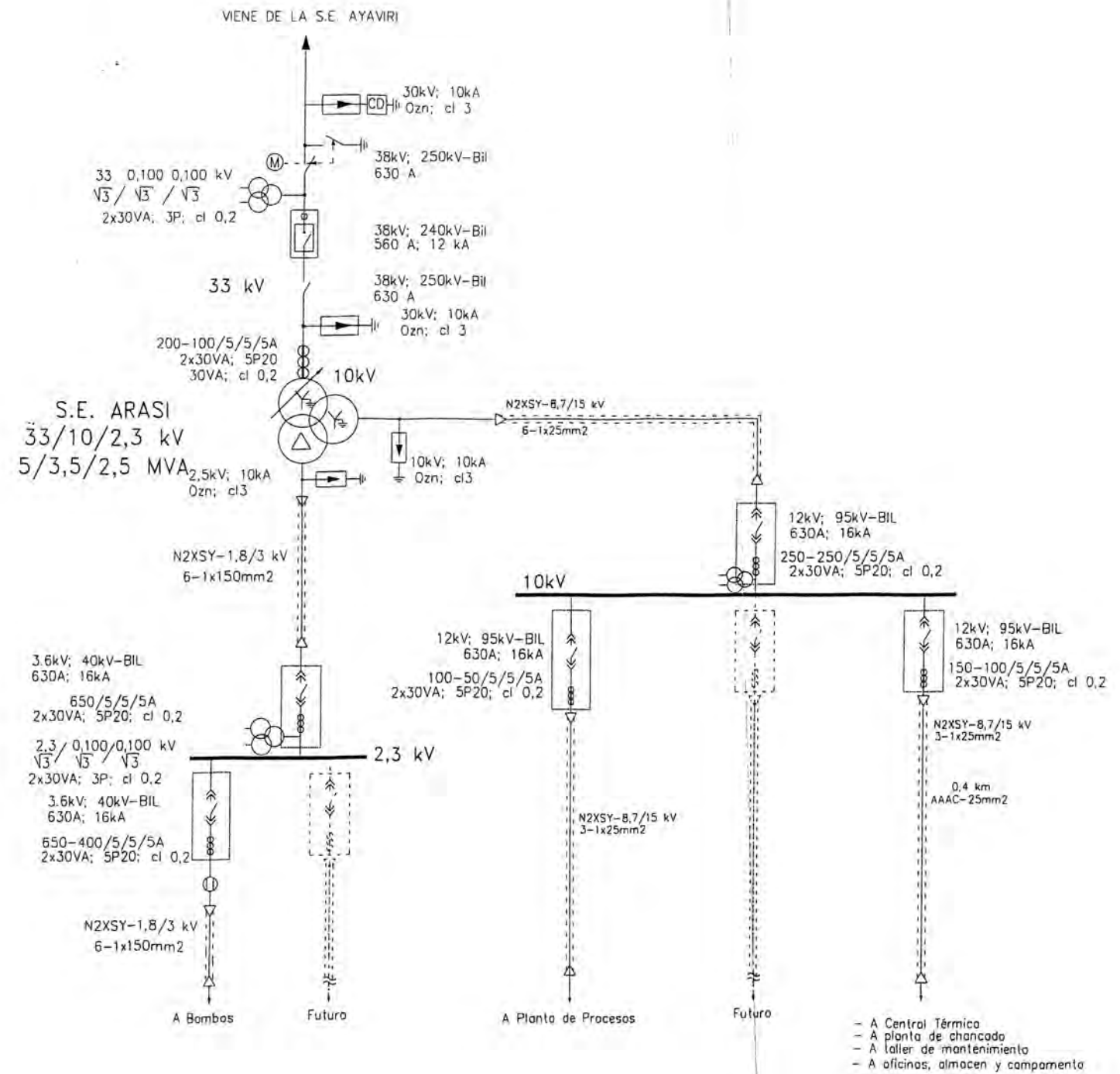
Nota:  
 ① Las características de los interruptores termomagnéticos deberán ser verificadas por el contratista y con la Mina Arasi, puesto que las características de los motores aguas abajo se encuentran en definición

<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>S.E. ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA</b> <b>DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL</b> <b>SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA MINA</b>	PLANO N° <b>OE-SEARA-01</b>
DISEÑADO POR: jescalantec DIBUJADO POR: jescalantec	REVISADO POR: jbastistar APROBADO POR: jbastistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN	ARCHIVO: OE-SEARA-01.DWG FECHA: NOV-11 ESCALA: S/E	

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia de tres devanados con regulación automática de tensión bajo carga
	Interruptor de recierre Automático
	Seccionador línea con cuchilla de puesta a tierra
	Seccionador barra
	Pararrayos con contador de descarga
	Transformador de tensión inductiva con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente, con 3 devanados
	Cable de energía
	Celda Metal Clad
	Transformador de servicios auxiliares
	Grupo de generación térmica
	Motor
	Interruptor termomagnético
	Seccionador fusible de explosión
	Transformador de corriente Toroidal

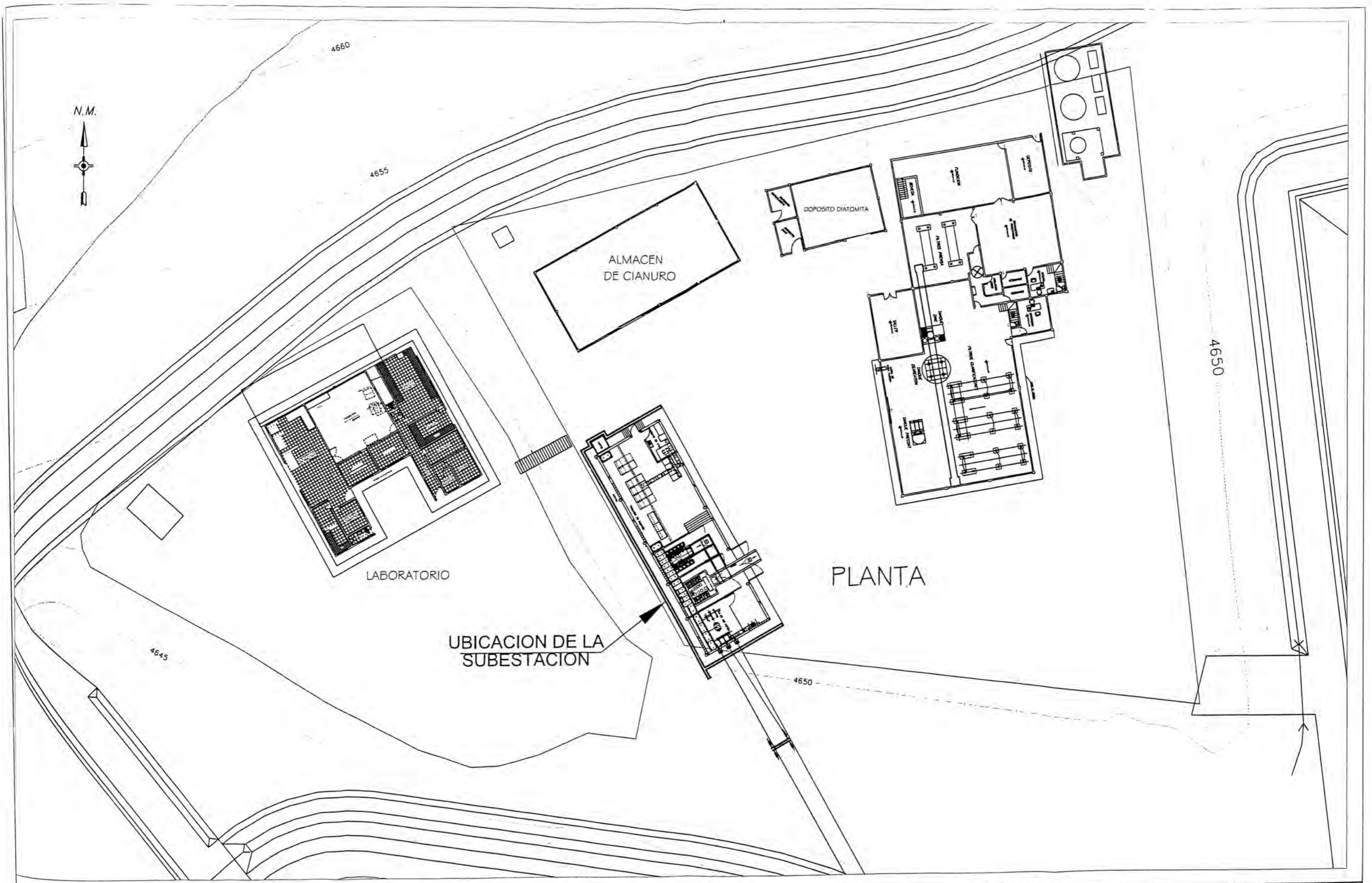
----- Instalaciones Futuras  
 \_\_\_\_\_ Instalaciones del Proyecto



PLANOS DE REFERENCIA:

OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General - Sistema de Distribución de la Mina  
 OE-SEARA-05 Diagrama Unifilar de Medición, Control, Protección y Mando

<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA SUBSTACION ARASI DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL	PLANO N° OE-SEARA-02
DISEÑADO POR: jescalantec	REVISADO POR: bautistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBSTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN		ARCHIVO: OE-SEARA-02.DWG
DIBUJADO POR: jescalantec	APROBADO POR: bautistar			FECHA: NOV-11
				ESCALA: S/E



**PLANOS DE REFERENCIA:**

- OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General - Sistema de Distribución de la Mina
- OE-SEARA-02 Diagrama Unifilar General S.E. ARASI

**ARASI SAC**

DISEÑADO POR : jescalantec	REVISADO POR : jbautistar
DIBUJADO POR : jescalantec	APROBADO POR: jbautistar

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

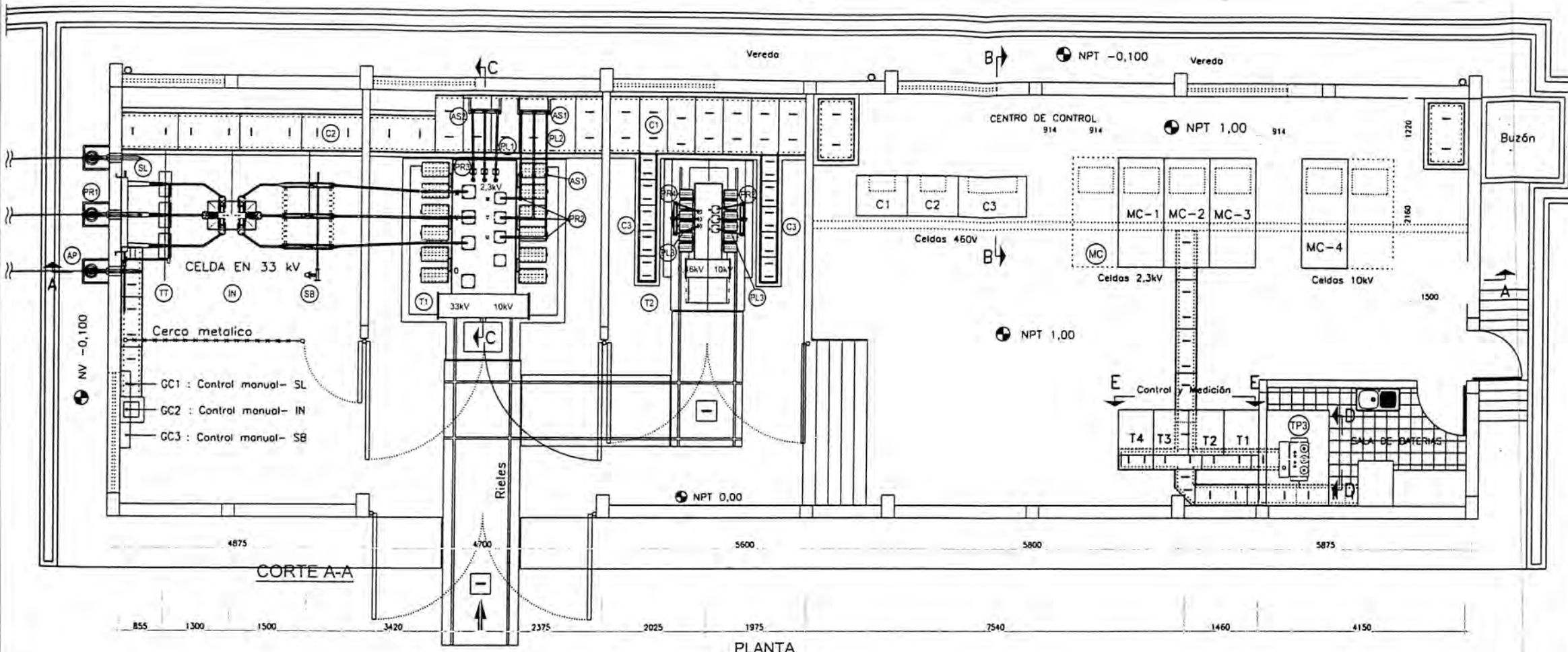
PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
 SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

TITULO:

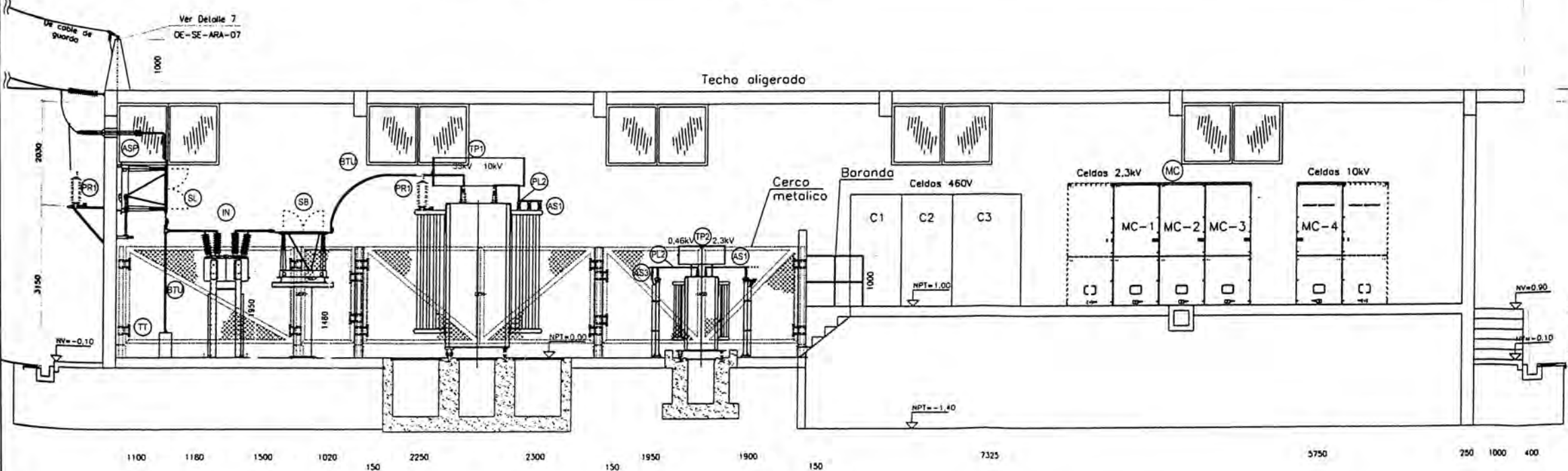
**S.E ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA**  
**CONFIGURACION GENERAL DE LA SUBESTACION**  
**VISTA EN PLANTA**

PLANO N°	OE-SEARA-03
ARCHIVO:	OE-SEARA-03.DWG
FECHA:	NOV-11
ESCALA:	1/200





PLANTA



SECCION A-A

33; raiz(3)/0,10; raiz(3)/0,10; raiz(3)kV;

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANT.
TP	Transformador de Potencia 33/10/2,3kV 5/2/3,5MVA con regulación bajo carga y transformador de corriente en el bushing lado 33kV. (3x30VA; 2x5P20 cl 0,2 200-100/5/5/5)	01
TP2	Transformador de 2,3/0,46kV 1,5MVA	01
TP3	Transformador de SS.AA 460/380-220, 25kVA	01
IN	Interruptor de recierre automático 38kV-240 kV-Bil - 560A, 12kA	01
SB	Seccionador de Barra 38kV, 630 kV-Bil; 250 A	01
SL	Seccionador de Línea 38kV; 250 kV-Bil; 630 A, con cuchilla puesta a tierra	01
TT	Transformador de tensión inductivo 33; raiz(3)/0,10; raiz(3)/0,10; raiz(3)kV; 250kV (Bil)	03
P1	Mastil de llegada de cable guarda	01
BTU	Barra tubular de Cu 16/20 (diamint/diomext)	26
MC	Celdas metal clad	04
C1,2,3	Celdas compactas 460 V	03
TE	Terminal termocontraible tipo interior para cable de aislamiento seco	36
CA	Cable de energía N2XS-Y-1,8/3 kV-150mm2	36
AS1	Aislador soporte 10kV, p/bajada de cables	06
AS2	Aislador soporte 2,3kV, p/bajada de cables	03
AS3	Aislador soporte 0,46kV, p/bajada de cables	03
AP	Aislador pasamuro 33 kV, interior, exterior 250 kV-Bil	36
PR1	Pararrayos 30kV, 10kA, cl. 03	06
PR2	Pararrayos 10kV, 10kA, cl. 03	03
PR3	Pararrayos 2,3kV, 10kA, cl. 03	06
PR4	Pararrayos 0,46kV, 10kA, cl. 03	03
PL1	Pletina de cobre 60x10mm	Lx1
PL2	Pletina de cobre 20x5mm	Lx2
PL3	Pletina de cobre 160x10mm	Lx1

LEYENDA

ITEM	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (mm)		
		33kV	10kV	2,3kV
1	Distancia mínima entre fase y fase tierra	480	180	80
2	Altura mínima de partes activas en zonas accesibles	2780	2430	2350
3	Ancho mínimo de pasadizo	1000	1000	1000
4	Distancia de trabajo horizontal	2280	1750	1750
5	Distancia de trabajo vertical	1780	2250	2250
6	Altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.)	4650	4650	4650

NOTAS:

- Todos los medidos están expresados en milímetros a menos que se indique lo contrario.
- Las bajadas en 2,3, 0,46 y 10 kV son similares al "Detalle 4"
- Las dimensiones de los equipos planta y corte son referenciales, por lo que los planos deberán ser actualizados en las dimensiones finales de los equipos y materiales en la etapa de la ingeniería de detalle de la ejecución de la obra

PLANO DE REFERENCIA:

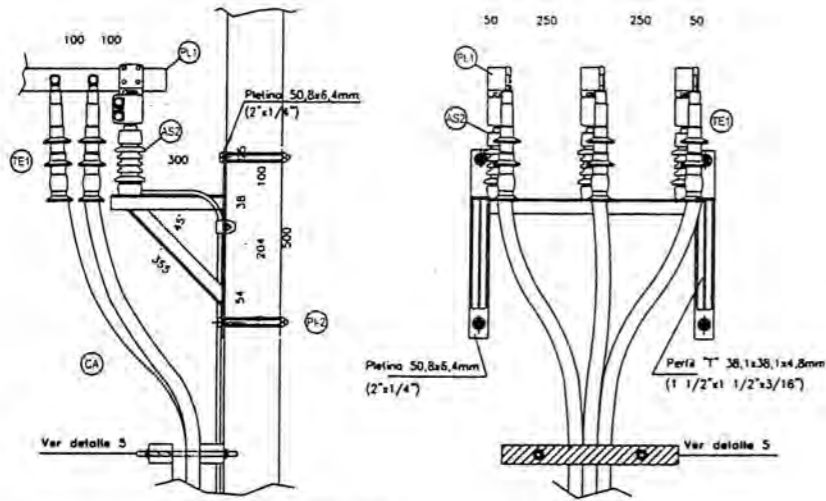
- OE-SEARA-01 : Diagrama Unifilar General Sistema de Distribución de la mina
- OE-SEAYA-03 : Configuración general de la subestación - Vista en Planta
- OE-SEAYA-05 : Disposición de Equipos en edificio de control - Cortes y Detalles

ESCALA GRAFICA

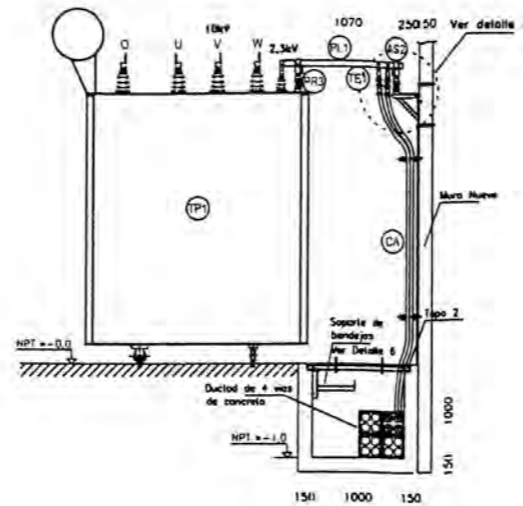


Estas distancias de seguridad superan las Normas Europeas - EN 60071-1 y EN 60071-2 que adoptó la Norma Internacional CEI 71-1; 1993 y 71-2; 1996

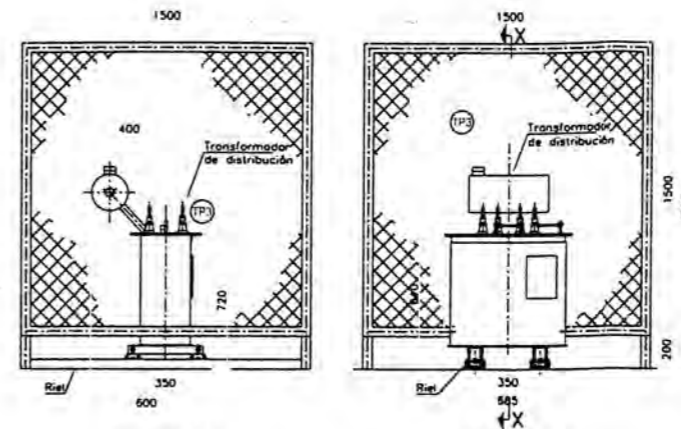
<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E. AYAVIRI 33/22,9 kV 5MVA ELEVACIONES Y DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	PLANO N° OE-SEAYA-04 ARCHIVO: OE-SEAYA-04.DWG FECHA: NOV-11 ESCALA: 1/50
DISEÑADO POR: jescalante DIBUJADO POR: jescalante	REVISADO POR: jbautista APROBADO POR: jbautista			



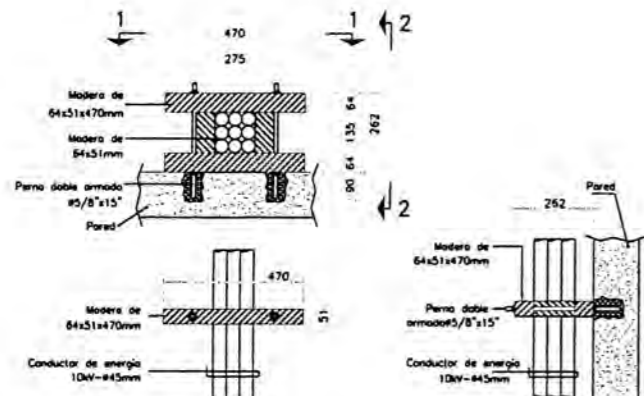
DETALLE 4  
ACOMETIDA DE CABLES DE ENERGIA  
ESC. 1:10



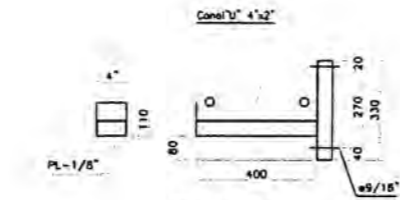
CORTE C-C  
Escala :1/40



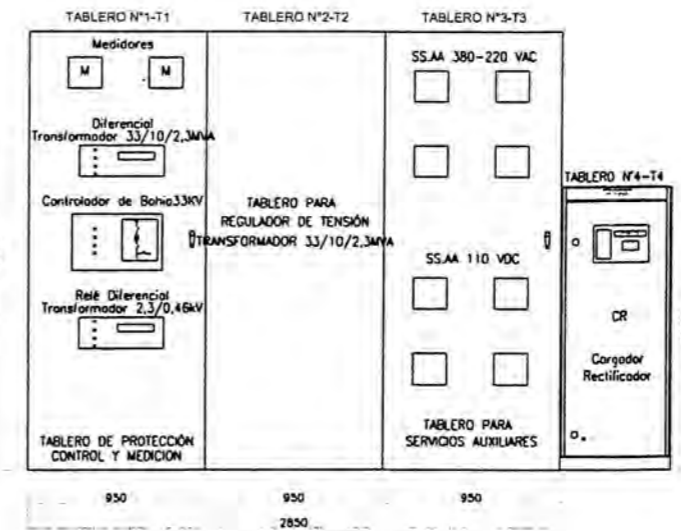
CORTE X-X  
CORTE D-D  
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES  
ESC. 1:20



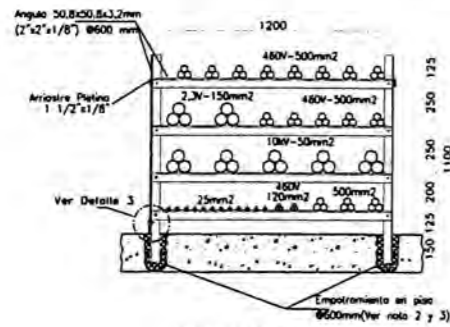
CORTE 1-1  
CORTE 2-2  
DETALLE 5  
SOPORTE DE CABLES DE ENERGIA  
ESC. 1:12,5



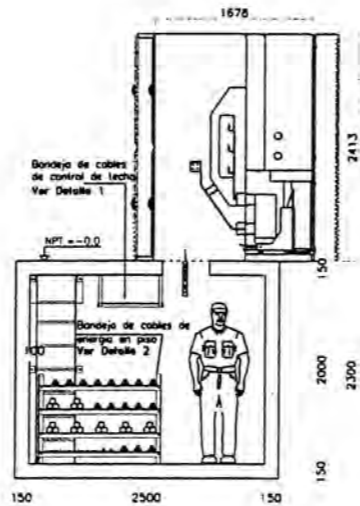
DETALLE 6  
ESC. 1:12,5



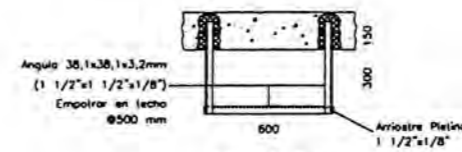
CORTE E-E  
DETALLE DE TABLEROS CONTROL,  
PROTECCION Y SERVICIOS AUXILIARES  
ESC. 1:25



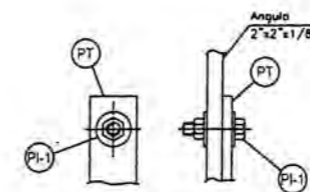
DETALLE 2  
BANDEJA EN PISO  
ESC. 1:20



CORTE B-B  
Escala :1/40



DETALLE 1  
BANDEJA DE TECHO  
ESC. 1:20



DETALLE 3  
ESC. 1:2



DETALLE 7  
MASTIL-CABLE DE GUARDA  
ESC. 1:20

LEYENDA DE INSTALACIONES PROYECTADAS		
CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
TP1	Transformador de potencia 33/10/2,3kV 5/2/3,5MVA con regulacion bajo carga y transformador de corriente en el Bushing lado 33 kV. (3x30 VA; 2x5P20 cl 0.2 200-100/5/5/5)	01
TP3	Transformador de SS.AA 460/380-220V, 25 kVA	01
PL-1	Perno #1/4"x3/4" con luera y arandelas planas de presión, de cabeza hexagonal	25
PL-2	Perno doble armado 19x177mm (3/4"x7")	12
PT	Pletina de puesto a tierra	25m
CU-	Conductor de cobre para puesto a tierra	615m
BTU	Barra tubular de Cu 16/20 (#int/#ext)	26
MC	Celdas Metal Clad	04
C1,2,3	Celdas compactos 460 V	03
TE1	Terminal termocontraible tipo interior para cable de aislamiento seco	36
CA	Cable de energia N2XSY-1.8/3 kV-150mm²	162
AP	Aislador pasamura 33 kV, interior, exterior 250 kV-BIL	03
AS1	Aislador soporte 10kV, p/bajada de cables	06
AS2	Aislador soporte 2,3kV, p/bajada de cables	03
AS3	Aislador soporte 0,46kV, p/bajada de cables	03
PL1	Pletina de cobre 60x10mm	Lx1
PL2	Pletina de cobre 20x5mm	Lx2
PL3	Pletina de cobre 160x10mm	Lx1 615m

**NOTA:**

- 1.- Todas las medidas están expresadas en milímetros a menos se indique lo contrario
- 2.- Las bajadas en 2,3, 0,46 y 10kV son similares al "Detalle 4"
- 3.- Las dimensiones de los equipos; planta y cortes, son referenciales, por lo que los planos deberán ser actualizados con los dimensiones finales de los equipos y materiales en la etapa de la ingeniería de detalle de la ejecución de la obra.

