

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



### **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL PROYECTO “LÍNEA DE TRANSMISIÓN EN 220 KV S.E. AMPLIACIÓN CAJAMARCA NORTE – S.E. GALENO”**

#### **INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**MAHICOL JARRY, ASTUYAURI SAAVEDRA**

**PROMOCION 2 010-II**

**LIMA-PERU**

**2 014**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Emma, por todo su amor, cariño, y fuerza en mí vida, a mi padre Juan, a mis hermanos Wilfredo, Yordan y Fiorella por estar siempre apoyándome. A mi hija Luana, mi motivo en la vida.

A Uds. les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto en la presente.

## ÍNDICE

	Nº Pág
<b>PROLOGO .....</b>	<b>1</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
1.1 Enfoque general.....	3
1.2 Objetivo general.....	3
1.3 Ubicación del proyecto.....	3
1.4 Alcances del estudio .....	4
1.5 Descripción del proyecto línea de transmisión 220 kv .....	4
1.6 Características del suministro.....	5
1.7 Características principales LT 220 kv SE Cajamarca N.-SE Galeno.....	5
1.8 CAPEX del proyecto.....	6
1.9 Cronograma de ejecución del proyecto .....	7
1.10 Curva “S” del proyecto.....	7
<b>2. PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL FACTIBILIDAD .....</b>	<b>8</b>
2.1 Sistema eléctrico–puntos de conexión–trazos previos de ruta.....	8
2.1.1 Evaluación de los puntos de conexión.....	8
2.1.2 Trazos previos de ruta.....	10
2.1.3 Comportamiento del sistema eléctrico.....	10
2.2 Ingeniería básica de líneas de transmisión y subestaciones .....	11
2.2.1 Alimentación a subestación galeno .....	11
2.2.2 Trabajos de campo.....	11
2.2.3 Ingeniería básica de la línea de transmisión.....	12
2.2.4 Ingeniería básica de las subestaciones (de salida y Galeno) .....	13
2.2.5 Sistema de comunicaciones.....	14
2.2.6 Monto estimado de inversión.....	15
2.2.7 Cronograma de ejecución del proyecto .....	15
<b>3. DESCRIPCIÓN DE FASES DE PROYECTOS DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN....</b>	<b>16</b>
3.1 Estudio de pre-factibilidad .....	16
3.2 Estudio de factibilidad .....	17
3.3 Estudio de pre-operatividad.....	19
3.4 Obtención de CIRA .....	21
3.5 Estudio de impacto ambiental (EIA).....	22
3.6 Estudio de ingeniería definitiva.....	23
3.7 Concesión definitiva .....	24
3.8 Suministro de materiales y equipos importantes.....	25
3.9 Gestión de servidumbre .....	25
3.10 Ingeniería de detalle.....	26
3.11 Estudio de operatividad y coordinación de protecciones .....	27
3.12 Ejecución de obra.....	29
3.13 Operación experimental .....	32

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>33</b>
1.1	ANTECEDENTES	33
1.2	OBJETIVO GENERAL	33
1.3	JUSTIFICACIÓN	34
1.4	ALCANCES DEL ESTUDIO	34
1.5	UBICACION DEL PROYECTO	35
1.6	CONDICIONES AMBIENTALES	35
1.7	CÓDIGOS Y NORMAS	36
1.8	HERRAMIENTAS Y SOFTWARE UTILIZADOS	36
<b>CAPÍTULO II:</b>	<b>DESCRIPCIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO Y MERCADO ELÉCTRICO PERUANO</b>	<b>37</b>
2.1	DESCRIPCION DEL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV	37
2.2	CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO	38
2.3	DESCRIPCION INTEGRAL SISTEMA _ SEIN _ ZONA NORTE	38
2.4	SECTOR ELÉCTRICO	39
2.4.1	Generalidades	39
2.4.2	Ministerio de Energía y Minas (MEM)	40
2.4.3	OSINERGMIN	40
2.4.4	COES	41
2.5	MERCADO ELÉCTRICO	42
2.5.1	Fundamento Económico	42
2.5.2	Modelo del Mercado	43
2.5.3	El Mercado Spot	44
2.6	POTENCIA EN EI MERCADO ELÉCTRICO	46
2.6.1	Demanda Máxima en el último año	46
2.6.2	Potencias Efectivas por empresas integrantes del COES en el último año	47
2.7	ENERGÍA EN EI MERCADO ELÉCTRICO	47
2.7.1	Energía Total por Origen y Destino	47
2.7.2	Energía por Generador	48
2.7.3	Energía por tipo de Cliente	48
2.8	COSTO MARGINAL EN EI MERCADO ELÉCTRICO	49
2.9	TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA EN EL MERCADO ELÉCTRICO	52
2.10	TRANSFERENCIAS DE POTENCIA EN EL MERCADO ELÉCTRICO	54
<b>CAPÍTULO III:</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS DE TRABAJO</b>	<b>55</b>
3.1	PUNTOS DE CONEXIÓN AL SEIN	55
3.2	CRITERIOS SELECCIÓN TRAZO DE RUTA	55
3.3	ALTERNATIVAS PLANTEADAS	56
3.4	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZO	59
3.4.1	Alternativa N° 1:	59

3.4.2	Alternativa N° 2: .....	60
3.4.3	Alternativa N° 3: .....	61
3.4.4	Alternativa N° 4: .....	62
3.4.5	Alternativa N° 5: .....	64
3.4.6	Alternativa N° 6: .....	65
3.4.7	Alternativa N° 7: .....	66
3.5	Alternativa Seleccionada .....	67

## **CAPÍTULO IV: NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, EMPLEADAS.....70**

4.1	CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO .....	70
4.1.1	Diseño de Aislamiento .....	70
4.1.2	Selección del tipo y cantidad de Aisladores .....	73
4.1.3	Distancias de Seguridad .....	73
4.1.4	Ángulos de Balanceo de Cadenas de Aisladores .....	77
4.1.5	Selección del conductor.....	78
4.1.6	Pérdidas de Potencia .....	80
4.1.7	Efectos Electromagnéticos .....	81
4.1.8	Selección de los Cables de Guarda.....	91
4.1.9	Sistema de Puesta a Tierra .....	92
4.2	CRITERIOS DE DISEÑO MECÁNICO .....	93
4.2.1	Parámetros de Diseño Mecánico.....	93
4.2.2	Cálculo Mecánico del Conductor y Cables de Guarda .....	96
4.2.3	Cálculo Mecánico de las Estructuras.....	101
4.2.4	Cálculo Aproximado de los Pesos de las Estructuras .....	107
4.3	CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES.....	108
4.3.1	Geología y Geotecnia .....	108
4.3.2	Tipos de suelos .....	108
4.3.3	Selección del tipo de fundación .....	109
4.3.4	Diseño de fundación .....	109
4.3.5	Normas.....	110

## **CAPÍTULO V: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y SOLUCIÓN DEL PROBLEMA .....111**

5.1	ASPECTOS GENERALES - TRAZO DE RUTA.....	111
5.1.1	Puntos de conexión al SEIN .....	111
5.1.2	Descripción del recorrido .....	112
5.1.3	Descripción del Trazo de Ruta.....	113
5.1.4	Inspección Arqueológica Superficial .....	117
5.1.5	Faja de servidumbre .....	118
5.1.6	Coordenadas de los Vértices de la Línea .....	118
5.2	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA.....	120
5.2.1	Nivel de Tensión.....	120
5.2.2	Nivel de Aislamiento .....	120
5.2.3	Nivel De Cortocircuito .....	120
5.2.4	Capacidad de Transmisión .....	120
5.2.5	Distancia Mínima Horizontal entre Conductores de acuerdo a las Flechas... 121	
5.2.6	Distancias horizontal mínimas de seguridad.....	121
5.2.7	Distancias mínimas a masa.....	122
5.2.8	Características Conductor Seleccionado.....	122
5.2.9	Cadenas de Aisladores.....	123
5.2.10	Características de los Cables de Guarda.....	124

5.2.11	Parámetros de la Línea de Transmisión .....	125
5.2.12	Pérdidas de Potencia .....	126
5.2.13	Campo Magnético .....	126
5.2.14	Campo eléctrico y Efecto Corona .....	127
5.2.15	Puesta a tierra .....	128
5.2.16	Estructuras .....	129
5.2.17	Árboles de Carga.....	130
5.2.18	Pre diseño de fundaciones .....	130
5.2.19	Distribución Preliminar de Estructuras .....	131
5.3	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN.....	132
5.4	CAPEX.....	134
5.4.1	Metodología.....	134
5.4.2	Suministros.....	134
5.4.3	Logística.....	135
5.4.4	Costos .....	136
5.4.5	Flujo de Desembolso Mensualizado .....	136
5.5	CRONOGRAMA DE EJECUCION .....	137
5.6	CURVA “S” DE AVANCE DEL PROYECTO.....	139
5.7	ASPECTOS CRÍTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.....	140
5.8	ASPECTOS CRÍTICOS DURANTE LA OPERACIÓN .....	140
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>141</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>144</b>
<b>PLANOS.....</b>		<b>145</b>
<b>ANEXOS</b>		

