

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“PROYECTO DE REFORZAMIENTO DEL
SISTEMA ELECTRICO EN 10kV DE LA MINA
TINTAYA.”**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

JAVIER ALFREDO SANTA MARIA FUSTER

PROMOCION 2003-I

LIMA-PERU

2007

CONTENIDO

	Pág.
PROLOGO	1
CAPITULO I - INTRODUCCIÓN	2
Condición Actual	2
Justificación del Proyecto	3
Objetivo del Informe	3
Alcance del Proyecto	4
CAPITULO II - DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	5
2.1. ESTRUCTURA DESGLOSABLE DE TRABAJO (EDT)	5
2.2. PARTES QUE COMPONEN AL PROYECTO	14
2.2.1. Nuevo punto de Alimentación	14
2.2.2. Sistema de Electroductos	14
2.2.3. Sistema de Cables Alimentadores	15
2.2.4. Sistema de Refuerzo de Líneas	15
2.2.5. Equipos de Seccionamiento	16
2.2.6. Etapas de la Ejecución del Proyecto:	16
CAPITULO III - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO	18
3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO	18
3.1.1. Normas Aplicables	18
3.1.2. Condiciones Ambientales:	19
3.1.3. Condiciones de Operación y Valores Nominales	19
3.1.4. Descripción y Características del Equipo o Material.	19
3.1.5. Controles y Pruebas de Fabricacion	19
3.1.6. Información Tecnica requerida para cada producto	20
3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE	20
3.2.1. Inspección	20
3.2.2. Ingeniería de Obra	21
3.2.3. Servidumbre	23
3.2.4. Excavación	25
3.2.5. Izaje y Cimentación de Postes	26
3.2.6. Armados de Estructuras	27

II

3.2.7.	Retenidas	30
3.2.8.	Puesta a Tierra	31
3.2.9.	Aisladores y Accesorios	32
3.2.10.	Tendido y Flechado de Conductores	33
3.2.11.	Cables y Terminales de Media Tensión	39
3.2.12.	Ductos y Buzones	44
3.2.13.	Inspección y Pruebas	45
CAPITULO IV - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO		48
4.1.	DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD	48
4.2.	CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR	53
4.2.1.	Objetivo	53
4.2.2.	Características del Conductor AAAC.	53
4.2.3.	Esfuerzos máximos en el Conductor	54
4.2.4.	Hipótesis de Estado	55
4.2.5.	Fórmulas Consideradas	57
4.2.6.	Símbolos y Esquema Considerado	62
4.2.7.	Tensiones y Vibraciones del Conductor	62
4.3.	SELECCIÓN DE ESTRUCTURA	64
4.3.2.	Selección de la longitud de la estructura	64
4.3.3.	Selección de la capacidad mecánica de la estructura	64
4.4.	CÁLCULO MECÁNICO DE POSTES	65
4.4.1.	Objeto	65
4.4.2.	Factores de Seguridad	65
4.4.3.	Formulas Aplicables	66
4.4.4.	Características de los Postes de Madera:	68
4.4.5.	Simbología	68
4.4.6.	Cuadro de prestaciones de estructuras	69
4.5.	RETENIDAS	70
4.6.	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	70
4.7.	PUESTA A TIERRA	71
4.8.	NIVEL DE AISLAMIENTO	72
4.8.1.	Criterios para la Selección del Nivel del Aislamiento	72
4.8.2.	Factor de corrección por altitud	73
4.8.3.	Contaminación Ambiental	74

III

4.8.4.	Tensiones de Sostenimiento	75
4.8.5.	Conclusión	75
CAPITULO V - ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DEL PROYECTO		77
CONCLUSIONES		79
BIBLIOGRAFÍA		81
ANEXO I	PLANOS	
ANEXO II	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS	
ANEXO III	CÁLCULOS DE ESTRUCTURAS	

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1 Estructura desglosable del Proyectos

Figura 2 Diagrama de Gantt del Proyecto

Figura 3 Diagrama de disposición del conductor en vano desnivelado

Tabla 1 Diccionario del EDT (paginas 7 al 10)

Tabla 2 Lista de entregables (paginad 11 al 13)

Tabla 3 Espaciamiento para conductor de sección 4/0 AWG

Tabla 4 Numero de amortiguadores en cada extremo del vano

Tabla 5 Prestaciones de Estructuras

Tabla 6 Niveles de Aislamiento

Tabla 7 Características de los Aisladores de Porcelana

PROLOGO

La expansión económica mundial en la que nos encontramos, trae consigo un incremento constante en el consumo de materias primas necesarias para dicha expansión. Este aumento obliga al mundo buscar satisfacer dichas necesidad para que el crecimiento continúe.

Dentro del rubro de materias primas metálicas se encuentra el cobre, y el Perú es un abastecedor mundial importante de este mineral. Por ello la importancia de hacer esfuerzos para poder contribuir con el abastecimiento mundial de dicho metal. Consiente de ello Xstrata Copper, mediante su mina Tintaya, viene ejecutando el reflotamiento y la ampliación de sus equipos para incrementar la capacidad de minado; dentro de esta ampliación y para poder abastecer de energía a dichos equipos, es necesario contar con un sistema eléctrico, confiable, estable y seguro.

El presente informe consiste en describir el desarrollo del proyecto de reforzamiento del sistema eléctrico de 10 kV en la fase de ejecución, además, enunciar algunas de las especificaciones técnicas requeridas para la correcta ejecución del mismo y presentar cálculos básicos para el diseño de las líneas aéreas como parte del proyecto. Los que serán tratados en V Capítulos comenzando con la Introducción para finalizar con el Análisis Costo Beneficio.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

El presente informe pretende exponer la ejecución del proyecto Reforzamiento del Sistema Eléctrico de 10 kV de la zona operacional de minado de la Mina Tintaya, ubicada en el distrito de Yauri, provincia de Espinar, Departamento del Cusco, propiedad de la Cia. Minera XSTRATA TINTAYA S.A., desde la fase de planificación hasta la entrega de obra.

Asimismo, se presenta las principales especificaciones que cubren las condiciones técnicas requeridas para el desarrollo del proyecto y los cálculos básicos que se utilizan para el diseño de líneas primarias aéreas.

Condición Actual

La Cia. Minera XSTRATA TINTAYA S.A. ha decidido llevar a cabo el reforzamiento del sistema eléctrico de 10 kV de la zona operacional de minado de Mina TINTAYA, por resultar la opción más conveniente para poder atender el crecimiento de la carga de la mina con el incremento de equipamiento previsto.

A la fecha, el proyecto de reforzamiento de la línea de 10 kV se encuentra en ejecución, pero aún el sistema viene operando en las condiciones iniciales, con la configuración en anillo cerrado con 2 alimentadores que son servidos provisionalmente desde una celda existente en la Barra de Óxidos de Tintaya. Las dos líneas de alimentación recorren por caminos separados, desde su punto de

inicio en las cercanías de la Subestación Principal de la Planta de Sulfuros, hasta dos celdas montadas al exterior, equipadas con interruptores automáticos identificados como CB-20 y CB-22.

Justificación del Proyecto

Este proyecto es necesario para cubrir el incremento de carga eléctrica en la zona operacional minera como resultado de la entrada en operación de una pala eléctrica (P&H 2300XP, Equipo 2040) y a las ampliaciones en el sistema de drenaje, asimismo se busca mejorar el estado del sistema eléctrico de Mina Tintaya en términos de confiabilidad, estabilidad y seguridad.

El riesgo de no ejecutar este proyecto sería la inoperatividad de la pala eléctrica, ya que el aumento de carga que implica, no podría sostenerse en el sistema actual.

Objetivo

- El proyecto tiene por objetivo desarrollar la ingeniería planteada para el reforzamiento del sistema de distribución eléctrica dentro de la operación minera, debido al incremento de carga. Principalmente por la entrada en operación de una pala eléctrica P&H 2300 de 940 kVA.
- Describiremos entonces, las fases de la ejecución del proyecto de reforzamiento del sistema eléctrico de la mina Tintaya, y un esquema de desarrollo del proyecto como herramienta para una mejor gestión del mismo.

Alcance del Proyecto

La ejecución del Proyecto contempla lo siguiente:

- a.- Implementación de sistemas de ductos y buzones para la instalación de nuevos alimentadores que se implementaran en una segunda fase hacia las líneas aéreas reforzadas
- b.- Desconexión de Alimentador aéreo provisional existente desde circuito de Planta de Sulfuros.
- c.- Tendido de nuevo alimentador aéreo al CB-20 consistente en doble línea aérea en postes de madera.
- d.- Interconexión hacia la celda CB-20
- e.- Reubicación de postes e interconexión aérea entre la barra de Óxidos y las nuevas líneas aéreas de alimentación a la celda CB-20.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en reforzar la alimentación del sistema eléctrico de la zona operacional de minado de la Mina Tintaya, las actividades a desarrollarse en la ejecución del proyecto se detallan mas adelante.

Dicha ejecución es liderada por el Superintendente de Mantenimiento Eléctrico y el Jefe del Departamento Eléctrico de Xstrata Tintaya, bajo la supervisión directa del Supervisor Senior de Mantenimiento Eléctrico Mina y la asistencia del Planner de Mantenimiento Eléctrico.

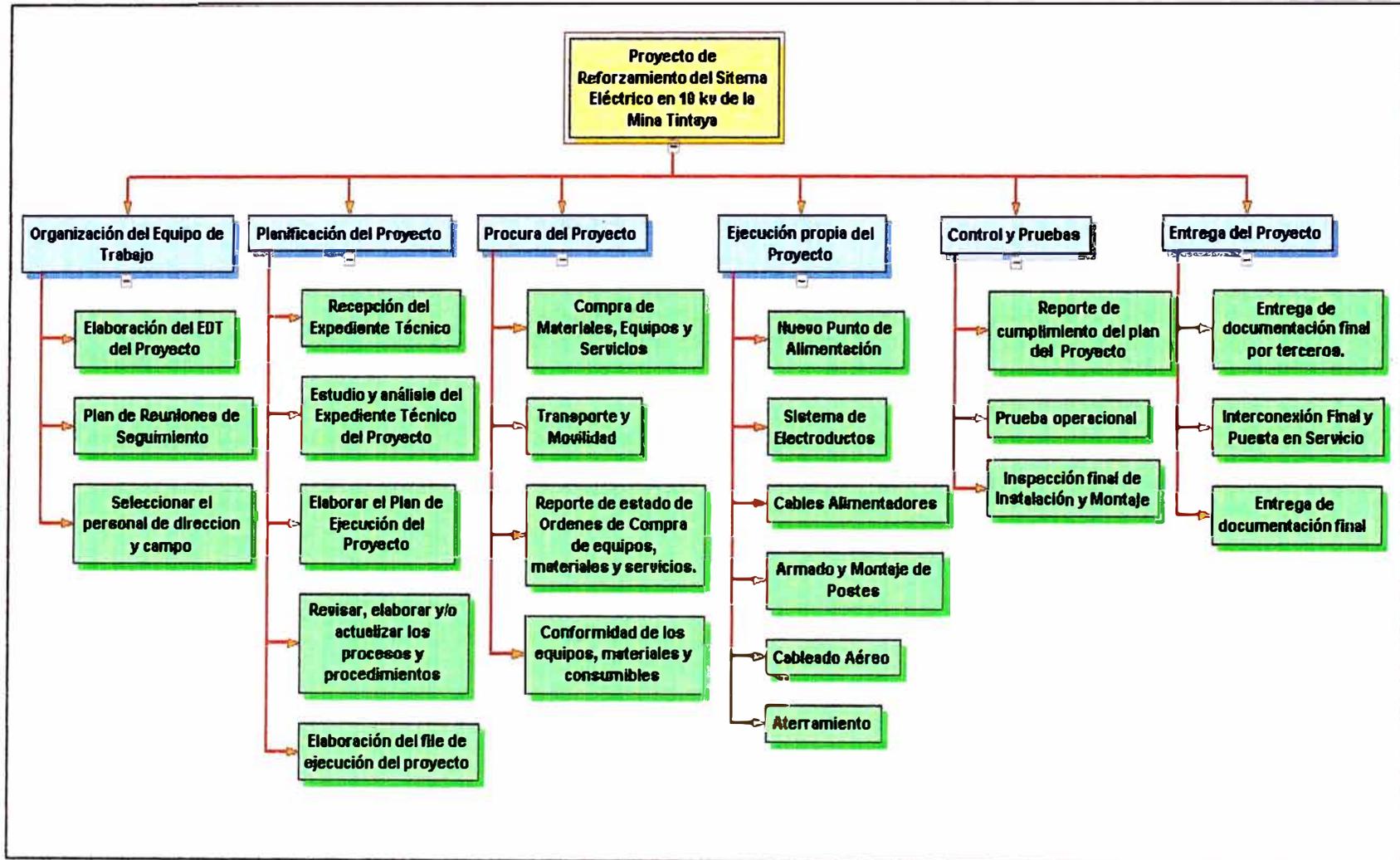
Para un mejor desarrollo del proyecto es importante usar herramientas que permitan una gestión más eficiente. Una de estas herramientas es el uso del EDT.

2.1. ESTRUCTURA DESGLOSABLE DE TRABAJO (EDT)

La elaboración del EDT permite identificar el Alcance real del Proyecto de manera que ningún aspecto importante quede fuera del mismo, y pueda ocasionar retrasos una vez iniciado su ejecución. El EDT (Estructura Desglosable del Trabajo) elaborado para el presente Proyecto se muestra en la *figura 1* de la pagina siguiente.

Cada EDT debe contar con un diccionario y una lista de entregables (*ver tablas 1 y 2*).

Figura 1. Estructura Desglosable del Trabajo (EDT) para la ejecución del Proyecto



Elaboración propia

DICCIONARIO DEL EDT

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACION
<i>Proyecto de Reforzamiento del Sistema Eléctrico en 10 kv de la Mina Tintaya</i>			
1 Organización del Equipo de Trabajo			
1.1	Elaboración del EDT del Proyecto	El Equipo de Trabajo se encargará de elaborar el EDT de esta Fase del Proyecto, brindando la información necesaria para su interpretación efectiva; en el cual se indicaran los flujos a seguir durante la ejecución del mismo, de esta manera se define el alcance total del proyecto.	Documento firmado por el Superintendente responsable del Proyecto; el cual será distribuido de manera física y electrónica a los responsables de las diferentes fases del proyecto.
1.2	Plan de Reuniones de Seguimiento	El Equipo de Trabajo debe elaborar un Plan periódico de Reuniones para el seguimiento de las actividades derivadas del Gantt del Proyecto; a fin de tomar las acciones pertinentes.	Documento firmado por el Superintendente responsable del Proyecto y distribuido a los distintos responsables dentro del proyecto; además, después de cada reunión se levantará un "Acta de Reunión" con los diferentes puntos acordados.
1.3	Seleccionar el personal de dirección y campo	El Equipo de Trabajo seleccionará a las personas responsables de la dirección y campo de las diferentes fases/etapas del proyecto en función a la Descripción del Puesto.	Documento firmado por el Superintendente responsable del Proyecto y persona designada a determinada actividad; como constancia de aceptación.
2 Planificación del Proyecto			
2.1	Recepción del Expediente Técnico	El Planner coordinará, junto al Supervisor Senior, la recepción del documento solicitado a la empresa consultora encargada de elaborar el expediente técnico del Proyecto, e informará al Superintendente de su conformidad	Documento que indique la recepción del Expediente Técnico, conforme a lo solicitado por Minera Xstrata Tintaya S.A. Será Avalado con la firma del Superintendente de Mantenimiento Eléctrico, como responsable del Proyecto.
2.2	Estudio y análisis del Expediente Técnico del Proyecto	El Equipo de Trabajo conformado por el Planner y el Supervisor Senior y líderes de Guardia, realizará un estudio del expediente entregado por el consultor externo, luego de hacer el análisis acordarán las modificaciones y adaptaciones del expediente a la realidad en la que se desarrolla la mina.	Documento que indique los acuerdos tomados respecto a las modificaciones y adaptaciones hechas al expediente técnico presentado por el consultor. Por ejemplo: La configuración del tipo de armado para postes de bajada.

DICCIONARIO DEL EDT

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACION
2.3	Elaborar el Plan de Ejecución del Proyecto	Establecer los tiempos de ejecución de cada una de las actividades y plazos máximos permisibles de entrega; indicando los responsables y recursos.	Documento indique el plan de gestión del proyecto, que incluya un Diagrama de Gantt en MS Project a todos los responsables.
2.4	Revisar, elaborar y/o actualizar los procesos y procedimientos	Revisar, elaborar y/o actualizar en coordinación con el personal involucrado, los procedimientos estandar de trabajo.	Procedimientos firmados por el Supervisor Senior responsable directo de la ejecución del proyecto, para su posterior distribución.
2.5	Elaboración del file de ejecución del proyecto	Elaborar un "File General" recopilando información de todas las áreas involucradas en el proyecto. Este file se continua alimentando hasta el cierre del Proyecto.	Archivo Físico y Electrónico, donde figure la relación de todos los documentos con los que se cuenta para la realización del proyecto. Este documento será Controlado por el Planner de Mantenimiento
3	<i>Procura del Proyecto</i>		
3.1	Compra de Materiales, Equipos y Servicios.	Se refiere a la adquisición de todos los equipos y materiales necesarios para la ejecución del proyecto de acuerdo al expediente técnico y estudio de adaptación elaborado previamente; estará a cargo del Planner de Mantenimiento quien coordinara estas compras con el Dpto de Logística y Contratos.	Ordenes de Compras y Servicios, elaborados por el Dpto de Compras y por el Area de Contratos respectivamente, y donde se consignan los datos necesarios para la obtención del bien (equipo, cantidad, unidad, costo, punto de llegada, proveedor, medio de transporte, otros)
3.2	Transporte y Movilidad	Se realizara en coordinación con el seguidor de Logística y se refiere a la movilidad y/o tipo de transporte utilizado en la procura de los materiales. Será el Planner responsable de definir el tipo de transporte utilizado para cada material en específico.	Copias de las guías entregadas por el operador logístico asociado a Xstrata Tintaya referente a los materiales adquiridos para el proyecto.
3.3	Reporte de estado de Ordenes de Compra de equipos, materiales y servicios.	Hacer seguimiento (empleando el Gantt del Proyecto) de las compras efectuadas y los servicios solicitados, de tal manera que las entregas sean dentro de los plazos establecidos y de acuerdo a los presupuestado.	Documento elaborado por el Planner y presentada en cada reunión programada en el plan de reuniones y cuya conformidad se hará efectiva por la firma del Superintendente responsable del proyecto.

DICCIONARIO DEL EDT

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACION
3.4	Conformidad de los equipos, materiales y consumibles	Elaborar un registro de los equipos y materiales ingresados al Almacen, que indique el cumplimiento de las especificaciones presentes en el expediente tecnico y dadas por Xstrata Tintaya. Como certificación de calidad, manuales, hojas MDS, etc.	Registro de conformidad firmado por el responsable de la Procura, en este caso del Planner de Mantenimiento.
4	<i>Ejecución, Fabricación y Montaje</i>		
4.1	Nuevo Punto de Alimentacion	El nuevo punto de alimentación prevista esta constituido por 2 nuevas celdas de 10 kv que serán implementadas en la sala eléctrica de óxidos.	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.
4.2	Sistema de Electroductos	Es el sistema que permitirá interconectar con los cablea alimentadores, la sala eléctrica con las líneas aéreas previstas como refuerzo del sistema. Este sistema se Iniciará con un tramo de bandejas existentes, adicionando otros tramos hasta interconectar con los electroductos, hasta el pie de las líneas aéreas.	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.
4.3	Cables Alimentadores	Se trata de 3 ternas de cables de 120 mm ² , de la misma sección del alimentador existente que conectaran a las celdas nuevas con cada una de las líneas aéreas del refuerzo del sistema.	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.
4.4	Armado y Montaje de Postes	Se trata del armado de cada poste, con la ferreteria adecuada y su posterior montaje, de acuerdo con lo consignado en el expediente tecnico y en el estudio de adaptación del mismo expediente.	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.
4.5	Cableado Aereo	Es el cableado aereo con el conductor especificado en el expediente tecnico, y consta de cuatro líneas de 10kv, dos por cada alimentador. Este fase implica el retiro de algunas líneas existentes y la independizacion de la alimentacion a la Planta de Aguas, Almecen y Talleres	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.
4.6	Aterramiento	Se refiere a la construccion del sistema de proteccion de pozos a tierra a lo largo de las nuevas líneas aéreas, asi como en los puentes de alimentación.	Registro de Ejecución de Trabajo, el cual deberá estar firmado por el Supervisor Senior.

DICCIONARIO DEL EDT

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN	CRITERIO DE ACEPTACION
5	<i>Control y Pruebas</i>		
5.1	Reporte de cumplimiento del plan del Proyecto	Llevar a cabo el control de los procedimientos y estandares fijados en el plan de ejecución del proyecto.	Registro (Check list) de control de trabajo y procedimientos firmados por el Supervisor encargado.
5.2	Prueba operacional	Llevar a cabo las pruebas exigidas por la Norma Técnica aplicada; así como, las pruebas requeridas por Xstrata Tintaya.	Registro de "Prueba Operacional"; el cual debe estar firmado por el contratista responsable y el Supervisor Senior.
5.3	Inspeccion final de Instalacion y Montaje	Inspeccionar (ya sea visual o con ayuda de algun instrumento) las condiciones finales del trabajo ejecutado.	Registro (Check List) de "Inspección Final del Proyecto"; el cual debe estar firmado por el Superintendente del Proyecto.
6	<i>Entrega del Proyecto</i>		
6.1	Entrega de documentacion final elaborada por terceros.	En cada sub fase del proyecto en la que intervenga un tercero, éste debera presentar una constancia de entrega de que los servicios o equipos, han sido elaborados o fabricados, de acuerdo a las especificaciones presentes en el expediente tecnico o dadas por Xstrata Tintaya.	Documento "Constancia de entrega de Servicio"; el cual debe estar firmado por el representante de la Empresa Contratista y el Supervisor Senior.
6.2	Interconexion Final y Puesta en Servicio	Una vez ejecutado el 100% de la obra y estando conforme con la recepcion de los sericios proporcionados por terceros se procederá con la interconexion y puesta en servicio del nuevo sistema en coordinacion con el Area operativa.	Pruebas operacionales conforme al Diseño del proyecto.
6.3	Entrega de documentacion final	Entregar al Cliente la documentación de los principales topicos empleados durante el Proyecto (planos, normas, cálculos, normas anuales y consideraciones)	Documento "Constancia de entrega del Proyecto"; el cual debe estar firmado por el Superintente responsable del proyecto,

LISTA Y CODIFICACIÓN DE ENTREGABLES

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	CODIGO
<i>Proyecto de Reforzamiento del Sistema Electrico en 10 kv de la Mina Tintaya</i>			
1 Organización del Equipo de Trabajo			
1.1	Elaboración del EDT del Proyecto	El documento debe contar con toda la información pertinente a la etapa de ejecución del Proyecto, EDT (WBS), De esta manera se define el alcance total del proyecto.	TINT-RFL-001-07
1.2	Plan de Reuniones de Seguimiento	El documento debe indicar las fechas en las cuales se llevarán a cabo las reuniones de seguimiento, indicando las personas que estan obligadas a asistir; así mismo, el Acta de Reuniones luego del levantamiento de la sesion debe contemplar todos los acuerdos a los cuales se llegaron.	TINT-RFL-002-07
1.3	Seleccionar el personal de direccion y campo	El documento debe indicar para que actividad ha sido asignada la persona de la referencia y a quien debe reportar. Ademas debe estar bien definido las funciones y sus responsabilidades	TINT-RFL-003-07
2 Planificacion del Proyecto			
2.1	Recepcion del Expediente Técnico	El Documento debe indicar la recepcion del documento solicitado a la empresa consultora encargada de elaborar el expediente tecnico.	TINT-RFL-004-07
2.2	Estudio y analisis del Expediente Tecnico del Proyecto	El documento debe contener los acuerdo tomados en base al estudio del expediente entregado por el consultor externo, en dicho documento deben encontrarse las modificaciones, adaptaciones del expediente a la realidad en la que se dasarrolla la mina.	TINT-RFL-005-07
2.3	Elaborar el Plan de Ejecución del Proyecto	El documento debe detallar las fechas en las cuales se iran desarrollando cada una de las diferentes actividades, indicando las personas responsables de la ejecución; asi como, los recursos que seran necesario, esto en base al Estudio del expediente tecnico.	TINT-RFL-006-07
2.4	Revisar, elaborar y/o actualizar los procesos y procedimientos	Los procedimientos de trabajo deben contemplar todo lo que concierne a la ejecución de la actividad; teniendo en cuenta el cumplimiento de las especificaciones y normas de seguridad.	TINT-RFL-007-07