**PLANOS DE REFERENCIA:**

- OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General Sistema de Distribucion de la mina
  - OE-SEARA-02 S.E. Arasi Diagrama Unifilar General
  - OE-SEARA-04 Disposición de Equipos en Edificio de Control
- Vista en Planta - Distancias Mínimas de Seguridad

ESCALA GRAFICA					
0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0 m 1:20
0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0 m 1:10
0	0,5	1	1,5	2	2,5 m 1:25

<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: S.E ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA	PLANO N° OE-SEARA-05
DISEÑADO POR: jescantec	REVISADO POR: jpautilar		PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV. SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION	DISPOSICION DE EQUIPOS EN EDIFICIO DE CONTROL
DIBUJADO POR: jescantec	APROBADO POR: jpautilar		CORTES Y DETALLES	FECHA: NOV-11
				ESCALA: INDICADA

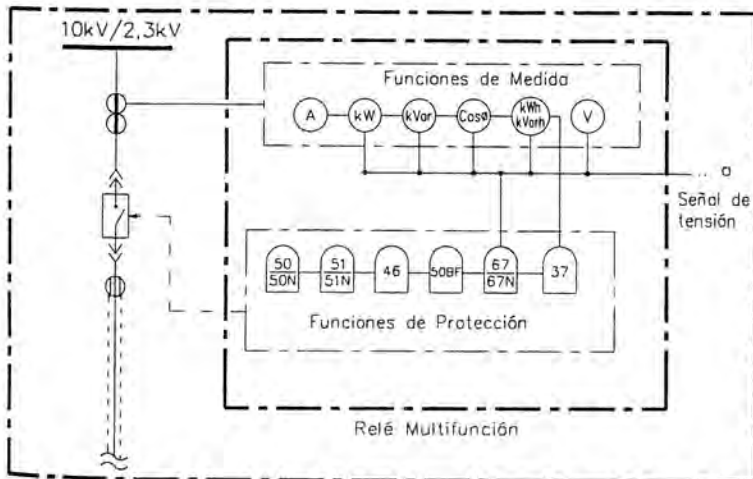


LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Transformador de potencia de tres devanados con regulación automática de tensión bajo carga
	Interruptor de recierre Automático
	Seccionador línea con cuchilla de puesta a tierra
	Seccionador barra
	Pararrayos con contador de descarga
	Transformador de tensión inductivo con 2 devanados secundarios
	Transformador de corriente, con 3 devanados
	Cable de energía
	Celda Metal Clad
	Transformador de servicios auxiliares
	Grupo de generación térmica
	Motor
	Interruptor termomagnético
	Seccionador fusible de explosión
	Transformador de corriente Toroidal

DETALLE DE PROTECCIÓN Y MEDICIÓN

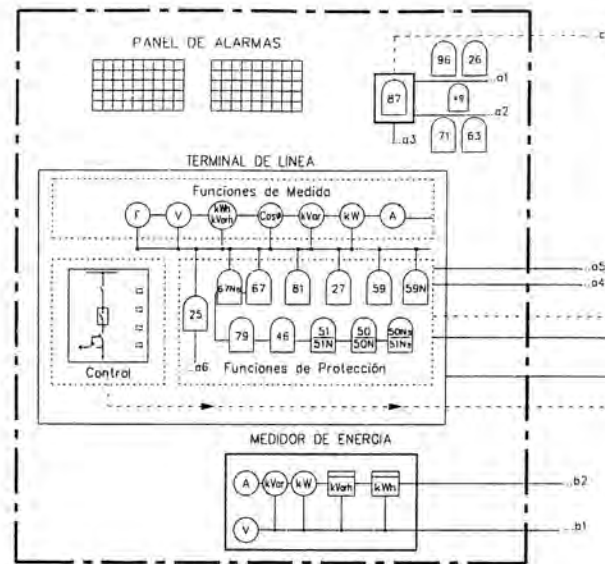
CELDA DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN EN 10-2.3kV



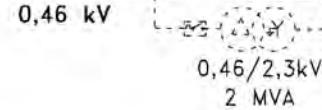
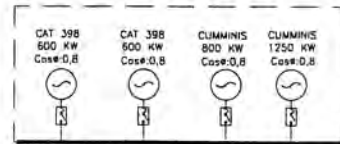
LEYENDA

FUNCIONES DE PROTECCIÓN	FUNCIONES DE MEDICIÓN
50/50N : Sobrecorriente de fase y tierra instantánea	A : Corriente instantánea
51/51N : Sobrecorriente de fase y tierra temporizada	kW/kVar : Potencia activa y reactiva
46 : Sobrecorriente de secuencia negativa	Cosφ : Factor de potencia
67/67N : Sobrecorriente direccional de fase y tierra	kWh/kVarh : Energía activa y reactiva
21 : Distancia	V : Tensión
25 : Chequeo de Sincronismo	F : Frecuencia
37 : Mínima potencia ó corriente	
87H : Diferencial sin restricción de armónicos	
87I : Diferencial con restricción de armónicos	
96 : Relé Buchholz	
49 : Relé de imagen térmica	
63 : Valvula de seguridad	
71 : Indicador de nivel de aceite	
	<b>FUNCIONES DE CONTROL Y MONITOREO</b>
	Display Mímico del estado de la celda

TABLERO DE PROTECCIÓN, CONTROL Y MEDICIÓN



CENTRAL TÉRMICA-1,9MW



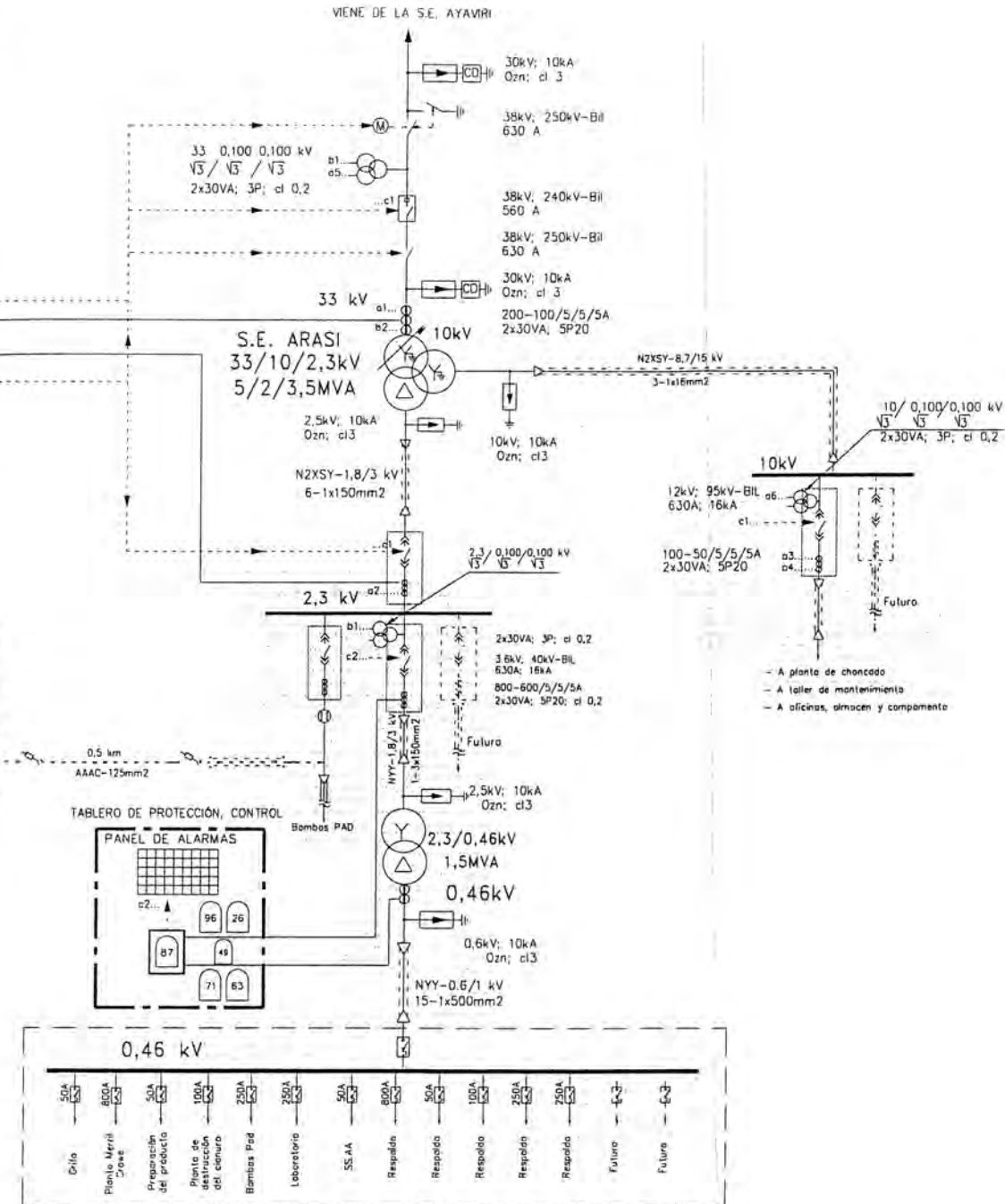
LEYENDA

	Instalaciones del proyecto
	Instalaciones Futuras
	Instalaciones Existentes o en proceso de adquisición

PLANOS DE REFERENCIA:

- OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General - Sistema de Distribución de la Mina
- OE-SEARA-02 Diagrama Unifilar General S.E. ARASI

VIENE DE LA S.E. AYAVIRI



Notas:

- El alcance del presente proyecto, comprende la implementación de los equipos en el edificio de transformación y control así como el acoplamiento con la Central Térmica.
- Se recomienda implementar tableros generales en la planta Merrill Crowe, Planta de chancado, Bombas Pad, Laboratorio, Grifo y Central Térmica, con lo cual se logrará selectividad en la protección de cada circuito.
- Los característicos de los interruptores termomagnéticos deberán ser verificados por el contratista y con la Mina Arasi, puesto que los característicos de los motores aguas abajo se encuentran en definición

**ARASI SAC**



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

TITULO:

S.E. ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA  
DIAGRAMA UNIFILAR DE MEDICION,  
CONTROL, PROTECCION Y MANDO

PLANO N°

OE-SEARA-06

ARCHIVO: OE-SEARA-06.DWG

FECHA: NOV-11

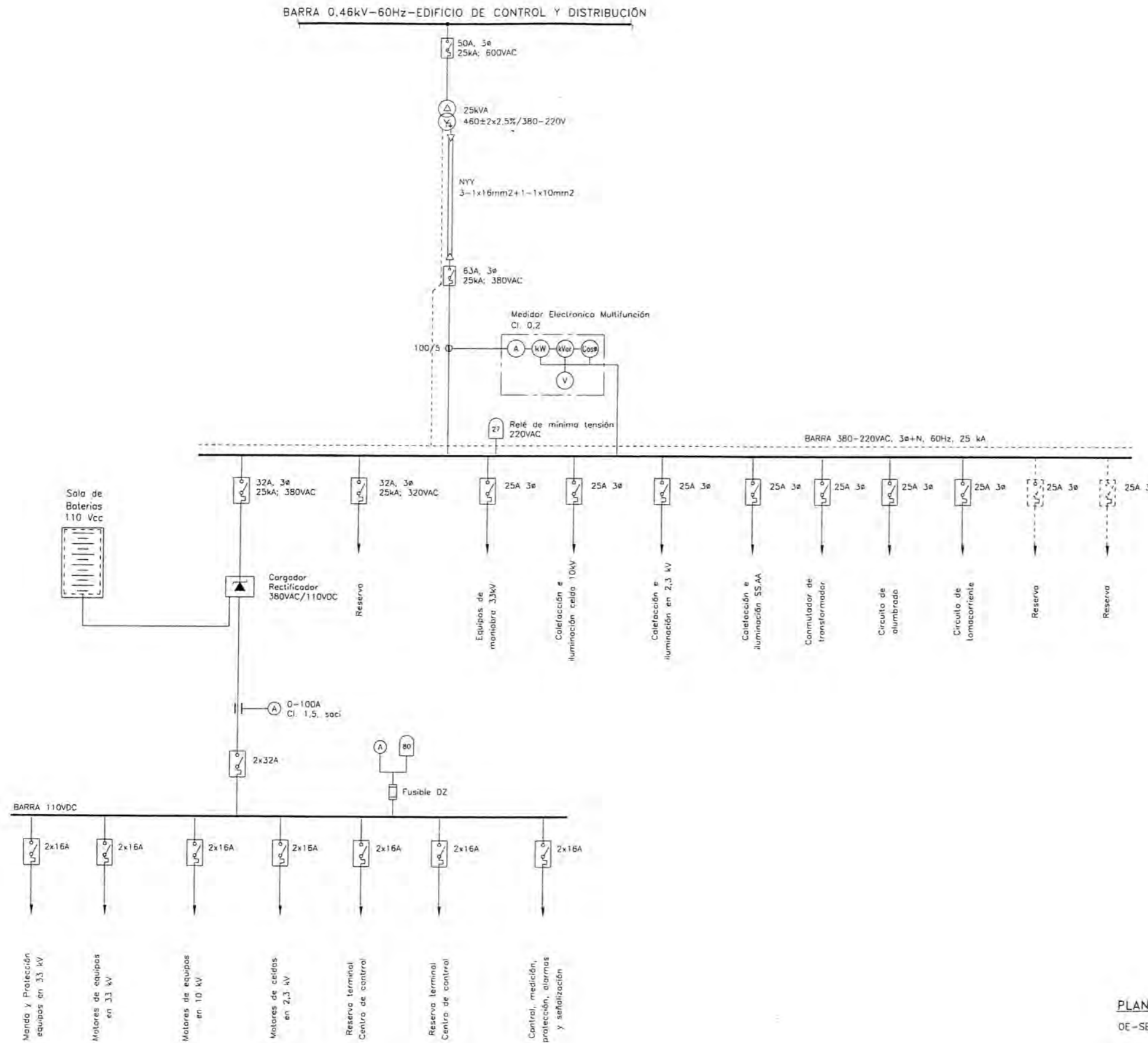
ESCALA: S/E

DISEÑADO POR: jescalantec	REVISADO POR: joutistar
PROYECTADO POR: jescalantec	APROBADO POR: joutistar

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

LEYENDA

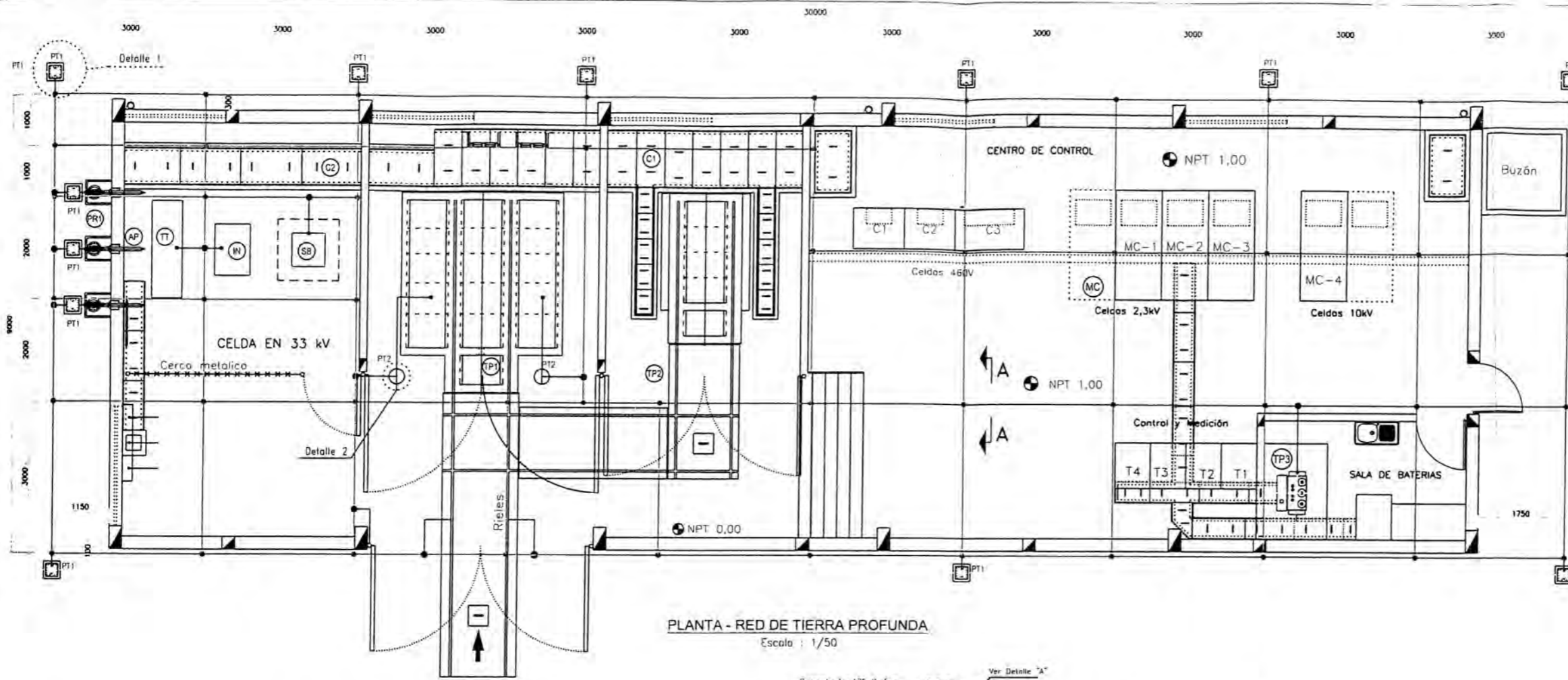
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Transformador de SS.AA. 25kVA 400±2x2,5%/0,380-0,220kV
	Interruptor Termomagnético
	Fusible DZ
	Cargador Rectificador, de estado solido 380VAC/110VDC
	Medidor Electronico Multifunción Cl. 0,2 A : Corriente Instantanea kW : Potencia Activa kVar : Potencia Reactiva Cosφ : Factor de Potencia V : Tensión Instantanea de fase
	Relé de minima tensión 220VAC
	Detector de falla a tierra de corriente continua 110 VDC
	Banco de baterias 110Vcc 217Ah



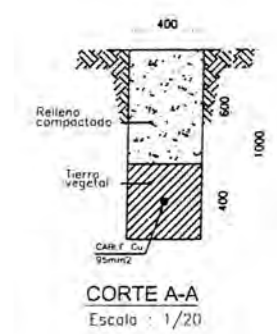
PLANOS DE REFERENCIA:

OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General - Sistema de Distribución de la Mina

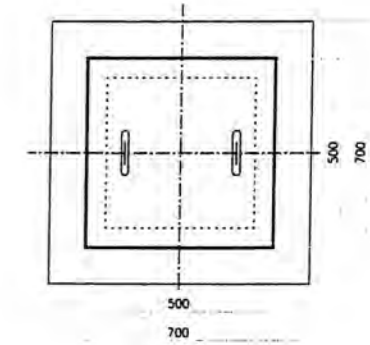
<p><b>ARASI SAC</b></p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA</p>	TITULO: S.E ARASI 33/10/2,3 kV 5/2/3,5MVA DIAGRAMA UNIFILIAR DE SERVICIOS AUXILIARES	PLANO N° OE-SEARA-07
			ARCHIVO : OE-SEARA-07.DWG FECHA : NOV-11 ESCALA : S/E
DISEÑADO POR : jescalantec REVISADO POR : jboutistar DISEÑADO POR : jescalantec REVISADO POR : jboutistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN		



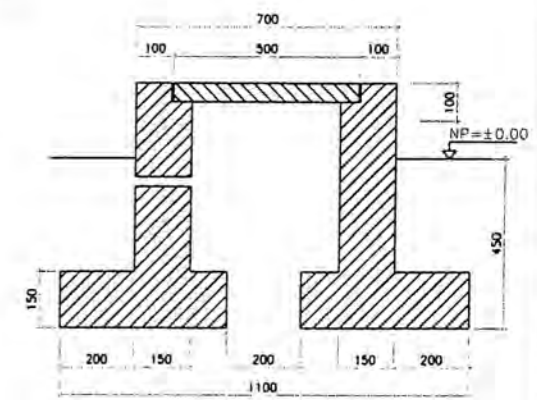
PLANTA - RED DE TIERRA PROFUNDA  
Escala : 1/50



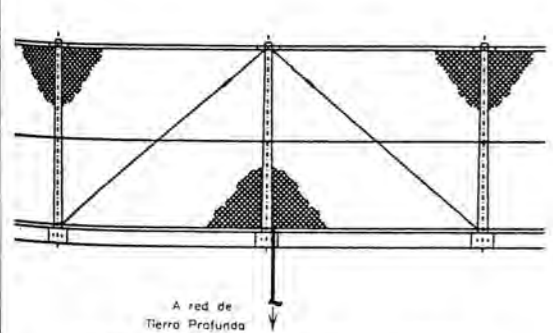
CORTE A-A  
Escala : 1/20



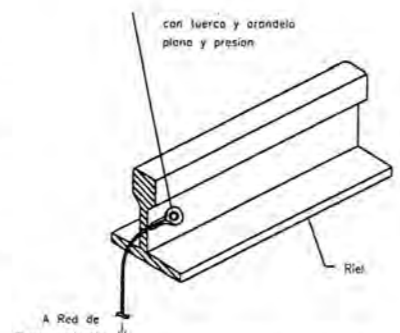
PLANTA  
Escala : 1/10



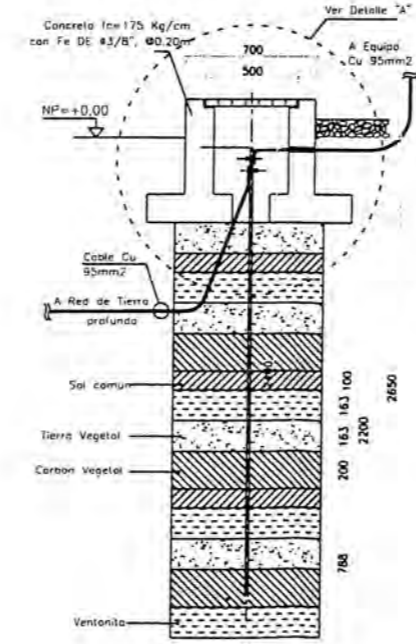
DETALLE "A"  
Escala : 1/10



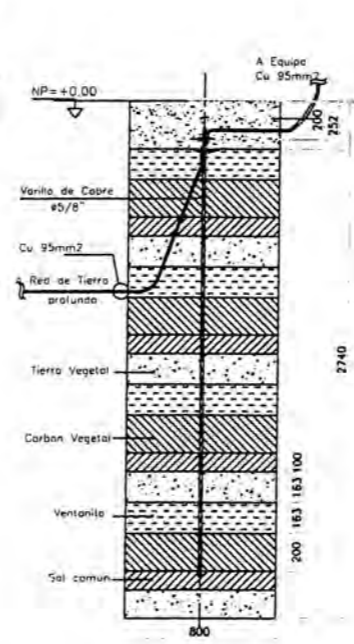
DETALLE DE CONEXION DE LA PUERTA  
A LA RED DE TIERRA  
Escala : S/E



CONEXION DE PUESTA A TIERRA  
DEL RIEL DEL TRANSFORMADOR  
Escala : S/E



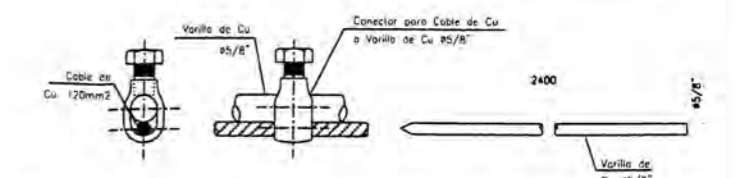
DETALLE 1 - PT 1  
POZO DE PUESTA A TIERRA  
CON TAPA DE REGISTRO  
Escala : 1/20



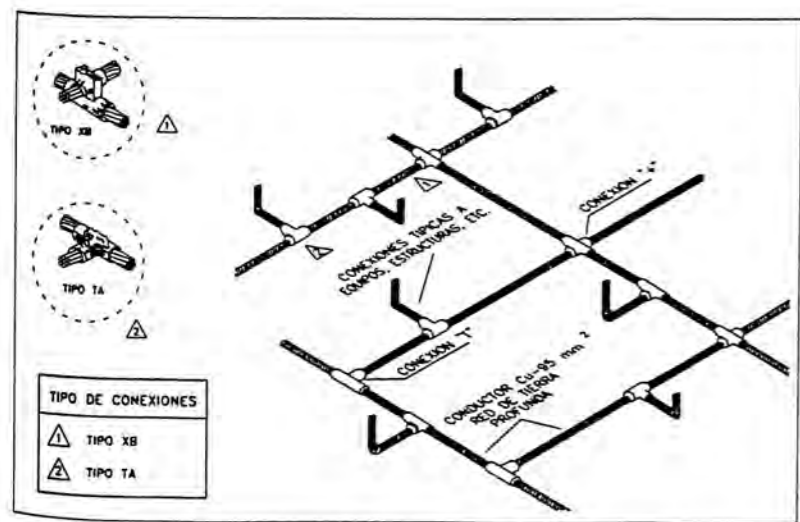
DETALLE 2 - PT 2  
POZO DE PUESTA A TIERRA  
SIN TAPA DE REGISTRO  
Escala : 1/20

LEYENDA	
CODIGO	DESCRIPCION
TP1	Transformador de potencia
TP2	Transformador de potencia
TP3	Transformador de S.S.AA
IN	Interruptor
TI	Transformador de tension
SB	Seccionador de Barra
AP	Aislador pasamuro
MC	Celda Metal Clad

	Cable NYY enterrado directamente
	Malla de red de tierra profunda conductor de cu 95mm <sup>2</sup>
	Soldaduras y Conexiones
	Pozo de puesta a tierra con caja de registro
	Pozo de puesta a tierra sin caja de registro



DETALLE DE CONECTOR DE VARILLA DEL POZO DE PUESTA A TIERRA  
Escala : S/E



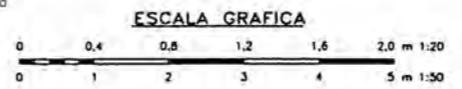
DETALLE DE CONEXIONES RED DE TIERRA PROFUNDA  
Escala : S/E

PLANOS DE REFERENCIA:

- OE-SEARA-01 Diagrama Unifilar General-Sistema de Distribucion de la Mina
- OE-SEARA-05 Configuracion General de la Subestacion - Vista en Planta
- OE-SEARA-06 Disposicion de Equipos en Edificio de Control Vista en Planta

NOTAS:

- Todas las medidas estàn expresadas en milímetros.
- Las unidades de medida estàn de acuerdo al Sistema Internacional (S.I.)
- Todas las partes metàlicas se deben de conectar a la red de tierra profunda.
- Los Pararrayos de Llegada en la SE. deberàn conectarse al pozo de puesta a tierra.



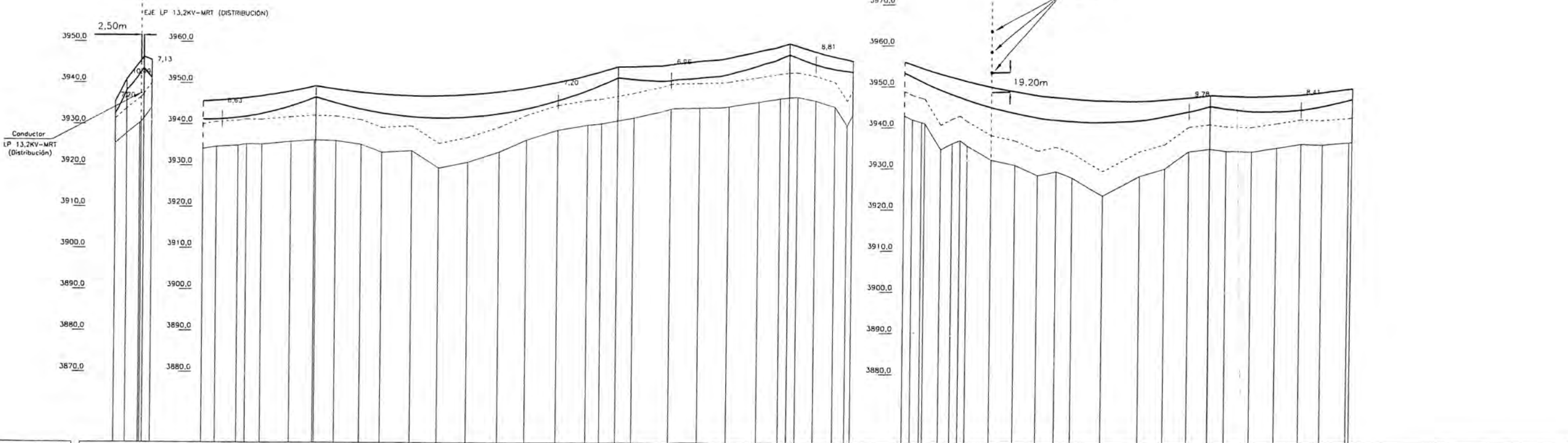
<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>S.E ARASI 33/10/2,3 kv 5/2/3,5MVA</b> RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL	PLANO N°: <b>OE-SEARA-08</b>
DISEÑADO POR : jescalante DIBUJADO POR : jescalante	REVISADO POR : jbaulistar APROBADO POR : jbaulistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kv SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION	ARCHIVO : OE-SEARA-08.DWG FECHA : NOV-11 ESCALA : INDICADA	



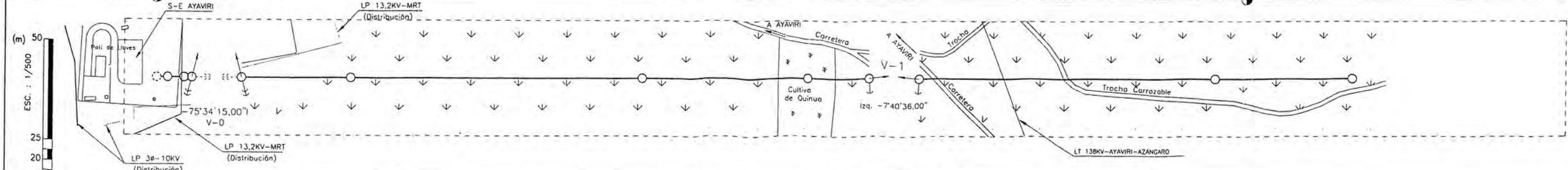
NUMERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TIPO DE ESTRUCTURA	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES	ES
VANO ADELANTE (m)	11,16	12,63	14,60	16,71	19,08	21,84	25,00	28,57	32,64
PROGRESIVA (m)	0	11,16	23,79	38,40	57,48	81,32	110,32	148,89	196,53
VANO VIENTO (m)	4,26	15,05	12,88	58,54	58,54	201,55	201,55	58,54	58,54
VANO PESO (m)	-302,36	168,71	372,67	-234,34	-234,34	259,61	259,61	-234,34	-234,34
PARAMETRO CATENARIA (m)	7,01	114,51	612,3	1039,73	1039,73	1039,73	1039,73	1039,73	1039,73
CANTIDAD Y TIPO DE POSTE	45-C3	50-C3	45-C3	45-C3	45-C3	45-C3	45-C3	45-C3	45-C3
TIPO DE RETENIDAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPO DE PUESTA A TIERRA	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A
AMORTIGUADORES EN CONDUCTOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMORTIGUADORES EN C GUARDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPO DE CIMENTACION	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II	CM1-II

EDS<sub>total</sub> = 16% Tiro Retura  
EDS<sub>total-C.C.</sub> = 15% Tiro Retura

EDS<sub>total</sub> = 2% Tiro Retura  
EDS<sub>total-C.C.</sub> = 5% Tiro Retura  
VANO FLOJO

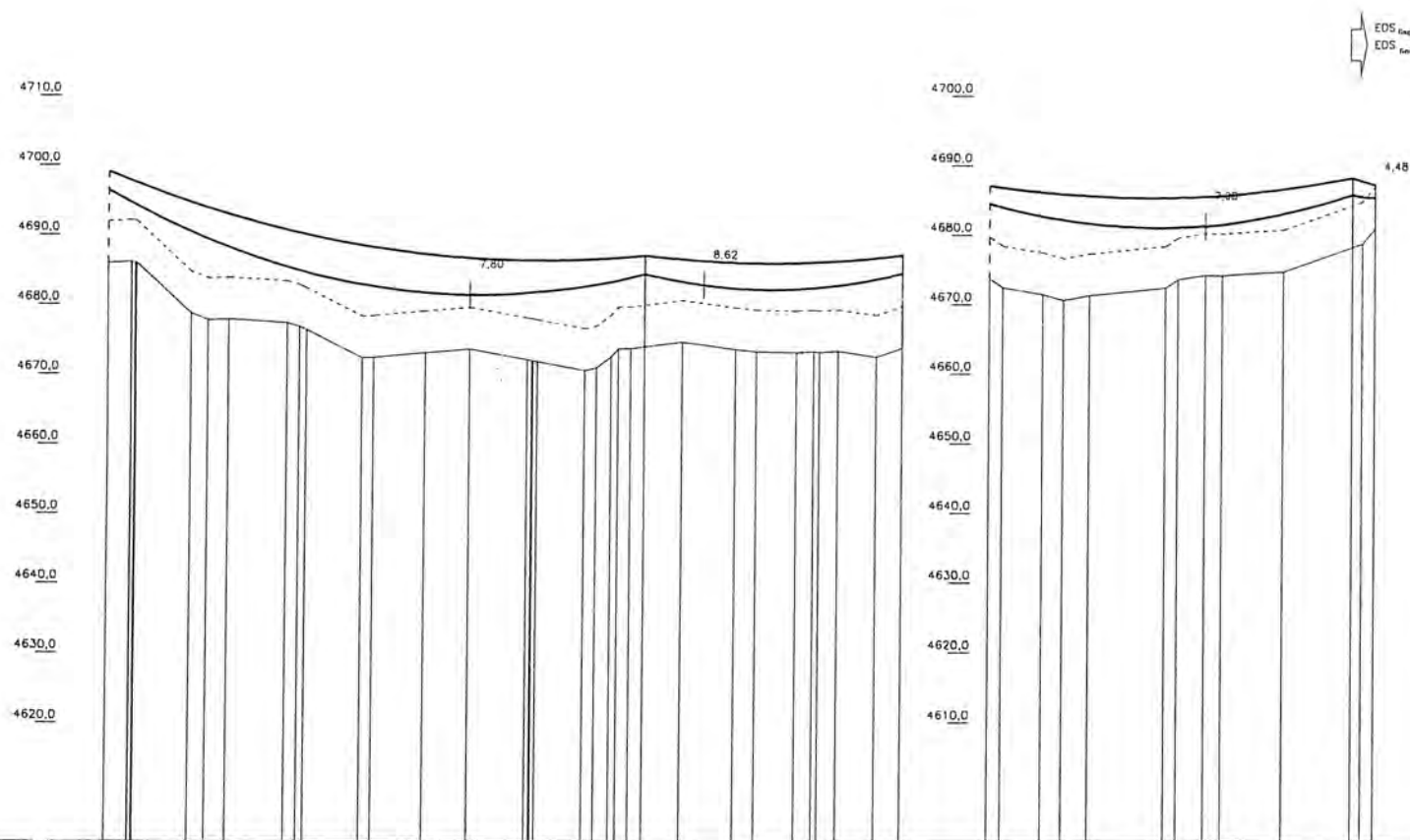


ESTACION	V-0	V-0	E-2	V-1	V-1
DISTANCIA PARCIAL (m)	11,14	12,63	14,60	16,71	19,08
DISTANCIA ACUMULADA (m)	0,00	11,16	23,79	38,40	57,48
COTA DE TERRENO (m)	3925,30	3927,70	3930,26	3932,87	3935,54
TIPO DE TERRENO	0,0 Km				