### ÍNDICE DE CUADROS

	Nº Pág
Cuadro Nº 1: Producción de energía por empresas.....	48
Cuadro Nº 2: Costo Marginal Promedio anual 2001-2012 (US\$/MW.h) .....	51
Cuadro Nº 3: Costo variables de centrales Termoeléctricas - COES (Dic 2012) .....	52
Cuadro Nº 4: Potencias Firmes 2012 .....	54
Cuadro Nº 5: Resumen alternativas planteadas.....	58
Cuadro Nº 6: Resultados del análisis de alternativas .....	68
Cuadro Nº 7: Cálculo de distancia verticales.....	74
Cuadro Nº 8: Resistencias de puesta a tierra.....	93
Cuadro Nº 9: Datos de conducto y cable guarda.....	96
Cuadro Nº 10: Prestaciones de cada tipo de estructura y características básicas.....	102
Cuadro Nº 11: Pesos referenciales de Estructuras Metálicas.....	108
Cuadro Nº 12: Características del suelo .....	109
Cuadro Nº 13: Coordenadas geográficas de las subestaciones.....	112
Cuadro Nº 14: Cuadro de coordenadas de vértices de la LT 220 kV.....	119

Cuadro N° 15: Capacidad de transmisión línea.....	120
Cuadro N° 16: Tipos de torres utilizados.....	129
Cuadro N° 17: Cantidad de estructuras.....	132
Cuadro N° 18: CAPEX del proyecto.....	136

## ÍNDICE DE LÁMINAS

	N° Pág
Lámina N° 1: Alternativas de Trazo de Ruta .....	9
Lámina N° 2: Localización del proyecto .....	35
Lámina N° 3: Equilibrio financiero en el modelo marginalista .....	43
Lamina N° 4: Evolución de la participación de la utilización de los recursos energéticos en la producción de energía eléctrica en el COES .....	46
Lámina N° 5: Evolución de la demanda máxima 2008-2013 .....	46
Lámina N° 6: Potencias Efectivas de los Generadores .....	47
Lámina N° 7: Producción de Energía Eléctrica Nacional 2008-2013 .....	47
Lámina N° 8: Venta de Energía Eléctrica por Tipo de Empresa .....	49
Lámina N° 9: Costo Marginal promedio anual del SEIN 2001-2012 .....	51
Lámina N° 10: Producción de energía del SEIN y energía transada en el COES 2012....	53
Lámina N° 11: Alternativas de Conexión al SEIN.....	58
Lámina N° 12: Alternativas viables de Conexión al SEIN.....	69
Lámina N° 13: Fuerza del Arco eléctrico AC de grandes espacios de aire.....	76
Lámina N° 14: Temperatura de conductor ACAR – 1100 MCM.....	80
Lámina N° 15: Campo electromagnético de la faja de servidumbre .....	85
Lámina N° 16: Campo magnético dentro de la faja de servidumbre.....	87
Lámina N° 17: Ruido dentro de la faja de servidumbre .....	89
Lámina N° 18: Radio interferencia dentro de la faja de servidumbre.....	91
Lámina N° 19: Ubicación geográfica LT. 220kV SE Cajamarca Norte – Galeno.....	112
Lámina N° 20: Silueta de torre .....	126
Lámina N° 21: Flujo de desembolso mensualizado del Proyecto .....	137
Lámina N° 22: Cronograma del Proyecto .....	138
Lámina N° 23: Curva “S” del Proyecto .....	139

## ÍNDICE DE PLANOS

UNI-FIM-IS-M4-14-02-001	Alternativas Trazo de Ruta
UNI-FIM-IS-M4-14-02-002	Trazo de Ruta LT220kV
UNI-FIM-IS-M4-14-02-003	Cadenas de Aisladores LT220
UNI-FIM-IS-M4-14-02-004	Cable Guarda LT220
UNI-FIM-IS-M4-14-02-005	Puesta Tierra LT220

UNI-FIM-IS-M4-14-02-006	Distribución Estructuras LT220kV (35 planos)
UNI-FIM-IS-M4-14-02-007	Estructura S2 LT220 Configuración Geométrica
UNI-FIM-IS-M4-14-02-008	Estructura S2 LT220 Diagrama Cargas
UNI-FIM-IS-M4-14-02-009	Estructura A2 LT220 Configuración Geométrica
UNI-FIM-IS-M4-14-02-010	Estructura A2 LT220 Diagrama Cargas
UNI-FIM-IS-M4-14-02-011	Estructura T2 LT220 Configuración Geométrica
UNI-FIM-IS-M4-14-02-012	Estructura T2 LT220 Diagrama Cargas
UNI-FIM-IS-M4-14-02-013	Fundación Suelo Torre Tipo S2
UNI-FIM-IS-M4-14-02-014	Fundación Roca Torre Tipo S2
UNI-FIM-IS-M4-14-02-015	Fundación Suelo Torre Tipo A2
UNI-FIM-IS-M4-14-02-016	Fundación Roca Torre Tipo A2
UNI-FIM-IS-M4-14-02-017	Fundación Suelo Torre Tipo T2
UNI-FIM-IS-M4-14-02-018	Fundación Roca Torre Tipo T2

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Detalle CAPEX (Presupuesto, cronograma de desembolso, Curva "S" de avance, Organigrama, Cronograma, Análisis de Mano de Obra, Detalle de Gastos Generales, Cuadrillas, listado de Materiales y Equipos).

Anexo B: Tablas de normas IEC; Nivel de severidad de contaminación, Relación de nivel de contaminación y distancia mínimo de fuga, Estándar de Nivel de aislamiento.

Anexo C: Cálculo de tensiones y flechas para vanos desde 100m hasta 1,200m.

Anexo D: Mediciones de resistividad de cada estructura de la línea.

Anexo E: Mapa de Niveles Isoceraúnicos.

Anexo F: Cálculo de pesos de estructuras metálicas.

Anexo G: Análisis eléctrico de alternativas planteadas.



## PROLOGO

El presente documento tiene por finalidad la titulación profesional, sustentado en la elaboración de un estudio a nivel factibilidad del proyecto “Línea de Transmisión en 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno”, basado en las buenas prácticas de diseño y gestión de este tipo de proyectos, asimismo se describe a detalle el proceso seguido para realizar este estudio y también se describe cada una de las diferentes fases necesarias para el proyecto, hasta su puesta en servicio.

Este estudio de factibilidad de la línea de transmisión 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Gales, forma parte de los estudios previos requeridos para el proyecto minero Galeno, ubicado al noreste de la ciudad de Cajamarca, distrito de Soronchuco de la provincia de Celendín, departamento de Cajamarca.

Dentro de las consideraciones tomadas en cada proceso del estudio se tiene: la ubicación del proyecto, condiciones ambientales, climáticas, geológicas, sísmicas, sociales, configuración del SEIN<sup>1</sup>, entre otros. La demanda de potencia estimada para cuando esté operando la unidad minera asciende a 150 MW aproximadamente, las instalaciones requeridas para el suministro de energía eléctrica comprenden la transmisión y transformación.

El alcance del proyecto para el presente informe se enfoca exclusivamente la línea de transmisión en 220 kV, las demás instalaciones no están consideradas, sin embargo para el global del proyecto son indispensables.

En el capítulo uno se describe los antecedentes, objetivo, alcance y la justificación del estudio teniendo en cuenta las características técnicas, económicas y académicas del proyecto para el cual fue desarrollado.

---

<sup>1</sup> Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

Para el capítulo dos se hace una descripción integral del proyecto así como las características del mercado eléctrico peruano, entidades reguladoras del mercado y cuáles son sus funciones en el sistema, asimismo se muestra estadísticas del 2013 de la potencia y energía del mercado eléctrico respecto a la generación y demanda, emitidas por las entidades reguladoras como el MEM<sup>2</sup> y COES<sup>3</sup>.

En el capítulo tres se identifican las problemáticas del estudio, la selección adecuada y óptima de la ruta sobre el cual se realizará el diseño, analizando una serie de alternativas propuestas argumentando técnicamente las razones de cada una de ellas. Para este estudio se han planteado 07 alternativas las cuales serán evaluadas técnicamente con el programa Digsilent y Google Earth, así como desde el punto de vista social el cual resulta críticos en esta zona del país.

El capítulo cuatro describe el marco teórico y criterios empleados en el diseño de líneas de transmisión, comprendiendo criterios de diseño eléctrico, criterios de diseño mecánico y criterios de diseño de obras civiles.

