

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



DISEÑO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 138 kV - ATACOCHA

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR

JOSÉ ALFREDO MEDINA MALPARTIDA

**PROMOCIÓN
2001 – II**

**LIMA – PERÚ
2007**

DISEÑO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 138 kV – ATACOCHA

Dedicatoria

A mis padres

A mi hermana

A mi esposa

SUMARIO

El presente Informe de Ingeniería comprende el desarrollo del expediente técnico a nivel de Ingeniería Definitiva para el diseño electromecánico de la Línea de Transmisión en 138kV – Atacocha, la cual tiene el objetivo de dotar de energía eléctrica a las instalaciones de la Compañía Minera Atacocha, a través de su nueva subestación Machcán.

El expediente incluye la descripción de las instalaciones proyectadas, y el desarrollo de la ingeniería de la Línea de Transmisión en 138 kV, conforme a los criterios de diseño planteados y las normas pertinentes, las cuales permitirán definir los diferentes componentes de las mismas, para su presentación a los postores de suministro y ejecución de obra.

Este trabajo parte de los resultados de los análisis previos que normalmente anteceden a este tipo de trabajos, como es el planeamiento y la ingeniería básica, en donde se definen las necesidades, alternativas y características básicas del proyecto.

Es materia de otros expedientes lo relacionado con las subestaciones, las líneas en 50kV, y circuitos de distribución, que en conjunto con el presente estudio conformarán el proyecto integral de suministro y remodelación del sistema eléctrico de la Compañía Minera Atacocha.

INDICE

1.	CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1.1.	Introducción	3
1.1.1.	Antecedentes	3
1.1.2.	Alcance del Estudio.....	4
1.1.3.	Máxima Demanda de la Compañía Minera Atacocha.....	5
1.1.4.	Suministro Eléctrico a la Compañía Minera Atacocha desde el SEIN.....	6
1.2.	Sistema Eléctrico Compañía Minera Atacocha actual	7
1.2.1.	Instalaciones existentes	7
1.2.2.	Situación actual del sistema Eléctrico existente de la Compañía Minera Atacocha.....	8
1.2.3.	Resultados de la etapa de planeamiento:.....	8
1.3.	Línea de Transmisión en 138 kV proyectada.	9
1.3.1.	Condiciones Generales	10
1.3.2.	Actual Línea de Transmisión 138 kV Paragsha II - Huanuco.....	12
1.3.3.	Ruta de la línea proyectada	12
1.3.4.	Franja de Servidumbre.....	14
1.3.5.	Normas aplicables.....	14
1.3.6.	Criterios de Diseño Eléctrico	14
1.3.7.	Criterios de Diseño Mecánico.....	19
2.	CAPITULO II: CALCULOS JUSTIFICATIVOS	25
2.1.	Características Básicas de la Línea de Transmisión	25
2.1.1.	Generalidades.....	25
2.1.2.	Características principales de la línea de transmisión	25
2.1.3.	Condiciones climáticas y geográficas.....	25
2.1.4.	Ruta de la Línea.....	26
2.2.	Cálculos Eléctricos.....	26
2.2.1.	Normas aplicables.....	26
2.2.2.	Condiciones Generales de Operación.....	27
2.2.3.	Característica de los conductores	27

2.2.4.	Ampacidad.....	27
2.2.5.	Diseño de Aislamiento	28
2.2.6.	Distancias al suelo, en cruces de carreteras, vías y otras líneas.....	34
2.2.7.	Distancias mínimas a la estructura.....	34
2.2.8.	Geometría de las Estructuras.....	37
2.2.9.	Cálculo de la tasa de salida debido a descargas atmosféricas.....	38
2.2.10.	Resistividad del Terreno	53
2.2.11.	Cálculo de las Puestas a Tierra	62
2.3.	Cálculos Mecánicos	68
2.3.1.	Modelo Mecánico del Conductor y Cable de Guarda	68
2.3.2.	Coordinación de Tensiones Mecánicas entre Conductor y Cable de Guarda.....	69
2.3.3.	Uso de Amortiguadores de Vibración.....	70
2.3.4.	Cálculo Mecánico de las Estructuras	71
2.3.5.	Ubicación de Estructuras	71
2.3.6.	Resultados de la Distribución.....	72
3.	CAPITULO III: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	73
3.1.	Especificaciones Técnicas de Suministro.....	73
3.1.1.	Torres autoportadas	73
3.1.2.	Aisladores de suspensión de vidrio.....	85
3.1.3.	Conductores de aleación de aluminio AAAC.....	92
3.1.4.	Cable de guarda	99
3.1.5.	Herrajes de cadenas de aisladores.....	103
3.1.6.	Elementos de fijación y empalme para conductores y cable de guarda.	110
3.1.7.	Material para puesta a tierra	124
3.1.8.	Amortiguadores de vibración.....	127
3.2.	Especificaciones Técnicas Generales de Montaje	130
3.2.1.	Requisitos y procedimientos generales para la construcción	130
3.2.2.	Montaje de estructuras metálicas.....	136
3.2.3.	Tendido de los conductores	140
3.2.4.	Montaje de cadena de aisladores y accesorios.....	146
3.2.5.	Inspecciones de la línea construida	147
3.2.6.	Pruebas	149
4.	CAPITULO IV: TABLAS DE CANTIDADES.....	151
4.1.	Generalidades.....	151
4.1.1.	Tabla de cantidades.....	151

4.1.2.	Presupuestos referencial.....	151
4.1.3.	Análisis de precios unitarios	151
4.1.4.	Cronograma de obra	151
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	152
5.1.	Conclusiones	152
5.2.	Recomendaciones	153
6.	ANEXOS:.....	154
7.	BIBLIOGRAFIA:	155

PROLOGO

El objetivo del presente informe es el desarrollo del expediente técnico a nivel de ingeniería definitiva de la Línea en 138 kV hacia la compañía Minera Atacocha, la cual está ubicada en el departamento de Pasco, provincia de Pasco, distrito de San Francisco de Asís de Yarusyacán. La futura construcción de esta línea en 138 kV tiene como principal objetivo la dotación de energía en las cantidades y con la confiabilidad necesarias para las operaciones mineras, y para poder desactivar el actual alimentador (Línea en 50 kV Paragsha I - Chicrín), la misma que tiene muchos problemas de servidumbre.

Para el desarrollo del presente estudio, se ha recopilado toda la información posible de campo, como son los hitos importantes, fronteras, tipos de suelo, condiciones atmosféricas, identificación de la zona desde el punto de vista arqueológico, cultural y social. Basado en lo anterior se ha podido determinar la mejor ruta, que permita hacer viable el proyecto; y se han desarrollado las mediciones y los levantamientos topográficos correspondientes con estación total, enlazando el sistema de coordenadas de la Compañía Minera Atacocha con el sistema de coordenadas de la Línea en 138 kV proyectada.

Luego del trabajo de campo, se ha proseguido con el trabajo en gabinete, que incluyó el análisis de la información de campo, mediante la aplicación de una serie de procedimientos de cálculo y normas, las mismas que se describen con detalle en el presente informe; así también se han utilizado programas de cómputo, que dieron como resultado el diseño de las distintas partes de la línea, como son el aislamiento, la geometría de las estructuras, las puestas a tierra. Se utilizó el PLS Cadd para la distribución de estructuras.

El presente informe se ha dividido en 4 capítulos, cuyos contenidos se resumen muy brevemente a continuación:

El Capítulo I es el corresponde a la Memoria Descriptiva. En él se describe el proyecto dentro de su correspondiente contexto, explicando las necesidades del mismo. Para un entendimiento integral, se describen también las instalaciones existentes y proyectadas, y se plantean los criterios de diseño que se utilizarán en el desarrollo del proyecto.

El Capítulo II correspondiente a los Cálculos Justificativos, contiene toda la información que sostiene al diseño planteado, explicando en cada parte las metodologías, normas y procedimientos utilizados.

El Capítulo III contiene las Especificaciones Técnicas del proyecto, tanto de suministro como de montaje. Esto sirve para una adecuada licitación y ejecución de las obras.

El Capítulo IV contiene las Tablas de Cantidades (comúnmente llamados metrados), los presupuestos referenciales y el cronograma de obras propuesto.

El Capítulo V contiene las Conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

Así mismo se incluye una sección de Anexos, como complemento de los cálculos justificativos, y con los reportes resultados de la distribución de estructuras. Se presentan aquí también los planos del proyecto.

Finalmente se incluye la Bibliografía principal utilizada en el presente estudio.

Concluyo este prólogo agradeciendo a la UNI y en especial a mis profesores, por haber compartido sus conocimientos en las aulas, base de mi formación profesional.

1. CAPITULO I: MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Introducción

Actualmente la Empresa Energética de Chaprín se encuentra desarrollando dentro de su esquema de actividades, una agresiva política de mejoramiento del sistema eléctrico vinculado a la Compañía Minera Atacocha. La visión empresarial es lograr la construcción de un sistema de generación de alrededor de 80 MW cuyo propósito será entre otros el de atender la demanda minera de la zona.

El propósito fundamental y prioritario de Energética de Chaprín es el desarrollo de generación eléctrica aprovechando el recurso hídrico de la cuenca del río Huallaga. La realización de este proyecto esta orientado a conseguir los siguientes objetivos:

Elevar sus niveles de rentabilidad y liquidez por acción, haciendo atractivo la inversión en este rubro.

Respetar el Medio Ambiente, minimizando el impacto de las actividades mineras al eco sistema.

Mejorar el entendimiento con las comunidades de la zona.

Promover, evaluar y poner en marcha los proyectos energéticos que se muestren atractivos en el presente y futuro.

1.1.1. Antecedentes

La Empresa Energética de Chaprín, dentro de su programa de inversiones para el mejoramiento y afianzamiento del sistema eléctrico de la Compañía Minera Atacocha, ha encargado a la empresa consultora PROYECTOS ESPECIALES PACIFICO S.A. (PEPSA) la ejecución de los estudios a nivel de ingeniería definitiva de la LINEA DE TRANSMISION 138 kV" y "SUBESTACIONES ASOCIADAS – ATACOCHA", con el propósito de desarrollar el proyecto de ingeniería para el suministro de energía eléctrica a las instalaciones de la minera.

Así mismo se debe indicar que actualmente la Compañía Minera Atacocha, se encuentra desarrollando un conjunto de proyectos mineros que le implican un incremento en la demanda de energía y la necesidad de mejorar la confiabilidad de su sistema eléctrico. Para lograr esto se debe instalar subestaciones y líneas de potencia nuevas.

La disposición de equipos de maniobra, control y protección en las instalaciones nuevas, deben estar orientadas a interconexiones con el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y en el futuro con centrales hidráulicas del grupo energético Chaprín.

Para el caso de mínima generación de las centrales de responsabilidad de Energética Chaprín, será el SEIN quién proporcione la diferencia de energía que requiere la expansión de las minas para sus operaciones.

Actualmente la línea en 50 kV L-6523 Paragsha I – Chicrín, tiene muchos problemas de servidumbre. Esta es la actual vía de alimentación de energía eléctrica a la Compañía Minera Atacocha, siendo complementada por la generación de las C.H. Chicrín y Marcopampa.

1.1.2. Alcance del Estudio

Luego de las alternativas analizadas en la etapa previa al presente estudio (etapa de planeamiento y análisis de alternativas), se han definido las necesidades del proyecto integral de suministro de energía eléctrica a la Compañía Minera Atacocha desde el SEIN en 138 kV, por lo que las obras contempladas deben lograr:

El seccionamiento de la línea de transmisión, en un punto apropiado de la línea Paragsha – Huanuco en 138 kV (L-1120).

A partir de dicho seccionamiento, la construcción de 4,46 km de línea en 138 kV, doble terna, que permita interconectar a la Nueva subestación proyectada (Machcán) con las subestaciones Paragsha II y Huanuco.

La construcción de la Nueva Subestación Machcán 138/50/10 kV.

La construcción de la Nueva Subestación Chicrín 50/10/4,16 kV.

La construcción de 3,5 km de línea en 50 kV, que permitirá interconectar a la Nueva S.E. 138kV con la Nueva S.E. Chicrín.

La construcción de la Nueva Subestación Atacocha 10/4,16 kV.

Construcción de 1,5 km de línea primaria en 10 kV, que permitirá interconectar la Nueva S.E. Machcán con la Nueva S.E. Atacocha.

El presente informe trata lo correspondiente a los diseños de la Línea de Transmisión en 138 kV, por lo que se definen los siguientes alcances.

- Investigación básica de campo y gabinete.
- Definición de las características del Proyecto "LINEA DE TRANSMISION 138 kV".
- Salida de la línea de transmisión.
- Recorrido y trazo de ruta de la línea de transmisión.
- Llegada de la línea de transmisión.
- Criterios de diseño.
- Distribución de estructuras.
- Cálculos justificativos del proyecto.
- Especificaciones Técnicas.
- Tablas de cantidades.
- Planos del proyecto.

1.1.3. Máxima Demanda de la Compañía Minera Atacocha

El consumo de energía eléctrica de la Compañía Minera Atacocha para el 2005 fue de 78 360,3 MWh, cuyo desagregado se puede ver en la tabla N° 1.1:

TABLA N° 1.1: Energía consumida por la Compañía Minera Atacocha.

DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SISTEMA ELECTRICO C.M.A. - 2005													
Carga	enero (MWh)	Febrero (MWh)	marzo (MWh)	abril (MWh)	mayo (MWh)	junio (MWh)	julio (MWh)	agosto (MWh)	setiembre (MWh)	octubre (MWh)	noviembre (MWh)	diciembre (MWh)	total (MWh)
Mina	2,580.0	2,402.5	2,672.0	2,682.0	2,841.8	2,881.4	2,959.0	2,967.5	2,875.5	2,958.3	2,868.0	2,955.0	33,643.0
Planta	2,750.0	2,550.0	2,750.0	2,690.0	2,870.5	2,859.4	2,942.3	2,941.8	2,866.0	2,954.0	2,871.2	2,947.3	33,992.5
Administ.	905.0	815.0	908.0	878.0	904.5	876.0	926.0	918.0	875.3	915.0	879.0	925.0	10,724.8

El factor de carga promedio anual fue de 0,80, (valor típico para cargas dedicadas a la actividad minera con un período de operación anual de 8,760 horas), siendo la máxima demanda registrada para el 2005 de 11,4 MW.

La Compañía Minera Atacocha para los primeros meses del año 2007, tiene previsto incrementar su demanda en aproximadamente 1,5 MW, como consecuencia de la puesta en servicio de su nueva planta de tratamiento de relave, que le permitirá bombear el relave desde el nivel 3 500 hasta el nivel 4 050 donde será ubicada su nueva presa de relave.

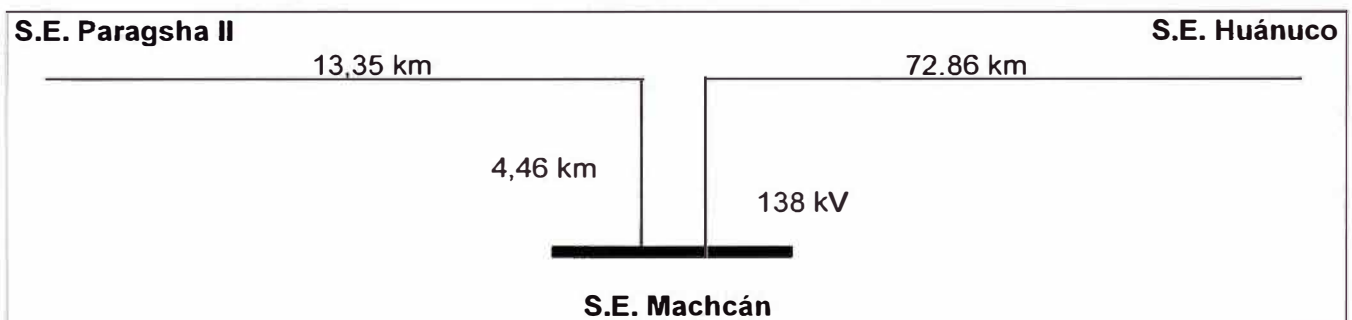
De otro lado debemos indicar que la Compañía Minera Atacocha se encuentra ejecutando un programa investigación con el propósito de evaluar y poner en marcha proyectos mineros que sean atractivos para el presente y futuro, dando prioridad a los de mayor proximidad a su zona de concesión. Esto traerá consigo el crecimiento de la demanda de energía eléctrica. Por lo que se requiere contar con centros de distribución adecuadamente instalados que permitan el suministro de energía eléctrica a las nuevas cargas en los próximos años.

1.1.4. Suministro Eléctrico a la Compañía Minera Atacocha desde el SEIN

Se propone como alternativa de suministro eléctrico a las instalaciones de Compañía Minera Atacocha, la conexión al SEIN mediante una derivación en "PI" de la línea Paragsha – Huánuco (Fig. 1.1), con la construcción de 4,46 km de línea aérea en soportes de doble terna hasta llegar a la nueva subestación de 138kV (Machcán).

En la actualidad Energética Chaprín ha culminado los estudios de pre-factibilidad de generación hidroeléctrica de la cuenca del río Huallaga, obteniendo en su conjunto un total de 12 MW que deberán ser entregados al SEIN a través del nuevo sistema

Fig 1.1 : Derivación Proyectada.



La nueva subestación Machcán está concebida para servir como división de la línea actual L-1120. A partir de esta subestación se desarrollará el nuevo sistema eléctrico Atacocha. Dicha subestación tiene las siguientes características principales.

Niveles de tensión	138 / 50 / 10 kV.
Potencia del transformador	20 / 25 MVA ONAN / ONAF

1.2. Sistema Eléctrico Compañía Minera Atacocha actual

1.2.1. Instalaciones existentes

a) Generalidades

Actualmente la energía eléctrica requerida por la Compañía Minera Atacocha para la realización de sus actividades mineras, proviene una parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) complementada con la energía eléctrica generada en las centrales hidroeléctricas de Energética Chaprín.

Energética Chaprín consta de las generadoras Chaprín y Marcopampa, cuyas capacidades máximas de generación son de 5,4 y 1,2 MW respectivamente.

La energía del SEIN la toman desde la S.E. Paragsha I, a través de la línea de transmisión de 50 kV (L-6523), la cual llega a la subestación de Chicrín. La subestación de Chicrín alimenta de energía eléctrica mediante una línea de transmisión de 50 kV de aproximadamente 1,5 km a la S.E. Atacocha 50/4,16 kV. De otro lado, la S.E. Chicrín se encuentra interconectada con las centrales hidroeléctricas de Chaprín y Marcopampa.

b) Línea de Transmisión 50 kV Paragsha I - Chicrín

La línea de transmisión L-6523, es una línea con mas de 50 años de antigüedad construida para un nivel de tensión de 50 kV, simple terna, con una longitud aproximada de 17,2 km, con conductor AAAC de 53,5 mm², construida en estructuras metálicas de celosía. Esta línea de transmisión es de propiedad de la Compañía Minera Atacocha, y une a la subestación Paragsha I de propiedad de ELECTROANDES S.A. con la subestación de Chicrín de propiedad de la Compañía Minera Atacocha.

Actualmente la servidumbre de esta línea de transmisión en los primeros kilómetros desde la salida de la subestación Paragsha I, se encuentra cuestionada por el ente regulador, en razón de que cruza centros poblados y en muchos casos se encuentra por encima de viviendas que han sido construidas con material noble, convirtiéndose esto en un serio peligro para los moradores de la zona; es por ello que la Compañía Minera Atacocha se ha visto obligado a realizar un conjunto de estudios a fin de cumplir con la normativa vigente y buscar una alternativa de suministro desde SEIN, para reemplazar la línea de transmisión L-6523.

1.2.2. Situación actual del sistema Eléctrico existente de la Compañía Minera Atacocha.

El sistema eléctrico de la Compañía Minera Atacocha, es de una antigüedad de mas de 50 años, desde entonces hasta la actualidad, ha sufrido un conjunto de modificaciones y/o ampliaciones en función a la necesidad de satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica determinada por el auge de la actividad minera de la zona.

Estas modificaciones y/o ampliaciones en el sistema eléctrico de la minera, han sido ejecutadas con un mínimo de planeamiento, lo que ha ocasionado un crecimiento de sus instalaciones en forma no muy adecuada.

Las consecuencias de estas hacen que en la actualidad la Compañía Minera Atacocha no pueda disponer de una mayor capacidad de transformación en sus instalaciones, que le permitan satisfacer las nuevas cargas que se vienen incrementando debido al aumento de la actividad productiva de la mina.

De otro lado podemos indicar que por su antigüedad, las instalaciones existentes que conforman su sistema eléctrico, no cuentan con la confiabilidad necesaria que se requiere para instalaciones eléctricas dedicadas al suministro eléctrico para la actividad minera, pues los equipos existentes son de fabricación con tecnología muy antigua, por lo que en muchos casos no es posible encontrar o ya no existen en el mercado los repuestos necesarios que permitan un adecuado mantenimiento o reparación de estos ante un eventual desperfecto.

De producirse lo indicado anteriormente, la Compañía Minera Atacocha se verá perjudicada económicamente ya que tendría que parar sus actividades productivas por falta de suministro de energía. Por esta razón, a través de Energética Chaprín se encuentra desarrollando el proyecto de interconexión en 138 kV, de forma que le permita mejorar y afianzar las actuales condiciones de suministro eléctrico a sus instalaciones con la confiabilidad requerida.

1.2.3. Resultados de la etapa de planeamiento:

a) Resultados del análisis de flujo de carga

El análisis se realizó para la condición de máxima demanda y para la condición en que las centrales hidroeléctricas de Chaprín y Marcopampa se encuentran fuera de servicio; condición en que la Compañía Minera Atacocha requiere el total de suministro de energía eléctrica desde el sistema. Y adicionalmente en el caso en que ambas centrales se encuentran operando.

b) Perfil de Tensión

En el siguiente cuadro se resume los niveles de tensión para ambas condiciones:

TABLA N° 1.2: Perfil de tensión

Barra	AVENIDA (kV)	ESTIAJE (kV)
Huánuco	131.97	132.22
Machcán	128.09	128.40
Paragsha	127.42	127.99

Observamos que las variaciones de la tensión son mínimas para ambas condiciones.

c) Pérdidas en Líneas

En el siguiente cuadro se resume las pérdidas en la línea de transmisión nueva para ambas condiciones.

TABLA N° 1.3 Pérdidas en las líneas

PÉRDIDAS EN LA LÍNEA NUEVA 138 kV EN - MW	
AVENIDA	ESTIAJE
0.009	0.006

Se observa que para el caso de avenida las pérdidas son de 9 kW y para la condición de estiaje son de 6 kW, con lo que se concluyó lo siguiente:

Los niveles de tensión para ambas condiciones no varían significativamente.

El nivel de pérdidas es entre 9 kW y 6 kW debido al incremento de la longitud de la línea.

De estos resultados podemos concluir que la alternativas de ubicar la SE 138 kV Machcán en el lugar propuesto es técnicamente viable.

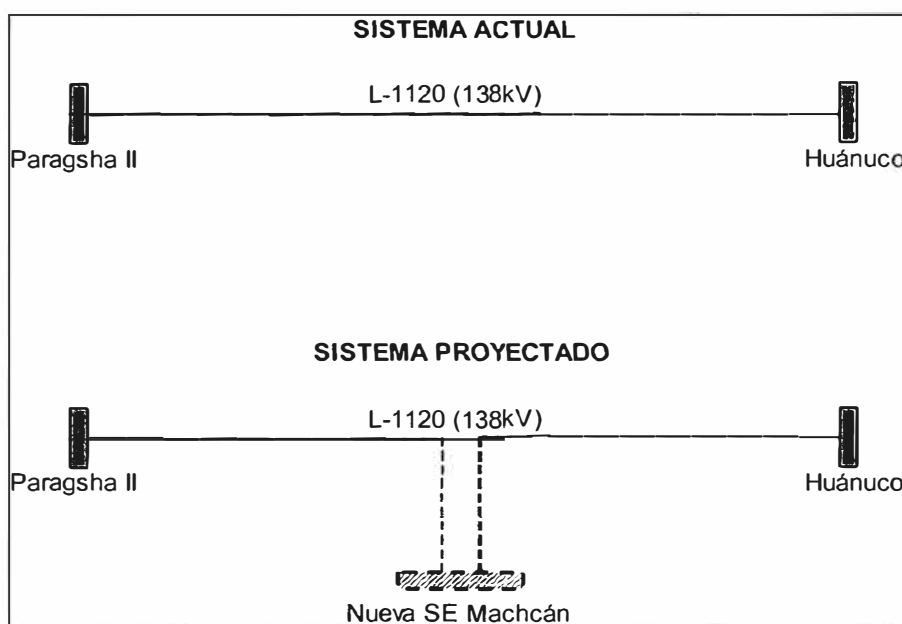
1.3. Línea de Transmisión en 138 kV proyectada.

La alimentación principal del nuevo sistema eléctrico de la Compañía Minera Atacocha se efectuará a través de la línea de transmisión en 138kV proyectada. Dicha línea se plantea

como una ampliación de la línea existente L-1120 (propiedad de REP), que actualmente tiene 86,21 km de longitud y va de Paragsha II a Huánuco en 138 kV y simple terna.

Para este fin, se planea abrir dicha línea entre sus estructura Nro 30 y 31 (estructuras de tipo suspensión), y a partir de ella llevarla por medio de estructuras metálicas de celosía de 2 circuitos, hasta la nueva subestación proyectada 138kV Machcán, según se muestra en la figura 1.2:

Fig. 1.2: Sistemas eléctricos (actual y proyectado)



Bajo los conceptos de continuidad y confiabilidad en el suministro de energía eléctrica a las instalaciones de la mina, los diseños que se contemplan son:

Seccionamiento de la línea de transmisión existente Paragsha - Huanuco de 86,21 km de longitud (LT-1120) en su vano comprendido entre la estructura N° 30 (T30) y la estructura N° 31 (T31).

Diseño de una línea de transmisión de 138 kV, doble terna, estructuras metálicas, conductor AAAC 279 mm² y cadenas de aisladores de vidrio

1.3.1. Condiciones Generales

Los criterios de diseño eléctrico y mecánico están basados en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001, y reconocidas normas internacionales, con las apropiadas

condiciones climáticas y geográficas, así como las de operación de los sistemas, según se describe a continuación:

a) Condiciones Climáticas

La zona del proyecto tiene las características siguientes:

- Altitud 3 900 - 4 350 m.s.n.m.
- Temperatura máxima 20 ° C
- Temperatura media anual 10 ° C
- Temperatura mínima : -5 ° C
- Velocidad del viento: Máximo : 80 km/h
- Nivel ceráunico : 50 días de tormenta al año
- Nivel de contaminación : bajo
- Precipitación pluvial : abundante entre los meses de noviembre y marzo

b) Ubicación y Vías de Acceso.

La zona se encuentra localizada en la sierra central a 15 km al Nor-Este de la ciudad de Cerro de Pasco, en el departamento de Pasco; a una altura de 4 000 m.s.n.m.

El principal acceso al área del proyecto es a través de la carretera central asfaltada de Lima a Huanuco. Desde Chicrín, por la trocha de la propia Compañía Minera Atacocha. Existe otro acceso (trocha) que rodea a la zona minera, y llega al área del proyecto por la parte posterior (Comunidad de Yarusyacán)

La Planta Concentradora, la Central hidroeléctrica de Marcopampa y las oficinas administrativas, así como el propio complejo minero están ubicadas en la localidad de Chicrín, la cual se encuentra a una altura de 3 500 m.s.n.m, en el kilómetro 324 sobre la Carretera Central, hacia su lado izquierdo (en dirección hacia Huánuco).

Asimismo la Central Hidroeléctrica de Chaprín con capacidad de generación de 5,4 MW y una proyección de expansión de hasta 12 MW, forma parte del conjunto de propiedades de la Empresa Energética de Chaprín, la cual se encuentra en el km 340 de la Carretera Central. Esta central se encuentra conectada a la actual subestación eléctrica de Chicrín mediante una línea de 50kV.

1.3.2. Actual Línea de Transmisión 138 kV Paragsha II - Huanuco

La línea existente L-1120 Paragsha II – Huánuco, es de simple terna, compuesta por un conductor por cada fase, cuyo material de fabricación es en aleación de aluminio (AAAC) de 279 mm² de sección. La disposición de los conductores es en forma triangular en las torres de suspensión y anclaje.

La protección contra descargas atmosféricas de la línea se realiza mediante un cable de guarda de acero galvanizado de 50 mm² de sección, instalado a lo largo de la línea.

Los aisladores son de vidrio de 254 mm x 146 mm, cuyas cadenas están dispuestas de la siguiente forma: cadena de suspensión compuesta de 12 unidades, cadenas de anclaje 13 unidades.

Las grapas de anclaje de conductores y cable de guarda, son de compresión.

Las estructuras son torres metálicas autosoportadas.

1.3.3. Ruta de la línea proyectada

El trazo de ruta de la línea es el resultado de la selección de rutas probadas en cartas geográficas a escala 1:100,000 y 1:25,000, corroborada después con los trabajos de reconocimiento de la zona del proyecto.

El trazo de ruta de la línea de transmisión en 138 kV, se efectuó tomando en consideración los siguientes criterios:

- Ubicación de estructuras en terrenos donde no presenten zonas de derrumbe por fallas geológicas.

- Cuidado de las distancias adecuadas, para evitar los problemas de faldeo.

- Proximidad a trochas y caminos existentes de modo que facilite el transporte y el montaje en la ejecución de la obra.

- Ocupación preferentemente de terrenos eriazos

- Coordinación con el Instituto Nacional de Cultura, para evitar el paso por zonas con vestigios arqueológicos.

En el trazo de ruta se ha buscado que la línea sea apantallada naturalmente por el terreno cercano.

Así, luego de los trabajos de exploración de campo, se ha identificado diversas zonas de donde se puede derivar de la línea de transmisión de 138 kV Paragsha - Huanuco, encontrándose como alternativa más conveniente de conexión, derivar desde el vano comprendido entre las estructura N° 30 y 31. Para lo cual se deberá seccionar la línea de transmisión en este tramo y colocar unas estructuras de anclaje especiales para la interconexión del tramo de línea de transmisión en 138 kV doble terna, que permitirá interconectar la Nueva S.E. Machcán 138/50/10 kV con las subestaciones de Paragsha II y Huanuco.

La nueva línea de transmisión 138 kV, tendrá una longitud de 4,46 km, la ubicación del punto de alimentación de la línea proyectada esta debajo del vano entre la Torre N° 30 y la Torre N° 31 de la línea existente, esta línea tiene como punto de llegada la futura subestación de Machcán.

La línea parte del vano de las torres 30 y 31 de la línea Paragsha-Huánuco en 138 kV, con dirección Este, haciendo un ángulo de 45°, esto hace que se evite una de las partes altas del cerro Canay para llegar al primer vértice V-1; luego la línea continua, descendiendo por la quebrada Tucún, para luego subir por el cerro Pumartanga, cruza terrenos de cultivo de la comunidad de Machcán hasta llegar al vértice V-2, Con dirección Sur-Este la línea continua ascendiendo el cerro hasta llegar a la parte más alta de la línea, para luego descender con dirección Sur-Este hasta llegar al vértice V-3 próximo a la Subestación de Machcán proyectada.

El Plano N° 9336-LT-301 muestra el trazo de ruta de la línea proyectada, desde el punto de derivación hasta la subestación de Machcán, con su respectivos vértices en el sistema de coordenadas UTM del datum WGS84..

Los resultados del trazo de la ruta de la línea de transmisión en 138 kV presentan las siguientes características:

Longitud total	: 4,46 km
Altitud punto de derivación	: 4 250 m.s.n.m.
Altitud S.E. Machcán	: 4 220 m.s.n.m.
Altitud máxima	: 4 352 m.s.n.m.

1.3.4. Franja de Servidumbre

Según en Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001 (CNE), regla 219.B.4 (Tabla 219), el ancho mínimo de la franja de servidumbre para líneas de transmisión de 138 kV es 20 m (10 m a cada lado del eje de la línea).

1.3.5. Normas aplicables

Los criterios empleados en el diseño de las líneas de 138 kV se rigen por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001, y otras normas internacionales, tales como las IEC, IEEE, VDE; las cuales se nombran en los párrafos respectivos. Dichas normas establecen los requerimientos mínimos para el diseño del presente proyecto.

1.3.6. Criterios de Diseño Eléctrico

Para el diseño eléctrico se han considerado las condiciones climáticas y geográficas antes descritas, así como la aplicación de las normas antes mencionadas.

a) Condiciones generales de operación

Tensión nominal	: 138 kV
Tensión máxima de operación	: 145 kV
Frecuencia	: 60 Hz

b) Característica del conductor y del cable de guarda

Dado que el proyecto considera condiciones similares a las de la línea existente Paragsha II – Huanuco, en el presente diseño se está utilizando el mismo tipo de conductor, el cual tiene las siguientes características principales:

Denominación	: AAAC 279 mm ²
Diámetro total	: 21,67 mm
Peso	: 0,749 daN/m
Tensión de rotura nominal	: 8405,46 daN

El cable de guarda a utilizar es de acero galvanizado de resistencia mecánica extra alta, teniendo las características principales que a continuación se describen:

Denominación	: Acero EHS 50 mm ²
Diámetro total	: 9,14 mm

Peso	: 0,398 daN/m
Tensión de rotura nominal	: 6 850,26 daN

- **Ampacidad:**

Para determinar la ampacidad del conductor seleccionado, se aplica adecuadamente el Estándar IEEE 738 a fin de hallar la relación corriente – temperatura de conductores desnudos (International Electrical and Electronics Engineers – Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Conductors).

Así mismo, basado en los resultados de la aplicación de la norma antes mencionada, y considerando que la potencia nominal de la línea es 45MVA ($I_{max} = 188$ A), determinamos que el conductor alcanzará una temperatura máxima de 28°C, conforme a lo mostrado en la memoria de cálculo del presente estudio. Para efectos de las hipótesis de cambio de estado se aplica lo indicado en el Código Nacional de Electricidad (50°C).

c) Selección del aislamiento

Para mantener la homogeneidad de la línea existente, y facilitar labores de mantenimiento, se emplearán aisladores de vidrio. El diseño del aislamiento de las Líneas de Transmisión de 138 kV se efectuó considerando los siguientes criterios:

- **Por Sobretensión a Frecuencia Industrial**

Normalmente se calcula el Voltaje Crítico Disruptivo (VCFO) corregido por factores ambientales, y se verifica que este sea menor que el Voltaje de Sostenimiento definido por la Norma IEC 71-2

- **Por Sobretensión de Impulso Tipo Rayo**

Se utilizan los valores normalizados, con las correcciones por altura adecuadas. El valor crítico hallado CIFO debe ser igualado o superado por la cadena de aisladores.

- **Por Distancia de Fuga.**

El grado de polución característico de la zona es bajo, por lo cuál se establece una relación entre la línea de fuga y tensión de servicio igual a 16 mm/kV (grado de contaminación ligero "I" según IEC 71-2).

El procedimiento de cálculo detallado y los resultados se pueden apreciar en la memoria de cálculo del presente informe.

- **Requerimientos mecánicos:**

Para especificar la tracción mínima de rotura del aislador se toma en consideración los máximos esfuerzos que se pudieran presentar en las diferentes etapas del cambio de estado del conductor, incluyendo además los factores de sobrecarga y resistencia que recomienda el CNE.

Así, el aislador seleccionado tiene las siguientes características principales:

-	Material y clase	: Vidrio – ANSI 52-3
-	Distancia de fuga	: 320 mm
-	Diámetro	: 255 mm
-	Paso	: 146 mm

El conjunto de los aisladores (cadena) presenta las siguientes características principales:

	En suspensión	En anclaje
-	Número de aisladores por cadena : 13	14
-	Tracción de rotura mínima : 70 kN	70 kN
-	Tensión de disrupción a f. Industrial (lluvia) : 485 kV	520 kV
-	Tensión de disrupción al impulso + & - : 1065 kV	1140 kV

d) Diseño en función a las descargas atmosféricas

El diseño de la protección contra descargas atmosféricas se realiza basado en la aplicación de la norma IEEE 1243-1997 para el análisis de las tasas de salidas por descargas directas e inversas, y teniendo en cuenta las características de las torres (geometría) y el diseño de las puestas a tierra según las mediciones realizadas en campo para la presente línea y para un nivel cerámico de 50.

e) Distancias mínimas de seguridad

- **Distancias al suelo, en cruces de carreteras, vías y otras líneas**

Basado en el Nuevo Código Nacional de Electricidad, distancias de seguridad verticales hacia el terreno y entre conductores que se cruzan, corregidas por tensión y altura se resumen en las siguientes:

- A caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones : 10,5 m
- A espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos : 8,5 m
- A cables de comunicaciones : 4,12 m
- A cables de suministro, hasta 23 kV: 2,9 m

Estas distancias están especificadas a 50°C sin presencia de viento conforme a lo indicado en el CNE Art. 232.A.1, aunque el conductor tiene previsto alcanzar temperaturas máximas por debajo de este valor. El cálculo y un listado completo de las distancias de seguridad se muestra en el capítulo de Cálculos Justificativos.

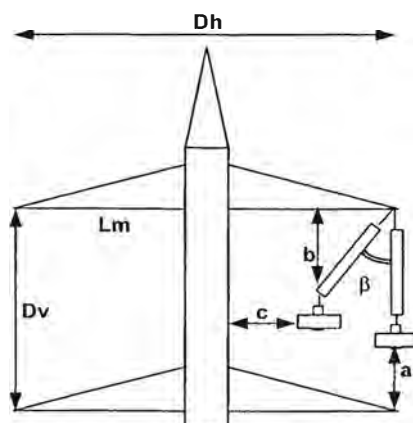
- **Distancias Mínimas a Masa**

Para determinar las distancias mínimas a masa, se calculan los valores mínimos de acercamiento permisibles, en función al aislamiento de la línea, lo cual se da en sus posiciones extremas:

En reposo (sin viento) para un acercamiento máximo hacia la ménsula inmediata inferior. Se consideran en el caso de las estructuras de suspensión, el alargamiento de la longitud de la cadena por la presencia de pesas (contrapesos)

En oscilación máxima de cadena (viento máximo), que nos servirá para hallar la longitud mínima de la ménsula y el ángulo máximo de oscilación permitido.

Fig. 1.3 Geometría de la estructura



- **Distancia mínima horizontal entre conductores de acuerdo a flechas**

Para el caso de las estructuras con conductores en el mismo nivel horizontal (como es el presente caso de estructuras doble terna) es importante determinar los acercamientos horizontales. Se tomará en cuenta lo indicado en el Código Nacional de Electricidad (CNE – Suministro 2001), reglas 235.B.1.b y 235.B.2, en la cual se indica que la distancia mínima de seguridad en la estructura para conductores de línea mayores de 35 mm² debe ser:

$$H(\text{mm}) = 7,6 * \text{kV} + 8 \cdot \sqrt{2,12 * S} \quad (1.1)$$

Donde:

H : Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)

kV : Máxima tensión de servicio (145 kV)

S : Flecha del conductor para: Temperatura =25°C y Presión de viento = 0 Pa

f) Resistividad del terreno y puestas a tierra

- **Resistividad del Terreno**

Se tiene como finalidad determinar las características eléctricas del suelo, a lo largo del recorrido de la línea de transmisión, de modo que sus parámetros puedan ser considerados en los diseños de los sistemas de tierra.

El proceso de los datos de campo de Resistividad Eléctrica del terreno, varía considerablemente, cuyos valores están en el rango de 100 – 5000 Ohm-m, esta zona básicamente está representada por terrenos de cultivo y aquel que puede considerarse como cultivable (Terreno con una capa delgada de tierra de cultivo).

- **Puesta a Tierra**

La resistencia de puesta a tierra de las estructuras estará orientada a lograr que se logren los valores mínimos que satisfagan la condición derivada del diseño basado en descargas atmosféricas, y también en función del CNE.

Los tipos puestas a tierra a considerar son:

Tipo B1 : Contrapeso simple en la dirección longitudinal, a ambos lados, y en longitudes variables dependiendo del valor de la resistividad.

Tipo B2 : Contrapeso doble en la dirección longitudinal, a ambos lados, y en longitudes variables dependiendo del valor de la resistividad.

Tipo B4 : Contrapeso doble en dirección longitudinal y transversal, a ambos lados, y en longitudes variables, según el valor de la resistividad.

1.3.7. Criterios de Diseño Mecánico

De acuerdo al Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001, las presiones sobre los conductores y estructuras debidas al viento se calcularán de acuerdo a la siguiente formula:

$$P_v = K * V^2 * S_f \quad (1.2)$$

Donde:

P_v = Presión de viento en Pa

$K = 0,455$ para las elevaciones mayores a 3 000 m.s.n.m.

V = Velocidad del viento en m/s

S_f = Factor de forma:

$S_f = 1,0$ para conductores

$S_f = 3,2$ para estructuras en celosía (Regla 252.B.2.c)

Así, para la máxima velocidad de viento se tiene: $V = 104 \text{ km/h} \leftrightarrow 28,9 \text{ m/s}$.

a) Hipótesis de cambio de estado

Para el cálculo mecánico del conductor se han considerado las hipótesis mostradas en la tabla 1.4; de acuerdo a las condiciones ambientales de la zona del proyecto, que fueron obtenidas en el lugar y basado en estudios similares en zonas cercanas, las que se muestran a continuación:

b) Selección del EDS

La vibración eólica, es decir la vibración de los conductores de las líneas aéreas bajo la acción constante del viento puede causar fallas por fatiga en los puntos de amarre o soporte después de un cierto tiempo de instalados. Las ondas resonantes son las más comunes y las que producen estos problemas de fatiga.

TABLA N° 1.4: Hipótesis de Cambio de estado

HIPÓTESIS	Velocidad del viento	Presión del viento	Hielo	Temperatura del conductor
	m/s	Pa	cm	°C
HIP 1: Every Day Stress (EDS)	0	0	0	10
HIP 2: Viento Máximo	28,9	380	0	5
HIP 3: Temperatura Máxima	0	0	0	50
HIP 4: Viento y Hielo	14,4	95	0,6	-5
HIP 5: Hielo máximo	0	0	1,2	-5

(*) El efecto CREEP será calculado como se indica en el siguiente ítem.

c) Selección del EDS

La vibración eólica, es decir la vibración de los conductores de las líneas aéreas bajo la acción constante del viento puede causar fallas por fatiga en los puntos de amarre o soporte después de un cierto tiempo de instalados. Las ondas resonantes son las más comunes y las que producen estos problemas de fatiga.

Para reducir en lo posible dichas vibraciones es necesario utilizar un EDS inicial lo mas bajo posible, teniendo en cuenta siempre el efecto adverso sobre el tamaño de las estructuras y la cantidad de estas en la línea.

Así mismo, el EDS del cable de guarda y el EDS de los conductores se han coordinado de manera que en la condición final, después de "creep", la flecha del cable de guarda no supere el 80% de la flecha del conductor de fase.

Así tenemos:

EDS conductor activo AAAC = 17% del tiro de rotura = 1 342 daN

EDS conductor de guarda EHS = 13% del tiro de rotura = 892 daN

d) Efecto CREEP

El modelo (Efecto Creep) es el adoptado por el PLS-CADD, programa para diseño de líneas de transmisión, el cual está basado en los algoritmos originales (McDonald, 1990; SAG-TENSION) que usan las relaciones polinomio esfuerzo - deformación similar a los usados por la industria de aluminio en EUA y Canadá (Batterman, 1 967; Aluminum Asociation, 1 971; EPRI, 1 988; Trash, 1 994).

La condición de un cable dentro de unas pocas horas de ser instalada en una línea de transmisión se llama su condición “inicial”. Además, debido a que los conductores se hallan bajo tensión constante, éstos se alargan (fluencia) con el tiempo. Si uno asume que el cable permanece bajo tensión constante a la temperatura media durante un período de diez años, la condición del cable después de este período se llama “final después de fluencia” (Creep). PLS-CADD desarrolla cálculos de flecha y tensión para conductores en sus condiciones “inicial” y “final después de creep”. Por lo tanto, las hipótesis de cálculo son asumidas en los criterios de diseño antes de desarrollar cualquier cálculo de flecha – tensión

Las tensiones y flechas para el conductor en la condición “inicial” suponen una relación esfuerzo-elongación para el conductor descrita por un polinomio de cuarto grado, con la elongación ξ expresada en por ciento de la longitud del cable sin tensión:

$$\sigma = k_0 + k_1 * \varepsilon + k_2 * \varepsilon^2 + k_3 * \varepsilon^3 + k_4 * \varepsilon^4 \quad (1.3)$$

Donde los cinco coeficientes k_0 hasta k_4 son determinados por la curva que se ajusta a datos experimentales.

De la misma forma, la condición “final después de creep”, representa la relación entre un esfuerzo aplicado asumido constante, a una temperatura determinada y durante un periodo de 10 años, y la elongación total resultante del conductor.

e) **Diseño de estructuras**

El presente proyecto considera el uso de estructuras de celosía metálica, con ménsulas para los 2 circuitos (ternas) en disposición vertical y doble cable de guarda.

De acuerdo a los ángulos del trazo de ruta y los vanos encontrados en la distribución de estructuras, se ha previsto el uso de los siguientes tipos de estructura:

TABLA N° 1.5:Tipos de estructuras.

TIPO	APLICACIÓN	ANGULO
A1	Estructura de anclaje angular	0° - 30°
A2	Estructura de anclaje angular para vano largo	0° - 30°
2T	Estructura terminal	0°

La estructura 2T es la única en el diseño que considera dos torres, una para cada terna.

En los planos de estructuras se puede apreciar la geometría de cada torre.

- **Definiciones básicas de diseño de estructuras:**

Vano lateral .- Es el vano más largo admisible de los adyacentes a la estructura.

Vano viento.- Es la semisuma de las longitudes de los vanos adyacentes.

Vano peso.- Es la carga vertical que ejercen los conductores sobre la estructura en sus puntos de amarre dividido por la carga unitaria vertical del conductor.

- **Casos de carga:**

- **Normales: Máximo viento transversal**

Cargas verticales: Peso de conductores y cable de guarda, cadenas de aisladores, accesorios y peso propio de la estructura.

Cargas Transversales: Presión del viento sobre conductores y cable de guarda, cadena de aisladores y estructura. Tensión resultante transversal de los conductores.

Cargas longitudinales: Provocados por la descompensación de tiros en dos vanos adyacentes.

- **Normales: Presencia de hielo**

Cargas verticales: Peso de conductores, cable de guarda, cadena de aisladores y accesorios. Peso de la costra de hielo. Peso propio de la estructura.

Cargas Transversales: Tiros transversales resultantes de los conductores y cable de guarda

Cargas longitudinales: Presión del viento sobre la estructura. Presión del viento longitudinal sobre la semisuma de vanos adyacentes. Resultante longitudinal de los tiros de los conductores y cable de guarda.

- **Excepcionales: Rotura de cable de guarda**

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

Esta fuerza tendrá el valor siguiente:

Para estructura de suspensión: 100 % de la máxima tensión del cable de guarda.

Para estructura de anclaje: 100 % de la máxima tensión del cable de guarda.

Para estructura terminal: 100 % de la máxima tensión del cable de guarda.

Esta fuerza se determinará en sus componentes longitudinal y transversal según el correspondiente ángulo de desvío.

- **Excepcionales: Rotura del conductor de fase**

En condiciones de carga excepcional se admitirá que la estructura estará sujeta además de las cargas normales, a una fuerza resultante de la rotura de alguno de los conductores de fase.

Esta fuerza tendrá el valor siguiente:

Para estructura de suspensión: 50 % de la máxima tensión del conductor superior.

Para estructura de anclaje: 100 % de la máxima tensión del conductor superior.

Para estructura terminal: 100 % de la máxima tensión del conductor superior.

Esta fuerza se determinará en sus componentes longitudinal y transversal según el correspondiente ángulo de desvío.

- **Excepcionales: Cargas de montaje**

Se considera condiciones normales EDS, con un incremento de carga vertical propia de las labores de montaje.

- **Factores de sobrecarga:**

Se emplearán los siguientes factores normalizados de sobrecarga para estructuras metálicas:

- Cargas verticales : 1,50
- Cargas transversales por viento : 2,20
- Cargas transversales por tensión : 1,30
- Cargas longitudinales para estructuras en suspensión : 1,30
- Cargas longitudinales para estructuras en anclaje: : 1,30

- **Factores de resistencia:**

Según el CNE – Suministro 2001 (Tabla 261-A), y en aplicación conjunta con los factores de sobrecarga del párrafo anterior, se tiene el siguiente factor de resistencia:

- Estructuras metálicas : 1,00

- **Ubicación de estructuras**

Para la ubicación (distribución) de estructuras se utilizan los siguientes criterios:

- Distribución basada en la optimización del uso de estructuras.
- Verificación de las prestaciones mecánicas y eléctricas de la línea integral.
- Conservación de las distancias de seguridad al terreno en condición de máxima flecha.
- Verificación de los vanos laterales máximos.
- Verificación de los vanos viento y peso en cada estructura.
- Verificación del ángulo de oscilación de la cadena de aisladores de cada estructura de suspensión.
- Verificación de los ángulos de salida del conductor en las grapas de suspensión.
- Aplicación de cadena de aisladores invertida cuando sea necesario.

El dibujo de los planos de la ubicación de estructuras en el perfil longitudinal se efectúa con el PLS-CADD, indicándose en los mismos la distancia mínima sobre el suelo, los datos de vanos y estructuras.

Los resultados de la distribución (planillas de estructuras), se muestran en los anexos respectivos de la memoria de cálculo.

2. CAPITULO II: CALCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1. Características Básicas de la Línea de Transmisión

2.1.1. Generalidades

El presente capítulo tiene la finalidad de presentar los cálculos justificativos del diseño de la Línea de Transmisión 138 kV – Atacocha, según lo descrito en la Memoria Descriptiva de este estudio.

Dicha línea se plantea como una ampliación de la línea existente LT 1120 (propiedad de REP), que actualmente tiene 86,21 km de longitud y va de Huanuco a Paragsha II en 138 kV. Para este fin, se planea abrir dicha línea entre sus estructura Nro 30 y 31 (estructuras de tipo suspensión), y a partir de ella llevarla por medio de estructuras metálicas de celosía de 2 circuitos, hasta la nueva subestación proyectada 138kV:

2.1.2. Características principales de la línea de transmisión

Las características principales de la línea de transmisión proyectada son las siguientes:

Tensión :	: 138 kV
Nº de circuitos	: 2
Longitud:	: 4,46 km
Conductor de fase	: AAAC 279 mm ²
Cable de guarda	: Acero de Extra Alta Resistencia (EHS) 9,14 mmØ
Estructuras	: Torres metálicas de acero galvanizado.
Aisladores	: Tipo Suspensión, de vidrio.

2.1.3. Condiciones climáticas y geográficas

Las condiciones climáticas predominantes, medias y extremas de la zona del proyecto son:

- Altitud : 3 900 - 4 350 m.s.n.m.
- Temperatura máxima : 20 ° C
- Temperatura media anual : 10 ° C
- Temperatura mínima : -5 ° C
- Velocidad máxima del viento : 80 km/h
- Nivel cerámico : 50 días año
- Nivel de contaminación : bajo
- Precipitación pluvial : abundante entre los meses de noviembre y marzo

2.1.4. Ruta de la Línea

Según expuesto en la Memoria Descriptiva del presente estudio, y lo mostrado en el Plano N° 9336-LT-101 (trazo de ruta de la línea proyectada), se tienen los siguientes resultados:

- Longitud total : 4,46 km
- Altitud punto de derivación : 4 250 m.s.n.m.
- Altitud S.E. Machcán : 4 220 m.s.n.m.
- Altitud máxima : 4 352 m.s.n.m.

Los vértices de la ruta tienen las siguientes coordenadas UTM del datum WGS84:

	Este	Norte
V-0	363 005	8 832 817
V-1	363 747	8 832 891
V-2	365 966	8 832 700
V-3	366 868	8 832 137
V-F	367 273	8 832 051

2.2. Cálculos Eléctricos

2.2.1. Normas aplicables

Los criterios empleados en el diseño de las líneas de 138 kV se rigen por las disposiciones del Código Nacional de Electricidad – Suministro 2001, y otras normas internacionales tales como las IEC, IEEE, VDE; las cuales se nombran en los párrafos respectivos. Dichas normas establecen los requerimientos mínimos para el diseño del presente proyecto.

2.2.2. Condiciones Generales de Operación

Tensión nominal	: 138 kV
Tensión máxima de operación	: 145 kV
Frecuencia	: 60 Hz

2.2.3. Característica de los conductores

Dado que el proyecto considera condiciones similares a las de la línea existente Paragsha II – Huanuco, en el presente diseño se está utilizando el mismo tipo de conductor, el cual tiene las características mostradas en la siguiente tabla:

TABLA N° 2.1: Datos del Conductor

Datos del Conductor	
Denominación	AAAC 279 mm ² (550MCM)
Tipo	Aleación de aluminio AAAC
Conformación	37 hilos de 3,10 mm
Sección real	278,7 mm ²
Diámetro total	21,67 mm
Peso	752,64 daN/km
Tensión de rotura nominal	8405,46 daN
Módulo de elasticidad final	62,0527 daN/mm ² /100
Coefficiente de expansión lineal	0,002304 /100°C
Resistencia AC a 60 Hz y 25°C	0,1233
Resistencia AC a 60Hz y 75°C	0,1440

El cable de guarda a utilizar es de acero de resistencia mecánica extra alta, teniendo las características que a continuación se describen:

TABLA N° 2.2: Datos del Cable de Guarda.

Datos del Cable de Guarda	
Denominación	EHS 50mm ²
Tipo	Acero
Conformación	7 hilos
Sección real	51,08 mm ²
Diámetro total	9,14 mm
Peso	0,3984 daN/m
Tensión de rotura nominal	6850,26 daN
Módulo de elasticidad final	172,369 daN/mm ² /100
Coefficiente de expansión lineal	0,001152 /100°C

2.2.4. Ampacidad

Para determinar la capacidad de transporte de corriente por límite térmico del conductor seleccionado, se han aplicado varios métodos de cálculo, resultando el Estándar IEEE 738 como el más conservador, por lo que finalmente elegimos a este método a fin de

hallar la relación corriente – temperatura del conductor AAAC (International Electrical and Electronical Enginners – Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Conductors).

La capacidad térmica de transmisión se determino a partir de la siguiente expresión:

$$S = \sqrt{3} * V * I * 10^{-3} \quad (2.1)$$

S	Capacidad de transmisión, MVA
V	Voltaje entre fases, kV
I	Corriente de fase, A

Así, a la potencia nominal de la línea existente (45MVA) le corresponde una corriente $I = 188$ A. La aplicación de la norma IEEE 738 determina que el conductor alcanzará una temperatura máxima de 28°C , según se puede apreciar en el Anexo A (Capacidad Térmica del Conductor).

Para efectos de las hipótesis de cambio de estado se aplica lo indicado en el Código Nacional de Electricidad (50°C).

2.2.5. Diseño de Aislamiento

a) Material

Basado en la línea existente, y para mantener su estándar de suministro, mantenimiento y reemplazo, se emplearán aisladores de vidrio de tipo suspensión.

b) Premisas de Diseño

Al margen del simple criterio de igualar las características de aislamiento de la línea actual, en el presente estudio se han realizado los cálculos de diseño y selección del aislamiento de la Línea de Transmisión de 138 kV Atacocha, tomando en cuenta las condiciones propias de la zona del proyecto, y además utilizando el método estadístico simplificado y por distancia de fuga, según se describe a continuación:

Diseño por sobretensión a frecuencia industrial

Diseño por sobretensión de impulso tipo rayo

- Diseño por distancia de fuga.

Dada las características de la topografía de la línea, se tomará el siguiente valor de cota para el diseño del aislamiento:

Cota de diseño = 4 350 m.s.n.m.

- **Diseño por Sobretensión a frecuencia industrial**

Calculamos el Voltaje Crítico Disruptivo (VCFO) corregido por factores ambientales y se verifica que este sea menor al Voltaje de Sostenimiento definido por las Normas IEC (IEC 71-2).

Cálculo de la Tensión Crítica Disruptiva a Frecuencia Industrial

En primer lugar se calcula la sobretensión línea a tierra a frecuencia industrial

$$VF = \frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} \times K_{sv} \times K_f \quad (2.2)$$

Donde :

$$\frac{V_{LL}}{\sqrt{3}} = \text{Valor de la tensión línea a tierra}$$

K_{sv} = sobretensión permitida en operación normal, ($K_{sv} = 1,05$).

K_f = Factor de incremento de la tensión en las fases sanas durante una falla monofásica a tierra ($K_f = 1,25$).

Remplazando obtenemos:

$$VF = 104,6 \text{ kV}$$

La Tensión Crítica Disruptiva (VCFO) se calculará mediante la expresión definida por la IEC.

$$VCFO = \frac{VF}{(1 - 3,5\sigma)} \quad (2.3)$$

Donde :

σ = 2 % para tensión a frecuencia industrial.

Reemplazando :

$$VCFO = 112,5 \text{ kV}$$

Los valores obtenidos hasta ahora deben ser corregidos por el factor correspondiente a la altura de diseño, acorde con la fórmula dada en la norma IEC 71-2:

K_a = Factor de corrección por altitud, dado por la siguiente relación:

$$K_a = e^{m \left(\frac{H}{8150} \right)} \quad (2.4)$$

Donde:

H: Cota (m.s.n.m.)

m: Factor numérico cuyo valor está entre 0 y 1. Depende de varios parámetros incluyendo el mínimo camino de descarga que generalmente es desconocido en la etapa de especificación y diseño. Sin embargo, la recomendación IEC para efectos de la corrección de valores de sostenimiento al impulso y sobretensiones cortas de frecuencia industrial, es fijar el valor de $m = 1$.

Por lo tanto:

$$K_a = 1,7053$$

Luego, los valores calculados, corregidos por altura:

$$VF_c = VF * K_a \quad (2.5)$$

$$VF_c = 178,4 \text{ kV}$$

$$VCFOc = VCFO * Ka \quad (2.6)$$

$$VCFOc = 191,8 \text{ kV}$$

Comparación de los valores calculados con los valores normalizados

De acuerdo a normas IEC, la Tensión máxima correspondiente a un sistema de 138kV es de 145kV, a la que le corresponde un valor de sostenimiento es:

$$VFs \text{ (estándar)} = 230 \text{ kV.}$$

Entonces, la VCFOs (estándar) luego de aplicar la fórmula (2.3) y su correspondiente corrección altura:

Luego, los valores estándar, corregidos por altura:

$$VFsc = 392,2 \text{ kV} > VFc$$

$$VCFOsc = 421,7 \text{ kV} > VCFOc$$

Con lo que concluimos que en nuestro caso serán suficientes los valores de la norma corregidos por altura, para efectuar los diseños del aislamiento según el criterio de sobretensiones a frecuencia industrial.

Así tenemos que según datos de fabricante, para una cadena de 12 aisladores se tiene:

Sobretensión sostenible por la cadena de aisladores bajo lluvia a frecuencia industrial = 405 kV.

Tensión disruptiva a frecuencia industrial, bajo lluvia, para una cadena de 12 aisladores = 450 kV.

- **Diseño por Sobretensión de impulso tipo rayo.**

Siguiendo las recomendaciones de la IEC para el cálculo de este tipo de sobretensiones se tiene lo siguiente:

Cálculo de la Tensión Crítica de Flameo (CIFO)

Es la tensión de descarga ante Onda de Impulso Critico, de un aislador Corresponde a un valor medio de la tensión de descarga por rayos, la cual se coordina con la Tensión de Sostenimiento del sistema.

$$CIFO = \frac{U(90\%)}{(1 - 1,3 * \sigma)} \quad (2.7)$$

donde:

CIFO: Critical Impulse Flashover Voltaje

U(90%): Tensión de Sostenimiento normalizado del Sistema con una probabilidad de ocurrencia del 90 % de tensión de flameo (550 kV)

σ : Desviación Standard del 3%

Reemplazando :

$$CIFO = 572,32 \text{ kV}$$

Se calcula la Tensión Crítica Disruptiva a Impulso Corregido por altitud (CIFO_c), de acuerdo a Norma IEC 71-2:

$$CIFO_c = CIFO \times K_a \quad (2.8)$$

Donde :

$$K_a = \text{Factor de corrección por altitud, dado por la fórmula (2.4)}$$

Reemplazando:

$$U(90\%)_c = 937.9 \text{ kV}$$

$$CIFO_c = 975,98 \text{ kV}$$

Entonces, se requerirán 13 aisladores en la cadena para cumplir con estas condiciones

- **Diseño por distancia de fuga**

La selección de los aisladores para un determinado nivel de contaminación se efectuará según las recomendaciones para distancia de fuga presentadas en la norma IEC-60815.

La Línea de Transmisión en estudio se caracteriza por presentar zonas sin presencia de industrias que contaminen el ambiente y con frecuentes lluvias. De acuerdo a estas consideraciones y según las recomendaciones IEC-60815, la zona del proyecto presenta la siguiente clasificación:

Grado de contaminación Ligero (Grado I)

Distancia de fuga específica : $K = 16 \text{ mm/kV}$

Cálculo de la Distancia de Fuga Requerida ($D_{f_{\min}}$)

La distancia de fuga mínima se calcula por:

$$D_{f_{\min}} = K * U_m \quad (2.9)$$

donde,

U_m : Tensión máxima del sistema en kV (145 kV)

Por lo tanto, se obtienen el siguiente resultado:

$$D_{f_{\min}} = 2\,320 \text{ mm}$$

Según datos de fabricante, la distancia de fuga de un aislador de vidrio que obedece a las normas IEC-U120B es 320mm, por lo que según este criterio, una cadena de 8 aisladores es suficiente.

- **Características del aislador seleccionado**

Acorde con lo analizado en el numeral anterior, se requerirán 13 aisladores por cadena en suspensión, cuyos datos están garantizados para una posición vertical. Para cadenas de anclaje en posición normal o invertida se usarán 14 unidades de aisladores de vidrio.

TABLA N° 2.3: Características del aislador..