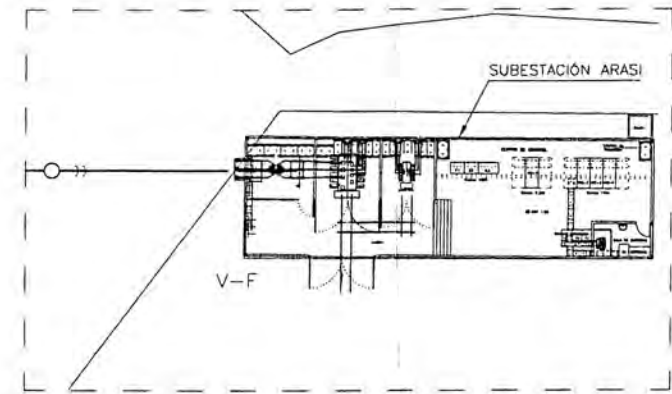


<p align="center"><b>ARASI SAC</b></p> <p align="center">DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV SUBESTACION AYAVIRI-ARASI</p>				<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA</p> <p align="center">LST AYAVIRI-ARASI - 3ø-33kV-3x125mm<sup>2</sup> AAAC DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS PERFIL Y PLANIMETRIA : 0 + 0,00 KM A 1 + 108,52 KM</p>		<p>DIS. : JESCALANTEC</p> <p>REV. : JBOUTISTAR</p> <p>APR. : JBOUTISTAR</p> <p>DIB. : JESCALANTEC</p>		<p>DEPARTAMENTO: PUNO PROVINCIA : MELGAR, LAMPA DISTRITO : AYAVIRI, VILA VILA, OCUVIRI FECHA : -</p> <p>ESCALA : H : 1.2000 V : 1.500</p> <p>PLANO No : LT 01/48</p>	
REV.	DESCRIPCION	DISÑO	DIBUJO	APROBADO	FECHA				

NUM. DE LINEA	256	256	256	257/258
TIPO DE CONDUCTOR	ES	EA1	EA1	ET Pórtico-Arasi
VANO ADELANTE (m)	300,0	148,42	210,3	210,3
PROGRESIVA (m)	57088,51	57397,94	57546,36	57756,66
VANO VIENTO (m)	240,27	229,26	179,45	179,45
VANO PESO (m)	311,45	159,41	169,01	152,44
PARAMETRO CATENARIA (m)	1515,01	1187,59	1352,5	1386,66
CANTIDAD Y TIPO DE POSTE	45-C3	45-C3	50-C3	50-C3
TIPO DE RETENIDAS	-	-	R2	R1+R2
TIPO DE PUESTA A TIERRA	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A	PAT-1A
AMORTIGUADORES EN CONDUCTOR	6	-	-	-
AMORTIGUADORES EN C. GUARDA	2	-	-	-
TIPO DE CIMENTACION	CM1-II	CM1-II	CM2-II	CM1-II

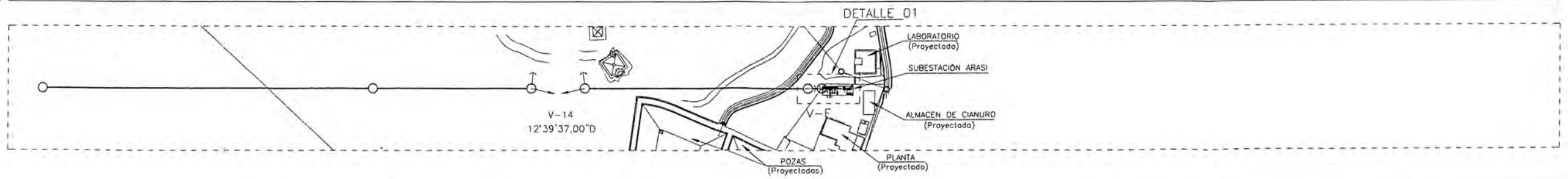
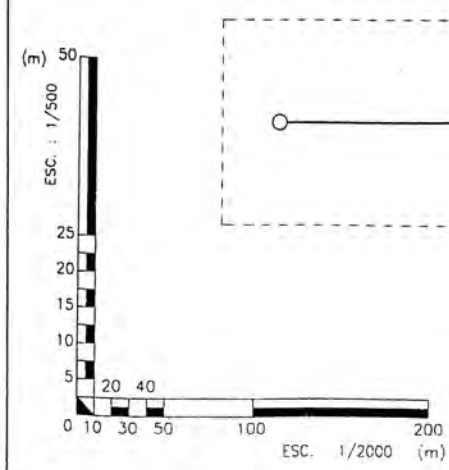


EDS  $\Delta$  = 7% Tiro Retura  
EDS  $\Delta$  = 9% Tiro Retura



LLEGADA S-E ARASI  
DETALLE 01  
ESC. 1/250

ESTACION			V-14	V-14	V-F
DISTANCIA PARCIAL (m)	13,21	17,46	31,57	9,89	11,85
DISTANCIA ACUMULADA (m)	57088,51	57101,72	57119,11	57129,00	57140,85
COTA DE TERRENO (m)	4665,90	4686,09	4677,75	4677,85	4677,85
TIPO DE TERRENO					



REV.	DESCRIPCION	DISEÑO	DIBUJO	APROBADO	FECHA

**ARASI SAC**

DISEÑO DE LA LINEA  
SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI

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

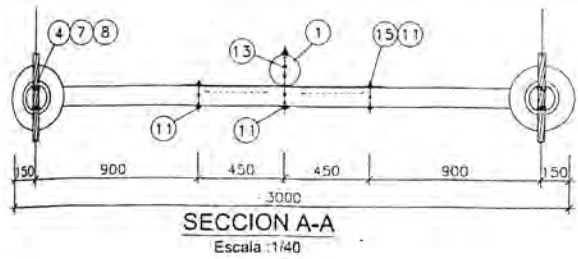
LST AYAVIRI-ARASI - 3ø-33kV-3x125mm<sup>2</sup> AAAC  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS

PERFIL Y PLANIMETRIA : 57 + 88,51 KM A 57 + 769,69 KM

DIS. : JESCALANTEC
REV. : JBOUTISTAR
APR. : JBOUTISTAR
DIB. : JESCALANTEC

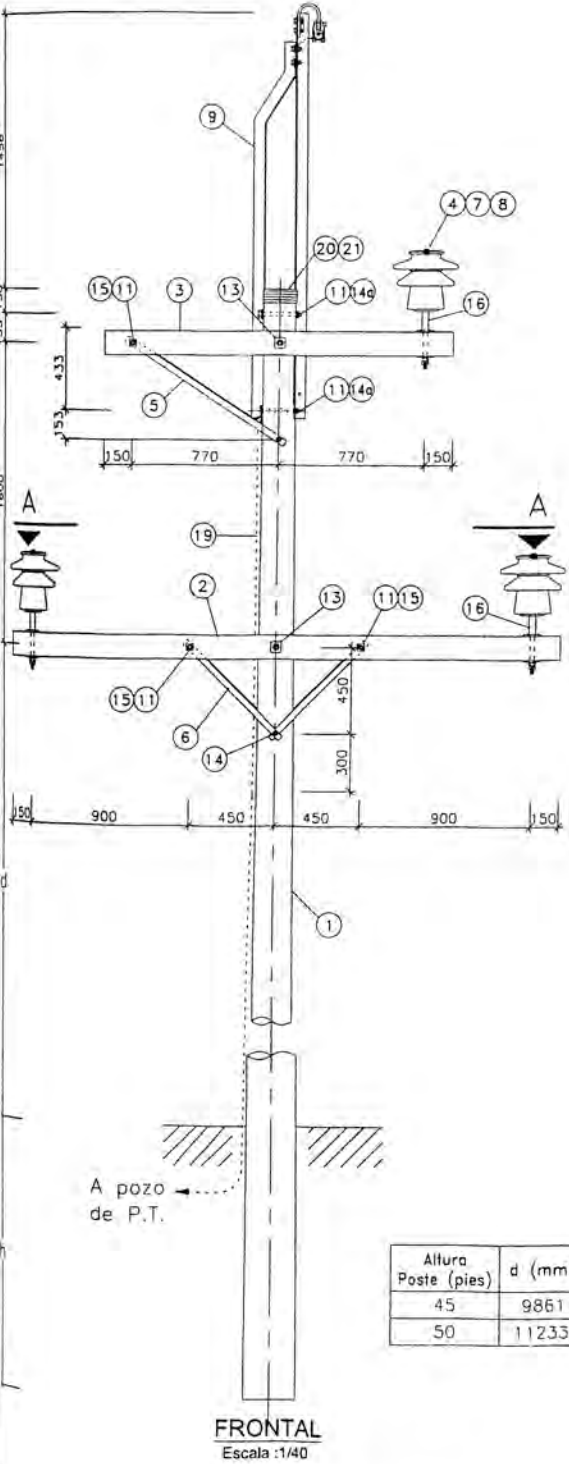
DEPARTAMENTO: PUNO	PLANO No : LT 48/48
PROVINCIA : MELGAR, LAMPA	
DISTRITO : AYAVIRI, VILA VILA, OCUVIRI	
FECHA : -	
ESCALA : H 1:2000	
V 1:500	



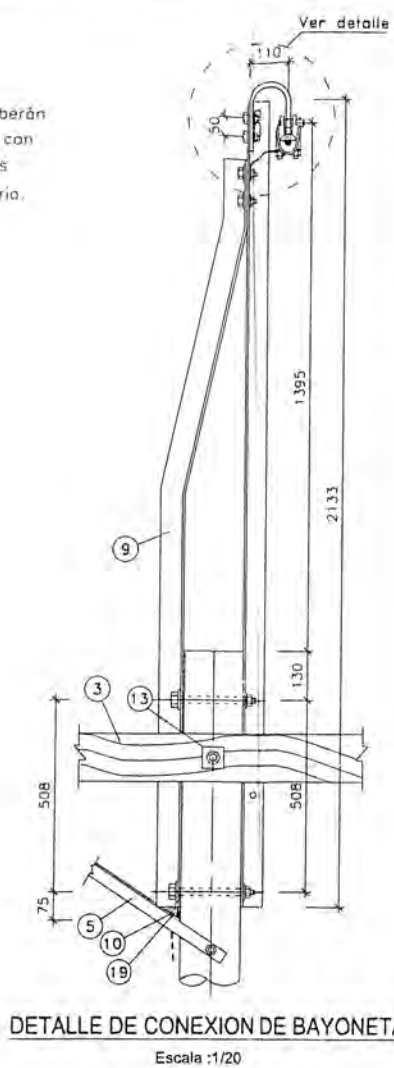
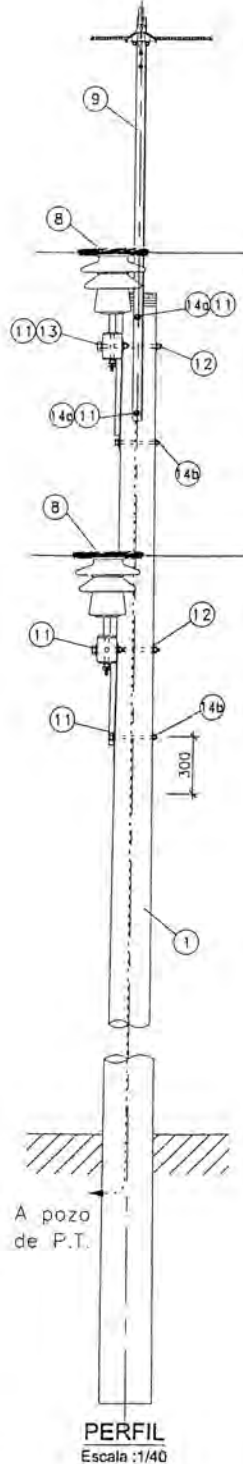


NOTA:

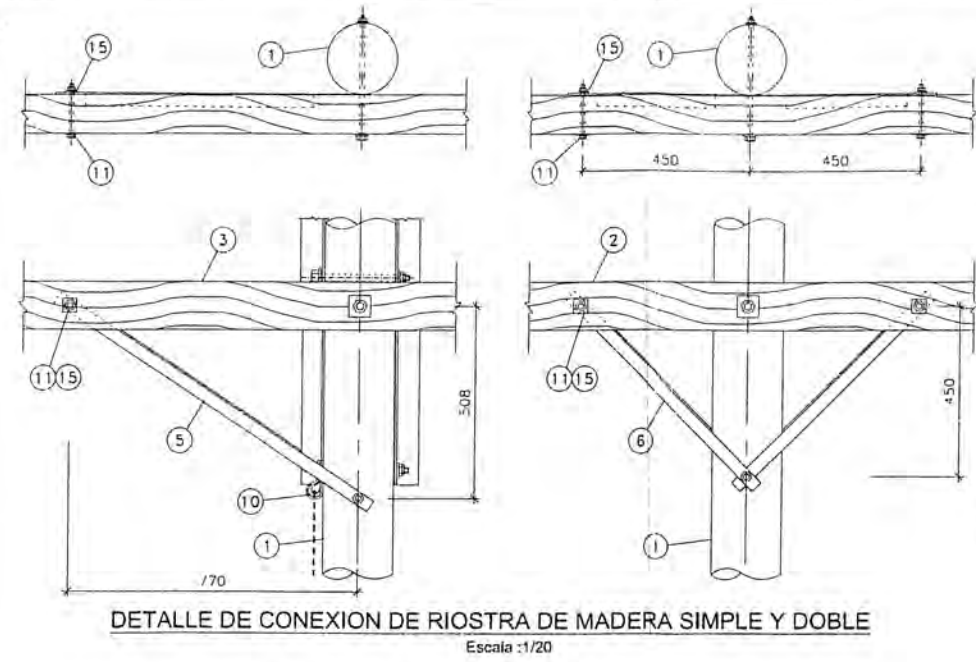
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estos deberán ser determinados en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.



Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	9861	1972
50	11233	2124



DETALLE DE CONEXION DE BAYONETA  
Escala: 1/20

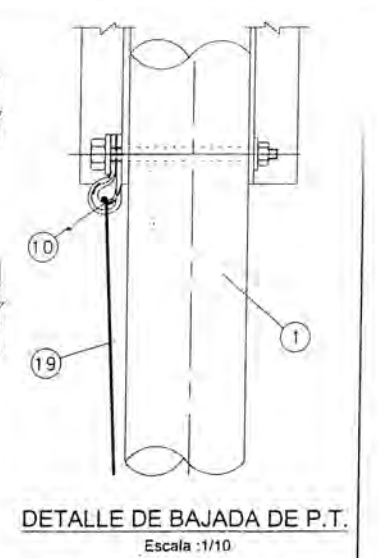


DETALLE DE CONEXION DE RIOSTRA DE MADERA SIMPLE Y DOBLE  
Escala: 1/20

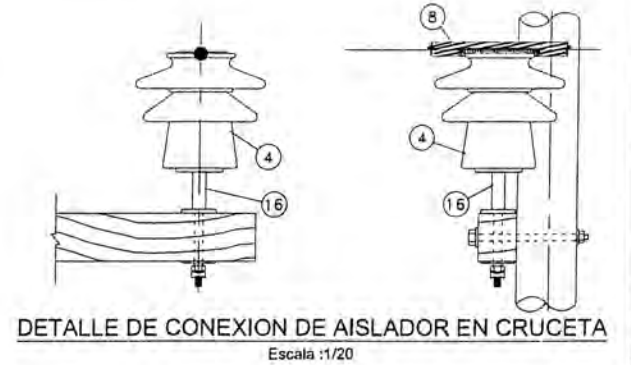
PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máximo
45p-C3	0°/3°/5°	337	380	280
50p-C3	0°/3°/5°	337	380	320

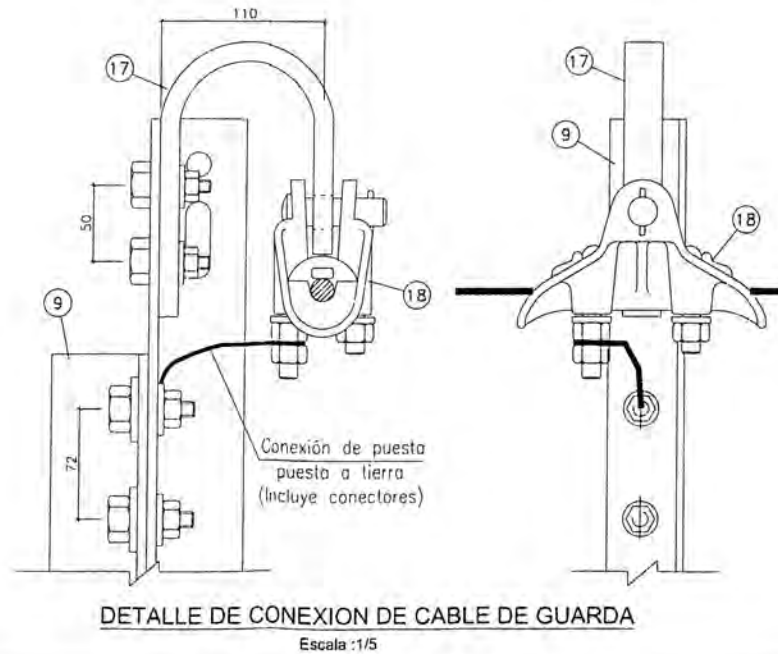
(\*) Para angulos mayores a 0°, requiere una retenida.



DETALLE DE BAJADA DE P.T.  
Escala: 1/10



DETALLE DE CONEXION DE AISLADOR EN CRUCETA  
Escala: 1/20



DETALLE DE CONEXION DE CABLE DE GUARDA  
Escala: 1/5

ITEM	DESCRIPCION	CANT
21	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	01
20	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m
19	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
18	Grapa de suspensión para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	01
17	Gancho tipo cuello de A'G' de 13x51mm y 27mm de agujero	01
16	Espiga de A'G' en cruzeta para aislador 56-5	03
15	Perno maquinado de A'G', 13mmx152mm long.; c/luerc. y contrat.	03
14b	Perno maquinado de A'G', 16mmx305mm long.; c/luerc. y contrat.	02
14a	Perno maquinado de A'G', 16mmx254mm long.; c/luerc. y contrat.	02
13	Perno maquinado de A'G', 16mmx406mm long.; 152mm maq. c/luerc. y contrat.	02
12	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mm de agujero	04
11	Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mm de agujero	14
10	Eslabon angular de A'G'	01
9	Estructura soporte angular (Bayoneta) de 213mm de long. y de 63x63x5mm sección	01
8	Varilla preformada simple, según requerimiento	03
7	Alambre de amarre según requerimiento	7,5m
6	Brzo soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 710mm long.	02
5	Brzo soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 1000mm long.	01
4	Aislador de porcelana tipo PIN clase ANSI 56-5	03
3	Cruzeta de madera tornillo de 1,84m long, 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	01
2	Cruzeta de madera tornillo de 3,0m long, 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	01
1	Poste de madera importada 45/50 pies clase 3, según requerimiento	01

ESCALA GRÁFICA

0	0,8	1,6	2,4	3,2 m	1:40
0	0,4	0,8	1,2	1,6 m	1:20
0	0,2	0,4	0,5	0,8 m	1:10
0	0,1	0,2	0,3	0,4 m	1:5

ARASI SAC



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

DISEÑADO POR: jescalontec  
REVISADO POR: jboutistor  
DIBUJADO POR: jescalontec  
APROBADO POR: jboutistor

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 KV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN

TITULO:

ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO 0°-5°  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO ES

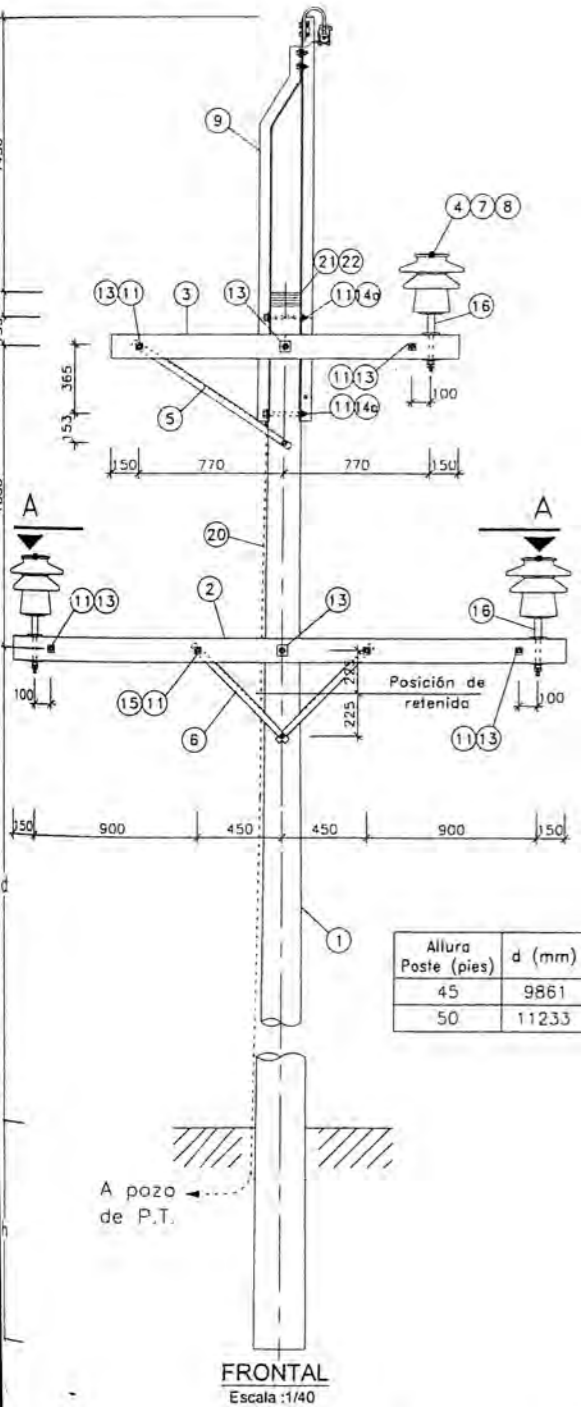
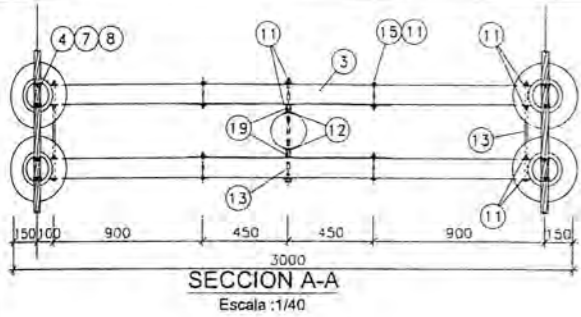
PLANO N°

LST-01

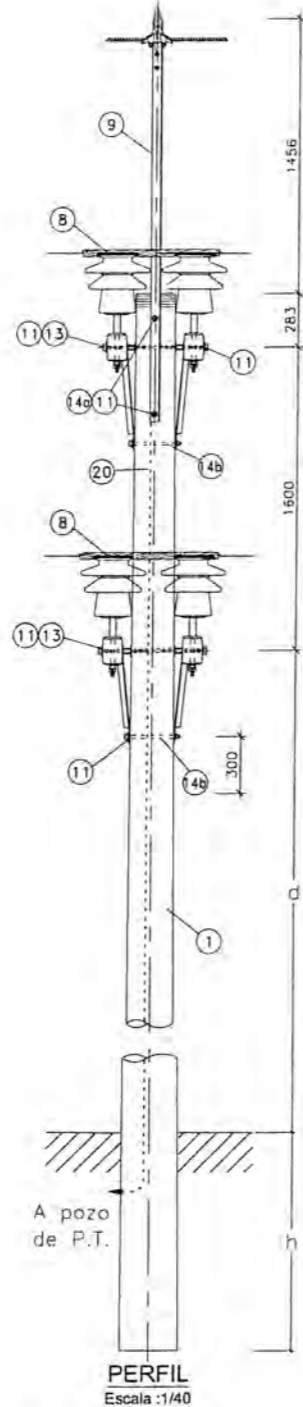
ARCHIVO: LST-01.DWG

FECHA: NOV-11

ESCALA: INDICADA



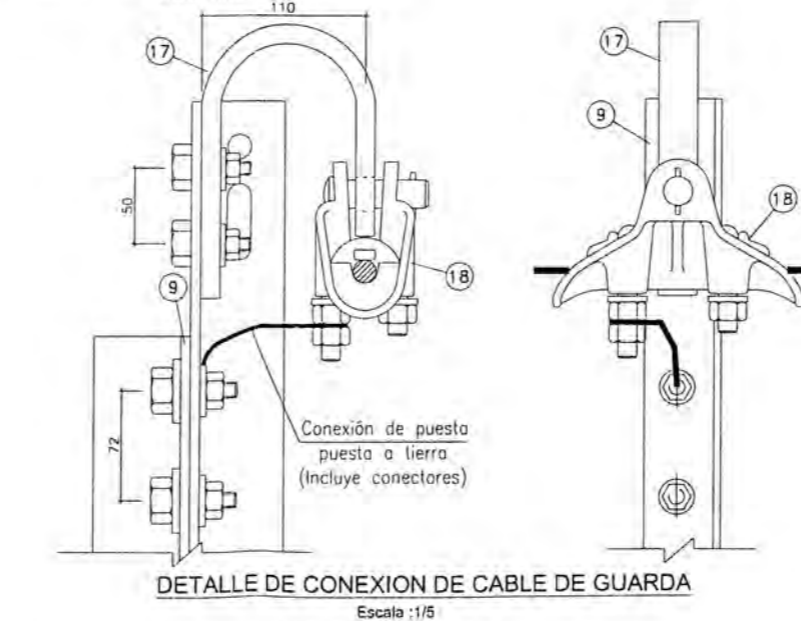
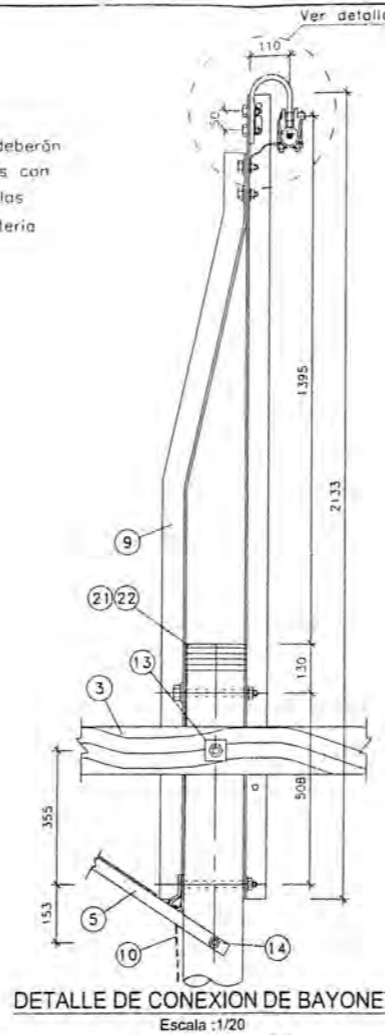
NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estos deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validadas con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería



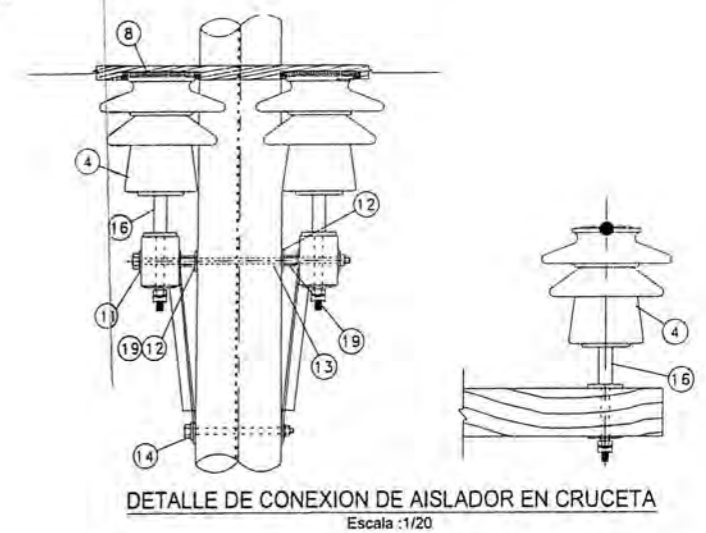
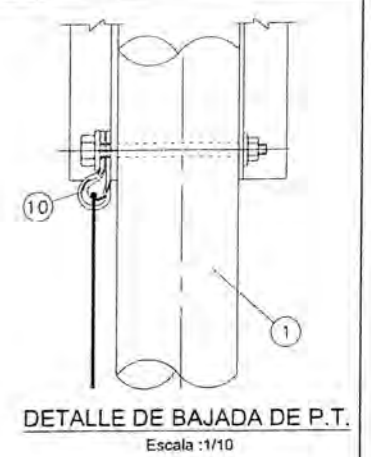
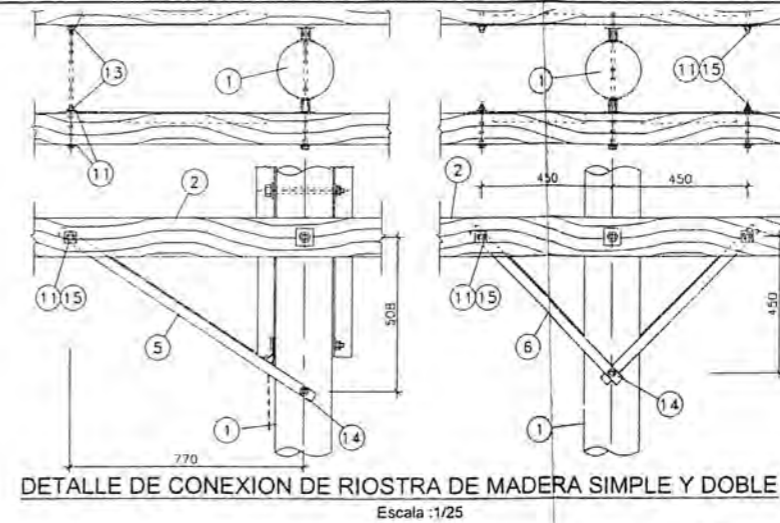
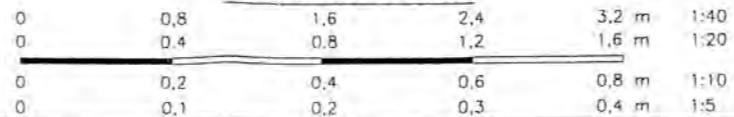
Allura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	9861	1172
50	11233	2124

**PRESTACION DE LA ESTRUCTURA**

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máximo
45p-C3	0°-30°	674	380	330
50p-C3	5°-30°	674	380	320



**ESCALA GRÁFICA**



ITEM	DESCRIPCION	CANT
22	Copucho de lata para cabeza de poste de madera	01
21	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m
20	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
19	Tubo espaciador de 19mmx38mm de longitud.	06
18	Grapa de suspensión para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	01
17	Gancho tipo cuello de A'G' de 13x51mm y 27mm de agujero	01
16	Espiga de A'G' en cruzeta para aislador 56-5	06
15	Perno maquinado de A'G', 13mmx152mm long.; 72mm maq. c/tuerc. y contral.	04
14b	Perno maquinado de A'G', 16mmx305mm long.; c/tuerc. y contral.	02
14a	Perno maquinado de A'G', 16mmx254mm long.; c/tuerc. y contral.	02
13	Perno doble armada de A'G', 16mmx558mm longitud con 4 luercos	06
12	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mm $\phi$ de agujero	02
11	Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mm $\phi$ de agujero	38
10	Eslaban angular de A'G'	01
9	Estructura soporte angular (Bayoneta) de 1675mm de long. y de 51x51x6mm sección	01
8	Varilla prefabricada doble, según requerimiento	03
7	Alambre de amarre según requerimiento	7,5m
6	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 710mm long.	04
5	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 1000mm long.	02
4	Aislador de parcelana tipo PIN clase ANSI 56-5	06
3	Cruceta de madera tornillo de 1,84m long. 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	02
2	Cruceta de madera tornillo de 3,00m long. 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	02
1	Poste de madera importada 45/50 pies clase 3, según requerimiento	01
	DESCRIPCION	CANT