Para el caso del capítulo cinco, se describe las características físicas de la alternativa seleccionada, cuyo detalle de selección se describió en el capítulo 3, de igual manera las características eléctricas, mecánicas y civiles son fundamentadas en el capítulo 4. Ya definida la ruta de la línea de transmisión y las características de diseño, se obtienen los metros como resultado de la simulación en el programa PLS Cadd, el paso posterior es determinar los costos de construcción y compra de materiales y equipos.

Finalmente ya determinado los costos de inversión (CAPEX<sup>4</sup>), teniendo en consideración que para un estudio a nivel de factibilidad tiene una tolerancia de  $\pm 15\%$ , se procede a elaborar un cronograma donde se incluye las diferentes fases requeridas para la ejecución del proyecto hasta su puesta en servicio.

---

<sup>2</sup> Ministerio de Energía y Minas

<sup>3</sup> Comité de Operación Económica del Sistema

<sup>4</sup> Gastos de Capital (capital expenditures)

## **1. RESUMEN EJECUTIVO**

### **1.1 ENFOQUE GENERAL**

De acuerdo al análisis de alternativas detallado en el capítulo 03, se determinó como punto de conexión a la SE. Cajamarca Norte, propiedad del Consorcio Energético de Huancavelica S.A., en esta subestación se prevé habilitar dos bahías de salida en 220 kV, y mediante una línea de transmisión en doble circuito, enlazar a la SE. Galeno. Las características técnicas serán similares a las líneas transmisión existentes cercanas al proyecto, asimismo todos los valores y cálculos son corroborados en base a las normas nacionales e internacionales.

Las subestaciones de potencia no forman parte del alcance del presente informe, por lo que los costos están referidos solamente a la línea de transmisión.

### **1.2 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo del presente informe es elaborar el estudio de factibilidad del proyecto “Línea de Transmisión en 220kv SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno”, el cual describirá las características básicas para el proyecto y costo de inversión, tolerancia de  $\pm 15\%$  (CAPEX).

La ejecución del presente proyecto permitirá el suministro de energía eléctrica para la operación del futuro proyecto minero Galeno.

### **1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto Línea de Transmisión 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno, se encuentra ubicada entre los distritos de Cajamarca y Encañada (provincia de Cajamarca), distrito de Tumbaden (provincia de San Pablo) y en el distrito de Huasmín (provincia de Celendin), todas pertenecientes a la Región Cajamarca.

Mientras que el complejo minero Galeno se localiza al noreste de la ciudad de Cajamarca, en el distrito de Sorochuco de la provincia de Celendín, Región Cajamarca.

#### **1.4 ALCANCES DEL ESTUDIO**

El alcance del presente informe enfoca básicamente el diseño de la línea de transmisión del proyecto Estudio de Factibilidad “Línea de Transmisión en 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno”, el cual permitirá definir los parámetros básicos de equipos, materiales y especificaciones técnicas de las obras, requeridos para el desarrollo y posterior ejecución de la construcción del proyecto. Cabe resaltar que el enfoque del presente informe es académico puesto que describe el proceso para el desarrollo del proyecto a nivel factibilidad, asimismo describe las diferentes etapas hasta su puesta en operación.

#### **1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV**

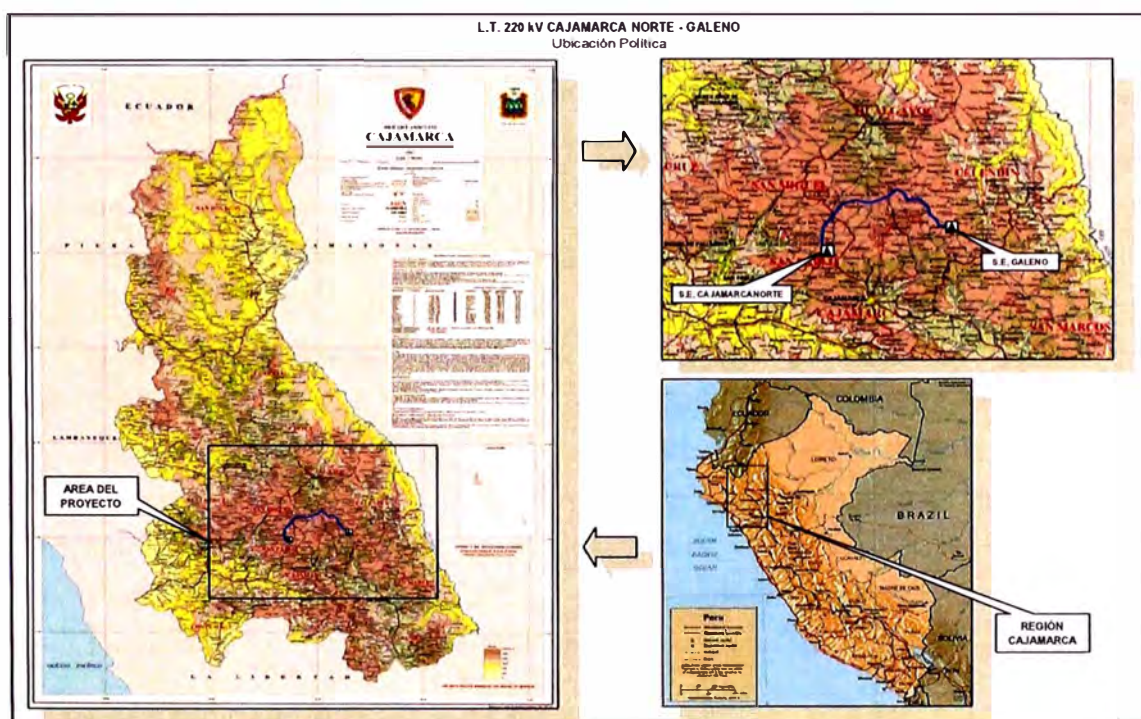
El electroducto de enlace entre el punto de conexión del SEIN a la nueva subestación Galeno, se efectuará mediante una línea de transmisión en 220 kV - 60 Hz de doble circuito trifásico, cuya longitud determinada en el capítulo 03 es de 47 km.

A continuación las características básicas, cuyo detalle de cálculo se da en el capítulo 4:

- Estructuras de celosía metálica, de doble terna, un conductor por fase de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR) de 557 mm<sup>2</sup> de sección nominal (1100 MCM) y dos cables de guarda (OPGW 97 mm<sup>2</sup> y acero galvanizado EHS 50 mm<sup>2</sup>).
- Aisladores de vidrio, tipo antiniebla, de 146 mm de paso y 330 mm de diámetro, 545 mm línea de fuga, carga electromecánica de ruptura de 160 kN. Las cadenas de aisladores en suspensión están conformadas por veintiún (21) aisladores y las cadenas de aisladores en anclaje con veintidós (22) aisladores.
- Cimentación en concreto armado, conformando por cuatro zapatas y cuatro

columnas independientes, cada una incluye solado, acero corrugado y concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

- Puestas a tierra con contrapesos de conductor de acero recubierto con cobre, tipo copperweld. La instalación del contrapeso enterrado a cierta distancia será recubierto con una composición química y tierra de cultivo según la resistividad del terreno.
- El sistema de comunicaciones corresponderá a un Sistema de Comunicaciones por Fibra Óptica a través del Cable de guarda tipo OPGW.



## 1.6 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO

Las principales características del suministro son:

- |                             |   |                                  |
|-----------------------------|---|----------------------------------|
| • Alimentación              | : | SE Cajamarca Norte Barras 220 kV |
| • Propietario               | : | CONENHUA S.A.                    |
| • Potencia de Transporte    | : | 150 MW                           |
| • Punto de Llegada          | : | Subestación Galeno               |
| • Propietario de la Llegada | : | Unidad Minera Galeno             |

## 1.7 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES LT 220 KV SE CAJAMARCA N.-SE GALENO

A continuación se detallan las características principales de la línea de Transmisión:

- Tensión : 220 kV
- Máxima Tensión de Servicio : 245 kV
- Frecuencia del sistema : 60 Hz
- Voltaje Resistente a Frecuencia Industrial : 460 kVef
- Voltaje Soportado al Impulso Descargas Atmosféricas : 1050 kVp
- Nivel de contaminación : IV-31 mm/Kv (entre fases, IEC 60815), cerca SE Galeno
- Potencia de diseño : 180 MVA
- Número de circuitos : 2
- Sistema : Trifásico 60 Hz
- Disposición de conductores : Vertical
- Longitud : 47 Km
- N° de Vértices : 26
- Conductor Activo : 1100 MCM – ACAR, Diámetro 30.65 mm
- No Cond. x Fase : 1
- Cables de guarda : OPGW - 24 (kA)2. Seg-97.4 mm<sup>2</sup>, 24 fibras,  
AoGo – 3/8" diámetro – 50 mm<sup>2</sup>
- N° de Cables de Guarda : 2
- Estructuras : Celosía Metálica Acero Galvanizado
- Aisladores : Vidrio - anti neblina IEC 160 - BSP
- Cadenas : 21 U. Suspensión - 22 U. Anclaje.
- Vano adoptado de Diseño : 340 m.
- Puestas a tierra : Contrapesos (con jabalinas)
- Fundación : Hormigón armado hecho en sitio (4 Zapatas y columnas).