Características Técnicas del Aislador Seleccionado:	
Material	Vidrio
Clase	ANSI 52-3
Distancia de fuga	320 mm
Diámetro	255 mm
Paso	146 mm
Tracción de rotura mínima	70 kN
Tensión crítica disruptiva a frec. industrial (lluvia)	55 kV
Tensión crítica de impulso atmosférico a 50% (-)	130 kV
Longitud de fuga	320 mm
Elementos de acople (ANSI tipo B)	Ball & socket
Peso	3,4 daN

TABLA 2.4: Características de la cadena de aisladores:

Características Técnicas de la Cadena de Aisladores		
Número de aisladores por cadena	13	14
Tracción de rotura mínima	70 kN	70 kN
Tensión de sostenimiento a frec. industrial bajo lluvia	435 kV	465 kV
Tensión de sostenimiento al impulso +	970 kV	1035 kV
Tensión de disrupción a frec. Industrial bajo lluvia	485 kV	520 kV
Tensión de disrupción al impulso +	1 065 kV	1 140 kV
Longitud de fuga mínima	4 160 mm	4 480 mm

2.2.6. Distancias al suelo, en cruces de carreteras, vías y otras líneas

Tomando como referencia el Nuevo Código Nacional de Electricidad (CNE - Tablas 232-1 y 233-1), se considera las siguientes distancias de seguridad vertical al terreno y entre conductores que se cruzan, corregidas por tensión (Reglas 232.C.1.a y 233.C.2.a):

2.2.7. Distancias mínimas a la estructura

a) Distancias Fase – Estructura, sin viento

Del cálculo del aislamiento tenemos que la Sobretensión de sostenimiento al impulso tipo rayo corregida por altura es

$$U' = 937,9 \text{ kV}$$

Luego, según norma IEC 71-2, el espaciamiento normalizado conductor - estructura correspondiente a este valor es 1 700 mm.

A = 1 700 mm

TABLA 2.5: Distancias mínimas de seguridad sobre la superficie del terreno y en cruces

DISTANCIAS DE SEGURIDAD		
BASE: CNE SECCION 23; TABLA 232- 1		
PROYECTO: 9336 - LT 138KV ATACOCHA		
ALTURA	4 350	msnm
TENSION	138	kV
TENSION MAX	145	kV
Corrección por tensión:	$d' = 10\text{mm} (145 -23)$	---> $d' = 1220$
Corrección por altura:	$d'' = d' + 3\% (d') [4350 - 1000]/300$	---> $d'' = 1628.7$
DISTANCIAS VERTICALES DE SEGURIDAD DE CONDUCTORES SOBRE EL NIVEL DEL PISO		
Conductores de suministro expuestos, cuando cruzan o sobresalen:		
	Base	Corregido
1. - Carreteras, avenidas sujetas al tráfico de camiones	7.0	8.7 m
2. - Caminos, calles y otras sujetas al tráfico de camiones	7.0	8.7 m
3. - Calzadas, zonas de parqueo y callejones	6.5	8.2 m
4.- Otros terrenos recorridos por vehículos (cultivos, bosques, huertos)	6.5	8.2 m
5. - Espacios y vías peatonales, áreas no transitables por vehículos	5.0	6.7 m
6. - Calles y caminos en zonas rurales	6.5	8.2 m
DISTANCIAS VERTICALES DE SEGURIDAD EN CRUCES DE CONDUCTORES		
Conductores de suministro expuestos, cuando cruzan o sobresalen:		
	Base	Corregido
1. - Retenidas de suministro, neutros, cables de guarda	1.2	2.9 m
2. - Retenidas de comunicaciones, cables mensajeros	1.8	3.5 m
3. - Conductores de suministro hasta 750V	1.0	2.7 m
4. - Conductores de suministro hasta 23kV	1.2	2.9 m

b) Distancia Fase – Estructura, con viento.

De la Sobretenión a frecuencia industrial, tenemos:

$$VF_{sc} = 392,2 \text{ kV}$$

$$VCFO_{sc} = 421,7 \text{ kV}$$

$$VCFO_{scpico} = VCFO_{sc} * \sqrt{2} \quad (2.10)$$

$$VCFO_{scpico} = 596,43 \text{ Kv}$$

De la curva CIGRE (Ver Anexo B: Voltaje Crítico Disruptivo Pico en función de la distancia para frecuencia industrial), tenemos:

$$B_{min} = 1 \text{ 100 m}$$

c) Distancia horizontal entre conductores:

Para conductores de sección mayor a 35mm² se tiene: (CNE 235.B.1)

$$Dh = 7,6\text{mm} * KV + 8 * \sqrt{2,12 * S} + I * \text{Sen}\varnothing \quad (2.11)$$

donde:

- H : Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)
- kV : Máxima tensión de servicio (145 kV)
- S : Flecha (para: T=25°C, Pv=0)
- ∅ : Máximo ángulo de oscilación de la cadena del aislador
- I : Longitud de cadena del aislador (l=2 600 mm)

Luego, para un vano de 340m: S = 9 025 mm → Dh = 4 338,37 mm

A este valor lo corregimos por altura:

$$Dh = Dh + Dh * 3\% * \left(\frac{H_{max} - 1000}{300} \right) \quad (2.12)$$

$$Dh = Dh + Dh * 3\% * \left(\frac{4350 - 1000}{300} \right) \Rightarrow Dh' = 5 791,72 \text{ mm}$$

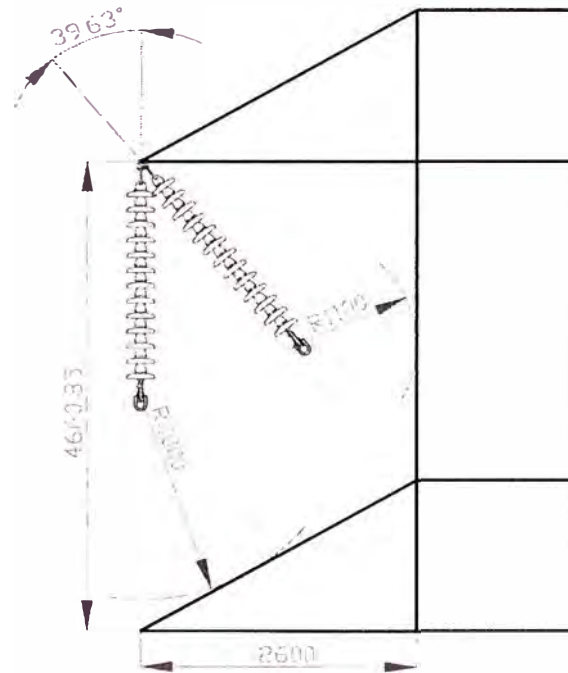
⇒ Para efectos de diseño: Dh'min = 6 000 mm

2.2.8. Geometría de las Estructuras

El diseño de las estructuras toma en cuenta lo calculado en las subsecciones anteriores, lo que determina las distancias mínimas de las ménsulas por oscilación de cadena de aisladores, la separación vertical entre ellas, para mantener los niveles de aislamiento, y los acercamientos normalizados por el Código nacional de Electricidad – Suministro 2001.

El siguiente esquema muestra que las estructuras de este diseño igualan y/o superan las medidas mínimas requeridas.

Fig. 2.1: Geometría de estructura en suspensión, en posición más crítica



Un análisis similar hacemos para el caso de las estructuras en ángulo.

En este caso, para un vano de 1 100m (estructuras "A2"); y usando (2.11) con $L = 0$ tenemos:

$$D_h = 7,6\text{mm} * K_V + 8 * \sqrt{2,12 * S} \quad (2.13)$$

$$S = 82\ 190\ \text{mm}$$

$$\Rightarrow Dh = 4\,441,39 \text{ mm}$$

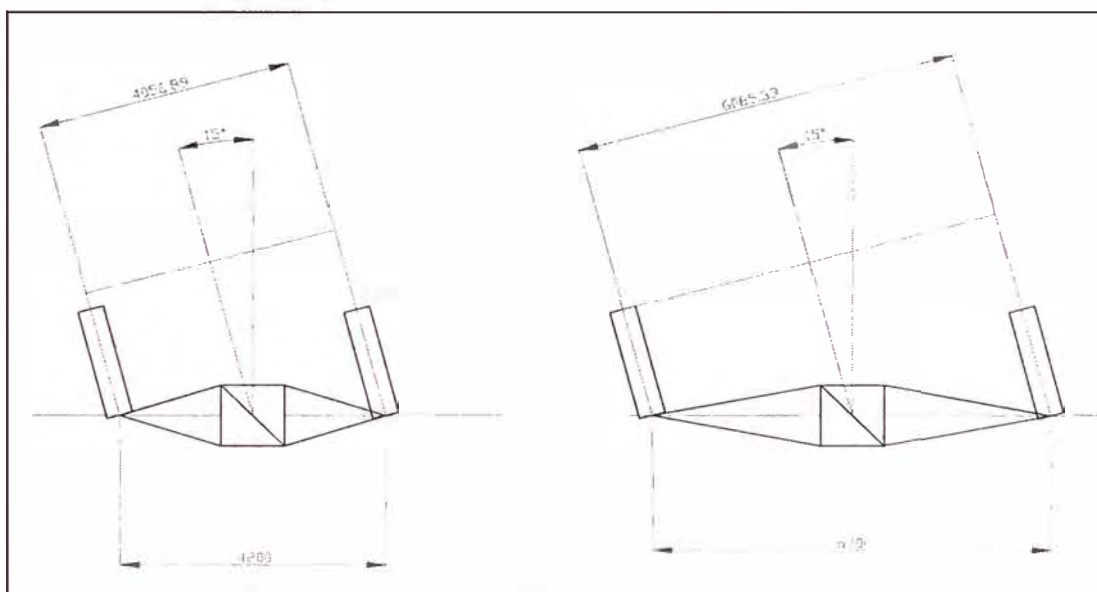
A este valor lo corregimos por altura:

$$Dh = Dh + Dh * 3\% * \left(\frac{4350 - 1000}{300}\right) \Rightarrow Dh' = 5\,929,25 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Para efectos de diseño: } Dh'_{\min} = 6\,000 \text{ mm}$$

El siguiente esquema muestra que las estructuras de este diseño igualan y/o superan las medidas mínimas requeridas. El análisis es similar para las estructuras "A2", con un vano lateral máximo de 550m.

Fig. 2.2: Geometría de estructura de anclaje angular A1 y A2, en posición más crítica.



2.2.9. Cálculo de la tasa de salida debido a descargas atmosféricas

Otro de los aspectos importantes a considerar en el diseño de las líneas de transmisión en zonas con descargas atmosféricas es la tasa de salida debido a este fenómeno natural. Para la mayoría de líneas de transmisión en zonas de altura, las desconexiones por descargas atmosféricas constituyen el factor principal de las desconexiones no programadas.

La geometría de las torres se ve directamente influenciada por este criterio, pues uno de los objetivos es lograr una mayor confiabilidad, es decir, una tasa de salida lo más baja posible.

Entonces, la geometría de las torres también es dependiente de los siguientes parámetros:

Cables de guarda (número, posición y características geométricas)

Cables de fase (número, posición y características geométricas)

Densidad de descargas atmosféricas

Puestas a tierra

Obviamente siempre juega un papel importante el factor económico.

En este sentido, el diseño geométrico óptimo de las estructuras está amarrado con los valores de las puestas a tierra que se puedan lograr. Dicho de otro modo, la geometría de las torres puede condicionar el valor de la puesta a tierra que se debe conseguir. Esto se verá con más detalle en el siguiente numeral.

Se han desarrollado diversos métodos para estimar la tasa de desconexiones por descargas atmosféricas. Sin embargo, dada la natural aleatoriedad del fenómeno, la falta de datos validados en el Perú, las variaciones producidas por los desniveles de los terrenos circundantes a la línea, así como la variación de la resistencia de puesta a tierra por la composición del terreno, la corriente de descarga, y tiempo, hacen que cualquier método deba considerar estas incertidumbres. Por otra parte, estos niveles de incertidumbre permiten hacer simplificaciones del fenómeno y de esta manera evaluar comparativamente los factores de mayor influencia en la tasa de desconexiones.

La protección contra descargas atmosféricas se ha efectuado de acuerdo con el criterio de la tasa de salida de línea (OR) el cual es de 1,0 desconexiones/100 km/año.

A continuación se muestra el proceso de cálculo basado en el IEEE Standard 1243-1997:

a) Tasa de descargas disruptivas por falla de apantallamiento

La descarga de los rayos se da a lo largo de recorridos parciales y aleatorios que en general tienen una dirección más o menos vertical. El método utilizado para estimar las

desconexiones mencionadas en este caso corresponde al modelo electrogeométrico, el cual define básicamente las distancias de impacto del rayo en su recorrido final como radios de arcos con centro en los conductores de fase y cable de guarda.

La altura promedio del cable de guarda esta dada por la siguiente relación:

$$EM = GY - \frac{2}{3} * GS \quad (2.14)$$

Donde:

EM : Altura promedio del cable de guarda, m

GY : Altura del cable de guarda, m

GS : Flecha del cable de guarda a mitad de vano, m

La densidad anual de las descargas atmosféricas por área GF, expresada en descargas/km²/año, puede ser estimada con la siguiente relación:

$$GF = 0,04 (T\alpha)^{1,25} \quad (2.15)$$

Siendo T α el nivel cerámico de la zona. Para T α = 50 días-tormenta/año, se tiene:

$$GF = 5,318 \text{ descargas a tierra/km}^2/\text{año}$$

La tasa anual de descargas atmosféricas sobre la línea, RN (descargas/100 km/año), esta dada por la siguiente ecuación:

$$RN = \left(\frac{GF}{10} \right) * (28 * GY^{0,6} + B) \quad \text{descargas/ 100 km} \quad (2.16)$$

donde :

GF = Densidad anual de las descargas atmosféricas por área, descargas/km²/año.

GY = Altura del cable de guarda, m.

B = Separación de cables de guarda, m

El cálculo para cada combinación de conductor y cable de guarda es como sigue:

La altura promedio del conductor esta dada por la siguiente relación:

$$R_H = C_Y - \frac{2}{3} C_S \quad (2.17)$$

Donde :

- R_H = Altura promedio del conductor, m
 C_Y = Altura del conductor, m
 C_S = Flecha del conductor a mitad de vano, m

La impedancia propia del conductor se calcula con esta expresión:

$$S_Z = 60 * \sqrt{\ln\left(\frac{2 * R_H}{E_c}\right) \times \ln\left(\frac{2 * R_H}{R_c}\right)} \quad (2.18)$$

Siendo :

- S_Z = Impedancia del conductor, Ohm
 R_H = Altura promedio del conductor, m
 E_c = Radio de cable, m
 R_c = Radio de cable incluyendo efecto corona, m

La corriente crítica del rayo I_N (kA) ique produce falla del aislamiento es:

$$I_N = 2 * \frac{FV}{S_Z} \quad (2.19)$$

donde:

- FV = Tensión critica disruptiva, kV
 S_Z = Impedancia del conductor, Ohm

De acuerdo al modelo electrogeométrico la distancia final de impacto se ha estimado con la siguiente fórmula:

$$SD = 10 * I_N^{0.65} \quad (2.20)$$

Siendo:

SD = Distancia de impacto, m
 IN = Corriente de rayo, kA.

La ubicación horizontal óptima del cable de guarda para apantallar el conductor más expuesto se ha calculado con la siguiente expresión:

$$X_G = \sqrt{S_D^2 - [0.9S_D - E_M]^2} - \sqrt{S_D^2 - [0.9S_D - R_H]^2} \quad (2.21)$$

donde :

S_D = Distancia de impacto del rayo, m
 E_M = Altura promedio del cable de guarda, m
 R_H = Altura promedio del conductor, m

El ángulo óptimo de apantallamiento esta dado por la expresión siguiente:

$$AL = \text{ATN} \left(\frac{XG}{EM - RH} \right) \quad (2.22)$$

donde,

AL = Angulo efectivo de apantallamiento, deg
 XG = Coordenada horiz. del cable de guarda, m
 EM = Altura promedio del cable de guarda, m
 RH = Altura promedio del conductor, m

El ángulo de la configuración cable de guarda – conductor bajo análisis esta dado por:

$$AS1 = \text{ATN} \left[\text{ABS} \left(\frac{CX - GX}{EM - RH} \right) \right] \quad (2.23)$$

Siendo:

CX = Distancia horizontal del conductor, m
 GX = Distancia horizontal del cable de guarda, m
 EM = Altura promedio del cable de guarda, m
 RH = Altura promedio del conductor, m

Si el ángulo real de apantallamiento AS1 es mayor que el ángulo óptimo de apantallamiento AL, se requiere calcular el ancho de la zona no apantallada, la máxima distancia de impacto del rayo que se puede soportar con la configuración planteada y la corriente máxima de rayo permisible.

El ancho de la zona no apantallada se calcula utilizando la fórmula:

$$XS = SD + SD * \text{Sen}(A1) \quad (2.24)$$

Donde:

$$A1 = |AS1| - \left\{ -\text{ATN} \left[\frac{AO}{\sqrt{-AO * (AO + 1)}} + \frac{\pi}{2} \right] \right\} \quad (2.25)$$

$$AO = \frac{F}{2SD} \quad (2.26)$$

$$F = \sqrt{(CX - GX)^2 + (RH - EM)^2} \quad (2.27)$$

Siendo:

- GX = Distancia horizontal del cable de gua
- CX = Distancia horizontal del conductor, m rda, m
- RH = Altura promedio del conductor, m
- EM = Altura promedio del cable de guarda, m
- SD = Distancia de impacto del rayo, m
- AS1 = Angulo actual de apantallamiento, deg

La máxima distancia de impacto del rayo S_M (m) que puede ocurrir es:

$$S_M = \left| \frac{1}{\frac{T_M}{\sqrt{1+T_M^2}} - 0.9} \right| * (-Y_0) \quad (2.28)$$

$$Y_0 = \frac{E_M + R_H}{2} \quad (2.29)$$

$$T_M = \frac{|C_x - G_x|}{E_M - R_H} \quad (2.30)$$

Siendo :

E_M = Altura promedio del cable de guarda, m

R_H = Altura promedio del conductor, m

C_x = Distancia horizontal del conductor, m

G_x = Distancia horizontal del cable de guarda, m

Esta distancia esta asociada a una corriente máxima de rayo I_x :

$$I_x = 0,041 * S_M^{1,538} \quad (2.31)$$

La probabilidad P de exceder una determinada corriente de rayo I en kA se puede estimar con la expresión:

$$P = \frac{1}{1 + \left(\frac{I}{31}\right)^{2,6}} \quad (2.32)$$

Aplicando esta expresión a las corrientes criticas disruptivas I_N e I_x se obtiene la probabilidad PB y P1 de ser superadas respectivamente. La tasa A_F de descargas disruptivas por fallas del apantallamiento estará dada por:

$$A_F = \left(\frac{G_F}{10}\right) * X_S * \left(\frac{PB - P1}{2}\right) \quad (2.33)$$

Siendo :

G_F = Densidad de descargas, descargas/km²/año

X_S = Ancho no apantallado, m

- **PB = Probabilidad de exceder corriente IN**

P1 = Probabilidad de exceder corriente IX

La tasa total de fallas del apantallamiento es

$S_N = \Sigma AF$, expresada en descargas disruptivas/100 km-año.

- **Tasa de flameos inversos**

El tiempo de desplazamiento T_s (μs) de la onda de sobrevoltaje dependerá de la longitud del vano. Para un vano promedio de longitud S_P , este tiempo será igual a:

$$T_s = \frac{S_P}{270} \quad (2.34)$$

El voltaje disruptivo F2 a 2 μs y F6 a 6 μs esta dado por:

$$F2 = S_i * \left(400 + \frac{710}{T_s^{0.75}} \right) \quad (2.35)$$

$$F6 = 585 * S_i \quad (2.36)$$

Siendo :

S_i = Distancia de impacto del rayo, m.

T_s = Tiempo de viaje de la onda en el vano, μs

A continuación se presenta el cálculo para un valor específico de resistencia de puesta a tierra. En la práctica, en las zonas de alto nivel cerámico se trata de obtener las menores resistencias de puestas a tierra de acuerdo a la facilidad del terreno. Estos valores diversos se pueden agrupar en forma distributiva, por rangos con valores representativos específicos efectuándose el cálculo para cada uno de ellos.

El voltaje en la punta de la torre es igual aL

$$T_v = 1,8 * F2 \quad (2.37)$$

El diámetro del cable de guarda y su impedancia se calculan en forma similar a lo previamente indicado para cada conductor de fase.

La impedancia mutua entre cada conductor y cable de guarda se ha calculado de la siguiente forma:

$$C_z = 60 * \text{LOG} \left[\sqrt{\frac{A_M}{B_M}} \right] \quad (2.38)$$

$$A_M = (C_x - G_x)^2 + (C_y * G_y)^2 \quad (2.39)$$

$$B_M = [C_x(J) - G_x]^2 + [C_y - G_y]^2 \quad (2.40)$$

Siendo:

- C_x = Distancia horizontal del conductor, m
- G_x = Distancia horizontal del cable de guarda, m
- C_y = Altura del conductor, m
- G_y = Altura del cable de guarda, m

Los factores de acoplamiento entre cada conductor y cable de guarda se han calculado con la siguiente expresión:

$$C_F = \frac{C_z}{G_c} \quad (2.41)$$

donde :

- C_F = Factor de acoplamiento
- C_z = Impedancia mutua entre conductores, Ohm
- G_c = Impedancia de cable de guarda, Ohm

Un factor importante a tomar en cuenta es la impedancia de la torre ante la onda. Este valor se ha estimado con la siguiente expresión:

$$Z_T = 30 * \left\{ \frac{\text{Log} \left(2T_w^2 + \left(\frac{T_R}{2} \right)^2 \right)}{\left(\frac{T_R}{2} \right)^2} \right\} \quad (2.42)$$

donde :

T_W = Altura de torre, m

T_R = Radio de base de torre, m

La onda de impulso tomará un tiempo T_A (μ s) para llegar a la ménsula de cada conductor:

$$T_A = \frac{T_W - C_Y}{255} \quad (2.43)$$

Siendo :

T_W = Altura de torre, m

C_Y = Altura del conductor

Para calcular la impedancia equivalente Z_I (Ohm) del circuito formado por la torre y el cable de guarda se utilizo la fórmula siguiente:

$$Z_I = \frac{G_C * Z_T}{G_C + 2 * Z_T} \quad (2.44)$$

Siendo :

Z_T = Impedancia de la torre, Ohm

G_C = Impedancia de cable de guarda, Ohm

La impedancia Z_W (Ohm) ante la onda de sobretensión en la estructura es igual a:

$$Z_W = \left[\frac{2 * Z_T * G_C^2}{(G_C + 2 * Z_T)^2} \right] * \left[\frac{Z_T - F_R}{Z_T + F_R} \right] \quad (2.45)$$

donde :

Z_T = Impedancia de la torre, Ohm

G_C = Impedancia de cable de guarda, Ohm

F_R = Resistencia de puesta a tierra de la estructura, Ohm

La onda de sobretensión se amortigua al paso por la estructura. El factor de amortiguamiento P_S se estima con la siguiente expresión:

$$P_s = \left(\frac{2Z_T - G_C}{2Z_T + G_C} \right) \times \left(\frac{Z_T - F_R}{Z_T + F_R} \right) \quad (2.46)$$

Con las variables como ya se indicaron anteriormente.

Asimismo, también ocurre amortiguamiento de ondas en la resistencia de puesta a tierra. El factor de amortiguamiento AP se puede calcular con esta expresión:

$$AP = \frac{2F_R}{Z_T + F_R} \quad (2.47)$$

donde,

F_R = Resistencia de puesta a tierra de la estructura, Ohm

Z_T = Impedancia de la torre, Ohm

La onda de sobretensión tomará un tiempo T_U (μ s) para pasar a lo largo de la torre:

$$T_U = \frac{T_w}{255} \quad (2.48)$$

Siendo T_w = Altura de la torre, m.

La variación de voltaje V_2 (kV/kA) en el extremo superior de la torre se estima con la siguiente expresión:

$$V_2 = Z_1 - \left[\frac{Z_w \left(1 - \frac{T_U}{1 - P_s} \right)}{1 - P_s} \right] \quad (2.49)$$

Con las variables como ya se indicaron anteriormente.

La variación de voltaje a través de la resistencia de puesta a tierra transcurridos 2μ s sufre una reducción por reflexiones pudiendo calcularse con esta expresión:

$$V_w = W_w + \frac{W_w * V_T}{V_2} \quad (2.50)$$

$$W_w = \frac{A_p Z_l * \left[1 - \frac{P_s T_u}{1 - P_s} \right]}{1 - P_s} \quad (2.51)$$

donde,

- V_T = Voltaje en extremo superior de torre, kV
 V_2 = Variación del voltaje en extremo superior de torre a $2 \mu s$, kV/kA
 A_p = Resistencia de amortiguamiento, Ohm
 Z_l = Impedancia intrínseca del circuito, Ohm

Y las demás variables como ya se definieron anteriormente.

La variación de voltaje V_C (kV/kA) a la altura de la ménsula de cada conductor se estima con:

$$V_C = V_w + \left(\frac{T_u - T_A}{T_u} \right) * (V_2 - V_w) \quad (2.52)$$

- V_w = Voltaje a través de resistencia de puesta a tierra, kV
 V_2 = Variación del voltaje en extremo superior de torre a $2 \mu s$, kV/kA
 T_A = Tiempo de viaje de onda a ménsula, μs
 T_u = Tiempo de viaje de la onda en torre, μs

La variación de voltaje V_I (kV/kA) a través del aislador a los $2 \mu s$ se calcula con la fórmula siguiente:

$$V_I = V_C - C_F * V_2 \quad (2.53)$$

Para:

- C_F = Factor de acoplamiento
 V_C = Variación de voltaje a través de ménsula, kV/kA
 V_2 = Variación del voltaje en extremo superior de torre a $2 \mu s$, kV

En forma similar se procede al cálculo para la onda de sobretensión a los 6 μ s como a continuación se describe:

Variación del voltaje V_6 (kV/kA) en el extremo superior de la torre:

$$V_6 = \frac{G_C * F_R}{G_C + 2F_R} \quad (2.54)$$

donde,

G_C = Impedancia de cable de guarda, Ohm

F_R = Resistencia de puesta a tierra de la estructura, Ohm

Variación del voltaje reflejado V_V (kV/kA):

$$V_V = -4 * 0.85 * G_C * D_9^2 * (1 - 2 * D_9) \quad (2.55)$$

Siendo :

$$D_9 = \frac{F_R}{G_C + 2 * F_R} \quad (2.56)$$

F_R = Resistencia de puesta a tierra de la estructura, Ohm

G_C = Impedancia de cable de guarda, Ohm

Variación del voltaje V_S (kV) a través del aislador:

$$V_S = (V_6 + V_V) * (1 - C_F) \quad (2.57)$$

donde:

V_6 = Variación del voltaje en extremo superior de torre a 6 μ s , kV/kA

V_V = Variación del voltaje reflejado a los 6 μ s, kV/kA

C_F = Factor de acoplamiento

La corriente crítica disruptiva I_2 (kA) a los 2 μ s es igual a :

$$I_2 = \frac{F_2}{V_1} \quad (2.58)$$

siendo:

F_2 = Voltaje disruptivo a los 2 μ s, kV

V_1 = Variación de voltaje sobre aisladores, kV/kA

La corriente crítica disruptiva I_6 (kA) a los 6 μ s es igual a :

$$I_6 = \frac{F_6}{V_S} \quad (2.59)$$

Siendo:

F_6 = Voltaje disruptivo a los 6 μ s , kV

V_S = Variación del voltaje sobre aisladores a 6 μ s, kV/kA

De las dos corrientes críticas I_2 e I_6 , se selecciona la de menor valor I_U . El siguiente paso es determinar las corrientes mínimas instantáneas de cada fase calculando para cada conductor:

$$I_R = I_S * \left(1 - P_V * P_H * \frac{L_V}{V_R} \right) \quad (2.60)$$

Siendo :

I_R = Corrientes mínimas de fase, amperio

I_S = Corriente crítica de descarga, amperio, kA

P_V = $\sqrt{3}$

P_H = Angulo de fase, grados

L_V = Voltaje entre fases, kV

V_R = Voltaje asociado a la menor corriente crítica de descarga, kV

Las corrientes instantáneas determinan el tiempo que cada fase es imperante y por consiguiente expuesta a la descarga de retroceso.

La probabilidad de exceder la corriente crítica disruptiva promedio IC (kA) de cada fase puede ser estimada con la siguiente expresión:

$$P_x = \frac{1}{1 + \left(\frac{I_c}{31}\right)^{2.6}} \quad (2.61)$$

La cantidad de descargas en la torre E_F se estimó como el 60% de las descargas totales R_N sobre la línea. Es decir:

$$E_F = 0,6 * R_N \quad (2.62)$$

Luego la tasa de descargas inversas, por cada conductor, será igual a:

$$E_T = E_F * P_R * \frac{P_x}{100} \quad (2.63)$$

donde,

E_T = Descargas efectivas a la torre para cada conductor

E_F = Descargas efectivas a la torre

P_R = Porcentaje del tiempo que predomina la fase

P_x = Probabilidad de descarga disruptiva por cada conductor

La tasa total de descargas disruptivas por retroceso SB es igual a la suma de las tasas de cada conductor. Es decir:

$SB = \Sigma E_T$, expresada en descargas disruptivas/100 km-año

- **Tasa total de descargas disruptivas de la línea**

Será igual a la suma de las tasas de descargas disruptivas por falla del apantallamiento más las debidas a descargas inversas.

$$S_T = S_N + S_B \quad (2.64)$$

En el Anexo C se resumen los resultados más importantes del proceso de cálculo. Se aprecia que prácticamente no hay problemas con el apantallamiento de la línea pero si de las descargas inversas las cuales poseen tasas muy variables con los valores de puesta a tierra.

- **Tasa total de salidas de la línea**

Si η es la probabilidad que las descargas disruptivas producidas en el aislamiento causen la apertura del interruptor, tendremos que el número de desconexiones de la línea por 100 km/año será:

$$NS = \eta * ST \quad (2.65)$$

Para $\eta=0,30$ se tiene:

TABLA N° 2.6 :.Número estimado de desconexiones por rayos

R 60HZ Ohm	Tasas de flameo /100 km/año	Número de desconexiones 100km / año
	Total	
10	0,82	0,246
15	1,69	0,507
21	3,15	0,945
25	4,33	1,299
30	5,99	1,797

Luego, como resistencia de puesta a tierra máximo para diseño adoptamos:

$$R_{60\text{ Hz}} = 21 \text{ Ohm}$$

La práctica de la línea en operación permitirá detectar los tramos donde se puedan requerir mejoras específicas de la resistencia de puesta a tierra.

2.2.10. Resistividad del Terreno

El estudio efectuado se basa en la aplicación de las técnicas de Geofísica por el método de Sondeos Geoeléctricos, para caracterizar los estratos superficiales del suelo aptos para la instalación de aterramientos eléctricos.

- **Mediciones de resistividad y toma de datos**

- a) **Mediciones en la Ruta de la Línea**

Se llevaron a cabo mediciones en la ruta de la línea, en especial en la ubicación de los vértices, en donde se realizaron dos mediciones, obteniéndose luego un valor promedio para R.

El equipo de medición utilizado es un Telurómetro Electrónico Digital, de la marca Megabras, modelo MTD 20 kW, el cual mide la resistencia de aterramiento y la resistividad específica del terreno con una precisión del 1 %. Es apto para medir resistividad específica del terreno por el Método de Wenner. El equipo funciona con 4 jabalinas de 60 cm de longitud y ½ pulgada de diámetro, con alma de acero recubiertas con cobre electrolítico de más de 300 micrones de espesor. Cumple con las normas de la recomendación AIEE 81/62 y VDE 0413.

Las condiciones ambientales imperantes en la zona, durante la etapa de medición fue de temporada seca, excepto algunos días donde se produjeron precipitaciones pluviales.

b) Proceso de Medidas de Muestreo

La campaña de mediciones de resistividad proporcionó una mayor cantidad de datos normalmente procesables, muy pocos de carácter conflictivo y no válidos

En el Anexo D - Resistividad Eléctrica del Terreno, se muestra un resumen de los datos procesados para los diferentes puntos medidos de la Línea de Transmisión proyectada

Se ha aplicado el método Wenner, el cual es internacionalmente aceptado para la consecución de datos para el diseño de puestas a tierra. Este método consiste en clavar 4 electrodos de exploración a una profundidad promedio de 30 cm, debiendo estar igualmente espaciados y a una distancia "a". Por los electrodos de los extremos se inyecta una corriente I, mientras que entre los electrodos intermedios se mide la diferencia de potencial V.

Las separaciones entre los electrodos de medida se tomaron con variaciones de 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 y 8.0 metros.

- **Análisis y procesamiento de datos**

a) Clasificación de las características obtenidas

Teniendo en consideración que en cada punto de medición se obtuvo una serie de valores de resistividad aparente correspondientes a las profundidades virtuales de los sondeos, se procede a efectuar los gráficos característicos, los mismos que se agrupan según su forma para ser analizados con el modelo estratificado que mejor se adapte.

b) Aplicación de Modelo Estratificado

El objeto del procesamiento de las características de Resistividad Aparente es de establecer las resistividades de los estratos que alcanzan los sondeos exploratorios así como sus espesores, de modo que el ingeniero proyectista pueda contar con parámetros que le permitan visualizar los alcances eléctricos de la Puesta a Tierra.

Considerando las características que normalmente presentan los suelos, en virtud de su propia formación geológica a través de los años, la modelación en capas estratificadas, esto es, en capas horizontales, han producido excelentes resultados comprobados en la práctica. Una de las metodologías empleadas en el presente estudio es el **Método de Pirson**, el cual es un método que se emplea para casos de Estratificación del Suelo de Varias Capas, así como también se usará el **Método de Dos Capas Usando Curvas**.

La ecuación fundamental utilizada, proviene del desarrollo de la Ecuación de Laplace, y viene expresado por la siguiente relación :

$$V_p = \frac{\rho_1}{2\pi} \left[\frac{1}{r} + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{K^n}{\sqrt{r^2 + (2nh)^2}} \right] \quad (2.66)$$

Donde :

V_p : Potencial de un punto "p" cualquiera de la primera capa en relación al infinito.

ρ_1 : Resistividad de la primera capa superficial

h : Profundidad de la primera capa superficial

r : Distancia de punto "p" a la fuente de corriente

K : Coeficiente de reflexión definido por :

$$K = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1} \quad (2.67)$$

ρ_2 Resistividad de la segunda capa

La expresión anterior aplicada a la Configuración de Wenner, nos permite obtener la ecuación fundamental :

$$\frac{\rho(a)}{\rho_1} = 1 + 4 \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{K^n}{\sqrt{1 + (2n\frac{h}{a})^2}} - \frac{K^n}{\sqrt{4 + (2n\frac{h}{a})^2}} \right] \quad (2.68)$$

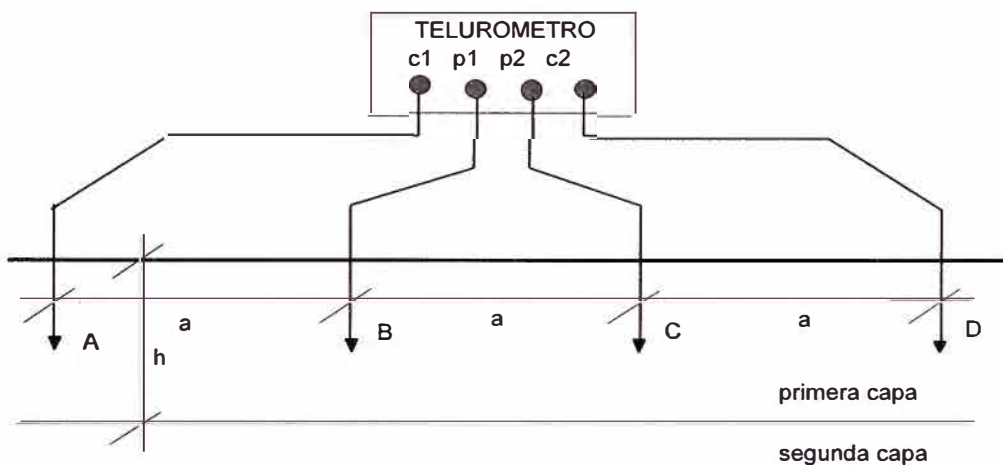
Siendo :

$$\rho(a) = 2\pi a R \quad (2.69)$$

Donde :

- a : Espaciamiento entre las varillas
- R : Resistencia eléctrica obtenida con el Megger.
- h : Profundidad de la primera capa

Fig.2.3: . Configuración de Wenner.



c) Método de Pirson

El Método de Pirson puede ser considerado como una extensión del Método de Dos Capas Usando Curvas. Consiste en dividir la curva " $\rho(a) \times a$ " en tramos ascendentes y descendentes, para luego ser analizado como una secuencia de curvas de suelo equivalente de dos capas.

Considerando el primer tramo como un suelo de dos capas, se obtiene ρ_1 , ρ_2 y h_1 . Para analizar el segundo tramo se deberá primeramente determinar una resistividad equivalente, vista para la tercera capa. Luego se determina la resistividad ρ_3 y la profundidad de la capa equivalente. Para las demás capas se continua así sucesivamente siguiendo la misma lógica.

d) Método de Dos Capas Usando Curvas

El método empleado: "Método de Dos Capas usando Curvas", utiliza la familia de curvas de $\rho(a)/\rho_{(1)}$ en función de h/a para una serie de valores de K negativos y positivos, cubriendo toda la rama de variaciones.

• Procedimiento de Cálculo

- (a) Se traza un gráfico con la curva $\rho(a)$ x a obtenida por el método Wenner.
- (b) Se prolonga la curva $\rho(a)$ x a hasta cortar al eje de las ordenadas del gráfico, este valor representa la resistividad de la primera capa ρ_1 .
- (c) Se toma un valor arbitrario de espaciamiento a_1 , hallando del gráfico su correspondiente valor de $\rho(a_1)$.
- (d) De acuerdo al comportamiento de la curva $\rho(a)$ x a , se procede de la siguiente forma:
 - (e) Si la curva es descendente se calcula
$$\frac{\rho(a_1)}{\rho_1}$$
 - (f) Si la curva es ascendente se calcula
$$\frac{\rho_1}{\rho(a_1)}$$
- (g) Con el valor de $\rho(a_1)/\rho_1$ o $\rho_1/\rho(a_1)$ obtenidos, se entra a las curvas teóricas K , y se traza una recta horizontal y para cada valor de K , y se obtiene el correspondiente valor de h/a .
- (h) Se multiplican todos los valores de (h/a) del paso anterior por el valor de a_1 del paso (c). Con los pasos e) y f) se construye una tabla con los valores correspondientes de k , (h/a) y h .

- (i) Se construye una nueva curva $K \times h$, con los valores calculados en el paso f).
- (j) Se escoge un segundo espaciamiento $a_2 \neq a_1$, se repiten nuevamente los pasos c), d), e) y f); construyendo una nueva curva $K \times h$.
- (k) Esta nueva curva se gráfica junto con la curva obtenida en el paso g).
- (l) La intersección de estas dos curvas $K \times h$ serán valores reales de K y h , quedando definida la estratificación.

- **Método de Estratificación de Suelos de Varias Capas**

El método empleado para la estratificación de suelos de varias capas es el método de Pirson, que es una extensión del método de dos capas.

Los pasos a seguir para la estratificación de suelos de estas características son los siguientes:

La curva " $\rho(a)$ vs a " será dividida en tramos de curvas ascendente y descendente, las cuales pueden ser tratados como una secuencia de curvas de suelo equivalentes de dos capas.

Se toma el primer tramo de la curva y se determinan los valores de las resistividades de la primera capa (ρ_1) y segunda capa (ρ_2); así como la altura de la primera capa (d_1) (método de dos capas).

Luego se toma el siguiente tramo de la curva, y se ubica el punto de inflexión a_t , que viene a ser el punto donde la curva cambia de concavidad.

Seguidamente se estima la altura a la segunda capa h'_2 por el método de Lancaster - Jones, a través de la siguiente expresión:

$$h'_2 = \frac{2 a_t}{3} \quad (2.70)$$

Conocida la altura referencial a la segunda, el siguiente paso será calcular la resistividad media equivalente estimada ρ'_2 , visto por la tercera capa utilizando la fórmula de Hummel, que es la media armónica ponderada de la primera y segunda capa.

$$\rho'_2 = \frac{d_1 + d'_2}{\frac{d_1}{\rho_1} + \frac{d'_2}{\rho_2}} \quad (2.71)$$

donde:

$d_1 = h_1$: Profundidad de la primera capa
 d'_2 : Espesor estimado para la segunda capa

$$d'_2 = \frac{2a_1}{3} - d_1 \quad (2.72)$$

El valor de ρ'_2 , representará el valor de la resistividad de la primera capa del segundo tramo que se está tratando.

Para el segundo tramo de la curva, se repite todo el proceso indicado en el método de las dos capas, con ρ'_2 como el valor de la resistividad de la primera capa. Obteniéndose de esta manera los valores de la resistividad de la tercera capa (ρ_3) y la altura de la segunda capa (d_2).

- **Determinación de la Resistividad Aparente**

El comportamiento del terreno, está mayormente constituido por suelos de varias capas, cuyas resistividades difieren una de la otra.

De la misma manera el paso de la corriente eléctrica desde el sistema de aterramiento hacia el suelo, depende:

- De la composición del suelo con sus respectivas capas;
- De la geometría del sistema de aterramiento; y
- Del tamaño del sistema de aterramiento.

Por lo que se hace necesario calcular la resistividad aparente del suelo, para un manejo más práctico de su comportamiento. Este equivalente representa la característica de un suelo uniforme, y será utilizado en el cálculo y diseño de los sistemas de puesta a tierra.

$$R = \rho_a \times f(g) \quad \Omega \quad (2.73)$$

donde:

R Resistencia eléctrica de la puesta a tierra.

ρ_a Resistividad aparente en ohm m .

f(g) Función que depende de la geometría de la puesta a tierra y su forma de colocación en el suelo.

Reducción de Capas

Para el cálculo de la resistividad aparente (ρ_a), en un suelo de varias capas es necesario primero realizar una reducción a un equivalente de un suelo de dos capas. Asimismo considerando, paralelismo entre las capas y usando la fórmula de **Hummel**, que transforma directamente el suelo en dos capas equivalentes tenemos que:

$$\rho_{eq} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{\frac{d_1}{\rho_1} + \frac{d_2}{\rho_2} + \frac{d_3}{\rho_3} + \dots + \frac{d_n}{\rho_n}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\rho_i}} \quad \Omega - m \quad (2.74)$$

$$d_{eq} = d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n = \sum_{i=1}^n d_i \quad m \quad (2.75)$$

donde:

d_i Espesor de la i-ésima capa en m

ρ_i Resistividad de i-ésima capa en ohm m

n Número de capas reducidas

ρ_{eq} Resistividad equivalente en ohm m

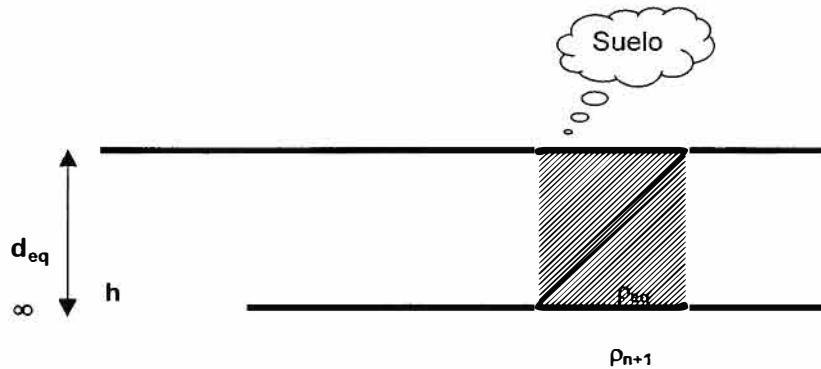
d_{eq} Distancia equivalente en m

Siendo:

ρ_{n+1} Resistividad de la última capa en Ohm m

Se tendrá el siguiente sistema equivalente:

Fig. 2.4: Reducción de capas – sistema equivalente



Coeficiente de Penetración

El coeficiente de penetración indica el grado de penetración de las corrientes escurridas por la puesta a tierra, y se estima a través de la relación entre el radio equivalente del sistema considerado y la profundidad equivalente:

$$\alpha = \frac{r}{d_{eq}} \quad (2.76)$$

donde:

α Coeficiente de penetración.

d_{eq} Profundidad equivalente (m).

r Radio equivalente de la configuración del sistema de puesta a tierra considerado (m)

Coeficiente de Divergencia (β)

El coeficiente de divergencia está definido por la relación de la resistividad de la última capa y la resistividad de la primera capa equivalente.

$$\beta = \frac{\rho_{n+1}}{\rho_{eq}} \quad (2.77)$$

donde:

β Coeficiente de divergencia.

ρ_{n+1} Resistividad de la última capa en Ohm m .

ρ_{eq} Resistividad de la primera capa equivalente en Ohm m .

Cálculo de la Resistividad Aparente (ρ_a)

Con los valores de α (coeficiente de penetración) y β (coeficiente de divergencia) estimados en los puntos anteriores, se obtendrá el valor de N, siendo N la relación entre la resistividad aparente (ρ_a) y la resistividad equivalente (ρ_{eq}).

$$N = \frac{\rho_a}{\rho_{eq}} \quad (2.78)$$

De la ecuación anterior finalmente se tiene que:

$$\rho_a = N \times \rho_{eq} \quad (2.79)$$

donde:

ρ_a Resistividad Aparente en Ohm m.

Resultados

En el Anexo D, se muestra el cálculo de la estratificación del terreno de la línea de transmisión, así como el número de estratos equivalentes, resistividad y la profundidad de cada capa.

2.2.11. Cálculo de las Puestas a Tierra

El criterio empleado para dimensionar las puestas a tierra de la Línea de Transmisión es el de proporcionar un camino fácil y seguro para las corrientes de dispersión que resulten de descargas atmosféricas y así evitar en lo posible que se produzca el fenómeno de flameo inverso (back flashover).

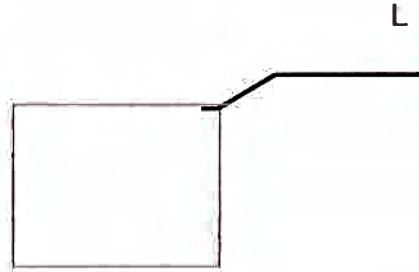
El criterio de reducción de la resistencia de puesta a tierra de las estructuras para proteger a las personas contra tensiones de toque y paso peligrosas no es aplicable en este caso debido a que la línea de transmisión atraviesa por zonas o lugares de tránsito no frecuente.

- **Tipos de Puestas a Tierra**

Los tipos básicos de puestas a tierra previstos están compuestos por electrodos verticales y conductores horizontales (contrapesos) cuyas características se indican a continuación:

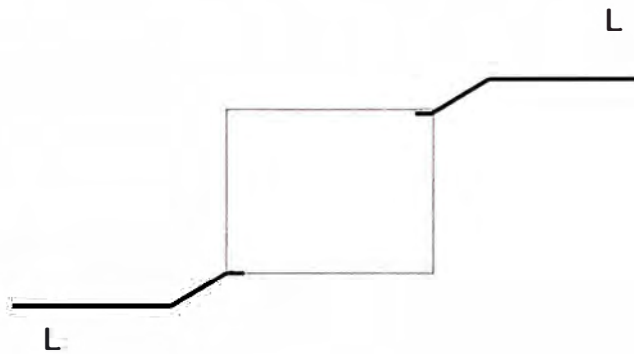
Tipo B1

Configuración compuesta por un (1) contrapeso horizontales de longitud variable ($L \leq 60$ m), hasta alcanzar el valor de resistencia de puesta a tierra requerido en cada una de las estructuras.



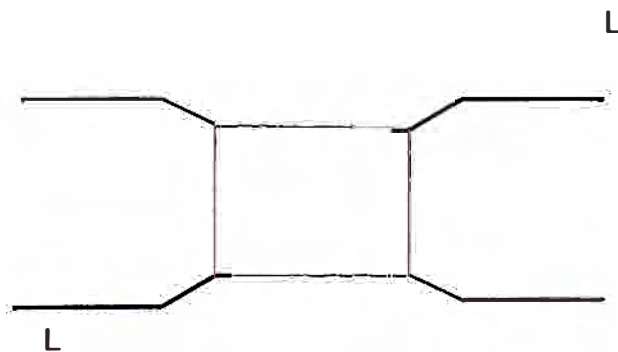
Tipo B2

Configuración compuesta por dos (2) contrapesos horizontales de longitud variable ($L \leq 60$ m), hasta alcanzar el valor de resistencia de puesta a tierra requerido en cada una de las estructuras.



Tipo B4

Configuración compuesta por cuatro (4) contrapesos horizontales de longitud variable ($L \leq 60$ m), hasta alcanzar el valor de resistencia de puesta a tierra requerido en cada una de las estructuras.



Los materiales a ser utilizados para la puesta a tierra serán conductores de acero recubierto con cobre de 35 mm² de sección para los contrapesos

Se emplearán contrapesos de acero recubierto con cobre por su buena conductividad y su alta resistencia al corte para evitar sustracciones.

Debido a que bajo impulsos atmosféricos el sistema de puesta a tierra se comporta como una impedancia transitoria, variando desde su valor inicial hasta el valor de resistencia de dispersión, los contrapesos deberán tener una longitud máxima de 60 m.

- **Cálculo de la Puesta a Tierra**

Para las diferentes configuraciones indicadas en el acápite anterior, el valor de la resistencia de puesta a tierra se puede estimar a partir de:

Resistencia de Puesta a Tierra de un Conductor Horizontal Enterrado a una Profundidad “p” (R)

$$R = \frac{\rho_a}{\pi \times L} \times \left[\text{Ln} \left(\frac{2 \times L}{\sqrt{2 \times r \times p}} \right) - 1 \right] \quad (2.80)$$

Donde:

R Resistencia de puesta a tierra de un conductor horizontal en Ohm

ρ_a Resistividad aparente del suelo en Ohm-m

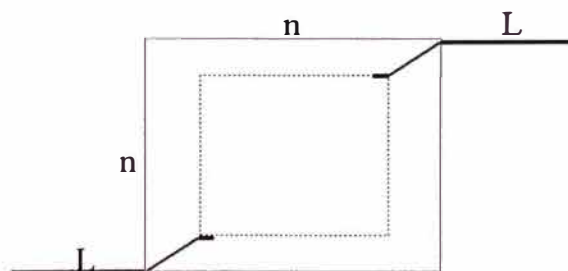
L2 Longitud total del conductor enterrado en m

r Radio del conductor en m

p profundidad de enterramiento del conductor en m (0,6 m mínimo)

Configuración B2

Configuración compuesta por dos (2) contrapesos horizontales de longitud variable L.



De la ecuación de Schwartz la resistencia para esta configuración se obtendrá de la siguiente manera:

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2 - R_M^2}{R_1 + R_2 - 2 \times R_M} \quad (2.81)$$

Siendo:

La resistencia del conductor (contrapeso):

$$R_1 = R_2 = \frac{\rho_0}{2\pi L} \times \left[\ln\left(\frac{2L}{r}\right) - 1 + C_1 + C_2 \right] \quad (2.82)$$

$$C_1 = \ln\left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4(p/L)^2}}{2p/L} \right] + \frac{2p}{L} - \sqrt{1 + 4(p/L)^2} \quad (2.83)$$

$$C_2 = \sum_{N=1}^{\infty} K^{iN} (C_3 + C_4 + C_5) \quad (2.84)$$

$$C_3 = \ln\left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4(NH-p)^2/L^2}}{2(NH-p)/L} \right] + \frac{2(NH-p)}{L} - \sqrt{1 + 4(NH-p)^2/L^2} \quad (2.85)$$

$$C_4 = \ln\left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4(NH)^2/L^2}}{2NH/L} \right] + \frac{2NH}{L} - \sqrt{1 + 4(NH)^2/L^2} \quad (2.86)$$

$$C_5 = \ln\left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4(NH+p)^2/L^2}}{2(NH+p)/L} \right] + \frac{2(NH+p)}{L} - \sqrt{1 + 4(NH+p)^2/L^2} \quad (2.87)$$

La resistencia mutua entre los conductores:

$$R_M = \frac{\rho_0}{4\pi L N} \sum_{i=1}^N \left[\ln \frac{(x_i + n + L) + \sqrt{n^2 + (x_i + n + L)^2}}{(x_i + n) + \sqrt{n^2 + (x_i + n)^2}} + \ln \frac{(x_i + n + L) + \sqrt{n^2 + 4p^2 + (x_i + n + L)^2}}{(x_i + n) + \sqrt{n^2 + 4p^2 + (x_i + n)^2}} \right] \quad (2.88)$$

$$x_i = \left(\frac{L}{N}\right).i \quad ; \quad N, \text{ valor entero muy grande}$$

Cuyos parámetros son:

L Longitud del conductor (contrapeso) (m).

R Radio del conductor (m).

ρ_0 Resistividad equivalente del terreno, ρ_{eq} (Ohm-m).

K' Coeficiente de estratificación entre la capa equivalente y la primera capa después de esta.

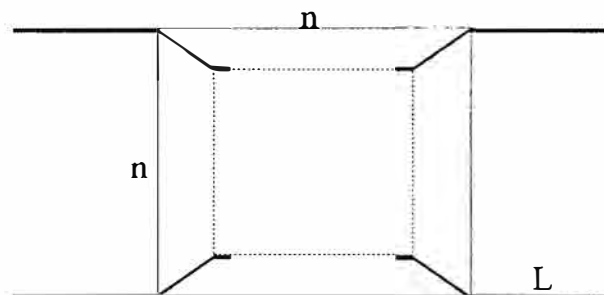
n Lado del cuadrado de separación entre los conductores (m).

p Profundidad de enterramiento del conductor (m).

H d_{eq} , Altura de la capa equivalente (m).

Configuración B4

Configuración compuesta por cuatro (4) contrapesos horizontales de longitud variable L.



La resistencia de los conductores será obtenida del mismo modo que para la configuración B2, lo mismo que para la resistencia mutua, a excepción de la resistencia mutua entre los conductores que se encuentran en la misma línea, en este caso:

$$R_M = \frac{\rho_0}{4\pi LN} \sum_{i=1}^N \left[\ln \frac{(x_i + n + L)}{(x_i + n)} + \ln \frac{(x_i + n + L) + \sqrt{4p^2 + (x_i + n + L)^2}}{(x_i + n) + \sqrt{4p^2 + (x_i + n)^2}} \right] \quad (2.89)$$

- **Distribución de tipos de puesta a tierra**

Luego se realizar los cálculos respectivos se puede distribuir los tipos de puesta a tierra según la siguiente tabla::

TABLA N° .2.7: distribución de las Puestas a Tierra.

Zona	Tipo de puesta a tierra recomendada
Entre V-0 y V-1	B4 (4 contrapesos)
Entre V-1 a V-2	B2 (2 contrapesos)
Entre V-2 y V4	B4 (4 contrapesos)

La Resistencia Máxima de Puesta a Tierra será de 21 Ohm

2.3. Cálculos Mecánicos

2.3.1. Modelo Mecánico del Conductor y Cable de Guarda

a) Comportamiento Inicial del Conductor

La condición del conductor dentro de unas pocas horas de ser instalado se denomina condición “inicial”.

Las tensiones y flechas del conductor en condición “**Inicial**” supone que la relación Esfuerzo – Elongación es descrito por un polinomio de cuarto grado, con la elongación expresada en por ciento de la longitud de referencia del conductor sin tensión, esto es:

$$\sigma_i = k_{i0} + k_{i1}\varepsilon + k_{i2}\varepsilon^2 + k_{i3}\varepsilon^3 + k_{i4}\varepsilon^4 \quad (2.90)$$

Donde los cinco coeficientes k_{i0} hasta k_{i4} pueden ser determinados por la curva que se ajusta a datos experimentales (curvas del fabricante del conductor).

b) Comportamiento Final después de Creep

Cuando el conductor se encuentra bajo tensión constante se produce un aumento de su elongación con el transcurso del tiempo, lo que se conoce como efecto Creep del conductor.

Si uno asume que el conductor permanece bajo tensión constante a la temperatura media durante un período de diez años, la condición del conductor después de este período se denomina “final después de creep”.

El programa PLS-CADD desarrolla los cálculos de flecha y tensión para el conductor en su condición “final después de creep” a través de curvas esfuerzo-elongación propias del conductor descrita por un polinomio de cuarto grado, con la elongación ε_c expresada en por ciento de la longitud del cable sin tensión:

$$\sigma_c = k_{c0} + k_{c1}\varepsilon + k_{c2}\varepsilon^2 + k_{c3}\varepsilon^3 + k_{c4}\varepsilon^4 \quad (2.91)$$

Donde los cinco coeficientes k_{c0} hasta k_{c4} son determinados por la curva que se ajusta a datos experimentales (curvas del fabricante del conductor).

Así, para el conductor empleado tipo AAAC de 279 mm², se tienen los siguientes valores según datos del fabricante:

Tabla 2.8: Coeficientes para la curva esfuerzo - elongación

kio	ki1	ki2	ki3	ki4
0.338049	47.8817	32.1856	-127.494	80.2528

kco	kc1	kc2	kc3	kc4
0.338532	24.6655	87.7632	-216.269	140.679

En el Anexo I se incluyen las curvas de esfuerzo – deformación “inicial” y “final”, determinados a partir de los coeficientes k del conductor AAAC de 279 mm² y del cable de guarda.

Además, en el Anexo F se presentan los resultados realizados con el programa PLS-CADD, donde para cada vano seleccionado se presentan los siguientes valores:

Tensión Máxima del conductor (estados Inicial y Final)

Tiro horizontal del conductor (estados Inicial y Final)

Flecha del conductor (estado final)

Parámetro del conductor (estado final)

2.3.2. Coordinación de Tensiones Mecánicas entre Conductor y Cable de Guarda

Los esfuerzos de cada día (EDS) del conductor y cable de guarda se han coordinado de tal manera que en la condición final (después de “creep”) la flecha del cable de guarda no supere el **80%** de la flecha del conductor de fase, esto es:

$$f_{cg} \leq 0,80 \times f_c \quad (2.92)$$

Con los resultados obtenidos del calculo mecánico del conductores (Anexo F), en la cual se empleó un tense del 17% del tiro de rotura del conductor y un 13% en el caso del cable de guarda, se procede a verificar el cumplimiento de la relación anterior

En el Anexo H se puede apreciar la curva de coordinación de flechas entre el conductor y el cable de guarda.

2.3.3. Uso de Amortiguadores de Vibración

La vibración de los conductores de las líneas de transmisión aéreas, bajo la acción del viento conocida como "vibración eólica" puede causar fallas por fatiga de los alambres de los conductores en los puntos de soporte después de un cierto tiempo de ser instalados.

De los diferentes tipos de vibración eólicas, la mas común es la resonante. Este tipo de vibraciones son ondas estacionarias de baja amplitud y alta frecuencia, producidas por vientos constantes de baja velocidad.

Las velocidades de viento que producen vibraciones resonantes en los conductores oscilan entre 4 km/h y 10 km/h (vientos moderados).

Las vibraciones resonantes se reducen mediante el uso de

Varilla de armar : Con este refuerzo se reduce la amplitud de las vibraciones debido al aumento del diámetro del conductor. Registros comparativos indican que reduce la amplitud de las vibraciones de 10% a 20%.

Amortiguadores : Los amortiguadores disipan la energía introducida por el viento en los conductores. Los amortiguadores comúnmente usados son los Stockbridge, que consisten en un par de pesas soportadas elásticamente y colgadas del conductor cerca del punto de suspensión.

La aplicación de los amortiguadores en las líneas de transmisión se sujeta a las recomendaciones de los fabricantes (Estudio de Amortiguamiento) en función a las características propias del diseño de la Línea de Transmisión como son: tipo de conductor, tipo de terreno, tense del conductor, etc.

Para la estimación básica del requerimiento de los amortiguadores para la línea en estudio, se ha tomado en cuenta el criterio de la norma VDE 0210 el fija los esfuerzos máximos admisibles por cada tipo de conductor sin amortiguadores. Así, vemos en el Anexo G, que a partir de 260 m de vano lateral es necesaria la inclusión de amortiguadores.

2.3.4. Cálculo Mecánico de las Estructuras

Para realizar el diseño mecánico de las estructuras de la línea de transmisión, se elaboran sus respectivos Diagramas de Carga, los mismos que incluyen los factores de sobrecarga definidos en los criterios de diseño, según se puede apreciar en la Memoria Descriptiva del presente estudio.

En cambio, para el diseño de las cimentaciones de las estructuras se elaboran los diagramas de carga para cada tipo de estructura sin incluir dichos factores de sobrecarga.

Estos Diagramas de carga y sus cálculos respectivos, se muestran en el Anexo J – Árboles de Carga.

2.3.5. Ubicación de Estructuras

Para la ubicación (distribución) de estructuras se adopta los siguientes criterios que a continuación describimos.

Se localizan las estructuras, de tal manera que la distancia del conductor (para la Hipótesis de Flecha Máxima), conserve las distancias mínimas de seguridad correspondientes al terreno, y a los obstáculos presentes en todo el recorrido de la línea.

Asimismo se verifica que el vano máximo real adyacente a una estructura no supere la distancia máxima eléctrica permitida (separación vertical y horizontal entre conductores).

Se verifica que el vano viento y el vano peso (Hipótesis de máximo esfuerzo), no superen las prestaciones mecánicas para las cuales fueron diseñadas las estructuras.

Se verifica para la hipótesis de oscilación de cadena, que el ángulo máximo de oscilación en las estructuras de suspensión o alineamiento no supere los 55° , considerando el empleo de pesas adicionales si fuera necesario.

En las estructuras de suspensión, se verifica que los ángulos de salida del conductor en las grapas de sujeción, no superen los valores permitidos, por consideraciones de vibración y evitar la posible fatiga de los mismos.

- En las estructuras de Anclaje o Retención, se verifica que los ángulos de salida del conductor no superen los valores permitidos, caso contrario se anotó (Planilla de Estructuras) la utilización de cadenas invertidas.

El dibujo de los planos de la ubicación de estructuras en el perfil longitudinal se efectúa con el mismo programa PLS-CADD indicándose en los mismos la distancia mínima sobre el suelo y los datos de vanos reales, vanos viento, vanos peso, vanos y parámetros equivalentes.