**ARASI SAC**



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

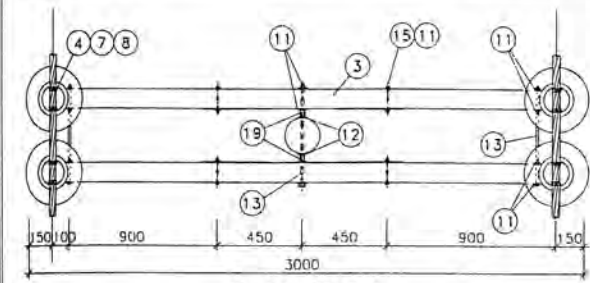
DISEÑADO POR: jescalantec  
REVISADO POR: jbautistor  
DIBUJADO POR: jescalantec  
APROBADO POR: jbautistor

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN

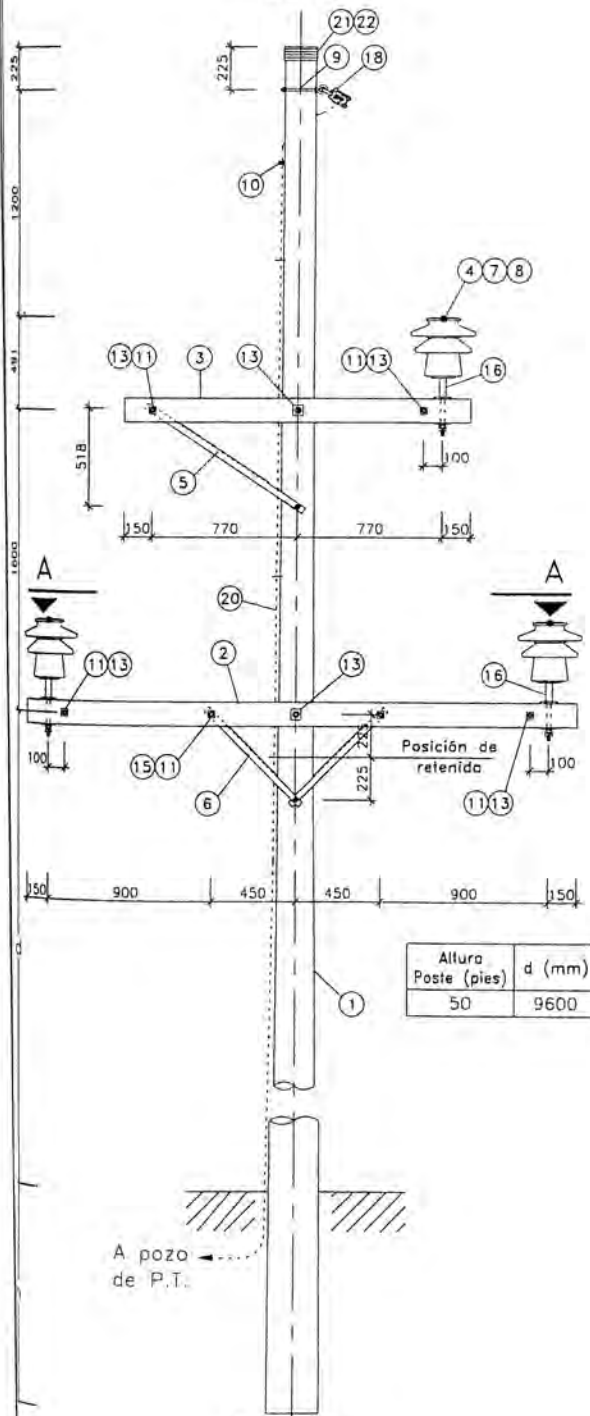
TÍTULO:  
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO 5°-10°  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO EA1

PLANO N°  
LST-02A  
ARCHIVO: LST-02.DWG  
FECHA: NOV-11  
ESCALA: INDICADA





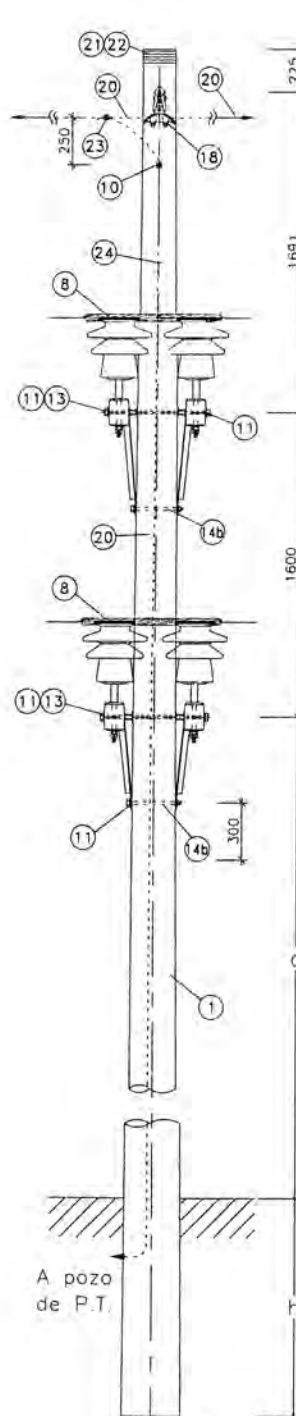
SECCION A-A  
Escala: 1/40



FRONTAL  
Escala: 1/40

NOTA:

Las longitudes de las pernos son referenciales. Estas deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validadas con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

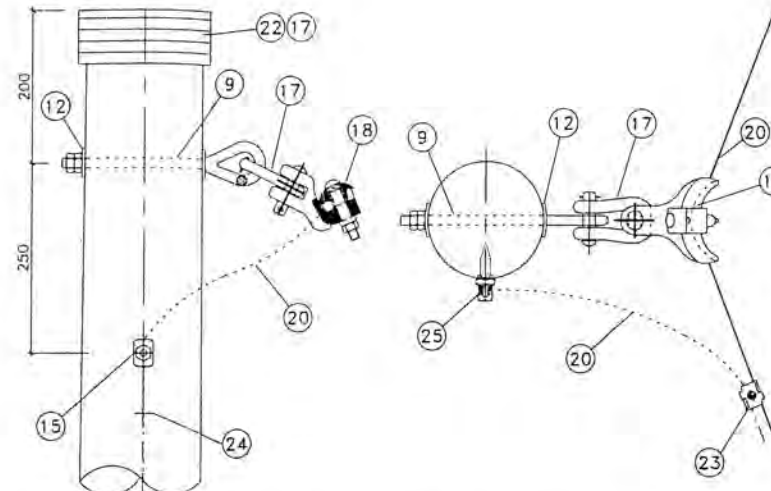


PERFIL  
Escala: 1/40

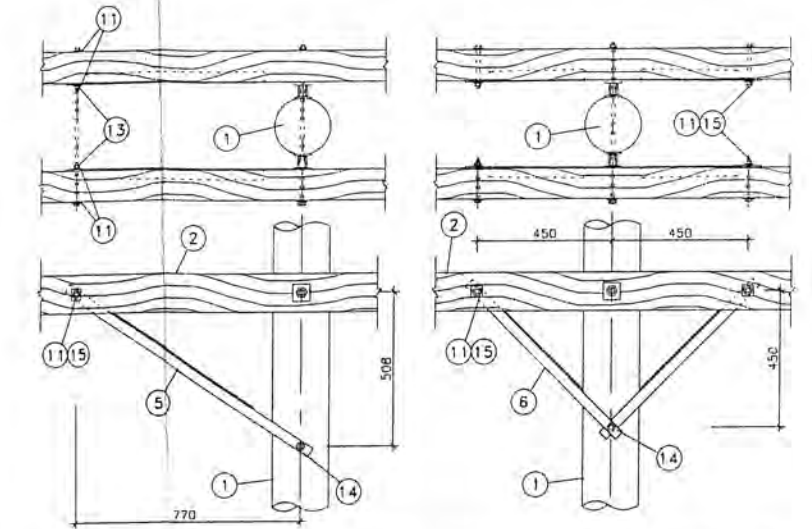
Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	9600	2124

PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

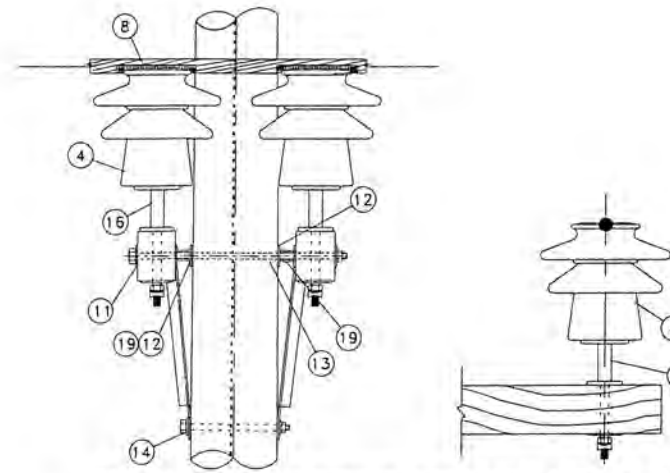
Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máximo
50p-C3	10°-30°	674	380	320



PERFIL PLANTA  
DETALLE DE INSTALACION DEL CABLE DE GUARDA  
Escala: 1/10



DETALLE DE CONEXION DE RIOSTRA DE MADERA SIMPLE Y DOBLE  
Escala: 1/25



DETALLE DE CONEXION DE AISLADOR EN CRUCETA  
Escala: 1/20

ESCALA GRAFICA

0	0,8	1,6	2,4	3,2 m	1:40
0	0,4	0,8	1,2	1,6 m	1:20
0	0,2	0,4	0,6	0,8 m	1:10
0	0,1	0,2	0,3	0,4 m	1:5

25	Tirafondo	01
24	Grapa en "U" de 44,5mmx9,5mm; ø 3,7mm	8m
23	Conector doble via de acero para cable de guarda	01
22	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	01
21	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m
20	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
19	Tubo espaciador de 19mmøx38mm de longitud.	02
18	Grapa de angulo para cable de guarda de 38mm <sup>2</sup> EHS	01
17	Grillele de A'G'	01
16	Espiga de A'G' en cruceta para aislador 56-5	06
15	Perno maquinado de A'G', 13mmøx152mm long.; 72mm maq. c/tuerc. y contral.	04
14b	Perno maquinado de A'G', 16mmøx305mm long.; c/tuerc. y contral.	02
14a	Perno maquinado de A'G', 16mmøx254mm long.; c/tuerc. y contral.	02
13	Perno doble armado de A'G', 16mmøx558mm longitud con 4 luercas	06
12	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mmø de agujero	03
11	Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mmø de agujero	36
10	Eslabon angular de A'G'	01
9	Perno oja de A'G', 16mmøx330mm long.; 152mm maquinado, con luerc. y contral.	04
8	Varilla preformada doble, según requerimiento	03
7	Alambre de amarre según requerimiento	7,5m
6	Braza soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 710mm long.	04
5	Braza soporte (Riostra) de perfil angular de A'G' 38x38x5mm sec., 1000mm long.	02
4	Aislador de porcelana tipo PIN clase ANSI 56-5	06
3	Cruceta de madera tornillo de 1,84m long. 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	02
2	Cruceta de madera tornillo de 3,00m long. 102x127 mm <sup>2</sup> de sección	02
1	Poste de madera importada 50 pies clase 3, según requerimiento	01
ITEM	DESCRIPCION	CANT

ARASI SAC



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

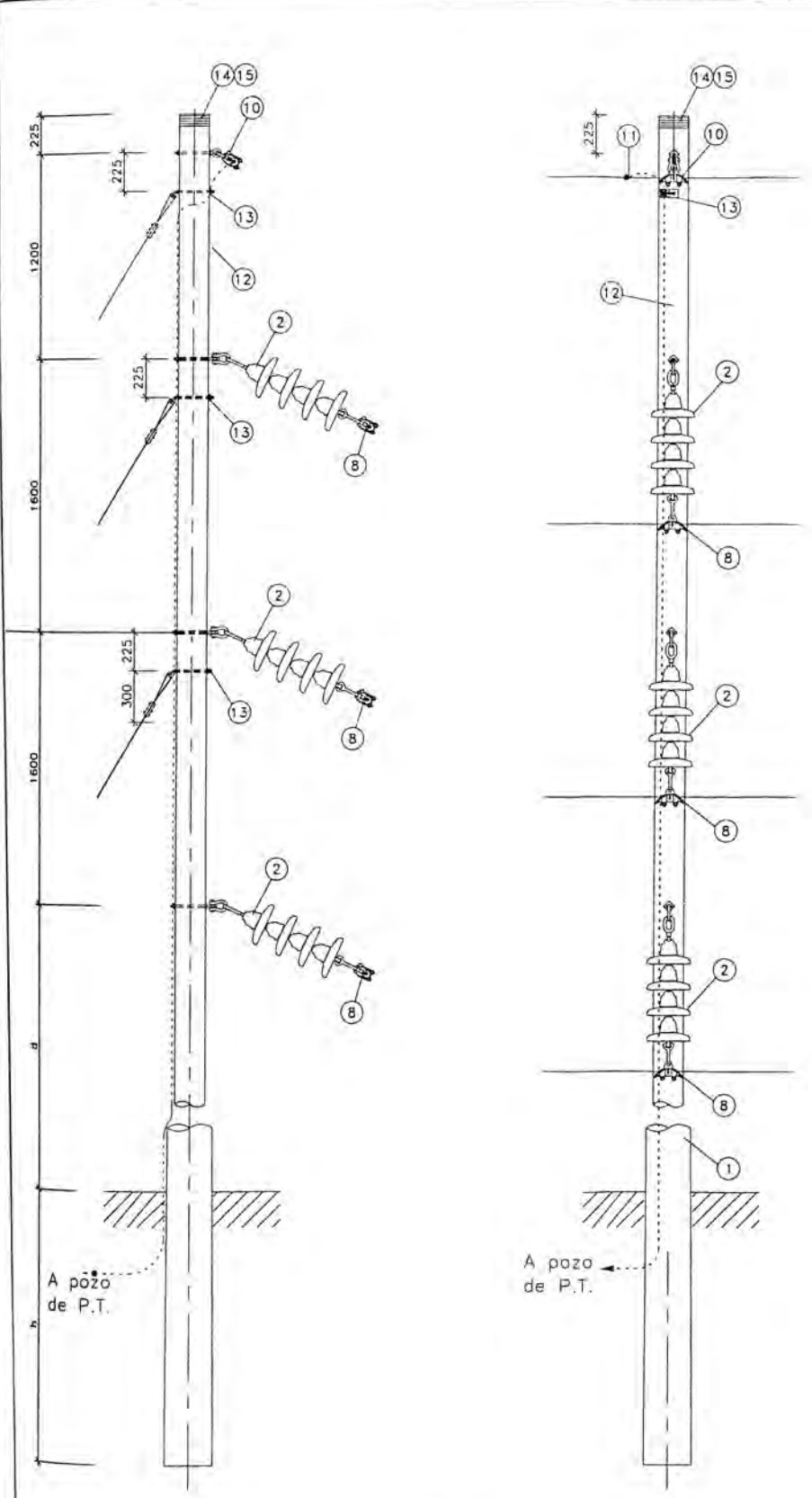
DISEÑADO POR: jescolontec  
DIBUJADO POR: jescolontec

REVISADO POR: jbolustar  
APROBADO POR: jbolustar

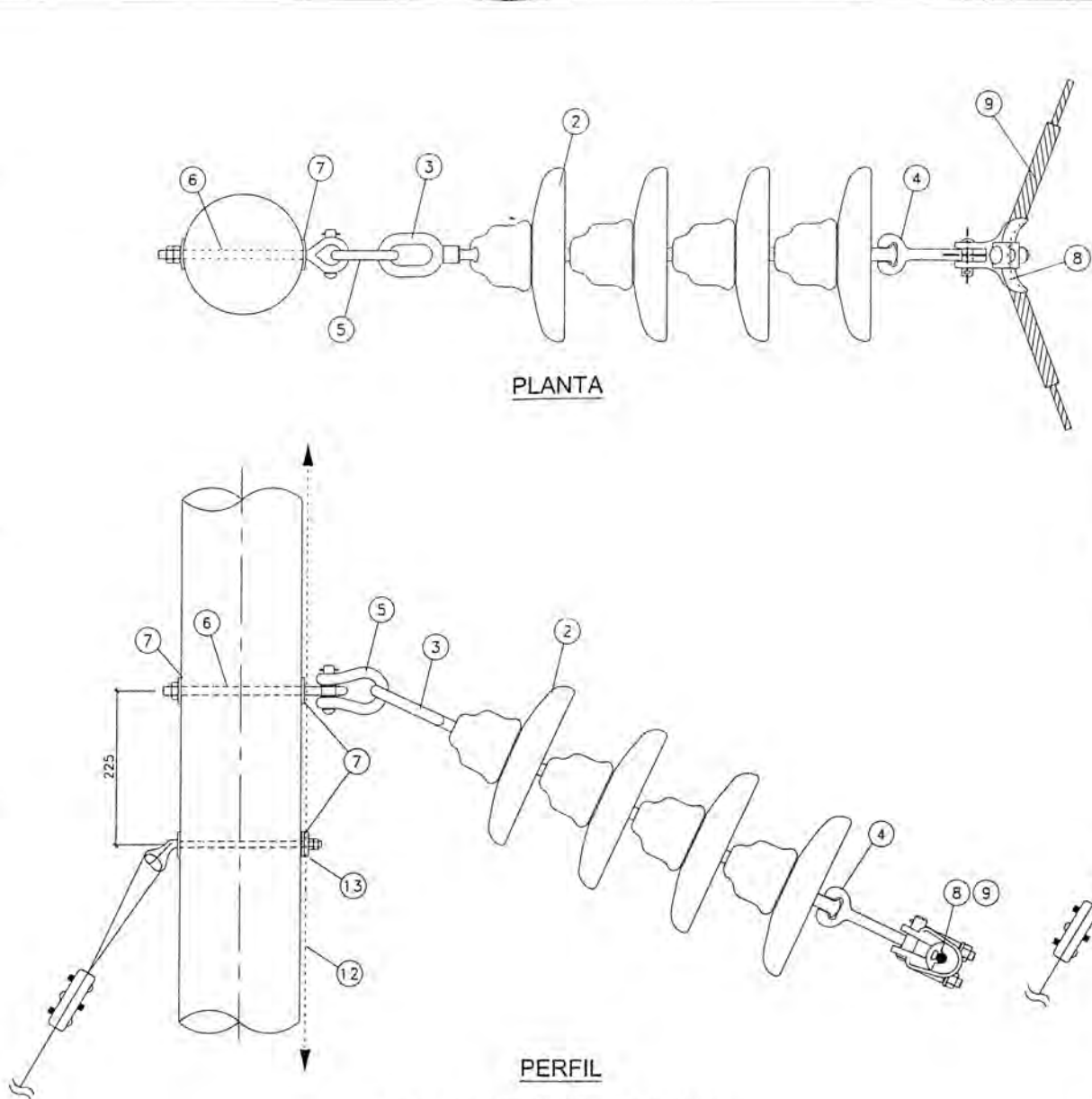
PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION

TITULO:  
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO 10°-30°  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO EA1

PLANO N°  
LST-02B  
ARCHIVO: LST-02.DWG  
FECHA: NOV-11  
ESCALA: INDICADA



PERFIL Escala :1/40      FRONTAL



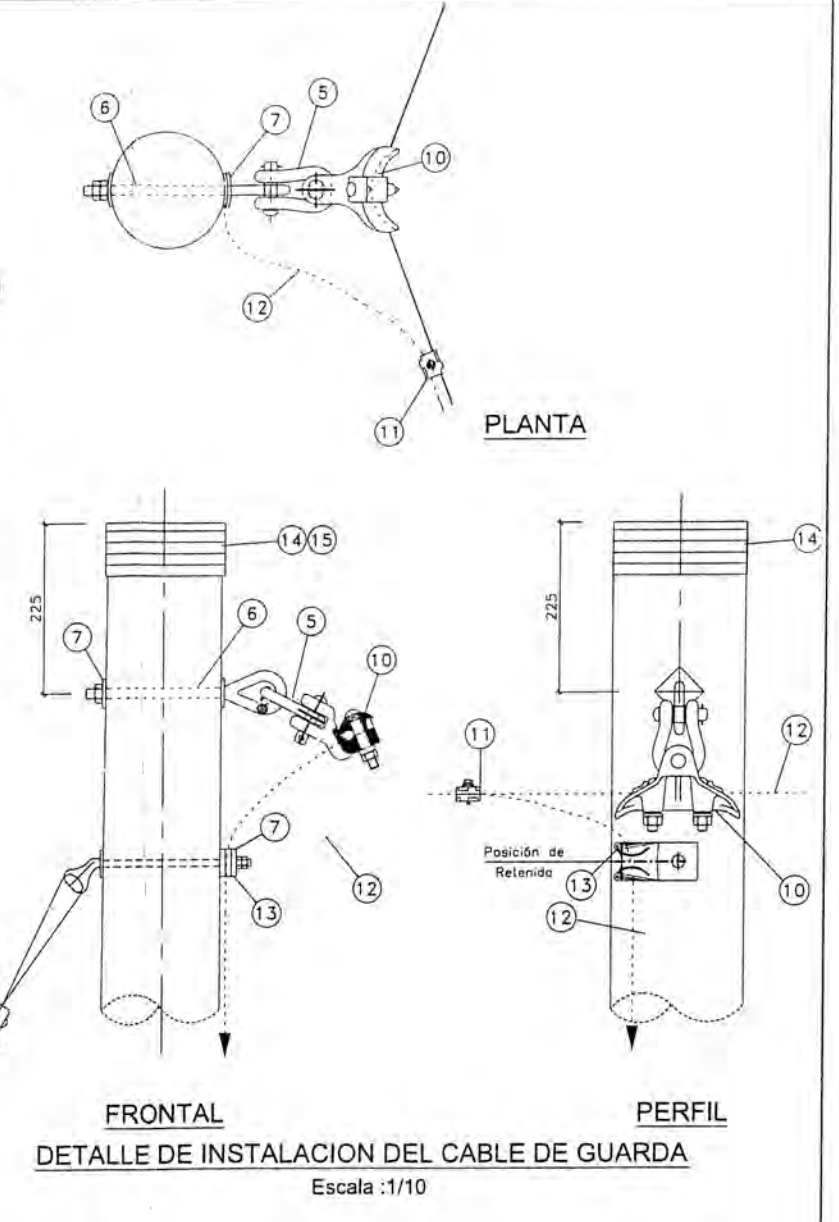
DETALLE DE INSTALACION DE LA CADENA DE AISLADORES Y RETENIDA Escala :1/10

Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	8491	2124

NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referencias. Estas deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validadas con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

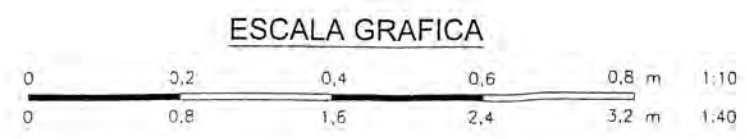
PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máxima
50p-C3	30°-60°	-	-	320



DETALLE DE INSTALACION DEL CABLE DE GUARDA Escala :1/10

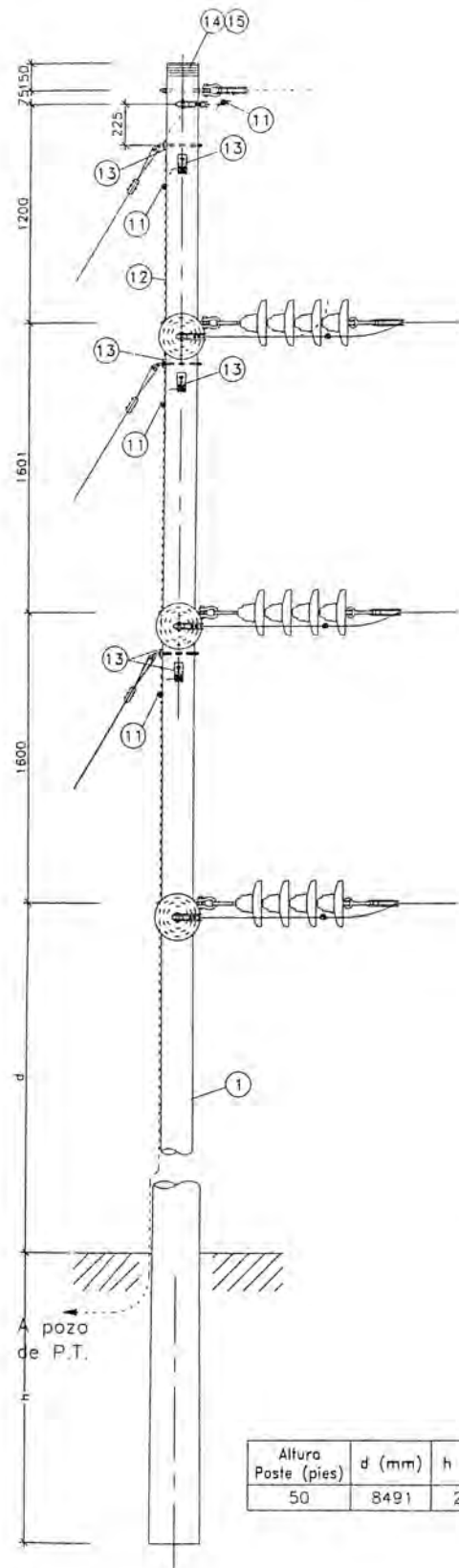
ITEM	DESCRIPCION	CANT
15	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m
14	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	01
13	Eslabon angular de A'G', según requerimiento	-
12	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
11	Conector doble vía de acero, para C.G.	01
10	Grapa de angulo para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	01
9	Varilla preformada simple, según requerimiento	03
8	Grapa de angulo para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	03
7	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mm∅ de agujero	14
6	Perno ojo de A'G', 16mm∅x305mm long.; 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	04
5	Grillete de A'G'	04
4	Adaptador largo de A'G' tipo casquillo-ojo	03
3	Adaptador de A'G' tipo anillo-bola	03
2	Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	12
1	Poste de madera importada 50 pies clase 3	01



ESCALA GRAFICA

<b>ARASI SAC</b>	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO:	PLANO N°
		<b>ESTRUCTURA DE ANGULO 30°-60° CON CABLE DE GUARDA, TIPO EA2</b>	
DISEÑADO POR : jescolantec	REVISADO POR : jbaulistar	PROYECTO:	ARCHIVO : LST-03.DWG
DIBUJADO POR : jescolantec	APROBADO POR : jbaulistar	<b>DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN</b>	
			FECHA : NOV-11
			ESCALA : INDICADA

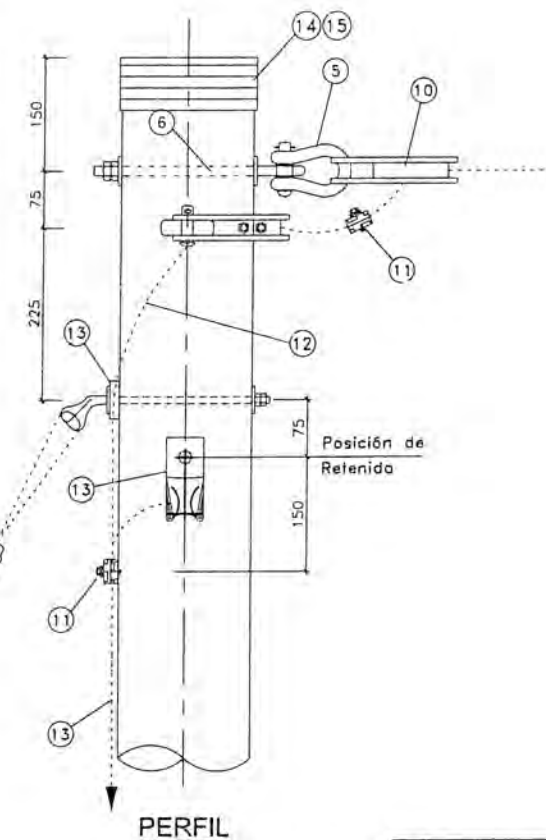
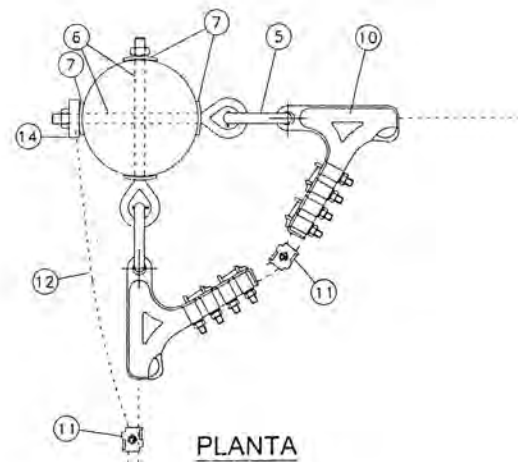
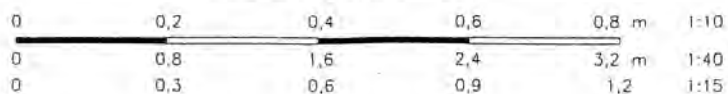




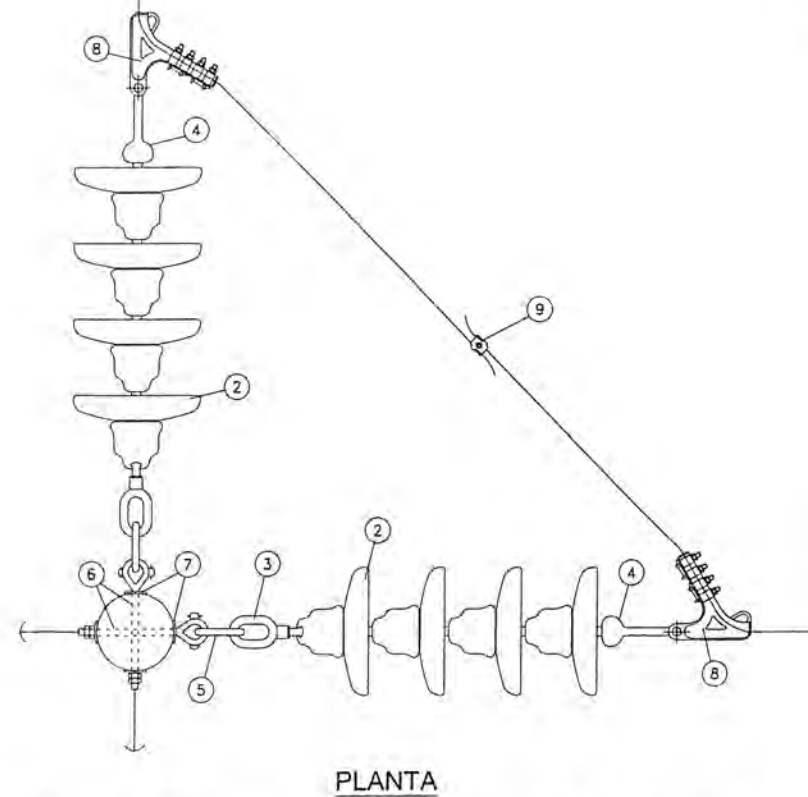
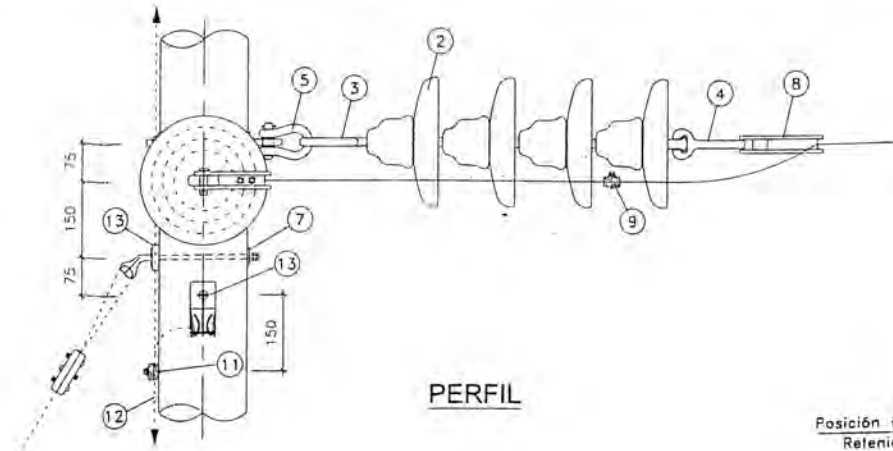
Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	8491	2124