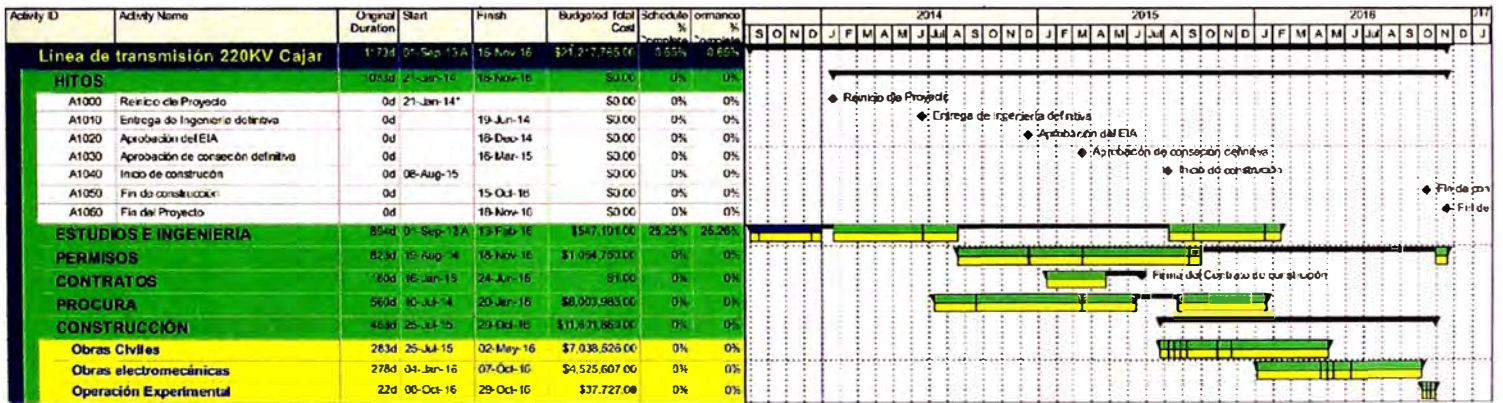
## 1.8 CAPEX DEL PROYECTO

El cuadro de costos que se muestra a continuación resumen el total de gastos necesarios en las diferentes etapas del proyecto hasta su puesta en operación (solo se considera costos referido a la línea de transmisión). Asimismo los gastos de supervisión no se han tomado en consideración, se asume como gastos del propietario (10% al 15% del costo del proyecto).

Ítem	Descripción	Total (USD)
1	Estudios e Ingeniería	547,192
2	Servidumbre y Terrenos	1,064,750
3	Suministros	8,003,983
4	Obras Civiles	7,038,526
5	Obras Electromecánicas	4,525,607
6	Pruebas (Puesta en servicio)	37,727
<b>SUB TOTAL</b>		<b>21,217,784</b>

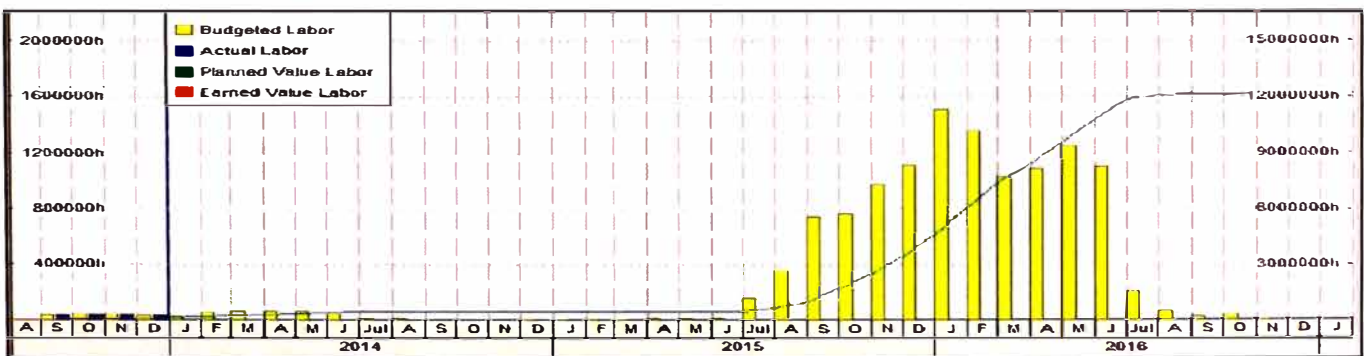
### 1.9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Se ha efectuado el Cronograma Integral del Proyecto, el cual considera los plazos requeridos para efectuar las actividades necesarias de cada etapa del proyecto, hasta la puesta en operación (La ejecución de las subestaciones será en paralelo al de la línea de transmisión), Se estima 35 meses hasta su para la puesta en operación del proyecto.



### 1.10 CURVA "S" DEL PROYECTO

A continuación se muestra la curva "S" de avance del proyecto.



## **2. PROCEDIMIENTO SEGUIDO PARA LA FORMULACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL FACTIBILIDAD**

En los siguientes párrafos se describirá el procedimiento seguido para formular el estudio de factibilidad de una línea de transmisión en 220 kv, del mismo modo se describirá a mayor detalles las características técnicas que incluyen los demás estudios requeridos en la diferentes fases de este tipo de proyectos.

Entendiéndose que uno de los objetivo del presente informe es sustentar el aprendizaje obtenido en la participación de este proyecto, y a su vez darle un enfoque académico para el buen entendimiento de proyectos similares.

El procedimiento seguido para formular el proyecto, considera el estudio a nivel de factibilidad de las siguientes instalaciones:

- Línea 220 KV desde el punto de conexión a la S/E Galeno para transmitir 150 MVA
- Subestación nueva y ampliación de la subestación del sistema existente

El desarrollo del estudio ha sido separado según los siguientes ítems:

- Sistema Eléctrico – Puntos de Conexión – Trazos Previos de Ruta
- Ingeniería Básica de Líneas de Transmisión y Subestaciones

### **2.1 Sistema Eléctrico–Puntos de Conexión–Trazos Previos de Ruta**

#### **2.1.1 Evaluación de los Puntos de Conexión**

De acuerdo a la configuración y ubicación de las instalaciones existentes del SEIN se evalúa el punto de conexión, cabe indicar que en muchos casos el cliente sugiere algunas de las alternativas a evaluar indicándolas en las bases técnicas. Para el presente proyecto se evaluarán las subestaciones existentes de Cajamarca Norte y Cerro Corona y la proyectada Minas Conga como posibles puntos de conexión del suministro de energía eléctrica para el proyecto minero Galeno.