LISTA Y CODIFICACIÓN DE ENTREGABLES

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	CODIGO
2.5	Elaboración del file de ejecucion del proyecto	El documento debe contar con la información requerida para la ejecución del proyecto desde su etapa inicial del proyecto como lo son el EDT, Gantt, acuerdos, recepción de otros documentos, hasta las pruebas finales del comisionado y puesta en servicio.	TINT-RFL-008-07
3	<i>Procura del Proyecto</i>		
3.1	Compra de Materiales, Equipos y Servicios.	El documento contiene todos los datos necesarios para una compra comercial (equipo, cantidad, unidad, costo, punto de llegada, proveedor, medio de transporte, otros)	TINT-RFL-009-07
3.2	Transporte y Movilidad	El documento debe especificar el porque del uso de la movilidad y/o tipo de transporte utilizado.	TINT-RFL-010-07
3.3	Reporte de estado de Ordenes de Compra de equipos, materiales y servicios.	El documento debe contener toda la información y cumplir con los plazos establecidos en la Orden de Compra	TINT-RFL-011-07
3.4	Conformidad de los equipos, materiales y consumibles	El documento debe contener el listado completo de materiales para la obra y las certificaciones de calidad de cada uno de ellos.	TINT-RFL-012-07
4	<i>Ejecución propia del Proyecto</i>		
4.1	Nuevo Punto de Alimentacion	El documento debe mostrar explícitamente la conformidad de los Planos recibidos; así mismo, la firma de ambas partes.	TINT-RFL-013-07
4.2	Sistema de Electroductos	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-014-07
4.3	Cables Alimentadores	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-015-07
4.4	Armado y Montaje de Postes	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-016-07
4.5	Cableado Aereo	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-017-07

LISTA Y CODIFICACIÓN DE ENTREGABLES

WBS	NOMBRE DE LA TAREA	DESCRIPCIÓN DEL DOCUMENTO	CODIGO
4.6	Aterramiento	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-018-07
5	<i>Control y Pruebas</i>		
5.1	Reporte de cumplimiento del plan del Proyecto	Documento que debe contener el informe de la evaluación hecha en todos los puntos de control definidos en el plan del proyecto adjuntando los reportes (check list) completados.	TINT-RFL-019-07
5.2	Prueba operacional	El documento debe contemplar todos los pasos a seguir para la ejecución de la prueba operacional, indicado en el Expediente Técnico y por Xstrata Tintaya.	TINT-RFL-020-07
5.3	Inspeccion final de Instalacion y Montaje	El documento es un check list de inspección donde se indican los principales puntos a evaluar / considerar.	TINT-RFL-021-07
6	<i>Entrega del Proyecto</i>		
6.1	Entrega de documentacion final elaborada por terceros.	El documento es una constancia de entrega de los servicios o equipos, elaborados o fabricados por terceros; según las especificaciones dadas en el expediente tecnico y por Xstrata Tintaya; en éste también se encuentra toda la información del Proyecto.	TINT-RFL-022-07
6.2	Interconexion Final y Puesta en Servicio	El documento debe indicar el tiempo empleado para la ejecución, materiales, personal involucrado, equipos utilizados, EPP's y herramientas.	TINT-RFL-023-07
6.3	Entrega de documentacion final	El documento es una constancia de entrega del Proyecto según las especificaciones dadas durante el proyecto; en éste también se encuentra toda la información del Proyecto incluidos los valores obtenidos una vez puesto el nuevo sistema en servicio.	TINT-RFL-024-07

2.2. PARTES QUE COMPONEN AL PROYECTO

2.2.1. Nuevo punto de Alimentación

El proyecto considera la desactivación del actual punto de alimentación al sistema eléctrico de 10 kV de la mina. El nuevo punto de alimentación previsto esta constituido por 2 nuevas celdas de 10 kV que serán implementadas en la sala eléctrica de óxidos, adyacentes a las dos celdas que a la fecha se encuentran instaladas, previstas para el proyecto de compensación reactiva en 10 kV pero que esta en “*stand-by*”. Estas celdas no están operativas y sus barras no están conectadas a la red de 10 kV

El nuevo punto de alimentación incluye el acondicionamiento de las celdas existentes para que se conecten a la barra de 10 kV y alimentar así a las dos nuevas celdas que se prevén en este proyecto cuyas barras también deben interconectarse. Considera que el anillo de mina se conectara a las celdas 52-F5 y 52-F6 proyectadas, de las mismas características de las existentes.

2.2.2. Sistema de Electroductos

Para la alimentación desde el nuevo punto de alimentación para el anillo de 10 kV de mina se ha considerado la utilización parcial de la bandeja existente bajo la sala eléctrica, y tramo de bandeja porta cables nuevo para interconectar la sala eléctrica con el primer buzón del sistema de electroductos que llevara los cables alimentadores desde las nuevas celdas hasta cada línea aérea prevista como refuerzo del sistema.

En los **Anexos** se muestra el plano del recorrido y detalles de ductos y buzones, debiendo precisar que se han considerado 7 nuevos buzones de concreto con entrada de hombre y los respectivos bancos de ductos bajo piso para interconectarlos. Para los casos de cruzada de vías se ha previsto el refuerzo de acero para el tramo que recorre la respectiva cruzada de vía.

2.2.3. Sistema de Cables Alimentadores

Se ha considerado para el refuerzo del sistema eléctrico de 10 kV de la mina, que cada línea aérea sea conectada mediante 3 ternas de cables de la misma sección del alimentador existente a fin de reducir a la mitad la impedancia de cada alimentador al CB-20 y CB-22. La sección de cada alimentador a las líneas aéreas será de 3 ternas de 120 mm² aplicados por la razón que se indica en el párrafo anterior.

2.2.4. Sistema de Refuerzo de Líneas

Para el refuerzo de las líneas se ha considerado el siguiente esquema:

- a. Implementación de nuevo alimentador con doble línea aérea de 10 kV sobre postes de madera que conectara directamente el nuevo punto de alimentación con la celda CB-20. El alimentador actual quedará como respaldo para cualquier emergencia, con su seccionador abierto y bloqueado en esa posición.
- b. Implementación de línea nueva paralela a la existente que conecta actualmente la celda CB-22

Ambas líneas serán con postes de madera con configuración similar a las existentes, con estructuras armadas sobre el perfil del trazo desarrollado por LA EMPRESA.

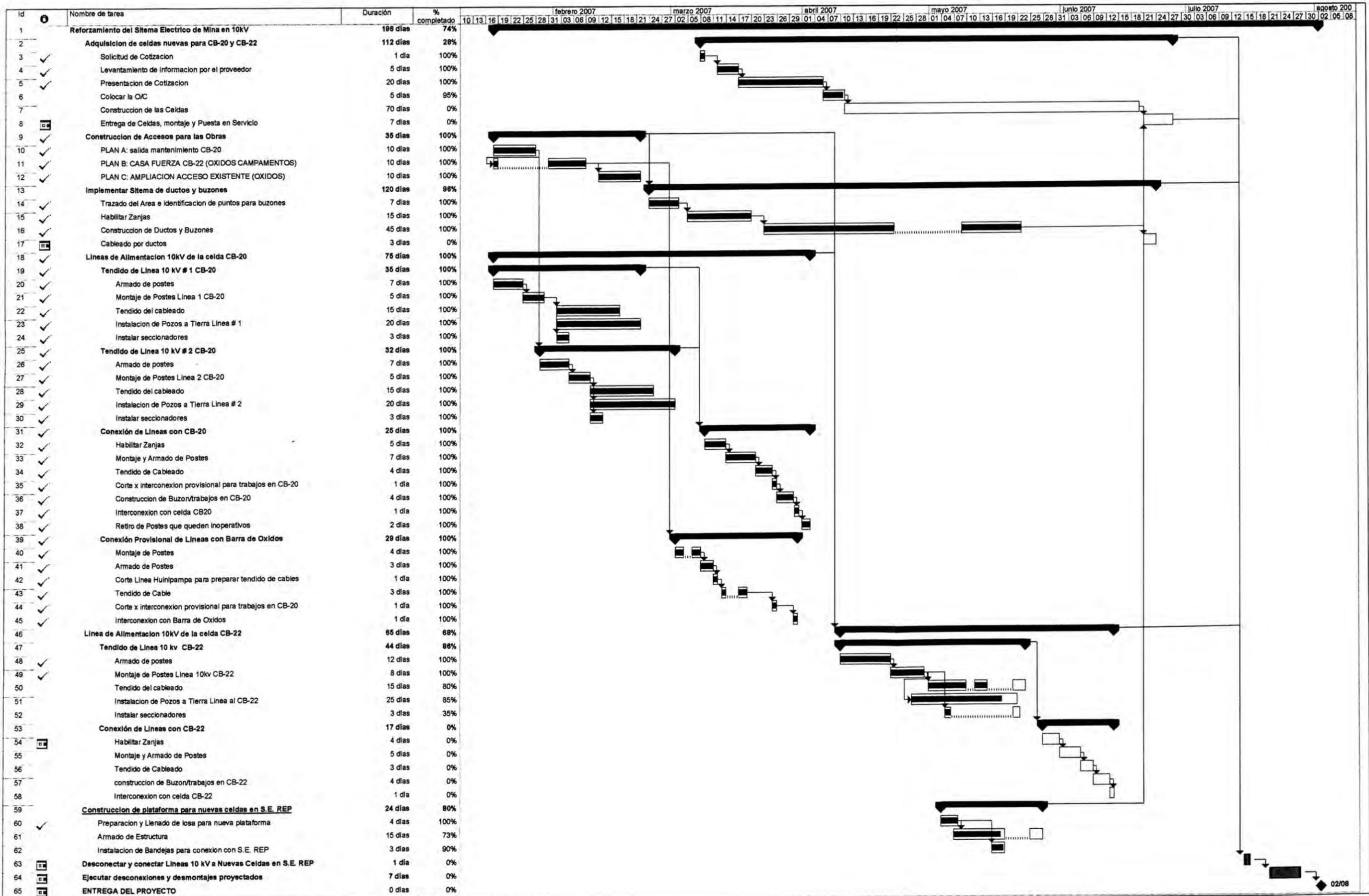
2.2.5. Equipos de Seccionamiento

El proyecto contempla la reutilización de aquellos seccionadores existentes que como parte de este proyecto sean desactivados. Antes de la reutilización se ha previsto que dichos seccionadores reciban un mantenimiento general que no forma parte del proyecto y que deberá ser hecho como parte del mantenimiento eléctrico del sistema existente por cuenta de LA EMPRESA.

2.2.6. Etapas de la Ejecución del Proyecto:

Para ejecutar el proyecto en conjunto se han planteado considerar las siguientes etapas, cabe resaltar que la ejecución del proyecto es llevado netamente por el personal de Mantenimiento Eléctrico, bajo la dirección del Supervisor Senior de Mantenimiento.

(A continuación se muestra el Diagrama de Gantt del Proyecto)



Proyecto: Proyecto de reforzamiento de sistema eléctrico de mina en 10kV
 Fecha: mar 08/01/08

Tarea: [Barra blanca] Progreso [Barra gris] Resumen [Barra negra] Tareas externas [Barra blanca con borde] Fecha límite [Barra blanca con borde]

División: Hito [Barra negra con triángulo] Resumen del proyecto [Barra negra con triángulo] Hitos externos [Barra blanca con triángulo]

CAPITULO III

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

Para que el proyecto sea ejecutado de manera correcta y se pueda cumplir con la funcionalidad requerida, es importante que los productos y materiales que se usaran en el proyecto certifiquen cierto estándar de calidad. Para ello es necesario contar con especificaciones técnicas que nos permitan conseguir, tanto en la procura como en el montaje, con dichos estándares. A continuación se muestran las especificaciones técnicas para algunos de los productos y materiales que se requieren en el proyecto.

3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

Las especificaciones del Suministro cubren las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, inspección, pruebas y/o entrega de los productos o materiales que se utilizaran en el Proyecto de Refuerzo del Sistema Eléctrico de 10 kV.

Las especificaciones técnicas de Suministro de los equipos críticos del proyecto se muestran en el Anexo II del presente informe.

A continuación enunciaremos aquello que dichas especificaciones deben contemplar:

3.1.1. Normas Aplicables

En este acápite se listan las normas aplicables específicas para cada equipo o material suministrado, así tenemos que en el caso de las Celdas o Gabinetes de alimentación usados en el Proyecto, se listan las normas ANSI C37 y NEMA SG.4 y SG.5 que

refieren a los Interruptores de Potencia, en cuanto a su definición, el ensamble de su estructura y la distribución de su barras de energía, etc.

3.1.2. Condiciones Ambientales:

Los equipos y materiales suministrados para el proyecto se instalaran en zonas con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud sobre el nivel del mar : hasta 4200 m
- Humedad relativa : 10 a 95%
- Temperatura ambiente : -10°C a 40 °C
- Precipitación pluvial : moderada a intensa

3.1.3. Condiciones de Operación y Valores Nominales

Los equipos y materiales tendrán condiciones de operación propias del sistema actual, por lo que en su diseño deberán cumplir con dichas condiciones como el nivel de tensión, la capacidad de corriente, el nivel de aislamiento, frecuencia de 60 HZ, etc.

3.1.4. Descripción y Características del Equipo o Material.

En las especificaciones técnicas del suministro se hará una breve descripción de cada equipo o material el cual debe ajustarse a la necesidad de uso. Por ejemplo los aisladores tipo poste serán de porcelana.

3.1.5. Controles y Pruebas de Fabricacion

En las especificaciones se mencionaran las pruebas que deben hacerse para cada material, las cuales certificaran su correcto diseño; además se indicara como presentar dichas pruebas para que Xstrata Tintaya de la conformidad.

3.1.6. Información Técnica requerida para cada producto

Cada producto suministrado deberá contar con una ficha técnica que resuma la información general del producto y lo tratado en cada especificación.

3.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE

Estas especificaciones cubren las condiciones técnicas requeridas para el montaje eléctrico del Proyecto de Refuerzo del Sistema Eléctrico de 10 kV de LA EMPRESA.

3.2.1. Inspección

1. Entrega de Planos

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

2. Ejecución del Replanteo

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

- Los ejes y vértices del trazo
- El (los) poste (s) de la (s) estructuras Los ejes de las retenidas, y los anclajes.

El replanteo será efectuado por personal experimentado empleando distanci6metros, equipos de estación total, teodolitos y otros instrumentos de Medición de probada

calidad y precisión para la determinación de distancias y ángulos horizontales y verticales. El replanteo se materializará en el terreno mediante:

- Hitos de concreto en los vértices, extremos de líneas y puntos de control importantes a lo largo del trazo.
- Estacas pintadas de madera en la ubicación y referencias para postes y retenidas.

Los hitos de concreto y estacas serán adecuadamente protegidos por el Contratista durante el periodo de ejecución de las obras. En caso de ser destruidos, desplazados o dañados por el Contratista o por terceros, serán de cuenta del Contratista el costo del reemplazo.

El Contratista, someterá a la aprobación de la Supervisión las planillas de replanteo de cada tramo, de línea de acuerdo con el cronograma de obra. La Supervisión, luego de revisarlas, aprobará las planillas de replanteo u ordenará las modificaciones que sean pertinentes. En los tramos donde, debido a modificaciones en el uso del terreno, fenómenos geológicos o errores en el levantamiento topográfico del proyecto, fuese necesario introducir variantes en el trazo, el Contratista efectuará tales trabajos de levantamiento topográficos, dibujo de planos y la pertinente localización de estructuras.

El costo de estos trabajos estará considerado dentro de la partida correspondiente al Replanteo Topográfico.

3.2.2. Ingeniería de Obra

1. Alcances

La Ingeniería de Detalle que corresponderá desarrollar al Contratista, comprenderá, sin ser limitativo, las siguientes actividades:

- Verificación del cálculo mecánico de conductores
- Verificación de la utilización de las estructuras en función de sus vanos característicos y las distancias de seguridad al terreno, a las edificaciones y entre conductores.
- Elaboración de la planilla final de estructuras como resultado del replanteo topográfico.
- Determinación de la cantidad final de materiales y equipos.
- Elaboración de planes de tendido de conductores, preparación de la tabla de tensado. En caso de utilizarse cadenas de suspensión, se elaborará, adicionalmente, las tablas de engrapado. Diseño y cálculo de las fundaciones de acuerdo con las condiciones reales del terreno.
- Diseño de la puesta a tierra de las estructuras de líneas primarias de acuerdo con los valores de resistividad eléctrica del terreno obtenidos mediante mediciones y según los criterios establecidos en el estudio definitivo.
- Coordinación de protección tomando en cuenta las características de los equipos tales como interruptores de potencia, seccionadores fusibles (cut-out), interruptores termomagnéticos y fusibles de baja tensión.
- Elaboración de planos "Conforme a Obra".
- Otros cálculos de justificación que solicite la Supervisión.

3.2.3. Servidumbre

El Contratista coordinará la servidumbre y derecho de paso; preparará la documentación a fin que el Propietario, previa aprobación de la Supervisión, proceda con las asignaciones que sean pertinentes de acuerdo a su procedimiento interno.

1. Derecho de servidumbre y de paso

De conformidad con la Ley de Concesiones Eléctricas y su reglamento, el Propietario asignará una servidumbre y derecho de paso en forma progresiva y de acuerdo con el Cronograma de obra y en función del avance de la gestión que realice el Contratista.

Sin embargo, si debido a dificultades no imputables al Propietario se produjeran retrasos en la obtención de tales derechos, el Contratista deberá continuar la ejecución de la obra, sin requerir pagos adicionales ni ampliaciones de plazo para terminar la obra, en los tramos de líneas donde estos derechos ya se hayan adquirido.

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

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

Las franjas de terreno sobre la que se ejercerá servidumbre serán de 5,5 m a cada lado del eje longitudinal de la línea.

2. Cruce con instalaciones de servicio

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

Cuando la Supervisión o las autoridades juzguen necesario mantener vigilantes para la protección de las personas o propiedades, o para garantizar el normal tránsito de vehículos, el costo que ello demande será sufragado por el Contratista.

El Contratista suministrará e instalará en lugares convenientes, los avisos de peligro y advertencia para garantizar la seguridad de las personas y vehículos.

3. Limpieza de la franja de servidumbre

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

Los árboles y arbustos talados serán retirados de la franja de servidumbre y se depositarán en lugares aprobados por el propietario.

4. Daños a Propiedades

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

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

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

3.2.4. Excavación

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

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

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión, los métodos y plan de excavación que empleará en el desarrollo de la obra.

Se considera terreno rocoso cuando sea necesario el use de explosivos para realizar la excavación. En todos los otros casos se considerará terreno normal.

El Contratista tomará las precauciones para proteger a las personas, obra, equipo y propiedades durante el almacenamiento, transporte y utilización de explosivos.

El Contratista determinará, para cada tipo de terreno, los taludes de excavación mínimos necesarios para asegurar la estabilidad de las paredes de la excavación.

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

Las dimensiones de la excavación serán las que se muestran en las láminas del proyecto, para cada tipo de terreno.

Durante las excavaciones, el Contratista, tomará todas las medidas necesarias para evitar la inundación de los hoyos, pudiendo emplear el método normal de drenaje, mediante bombeo y zanjas de drenaje, u otros medios previamente aprobados por la Supervisión.

3.2.5. Izaje y Cimentación de Postes

El Contratista deberá someter a la aprobación de la Supervisión el procedimiento que utilizará para el izaje de los postes.

En ningún caso los postes serán sometidos a daños o a esfuerzos excesivos.

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

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

Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como ganchos de grúa, estribos, cables de acero, deberán ser cuidadosamente verificados a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportarán.

Durante el izaje de los postes, ningún obrero, ni persona alguna se situará por debajo de postes, cuerdas en tensión, o en el agujero donde se instalará el poste.

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

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

1. Relleno

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

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

Si el material de la excavación tuviera un alto porcentaje de piedras, se agregará material de préstamo menudo para aumentar la cohesión después de la compactación.

Si por el contrario, el material proveniente de la excavación estuviera conformada por tierra blanda de escasa cohesión, se agregará material de préstamo con grava y piedras hasta de 10 cm. de diámetro equivalente.

El relleno se efectuará por capas sucesivas de 30 cm. y compactadas por medios mecánicos.

A fin de asegurar la compactación adecuada de cada capa se agregará una cierta cantidad de agua.

Cuando la Supervisión lo requiera se llevarán a cabo las pruebas para comprobar el grado de compactación. Después de efectuado el relleno, la tierra sobrante será esparcida en la vecindad de la excavación.

En el caso que se requiera del uso del concreto para la cimentación de los postes de concreto, construcción de bases prefabricadas o solados en el fondo de la excavación; tanto el cemento, como los agregados, el agua, la dosificación y las pruebas, cumplirán con las prescripciones del Reglamento Nacional de Construcciones para la resistencia a la compresión especificada.

3.2.6. Armados de Estructuras

El armado de estructuras se hará de acuerdo con el 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.

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

El Contratista tomará las debidas precauciones para asegurar que ninguna parte de los armados sea forzada o dañada, en cualquier forma durante el transporte, almacenamiento y montaje. No se arrastrarán elementos o secciones ensambladas sobre el suelo o sobre otras piezas.

Las piezas ligeramente curvadas, torcidas o dañadas de otra forma durante el manipuleo, serán enderezadas, por el Contratista empleando recursos aprobados que no afectarán el galvanizado. Tales piezas serán, luego, presentadas a la Supervisión para la correspondiente inspección y posterior aprobación o rechazo.

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

Los daños menores serán reparados con pintura especial antes de aplicar la protección adicional contra la corrosión de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a) Limpieza con escobilla y remoción de las partículas de zinc sueltas y los de óxido desgrasado si fuera necesario.
- b) Recubrimiento con dos capas sucesivas de una pintura rica en zinc (95% de zinc en la película seca) con un portador fenólico a base de estireno. La pintura será aplicada de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- c) Cubrimiento con una capa de resina-laca.

Todas las partes reparadas del galvanizado serán sometidas a la aprobación de la Supervisión. Si en opinión de ella, la reparación no fuese aceptable, la pieza será reemplazada y los gastos que ello origine serán de cuenta del Contratista.

1. Tolerancias

Luego de concluida la instalación de las estructuras, los postes deben quedar verticales y las crucetas horizontales y perpendiculares al eje de trazo en alimentación, o en la dirección de la bisectriz del ángulo de desvío en estructuras de ángulo.

Las tolerancias, máximas son las siguientes:

- Verticalidad del poste 0,5 cm./m
- Alineamiento 5 cm.
- Orientación 0,5°
- Desviación de crucetas 1/200 Le

Le = Distancia del eje de la estructura al extremo de la cruceta.

Cuando se superen las tolerancias indicadas, el Contratista, desmontará y corregirá el montaje sin costo adicional para el Propietario.

2. Ajuste final de pernos

El ajuste final de todos los pernos se efectuará, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial.

A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas, los ajustes deberán ser hechos con llaves adecuadas.

El ajuste deberá ser verificado mediante torquímetros de calidad comprobada.

La magnitud de los torques de ajuste deben ser previamente aprobados por la Supervisión.

3.2.7. Retenidas

La ubicación y orientación de las retenidas serán las que se indiquen en los planos del proyecto. Se tendrá en cuenta que estarán alineadas con las cargas o resultante de cargas de tracción a las cuales van a contrarrestar.

Las actividades de excavación para la instalación del bloque de anclaje y el relleno correspondiente se ejecutarán de acuerdo con la especificación consignada anteriormente

Luego de ejecutada la excavación, se fijará, en el fondo del agujero, la varilla de anclaje con sistema expandible correspondiente. El relleno se efectuará después de haber alineado y orientado adecuadamente la varilla de anclaje.

Al concluirse el relleno y la compactación, la varilla de anclaje debe sobresalir 0,20 m del nivel del terreno.

Los cables de retenidas se instalarán antes de efectuarse el tendido de los conductores. La disposición final del cable de acero y los amarres preformados se muestran en los planos del proyecto.

Los cables de retenidas deben ser tensados de tal manera que los postes se mantengan en posición vertical, después que los conductores hayan sido puestos en flecha y engrapados.

La varilla de anclaje y el correspondiente cable de acero deben quedar alineados y con el ángulo de inclinación que señalen los planos del proyecto. Cuando, debido a las características morfológicas del terreno, no pueda aplicarse el ángulo de inclinación

previsto en el proyecto, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión, las alternativas de ubicación de los anclajes.

3.2.8. Puesta a Tierra

Las estructuras serán puestas a tierra mediante conductores de cobre fijados a los postes y conectados a planchas de tierra en cada una de las estructuras, en cada uno de los circuitos en la estructura de inicio se instalarán tres electrodos verticales de copperweld instalados en pozos de puesta a tierra con tratamiento GEL, que estará conectado a un contrapeso aéreo con cable de acero EHS de 5/16" diam., a este contrapeso se conectarán las puesta a tierra de cada una de las estructuras, tai come e muestran en los planos del proyecto.

Se pondrán a tierra, mediante conectores, las siguientes partes de las estructuras:

- Los pernos de sujeción de los aisladores tipo poste de suspensión angular, anclaje y ferretería.
- Los soportes metálicos de los seccionadores unipolares

Posteriormente a la instalación de puesta a tierra, el Contratista medirá la resistencia de cada puesta a tierra y los valores máximos a obtenerse serán los indicados en los planos y en las planillas de estructuras de líneas primarias.

Medición

La Medición será por conjunto e incluye la fijación del conductor de bajada en los postes y la instalación del electrodo vertical y la Medición de la resistencia de puesta a

tierra. En estructuras bipostes se considerarán 2 conjuntos y 3, en las estructuras, de tres postes.