**ARMADO EA3**  
(60°-90°)  
Escala :1/40

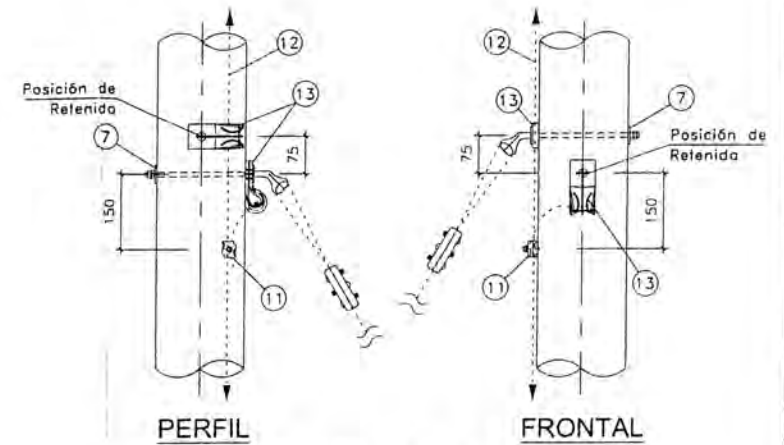
**ESCALA GRAFICA**



**DETALLE DE INSTALACION DE CABLE DE GUARDA**  
Escala :1/10



**DETALLE DE INSTALACION DE CADENA DE AISLADORES**  
Escala :1/15



**DETALLE DE CONEXION DE CONDUCTOR DE COBRE PARA BAJADA DE P.T.**  
Escala :1/15

NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estas deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

**PRESTACION DE LA ESTRUCTURA**

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máxima	Vano Lateral	Vano viento máxima
50p-C3	60°-90°	-	-	340

ITEM	DESCRIPCION	CANT/ITEM	DESCRIPCION	CANT
15	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m		
14	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	01	7 Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mmØ de agujero	28
13	Eslabon angular de A'G', según requerimiento	-	6 Perno ojo de A'G', 16mmØx305mm long., 152mm maquinado, con tuerc. y contrat.	08
12	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-	5 Grillele de A'G'	08
11	Conector doble via de acero para C.G.	05	4 Adaptador largo de A'G' tipo casquillo-ojo	06
10	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	02	3 Adaptador de A'G' tipo anillo-bola	06
9	Grapa de doble via de aleación de aluminio para conductor	03	2 Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	24
8	Grapa de anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	06	1 Poste de madera importada 50 pies clase 3	01

**ARASI SAC**



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

TITULO:

ESTRUCTURA DE ANGULO-ANCLAJE 60°-90°  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO EA3

PLANO N°

LST-04

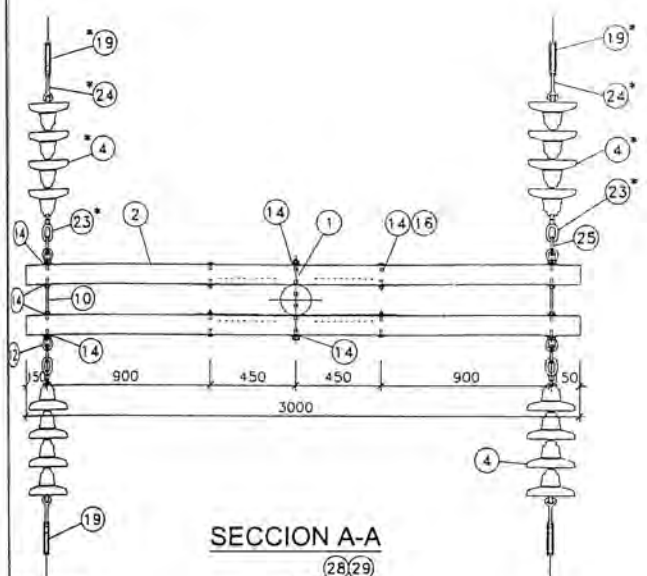
ARCHIVO : LST-04.DWG

FECHA : NOV-11

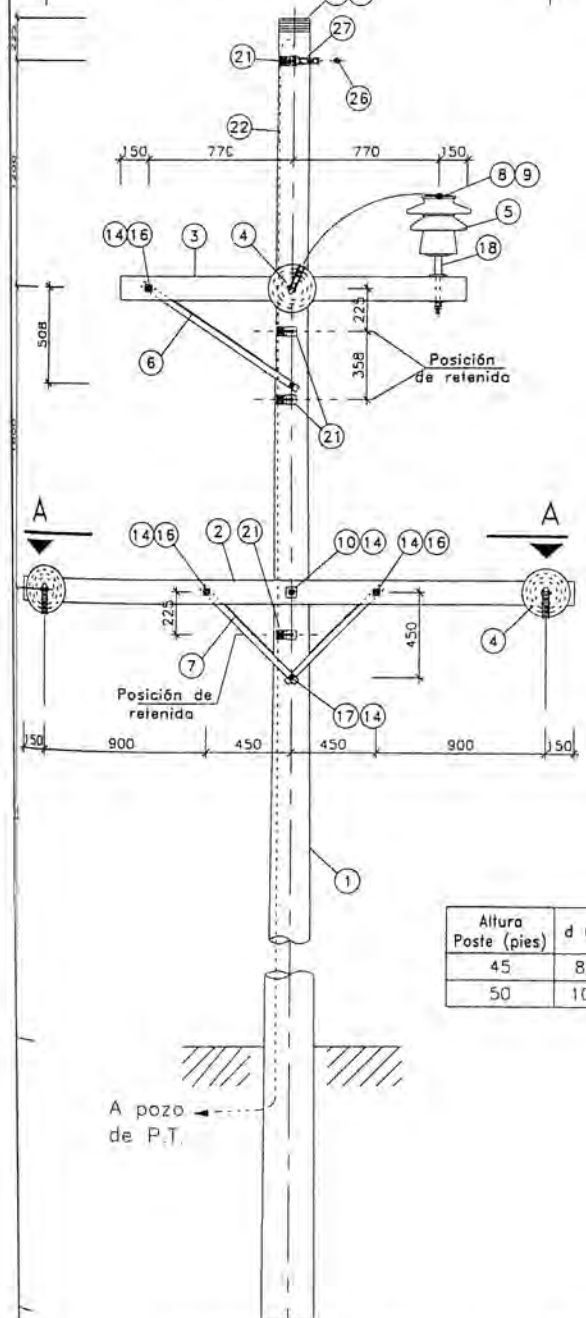
ESCALA : INDICADA

DISEÑADO POR: jescalantec REVISADO POR: jboutistar  
DIBUJADO POR: jescalantec APROBADO POR: jboutistar

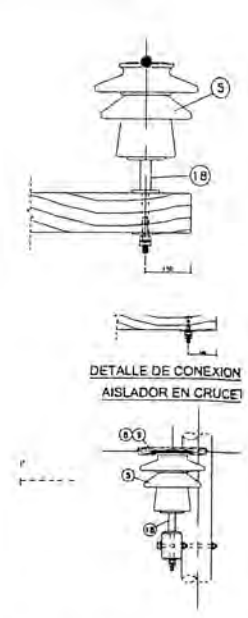
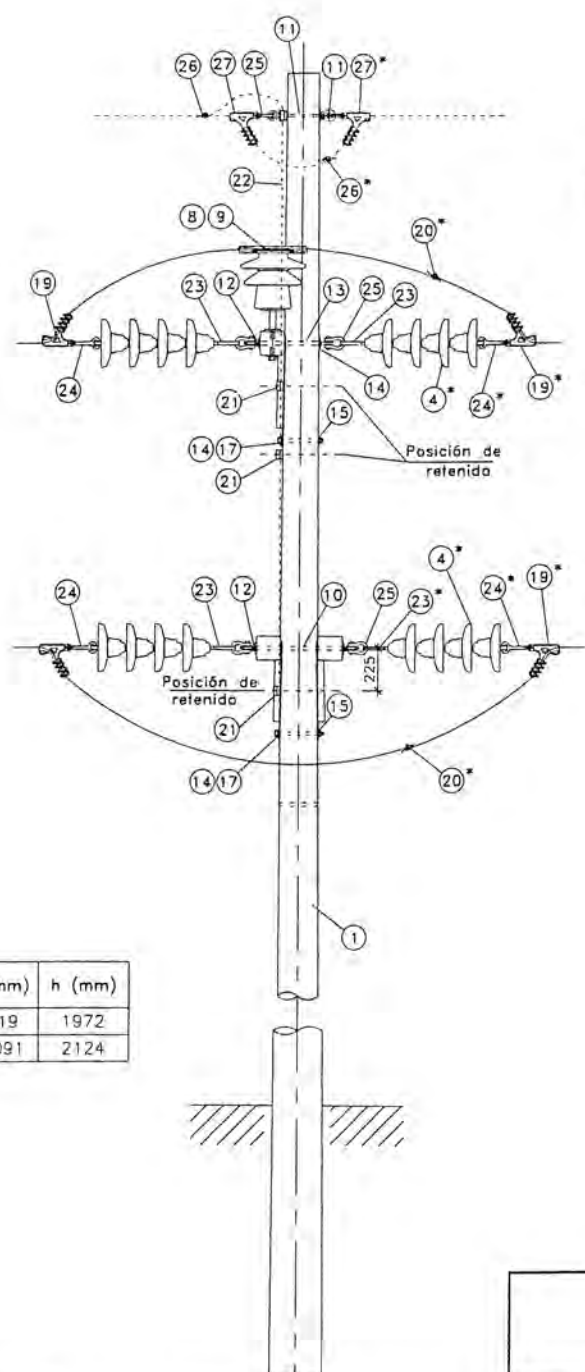
PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN



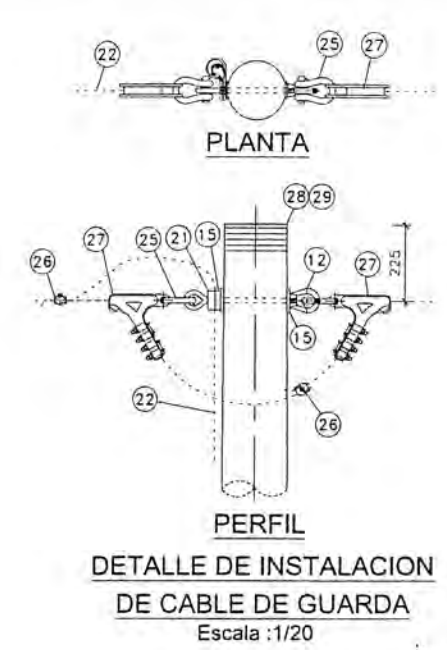
NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales.  
Estas deberán ser determinados en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.



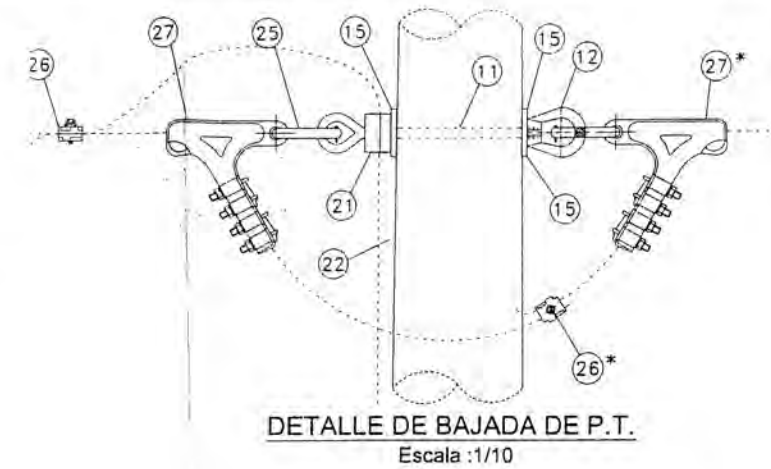
Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	8719	1972
50	10091	2124



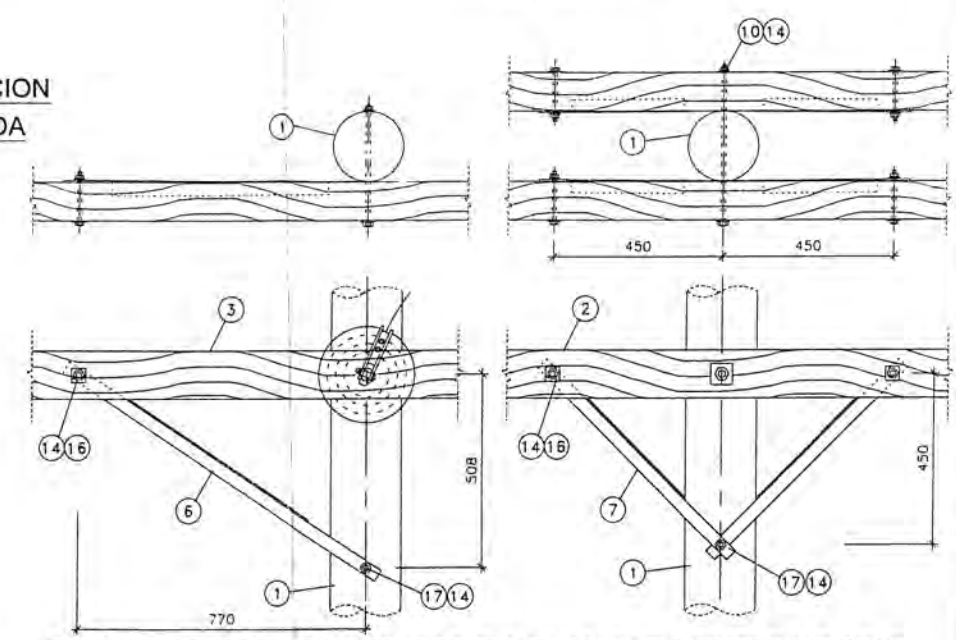
DETALLE DE CONEXION DE AISLADOR EN CRUCETA  
Escala :1/25



DETALLE DE INSTALACION DE CABLE DE GUARDA  
Escala :1/20



DETALLE DE BAJADA DE P.T.  
Escala :1/10



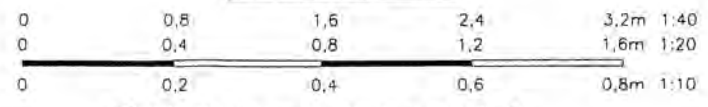
DETALLE DE CONEXION DE RIOSTRA DE MADERA SIMPLE Y DOBLE  
Escala :1/20

PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máximo
45p-C3	0°	662	380	330
50p-C3	0°	662	380	360

(\*) Para angulos mayores a 0°, requiere una retenida

ESCALA GRÁFICA



(\*) Este material no se usa en el armada ET

ITEM	DESCRIPCION	ER		ET		ITEM	DESCRIPCION	ER		ET	
		CANT.	CANT.	CANT.	CANT.			CANT.	CANT.		
29	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	01	01	14		24	24				
28	Alambre para entorche N° 18 AWG	2,6m	2,6m	13		01	01				
27	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	02	01	12		06	06				
26	Conector de doble vía de acero, para C.G.	02	01	11		01	01				
25	Grillete de A'G'	08	04	10		-	03				
24	Adaptador largo de A'G' tipo casquilla - ojo	06	03			03	-				
23	Adaptador de A'G' tipo anillo-bala	06	03	9		01	01				
22	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-	-	8		2,5m	2,5m				
21	Eslaban angular de A'G', según requerimiento	01	01	7		04	04				
20	Grapa de doble vía de aleación de aluminio, para conductor	03	-	6		01	01				
19	Grapa de anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	06	03	5		01	01				
18	Espiga de A'G' en cruceta para aislador 56-5	01	01	4		24	12				
17	Perna maquinado de A'G', 16mmØx305mm long.; 152 maq. con tuerc. y contrat.	02	02	3		01	01				
16	Perna maquinado de A'G', 13mmØx152mm long.; 72mm maq. con tuerc. y contrat.	05	05	2		02	02				
15	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mmØ de agujero	04	04	1		01	01				

ARASI SAC



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

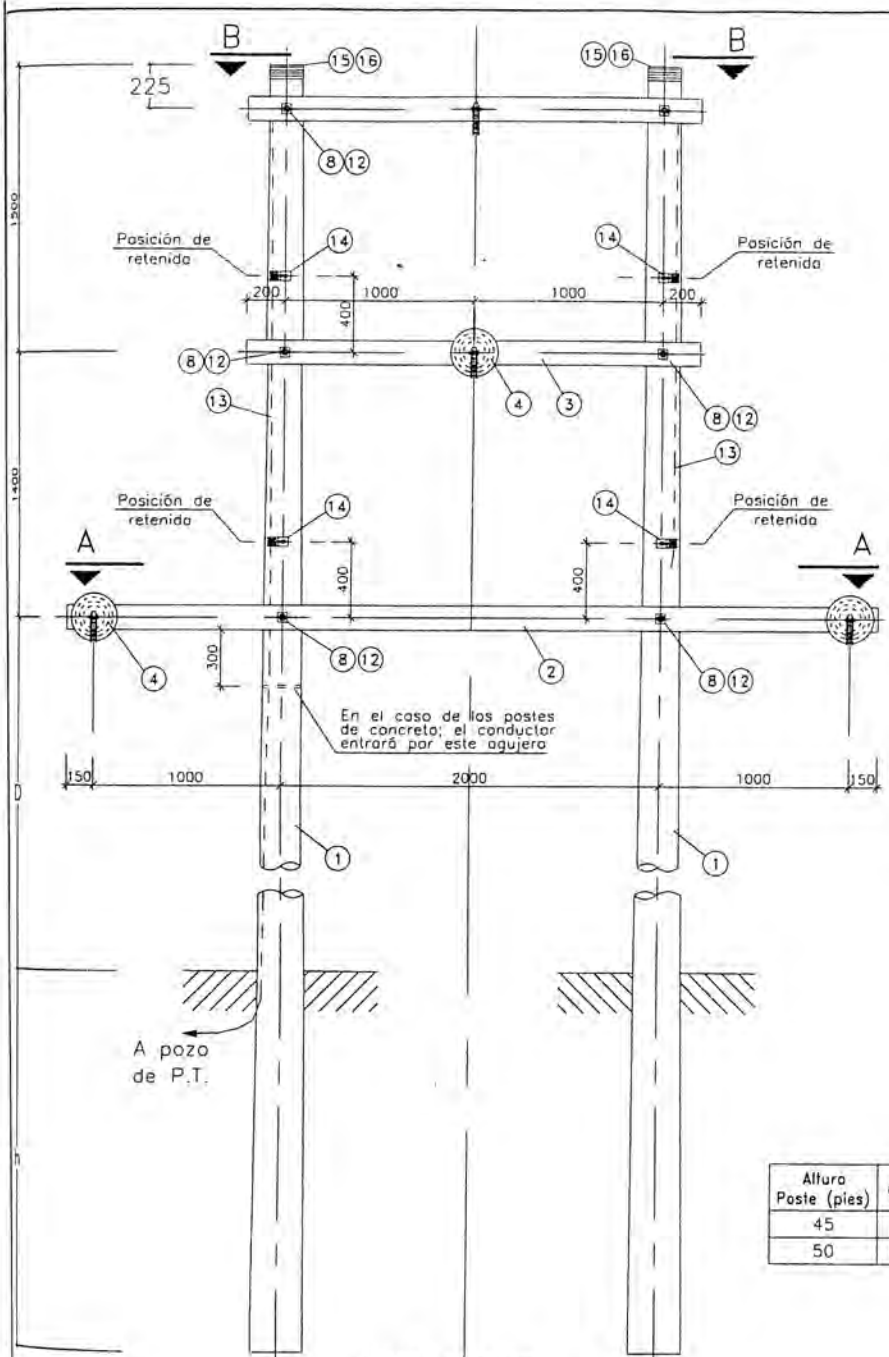
TITULO:  
ESTRUCTURA DE RETENCION  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO ER/ET

PLANO N°  
LST-05  
ARCHIVO : LST-05.DWG  
FECHA : NOV-11  
ESCALA : INDICADA

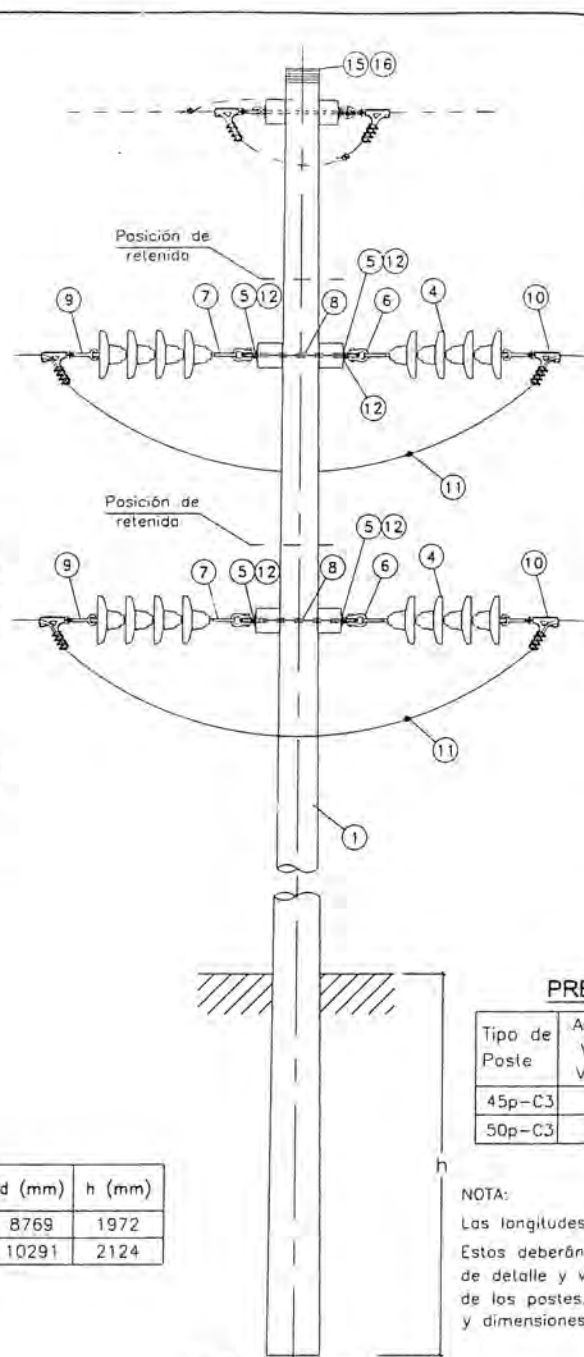
DISEÑADO POR : jescalantec  
REVISADO POR : jbolustar  
DIBUJADO POR : jescalantec  
APROBADO POR : jbolustar

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN





VISTA FRONTAL  
Escala :1/40



VISTA LATERAL  
Escala :1/40

Alfura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	8769	1972
50	10291	2124

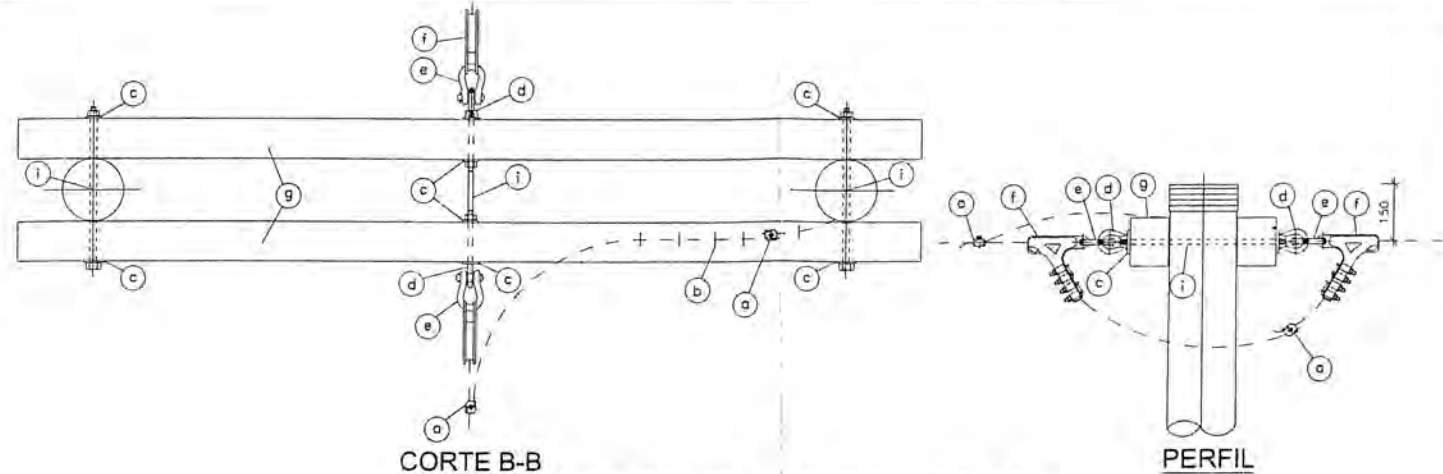
**PRESTACION DE LA ESTRUCTURA**

Tipo de Poste	Angulo Vano Viento	Vano peso máximo	Vano Lateral	Vano viento máximo
45p-C3	0°	662	380	480
50p-C3	0°	662	380	470

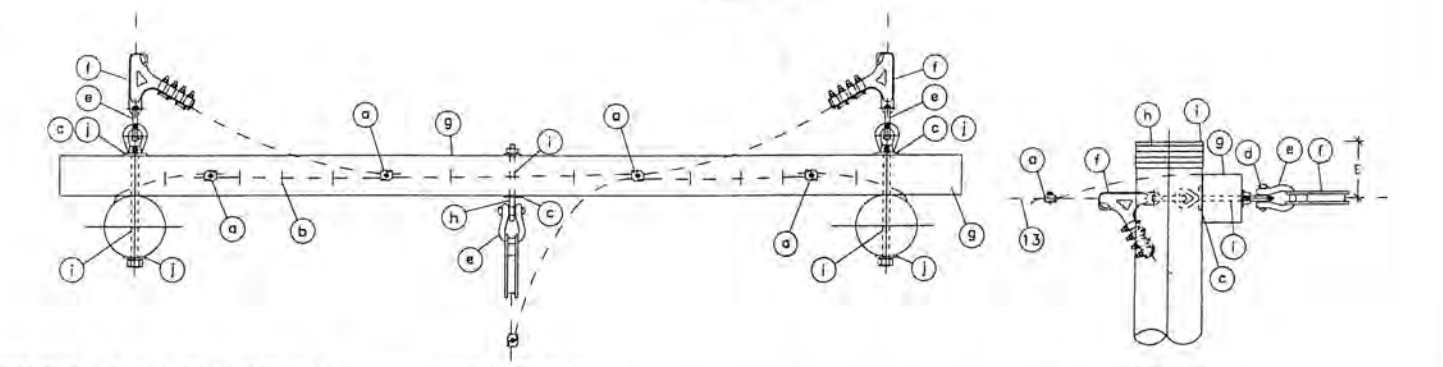
NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estos deberán ser determinados en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

**METRADO ADICIONAL**

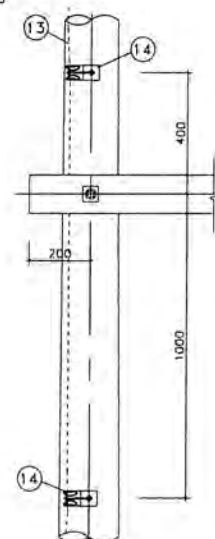
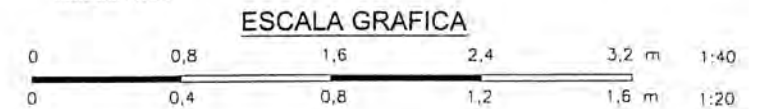
	CASO CASO	"1"	"2"
j Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mmø de agujero	-	02	
i Perno doble armado de A'G', 16mmøx457mm long. ca 4 tuercas	03	02	
h Perno ojo de A'G', 16mmx254mm long.; 152mm maq. c./luer. y cont.	-	01	
g Cruceta de madera tornillo de 2,4m long. 90x115 mm de sección	02	01	
f Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	02	03	
e Grillete de A'G'	02	03	
d Tuercas ojo de A'G', forjada de 16mmøx80mmx38mm p/perno 16mmø	02	02	
c Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mmø de agujero	08	04	
b Grapa en "U" de 44,5x9,5mm, 3,7mmø	05	10	
a Conector doble vía de acero para C. G.	03	05	



CORTE B-B  
DETALLE DE ANCLAJE DE CABLE DE GUARDA  
CASO 1: MONOPOSTE - BIPOSTE - MONOPOSTE  
Escala :1/20

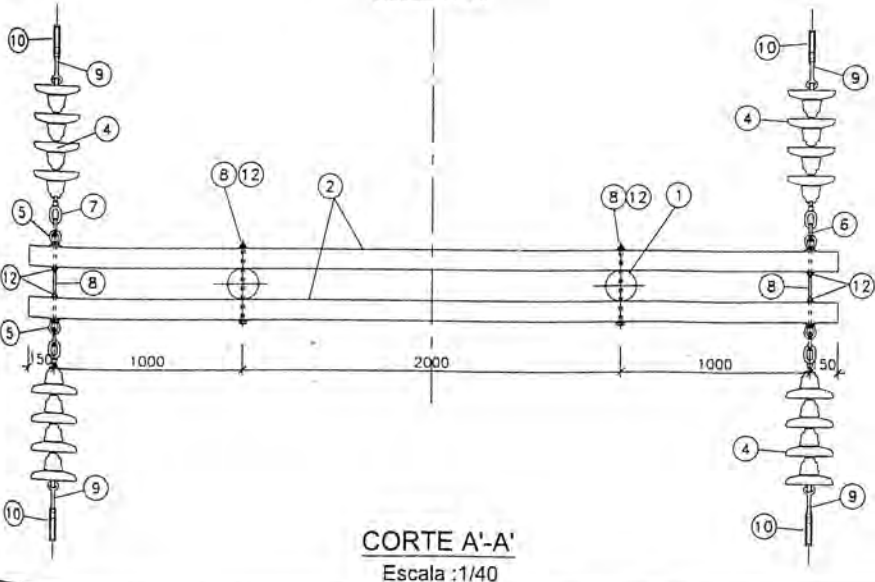


CORTE B-B  
DETALLE DE ANCLAJE DE CABLE DE GUARDA  
CASO 2: MONOPOSTE - BIPOSTE - BIPOSTE  
Escala :1/20



PERFIL  
DETALLE DE CONECCION DE DE BAJADA DE P.T.  
Escala :1/25

ITEM	DESCRIPCION	CANT
16	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	02
15	Alambre para entorche N° 18 AWG	5,2m
14	Eslabon angular de A'G', según requerimiento	-
13	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
12	Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mmø de agujero	20
11	Grapa de doble vía de aleación de aluminio	03
10	Grapa de anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	06
9	Adaptador largo de A'G' tipo casquillo - ojo	06
8	Perno doble armado de A'G', 16mmøx508mm longitud con 4 tuercas	09
7	Adaptador de A'G' tipo anillo-bola	06
6	Grillete de A'G'	10
5	Tuerca ojo de A'G', forjada 16mmøx80mmx38mm p/perno de 16mm ø	03
4	Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	24
3	Cruceta de madera tornillo de 2,40m long. 102x127 mm de sección	02
2	Cruceta de madera tornillo de 4,30m long. 102x127 mm de sección	02
1	Poste de madera importada 45/50 pies clase J, según requerimiento	02



CORTE A-A'  
Escala :1/40

**ARASI SAC**



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

TITULO:

ESTRUCTURA ESPECIAL EN H  
CON CABLE DE GUARDA, TIPO ERH

PLANO N°

LST-06

ARCHIVO : LST-06.DWG

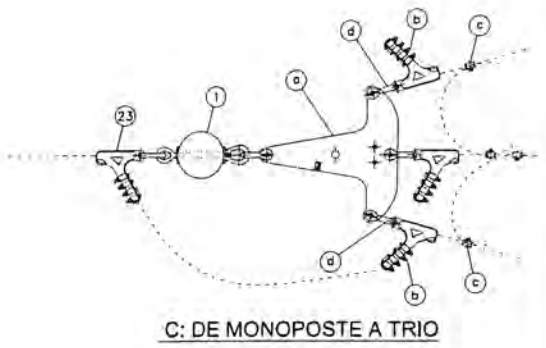
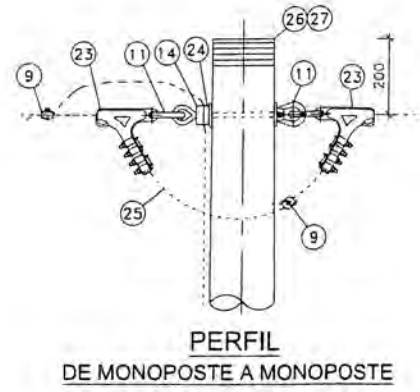
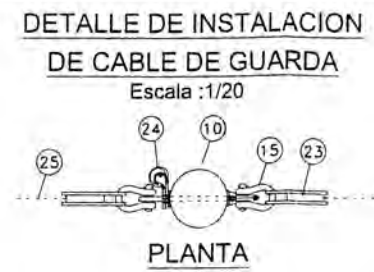
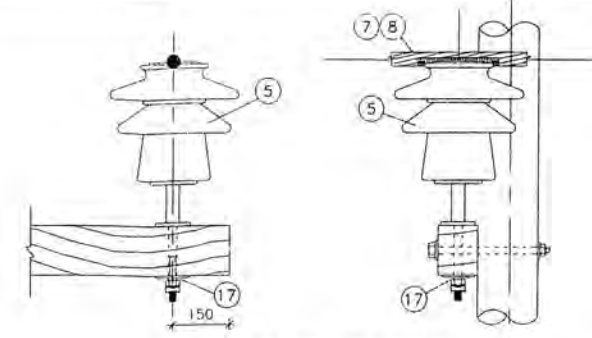
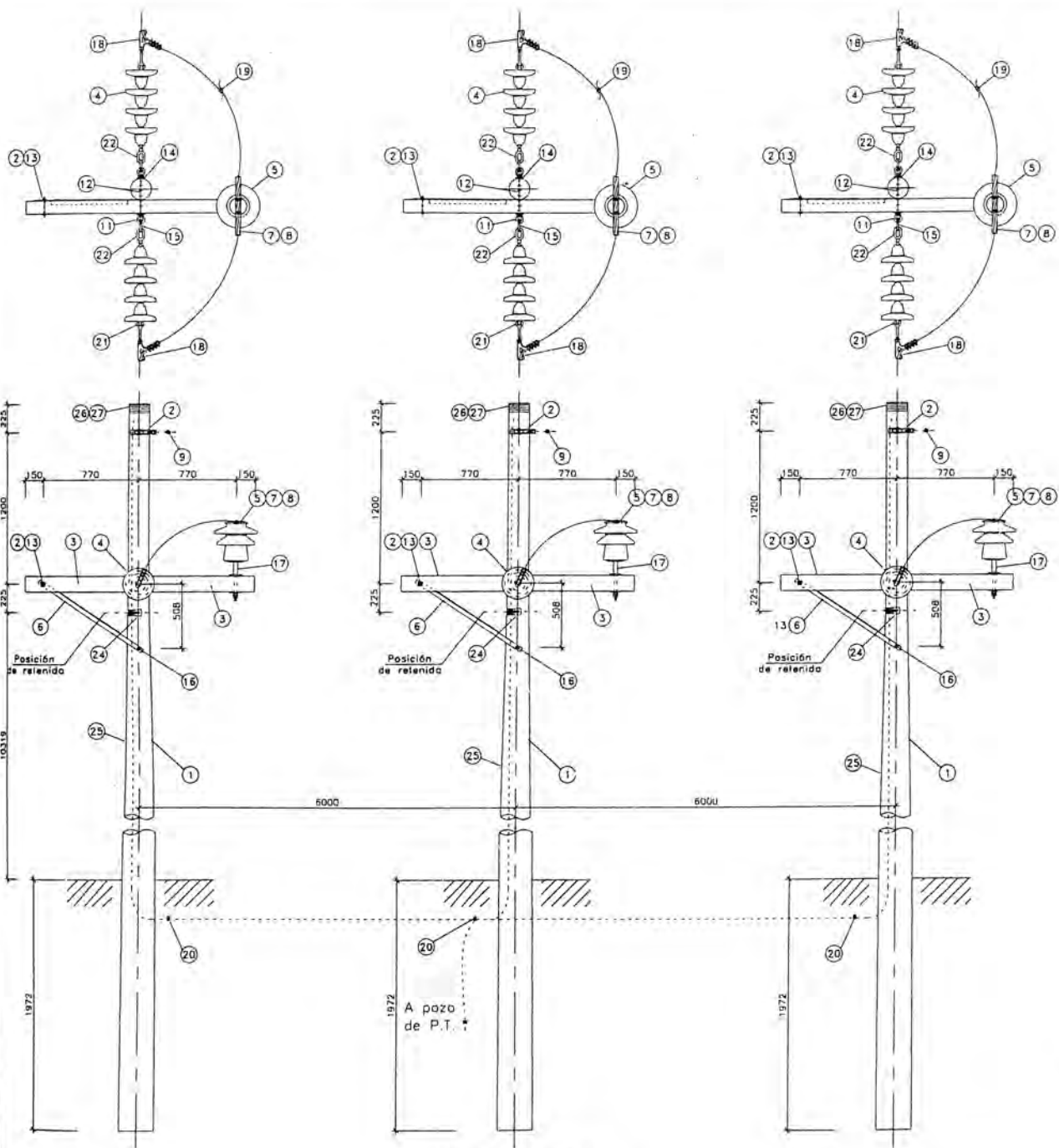
FECHA : NOV-11

ESCALA : INDICADA

DISEÑADO POR : jescalontec  
DIBUJADO POR : jescalontec

REVISADO POR : jboutistar  
APROBADO POR : jboutistar

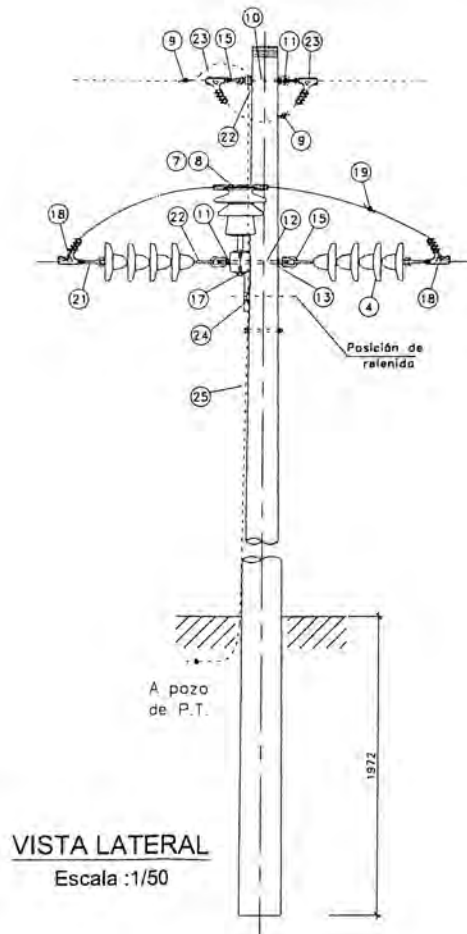
PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN



**METRADO ADICIONAL**

ITEM	DESCRIPCION	CANT
d	Grillete de A'G'	03
c	Conector de doble via de acero	04
b	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	02
a	Yugo	01

NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estas deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.



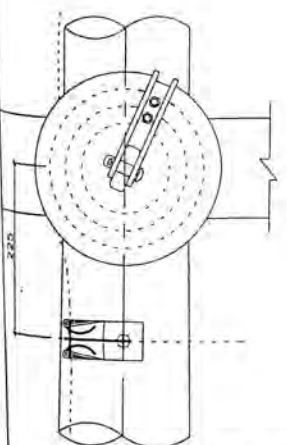
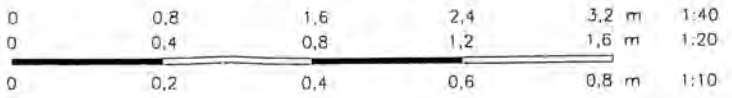
VISTA LATERAL  
Escala :1/50

VISTA FRONTAL  
Escala :1/50

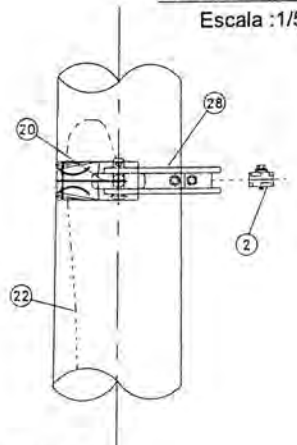
PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

Angulo	Vano peso máxima	Vano Lateral	Vano viento máxima
0°	-	950	720

ESCALA GRÁFICA



DETALLE DE BAJADA DE P.T.  
Escala :1/10



DETALLE DE CONEXION DE RIOSTRA DE MADERA SIMPLE  
Escala :1/15

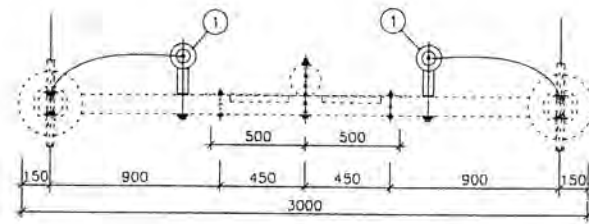
<b>ARASI SAC</b>		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO:  <b>ESTRUCTURA DE RETENCION EN TRIO CON CABLE DE GUARDA, TIPO ERT</b>	PLANO N°:  <b>LST-07</b>
DISEÑADO POR: jescalantec DIBUJADO POR: jescalantec	REVISADO POR: jboutistor APROBADO POR: jboutistor			

27	Capucha de lata para cabeza de poste de madera	03
26	Alambre para entorche N° 18 AWG	7.8m
25	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	-
24	Eslabon de A'G', según requerimiento	03
23	Grapa de anclaje para cable de guarda de 25mm <sup>2</sup> EHS	06
22	Adaptador de A'G' tipo anillo-bala	06
21	Adaptador largo de A'G' tipo casquilla - oja	06
20	Conector de bronce tipo perno partido	03
19	Grapa de doble vía de aleación de aluminio, para conductor	09
18	Grapa de anclaje para conductor de 125mm <sup>2</sup> AAAC	06
17	Espiga de A' G' en cruceta para aislador 56-5	03
16	Perno maquinado de A'G', 16mmØx305mm long.; 72mm maq. con tuer. y cont.	03
15	Grillete de A'G'	12
14	Arandela cuadrada curva de A'G' 57x57x5mm, 18mmØ de agujero	09
13	Arandela cuadrada plana de A'G' 57x57x5mm, 18mmØ de agujero	03
12	Perno ojo de A'G', 16mmØx356mm long.; 152mm maquinado con tuerca y contrat.	03
11	Tuerca ojo de A'G', forjado de 16mmØx80mmx38 para perno de 16mm Ø	03
10	Perno ojo de A'G', 16mmØx254mm long.; 152mm maquinado con tuerca y contrat.	03
9	Conector de doble vía de acero, para C.G.	06
8	Vorilla preformada simple, según requerimiento	03
7	Alambre de amarre según requerimiento	7.5m
6	Brazo soporte (Riostra) de perfil angular de A'G', 38x38x5mm de 1000mm long.	03
5	Aislador de porcelana tipo PIN, clase ANSI 56-5	03
4	Aislador de porcelana tipo suspensión, clase ANSI 52-3	24
3	Cruceta de madera tornillo de 1,84m long. y 102x127mm de sección	03
2	Perno maquinado de 13mmØx152mm long.; 72mm maq. con tuerca y contrat.	03
1	Poste de madera importada 45 pies clase 3	03
ITEM	DESCRIPCION	CANT



ARMADO CON PARARRAYOS PARA ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO 0°-5° CON CABLE DE GUARDA

ESTRUCTURA "P"

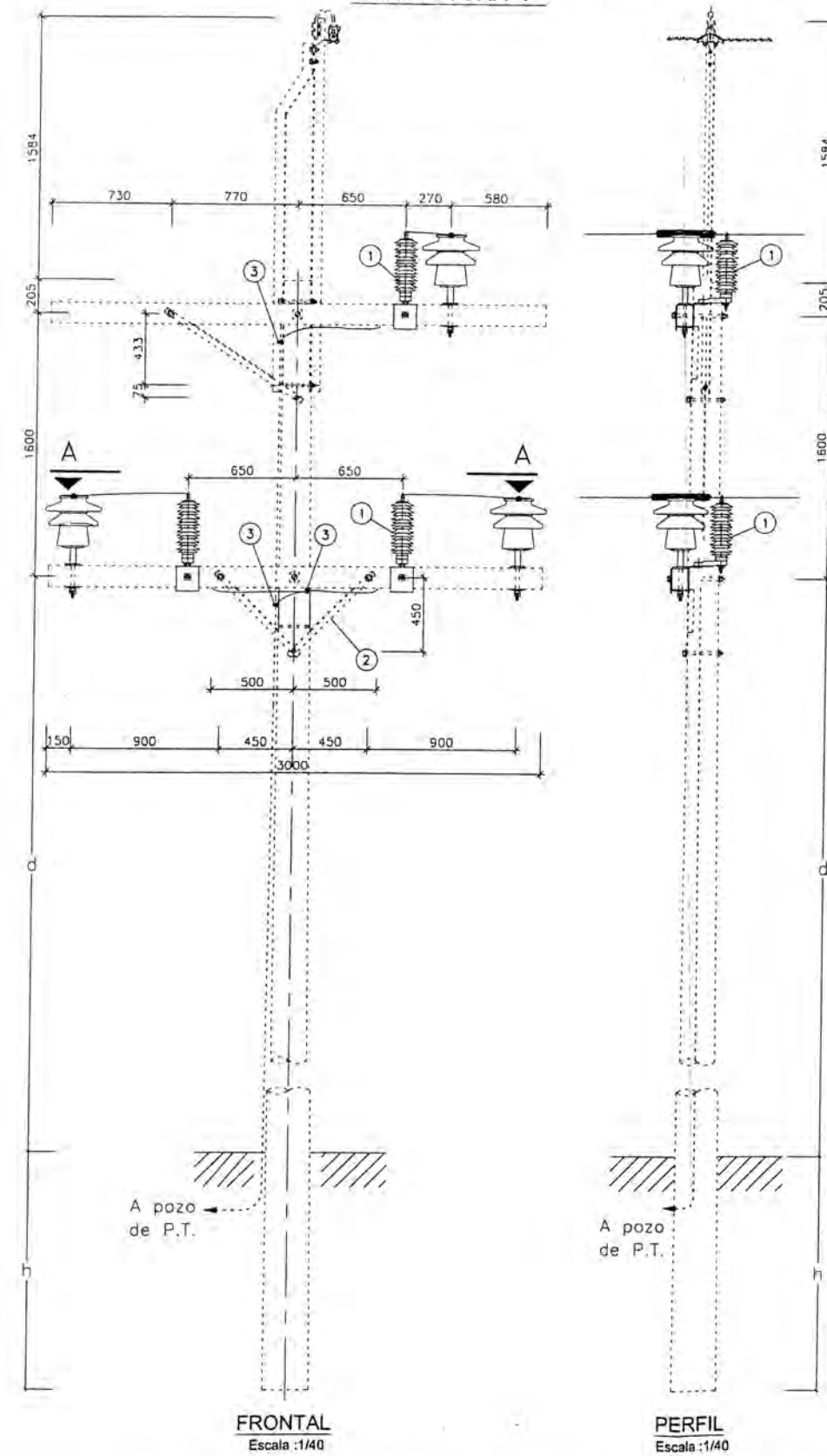


SECCION A-A  
Escala: 1/40

NOTA:

Las longitudes de los pernos son referenciales.  
Estos deberán ser determinados en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

3	Conector de cobre tipo perno partido	03
2	Conductor copperweld de 25mm <sup>2</sup> , según requerimiento	30m
1	Pararrayos 30 kV, tipo autoválvula 30 kA, clase 1 auto válvula de óxido metálico	03
ITEM	DESCRIPCION	CANT.



FRONTAL  
Escala: 1/40

PERFIL  
Escala: 1/40

ESCALA GRÁFICA



ARASI SAC



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

DISEÑADO POR: jescolantec  
REVISADO POR: jboutistar  
DIBUJADO POR: jescolantec  
APROBADO POR: jboutistar

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

TÍTULO:

ARMADO CON PARARRAYOS PARA ESTRUCTURA  
DE ALINEAMIENTO 0°-5° CON CABLE  
DE GUARDA, TIPO P

PLANO Nº

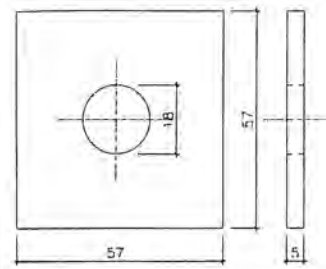
LST-08

ARCHIVO: LST-08.DWG

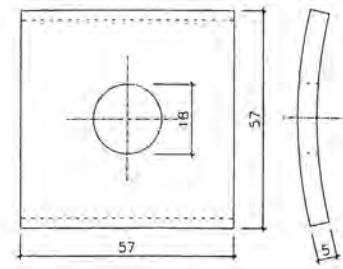
FECHA: NOV-11

ESCALA: INDICADA

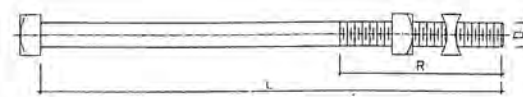
## ACCESORIOS PARA POSTES Y CRUCETAS DE MADERA



ARANDELA CUADRADA PLANA  
Escala :1/2

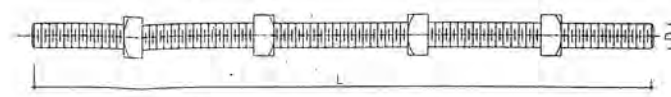


ARANDELA CUADRADA CURVA  
Escala :1/2



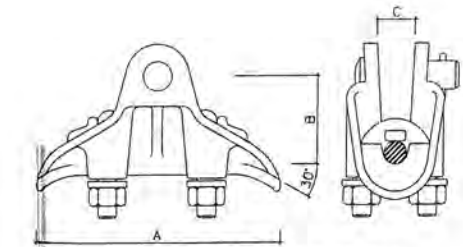
N°	DIAMETRO (D)	LONGITUD(L)	ROSCA(R)
1	13	152	72
2	16	254	152
3	16	305	152
4	16	356	152
5	16	406	152

PERNO MAQUINADO (\*)  
Escala :1/5



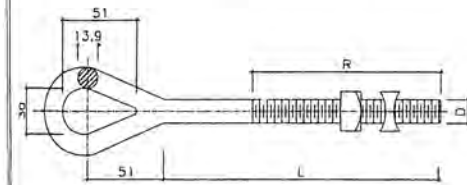
N°	DIAMETRO (D)	LONGITUD(L)
1	16	457
2	16	508
3	16	558

PERNO DOBLE ARMADO (\*)  
Escala :1/5



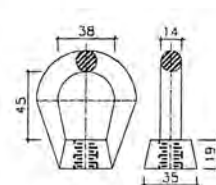
GRAPA DE SUSPENSION  
Escala :1/5

MATERIAL	A (mm)	B (mm)	C (mm)
ACERO	146	54	19

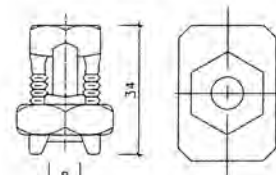


N°	DIAMETRO (D)	LONGITUD(L)	ROSCA(R)
1	16	254	152
2	16	305	152
3	16	356	152

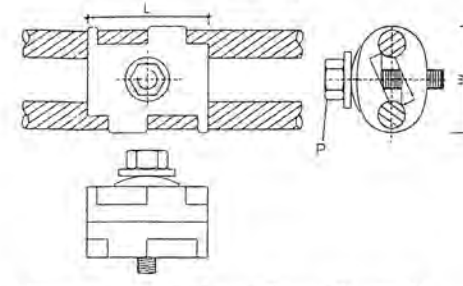
PERNO OJO (\*)  
Escala :1/5



TUERCA OJO  
Escala :1/5

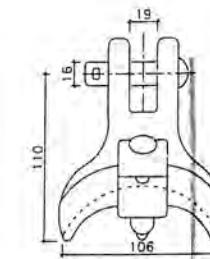


CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO  
Escala :1/2

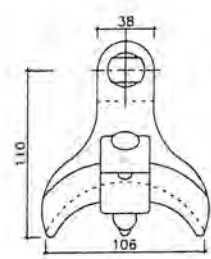
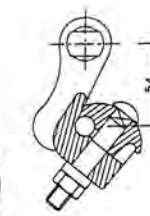


Material	L	W	P
Acero y Bimetálico	39	36	3/8
Aluminio	58	36	1/2

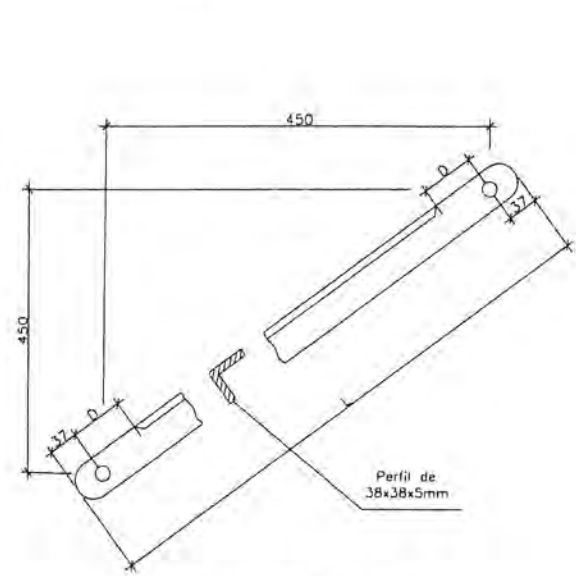
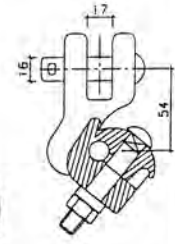
CONECTOR DE DOS VIAS  
Escala :1/2



GRAPA DE ANGULO PARA CONDUCTOR  
Escala :1/5

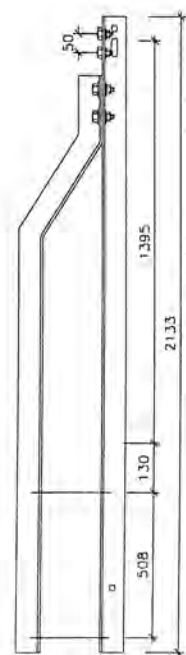


GRAPA DE ANGULO PARA CABLE DE GUARDA  
Escala :1/5

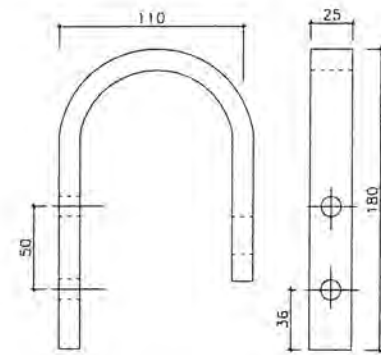


RIOSTRA DE METAL  
Escala :1/10

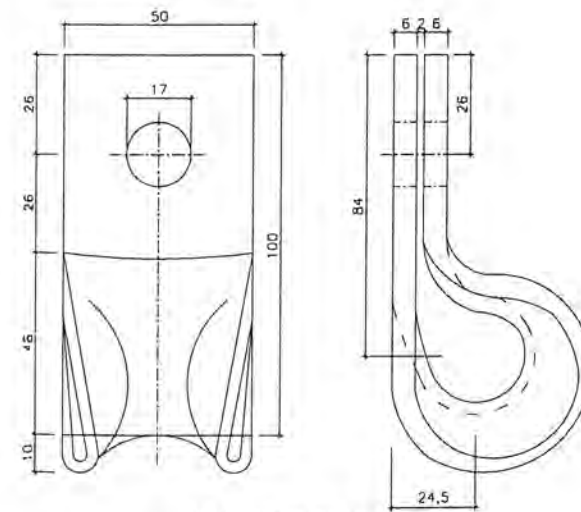
N°	L (mm)	D(mm)
1	710	90
2	1000	120



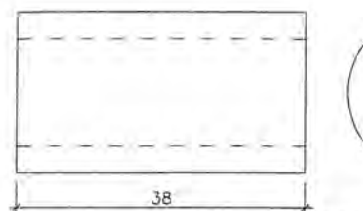
BAYONETA ANGULAR  
Escala :1/20



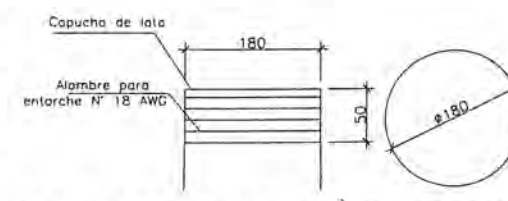
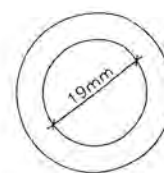
GANCHO TIPO CUELLO  
Escala :1/1



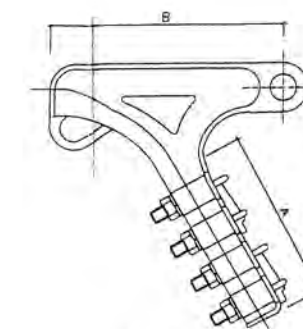
ESLABON ANGULAR  
Escala :1/2



TUBO ESPACIADOR  
Escala :1/1



CAPUCHA DE LATA PARA CABEZA DE POSTE  
Escala :1/10



GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA  
Escala :1/5

MATERIAL	A (mm)	B (mm)	C (mm)
ALEACION DE ALUMINIO	118	156	19
ACERO	118	149	19

NOTA:  
Las longitudes de los pernos son referenciales. Estas deberán ser determinadas en la ingeniería de detalle y validados con las dimensiones finales de los postes, crucetas y con las características y dimensiones del proveedor de la ferretería.

### ESCALA GRAFICA

0	0,04	0,08	0,12	0,16 m	1:2
0	0,4	0,8	1,2	1,6 m	1:20
0	0,2	0,4	0,6	0,8 m	1:10
0	0,1	0,2	0,3	0,4 m	1:5

## ARASI SAC



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

DISEÑADO POR : jescalantec  
DIBUJADO POR : jescalantec

REVISADO POR : jboutistor  
APROBADO POR : jboutistor

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION

TITULO:

ACCESORIOS METALICOS PARA POSTES,  
CRUCETAS Y CONDUCTORES

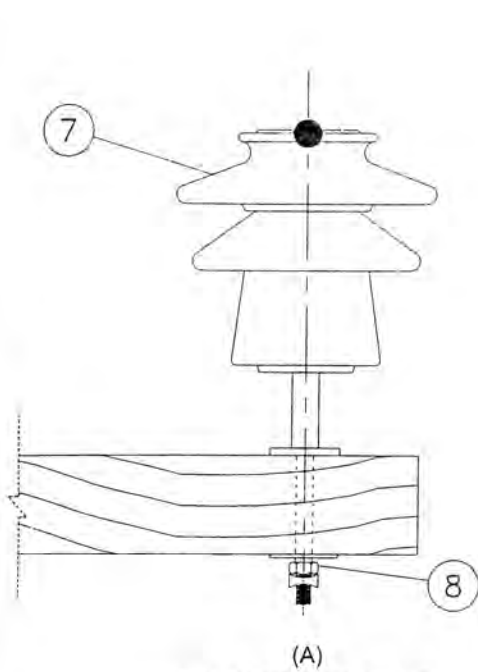
PLANO N°

LST-09

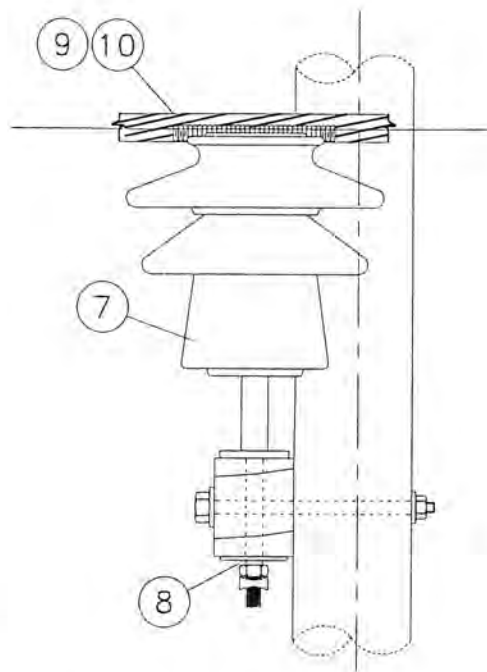
ARCHIVO : LST-09.DWG

FECHA : NOV-11

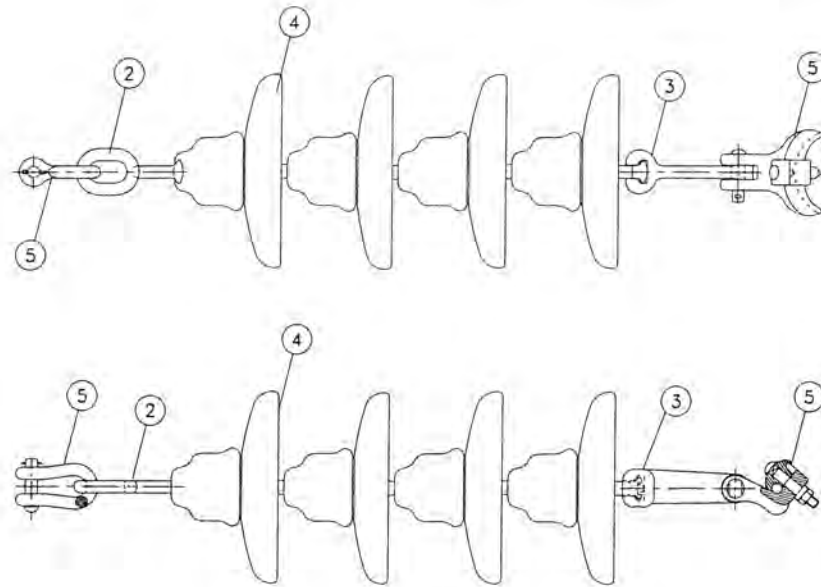
ESCALA : INDICADA



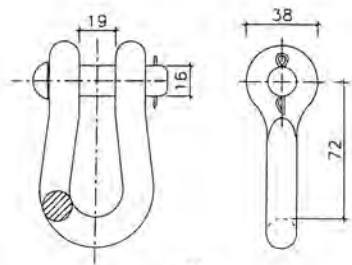
(A)  
**AISLADOR TIPO POSTE**  
Escala :1/10



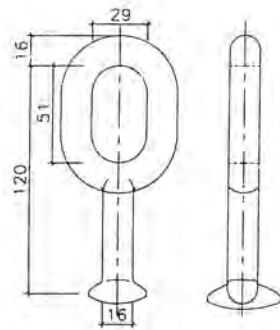
(B)  
**CADENA DE AISLADORES CON GRAPA DE ANGULO**  
Escala :1/10



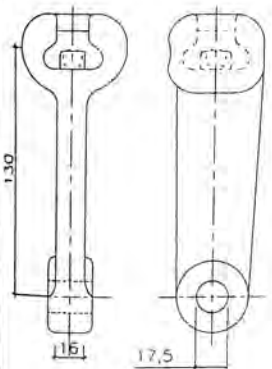
(C)  
**CADENA DE AISLADORES CON GRAPA DE ANCLAJE**  
Escala :1/10