## ALTERNATIVAS TRAZOS DE RUTA

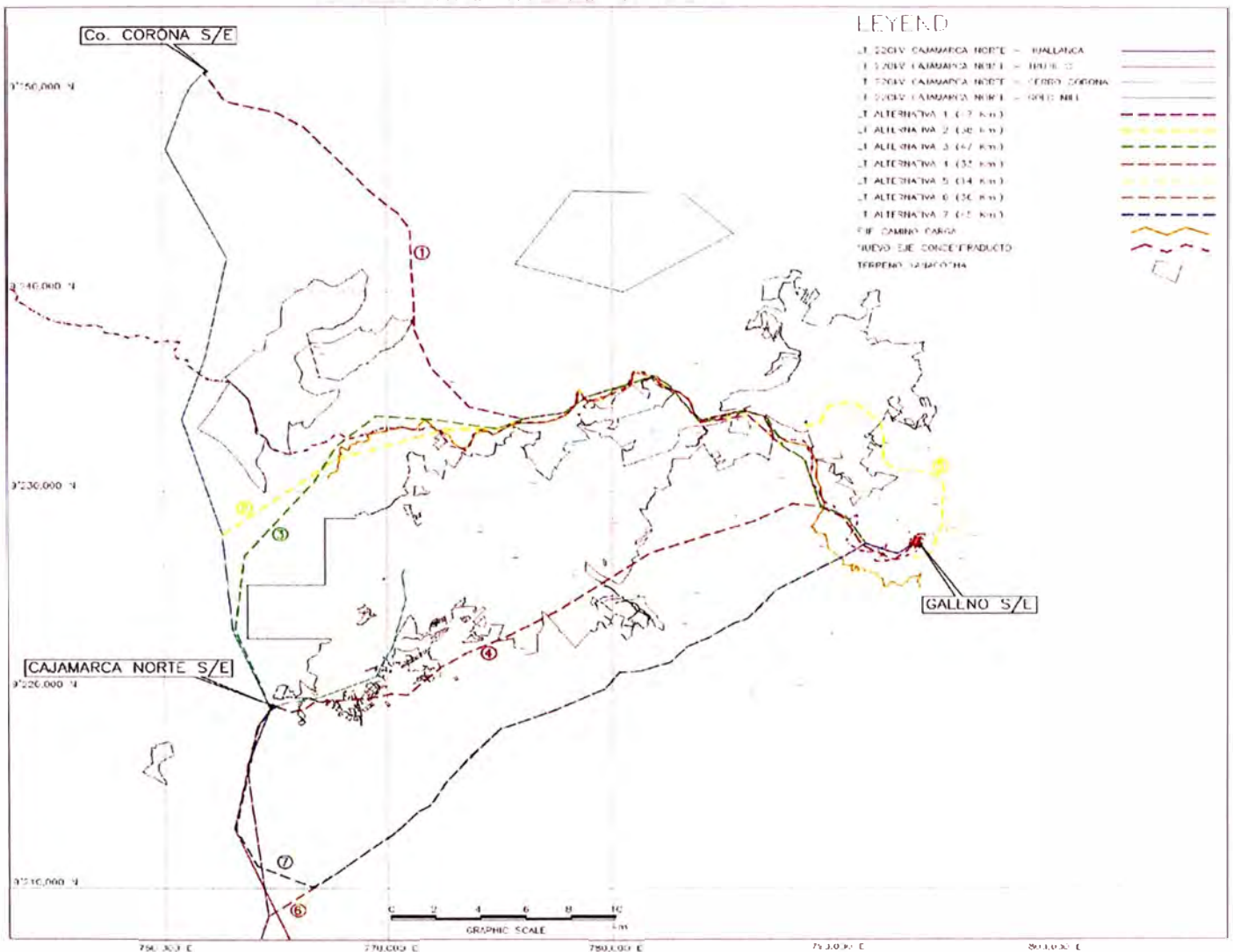


Lámina N° 1: Alternativas de Trazo de Ruta

Las alternativas mínimas de suministro a evaluar serán las siguientes:

**Alternativa N°1:** Toma energía en la SE. C. Corona y recorrido directo a la SE Galeno.

**Alternativa N° 2:** Se empalma en una SE. Tipo Tap-of a construir en un punto de la línea existente que va desde SE. Cajamarca Norte a SE. C. Corona, a la altura del vértice 2.

**Alternativa N° 3:** Toma energía en la SE. Cajamarca Norte y su recorrido, en todo lo que sea posible, por la franja de servidumbre del futuro camino de carga y del ducto de concentrado, análogo al recorrido de la alternativa 2.

**Alternativa N° 4:** Toma energía en la SE. Cajamarca Norte y su recorrido es el más directo hacia el proyecto Galeno.

**Alternativa N° 5:** Toma de energía directamente de la futura SE. de Minas Conga

**Alternativa N° 6:** Considera una SE. Tap off en un punto del de la línea de doble circuito de 220 kV, desde la SE. Huallanca a la SE. Cajamarca Norte.

**Alternativa N° 7:** Toma de energía de la SE. Cajamarca Norte, considerando el recorrido de la alternativa 6.

### **2.1.2 Trazos Previos de Ruta**

Para generar el trazo de ruta de las alternativas mencionadas en el punto anterior para llegar a la Subestación Galeno, se utilizarán planos del Instituto Geográfico Nacional y con el software Google Earth, entre otros.

Una vez definidos los trazos de ruta en gabinete, para cada una de las alternativas, se efectuará una inspección general en campo con la finalidad de evaluar la factibilidad que estos trazos puedan ser realizados.

En cada trazo de ruta se evaluará las dificultades físicas de topografía del terreno, geológica, medio ambiental, y las dificultades sociales existentes para la futura construcción de las líneas de transmisión.

### **2.1.3 Comportamiento del Sistema Eléctrico**

Con los proyectos de líneas de transmisión, subestaciones y generación que se están incorporando y aquellos que serán incorporados al Sistema Interconectado Nacional (SEIN) al año 2016, se elaborarán los diagramas unifilares base sobre la cual se incorporarán las cargas que incidirán directamente con la demanda de la unidad minera Galeno (150 MW). Las principales demandas a considerar serán las de Yanacocha (La Pajuela, Gold Mill y Minas Conga) y Gold Field (Cerro Corona).

Con la premisa que la alimentación eléctrica al proyecto Galeno tenga exigencia de servicio N-1, se evaluará el comportamiento del sistema eléctrico con las alternativas de suministro definidos en el ítem 2.1.1 “Evaluación de los Puntos de Conexión”.

Desde el punto de vista eléctrico, mediante corridas de flujo de potencia, que se efectuarán utilizando el software DlgSILENT Power Factory, se determinará la mejor alternativa de alimentación a la unidad Galeno y, de ser el caso, los refuerzos necesarios al SEIN para atender la demanda requerida por la unidad Galeno (150MW).

También se calcularán las máximas corrientes de cortocircuito para seleccionar el equipamiento de las subestaciones.

## **2.2 Ingeniería Básica de Líneas de Transmisión y Subestaciones**

### **2.2.1 Alimentación a Subestación Galeno**

Ya determinada la mejor alternativa de suministro de energía eléctrica para el proyecto minero Galeno, de acuerdo a la demanda requerida, se deberá efectuar la ingeniería básica de las siguientes instalaciones:

- Subestación de Salida 220 kV
- Línea de Transmisión en 220 kV
- Subestación Galeno 220/22.9 kV
- Sistema de Telecomunicaciones

El desarrollo de la ingeniería básica permitirá ***estimar el monto de la inversión con un grado de aproximación del  $\pm 15\%$*** , para lo cual se efectuarán las siguientes labores:

### **2.2.2 Trabajos de campo**

En las actividades a desarrollar en las labores de campo están las siguientes:

- a. Trabajos en la Subestación de Salida. Verificar la disposición de los equipos del patio de llaves y de la sala de control, disponibilidad de área para la ampliación,

si se tratase de una subestación existente. Se ubicará el área requerida para la subestación si fuera una nueva. En ambos casos se tomará nota de la calidad de los suelos del área en donde se ubicará el equipamiento del patio de llaves.

- b. Trabajos de ruta de la línea 220 kV. Se inspeccionará e identificará los vértices y el trazo de las alternativas en evaluación de la línea de transmisión, (que previamente han sido ubicados en planos en gabinete y en campo a nivel preliminar), mediante la ubicación de vértices o cambios de dirección (con GPS). Se verificará los accesos existentes a la ruta de la línea eléctrica y nuevas rutas, para el proceso de construcción, operación y mantenimiento. Se tomará nota de la geología y geodinámica superficial mediante inspección visual. Se llevará a cabo la inspección superficial de no evidencia de restos arqueológicos. Asimismo, se efectuará una evaluación de la servidumbre mediante la identificación preliminar de propiedades que afecta el trazo, tipo de terreno y su costo aproximado de compensación; también se levantará información del criterio de los pobladores con referencia a la línea, principalmente sobre la existencia o no de problemas sociales que podrían afectar el proyecto.
- c. Trabajos en la nueva Subestación Galeno. Se ubicará el área requerida para esta subestación (muchas veces son zonas sugeridas por el cliente), tomando en cuenta la cantidad de equipos a instalar, según la configuración que resulte de las evaluaciones previas que se efectúen. Asimismo se tomará nota de la calidad de los suelos del área en donde se ubicará el equipamiento del patio de llaves.

### **2.2.3 Ingeniería básica de la Línea de transmisión**

El desarrollo de la ingeniería básica de la línea de transmisión comprende las siguientes actividades a nivel preliminar:

- a. Elección de los conductores según normas para líneas de 220kV en altitud (verificación del gradiente superficial y pérdidas por corona), para una demanda de 150MW.
- b. Elección de los cables de guarda (OPGW y AoGo)
- c. Determinación del aislamiento y apantallamiento de las estructuras (aisladores de vidrio o porcelana).
- d. Determinación de geometría y siluetas de los tipos de soporte de la línea (celosía metálica auto-soportada).
- e. Árboles de carga de las estructuras con la finalidad de calcular el peso aproximado de las estructuras metálicas.
- f. Propuesta de fundaciones (se estimarán con los resultados de la geotecnia superficial efectuada).
- g. Sistema de Puesta a tierra.
- h. Detalle de ensambles de cadenas de aisladores del conductor y del cable de guarda.
- i. Distribución preliminar de las estructuras con topografía de planos IGN (escala 1/100,000) y empleando el programa Google Earth. Con el trazo de la línea de transmisión efectuado en campo se generará un perfil aproximado del terreno en donde se distribuirá en forma preliminar las estructuras previamente definidas.
- j. Tabla de cantidades de los suministros, de las obras civiles y electromecánicas de la línea de transmisión.