3.2.9. Aisladores y Accesorios

Los aisladores tipo Poste y de suspensión angular y anclaje serán manipulados cuidadosamente durante el transporte, ensamblaje y montaje.

Antes de instalarse deberá controlarse que no tengan defectos y que están limpios de polvo, grasa, material de embalaje, tarjetas de identificación etc.

Si durante esta Inspección se detectaran aisladores que estén agrietados o astillados o que presentaran daños en las superficies metálicas, serán rechazados y marcados de manes indeleble a fin de que no sean nuevamente presentados.

Los aisladores tipo suspensión angular y anclaje serán montados por el Contratista de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto. En las estructuras que se indiquen en la planilla de estructuras y planos de localización de estructuras, se montarán las cadenas de aisladores en posición invertida.

El Contratista verificará que todos los pasadores de seguridad hayan sido correctamente instalados.

Durante el desmontaje, el Contratista cuidará que los aisladores no se golpeen entre ellos o con los elementos de la estructura, para cuyo fin aplicará métodos de izaje adecuados.

Las cadenas de anclaje instalados en un extreme de crucetas de doble armado, antes del tendido de los conductores, deberán ser amarradas juntas, con un elemento protector intercalado entre ellas, a fin de evitar que se puedan golpear por acción del viento.

El suministro de aisladores y accesorios debe considerar las unidades de repuesto necesarios para cubrir roturas de algunas de ellas.

3.2.10. Tendido y Flechado de Conductores

1. Método de Montaje

El desarrollo, el tendido y la puesta en flecha de los conductores serán llevados a cabo de acuerdo con los métodos propuestos por el Contratista y aprobados por la Supervisión.

La aplicación de estos métodos no producirá esfuerzos excesivos ni daños en los conductores, estructuras, aisladores y demás componentes de la línea.

La Supervisión se reserve el derecho de rechazar los métodos propuestos por el Contratista si ellos no presentaran una completa Garantía contra daños a la Obra.

2. Equipos

Todos los equipos completos con accesorios y repuestos, propuestos para el tendido, serán sometidos por el Contratista a la inspección y aprobación de la Supervisión. Antes de comenzar el montaje y el tendido, el Contratista demostrará a la Supervisión, en el sitio, la correcta operación de los equipos.

3. Suspensión del Montaje

El trabajo de tendido y puesta en flecha de los conductores será suspendido si el viento alcanzara una velocidad tal que los esfuerzos impuestos a las diversas partes de la Obra, sobrepasen los esfuerzos correspondientes a la Condición de carga normal. Se

tomarán todas las medidas a fin de evitar perjuicios a la Obra durante tales suspensiones.

4. Manipuleo de Conductores

Los conductores serán manipulados con el máximo cuidado a fin de evitar cualquier daño en su superficie, exterior o disminución de la adherencia entre los alambres de las distintas capas.

Los conductores serán continuamente mantenidos separados del terreno, árboles, vegetación, zanjas, estructuras y otros obstáculos durante todas las operaciones de desarrollo y tendido. Para tal fin el tendido de los conductores se efectuará por un método de frenado mecánico, aprobado por la Supervisión.

Los conductores deberán ser desenrollados y tirados de tal manera que se eviten retorcimientos y torsiones, y no serán levantados por medio de herramientas de material, tamaño o curvatura que pudieran causar daño. El radio de curvatura de tales herramientas no será menor que la especificada para las poleas de tendido.

5. Grapes y Mordazas

Las grapes y mordazas empleadas en el montaje no deberán producir movimiento relativo de los alambres o capas de los conductores.

Las mordazas que se fijen en los conductores, serán del tipo de mandibular paralelas con superficies de contacto alisadas y rectas. Su largo será tal que permita el tendido del conductor sin doblarlo ni dañarlo.

6. Poleas

Para las operaciones de desarrollo y tendido del conductor se utilizarán poleas provistas de cojinetes.

Tendrán un diámetro al fondo de la ranura igual, por lo menos, a 30 veces el diámetro del conductor. El tamaño y la forma de la ranura, la naturaleza del metal y las condiciones de la superficie serán tales que la fricción sea reducida a un mínimo y que los conductores estén completamente protegidos contra cualquier daño. La ranura de la polea tendrá un recubrimiento de neopreno o poliuretano. La profundidad de la ranura será suficiente para permitir el paso del conductor y de los empalmes sin riesgo de descarrilamiento.

7. Empalmes de los Conductores

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 del punto de fijación del conductor más cercano.

No se emplearán juntas de empalme en los siguientes casos:

- a) Donde están separadas por menos de dos vanos
- b) En vanos que crucen líneas de energía eléctrica o de telecomunicaciones, carreteras importantes y ríos.

Antes de iniciar cualquier Operación de desarrollo, el Contratista someterá a la aprobación de la Supervisión por lo menos dos (2) compresores hidráulicos, cada uno

de ellos complete con sus accesorios y repuestos, y con dos juegos completos de moldes para el conductor.

El Contratista pondrá especial atención en verificar que los conductores y los tubos de empalme están limpios.

Los extremos de los conductores serán cortados mediante cizallas que aseguren un corte transversal que no dañe los alambres del conductor.

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.

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 terminados presenten el valor más alto de sus características, mecánicas y eléctricas.

En el caso que los conductores hayan sido dañados, la Supervisión determinará si pueden utilizarse manguitos de reparación o si los tramos dañados deben cortarse y empalmarse.

Los manguitos de reparación no serán empleados sin la autorización de la Supervisión. Una vez terminada la compresión de las juntas o de las grapas de anclaje, el Contratista medirá con un instrumento apropiado y proporcionado por él, y en presencia de la Supervisión, la resistencia eléctrica de la pieza.

El valor que se obtenga no debe superar la resistencia correspondiente a la del conductor de igual longitud.

El Contratista llevará un registro de cada junta, grapa de compresión, manguito de reparación, etc. indicando su ubicación, la fecha de ejecución, la resistencia eléctrica (donde sea aplicable) y el nombre del montador responsable.

Este registro será entregado a la Supervisión al terminar el montaje de cada sección de la línea.

8. Puesta en Flecha

La puesta en flecha de los conductores se llevará a cabo de manera que las tensiones y flechas indicadas en la tabla de tensado, no sean sobrepasadas para las correspondientes condiciones de carga.

La puesta en flecha se llevará a cabo separadamente por secciones delimitadas por estructuras de anclaje.

Se dejará pasar el tiempo suficiente después del tendido y antes de puesta en flecha para que el conductor se estabilice. Se aplicará las tensiones de regulación tomando en cuenta los asentamientos (CREEP) durante este periodo.

La flecha y la tensión de los conductores serán controladas por lo menos en dos vanos por cada sección de tendido. Estos dos vanos estarán suficientemente alejados uno del otro para permitir una verificación correcta de la uniformidad de la Tensión.

El Contratista proporcionará apropiados teodolitos, mire topográficas, taquímetros y demás aparatos necesarios para un apropiado control de la flechas. La Supervisión podrá disponer con la debida anticipación, antes del inicio de los trabajos, la Verificación y recalibración de los teodolitos y los otros instrumentos que utilizará el Contratista.

El control de la flecha mediante el use de dinámetros no será aceptado, salvo para el tramo comprendido entre la primera o ultima estructura.

En cualquier vano, se admitirán las siguientes tolerancias del tendido respecto a las flechas, de la tabla de tensado:

- Flecha de cada conductor 1%
- Suma de las flechas de los tres conductores de fase 0,5%

Para cada sección de la línea, el Contratista llevará un registro del tendido, indicando la fecha del tendido, la flecha de los conductores, así come la temperatura del ambiente y del conductor y la velocidad del viento. El registro será entregado a la Supervisión al término del montaje.

Luego que los conductores hayan sido puestos, en flecha, serán trasladados a los aisladores tipo Poste para su amarre definitivo. En los extremes de la sección de puesta en flecha, el conductor se fijará a las grapas de anclaje de la cadena de aisladores.

Los amarres se ejecutarán de acuerdo con los detalles mostrados en los planos del proyecto.

Los torques de ajuste aplicados a las tuercas de las grapas de anclaje serán los indicados por los fabricantes. La Verificación en hará con torquímetros de probada calidad y precisión, suministrados por el Contratista.

Durante el tendido y puesta en flecha, los conductores estarán permanentemente puestos a tierra para evitar accidentes causados por descargas atmosféricas, inducción electrostática o electromagnética.

El Contratista será responsable de la perfecta ejecución de las diversas puestas a tierra, las cuales deberán ser aprobadas por la Supervisión. El Contratista anotará los puntos en los cuales se hayan efectuado las puestas a tierra de los conductores, con el fin de removerlas antes de la puesta en servicio de la línea.

Después que los conductores de la línea hayan sido fijados a los aisladores tipo suspensión y grape de anclaje, el Contratista montará los amortiguadores de vibración en cada conductor y en los vanos que corresponden sean los planos del proyecto y la planilla de estructuras.

3.2.11. Cables y Terminales de Media Tensión

1. Trazo del recorrido

- Antes de iniciar la excavación se marcará el recorrido de la zanja en su ancho y longitud.
- Al trazar la zanja, se tendrá en cuenta el radio mínimo de las curvas de acuerdo con la sección del cable que se instalará. Como regla general se recomienda que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces el diámetro exterior durante la tracción de tendido y superior a 15 veces su diámetro exterior, una vez instalado.

2. Apertura de zanja

El Contratista excavará las zanjas de acuerdo con las dimensiones que se indiquen en los planos respectivos.

El ancho tendrá la dimensión necesaria para que los cables sean manipulados con comodidad por los operarios del tendido.

Durante la etapa de excavación deberá mantenerse el mayor Orden posible en el trabajo poniendo especial cuidado en no desparramar el material de la excavación.

La tierra de excavación debe ser colocada a no menos de 0,50 m de los bordes de la zanja.

3. Tendido de los cables

a) Manipuleo de los cables

El movimiento de la bobina del cable se hará con precaución. La carga y descarga sobre camiones o remolques apropiados se hará siempre con un eje que pase por orificio central de la bobina.

Al izar la bobina no se debe presionar las caras laterales del carrete con la cadena, cable de acero, etc., utilizado para tal fin; se debe colocar un soporte que mantenga la cadena separada de dichas caras.

No se debe transportar el carrete de costado, es decir, apoyado sobre una de las caras laterales.

No deberá retenerse la bobina con cuerdas o cadenas que abracen a la bobina sobre las espiras exteriores del cable enrollado.

No se dejará caer la bobina desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina en tierra, rodándola, se hará en el sentido indicado con una flecha, a fin de evitar que se afloje el cable enrollado. Además, si el terreno es accidentado se rodará sobre tablones.

La bobina no debe almacenarse en suelo blando.

Antes de empezar el tendido se estudiará el punto más apropiado para colocar la bobina.

En el caso de terreno con pendientes, es conveniente tender desde el punto más alto hacia el más bajo.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un eje y gatos de potencia apropiados al peso de la misma. Asimismo, estará provista de un freno de pie para detener el giro de la bobina cuando sea necesario.

Cerca de la bobina y en el punto de entrada a la zanja debe colocarse un rodillo especial donde el cable se apoye y evitar maltratos y rozamientos.

La zanja, en el fondo y en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de espesor (Después de compactada) de tierra cernida u otra mezcla especial que haya sido autorizada.

Antes de tender el cable se recorrerá la zanja con detenimiento para comprobar que se encuentre sin piedras ni otros elementos que puedan dañar el cable durante el tendido.

b) Operación de tendido

El cable debe ser tirado del carrete del embalaje en tal sentido que siempre se desarrolle de arriba hacia abajo y girando sobre el eje del portabobina e forma suave y continua, evitando de esta manera hacer bucles o que sufra torsión.

Al efectuar el tiro, el cable no será arrastrado; deberá utilizarse rodillos (polines) que giren libremente y contruidos de tal forma que no dañen el cable. Los rodillos deben colocarse a distancias no mayores a 4 m entre ellos en tramos rectos; en las curvas deben utilizarse rodillos de diseño adecuado y su ubicación será especialmente estudiada para evitar esfuerzos al cable que pueda dañarlo.

En ningún momento del tendido los cables deben someterse a un radio de curvatura menor de 20 veces de diámetro exterior.

El cable debe tenderse colocando la bobina en un extremo y jalando todo el tramo hasta llegar al lado opuesto. No se colocará la bobina en una posición intermedia jalando hacia un extremo y desenrollando al resto formando "ochos" o senos.

El tendido del cable se hará en forma manual con un número de hombres colocados uno detrás de otro, tomando el cable a la altura, de la rodilla; deberá ubicarse por lo menos un hombre entre polín y polín.

En la cabeza del cable se colocará la manga tira cable y un grupo de personas tirará el cable en forma axial; el número de personas dependerá del peso del cable y las dificultades propias de cada tendido. El tiro se hará a una sola vez, tanto para los que van a la cabeza como para los que están ubicados entre los polines; una vez finalizado el tendido, el cable será desplazado a mano del rodillo a la zanja, con el mayor cuidado evitando esfuerzos por torsión, bucles, etc.

No se permitirá desplazar el cable lateralmente por medio de palancas u otras herramientas; siempre se hará a mano.

Los cables unipolares serán espaciados, en el fondo de la zanja, de acuerdo, con las indicaciones del plano respectivo.

4. Montaje de Terminales

Los terminales serán ejecutados por personal técnico con amplia experiencia de este tipo de trabajos y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

5. Protección y señalización de los cables

Los cables deberán quedar instalados dentro de una mezcla especial libre de elementos punzantes; normalmente será tierra cernida, obtenida del material natural de excavación, la cual deberá estar limpia, suelta, exenta de sustancias orgánicas y otras impurezas. El tamizado de la tierra se hará con zaranda, cuya malla usada para tal efecto, tenga 1/4 de pulgada. Al momento de la operación de cernido, la zaranda se colocará con una inclinación de 45° con respecto al piso.

Si el terreno no fuese adecuado para la obtención de la tierra cernida, el Contratista solicitará autorización para reemplazarla por otra mezcla especial, la cual deberá ser limpia, suelta, exenta de sustancias orgánicas, de granulometría apropiada y cuya resistividad térmica no sea mayor de 100°C-cm./W.

Después de nivelado el fondo de la zanja se precede a colocar la capa de tierra cernida o mezcla especial, sobre la cual se colocarán los cables. Esta capa tendrá un espesor de 10 cm. después de compactada.

Estando los cables dispuestos sobre la capa descrita en el párrafo anterior y ocupando su posición definitiva, se colocará una capa de tierra cernida, la cual deberá cubrir los cables y ocupará todo el ancho de la zanja. Esta capa tendrá un espesor de 30 cm.

Después de compactada (mediante pisón manual y con mucho, cuidado para no dañar el cable); encima de la segunda capa de tierra cernida se colocará cinta señalizadora, siguiendo longitudinalmente los ejes de los cables que les corresponda proteger. Encima de la cinta se colocará una capa de 20 cm. de tierra natural escogida y compactada mecánicamente.

Una vez colocado el cable y las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación escogida y luego compactada usando compactadoras mecánicas de plancha. El relleno de las zanjas deberá hacerse por

capas no mayores de 20 cm., las cables serán compactadas y regadas con el fin de dar al terreno la consistencia requerida.

La tierra natural escogida para el relleno no deberá contener mas de 30 % de piedras cuya dimensión máxima no podrá ser mayor de 10 cm. Asimismo, deberá estar libre de todo material extraño al suelo, tal como raíces, trapos, cascotes, basura, etc. Si luego de escoger el material este no alcanzara rellenar la zanja, será necesario obtener material de préstamo de buenas características para completar el relleno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta Operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

El material sobrante de la zanja debido al volumen introducido de cables, así como al esponjamiento del terreno, será retirado por el Contratista y esparcido en los alrededores.

3.2.12. Ductos y Buzones

Antes de proceder con las, excavaciones para la construcción de los bancos de ductos y buzones, se deberá hacer un replanteo de los ejes del trazo proyectado según las condiciones particulares del terreno encontrado.

Las excavaciones podrán ser hechas con máquina o manualmente según las facilidades para el ingreso y operación de equipos.

Los trazos deberán estar debidamente alineados y las acometidas a las caras de buzones serán a 90°. Se podrá desarrollar curvas suaves para el ingreso a buzones o para en cambio de nivel si el trazo lo requiere.

Los ductos deberán tener la cara superior teñida con cemento y ocre rojo para identificar fácilmente su uso eléctrico.

3.2.13. Inspección y Pruebas

1. Inspección de Obra Terminada

Después de concluida la Obra, la Supervisión efectuará una Inspección general a fin de comprobar la correcta ejecución de los trabajos y autorizar las pruebas de puesta en servicio.

Deberá verificarse lo siguiente:

- El cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad.
- La limpieza de los conductores
- La magnitud de las flechas, de los conductores deba estar de acuerdo con lo establecido en la tabla de tensado.
- Los residuos de embalajes y otros desperdicios deben haberse retirado.
- La limpieza de la franja de servidumbre debe estar de acuerdo con lo requerimientos del proyecto.

2. Inspección de cada estructura

En cada estructura se verificará que se hayan llevado a cabo los siguientes trabajos:

- Relleno, compactación y nivelación alrededor de las cimentaciones, y la dispersión de la tierra sobrante.
- El correcto montaje de las estructuras dentro de las tolerancias permisibles y de conformidad con los planos aprobados.

- Ajuste de pernos y tuercas.
- Montaje, limpieza y estado físico de los aisladores tipo suspensión.
- Instalación de los accesorios del conductor.
- Ajuste de las grapas de ángulo y de anclaje.
- Los pasadores de seguridad de los aisladores y accesorios deben estar correctamente ubicados.

3. Pruebas de puesta en servicio

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo por el Contratista de acuerdo con las modalidades y el protocolo de pruebas aprobado.

El programa de las pruebas de puesta en servicio deberá abarcar:

- Determinación de la secuencia de fases.
- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores de fase.
- Medición de la resistencia a tierra de las subestaciones.
- Medida de aislamiento fase, a tierra, y entre fases.
- Medida de la impedancia directa.
- Medición de la impedancia homopolar.
- Prueba de la tensión brusca.
- Prueba de cortocircuito.
- Medición de corriente, tensión, potencia activa y reactiva, con la línea bajo tensión y en vacío.
- En el transformador de distribución: medición del aislamiento de los devanados, medición de la tensión en vacío y con carga.

La capacidad y la precisión del equipo de prueba proporcionado por el Contratista serán tales que garanticen resultados precisos.

Las pruebas de puesta en servicio serán llevadas a cabo en los plazos fijados contractualmente y con un programa aprobado por la Supervisión.

CAPITULO IV

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO

Las siguientes bases definen las condiciones técnicas mínimas para el diseño de líneas primarias aéreas en 10 kV del Reforzamiento del Sistema Eléctrico de la Mina Tintaya, de tal manera que garanticen los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, y el cumplimiento de los requisitos exigidos para un sistema económicamente adaptado, por ello se han tomado en cuenta las prescripciones de las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2001
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844
- Normas DGE/MEM vigentes

En forma complementaria, se han tomado en cuenta las siguientes normas internacionales:

- NESC (National Electrical Safety Code)
- REA (Rural Electrification Association)
- VDE 210 (Verband Deutscher Electrotechniker)
- IEEE (Institute Of Electrical And Electronicsengineers)
- CIGRE (Conferencen International Des Grands Resseaux Electriques)
- IEC (International Electrotechnical Comission)

4.1. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

1. Separación mínima horizontal y vertical entre conductores de un mismo circuito en los apoyos :

$$\begin{aligned}\text{Horizontal} &= 0,70 \text{ m} \\ \text{Vertical} &= 1,00 \text{ m}\end{aligned}$$

2. Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios bajo tensión y elementos puestos a tierra:

$$D = 0.25 \text{ m}$$

3. Distancia horizontal mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano

$$D = 0,0076 (U) (F_c) + 0,65 \sqrt{f}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases, kV

F_c = Factor de corrección por altitud

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

Notas:

- Cuando se trate de conductores de flechas diferentes, sea por tener distintas secciones o haberse partido de esfuerzos EDS diferentes, se tomará la mayor de las flechas para la determinación de la distancia horizontal mínima.

- Además de las distancias en estado de reposo, se deberá verificar, también, que bajo una diferencia del 40% entre las presiones dinámicas de viento sobre los conductores más cercanos, la distancia D no sea menor que 0,25 m.
4. Distancia vertical mínima entre conductores de un mismo circuito a mitad de vano:
- Para vanos hasta 100 m : 0,70 m
 - Para vanos entre 101 y 300 m : 1,00 m
 - Para vanos entre 301 y 600 m : 1,20 m
 - Para vanos mayores a 600 m : 2,00 m

En estructuras con disposición triangular de conductores, donde dos de éstos estén ubicados en un plano horizontal, solo se tomará en cuenta la separación horizontal de conductores si es que el conductor superior central se encuentra a una disposición vertical de 1,00 m o 1,20m (según la longitud de los vanos), respecto a los otros 2 conductores.

5. Distancia horizontal mínima entre conductores de diferentes circuitos

Se aplicará la misma fórmula consignada en 2. 3:

Para la verificación de la distancia de seguridad entre dos conductores de distinto circuito debido a una diferencia de 40% de las presiones dinámicas de viento, deberá aplicarse las siguientes fórmulas:

$$D = 0,00746 (U) (F_c), \text{ pero no menor que } 0,25\text{m}$$

Donde:

U = Tensión nominal entre fases del circuito de mayor tensión, en kV

F_c = Factor de corrección por altitud

6. Distancia vertical mínima entre conductores de diferentes circuitos. Esta distancia se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$D = 1,20 + 0,0102 (F_c) (kV1 + kV2 - 50)$$

Donde:

kV1 = Máxima tensión entre fases del circuito de mayor tensión, en kV

kV2 = Máxima tensión entre fases del circuito de menor tensión, en kV, para líneas de 13.8 kV, esta tensión será 15 kV

F_c = Factor de corrección por altitud

La distancia vertical mínima entre líneas de 13.8 kV y líneas de menor tensión será de 1,00 m.

7. Distancias mínimas del conductor a la Superficie del Terreno

- En lugares accesibles sólo a peatones	5,0m
- En laderas no accesibles a vehículos o personas	3,0m
- En lugares con circulación de maquinaria agrícola	6,0m
- A lo largo de calles y caminos rurales	5,0m
- En cruce de calles, avenidas y vías férreas	7,0m

Notas:

- Las distancias mínimas al terreno consignadas en el número 2.7 son verticales y determinadas a la temperatura máxima prevista, con excepción de la distancia

a laderas no accesibles, que será radial y determinada a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

- En áreas que no sean urbanas, las líneas primarias recorrerán fuera de la franja de servidumbre de las carreteras. Las distancias mínimas del eje de la carretera al eje de la línea primaria serán las siguientes:
 - En carreteras importantes 25 m
 - En carreteras no importantes 15 m

8. Distancias Mínimas a Terrenos Boscosos o a Árboles Aislados

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles: 2,50m
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales: 0,50m

Notas:

- Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura prevista.
- Las distancias radiales se determinarán a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.
- Las distancias radiales podrán incrementarse cuando haya peligro que los árboles caigan sobre los conductores.

9. Distancias mínimas a edificaciones y otras construcciones

- Distancia radial entre el conductor, paredes y otras estructuras no accesibles 2,5m
- Distancia radial entre el conductor, parte de una edificación normalmente accesible a personas incluyendo abertura de ventanas, balcones y lugares similares 2,5m

- Distancia radial entre el conductor y antenas o distintos tipos de pararrayos. 3,0m

Notas:

- Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura prevista.
- Las distancias radiales se determinarán a la temperatura en la condición EDS y declinación con carga máxima de viento.

4.2. CÁLCULOS MECÁNICOS DEL CONDUCTOR

4.2.1. Objetivo

Estos cálculos tienen el objetivo de determinar las siguientes magnitudes relativas a los conductores de líneas primarias aéreas en todas las hipótesis de trabajo:

- Esfuerzo horizontal del conductor
- Esfuerzo tangencial del conductor en los apoyos
- Flecha del conductor
- Parámetros del conductor
- Coordenadas de plantillas de flecha máxima (sólo en hipótesis de máxima temperatura)
- Ángulos de salida del conductor respecto a la línea horizontal, en los apoyos.
- Vano – peso de los apoyos
- Vano – medio de los apoyos

4.2.2. Características del Conductor AAAC.

4.2.2.1. Material de los Conductores

Los conductores para líneas y redes primarias aéreas serán de aleación de aluminio (AAAC), fabricados según las prescripciones de las normas ASTM B398, ASTM B9 o IEC 1089.