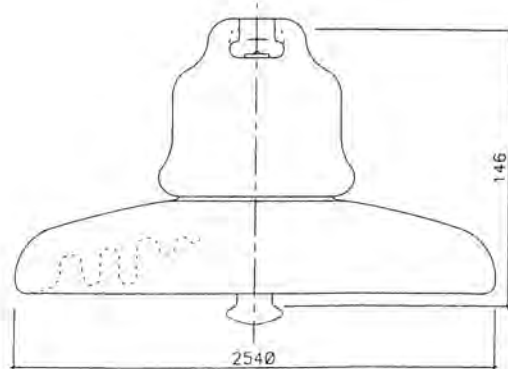
(1)  
**GRILLETE**  
Escala :1/4



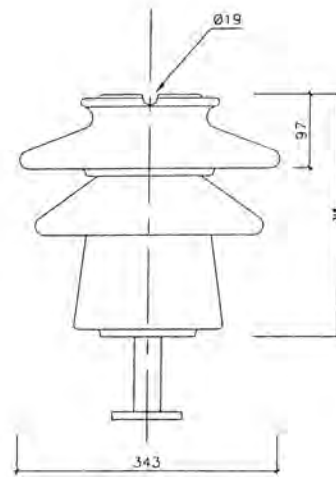
(2)  
**ADAPTADOR DE A°G° TIPO ANILLO - BOLA**  
Escala :1/4



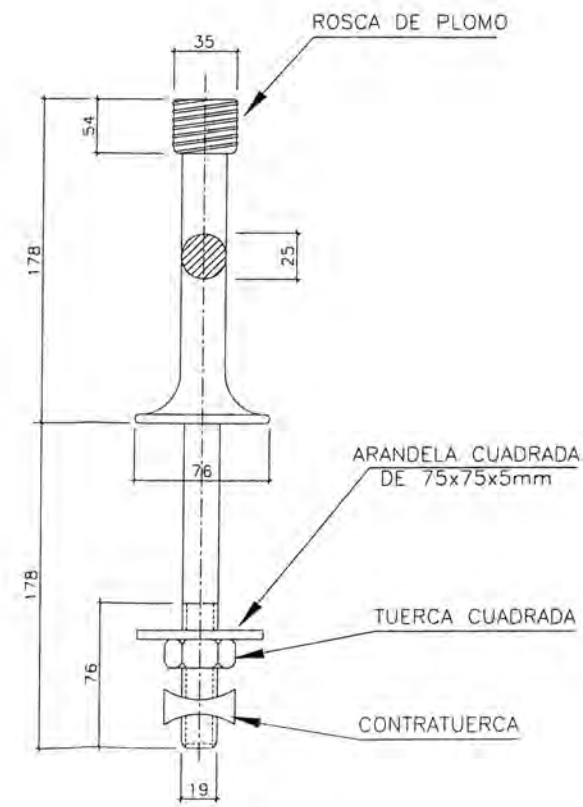
(3)  
**ADAPTADOR LARGO DE A°G° TIPO CASQUILLO - OJO**  
Escala :1/4



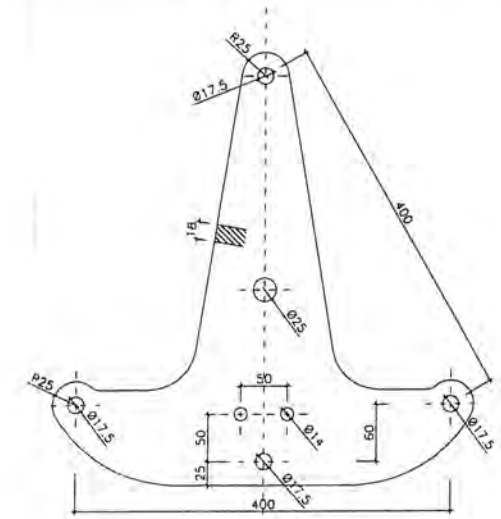
(4)  
**AISLADOR DE PORCELANA TIPO SUSPENSION, CLASE ANSI 52-3**  
Escala :1/4



(7)  
**AISLADOR DE PORCELANA TIPO PIN, CLASE ANSI 56-5**  
Escala :1/10



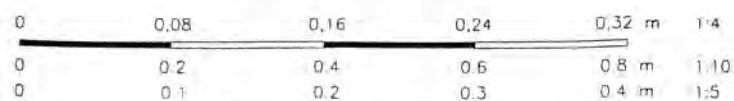
(8)  
**ESPIGA PARA CRUCETA DE MADERA**  
Escala :1/4



**YUGO TRIPLE**  
Escala :1/8

ITEM	DESCRIPCION	CANT.		
		A	B	C
10	Alambre de amarre	3m	-	-
9	Varilla prefornada simple	01	-	-
8	Espiga de A°G° en cruceta para aislador 56-5	01	-	-
7	Aislador de porcelana tipo poste PIN, clase ANSI 56-5	01	-	-
6	Grapa de anclaje para conductor de AAAC	-	-	01
5	Grapa de angulo para conector de AAAC	-	01	-
4	Aislador de porcelana tipo suspension, clase ANSI 52-3	-	04	04
3	Adaptador largo de A°G° tipo casquillo-ojo	-	01	01
2	Adaptador de A°G° tipo anillo-bola	-	01	01
1	Grillete de A°G°	-	01	01

**ESCALA GRAFICA**



**ARASI SAC**



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

DISEÑADO POR : jescalantec REVISADO POR : jbautistar  
DIBUJADO POR : jescalantec APROBADO POR : jbautistar

PROYECTO:  
DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kV  
SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION

TITULO

ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES  
Y AISLADOR TIPO PIN

PLANO N°

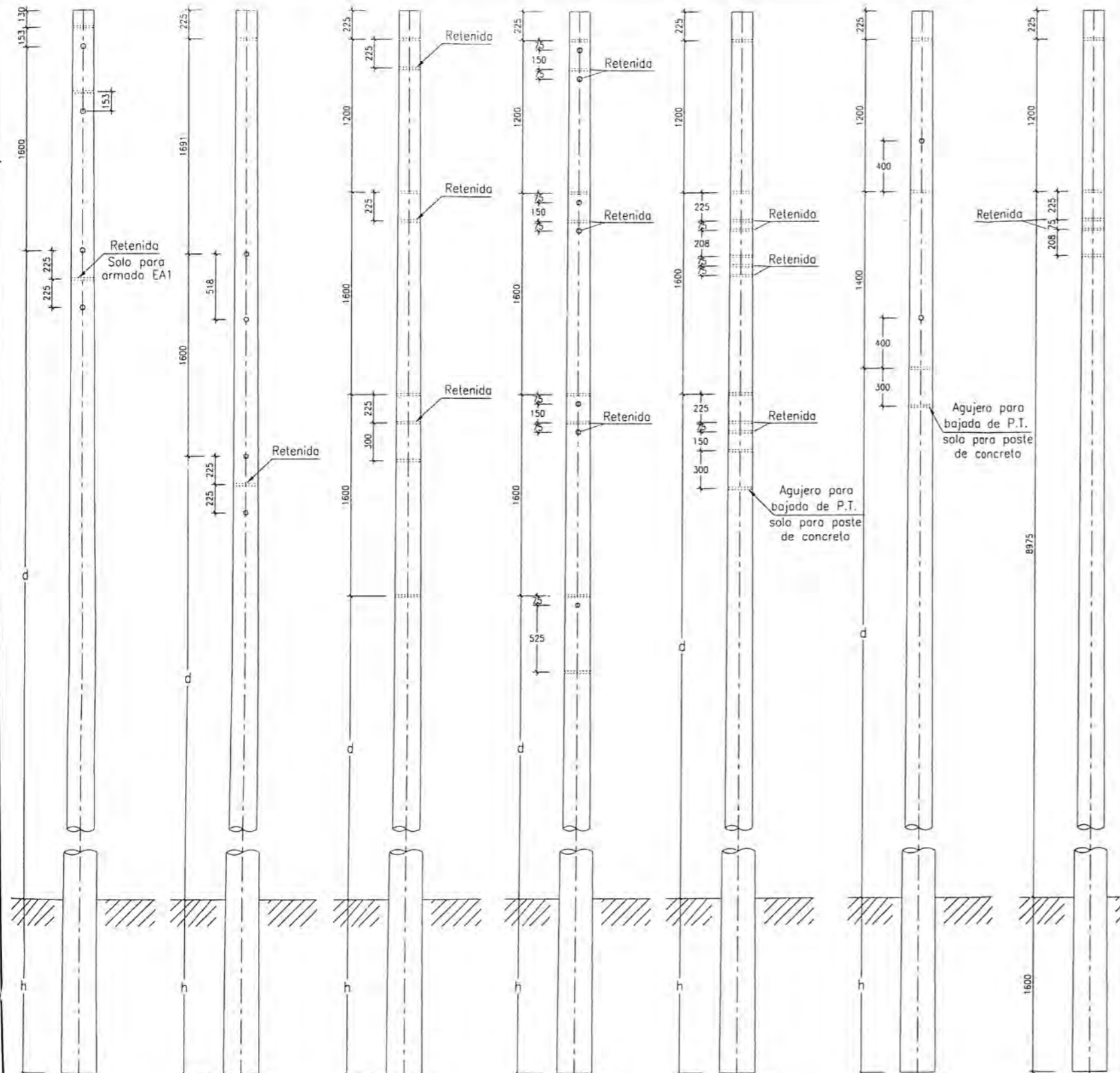
LST-10

ARCHIVO : LST-10.DWG

FECHA : NOV-11

ESCALA : INDICADA





Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	9861	1972
50	11233	2124

**ARMADO: ES, EA1**

Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	11233	2124

**ARMADO: EA1'**

Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	8491	2124

**ARMADO: EA2**

Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
50	8491	2124

**ARMADO: EA3**

Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	8719	1972
50	10091	2124

**ARMADO: ER**

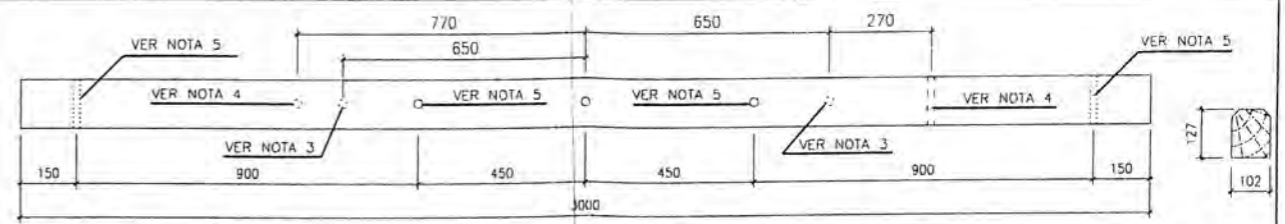
Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	8844	1972
50	10216	2124

**ARMADO: ERH**

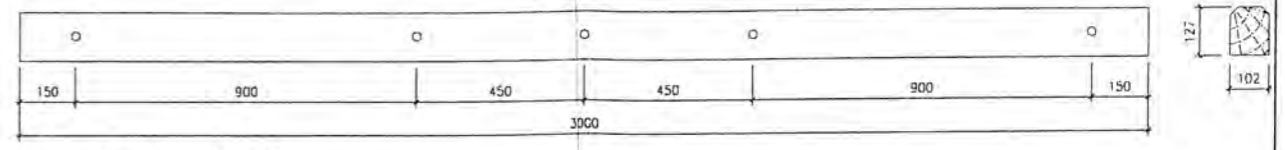
Altura Poste (pies)	d (mm)	h (mm)
45	10319	1972

**ARMADO: ERT**

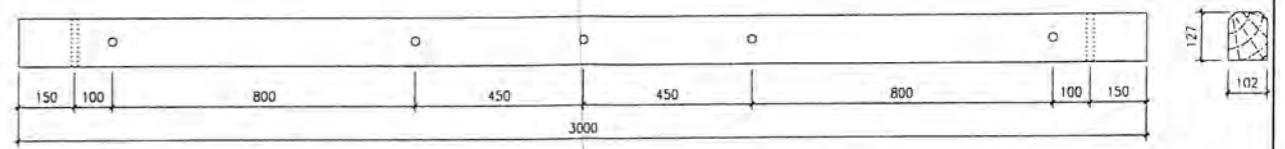
**DETALLE DE POSTES**  
Escala: 1/40



- Para armados: ES

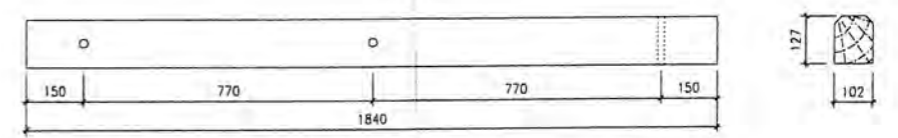


- Para armado: ER



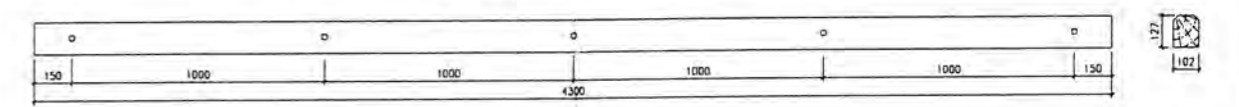
- Para armado: EA1, EA1'

**CRUCETA DE MADERA TORNILLO DE 2,40m**  
Escala: 1/20



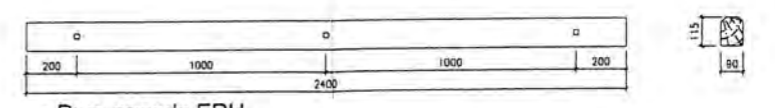
- Para armado: ES, EA1, ER Y ERT

**CRUCETA DE MADERA TORNILLO DE 1,84m**  
Escala: 1/20



- Para armado ERH

**CRUCETA DE MADERA TORNILLO DE 4,30m**  
Escala: 1/30



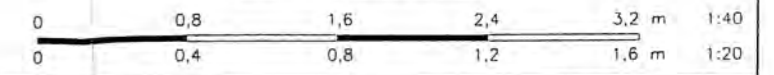
- Para armado ERH

**CRUCETA DE MADERA TORNILLO DE 2,40m**  
Escala: 1/30

**NOTAS:**

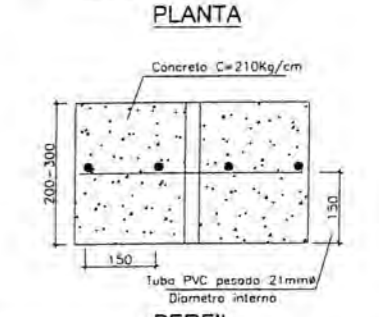
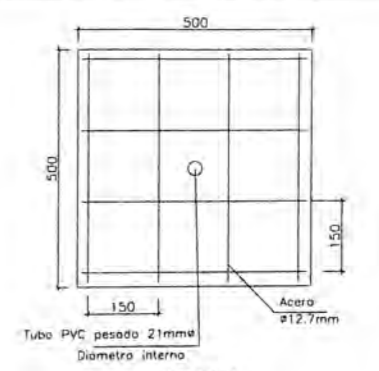
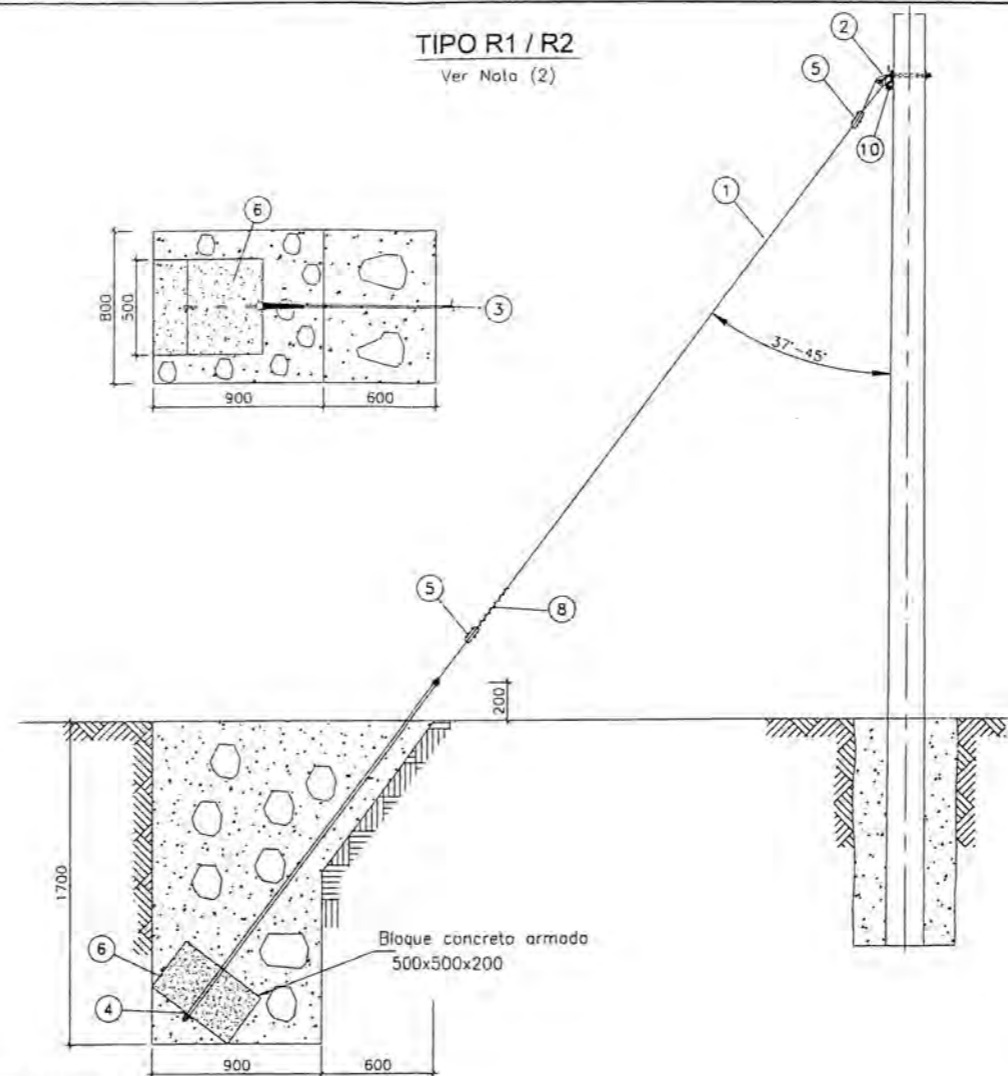
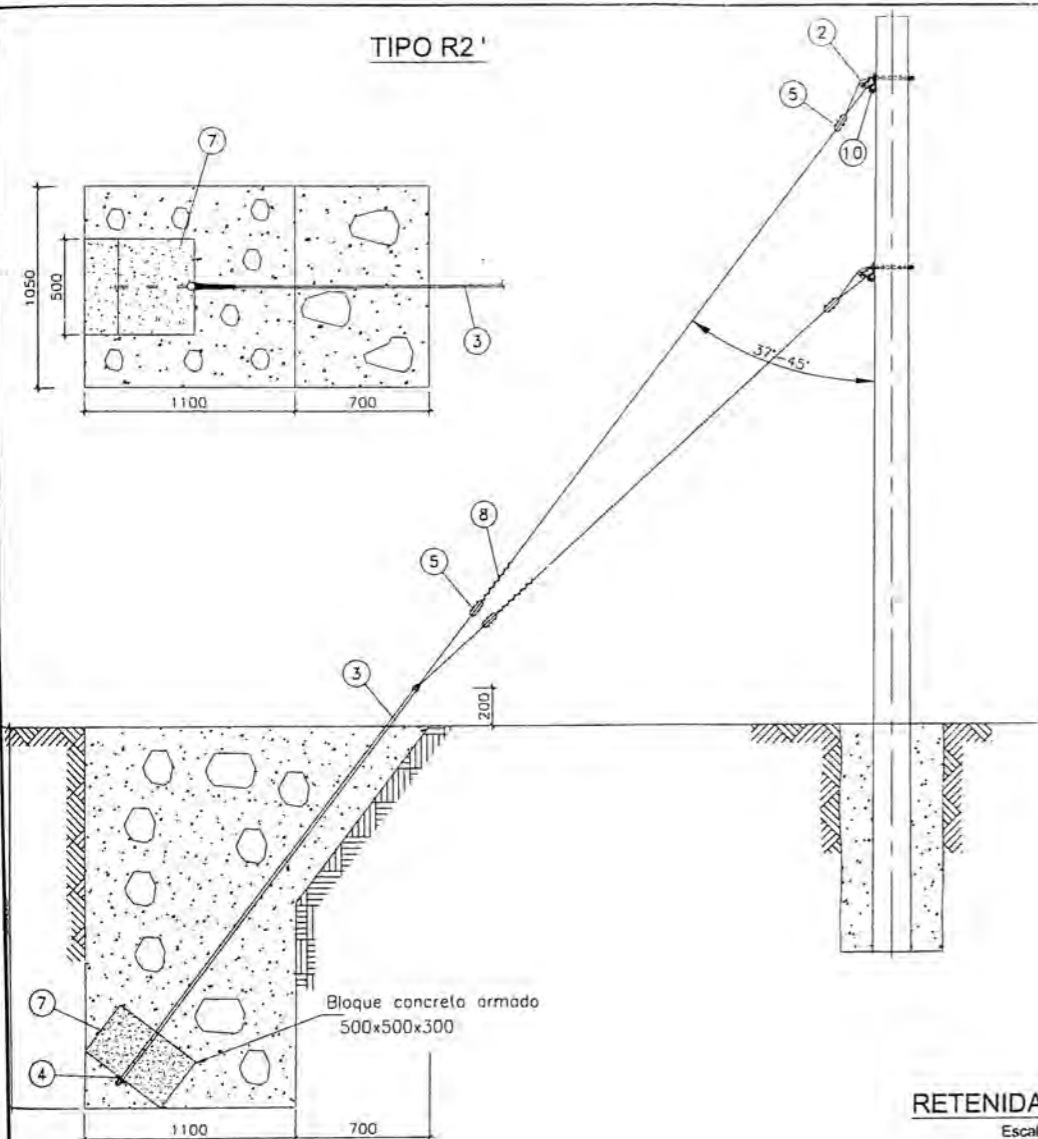
- 1.- Todos los agujeros son de Ø18mm excepto los indicados
- 2.- Las dimensiones se expresan en milímetros
- 3.- Huecos requeridos para la cruceta inferior del armado Tipo "P"
- 4.- Huecos requeridos para la cruceta superior del armado Tipo "P"
- 5.- Huecos no requeridos para la cruceta superior del armado Tipo "P"

**ESCALA GRAFICA**

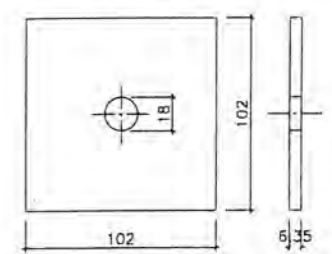


<b>ARASI SAC</b>	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO:	PLANO N°
		DISEÑADO POR : jescolntec REVISADO POR : jboutistor DIBUJADO POR : jescolntec APROBADO POR : jboutistor	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISION EN 33 kv SUBSTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISION





DETALLE DE BLOQUE DE CONCRETO  
Escala: 1/10

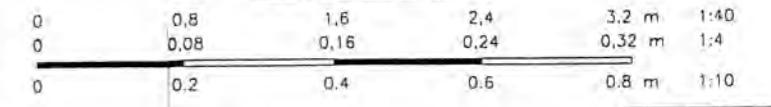


ARANDELA CUADRADA DE ANCLAJE

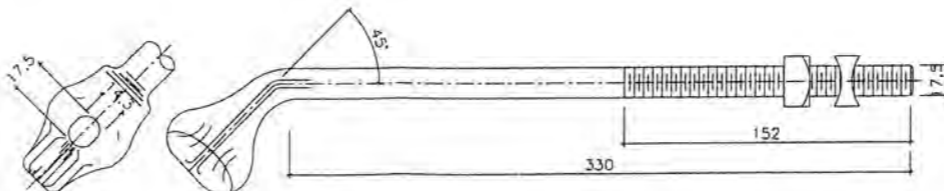
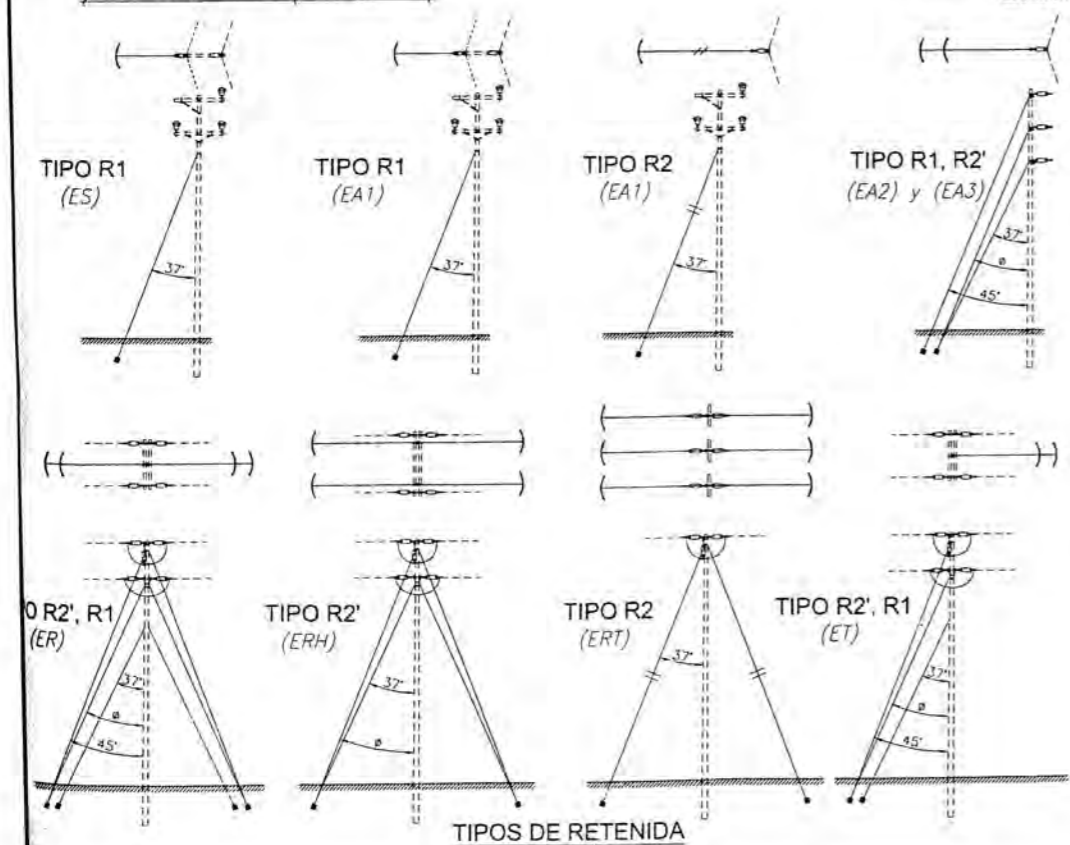
**Notas:**

- 1.- Todas las medidas están expresadas en milímetros salvo indicación contraria.
- 2.- El tipo de retenida R2 consiste en dos cables de A'G que parten del mismo perno ojal y terminan en la misma varilla de anclaje.
- 3.- El tipo de retenida R2' consiste en dos cables de A'G que parten de distintos pernos ojales y terminan en la misma varilla de anclaje.

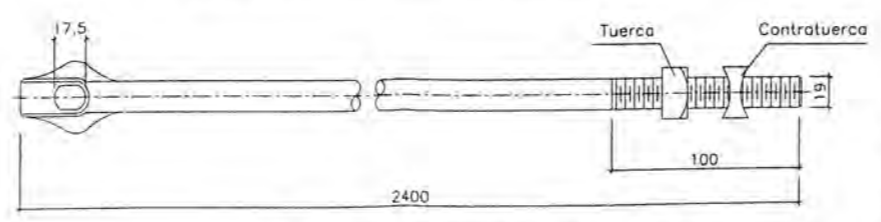
**ESCALA GRÁFICA**



**RETENIDA INCLINADA**  
Escala: 1/40



PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO



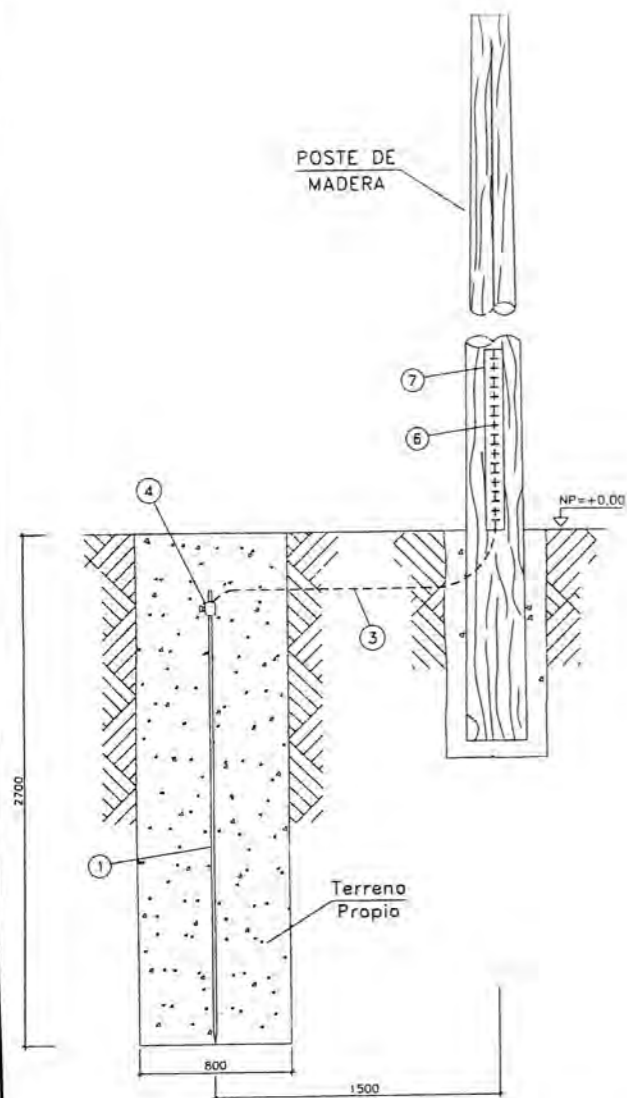
VARILLA DE ANCLAJE CON OJAL-GUARDACABO

**ACCESORIOS PARA RETENIDA INCLINADA**  
Escala: 1/4

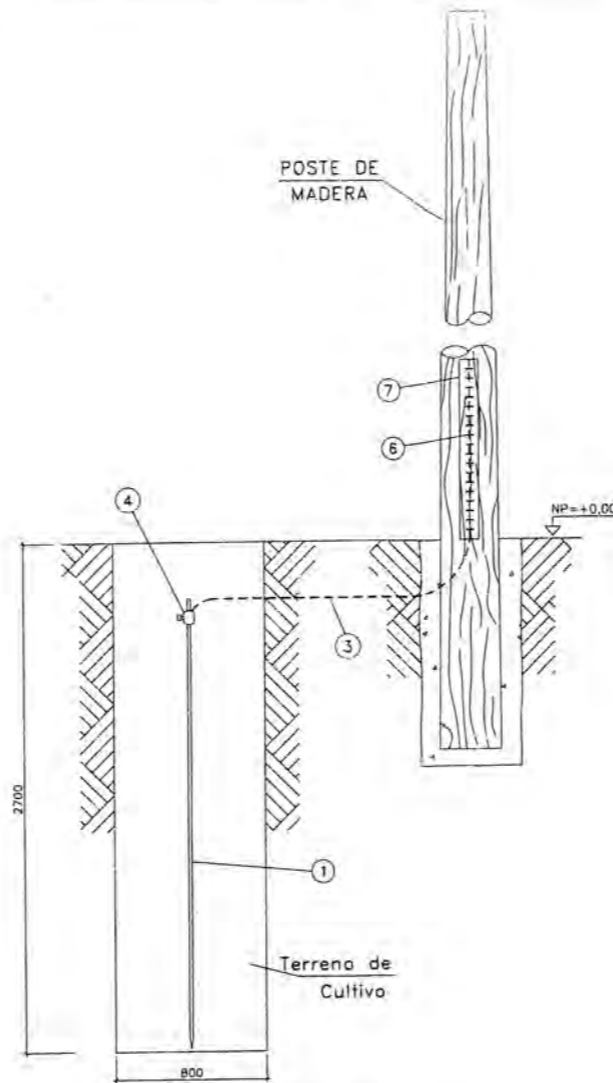
**LEYENDA**

ITEM	DESCRIPCIÓN	Poste 45 pies		Poste 50 pies	
		R1	R2	R1	R2
01	Cable de A'G tipo HS de 38mm <sup>2</sup> (9,52mm $\phi$ )	18m	36m	34m	40m
02	Perno angular con Ojal-Guardacabo de 17,5mm $\phi$ x254mm de long. c/ tuerca y conl. en extremo, tuerca y contratuercas en otro	01	01	02	02
03	Varilla de anclaje de A'G de 19mm $\phi$ x2400mm de long. con ojal guardacabo	01	01	01	01
04	Arandela de anclaje cuadrada plana 102mmx102mmx6,35mm, agujero 18mm $\phi$	01	01	01	01
05	Grapa doble vía de A'G, 3 pernos, 152mm longitud, p/cable S.M. de 12,7mm $\phi$	02	04	04	04
06	Bloque de concreto armado de 0,50x0,50x0,20m	01	-	-	-
07	Bloque de concreto armado de 0,50x0,50x0,30m	-	01	01	01
08	Alambre Galvanizada N°10 AWG para entorche	6m	12m	12m	12m
09	Eslabón angular de A'G	01	01	02	02
		CANT	CANT	CANT	CANT