Las escalas que de uso normal en los planos de perfil longitudinal y planimetría son las siguientes:

- Vertical : 1/500
- Horizontal : 1/2000

Con el propósito de no cortar excesivamente los perfiles en las zonas más accidentadas se utilizarán las escalas:

- Vertical : 1/1000
- Horizontal : 1/4000

2.3.6. Resultados de la Distribución

En el Anexo K se muestra la Planilla de Estructuras (Hojas de Localización), en donde se señalan las principales características de cada estructura de la Línea.

En el Anexo L se muestran los resultados de los cálculos del programa PLS-CADD en lo referente a: Vanos Viento, Vanos Peso y Cargas Resultantes de cada una de las estructuras y para cada hipótesis de carga empleados en la distribución de estructuras.

3. CAPITULO III: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

3.1. Especificaciones Técnicas de Suministro

3.1.1. Torres autoportadas

a) alcances

Las presentes especificaciones cubren las características técnicas mínimas aceptables, para el suministro de torres metálicas autoportadas y con fundación de concreto, a instalarse en la Línea de Transmisión Eléctrica de 138 kV en doble terna.

Define las normas, parámetros y criterios que serán empleados en el diseño, en la fabricación y en el suministro de las mismas.

b) Normas

Las normas a ser utilizadas para el suministro de las torres, comprende: fabricación de componentes (perfiles, pernos, accesorios), diseño de la torre, fabricación, inspección, pruebas, embalaje, transporte y entrega. Para tal efecto se utilizarán, sin ser limitativas, las siguientes Normas en la versión vigente a la fecha de la licitación:

ASTM A36	Perfiles y placas de acero estructural
ASTM A6	Requerimientos para el suministro de perfiles y placas de acero
ASTM A394	Pernos y tuercas galvanizados
ANSI B18.21.1	Arandelas de presión
ANSI B18.2.1	Pernos hexagonales y roscas
ANSI B18.2.2	Tuercas hexagonales
ASTM A123	Galvanización de perfiles
ASTM A153	Galvanización de ferretería, pernos, tuercas y arandelas
ASTMB201	Cromatización de piezas galvanizadas

- ASCE10-97 Design of Latticed Steel Transmission Structures
- IEC P-652 International Electrotechnical Commission, Loading Test on Overhead Line Towers
- VDE210 Determinaciones para la Construcción de Líneas Aéreas de Energía Eléctrica mayores de 1 kV

c) Tipos de torres

- Torre de Anclaje
- Torre Terminal

d) Características técnicas

- **Dimensiones Principales**

Disposición vertical los conductores : doble terna

Distancia vertical mínima entre fases : m

Torre Anclaje A1	:	5.0 m
Torre Anclaje A2	:	7.0 m
Torre Terminal	:	5.0 m

- **Distancia mínima del extremo del brazo al cuerpo la torre:**

Torre Anclaje A1	:	2.75 m
Torre Anclaje A2	:	2.75 m
Torre Terminal	:	2.0 m

- **Distancia del brazo inferior al nivel del terreno**

Anclaje A1	17.50 m
Anclaje A2	13.0 m
Terminal 2T	14.5 m

- **Distancia máxima entre patas al nivel del terreno**

Anclaje A1	5.3 m
Anclaje A2	5.0 m
Terminal 2T	5.0 m

Otras dimensiones de la torre serán determinadas por el fabricante.

- **Longitud de la pata (Stub) para la fundación de concreto:**

Será determinada por el fabricante, así como las dimensiones de las fundaciones, según las características del terreno indicadas en el Numeral IV.

e) **Material**

- **Perfiles, planchas de unión y pernos**

Se empleará perfiles, planchas de acero y tuercas que cumplan con las siguientes normas:

Perfiles y planchas de acero normal según DIN ST 37 O ASTM A36

Pernos y tuercas según ASTM A394 y ASTM A325

Las características mínimas del acero serán:

Acero St 37 o equivalente:

Resistencia a la tracción	41 kg/mm ²
Resistencia a la fluencia	25 kg/mm ²
Elongación	21%

- **Galvanizado**

Todas las partes metálicas, pernos, tuercas y arandelas se galvanizarán según las normas ASTM 123 y 153.

El galvanizado deberá ser uniforme, libre de grumos y burbujas, con buena adherencia, tal que permita un adecuado ensamble de los diferentes componentes.

El espesor mínimo será de 100 um (micrones) en los perfiles y planchas y 70 um en los pernos, tuercas y arandelas.

- **Doblado**

Los perfiles y placas de refuerzo que necesiten ser doblados, serán procesados mediante calentamiento a temperatura de forja. Previa aprobación del usuario y donde

por razones particulares los elementos tengan que ser doblados en frío, el material será posteriormente recocido o aliviado de tensiones.

- **Soldaduras**

No está permitido el uso de soldaduras en ningún elemento de las torres.

f) Diseño y Fabricación

En los procesos de diseño y fabricación se deberá cumplir con lo estipulado en la Norma VDE 0210, el manual ASCE 10-97, Design Latticed Steel Transmisión Structure, las recomendaciones del Steel Construction Manual de la AISC y las definiciones que se indican a continuación:

- **Factores de Sobrecarga**

En condición normal

- 1.5 Cargas Verticales
- 2.2 Cargas Transversales
- 1.3 Cargas Longitudinales

En condición de excepcional

1.3 referido a la fluencia en los elementos a tracción, y a la resistencia al pandeo en los elementos a compresión.

- **Dimensiones mínimas**

En los elementos con mayor carga de trabajo como montantes y elementos a compresión de los brazos :

Tamaño mínimo de perfil	2" x 2" .
Espesor mínimo de perfil	¼"

- **Otros elementos**

Tamaño mínimo de perfil	1.5" x 1.5" .
Espesor mínimo de perfil	3/16"

Diámetro mínimo de pernos:

5/8" para las montantes y elementos a compresión de brazos.

1/2" para los arriostres

El espesor mínimo de placas: 1/4"

- **Relación de esbeltez**

Definida como KL/r

L = longitud libre del elemento a compresión

r = radio de giro de la sección del elemento, el que origine el mayor valor de la relación L/r

K = factor que depende del tipo de conexión del elemento a compresión

Valores máximos de:

KL/r = 150, para las montantes y elementos a compresión de brazos.

= 200, para otros elementos en tensión o compresión

= 250, para los elementos redundantes

- **Brazos**

Los brazos de las torres serán de forma triangular, con un punto de aplicación de carga, para la sujeción de las cadenas de anclaje y para la cadena de suspensión respectivamente.

- **Piezas a ser empotradas en el Concreto**

Las piezas o stubs destinadas a ser empotradas en el concreto de las fundaciones tendrán dispositivos adecuados para asegurar la adherencia entre el acero y el concreto. La longitud del stub, número de cleats y pernos deberán ser calculados.

Todos los stubs y sus partes que sean empotrados en el concreto serán galvanizados completamente.

- **Empalmes**

Los empalmes serán del tipo tope, es decir que no se traslaparán. Se deberá emplear cubrejuntas interiores (pieza de perfil) y planchas exteriores en ambos lados del perfil.

- **Marcación de elementos**

Todos los perfiles y planchas se marcarán con el código de identificación que se indica en los planos de diseño y fabricación.

g) Accesorios

- **Elementos anti-escalamiento**

Se instalarán elementos anti-escalamiento a una altura de 3 a 5 metros del nivel del suelo. Consistirá de elementos punzantes u otro que el fabricante proponga y deberá ser de acero galvanizado en caliente, el mismo usado para las torres.

- **Pernos de escalamiento**

Los pernos de escalamiento se instalará en una montante. Deberá instalarse alternadamente en cada cara exterior del perfil desde una altura de 4 m sobre el terreno hasta 0.75 m antes del cúspide. La separación entre pernos será de 0.4 metros.

Los pernos serán del tipo anti-deslizante de 16 mm de diámetro, galvanizados en caliente, con cabeza hexagonal en el extremo exterior y con una longitud libre de por lo menos de 15 cm. Se fijarán a la montante mediante tuercas y contra-tuercas.

- **Placa de peligro**

Se instalará en cada torre una placa de peligro fabricada de acero galvanizado en caliente, de 500 x 500 x 5 mm, que incluye la leyenda "Nombre de la Línea, tensión de la línea, número del circuito, número de torre, advertencia de Peligro, tipo de torre y año de fabricación".

El fondo de la placa tendrá color amarillo y los dibujos o letras tendrán color negro de contraste. Se fijarán mediante 4 pernos.

- **Conexión a tierra**

Para la conexión a tierra se dejará una perforación adecuada con perno tuerca y arandela, en dos montantes diagonalmente opuestas.

- **Grilletes de conexión a cadena de aisladores**

de 14 Ton de resistencia mecánica. Para las cadenas de aisladores de suspensión y anclaje se suministrará grilletes simétricos y asimétricos.

h) Inspección en planta

ATACOCHA S.A. se reserva el derecho de enviar inspectores a la planta del fabricante para verificar el empleo correcto de los materiales y el proceso de fabricación.

ATACOCHA S.A. comunicará inmediatamente por escrito al fabricante cuando:

El material utilizado en la fabricación de las torres no corresponda a lo ofertado o se encontrará defectuoso.

El inspector de **ATACOCHA S.A.** observe deficiencias en el proceso de fabricación de las torres que no garanticen su calidad integral.

Los resultados de control de calidad y pruebas, durante el proceso de fabricación del producto no correspondan a lo señalado en esta especificación técnica.

El fabricante levantará automáticamente por escrito las observaciones mencionadas por **ATACOCHA S.A.**, debiendo ésta comunicar inmediatamente por escrito la aceptación o no de las explicaciones del fabricante. En caso que **ATACOCHA S.A.** no acepte las explicaciones, no se proseguirá con el proceso de fabricación de las torres, hasta que el fabricante subsane las observaciones en un plazo máximo de 2 días útiles.

i) Pruebas

Se efectuará una prueba de ensamble de las torres en la planta del fabricante, previo al galvanizado. **ATACOCHA S.A.** enviará sus inspectores para verificar esta prueba y dar conformidad respectiva.

j) Garantía

El fabricante emitirá una garantía por las estructuras fabricadas por dos años desde la fecha de entrega o de un año después de su instalación, lo primero que ocurra.

k) Embalaje y transporte

Todo el material de las torres debe embalarse conjuntamente. Los pernos, tuercas, arandelas, planchas y otros accesorios deben embalarse en cajones de madera. Con indicación del peso bruto y relación detallada.

Conjuntamente con el material enviado debe remitirse las listas de empaque (Packing list) para el inventario respectivo.

En el transporte se deberá tener cuidado de no causar daños en el galvanizado.

l) Planos

El fabricante elaborará planos de diseño y montaje. Estos planos se dibujarán en Autocad versión 2000.

El fabricante remitirá los planos para su revisión y aprobación. Luego que se superen todas las posibles observaciones se dará aprobación del caso.

Luego de la aprobación de los planos se podrá dar inicio a la fabricación.

El fabricante entregará la versión final aprobada en un original en papel tamaño A1, a escalas standarizadas donde se aprecie el dibujo claramente, además de un disco compacto con todos los archivos respectivos.

m) Plazo y lugar de entrega

El plazo de entrega de las torres será el mínimo posible. Este aspecto es de importancia y será tomado en cuenta para la evaluación de la oferta.

El lugar de entrega será en el depósito que **ATACOCHA S.A.** comunicará oportunamente al término de la fabricación.

n) Presentación de las ofertas

La oferta se presentará por el suministro de las siguientes estructuras:

Torre de Anclaje	A1
Torre de Anclaje	A2
Torre Terminal	2T

El postor incluirá en su oferta lo siguiente:

- **Garantía de Calidad del material**

Consistirá de un certificado de la calidad del material a emplear, otorgado por el fabricante del material, indicando composición química, valores de resistencia de fluencia, rotura, elongación y otras propiedades pertinentes.

- **Garantía de Galvanizado**

Consistirá de un certificado de la calidad del sistema de galvanizado, otorgado por el suministrador de los lingotes de zinc a emplearse, con indicación de su composición química en conformidad con la norma ASTM B-6.

- **Planos de diseño de la torres**

Indicando las dimensiones y tipo de material de los elementos

- **Lista de datos técnicos**

Relación de cada elemento con indicación del tipo de material

Peso de cada torre

Dimensiones de la torre:

Altura total

Altura del brazo inferior

Distancia horizontal y vertical entre brazos

Ancho del cuerpo recto de las torres

Distancia entre patas al nivel de terreno

Longitud de la pata (stub)

Distancia mínima del cuello muerto al cuerpo de la torre

- o) **Penalidad por incumplimiento de entrega**

El incumplimiento del plazo de entrega ofertado, será sancionado con una penalidad del 0.5% del valor ofertado, por cada día calendario de retraso, hasta un máximo de 15 días.

- p) **De la garantía del fiel cumplimiento**

En garantía del fiel cumplimiento de la correspondiente orden de compra el fabricante deberá entregar una Carta Fianza en el plazo máximo de 5 días calendarios después de aceptada la orden de compra, la misma que deberá ser incondicional, irrevocable, solidaria y de realización automática, emitida a través de una entidad bancaria de primer nivel con domicilio en Lima, Perú, y a satisfacción de **ATACOCHA**, por el equivalente al 20% del monto de la orden de compra, cuya validez debe exceder en treinta (30) días al último plazo de entrega de las torres.

ATACOCHA, podrá ejecutar la Carta Fianza de fiel cumplimiento, en cualesquiera de los siguientes casos.

Cuando el incumplimiento de los plazos de entrega exceda de (15) quince días calendarios, por razones imputables al Fabricante.

Por cesión o transferencia total o parcial de la orden de compra a terceros, sin previa autorización de **ATACOCHA**.

Cuando el fabricante no subsane las observaciones de **ATACOCHA** en el plazo máximo de dos (2) días útiles.

Cuando el fabricante cometa una misma deficiencia en forma reiterada hasta en tres oportunidades, durante el proceso de fabricación de las torres.

DATOS TÉCNICOS

ACERO NORMAL ASTM – A36

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES			
1. Tipo de acero		ASTM A-36	
2. Utilización			
3. Fabricante			
4. Procedencia			
5. Normas aplicables			
B. COMPOSICIÓN QUÍMICA			
6. Carbono	%		
7. Manganeso	%		
8. Azufre	%		
9. Fósforo	%		
C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
10. Carga de rotura	Kg/mm ²	40.8	
11. Límite elástico	Kg/mm ²	25.4	
12. Alargamiento a rotura	%	20	
13. Dureza	Kg/mm ²		
14. Módulo de elasticidad	Kg/mm ²		
D. GALVANIZACIÓN			
15. Taller y lugar de galvanizado			
16. Normas aplicables		ASTM A123	

DATOS TÉCNICOS

ACERO PARA PERNOS Y TUERCAS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES			
1. Tipo de acero			
2. Utilización			
3. Fabricante			
4. Procedencia			
5. Normas aplicables		ASTM A-394	
B. COMPOSICIÓN QUÍMICA			
6. Carbono	%		
7. Manganeso	%		
8. Azufre	%		
9. Fósforo	%		
C. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS			
10. Carga de rotura	Kg/mm ²		
11. Limite elástico	Kg/mm ²		
12. Alargamiento a rotura	%		
13. Dureza	Kg/mm ²		
14. Módulo de elasticidad	Kg/mm ²		
D. GALVANIZACIÓN			
15. Taller y lugar de galvanizado			
16. Normas aplicables		ASTM - 153	

3.1.2. Aisladores de suspensión de vidrio

a) Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los aisladores de suspensión de vidrio que se utilizarán en líneas de transmisión.

b) Normas aceptables

Los aisladores de suspensión materia de la presente especificación, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ANSI C29.1	AMERICAN NATIONAL STANDARD TEST METHODS FOR ELECTRICAL POWER INSULATORS
ANSI C29.2	AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR INSULATOR WET-PROCESS PORCELAIN AND TIGHTENED GLASS-SUSPENSION TYPE
ASTM A 153	ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

c) Condiciones ambientales

Los aisladores se instalarán en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

Altitud sobre el nivel del mar	:	hasta 4500 m
Humedad relativa	:	entre 50 y 95%
Temperatura ambiente	:	-15 °C y 30 °C
Contaminación ambiental	:	de escasa a moderada

d) Condiciones de operación

El sistema eléctrico en el cual operarán los aisladores de suspensión, tiene las siguientes características:

Tensión de servicio de la red	:	138 kV
Tensión máxima de servicio	:	145 kV

- Frecuencia de la red : 60 Hz

e) Características Técnicas

Los aisladores de suspensión serán de vidrio templado de estructura homogénea sin trazos de cristalización ni defectos internos.

Las partes metálicas serán de acero forjado o hierro maleable galvanizado en caliente; tendrán pasadores de bloqueo fabricados de material resistente a la corrosión tal como bronce fosforoso o acero inoxidable. Tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

f) Pruebas

Los aisladores tipo suspensión deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el numeral 2. de la presente especificación.

• Pruebas de diseño

Las pruebas de diseño a prototipos deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los aisladores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. El diseño del aislador y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuarán las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

- Prueba de tensión soportable en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión soportable bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión soportable al impulso tipo rayo.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo y negativo.
- Prueba de tensión de radiointerferencia.
- Prueba de carga-tiempo.
- Prueba de cambio brusco de temperatura.

- Prueba de resistencia de carga mecánica residual.
- Prueba de impacto.
- Prueba del pasador de seguridad.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

- **Pruebas de Calidad**

Las pruebas de calidad deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de aisladores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados adjuntos a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna (3) de entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

- Inspección visual y verificación de las dimensiones.
- Pruebas de porosidad.
- Pruebas del galvanizado.
- Pruebas de carga electromecánica combinada.
- Pruebas de perforación.
- Prueba de cambio brusco de temperatura

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

- **Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los aisladores a ser suministrados. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro del suministro cumple satisfactoriamente con el íntegro de las pruebas solicitadas:

- Prueba de carga mecánica de rutina
- Prueba de tensión de flameo de rutina.
- Prueba de cambio brusco de temperatura de frío a caliente
- Prueba de cambio brusco de temperatura de caliente a frío.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

g) Mercado

Los aisladores deberán tener marcas indelebles con la siguiente información:

- Nombre del Fabricante
- Año de Fabricación
- Carga Electromecánica combinada en kN
- Clase de Aislador según ANSI

h) Embalaje

Los aisladores deberán ser embalados en jabs de madera resistente aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable, evitando el contacto físico entre los aisladores. Las jabs deberán estar agrupadas sobre paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable a fin de permitir su desplazamiento con un montacargas estándar. Adicionalmente, cada paleta deberá ser cubierta con un plástico transparente para servicio pesado.

Cada caja deberá tener impresa (en idioma Español o Inglés) la siguiente información:

Nombre del Propietario
Nombre del Fabricante
Tipo de aislador según ANSI
Cantidad de aisladores
Masa neta en kg
Masa total en kg

El Postor deberá suministrar una un reserva de aisladores no menor al 0,5 % del suministro, cuyo costo estará incluido en el precio cotizado.

i) Almacenaje y recepción del suministro

El Postor deberá considerar que el suministro será almacenado sobre un terreno compactado, a la intemperie.

Previo a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje del suministro para revisión y aprobación del Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, la cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción del suministro se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recibidos. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

j) Inspección y pruebas en fábrica

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas por un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

k) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. También deberá incluir la información siguiente:

Catálogos del fabricante en los que se indiquen códigos del suministro, sus dimensiones, características de operación mecánica y eléctrica y la masa.

En caso que el postor proponga normas distintas a las especificadas, deberá incluir una copia de éstas para su evaluación.

Previo a la entrega del suministro, el Postor adjudicatario (Proveedor) deberá entregar un juego original de la versión vigente de las normas indicadas en el acápite b) y, de ser el caso, adicionalmente el Original de las normas que propuso en su oferta técnica. El costo de las normas estarán incluidas en el precio cotizado por el Postor.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
AISLADOR DE VIDRIO TIPO SUSPENSION**

N°	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO (*)
1.0	FABRICANTE			
2.0	NUMERO O CODIGO DEL CATALOGO ADJUNTO			
3.0	MODELO O CODIGO DEL AISLADOR (SEGÚN CATALOGO)			
4.0	CLASE ANSI		52-3	
5.0	MATERIAL AISLANTE		VIDRIO TEMPLADO	
6.0	MATERIAL METALICO		HIERRO MALEABLE O ACERO FORJADO	
7.0	MATERIAL DEL PASADOR		BRONCE O ACERO INOXIDABLE	
8.0	NORMA DE FABRICACION		ANSI C29	
9.0	<u>DIMENSIONES:</u>			
9.1	DIAMETRO MAXIMO	mm	255	
9.2	ESPACIAMIENTO (ALTURA)	mm	146	
9.3	LONGITUD DE LINEA DE FUGA	mm	315	
9.4	TIPO DE ACOPLAMIENTO		ANSI TIPO B	
10.0	<u>CARACTERISTICAS MECANICAS:</u>			
10.1	CARGA ELECTROMECHANICA DE ROTURA	kN	80	
10.2	RESISTENCIA MECANICA AL IMPACTO	N - m	17	
10.3	RESISTENCIA A UNA CARGA CONTINUA	kN	40	
11.0	<u>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</u>			
11.1	TENSION DISRUPTIVA A BAJA FRECUENCIA: - EN SECO - BAJO LLUVIA	kV kV	80 55	
11.2	TENSION SOPORTADA AL IMPULSO TIPO RAYO +:	kV	125	
11.3	TENSION DE PERFORACION	kV	130	
12.0	<u>CARACTERISTICAS DE RADIO INTERFERENCIA:</u>			
12.1	TENSION EFICAZ DE PRUEBA A TIERRA EN BAJA FREC.	kV	10	
12.2	TENSION MAXIMA DE RADIO INTERFERENCIA	uv	50	
13.0	CONEXIÓN		CASQUILLO - BOLA	
14.0	MASA POR UNIDAD	kg	3,4	
15.0	COLOR			

(*) Obligatoriamente deberá consignarse el íntegro de la información solicitada. Su ausencia podrá ser causal de descalificación

3.1.3. Conductores de aleación de aluminio AAAC

a) Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del conductor de aleación de aluminio que se utilizará en líneas de transmisión.

b) Normas aplicables

El conductor de aleación de aluminio, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

Para inspección y pruebas:

IEC 1089 ROUND WIRE CONCENTRIC LAY OVERHEAD ELECTRICAL
STRANDED CONDUCTORS

IEC 104 ALUMINIUM-MAGNESIUM-SILICON ALLOY WIRE FOR OVERHEAD
LINE CONDUCTORS

Para fabricación:

ASTM B398 ALUMINIUM ALLOY 6201-T81 WIRE FOR ELECTRICAL PURPOSES

ASTM B399 CONCENTRIC-LAY-STRANDED ALUMINIUM ALLOY 6201-T81
CONDUCTORS

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

Las dimensiones de los conductores están consignadas en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados y corresponden a las normalizadas por el Propietario.

c) Descripción del material

El conductor de aleación de aluminio será fabricado con alambro de aleación de aluminio- magnesio-silicio, cuya composición química deberá estar de acuerdo con la Tabla 1 de la norma ASTM B 398; el conductor de aleación de aluminio será desnudo y

estará compuesto de alambres cableados concéntricamente y de único alambre central; los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano derecha., las capas interiores se cablearán en sentido contrario entre sí.

El conductor tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tablas de Datos Técnicos Garantizados de esta especificación.

d) Fabricación

El conductor de aleación de aluminio se fabricará en una parte de la planta especialmente acondicionada para tal propósito; durante la fabricación y almacenaje se deberán tomar precauciones para evitar su contaminación por cobre u otros materiales que puedan causarle efectos adversos.

En el proceso de fabricación del conductor, el fabricante deberá prever que el conductor contenido en cada bobina no tenga empalmes de ningún tipo.

e) Pruebas

Los conductores deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en el párrafo b). de la presente especificación.

• Pruebas Tipo

Las pruebas Tipo están orientadas a verificar las principales características de los conductores, por lo que deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de los certificados y los reportes de pruebas emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, independiente del Fabricante y el Proveedor, demostrando que los conductores han cumplido satisfactoriamente estas pruebas. El diseño del conductor y los requerimientos de las pruebas a los que fueron sometidos serán completamente idénticos a los ofertados, caso contrario se efectuarán las pruebas de diseño y los costos serán cubiertos por el Proveedor.

Estas pruebas comprenderán:

Prueba de soldadura de los alambres de aleación de aluminio.

Prueba para la determinación de las curvas esfuerzo-deformación (stress-strain) del conductor.

Prueba para determinar la carga de rotura del conductor.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

- **Pruebas de Muestreo**

Las pruebas de muestreo están orientadas a garantizar la calidad de los conductores, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores a ser suministrados y contarán con la participación de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados adjuntos a los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una terna (3) de entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Estas pruebas comprenderán:

Determinación de la sección transversal del conductor.

Medición del diámetro del conductor.

Determinación de la densidad lineal (masa por unidad de longitud)

Prueba de carga de rotura de los alambres del conductor.

Verificación de la superficie del conductor.

Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del conductor, y de la dirección del cableado (lay ratio and direction of lay).

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados y reportes de prueba serán redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

- **Pruebas de Rutina**

Las pruebas de rutina deberán ser efectuadas a cada uno de los lotes de conductores durante el proceso de fabricación. Los resultados satisfactorios de estas pruebas deberán ser sustentados con la presentación de tres (03) juegos de certificados emitidos por el fabricante, en el que se precisará que el íntegro del suministro cumple satisfactoriamente con el íntegro de las pruebas solicitadas.

Medición de la composición química de los lotes de producción.

Otros reportes de los ensayos de producción.

Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado.

Los certificados deberán ser redactados solamente en idioma Español o Inglés.

El costo para efectuar estas pruebas estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

- f) **Embalaje**

El conductor será entregado en carretes metálicos o de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrados con listones de madera para proteger al conductor de cualquier daño para un almacenamiento prolongado a intemperie y en ambiente salino.

Todos los componentes de madera deberán ser manufacturados de una especie de madera sana, seca y libre de defectos, capaz de resistir un prolongado almacenamiento.

Las planchas, uniones y soldaduras de los carretes metálicos deberán ser sobre reforzadas, a fin de evitar su deformación y deterioro durante el transporte a los almacenes y a las obras.

Las superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del material del carrete con el conductor. Similarmente, luego de enrollar el conductor, toda la superficie del conductor será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

Cada carrete deberá ser identificada (en idioma Español o Inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo y formación del conductor
- Sección nominal, en mm²
- Lote de producción
- Longitud del conductor en el carrete, en m
- Masa neta y total, en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido en que debe ser rodado el carrete durante su desplazamiento.

Las identificación se efectuará con una pintura resistente a la intemperie y a las condiciones de almacenaje y en las dos caras laterales externas del carrete. Adicionalmente, la misma información deberá estamparse sobre una lámina metálica resistente a la corrosión, la que estará fijada a una de las caras laterales externas del carrete.

El costo del embalaje será cotizado por el Proveedor considerando que los carretes no serán devueltos.

La longitud total de conductor de una sección transversal determinada se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 3% ni más del 3% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete.

g) Almacenaje y recepción del suministro

El Postor deberá considerar que el suministro será almacenado sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente húmedo.

Previo a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje del suministro para revisión y aprobación del

Propietario; los planos deberán precisar las dimensiones del embalaje, la superficie mínima requerida para almacenaje, el máximo número de paletas a ser apiladas una sobre otra y, de ser el caso, las cantidad y características principales de los contenedores en los que serán transportados y la lista de empaque. Adicionalmente deberá remitir todos los certificados y reportes de prueba solicitados.

La recepción del suministro se efectuará con la participación de un representante del Proveedor, quién dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recibidos. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

h) Inspección y pruebas en fábrica

La inspección y pruebas en fábrica deberán ser efectuadas en presencia de un representante del Propietario o una Entidad debidamente acreditada que será propuesta por el Proveedor para la aprobación del Propietario. Los costos que demanden la inspección y pruebas deberán incluirse en el precio cotizado por el Postor.

i) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. También deberá incluir la información siguiente:

- Catálogos del fabricante en los que se indiquen códigos del suministro, sus dimensiones, características de operación mecánica y eléctrica y la masa.
- Información técnica sobre el comportamiento de los conductores frente la vibración, recomendando esfuerzos de trabajo adecuados

En el caso que se proponga normas distintas a las solicitadas, deberá incluir una copia de éstas para su evaluación.

Previo a la entrega del suministro, el Proveedor deberá entregar un juego original de la versión vigente de las normas indicadas en el párrafo b), y de ser el caso, adicionalmente el original de las normas que propuso en su oferta técnica. El costo de las normas estarán incluidas en el precio cotizado por el Postor.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO AAAC DE 279 mm²

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>CARACTERISTICAS GENERALES</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.3	NUMERO DE ALAMBRES		37	
1.4	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS	IEC ASTM ASTM	1089 B398 B399	
2.0	<u>DIMENSIONES:</u>			
2.1	SECCION NOMINAL	mm ²	279	
2.2	SECCION REAL	mm ²	278,7	
2.3	DIAMETROS DE LOS ALAMBRES	mm	3,10	
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CONDUCTOR	mm	21,68	
3.0	<u>CARACTERISTICAS MECANICAS:</u>			
3.1	MASA DEL CONDUCTOR	kg/m	0,764	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	daN	8388,8	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²	65,5001	
3.5	COEFICIENTE DE LA DILATACION TERMICA	1/C°	23,04x10 ⁻⁶	
4.0	<u>CARACTERISTICAS ELECTRICAS</u>			
4.1	RESITENCIA ELECTRICA MAXIMA en C.C. a 20°c	Ohm/km	0,142	
4.2	COEFICIENTE TERMICO DE RESISTENCIA ELECTRICA	1/C°		

3.1.4. Cable de guarda

a) Alcances

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega del cable de guarda que se utilizarán en líneas de transmisión.

b) Normas aplicables

El cable de acero, materia de la presente especificación, cumplirá con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

ASTM A 363	ZINC COATED (GALVANIZAD) STEEL OVERHEAD GROUND WIRE STRAND
ASTM A 90	STANDARD TEST METHOD FOR WEIGHT OF COATING ON ZING - COATED (GALVANIZED) IRON OF STEEL ARTICLES.

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

c) Descripción del material

El cable de guarda será fabricado de acero galvanizado de grado EXTRA ALTA RESISTENCIA (EHS); tendrá las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados. El galvanizado que se aplique a cada alambre corresponderá a la clase C según la Norma ASTM A 90.

d) Material

El material de base será acero producido por cualquiera de los siguientes procesos de fabricación: horno de hogar abierto, horno de oxígeno básico u horno eléctrico; y de tal calidad y pureza que una vez trefilado a las dimensiones especificadas y cubierta con la capa protectora de zinc, el cableado final y los alambres individuales tengan las características prescritas por la norma ASTM A 363.

e) cableado

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda, con un paso de no más de 16 veces el diámetro nominal del cable.

f) Uniones y empalmes

Previamente al trefilado, se aceptarán uniones a tope realizadas con soldadura eléctrica. No deberán existir uniones de ningún tipo en los alambres terminados que van a ser cableados. No se aceptará, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado.

g) Inspección y pruebas

Todas las pruebas y la inspección se llevarán a cabo en las instalaciones del fabricante previamente a la entrega del conductor, de acuerdo con los procedimientos y recomendaciones de las normas consignadas en el párrafo b). Los instrumentos a utilizarse en las mediciones y pruebas deberán tener un certificado de calibración vigente expedido por un organismo de control autorizado, el cual deberá ser verificado por el representante del Propietario antes de la realización de las pruebas.

El Fabricante proporcionará al representante del Propietario todas las facilidades para la realización de las pruebas. Los gastos que demande el desplazamiento de un representante del Propietario para las pruebas, tales como pasajes, alimentación, alojamiento serán por cuenta del Proveedor. El costo por efectuar estas pruebas y los costos que genere el representante del Propietario estarán incluidos en la oferta económica del Postor.

• Pruebas de muestreo

Estas pruebas están orientadas a garantizar la calidad del cable de acero; comprenden:

- Verificación del número de alambres y el sentido del cableado.
- Verificación de la relación del paso de la hélice del cableado al diámetro del cable de acero.
- Medición de la densidad lineal (masa por unidad de longitud) del cable de acero.
- Prueba de carga de rotura de los alambres
- Prueba del alargamiento (elongación) del cable.
- Prueba de la ductibilidad del acero

- Determinación del depósito de zinc sobre la superficie del alambre de acero, en gr/m^2 , de acuerdo con los métodos de la norma ASTM A 90
- Prueba de la adherencia de la capa de zinc sobre los alambres de acero.
- Verificación del acabado de los alambres de acero recubiertos con zinc.

h) Embalaje

El cable de acero será entregado en carretes de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con listones, también de madera, para proteger el cable de acero de cualquier daño.

El cable, luego de enrollarse será envuelto en todo el ancho del carrete con una capa protectora de papel impermeable alrededor y en contacto con toda su superficie.

El papel impermeable externo y la cubierta protectora con listones de madera serán colocados solamente después que hayan sido tomadas las muestras para las pruebas pertinentes. Cada carrete de embalaje será marcado con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Marca o nombre del Fabricante
- Número de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo, diámetro y número de alambres del cable
- Longitud del cable en el carrete, en m
- Masas neta y total en kg
- Fecha de fabricación
- Flecha indicativa del sentido de desenrollado

La longitud total del cable de acero se distribuirá de la forma más uniforme posible en todos los carretes. Ningún carrete tendrá menos del 5% ni más del 5% de longitud real de conductor respecto a la longitud nominal indicada en el carrete. El costo del embalaje será cotizado por el proveedor y los carretes no serán devueltos.

i) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Incluirá además catálogos descriptivos

referentes al material cotizado los que serán utilizados por el propietario para la evaluación pertinente.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CABLE DE GUARDA**

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	FABRICANTE			
2.0	PAIS DE FABRICACION			
3.0	MATERIAL		Acero	
4.0	GRADO		EHS	
5.0	CLASE DE GALVANIZADO SEGUN NORMA ASTM		C	
6.0	DIAMETRO NOMINAL	mm	9,52	
7.0	NUMERO DE ALAMBRES		7	
8.0	DIAMETRO DE CADA ALAMBRE	mm	3,05	
9.0	SECCION NOMINAL	mm ²	50	
10.0	CARGA DE ROTURA MINIMA	daN	6850,26	
11.0	SENTIDO DEL CABLEADO		Izquierdo	
12.0	MASA	kg/m	0,407	
13.0	NORMA DE FABRICACION		ASTMA 363	

3.1.5. Herrajes de cadenas de aisladores

a) Alcances

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de herrajes de cadenas de aisladores.

b) Normas aplicables

Los herrajes materia de la presente especificación cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

UNE 21-158-90 HERRAJES PARA LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION

ASTM A 153 ZINC COATING (HOT DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

c) Alcances

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

- Anillo – Bola
- Casquillo – Ojo (normal y alargado)
- Ojo – Bola
- Casquillo – Horquilla
- Grillete
- Extensión Platina
- Estribos para contrapesos
- Contrapesos

d) Características de los materiales

Los herrajes de los aisladores serán fabricados de acero forjado o hierro maleable de buena calidad; presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, crestas y cualquier otra alteración del material. Para evitar el aflojamiento de

los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, etc.

Todos los elementos que componen los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión, bien sea por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los herrajes deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico puede originar corrosión de naturaleza electrolítica. Los materiales de hierro y acero, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse mediante galvanizado en caliente de acuerdo con la norma ASTM A153. Los herrajes que se ofrezcan deberán ser tales que permitan un adecuado ensamble con las piezas asociadas.

- **Características mecánicas**

Las características mecánicas a comprobar son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento y resiliencia. La carga de rotura especificada de los herrajes será la que se utilice como límite inferior durante las pruebas.

Las características obtenidas de los ensayos y análisis deberán estar de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas en el párrafo b) de la presente especificación referente al material y tratamiento que corresponda al herraje. En el caso que el proceso o el material no se ajuste a lo especificado en las normas indicadas en el párrafo b), el fabricante facilitará y justificará, previamente, las características mecánicas que correspondan.

- **Características químicas y metalográficas**

La composición química de los materiales estará de acuerdo con las normas indicadas en el párrafo b). El fabricante facilitará y justificará, previamente, el uso de un material cuya composición química no esté indicada en tales normas. El estado metalográfico del material deberá corresponder al proceso especificado para cada herraje.

- **Características eléctricas**

Los herrajes presentarán características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

- **Marcas**

Todos los herrajes tendrán marcado, con caracteres indelebles y fácilmente legibles, como mínimo, la siguiente información:

- El nombre del fabricante o marca de fábrica
- La referencia o número de catálogo según el fabricante
- Año de fabricación

e) Inspección y Pruebas

Todos los accesorios de los aisladores deberán cumplir, donde sea pertinente, con las pruebas Tipo, de Muestreo y de Recepción, descritas en la norma UNE 21-158.

- **Pruebas Tipo**

Los herrajes de aisladores materia de la presente especificación deberán cumplir satisfactoriamente las pruebas Tipo. Se aceptarán reportes certificados de pruebas Tipo que demuestren que los herrajes han pasado satisfactoriamente estas pruebas, siempre y cuando el diseño de tales accesorios y los requerimientos de pruebas no hayan cambiado.

Las pruebas Tipo, de acuerdo con la norma UNE 21-158, comprenden:

- Control del material de los accesorios.
- Comprobación de la fabricación.
- Comprobación de las medidas.
- Comprobación de los elementos roscados
- Ensayo de la carga de rotura
- Ensayos eléctricos

- **Pruebas de Muestreo**

- Comprobación del aspecto y acabado de los accesorios
- Comprobación de las medidas
- Comprobación de la protección anticorrosiva.
- Comprobación de los elementos roscados
- Ensayo de la carga de rotura
- Comprobación de la estructura metalográfica.

- Comprobación de las marcas.

- **Pruebas de Recepción**

Estas pruebas permiten la comprobación por parte del Propietario que el Fabricante ha realizado con resultados satisfactorios las Pruebas Tipo y de muestreo. Las Pruebas de Recepción comprenden:

- Comprobación y aspecto acabado de los herrajes.
- Comprobación de las medidas
- Comprobación de la protección anticorrosiva
- Comprobación de los elementos roscados
- Ensayo de la carga de rotura
- Ensayo de las características mecánicas
- Análisis químico
- Comprobación de la estructura metalográfica
- Comprobación de las marcas

Las Pruebas de Recepción se realizarán en presencia de un representante del Propietario; en tal sentido, los gastos de viaje, tales como pasajes, alimentación, alojamiento que demanden estas actividades serán de cuenta del Proveedor.

f) Embalaje

Los herrajes descritos serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas. Cada caja deberá tener impresa la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre del Fabricante
- Tipo de material y cantidad
- Masa neta y total

g) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Asimismo, adjuntará catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, formas y características mecánicas de los accesorios.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>ANILLO – BOLA</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
1.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
1.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
1.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
1.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
1.7	ACOPLAMIENTO		ANSI B	
1.8	NORMA DE FABRICACION			
1.9	MASA POR UNIDAD	kg		
2.0	<u>CASQUILLO - OJO ALARGADO</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	Nº DE CATALOGO DE FABRICANTE			
2.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
2.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
2.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
2.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
2.7	ACOPLAMIENTO		ANSI B	
2.8	NORMA DE FABRICACION			
2.9	MASA POR UNIDAD	kg		
3.0	<u>GRILLETE RECTO</u>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	Nº. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
3.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
3.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
3.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
3.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
3.7	NORMA DE FABRICACION			
3.8	MASA POR UNIDAD	kg		
4.0	<u>GRILLETE PARA SUJECION DE CONTRAPESO</u>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	Nº DE CATALOGO DE FABRICANTE			
4.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
4.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
4.5	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
4.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
4.7	NORMA DE FABRICACION			
4.8	MASA POR UNIDAD	kg		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES (continuación)

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
5.0	<u>CASQUILLO - OJO</u>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTES			
5.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
5.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
5.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
5.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
5.7	ACOPLAMIENTO		ANSI B	
5.8	NORMA DE FABRICACION			
5.9	MASA POR UNIDAD	kg		
6.0	<u>OJO - BOLA</u>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	Nº. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
6.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
6.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
6.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
6.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
6.7	ACOPLAMIENTO		ANSI B	
6.8	NORMA DE FABRICACION			
6.9	MASA POR UNIDAD	kg		
7.0	<u>CASQUILLO - HORQUILLA</u>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	Nº. DE CATALOGO DE FABRICANTE			
7.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
7.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
7.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
7.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
7.7	NORMA DE FABRICACION			
7.8	MASA POR UNIDAD	kg		
8.0	<u>EXTENSION PLATINA</u>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	Nº DE CATALOGO DE FABRICANTE			
8.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
8.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGÚN ASTM		C	
8.5	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
8.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	80	
8.7	NORMA DE FABRICACION			
8.8	MASA POR UNIDAD	kg		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
HERRAJES DE CADENAS DE AISLADORES (continuación)

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
9.0	<u>ESTRIBO DE CONTRAPESO</u>			
9.1	FABRICANTE			
9.2	No. DE CATALOGO DE FABRICANTES			
9.3	MATERIAL		ACERO FORJADO O HIERRO MALEABLE	
9.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
9.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
9.6	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN		
9.7	NORMA DE FABRICACION			
9.8	MASA POR UNIDAD	kg		
10.0	<u>CONTRAPESO</u>			
10.1	FABRICANTE			
10.2	N°.DE CATALOGO DE FABRICANTE			
10.3	MATERIAL		HIERRO FUNDIDO	
10.4	CLASE DE GALVANIZACION SEGUN ASTM		C	
10.5	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
10.6	NORMA DE FABRICACION			
10.7	MASA POR UNIDAD	kg	25	

3.1.6. Elementos de fijación y empalme para conductores y cable de guarda.

a) Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de los elementos de fijación y empalme para los conductores y cable de guarda que se utilizarán en líneas de transmisión.

b) Normas de fabricación

Los accesorios materia de esta especificación, cumplirán con las prescripciones de la siguiente norma, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

UNE 21-159	ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME PARA CONDUCTORES Y CABLES DE TIERRA DE LÍNEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION
ASTM 153	STANDARD SPECIFICATION FOR ZINC-COATING (HOT-DIP) ON IRON AND STEEL HARDWARE

En el caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

c) Alcances

La presente especificación se refiere a los accesorios que se indican a continuación:

- Grapa de suspensión para el conductor
- Grapa de anclaje para el conductor
- Grapa de suspensión para el cable de guarda
- Grapa de anclaje para el cable de guarda
- Varilla de armar para el conductor
- Manguito de empalme para el conductor
- Manguito de empalme para el cable de guarda
- Manguito de reparación para el conductor
- Manguito de reparación para el cable de guarda
- Conectores a compresión para el conductor
- Conectores a compresión para el cable de guarda

d) **Características generales**

- **Materiales**

Los materiales para la fabricación de los elementos de fijación y empalme del conductor serán de aleación de aluminio procedentes de lingotes de primera fusión.

Para el cable de guarda, los elementos de fijación y empalme serán fabricados de hierro maleable o acero forjado.

El Fabricante tendrá a disposición del Propietario la documentación que garantice la correspondencia de los materiales utilizados con los ofertados.

- **Fabricación, aspecto y acabado**

La fabricación de los elementos de fijación y empalme, materia de la presente especificación técnica se realizará mediante un proceso adecuado, en el que se incluyan los controles necesarios que garanticen el producto final.

Las piezas presentarán una superficie uniforme, libre de discontinuidades, fisuras, porosidades, rebabas y cualquier otra alteración del material.

- **Medidas y tolerancias**

Las medidas de las piezas deberán estar de acuerdo con las indicadas en los planos del proyecto o en un plano o catálogo del fabricante.

Salvo indicación contraria, para las medidas acotadas en las que no se especifique tolerancia alguna, se aplicarán las tolerancias siguientes:

Medidas hasta 35 mm	+ -0,7 mm
---------------------	-----------

Medidas superiores a 35 mm	+ - 2%
----------------------------	--------

- **Protección anticorrosiva**

Todos los componentes de los elementos de fijación y empalme deberán ser resistentes a la corrosión, bien por la propia naturaleza del material o bien por la aplicación de una protección adecuada.

La elección de los materiales constitutivos de los elementos deberá realizarse teniendo en cuenta que no puede permitirse la puesta en contacto de materiales cuya diferencia de potencial galvánico pueda originar corrosión de naturaleza electrolítica.

Los materiales férreos, salvo el acero inoxidable, deberán protegerse en general mediante galvanizado en caliente, de acuerdo con la Norma ASTM 153.

- **Elementos roscados**

Salvo especificaciones en sentido contrario, se utilizarán roscas con perfil métrico.

Para evitar el aflojamiento de los elementos roscados se utilizarán dispositivos de bloqueo tales como arandelas de presión, pasadores, etc.

Siempre que en un elemento se realice la fijación del conductor o cable de guarda mediante componentes roscados, el fabricante entregará la información respecto al torque de apriete.

- **Características mecánicas**

Las características mecánicas a comprobar son: dureza, resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, estricción y resiliencia.

Las características obtenidas de los ensayos y análisis deberán estar de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas en el párrafo b) de la presente especificación referentes al material y tratamiento que corresponda a los elementos de fijación y empalme. En el caso que el proceso o el material no se ajuste a lo especificado en las normas indicadas en el numeral 2, el fabricante facilitará y justificará, previamente, las características mecánicas que correspondan.

- **Características químicas y metalográficas**

La composición química de los materiales estará de acuerdo con lo especificado en las normas indicadas en el numeral 2. El fabricante facilitará y justificará, previamente, el uso de un material cuya composición química no esté indicada en tales normas.

El estado metalográfico del material deberá corresponder al proceso especificado para cada pieza.

- **Características eléctricas**

Las piezas presentarán características de diseño y fabricación que eviten la emisión de efluvios y las interferencias radioeléctricas por encima de los límites fijados.

- **Marcas**

Todos los accesorios tendrán marcado, con caracteres indelebles y fácilmente legibles, como mínimo, la siguiente información:

El nombre del fabricante o marca de fábrica

La referencia o número de catálogo según el fabricante

Año de fabricación

e) **Características específicas**

- **Grapa de suspensión**

Se fabricarán de los siguientes materiales:

Para conductores de aleación de aluminio, se utilizarán aleaciones de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como aleaciones de: aluminio- magnesio, aluminio - silicio, aluminio-magnesio - silicio.

Para cables de guarda de acero galvanizado, se utilizará hierro maleable o acero forjado.

Salvo especificaciones en sentido contrario, la carga de deslizamiento no será inferior al 20% de la carga de rotura del conductor o cable de guarda para el que está destinado la grapa. El apriete sobre el conductor o cable de guarda deberá ser uniforme, evitando los esfuerzos concentrados sobre determinados puntos del mismo.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deberán aplicarse, el ángulo máximo de utilización y los límites de composición y diámetro de los conductores o cable de guarda.

El empleo de contrapesos no deberá influir en la movilidad de la grapa.

Las dimensiones de las grapas de aleación de aluminio serán adecuadas para instalarse con conductores de las secciones que se requieran, provistos de varilla de armar premoldeada.

- **Grapa de anclaje**

Para el conductor o cable de guarda pasante

Se fabricarán de los siguientes materiales:

Para conductores de aleación de aluminio: se utilizarán aleaciones de aluminio procedente de lingotes de primera fusión, de comprobada resistencia a la corrosión, tales como aleaciones de: aluminio- magnesio, aluminio - silicio, aluminio-magnesio - silicio.

Para cables de guarda de acero galvanizado, se utilizará hierro maleable o acero forjado.

El fabricante deberá señalar los torques de apriete que deben aplicarse.

Las cargas de rotura o deslizamiento especificadas no deberán ser inferiores al 90 % de la carga de rotura nominal del conductor o cable de guarda a los que va destinada.

El fabricante deberá especificar los límites de los diámetros y composición de los conductores y cable de guarda que se puedan utilizar en cada grapa.

De compresión

Se fabricarán de los siguientes materiales:

Para conductores de aleación de aluminio: se utilizarán aleación de aluminio para las partes destinadas a la compresión de los alambres de aleación de aluminio.

Para cables de guarda de acero: se utilizará acero al carbono galvanizado.

Manquitos de empalme y conectores

Los metales o aleaciones que entren en la composición de los empalmes y conectores deberán ser estables en el tiempo por su misma naturaleza o por su tratamiento.

Su diseño se basará en los siguientes principios:

Eléctricos

- Asegurar el reparto satisfactoria de la corriente en los conductores o cable de guarda unidos.
- La resistencia eléctrica del conjunto no será superior al 75% de la correspondiente a la longitud igual a la del conductor o cable de guarda.
- No producir calentamientos superiores a los del conductor o cable de guarda.
- No emitir efluvios ni perturbaciones radioeléctricas por encima de los valores fijados.

Mecánicos

- Tener las cargas especificadas de rotura o de deslizamiento en relación con la carga de rotura nominal del conductor o cable de guarda al que van destinados igual a los valores consignados en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.
- Resistir, en servicio, los fenómenos de corrosión y calentamiento.
- Oponerse eficazmente a su aflojamiento en servicio. Sus características no se verán afectadas por las vibraciones u oscilaciones del conductor o cable de guarda así como por las variaciones de la tensión mecánica.

• **Varillas de armar helicoidales**

Se fabricarán a base de aleación de aluminio. Las tolerancias en las dimensiones serán las siguientes:

- | | |
|--------------------------|-------------|
| - Diámetro de la varilla | + - 0,07 mm |
| - Longitud de la varilla | + - 25 mm |

Las varillas del mismo juego no podrán diferir entre sí en una longitud superior a +- 5 mm

La relación entre el diámetro interior de las varillas helicoidales y el diámetro exterior del menor conductor sobre el que debe montarse será como máximo 0,95.

El límite inferior de esta relación estará dado por la practicidad del montaje manual.

La diferencia entre el diámetro de las hélices de las distintas varillas de un mismo juego no excederá del +- 2% del diámetro nominal del conductor al que van destinadas.

El fabricante indicará el número de varillas por juego adecuado para cada conductor.

- **Grasas**

El suministro de manguitos de empalme y reparación incluirá la grasa especial que se utilizará para las superficies de contacto.

La grasa será una sustancia químicamente inerte (que no ataque a los conductores), de alta eficiencia eléctrica e inhibidor contra la corrosión. Deberá cumplirse, además, que la utilización de la grasa no impida el cumplimiento de los requisitos de resistencia eléctrica u otros indicados en esta especificación para los elementos en que se aplique.

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

f) Inspección y pruebas

Todos los elementos de fijación y empalme para el conductor y cable de guarda deberán cumplir, donde sea pertinente, con las pruebas Tipo, de Muestreo y de Recepción, descritas en la norma UNE 21-159.

Pruebas Tipo

Los accesorios de conductores y cable de guarda materia de la presente especificación deberán cumplir satisfactoriamente las pruebas Tipo. Se aceptarán reportes certificados de pruebas Tipo que demuestren que los elementos de fijación y empalme han pasado satisfactoriamente estas pruebas, siempre y cuando el diseño de tales elementos y empalmes y los requerimientos de pruebas no hayan cambiado.

Las pruebas Tipo, de acuerdo con la norma UNE 21-159, comprenden:

- Control del material de los elementos de fijación y empalmes.

- Comprobación de la fabricación.

- Comprobación de las medidas.

- Comprobación de los elementos roscados

- Ensayo de la carga de rotura de la grapa de suspensión, grapa de anclaje , manguitos de empalme y manguitos de reparación.

- Ensayo de deslizamiento de la grapa de suspensión, grapa de anclaje, manguitos de empalme, manguitos de reparación y conectores.
- Comprobación de las características eléctricas

Pruebas de Muestreo

- Control de los materiales de los elementos de fijación y empalmes.
- Comprobación del aspecto y acabado de los elementos de fijación y empalme.
- Comprobación de las medidas.
- Comprobación de la protección anticorrosiva.
- Comprobación de los elementos roscados.
- Ensayo de la carga de rotura de la grapa de suspensión, grapa de anclaje, manguitos de empalme, manguitos de reparación .
- Ensayo de deslizamiento de la grapa de suspensión, grapa de anclaje, manguitos de empalme, manguitos de reparación y conectores.
- Comprobación de la estructura metalográfica.
- Comprobación de las marcas

Pruebas de Recepción

Estas pruebas permiten la comprobación por parte del Propietario que el Fabricante ha realizado con resultados satisfactorios las Pruebas Tipo y de muestreo. Las Pruebas de Recepción comprenden:

- Control de los materiales de los elementos de fijación y empalmes.
- Comprobación del aspecto y acabado de los elementos de fijación y empalme
- Comprobación de las medidas
- Comprobación de la protección anticorrosiva
- Comprobación de los elementos roscados
- Ensayo de la carga de rotura de la grapa de suspensión, grapa de anclaje, manguitos de empalme, manguitos de reparación .
- Ensayo de características mecánicas.
- Ensayo de deslizamiento de la grapa de suspensión, grapa de anclaje, manguitos de empalme, manguitos de reparación y conectores.
- Análisis químico
- Comprobación de la estructura metalográfica
- Comprobación de las marcas

Las Pruebas de Recepción se realizarán en presencia de un representante del Propietario; en tal sentido, los gastos de viaje, tales como pasajes, alimentación, alojamiento que demanden estas actividades serán de cuenta del Proveedor.

g) Embalaje

Los accesorios descritos serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas. Cada caja deberá tener impresa la siguiente información:

Nombre del Propietario

Nombre del Fabricante

- Tipo de material y cantidad

Masa neta y total

h) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta, las Tablas de Datos Técnicos Garantizadas debidamente llenadas, firmadas y selladas. Incluirá, además catálogos descriptivos referentes al material cotizado.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CONDUCTOR</u>			
1.1	FABRICANTE			
1.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
1.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
1.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR SIN INCLUIR VARILLAS DE ARMAR	mm	21,68	
1.5	ANGULO DE SALIDA DE LA GRAPA	Grados	15	
1.6	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA	% CRC (*)	60	
1.7	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC (*)	25	
1.8	NORMA DE FABRICACION			
1.9	MASA POR UNIDAD	kg		
2.0	<u>GRAPA DE SUSPENSIÓN PARA CABLE DE GUARDA</u>			
2.1	FABRICANTE			
2.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
2.3	MATERIAL		ACERO	
2.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR SIN INCLUIR VARILLAS DE ARMAR	mm	9,144	
2.5	ANGULO DE SALIDA DE LA GRAPA	Grados	15	
2.6	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA	% CRC (*)	60	
2.7	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC (*)	25	
2.8	NORMA DE FABRICACION			
2.9	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR Y
CABLE DE GUARDA (Continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
3.0	<u>GRAPA DE ANCLAJE A COMPRESIÓN PARA CONDUCTOR</u>			
3.1	FABRICANTE			
3.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
3.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
3.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR	mm	21,68	
3.5	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA	% CRC (*)	100	
3.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
3.7	NORMA DE FABRICACION			
3.8	MASA POR UNIDAD	kg		
4.0	<u>GRAPA DE ANCLAJE A COMPRESIÓN PARA CABLE DE GUARDA</u>			
4.1	FABRICANTE			
4.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
4.3	MATERIAL		ACERO INOXIDABLE	
4.4	DIAMETRO DE CONDUCTOR	mm	9,144	
4.5	CARGA DE ROTURA ESPECIFICADA	% CRC (*)	100	
4.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
4.7	NORMA DE FABRICACION			
4.8	MASA POR UNIDAD	kg		

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA
 (Continuación)

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
5.0	<u>MANGUITO DE EMPALME PARA CONDUCTOR</u>			
5.1	FABRICANTE			
5.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
5.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
5.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	278.7	
5.5	LONGITUD			
5.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
5.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
5.8	MASA POR UNIDAD	kg		
6.0	<u>MANGUITO DE EMPALME PARA CABLE DE GUARDA</u>			
6.1	FABRICANTE			
6.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
6.3	MATERIAL		ACERO INOXIDABLE	
6.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	51,077	
6.5	LONGITUD			
6.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	90	
6.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
6.8	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA
(Continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
7.0	<u>MANGUITO DE REPARACIÓN PARA CONDUCTOR</u>			
7.1	FABRICANTE			
7.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
7.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
7.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	278,7	
7.5	LONGITUD	m		
7.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC (*)	90	
7.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
7.9	MASA POR UNIDAD	kg		
8.0	<u>MANGUITO DE REPARACIÓN PARA CABLE DE GUARDA</u>			
8.1	FABRICANTE			
8.2	NUMERO DE CATALOGOS DE FABRICANTE			
8.3	MATERIAL		ACERO INOXIDABLE	
8.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	51,077	
8.5	LONGITUD	m		
8.6	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC (*)	90	
8.7	NUMERO DE COMPRESIONES REQUERIDAS			
8.9	MASA POR UNIDAD	kg		

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
ELEMENTOS DE FIJACION Y EMPALME DEL CONDUCTOR Y
CABLE DE GUARDA (Continuación)**

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
9.0	<u>CONECTOR A COMPRESIÓN PARA CONDUCTOR</u>			
9.1	FABRICANTE			
9.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
9.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
9.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	278,7	
9.5	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	20	
9.6	TORQUE DE APRIETE RECOMENDADO	N-m		
9.7	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
9.8	NORMA DE FABRICACION			
9.9	MASA POR UNIDAD	kg		
10.0	<u>CONECTOR A COMPRESIÓN PARA CABLE DE GUARDA</u>			
10.1	FABRICANTE			
10.2	NUMERO DE CATALOGO DEL FABRICANTE			
10.3	MATERIAL		ACERO INOXIDABLE	
10.4	SECCION DEL CONDUCTOR	mm ²	51,077	
10.5	CARGA DE DESLIZAMIENTO ESPECIFICADA	% CRC	20	
10.6	TORQUE DE APRIETE RECOMENDADO	N-m		
10.7	DIMENSIONES (Adjuntar planos)	mm		
10.8	NORMA DE FABRICACION			
10.9	MASA POR UNIDAD	kg		
11.0	<u>VARILLA DE ARMAR PARA CONDUCTOR</u>			
11.1	FABRICANTE			
11.2	NUMERO DE CATALOGO DE FABRICANTE			
11.3	MATERIAL		ALEACION DE ALUMINIO	
11.4	DIMENSIONES (adjuntar planos)	mm		
11.5	SECCION DE CONDUCTOR A APLICARSE	mm ²	279	
11.6	NUMERO DE ALAMBRES			
11.7	MASA POR UNIDAD	kg		

3.1.7. Material para puesta a tierra

a) Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de materiales para las puestas a tierra de las estructuras que se utilizarán en la línea de transmisión.

b) Normas aplicables

Los materiales de puesta a tierra, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

NTP 370.251.2003	CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CABLES PARA LÍNEAS AÉREAS (DESNUDOS Y PROTEGIDOS) Y PUESTAS A TIERRA.
ASTM B 228-88	STANDARD SPECIFICATION FOR CONCENTRIC-LAY-STRANDED COPPER-CLAD STEEL CONDUCTORS
UNE 21-056	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA
ABNT NRT 13571	HASTE DE ATERRAMENTO AÇO-COBRE E ACCESORIOS
ANSI C135.14	STAPLES WITH ROLLED OF SLASH POINTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTION

En caso que el Postor proponga la aplicación de normas equivalentes distintas a las señaladas, presentará, con su propuesta, una copia de éstas para la evaluación correspondiente.

c) Descripción de materiales

- **Cable de acero con recubrimiento de cobre**

Estará conformado por alambres de núcleo de acero con recubrimiento de cobre. Serán fabricados de acuerdo con la norma ASTM B 228 y corresponderán al Grado 30 HS, es decir, que tendrán una conductividad del 30 % y serán de alta resistencia (HS). Sus características están indicadas en la Tabla de Datos Técnicos garantizados.

d) Pruebas

- **Pruebas del conductor de acero recubierto con cobre y de los accesorios**

El Proveedor presentará al Propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas señaladas en las normas consignadas en el párrafo b). han sido realizadas y que los resultados obtenidos están de acuerdo con esta especificación y la oferta del Postor.

e) Embalaje

El conductor se entregará en carretes de madera de suficiente rigidez para soportar cualquier tipo de transporte y debidamente cerrado con listones, también de madera, para proteger al conductor de cualquier daño.

Cada caja y los carretes deberán tener impresa la siguiente información:

Nombre del Propietario

Nombre del Fabricante

Tipo de material y cantidad

Masa neta y total

f) Información técnica requerida

El postor presentará con su oferta las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas.

Asimismo, deberá adjuntar catálogos del fabricante en los que se muestren fotografías o dibujos con las dimensiones, formas y características mecánicas de los accesorios.

**TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
CABLE DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE COBRE**

N°	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	CARACTERISTICAS GENERALES			
1.1	FABRICANTE			
1.2	PAIS DE FABRICACION			
1.3	NUMERO DE ALAMBRES		7	
1.4	NORMA DE FABRICACION Y PRUEBAS		ASTM B 22	
2.0	DIMENSIONES			
2.1	DESIGNACION DEL CABLE		7 N° 10	
2.2	SECCION TRANSVERSAL	mm ²	36,83	
2.3	DIAMETRO DE LOS ALAMBRES	mm		
2.4	DIAMETRO EXTERIOR DEL CABLE	mm	7.77	
3.0	CARACTERISTICAS MECANICAS			
3.1	MASA DEL CABLE	kg/m	0,304	
3.2	CARGA DE ROTURA MINIMA	kN	34,60	
3.3	MODULO DE ELASTICIDAD INICIAL	kN/mm ²		
3.4	MODULO DE ELASTICIDAD FINAL	kN/mm ²		
3.5	COEFICIENTE DE DILATACION TERMICA	1/°C		
4.0	CARACTERISTICAS ELECTRICAS:			
4.1	RESISTENCIA ELECTRICA MAXIMA EN C.C. A 20°C	Ohm/km	1,61	

3.1.8. Amortiguadores de vibración

a) Alcance

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas y entrega de amortiguadores de vibración que se utilizarán en los conductores y cable de guarda de las líneas de transmisión.

b) Normas aplicables

El Postor indicará claramente las normas que aplicará para la fabricación , pruebas y entrega de los amortiguadores de vibración.

c) Descripción de los amrtiguadores

Los amortiguadores serán del tipo STOCKBRIDGE contruidos con contrapesos de aleación de zinc, cable de acero preformado de alta resistencia. Los amortiguadores que se conectarán a los conductores tendrán grapas de aleación de aluminio adecuadas para la sección de conductor que se indica en la Tabla de datos Técnicos Garantizados; los amortiguadores para fijarse al cable de guarda tendrán grapa de acero galvanizado.

d) Pruebas

El Proveedor presentará al Propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que demuestren que se han llevado a cabo las siguientes prueba de Muestreo:

Prueba de caracterización dinámica para la determinación de las frecuencias de resonancia.