4.2.2.2. Características Mecánicas de los Conductores de Aleación de Aluminio

- Calibre nominal (AWG)	: 4/0
- Sección nominal (mm ²)	: 107.21
- Sección real (mm ²)	: 107.21
- Diámetro exterior (mm)	: 13.26
- Masa total (kg/m)	: 0.291
- Coef.de expansión Térmica (1/°C)	: $2,3 \times 10^{-6}$
- Módulo de Elasticidad Final (N/mm ²)	: 60760
- Esfuerzo en rotura (N/mm ²)	: 303.33

4.2.3. Esfuerzos máximos en el Conductor

4.2.3.1. Esfuerzos del Conductor en la Condición EDS

Las Normas Internacionales y las Instituciones vinculadas a la investigación respecto al comportamiento de los conductores, recomiendan que en líneas con conductores de aleación de aluminio, tipo AAAC sin protección antivibrante, los esfuerzos horizontales que se tomarán de modo referencial, sean los siguientes:

- En la condición EDS inicial, 22% del esfuerzo de rotura del conductor (UTS), con este valor se efectuará los cálculos mecánicos del conductor y estructurales.
- En la condición EDS final, 22% del esfuerzo de rotura del conductor (UTS), con este valor se efectuará la distribución de estructuras.

Para conductores de sección igual a 107.21mm² se considera un esfuerzo de rotura promedio de 303.33 N/mm².

4.2.3.2. Esfuerzos máximos en el Conductor

Los esfuerzos máximos en el conductor son los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más elevados de la catenaria. Para los conductores de aleación de aluminio no deben sobrepasar el 60% del esfuerzo de rotura, es decir: 182N/mm².

4.2.4. Hipótesis de Estado

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los siguientes factores:

- Velocidad de viento
- Temperatura
- Carga de hielo

Sobre la base de la zonificación y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad, se considerarán las siguientes hipótesis:

4.2.4.1. Conductor de aleación de aluminio

HIPÓTESIS Nº 1 : Condición de mayor duración (EDS)

- | | |
|-----------------------|--------------|
| - Temperatura | : 10° |
| - Velocidad de viento | : nula |
| - Sobrecarga de hielo | : nula |
| - EDS | : 22.00% UTS |

HIPÓTESIS N° 2 : De máxima velocidad de viento

- Temperatura : 0°
- Velocidad de viento : 113 kph
- Manguito de hielo : 0

HIPÓTESIS N° 3 : De mínima Temperatura

- Temperatura : -5°
- Velocidad de viento : 56 kph
- Manguito de hielo : 6mm

HIPÓTESIS N° 4 : De máxima Temperatura

- Temperatura : 60°
- Velocidad de viento : nula
- Manguito de hielo : 0

HIPÓTESIS N° 5 : Sólo hielo

- Temperatura : -5°
- Velocidad de viento : 0
- Manguito de hielo : 12mm

4.2.4.2. Cable de acero galvanizado EHS cable guarda para y para puesta a tierra.

HIPÓTESIS N° 1 : Condición de mayor duración (EDS)

- Temperatura : 10°
- Velocidad de viento : nula
- Sobrecarga de hielo : nula
- EDS (CABLE GUARDA) : 16.00% UTS
- EDS (PUESTA A TIERRA) : 10.00% UTS

HIPÓTESIS N° 2 : De máxima velocidad de viento

- Temperatura : 0°

- Velocidad de viento : 113 kph
- Manguito de hielo : 0

HIPÓTESIS N° 3 : De mínima Temperatura

- Temperatura : -5°
- Velocidad de viento : 56 kph
- Manguito de hielo : 6mm

HIPÓTESIS N° 4 : De máxima Temperatura

- Temperatura : 40°
- Velocidad de viento : nula
- Manguito de hielo : 0

HIPÓTESIS N° 5 : Sólo hielo

- Temperatura : -5°
- Velocidad de viento : 0
- Manguito de hielo : 12mm

4.2.5. Fórmulas Consideradas

En la figura 3 se muestra la disposición del conductor para un vano desnivelado.

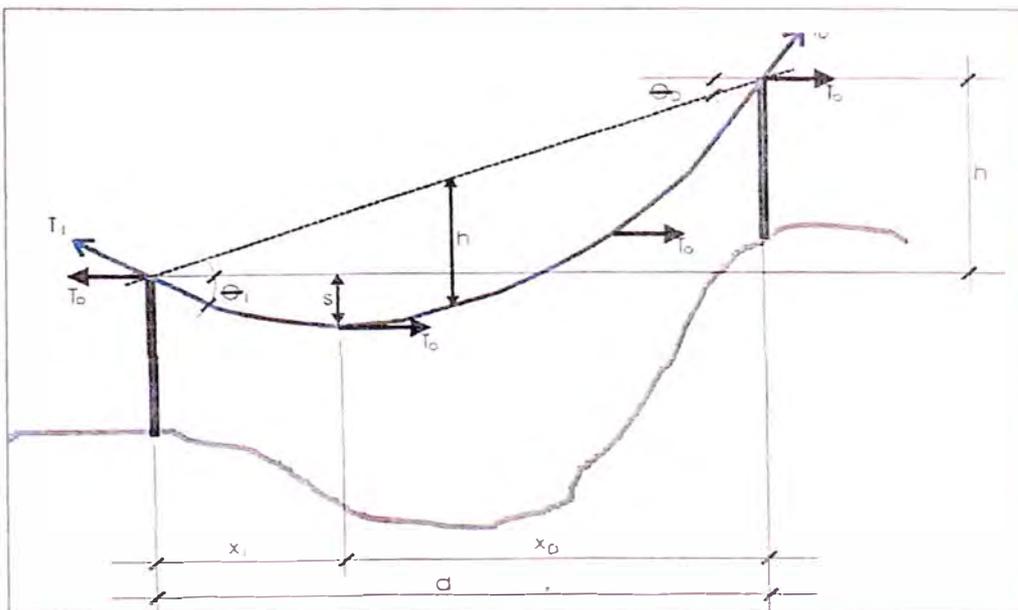


Figura 3. Diagrama de disposición del conductor en vano desnivelado

a. Ecuación de cambio de estado

$$T_{02}^3 \left[T_{01} - \frac{d^2 E W^2 R_1}{24 S^2 T_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1) \right] T_{02}^2 = \frac{d^2 E W^2 R_2}{24 S^2}$$

b. Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho:

Formula exacta:

$$T_D = T_O \text{Cosh} (X_D/\rho)$$

Fórmula aproximada:

$$T_D = \sqrt{T_O^2 + (X_D \cdot W_r)^2}$$

c. Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo

Formula exacta:

$$T_I = T_O \text{Cosh} (X_I/\rho)$$

Fórmula aproximada:

$$T_I = \sqrt{T_O^2 + (X_I \cdot W_r)^2}$$

d. Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo derecho:

$$\theta_D = \cos^{-1} (T_O / T_D)$$

e. Angulo del Conductor Respecto a la Línea Horizontal, en el Apoyo izquierdo:

$$\theta_I = \cos^{-1} (T_O / T_I)$$

- f. Distancia del punto mas bajo de la catenaria al apoyo izquierdo

La distancia del punto más bajo de la Catenaria al Apoyo Izquierdo, ha sido calculada utilizando la fórmula exacta, cuya expresión es la siguiente:

$$X_i = p(\text{Senh}^{-1}((h/p)/(\text{Sen}^2 h(d/p) - (\text{Cos}^2 h(d/p) - 1)^2)^{1/2} - \text{Tang}^{-1}((\text{Cosh}(d/p) - 1)/(\text{Senh}(d/p))))$$

Fórmula aproximada:

$$X_i = \frac{d}{2} \left(1 + \frac{h}{4f} \right) \quad ; \quad X_i = \frac{d}{2} - \frac{(T_o)}{W_R} \frac{(h)}{d}$$

- g. Distancia del Punto más bajo de la catenaria al apoyo derecho

$$X_D = d - X_i$$

- h. Longitud del Conductor

Fórmula Exacta

$$L = \sqrt{\left(2p \text{senh} \frac{d}{2p} \right)^2 + h^2}$$

Fórmula Aproximada:

$$L = \frac{d}{\cos \theta} + \frac{8}{3} \frac{f^2 \cdot \cos^3 \theta}{d} \quad ; \quad \cos \theta = \frac{1}{\sqrt{1 + (h/d)^2}}$$

- i. Flecha del Conductor en terreno sin desnivel

Fórmula Exacta:

$$f = p \left(\cosh \frac{d}{2p} - 1 \right)$$

Fórmulas Aproximadas:

$$f = \frac{W_R d^2}{8 T_0} ; \quad f = \tau \frac{d^2}{8p}$$

j. Flecha del Conductor en terreno desnivelado:

Fórmula Exacta:

$$f = p \left[\cosh \left(\frac{x_1}{p} \right) - \cosh \left(\frac{d}{2} - x_1 \right) / p \right] + \frac{h}{2}$$

Fórmulas Aproximadas:

$$f = \frac{W_R d^2}{8 T_0} \sqrt{1 + (h/d)^2} ; \quad f = \frac{d^2}{8p} \sqrt{1 + (h/d)^2}$$

k. Saeta del Conductor

Fórmula Exacta:

$$s = p \left(\cosh \left(\frac{x_1}{p} \right) - 1 \right)$$

Fórmulas Aproximadas:

$$s = f \left(1 - \frac{h}{4f} \right)^2 ; \quad s = \frac{x_1^2}{2p}$$

l. Carga Unitaria Resultante en el Conductor:

$$W_R = \sqrt{[Wc + 0,0029 (\phi + 2c)]^2 + [Pv(\phi + 2c)]^2}$$

$$Pv = k (Vv)^2$$

k: Constante de presión

k = 0.613 para elevaciones hasta 3000 m.s.n.m.

k = 0.455 para elevaciones mayores 3000 m.s.n.m.

m. Vano- Peso

$$Vp = X_D (i) + X_i (i + 1)$$

n. Vano – Medio (Vano – Viento)

$$VM = \frac{di + d(i+1)}{2}$$

o. Vano Equivalente

a) *Para localización de Estructuras en el Perfil de la Línea*

En estructuras con aisladores tipo POSTE, o aisladores rígidos en general, el vano equivalente será igual a cada vano real; es decir, habrán tantos vanos equivalentes como vanos reales existan. En estructuras con cadenas de aisladores, el vano equivalente es único para tramos comprendidos entre estructuras de anclaje y a este vano equivalente corresponderá un esfuerzo horizontal (T_0) constante. La fórmula del vano equivalente en este caso es:

$$Vano_{eq} = \sqrt{\frac{\sum di^3 \cos \theta}{\sum (di / \cos \theta)}}$$

b) *Para las tablas de flechado:*

Para los cálculos de flechado se ha considerado el método de vano equivalente, en los cuadros se muestran los resultados de flechado.

4.2.6. Símbolos y Esquema Considerado

T_{01}	Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 1, en N/mm ²
T_{02}	Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 2, en N/mm ²
d	Longitud del vano en m
E	Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm ²
S	Sección del conductor, en mm ²
W_c	Peso del conductor, en N/m
t_1	Temperatura del conductor en la condición 1
t_2	Temperatura del conductor en la condición 2
α	Coefficiente de expansión térmica, en 1/°C
h	Desnivel del vano, en m
p	Parámetro del conductor, en m
\varnothing	Diámetro del conductor, en m
P_v	Presión de viento, en Pa
C	Espesor de hielo, sobre el conductor, en m
V_v	Velocidad de viento, en m/s

En los Cuadros siguientes se muestran los resultados de los Cálculos Mecánicos de Conductores y tablas de flechados.

4.2.7. Tensiones y Vibraciones del Conductor

La vibración de los conductores de líneas aéreas, bajo la acción del viento, conocida como vibración eólica, puede causar fallas por fatiga de los conductores en los puntos de soporte. Para prevenir tales fallas es necesario reducir la amplitud de la vibración, lo

cual puede ser hecho aumentando el amortiguamiento del sistema vibrante. La experiencia ha indicado que los vientos cuya velocidad sea inferior a 3.2 KPH no imparte suficiente energía a los conductores, como para que sea causa de fallas, mientras que aquellos cuyas velocidades son superiores a 24 KPH son generalmente tempestuosos, eso es, su velocidad varía y las vibraciones a cualquier frecuencia no se sostiene suficiente tiempo, como para acrecentar las amplitudes resonantes a niveles peligrosos. Cuando ocurre resonancia y crece la amplitud, el movimiento del conductor se asemeja a una onda estacionaria, con frecuencia y longitud de bucle dada por la siguiente ecuación:

$$\lambda = 0,03044(D/V)(T/w_C)^{0,5}$$

Donde:

- λ : Longitud de bucle (semi-onda), m
- D: Diámetro del conductor, mm
- V: Velocidad del viento, m/s
- T: Tiro final sin carga a la temperatura
- Wc: Peso del conductor, N/m

La separación del amortiguador a la grapa de suspensión, es:

$$S_2 = 0,0026D (T/w_C)^{0,5}$$

Tabla 3. Espaciamento para conductor de sección 4/0 AWG

SECCIÓN CONDUCTOR AAAC (mm ²)	ESPACIAMIENTO (m)	
	S ₁	S ₂
107.21 (4/0 AWG)	0.78	1.56

Tabla 4. Numero de amortiguadores en cada extremo del vano

NUMERO DE AMORTIGUADORES EN CADA EXTREMO DEL VANO		
Vano Real < 200m	200m < Vano Real < 500m	Vano Real >500 m
0	1 (en 2 terminales)	2 (en 2 terminales)

4.3. SELECCIÓN DE ESTRUCTURA

4.3.1. Objeto

La selección de la estructura tiene por objeto de la de determinar las características físicas y mecánicas de las estructuras a utilizar.

4.3.2. Selección de la longitud de la estructura

Para la selección de la longitud de la estructura se tendrá en cuenta lo siguiente:

- i) La mínima distancia del conductor más bajo con respecto a tierra, se ha considerado una altura de 5.50 m, con respecto al cable de la puesta a tierra.
- ii) Cálculo mecánico de conductores en la Hipótesis de flecha máxima, 60°C.

Donde de acuerdo a la longitud libre del poste hallado y de los postes de madera normalizados, se concluye que el poste a utilizar es de 65' (19.81m).

4.3.3. Selección de la capacidad mecánica de la estructura

Se ha seleccionado la estructura los postes de madera de la especie Pino Amarillo del Sur, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Módulo de elasticidad del poste de madera, $E = 1800 \text{ kN/cm}^2$, valor indicada por el suministrador.
- Viento máximo, 113 kph.
- Factores de sobrecarga, construcción de grado C,C.N.E. Suministro 2001 (Tabla 253-1)
- Factores de Resistencia para estructuras, construcción grado B, tabla 261-1^a.

De acuerdo a lo anterior, se concluye que la capacidad mecánica del poste, será de Clase 1, grupo D, 65' longitud, para un vano viento máximo de 200m.

4.4. CALCULO MECÁNICO DE POSTES

4.4.1. Objeto

Estos Cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en postes, cables de retenida y sus accesorios, de tal manera que en las condiciones más críticas, no se superará los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001.

4.4.2. Factores de Seguridad

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

En condiciones normales

En la siguiente tabla se muestra los factores que se han tomado en cuenta para el cálculo mecánico de estructuras, según el Código Nacional de Electricidad. Suministro 2001.

Tabla 253-1	Grado C
Factores de sobrecarga para estructuras	
Cargas verticales:	1.5
Cargas transversales:	
Viento	1.75
Pensión del alambre	1.3
 Tabla 261-1A	
Factores de Resistencias:	
Estructuras de madera y concreto armado	0.85
Alambre de retenidas	0.90
Anclaje y cimentaciones de retenida	1.00

4.4.3. Formulas Aplicables

Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

$$MVC = (P_v) (d) (\phi_c) \left(\sum hi \right) \text{Cos } \alpha/2$$

Momento debido a la carga de los conductores:

$$MTC = 2 (T_c) \left(\sum hi \right) \text{sen } \alpha/2$$

Momento debido a la carga de los conductores en estructuras terminales:

$$MTR = T_c = \left(\sum hi \right)$$

Momento debido a la carga del viento sobre la estructura

$$MVP = [(Pv) (hl)^2 (Dm + 2 Do)] / 600$$

Momento debido al desequilibrio de cargas verticales:

$$MCW = (BC) [(WC) (d) (Kr) + WCA + WAD]$$

Momento total para hipótesis de condiciones normales, en estructura de alineamiento, sin retenidas:

$$MRN = MVC + MTC + MCW + MVP$$

Momento total en estructuras terminales

$$MRN = MTC + MVP$$

Esfuerzo del poste de madera en la línea de empotramiento, en hipótesis de condiciones normales:

$$R_H = \frac{MRN}{(kl)^2}$$

Carga crítica en el poste de madera debida a cargas de compresión:

$$Per = \frac{\pi^2 E I}{(kl)^2}; I = \frac{\pi Dm^2 Do}{64}$$

Deflexión Máxima del Poste de Madera

$$\delta = \frac{MRN}{(hl - 0.30)}$$

4.4.4. Características de los Postes de Madera:

- Longitud (m)	: 65'(19.81m)
- Clase	: 1
- Grupo	: D
- Diámetro en la punta (cm)	: 8.59" (21.82cm)
- Diámetro en la Línea de empotramiento (cm)	: 15.45" (39.25cm)
- Carga de rotura del poste en la cabeza (N)	: 20017
- Esfuerzo máx. a la flexión (N/cm ²)	: 5516
- Longitud de empotramiento (m)	: 8.46' (2.58m)
- Longitud libre de poste (m)	: 56.53' (17.23m)
- Módulo de elasticidad (Mpa)	: 1800

4.4.5. Simbología

Pv	=	Presión del viento sobre superficies cilíndricas, Pa
d	=	Longitud del vano – viento, m
Tc	=	Carga del conductor, N
ϕ_c	=	Diámetro del conductor, m
α	=	Ángulo de desvío topográfico, grados
Do	=	Diámetro del poste en la cabeza, cm
Dm	=	Diámetro del poste en la línea de empotramiento, cm
hl	=	Altura libre del poste, m
hi	=	Altura de la carga i en la estructura con respecto al terreno, m
hA	=	Altura del conductor roto, respecto al terreno, en m
kr	=	Relacion entre el vano peso y vano viento
Rc	=	Factor de reducción de la carga del conductor por rotura:0.5
Wc	=	Peso del conductor, N/m

- WCA = Peso del aislador tipo suspensión, N
- WAD = Peso de un hombre con herramientas, igual a 1000N
- C = Circunferencia del poste en la línea de empotramiento, cm
- E = Módulo de Elasticidad del poste, N/cm²
- I = Modelo de inercia del poste, cm²
- δ = Deflexión Máxima del Poste de Madera, %
- k = Factor que depende de la forma de fijación de los extremos del poste
- hc = Lado de cruceta paralelo a la carga, en cm
- b = Lado de cruceta perpendicular a la carga, en cm
- $\sum Q_v$ = Sumatoria de cargas verticales, en N (incluye peso de aislador, conductor y de 1 hombre con herramientas)

En el Anexo III se muestran los cálculos mecánicos de estructuras para postes de 65' (19.81m), clase 1.

4.4.6. Cuadro de prestaciones de estructuras

En el cuadro adjunto, se muestra las prestaciones de estructuras

Tabla 5. Prestaciones de Estructuras

Nº	Estructura	Vano Viento (m)	Angulo (º)	Deflexión
1	A1	200	0-5	4.00
2	A2	300	5-30	-
3	A3	300	30-60	-
4	A4	300	60-90	-
5	A5	300	-	-
6	A6	300	-	-
7	A10	300	-	-

En los cuadros del Anexo III mostramos los valores máximos para los cálculos mecánicos de estructuras.

4.5. RETENIDAS

El cable de acero que se utilizará, será de acero galvanizado del tipo grado EHS.

Tendrá las siguientes características:

- Diámetro nominal : 10mm
- Número de alambres : 7
- Sentido del cableado : izquierdo
- Diámetro de cada alambre : 3,05 mm
- Carga rotura mínima : 68.67 kN
- Masa : 0,40 kg/m

Las retenidas se han calculado considerando que ellas compensarán el 100% de las fuerzas de desequilibrio en las estructuras. El esquema de disposición y número de retenidas, se muestra en las últimas de las estructuras que lo requieren. En los cuadros de Cálculos de Estructuras (Anexo III), se muestran el requerimiento de retenidas de acuerdo al tipo de estructuras.

El ángulo que hace la retenida con la estructura es de 45°.

4.6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Características Eléctricas del Sistema

Para los efectos del diseño eléctrico de línea primaria se tendrán en cuenta las siguientes características.

- Tensión nominal de la red : 10,0 kV.

- Tensión máxima de servicio : 12,0 kV
- Frecuencia nominal : 60 Hz
- Factor de potencia : 0.90 (atraso)
- Conexión del neutro : Efectivamente puesta a tierra
- Potencia de cortocircuito mínima : 250 MVA
- Nivel isocerámico : 40

4.7. PUESTA A TIERRA

Las líneas primarias en su mayoría recorrerán zonas poco frecuentadas por transeúntes, no se tomarán en cuenta los conceptos tradicionales conceptos de tensión de paso y toque.

Puestas a tierra en Línea Primaria

El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra de la estructura recomendada en el Código Nacional de Electricidad. Suministro 200 l es de 25 Ohm.

La línea primaria en Planta Nueva, será un sistema 10 kV "efectivamente puesto a tierra sin neutro corrido", que parte de la subestación principal.

Las normas norteamericanas y sudafricanas que han servido de base para la normalización de la Coordinación de Aislamiento en líneas de media tensión, establecen que las sobre tensiones inducidas, por lo general, no superan el valor de 300 kV. Por lo tanto, para conseguir este valor, se aprovecha la característica de aislante al impulso de la madera, mediante el uso de una parte del poste de madera,

que sumado al aislamiento principal (de porcelana o polimérico) pueda obtenerse una tensión disruptiva (CFO) entre 250 y 300 kV.

En sistemas sin neutro corrido, el dimensionamiento de la puesta a tierra se ha basado en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2001, en el NESC y en normas sudafricanas, estas últimas están previstas para sistemas convencionales de media tensión (no necesariamente de electrificación rural) y para zonas con intensas descargas atmosféricas.

La puesta a tierra será en contrapeso continuo instalado en la estructura de madera, y conectado al sistema de puesta a tierra existente en la subestación.

La utilización de la puesta a tierra para las líneas primarias tiene el siguiente criterio:

Para la zona del proyecto sin descarga atmosférica, se utilizarán puestas a tierra, instaladas en la base del poste mediante una plancha de puesta a tierra de 10" de diámetro, a toda la ferretería de las estructuras, en cada estructura.

4.8. NIVEL DE AISLAMIENTO

4.8.1. Criterios para la Selección del Nivel del Aislamiento

Los criterios que deberán tomarse en cuenta para la selección del aislamiento serán las siguientes:

- Sobre tensiones atmosféricas
- Sobre tensiones a frecuencia industrial en seco
- Contaminación ambiental

En la Tabla 6 se muestran los niveles de aislamiento que se aplicarán a la línea, redes primarias en condiciones estándar:

Tabla 6. Niveles de Aislamiento

Tensión nominal entre fase (kV)	Tensión máxima entre fase (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1.2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
10	12	110	34

4.8.2. Factor de corrección por altitud

Los niveles de aislamiento consignado en la Tabla 6 son válidos para condiciones atmosféricas estándares, es decir, para 1013x10⁵ N/m² y 20°C.

Según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a :

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

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m

El área del proyecto se encuentra a una altitud máxima de 4200 m.s.n.m. El factor de corrección es de 1.4

4.8.3. Contaminación Ambiental

Deberá verificarse el adecuado comportamiento del aislamiento frente a la contaminación ambiental. Para ello, se tomará como base las recomendaciones de la Norma IEC 815 *"Guide for The Selection of Insula Tors in Respect of Polluted Conditions"*.

Para propósitos de normalización, se han definido las siguientes cuatro (04) niveles de contaminación:

- Ligero
- Medio
- Pesado
- Muy pesado

La tabla 1 de la Norma IEC 815, describe de forma aproximada los medios ambientes típicos de cada nivel de contaminación.

A cada nivel de contaminación descrito en la Tabla 1, corresponde una línea de fuga específica mínima, en mm por kV (fase a fase), relativa a la máxima tensión de servicio. La Tabla II de la Norma IEC 815 muestra los niveles de contaminación y las distancias de fuga específica que deben aplicarse.

La mínima longitud de fuga de un aislador rígido (tipo poste) o cadena de aisladores conectado entre fase y tierra, se determinará de acuerdo al nivel de contaminación del lugar, usando la siguiente relación:

- Mínima longitud de fuga = mínima longitud de fuga específica (Tabla II) x máxima tensión de servicios entre fases. ,
- Mínima longitud de fuga = 31mm/kV x 12 kV.
- Mínima longitud de fuga = 372 mm.

4.8.4. Tensiones de Sostenimiento y Líneas de Fuga de los Aisladores de uso en Línea Primaria

En la Tabla 7 se consignan las tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y a impulso atmosférico, así como las líneas de fuga de las cadenas de aisladores cuyo uso está normalizado.

Tabla 7. Características de los Aisladores de Porcelana

NIVELES DE AISLAMIENTO	AISLADORES PORCELANA	
	POSTE 57-3	2-CLASE 52-3
Tensión de sostenimiento a la orden de impulso positivo 1.2/50 kVp	210	245
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial en seco (kV)	125	155
Línea de fuga total (m)	737	584

4.8.5. Conclusión

De acuerdo a lo indicado en la Tabla 7, se concluye que los aisladores a utilizar son de las siguientes características:

Aislador tipo Poste, clase ANSI 57-3

Aislador tipo Suspensión, clase ANSI 52-3, Cadena de dos (02) unidades.