#### **2.2.4 Ingeniería básica de las Subestaciones (de salida y Galeno)**

Las actividades para el desarrollo de ingeniería básica para las subestaciones, no es parte del presente informe, sin embargo se detalla de forma general para una mejor

comprensión del alcance de un estudio de factibilidad, esto comprende las siguientes actividades:

- a. Selección de conductores de barra
- b. Coordinación de aislamiento y cálculo de las distancias mínimas de seguridad.
- c. Definición de las características técnicas básicas del equipamiento electromecánico del patio de llaves: Transformadores de potencia, Interruptor de potencia, Pararrayos, Transformadores de corriente, Transformadores de tensión, Seccionadores (de barra y línea), Sistemas de barra, Celdas, etc.
- d. En cuanto a los tableros de la sala de control debe diseñarse los tableros de protección, control y fuerza, medición, mando, señalización, Servicios auxiliares incluyendo el banco de baterías y su cargador.
- e. Cálculo preliminar de la malla de tierra.
- f. Ingeniería preliminar de las obras civiles del patio de llaves, canaletas, bases de equipos del patio de llaves, sala de control y cerco perimétrico.
- g. Elaboración de planos (Ubicación geográfica del proyecto, Diagrama Unifilar general del proyecto, diagrama unifilar de SS.AA, diagrama unifilar general control, protección y medida, disposición general patio de llaves – planta, disposición de equipos patio de llaves – planta y secciones, disposición general de bases y canaletas en planta y secciones, estructuras metálicas, entre otros).
- h. Tabla de cantidades de los suministros, de las obras civiles y electromecánicas.

#### **2.2.5 Sistema de Comunicaciones**

Para el sistema de teleprotección y las transmisiones de voz y datos, entre las subestaciones de salida y Galeno y con el ente rector en Lima (COES), se efectuará mediante un sistema de comunicaciones por fibra óptica que irá alojado en uno de los

cables de guarda de la línea de transmisión, sin embargo otra alternativa es a través de onda portadora si fuera el caso.

### **2.2.6 Monto Estimado de Inversión**

Se estimarán todos los costos en que incurrirá el proyecto para su correcta operación.

Esta estimación tendrá un margen de  $\pm 15\%$ .

Se considerarán los siguientes costos:

- a. Estudios necesarios (Estudio de factibilidad, estudios preoperatividad a ser aprobado por el COES, obtención CIRA, estudio de impacto ambiental, ingeniería definitiva, ingeniería de detalle, estudio de operatividad, gestión de servidumbre).
- b. Tasas (pagos) a diversas entidades del estado.
- c. Estimación de la Compensación por Servidumbre (sin negociación).
- d. Suministros de equipos y materiales.
- e. Costos para la Construcción, Costo directo (análisis de precios unitarios, APU) y costos indirectos (gastos generales fijos y variables, utilidades).
- f. Cronograma de desembolso del proyecto (Cash flow)

### **2.2.7 Cronograma de ejecución del proyecto**

En el cronograma se describe las principales fases del proyecto, entre ellas: ingenierías, EIA, CIRA, Gestión de servidumbre, permisos, licitaciones, procura, construcción y operación experimental entre otras.

Los plazos estimados para cada una de las actividades responden al análisis de otros proyectos similares, experiencia de la empresa, periodos de aprobación de entidades públicas, rendimientos aproximados de actividades similares.

### **3. DESCRIPCIÓN DE FASES DE PROYECTOS DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN**

Para una mejor comprensión de los procesos y etapas requeridas para la construcción y puesta en operación de una línea de transmisión, se detallan a continuación las diferentes etapas requeridas para el proyecto desde los estudios conceptuales hasta llegar al proceso de ejecución de obra y puesta en operación.

- Estudio de Pre-factibilidad
- Estudio de Factibilidad
- Estudio de Pre-operatividad
- Estudio de impacto ambiental (EIA)
- Obtención de certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA)
- Estudio de ingeniería definitiva
- Concesión definitiva
- Suministro de materiales y equipos importantes
- Gestión de servidumbre
- Ingeniería de detalle
- Estudio de operatividad y coordinación de protecciones
- Ejecución de obra (Constructor y supervisión)
- Operación experimental

A continuación se describe en mayores detalles cada una de las características básicas que comprende el desarrollo de las diferentes fases del proyecto de línea de transmisión requeridos hasta llegar a su construcción y puesta en operación.

#### **3.1 Estudio de Pre-Factibilidad**

El desarrollo de un estudio a nivel conceptual de una línea de transmisión considera además de la línea las subestaciones de potencia de salida y llegada (No se detalla la ingeniería conceptual de ambas subestaciones, no es parte del enfoque del presente documento).



- **Ingeniería Conceptual de la línea de transmisión**

Con la ayuda de planos del Instituto Geográfico Nacional y con el programa Google Earth, se efectuará el trazo preliminar de la ruta de la línea de transmisión. Con la finalidad de ubicar los centros poblados por las que atravesaría esta alternativa de trazo de ruta.

Se considerarán siluetas típicas de estructuras de proyectos ubicados en geografía similar a la del actual proyecto.

Para determinar la cantidad de estructuras requeridas se efectuará una distribución preliminar de estructuras sobre un perfil aproximado efectuado con el trazo de ruta tentativo de gabinete, el perfil topográfico se obtendrá mediante el programa 3D Route Builder, el cual se complementa con el Google Earth.

Se efectuará una tabla de cantidades del suministro, de las obras civiles y electromecánicas de la línea de transmisión.

- **Monto Estimado de Inversión**

Se estimarán todos los costos en que incurrirá el proyecto con un margen de  $\pm 35\%$ .

- **Plazo de Ejecución**

Se estima plazo de ejecución del proyecto considerando las demás fases hasta su puesta en operación.

### **3.2 Estudio de Factibilidad**

Los detalles para el desarrollo del estudio de factibilidad se han descrito en el punto 2.2, donde se menciona el procedimiento seguido para formular el proyecto, cabe recalcar que la presentación de este tipo de estudios desde el enfoque comercial difiere al académico, este último usado para el presente documento.

Los entregables desde el enfoque comercial está conformado por:

(1) Memoria descriptiva Línea de transmisión

- a. Descripción del recorrido de la línea, incluye el plano de ruta con las coordenadas UTM de los vértices de la línea y subestaciones.
- b. Características técnicas generales: niveles de tensión, longitud de línea, tipo de estructuras, características del conductor, número de conductores/fase, características del aislador, número de aisladores/cadena, distancias de seguridad, franja de servidumbre, etc.
- c. Normas de diseño
- d. Criterios de diseño de los componentes principales de la línea: estructuras, conductores, aisladores, accesorios, resistencia de puesta a tierra, cable de guarda y fundaciones.

(2) Resumen de los cálculos justificativos:

- a. Evaluación del trazo de ruta (trade off)
- b. Coordinación de aislamiento.
- c. Calculo de distancia de seguridad.
- d. Selección del conductor criterios de cálculo eléctrico.
- e. Selección del conductor criterios de cálculo Mecánico.
- f. Selección de cable de guarda (diseño del blindaje de las líneas para descargas atmosféricas, en caso aplique).
- g. Parámetros eléctricos.
- h. Cálculo de la máxima potencia de diseño (por ampacitancia) que pueda transmitir la línea sin transgredir ningún criterio de seguridad.
- i. Procedimiento de diseño de fundaciones

(3) Planos civiles y electromecánicos (Ubicación geográfica del proyecto, Planta y perfil del trazo, fundaciones y mallas de tierra, estructuras, conjuntos de anclaje y suspensiones par conductores y cable de guarda).

(4) Metrados y presupuesto de inversión con un margen de  $\pm 15\%$  (CAPEX)

### **3.3 Estudio de Pre-Operatividad**

En cumplimiento al Decreto Supremo N° 027-2007-EM, publicado en el diario oficial El Peruano el 17-may-2007, se establece que las nuevas instalaciones que se conecten al sistema de transmisión del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) deben elaborar y presentar al COES estudios de Pre-Operatividad y Operatividad.

El estudio de pre-operatividad deberá tener los alcances con el contenido suficiente para lograr obtener la conformidad respecto a la conexión al SEIN y las instalaciones asociadas al proyecto.

Haciendo uso del Software DIgSILENT 14.0, previsto con la base de datos que maneja el COES-SINAC (ubicado en la página web del COES), se desarrollarán los flujos de potencia y cálculos de cortocircuito correspondientes para realizar un análisis de la situación actual del sistema eléctrico en la zona de influencia del proyecto, con lo que conseguiremos conocer la dirección de los flujos de potencia, factores de utilización de los transformadores y líneas de transmisión existentes, para los escenarios de máxima, media y mínima demanda tanto en avenida como en estiaje.