Prueba de fatiga

- Prueba de deslizamiento de la grapa del amortiguador.

El costo de efectuar tales pruebas estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

e) Embalaje

Los amortiguadores de vibración serán cuidadosamente embalados en cajas de madera de dimensiones adecuadas. Cada caja deberá tener impreso lo siguiente:

Nombre del Propietario

Nombre del Fabricante

Tipo de material y cantidad

Masa neta y total

f) Información técnica requerida

El Postor presentará con su oferta, las Tablas de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenadas, firmadas y selladas. Incluirá, además, catálogos descriptivos referentes al material cotizado.

TABLA DE DATOS TÉCNICOS GARANTIZADOS
AMORTIGUADORES DE VIBRACION

Nº	CARACTERISTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	VALOR GARANTIZADO
1.0	<u>AMORTIGUADOR TIPO STOCBRIDGE PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO</u>	cm4 mm ²	ALEACION DE ALUMINIO ZINC 279	
1.1	FABRICANTE			
1.2	MATERIAL DE LA GRAPA			
1.3	MATERIAL DE LAS PESAS			
1.4	MOMENTO DE INERCIA			
1.5	SECCION DEL CONDUCTOR			
1.6	NORMA DE FABRICACION			
1.7	MASA POR UNIDAD			
2.0	<u>AMORTIGUADOR TIPO STOCKBRIDGE PARA CABLE DE GUARDA</u>	cm4 mm	ACERO ZINC	
2.1	FABRICANTE			
2.2	MATERIAL DE LA GRAPA			
2.3	MATERIAL DE LAS PESAS			
2.4	MOMENTO DE INERCIA			
2.5	DIAMETRO DEL CABLE DE GUARDA			
2.6	NORMA DE FABRICACION			
2.7	MASA POR UNIDAD			

3.2. Especificaciones Técnicas Generales de Montaje

3.2.1. Requisitos y procedimientos generales para la construcción

a) Trabajos preliminares

- **Replanteo topográfico**

Planos Entregados al Contratista

El trazado de la línea y distribución de las estructuras a lo largo del perfil, así como la definición de los tipos de estructuras a emplearse serán entregados al Contratista en planos, en los que se representará el perfil del trazado a escala Horizontal 1/2 000 y Vertical 1/500.

Los trazos y las distribuciones de las estructuras son al nivel de Ingeniería Básica, pudiendo, sin embargo, tener pequeños desplazamientos debidos a situaciones locales y particulares del terreno.

El Contratista podrá proponer desviaciones puntuales del trazado, o cambios en la distribución de las estructuras, siempre que justifique su conveniencia y la someta a la aprobación de la Supervisión.

Ejecución del Replanteo

El Contratista deberá efectuar el replanteo físico y verificación de hitos indicados en los planos. En caso de que estos hitos hayan desaparecido estos deberán ser reconstruidos a lo largo del trazado de la línea de las dos ternas, realizado el trabajo de replanteo y de verificación el Contratista asumirá la responsabilidad del levantamiento altimétrico y en planta.

En los sectores donde, por variaciones del trazado debido a fallas de correspondencia del levantamiento, se verifique la necesidad de introducir variaciones con respecto a lo indicado en los planos entregados al Contratista, antes que el mismo prepare y provea los planos que sustituyen a aquellos entregados, deberá tener el acuerdo de la Supervisión. Considerando que estas variaciones de trazo permitirán el ahorro de

tiempo, materiales y facilitarán la tarea del Contratista, estos trabajos se realizarán sin costo adicional para el Propietario.

Dichos planos deberán tener la misma presentación, formato y características que los planos entregados y deberán ser aprobados por la Supervisión.

Ubicación de las Estructuras

Para ambas ternas, el Contratista llevará a cabo un replanteo del trazado, marcando la posición de cada estructura por una señal visible y efectuando los levantamientos necesarios para determinar los eventuales desniveles entre los postes, y el tipo de cimentación más adecuado, como lo indicado en las especificaciones correspondientes. El Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión la planilla de estructuras replanteadas, indicando el tipo de cimentación propuesto en cada una de las estructuras.

Las planillas deberán ser entregadas a la Supervisión con suficiente anticipación para examinar detenidamente las proposiciones y permitir llevar a cabo eventuales modificaciones a los tipos de cimentación, sin perjuicio al programa de construcción de las estructuras y cimentaciones.

- Orientación de las Estructuras

A lo largo del eje longitudinal de las líneas, las estructuras serán centradas a satisfacción del Supervisor en cuanto al acatamiento de la ubicación de cada una de ellas con respecto a los planos del perfil de la línea.

Al controlar el alineamiento de las estructuras utilizando el teodolito, el centro de cualquier estructura no deberá estar a más de 5 cm del eje de las líneas.

Las estructuras serán orientadas de manera que las crucetas en tramos rectilíneos sean perpendiculares al eje de la línea. Mientras que las crucetas de estructuras en ángulo bisectarán el ángulo formado por los ejes de los dos tramos adyacentes.

El Contratista será responsable de la conservación de los hitos hasta el inicio del montaje de la estructura correspondiente. El Contratista reconstruirá a su costo la ubicación de estructuras si la señal correspondiente ha desaparecido.

Trazo de Variantes

Durante el replanteo, el Contratista podrá proponer variantes cuando las condiciones del terreno lo ameriten y presentara los planos correspondientes para la aprobación de la Supervisión.

Planos de Servidumbre

Delimitarán el área geográfica reservada para la operación y mantenimiento de la línea, indicando ubicaciones finales de estructuras, de accidentes geográficos, caminos y otras vías, como de instalaciones existentes, por la que atraviesa la línea, con indicación de los propietarios y áreas afectadas que permita la imposición de la servidumbre de acuerdo a la Ley de Concesiones Eléctricas. Los planos serán entregados en original y dos copias al Propietario.

Medición

El replanteo topográfico se medirá por kilómetro de línea medido sobre la proyección horizontal. Se incluye en este concepto: Determinación de los desniveles, elaboración de las secciones transversales, definición de cortes, elaboración y entrega de planos de servidumbre, identificación de propietarios, elaboración y entrega de planos de replanteo.

- **Gestión de Servidumbre**

La gestión de servidumbre será realizada por el Contratista en coordinación con la supervisión y los pagos debidamente sustentados serán proporcionados por el Propietario.

El expediente final de imposición de servidumbre debe ser elaborada por el Contratista y revisada por la Supervisión previa a su presentación al Ministerio de Energía y Minas.

Derecho de Servidumbre y de Paso

Los derechos de servidumbre para el proyecto serán adquiridos por el Propietario, de acuerdo a las disposiciones legales contenidas en los Artículos 18, 87 y 99 de la Ley General de Electricidad N° 23406 y Artículos 158 y 175 de su Reglamento.

Los derechos de servidumbre serán adquiridos por el Propietario progresivamente y en conformidad con los cronogramas generales y de detalle de la construcción de la línea y

en función del avance de la obra que realice el Contratista. Sin embargo, si debido a dificultades no imputables al Contratista se produjeran dilaciones en la obtención de dichos derechos, el Contratista deberá continuar la Construcción de la línea en donde estos derechos estén adquiridos, sin requerir pagos extras ni mayores plazos para terminar la obra.

El Contratista se encargará de elaborar oportunamente todos los documentos necesarios, tales como: planos de servidumbre, terrenos y aires, cuantificación de daños y perjuicios, para que el Propietario proceda a adquirir el derecho de servidumbre, de acuerdo a lo estipulado por la Norma Sobre Imposición de Servidumbre NI DGE-025-P1/1988, del Ministerio de Energía y Minas.

El Propietario facilitará al Contratista los derechos de paso para el acceso a los trabajos desde caminos públicos existentes, y se hará cargo de los perjuicios que ocasione la obra en inmuebles dentro de la servidumbre, siempre que dichos perjuicios no se deriven de negligencia del Contratista.

- Cruce de Servicios Públicos

Antes de comenzar el tendido de los conductores a lo largo o transversalmente a líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, carreteras o ferrocarriles; el Contratista deberá notificar a las autoridades competentes de la fecha y duración de los trabajos previstos.

Cuando las autoridades juzguen necesario mantener vigilantes para la protección de las propiedades y del público o para garantizar el tráfico; el costo de ellos será sufragado por el Contratista.

Donde sea requerido por las autoridades, los trabajos se ejecutarán fuera de las horas normales o en los intervalos de tiempo autorizados, sin que tales acciones signifiquen costos adicionales para el Propietario.

Cuando sea necesario utilizar andamiajes sobre carreteras, ferrocarriles, líneas eléctricas o de telecomunicaciones; los trabajos serán efectuados en épocas convenientes según requerimiento de las autoridades. Las coordinaciones serán efectuadas por el Contratista.

Los avisos de peligro o advertencia serán colocados por el Contratista para garantizar la seguridad del público y realizar los trabajos en menor tiempo posible.

Limpieza de Faja de Servidumbre

Donde la ruta no vaya por una zona despejada, será llevado a cabo el despeje de todos los árboles y arbustos. Dichos árboles y arbustos serán talados, si no respetan las distancias mínimas a la masa especificadas, por el Contratista después de obtener el permiso de los propietarios.

Los árboles y arbustos serán cortados a una altura no mayor de un metro del nivel del suelo. Todos los árboles y arbustos caídos serán removidos de una faja de 10,0 metros a cada lado del eje central de la línea. Los árboles y arbustos caídos fuera de esta faja no deberán sobresalir más de dos metros del nivel del suelo.

Debido a que la vegetación deberá preservarse, el Contratista deberá tomar todas las precauciones posibles para reducir los daños tanto a éste como al terreno. En particular deberán eliminarse los hoyos y barrancas abiertas por las máquinas excavadoras, restaurando la superficie natural del terreno.

Daños a Propietarios

El Contratista tomará todas las precauciones para evitar el paso por propiedades públicas y privadas y asegurará que su personal esté apropiadamente supervisado e instruido para tal fin.

El Contratista será responsable de todos los daños a propiedades, caminos, desagües, cercos, murallas, árboles, cosecha y similares, los cuales fueran dañados o alterados durante la ejecución de la Obra. El Contratista será también responsable del pago necesario a los Propietarios por derechos de paso en caminos privados.

El Contratista deberá notificar a la Supervisión, tan pronto sea posible, y de antemano donde sea previsible, todos los casos de daños, los cuales, en opinión del Contratista hayan sido inevitables. En caso que tal notificación no se efectúe dentro de catorce (14) días desde la fecha cuando se produjo el daño, el propietario puede, a su juicio, rehusar a considerar cualquier reclamo de compensación del Contratista.

b) Transporte de materiales

El Contratista será responsable del transporte de todos los materiales, desde la fábrica o los almacenes del Propietario hasta la Obra.

Los bultos deben ser manejados con sumo cuidado durante todas las etapas del transporte, embarque y desembarque, a fin de evitar daños a los materiales. Durante el transporte a los frentes de trabajo los materiales no serán arrastrados ni rodados por el suelo. Las pérdidas y roturas que puedan ocurrir durante el transporte, serán por cuenta del Contratista.

3.2.2. Montaje de estructuras metálicas

a) Prescripciones generales

- **Método de montaje**

Las estructuras, también denominadas “torres” en este Capítulo, serán montadas de acuerdo al método propuesto por el Contratista y aprobado por la Supervisión. Cualquiera sea el método de montaje, es imprescindible:

- Evitar esfuerzos excesivos en los elementos de la estructura particularmente en las torres que se levantan ya ensambladas. A tal fin es importante que los puntos de la estructura donde se fijan los cables de montaje sean elegidos juiciosamente.

Arristrar las cuatro montantes de la estructura de modo que ellos permanezcan en su posición correcta.

Evitar daños al galvanizado

La empresa se reserva el derecho de controlar en cualquier momento el método propuesto por el Contratista y prohibirlo, si él no presenta una completa garantía contra daños de las torres. Las escaleras y equipos para seguir serán retirados cuando no se está trabajando en el montaje.

- **Preparación de los elementos**

Todas las superficies de acero a ensamblarse, antes de empernarlas serán concienzudamente limpiadas y toda mugre o moho acumulado durante el transporte y almacenamiento será cuidadosamente removida de las superficies galvanizadas antes de comenzar el montaje.

- **Suspensión del montaje**

El trabajo de montaje de las torres será suspendido si el viento en el sitio alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las torres sobrepasan a los esfuerzos correspondientes a la condición de la carga normal. El Contratista tomará las medidas para evitar perjuicios a la Obra durante tales suspensiones.

b) Ejecución del montaje

• Comienzo del montaje

Para cada sección de la línea el montaje de las torres en las fundaciones comenzará solamente después de la autorización estricta de la Supervisión.

• Manipulación de los elementos

Precauciones convenientes serán tomadas para asegurar que ninguna parte de las torres será forzada o dañada en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No es permitido arrastrar elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

• Posición de los pernos

En el montaje de las torres los pernos de posición vertical deberán ponerse con la cabeza hacia el inferior de la estructura.

• Alineamiento de las perforaciones

El empleo de pasadores ensanchadores para llevar las perforaciones forzosamente al alineamiento será prohibido si esta práctica daña la

galvanización, ensancha las perforaciones, raya el metal, desbalancea los esfuerzos en los elementos de las torres o produce excesivos esfuerzos.

c) Subsanación de daños a las piezas

• Piezas dañadas

Las partes ligeramente curvadas, torcidos o de otra manera dañada durante la manipulación serán enderezadas por el Contratista empleando recursos aprobados los cuales no dañarán el galvanizado, y serán presentadas al Propietario para la inspección y aceptación o rechazo.

Las piezas que tienen una deformación más grande que 1:600 de largo libre para piezas sujetas a compresión o que 1:300 de largo libre para piezas sujetas a sólo tracción serán rechazadas. Retorcimientos o doblados agudos serán causas suficientes para rechazar las piezas.

- **Daños a la galvanización**

Daños mayores a la galvanización serán causas suficientes para rechazar la pieza afectada. Daños menores en el galvanizado serán reparados retocando con pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión de acuerdo al método siguiente:

Limpieza con escobilla y remover las partículas de zinc sueltas y los indicios de óxido, desgrasar si es necesario.

Recubrir con dos sucesivas capas de una pintura rica de zinc (95% de zinc en la película seca).

Cubrir con una capa de resina laca.

Todas las partes reparadas de galvanizado serán sometidas a la aprobación de La Supervisión. Si en opinión de la Supervisión la reparación no es aceptable, dicha parte será reemplazada y los gastos originados serán a cargo del Contratista.

d) Tolerancias y ajuste

- **Tolerancias del montaje**

Todas las torres deberán estar verticales y bajo los esfuerzos producidos por las líneas aéreas terminadas y las tolerancias siguientes no serán sobrepasadas en una torre completamente montada, antes y después del tendido de los Conductores.

Verticalidad	3 mm por metro de altura
Alineamiento	5 cm
Orientación	½ grado sexagesimal

Además, dichas tolerancias se verificarán como máxima, tanto antes como después de estar tendido los conductores, en la desviación de las extremidades de las crucetas con respecto al eje transversal teórico de las torres.

Donde las tolerancias indicadas más arriba no se cumplan, el Contratista desmontará y remontará inmediatamente y correctamente las torres sin costo para la Empresa.

- **Ajuste y fijación de los pernos**

El ajuste final de todos los pernos será cuidadoso y sistemáticamente llevado a cabo, después del montaje de las torres, por una cuadrilla especial.

A fin de prevenir daños a la galvanización de los pernos y tuercas, estas deberán ser ajustadas por medio de llaves hexagonales a menos que esto sea materialmente imposible.

Por encima del dispositivo de anti-escalamiento, adecuadas medidas serán tomadas a fin de evitar el aflojamiento e los pernos debido al efecto de vibraciones.

e) Medición de la resistividad del terreno

El Contratista medirá, en presencia de la Supervisión, la resistencia eléctrica de puesta a tierra de cada estructura.

En base de los resultados obtenidos, la Supervisión notificará al Contratista si la resistencia a tierra deber ser mejorada, en cuyo caso el Contratista colocará elementos adicionales de puesta a tierra, en conformidad con las instrucciones de la Supervisión.

Las planillas empleadas para registrar las pruebas de resistencia a tierra contendrán, además de los valores de la resistencia, detalles de la superficie del suelo y las condiciones del terreno durante las pruebas, temperatura ambiente, fecha, etc.

f) Control final

Después del montaje, cada estructura será revisada cuidadosamente con el fin de controlar tanto el estado de la superficie de los perfiles, como el adecuado ajuste de tuercas. Además se procederá a limpiar cuidadosamente los perfiles, conforme a las instrucciones de la Supervisión.

3.2.3. Tendido de los conductores

a) Prescripciones generales

- **Método de montaje**

El desenrollado, el tendido y la regulación de las flechas de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo a los métodos propuestos por el Contratista, y aprobados por la Supervisión. Estos métodos serán tales como para impedir esfuerzos excesivos y daños a los conductores, estructuras, aisladores y demás partes de la línea.

La Supervisión se reserva el derecho de controlar en cualquier momento los métodos propuestos por el Contratista y de prohibir si alguno de ellos no presenta una completa garantía contra daños a la obra.

- **Equipos**

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuesto para el tendido, serán sometidos por el Contratista a la inspección y aprobación de la Supervisión, antes que ellos sean embarcados hacia el Perú. Antes de comenzar el montaje y el tendido, el Contratista demostrará a la Supervisión en el Sitio la correcta operación de los equipos.

- **Suspensión del montaje**

El trabajo de tendido y regulación de los conductores será suspendido si el viento en el terreno alcanza una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de la Obra, sobrepasan los esfuerzos correspondientes a la condición de carga normal. El Contratista tomará todas las medidas a fin de evitar perjuicios a la Obra durante tales suspensiones.

b) Manipulación de los conductores

- **Criterios generales**

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie exterior o disminución de la adherencia entre los alambres y las capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructura y otros obstáculos durante todas las operaciones de

desarrollo y tendido. A tal fin, el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico aprobado por la Supervisión.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de una manera tal para evitar retorcimiento y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño, la curvatura de tales herramientas no será mayor que la especificación para las poleas de tendido.

- **Grapas y mordazas**

Las grapas y mordazas empleadas en el montaje serán de un diseño aprobado tal como para evitar movimientos relativos de los alambres y/o capas de los conductores, a menos que se fijen en los extremos de los conductores a ser posteriormente cortados. Las mordazas que se fijan en los conductores, en puntos que quedarán en la línea serán del tipo de mandíbulas paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal como para permitir al conductor ser tendido sin doblar ni dañar los cables.

- **Poleas**

Para las operaciones de desenrollado se utilizarán en cojinetes de rodamiento con un diámetro al fondo de la ranura igual no menos a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño de la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que estén completamente protegidas contra cualquier causa de daño. Las profundidades de la ranura serán suficiente a permitir el tránsito del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

c) Empalme de conductores

- **Criterios de empleo**

El Contratista buscará la mejor utilización de tramos máximos a fin de reducir al mínimo el número de juntas o empalmes.

El número y ubicación de las juntas de los conductores serán sometidos a la aprobación de la Supervisión antes de comenzar el montaje y el tendido. Las juntas no estarán a menos de 15 m desde la grapa de conductor más cercano. No habrá más que una junta por conductor en cualquier vano.

No se emplearán empalmes en los siguientes casos:

Separadas en menos de dos vanos.

En vanos que cruzan carreteras, caminos públicos, vías férreas. Líneas Eléctricas y de Telecomunicaciones y edificios.

- **Herramientas**

Antes de iniciar cualquier operación de desenrollado, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos seis (6) compresoras hidráulicas, cada uno de ellos completos con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor.

Además, cada cuadrilla de tendido estará en cualquier momento con al menos dos compresoras completas, uno de ellos para ser usados como repuesto.

- **Preparación de los conductores**

Particular atención será puesta para ver que los conductores y los barriles estén limpios, antes de insertar los conductores. Los extremos de los conductores serán cortados de manera de no presentar alambres dañados o faltantes. El corte de los conductores se hará con herramientas que aseguren un corte neto, sin menoscabo de los alambres y sin daños a las capas del conductor.

- **Empalmes modelo**

Cada montador responsable de juntas de compresión ejecutará, en presencia de la Supervisión, una junta modelo. La Supervisión se reserva el derecho de someter estas juntas a una prueba de tracción.

- **Ejecución de los empalmes**

Los empalmes del tipo a compresión, para conductores serán ajustados en los conductores de acuerdo con las prescripciones del fabricante de tal manera que una vez terminadas presenten el valor más alto de sus características mecánicas y eléctricas.

- **Manguitos de reparación**

Donde los conductores han sido dañados, la Supervisión determinará si pueden ser utilizados manguitos de reparación o si los tramos dañados deben ser cortados y los conductores juntados, o si deben ser rechazados.

Los manguitos de reparación no serán empleados sin la autorización escrita de la Supervisión en cada caso.

- **Pruebas**

Una vez terminadas la compresión de las juntas o de las grapas de tensión, el Contratista medirá con un instrumento apropiado y proporcionado por él, y en presencia de la Supervisión la resistencia eléctrica de la pieza, que no deberá sobrepasar la resistencia correspondiente del conductor de un largo igual.

- **Registro**

El Contratista llevará un registro de cada junta, y grapa de compresión, manguito, etc., indicando su ubicación, la fecha de ejecución, la resistencia eléctrica (donde sea aplicable) y el nombre del montador responsable.

Cuando el registro de las juntas hechas por un montador muestra un rendimiento inferior a la exigencia normal, el Contratista desistirá de emplear el montador de este tipo de operaciones e inmediatamente le reemplazará por otra persona calificada.

d) Criterios generales para el tendido y la regulación de los conductores

El tendido y la regulación de los conductores serán llevados a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga, que la componente horizontal de la tensión resulte uniforme en toda sección y que las cadenas de suspensión estén verticales en todas las estructuras de alineamiento.

El tendido será llevado a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje. El tendido intermedio será requerido cada vez que no es posible garantizar la uniformidad de la componente horizontal de la tensión entre todo los vanos de la sección, debido a la fricción en las poleas o a diferencias en el nivel del suelo.

En tal caso, el Contratista tomará las medidas necesarias para evitar que las estructuras terminales del tendido intermedio sean sometidas a esfuerzos que sobrepasan los esfuerzos en condición de carga normal.

Los cabrestantes y las máquinas frenadoras serán ubicadas en posiciones tales que no resulten esfuerzos excesivos en las estructuras más cercanas.

e) Fijación de las grapas

Los conductores en poleas serán trasladados a su posición final con una tolerancia de 15 cm. A tal fin pueden ser usadas cadenas de aisladores con las poleas fijadas debajo de los aisladores.

En cada grapa de suspensión, el conductor será convenientemente limpiado y las varillas de armar serán montadas inmediatamente antes del ajuste en la grapa.

f) Puestas a tierra

Durante y después del tendido, los conductores deberán ser puestos permanentemente a tierra, para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas y/o inducción electrostática.

El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuales deberán ser de plena satisfacción de la Supervisión.

El Contratista anotará los puntos en los cuales se han efectuado la puesta en servicio de la línea.

g) Amortiguadores

Después que los conductores de la línea hayan sido tendidos a su flecha correcta, el Contratista montará los amortiguadores de vibración en cada conductor en la forma y a las distancias prescritas.

g) Control de flecha y tensión

Se dejará suficiente tiempo después del tendido y antes de la regulación de la flecha para que el conductor se estabilice y al fijar las tensiones de regulación se tomará en cuenta una oportuna asignación para asentamientos durante este período.

La flecha y la tensión de los conductores serán controladas a lo menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente lejos uno de otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la tensión.

El Contratista proporcionará los equipos apropiados, tales como: dinamómetro, miras topográficas, taquímetros y demás aparatos necesarios para un apropiado control de tendido. La Supervisión podrá disponer con la debida anticipación antes del inicio de los trabajos, la verificación y recalibración de los dinamómetros.

El control de la flecha, sólo por medio visual no será aceptado.

h) Tolerancias

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido:

Flecha de cada conductor 1%

Suma de las flechas de los tres conductores de fase 0,5%

i) Registro del tendido

Para cada sección de la línea, el Contratista llevará un registro del tendido, indicando la flecha de tendido, la flecha de los conductores así como la temperatura del ambiente y del conductor y la velocidad del viento. El registro será entregado a la Supervisión al término del montaje.

3.2.4. Montaje de cadena de aisladores y accesorios

a) Procedimiento del montaje

Los aisladores serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamble y montaje.

Los aisladores que están agrietados o astillados, que tiene chavetas sueltas o dobladas o con otros defectos aparentes, serán separados y puestos de lado para que sean, rechazados y marcados de manera indeleble, a fin de que no sean nuevamente presentados.

Después del montaje, los aisladores estarán limpios, las partes aisladas brillantes y todas las otras partes libres de materiales extraños.

Las cadenas de aisladores serán montadas por el Contratista y de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del Proyecto.

El Contratista constatará que todas las chavetas de seguridad y los dispositivos de fijación de las tuercas estén e la correcta posición.

b) Regulación de cadenas de aisladores

La regulación de las cadenas de suspensión se hará de acuerdo a la Tabla de Regulación oportunamente elaborada por el Contratista y que contendrá las posiciones de las grapas con referencia a un punto fijo de la estructura y para las diferentes temperaturas de templado. La cadena de aisladores que, después del templado aparezcan inclinadas en la dirección de los conductores de la línea serán enderezados por el Contratista a su costo y de acuerdo con un método aprobado y en los plazos asignados por la Supervisión.

3.2.5. Inspecciones de la línea construida

a) Inspección de la obra terminada

Después de la notificación del Contratista que el trabajo está terminado en una línea completa, la Supervisión inspeccionará la sección de la Obra acabada, a fin de emitir el certificado autorizando a proceder con las pruebas de puesta en servicio.

Se verificará que a lo largo de toda la línea se cumplan los siguientes requerimientos:

- Distancias mínimas de seguridad serán respetadas.
- Los conductores estén limpios, sin averías, libres de barro, ramas, alambres, etc.
- Las flechas de los conductores cumplan con los documentos de tendido y regulación.
- Todos los embalajes y materiales sobrantes sean retirados del terreno.
- El despeje de los árboles estén conforme con los requerimientos de las Especificaciones Técnicas.
- Los accesos y caminos de inspección estén terminados y en buenas condiciones.

b) Inspecciones de cada estructura

En cada estructura se verificará que los trabajos siguientes hayan sido llevados a cabo:

- El relleno, el compactado, el nivelado alrededor de las fundaciones, la dispersión de la tierra sobrante, etc., hayan sido ejecutados.
- Las partes de la fundación que sobresalen del nivel del suelo están apropiadamente formadas y terminadas.
- La pintura asfáltica haya sido correctamente aplicada.
- Las estructuras están correctamente montadas, con las tolerancias máximas prescritas y conforme a los planos de fabricación aprobadas por la Supervisión, debiendo comprobarse que los perfiles de acero no han sufrido torceduras o flexionamientos y estar limpios y sin daño alguno.
- Los accesorios de las estructuras estén fijados.
- Las ralladuras u otros daños al galvanizado están reparados conforme a las prescripciones definidas en las Especificaciones Técnicas.
- Los aisladores estén libres de materiales extraños y todos los discos estén sin daño.

Las cadenas de suspensión y anclaje estén montados en su correcta posición, en conformidad con las Especificaciones Técnicas y las instrucciones de la Supervisión.

Los accesorios para los conductores estén montados de acuerdo con los planos y que estén completos.

Los conductores estén correctamente engrapados.

Todos los pernos, tuercas y chavetas de seguridad, cada elemento de los dispositivos de suspensión y anclaje estén correctamente asegurados.

c) Inspección final de la obra

La inspección final de la Obra se llevará a cabo de acuerdo con las estipulaciones definidas en los documentos contractuales.

Durante tal inspección se controlará, que las flechas y las distancias de seguridad estén conformes con los valores prescritos y dentro de las tolerancias admitidas. A tal fin, el Contratista proporcionará los instrumentos topográficos necesarios para efectuar tales controles con la línea bajo tensión.

Se verificará que las cadenas de suspensión en los tramos rectilíneos no tengan inclinaciones en la dirección de la línea.

Todas las correcciones a las flechas, a las distancias de seguridad y a la posición de las cadenas de aisladores, serán ejecutadas en forma expedita y en el plazo estipulado contractualmente. Todas las correcciones serán efectuadas por el Contratista, antes de la emisión del certificado final.

3.2.6. Pruebas

a) Pruebas de puesta en servicio

Las pruebas de puestas en servicio serán llevadas a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el programa previsto en los documentos contractuales.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

- Medición de la resistencia de los conductores de fase.
- Medición de la resistencia homopolar.
- Medición del aislamiento fase – tierra y entre fases.
- Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con línea bajo tensión y en vacío.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionada por el Contratista serán tales como para poder alcanzar resultados seguros.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo en los plazos fijados contractualmente y con un programa aprobado por La Supervisión, de manera que se garantice la operatividad del Sistema Interconectado.

b) Pruebas de termografía

Después de la puesta en servicio de cada enlace y estando en operación la línea El Contratista coordinará con el Propietario, para definir el día y la hora en que se tomará mediciones de temperatura del conductor y todos los puntos de unión de cada enlace: empalmes y uniones bifilares incluyendo los bimetálicos. El Contratista elaborará y entregará al Propietario el informe respectivo indicando:

- La relación de puntos medidos.
- El valor de temperatura en el conductor, en el medio ambiente y en cada punto de medición.
- La imagen térmica de los puntos medidos.

Para las pruebas mencionadas El Contratista empleará un equipo portátil de medición termográfica.

De encontrarse valores elevados de temperatura, que indiquen la existencia de “puntos calientes”, El Inspector de la Propietaria comunicará a El Contratista, a fin de que coordine un corte de corriente y corrija el punto caliente encontrado.

4. CAPITULO IV: TABLAS DE CANTIDADES

4.1. Generalidades

En este capítulo se presenta la siguiente información:

4.1.1. Tabla de cantidades

Se muestran las tablas correspondientes a los metrados de suministro y montaje para la línea de transmisión del presente proyecto.

4.1.2. Presupuestos referencial

De acuerdo a las tablas de cantidades del párrafo anterior, se muestra como referencia los costos que servirán como referencia para la evaluación de los postores.

4.1.3. Análisis de precios unitarios

Para los trabajos de montaje electromecánico y obras civiles, se muestra los análisis de precios unitarios, por partidas.

4.1.4. Cronograma de obra

Es elaborado para ayudar al control del avance general de la obra y para la planificación total del proyecto.

En el Anexo LL se encuentran los cuadros o tablas mencionadas en 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De los trabajos realizados en campo, se concluye que la mejor ruta escogida es la desarrollada en el presente proyecto por presentar las siguientes ventajas:

- Mayor cercanía hacia la zona proyectada para la Nueva Subestación Machcán.
- Posibilidad de lograr un adecuado derecho de servidumbre.
- Protección natural de la línea, considerando las características geográficas del terreno, permitiendo en importantes tramos un apantallamiento contra las descargas atmosféricas, las cuales son muy abundantes en toda la zona del proyecto.
- Posibilidad de desarrollar carreteras de acceso a partir de las carreteras existentes, para las obras de montaje electromecánico y obras civiles, y para la posterior labor de mantenimiento.

Conforme a lo solicitado en las reuniones de coordinación con REP (Red de Energía del Perú), quien tiene la concesión de la línea existente L-1120 Paragsha II – Huanuco; el diseño de la línea de transmisión materia del presente proyecto ha procurado mantener en lo posible los mismos tipos de materiales (suministro), facilitando así las posteriores labores de mantenimiento.

Esta línea a pesar de ser corta, presenta características importantes, que han implicado que se hagan varios diseños de estructuras, empezando por la estructura de derivación 2T (dos torres), y los de anclaje. Por la geografía propia del terreno y los vanos característicos resultantes de la distribución de estructuras, se decidió reemplazar las pocas estructuras de suspensión inicialmente planteadas, pues desde el punto de vista económico es mejor en lo posible reducir los tipos de torres de una línea cualquiera.

5.2. Recomendaciones

De los resultados obtenidos en el estudio de resistividad del suelo vemos que en general el área presenta resistividades altas, por lo que es importante que se aprovechen al máximo los terrenos de cultivo y quebradas con correntía de agua cercanas a la línea de transmisión proyectada.

Es recomendable que durante el proceso de adquisición de suministro, se haga referencia a los planos del proyecto.

6. ANEXOS:

- ANEXO A: Capacidad Térmica del Conductor. – aplicación de la norma IEEE Std. 738.
- ANEXO B: Curva de Tensión Critica Disruptiva Pico en función de la distancia, para frecuencia industrial
- ANEXO C: Estimación de las tasas de salida de la línea por descargas atmosféricas. – Aplicación de la norma IEEE Std. 1243.
- ANEXO D: Resistividad del terreno.
- ANEXO E: Resistencia de puesta a tierra.
- ANEXO F: Resultados del Cálculo Mecánico de conductores (Cambio de Estado).
- ANEXO G: Curva vano - esfuerzo del conductor.
- ANEXO H: Curvas de deformación del conductor y del cable de guarda.
- ANEXO I: Coordinación de flechas.
- ANEXO J: Árboles de carga
- ANEXO K: Planilla de estructuras.
- ANEXO L: Reporte de cargas sobre cada estructura
- ANEXO LL: Tablas de cantidades y presupuestos.
- ANEXO M: Planos

7. BIBLIOGRAFIA:

1. Dirección General de Electricidad del Ministerio de energía y Minas del Perú, "Código Nacional de electricidad Suministro 2001", Perú 2001
2. IEEE, "IEEE 1243 – 1997 Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines", USA 1997
3. IEEE. "NESC - National Electrical Safety Code", USA 1997
4. IEC, "IEC 71-1 International Standard: Insulation Co-ordination – Part 1" – Suiza 1993.
5. IEC, "IEC 71-2 International Standard: Insulation Co-ordination – Part 2" – Suiza 1996.
6. Luis María Checa, "Líneas de Transporte de Energía", 3ra Ed.; Editorial Alfaomega Marcombo, Barcelona – España; 2000.
7. Paulo Roberto Labegalini, José Ayrton Labegalini, Rubens Dario Fuchs, Marcio Tadeu de Almeida; "Projectos Mecánicos das Linhas Aéreas de Transmissao" - 2da Ed. ; Editora Edgard Blucher Ltda.. Sao Paulo – Brasil; 1992
8. Geraldo Kindermann e Jorge Mario Campagnolo, "Aterramento Eléctrico" 2º Ed.; Sagra DC Luzzatto Editores – Brasil.
9. Andrew R. Hileman, "Insulation Coordination for Power Systems", Taylor & Francis Group, USA 1999.
10. USDA, "Design Manual for High Voltage Transmission Lines RUS Bulletin 1724E-200"; USA - Washington DC; 2005.
11. Colegio de Ingenieros del Perú, "Diseño de Líneas de Transmisión Aérea de Altas Tensiones", Lima - Perú, Octubre de 1998.
12. Power Line Systems; "PLS-CADD Manual", Estados Unidos, 1998.
13. Santa Terezinha "Isoladores de Vidrio", Saint Gobain, La Granja; Brasil.
14. Transmisión & Distribution World; "Ceramic, Glass or Porcelain?"; USA , Abril 2005.
15. Utility Products; "Return to Clarity – Insulators of toughened glass for HV lines"; USA, Agosto 2005.

15. Favio Casas Ospina; "Tierras. Soporte de la seguridad eléctrica"; Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC - 2007
15. Carlos Alberto Sotille; "Diseño de Puestas a Tierra en Sistemas Eléctricos"; Compañía Energética de San Pablo, Brasil , 1987.

ANEXO A

CAPACIDAD TERMICA DEL CONDUCTOR

(APLICACION DE LA NORMA IEEE STD. 738)

Proyectos Especiales Pacifico S.A.

Project Name:

'C:\pls\EXAMPLES\PROJECTS\9336_ATACOCHA\NUEVO\J_ATACOCHA.DON'

IEEE Std. 738-1993 method of calculation

Air temperature = 20.00 (deg C) and wind speed = 0.61 (m/s)
The angle between wind and conductor is 90 (deg)
The conductor is 4300 (m) above sea level;
in the EAST-WEST direction; at a latitude of 10.0 (deg);
The sun time is 12 hours & the atmosphere is CLEAR

Conductor description: AAAC 279 mm²

Conductor diameter is 2.168 (cm)

Conductor resistance is 0.1233 (Ohm/km) at 25.0 (deg C)

and 0.1444 (Ohm/km) at 75.0 (deg C)

Emissivity is 0.5 and solar absorptivity is 0.5

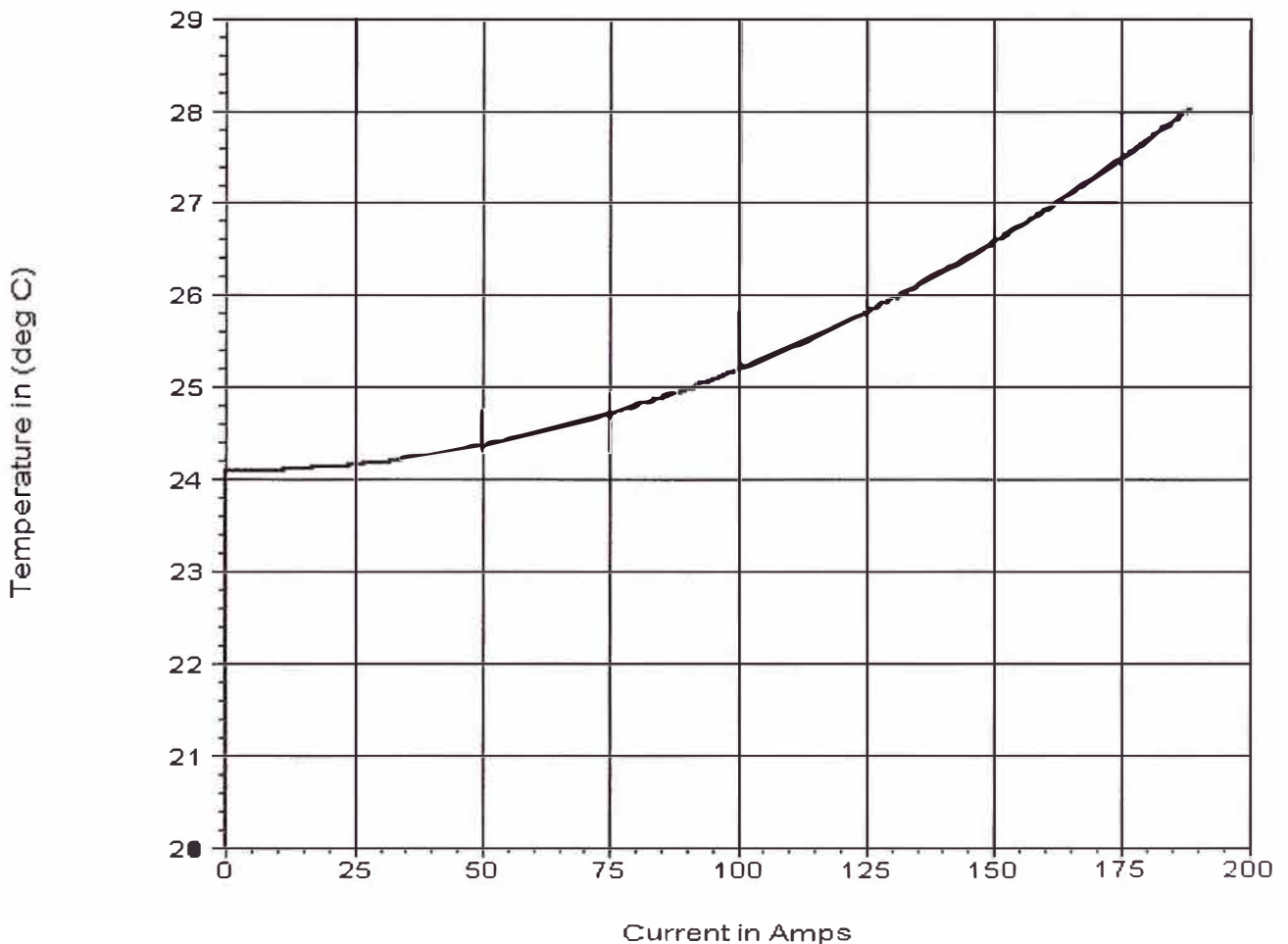
Solar heat input is 4.571 (Watt/m)

Radiation cooling is 1.626 (Watt/m)

Convective cooling is 7.361 (Watt/m)

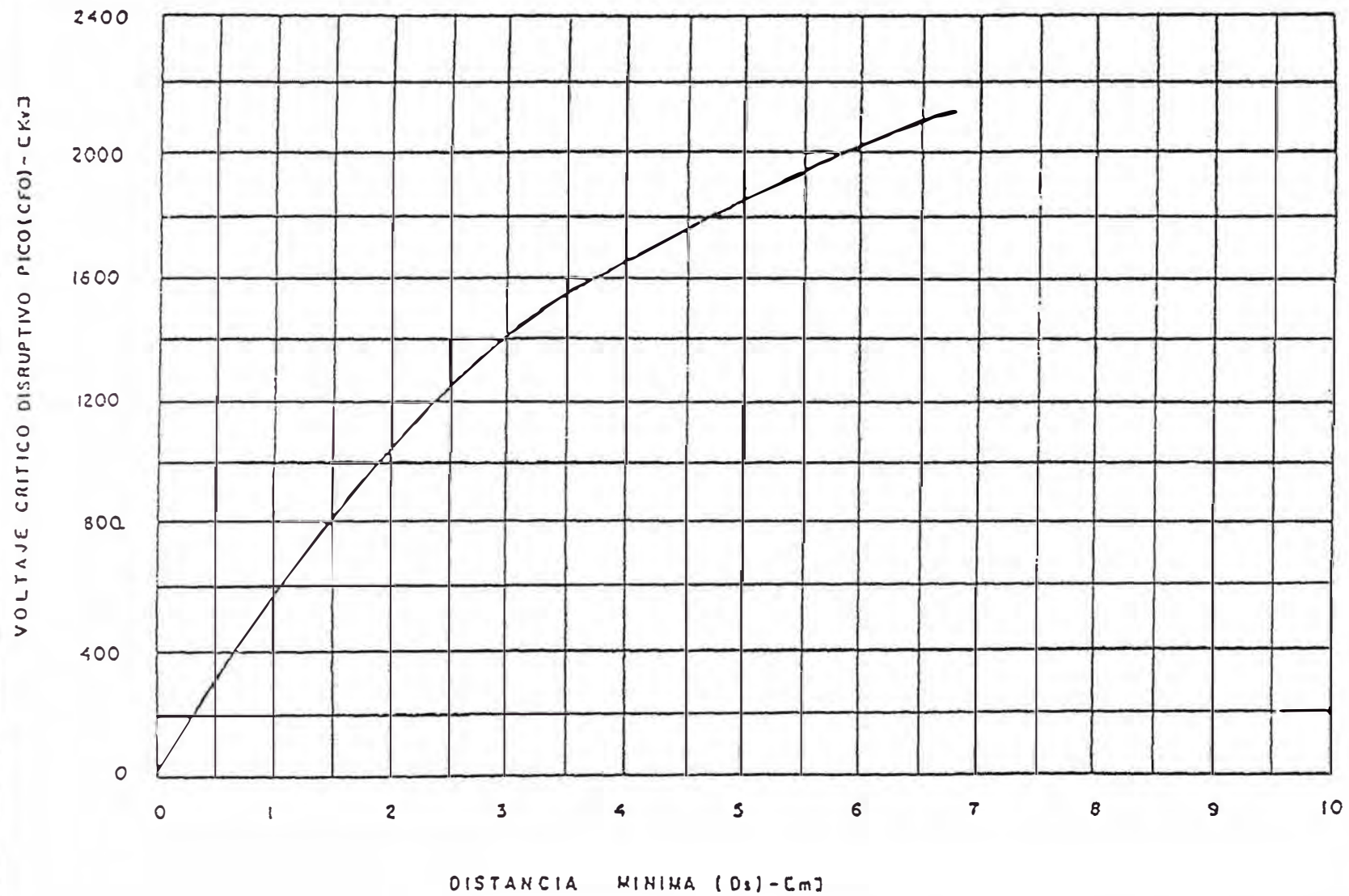
Given a constant current of 188.3 amperes,

The conductor temperature is 28.0 (deg C)



ANEXO B

**CURVA CIGRE: TENSIÓN CRÍTICA DISRUPTIVA PICO EN FUNCION DE LA DISTANCIA
PARA FRECUENCIA INDUSTRIAL**



VOLTAJE CRITICO DISRUPTIVO EN FUNCION DE LA DISTANCIA PARA FRECUENCIA INDUSTRIAL

FIG. N° 5.1

ANEXO C

**ESTIMACIÓN DE LAS TASAS DE SALIDA DE LA LÍNEA POR DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS. – APLICACIÓN DE LA NORMA IEEE STD. 1243.**

TASA TOTAL DE SALIDA DE LA LINEA

R 60HZ Ohm	Tasas de flameo /100 km/año			Número de desconexiones 100km / año
	Flameo inverso	Falla de apantallamiento	Total	
10	0,82	0	0,82	0,246
15	1,69	0	1,69	0,507
21	3,15	0	3,15	0,945
25	4,33	0	4,33	1,299
30	5,99	0	5,99	1,797

Para R = 21 Ohms:

Tasa de flameo inverso = 3,15 / 100km / año

Tasa de flameo directo (por falla del apantallamiento) = 0 / 100km / año

Tasa total de flameo = 3,15 /100km / año

Title: LINEA 138KV - ATACUCHA - A2.+0
 GFD [per sq km]: 5.318
 Span [m]: 372

English Units Metric Units

Program Path: d:\flash\flash.exe
 Scratch Input File: d:\flash\J-A2.dat
 Scratch Output File: d:\flash\J-A2.txt

Run

Conductors

Diameter [mm]: 21.68 # Bundled: 1
 Sag [m]: 10.44 Spacing [mm]: 0

Index	X [m]	Y [m]	SI [m]	kV	Angle	AC/DC?
1	-3.5	27	2.3	138	0	ac
2	-5	20	2.3	138	120	ac
3	-3.5	13	2.3	138	240	ac
4	3.5	27	2.3	138	0	ac
5	5	20	2.3	138	120	ac
6	3.5	13	2.3	138	240	ac
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Shield Wires

Diameter [mm]: 9.144
 Sag [m]: 8.07

Index	X [m]	Y [m]
1	-2.5	31
2	2.5	31

Exposed Conductors

Index	Conductor	Shield Wire	Shielding Angles	
			Required	Actual
1	1	1	13.20	10.16
2	4	2	13.20	10.16
3				
4				

Tower Model

3 - Cylinder

Height: 30 [m]
 -not used-: 0.2 [m]
 Diameter: 5 [m]
 -not used-: 0 [m]
 -not used-: 0 [m]

Do Not Edit:

- 1 - Cone
- 2 - H Frame
- 3 - Cylinder
- 4 - Waist

Footing Resistances

Percentage (*)	Ohms
10	21
90	21

Flashover Rates

Backflash	3.15 /100 km/yr
Shielding Failure	0.00 /100 km/yr
Total	3.15 /100 km/yr

Version 1.81 - July 2001

Check Sum: 100

(*) can use percentage, number of towers, or line segment lengths

ANEXO D
RESISTIVIDAD DEL TERRENO

LINEA DE TRANSMISION 138 kV ATACOCHA

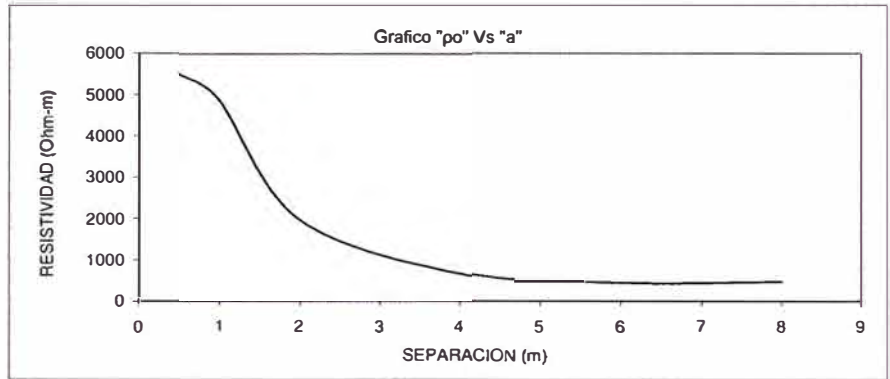
CALCULO DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO

1.- PUNTO DE MEDICION:

V-0

a) Datos Procesados de Campo

a(m)	po (Ohm-m)
0.5	5516.64
1	4907.17
2	2006.85
4	702.46
6	435.42
8	454.90



donde :

a: Separación
po: Valor Medido

b) Calculo para la Primera y Segunda capa

po1= 5645 Ohm-m
p(a1)= 5516.64 Ohm-m
k(+/-) : -

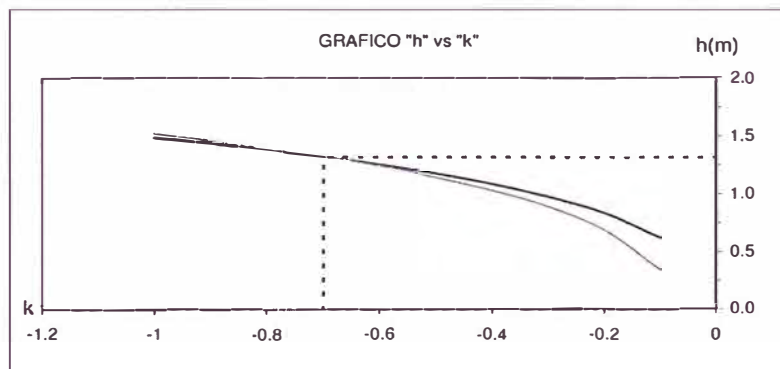
po1= 5645 Ohm-m
p(a2)= 4907.17 Ohm-m

po(a1)/po1 = 0.977
a1= 0.5

po(a2)/po1 = 0.869
a2= 1

K	h/a	h (m)
-0.1	1.25	0.63
-0.2	1.67	0.84
-0.3	1.95	0.98
-0.4	2.17	1.09
-0.5	2.35	1.18
-0.6	2.5	1.25
-0.7	2.64	1.32
-0.8	2.76	1.38
-0.9	2.87	1.43
-1	2.97	1.48

K	h/a	h (m)
-0.1	0.35	0.35
-0.2	0.69	0.69
-0.3	0.89	0.89
-0.4	1.03	1.03
-0.5	1.14	1.14
-0.6	1.24	1.24
-0.7	1.32	1.32
-0.8	1.39	1.39
-0.9	1.46	1.46
-1	1.52	1.52



del gráfico "h vs k" obtenemos:

h(1)= 1.32 m
k(1)= -0.7
p02= 996.18 Ohm-m

c) Resumen

po1= 5645 Ohm-m
po2= 996.18 Ohm-m
h(1)= 1.32 m

po1: Resistividad de la primera capa
po2: Resistividad de la segunda capa
h(1): Altura de la primera capa
k(1): Coeficiente de Reflexión

LINEA DE TRANSMISION 138 kV ATACOCHA

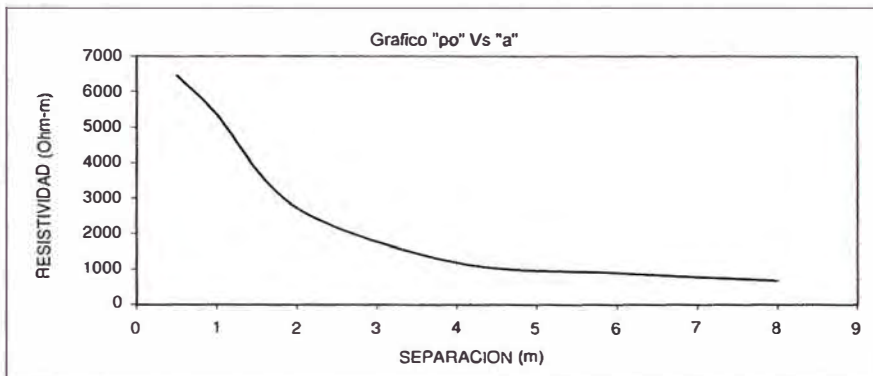
CALCULO DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO

2.- PUNTO DE MEDICION:

V-1

a) Datos Procesados de Campo

a(m)	po (Ohm-m)
0.5	6455.97
1	5350.13
2	2726.90
4	1178.73
6	874.62
8	660.99



donde :

a: Separación
po: Valor Medido

b) Calculo para la Primera y Segunda capa

po1= 6730 Ohm-m
p(a1)= 6455.97 Ohm-m
k(+/-) : -

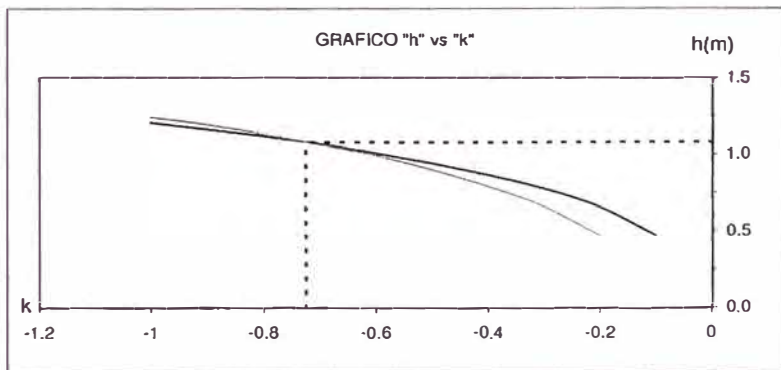
po1= 6730 Ohm-m
p(a2)= 5350.13 Ohm-m

po(a1)/po1 = 0.959
a1= 0.5

po(a2)/po1 = 0.795
a2= 1

K	h/a	h (m)
-0.1	0.94	0.47
-0.2	1.31	0.66
-0.3	1.55	0.78
-0.4	1.73	0.87
-0.5	1.88	0.94
-0.6	2.01	1.01
-0.7	2.13	1.07
-0.8	2.23	1.12
-0.9	2.32	1.16
-1	2.41	1.21

K	h/a	h (m)
-0.1		
-0.2	0.47	0.47
-0.3	0.66	0.66
-0.4	0.79	0.79
-0.5	0.9	0.9
-0.6	0.99	0.99
-0.7	1.06	1.06
-0.8	1.13	1.13
-0.9	1.19	1.19
-1	1.24	1.24



del gráfico "h vs k" obtenemos:

h(1)= 1.08 m
k(1)= -0.73
p02= 1050.35 Ohm-m

c) Resumen

po1= 6730 Ohm-m
po2= 1050.35 Ohm-m
h(1)= 1.08 m

po1: Resistividad de la primera capa
po2: Resistividad de la segunda capa
h(1): Altura de la primera capa
k(1): Coeficiente de Reflexión

LINEA DE TRANSMISION 138 kV ATACOCHA

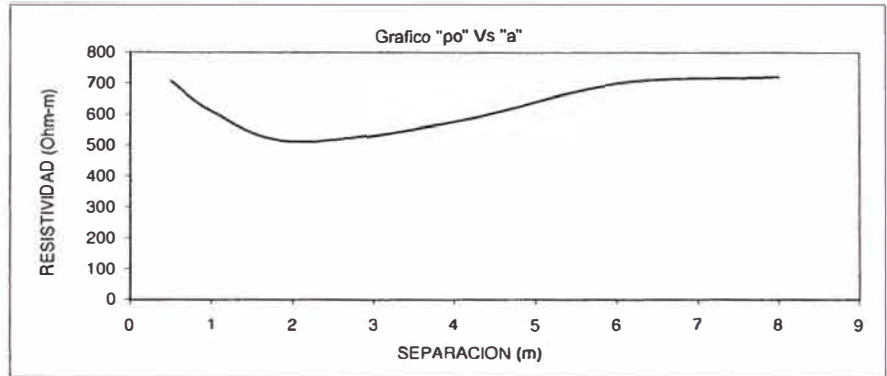
CALCULO DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO

3.- PUNTO DE MEDICION:

V-1 a V-2

a) Datos Procesados de Campo

a(m)	po (Ohm-m)
0.5	706.86
1	608.84
2	510.19
4	578.05
6	699.70
8	719.30



donde :

a: Separación
po: Valor Medido

b) Calculo para la Primera y Segunda capa

po1= 734 Ohm-m
p(a1)= 706.86 Ohm-m
k(+/-) : -

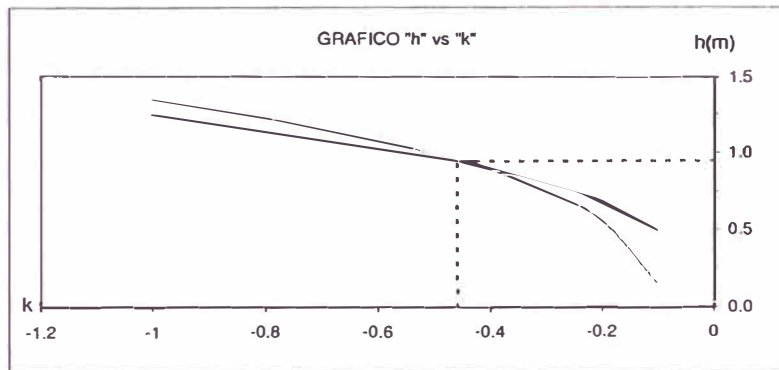
po1= 734 Ohm-m
p(a2)= 608.84 Ohm-m

po(a1)/po1 = 0.963
a1= 0.5

po(a2)/po1 = 0.829
a2= 1

K	h/a	h (m)
-0.1	0.99	0.50
-0.2	1.37	0.69
-0.3	1.62	0.81
-0.4	1.81	0.91
-0.5	1.96	0.98
-0.6	2.1	1.05
-0.7	2.21	1.11
-0.8	2.32	1.16
-0.9	2.41	1.21
-1	2.5	1.25

K	h/a	h (m)
-0.1	0.15	0.15
-0.2	0.56	0.56
-0.3	0.75	0.75
-0.4	0.89	0.89
-0.5	0.99	0.99
-0.6	1.09	1.09
-0.7	1.16	1.16
-0.8	1.23	1.23
-0.9	1.29	1.29
-1	1.35	1.35



del gráfico "h vs k" obtenemos:

h(1)= 0.95 m
k(1)= -0.46
p02= 271.48 Ohm-m

c) Resumen

po1= 734 Ohm-m
po2= 271.48 Ohm-m
h(1)= 0.95 m

po1: Resistividad de la primera capa
po2: Resistividad de la segunda capa
h(1): Altura de la primera capa
k(1): Coeficiente de Reflexión

d) Calculo para la Segunda y Tercera Capa

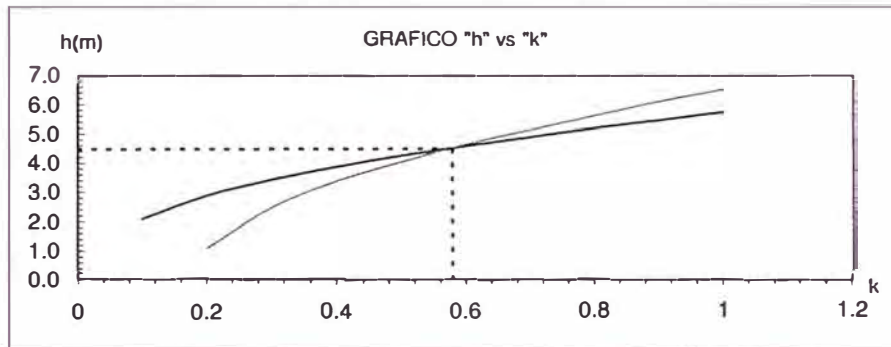
$\rho_{o2} = 271.48$ Ohm-m
 $a_t = 2.00$
 $h'(2) = 1.33$ m
 $d'(2) = 0.38$ m
 $\rho_{o2}' = 492.68$ Ohm-m
 $K (+/-) : +$

$\rho_{o'(2)}/\rho_{o(a1)} = 0.966$
 $a_1 = 2$

$\rho_{o'(2)}/\rho_{o(a2)} = 0.704$
 $a_2 = 6$

K	h/a	h (m)
0.1	1.04	2.08
0.2	1.44	2.88
0.3	1.71	3.42
0.4	1.93	3.86
0.5	2.12	4.24
0.6	2.28	4.56
0.7	2.43	4.86
0.8	2.58	5.16
0.9	2.71	5.42
1	2.85	5.7

K	h/a	h (m)
0.1		
0.2	0.18	1.08
0.3	0.41	2.46
0.4	0.56	3.36
0.5	0.67	4.02
0.6	0.77	4.62
0.7	0.85	5.1
0.8	0.93	5.58
0.9	1.01	6.06
1	1.08	6.48



del grafico "h vs k" obtenemos $k = 0.58$
 $h(2) = 4.49$ m
 $k(2) = 0.58$
 $\rho_{o3} = 1853.41$ Ohm-m

E) Resumen Total

$\rho_{o1} = 734$ Ohm-m
 $\rho_{o2} = 271.48$ Ohm-m
 $\rho_{o3} = 1853.41$ Ohm-m
 $h(1) = 0.95$ m
 $h(2) = 4.49$ m

ρ_{o1} : Resistividad de la primera capa
 ρ_{o2} : Resistividad de la segunda capa
 ρ_{o3} : Resistividad de la tercera capa
 $h(1)$: Altura de la primera capa
 $h(2)$: Altura de la segunda capa
 $k(2)$: Coeficiente de Reflexión