CAPITULO V

ANÁLISIS COSTO - BENEFICIO DEL PROYECTO

Antes de realizar cualquier proyecto, debe realizarse un estudio si es económicamente rentable realizarlo. Un proyecto puede estar bien sustentado técnicamente, pero si no retribuye algún beneficio económico para la empresa, simplemente no se llegara a concretar. No es un objetivo de este informe mostrar al detalle el estudio de factibilidad económica llevado a cabo para este proyecto, simplemente mostraremos de forma breve los cálculos financieros realizados y en que tiempo se recuperará la inversión.

EVALUACION ECONOMICA (Análisis Financiero)

La evaluación económica se llevará a cabo tomando en cuenta lo siguiente:

- La entrada en operación de la pala P&H 2300 XP (20-40) (como única carga).
- Una proyección de 7 años fiscales desde el 2007 al 2013.
- La inversión inicial para llevar a cabo el proyecto es de US\$ 600,000
- La inflación anual considerada para este proyecto es de 2.0 %
- Se considera una depreciación de 85,714 por año durante 7 años.
- La tasa de descuento para este proyecto es del 10%

EVALUACION ECONOMICA								
Análisis Financiero								
Nombre del proyecto :	REFORZAMIENTO DE LINEA DE MEDIA TENSION ALIMENTACION PALA 20-0							
	FISCAL YEAR							
	2007 ⁽¹⁾	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
		1	2	3	4	5	6	7
1- INGRESOS / AHORROS DE COSTOS								
Ingreso por producción pala 20-0		3,910,435	6,657,050	6,657,050	6,657,050	6,416,861	6,717,312	6,717,312
TOTAL DE INGRESOS / AHORROS	0	3,910,435	6,657,050	6,657,050	6,657,050	6,416,861	6,717,312	6,717,312
2- COSTOS OPERATIVOS (Para proyectos nuevos)								
Costos de Reparaciones		(100,333)	(172,000)	(172,000)	(172,000)	(172,000)	(172,000)	(172,000)
Costos de mantenimiento		(43,750)	(75,000)	(75,000)	(75,000)	(75,000)	(75,000)	(75,000)
TOTAL DE COSTOS OPERATIVOS	0	(144,083)	(247,000)	(247,000)	(247,000)	(247,000)	(247,000)	(247,000)
3- TOTAL NETO ANTES IMPUESTOS	0	3,766,352	6,410,050	6,410,050	6,410,050	6,169,861	6,470,312	6,470,312
4- DEPRECIACION		(71,429)	(71,429)	(71,429)	(71,429)	(71,429)	(71,429)	(71,429)
5- BENEFICIO NETO TOTAL	0	3,694,923	6,338,622	6,338,622	6,338,622	6,098,432	6,398,883	6,398,883
6- IMPUESTOS 30%	0	1,108,477	1,901,587	1,901,587	1,901,587	1,829,530	1,919,665	1,919,665
7- IMPORTE INVERSION PROYECT		(500,000)						
8- FLUJO DE CAJA NETO	(500,000)	2,657,875	4,508,464	4,508,464	4,508,464	4,340,331	4,590,647	4,550,647
FLUJO NETO NOMINAL	(500,000)	2,657,875	4,508,464	4,508,464	4,508,464	4,340,331	4,590,647	4,550,647
FLUJO NETO REAL @inflacion 2%	(500,000)	2,605,760	4,333,395	4,248,426	4,165,124	3,931,172	4,040,844	3,961,612
Indicadores Flujo Nominal	IRR =	585.5%		NPV = \$ 19,707,797				
Indicadores Flujo Real	IRR =	572.1%						
Payback periodo anual	AÑOS =	0.19						
VARIABLES	Valor	Unidades						
DEPRECIACION (años)	7	Años		(Máximo a utilizar 7 años)				
INFLACION ANUAL (%)	2.0%	Porcentaje						
TASA DE DESCUENTO (%)	10.0%	Porcentaje						
NOTAS:	- Los ingresos de dinero deben considerarse positivos y los egresos como negativos							
	- Solo llenar los campos resaltados con color rosado claro							

De estos cálculos podemos concluir que el proyecto es económicamente rentable y tiene un tiempo de recuperación de la inversión de 0.19 años, es decir 70 días aproximadamente, además valor del Proyecto a fecha actual es de US\$ 19'707,266.

CONCLUSIONES

- El éxito de todo proyecto es la Buena organización, planificación y control de todas las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto, tanto de la Parte Administrativa, logística y de control de costos ya que sino se consideren estos factores, no solo se originan perdidas para la Empresa sino que tampoco se cumplen los plazos establecidos inicialmente.
- Desarrollar un esquema que permita tener el control del Proyecto frente a cualquier desviación que pudiera surgir en el trayecto es muy importante. Por ello, un adecuado desarrollo del Alcance, indicando todo lo que se espera conseguir en el Proyecto, es fundamental y para nos valemos de herramientas de Gestión como el EDT (WBS).
- El control de documentos es parte vital en la planificación y control de actividades dentro del alcance del trabajo, puesto que con dichos documentos se sustentan diferentes cambios y ampliaciones de plazo en la ejecución de las diferentes actividades del Proyecto.
- El uso de Normas Técnicas, antes, durante y en la finalización del Proyecto resulta muy importante, ya que nos aseguran que el trabajo realizado en cada fase, se

adecua a un estándar que funciona y nos da la tranquilidad de obtener el mismo resultado en nuestro Proyecto.

- Actualmente el Proyecto se viene ejecutando con éxito, prueba de ello son los resultados obtenidos en el transformador ubicado en el cerro Condorsayana, que alberga a la antena principal del sistema de comunicación vía radio de Tintaya, donde la tensión era muy por debajo de los 10,000 voltios antes de desarrollar las dos líneas de alimentación a la celda de llegada CB-20 y separar la carga de la Zona industrial y talleres; por ello cada vez que había una caída de tensión, por alguna distorsión del sistema, la señal radial se cortaba debido a ser una carga en “cola”. Ahora la tensión se mantiene ligeramente por encima de los 10,000 voltios por lo que esperamos no vuelva a ocasionar problemas.
- A pesar de las ligeras variaciones en el costo del Proyecto, aun éste resulta rentable y de rápida recuperación de Capital, debido al extraordinario precio del los minerales. Esta razón conlleva a las empresas mineras aprovechar el momento e invertir su capital en este tipo de proyectos.

BIBLIOGRAFÍA

- Tello Pantoja, Gustavo (2006). Expediente Técnico “Refuerzo del Sistema Eléctrico de 10 kV Mina Tintaya”. A.I.S. EIRL. Lima.

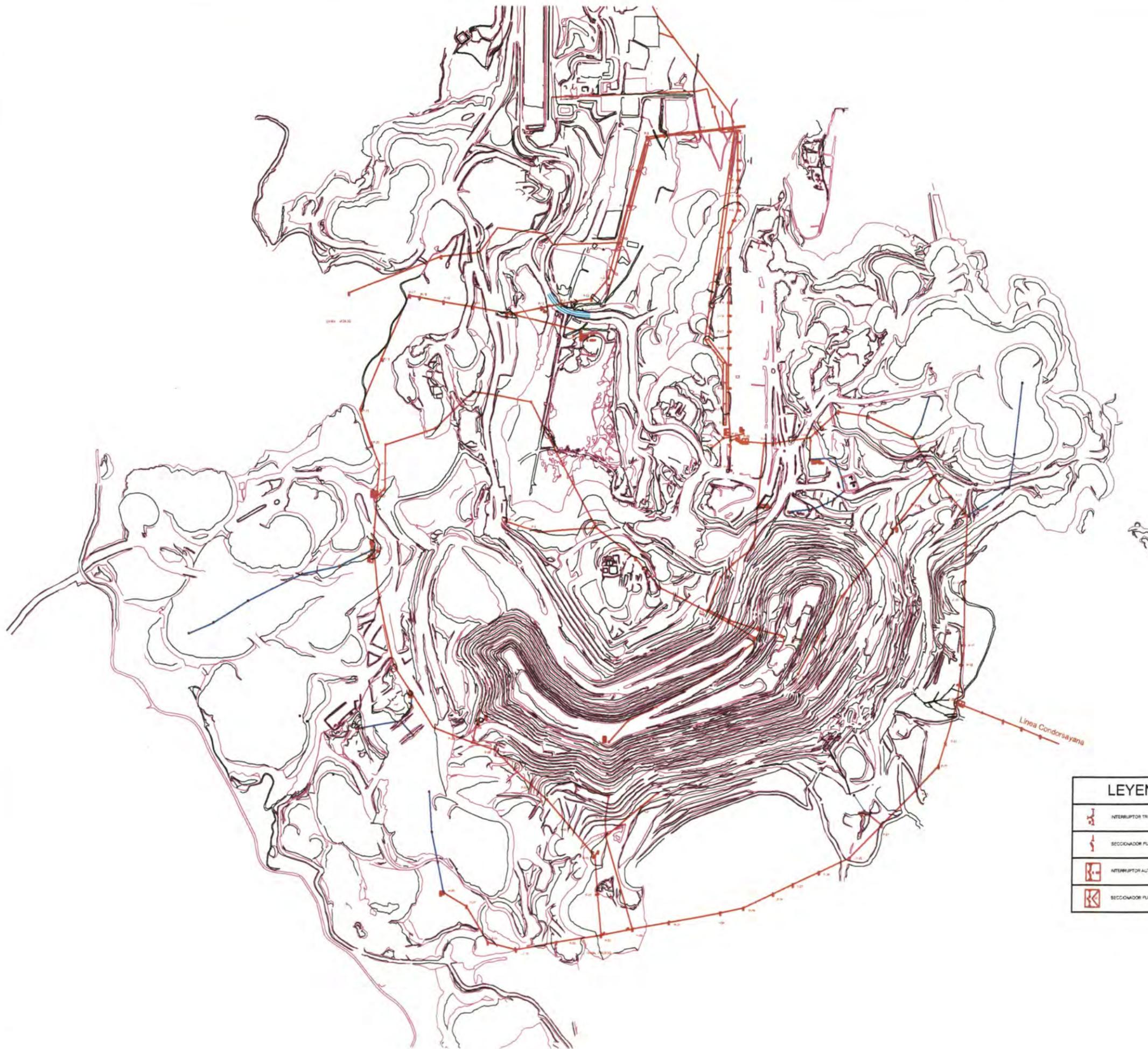
- Gómez Sánchez, Rubén (2006). Guía del Curso “Normalización Técnica Aplicada a la Ingeniería”. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.

- Valle Apaza, Héctor (2006). Memorando Interno “Capital Approval Request C-0610030”. Xstrata Tintaya S.A. Espinar, Cuzco.

- Martínez Bendezu, Jorge (2006). Informe interno “Evaluación Técnica-Económica Proyecto de Refuerzo del Sistema Eléctrico de 10kV Mina Tintaya”. Xstrata Tintaya S.A. Espinar, Cuzco.

- Norma Interna “Estándares de Armados Típicos de postes de madera tratada para líneas de media tensión”. Xstrata Tintaya S.A. Espinar, Cuzco.

ANEXO I
PLANOS



LEYENDA 1	
	CABLE ALUMBRADO REDES 10KV (MEDIA TENSION)
	GRUPOS ESPECIALES PARA TRUSTRAL
	POSTES DE MEDIA TENSION 10KV
	POSTES PARA REDES SECUNDARIAS O BAJA TENSION
	POSTE CON PARARRAYO INSTALADO 10KV Y CON POCO DE TIERRA
	POZOS A TIERRA SOLO CON EL CABLE GUARDA INSTALADO
	SUB ESTACION PARA PALAS (ABR)
	SUB ESTACION PARA PERFORADORAS (PEMCO)
	HABER UNIMAJON MONOFASICO
	TRANSFORMADOR TRIFASICO

LEYENDA 2	
	INTERRUPTOR TRIPOLAR (ANRUPITER)
	SECCIONADOR FUSIBLE (CUT OUT)
	INTERRUPTOR AUTOMATICO 3F (RECLOSER)
	SECCIONADOR FUSIBLE (CUT OUT)

XSTRATA COPPER TINTAYA S.A.

REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10KV - MINA

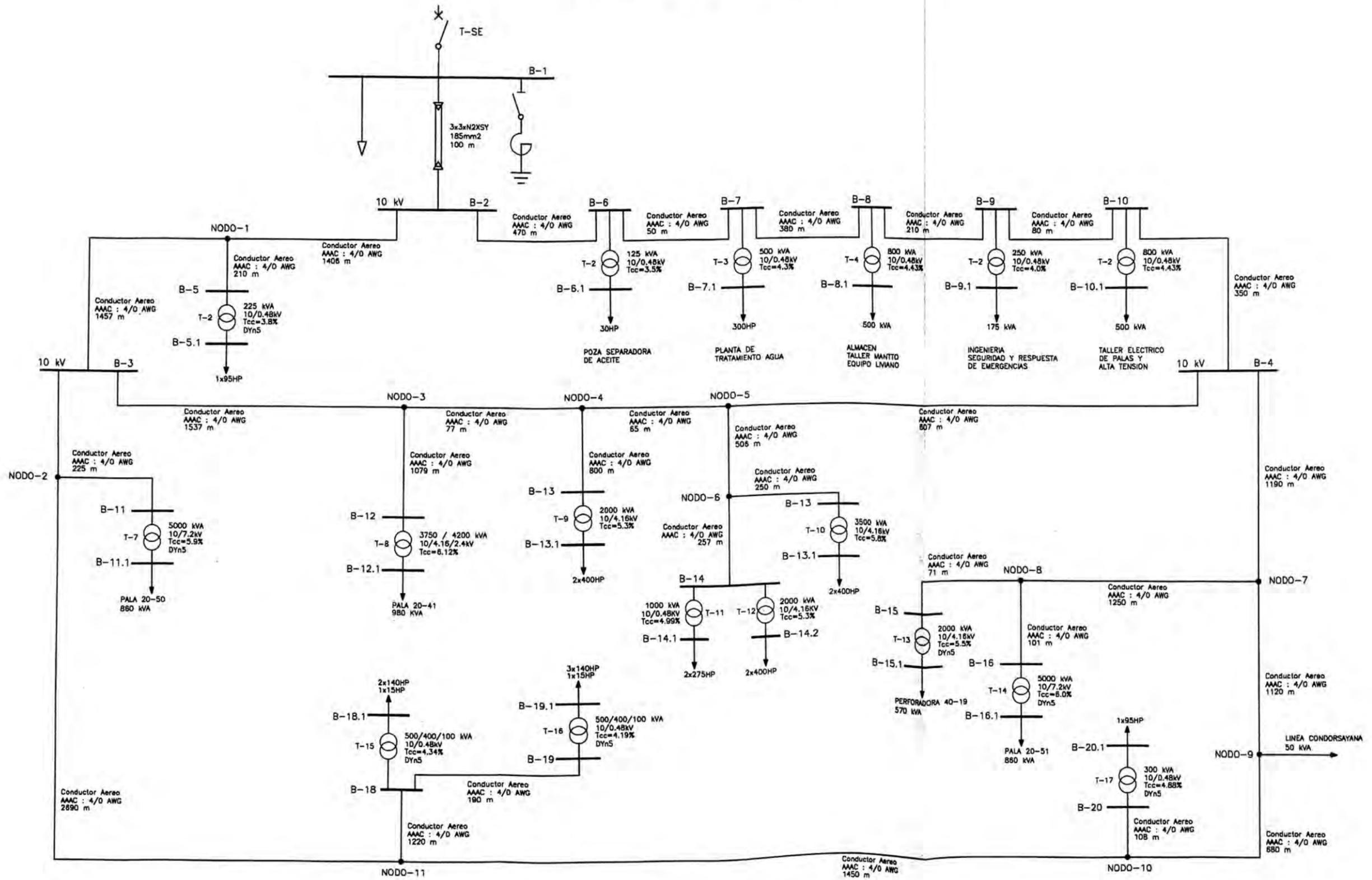
PLANO: REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10 KV
 LOOP MINA 10KV
 DISTRIBUCION DE LINEA

ESCALA: 1:200

DELAJOS:

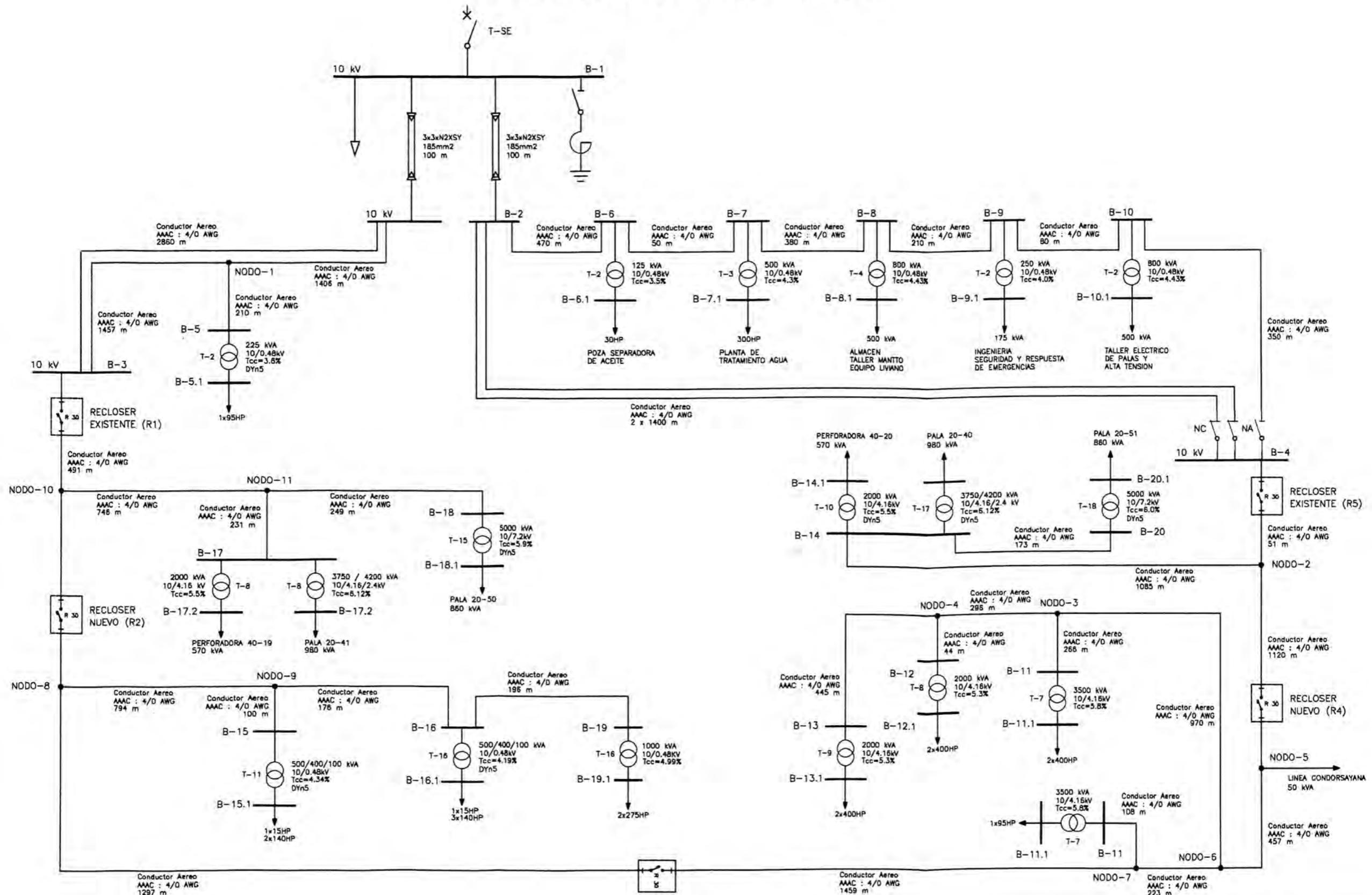
01

DIAGRAMA UNIFILAR - 1 PUNTO DE ALIMENTACION
ANILLO CERRADO 10kV - ACTUAL



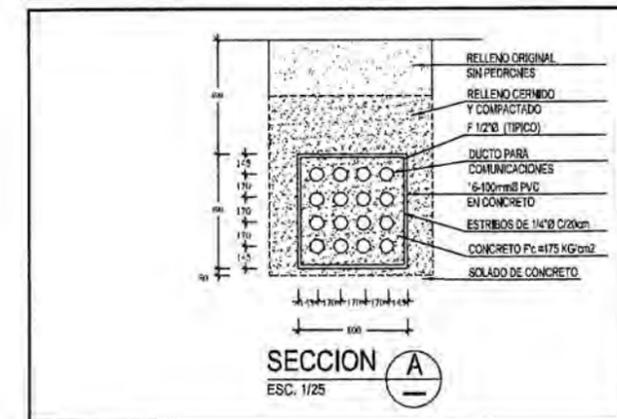
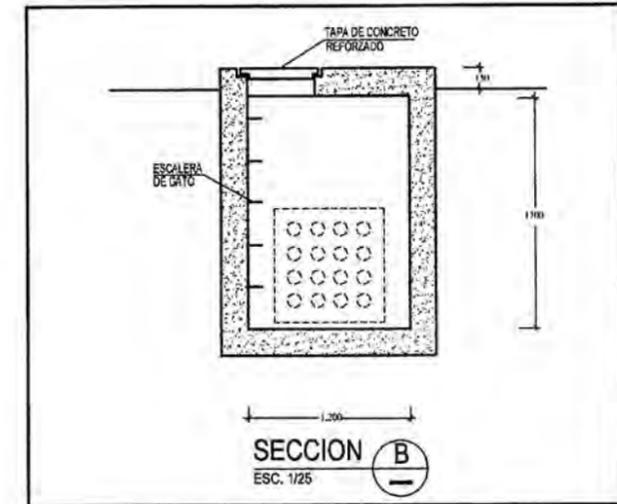
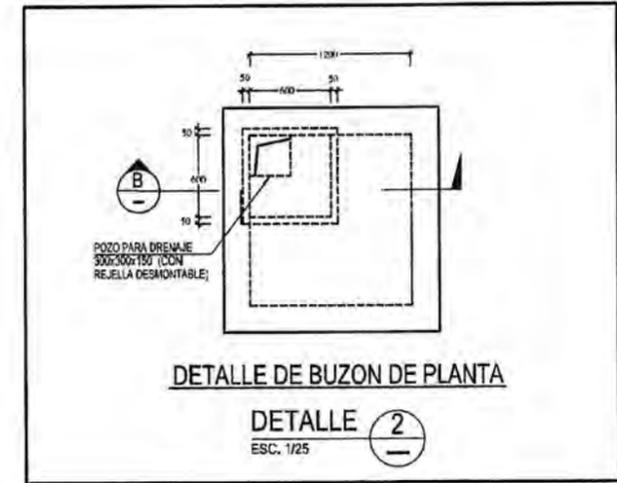
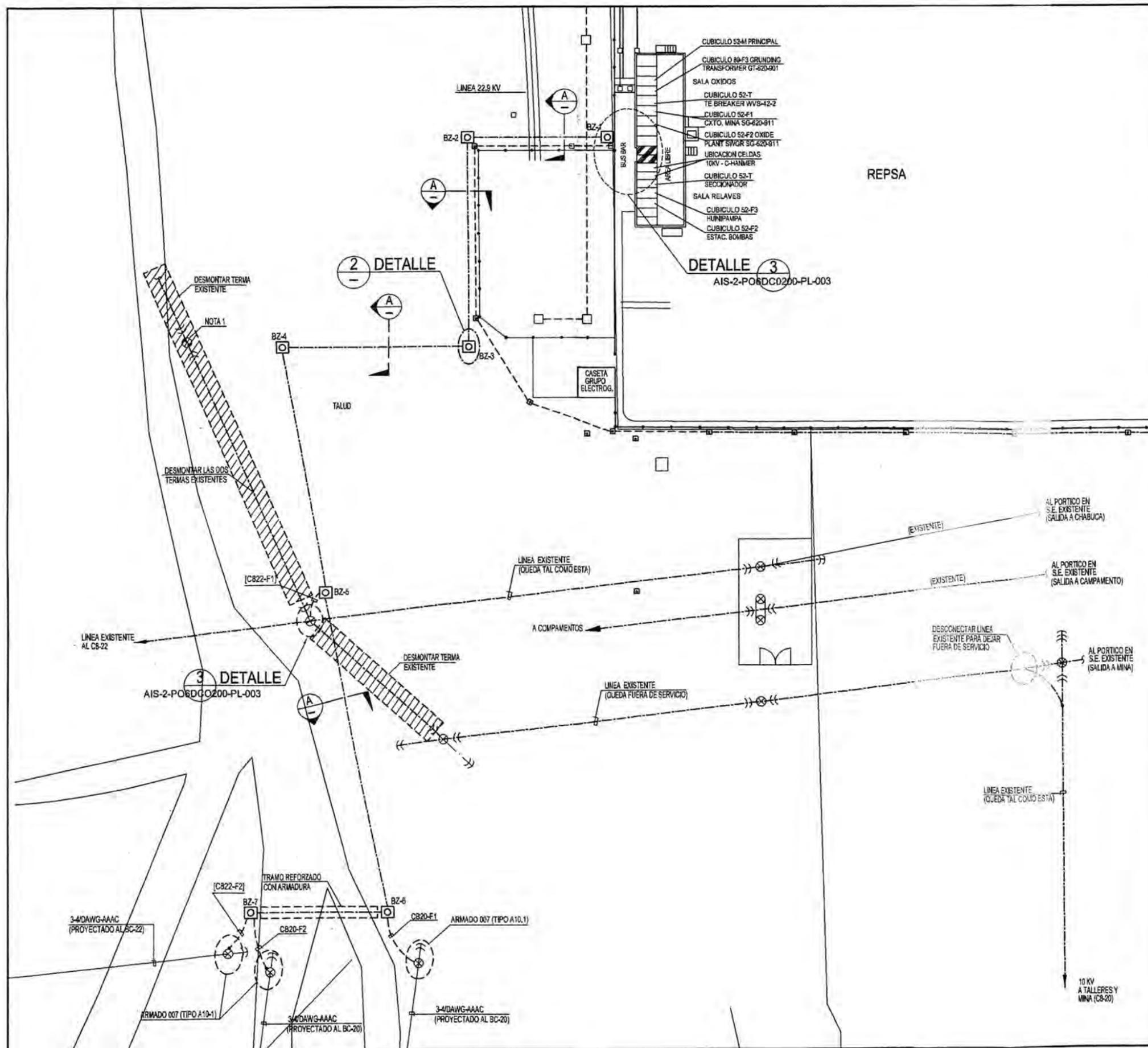
XSTRATA COPPER TINTAYA S.A.	
REFUERZO SISTEMA ELETRICO 10 kV - MINA	
PLANO:	REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10 kV
DIAGRAMA UNIFILAR 1 PUNTO DE ALIMENTACION	
ANILLO CERRADO - ACTUAL	
ESCALA:	DISIADO: XXXXXX
	02