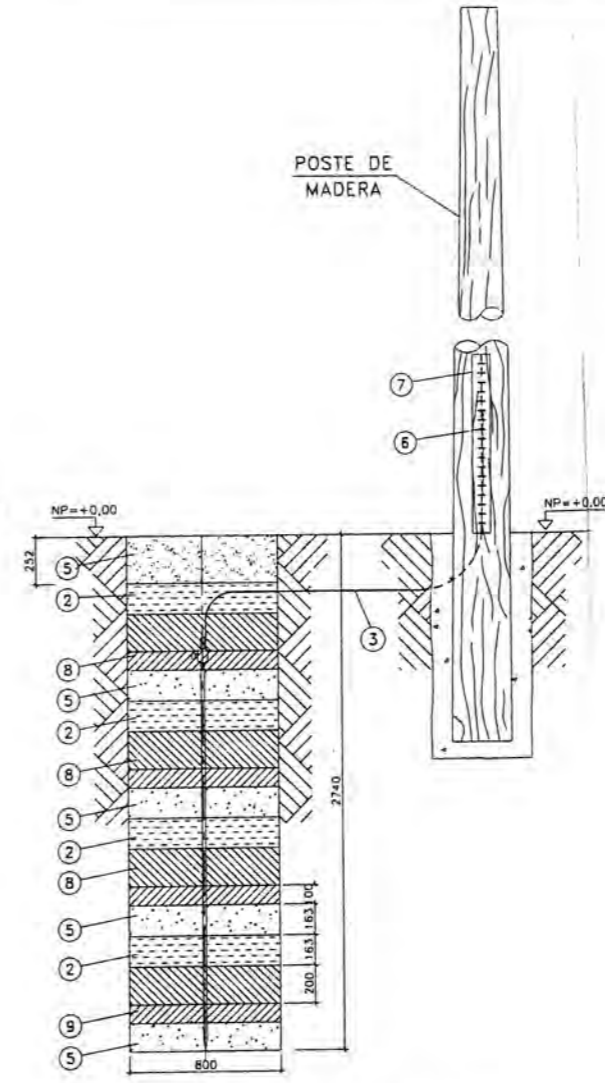
<b>ARASI SAC</b>		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: <b>RETENIDA Y ACCESORIOS</b>	PLANO N° <b>LST-12</b>
DISEÑADO POR: jescolantec	REVISADO POR: jbaulistar	PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACION AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN	ARCHIVO: LST-12.DWG	
DIBUJADO POR: jescolantec	APROBADO POR: jbaulistar	FECHA: NOV-11		ESCALA: INDICADA



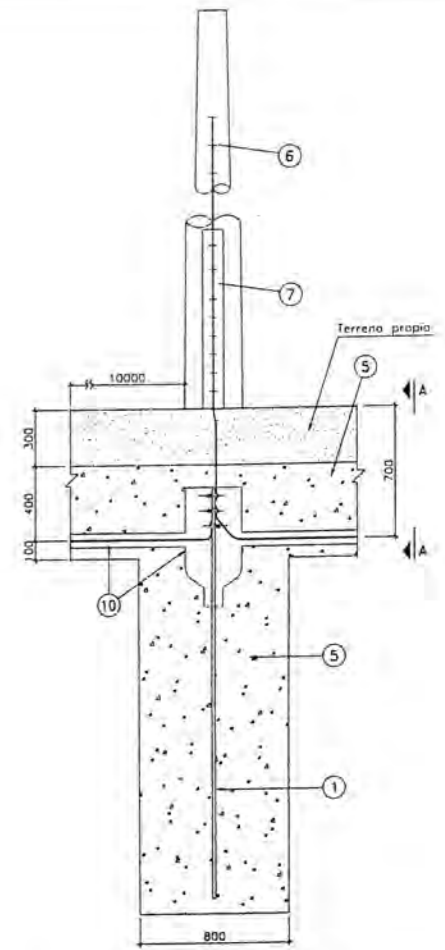
PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1  
Escala : 1/40



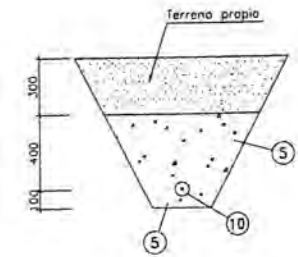
PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1A  
Escala : 1/40



PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1B  
Escala : 1/40



PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1C  
Escala : 1/40

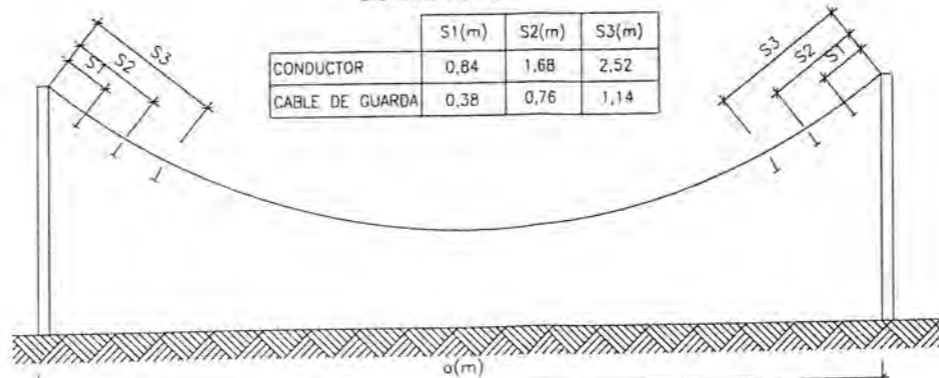


CORTE A-A  
Escala 1/40

DISPOSICION DE AMORTIGUADORES

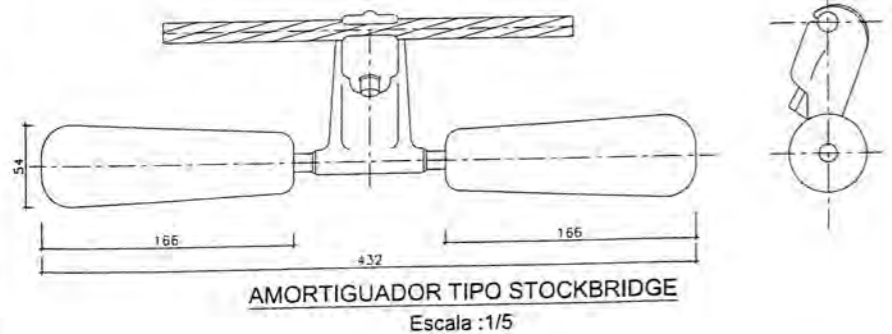
DISTANCIAMIENTO

	S1(m)	S2(m)	S3(m)
CONDUCTOR	0,84	1,68	2,52
CABLE DE GUARDA	0,38	0,76	1,14

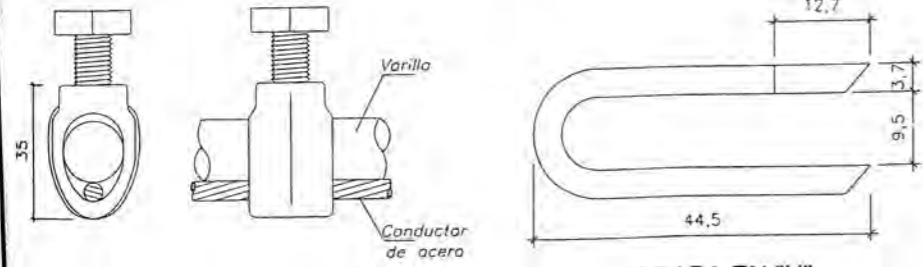


NUMERO DE AMORTIGUADORES STOCKBRIDGE EN CADA EXTREMO DEL VANO

CONDUCTOR			CABLE DE GUARDA		
350m < a < 350m	350m < a < 670m	a > 670m	280m < a < 450m	450m < a < 750m	a > 750m
1	2	3	1	2	3



AMORTIGUADOR TIPO STOCKBRIDGE  
Escala : 1/5



CONECTOR DE VARILLA  
PUESTA A TIERRA  
Escala : 1/2

GRAPA EN "U"  
Escala : 1/1

ESCALA GRÁFICA



NOTAS:

- En el montaje debe tenerse presente conseguir valores de resistencia de puesta a tierra menores a 25 ohmios; donde no pueda alcanzarse este valor, podrá aceptarse una resistencia de puesta a tierra de 40 ohmios, siempre y cuando en la estructura aleada se consiga un valor inferior a 15 ohmios.

ITEM	DESCRIPCIÓN	PAT1	PAT1A	PAT1B	PAT1C
		CANT.	CANT.	CANT.	CANT.
1	Varilla de acero, recubrimiento de cobre de 16mm $\phi$ x 2400mm de longitud	01	01	01	01
2	Bentonita sódica (saco de 30 kg)	-	-	1,5	-
3	Cable de acero recubierto de cobre, 25mm <sup>2</sup> de sección 40% conduct. 45 pies	14m	14m	14m	39m
	Cable de acero recubierto de cobre, 25mm <sup>2</sup> de sección 40% conduct. 50 pies	16m	16m	16m	41m
4	Conector de bronce para electrodos de 16mm $\phi$	01	01	01	03
5	Tierra negra vegetal cernida y compactada	-	1,3	0,5m <sup>3</sup>	11,7m <sup>3</sup>
6	Grapa en "U" de 44,5x9,5mm, 3,7mm $\phi$	65	65	65	65
7	Listón de madera de 50x19mm sección, 2700mm longitud y clavos de fijación	01	01	01	01
8	Carbón vegetal (kg)	-	-	2	2
9	Sal común (kg)	-	-	1	1
10	Suelo artificial (1 dosis de 25 kg) - Similar a Favigel - Segelectrico	-	-	-	4

**ARASI SAC**

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

PROYECTO:  
**DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV  
SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

TÍTULO:  
**SISTEMA DE PUESTA A TIERRA  
Y DISPOSICIÓN DE AMORTIGUADORES**

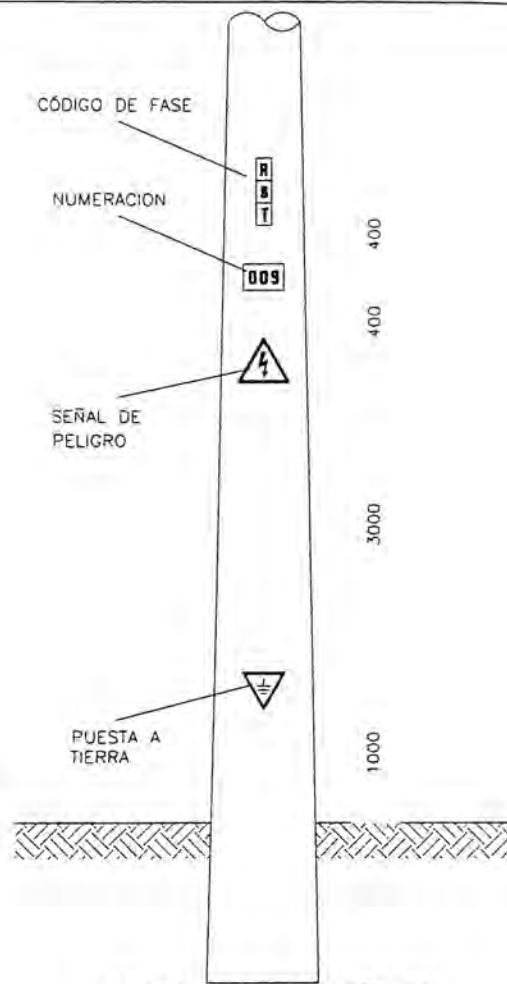
PLANO N°:  
**LST-13**

ARCHIVO : LST-13.DWG  
FECHA : NOV-11  
ESCALA : 1/40

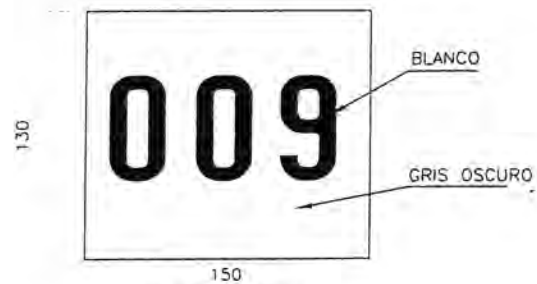
DISEÑADO POR: jescalante  
REVISADO POR: jbaulistar  
AJUSTADO POR: jescalante

PROYECTO: DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

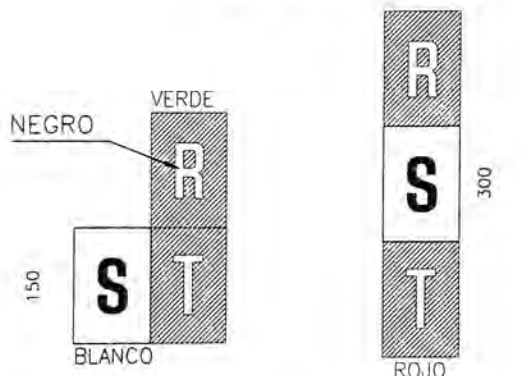




UBICACION DE LAS SEÑALES EN EL POSTE  
Escala: S/E



NUMERACION  
Escala: S/E



DISP. ALTERNADA

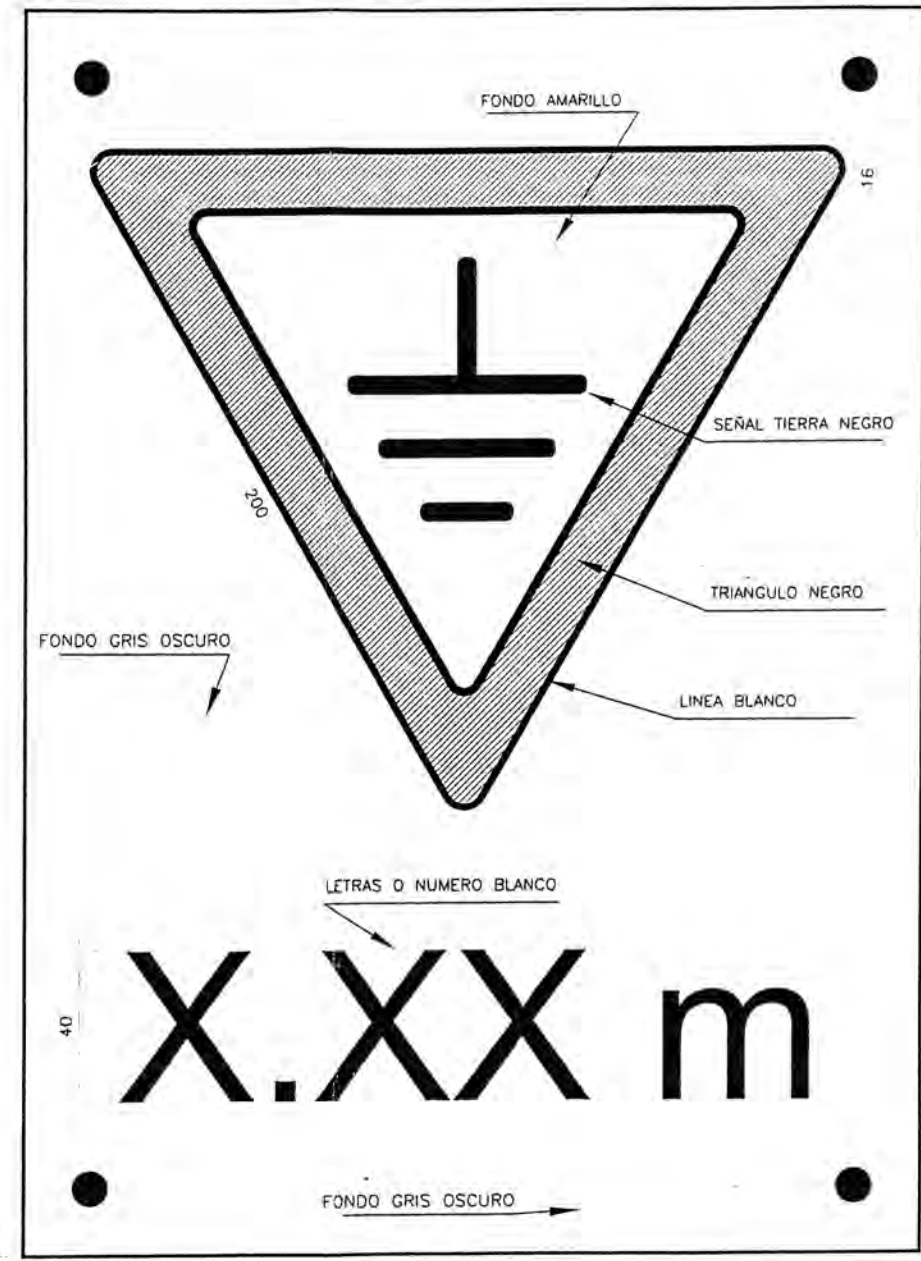
DISP. VERTICAL

UNA FASE

CODIGO DE FASE FONDO DEL CUADRO  
Escala: 1/10

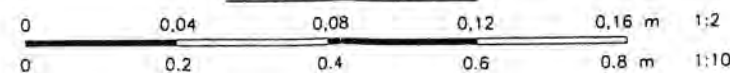


PLACAS DE SEÑALIZACION DE PELIGRO DE MUERTE EN POSTES  
Escala: 1/2



SEÑAL DE PUESTA A TIERRA  
Escala: 1/2

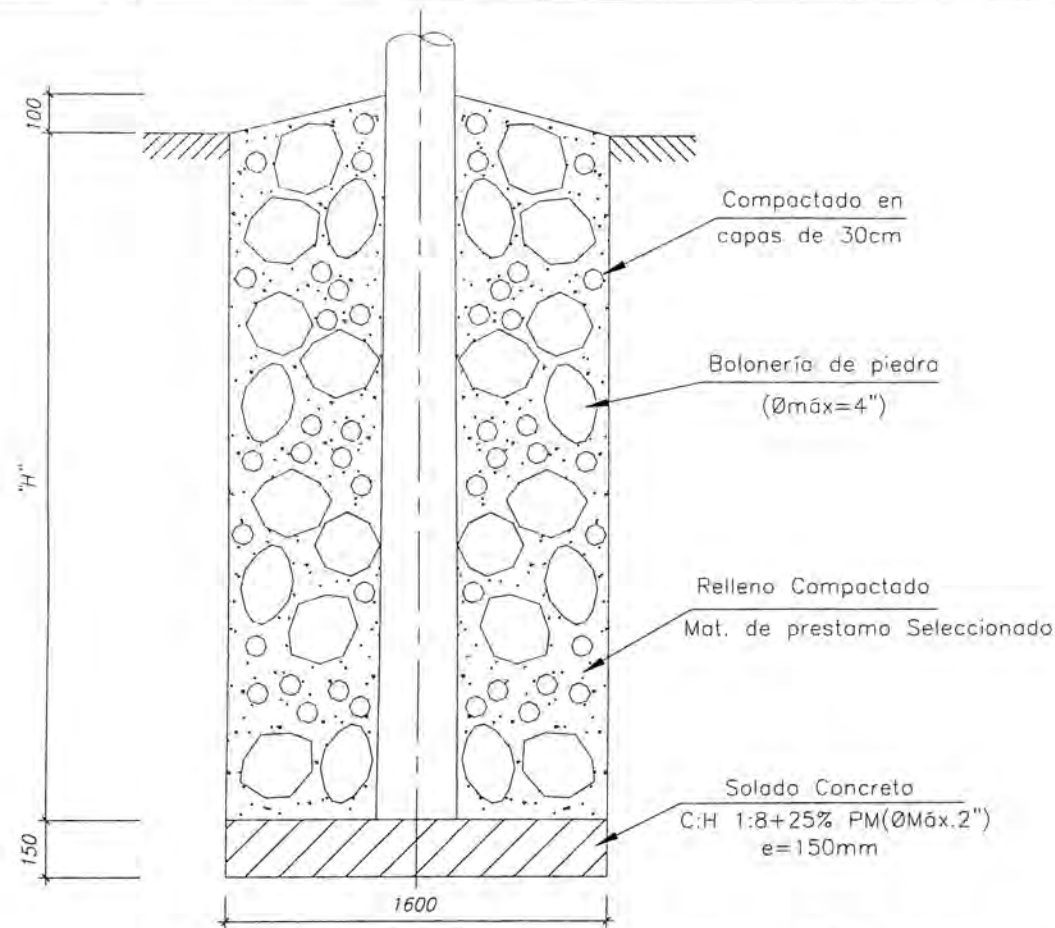
ESCALA GRAFICA



NOTA:

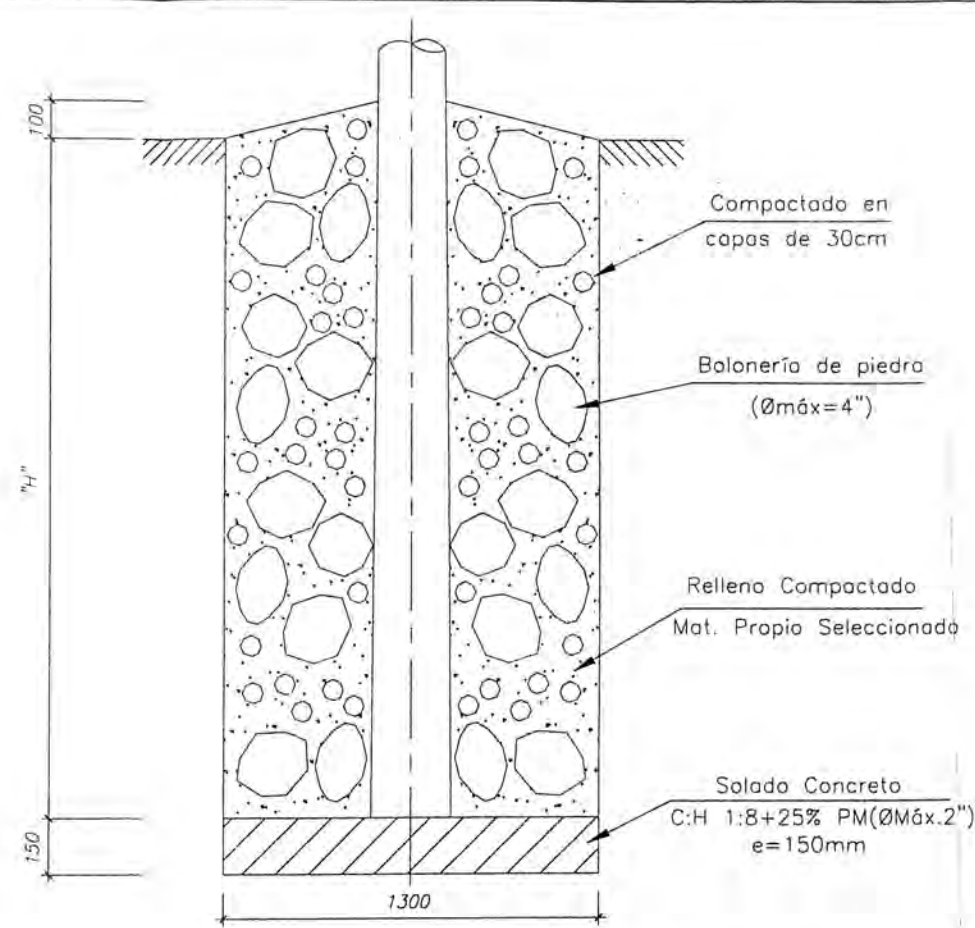
- La señalización de P.T. será orientado al lado del pozo a tierra
- En la señalización de P.T. el vertice inferior del triangulo indica la dirección a donde está ubicado el electrodo de puesta a tierra
- Dimensiones en mm

<b>ARASI SAC</b> DISEÑADO POR : jescalantec    REVISADO POR : jbautislar DIBUJADO POR : jescalantec    APROBADO POR : jbautislar		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO: DETALLE DE SEÑALIZACION DE POSTES	PLANO N° LST-14
				ARCHIVO : LST-14.DWG FECHA : NOV-11 ESCALA : INDICADA
PROYECTO: DISEÑO DE LA LINEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LINEA DE TRANSMISIÓN				



CIMENTACIÓN PARA POSTE DE MADERA CM1-I y CM2-I

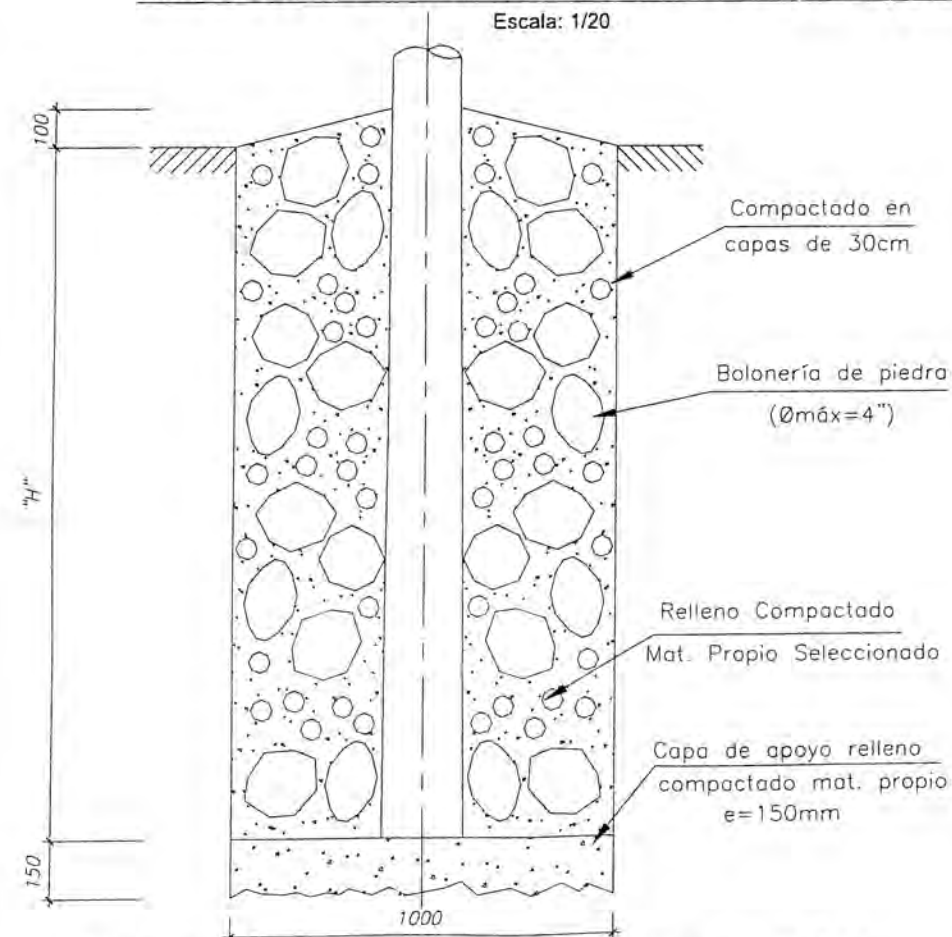
Escala: 1/20



CIMENTACIÓN PARA POSTE DE MADERA CM1-II, CM1-III, CM2-II y CM2-III

Escala: 1/20

Características del Suelo y Diámetro de Cimentación		
TIPO	SUELO	CAPACIDAD PORTANTE (Kg/cm <sup>2</sup> )
TIPO I	BOFEDALES	1.00 - 1.50
TIPO II	ARENA-LIMO-ARCILLOSO	1.50 - 2.00
TIPO III	GRAVOSO - LIMOSO	2.50 - 4.00
TIPO IV	ROCA	> 4.00



CIMENTACIÓN PARA POSTE DE MADERA CM1-IV y CM2-IV

Escala: 1/20

Excavaciones y rellenos									
Tipo de Suelo	Descripción del Poste	Tipo de Cimentación	Altura "H" (m)	Ø (m)	Excavación Por Estructura (m <sup>3</sup> )	Relleno			Eliminación del Material Excedente (m <sup>3</sup> )
						Propio de Excavación (m <sup>3</sup> )	Préstamo de Cantera (m <sup>3</sup> )	Bolonería (m <sup>3</sup> )	
Tipo I Bofedal	Poste de Madera de 45 pies	CM1-I(*)	2.00	1.60	4.32	0.00	1.61	2.81	4.76
	Poste de Madera de 50 pies	CM2-I(*)	2.15	1.60	4.62	0.00	1.73	3.03	5.09
Tipo II - III Conglomerado Arcilloso	Poste de Madera de 45 pies	CM1-II, CM1-III	2.00	1.30	2.85	1.33	0.00	1.86	1.68
	Poste de Madera de 50 pies	CM2-II, CM2-III	2.15	1.30	3.05	1.43	0.00	2.00	1.79
Tipo IV Rocoso	Poste de Madera de 45 pies	CM1-IV	2.00	1.00	1.69	0.91	0.00	1.10	1.08
	Poste de Madera de 50 pies	CM2-IV	2.15	1.00	1.81	0.97	0.00	1.18	1.17

(\*) El material extraído para el caso de bofedales, tendrá que ser reemplazado en su totalidad debido a su baja capacidad portante.

**NOTAS:**

- 1.- Todas las medidas están en milímetros, excepto las indicadas.
- 2.- Se colocará solado de 5 cm cuando el suelo sea tipo IV (Rocoso) (solo para garantizar una superficie horizontal para apoyar el poste)
- 3.- La sección de las cimentaciones es circular (Diámetro "Ø")

**ESCALA GRÁFICA**



<b>ARASI SAC</b>		 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESPECIALIDAD DE INGENIERIA ELECTRICA	TITULO:  <b>DETALLE DE CIMENTACIÓN          PARA POSTE DE MADERA Y CONCRETO</b>	PLANO N° <b>LST-15</b>
DISEÑADO POR: jescalontec	REVISADO POR: jbolistar	PROYECTO: <b>DISEÑO DE LA LÍNEA SUBTRANSMISIÓN EN 33 kV          SUBESTACIÓN AYAVIRI-ARASI Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>	ARCHIVO: LST-15.DWG	
DIBUJADO POR: jescalontec	APROBADO POR: jbolistar		FECHA: ESCALA: INDICADA	



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- [2] RUS BULLETIN 1724 E – 200 “Design Manual for high voltage transmission lines”
- [3] VDE 210 “Determinación para la construcción de líneas aéreas de energía eléctrica mayores de 1 kV – Verband Deutscher Elektrotechniker
- [4] IEC 815 “Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions” – International Electrotechnical Commission
- [5] IEEE STD 1410 “Guía para mejorar el comportamiento bajo descargas tipo rayo de las líneas aéreas de distribución eléctrica”
- [6] IEEE STD 80-2000 “IEEE for safety in AC Substation Grounding”
- [7] Evaluación de la Capacidad Térmica y Pérdidas de la Rigidez Mecánica en una LTA, Meiguen, III Jornadas de Potencia, Maracaibo 1982
- [8] Recomendaciones del libro Redes de Energía Eléctrica ENDESA