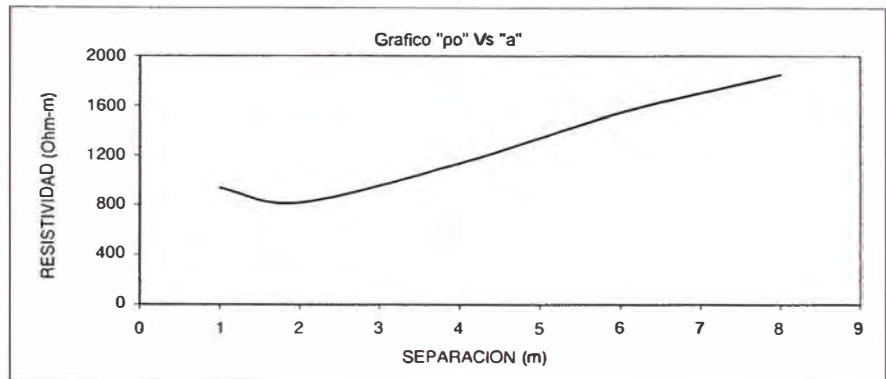
LINEA DE TRANSMISION 138 kV ATACOCHA
CALCULO DE RESISTIVIDAD ELECTRICA DEL TERRENO

4.- PUNTO DE MEDICION:

V-2

a) Datos Procesados de Campo

a(m)	po (Ohm-m)
1	933.68
2	816.81
4	1136.00
6	1541.89
8	1844.74



donde :

a: Separación
 po: Valor Medido

b) Calculo para la Primera y Segunda capa

po1= 975 Ohm-m
 ρ(a1)= 933.68 Ohm-m
 k(+/-) : -

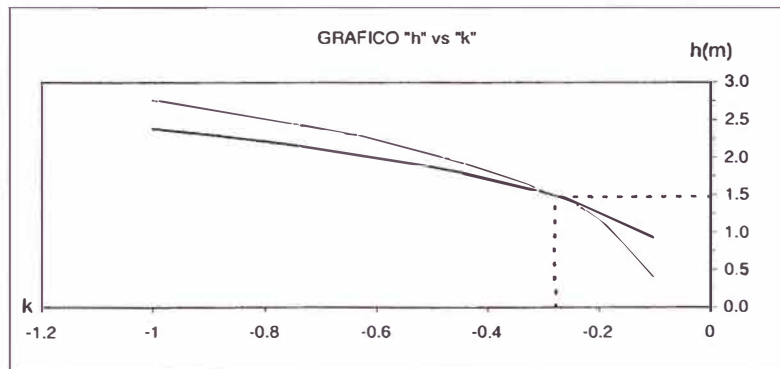
po1= 975 Ohm-m
 ρ(a2)= 816.81 Ohm-m

po(a1)/po1 = 0.958
 a1= 1

po(a2)/po1 = 0.838
 a2= 2

K	h/a	h (m)
-0.1	0.93	0.93
-0.2	1.29	1.29
-0.3	1.53	1.53
-0.4	1.72	1.72
-0.5	1.87	1.87
-0.6	2	2.00
-0.7	2.11	2.11
-0.8	2.21	2.21
-0.9	2.3	2.30
-1	2.38	2.38

K	h/a	h (m)
-0.1	0.2	0.4
-0.2	0.59	1.18
-0.3	0.78	1.56
-0.4	0.91	1.82
-0.5	1.02	2.04
-0.6	1.12	2.24
-0.7	1.19	2.38
-0.8	1.26	2.52
-0.9	1.33	2.66
-1	1.38	2.76



del grafico "h vs k" obtenemos:

h(1)= 1.48 m
 k(1)= -0.28
 ρ02= 548.44 Ohm-m

c) Resumen

po1= 975 Ohm-m
 po2= 548.44 Ohm-m
 h(1)= 1.48 m

po1: Resistividad de la primera capa
 po2: Resistividad de la segunda capa
 h(1): Altura de la primera capa
 k(1): Coeficiente de Reflexión

d) Calculo para la Segunda y Tercera Capa

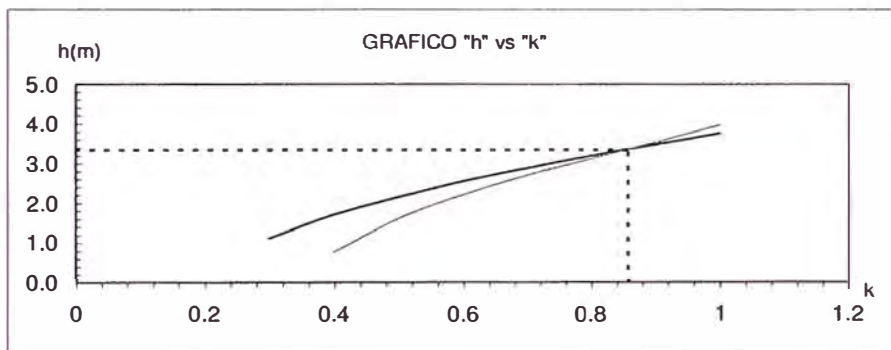
$\rho_{02} = 548.44$ Ohm-m
 $a_t = 4.00$
 $h'(2) = 2.67$ m
 $d'(2) = 1.19$ m
 $\rho_{02}' = 724.31$ Ohm-m
 $K(+/-) : +$

$\rho_{02}'(2)/\rho_{01}(a_1) = 0.638$
 $a_1 = 4$

$\rho_{02}'(2)/\rho_{02}(a_2) = 0.47$
 $a_2 = 6$

K	h/a	h (m)
0.1		
0.2		
0.3	0.28	1.12
0.4	0.43	1.72
0.5	0.54	2.16
0.6	0.64	2.56
0.7	0.72	2.88
0.8	0.8	3.2
0.9	0.87	3.48
1	0.94	3.76

K	h/a	h (m)
0.1		
0.2		
0.3		
0.4	0.13	0.78
0.5	0.27	1.62
0.6	0.37	2.22
0.7	0.45	2.7
0.8	0.52	3.12
0.9	0.59	3.54
1	0.66	3.96



del grafico "h vs k" obtenemos $k = 0.86$
 $h(2) = 3.36$ m
 $k(2) = 0.86$
 $\rho_{03} = 9622.96$ Ohm-m

E) Resumen Total

$\rho_{01} = 975$ Ohm-m
 $\rho_{02} = 548.44$ Ohm-m
 $\rho_{03} = 9622.96$ Ohm-m
 $h(1) = 1.48$ m
 $h(2) = 3.36$ m

ρ_{01} : Resistividad de la primera capa
 ρ_{02} : Resistividad de la segunda capa
 ρ_{03} : Resistividad de la tercera capa
 $h(1)$: Altura de la primera capa
 $h(2)$: Altura de la segunda capa
 $k(2)$: Coeficiente de Reflexión

LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 KV ATACOCHIA

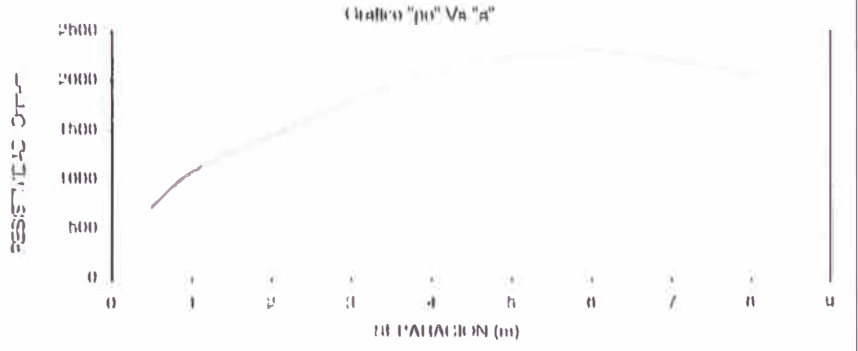
CÁLCULO DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO

5.- PUNTO DE MEDICIÓN:

V.3

a) Datos Procesados de Campo

a(m)	ρo (Ohm-m)
0.5	710.00
1	1064.37
2	1426.28
4	2073.45
6	2284.57
8	2050.83



dónde :

a: Separación
ρo: Valor Medido

b) Cálculo para la Primera y Segunda capa

ρo1= 470 Ohm-m
ρ(a1)= 710.00 Ohm-m
k(1/-) : 1

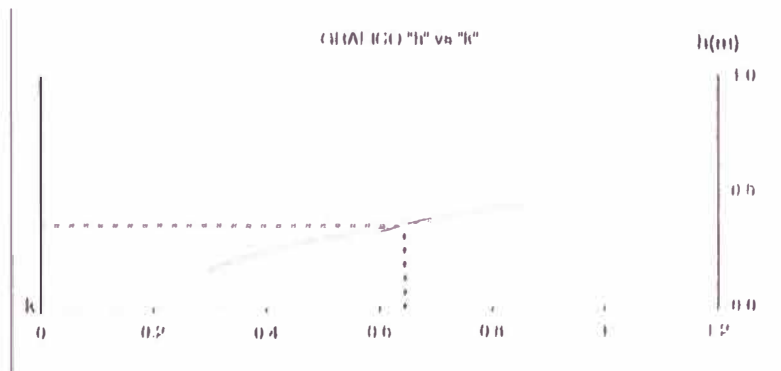
ρo1= 470 Ohm m
ρ(a2)= 1064.37 Ohm m

ρo1/ρo(a1) = 0.662
n1= 0.5

ρo1/ρo(a2) = 0.442
n2= 1

K	h/a	h (m)
0.1		
0.2		
0.3	0.33	0.17
0.4	0.48	0.24
0.5	0.59	0.30
0.6	0.68	0.34
0.7	0.77	0.39
0.8	0.84	0.42
0.9	0.92	0.46
1	0.99	0.50

K	h/a	h (m)
0.1		
0.2		
0.3		
0.4	0.00	0.00
0.5	0.33	0.33
0.6	0.33	0.33
0.7	0.41	0.41
0.8	0.48	0.48
0.9	0.56	0.56
1	0.61	0.61



del gráfico "h vs k" obtenemos:

h(1)= 0.36 m
k(1)= 0.64
ρo2= 2141.11 Ohm m

c) Resumen

ρo1= 470 Ohm-m
ρo2= 2141.11 Ohm m
h(1)= 0.36 m

ρo1: Resistividad de la primera capa
ρo2: Resistividad de la segunda capa
h(1): Altura de la primera capa
k(1): Coeficiente de Reflexión

ANEXO E
RESISTENCIA DE PUESTA ATIERRA

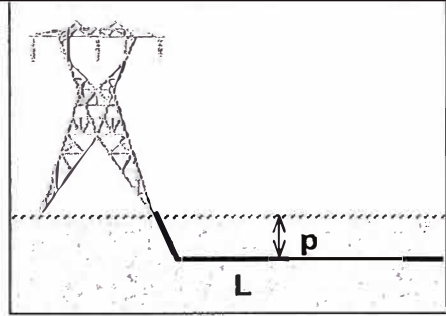
DISEÑO DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO : LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PUNTO : V-0

Datos de entrada

Contrapeso			
Longitud de diseño - verificación	L =	50	m
Díámetro	d =	6.68	mm
	Radio r =	0.00334	m
Resistencia máxima deseada	Rmax =	21	Ohms
Profundidad de instalación	p =	0.5	m
Ancho de la base de la torre	n =	5	m



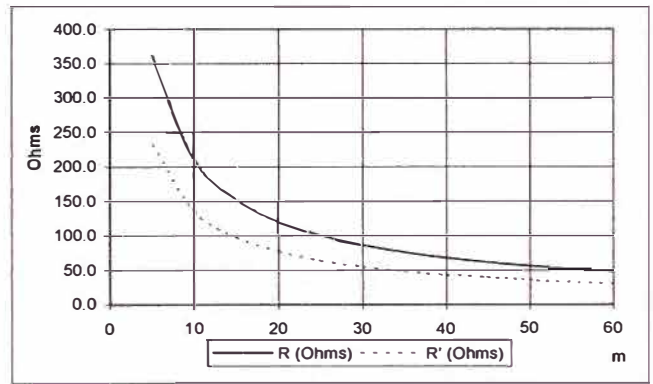
N° CAPAS	Rho (1) (Ohm-m)	Rho (2) (Ohm-m)	Rho (3) (Ohm-m)	h(1) (m)	h(2) (m)
2	5645.00	996.18		1.32	

$\Sigma (hi)$	$\Sigma (hi / Rhoi)$	Resistividad aparente (Ohm-m)	Coef. Estratíf. K
4	0.0029	1367.937	-0.15725

CALCULOS

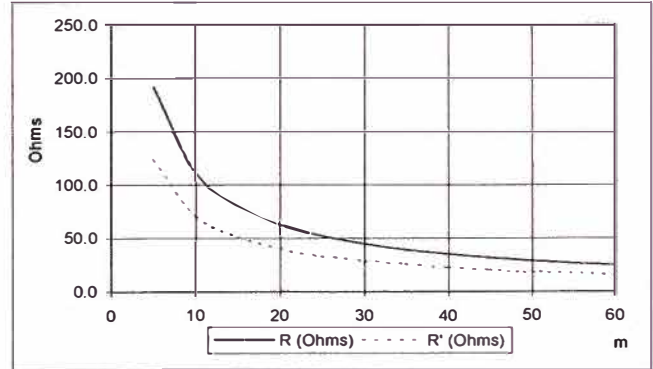
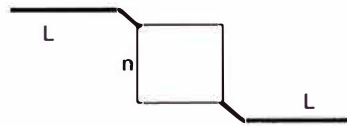
CONFIGURACION B1 (Un contrapeso)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	56.2	36.0



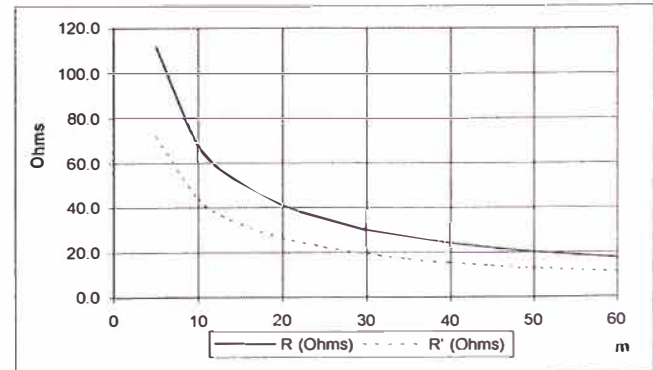
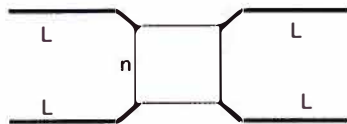
CONFIGURACION B2 (Dos contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	29.0	18.5



CONFIGURACION B4 (Cuatro contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	20.2	13.0



R': Resistencia estimada con cemento conductor

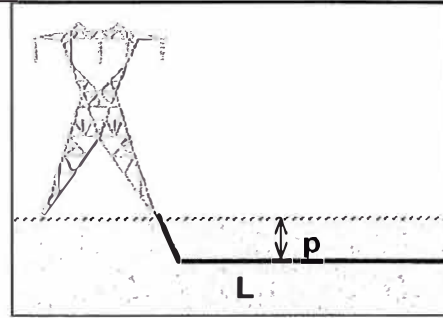
DISÑO DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO : LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PUNTO : V-1

Datos de entrada

Contrapeso			
Longitud de diseo - verificaci3n	L =	50	m
Diámetro	d =	6.68	mm
	Radio r =	0.00334	m
Resistencia máxima deseada	Rmax =	21	Ohms
Profundidad de instalaci3n	p =	0.5	m
Ancho de la base de la torre	n =	5	m



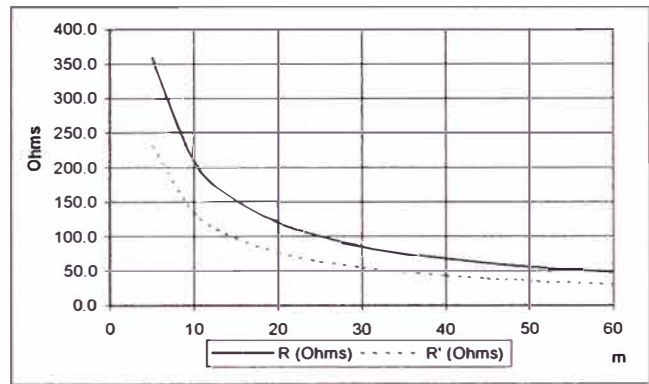
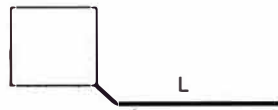
N° CAPAS	Rho (1) (Ohm-m)	Rho (2) (Ohm-m)	Rho (3) (Ohm-m)	h(1) (m)	h(2) (m)
2	6730.00	1050.35		1.08	

$\Sigma (h_i)$	$\Sigma (h_i / \rho_{oi})$	Resistividad ad Aparente (Ohm-m)	Coef. Estratif. K
4	0.0029	1360.312	-0.12858

CALCULOS

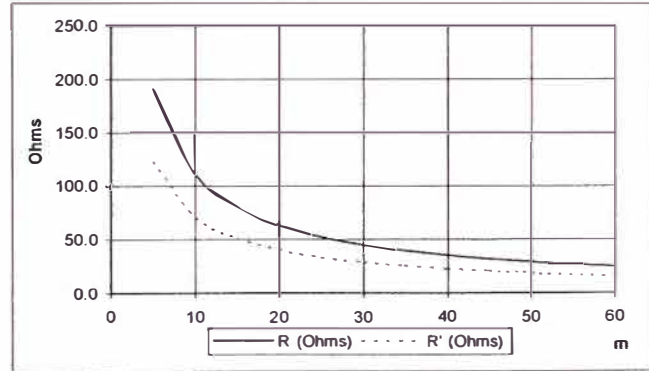
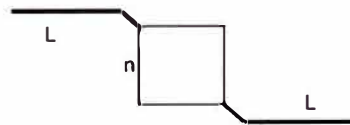
CONFIGURACION B1 (Un contrapeso)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	55.9	35.8



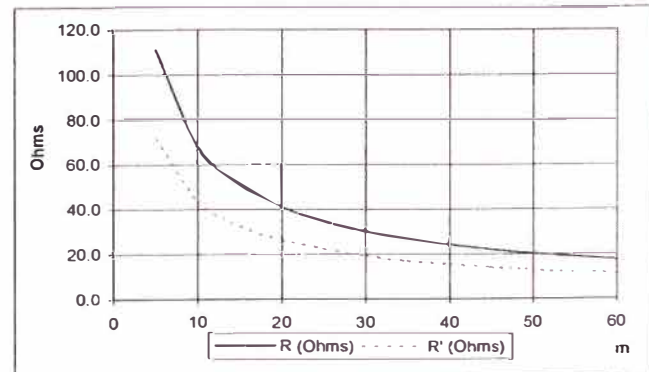
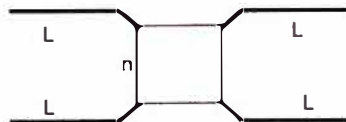
CONFIGURACION B2 (Dos contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	29.1	18.6



CONFIGURACION B4 (Cuatro contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
50	20.2	13.0



R': Resistencia estimada con cemento conductivo

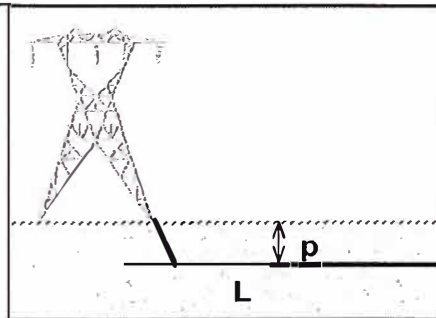
DISEÑO DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO : LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PUNTO : V1 - V2

Datos de entrada

Contrapeso			
Longitud de diseño - verificación	L =	25	m
Diámetro	d =	6.68	mm
	Radio r =	0.00334	m
Resistencia máxima deseada	Rmax =	21	Ohms
Profundidad de instalación	p =	0.5	m
Ancho de la base de la torre	n =	5	m



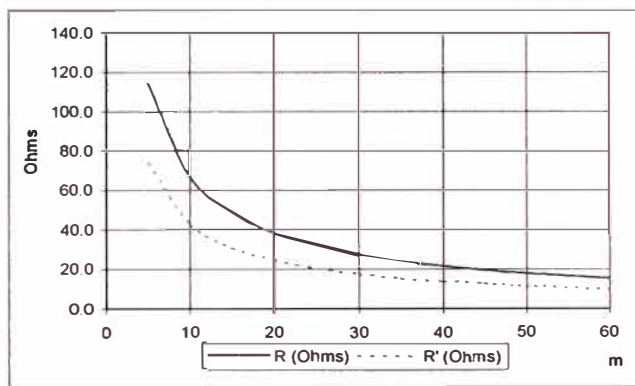
RESISTIVIDAD POR CAPAS					
N° CAPAS	Rho (1) (Ohm-m)	Rho (2) (Ohm-m)	Rho (3) (Ohm-m)	h(1) (m)	h(2) (m)
3	734.00	271.48	1853.41	0.95	4.49

REDUCCIÓN A UNA CAPA			
$\Sigma (hi)$	$\Sigma (hi / Rhoi)$	Resistividad ad Aparente (Ohm-m)	Coef. Estratif. K
5.44	0.0125	434.193	0.498062

CALCULOS

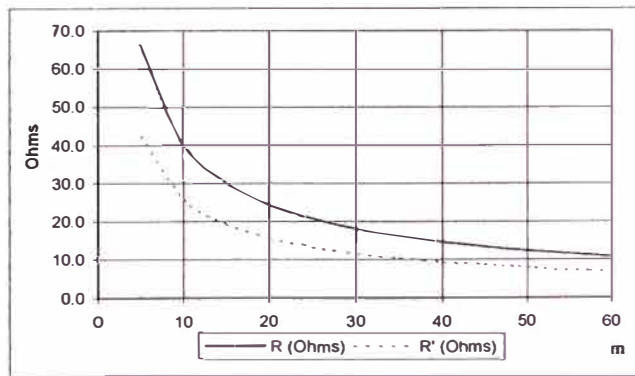
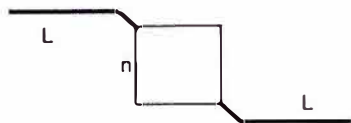
CONFIGURACION B1 (Un contrapeso)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
25	31.9	20.4



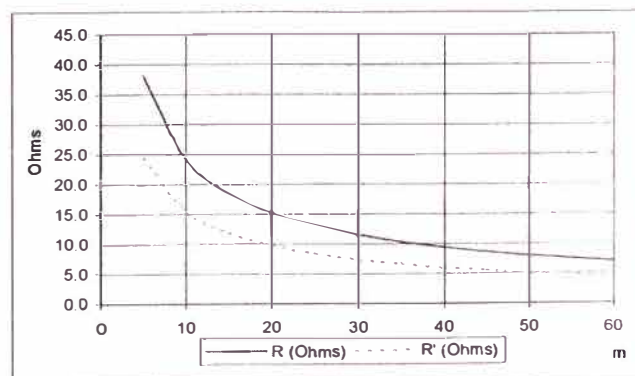
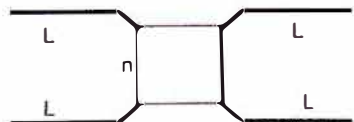
CONFIGURACION B2 (Dos contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
25	20.7	13.3



CONFIGURACION B4 (Cuatro contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
25	13.1	8.4



R': Resistencia estimada con cemento conductorio

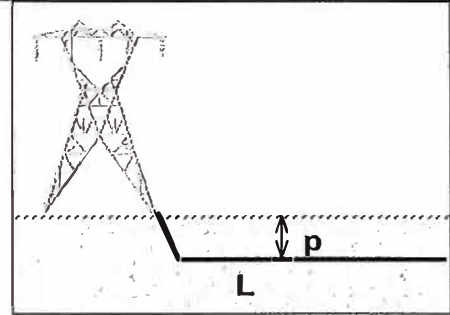
DISEÑO DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO : LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PUNTO : V-2

Datos de entrada

Contrapeso			
Longitud de diseño - verificación	L =	40	m
Diámetro	d =	6.68	mm
	Radio r =	0.00334	m
Resistencia máxima deseada	Rmax =	21	Ohms
Profundidad de instalación	p =	0.5	m
Ancho de la base de la torre	n =	5	m



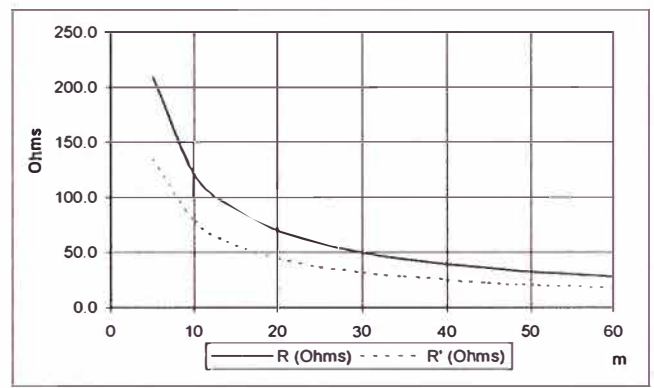
RESISTIVIDAD POR CAPAS					
N° CAPAS	Rho (1) (Ohm-m)	Rho (2) (Ohm-m)	Rho (3) (Ohm-m)	h(1) (m)	h(2) (m)
3	975.00	548.44	9622.96	1.48	3.36

REDUCCIÓN A UNA CAPA			
$\Sigma (hi)$	$\Sigma (hi / Rhoi)$	Resistividad ad Aparente (Ohm-m)	Coef. Estratif. K
4.84	0.0061	791.781	0.759037

CALCULOS

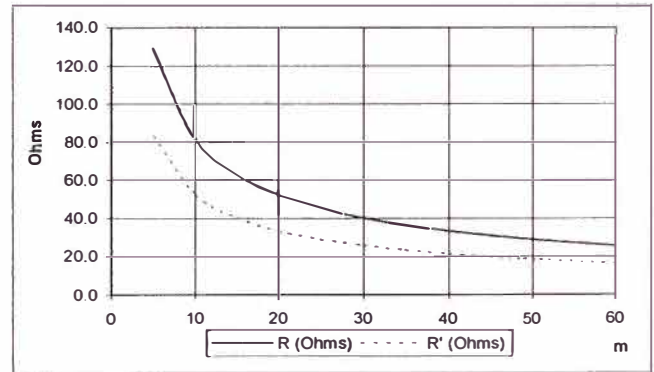
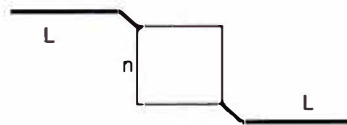
CONFIGURACION B1 (Un contrapeso)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	39.3	25.2



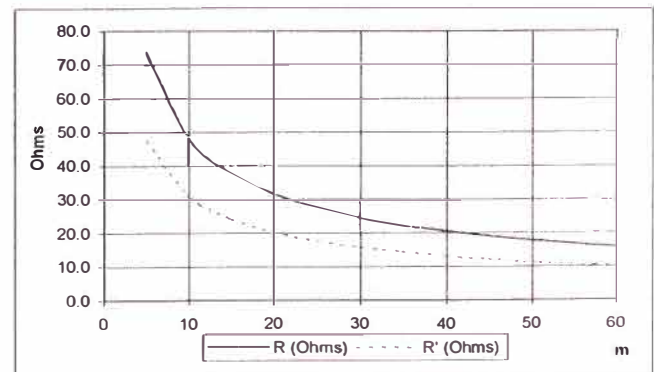
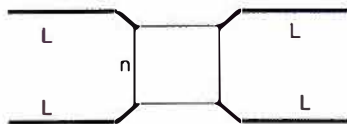
CONFIGURACION B2 (Dos contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	33.4	21.4



CONFIGURACION B4 (Cuatro contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	20.5	13.1



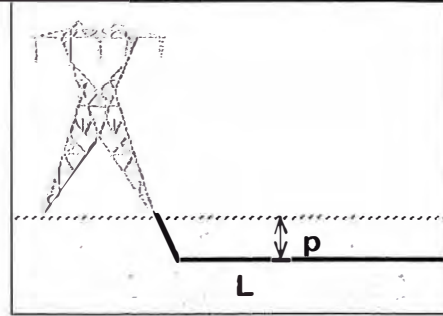
R': Resistencia estimada con cemento conductorio

DISEÑO DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO : LINEA EN 138KV - ATACOCHA
 PUNTO : V-3

Datos de entrada

Contrapeso			
Longitud de diseño - verificación	L =	40	m
Diámetro	d =	6.68	mm
	Radio r =	0.00334	m
Resistencia máxima deseada	Rmax =	21	Ohms
Profundidad de instalación	p =	0.5	m
Ancho de la base de la torre	n =	5	m



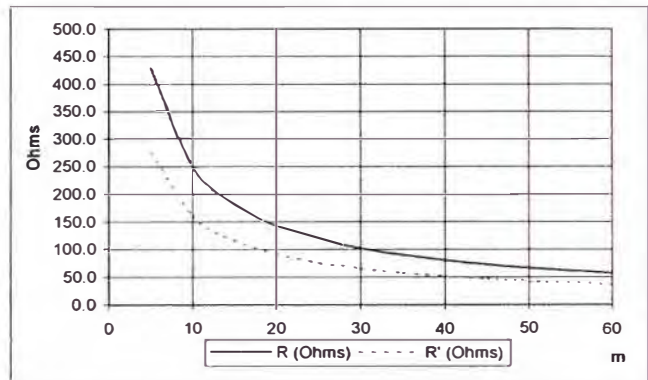
N° CAPAS	Rho (1) (Ohm-m)	Rho (2) (Ohm-m)	Rho (3) (Ohm-m)	h(1) (m)	h(2) (m)
2	470.00	2141.11		0.36	

$\Sigma (h_i)$	$\Sigma (h_i / Rho_i)$	Resistividad ad Aparente (Ohm-m)	Coef. Estratific. K
4	0.0025	1622.053	0.137931

CALCULOS

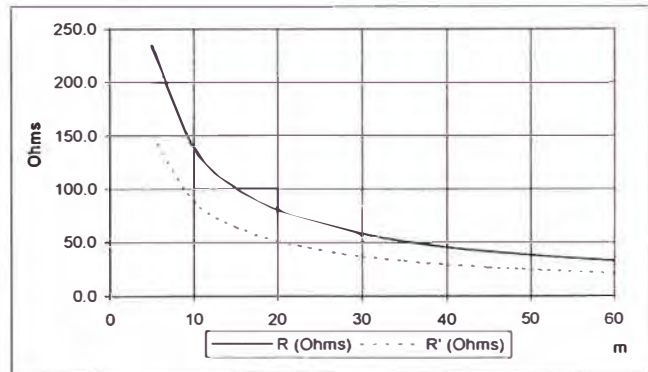
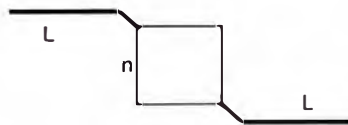
CONFIGURACION B1 (Un contrapeso)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	80.5	51.5



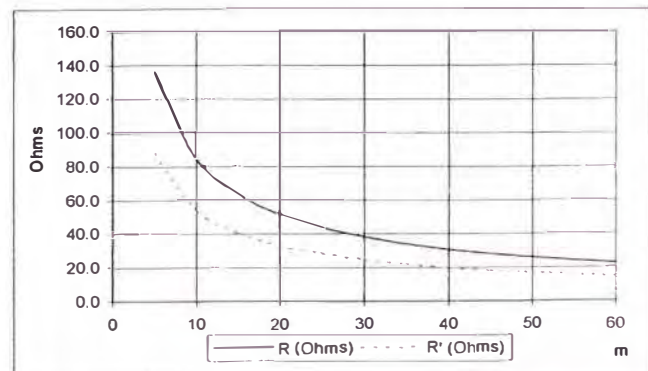
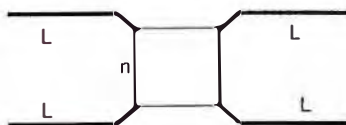
CONFIGURACION B2 (Dos contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	45.9	29.4



CONFIGURACION B4 (Cuatro contrapesos)

L (m)	R (Ohms)	R' (Ohms)
40	30.7	19.7



R': Resistencia estimada con cemento conductivo

ANEXO F

RESULTADOS DEL CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR Y DEL CABLE DE GUARDA (CAMBIO DE ESTADO)

CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

EDS 17%

Rev 0

DATOS DEL CONDUCTOR

CONDUCTOR	AAAC 279 mm ²
SECCION	278.7 mm ²
DIAMETRO	21.68 mm
NUMERO DE HILOS	37 h
TIRO DE ROTURA Tr	8388.8 daN
PESO	0.749 daN/m
MODULO DE ELASTICIDAD	65.5001 daN/mm ² /100
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	0.002304 /100 °C

HIPOTESIS DE CAMBIO DE ESTADO

	V(m/s)-P(Pa)	H (cm)	T °C
HIP_1_EDS	0-0	0	10
HIP_2_VMAX	28.9-380	0	5
HIP_3_TMAX	0-0	0	50
HIP_4_V+H	14.4-95	0.6	-5
HIP_5_HMAX	0-0	1.2	-5

VANO m	HIPOTESIS	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL (CREEP)				
		TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m	TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m
320	HIP_1_EDS	1434	1429	17	1908	6.71	1270	1264	15	1688	7.59
	HIP_2_VMAX	1941	1933	23	1737	7.38	1789	1780	21	1600	8.01
	HIP_3_TMAX	1134	1127	14	1505	8.51	1030	1023	12	1365	9.39
	HIP_4_V+H	2218	2209	26	1757	7.29	2069	2060	25	1638	7.82
	HIP_5_HMAX	2872	2856	34	1515	8.46	2784	2768	33	1468	8.73
340	HIP_1_EDS	1435	1429	17	1908	7.58	1282	1276	15	1704	8.49
	HIP_2_VMAX	1956	1947	23	1749	8.27	1814	1804	22	1621	8.92
	HIP_3_TMAX	1156	1149	14	1534	9.43	1056	1048	13	1399	10.34
	HIP_4_V+H	2233	2222	27	1768	8.18	2092	2081	25	1656	8.74
	HIP_5_HMAX	2914	2896	35	1537	9.41	2832	2814	34	1493	9.69
360	HIP_1_EDS	1436	1429	17	1908	8.5	1293	1286	15	1717	9.44
	HIP_2_VMAX	1968	1958	23	1759	9.22	1835	1824	22	1639	9.9
	HIP_3_TMAX	1175	1168	14	1559	10.4	1080	1072	13	1431	11.34
	HIP_4_V+H	2245	2233	27	1776	9.13	2114	2102	25	1672	9.7
	HIP_5_HMAX	2954	2934	35	1557	10.42	2878	2858	34	1516	10.7
380	HIP_1_EDS	1436	1429	17	1908	9.47	1304	1296	16	1730	10.44
	HIP_2_VMAX	1981	1969	24	1769	10.21	1855	1843	22	1656	10.91
	HIP_3_TMAX	1194	1185	14	1582	11.42	1103	1093	13	1460	12.38
	HIP_4_V+H	2257	2244	27	1785	10.12	2133	2119	25	1686	10.72
	HIP_5_HMAX	2990	2969	36	1575	11.48	2920	2898	35	1537	11.76
400	HIP_1_EDS	1437	1429	17	1908	10.49	1314	1305	16	1742	11.49
	HIP_2_VMAX	1992	1980	24	1779	11.26	1873	1860	22	1671	11.98
	HIP_3_TMAX	1210	1201	14	1603	12.49	1124	1114	13	1487	13.47
	HIP_4_V+H	2268	2254	27	1793	11.17	2152	2137	26	1700	11.78
	HIP_5_HMAX	3026	3002	36	1592	12.58	2960	2936	35	1557	12.86
420	HIP_1_EDS	1438	1429	17	1908	11.57	1322	1313	16	1753	12.59
	HIP_2_VMAX	2002	1988	24	1786	12.36	1890	1878	23	1685	13.1
	HIP_3_TMAX	1225	1215	15	1623	13.61	1143	1132	14	1511	14.61
	HIP_4_V+H	2278	2262	27	1799	12.27	2168	2152	26	1711	12.9
	HIP_5_HMAX	3058	3032	36	1608	13.73	2997	2970	36	1576	14.02
440	HIP_1_EDS	1438	1429	17	1908	12.7	1331	1320	16	1763	13.75
	HIP_2_VMAX	2012	1997	24	1794	13.5	1907	1891	23	1699	14.27
	HIP_3_TMAX	1240	1229	15	1640	14.77	1161	1149	14	1535	15.8
	HIP_4_V+H	2288	2271	27	1806	13.41	2184	2167	26	1723	14.06
	HIP_5_HMAX	3089	3061	37	1624	14.93	3031	3003	36	1593	15.22
460	HIP_1_EDS	1439	1429	17	1908	13.88	1338	1327	16	1772	14.95
	HIP_2_VMAX	2021	2005	24	1801	14.71	1921	1904	23	1711	15.48
	HIP_3_TMAX	1253	1241	15	1657	15.99	1178	1165	14	1555	17.04
	HIP_4_V+H	2297	2279	27	1813	14.61	2199	2180	26	1734	15.28
	HIP_5_HMAX	3118	3087	37	1638	16.18	3065	3034	37	1609	16.46
480	HIP_1_EDS	1440	1429	17	1908	15.12	1345	1333	16	1780	16.2
	HIP_2_VMAX	2030	2012	24	1808	15.95	1936	1917	23	1723	16.75
	HIP_3_TMAX	1265	1252	15	1671	17.26	1194	1180	14	1575	18.32
	HIP_4_V+H	2306	2286	27	1818	15.86	2213	2192	26	1744	16.54
	HIP_5_HMAX	3145	3112	37	1651	17.47	3095	3062	37	1624	17.76
500	HIP_1_EDS	1442	1429	17	1908	16.4	1352	1339	16	1788	17.51
	HIP_2_VMAX	2038	2019	24	1814	17.26	1949	1928	23	1733	18.07
	HIP_3_TMAX	1276	1262	15	1685	18.58	1208	1193	14	1593	19.65
	HIP_4_V+H	2314	2292	28	1823	17.16	2226	2204	27	1753	17.86
	HIP_5_HMAX	3171	3136	38	1663	18.82	3125	3089	37	1639	19.11
520	HIP_1_EDS	1442	1429	17	1908	17.74	1358	1344	16	1795	18.87
	HIP_2_VMAX	2045	2024	24	1819	18.61	1961	1939	23	1742	19.44
	HIP_3_TMAX	1286	1271	15	1698	19.95	1221	1206	15	1610	21.04
	HIP_4_V+H	2321	2298	28	1828	18.52	2238	2214	27	1761	19.23
	HIP_5_HMAX	3195	3157	38	1675	20.22	3152	3113	38	1651	20.51
540	HIP_1_EDS	1443	1429	17	1908	19.14	1364	1349	16	1801	20.28
	HIP_2_VMAX	2052	2030	24	1824	20.02	1972	1949	24	1751	20.86
	HIP_3_TMAX	1296	1280	15	1709	21.37	1234	1217	15	1625	22.48
	HIP_4_V+H	2328	2303	28	1832	19.93	2250	2224	27	1769	20.65
	HIP_5_HMAX	3218	3178	38	1686	21.67	3178	3136	38	1664	21.96
560	HIP_1_EDS	1445	1429	17	1908	20.58	1370	1353	16	1807	21.74
	HIP_2_VMAX	2059	2035	25	1828	21.48	1983	1958	24	1759	22.33
	HIP_3_TMAX	1306	1288	16	1720	22.84	1246	1228	15	1640	23.96
	HIP_4_V+H	2336	2309	28	1837	21.39	2261	2233	27	1776	22.12
	HIP_5_HMAX	3241	3197	39	1696	23.17	3203	3158	38	1676	23.45
580	HIP_1_EDS	1445	1429	17	1908	22.09	1375	1357	16	1812	23.25
	HIP_2_VMAX	2065	2040	25	1833	22.99	1993	1967	24	1767	23.85
	HIP_3_TMAX	1314	1296	16	1730	24.36	1258	1238	15	1654	25.5
	HIP_4_V+H	2342	2313	28	1840	22.9	2271	2241	27	1783	23.64
	HIP_5_HMAX	3262	3215	39	1705	24.72	3226	3179	38	1686	25
600	HIP_1_EDS	1447	1429	17	1908	23.64	1380	1361	16	1817	24.82
	HIP_2_VMAX	2072	2044	25	1837	24.55	2003	1975	24	1774	25.42
	HIP_3_TMAX	1322	1303	16	1739	25.93	1268	1248	15	1666	27.08
	HIP_4_V+H	2349	2318	28	1844	24.46	2281	2249	27	1789	25.21
	HIP_5_HMAX	3281	3232	39	1714	26.32	3248	3198	39	1696	26.6

CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

EDS 17%

Rev 0

DATOS DEL CONDUCTOR

CONDUCTOR	AAAC 279 mm ²
SECCION	278.7 mm ²
DIAMETRO	21.68 mm
NUMERO DE HILOS	37 h
TIRO DE ROTURA Tr	8388.8 daN
PESO	0.749 daN/m
MODULO DE ELASTICIDAD	65.5001 daN/mm ² /100
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	0.002304 /100 °C

HIPOTESIS DE CAMBIO DE ESTADO

	V(m/s)-P(Pa)	H (cm)	T °C
HIP_1_EDS	0-0	0	10
HIP_2_VMAX	28.9-380	0	5
HIP_3_TMAX	0-0	0	50
HIP_4_V+H	14.4-95	0.6	-5
HIP_5_HMAX	0-0	1.2	-5

VANO m	HIPOTESIS	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL (CREEP)				
		TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m	TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m
920	HIP_1_EDS	1471	1429	18	1908	55.72	1439	1396	17	1864	57.03
	HIP_2_VMAX	2148	2085	26	1873	56.76	2114	2050	25	1842	57.74
	HIP_3_TMAX	1412	1368	17	1826	58.24	1383	1339	16	1787	59.53
	HIP_4_V+H	2430	2359	29	1876	56.67	2397	2324	29	1849	57.52
	HIP_5_HMAX	3514	3403	42	1805	58.93	3500	3389	42	1798	59.18
940	HIP_1_EDS	1473	1429	18	1908	58.18	1442	1398	17	1866	59.5
	HIP_2_VMAX	2153	2087	26	1875	59.22	2120	2053	25	1844	60.21
	HIP_3_TMAX	1416	1370	17	1829	60.71	1388	1342	17	1792	62
	HIP_4_V+H	2435	2360	29	1878	59.13	2403	2327	29	1851	59.99
	HIP_5_HMAX	3525	3410	42	1809	61.41	3512	3396	42	1801	61.66
960	HIP_1_EDS	1474	1429	18	1908	60.7	1445	1399	17	1868	62.02
	HIP_2_VMAX	2157	2088	26	1876	61.75	2125	2055	25	1847	62.74
	HIP_3_TMAX	1420	1372	17	1832	63.23	1393	1345	17	1796	64.53
	HIP_4_V+H	2439	2362	29	1879	61.66	2408	2330	29	1853	62.52
	HIP_5_HMAX	3536	3416	42	1812	63.95	3524	3403	42	1805	64.2
980	HIP_1_EDS	1476	1429	18	1908	63.27	1448	1400	17	1869	64.6
	HIP_2_VMAX	2161	2089	26	1877	64.32	2130	2058	25	1849	65.32
	HIP_3_TMAX	1424	1375	17	1835	65.81	1398	1348	17	1800	67.12
	HIP_4_V+H	2444	2363	29	1880	64.23	2414	2332	29	1855	65.09
	HIP_5_HMAX	3547	3422	42	1815	66.54	3535	3409	42	1808	66.79
1000	HIP_1_EDS	1478	1429	18	1908	65.89	1451	1401	17	1871	67.22
	HIP_2_VMAX	2165	2090	26	1878	66.95	2136	2060	25	1851	67.95
	HIP_3_TMAX	1428	1377	17	1838	68.44	1403	1351	17	1804	69.75
	HIP_4_V+H	2448	2364	29	1881	66.86	2419	2334	29	1857	67.73
	HIP_5_HMAX	3558	3427	42	1818	69.19	3546	3415	42	1812	69.43
1020	HIP_1_EDS	1480	1429	18	1908	68.57	1454	1402	17	1872	69.91
	HIP_2_VMAX	2169	2092	26	1879	69.63	2141	2062	26	1853	70.63
	HIP_3_TMAX	1432	1378	17	1840	71.12	1408	1354	17	1807	72.44
	HIP_4_V+H	2453	2366	29	1882	69.54	2425	2337	29	1859	70.41
	HIP_5_HMAX	3568	3433	43	1821	71.88	3557	3421	42	1815	72.13
1040	HIP_1_EDS	1482	1429	18	1908	71.3	1457	1403	17	1873	72.64
	HIP_2_VMAX	2173	2093	26	1880	72.36	2146	2064	26	1855	73.38
	HIP_3_TMAX	1435	1380	17	1843	73.86	1412	1356	17	1810	75.19
	HIP_4_V+H	2457	2367	29	1882	72.28	2431	2339	29	1860	73.15
	HIP_5_HMAX	3578	3438	43	1824	74.64	3568	3427	43	1818	74.88
1060	HIP_1_EDS	1485	1429	18	1908	74.08	1460	1404	17	1874	75.44
	HIP_2_VMAX	2177	2094	26	1881	75.16	2151	2066	26	1856	76.17
	HIP_3_TMAX	1439	1382	17	1845	76.66	1417	1359	17	1814	77.98
	HIP_4_V+H	2462	2368	29	1883	75.07	2436	2341	29	1862	75.95
	HIP_5_HMAX	3589	3443	43	1826	77.44	3579	3432	43	1821	77.68
1080	HIP_1_EDS	1487	1429	18	1908	76.93	1463	1405	17	1875	78.29
	HIP_2_VMAX	2182	2095	26	1882	78	2156	2068	26	1858	79.02
	HIP_3_TMAX	1443	1383	17	1847	79.51	1421	1361	17	1817	80.84
	HIP_4_V+H	2467	2369	29	1884	77.92	2441	2342	29	1863	78.8
	HIP_5_HMAX	3599	3447	43	1829	80.31	3589	3437	43	1823	80.55
1100	HIP_1_EDS	1489	1429	18	1908	79.83	1466	1405	17	1876	81.18
	HIP_2_VMAX	2186	2096	26	1883	80.9	2161	2070	26	1860	81.92
	HIP_3_TMAX	1447	1385	17	1849	82.41	1426	1363	17	1820	83.75
	HIP_4_V+H	2471	2369	29	1885	80.82	2447	2344	29	1865	81.7
	HIP_5_HMAX	3609	3452	43	1831	83.22	3599	3442	43	1826	83.46
1120	HIP_1_EDS	1491	1429	18	1908	82.77	1469	1406	18	1878	84.13
	HIP_2_VMAX	2190	2097	26	1884	83.85	2166	2072	26	1861	84.88
	HIP_3_TMAX	1450	1386	17	1851	85.36	1430	1365	17	1823	86.7
	HIP_4_V+H	2476	2371	30	1886	83.77	2452	2346	29	1866	84.66
	HIP_5_HMAX	3619	3456	43	1833	86.19	3610	3447	43	1829	86.43
1140	HIP_1_EDS	1493	1429	18	1908	85.78	1472	1407	18	1878	87.15
	HIP_2_VMAX	2194	2097	26	1884	86.87	2171	2073	26	1863	87.89
	HIP_3_TMAX	1454	1388	17	1853	88.38	1434	1367	17	1825	89.73
	HIP_4_V+H	2480	2371	30	1886	86.78	2458	2348	29	1867	87.68
	HIP_5_HMAX	3628	3460	43	1836	89.22	3620	3451	43	1831	89.45
1160	HIP_1_EDS	1496	1429	18	1908	88.84	1475	1408	18	1879	90.21
	HIP_2_VMAX	2198	2098	26	1885	89.94	2176	2075	26	1864	90.97
	HIP_3_TMAX	1457	1389	17	1854	91.45	1438	1369	17	1828	92.81
	HIP_4_V+H	2485	2372	30	1887	89.85	2463	2349	29	1869	90.74
	HIP_5_HMAX	3638	3464	43	1838	92.3	3630	3455	43	1833	92.53
1180	HIP_1_EDS	1498	1429	18	1908	91.95	1478	1408	18	1880	93.33
	HIP_2_VMAX	2202	2099	26	1886	93.05	2181	2076	26	1865	94.09
	HIP_3_TMAX	1461	1390	17	1856	94.57	1443	1371	17	1830	95.93
	HIP_4_V+H	2490	2373	30	1887	92.97	2468	2350	29	1870	93.87
	HIP_5_HMAX	3648	3468	43	1840	95.43	3640	3459	43	1835	95.66
1200	HIP_1_EDS	1500	1429	18	1908	95.13	1481	1409	18	1881	96.5
	HIP_2_VMAX	2207	2100	26	1886	96.22	2186	2078	26	1867	97.26
	HIP_3_TMAX	1464	1391	17	1858	97.75	1447	1372	17	1832	99.11
	HIP_4_V+H	2494	2374	30	1888	96.14	2474	2352	29	1871	97.04
	HIP_5_HMAX	3657	3471	44	1841	98.61	3650	3463	44	1837	98.84

CALCULO MECANICO DE CONDUCTORES

EDS 13%

Rev 0

DATOS DEL CONDUCTOR

CONDUCTOR	EHS 50 mm ²
SECCION	51.0773 mm ²
DIAMETRO	9.144 mm
NUMERO DE HILOS	7 h
TIRO DE ROTURA Tr	6850.26 daN
PESO	0.398413 daN/m
MODULO DE ELASTICIDAD	172.369 daN/mm ² /100
COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL	0.001152 /100 °C

HIPOTESIS DE CAMBIO DE ESTADO

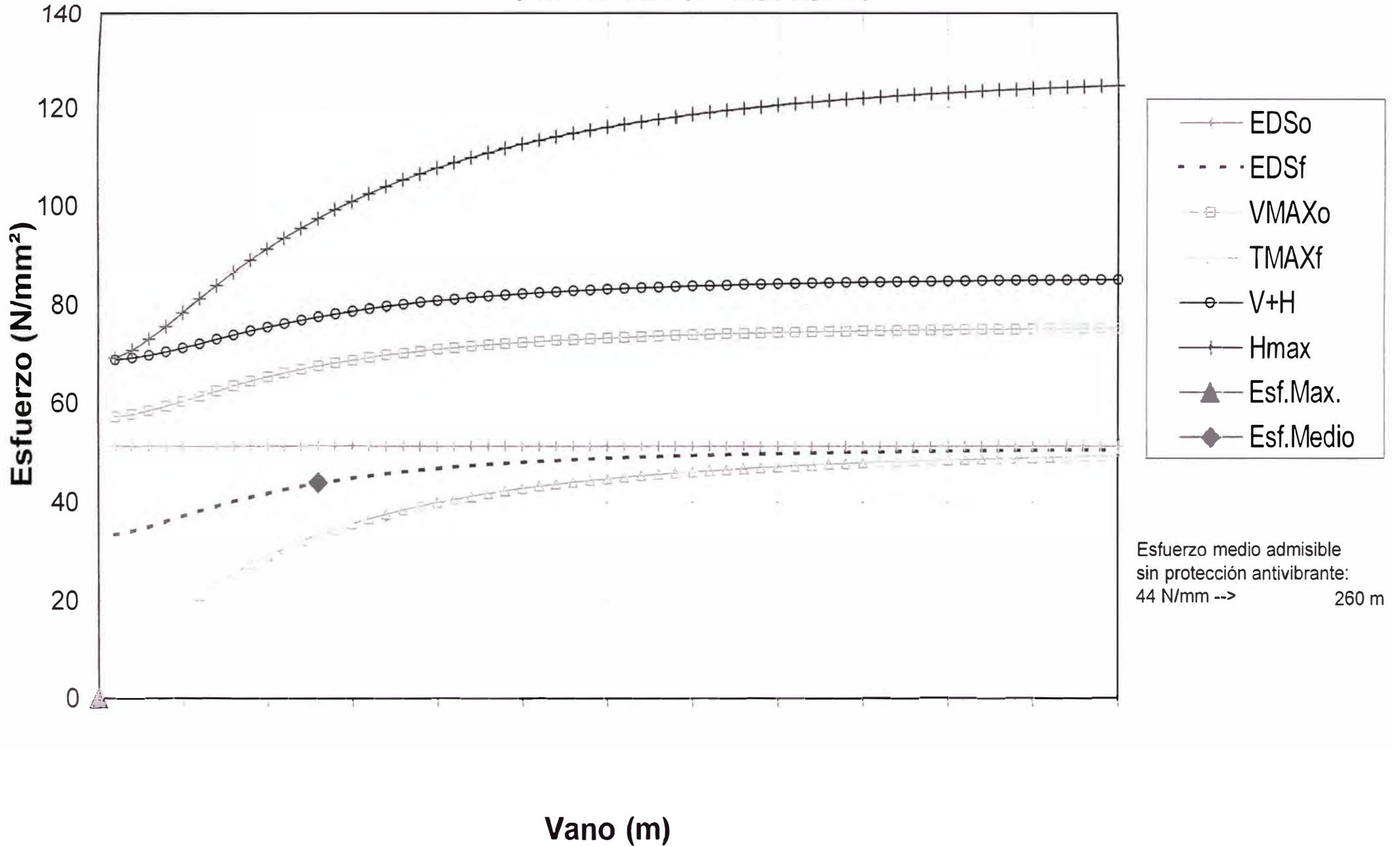
	V(m/s)-P(Pa)	H (cm)	T °C
HIP_1_EDS	0-0	0	10
HIP_2_VMAX	28.9-380	0	5
HIP_3_TMAX	0-0	0	50
HIP_4_V+H	14.4-95	0.6	-5
HIP_5_HMAX	0-0	1.2	-5

VANO m	HIPOTESIS	CONDICION INICIAL					CONDICION FINAL (CREEP)				
		TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m	TENSION MAX daN	TENSION HORIZ daN	% Tr	C m	FLECHA m
620	HIP_1_EDS	900	891	13	2237	21.52	900	891	13	2237	21.52
	HIP_2_VMAX	1150	1138	17	2154	22.34	1150	1138	17	2154	22.34
	HIP_3_TMAX	849	840	12	2109	22.83	849	840	12	2107	22.84
	HIP_4_V+H	1441	1425	21	2084	23.1	1441	1425	21	2084	23.1
	HIP_5_HMAX	2122	2094	31	1884	25.57	2122	2094	31	1884	25.57
640	HIP_1_EDS	900	891	13	2236	22.93	900	891	13	2236	22.93
	HIP_2_VMAX	1153	1141	17	2158	23.77	1153	1141	17	2158	23.77
	HIP_3_TMAX	852	843	12	2115	24.25	852	842	12	2114	24.27
	HIP_4_V+H	1447	1430	21	2091	24.54	1447	1430	21	2091	24.54
	HIP_5_HMAX	2139	2108	31	1897	27.06	2139	2108	31	1897	27.06
660	HIP_1_EDS	901	891	13	2236	24.39	901	891	13	2236	24.39
	HIP_2_VMAX	1156	1142	17	2162	25.24	1156	1142	17	2162	25.24
	HIP_3_TMAX	855	845	12	2121	25.72	855	845	12	2120	25.74
	HIP_4_V+H	1452	1434	21	2097	26.02	1452	1434	21	2097	26.02
	HIP_5_HMAX	2154	2122	31	1909	28.59	2154	2122	31	1909	28.59
680	HIP_1_EDS	901	891	13	2236	25.89	901	891	13	2236	25.89
	HIP_2_VMAX	1158	1144	17	2165	26.75	1158	1144	17	2165	26.75
	HIP_3_TMAX	858	847	13	2127	27.24	858	847	13	2126	27.25
	HIP_4_V+H	1457	1438	21	2103	27.54	1457	1438	21	2103	27.54
	HIP_5_HMAX	2169	2136	32	1921	30.16	2169	2136	32	1921	30.16
700	HIP_1_EDS	902	891	13	2236	27.45	902	891	13	2236	27.45
	HIP_2_VMAX	1161	1146	17	2169	28.31	1161	1146	17	2169	28.31
	HIP_3_TMAX	861	849	13	2132	28.8	860	849	13	2131	28.81
	HIP_4_V+H	1462	1442	21	2109	29.11	1462	1442	21	2109	29.11
	HIP_5_HMAX	2184	2148	32	1933	31.78	2184	2148	32	1933	31.78
720	HIP_1_EDS	903	891	13	2236	29.04	903	891	13	2236	29.04
	HIP_2_VMAX	1163	1148	17	2171	29.91	1163	1148	17	2171	29.91
	HIP_3_TMAX	863	851	13	2137	30.4	863	851	13	2136	30.41
	HIP_4_V+H	1467	1446	21	2114	30.73	1467	1446	21	2114	30.73
	HIP_5_HMAX	2197	2160	32	1943	33.44	2197	2160	32	1943	33.44
740	HIP_1_EDS	903	891	13	2236	30.68	903	891	13	2236	30.68
	HIP_2_VMAX	1166	1149	17	2174	31.56	1166	1149	17	2174	31.56
	HIP_3_TMAX	866	853	13	2141	32.05	865	853	13	2140	32.06
	HIP_4_V+H	1472	1450	21	2119	32.38	1472	1450	21	2119	32.38
	HIP_5_HMAX	2211	2172	32	1954	35.14	2211	2172	32	1954	35.14
760	HIP_1_EDS	904	891	13	2236	32.36	904	891	13	2236	32.36
	HIP_2_VMAX	1168	1151	17	2177	33.25	1168	1151	17	2177	33.25
	HIP_3_TMAX	868	855	13	2145	33.74	868	854	13	2145	33.75
	HIP_4_V+H	1476	1453	22	2124	34.08	1476	1453	22	2124	34.08
	HIP_5_HMAX	2224	2183	32	1964	36.89	2224	2183	32	1964	36.89
780	HIP_1_EDS	905	891	13	2236	34.09	905	891	13	2236	34.09
	HIP_2_VMAX	1170	1152	17	2180	34.98	1170	1152	17	2180	34.98
	HIP_3_TMAX	870	856	13	2149	35.48	870	856	13	2149	35.49
	HIP_4_V+H	1481	1456	22	2129	35.82	1481	1456	22	2129	35.82
	HIP_5_HMAX	2236	2193	33	1973	38.67	2236	2193	33	1973	38.67
800	HIP_1_EDS	905	891	13	2236	35.87	905	891	13	2236	35.87
	HIP_2_VMAX	1173	1153	17	2182	36.76	1173	1153	17	2182	36.76
	HIP_3_TMAX	873	858	13	2153	37.26	872	857	13	2152	37.28
	HIP_4_V+H	1485	1459	22	2133	37.62	1485	1459	22	2133	37.62
	HIP_5_HMAX	2248	2203	33	1982	40.5	2248	2203	33	1982	40.5
820	HIP_1_EDS	906	891	13	2237	37.69	906	891	13	2237	37.69
	HIP_2_VMAX	1175	1154	17	2184	38.59	1175	1154	17	2184	38.59
	HIP_3_TMAX	875	859	13	2156	39.09	875	859	13	2156	39.1
	HIP_4_V+H	1489	1462	22	2137	39.45	1489	1462	22	2137	39.45
	HIP_5_HMAX	2259	2212	33	1990	42.38	2259	2212	33	1990	42.38
840	HIP_1_EDS	907	891	13	2237	39.55	907	891	13	2237	39.55
	HIP_2_VMAX	1177	1156	17	2187	40.46	1177	1156	17	2187	40.46
	HIP_3_TMAX	877	860	13	2160	40.97	877	860	13	2159	40.97
	HIP_4_V+H	1493	1464	22	2141	41.33	1493	1464	22	2141	41.33
	HIP_5_HMAX	2271	2222	33	1999	44.3	2271	2222	33	1999	44.3
860	HIP_1_EDS	908	891	13	2236	41.47	908	891	13	2236	41.47
	HIP_2_VMAX	1179	1157	17	2188	42.38	1179	1157	17	2188	42.38
	HIP_3_TMAX	879	862	13	2163	42.89	879	862	13	2162	42.89
	HIP_4_V+H	1496	1467	22	2144	43.26	1496	1467	22	2144	43.26
	HIP_5_HMAX	2282	2230	33	2006	46.26	2282	2230	33	2006	46.26
880	HIP_1_EDS	908	891	13	2236	43.43	908	891	13	2236	43.43
	HIP_2_VMAX	1181	1157	17	2190	44.35	1181	1157	17	2190	44.35
	HIP_3_TMAX	881	863	13	2166	44.85	881	863	13	2165	44.86
	HIP_4_V+H	1500	1469	22	2148	45.23	1500	1469	22	2148	45.23
	HIP_5_HMAX	2292	2238	33	2014	48.27	2292	2238	33	2014	48.27
900	HIP_1_EDS	909	891	13	2236	45.43	909	891	13	2236	45.43
	HIP_2_VMAX	1183	1158	17	2192	46.36	1183	1158	17	2192	46.36
	HIP_3_TMAX	883	864	13	2169	46.86	882	864	13	2168	46.87
	HIP_4_V+H	1503	1471	22	2151	47.25	1503	1471	22	2151	47.25
	HIP_5_HMAX	2302	2246	34	2021	50.31	2302	2246	34	2021	50.31