DIAGRAMA UNIFILAR - 2 PUNTOS DE ALIMENTACION
ANILLO NORMALMENTE ABIERTO 10kV - PROPUESTO



RECLOSER
REUBICADO (R3)
NORMALMENTE ABIERTO

XSTRATA COPPER TINTAYA S.A.	
REFUERZO SISTEMA ELETRICO 10 KV - MINA	
PLANO: REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10 KV DIAGRAMA UNIFILAR 2 PUNTOS DE ALIMENTACION ANILLO ABIERTO - PROPUESTO	
ESCALA: X:XX	DIBUJADO: XXXXXX
03	



TRAMO DE LINEA EXISTENTE A DESMONTAR

- NOTAS:**
- 1- RETRAR POSTE Y SECCIONADORES.
 - 2- TODOS LOS BANCOS DE DUCTOS TENDRAN UNA PENDIENTE HACIA EL BUZON MAS CERCANO PARA DRENAR CUALQUIER LIQUIDO O HUMEDAD.
 - 3- TODOS LOS BANCOS DE DUCTOS SERAN REFORZADOS EN AQUELLAS ZONAS DE CRUZADAS DE VIAS O CON TRANSITO VEHICULAR VARIADO.
 - 4- EN LA ZONA DE EXCAVACIONES PRESENTA TERRENO ROCOSO, LA PROPIEDAD DE LA SUPERFICIE SUPERIOR DEL BANCO DE DUCTOS PODRA REDUCIRSE A UN MINIMO DE 700mm SIEMPRE Y CUANDO SE INCLUYA EL REFUERZO QUE SE INDICA PARA ZONAS DE TRANSITO O CRUZADAS DE VIAS.
 - 5- LAS PORCIONES REFORZADAS DE BANCOS DE DUCTOS BAJO VIAS SE DEBERAN PROYECTAR 1.00 MT. A CADA LADO DE LA VIA.
 - 6- EL DUCTO PARA EL SISTEMA DE COMUNICACIONES SERA TIPO CONDUIT. DE FeCo CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS.
 - 7- LAS ACARAS DE LOS BUZONES QUE NO TENGAN DUCTOS CONECTADOS DEBERAN QUEDAR CON VENTILANAS CIEGAS REMOVIBLES PARA POSIBLE CONEXION DE BANCOS DE DUCTOS DE 8 VIAS.

XSTRATA COPPER TINTAYA S.A.	
REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10 KV - MINA	
PLANO: REFUERZO SISTEMA ELECTRICO 10 KV ACOMTIDA A LINEAS AERIAS 10 KV PLANTA - DETALLES	
ESCALA: 1:200	DIBUJO: 04

ANEXO II
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTRO

CELDAS METALCLAD

Normas Aplicables:

Las celdas cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria de la licitación:

- ANSI C37.100 Definitions for Power Switchgear
- ANSI C37.20 Switchgear Assemblies and Metal Enclosed Bus
- ANSI C37.04 AC Power Circuit Breakers Rating Structure
- NEMA SG .4 Power Circuit Breakers.
- NEMA SG.5 Power Switchgear Assemblies

Condiciones de operación y valores nominales:

La celda de 10 kv será conectada a la barra de de la sala Alston de Relaves a través de las celdas previstas para el proyecto de compensación reactiva. La conexión y operación se hará en un sistema de 10 kv, 3 fases, 3 hilos, 60Hz, con el neutro puesto a tierra con transformador.

La celda y sus componentes deberán ser diseñadas y construidas por los siguientes valores de tensión nominal:

- Clase de tensión. 27kV.
- Nivel básico de aislamiento al impulso (BIL) entre fases y entre fase tierra, con onda de $2\mu s \times 50kV$ (prueba de Impulso): 95kV.
- tensión de prueba tierra y entre fase, a frecuencia industrial y durante un minuto (Prueba de sobre tensión 1minuto): 38kV.

La celda operara a una tensión de 10kV, 3 fases, 3 hilos, neutro aislado, 60Hz.

Descripción del Equipo:

1. Requerimientos Generales:

La celda será del tipo Metal Clad similares a las existentes, de salida única: es decir que solamente alojara un interruptor del tipo extraíble y sus elementos complementarios como: transformadores de corriente, de tensión, interruptor del tipo extraíble y sus elementos complementarios como: transformadores de corriente, de tensión, relés, etc. El proveedor incluirá en el suministro cualquier indicación o accesorios especiales (si fuera necesario) para el adecuado anclaje de la celda.

2. Características nominales:

Las celdas y sus componentes deberán ser diseñados y construidos para los siguientes valores nominales:

Voltaje Nominal	24kV
Nivel Básico de aislamiento (BIL)	150kV
Sobre tensión a frecuencia industrial	50kV
Barras	630 Amp
Interruptor	1250 Amp
Poder de Ruptura simétrico	22kA
Poder de cierre	60kA (pico)
Capacidad de tiempo corto (3 seg.) – Celda	22kA rms sim.

3. Gabinete:

Las celdas deberán tener suficiente rigidez y consistencia para soportar los esfuerzos impuestos por el transporte, manipuleo y operación sin deformaciones notables ni otros daños.

Las celdas serán del tipo metalclad, auto soportadas, y estarán formadas por paneles metálicos verticales completamente cerrados, de montaje en el piso, de frente muerto, accesible por el frente y por la parte posterior para mantenimiento y ensamblado de modo que sus compartimientos formen una unidad rígida.

La estructura y paneles serán preparados utilizando perfiles y planchas metálicas de dimensiones no menores que 1 1/2" x 1 1/2" x 1/4" para los perfiles y de 2.5mm de espesor para las planchas. Será para uso interior NEMA 12

La celda estará compuesta por compartimientos independientes para interruptor, transformadores de protección, conexión de cables, de baja tensión, de barras y transformadores auxiliares. Tendrá a todo su largo una puerta abisagrada con dispositivos de cierre con chapa y llave. El manubrio de accionamiento del seccionador deberá tener una cobertura abisagrada que evite contactos u operaciones accidentales.

La celda se apoyará sobre una base metálica para uso exterior preparado con perfiles metálicos con provisiones para anclaje directamente a losa de concreto.

4. Interruptor:

El interruptor será tripolar, en vacío, de ejecución extraíble, con un mecanismo de operación de accionamiento, frontal. Estará equipado con un mecanismo de cierre y disparo por almacenamiento de energía, que cargue el resorte de disparo durante la operación de cierre, permitiendo que el interruptor sea usado para rápidos re-cierres.

El mecanismo de cierre deberá ser operado por un motor eléctrico a 120 VCA (por confirmar), alimentado desde el transformador de control incorporado en la celda. Estará equipado con dispositivo de disparo capacitivo. El resorte podrá ser cargado manualmente en casos de emergencia o durante procedimientos de mantenimiento.

El panel frontal del interruptor debe ser fácilmente removible cuando la puerta de la celda está abierta para operaciones de inspección y/o mantenimiento.

El interruptor será operado localmente, sin embargo se preverá la posibilidad de mando a distancia, debiendo estar cableado y equipado con contactos auxiliares y todo el cableado y borneras requeridos para el mando a distancia.

Las operaciones mediante los pulsadores de mando manual no deberán representar peligro alguno para el operador, bajo las siguientes condiciones:

- Cierre contra un cortocircuito franco.
- Cierre y apertura con carga.

Cada interruptor deberá tener los siguientes accesorios:

- Palanca para cargar el mecanismo de cierre y disparo.
- Accionamiento mecánico de cierre/apertura.
- Indicador mecánico de posición abierto.
- Indicador mecánico de posición cerrado.
- Bobina de cierre.
- Bobina de disparo.
- Dispositivo de disparo capacitivo (Por confirmar).
- Indicador mecánico del estado de carga y descarga del sistema de resortes.
- Cuatro contactos NA y cuatro contactos NC para uso del propietario.
- Motor para cargar el mecanismo de cierre y disparo, con dispositivo de operación automático.
- Contador de operaciones.
- Luz roja indicadora de la posición conectada, luz verde indicadora de la posición desconectada y una luz ámbar indicadora de que el mecanismo de disparo se encuentre cargado.

5. Relé de Protección

El Proveedor suministrará e instalará en la celda de 10 KV, la cantidad y el tipo de relé de Protección que se muestran en los planos y como se describe en esta especificación.

El relé será del tipo multi-función de estado sólido controlado por microprocesador y que operará con los secundarios de los transformadores de corriente. El relé dispondrá de las siguientes funciones: 50/51 para cada una de las tres fases, 50N/51N o 50G/51G para Protección contra fallas a tierra y disparo por mínima tensión. El relé será capaz de operar a las condiciones ambientales indicadas en la presente especificación.

El Proveedor incluirá una fuente ininterrumpida de corriente monofásico (UPS) como fuente de suministro de energía para el relé multifunción.

El relé de Protección será similar al Multilin de GE.

6. Pulsadores y Luces

En el panel frontal del interruptor de la celda, se deberá colocar los siguientes accesorios:

- Una lámpara roja que enciende cuando el interruptor está cerrado.
- Una lámpara verde que se enciende cuando el interruptor está abierto.
- Una lámpara ámbar que indique la posición de cargado (listo para cerrar).
- Pulsadores de cierre y apertura del interruptor.
- Conmutador o switch de control (cierre y apertura).

7. Transformadores de Medida

Los transformadores de corriente y tensión serán del tipo encapsulados en resina sintética, con una capacidad mecánica y térmica igual a la de la celda donde se instalarán.

- Los transformadores deberán ser dimensionados y fabricados para un nivel de tensión no menor al del interruptor.
- La carga de cada transformador deberá ser determinada por el Proveedor y cumplir conforme con las normas ANSI / IEEE o IEC equivalentes deberá incluir por lo menos un 20% de capacidad de reserva.
- Los bornes secundarios de los transformadores de corriente deberán tener puentes de cortocircuito para el transporte.
- Los transformadores de tensión deberán tener fusibles de potencia limitadores de corriente incorporados en el lado de alta tensión. En el lado de baja tensión llevarán también fusibles de protección.
- Cada transformador deberá tener su propia conexión a la barra de tierra. Los transformadores toroidales, deberán tener un diámetro interior no menor a 180 mm (7").
- Clase de precisión de 0.5 para servicio de medición y 5P20 para servicio de protección.

8. Transformadores de Control

El transformador de control será monofásico, tipo seco, encapsulado en resina sintética, de montaje fijo, 60Hz, 95kV de BIL, con fusibles de potencia limitadores de corriente incorporados en el primario será de relación 10,000/120V y de la potencia adecuada para el control de apertura y de cierre del interruptor, heaters, instrumentos etc., más un 20% de capacidad de reserva.

9. Cableado de Control

El cableado de baja tensión deberá ser separado de los compartimentos de alta tensión cuando sea necesario cruzar los compartimentos de alta tensión, el cableado de baja tensión deberá ser instalado en conduit, guías o conduit flexible.

Los terminales de conexión para el cableado de control serán del tipo lengüeta, con mordaza de agarre pre-aislados.

Para las conexiones externas del Propietario, se deberá prever en las borneras terminales un 15% de terminales de reserva. Todos los cables de control deberán ser identificados en ambos extremos con etiquetas permanentemente marcadas de acuerdo a los planos.

Se deberá prever conexiones flexibles entre los paneles fijos y sus puertas abisagradas y en las conexiones a todas las borneras de terminales.

Todos los circuitos de control deberán tener fusibles de protección debidamente identificados. Para las conexiones de los cables de fuerza se deberá prever lo siguiente:

- Terminales de presión y soportes de cables.
- Espacio suficiente para los conos de alivio.
- Barreras removibles (de material no magnético para conductores monofásicos) para la entrada de los cables.
- Punto de apoyo para fijación de cables en los puntos de conexionado.

Todas las señales para toma de estados operativos y parámetros eléctricos deberán ser debidamente cableadas y conectadas a borneras debidamente identificadas para su respectiva interconexión al exterior.

10. Calefactores de Ambiente

En cada celda se instalarán calefactores, anti-condensación de la capacidad adecuada, controlados por un termostato regulable. Los calefactores de cada panel deberán ser alimentados por un mismo circuito independiente, adecuadamente protegido e identificado. La fuente de alimentación será de 120 voltios desde el transformador de control.

11. Placas

Se deberán prever las siguientes placas de identificación en idioma español:

- Para la identificación de la celda, una en el frente y una en la parte posterior.
- Para identificar la función de cada instrumento medidor, relé, fusible, contactor, etc.

Las placas serán de aluminio o plástico laminado, de fondo blanco y letras negras fijadas con tornillos o remaches y deberán ser sometidas a la aprobación del Propietario.

12. Acabado

Las superficies metálicas serán sometidas a tratamiento anticorrosivo de fosfatizado por inmersión en caliente el cual deberá consistir básicamente de los siguientes pasos:

- Desengrase alcalino a 95°C.
- Enjuague con agua.
- Desoxidado con ácidos.
- Enjuague con agua.
- Fosfatizado de zinc a 85°C.
- Enjuague con agua.
- Sellado con inhibidor.
- Secado en estufa.

El acabado será con tres (3) capas de base anticorrosiva y tres (3) capas de pintura epóxica color gris. Cada capa aplicada deberá tener un espesor mínimo de 1.0 mils.

Accesorios

El Proveedor deberá incluir en su oferta todos los accesorios necesarios para la correcta operación de los equipos, adicionalmente incluirá:

- Previsión para colocación exterior de candado en el manubrio de accionamiento del seccionador.
- Facilidades para accionamiento lento de cerrado y apertura del seccionador para verificar enganche de contactos principales y apertura de contactos de apertura de arco.
- Indicador externo de la posición de abierto/cerrado del seccionador.
- Señalización de seguridad: "peligro - 10,000 voltios" claramente visible por los cuatro lados de la celda.

Repuestos

El Postor deberá incluir en su oferta un listado detallado de repuestos recomendados para un periodo de 24 meses de operación después de la puesta en marcha. Incluirá además repuestos que estimen necesarios para las pruebas y puesta en marcha.

Controles y Pruebas de Fabricación

1. Inspección

El Proveedor deberá permitir el ingreso y dar facilidades todas las veces que sea razonablemente necesarias, al Propietario o a su representante autorizado, para que inspeccione y examine todos los equipos, componentes y materiales durante la fabricación y ensamble, a fin de asegurar la conformidad de los materiales, trabajo y acabado a los requerimientos de esta especificación y a los

planos aprobados por el Propietario.

2. Pruebas

La celda y todos los componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en esta especificación.

El Proveedor deberá ejecutar todas las pruebas de rutina indicadas en las normas listadas, así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones.

Sin perjuicio de lo indicado en las Normas listadas, el Proveedor hará las siguientes pruebas:

- Pruebas dieléctricas (Hi-Pot).
- Pruebas de operación mecánica.
- Operación eléctrica y control de alambrado.
- Continuidad y aislamiento de cables.
- Verificación de polaridad.
- Secuencia de fases.

El Proveedor deberá proporcionar junto con su oferta una lista de las pruebas que normalmente realiza en los componentes y en el tablero terminado.

El método de prueba deberá ser especificado haciendo referencia a la norma aplicable o dando una descripción de método de prueba.

El Propietario o su representante se reservan el derecho de presenciar una o todas las pruebas indicadas y pedir la realización de alguna otra prueba de rutina de las indicadas en las normas listadas.

El Proveedor comunicará por escrito y con una anticipación no menor de 10 días útiles, sobre la fecha prevista para la realización de las pruebas. Adjuntará el formato de protocolos que utilizará para la conformidad del Propietario.

3. Informe de pruebas

Después de las pruebas y antes de la entrega el Proveedor deberá proporcionar seis (6) copias de cada uno de los informes de pruebas, firmado por un representante responsable, como prueba del cumplimiento con los requerimientos de pruebas de esta especificación.

4. Garantía

El Proveedor garantizará por un periodo de 24 meses después de la entrega en fábrica que tanto los materiales como la mano de obra empleados bajo esta especificación han sido probados conforme a esta especificación y que los resultados de las pruebas cumplen con los requerimientos de esta especificación y con los planos aprobados. Adicionalmente, certificará su conformidad a reemplazar cualquier equipo o componente encontrado defectuoso en material o mano de obra durante los trabajos de instalación o que falle durante el normal y apropiado uso.

AISLADORES TIPO POSTE DE PORCELANA

Normas Aplicables

Los aisladores tipo poste, 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 C.29.1 American National Standard Test Methods For Electrical Power Insulators
- ANSI C.29.6 American National Standard For Wet-Process Porcelain Insulators (High-Voltage Pin Type)

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.

Condiciones de Operación

El sistema eléctrico en el cual operaran los aisladores tipo Poste, tiene las siguientes características:

Tensión de servicio de la red	10 kV
Tensión máxima de servicio	12 kV
Frecuencia de la red	60 Hz

Características Técnicas

Los aisladores tipo poste serán de porcelana, de superficie exterior vidriada; tendrán las características y dimensiones que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

El roscado del agujero en el que se alojara la espiga de cabeza de plomo será efectuado sobre la misma porcelana del aislador, sin la necesidad de emplear accesorios o materiales con características distintas a la porcelana.

Pruebas

Los aisladores tipo pin o poste deberán cumplir con las pruebas de diseño, de conformidad de la calidad y de rutina, de acuerdo a las normas consignadas en la presente especificación.

1. 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. 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 de flameo en seco a baja frecuencia.
- Prueba de tensión de flameo bajo lluvia a baja frecuencia.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso positivo.
- Prueba de tensión crítica de flameo al impulso negativo.
- Prueba de tensión de radio-interferencia.
- Prueba de cambio brusco de temperatura.

Los certificados y reportes de prueba deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

2. 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 incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formara parte de una terna de tres (3) 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 de carga mecánica a la flexión.
- Verificación de las dimensiones y tolerancias del agujero para la espiga.
- Pruebas de perforación.
- Prueba de cambio brusco de temperatura
- Prueba de flameo de rutina.

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 de efectuar estas pruebas y los gastos que genere el representante del Propietario o la entidad certificadora estarán incluidos en el precio cotizado por el Postor.

Marcado

Los aisladores deberán tener marcas indelebles con la siguiente información mínima:

- Nombre del Fabricante
- Año de Fabricación
- Carga Máxima de Flexión en kN
- Clase de Aislador según ANSI

Embalaje

Los aisladores deberán ser embalados en jabas de madera resistente aseguradas mediante correas de bandas de acero inoxidable, evitando el contacto físico entre los aisladores. Las jabas deberán estar agrupadas sobre paletas (pallets) de madera y aseguradas mediante correas de bandas fabricadas con material no metálico de alta resistencia, 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 ser identificada (en idioma español o inglés) con 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.

Almacenaje y Recepción de Suministros

El Postor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del Fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros 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 de los suministros se efectuara con la participación de un representante del Proveedor, quien dispondrá del personal y los equipos necesarios para la descarga, inspección física y verificación de la cantidad de elementos a ser recepcionados. El costo de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

Inspección y Pruebas en Fabrica

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.

CABLES DE ENERGÍA Y TERMINALES

Normas Aplicables

Los cables de energía de media tensión 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:

- IEC 502 Extruded Solid Dielectric Insulated Power Cables For Rated Voltage From 1 To 30 Kv.
- IEC 228 Conductors Of Insulated Cables
- IEC 540 Test Method Of Insulation And Sheats Of Electric Cables And Cords
- IEC 230 Impulse Test On Cables And Their Accesories

Descripción del Material

a. Conductor

El conductor será de cobre electrolítico, recocido, cableado concéntrico, con una conductividad del 100% IACS; tendrá las características que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

b. Aislamiento

El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE); tendrá el espesor y las características eléctricas que se indican en la Tabla de Datos Técnicos Garantizados.

c. Cubierta semiconductor

Será una capa de compuesto semiconductor aplicado por extrusión sobre el conductor y sobre el aislamiento.

d. Pantalla metálica

Estará compuesta de cinta de cobre recocido o de alambres del mismo material, o una combinación de ambas.

e. Cubierta exterior

Será de cloruro de polivinilo (PVC) de color rojo

f. Identificación

Los cables llevaran impresa en la cubierta exterior, en bajo relieve y a intervalos regulares, la siguiente información:

- Nombre del fabricante - Tipo de cable
- Tensión nominal E_0/E en kV
- Sección del conductor

Marcado de Carretes.

En un lado apropiado del tambor del cable se deberá consignar la siguiente información:

- Nombre del propietario
- Numero de serie del tambor - Tipo de cable
- Numero de conductores y tamaño del cable
- Longitud del cable
- Masa neta y total en kg - Nombre del fabricante - Fecha de fabricación
- Flecha indicadora de rotación del tambor

Pruebas

Las pruebas de los cables se efectuaron de acuerdo con las normas indicadas.

a. Tipos de Pruebas

- Pruebas mecánicas
- Pruebas de doblado
- Examen de la pantalla y del aislamiento
- Medición del factor de perdidas a diferentes temperaturas
- Prueba dieléctrica de seguridad

b. Pruebas de Rutina

- Medición de resistencia eléctrica del conductor

- Pruebas dieléctricas
- Medición del factor de pérdidas

Terminales

Los terminales serán unipolares, para uso, exterior, adecuados para utilizarse con cable seco de las secciones indicadas en la tabla de datos técnicos garantizados.

Estarán compuestos de elementos aliviadores de esfuerzos eléctricos a base de cintas aislantes y semiconductoras. Se aceptarán también, elementos prefabricados.

Los terminales exteriores estarán provistos de "campanas" (sheds) de material sintético a prueba de intemperie. El postor indicará en su propuesta las pruebas a las que se someterán los terminales descritos, de acuerdo con las normas internacionalmente aceptadas; el costo de efectuar tales pruebas estará incluido en la oferta del postor.

Datos Técnicos Garantizados

El postor presentará con su oferta las tablas de datos técnicos garantizados, debidamente llenadas, firmadas y selladas, las mismas que servirán de base para la evaluación técnico-económica de la oferta presentada y el control de los suministros.

Planos, Diagramas y Manuales

El fabricante deberá proporcionar la siguiente información: catálogos de los cables de energía y sus terminales, en los que se indiquen las características eléctricas, mecánicas, condiciones de operación, instrucciones para el montaje y la ejecución de los terminales.

Antes del embarque de los cables de energía de alta tensión y sus terminales, el fabricante deberá suministrar Cinco (05) ejemplares de los reportes de prueba y de los manuales de Operación y Mantenimiento.

Embalaje

El embalaje estará sujeto a la aprobación del Propietario, lo cual deberá establecerse de tal manera que se garantice un transporte seguro de los cables de energía de alta tensión y sus terminales considerando las condiciones climatológicas y los medios de transporte.

Los carretes deberán marcarse claramente con el número del contrato u Orden de compra y la masa neta y bruta expresada en Kg.; se incluirá una lista de embarque indicando el detalle del contenido.

CABLE DE ACERO EHS

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 475** Standard Specification For Zinc-Coated Steel Wire Strand
- **ASTM A 90** Standard Test Method For Weight Of Coating On Zinc-Coated (Galvanized) Iron Of Steel Articles.

Características Técnicas del Cable

El cable para las retenidas será de acero galvanizado de grado 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 B según la Norma ASTM A 90.

1. Materiales:

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 cal 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 475.