La estrategia de los análisis de la operación en estado estacionario es:

- Recopilación de Información.

Se coordinará de manera oficial con el COES, para definir los alcances del estudio de Preoperatividad, así como con la(s) empresa(s) concesionaria(s) dentro de la

zona de influencia del proyecto, con el fin de solicitarles información concerniente a la operación actual de sus sistemas en relación a los niveles de tensión que se presentan en barras de sus subestaciones involucradas en el presente estudio.

- Actualización de la Base de Datos del software DIgSILENT

Se procederá a expandir la base de datos que maneja el COES-SINAC en el software Power Factory 14.0 de DIgSILENT, añadiendo el ingreso del nuevo proyecto y su potencia requerida, además de otros proyectos de gran importancia para el sistema eléctrico nacional, teniendo presente el año de ingreso de cada proyecto. Asimismo se actualizará la demanda vegetativa del sistema a nivel de barras de media tensión.

- Análisis de Flujo de potencia y Cortocircuito.

Se analizará el comportamiento del SEIN ante el ingreso del nuevo proyecto y permitirá conocer las tensiones dentro del área de influencia del proyecto, factores de utilización de los transformadores y líneas, así como también las pérdidas de potencia y las corrientes de cortocircuito en barras.

- Análisis de Contingencias.

Este análisis permitirá determinar si es necesario algún equipamiento adicional y/o determinar la mejor configuración de suministro con el fin de garantizar una operación confiable (N-1) del nuevo proyecto.

- Medición y estudio de Armónicos.

Medición de armónicos en las posibles fuentes generadoras de armónicos dentro de la zona de influencia del proyecto, para así conocer el nivel de distorsión

armónica en el punto de conexión al SEIN, estas mediciones servirán para efectuar el estudio de armónicos que permitirá determinar las características técnicas del filtro si fuese requerido.

**El estudio de armónicos** será efectuado con el fin de asegurar la correcta operación de la compensación de reactivos requerida por el nuevo proyecto, evitando posibles fenómenos de resonancia en los bancos de capacitores debido a la presencia de armónicos en la red existente.

Según la particularidad del proyecto, se considerará la presentación de otros estudios que el COES estime conveniente.

### **3.4 Obtención de CIRA**

La obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA) que hasta antes del 2010 los emitía el Instituto Nacional de Cultura (INC), pero que a partir de la creación del Ministerio de Cultura (Mediante Ley N° 29565, 21 de julio de 2010) es este Ministerio quien asume todas las funciones del INC.

El alcance para la obtención deberá considerar:

- Con el trazo de la LT y accesos se preparará un expediente técnico del proyecto para su presentación al Ministerio de Cultura (MC).
- Con la Credencial emitida por el MC, el arqueólogo efectuará el recorrido del trazo de la LT verificando que no existan restos arqueológicos visibles a lo largo del trazo de la LT. En caso hubiere algún resto visible se efectuará la variante correspondiente al trazo de ruta.
- Posteriormente se coordinará con el MC– Cajamarca, se efectúe la Supervisión del trazo de ruta elegido, verificando la inexistencia de restos arqueológicos.

- Se preparará y presentará al MC-Lima-Cajamarca el Estudio o Informe de Reconocimiento Arqueológico de la LT y Accesos, junto con la solicitud del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos, a cargo de arqueólogos inscritos en el colegio de arqueólogos del Perú.
- Seguimiento hasta su emisión de aprobación.

### **3.5 Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

El objetivo de elaborar el estudio de impacto ambiental es obtener los permisos ambientales correspondientes de acuerdo al cumplimiento de las normas legales vigentes.

Se coordinará con la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE) la realización de los talleres informativos a la población afectada con el proyecto antes del inicio del EIA.

Los aspectos que deberán incluir en el alcance del servicio son:

- Revisión y análisis de información existente del área de estudio.
- Con el trazo de ruta de la LT., el personal que efectúa el EIA, compuesto por un ingeniero ambientalista, un biólogo y un licenciado en sociología, recogerán información de campo (flora, fauna, hidrología, socioeconómicos, etc.)
- Salidas al campo para el equipo físico y biológico.
- Efectuar talleres informativos en las localidades que indique la DGAAE (taller al inicio del estudio, de avance y luego de presentado al MINEM).
- Colección de datos de caracterización evaluación del paisaje.
- Colección de información social cualitativa en campo.
- Adaptación de los planes de participación ciudadana del cliente.
- Adaptación de los planes de relaciones comunitarias del cliente
- Elaboración del informe de estudio de impacto ambiental.

- Efectuar Audiencias públicas (Exposición del EIA)
- Una vez culminado el EIA, se presentará a la DGAAE, INRENA y Municipios de las provincias y distritos por donde atraviesa la LT.
- Seguimiento hasta su aprobación.

Tener en cuenta que es parte del EIA la obtención del “Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos” (CIRA), donde se incluye todas las zonas que pudieran ser afectados por el paso de las líneas o ubicación de subestaciones.

### **3.6 Estudio de Ingeniería Definitiva**

El estudio de ingeniería definitiva se emplea mucho en el sector público y algunos privados y sirve esencialmente para la adquisición de los suministros y la ingeniería está a un nivel de detalle suficiente para iniciar el proceso de licitación para construcción. De acuerdo a su configuración y características comprenderá efectuar las siguientes actividades.

- Levantamiento topográfico del perfil y planimetría del trazo de la LT,
- Medición de resistividad del terreno cada 2 km.
- Se realizará una cantidad de Calicatas (para identificar los diferentes estratos de suelo y su composición) y puntos de ensayo de penetración dinámica ligera (DPL, para estimar los parámetros de resistencia del suelo) cada 2 Km.
- Estudio de suelos con fines de cimentación.
- La gestión de servidumbre debe iniciarse en forma conjunta con el cliente e involucrados, antes de realizar actividades en propiedad de terceros.
- Condiciones climáticas según CNE Suministro 2011, para las Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductor, Cables de Guarda y Estructuras
- Cálculo mecánico de conductor y cable de guarda (fibra óptica y AoGo).
- Prestación de las estructuras en función del perfil topográfico del trazo.

- Distribución de Estructuras en el perfil del trazo elegido, observando que ninguna estructura quede en terreno en conflicto o en zonas de operaciones mineras actuales o futuras.
- Árbol de carga de las Estructuras elegidas.
- Diseño de cimentación de estructuras.
- Diseño de las puestas a tierra de cada estructura.
- Disposición de la ferretería de conductor y cables de guarda.
- Evaluación del uso de pararrayos de línea.
- Planos civiles (disposición de stubs, cimentación estructuras) y electromecánicos (silueta de estructuras, ensamble cadena de aisladores, conductor, fibra óptica, cable de AoGo, puestas a tierra, antivibradores) y tabla de cantidades.
- Metrados y presupuesto de inversión con un margen de  $\pm 5\%$  (CAPEX)

Parte de la ingeniería del proyecto de la línea de transmisión es el desarrollo de las ingenierías para las subestaciones de potencia y sistema de comunicación, lo cual no es parte del alcance del presente documento.

### **3.7 Concesión Definitiva**

Con la memoria descriptiva, los planos del proyecto, cronograma de ejecución de las obras, presupuesto referencial del proyecto de Línea de Transmisión, especificación de Servidumbres Requeridas, Resolución de aprobación del EIA (el CIRA debe estar ya emitido), conformidad del COES del estudio de pre-operatividad y demás documentos requeridos, se solicitará la Concesión Definitiva de Transmisión a la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas, con la finalidad de operar la Línea de Transmisión.



### **3.8 Suministro de Materiales y Equipos Importantes**

Conforme se culminen con las Especificaciones Técnicas de los Materiales y Equipos que conforman el proyecto de la Línea de Transmisión y subestaciones de Potencia, se solicitarán cotizaciones a los proveedores, se revisarán las especificaciones de las propuestas recibidas, las cantidades solicitadas, se tendrán reuniones de coordinación con los proveedores y se seleccionarán en forma conjunta con el cliente.

- Se revisarán, comentarán, observarán si es necesario y se aprobarán las Memorias de Cálculo, Especificaciones Técnicas y Planos para Fabricación de los diferentes materiales y equipos en proceso de compra.
- Se revisarán los formatos de Protocolos de Pruebas para verificar que se han incluido todas las pruebas que normalmente exigen las normas de fabricación propuestas y todas aquellas pruebas que pudieran haber sido incluidas adicionalmente en el Contrato. Se verificará que los equipos de prueba a utilizarse sean los adecuados y tengan certificados de calibración vigentes.
- Se verificará que los manuales y mantenimiento que entregan los fabricantes de los equipos contengan la información necesaria que permitan su traslado, montaje, operación y mantenimiento.
- Se llevará el control de suministros donde se indique fechas importantes durante todo el proceso de adquisición, ya que en la mayoría de proyectos resulta como ruta crítica el suministro de materiales, debido al incumplimiento de proveedores, pruebas no satisfactorias, lesiones en transporte, demoras en la compra, falta de información, escases de productos, entre otros.