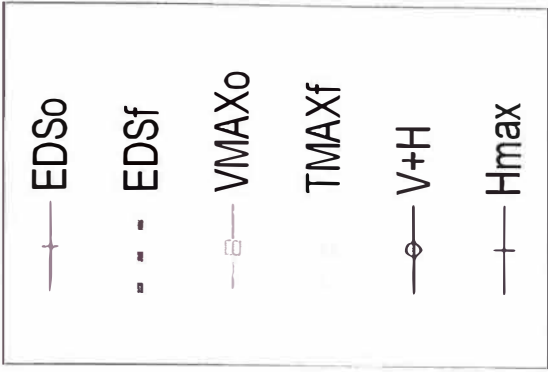
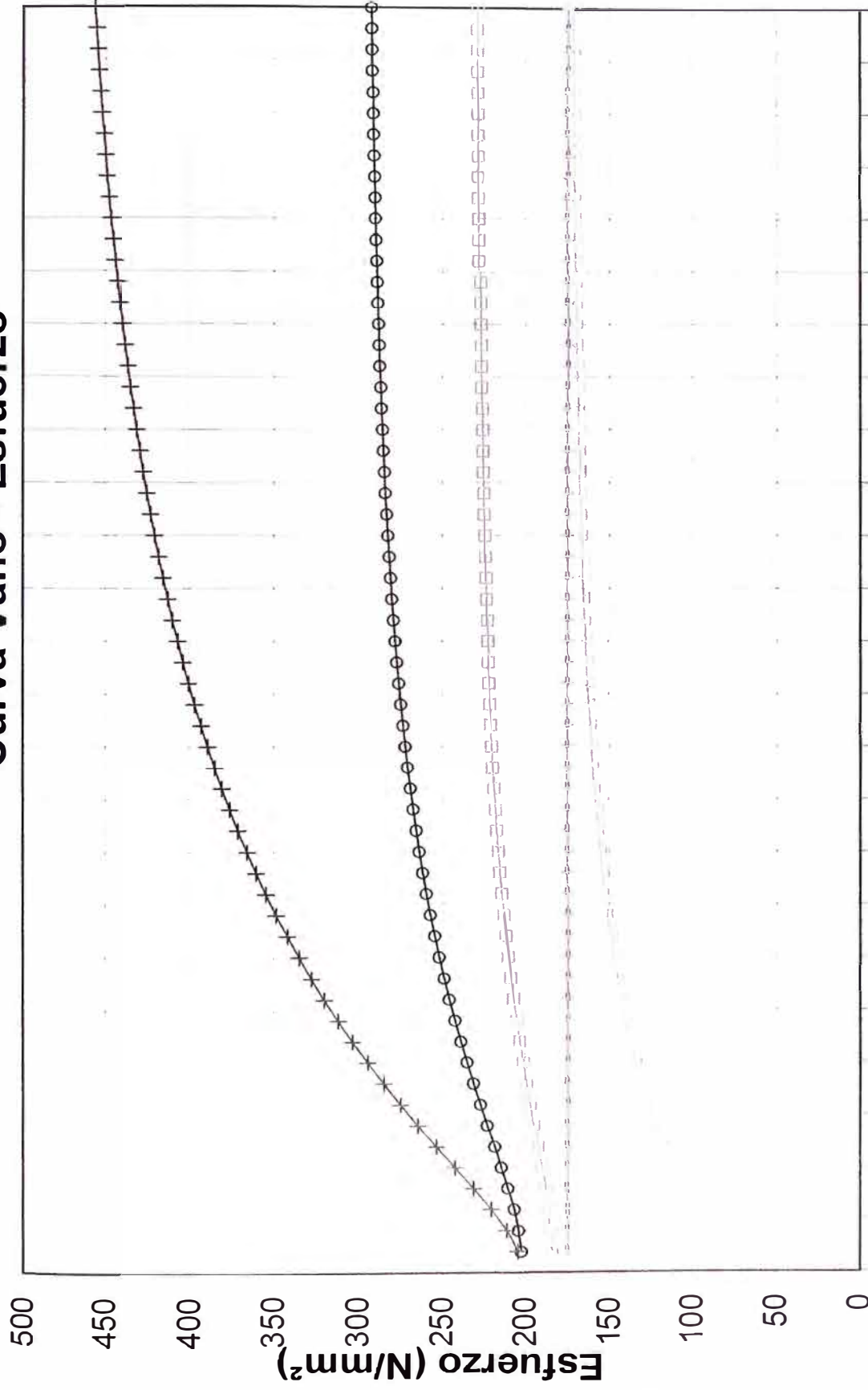
ANEXO G

CURVA VANO – ESFUERZO DEL CONDUCTOR Y CABLE DE GUARDA

Curva Vano - Esfuerzo



Curva Vano - Esfuerzo



Vano (m)

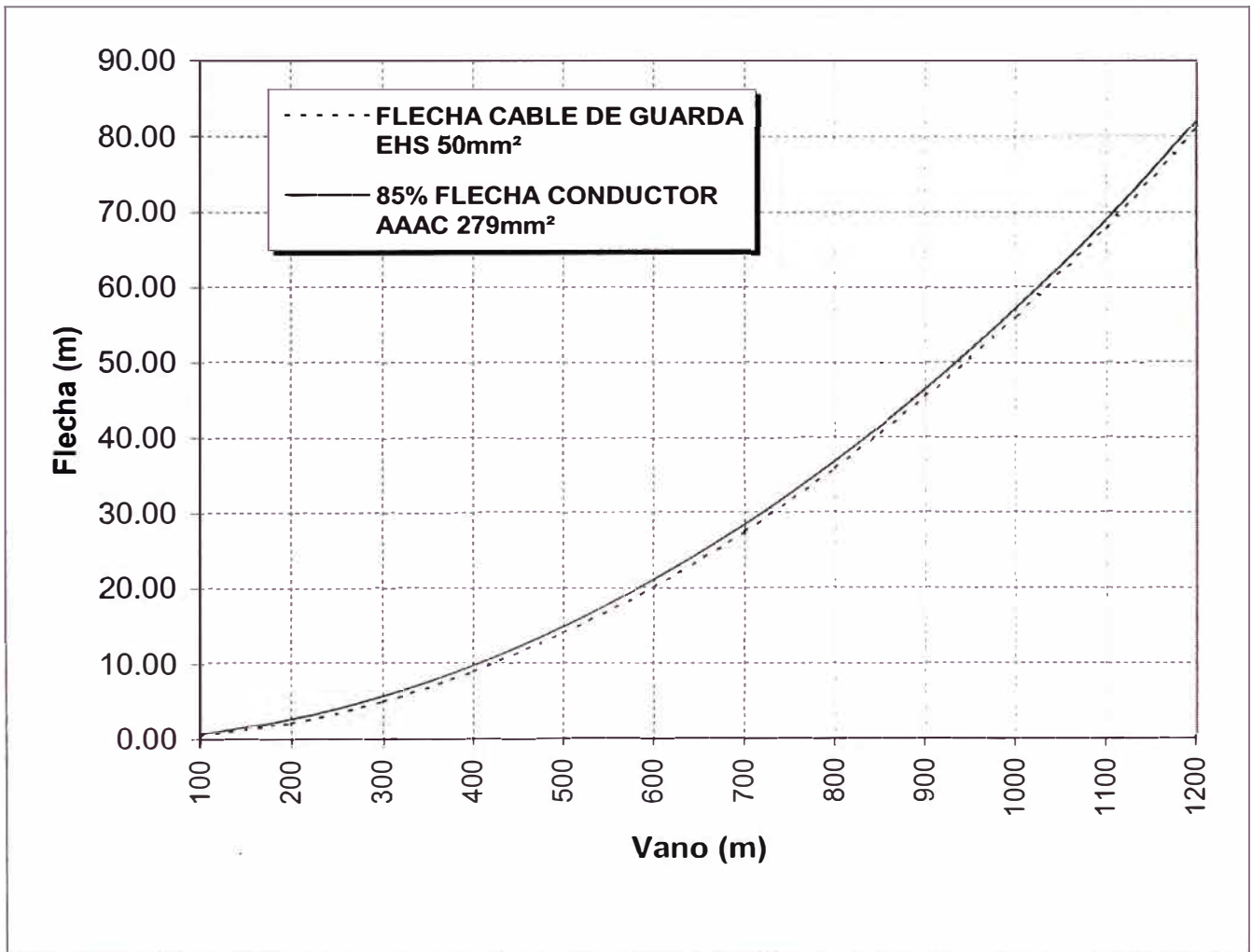
ANEXO H
COORDINACIÓN DE FLECHAS

CORDINACION DE FLECHAS DEL CONDUCTOR Y DEL CABLE DE GUARDA

Del cálculo de cambios de estado:

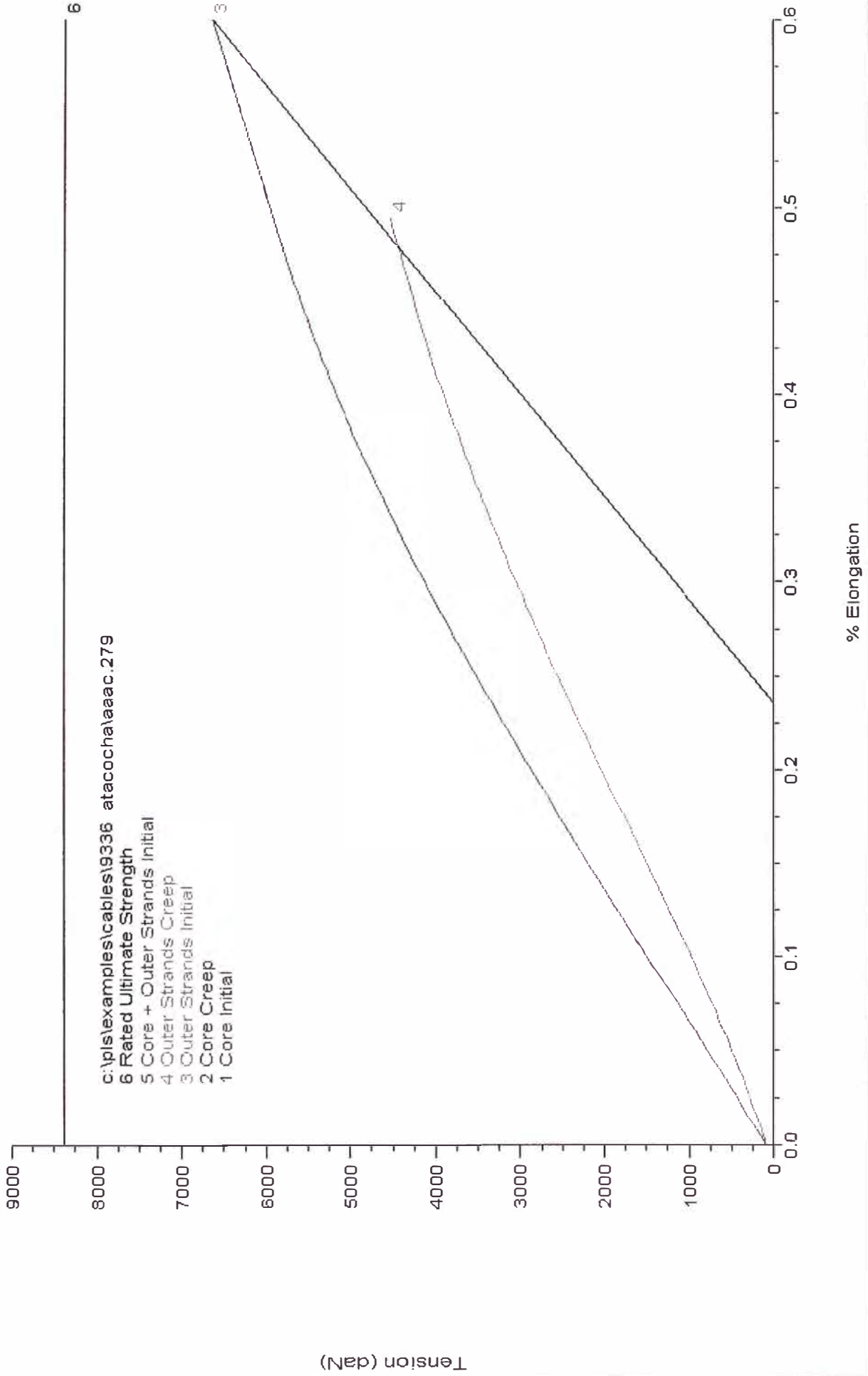
EN HIPOTESIS 1, ESTADO FINAL (CREEP)			
VANO	FLECHA CONDUCTOR AAAC 279mm ²	FLECHA CABLE DE GUARDA EHS 50mm ²	85% FLECHA CONDUCTOR
m	m	m	m
100	0.90	0.56	0.77
200	3.22	2.24	2.74
300	6.74	5.03	5.73
400	11.49	8.95	9.77
500	17.51	13.99	14.88
600	24.82	20.15	21.10
700	33.43	27.45	28.42
800	43.36	35.87	36.86
900	54.62	45.43	46.43
1000	67.22	56.12	57.14
1100	81.18	67.97	69.00
1200	96.50	80.98	82.03

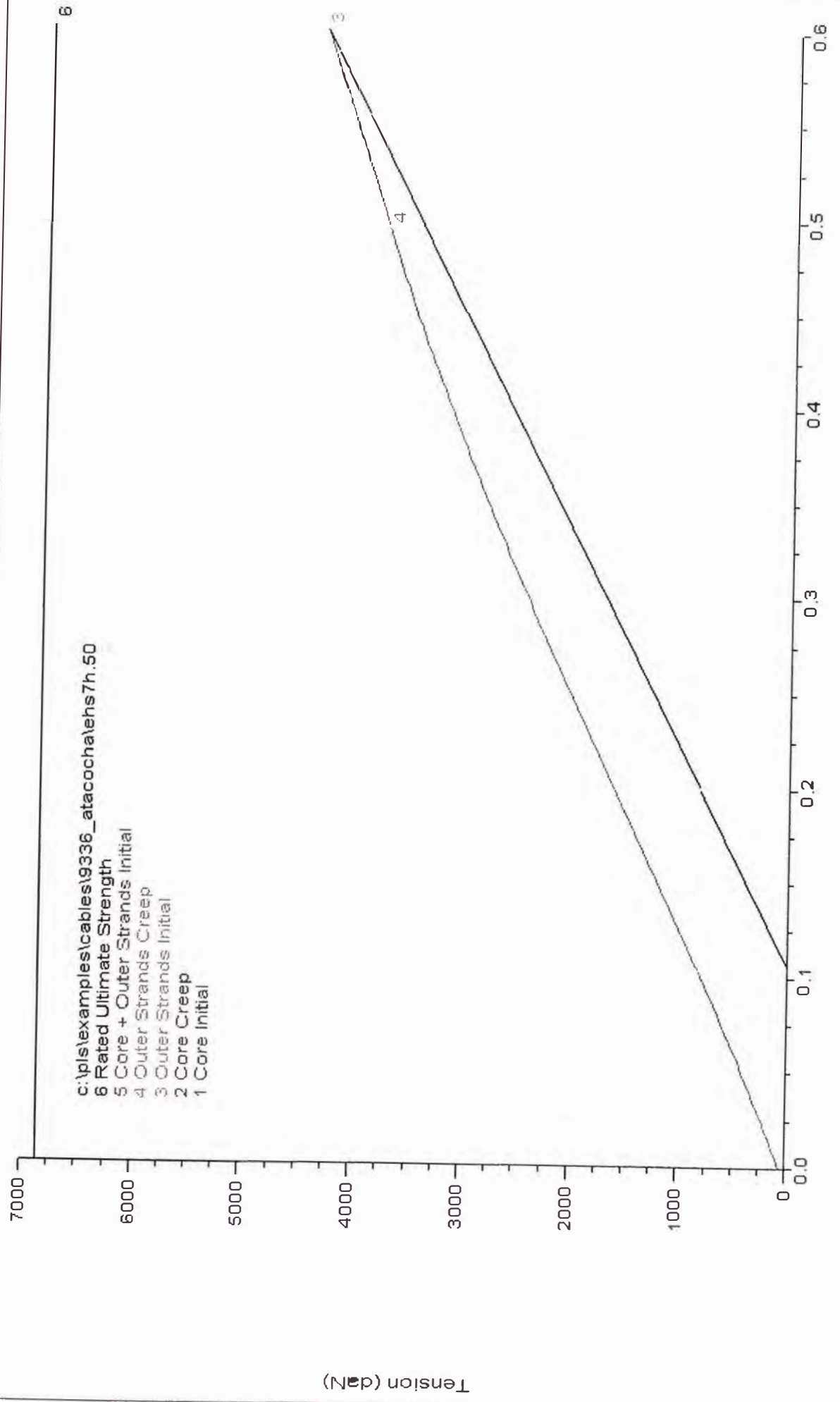
CONDICION: Flecha C.G. < 85% Flecha Conductor



ANEXO I

CURVAS DE DEFORMACIÓN DEL CONDUCTOR Y DEL CABLE DE GUARDA





c:\pls\examples\cables\9336_atacochoalehs7h.50
 6 Rated Ultimate Strength
 5 Core + Outer Strands Initial
 4 Outer Strands Creep
 3 Outer Strands Initial
 2 Core Creep
 1 Core Initial

ANEXO J
ÁRBOLES DE CARGAS

LINEA EN 138 kV Y SUBESTACIONES ASOCIADAS - ATACOCHA
ARBOL DE CARGAS

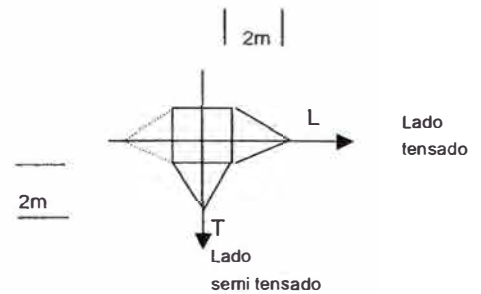
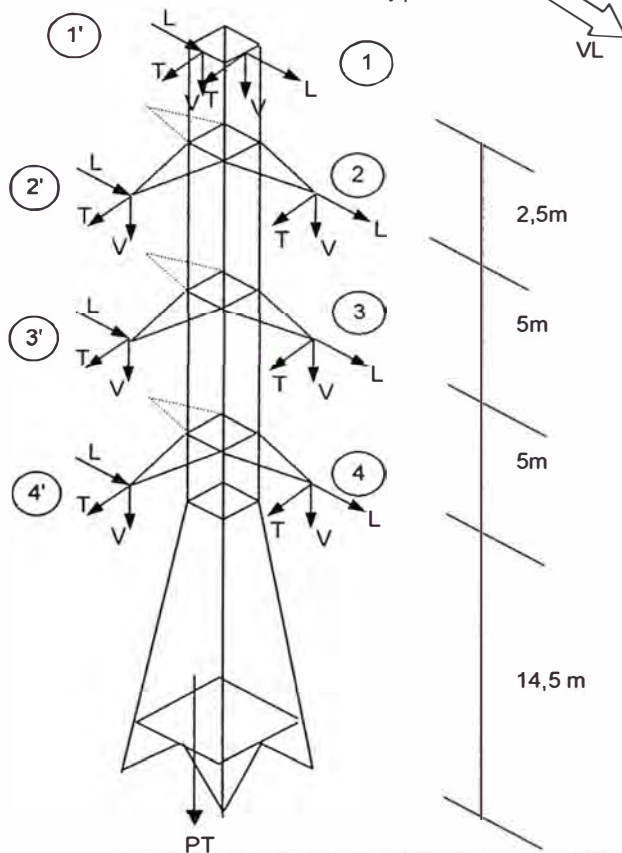
ESTRUCTURA DE TIPO

2T-138

APLICACION: TERMINAL ESPECIAL 45° - 135°

Conductor de Guarda:
Conductor de Fase

EHS 10mmØ
AAAC 279mm²



FACTORES DE SOBRECARGA:

Cargas verticales	1.5
Cargas transversales / viento	2.2
Cargas transversales / tensión	1.3
Cargas longitudinales	1.3

CASOS DE CARGA

Normales

- 1.- Viento transversal máximo
- 2.- Hielo máximo
- 3 - Tiro vertical negativo

Excepcionales

- 4 - Rotura de C.G
- 5 - Rotura de Conductor 2
- 6 - Rotura de Conductor 3
- 7 - Rotura de Conductor 4
- 8 - Cargas de montaje

PUNTO	CASOS DE CARGA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	T(daN)	115	0	66	0	115	115	115	0
	L(daN)	1424	2093	2093	0	1424	1424	1424	1300
	V(daN)	418	1182	-1182	0	418	418	418	2365
2	T(daN)	288	0	113	288	17	288	288	0
	L(daN)	2503	3497	3497	2503	0	2503	2503	2080
	V(daN)	935	2152	-1855	935	149	935	935	4305
3	T(daN)	288	0	113	288	288	17	288	0
	L(daN)	2503	3497	3497	2503	0	0	2503	2080
	V(daN)	935	2152	-1855	935	149	149	935	4305
4	T(daN)	288	0	113	288	288	288	17	0
	L(daN)	2503	3497	3497	2503	0	2503	0	2080
	V(daN)	935	2152	-1855	935	149	935	149	4305
1'	T(daN)	521	781	781	521	521	521	521	276
	L(daN)	368	781	781	368	368	368	368	276
	V(daN)	179	507	507	179	179	179	179	1014
2'	T(daN)	1023	1057	1057	1023	1023	1023	1023	460
	L(daN)	643	1057	1057	643	643	643	643	460
	V(daN)	486	1008	1008	486	486	486	486	2015
3'	T(daN)	1023	1057	1057	1023	1023	1023	1023	460
	L(daN)	643	1057	1057	643	643	643	643	460
	V(daN)	486	1008	1008	486	486	486	486	2015
4'	T(daN)	1023	1057	1057	1023	1023	1023	1023	460
	L(daN)	643	1057	1057	643	643	643	643	460
	V(daN)	486	1008	1008	486	486	486	486	2015
VT (Pa)	1216	0	0	1216	1216	1216	1216	0	
VL (Pa)	0	0	302	0	0	0	0	0	

EJE LINEA EXISTENTE
(LADO TENSADO)

EJE LINEA EXISTENTE
(LADO SEMI TENSADO)

T = Transversal
L = Longitudinal
V = Vertical

VT = Viento trabsversal sobre la estructura
VL = Viento longitudinal sobre la estructura
PT = peso propio de la estructura

NOTA: - Las cargas de diseño, según el cuadro anterior, incluye los factores de sobrecarga señalados.
- Los casos de carga excepcionales 4, 5, 6 y 7 están dadas para la rotura del conductor del lado de una de las ternas. Lo mismo se aplicará a la otra terna.
- Esta estructura es doble (dos torres, una por terna)

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Normal **Viento Máximo** a

DATOS GENERALES

	Punto X'		Punto X	
	45	°	0	°
Angulo de línea	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	200	m	150	m
Vano peso	300	m	700	m
Tensión conductor	700	daN	1925	daN
Tensión cable de guarda	400	daN	1095	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	495.0	643.5	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	164.8	362.5	daN	123.6	271.9	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	667.3	1 022.6	daN	131.1	288.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	282.8	367.7	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	69.5	152.9	daN	52.1	114.7	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	352.3	520.6	daN	52.1	114.7	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	495.0	643.5	daN	1 925.0	2 502.5	daN
Total	495.0	643.5	daN	1 925.0	2 502.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	282.8	367.7	daN	1 095.0	1 423.5	daN
Total	282.8	367.7	daN	1 095.0	1 423.5	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	224.7	337.1	daN	524.3	786.5	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	323.9	485.9	daN	623.5	935.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	119.5	179.3	daN	278.9	418.3	daN
Peso adicional						
Total	119.5	179.3	daN	278.9	418.3	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:
 AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:
 EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Normal **Viento Máximo** b

DATOS GENERALES	Punto 1		Punto 1'	
	45	°	0	°
Angulo de línea	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	200	m	150	m
Vano peso	300	m	-700	m
Tensión conductor	700	daN	1925	daN
Tensión cable de guarda	400	daN	1095	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	495.0	643.5	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	164.8	362.5	daN	123.6	271.9	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	667.3	1 022.6	daN	131.1	288.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	282.8	367.7	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	69.5	152.9	daN	52.1	114.7	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	352.3	520.6	daN	52.1	114.7	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	495.0	643.5	daN	1 925.0	2 502.5	daN
Total	495.0	643.5	daN	1 925.0	2 502.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	282.8	367.7	daN	1 095.0	1 423.5	daN
Total	282.8	367.7	daN	1 095.0	1 423.5	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	224.7	337.1	daN	-524.3	-786.5	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	323.9	485.9	daN	-425.1	-637.7	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	119.5	179.3	daN	-278.9	-418.3	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	119.5	179.3	daN	-278.9	-418.3	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	c
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45	°	0	°
	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	290	m	150	m
Vano peso	300	m	700	m
Tensión conductor	1150	daN	2690	daN
Tensión cable de guarda	850	daN	1610	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	12	mm	12	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	813.2	1 057.1	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	813.2	1 057.1	daN	0.0	0.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	601.0	781.4	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	601.0	781.4	daN	0.0	0.0	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	813.2	1 057.1	daN	2 690.0	3 497.0	daN
Total	813.2	1 057.1	daN	2 690.0	3 497.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	601.0	781.4	daN	1 610.0	2 093.0	daN
Total	601.0	781.4	daN	1 610.0	2 093.0	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	572.5	858.7	daN	1 335.8	2 003.7	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	671.7	1 007.5	daN	1 435.0	2 152.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	337.9	506.8	daN	788.3	1 182.5	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	337.9	506.8	daN	788.3	1 182.5	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	d
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45	°	0	°
	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	290	m	150	m
Vano peso	300	m	-700	m
Tensión conductor	1150	daN	2690	daN
Tensión cable de guarda	850	daN	1610	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	12	mm	12	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al ángulo topográfico	813.2	1 057.1	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Total	813.2	1 057.1	daN	0.0	0.0
CABLE DE GUARDA					
Debido al ángulo topográfico	601.0	781.4	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre aisladores					
Total	601.0	781.4	daN	0.0	0.0

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al tiro unilateral	813.2	1 057.1	daN	2 690.0	3 497.0
Total	813.2	1 057.1	daN	2 690.0	3 497.0
CABLE DE GUARDA					
Debido al tiro unilateral	601.0	781.4	daN	1 610.0	2 093.0
Total	601.0	781.4	daN	1 610.0	2 093.0

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al peso del conductor	572.5	858.7	daN	-1 335.8	-2 003.7
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8
Peso adicional					
Total	671.7	1 007.5	daN	-1 236.6	-1 854.9
CABLE DE GUARDA					
Debido al peso del C.G.	337.9	506.8	daN	-788.3	-1 182.5
Peso adicional			daN		
Total	337.9	506.8	daN	-788.3	-1 182.5

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	c
----------------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45	°	0	°
	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	290	m	150	m
Vano peso	300	m	700	m
Tensión conductor	800	daN	2300	daN
Tensión cable de guarda	550	daN	1300	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	565.7	735.4	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	92.8	204.1	daN	48.0	105.6	daN
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4	daN
Total	661.8	946.9	daN	51.3	112.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	388.9	505.6	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	58.3	128.2	daN	30.1	66.3	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	447.2	633.7	daN	30.1	66.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	565.7	735.4	daN	2 300.0	2 990.0	daN
Total	565.7	735.4	daN	2 300.0	2 990.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	388.9	505.6	daN	1 300.0	1 690.0	daN
Total	388.9	505.6	daN	1 300.0	1 690.0	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	367.6	551.4	daN	857.8	1 286.6	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	466.8	700.2	daN	957.0	1 435.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	197.7	296.6	daN	461.3	692.0	daN
Peso adicional						
Total	197.7	296.6	daN	461.3	692.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	d
---------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45	°	0	°
	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	290	m	150	m
Vano peso	300	m	-700	m
Tensión conductor	800	daN	2300	daN
Tensión cable de guarda	550	daN	1300	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	565.7	735.4	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	92.8	204.1	daN	48.0	105.6	daN
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4	daN
Total	661.8	946.9	daN	51.3	112.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	388.9	505.6	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	58.3	128.2	daN	30.1	66.3	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	447.2	633.7	daN	30.1	66.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	565.7	735.4	daN	2 300.0	2 990.0	daN
Total	565.7	735.4	daN	2 300.0	2 990.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	388.9	505.6	daN	1 300.0	1 690.0	daN
Total	388.9	505.6	daN	1 300.0	1 690.0	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	367.6	551.4	daN	-857.8	-1 286.6	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	466.8	700.2	daN	-758.6	-1 137.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	197.7	296.6	daN	-461.3	-692.0	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	197.7	296.6	daN	-461.3	-692.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **Viento Máximo** e

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45 0.785398	° Rad	0 0	° Rad
Vano Viento	200	m	150	m
Vano peso	300	m	700	m
Tensión conductor	700	daN	1925	daN
Tensión cable de guarda	400	daN	1095	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	495.0	643.5	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	164.8	362.5	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	667.3	1 022.6	daN	7.6	16.6	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	282.8	367.7	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	69.5	152.9	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	352.3	520.6	daN	0.0	0.0	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	495.0	643.5	daN	0.0	0.0	daN
Total	495.0	643.5	daN	0.0	0.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	282.8	367.7	daN	0.0	0.0	daN
Total	282.8	367.7	daN	0.0	0.0	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	224.7	337.1	daN	0.0	0.0	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	323.9	485.9	daN	99.2	148.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	119.5	179.3	daN	0.0	0.0	daN
Peso adicional						
Total	119.5	179.3	daN	0.0	0.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA 2T-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **EDS / Montaje** m

DATOS GENERALES

Angulo de línea	45	°	0	°
	0.785398	Rad	0	Rad
Vano Viento	200	m	150	m
Vano peso	300	m	700	m
Tensión conductor	500	daN	1600	daN
Tensión cable de guarda	300	daN	1000	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	353.6	459.6	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	353.6	459.6	daN	0.0	0.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	212.1	275.8	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	212.1	275.8	daN	0.0	0.0	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	353.6	459.6	daN	1 600.0	2 080.0	daN
Total	353.6	459.6	daN	1 600.0	2 080.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	212.1	275.8	daN	1 000.0	1 300.0	daN
Total	212.1	275.8	daN	1 000.0	1 300.0	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	224.7	337.1	daN	524.3	786.5	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	523.9	785.9	daN	823.5	1 235.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	119.5	179.3	daN	278.9	418.3	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	319.5	479.3	daN	478.9	718.3	daN

**LINEA EN 138 KV Y SUBESTACIONES ASOCIADAS - ATACCOCHA/
ARBOL DE CARGAS**

ESTRUCTURA DE TIPO

A1-138

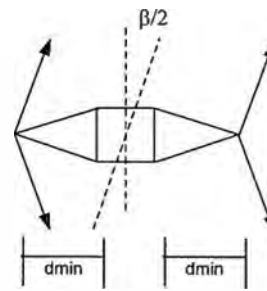
APLICACION: ANCLAJE ANGULAR 0° - 30°

Conductor de Guarda:

EHS 10mmØ

Conductor de Fase

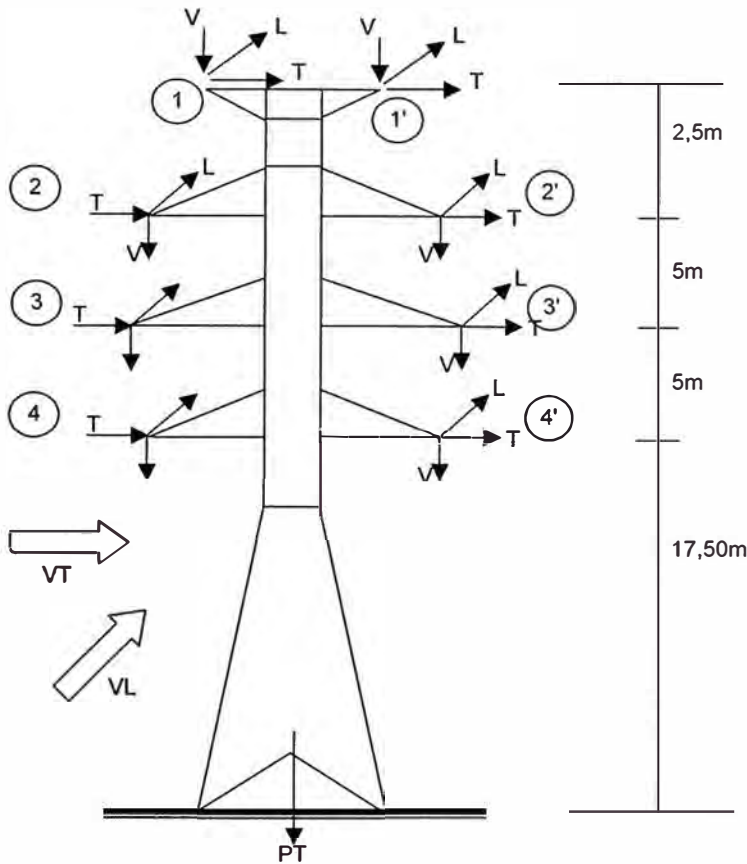
AAAC 279mm²



Distancias:

1 - 1'	5,0m
2 - 2'	7,0m
3 - 3'	8,0m
4 - 4'	7,0m

dmin = 2,60m



FACTORES DE SOBRECARGA:

Cargas verticales	1.5
Cargas transversales / viento	2.2
Cargas transversales / tensión	1.3
Cargas longitudinales	1.3

CASOS DE CARGA

Normales

- 1.- Viento transversal máximo
- 2.- Hielo máximo / Tiro vertical negativo
- 3 - Carga de viento y hielo

Excepcionales

- 4 - Rotura de C.G 1 ó 1'
- 5 - Rotura de Conductor 2 ó 2'
- 6 - Rotura de Conductor 3 ó 3'
- 7 - Rotura de Conductor 4 ó 4'
- 8 - Cargas de montaje

PUNTO	CASOS DE CARGA								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	T(daN)	1143	1376	1169	648	1143	1143	1143	600
	L(daN)	213	385	265	1420	213	213	213	280
	V(daN)	508	-169	840	356	508	508	508	1681
2	T(daN)	2292	2151	1913	2292	1336	2292	2292	962
	L(daN)	383	602	435	383	2555	383	383	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	817	1104	1104	3422
3	T(daN)	2292	2151	1913	2292	2292	1336	2292	962
	L(daN)	383	602	435	383	383	2555	383	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	1104	817	1104	3422
4	T(daN)	2292	2151	1913	2292	2292	2292	1336	962
	L(daN)	383	602	435	383	383	383	2555	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	1104	1104	817	3422
1'	T(daN)	1143	1376	1169	1143	1143	1143	1143	600
	L(daN)	213	385	265	213	213	213	213	280
	V(daN)	508	-169	840	508	508	508	508	1681
2'	T(daN)	2292	2151	1913	2292	2292	2292	2292	962
	L(daN)	383	602	435	383	383	383	383	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	1104	1104	1104	3422
3'	T(daN)	2292	2151	1913	2292	2292	2292	2292	962
	L(daN)	383	602	435	383	383	383	383	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	1104	1104	1104	3422
4'	T(daN)	2292	2151	1913	2292	2292	2292	2292	962
	L(daN)	383	602	435	383	383	383	383	449
	V(daN)	1104	-137	1711	1104	1104	1104	1104	3422
VT (Pa)	1216	0	302	1216	1216	1216	1216	0	
VL (Pa)	0	302	0	0	0	0	0	0	

T = Transversal
L = Longitudinal
V = Vertical

VT = Viento trabsversal sobre la estructura
VL = Viento longitudinal sobre la estructura
PT = peso propio de la estructura

NOTA: - Las cargas de diseño, según el cuadro anterior, incluye los factores de sobrecarga señalados.
- Los casos de carga excepcionales 4, 5, 6 y 7 están dadas para la rotura del conductor del lado de una de las ternas. Lo mismo se aplicará a la otra terna.

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Viento Máximo	a
----------------------	--------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Ángulo de línea	0	°	30	°	
	0	Rad	0.523599	Rad	
Vano Viento	500	m	500	m	
Vano peso	850	m	850	m	
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN	
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN	
Presión del viento	38	daPa	38	daPa	
Espesor del hielo	0	mm	0	mm	
Factores de sobrecarga:					
- cargas verticales	1.5		1.5		
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2		
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3		
-Cargas longitudinales	1.3		1.3		

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 053.4	1 369.4	daN
Debido al viento sobre conductor	411.9	906.2	daN	411.9	906.2	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	419.5	922.9	daN	1 472.9	2 292.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	585.4	761.1	daN
Debido al viento sobre conductor	173.7	382.2	daN	173.7	382.2	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	173.7	382.2	daN	759.2	1 143.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	508.8	661.4	daN	294.8	383.3	daN
Total	508.8	661.4	daN	294.8	383.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN
Total	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	636.7	955.0	daN	636.7	955.0	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	735.9	1 103.8	daN	735.9	1 103.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN
Peso adicional						
Total	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Viento Máximo	b
----------------------	--------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°	
	0	Rad	0.523599	Rad	
Vano Viento	500	m	500	m	
Vano peso	-100	m	-100	m	
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN	
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN	
Presión del viento	38	daPa	38	daPa	
Espesor del hielo	0	mm	0	mm	
Factores de sobrecarga:					
-cargas verticales	1.5		1.5		
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2		
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3		
-Cargas longitudinales	1.3		1.3		

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 053.4	1 369.4	daN
Debido al viento sobre conductor	411.9	906.2	daN	411.9	906.2	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	419.5	922.9	daN	1 472.9	2 292.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	585.4	761.1	daN
Debido al viento sobre conductor	173.7	382.2	daN	173.7	382.2	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	173.7	382.2	daN	759.2	1 143.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	305.3	396.8	daN	294.8	383.3	daN
Total	305.3	396.8	daN	294.8	383.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN
Total	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	-74.9	-112.4	daN	-74.9	-112.4	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	24.3	36.5	daN	24.3	36.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	-39.8	-59.8	daN	-39.8	-59.8	daN
Peso adicional						
Total	-39.8	-59.8	daN	-39.8	-59.8	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	c
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	3197	daN	3197	daN
Tensión cable de guarda	2045	daN	2045	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	12	mm	12	mm
Factores de sobrecarga:				
-cargas verticales	1.5		1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 654.9	2 151.4	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	0.0	0.0	daN	1 654.9	2 151.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 058.6	1 376.1	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	0.0	0.0	daN	1 058.6	1 376.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	479.6	623.4	daN	463.2	602.2	daN
Total	479.6	623.4	daN	463.2	602.2	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	306.8	398.8	daN	296.3	385.2	daN
Total	306.8	398.8	daN	296.3	385.2	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 622.0	2 433.0	daN	1 622.0	2 433.0	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 721.2	2 581.8	daN	1 721.2	2 581.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	957.2	1 435.9	daN	957.2	1 435.9	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	957.2	1 435.9	daN	957.2	1 435.9	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de queda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	d
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	-100	m	-100	m
Tensión conductor	3197	daN	3197	daN
Tensión cable de guarda	2045	daN	2045	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	12	mm	12	mm
Factores de sobrecarga:				
-cargas verticales	1.5		1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 654.9	2 151.4	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	0.0	0.0	daN	1 654.9	2 151.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 058.6	1 376.1	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	0.0	0.0	daN	1 058.6	1 376.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	479.6	623.4	daN	463.2	602.2	daN
Total	479.6	623.4	daN	463.2	602.2	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	306.8	398.8	daN	296.3	385.2	daN
Total	306.8	398.8	daN	296.3	385.2	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	-190.8	-286.2	daN	-190.8	-286.2	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	-91.6	-137.4	daN	-91.6	-137.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	-112.6	-168.9	daN	-112.6	-168.9	daN
Peso adicional						
Total	-112.6	-168.9	daN	-112.6	-168.9	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	c
----------------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Ángulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	2309	daN	2309	daN
Tensión cable de guarda	1409	daN	1409	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 195.2	1 553.8	daN
Debido al viento sobre conductor	160.0	352.0	daN	160.0	352.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4	daN
Total	163.3	359.3	daN	1 358.5	1 913.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	729.4	948.2	daN
Debido al viento sobre conductor	100.4	221.0	daN	100.4	221.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	100.4	221.0	daN	829.8	1 169.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	346.4	450.3	daN	334.5	434.9	daN
Total	346.4	450.3	daN	334.5	434.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	211.4	274.8	daN	204.1	265.4	daN
Total	211.4	274.8	daN	204.1	265.4	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 041.6	1 562.3	daN	1 041.6	1 562.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 140.8	1 711.1	daN	1 140.8	1 711.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	560.2	840.3	daN	560.2	840.3	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	560.2	840.3	daN	560.2	840.3	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	d
----------------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	-100	m	-100	m
Tensión conductor	2309	daN	2309	daN
Tensión cable de guarda	1409	daN	1409	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 195.2	1 553.8	daN
Debido al viento sobre conductor	160.0	352.0	daN	160.0	352.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4	daN
Total	163.3	359.3	daN	1 358.5	1 913.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	729.4	948.2	daN
Debido al viento sobre conductor	100.4	221.0	daN	100.4	221.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	100.4	221.0	daN	829.8	1 169.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	346.4	450.3	daN	334.5	434.9	daN
Total	346.4	450.3	daN	334.5	434.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	211.4	274.8	daN	204.1	265.4	daN
Total	211.4	274.8	daN	204.1	265.4	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	-28.2	-42.3	daN	-28.2	-42.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	71.0	106.5	daN	71.0	106.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	-14.3	-21.5	daN	-14.3	-21.5	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	-14.3	-21.5	daN	-14.3	-21.5	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	Viento Máximo	e
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
-cargas verticales	1.5		1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 053.4	1 369.4 daN
Debido al viento sobre conductor	411.9	906.2	daN	411.9	906.2 daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6 daN
Total	419.5	922.9	daN	1 472.9	2 292.3 daN
CABLE DE GUARDA					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	292.7	380.5 daN
Debido al viento sobre conductor	121.6	267.6	daN	121.6	267.6 daN
Debido al viento sobre aisladores					
Total	121.6	267.6	daN	414.3	648.1 daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al tiro unilateral	305.3	396.8	daN	294.8	383.3 daN
Total	305.3	396.8	daN	294.8	383.3 daN
CABLE DE GUARDA					
Debido al tiro unilateral	1 131.0	1 470.3	daN	1 092.5	1 420.2 daN
Total	1 131.0	1 470.3	daN	1 092.5	1 420.2 daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al peso del conductor	636.7	955.0	daN	636.7	955.0 daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8 daN
Peso adicional					
Total	735.9	1 103.8	daN	735.9	1 103.8 daN
CABLE DE GUARDA					
Debido al peso del C.G.	237.1	355.6	daN	237.1	355.6 daN
Peso adicional			daN		daN
Total	237.1	355.6	daN	237.1	355.6 daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **Viento Máximo** e

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 053.4	1 369.4	daN
Debido al viento sobre conductor	411.9	906.2	daN	411.9	906.2	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	419.5	922.9	daN	1 472.9	2 292.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	292.7	380.5	daN
Debido al viento sobre conductor	121.6	267.6	daN	121.6	267.6	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	121.6	267.6	daN	414.3	648.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	305.3	396.8	daN	294.8	383.3	daN
Total	305.3	396.8	daN	294.8	383.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	1 131.0	1 470.3	daN	1 092.5	1 420.2	daN
Total	1 131.0	1 470.3	daN	1 092.5	1 420.2	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	636.7	955.0	daN	636.7	955.0	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	735.9	1 103.8	daN	735.9	1 103.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	237.1	355.6	daN	237.1	355.6	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	237.1	355.6	daN	237.1	355.6	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de quada:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **Viento Máximo** g

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
-cargas verticales	1.5		1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	526.7	684.7	daN
Debido al viento sobre conductor	288.3	634.4	daN	288.3	634.4	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	295.9	651.0	daN	822.6	1 335.7	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	585.4	761.1	daN
Debido al viento sobre conductor	173.7	382.2	daN	173.7	382.2	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	173.7	382.2	daN	759.2	1 143.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	2 035.0	2 645.5	daN	1 965.7	2 555.4	daN
Total	2 035.0	2 645.5	daN	1 965.7	2 555.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN
Total	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	445.7	668.5	daN	445.7	668.5	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	544.9	817.3	daN	544.9	817.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN
Peso adicional						
Total	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	Viento Máximo	g
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	500	m	500	m
Vano peso	850	m	850	m
Tensión conductor	2035	daN	2035	daN
Tensión cable de guarda	1131	daN	1131	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	526.7	684.7	daN
Debido al viento sobre conductor	288.3	634.4	daN	288.3	634.4	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	295.9	651.0	daN	822.6	1 335.7	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	585.4	761.1	daN
Debido al viento sobre conductor	173.7	382.2	daN	173.7	382.2	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	173.7	382.2	daN	759.2	1 143.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	2 035.0	2 645.5	daN	1 965.7	2 555.4	daN
Total	2 035.0	2 645.5	daN	1 965.7	2 555.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN
Total	169.7	220.5	daN	163.9	213.0	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	445.7	668.5	daN	445.7	668.5	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	544.9	817.3	daN	544.9	817.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A1-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	EDS / Montaje	m
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°	
	0	Rad	0.523599	Rad	
Vano Viento	500	m	500	m	
Vano peso	850	m	850	m	
Tensión conductor	1429	daN	1429	daN	
Tensión cable de guarda	891	daN	891	daN	
Presión del viento	0	daPa	0	daPa	
Espesor del hielo	0	mm	0	mm	
Factores de sobrecarga:					
- cargas verticales	1.5		1.5		
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2		
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3		
- Cargas longitudinales	1.3		1.3		

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	739.7	961.6	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	0.0	0.0	daN	739.7	961.6	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	461.2	599.6	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	0.0	0.0	daN	461.2	599.6	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	357.3	464.4	daN	345.1	448.6	daN
Total	357.3	464.4	daN	345.1	448.6	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	222.8	289.6	daN	215.2	279.7	daN
Total	222.8	289.6	daN	215.2	279.7	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	636.7	955.0	daN	636.7	955.0	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	935.9	1 403.8	daN	935.9	1 403.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	338.7	508.0	daN	338.7	508.0	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	538.7	808.0	daN	538.7	808.0	daN

**LINEA EN 138 KV Y SUBESTACIONES ASOCIADAS - ATACCOCH/
ARBOL DE CARGAS**

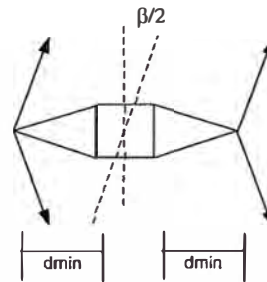
ESTRUCTURA DE TIPO

A2-138

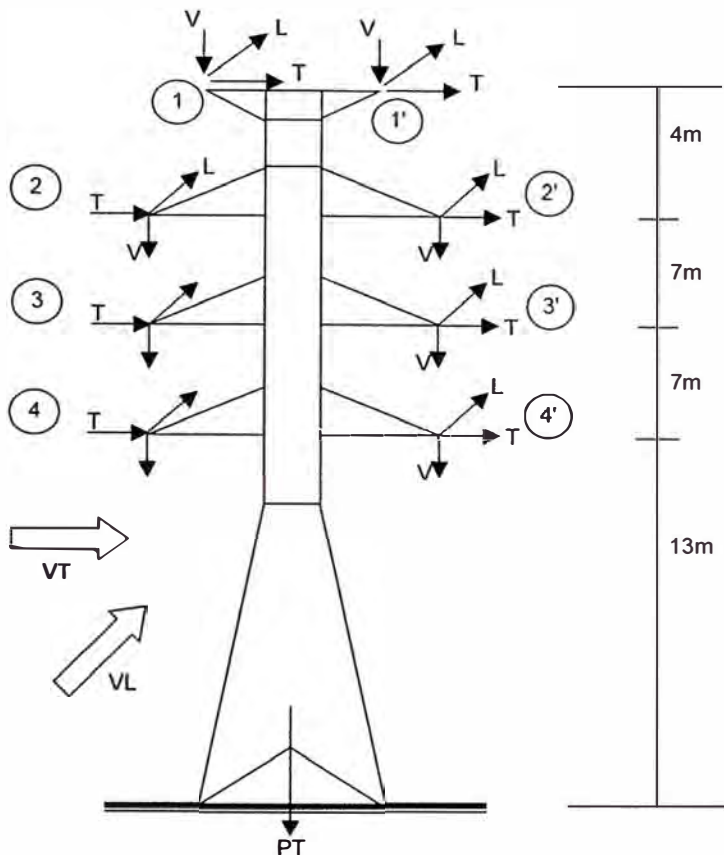
APLICACION: ANCLAJE ANGULAR 0° - 30° (VANO LARGO)

Conductor de Guarda:
Conductor de Fase

EHS 10mmØ
AAAC 279mm²



Distancias:	
1 - 1'	5,0m
2 - 2'	7,0m
3 - 3'	10,0m
4 - 4'	7,0m
dmin = 2,60m	



FACTORES DE SOBRECARGA:

Cargas verticales	1.5
Cargas transversales / viento	2.2
Cargas transversales / tensión	1.3
Cargas longitudinales	1.3

CASOS DE CARGA

Normales

- 1.- Viento transversal máximo
- 2.- Hielo máximo / Tiro vertical negativo
- 3 - Carga de viento y hielo

Excepcionales

- 4 - Rotura de C.G 1 ó 1'
- 5 - Rotura de Conductor 2 ó 2'
- 6 - Rotura de Conductor 3 ó 3'
- 7 - Rotura de Conductor 4 ó 4'
- 8 - Cargas de montaje

PUNTO		CASOS DE CARGA							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	T(daN)	1396	1398	1355	820	1396	1396	1396	600
	L(daN)	219	391	280	1463	219	219	219	280
	V(daN)	896	-507	1483	628	896	896	896	2966
2	T(daN)	2877	2175	2165	2877	1737	2877	2877	1002
	L(daN)	395	609	446	395	2632	395	395	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1328	1834	1834	5812
3	T(daN)	2877	2175	2165	2877	2877	1737	2877	1002
	L(daN)	395	609	446	395	395	2632	395	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1834	1328	1834	5812
4	T(daN)	2877	2175	2165	2877	2877	2877	1737	1002
	L(daN)	395	609	446	395	395	395	2632	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1834	1834	1328	5812
1'	T(daN)	1396	1398	1355	1396	1396	1396	1396	600
	L(daN)	219	391	280	219	219	219	219	280
	V(daN)	896	-507	1483	896	896	896	896	2966
2'	T(daN)	2877	2175	2165	2877	2877	2877	2877	1002
	L(daN)	395	609	446	395	395	395	395	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1834	1834	1834	5812
3'	T(daN)	2877	2175	2165	2877	2877	2877	2877	1002
	L(daN)	395	609	446	395	395	395	395	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1834	1834	1834	5812
4'	T(daN)	2877	2175	2165	2877	2877	2877	2877	1002
	L(daN)	395	609	446	395	395	395	395	467
	V(daN)	1834	-710	2906	1834	1834	1834	1834	5812
VT (Pa)		1216	0	302	1216	1216	1216	1216	0
VL (Pa)		0	302	0	0	0	0	0	0

T = Transversal
L = Longitudinal
V = Vertical

VT = Viento trabsversal sobre la estructura
VL = Viento longitudinal sobre la estructura
PT = peso propio de la estructura

NOTA: Las cargas de diseño, según el cuadro anterior, incluye los factores de sobrecarga señalados.
- Los casos de carga excepcionales 4, 5, 6 y 7 están dadas para la rotura del conductor del lado de una de las ternas. Lo mismo se aplicará a la otra terna.

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:
 AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:
 EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Viento Máximo	a
----------------------	--------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°		30	°
	0	Rad		0.523599	Rad
Vano Viento	800	m		800	m
Vano peso	1500	m		1500	m
Tensión conductor	2096	daN		2096	daN
Tensión cable de guarda	1165	daN		1165	daN
Presión del viento	38	daPa		38	daPa
Espesor del hielo	0	mm		0	mm
Factores de sobrecarga:					
-cargas verticales	1.5			1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2			2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3			1.3	
-Cargas longitudinales	1.3			1.3	

CARGAS TRASVERSALES						
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 085.0	1 410.5	daN
Debido al viento sobre conductor	659.1	1 450.0	daN	659.1	1 450.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	666.6	1 466.6	daN	1 751.6	2 877.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	603.0	784.0	daN
Debido al viento sobre conductor	278.0	611.6	daN	278.0	611.6	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	278.0	611.6	daN	881.0	1 395.5	daN

CARGAS LONGITUDINALES						
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	524.0	681.2	daN	303.7	394.8	daN
Total	524.0	681.2	daN	303.7	394.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN
Total	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN

CARGAS VERTICALES						
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 123.5	1 685.3	daN	1 123.5	1 685.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 222.7	1 834.1	daN	1 222.7	1 834.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de quada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Viento Máximo	b
----------------------	--------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	-300	m	-300	m
Tensión conductor	2096	daN	2096	daN
Tensión cable de guarda	1165	daN	1165	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 085.0	1 410.5	daN
Debido al viento sobre conductor	659.1	1 450.0	daN	659.1	1 450.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	666.6	1 466.6	daN	1 751.6	2 877.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	603.0	784.0	daN
Debido al viento sobre conductor	278.0	611.6	daN	278.0	611.6	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	278.0	611.6	daN	881.0	1 395.5	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
Total	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN
Total	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	-224.7	-337.1	daN	-224.7	-337.1	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	-125.5	-188.3	daN	-125.5	-188.3	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	-119.5	-179.3	daN	-119.5	-179.3	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	-119.5	-179.3	daN	-119.5	-179.3	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm

Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm

Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	c
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°		30	°
	0	Rad		0.523599	Rad
Vano Viento	800	m		800	m
Vano peso	1500	m		1500	m
Tensión conductor	3452	daN		3232	daN
Tensión cable de guarda	2309	daN		2078	daN
Presión del viento	0	daPa		0	daPa
Espesor del hielo	12	mm		12	mm
Factores de sobrecarga:					
- cargas verticales	1.5			1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2			2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3			1.3	
- Cargas longitudinales	1.3			1.3	

CARGAS TRASVERSALES					
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 673.0	2 174.9
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Total	0.0	0.0	daN	1 673.0	2 174.9
CABLE DE GUARDA					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 075.7	1 398.3
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0
Debido al viento sobre aisladores					
Total	0.0	0.0	daN	1 075.7	1 398.3

CARGAS LONGITUDINALES					
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al tiro unilateral	517.8	673.1	daN	468.3	608.8
Total	517.8	673.1	daN	468.3	608.8
CABLE DE GUARDA					
Debido al tiro unilateral	346.4	450.3	daN	301.1	391.4
Total	346.4	450.3	daN	301.1	391.4

CARGAS VERTICALES					
	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al peso del conductor	2 862.4	4 293.5	daN	2 862.4	4 293.5
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8
Peso adicional					
Total	2 961.6	4 442.3	daN	2 961.6	4 442.3
CABLE DE GUARDA					
Debido al peso del C.G.	1 689.3	2 533.9	daN	1 689.3	2 533.9
Peso adicional					
Total	1 689.3	2 533.9	daN	1 689.3	2 533.9

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

TRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	Hielo Máximo	d
----------------------	--------	---------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	-300	m	-300	m
Tensión conductor	3452	daN	3232	daN
Tensión cable de guarda	2309	daN	2078	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	12	mm	12	mm
Factores de sobrecarga:				
-cargas verticales	1.5		1.5	
-Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 673.0	2 174.9	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	0.0	0.0	daN	1 673.0	2 174.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 075.7	1 398.3	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	0.0	0.0	daN	1 075.7	1 398.3	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	517.8	673.1	daN	468.3	608.8	daN
Total	517.8	673.1	daN	468.3	608.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	346.4	450.3	daN	301.1	391.4	daN
Total	346.4	450.3	daN	301.1	391.4	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	-572.5	-858.7	daN	-572.5	-858.7	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	-473.3	-709.9	daN	-473.3	-709.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	-337.9	-506.8	daN	-337.9	-506.8	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	-337.9	-506.8	daN	-337.9	-506.8	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	c
----------------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	1500	m	1500	m
Tensión conductor	2369	daN	2369	daN
Tensión cable de guarda	1488	daN	1488	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 226.3	1 594.2	daN
Debido al viento sobre conductor	256.0	563.1	daN	256.0	563.1	daN
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4	daN
Total	259.3	570.5	daN	1 485.6	2 164.7	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	770.2	1 001.3	daN
Debido al viento sobre conductor	160.7	353.5	daN	160.7	353.5	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	160.7	353.5	daN	930.9	1 354.8	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	355.4	462.0	daN	343.2	446.2	daN
Total	355.4	462.0	daN	343.2	446.2	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	223.2	290.2	daN	215.6	280.3	daN
Total	223.2	290.2	daN	215.6	280.3	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 838.0	2 757.1	daN	1 838.0	2 757.1	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 937.2	2 905.9	daN	1 937.2	2 905.9	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	988.6	1 482.8	daN	988.6	1 482.8	daN
Peso adicional						
Total	988.6	1 482.8	daN	988.6	1 482.8	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de quada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Normal	V+H	d
---------------	--------	------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	-300	m	-300	m
Tensión conductor	2369	daN	2369	daN
Tensión cable de guarda	1488	daN	1488	daN
Presión del viento	9.5	daPa	9.5	daPa
Espesor del hielo	6	mm	6	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 226.3	1 594.2
Debido al viento sobre conductor	256.0	563.1	daN	256.0	563.1
Debido al viento sobre aisladores	3.3	7.4	daN	3.3	7.4
Total	259.3	570.5	daN	1 485.6	2 164.7
CABLE DE GUARDA					
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	770.2	1 001.3
Debido al viento sobre conductor	160.7	353.5	daN	160.7	353.5
Debido al viento sobre aisladores					
Total	160.7	353.5	daN	930.9	1 354.8

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al tiro unilateral	355.4	462.0	daN	343.2	446.2
Total	355.4	462.0	daN	343.2	446.2
CABLE DE GUARDA					
Debido al tiro unilateral	223.2	290.2	daN	215.6	280.3
Total	223.2	290.2	daN	215.6	280.3

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga
CONDUCTOR					
Debido al peso del conductor	-84.6	-127.0	daN	-84.6	-127.0
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8
Peso adicional					
Total	14.6	21.8	daN	14.6	21.8
CABLE DE GUARDA					
Debido al peso del C.G.	-42.9	-64.4	daN	-42.9	-64.4
Peso adicional			daN		
Total	-42.9	-64.4	daN	-42.9	-64.4

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	Viento Máximo	e
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°	
	0	Rad	0.523599	Rad	
Vano Viento	800	m	800	m	
Vano peso	1500	m	1500	m	
Tensión conductor	2096	daN	2096	daN	
Tensión cable de guarda	1165	daN	1165	daN	
Presión del viento	38	daPa	38	daPa	
Espesor del hielo	0	mm	0	mm	
Factores de sobrecarga:					
- cargas verticales	1.5		1.5		
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2		
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3		
- Cargas longitudinales	1.3		1.3		

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 085.0	1 410.5	daN
Debido al viento sobre conductor	659.1	1 450.0	daN	659.1	1 450.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	666.6	1 466.6	daN	1 751.6	2 877.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	301.5	392.0	daN
Debido al viento sobre conductor	194.6	428.1	daN	194.6	428.1	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	194.6	428.1	daN	496.1	820.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
Total	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	1 165.0	1 514.5	daN	1 125.3	1 462.9	daN
Total	1 165.0	1 514.5	daN	1 125.3	1 462.9	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 123.5	1 685.3	daN	1 123.5	1 685.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 222.7	1 834.1	daN	1 222.7	1 834.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	418.3	627.5	daN	418.3	627.5	daN
Peso adicional						
Total	418.3	627.5	daN	418.3	627.5	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **Viento Máximo** e

DATOS GENERALES

Ángulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	1500	m	1500	m
Tensión conductor	2096	daN	2096	daN
Tensión cable de guarda	1165	daN	1165	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	1 085.0	1 410.5	daN
Debido al viento sobre conductor	659.1	1 450.0	daN	659.1	1 450.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	666.6	1 466.6	daN	1 751.6	2 877.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	301.5	392.0	daN
Debido al viento sobre conductor	194.6	428.1	daN	194.6	428.1	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	194.6	428.1	daN	496.1	820.1	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
Total	314.4	408.7	daN	303.7	394.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	1 165.0	1 514.5	daN	1 125.3	1 462.9	daN
Total	1 165.0	1 514.5	daN	1 125.3	1 462.9	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 123.5	1 685.3	daN	1 123.5	1 685.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	1 222.7	1 834.1	daN	1 222.7	1 834.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	418.3	627.5	daN	418.3	627.5	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	418.3	627.5	daN	418.3	627.5	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de quada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA Excepcional **Viento Máximo** **g**

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	1500	m	1500	m
Tensión conductor	2096	daN	2096	daN
Tensión cable de guarda	1165	daN	1165	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	542.5	705.2	daN
Debido al viento sobre conductor	461.4	1 015.0	daN	461.4	1 015.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	468.9	1 031.6	daN	1 011.4	1 736.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	603.0	784.0	daN
Debido al viento sobre conductor	278.0	611.6	daN	278.0	611.6	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	278.0	611.6	daN	881.0	1 395.5	daN

CARGAS LONGITUDINALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	2 096.0	2 724.8	daN	2 024.6	2 632.0	daN
Total	2 096.0	2 724.8	daN	2 024.6	2 632.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN
Total	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN

CARGAS VERTICALES

	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	786.5	1 179.7	daN	786.5	1 179.7	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	885.7	1 328.5	daN	885.7	1 328.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN
Peso adicional			daN			daN
Total	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²

Diámetro 21.68 mm
Peso 0.749 daN/m

Cable de guarda:

EHS 50mm²

Diámetro 9.144 mm
Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	Viento Máximo	g
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	1500	m	1500	m
Tensión conductor	2096	daN	2096	daN
Tensión cable de guarda	1165	daN	1165	daN
Presión del viento	38	daPa	38	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
-cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
-Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	542.5	705.2	daN
Debido al viento sobre conductor	461.4	1 015.0	daN	461.4	1 015.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	7.6	16.6	daN	7.6	16.6	daN
Total	468.9	1 031.6	daN	1 011.4	1 736.8	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	603.0	784.0	daN
Debido al viento sobre conductor	278.0	611.6	daN	278.0	611.6	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	278.0	611.6	daN	881.0	1 395.5	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	2 096.0	2 724.8	daN	2 024.6	2 632.0	daN
Total	2 096.0	2 724.8	daN	2 024.6	2 632.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN
Total	174.8	227.2	daN	168.8	219.4	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	786.5	1 179.7	daN	786.5	1 179.7	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional						
Total	885.7	1 328.5	daN	885.7	1 328.5	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN
Peso adicional						
Total	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN

CALCULO DE CARGAS SOBRE LA ESTRUCTURA

ESTRUCTURA A2-138

Conductor de fase:

AAAC 279mm²
 Diámetro 21.68 mm
 Peso 0.749 daN/m

Cable de guada:

EHS 50mm²
 Diámetro 9.144 mm
 Peso 0.398413 daN/m

CASO DE CARGA	Excepcional	EDS / Montaje	m
----------------------	-------------	----------------------	---

DATOS GENERALES

Angulo de línea	0	°	30	°
	0	Rad	0.523599	Rad
Vano Viento	800	m	800	m
Vano peso	1500	m	1500	m
Tensión conductor	1489	daN	1489	daN
Tensión cable de guarda	891	daN	891	daN
Presión del viento	0	daPa	0	daPa
Espesor del hielo	0	mm	0	mm
Factores de sobrecarga:				
- cargas verticales	1.5		1.5	
- Cargas transversales / viento	2.2		2.2	
- cargas transversales / tensión	1.3		1.3	
- Cargas longitudinales	1.3		1.3	

CARGAS TRASVERSALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	770.8	1 002.0	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Total	0.0	0.0	daN	770.8	1 002.0	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al ángulo topográfico	0.0	0.0	daN	461.2	599.6	daN
Debido al viento sobre conductor	0.0	0.0	daN	0.0	0.0	daN
Debido al viento sobre aisladores						
Total	0.0	0.0	daN	461.2	599.6	daN

CARGAS LONGITUDINALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al tiro unilateral	372.3	483.9	daN	359.6	467.4	daN
Total	372.3	483.9	daN	359.6	467.4	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al tiro unilateral	222.8	289.6	daN	215.2	279.7	daN
Total	222.8	289.6	daN	215.2	279.7	daN

CARGAS VERTICALES	Real	Sobrecarga		Real	Sobrecarga	
CONDUCTOR						
Debido al peso del conductor	1 123.5	1 685.3	daN	1 123.5	1 685.3	daN
Peso de la cadena de aisladores	99.2	148.8	daN	99.2	148.8	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	1 422.7	2 134.1	daN	1 422.7	2 134.1	daN
CABLE DE GUARDA						
Debido al peso del C.G.	597.6	896.4	daN	597.6	896.4	daN
Peso adicional	200.0	300.0	daN	200.0	300.0	daN
Total	797.6	1 196.4	daN	797.6	1 196.4	daN

ANEXO K
PLANILLA DE ESTRUCTURAS

PLANILLA DE ESTRUCTURAS: LINEA EN 138kV ATACOCHA

ESTRUCTURA	UBICACION DE ESTRUCTURAS								VANOS CARACTERISTICOS			EDS (daN) AAAC 279mm ²	EDS (daN) EHS 50mm ²	CADENA DE AISLADORES			AMORTI- GUADORES	PUESTAS A TIERRA	SUELO	CAPACIDAD PORTANTE kg/cm ²	NOTA	N°
	N°	TIPO	ACUM. (m)	ESTE	NORTE	COTA	DESNIV. (m)	VERT.	ANGULO °	VANO ADELANTE (m)	VANO VIENTO MAX			VANO PESO MAX	vano atrás	cuello muerto						
1	2T+0	0.00	362 995	8 832 816	4 034.5		V-0	---	333.19	167	251	450	300.0	AI	CM	AN	1	B4	RF	5.0	45° Alineado con LT1120	1
2	2T+0	333.19	363 327	8 832 849	4 004.2	-30.29		---	228.58	282	50	1 429	892.0	AN	2CM	AI	---	B4	RF	5.0	Vano atrás semitensado	2
3	A1+0	561.77	363 554	8 832 872	4 028.0	23.83		---	193.98	213	193	1 429	892.0	AN		AI	---	B4	RF	5.0		3
4	A2+0	755.74	363 747	8 832 891	4 056.6	28.51	V-1	10° 35' 47.04"	945.73	574	1 084	1 429	892.0	AN	CM	AN	3	B4	RF	5.0		4
5	A2+0	1 701.47	364 689	8 832 810	3 945.0	-111.59		---	547.49	759	-277	1 429	892.0	AN		AI	2	B2	RF	5.0		5
6	A1+0	2 248.96	365 235	8 832 763	4 088.8	143.81		---	367.74	469	774	1 429	892.0	AN		AI	1	B2	RF	5.0		6
7	A1+0	2 616.70	365 601	8 832 732	4 146.6	57.82		---	366.73	378	10	1 429	892.0	AN		AI	1	B4	RF	5.0		7
8	A2+0	2 983.43	365 967	8 832 701	4 261.1	114.51	V-2	27° 5' 0.24"	552.86	472	803	1 429	892.0	AN	CM	AN	2	B4	R	10.0		8
9	A2+0	3 536.29	366 436	8 832 408	4 352.9	91.80		---	238.01	401	1 269	1 429	892.0	AN		AN	---	B4	R	10.0		9
10	A1+0	3 774.30	366 638	8 832 282	4 310.0	-42.90		---	271.73	258	201	1 429	892.0	AN		AN	---	B4	R	10.0		10
11	A1+0	4 046.03	366 868	8 832 138	4 271.0	-39.00	V-3	-19° 54' 35.28"	343.76	311	357	1 429	892.0	AN	CM	AN	1	B4	R	10.0		11
12	2T+0	4 389.79	367 204	8 832 066	4 220.0	-51.00		---	70.76	210	-159	200	120.0	AN	2CM	AN	---	B4	R	10.0		12
13	PORTICO.+0	4 460.55	367 273	8 832 051	4 221.0	1.00		---	0.00	0	0			AN	2CM		---				SSEE MACHCAN	13

NOTAS:

CADENA DE AISLADORES

AN Cadena de anclaje normal
AI Cadena de anclaje invertido
CM Cadena para cuello muerto

La cantidad de amortiguadores recomendado es por cada extremo del vano adelante.