2. Cableado:

Los alambres de la capa exterior serán cableados en el sentido de la mano izquierda.

3. Uniones y Empalmes:

Previamente al trefilado, se aceptarán uniones a tope realizadas con soldadura eléctrica. En cables formados con 3 alambres no se permitirá ninguna unión en los alambres terminados. En cables de 7 alambres, se aceptarán uniones en alambres individuales solo si no existiera más de una unión en un tramo de 45,7 m del cable terminado. No se aceptará, en ningún caso, uniones o empalmes realizados al cable terminado

Pruebas

Las pruebas están orientadas a garantizar la calidad de los suministros, por lo que deberán ser efectuadas a cada uno de los Lotes de cable a ser suministrados, en presencia de un representante del Propietario; caso contrario, deberá presentarse tres (03) juegos de certificados incluyendo los respectivos reportes de prueba satisfactorios emitidos por una entidad debidamente acreditada por el país de origen, la misma que formará parte de una tema de tres (03) entidades similares que serán propuestas por el Proveedor (antes de iniciar las pruebas) para la aprobación del Propietario.

Salvo indicación expresa de las normas indicadas anteriormente, el tamaño de la muestra a ensayar e inspeccionar no será menor al 10% del suministro.

Las pruebas a desarrollar son:

- 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/m², 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.

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 deberán ser redactados solamente en idioma español o inglés.

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

Embalaje

El cable será entregado en carretes de madera de suficiente robustez para soportar cualquier tipo de transporte e íntegramente cerrado con listones de madera para protegerlo de cualquier daño y 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 superficies internas de los carretes deberán estar cubiertas con capas protectoras de papel impermeable pesado, a fin de evitar el contacto directo del carrete con el cable de acero. Similarmente, luego de enrollar el cable, toda la superficie del cable será cubierta con el papel impermeable para servicio pesado.

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 deberá ser identificado (en idioma español o inglés) con la siguiente información:

- Nombre del Propietario
- Nombre o marca del Fabricante
- Numero de identificación del carrete
- Nombre del proyecto
- Tipo, diámetro y número de alambres del cable
- 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.

La 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.

Almacenaje y Recepción de Suministros

El Postor deberá considerar que los suministros serán almacenados sobre un terreno compactado, a la intemperie, en ambiente medianamente salino y húmedo.

Previamente a la salida de las instalaciones del fabricante, el Proveedor deberá remitir los planos de embalaje y almacenaje de los suministros 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 de los suministros 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 recepcionados. El costo, de estas actividades estará incluido en el precio cotizado por el Postor.

Inspección y Pruebas de Fabrica

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.

SECCIONADORES DE MANDO COMÚN

Normas Aplicables

Los seccionadores, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- ANSVIEEE C37. 30 Allowable Short Circuit Temperatures for Air Switches.
- ANSI C37. 32 Schedules of Preferred Ratings, Manufacturing Specifications, and Application Ratings for High Voltage Air Switches, Bus Support, and Switch Accessories.
- ANSVIEEE C37. 34 Test Code for High-Voltage Air Switches.
- ANSI/IEEE C37. 37 Loading Guide for High-Voltage Air Switches (in excess to 1000 V).
- ANSI C37.40 Service Conditions and Definitions for High-Voltage Fuse, Distribution Enclosed Single Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches and Accessories.

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

Descripción de los Equipos

1. General

El seccionador será del tipo para operar con carga, uso exterior, operación tripolar, con apertura lateral de cuchillas, operadas en grupo por medio de un único mecanismo de operación que acumula energía y se ubica en el ensamble de la base del seccionador.

Los seccionadores deberán tener una base de acero y estar equipados con aisladores de resina epóxica o equivalentes de igual o mejor rendimiento. Estará equipado con switches auxiliares cableados a caja de conexiones para indicar por lo menos su estado abierto-cerrado.

2. Seccionador Bajo Carga

Los seccionadores deberán utilizar un mecanismo integrado de operación que no exponga las partes móviles entre el switch y cualquier otro dispositivo.

Las partes de seccionamiento y el mecanismo de acumulación de energía deben ser libres de mantenimiento.

Los seccionadores deberán incluir provisiones para la instalación de pararrayos (surge arresters). Tres en cada lado del switch.

Estarán equipados con adecuados puntos de izaje que permitan facilidad para cada configuración de instalación normalizada del fabricante.

La capacidad de corriente del switch deberá ser de hasta un máximo de 900 Amp sin necesidad de precedencia del viento, y 1000 Amp. Con 40°C de temperatura ambiente y presencia de viento, de 2 pies por segundo.

Los contactores serán de alta resistencia a las, operaciones (mínimo 2000 de diseño y pruebas) y no deberá requerir aplicación de grasa.

3. Características Nominales

Capacidad de Interrupción	900 Amp.
Capacidad Momentánea	40 KA Asimétricos
Cierre de Fallas (régimen)	20 KA, RMS asime., dos veces. 15 KA, RMS asim. , tres veces
Tensión Nominal	14.4 KV
Tensión Máxima	17.0 KV
BIL	110 KV

4. Mecanismo de Operación

El mecanismo integrado de acumulación de energía deberá poder abrir y cerrar el seccionador eléctricamente o manualmente. Deberá tener la posibilidad de operar mediante pértiga sin necesidad del eje extensor del mecanismo.

Incluirá por lo menos:

SECCIONADORES DE MANDO COMÚN

Normas Aplicables

Los seccionadores, cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria a licitación:

- ANSVIEEE C37. 30 Allowable Short Circuit Temperatures for Air Switches.
- ANSI C37. 32 Schedules of Preferred Ratings, Manufacturing Specifications, and Application Ratings for High Voltage Air Switches, Bus Support, and Switch Accessories.
- ANSVIEEE C37. 34 Test Code for High-Voltage Air Switches.
- ANSI/IEEE C37. 37 Loading Guide for High-Voltage Air Switches (in excess to 1000 V).
- ANSI C37.40 Service Conditions and Definitions for High-Voltage Fuse, Distribution Enclosed Single Pole Air Switches, Fuse Disconnecting Switches and Accessories.

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

Descripción de los Equipos

1. General

El seccionador será del tipo para operar con carga, uso exterior, operación tripolar, con apertura lateral de cuchillas, operadas en grupo por medio de un único mecanismo de operación que acumula energía y se ubica en el ensamble de la base del seccionador.

Los seccionadores deberán tener una base de acero y estar equipados con aisladores de resina epóxica o equivalentes de igual o mejor rendimiento. Estará equipado con switches auxiliares cableados a caja de conexiones para indicar por lo menos su estado abierto-cerrado.

2. Seccionador Bajo Carga

Los seccionadores deberán utilizar un mecanismo integrado de operación que no exponga las partes móviles entre el switch y cualquier otro dispositivo.

Las partes de seccionamiento y el mecanismo de acumulación de energía deben ser libres de mantenimiento.

Los seccionadores deberán incluir provisiones para la instalación de pararrayos (surge arresters). Tres en cada lado del switch.

Estarán equipados con adecuados puntos de izaje que permitan facilidad para cada configuración de instalación normalizada del fabricante.

La capacidad de corriente del switch deberá ser de hasta un máximo de 900 Amp sin necesidad de precedencia del viento, y 1000 Amp. Con 40°C de temperatura ambiente y presencia de viento, de 2 pies por segundo.

Los contactores serán de alta resistencia a las, operaciones (mínimo 2000 de diseño y pruebas) y no deberá requerir aplicación de grasa.

3. Características Nominales

Capacidad de Interrupción	900 Amp.
Capacidad Momentánea	40 KA Asimétricos
Cierre de Fallas (régimen)	20 KA, RMS asíme., dos veces. 15 KA, RMS asím. , tres veces
Tensión Nominal	14.4 KV
Tensión Máxima	17.0 KV
BIL	110 KV

4. Mecanismo de Operación

El mecanismo integrado de acumulación de energía deberá poder abrir y cerrar el seccionador eléctricamente o manualmente. Deberá tener la posibilidad de operar mediante pértiga sin necesidad del eje extensor del mecanismo.

Incluirá por lo menos:

- a) Contactor de baja resistencia para señalar las posiciones abierto/cerrado, del seccionador.
- b) Facilidades para prever dificultades operativas con la presencia de corrosión o congelamiento.

El tiro de operación deberá ser máximo 30 kg para el accionamiento manual con el mecanismo completamente cargado.

Por ningún motivo, el mecanismo de acumulación de energía deberá soltarse con impactos mecánicos sobre el seccionador y movimientos bruscos del conjunto soporte-seccionador.

Pruebas

Los equipos deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en esta especificación.

El fabricante deberá ejecutar todas las pruebas de rutina indicadas en las normas listadas, así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones.

Sin perjuicio de lo indicado en las Normas listadas, el Proveedor hará las siguientes pruebas:

- Pruebas dieléctricas (Hi-Pot).
- Pruebas de operación mecánica.
- Operación eléctrica y control de alambrado.
- Continuidad y aislamiento.

El Proveedor deberá proporcionar junto con su oferta una lista de las pruebas que normalmente realice en los componentes y en el tablero terminado.

El método de prueba deberá ser especificado haciendo referencia a la norma aplicable o dando una descripción de método de prueba.

El proveedor deberá presentar certificado de calidad de los productos suministrados cuando el equipo es de fabricación estandarizado y masiva.

Garantía

El Proveedor garantizará por un periodo de 24 meses después de la entrega en fábrica que tanto los materiales como la mano de obra empleados bajo esta especificación han sido probados conforme a esta especificación y que los resultados de las pruebas cumplen con los requerimientos de esta especificación y con los planos aprobados. Adicionalmente, especificará su conformidad a reemplazar cualquier equipo o componente encontrado defectuoso en material o mano de obra durante los trabajos de instalación o que falle durante el normal y apropiado uso.

Información Técnica Requerida

Información Técnica para todos los Postores

7

Las ofertas técnicas de los postores deberán contener la siguiente documentación técnica:

- Tabla de Datos Técnicos Garantizados debidamente llenada, firmada y sellada.
- En el caso de ofertar suministros con normas distintas a las indicadas, los postores deberán adjuntar un ejemplar de las mismas.

Información Única adicional para el Postor Ganador

Complementariamente, el postor ganador deberá presentar la siguiente documentación técnica:

- Un ejemplar de la versión vigente de las Normas Técnicas que se indican en la presente especificación.
- Copia de los resultados de las pruebas tipo o de diseño.
- Catálogos del fabricante precisando los códigos de los suministros, sus dimensiones, masa, etc.
- Planos de diseño para aprobación del propietario.
- Recomendaciones y experiencias para el transporte, montaje, mantenimiento y el buen funcionamiento de los suministros.

El costo de la documentación técnica solicitada estará incluido en el precio cotizado para los suministros y su ausencia es causal de descalificación.

ANEXO III
CALCULO DE ESTRUCTURAS

Hipotesis Seleccionada:
Espesor del Hielo:

1 - Templado
0

Vel Viento (km/h):

0

Conductor: AoGo-45
Sección: 44.83mm²
Peso Unitario 0.31 Kg/m
Tiro de Rotura 50523.41 Nw EDS (% Truption) 10.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis II Máximo Viento Vel Viento: 113.00 (km/h)
Hipotesis III Temperatura mínima Vel Viento: 56.00 (km/h)
Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis V Solo hielo Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	desnivel [m]	Temp [C]->	h/d=0.1				
			Hip 1=10°	Hip 2=0°	Hip 3=-5°	Hip 4=40°	Hip 5=-5°
50	5	flecha [m]	0.19	0.29	0.16	0.33	0.41
		Tiro TO [N]	5052.34	6430.61	6409.84	2833.5	7647.94
		Tiro Max.[N]	5085.59	6479.09	6450.44	2856.12	7715.03
60	6	flecha [m]	0.27	0.41	0.23	0.45	0.56
		Tiro TO [N]	5052.34	6570.81	6376.87	2986.07	7983.53
		Tiro Max.[N]	5087.34	6623.62	6419.16	3011.32	8058.81
70	7	flecha [m]	0.37	0.54	0.32	0.59	0.74
		Tiro TO [N]	5052.34	6714.96	6340.27	3128.46	8316.26
		Tiro Max.[N]	5089.13	6772.22	6384.28	3156.32	8399.9
80	8	flecha [m]	0.48	0.69	0.41	0.74	0.93
		Tiro TO [N]	5052.34	6859.44	6300.98	3260.46	8641.4
		Tiro Max.[N]	5090.96	6921.25	6346.73	3290.92	8733.52
90	9	flecha [m]	0.6	0.86	0.53	0.9	1.13
		Tiro TO [N]	5052.34	7001.77	6259.92	3382.38	8956.4
		Tiro Max.[N]	5092.84	7068.2	6307.46	3415.44	9057.1
100	10	flecha [m]	0.75	1.04	0.66	1.08	1.35
		Tiro TO [N]	5052.34	7140.3	6217.97	3494.81	9259.98
		Tiro Max.[N]	5094.76	7211.43	6267.33	3530.46	9369.35
110	11	flecha [m]	0.9	1.23	0.8	1.27	1.58
		Tiro TO [N]	5052.34	7274	6175.9	3598.4	9551.57
		Tiro Max.[N]	5096.73	7349.88	6227.14	3636.63	9669.7
120	12	flecha [m]	1.07	1.44	0.96	1.47	1.83
		Tiro TO [N]	5052.34	7402.24	6134.38	3693.81	9831.08
		Tiro Max.[N]	5098.74	7482.93	6187.55	3734.62	9958.03
130	13	flecha [m]	1.26	1.66	1.13	1.68	2.09
		Tiro TO [N]	5052.34	7524.69	6093.95	3781.7	10098.63
		Tiro Max.[N]	5100.8	7610.24	6149.11	3825.08	10234.49
140	14	flecha [m]	1.46	1.9	1.32	1.91	2.37
		Tiro TO [N]	5052.34	7641.23	6055.03	3862.68	10354.52
		Tiro Max.[N]	5102.9	7737.69	6112.23	3908.65	10499.36
150	15	flecha [m]	1.68	2.15	1.53	2.15	2.66
		Tiro TO [N]	5052.34	7751.87	6017.91	3937.33	10599.13
		Tiro Max.[N]	5105.05	7847.29	6077.21	3985.89	10753.02
160	16	flecha [m]	1.91	2.41	1.75	2.41	2.96
		Tiro TO [N]	5052.34	7856.71	5982.78	4006.19	10832.87
		Tiro Max.[N]	5107.24	7957.14	6044.24	4057.36	10995.89
170	17	flecha [m]	2.16	2.69	1.98	2.68	3.27
		Tiro TO [N]	5052.34	7955.93	5949.75	4069.74	11056.2
		Tiro Max.[N]	5109.47	8061.43	6013.43	4123.53	11228.42
180	18	flecha [m]	2.42	2.98	2.23	2.96	3.6
		Tiro TO [N]	5052.34	8049.74	5918.84	4128.44	11269.55
		Tiro Max.[N]	5111.75	8160.35	5984.81	4184.86	11451.06
190	19	flecha [m]	2.69	3.28	2.5	3.25	3.94
		Tiro TO [N]	5052.34	8138.35	5890.04	4182.71	11473.37
		Tiro Max.[N]	5114.08	8254.13	5958.35	4241.78	11664.25
200	20	flecha [m]	2.98	3.6	2.78	3.58	4.29
		Tiro TO [N]	5052.34	8222.03	5863.28	4232.91	11668.11
		Tiro Max.[N]	5116.44	8343.04	5933.99	4294.65	11868.43
210	21	flecha [m]	3.29	3.93	3.08	3.88	4.66
		Tiro TO [N]	5052.34	8301.02	5838.47	4279.39	11854.18
		Tiro Max.[N]	5118.86	8427.31	5911.65	4343.83	12084.04
220	22	flecha [m]	3.61	4.28	3.4	4.22	5.03
		Tiro TO [N]	5052.34	8375.57	5815.51	4322.47	12031.99
		Tiro Max.[N]	5121.32	8507.2	5891.21	4389.63	12251.47
230	23	flecha [m]	3.95	4.63	3.72	4.57	5.43
		Tiro TO [N]	5052.34	8445.93	5794.28	4362.44	12201.94
		Tiro Max.[N]	5123.82	8582.96	5872.57	4432.34	12431.13
240	24	flecha [m]	4.3	5.01	4.07	4.93	5.83
		Tiro TO [N]	5052.34	8512.33	5774.66	4399.54	12364.4
		Tiro Max.[N]	5126.37	8654.82	5855.59	4472.22	12603.4
250	25	flecha [m]	4.66	5.39	4.43	5.31	6.25
		Tiro TO [N]	5052.34	8575.01	5756.53	4434.03	12519.72
		Tiro Max.[N]	5128.96	8723.03	5840.16	4509.51	12768.62
260	26	flecha [m]	5.04	5.79	4.81	5.71	6.68
		Tiro TO [N]	5052.34	8634.19	5739.78	4468.11	12668.26
		Tiro Max.[N]	5131.6	8787.79	5826.17	4544.43	12927.16
270	27	flecha [m]	5.44	6.21	5.2	6.11	7.12
		Tiro TO [N]	5052.34	8690.08	5724.3	4495.99	12810.34
		Tiro Max.[N]	5134.28	8849.33	5813.5	4577.17	13079.33
280	28	flecha [m]	5.85	6.64	5.6	6.53	7.58
		Tiro TO [N]	5052.34	8742.87	5709.98	4523.84	12946.27
		Tiro Max.[N]	5137.01	8907.85	5802.04	4607.91	13225.46
290	29	flecha [m]	6.27	7.08	6.02	6.97	8.05
		Tiro TO [N]	5052.34	8792.76	5698.73	4549.82	13076.35
		Tiro Max.[N]	5139.78	8963.52	5791.71	4638.83	13365.83
300	30	flecha [m]	6.72	7.54	6.46	7.42	8.54
		Tiro TO [N]	5052.34	8839.92	5684.45	4574.09	13200.85
		Tiro Max.[N]	5142.59	9016.54	5782.41	4664.06	13500.73

Hipotesis Seleccionada:
Espesor del Hielo:

1 - Templado
0

Vel Viento (km/h):

0

Conductor: AoGo-45
Sección: 44.83mm²
Peso Unitario: 0.31 Kg/m
Tiro de Rotura: 50523.41 Nw

EDS (% Truption) 16.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis II Máximo Viento Vel Viento: 113.00 (km/h)
Hipotesis III Temperatura mínima Vel Viento: 56.00 (km/h)
Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis V Solo hielo Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	desnivel [m]	Temp [C]->	h/d=0.1				
			Hip 1=10°	Hip 2=0°	Hip 3=5°	Hip 4=40°	Hip 5=-5°
50		5 flecha [m]	0.12	0.2	0.11	0.18	0.31
		Tiro TO [N]	8083.75	9266.15	9508.13	5351.42	10204.49
		Tiro Max.[N]	8259.18	9480.27	9710.97	5472.92	10459.42
60	6	flecha [m]	0.17	0.29	0.16	0.25	0.44
		Tiro TO [N]	8083.75	9354.86	9498.63	5408.4	10450.7
		Tiro Max.[N]	8252.33	9577.13	9706.73	5534.25	10721.69
70	7	flecha [m]	0.23	0.39	0.21	0.34	0.58
		Tiro TO [N]	8063.75	9453.73	9489.95	5470.81	10713.41
		Tiro Max.[N]	8265.51	9684.42	9701.3	5601.16	11000.98
80	8	flecha [m]	0.3	0.5	0.28	0.44	0.74
		Tiro TO [N]	8083.75	9560.76	9480.14	5537.18	10986.79
		Tiro Max.[N]	8258.72	9800.13	9694.76	5672.14	11291.29
90	9	flecha [m]	0.38	0.63	0.35	0.55	0.91
		Tiro TO [N]	8083.75	9674.17	9469.31	5606.25	11266.4
		Tiro Max.[N]	8271.96	9922.4	9687.2	5745.9	11588.09
100	10	flecha [m]	0.47	0.77	0.44	0.67	1.1
		Tiro TO [N]	8083.75	9792.35	9457.54	5676.94	11548.96
		Tiro Max.[N]	8275.23	10049.6	9678.71	5821.35	11888.04
110	11	flecha [m]	0.57	0.92	0.53	0.9	1.3
		Tiro TO [N]	8083.75	9913.91	9444.93	5748.38	11832.08
		Tiro Max.[N]	8278.52	10180.33	9669.4	5897.59	12188.68
120	12	flecha [m]	0.68	1.08	0.63	0.95	1.51
		Tiro TO [N]	8083.75	10037.69	9431.58	5819.87	12114.01
		Tiro Max.[N]	8281.64	10313.39	9659.35	5973.91	12488.22
130	13	flecha [m]	0.8	1.25	0.74	1.1	1.73
		Tiro TO [N]	8083.75	10162.71	9417.59	5890.85	12393.48
		Tiro Max.[N]	8285.19	10447.77	9648.68	6049.75	12785.37
140	14	flecha [m]	0.93	1.43	0.86	1.26	1.96
		Tiro TO [N]	8083.75	10288.17	9403.05	5960.9	12669.6
		Tiro Max.[N]	8266.57	10582.65	9637.49	6124.66	13079.2
150	15	flecha [m]	1.06	1.62	0.99	1.43	2.21
		Tiro TO [N]	8083.75	10413.39	9388.07	6029.69	12941.72
		Tiro Max.[N]	8291.07	10717.36	9625.88	6198.31	13369.06
160	16	flecha [m]	1.21	1.82	1.13	1.61	2.46
		Tiro TO [N]	8083.75	10537.84	9372.74	6096.98	13209.39
		Tiro Max.[N]	8295.4	10851.33	9613.93	6270.46	13654.47
170	17	flecha [m]	1.37	2.03	1.28	1.79	2.72
		Tiro TO [N]	8083.75	10661.09	9357.16	6162.58	13472.29
		Tiro Max.[N]	8298.86	10984.14	9601.76	6340.91	13935.12
180	18	flecha [m]	1.53	2.26	1.44	1.99	3
		Tiro TO [N]	8083.75	10782.79	9341.4	6226.36	13730.24
		Tiro Max.[N]	8302.35	11115.42	9589.44	6409.54	14210.81
190	19	flecha [m]	1.71	2.49	1.6	2.2	3.28
		Tiro TO [N]	8083.75	10902.67	9325.55	6268.26	13983.1
		Tiro Max.[N]	8305.87	11244.9	9577.06	6476.27	14481.4
200	20	flecha [m]	1.89	2.72	1.78	2.41	3.57
		Tiro TO [N]	8083.75	11020.52	9309.68	6348.2	14230.81
		Tiro Max.[N]	8309.42	11372.35	9564.69	6541.04	14746.83
210	21	flecha [m]	2.09	2.97	1.96	2.63	3.87
		Tiro TO [N]	8083.75	11136.16	9293.86	6408.18	14473.35
		Tiro Max.[N]	8312.99	11497.62	9552.4	6603.82	15007.08
220	22	flecha [m]	2.29	3.23	2.16	2.86	4.18
		Tiro TO [N]	8083.75	11249.49	9278.15	6462.19	14710.74
		Tiro Max.[N]	8318.59	11620.57	9540.25	6664.62	15262.17
230	23	flecha [m]	2.5	3.5	2.36	3.1	4.5
		Tiro TO [N]	8083.75	11360.4	9262.6	6516.23	14943.02
		Tiro Max.[N]	8320.22	11741.12	9528.3	6723.44	15512.12
240	24	flecha [m]	2.72	3.77	2.58	3.35	4.82
		Tiro TO [N]	8083.75	11468.85	9247.27	6568.34	15170.23
		Tiro Max.[N]	8323.88	11959.19	9516.59	6780.32	15757
250	25	flecha [m]	2.96	4.05	2.8	3.61	5.16
		Tiro TO [N]	8083.75	11574.78	9232.19	6618.54	15392.47
		Tiro Max.[N]	8327.56	11974.76	9505.17	6835.28	15996.88
260	26	flecha [m]	3.2	4.35	3.04	3.88	5.5
		Tiro TO [N]	8083.75	11678.16	9217.39	6666.89	15609.79
		Tiro Max.[N]	8331.28	12087.79	9494.08	6888.37	16231.84
270	27	flecha [m]	3.45	4.65	3.28	4.15	5.85
		Tiro TO [N]	8083.75	11779.05	9202.91	6713.43	15822.29
		Tiro Max.[N]	8335.02	12198.29	9483.34	6939.85	16461.98
280	28	flecha [m]	3.71	4.96	3.53	4.44	6.21
		Tiro TO [N]	8083.75	11877.38	9188.76	6758.2	16030.07
		Tiro Max.[N]	8338.79	12306.26	9472.97	6989.15	16687.35
290	29	flecha [m]	3.96	5.27	3.79	4.73	6.58
		Tiro TO [N]	8063.75	11973.21	9174.98	6801.27	16233.22
		Tiro Max.[N]	8342.58	12411.72	9463	7036.94	16906.09
300	30	flecha [m]	4.28	5.6	4.07	5.03	6.96
		Tiro TO [N]	8083.75	12066.55	9161.56	6842.69	16431.83
		Tiro Max.[N]	8346.41	12514.69	9453.44	7083.07	17124.3

Hipotesis Seleccionada:
Espesor del Hielo:

1 - Templado
0

Vel Viento (km/h):

0

Conductor: AAAC 4/0
Sección: 107.21 mm²
Peso Unitario: 0.30 Kg/m
Tiro de Rotura: 32520.03 Nw

EDS (% Ruptura) 22.00%

Hipotesis I Templado Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis II Máximo Viento Vel Viento: 113.00 (km/h)
Hipotesis III Temperatura mínima Vel Viento: 58.00 (km/h)
Hipotesis IV Flecha Máxima Vel Viento: 0.00 (km/h)
Hipotesis V Solo hielo Vel Viento: 0.00 (km/h)

vano [m]	desnivel [m]	Temo [C]->	b/d=0.1				
			Hip 1=10°	Hip 2=0°	Hip 3=5°	Hip 4=60°	Hip 5=5°
50		5 flecha [m]	0.13	0.29	0.23	0.55	0.36
		Tiro T0 [N]	7154.41	9126.07	9666.99	1644.17	10155.21
		Tiro Max.[N]	7197.71	9195.34	9734.97	1661.23	10238.73
60		6 flecha [m]	0.18	0.41	0.33	0.71	0.5
		Tiro T0 [N]	7154.41	9302.75	9772.12	1859.27	10423.51
		Tiro Max.[N]	7199.32	9378.18	9844.95	1879.29	10515.78
70		7 flecha [m]	0.25	0.55	0.45	0.87	0.66
		Tiro T0 [N]	7154.41	9493.67	9888.93	2059.45	10708.17
		Tiro Max.[N]	7200.96	9575.47	9966.8	2082.38	10809.49
80		8 flecha [m]	0.33	0.71	0.58	1.04	0.84
		Tiro T0 [N]	7154.41	9694.49	10015.07	2247.03	11002.96
		Tiro Max.[N]	7202.63	9782.86	10058.11	2272.84	11113.56
90		9 flecha [m]	0.41	0.87	0.72	1.22	1.04
		Tiro T0 [N]	7154.41	9901.78	10148.38	2423.71	11303.28
		Tiro Max.[N]	7204.34	9996.87	10238.75	2452.37	11423.37
100		10 flecha [m]	0.51	1.06	0.88	1.41	1.25
		Tiro T0 [N]	7154.41	10112.85	10287.01	2590.78	11605.81
		Tiro Max.[N]	7206.07	10214.79	10380.82	2622.25	11735.58
110		11 flecha [m]	0.62	1.25	1.05	1.6	1.47
		Tiro T0 [N]	7154.41	10325.63	10429.37	2749.19	11908.17
		Tiro Max.[N]	7207.83	10434.54	10528.74	2783.5	12047.77
120		12 flecha [m]	0.73	1.46	1.24	1.81	1.71
		Tiro T0 [N]	7154.41	10538.55	10574.15	2899.81	12208.65
		Tiro Max.[N]	7209.61	10654.55	10679.17	2936.91	12358.23
130		13 flecha [m]	0.86	1.68	1.43	2.02	1.96
		Tiro T0 [N]	7154.41	10750.44	10720.23	3043.28	12506.07
		Tiro Max.[N]	7211.43	10873.61	10831	3083.16	12665.74
140		14 flecha [m]	1	1.91	1.64	2.25	2.22
		Tiro T0 [N]	7154.41	10960.42	10866.73	3180.16	12799.57
		Tiro Max.[N]	7213.28	11090.85	10983.33	3222.82	12969.45
150		15 flecha [m]	1.15	2.15	1.86	2.48	2.49
		Tiro T0 [N]	7154.41	11167.81	11012.92	3310.92	13088.57
		Tiro Max.[N]	7215.18	11305.59	11135.43	3356.36	13268.77
160		16 flecha [m]	1.3	2.41	2.08	2.72	2.77
		Tiro T0 [N]	7154.41	11372.18	11158.21	3436	13372.66
		Tiro Max.[N]	7217.07	11517.34	11286.71	3484.19	13563.28
170		17 flecha [m]	1.47	2.67	2.32	2.96	3.06
		Tiro T0 [N]	7154.41	11573.09	11302.13	3555.74	13651.6
		Tiro Max.[N]	7219	11725.76	11436.68	3606.7	13852.73
180		18 flecha [m]	1.65	2.94	2.57	3.22	3.37
		Tiro T0 [N]	7154.41	11770.36	11444.32	3670.48	13925.2
		Tiro Max.[N]	7220.97	11930.59	11584.99	3724.19	14138.94
190		19 flecha [m]	1.84	3.23	2.83	3.48	3.68
		Tiro T0 [N]	7154.41	11963.81	11584.48	3780.5	14193.4
		Tiro Max.[N]	7222.96	12131.66	11731.32	3836.97	14415.84
200		20 flecha [m]	2.04	3.52	3.1	3.75	4
		Tiro T0 [N]	7154.41	12153.31	11722.37	3886.06	14456.16
		Tiro Max.[N]	7224.99	12328.84	11875.46	3945.3	14689.38
210		21 flecha [m]	2.25	3.82	3.38	4.03	4.34
		Tiro T0 [N]	7154.41	12338.81	11857.84	3987.42	14713.48
		Tiro Max.[N]	7227.04	12522.09	12017.23	4049.42	14957.57
220		22 flecha [m]	2.47	4.13	3.67	4.32	4.68
		Tiro T0 [N]	7154.41	12520.27	11990.75	4084.77	14965.4
		Tiro Max.[N]	7229.13	12711.35	12156.49	4149.55	15220.44
230		23 flecha [m]	2.69	4.45	3.96	4.62	5.03
		Tiro T0 [N]	7154.41	12697.69	12121	4178.33	15211.97
		Tiro Max.[N]	7231.24	12896.63	12293.15	4245.88	15478.05
240		24 flecha [m]	2.93	4.79	4.27	4.92	5.4
		Tiro T0 [N]	7154.41	12871.09	12248.53	4268.29	15453.29
		Tiro Max.[N]	7233.38	13077.95	12427.15	4338.61	15730.47
250		25 flecha [m]	3.18	5.13	4.59	5.23	5.77
		Tiro T0 [N]	7154.41	13040.49	12373.3	4354.6	15689.42
		Tiro Max.[N]	7235.55	13255.34	12558.43	4427.91	15977.6
260		26 flecha [m]	3.44	5.47	4.92	5.55	6.15
		Tiro T0 [N]	7154.41	13205.96	12495.28	4438.04	15920.46
		Tiro Max.[N]	7237.78	13428.84	12686.99	4513.94	16220.11
270		27 flecha [m]	3.71	5.83	5.25	5.88	6.54
		Tiro T0 [N]	7154.41	13367.54	12614.47	4518.16	16146.51
		Tiro Max.[N]	7239.99	13598.52	12812.81	4596.86	16457.52
280		28 flecha [m]	3.99	6.2	5.6	6.22	6.93
		Tiro T0 [N]	7154.41	13525.3	12730.83	4595.29	16367.87
		Tiro Max.[N]	7242.25	13764.43	12935.9	4676.8	16690.11
290		29 flecha [m]	4.28	6.58	5.95	6.57	7.34
		Tiro T0 [N]	7154.41	13679.31	12844.53	4669.57	16584.04
		Tiro Max.[N]	7244.54	13926.65	13056.27	4753.91	16918
300		30 flecha [m]	4.59	6.96	6.31	6.92	7.78
		Tiro T0 [N]	7154.41	13829.63	12955.43	4741.12	16795.73
		Tiro Max.[N]	7246.86	14085.24	13173.96	4828.29	17141.28

CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS

ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO TIPO A1

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA

PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV

UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	200 m	Altura cab. EH. CG:	17.01 m
Vano peso :	300 m	Altura cond. N° 1:	16.31 m
Angulo topográfico :	5 °	Altura cond. N° 2 :	15.31 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cond. N° 3 :	14.31 m
Presión de viento :	0.00 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.31 m
Hielo:			
Espesor de hielo:	12.00 mm		
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	1	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	14689.38 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO EHS
Diámetro empotramiento :	39.25 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.86 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	14746.83 N
Circunf. Empotramiento :	123.30 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	11868.43 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.17 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	29.50 cm		
Brazo cruceta :	1.10 m		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 94431.41 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 94431.41 N-m

CARGA A 0.30 m DE LA PUNTA DE POSTE

Q= 5577.49 N

Qmax= 17014.45 N

ESFUERZO EN LA BASE DEL POSTE DEBIDO A LA FLEXION

RH₁= 1609.40 N/cm²

ESFUERZO MAXIMO EN LA BASE DEL POSTE DEBIDO A LA FLEXION

RH₁= 4688.44 N/cm²

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 2.91

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA DE ALINEAMIENTO TIPO A1**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		$E_{madera} =$	1800 kN/cm ²
Vano viento :	200 m	Altura cab. EH. CG:	17.01 m
Vano peso :	300 m	Altura cond. N° 1:	16.31 m
Angulo topográfico :	5 °	Altura cond. N° 2 :	15.31 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cond. N° 3 :	14.31 m
Presión de viento :	448.29 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.31 m
Hielo:			
Espesor de hielo:	0.00 mm		
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.8 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	1	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	12328.84 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO EHS
Diámetro empotramiento :	39.25 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.86 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	11372.35 N
Circunf. Empotramiento :	123.30 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	8343.04 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.17 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	29.50 cm		
Brazo cruceta :	1.10 m		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

$$MVP = 32176.52 \text{ N}\cdot\text{m}$$

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

$$MVC = 112993.67 \text{ N}\cdot\text{m}$$

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

$$MTC = 76813.94 \text{ N}\cdot\text{m}$$

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

$$MRN = 221984.14 \text{ N}\cdot\text{m}$$

CARGA A 0.30 m DE LA PUNTA DE POSTE

$$Q = 13111.26 \text{ N}$$

$$Q_{max} = 17014.45 \text{ N}$$

ESFUERZO EN LA BASE DEL POSTE DEBIDO A LA FLEXION

$$RH_1 = 3783.28 \text{ N/cm}^2$$

ESFUERZO MAXIMO EN LA BASE DEL POSTE DEBIDO A LA FLEXION

$$RH_2 = 4688.44 \text{ N/cm}^2$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

$$C.S. = 1.24$$

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A2**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	300 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 1:	15.87 m
Angulo topográfico :	30 °	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
Presión de viento :	0.00 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.32 m
Hielo:		RETENIDAS:	
Espesor de hielo:	12.00 mm	Diámetro :	10.00 mm
		Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	0.00 m
		Altura retenida N° 5:	0.00 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	1	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	17141.28 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra)	13500.73 N
Díametro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Díametro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :**MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA**

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 831712.49 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 831712.49 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal =	17305.71 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	12236.99 N	C.S.=	2.53
Tretenida=	24473.97 N		
Número retenidas=	3		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	36711 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	1095 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	9929 N
Carga vertical total :	62732 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia =	32106.28 cm ⁴
Carga crítica en el poste =	201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 2.73

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A2**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	300 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 1 :	15.87 m
Angulo topográfico :	30 °	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
Presión de viento :	448.29 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.32 m
		RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	0.00 mm	Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1 :	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	0.00 m
		Altura retenida N° 5:	0.00 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	14085.24 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra)	9016.54 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 192412.87 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 646983.30 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 871511.51 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal =	18133.82 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	12822.55 N	C.S. =	2.41
Tretenida =	25645.10 N		
Número retenidas =	3		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	38468 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	1095 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	9929 N
Carga vertical total :	64488 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.28 cm⁴
Carga crítica en el poste = 201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S. = 2.66

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A3**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	300 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 1:	15.87 m
Angulo topográfico :	60 °	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
Presión de viento :	0.00 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.32 m
Hielo:		RETENIDAS:	
Espesor de hielo:	12.00 mm	Diámetro :	10.00 mm
POSTE:		Carga rotura mínima :	68670.00 N
Material :	Madera	Angulo :	45 °
Longitud:	19.81 m	Altura retenida N° 1:	16.82 m
Clase :	I	Altura retenida N° 2:	16.12 m
Grupo:	D	Altura retenida N° 3:	15.12 m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Altura retenida N° 4:	14.12 m
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	Altura retenida N° 5:	0.00 m
Diámetro punta :	21.82 cm	CONDUCTOR:	
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Material :	AAAC
Diámetro base :	41.68 cm	Sección :	4/0 AWG
Longitud empotramiento :	2.58 m	Diámetro :	0.0133 m
Longitud libre :	17.23 m	Peso :	2.9028 N/m
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo :	17141.28 N
Díametro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm	CABLE DE ACERO	
Díametro a 1/3 de la punta:	28.44 cm	Material :	ACERO
		Formación:	5/16
		Diámetro :	0.0084 m
		Peso :	3.0008 N/m
		Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
		Tiro máximo (Puesta a tierra)	13500.73 N

A) CONDICIONES NORMALES :**MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA**

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1606745.15 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1606745.15 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Horizontal =	25840.22 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	18271.80 N	C.S.=	1.69
Tretenida=	36543.60 N		
Número retenidas=	4		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	73087 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	945 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	9929 N
Carga vertical total :	98958 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia =	32106.28 cm ⁴
Carga crítica en el poste =	201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.73

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A3**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :			
Vano viento :	300 m	E madera=	1800 kN/cm ²
Vano peso :	450 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Angulo topográfico :	60 °	Altura cond. N° 1:	15.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Presión de viento :	448.29 Pa	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
		Altura cab. EH. PT:	13.32 m
		RETENIDAS:	
		Diámetro :	10.00 mm
Hielo:		Carga rotura mínima :	68670.00 N
Espesor de hielo:	0.00 mm	Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	0.00 m
		CONDUCTOR:	
POSTE:		Material :	AAAC
Material :	Madera	Sección :	4/0 AWG
Longitud:	19.81 m	Diámetro :	0.0133 m
Clase :	I	Peso :	2.9028 N/m
Grupo:	D	Tiro máximo :	14085.24 N
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N		
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra)	9016.54 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 172512.66 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1249875.76 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1454503.75 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Horizontal =	23391.83 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Vertical =	16540.52 N	C.S.=	1.87
Tretenida=	33081.04 N		
Número retenidas=	4		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	66162 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	945 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	9929 N
Carga vertical total :	92033 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32100.23 cm⁴
Carga critica en el poste = 201669.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.86

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A4**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	200 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Vano peso :	300 m	Altura cond. N° 1:	15.87 m
Angulo topográfico :	90 °	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
Presión de viento :	0.00 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.32 m
Hielo:		RETENIDAS:	
Espesor de hielo:	12.00 mm	Diámetro :	10.00 mm
POSTE:		Carga rotura mínima :	68670.00 N
Material :	Madera	Angulo :	45 °
Longitud:	19.81 m	Altura retenida N° 1:	16.82 m
Clase :	I	Altura retenida N° 2:	16.12 m
Grupo:	D	Altura retenida N° 3:	15.12 m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Altura retenida N° 4:	14.12 m
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	Altura retenida N° 5:	13.12 m
Diámetro punta :	21.82 cm	CONDUCTOR:	
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Material :	AAAC
Diámetro base :	41.68 cm	Sección :	4/0 AWG
Longitud empotramiento :	2.58 m	Diámetro :	0.0133 m
Longitud libre :	17.23 m	Peso :	2.9028 N/m
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo :	17141.28 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm	CABLE DE ACERO	
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm	Material :	ACERO
		Formación:	5/16
		Diámetro :	0.0084 m
		Peso :	3.0008 N/m
		Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
		Tiro máximo (Puesta a tierra)	13500.73 N

A) CONDICIONES NORMALES :**MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA**

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 2272280.79 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 2272280.79 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal =	30176.37 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	21337.92 N	C.S.=	1.45
Tretenida=	42675.83 N		
Número retenidas=	5		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	106690 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	1890 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	6619 N
Carga vertical total :	130195 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.28 cm⁴
Carga crítica en el poste = 201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.32

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA ANGULO TIPO A4**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Vano viento :	200 m	Altura cab. EH. CG:	17.02 m
Vano peso :	300 m	Altura cond. N° 1:	15.87 m
Angulo topográfico :	90 °	Altura cond. N° 2 :	14.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cond. N° 3 :	13.87 m
Presión de viento :	448.29 Pa	Altura cab. EH. PT:	13.32 m
		RETENIDAS:	
		Diámetro :	10.00 mm
		Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	13.12 m
		CONDUCTOR:	
		Material :	AAAC
		Sección :	4.0 AWG
		Diámetro :	0.0133 m
		Peso :	2.5028 N/m
		Tiro máximo :	14085.24 N
		CABLE DE ACERO	
		Material :	ACERO
		Formación:	5/16
		Diámetro :	0.0084 m
		Peso :	3.0008 N/m
		Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
		Tiro máximo (Puesta a tierra):	9016.54 N
POSTE:			
Material :	Madera		
Longitud:	19.81 m		
Clase :	I		
Grupo:	D		
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N		
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²		
Diámetro punta :	21.82 cm		
Diámetro empotramiento :	39.09 cm		
Diámetro base :	41.63 cm		
Longitud empotramiento :	2.58 m		
Longitud libre :	17.23 m		
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm		
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :**MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA**

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 93904.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1767591.25 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1893610.58 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal =	25147.55 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	17782.00 N	C.S.=	1.74
Tretenida=	35564.01 N		
Número retenidas=	5		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	88910 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	1890 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductores y cable guarda	6619 N
Carga vertical total :	112416 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia =	32106.28 cm ⁴
Carga critica en el poste =	201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste =	171367.77 N
------------------------------------	--------------------

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S. = 1.52

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA TERMINAL TIPO A5**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	0.00 Pa	RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	12.00 mm	Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	13.12 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AAWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	17141.28 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO Y FIBRA OPTICA	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	13500.73 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		
Brazo cruceta :	1.00 m		

A) CONDICIONES NORMALES :**MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA**

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1669560.42 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1669560.42 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal =	22172.12 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	15678.05 N	C.S.=	1.97
Tretenida=	31356.11 N		
Número retenidas=	5		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	78390 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	945 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductor :	9929 N
Carga vertical total :	104261 N
Carga vertical de cada poste :	104261 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia =	32106.28 cm ⁴
Carga crítica en el poste =	201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S. = 1.64

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA TERMINAL TIPO A5**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	448.29 Pa	RETENIDAS:	
		Diámetro :	10.00 mm
Hielo:		Carga rotura mínima :	68670.00 N
Espesor de hielo:	0.00 mm	Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	13.12 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Seccion :	4/0 AWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grado:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	14085.24 N
Estf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO Y FIBRA OPTICA	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	9016.54 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		
Grado cruceta :	1.00 m		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 101401.75 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1316881.13 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1450398.21 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Horizontal =	19261.60 N	Carga de rotura máxima:	61803 N
Tvertical =	13620.01 N	C.S.=	2.27
Tretenida=	27240.01 N		
Número retenidas=	5		

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida :	68100 N
Peso del poste:	13996 N
Peso de aisladores :	945 N
Peso de un hombre con herramientas :	1000 N
Peso del conductor :	9929 N
Carga vertical total :	93971 N
Carga vertical de cada poste :	93971 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia =	32106.28 cm ⁴
Carga critica en el poste =	201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.82

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA RETENCION TIPO A6**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	0.00 Pa	RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	12.00 mm	Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1 y 2:	13.12 m
		Altura retenida N° 3 y 4:	13.02 m
		Altura retenida N° 5 y 6:	12.92 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	17141.28 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	13500.73 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1606745.15 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1606745.15 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal = 41135.31 N

Tvertical = 29087.06 N

Tretenida= 58174.11 N

Número retenidas= 6

Carga de rotura máxima: 61803 N

C.S.= 1.06

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida : 174522 N

Peso del poste: 13996 N

Peso de aisladores : 1890 N

Peso de un hombre con herramientas : 1000 N

Peso del conductor : 9929 N

Carga vertical total : 201338 N

Carga vertical de cada poste : 201338 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.28 cm⁴

Carga crítica en el poste = 331355.77 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga crítica en el poste = 281652.41 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.40

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA RETENCION TIPO A6**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA

PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV

UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm²
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	448.29 Pa	RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	0.00 mm	Carga rotura minima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1 y 2:	13.12 m
		Altura retenida N° 3 y 4:	13.02 m
		Altura retenida N° 5 y 6:	12.92 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	14085.24 N
Est. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	9016.54 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 199200.46 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1249875.76 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

M_{TN}= 1481191.56 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal = 37920.93 N

Tvertical = 26814.15 N

Tretenida = 53628.29 N

Número retenidas = 6

Carga de rotura máxima: 61803 N

C.S. = 1.15

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida : 160885 N

Peso del poste: 13996 N

Peso de aisladores : 1890 N

Peso de un hombre con herramientas : 1000 N

Peso del conductor : 9929 N

Carga vertical total : 187701 N

Carga vertical de cada poste : 187701 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.28 cm⁴

Carga critica en el poste = 331355.77 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste = 281652.41 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S. = 1.50

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA TERMINAL TIPO A10**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kV
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera=	1800 kN/cm ²
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	0 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	0.00 Pa	RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	12.00 mm	Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	13.12 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	1	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	17141.28 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO Y FIBRA OPTICA	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	17124.30 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	13500.73 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		
Brazo cruceta :	1.00 m		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 0.00 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1669560.42 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1669560.42 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal = 22172.12 N

Tvertical = 15678.05 N

Tretenida= 31356.11 N

Número retenidas= 5

Carga de rotura máxima:

C.S.= 1.97

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida : 78390 N

Peso del poste: 13996 N

Peso de aisladores : 945 N

Peso de un hombre con herramientas : 1000 N

Peso del conductor : 9929 N

Carga vertical total : 104261 N

Carga vertical de cada poste : 104261 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.28 cm⁴

Carga critica en el poste = 201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.64

**CALCULO MECANICO DE ESTRUCTURAS
ESTRUCTURA TERMINAL TIPO A10**

PROPIETARIO : XTRATA COPPER TINTAYA
PROYECTO : LINEA PRIMARIA 10kv
UBICACION: CUSCO

Revisión: A

DATOS GENERALES :		E madera= 1800 kN/cm ²	
Número de Postes:	1	Altura cond. N° 1 (ha):	17.02 m
Vano viento :	300 m	Altura cond. N° 2 (hb):	15.87 m
Vano peso :	450 m	Altura cond. N° 3 (hc):	14.87 m
Angulo topográfico :	°	Altura F. O. N° 4 (hd):	13.87 m
Velocidad viento :	113 KPH	Altura cab. EH. N° 5 (he):	13.32 m
Presión de viento :	448.29 Pa	RETENIDAS:	
Hielo:		Diámetro :	10.00 mm
Espesor de hielo:	0.00 mm	Carga rotura mínima :	68670.00 N
		Angulo :	45 °
		Altura retenida N° 1:	16.82 m
		Altura retenida N° 2:	16.12 m
		Altura retenida N° 3:	15.12 m
		Altura retenida N° 4:	14.12 m
		Altura retenida N° 5:	13.12 m
POSTE:		CONDUCTOR:	
Material :	Madera	Material :	AAAC
Longitud:	19.81 m	Sección :	4/0 AWG
Clase :	I	Diámetro :	0.0133 m
Grupo:	D	Peso :	2.9028 N/m
Carga de rotura del poste en la cabeza	20017 N	Tiro máximo :	14085.24 N
Esf. Máx. Flexión :	5516 N/cm ²	CABLE DE ACERO Y FIBRA OPTICA	
Diámetro punta :	21.82 cm	Material :	ACERO
Diámetro empotramiento :	39.09 cm	Formación:	5/16
Diámetro base :	41.68 cm	Diámetro :	0.0084 m
Longitud empotramiento :	2.58 m	Peso :	3.0008 N/m
Longitud libre :	17.23 m	Tiro máximo (Cable Guarda):	12514.69 N
Circunf. Empotramiento :	122.81 cm	Tiro máximo (Puesta a tierra):	9016.54 N
Diámetro a 0.30 m de la punta:	22.12 cm		
Diámetro a 1/3 de la punta:	28.44 cm		
Brazo cruceta :	1.00 m		

A) CONDICIONES NORMALES :

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

MVP= 32115.33 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MVC= 101401.75 N-m

MOMENTO DEBIDO A LA CARGA DE LOS CONDUCTORES Y CABLE DE GUARDA

MTC= 1316881.13 N-m

MOMENTO TOTAL EN CONDICIONES NORMALES

MRN= 1450398.21 N-m

CARGA TRANSMITIDA POR LA RETENIDA

Thorizontal = 19261.60 N

Tvertical = 13620.01 N

Tretenida= 27240.01 N

Número retenidas= 5

Carga de rotura máxima: 61803 N

C.S.= 2.27

CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS AL POSTE

Carga vertical transmitida por la retenida : 68100 N

Peso del poste: 13996 N

Peso de aisladores : 945 N

Peso de un hombre con herramientas : 1000 N

Peso del conductor : 9929 N

Carga vertical total : 93971 N

Carga vertical de cada poste : 93971 N

CARGA CRITICA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Momento de Inercia = 32106.26 cm⁴

Carga critica en el poste = 201609.14 N

MAXIMA CARGA EN EL POSTE DEBIDO A LAS CARGAS DE COMPRESION

Carga critica en el poste = 171367.77 N

COEFICIENTE DE SEGURIDAD

C.S.= 1.82