Ripo de suelo: "R" (Roca Dura) , "RF" (Roca Fracturada)

ANEXO L

REPORTE DE CARGAS SOBRE CADA ESTRUCTURA

Line

Structure #1 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_2t.+0'
 Station (m) 0.00
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	99	0	-300	0	0	0	95	0	300
1	1		2	224	0	-450	0	0	0	169	0	450
1	1		3	224	0	-450	0	0	0	169	0	450
2	2	VMAX	1	107	59	-395	0	0	0	103	59	395
2	2		2	243	140	-666	0	0	0	188	140	666
2	2		3	243	140	-666	0	0	0	188	140	666
3	3	TMAX	1	98	0	-292	0	0	0	94	0	292
3	3		2	223	0	-435	0	0	0	168	0	435
3	3		3	223	0	-435	0	0	0	168	0	435
4	4	V+H	1	161	34	-511	0	0	0	157	34	511
4	4		2	332	55	-759	0	0	0	277	55	759
4	4		3	332	55	-759	0	0	0	277	55	759
5	5	HMAX	1	267	0	-812	0	0	0	263	0	812
5	5		2	479	0	-1126	0	0	0	424	0	1126
5	5		3	479	0	-1126	0	0	0	424	0	1126

Line

Structure #2 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_2t.+0'
 Station (m) 333.19
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	-12	0	-592	39	0	300	-59	0	892
1	1		2	202	0	-222	85	0	450	7	0	672
1	1		3	202	0	-222	85	0	450	7	0	672
2	2	VMAX	1	-37	98	-641	31	58	395	-76	40	1037
2	2		2	147	233	-310	66	139	666	-28	95	976
2	2		3	147	233	-310	66	139	666	-28	95	976
3	3	TMAX	1	10	0	-423	40	0	292	-38	0	715
3	3		2	214	0	-150	86	0	435	17	0	584
3	3		3	214	0	-150	86	0	435	17	0	584
4	4	V+H	1	2	57	-714	63	34	511	-69	23	1225
4	4		2	252	90	-372	135	54	759	7	37	1131
4	4		3	252	90	-372	135	54	759	7	37	1131
5	5	HMAX	1	64	0	-754	112	0	812	-56	0	1566
5	5		2	353	0	-473	214	0	1126	29	0	1599
5	5		3	353	0	-473	214	0	1126	29	0	1599

Line
structure #3 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a1.+0'
station (m) 561.77
Cost 0
Line angle (deg) 0

conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	62	0	-0	151	0	892	-97	0	892
1	1		2	259	0	-0	166	0	672	-17	0	672
1	1		3	259	0	-0	166	0	672	-17	0	672
2	2	VMAX	1	60	74	19	168	40	1037	-116	34	1017
2	2		2	255	176	7	201	95	976	-57	80	968
2	2		3	255	176	7	201	95	976	-57	80	968
3	3	TMAX	1	72	0	25	130	0	715	-66	0	689
3	3		2	264	0	24	156	0	584	-2	0	560
3	3		3	264	0	24	156	0	584	-2	0	560
4	4	V+H	1	110	43	34	219	23	1225	-117	20	1192
4	4		2	351	68	-1	274	37	1131	-33	31	1132
4	4		3	351	68	-1	274	37	1131	-33	31	1132
5	5	HMAX	1	203	0	82	312	0	1566	-117	0	1484
5	5		2	489	0	26	406	0	1599	-27	0	1573
5	5		3	489	0	26	406	0	1599	-27	0	1573

Line
Structure #4 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a2.+0'
Station (m) 755.74
Cost 0
Line angle (deg) 11

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	481	165	0	175	0	892	298	0	892
1	1		2	806	194	-754	164	0	672	532	0	1429
1	1		3	806	194	-754	164	0	672	532	0	1429
2	2	VMAX	1	531	402	-127	194	34	1017	329	168	1158
2	2		2	922	759	-1076	204	81	968	608	399	2079
2	2		3	922	759	-1076	204	81	968	608	399	2079
3	3	TMAX	1	447	144	-177	144	0	689	295	0	867
3	3		2	785	178	-807	149	0	560	526	0	1370
3	3		3	785	178	-807	149	0	560	526	0	1370
4	4	V+H	1	744	363	-276	246	20	1192	490	97	1476
4	4		2	1250	508	-1211	272	31	1132	869	155	2359
4	4		3	1250	508	-1211	272	31	1132	869	155	2359
5	5	HMAX	1	1149	346	-775	335	0	1484	806	0	2263
5	5		2	1826	460	-1828	397	0	1573	1319	0	3409
5	5		3	1826	460	-1828	397	0	1573	1319	0	3409

Line
 Structure #5 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a2.+0'
 Station (m) 1701.47
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	-29	0	0	84	0	892	-121	0	892
1	1		2	127	0	-0	188	0	1429	-172	0	1429
1	1		3	127	0	-0	188	0	1429	-172	0	1429
2	2	VMAX	1	-117	263	46	53	166	1158	-178	98	1112
2	2		2	-97	626	90	113	394	2079	-320	232	1988
2	2		3	-97	626	90	113	394	2079	-320	232	1988
3	3	TMAX	1	-9	0	40	87	0	867	-104	0	827
3	3		2	175	0	95	195	0	1370	-131	0	1276
3	3		3	175	0	95	195	0	1370	-131	0	1276
4	4	V+H	1	-36	152	79	137	96	1476	-181	56	1397
4	4		2	139	242	64	301	152	2359	-272	90	2295
4	4		3	139	242	64	301	152	2359	-272	90	2295
5	5	HMAX	1	55	0	244	262	0	2263	-215	0	2019
5	5		2	289	0	243	496	0	3409	-317	0	3167
5	5		3	289	0	243	496	0	3409	-317	0	3167

Line
 Structure #6 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_al.+0'
 Station (m) 2248.96
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	288	0	-0	347	0	892	-66	0	892
1	1		2	622	0	1	597	0	1429	-86	0	1429
1	1		3	622	0	1	597	0	1429	-86	0	1429
2	2	VMAX	1	315	164	26	404	99	1112	-97	64	1086
2	2		2	689	389	42	746	236	1988	-167	153	1947
2	2		3	689	389	42	746	236	1988	-167	153	1947
3	3	TMAX	1	289	0	44	330	0	827	-49	0	783
3	3		2	622	0	105	557	0	1276	-45	0	1170
3	3		3	622	0	105	557	0	1276	-45	0	1170
4	4	V+H	1	473	95	71	552	58	1397	-87	37	1326
4	4		2	948	151	62	963	92	2295	-126	59	2233
4	4		3	948	151	62	963	92	2295	-126	59	2233
5	5	HMAX	1	775	0	202	846	0	2019	-80	0	1817
5	5		2	1387	0	227	1390	0	3167	-113	0	2940
5	5		3	1387	0	227	1390	0	3167	-113	0	2940

Line
structure #7 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_al.+0'
station (m) 2616.70
Cost 0
Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	18	0	0	215	0	892	-205	0	892
1	1		2	181	0	-1	365	0	1429	-294	0	1429
1	1		3	181	0	-1	365	0	1429	-294	0	1429
2	2	VMAX	1	-6	131	21	245	65	1086	-259	66	1065
2	2		2	117	311	42	446	154	1947	-439	157	1905
2	2		3	117	311	42	446	154	1947	-439	157	1905
3	3	TMAX	1	37	0	5	198	0	783	-169	0	778
3	3		2	223	0	11	325	0	1170	-212	0	1159
3	3		3	223	0	11	325	0	1170	-212	0	1159
4	4	V+H	1	50	76	12	331	38	1326	-289	38	1313
4	4		2	242	121	11	579	60	2233	-447	61	2222
4	4		3	242	121	11	579	60	2233	-447	61	2222
5	5	HMAX	1	148	0	21	494	0	1817	-354	0	1796
5	5		2	393	0	23	816	0	2940	-533	0	2917
5	5		3	393	0	23	816	0	2940	-533	0	2917

Line
Structure #8 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a2.+0'
Station (m) 2983.43
Cost 0
Line angle (deg) 27

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	329	418	-0	358	0	892	-37	0	892
1	1		2	663	669	0	582	0	1429	-28	0	1429
1	1		3	663	669	0	582	0	1429	-28	0	1429
2	2	VMAX	1	346	672	-49	413	67	1065	-75	97	1123
2	2		2	711	1297	-92	727	159	1905	-125	230	2017
2	2		3	711	1297	-92	727	159	1905	-125	230	2017
3	3	TMAX	1	304	377	-50	323	0	778	-27	0	830
3	3		2	605	572	-120	500	0	1159	-4	0	1283
3	3		3	605	572	-120	500	0	1159	-4	0	1283
4	4	V+H	1	498	729	-84	541	39	1313	-51	56	1404
4	4		2	981	1207	-73	914	62	2222	-43	89	2303
4	4		3	981	1207	-73	914	62	2222	-43	89	2303
5	5	HMAX	1	763	896	-230	782	0	1796	-27	0	2033
5	5		2	1364	1428	-259	1257	0	2917	-3	0	3183
5	5		3	1364	1428	-259	1257	0	2917	-3	0	3183

Line
 Structure #9 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a2.+0'
 Station (m) 3536.29
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	482	0	0	261	0	892	213	0	892
1	1		2	893	0	-0	450	0	1429	333	0	1429
1	1		3	893	0	-0	450	0	1429	333	0	1429
2	2	VMAX	1	547	140	87	299	98	1123	239	42	1036
2	2		2	1061	333	171	547	233	2017	404	100	1846
2	2		3	1061	333	171	547	233	2017	404	100	1846
3	3	TMAX	1	440	0	110	251	0	830	181	0	720
3	3		2	798	0	271	426	0	1283	263	0	1011
3	3		3	798	0	271	426	0	1283	263	0	1011
4	4	V+H	1	733	81	173	418	57	1404	306	24	1231
4	4		2	1348	129	164	727	91	2303	510	39	2139
4	4		3	1348	129	164	727	91	2303	510	39	2139
5	5	HMAX	1	1088	0	451	653	0	2033	427	0	1581
5	5		2	1852	0	534	1064	0	3183	679	0	2649
5	5		3	1852	0	534	1064	0	3183	679	0	2649

Line
 Structure #10 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a1.+0'
 Station (m) 3774.30
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	75	0	-0	-116	0	892	183	0	892
1	1		2	266	0	-0	-152	0	1429	308	0	1429
1	1		3	266	0	-0	-152	0	1429	308	0	1429
2	2	VMAX	1	71	90	-18	-143	42	1036	206	48	1054
2	2		2	260	213	-36	-223	99	1846	373	113	1882
2	2		3	260	213	-36	-223	99	1846	373	113	1882
3	3	TMAX	1	85	0	-21	-85	0	720	161	0	740
3	3		2	285	0	-53	-82	0	1011	256	0	1065
3	3		3	285	0	-53	-82	0	1011	256	0	1065
4	4	V+H	1	131	52	-30	-148	24	1231	271	28	1261
4	4		2	372	83	-32	-217	38	2139	479	44	2170
4	4		3	372	83	-32	-217	38	2139	479	44	2170
5	5	HMAX	1	241	0	-72	-158	0	1581	391	0	1653
5	5		2	541	0	-91	-223	0	2649	654	0	2740
5	5		3	541	0	-91	-223	0	2649	654	0	2740

Line
 Structure #11 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_a1.+0'
 Station (m) 4046.03
 Cost 0
 Line angle (deg) -20

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	144	-308	0	-73	0	892	210	0	892
1	1		2	363	-494	-0	-103	0	1429	356	0	1429
1	1		3	363	-494	-0	-103	0	1429	356	0	1429
2	2	VMAX	1	150	-475	-23	-97	-48	1054	239	-61	1079
2	2		2	377	-913	-44	-168	-113	1882	435	-144	1933
2	2		3	377	-913	-44	-168	-113	1882	435	-144	1933
3	3	TMAX	1	148	-262	-34	-52	0	740	191	0	774
3	3		2	371	-383	-83	-50	0	1065	312	0	1148
3	3		3	371	-383	-83	-50	0	1065	312	0	1148
4	4	V+H	1	237	-506	-48	-91	-27	1261	320	-35	1311
4	4		2	527	-857	-47	-145	-44	2170	562	-56	2220
4	4		3	527	-857	-47	-145	-44	2170	562	-56	2220
5	5	HMAX	1	397	-594	-124	-85	0	1653	474	0	1780
5	5		2	760	-974	-154	-135	0	2740	786	0	2896
5	5		3	760	-974	-154	-135	0	2740	786	0	2896

Line
 Structure #12 'c:\pls\examples\struct\9336_atacocha\final_2t.+0'
 Station (m) 4389.79
 Cost 0
 Line angle (deg) 0

Conductor loads

Note: Ahead and back span loads do not include insulator weights or counter weights.

LC #	WC #	Load Case Description	Set No.	Structure Loads			Loads from back span			Loads from ahead span		
				Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)	Vert. (daN)	Trans. (daN)	Long. (daN)
1	1	EDS	1	-29	0	772	-71	0	892	34	0	120
1	1		2	61	0	1229	-95	0	1429	45	0	200
1	1		3	61	0	1229	-95	0	1429	45	0	200
2	2	VMAX	1	-52	73	921	-100	60	1079	40	13	158
2	2		2	-9	172	1634	-174	143	1933	54	29	299
2	2		3	-9	172	1634	-174	143	1933	54	29	299
3	3	TMAX	1	-12	0	665	-53	0	774	32	0	110
3	3		2	102	0	974	-51	0	1148	43	0	175
3	3		3	102	0	974	-51	0	1148	43	0	175
4	4	V+H	1	-27	42	1104	-93	35	1311	57	7	208
4	4		2	48	67	1870	-138	55	2220	76	11	350
4	4		3	48	67	1870	-138	55	2220	76	11	350
5	5	HMAX	1	14	0	1454	-87	0	1780	93	0	326
5	5		2	96	0	2383	-128	0	2896	115	0	514
5	5		3	96	0	2383	-128	0	2896	115	0	514

ANEXO LL

TABLAS DE CANTIDADES Y PRESUPUESTOS

LINEA EN 138KV - ATACOCHA

TABLAS DE CANTIDADES

A.1 SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	SUMINISTRO						TRANSPORTE Y ADUANAS				SUB - TOTAL		TOTAL (US \$)
		U	Cant.	EXTRANJERO		NACIONAL		FOB-CIF (US \$)	ARANCELES (US \$)	DESADUANAJE (US \$)	LOCAL (*) (US \$)	EXTRANJERO (US \$)	NACIONAL (US \$)	
				FOB.UNIT (US \$)	FOB-TOTAL (US \$)	UNIT (US \$)	TOTAL (US \$)							
04.00.00	CADENA DE AISLADORES													
04.01.00	Ensamble de Anclaje Normal compuesto por : - Grillete recto (02) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de anclaje a compresión para cond. AAAC279 (01)	Jgo	120											
04.02.00	Ensamble de Anclaje Invertido compuesto por : - Grillete recto (03) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de anclaje a compresión para cond. AAAC279 (01)	Jgo	40											
04.03.00	Ensamble de Suspensión para cuello Muerto compuesto por: - Grillete recto (01) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de suspensión (01)	Jgo	32											
05.00.00	ENSAMBLE DE CABLE DE GUARDA													
05.01.00	Ensamble de Anclaje para Cable de Guarda, compuesto por: - Grillete recto (02) - Grapa de anclaje a compresión (02) - Grapa doble vía para conexión torre - conductor (01)	Jgo	26											
06.00.00	PUESTA A TIERRA (CONTRAPESOS)													
06.01.00	Conductor Copperwels #2 AWG	m	2000.0											
06.02.00	Conector de estructura - conductor copperweld	Und	50.0											
06.03.00	Cemento conductivo (bolsa x 25kg)	Und	213											
06.04.00														
SUB TOTAL COSTO DIRECTO (US \$ DOLARES AMERICANOS)														

(*) Incluye Seguro

LINEA EN 138KV - ATACOCHA

TABLAS DE CANTIDADES

A.2 MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCION	U	Cant.	P.U. (US \$/.)	Parcial (US \$/.)	Sub-Total (US \$/.)
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					
01.01.00	Gestion de Implantacion de Servidumbre	Ha	8.92			
01.02.00	Verificación del levantamiento topográfico, replanteo de línea, marcación de puntos, trazo de ejes.	km	4.46			
02.00.00	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS SIMPLE TERNA					
02.01.00	Estructura Tipo 2T (Terminal - derivación, 2 torres)					
02.01.01	Torre Tipo 2T+0	Und	3			
02.02.00	Estructura Tipo A1 (Anclaje angular)					
02.02.01	Torre Tipo A1	Und	5			
02.03.00	Estructura Tipo A2 (Anclaje angular vano largo)					
02.03.01	Torre Tipo A2	Und	4			
04.00.00	MONTAJE DE CONDUCTOR					
04.01.00	Tendido y flechado de conductor AAAC 120 mm2, incluye empalmes	km	28.00			
04.02.00	Colocación de amortiguadores para conductor AAAC 120mm ²	Und	140			
00.00.00	Tendido y flechado de cable de guarda, incluye empalmes	km	10.00			
00.00.00	Colocación de amortiguadores para cable de guarda	Und	47			
05.00.00	ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES					
05.01.00	Ensamble Cuello Muerto	Und	32			
05.02.00	Ensamble Anclaje Normal ó invertido	Und	160			
06.00.00	PUESTA A TIERRA					
06.01.00	Tendido de cable desnudo copperweld en zanja, (incl. instalación de conectores y cemento c.)	km	2			
06.03.00	Medición de puestas a tierra	Und	12			
07.00.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
07.01.00	Prueba de línea y energizamiento	Glb	1			
08.00.00	DISEÑO EJECUTIVO					
08.01.00	Ingeniería de Detalle	Glb	1			
09.00.00	SEGURO DE TRANSPORTE A OBRA (LOCAL)					
09.01.00	Seguro de Transporte a Obra (1,5% de suministro)	Glb	1			
10.00.00	TRANSPORTE					
10.01.00	Transporte de Equipos y Materiales a Obra (3% de suministro)	Glb	1			
SUB TOTAL GASTO DIRECTOS (US \$ DOLARES AMERICANOS)						

LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PRESUPUESTO REFERENCIAL

A.1 SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION	SUMINISTRO						TRANSPORTE Y ADUANAS				SUB - TOTAL		TOTAL (US \$)
		U	Cant.	EXTRANJERO		NACIONAL		FOB-CIF (US \$)	ARANCELES (US \$)	DESADUANAJE (US \$)	LOCAL (*) (US \$)	EXTRANJERO (US \$)	NACIONAL (US \$)	
				FOB.UNIT (US \$)	FOB-TOTAL (US \$)	UNIT (US \$)	TOTAL (US \$)							
01.00.00	TORRES METALICAS AUTOSOPORTADAS													
01.01.00	Estructura Tipo 2T (Terminal - derivación, 2 torres)													
01.01.01	Torre Tipo 2T+0	Und	3	18 562.61	55 687.83			3 898.15	7 150.32	595.86	1 346.64	59 585.98	9 092.82	68 678.80
01.01.02	Patas	Tn	2.22	1 800.00	3 996.00			279.72	513.09	42.76	96.63	4 275.72	652.48	4 928.20
01.01.03	Stubs	Und	12	288.00	3 456.00			241.92	443.75	36.98	83.57	3 697.92	564.30	4 262.22
01.01.04	Plantillas de Nivelación	Und	1	390.00	390.00			27.30	50.08	4.17	9.43	417.30	63.68	480.98
01.02.00	Estructura Tipo A1 (Anclaje angular)													
01.02.01	Torre Tipo A1	Und	5	10 669.64	53 348.20			3 734.37	6 849.91	570.83	1 290.07	57 082.57	8 710.81	65 793.38
01.02.02	Patas	Tn	3.80	1 800.00	6 840.00			478.80	878.26	73.19	165.41	7 318.80	1 116.86	8 435.66
01.02.03	Stubs	Und	20	288.00	5 760.00			403.20	739.58	61.63	139.29	6 163.20	940.50	7 103.70
01.02.04	Plantilla de Nivelación	Und	1	390.00	390.00			27.30	50.08	4.17	9.43	417.30	63.68	480.98
01.03.00	Estructura Tipo A2 (Anclaje angular vano largo)													
01.03.01	Torre Tipo A2	Und	4	11 635.36	46 541.44			3 257.90	5 975.92	497.99	1 125.47	49 799.34	7 599.38	57 398.72
01.03.02	Patas	Tn	3.48	1 800.00	6 264.00			438.48	804.30	67.02	151.48	6 702.48	1 022.80	7 725.28
01.03.03	Stubs	Und	16	288.00	4 608.00			322.56	591.67	49.31	111.43	4 930.56	752.41	5 682.97
01.03.04	Plantilla de Nivelación	Und	1	390.00	390.00			27.30	50.08	4.17	9.43	417.30	63.68	480.98
02.00.00	CONDUCTOR, CABLE DE GUARDA Y ACCESORIOS													
02.01.00	Conductor AAAC de 279 mm ²	km	28.00	3 700.00	103 600.00			7 252.00	13 302.24	1 108.52	2 505.26	110 852.00	16 916.02	127 768.02
02.02.00	Manguito de empalme para conductor AAAC de 279 mm ²	Und	12	19.82	237.84			16.65	30.54	2.54	5.75	254.49	38.83	293.32
02.03.00	Manguito de reparación para conductor AAAC de 279 mm ²	Und	6	17.44	104.64			7.32	13.44	1.12	2.53	111.96	17.09	129.05
02.04.00	Amortiguador para conductor AAAC de 279 mm ²	Und	140	23.28	3 259.20			228.14	418.48	34.87	78.81	3 487.34	532.16	4 019.50
02.05.00	Conector paralela para conductor AAAC de 279 mm ²	Und	60	13.04	782.40			54.77	100.46	8.37	18.92	837.17	127.75	964.92
02.06.00	Cable de Guarda Acero EHS 50mm ²	km	10.00	2 744.29	27 442.92			1 921.00	3 523.67	293.64	663.62	29 363.92	4 480.93	33 844.85
02.07.00	Manguito de empalme para C.G. EHS 50mm ²	Und	5	19.82	99.10			6.94	12.72	1.06	2.40	106.04	16.18	122.22
02.08.00	Manguito de reparación para C.G. EHS 50mm ²	Und	2	17.44	34.88			2.44	4.48	0.37	0.84	37.32	5.69	43.01
00.00.00	Amortiguador para conductor AAAC de 279 mm ²	Und	47	23.28	1 094.16			76.59	140.49	11.71	26.46	1 170.75	178.66	1 349.41
03.00.00	AISLADORES													
03.01.00	Aislador de Vidrio ANSI 52-3	Und	2570	12.30	31 611.00			2 212.77	4 058.85	338.24	764.42	33 823.77	5 161.51	38 985.28

LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PRESUPUESTO REFERENCIAL

A.1 SUMINISTRO DE MATERIALES

ITEM	DESCRIPCION			SUMINISTRO				TRANSPORTE Y ADUANAS				SUB - TOTAL		TOTAL (US \$)
				EXTRANJERO		NACIONAL		FOB-CIF (US \$)	ARANCELES (US \$)	DESADUANAJE (US \$)	LOCAL (*) (US \$)	EXTRANJERO (US \$)	NACIONAL (US \$)	
				U	Cant.	FOB.UNIT (US \$)	FOB-TOTAL (US \$)							
04.00.00	CADENA DE AISLADORES													
04.01.00	Ensamble de Anclaje Normal compuesto por : - Grillete recto (02) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de anclaje a compresión para cond. AAAC279 (01)	Jgo	120	58.85	7 062.00		0.00	494.34	906.76	75.56	170.77	7 556.34	1 153.09	8 709.43
04.02.00	Ensamble de Anclaje Invertido compuesto por : - Grillete recto (03) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de anclaje a compresión para cond. AAAC279 (01)	Jgo	40	66.85	2 674.00			187.18	343.34	28.61	64.66	2 861.18	436.61	3 297.79
04.03.00	Ensamble de Suspensión para cuello Muerto compuesto por: - Grillete recto (01) - Adaptador anillo - bola (01) - Adaptador casquillo - ojo alargado (01) - Grapa de suspensión (01)	Jgo	32	33.75	1 080.00			75.60	138.67	11.56	26.12	1 155.60	176.35	1 331.95
05.00.00	ENSAMBLE DE CABLE DE GUARDA													
05.01.00	Ensamble de Anclaje para Cable de Guarda, compuesto por: - Grillete recto (02) - Grapa de anclaje a compresión (02) - Grapa doble vía para conexión torre - conductor (01)	Jgo	26	88.20	2 293.20			160.52	294.45	24.54	55.45	2 453.72	374.44	2 828.16
06.00.00	PUESTA A TIERRA (CONTRAPESOS)													
06.01.00	Conductor Copperwels #2 AWG	m	2000.0	2.39	4 784.00			334.88	614.27	51.19	115.69	5 118.88	781.15	5 900.03
06.02.00	Conector de estructura - conductor copperweld	Und	50.0	2.03	101.50			7.11	13.03	1.09	2.45	108.61	16.57	125.18
06.03.00	Cemento conductivo (bolsa x 25kg)	Und	213	43.00	9 159.00			641.13	1 176.02	98.00	221.48	9 800.13	1 495.50	11 295.63
06.04.00														
SUB TOTAL COSTO DIRECTO (US \$ DOLARES AMERICANOS)											409 907.69	62 551.93	472 459.62	

(*) Incluye Seguro

LINEA EN 138KV - ATACOCHA

PRESUPUESTO REFERENCIAL

A.2 MONTAJE ELECTROMECHANICO

ITEM	DESCRIPCION	U	Cant.	P.U. (US \$/.)	Parcial (US \$/.)	Sub-Total (US \$/.)
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					3 034.36
01.01.00	Gestion de Implantacion de Servidumbre	Ha	8.92	159.66	1 424.17	
01.02.00	Verificación del levantamiento topográfico, replanteo de línea, marcación de puntos, trazo de ejes.	km	4.46	361.03	1 610.19	
02.00.00	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS SIMPLE TERNA					
02.01.00	Estructura Tipo 2T (Terminal - derivación, 2 torres)					25 438.80
02.01.01	Torre Tipo 2T+0	Und	3	8 479.60	25 438.80	
02.02.00	Estructura Tipo A1 (Anclaje angular)					22 384.15
02.02.01	Torre Tipo A1	Und	5	4 476.83	22 384.15	
02.03.00	Estructura Tipo A2 (Anclaje angular vano largo)					23 019.84
02.03.01	Torre Tipo A2	Und	4	5 754.96	23 019.84	
04.00.00	MONTAJE DE CONDUCTOR					78 243.25
04.01.00	Tendido y flechado de conductor AAAC 120 mm2, incluye empalmes	km	28.00	1 895.90	53 085.20	
04.02.00	Colocación de amortiguadores para conductor AAAC 120mm ²	Und	140	33.15	4 641.00	
00.00.00	Tendido y flechado de cable de guarda, incluye empalmes	km	10.00	1 895.90	18 959.00	
00.00.00	Colocación de amortiguadores para cable de guarda	Und	47	33.15	1 558.05	
05.00.00	ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES					9 609.28
05.01.00	Ensamble Cuello Muerto	Und	32	45.64	1 460.48	
05.02.00	Ensamble Anclaje Normal ó invertido	Und	160	50.93	8 148.80	
06.00.00	PUESTA A TIERRA					1 448.00
06.01.00	Tendido de cable desnudo copperweld en zanja, (incl. instslación de conectores y cemento c.)	km	2	492.34	984.68	
06.03.00	Medición de puestas a tierra	Und	12	38.61	463.32	
07.00.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					1 580.04
07.01.00	Prueba de línea y energizamiento	Glb	1	1 580.04	1 580.04	
08.00.00	DISEÑO EJECUTIVO					9 224.60
08.01.00	Ingeniería de Detalle	Glb	1	9 224.60	9 224.60	
09.00.00	SEGURO DE TRANSPORTE A OBRA (LOCAL)					7 086.89
09.01.00	Seguro de Transporte a Obra (1,5% de suministro)	Glb	1	7 086.89	7 086.89	
10.00.00	TRANSPORTE					14 173.79
10.01.00	Transporte de Equipos y Materiales a Obra (3% de suministro)	Glb	1	14 173.79	14 173.79	
SUB TOTAL GASTO DIRECTOS (US \$ DOLARES AMERICANOS)						195 243.00

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 01.00.00

TRABAJOS PRELIMINARES

UNIDAD : 01.01.00

Gestion de Implantacion de Servidumbre

RENDIMIENTO :

1.10 Ha/día

DESCRIPCION	Und.	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES				
Materiales	%MO	5.00	138.84	6.94
Sub-total				6.94
MANO DE OBRA				
Capataz Liniero	0.10	h-h	0.73	4.46
Oficial	2.00	h-h	14.55	3.32
Peón	4.00	h-h	29.09	3.00
Sub-total				138.84
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				
Herramientas Manuales	%MO	10.00	138.84	13.88
Sub-total				13.88
TOTAL			US\$	159.66

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 01.00.00

TRABAJOS PRELIMINARES

UNIDAD : 01.02.00

Verificación del levantamiento topográfico, replanteo de línea, marcaci

RENDIMIENTO :

1.7 km/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	124.46	6.22
Clavos con cabeza promedio		kg	0.25	0.88	0.22
Varilla de Fo Corrugado 1/2' x 9 m		pza	0.50	5.55	2.78
Cemento Portland Tipo I		Bls	0.50	4.24	2.12
Wincha de 100 m		Und	1.00	38.28	38.28
Madera tomillo (estacas)		pie²	3.00	0.84	2.52
Pintura esmalte sintético		gal	0.25	8.28	2.07
Sub-total					54.21
MANO DE OBRA					
Topógrafo	1.00	h-h	4.71	5.08	23.93
Peón	4.00	h-h	18.82	3.00	56.46
Ayudante Topógrafo	2.00	h-h	9.41	3.57	33.59
Capataz Liniero	0.50	h-h	2.35	4.46	10.48
Sub-total					124.46
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	124.46	12.45
Miras y Jalones	3.00	h-m	14.12	3.28	46.31
Walkie Talkies	4.00	h-m	18.82	0.66	12.42
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	0.50	h-m	2.35	17.95	42.18
Estación Total	1.00	h-m	4.71	14.65	69.00
Sub-total					182.36
TOTAL				US\$	361.03

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 02.01.00

Estructura Tipo 2T (Terminal - derivación, 2 torres)

UNIDAD : 02.01.01

Torre Tipo 2T+0

RENDIMIENTO :

0.095 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Alambre Negro Nacional # 16		kg	2.00	0.88	1.76
Yeso		kg	5.00	0.16	0.80
Materiales		%MO	5.00	4 421.89	221.09
Madera tornillo (estacas)		pie ²	1.50	0.84	1.26
Sub-total					224.91
MANO DE OBRA					
Topógrafo	1.00	h-h	84.21	5.08	427.79
Oficial	2.00	h-h	168.42	3.32	559.15
Peón	8.00	h-h	673.68	3.00	2 021.04
Ayudante Topógrafo	2.00	h-h	168.42	3.57	601.26
Capataz Liniero	0.50	h-h	42.11	4.46	187.81
Operario Liniero	2.00	h-h	168.42	3.71	624.84
Sub-total					4 421.89
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	4 421.89	442.19
Tecla de 3 Tn	0.50	h-m	42.11	2.19	92.22
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	2.00	h-m	168.42	0.57	96.00
Pluma Izado Torre 3,5 Tn; 10 m	0.50	h-m	42.11	0.45	18.95
Camión plataforma 4x2 178-210 HP; 12 Tn	0.50	h-m	42.11	41.04	1 728.19
Tirfor 5 Tn	1.00	h-m	84.21	0.82	69.05
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	0.50	h-m	42.11	17.95	755.87
Winche de 5 Tn	0.50	h-m	42.11	3.25	136.86
Teodolito con todos sus accesorios	1.00	h-m	84.21	5.86	493.47
Sub-total					3 832.80
TOTAL				US\$	8 479.60

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 02.02.00

Estructura Tipo A1 (Anclaje angular)

UNIDAD : 02.02.01

Torre Tipo A1

RENDIMIENTO :

0.18 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Alambre Negro Nacional # 16		kg	2.00	0.88	1.76
Yeso		kg	5.00	0.16	0.80
Materiales		%MO	5.00	2 333.77	116.69
Madera tornillo (estacas)		pie ²	1.50	0.84	1.26
Sub-total					120.51
MANO DE OBRA					
Topógrafo	1.00	h-h	44.44	5.08	225.76
Oficial	2.00	h-h	88.89	3.32	295.11
Peón	8.00	h-h	355.56	3.00	1 066.68
Ayudante Topógrafo	2.00	h-h	88.89	3.57	317.34
Capataz Liniero	0.50	h-h	22.22	4.46	99.10
Operario Liniero	2.00	h-h	88.89	3.71	329.78
Sub-total					2 333.77
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	2 333.77	233.38
Tecla de 3 Tn	0.50	h-m	22.22	2.19	48.66
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	2.00	h-m	88.89	0.57	50.67
Pluma Izado Torre 3,5 Tn; 10 m	0.50	h-m	22.22	0.45	10.00
Camión plataforma 4x2 178-210 HP; 12 Tn	0.50	h-m	22.22	41.04	911.91
Tirfor 5 Tn	1.00	h-m	44.44	0.82	36.44
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	0.50	h-m	22.22	17.95	398.85
Winche de 5 Tn	0.50	h-m	22.22	3.25	72.22
Teodolito con todos sus accesorios	1.00	h-m	44.44	5.86	260.42
Sub-total					2 022.55
TOTAL				US\$	4 476.83

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 02.03.00

Estructura Tipo A2 (Anclaje angular vano largo)

UNIDAD : 02.03.01

Torre Tipo A2

RENDIMIENTO :

0.14 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Alambre Negro Nacional # 16		kg	2.00	0.88	1.76
Yeso		kg	5.00	0.16	0.80
Materiales		%MO	5.00	3 000.59	150.03
Madera tornillo (estacas)		pie ²	1.50	0.84	1.26
Sub-total					153.85
MANO DE OBRA					
Topógrafo	1.00	h-h	57.14	5.08	290.27
Oficial	2.00	h-h	114.29	3.32	379.44
Peón	8.00	h-h	457.14	3.00	1 371.42
Ayudante Topógrafo	2.00	h-h	114.29	3.57	408.02
Capataz Liniero	0.50	h-h	28.57	4.46	127.42
Operario Liniero	2.00	h-h	114.29	3.71	424.02
Sub-total					3 000.59
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	3 000.59	300.06
Tecla de 3 Tn	0.50	h-m	28.57	2.19	62.57
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	2.00	h-m	114.29	0.57	65.15
Pluma Izado Torre 3,5 Tn; 10 m	0.50	h-m	28.57	0.45	12.86
Camión plataforma 4x2 178-210 HP; 12 Tn	0.50	h-m	28.57	41.04	1 172.51
Tirfor 5 Tn	1.00	h-m	57.14	0.82	46.85
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	0.50	h-m	28.57	17.95	512.83
Winche de 5 Tn	0.50	h-m	28.57	3.25	92.85
Teodolito con todos sus accesorios	1.00	h-m	57.14	5.86	334.84
Sub-total					2 600.52
TOTAL				US\$	5 754.96

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 04.00.00

MONTAJE DE CONDUCTOR

UNIDAD : 04.01.00

Tendido y flechado de conductor AAAC 120 mm², incluye empalmes

RENDIMIENTO :

1 km/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Alambre Negro Nacional # 8		kg	0.25	0.88	0.22
Grilletes de 5/8'		Und	0.25	1.36	0.34
Soga de nylon 5/8'		kg	0.13	10.41	1.30
Materiales		%MO	5.00	696.40	34.82
Pintura esmalte sintético		gal	0.15	8.28	1.24
Sub-total					37.92
MANO DE OBRA					
Ingeniero Electricista	1.00	h-h	8.00	13.28	106.24
Topógrafo	1.00	h-h	8.00	5.08	40.64
Oficial	3.00	h-h	24.00	3.32	79.68
Peón	12.00	h-h	96.00	3.00	288.00
Ayudante Topógrafo	2.00	h-h	16.00	3.57	57.12
Capataz Liniero	1.00	h-h	8.00	4.46	35.68
Operario Liniero	3.00	h-h	24.00	3.71	89.04
Sub-total					696.40
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	696.40	69.64
Torquímetro de 1' de 0-800 lbs	1.00	h-m	8.00	0.77	6.16
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	3.00	h-m	24.00	0.57	13.68
Nivel para Ingeniería Mod NK2 Wild	0.20	h-m	1.60	1.81	2.90
Cortadora Cable Aluminio S-40	2.00	h-m	16.00	0.95	15.20
Escalera de Aluminio de 6 m	6.00	h-m	48.00	0.32	15.36
Camión plataforma 4x2 178-210 HP; 12 Tn	1.00	h-m	8.00	41.04	328.32
Walkie Talkies	6.00	h-m	48.00	0.66	31.68
Motosierra	1.00	h-m	8.00	1.59	12.72
Tirfor 5 Tn	3.00	h-m	24.00	0.82	19.68
Teclé de 3 Tn	1.00	h-m	8.00	2.19	17.52
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	2.00	h-m	16.00	17.95	287.20
Teodolito con todos sus accesorios	1.00	h-m	8.00	5.86	46.88
Caballote Alzabobinas c/freno	2.00	h-m	16.00	4.78	76.48
Dinamómetro de 5000 kg	1.00	h-m	8.00	0.93	7.44
Pértiga de Alta Tensión	2.00	h-m	16.00	0.55	8.80
Carrete cable cordina REAPAC 1/2	1.00	h-m	8.00	9.03	72.24
Prensa Hidráulica 10 mm a 45 mm ²	1.25	h-m	10.00	3.28	32.80
Winche de 5 Tn	1.00	h-m	8.00	3.25	26.00
Frenadora 5 Tn	1.00	h-m	8.00	8.31	66.48
Dispositivo Móvil Puesta a Tierra	1.00	h-m	8.00	0.55	4.40
Sub-total					1 161.58
TOTAL				US\$	1 895.90

LINEA EN 138 KV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS LÍNEA DE TRANSMISIÓN

PROYECTO : Línea en 138 kV - Atacocha
 CODIGO BAREMOS OFICIAL : 77919
 PARTIDA : 04.00.00 MONTAJE DE CONDUCTOR
 UNIDAD : 04.02.00 Colocación de amortiguadores para conductor AAAC 120mm²
 RENDIMIENTO : 4 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	27.84	1.39
Sub-total					1.39
MANO DE OBRA					
Capataz Liniero	0.20	h-h	0.40	4.46	1.78
Operario Liniero	1.00	h-h	2.00	3.71	7.42
Oficial	1.00	h-h	2.00	3.32	6.64
Peón	2.00	h-h	4.00	3.00	12.00
Sub-total					27.84
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	27.84	2.78
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	1.00	h-m	2.00	0.57	1.14
Sub-total					3.92
TOTAL				US\$	33.15

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS LÍNEA DE TRANSMISIÓN

PROYECTO : Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 05.00.00

ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES

UNIDAD : 05.01.00

Ensamble Cuello Muerto

RENDIMIENTO .

7 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	15.91	0.80
Sub-total					0.80
MANO DE OBRA					
Capataz Liniero	0.20	h-h	0.23	4.46	1.03
Operario Liniero	1.00	h-h	1.14	3.71	4.23
Oficial	1.00	h-h	1.14	3.32	3.78
Peón	2.00	h-h	2.29	3.00	6.87
Sub-total					15.91
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	15.91	1.59
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	2.00	h-m	2.29	0.57	1.31
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	1.00	h-m	1.45	17.95	26.03
Sub-total					28.93
TOTAL				US\$	45.64

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS LÍNEA DE TRANSMISIÓN

PROYECTO :	Línea en 138 kV - Atacocha
PARTIDA : 05.00.00	ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES
UNIDAD : 05.02.00	Ensamble Anclaje Normal ó invertido
RENDIMIENTO :	5.5 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	20.21	1.01
Sub-total					1.01
MANO DE OBRA					
Capataz Liniero	0.20	h-h	0.29	4.46	1.29
Operario Liniero	1.00	h-h	1.45	3.71	5.38
Oficial	1.00	h-h	1.45	3.32	4.81
Peón	2.00	h-h	2.91	3.00	8.73
Sub-total					20.21
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	20.21	2.02
Herramientas de Montaje (mecánico-eléctrico)	2.00	h-m	2.91	0.57	1.66
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	1.00	h-m	1.45	17.95	26.03
Sub-total					29.71
TOTAL				US\$	50.93

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 06.00.00

PUESTA A TIERRA

UNIDAD : 06.01.00

Tendido de cable desnudo copperweld en zanja, (incl. instalación de c

RENDIMIENTO :

0.4 km/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	272.04	13.60
Sub-total					13.60
MANO DE OBRA					
Peón	3.00	h-h	60.00	3.00	180.00
Operario Liniero	1.00	h-h	20.00	3.71	74.20
Capataz Liniero	0.20	h-h	4.00	4.46	17.84
Sub-total					272.04
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	272.04	27.20
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	0.50	h-m	10.00	17.95	179.50
Sub-total					206.70
TOTAL				US\$	492.34

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 06.00.00

PUESTA A TIERRA

UNIDAD : 06.03.00

Medición de puestas a tierra

RENDIMIENTO :

7 Und/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	15.01	0.75
Sub-total					0.75
MANO DE OBRA					
Capataz Liniero	0.10	h-h	0.11	4.46	0.49
Operario Liniero	1.00	h-h	1.14	3.71	4.23
Peón	3.00	h-h	3.43	3.00	10.29
Sub-total					15.01
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	15.01	1.50
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	1.00	h-m	1.14	17.95	20.46
Probador de Puesta a Tierra	1.00	h-m	1.14	0.78	0.89
Sub-total					22.85
TOTAL				US\$	38.61

LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO :

Línea en 138 kV - Atacocha

PARTIDA : 07.00.00

PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO

UNIDAD : 07.01.00

Prueba de línea y energizamiento

RENDIMIENTO :

0.33 Glb/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	727.69	36.38
Sub-total					36.38
MANO DE OBRA					
Peón	2.00	h-h	48.48	3.00	145.44
Operario Liniero	2.00	h-h	48.48	3.71	179.86
Oficial	1.00	h-h	24.24	3.32	80.48
Ingeniero Electricista	1.00	h-h	24.24	13.28	321.91
Sub-total					727.69
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	727.69	72.77
Walkie Talkies	2.00	h-m	48.48	0.66	32.00
Camioneta rural 4x4 de 135 HP 5 Pasajeros	1.00	h-m	24.24	17.95	435.11
Teodolito con todos sus accesorios	0.50	h-m	12.12	5.86	71.02
Pértiga de Alta Tensión	2.00	h-m	48.48	0.55	26.66
Megóhmetro de 5 000 V	2.00	h-m	48.48	1.70	82.42
Multímetro Digital RDM-1000	2.00	h-m	48.48	1.02	49.45
Probador de Puesta a Tierra	0.50	h-m	12.12	0.78	9.45
Watímetro (10 A, 220 V)	1.50	h-m	36.36	1.02	37.09
Sub-total					815.97
TOTAL				US\$	1 580.04

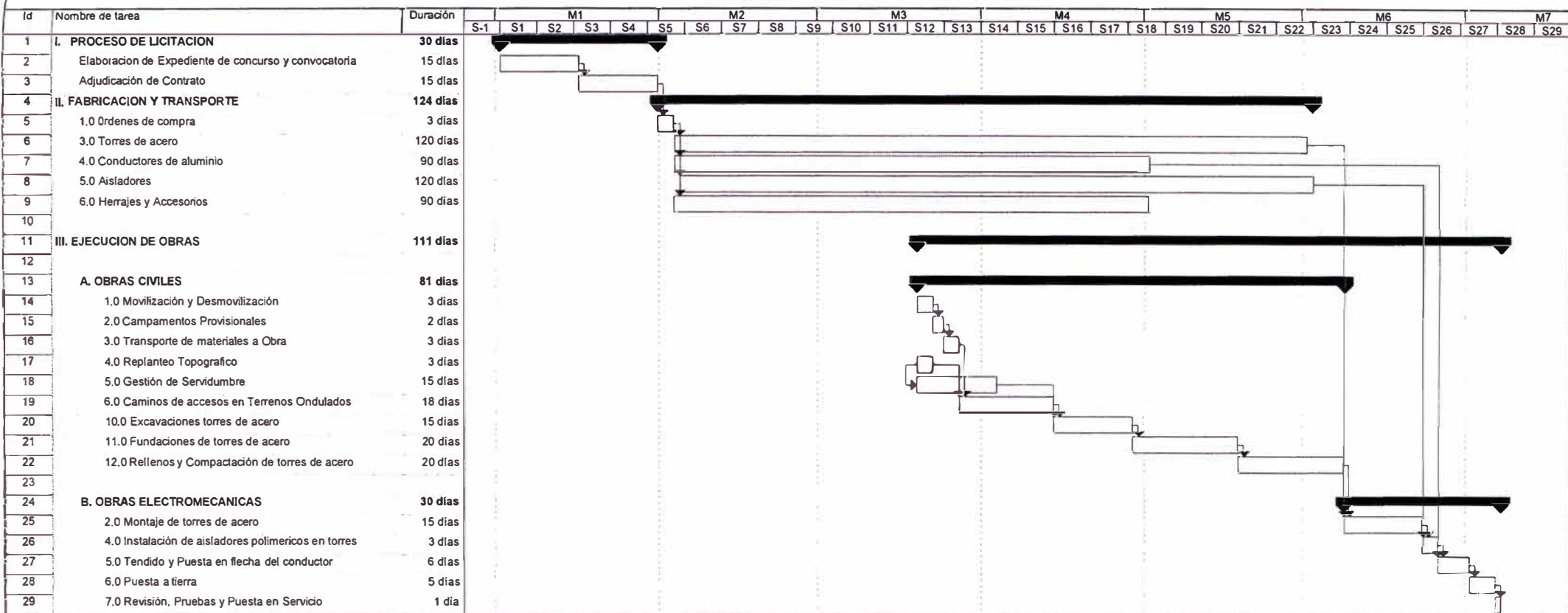
LINEA EN 138 kV - ATACOCHA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO : Línea en 138 kV - Atacocha
 CODIGO BAREMOS OFICIAL :
 PARTIDA : 08.00.00 DISEÑO EJECUTIVO
 UNIDAD : 08.01.00 Ingenieria de Detalle
 RENDIMIENTO : 0.03 Glb/día

DESCRIPCION	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	P. Unitario US\$	Parcial US\$
MATERIALES					
Materiales		%MO	5.00	8 021.39	401.07
Sub-total					401.07
MANO DE OBRA					
Dibujante	2.00	h-h	533.33	4.69	2 501.32
Ingeniero Electricista	1.00	h-h	266.67	13.28	3 541.38
Ingeniero Asistente	1.00	h-h	266.67	7.42	1 978.69
Sub-total					8 021.39
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas Manuales		%MO	10.00	8 021.39	802.14
Sub-total					802.14
TOTAL				US\$	9 224.60

**CRONOGRAMA DE EJECUCION DE OBRA
LINEA EN 138 KV - ATACOCHA**



Proyecto: SET CHILLON 220/60KV
Fecha: sáb 04/08/07



DIAGRAMA DE GANTT

ANEXO M

PLANOS

RELACION DE PLANOS

GENERALES

Diagrama Unifilar General 9336-DU-001

UBICACIÓN, RUTA, PERFIL Y DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS

Plano de ubicación 9336-LT-001

Trazo de ruta 9336-LT-101

Perfil y Planimetría – Distribución de Estructuras 9336-LT-102

Derivación (salida) en 138kV 9336-LT-103

Llegada a la SE Machcán 9336-LT-104

ESTRUCTURAS, ENSAMBLES Y PUESTAS A TIERRA

Estructura tipo 2T 9336-LT-111

Estructuras tipo A1 y A2 9336-LT-112

Ensamble de cadena de aisladores 9336-LT-113

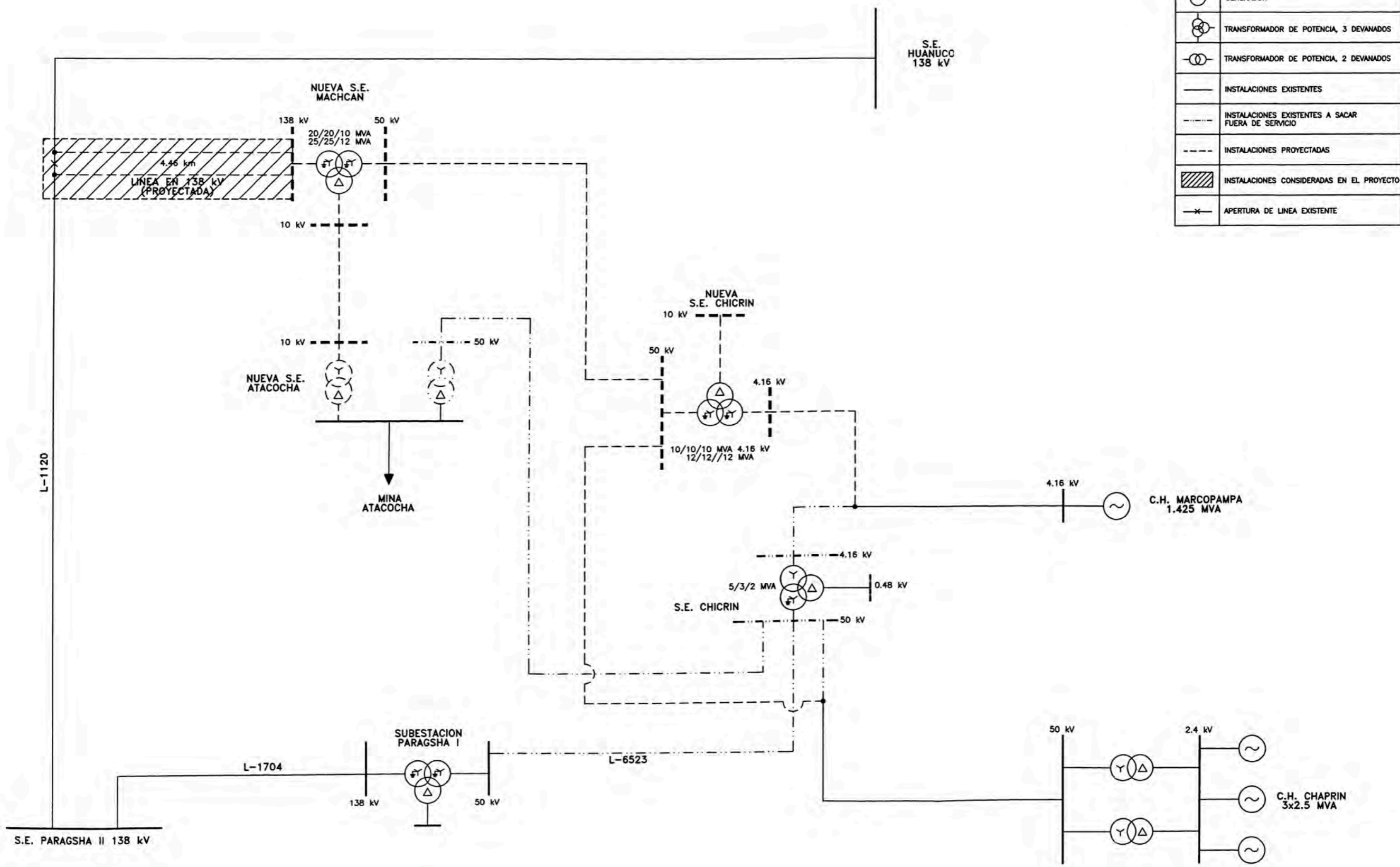
Extremos de ménsulas de torres y soporte de cable de guarda 9336-LT-114

Ensamble de cable de guarda y amortiguadores 9336-LT-115

Estructura de escalamiento, antiescalamiento y señalización 9336-LT-116

Sistemas de puesta a tierra 9336-LT-117

LEYENDA	
	GENERADOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA, 3 DEVANADOS
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA, 2 DEVANADOS
	INSTALACIONES EXISTENTES
	INSTALACIONES EXISTENTES A SACAR FUERA DE SERVICIO
	INSTALACIONES PROYECTADAS
	INSTALACIONES CONSIDERADAS EN EL PROYECTO
	APERTURA DE LINEA EXISTENTE



N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB.

REVISIONES



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISENADO:	J.M.M.
DEBUNADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

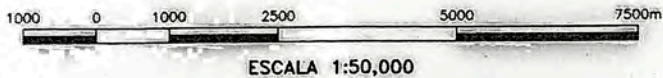
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 kV - ATACOCHA	
TITULO:	DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL SISTEMA ELECTRICO ATACOCHA	

PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	DU-001
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REVISION:	0
FORMATO:	A-1
PROBADO:	933662270



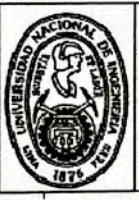
DEPARTAMENTO : PASCO
 PROVINCIA : PASCO
 DISTRITO : SAN FRANCISCO DE ASIS DE YARUSYACAN

LINEA 138 kV		
COORDENADAS UTM (WGS84)		
VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
V0	362995.20	8'832816.00
V1	363747.20	8'832891.00
V2	365966.70	8'832700.70
V3	366868.00	8'832137.90
V4	367273.40	8'832051.20



N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			REV.	APROB.

REVISIONES

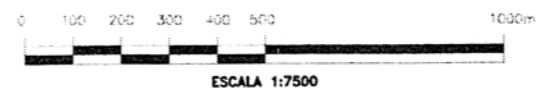
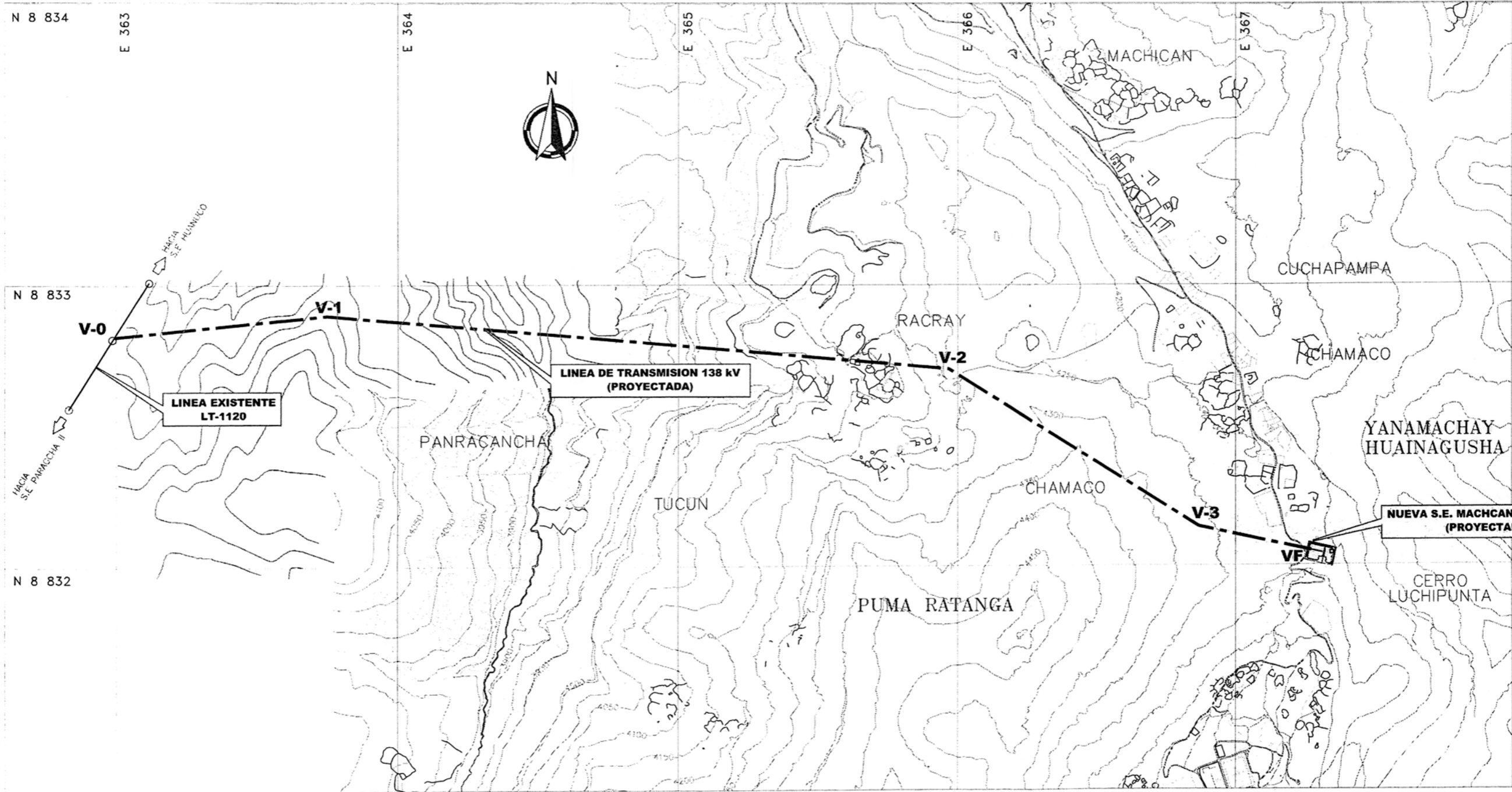


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO: J.M.M.
 DIBUJADO: J.M.M.
 REVISADO: J.M.M.
 FECHA: FEB. 2007

PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCHA
 TITULO: PLANO DE UBICACION

PROYECTO N°: 9336
 PLANO N°: LT-001
 ESCALA: INDICADA
 ARCHIVO: 933669001.dwg



LINEA 138 kV		
COORDENADAS UTM (WGS84)		
VERTICE	ESTE (m)	NORTE (m)
V0	362995.20	8'832816.00
V1	363747.20	8'832891.00
V2	365966.70	8'832700.70
V3	366668.00	8'832137.90
VF	367273.40	8'832051.20

LEYENDA:
 — LINEA 138 kV EXISTENTE
 - - - LINEA 138 kV PROYECTADA
 DATUM: WGS 84

Nº	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB

REVISIONES

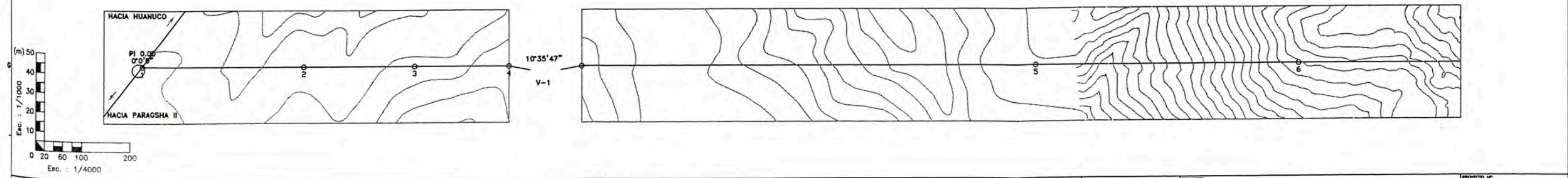
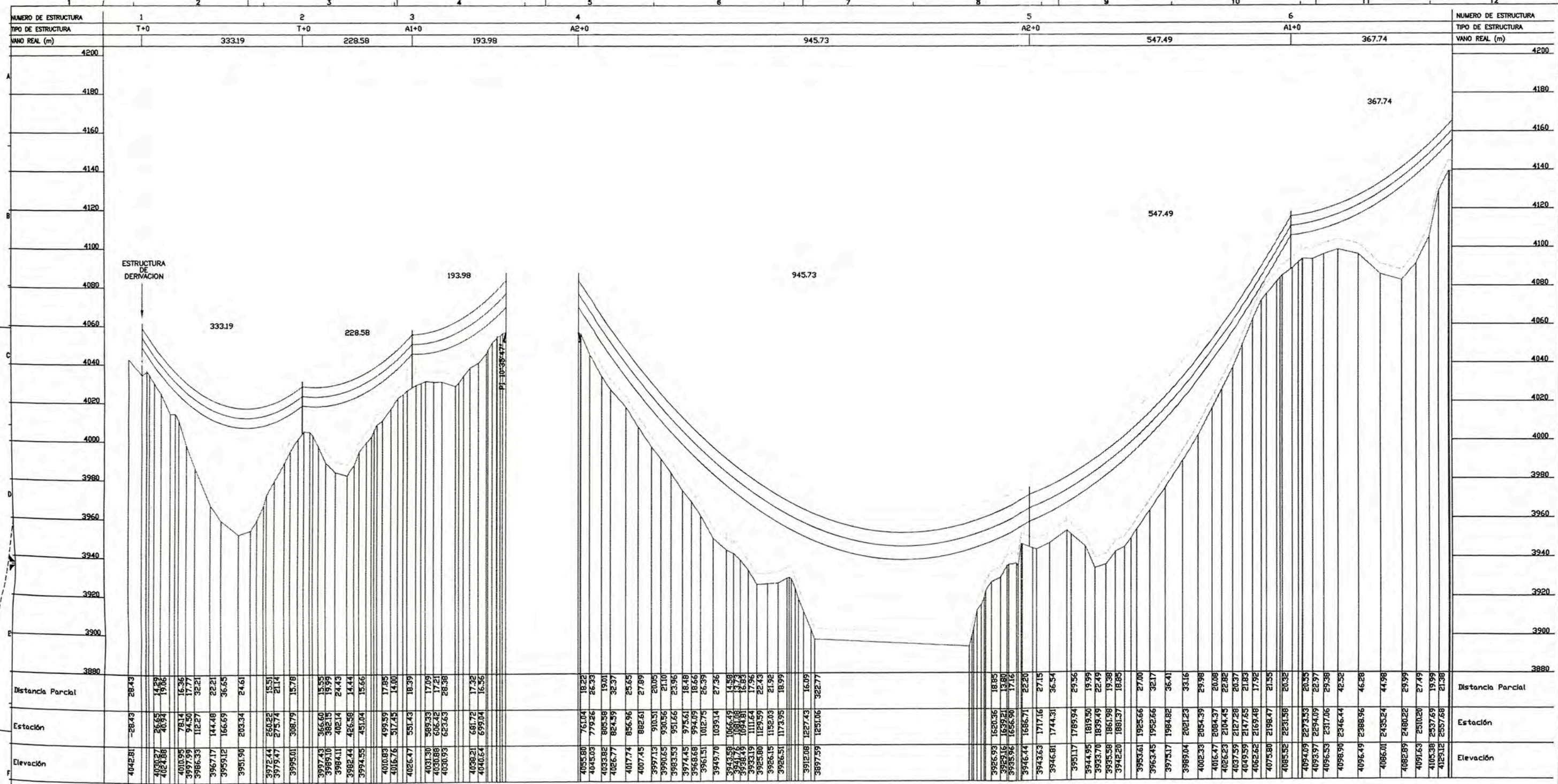


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO: J.M.M.
 DIBUJADO: J.M.M.
 REVISADO: J.M.M.
 FECHA: FEB. 2007

PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 kV - ATACOCHA
 TITULO: TRAZO DE RUTA

PROYECTO Nº: 9336
 PLANO Nº: LT-101
 ESCALA: 1:7500
 HONORARIOS: A-1
 ARCHIVO: 933669002.dwg



N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB	DESIGNADO	PROYECTO	PROYECTO N°
1					J.M.M.	LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACCOCHA	9336
2					J.M.M.		PLANO N° LT-102
3					J.M.M.		HORA 1/2
4							ESCALA H=1:4000 V=1:1000
5							REVISIONES
6							FORMA A-1
7							933662180

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

FECHA: FEB. 2007

PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACCOCHA

PLANO N°: LT-102

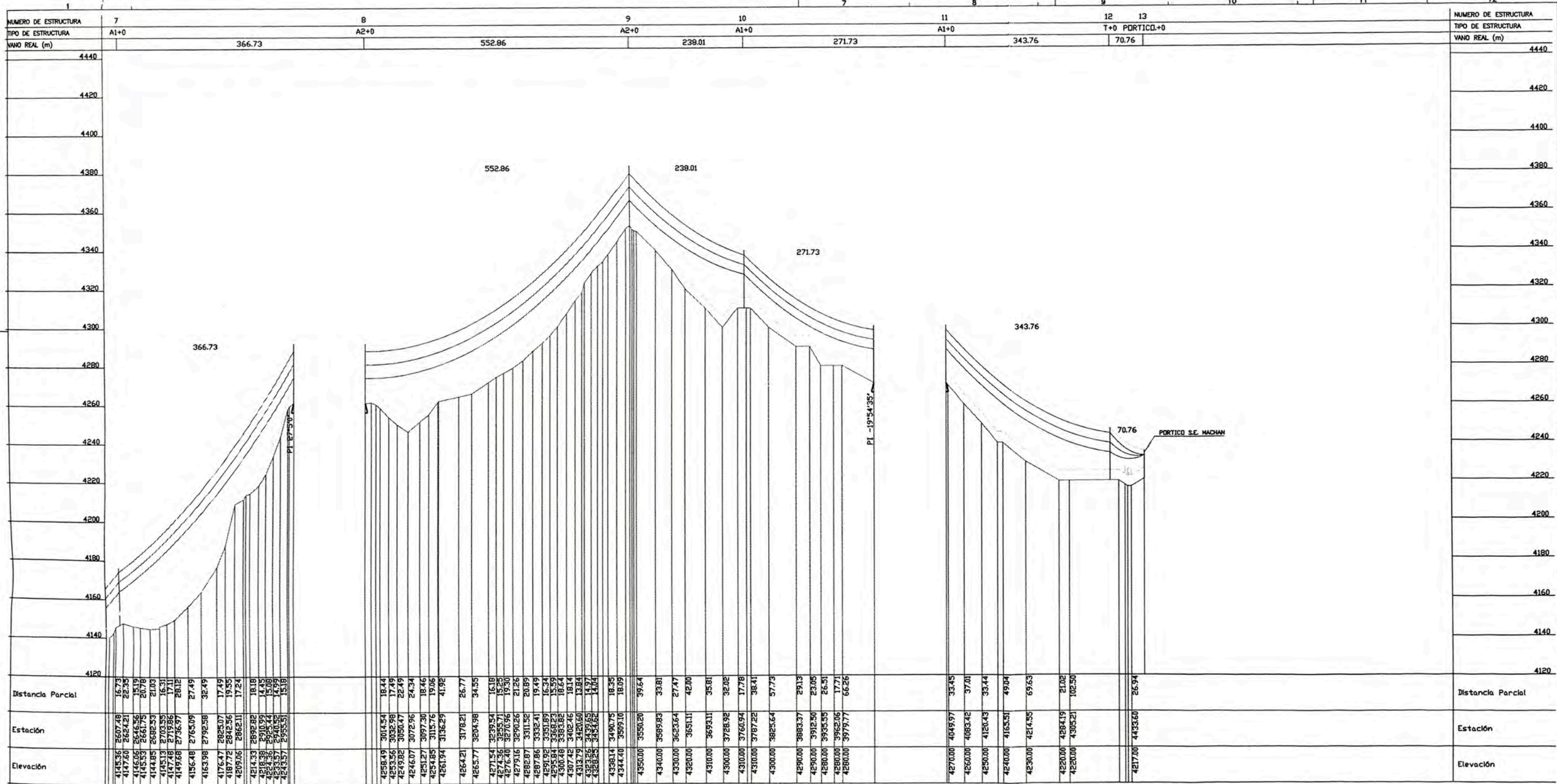
HORA: 1/2

ESCALA: H=1:4000 V=1:1000

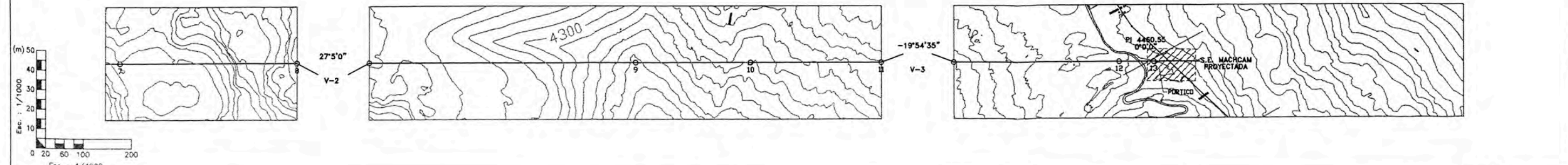
REVISIONES

FORMA: A-1

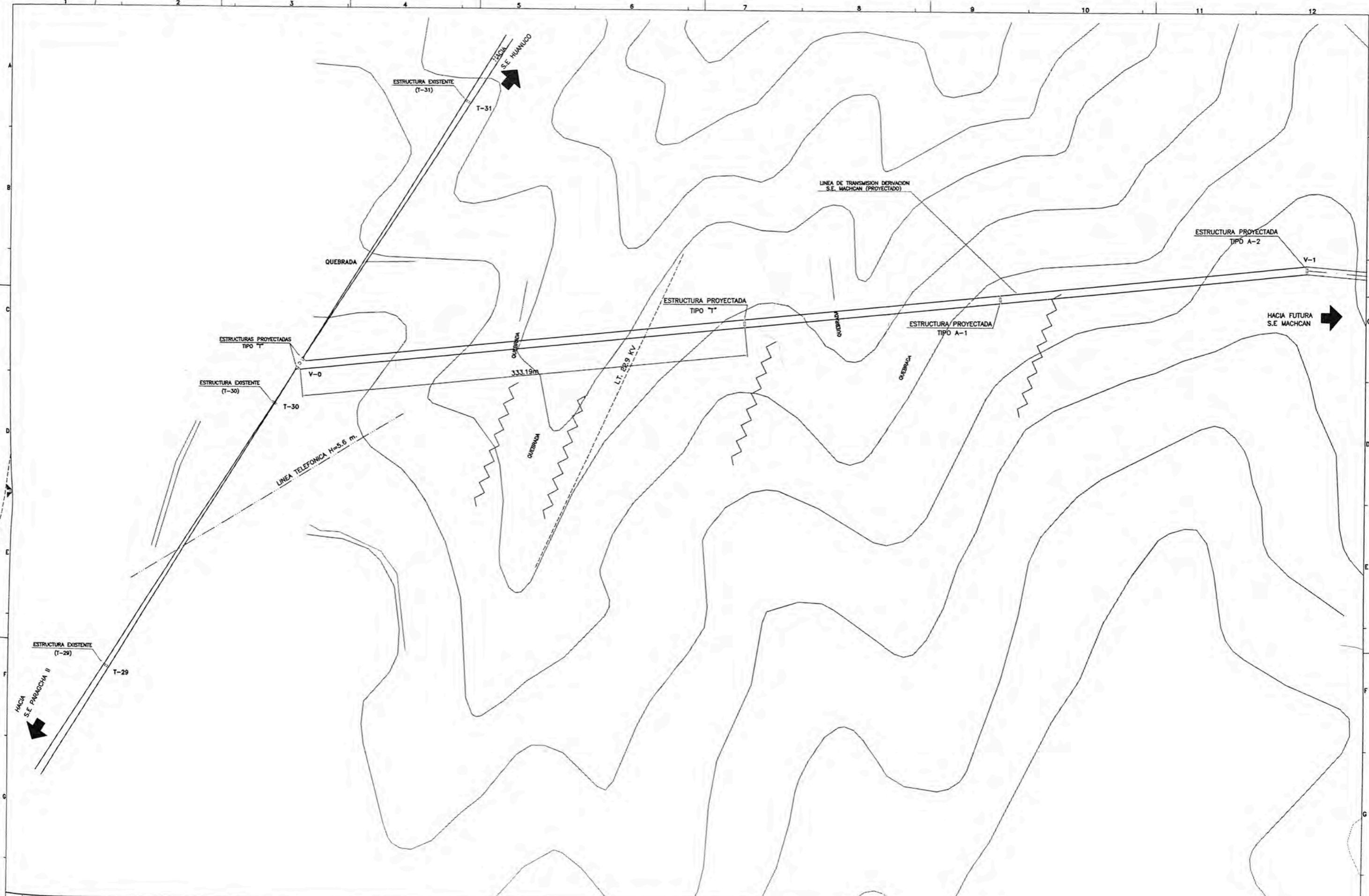
933662180



Distancia Parcial	Estación	Elevación	Distancia Parcial	Estación	Elevación
16.73	2607.48	4143.36	33.45	4049.97	4270.00
22.35	2624.21	4147.60	37.00	4083.42	4260.00
35.19	2646.56	4146.06	33.44	4120.43	4250.00
15.19	2661.75	4145.53	49.04	4153.51	4240.00
20.78	2678	4144.85	69.63	4214.55	4230.00
21.03	2692.53	4144.85	21.02	4264.19	4220.00
16.31	2703.55	4145.13	102.50	4305.21	4220.00
17.11	2719.86	4147.48	26.94	4333.60	4217.00
17.11	2736.97	4149.68			
27.49	2763.09	4156.48			
32.49	2792.98	4163.98			
17.49	2828.07	4176.47			
19.55	2862.56	4187.72			
17.24	2882.11	4209.06			
18.18	2892.82	4214.33			
14.45	2910.99	4218.38			
15.08	2925.44	4224.36			
14.99	2940.52	4233.57			
15.18	2955.51	4243.57			
18.44	3014.54	4258.49			
17.49	3032.98	4253.56			
22.49	3050.47	4249.82			
24.34	3072.96	4246.07			
18.46	3097.30	4251.27			
19.06	3113.76	4234.85			
41.92	3136.29	4261.94			
26.77	3178.21	4264.21			
34.55	3204.98	4263.77			
16.18	3239.54	4271.54			
15.25	3255.71	4274.36			
19.30	3270.96	4276.40			
21.26	3290.26	4279.16			
20.89	3311.52	4282.87			
19.49	3332.41	4287.86			
15.34	3351.89	4291.92			
15.59	3368.23	4295.84			
18.64	3383.82	4300.48			
18.14	3402.46	4307.42			
13.84	3420.50	4313.79			
14.97	3439.55	4323.26			
14.04	3451.62	4328.25			
18.35	3490.75	4338.14			
18.09	3509.10	4344.40			
39.64	3550.20	4350.00			
33.81	3599.83	4340.00			
27.47	3623.64	4330.00			
42.00	3651.11	4320.00			
35.81	3693.11	4310.00			
32.02	3728.92	4300.00			
17.78	3760.94	4310.00			
38.41	3787.22	4310.00			
57.73	3825.64	4300.00			
29.13	3883.37	4290.00			
23.05	3912.50	4290.00			
26.51	3935.55	4280.00			
17.71	3962.06	4280.00			
66.26	3979.77	4280.00			



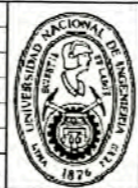
<table border="1"> <tr><td>Nº</td><td>FECHA</td><td>DESCRIPCION</td><td>POR</td><td>APROB</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>		Nº	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB																																															<p align="center">UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</p>	DISEÑADO: J.M.M. DISEÑADO: J.M.M. REVISADO: J.M.M. FECHA: FEB. 2007	PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACCOCHA TITULO: PERFIL Y PLANIMETRIA km 2+579.06 a km 4+460.54	PROYECTO Nº: 9336 PLANO Nº: LT-102 HOJA: 2/2 ESCALA: H=1:4000 V=1:1000 REVISADO: 0 FORMADO: A-1 ARCHIVO: 933662180
Nº	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB																																																				
<p align="center">REVISIONES</p>		REV. APROB.	FEB. 2007	933662180																																																				



N°	FECHA	DESCRIPCION

REVISIONES

POR	APROB

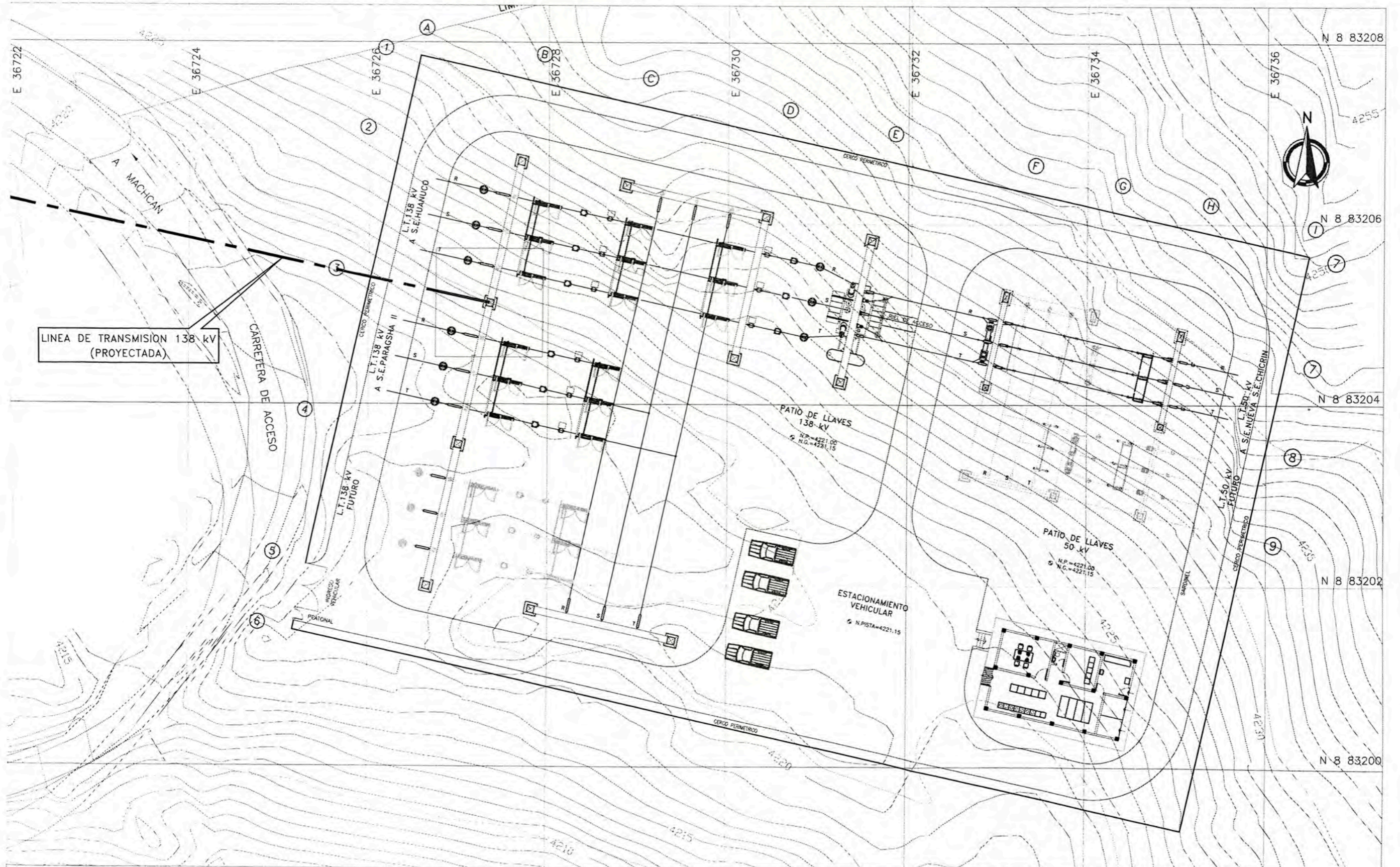


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DESIGNADO:	J.M.M.
DELIBERADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCCHA
TITULO:	EMPALME DE SALIDA

PROYECTO N°:	9336
FUENTE N°:	LT-103
ESCALA:	1:250
FECHA:	
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933661860.dwg



LINEA DE TRANSMISION 138 kV (PROYECTADA)

DATUM - WGS 84



N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB

REVISIONES



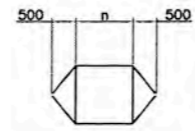
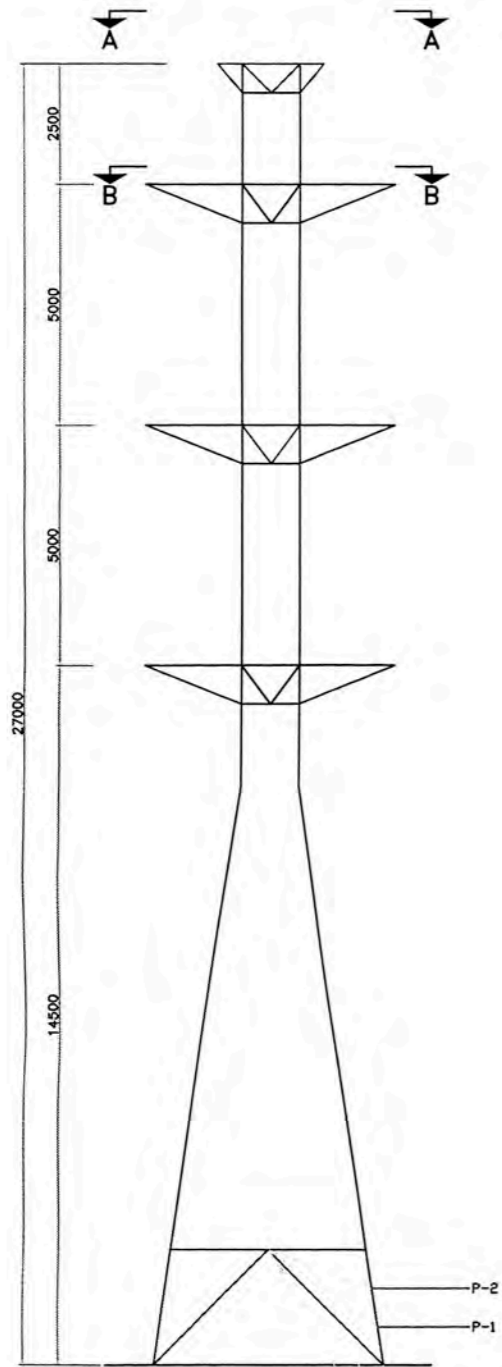
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISENADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

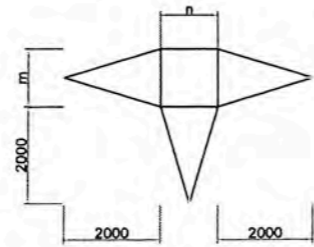
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 kV - ATACOCHA

TITULO: LLEGADA A LA SE MACHCAN

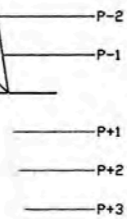
PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	LT-104
ESCALA:	1:200
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933661870.dwg



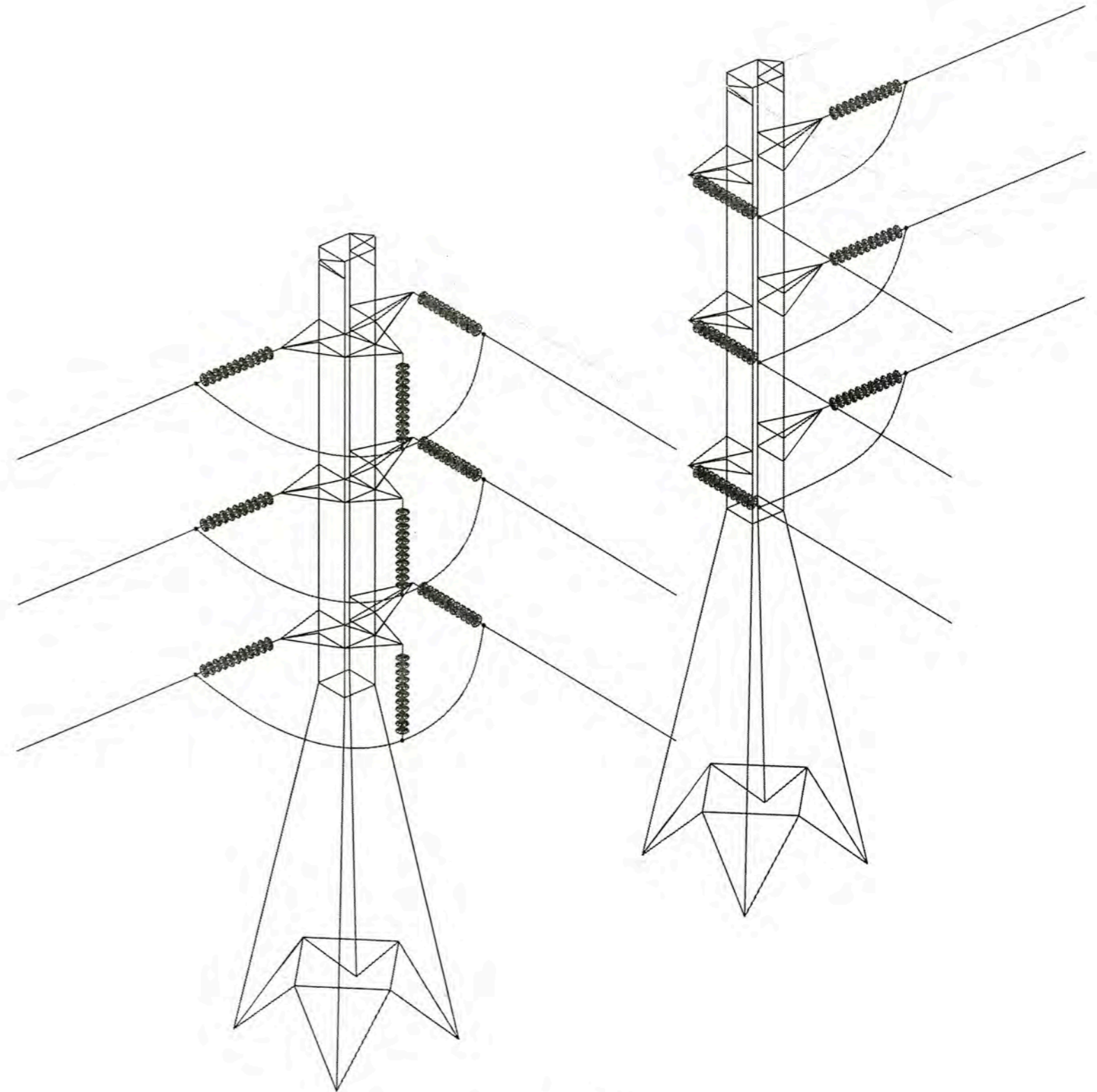
SECCION A-A
Esc. 1:75



SECCION B-B
Esc. 1:75



TORRE TIPO "2T"
Esc. 1:75



VISTA ISOMETRICA
S/E

N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB.

REVISIONES

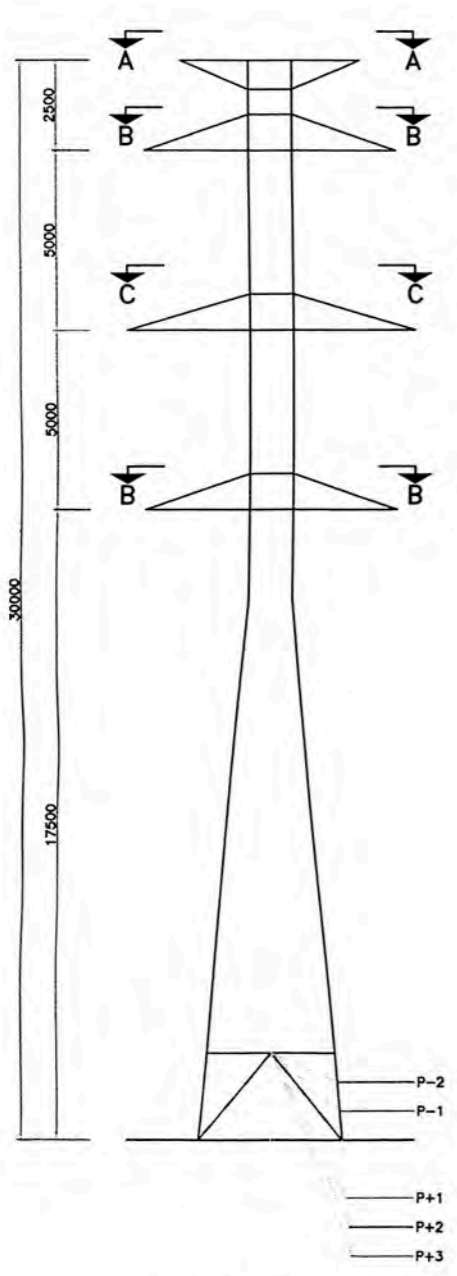


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

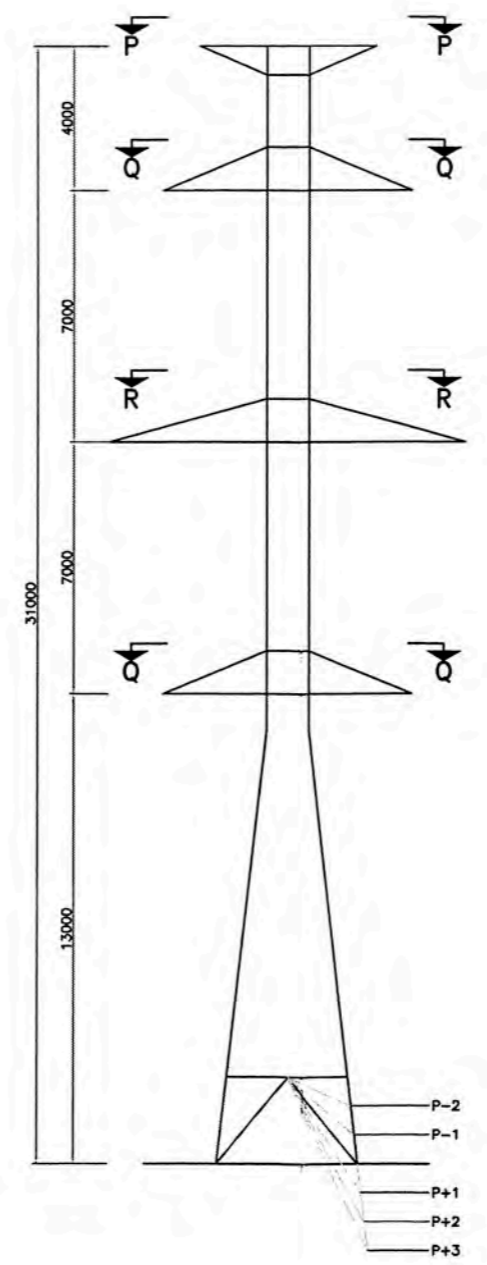
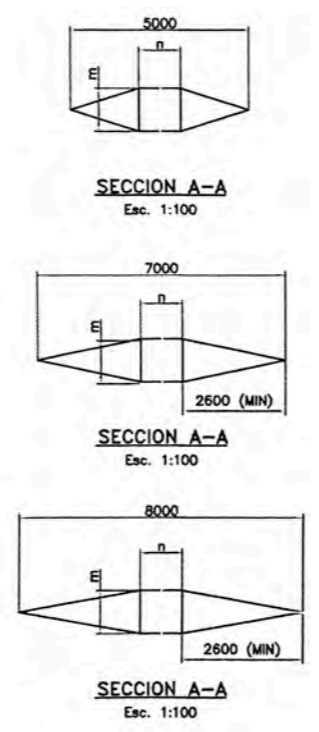
DISENADO:	J.M.M.
DIBUJADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCHA
TITULO:	ESTRUCTURA TIPO 2T

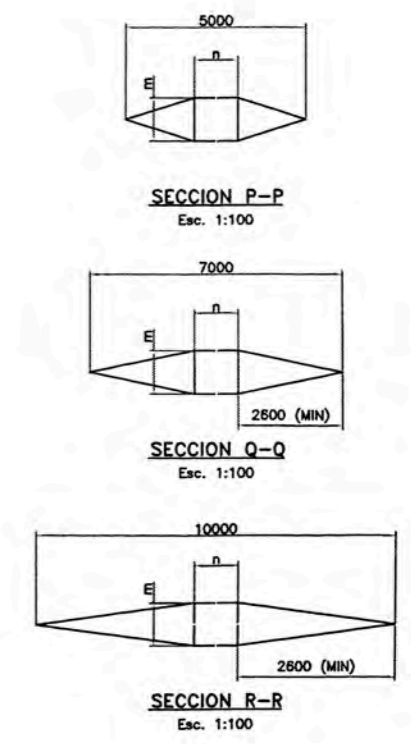
PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	LT-111
HOJA:	1/1
ESCALA:	INDICADA
REV.:	0
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933662140.dwg



ESTRUCTURA A1
0° - 30°
Esc. 1:100



ESTRUCTURA A2
0° - 30°
(VANO LARGO)
Esc. 1:100



N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			REV.	APROB.



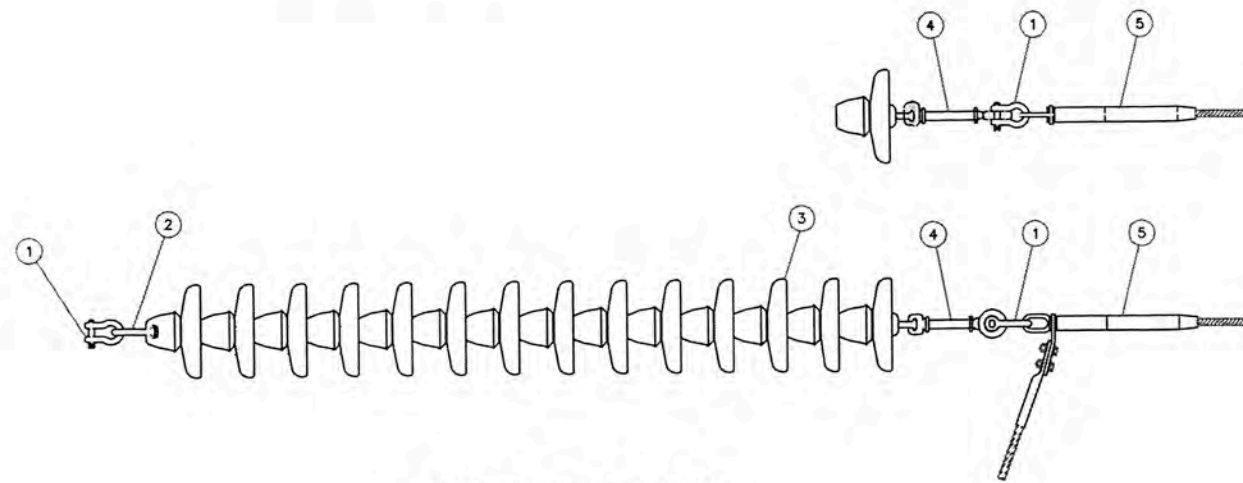
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DESENADO: J.M.M.
DISEÑADO: J.M.M.
REVISADO: J.M.M.
FECHA: FEB. 2007

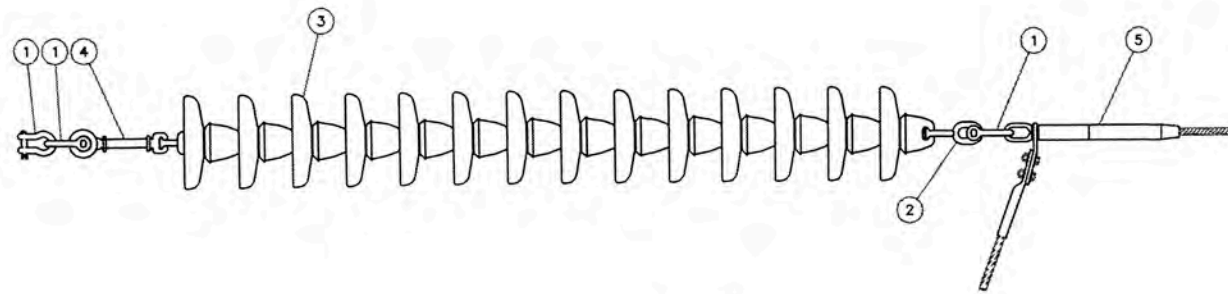
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 kv - ATACCOCHA
ESTRUCTURAS TIPO "A1" y "A2"

PROYECTO N°: 9336
PLANO N°: LT-112
ESCALA: 1:100
FORMATO: A-1
INDICIO: 933662150.dwg

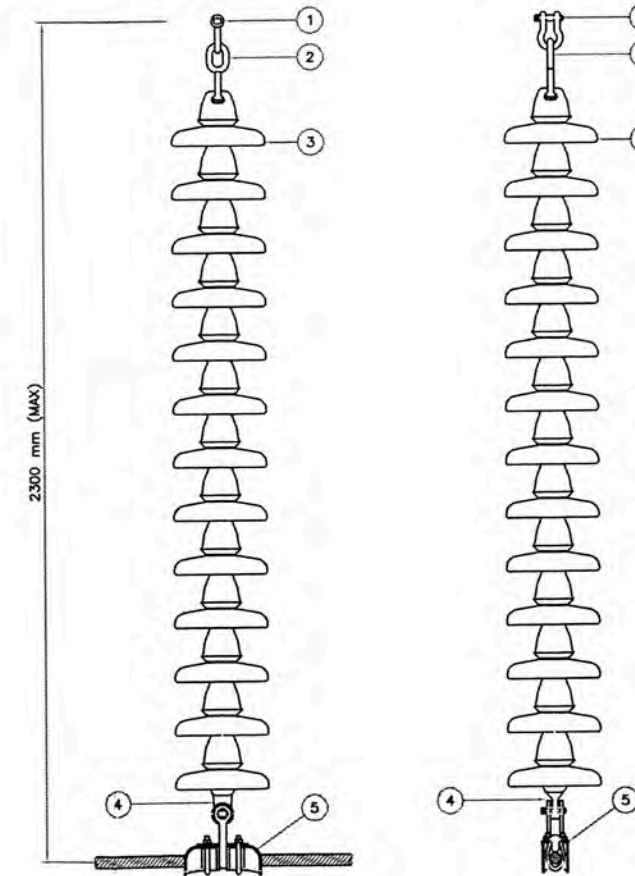
ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES



CADENA DE ANCLAJE NORMAL
Esc. 1:10



CADENA DE ANCLAJE INVERTIDA
Esc. 1:10



**CADENA DE SUSPENSION
CUELLO MUERTO (CM)**
ESCALA 1:10

LISTA DE MATERIALES POR ENSAMBLE

NUMERO	DESCRIPCION	ANCLAJE NORMAL	ANCLAJE INVERTIDO
1	GRILLETE RECTO	2	3
2	ADAPTADOR ANILLO BOLA	1	1
3	AISLADOR DE VIDRIO	14	14
4	ADAPTADOR CASQUILLO OJO ALARGADO	1	1
5	GRAPA DE ANCLAJE DE COMPRESION PARA CONDUCTOR AAAC 279mm ²	1	1

NOTA:

1.-TODA LA FERRETERIA TIENE UNA RESISTENCIA A LA ROTURA DE 7000kg(min).

LISTA DE MATERIALES

ART.	DESCRIPCION	CADENA DE SUSPENSION	
		NORMAL	CUELLO MUERTO
1	GRILLETE RECTO	-	1
2	ADAPTADOR ANILLO BOLA	-	1
3	AISLADOR DE VIDRIO	-	13
4	ADAPTADOR CASQUILLO OJO	-	1
5	GRAPA DE SUSPENSION	-	1

N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB

REVISIONES

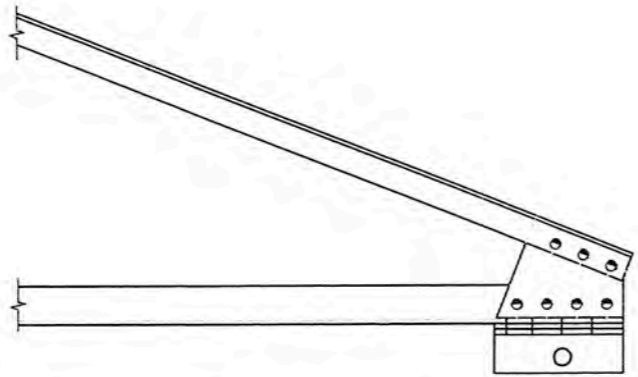


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

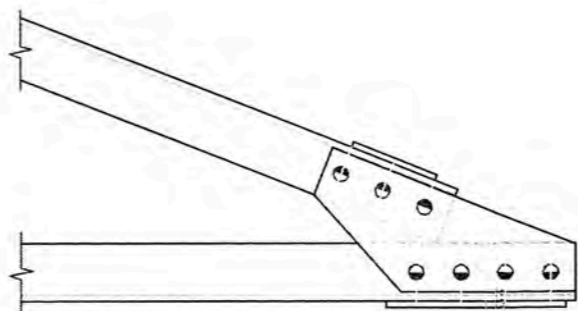
DISEÑO:	J.M.M.
DESAZO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACUCHA
TITULO: ENSAMBLE DE CADENA DE AISLADORES

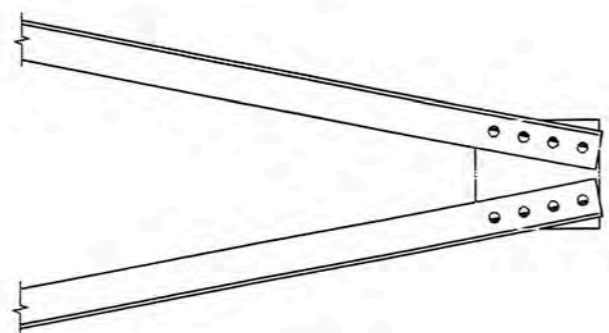
PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	LT-113
HOJA:	1/1
ESCALA:	INDICADA
REV:	0
FORMA:	A-1
ARCHIVO:	933661880.dwg



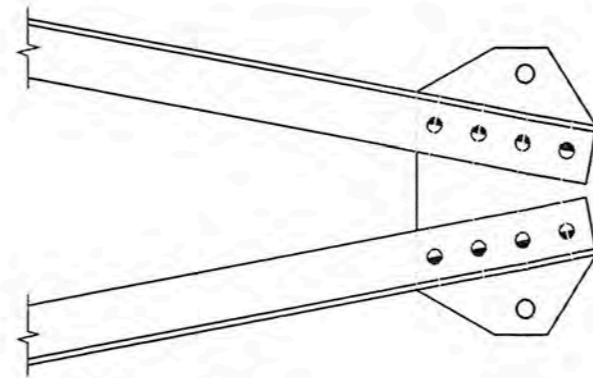
ELEVACION



ELEVACION



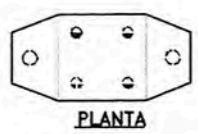
PLANTA



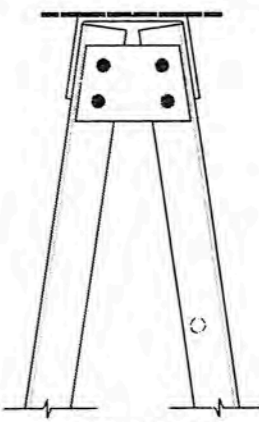
PLANTA

ESTRIBO PARA CADENAS DE AISLADORES EN SUSPENSION

ESTRIBO PARA CADENAS DE AISLADORES EN ANCLAJE ANGULAR



PLANTA



VISTA LATERAL

PLANCHA PARA ENSAMBLE DE ANCLAJE DEL CABLE DE GUARDA

N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB

REVISIONES



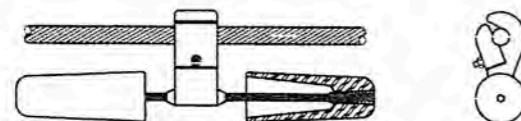
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISENADO:	J.M.M.
DIBUJADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

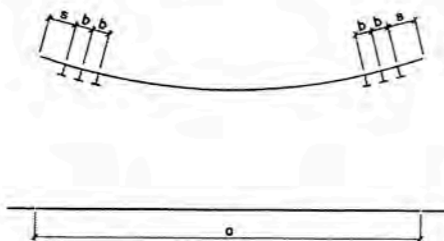
PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCHA	
TITULO:	EXTREMOS DE MENSULAS Y SOPORTE DE CABLE DE GUARDA DE TORRES	

PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	LT-114
HORA:	1/1
ESCALA:	1:25
REV:	0
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933661890.dwg

AMORTIGUADORES



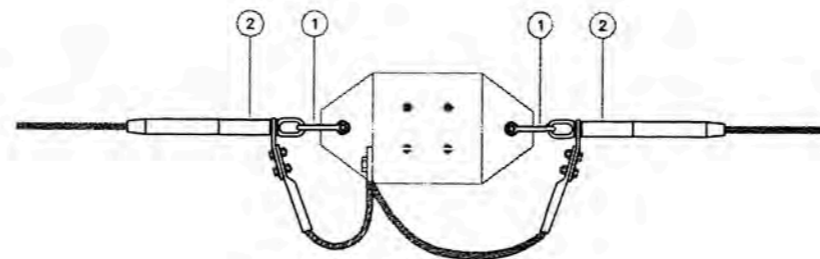
AMORTIGUADOR TIPO STOCKBRIDGE
SIN ESCALA



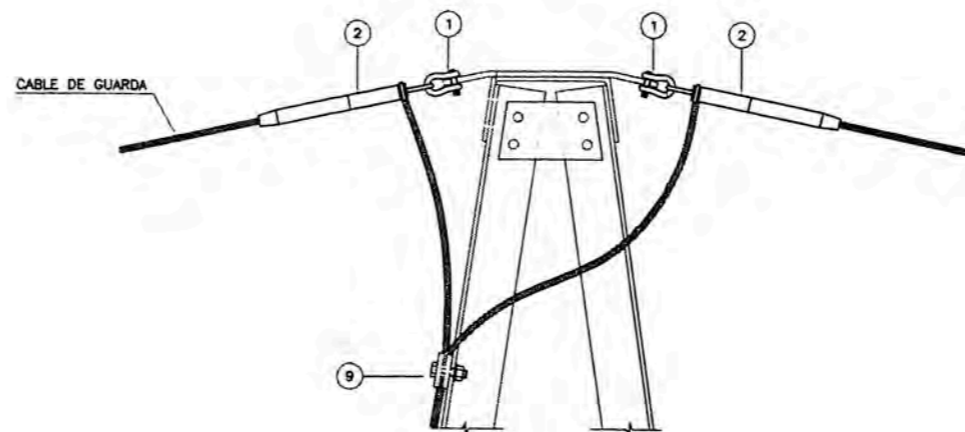
DISPOSICION REFERENCIAL DE AMORTIGUADORES
SIN ESCALA

CUADRO N°2

VANO a, m.	N° AMORTIG./VANO
$0 < a < 300$	0
$300 \leq a < 400$	1
$400 \leq a < 500$	2
$a \geq 500$	3



VISTA PLANTA



VISTA FRONTAL

ENSAMBLE DE CABLE DE GUARDA

LISTA DE MATERIALES

ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1	GRILLETE RECTO	2
2	GRAPA DE ANCLAJE TIPO COMPRESION PARA CABLE EHS 50mm ²	2
3	GRAPA CONEXION CONDUCTOR EHS-TORRE DOBLE VIA	1

NOTA:

1.-LA UBICACION FINAL DE LOS AMORTIGUADORES LA DEBE PROPORCIONAR EL FABRICANTE/PROVEEDOR, PARA LAS CONDICIONES PARTICULARES DE ESTA LINEA, Y DE SU MODELO DE AMORTIGUADOR.

N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			POR	APROB.
			REV.	APROB.



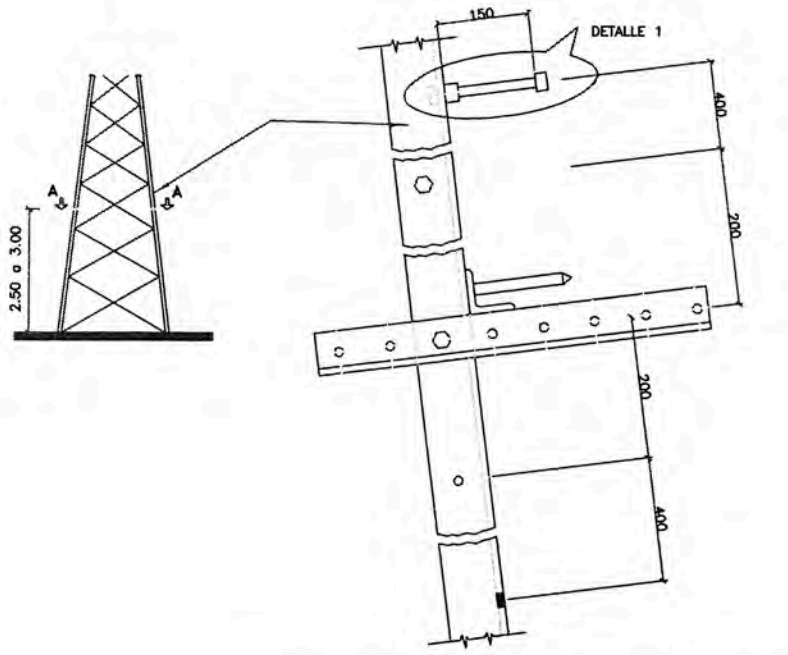
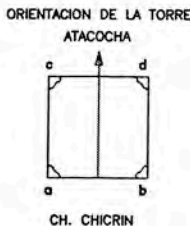
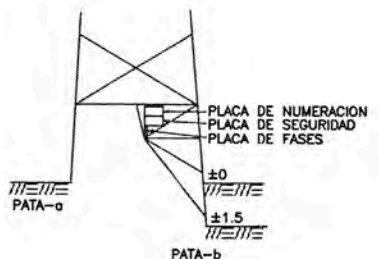
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISENADO:	J.M.M.
DESBUJADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

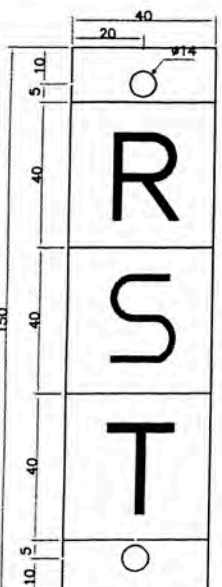
PROYECTO: LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCHA		PROYECTO N°: 9336
FOLIO N°: LT-115		FOLIO: 1/1
TITULO: ENSAMBLE DE CABLE DE GUARDA Y AMORTIGUADORES		ESTADO: INDICADA
		REVISADO: 0
		FORMATO: A-1
		ARCHIVO: 933661900.dwg



ENSAMBLE DE PLACAS

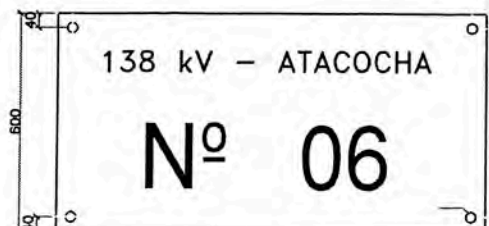
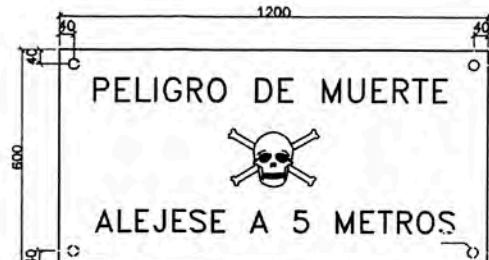


DISPOSITIVO DE ESCALAMIENTO Y ANTIESCALAMIENTO



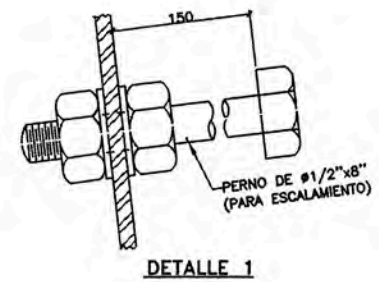
PLACA DE IDENTIFICACION DE FASES

- NOTAS:**
- 1.- El material será de plancha de aluminio anodizado de 2.0mm de espesor.
 - 2.- Las letras RST serán estampadas en alto relieve y pintado de color negro sobre fondo blanco, verde y rojo respectivamente.
 - 3.- El tamaño de las letras será tomado en cuenta la escala de este plano.
 - 4.- La placa será colocada en todas las torres de la línea de transmisión.

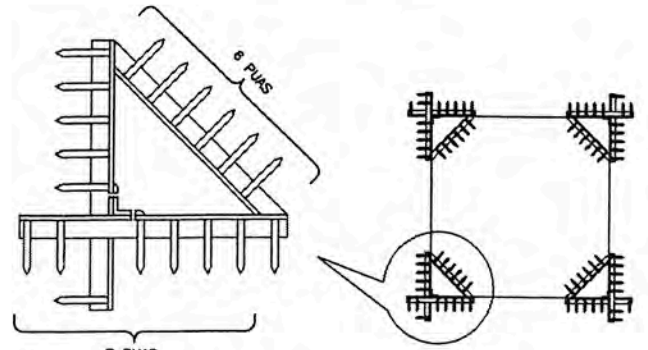


PLACAS DE SEGURIDAD Y NUMERACION

- NOTA:**
- 1.- El material será de plancha de aluminio anodizado de 2.0mm de espesor.
 - 2.- Las letras serán perforadas y el dibujo pintado en negro sobre fondo amarillo.
 - 3.- El trazo de las letras será uniforme y tomando en cuenta la escala de este plano.
 - 4.- Las placas serán colocadas en todas las torres de la línea de transmisión.



DETALLE 1



SECCION A-A
DETALLE DE ANTIESCALAMIENTO

- NOTA:**
- 1.- Todos las dimensiones están en milímetros

Nº	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB

REVISIONES

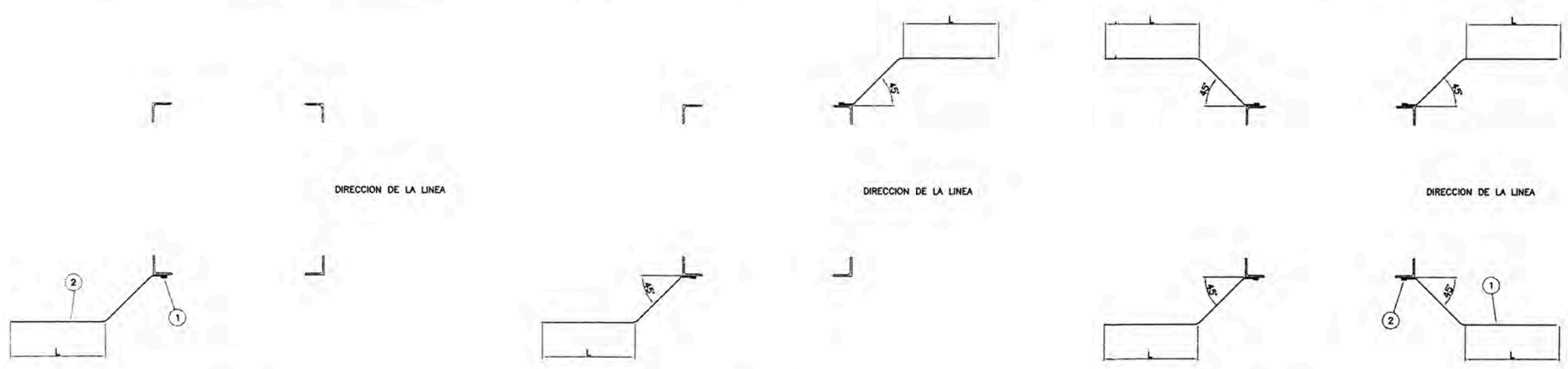


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO:	J.M.M.
DIBUJADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 kV - ATACOCHA
TÍTULO:	ESTRUCTURA DE ESCALAMIENTO, ANTIESCALAMIENTO, PLACA DE SEÑALIZACION Y SEGURIDAD

PROYECTO Nº:	9336
PLANO Nº:	LT-116
HOJA:	1/1
ESCALA:	S/E
REVISIÓN:	0
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933661910.dwg

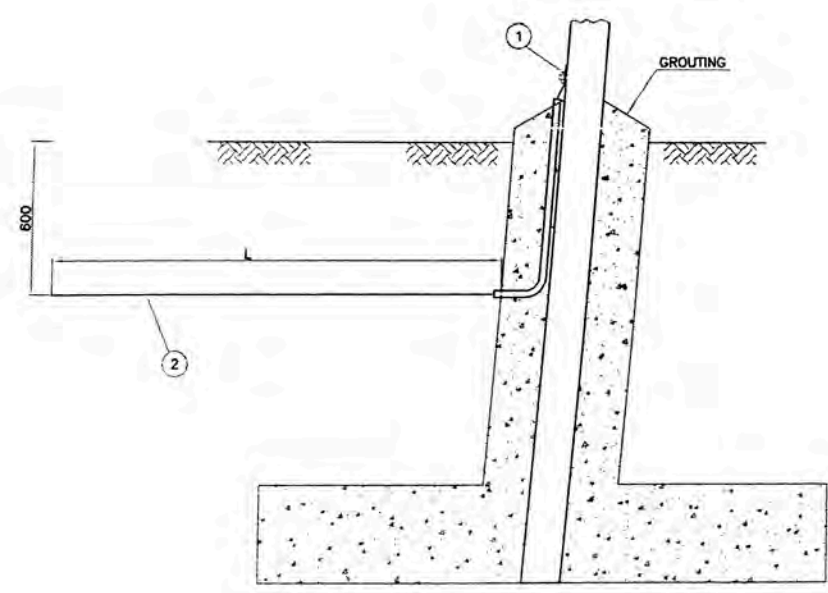


TIPO B1
CONTRAPESO SIMPLE

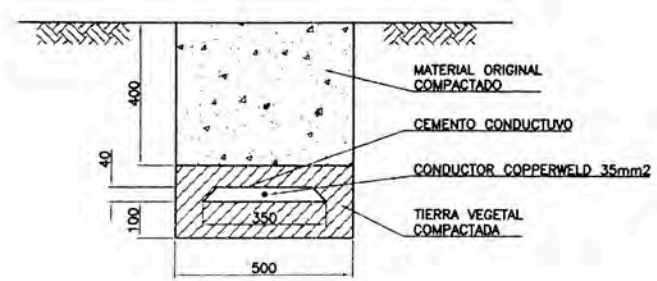
TIPO B2
CONTRAPESO DOBLE

TIPO B4
CUATRO CONTRAPESOS

TIPOS DE PUESTA A TIERRA



DETALLE TIPICO DE CONEXION A TIERRA EN ESTRUCTURA METALICA



DETALLE DEL RELLENO

TABLA DE UTILIZACION	
RESISTIVIDAD DEL TERRENO (Ohm-m)	TIPO DE PUESTA A TIERRA
HASTA 375	B1
HASTA 700	B2
MAYOR A 700	B4

RELACION DE MATERIALES				
ITEM	DESCRIPCION	TIPO DE P.A.T.		
		B1	B2	B4
1	CONECTOR CONDUCTOR ESTRUCTURAS	1	2	4
2	CONDUCTOR COPPERWELD 35mm ²	Hasta 30 m	Hasta 60 m	Hasta 120 m
3	CEMENTO CONDUCTIVO BOLSA x 25 kg	SEGUN REQUERIMIENTO		
4	TIERRA VEGETAL (DE CHACRA)	SEGUN REQUERIMIENTO		

NOTA:
1.-TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS, EXCEPTO LAS INDICADAS.

N°	FECHA	DESCRIPCION	POR	APROB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

DISEÑADO:	J.M.M.
DIBUJADO:	J.M.M.
REVISADO:	J.M.M.
FECHA:	FEB. 2007

PROYECTO:	LINEA DE TRANSMISION 138 KV - ATACOCCHA
TRABAJO:	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

PROYECTO N°:	9336
PLANO N°:	LT-117
HOJA:	1/1
ESCALA:	INDICADA
REDA:	0
FORMATO:	A-1
ARCHIVO:	933661920.dwg