### **3.9 Gestión de Servidumbre**

Comprende la gestión entre los propietarios de terrenos por donde cruza la franja de servidumbre de la línea de transmisión y el cliente, dueño del proyecto.

- Antes del inicio de todos los trabajos de campo correspondiente a los estudios, se identificarán a los propietarios y se obtendrá la autorización de parte de los propietarios afectados para poder ingresar a sus terrenos para efectuar los trabajos requeridos.
- Una vez definida la tenencia de la propiedad y de haber efectuado el cálculo de área afectada (aires y ubicación de estructuras) se negociará la indemnización por servidumbre, y se efectuará la firma de los convenios y pago respectivo por el uso de las áreas correspondientes a los aires y por la ubicación de estructuras, de manera de efectuar los trabajos de ejecución de las obras.
- Con la información de indemnización de servidumbre se elaborará el Expediente de Servidumbre que servirá para solicitar el Establecimiento de Servidumbre de la Línea de Transmisión, y que a su vez servirá para cumplir con uno de los requisitos del Contrato de Concesión Definitiva.
- Una vez culminada la negociación por el paso de servidumbre, se podrá iniciar la ejecución de obra. Cuando se culmine con las labores de tendido de conductores y cables de guarda, se procederá a la remediación y/o indemnización de los terrenos en donde se hallan ocasionado daños a los cultivos o instalaciones durante las diferentes etapas constructivas de la línea de transmisión.

### **3.10 Ingeniería de Detalle**

En esta etapa se trabaja con datos de los materiales que se van a instalar y con datos de campo que corresponde a la ubicación real de cada estructura producto del replanteo (puesta a tierra, cimentación, flechado, ensamble de accesorios). En algunos casos se

verifican algunos datos del estudio definitivo (ya que este estudio se efectúa con materiales de otros proyectos o de catálogos).

Por lo tanto el desarrollo de la Ingeniería de Detalle para Ejecución de Obra, conlleva ejecutas las siguientes actividades:

- Geotecnia, para lo cual se efectuarán más calicatas y ensayos DPL.
- En base a los cálculos y planos civiles y electromecánicos de la Línea de Transmisión y Subestación del Estudio de Ingeniería definitiva, elaborar planos y diagramas detallados para construcción con información de los equipos y materiales suministrados por los proveedores (que se encuentran en proceso de fabricación) a utilizarse en el proyecto.
- Estudio de coordinación de las protecciones, estabilidad transitoria (de voltaje, de pequeña señal, transitoria).
- Preparación de la documentación técnica a presentar al COES. Recopilación y preparación de la documentación técnica necesaria para el ingreso de las nuevas instalaciones al Sistema Interconectado Nacional de conformidad con el procedimiento N°21 del COES. Esta actividad se realiza aproximadamente 2 meses antes de su puesta en servicio de la Obra.
- Elaboración de la tabla de flechado, engrapado y off-set para la línea de transmisión datos de replanteo de estructuras que efectúe el contratista.
- Cálculo de puesta a tierra por estructura (con las mediciones de resistividad del terreno que efectúe el contratista)

### **3.11 Estudio de Operatividad y Coordinación de Protecciones**

El estudio de operatividad tendrá el objetivo de demostrar de manera detallada el efecto sobre el SEIN de las nuevas instalaciones y definir los ajustes de los sistemas de protecciones.

El estudio deberá contener en la memoria descriptiva del proyecto un resumen ejecutivo, el cual deberá incluir como mínimo la descripción de las instalaciones proyectadas, especificaciones técnicas de las instalaciones y otras características que se consideren relevantes. También se indicarán las modificaciones hechas en las instalaciones de las subestaciones existentes, e incluir el cronograma de puesta en servicio del proyecto, y restricciones operativas necesarias para la puesta en servicio.

Deberá presentarse los planos y diagramas unifilares de las nuevas instalaciones, así como las modificaciones a las subestaciones existentes.

- Estudios en estado estacionario:

Esta actividad comprende el análisis de flujo de potencia en la zona de influencia, para escenarios antes y después del ingreso de las nuevas instalaciones, con la finalidad de verificar el impacto en de las nuevas instalaciones en los niveles de sobrecarga y tensiones en el sistema de transmisión existente.

Estos análisis serán realizados para escenarios hidrológicos de avenida y estiaje, inmediatamente posteriores a la fecha de ingreso de las nuevas instalaciones, tanto en condición N como para N-1, para máxima, media y mínima demanda.

- Estudio de cortocircuito

Comprende el cálculo de las corrientes de corto circuito en el SEIN, mostrando los resultados en la zona de influencia del sistema.

- Estudios de coordinación de protecciones

Este estudio debe ser realizado considerando los lineamientos establecido en el documento "Criterios de ajuste y coordinación de los sistemas de protección del SEIN".

En este estudio se definirán los ajustes de los relés de protección de las instalaciones del

proyecto. También, se deberá verificar los ajustes de los relés de protección existentes en las subestaciones circundantes al proyecto.

- Estudio de armónicos

Para el estudio de armónicos, previamente se deberá realizar las mediciones en la barra de salida del proyecto, en base al equipamiento de la carga del nuevo proyecto, se deberá modelar las fuentes de armónico y aplicarlos al punto de conexión y verificar que el ingreso del proyecto no deteriore el índice de armónico existente.

- Estudio de transitorios electromagnéticos

En este estudio se analizará las Maniobras de energización del transformador de potencia de la subestación del nuevo proyecto.

Asimismo se deberá simular las maniobras de puesta en servicio del proyecto y las maniobras de mantenimiento.

### **3.12 Ejecución de Obra**

- Contrato

Mediante la suscripción de un contrato entre el cliente y la empresa contratista ejecutora, y a cambio una retribución convenida, el cliente contrata al constructor para ejecutar de manera eficaz, diligente, correcta, y oportuna las obras según las características, alcance y especificaciones técnicas detalladas en los anexos del contrato.

Para la ejecución de las obras se estila hacer el contrato bajo modalidad de precios unitarios, por consiguiente el cliente pagará al constructor por las cantidades realmente ejecutadas en las obras, a razón de precios unitarios establecidos en la propuesta del constructor, por la ejecución de cada unidad de obra.

- Modalidad

Este tipo de proyectos se suelen ejecutar bajo la modalidad llave en mano dentro del alcance del proyecto. De este modo el constructor se obliga frente al cliente a entregar las obras completamente culminadas y en perfecto estado de funcionamiento y operación, luego de haber superado las pruebas de funcionamiento y satisfacción del cliente, con la opinión favorable por escrito del supervisor.

Debe quedar establecido que el constructor deberá cumplir estrictamente todas las normas aplicables y las leyes relacionadas al proceso constructivo.

- Plazo

La ejecución de las obras se realizará en el plazo determinado por el cliente y/o considerado en la propuesta del constructor detallado en un cronograma.

- Forma de Pagos

La retribución por la ejecución de las obras será por las cantidades realmente ejecutadas y que sean necesarias para alcanzar la completa ejecución de las obras a satisfacción del cliente, previa conformidad por escrito del supervisor, conforme a los precios unitarios del presupuesto aprobado.

- Garantías y Carta Fianza

El constructor entregará una carta fianza de fiel cumplimiento, la misma que garantizará las obligaciones por el constructor a la firma del contrato, esta deberá ser emitida por una entidad de primer nivel del sistema financiero debidamente calificada y domiciliada en el Perú, por la suma del 10% del valor total referencial de las obras.

EL constructor deberá otorgar al cliente, garantía por la correcta ejecución de las obras, bajo una declaración jurada debidamente legalizada, suscrita por él, a favor del cliente,

en donde se compromete a asegurar el cumplimiento frente al cliente, respecto a la correcta ejecución de las obras, motivo por el cual será responsable de cualquier deficiencia y mala ejecución de las obras que pudiera presentar después de su culminación o terminación, esta declaración de garantía se mantendrá vigente hasta por un plazo de cinco (5) años a partir de fecha de entrega final de las obras.

- Inicio de Obras (Kick of meeting)

El inicio de las obras se dará a partir del Kick of meeting del proyecto, donde se deberá solicitar al constructor todos los reportes e indicadores de control de avance y costos del proyecto, los cuales se deberá reportar durante la ejecución, así como indicar las normas y lineamientos requeridos según estándares del cliente.

- Supervisión y QA

Se deberá considerar los servicios de supervisión y QA de la ejecución, para en conjunto verificar la calidad y cumplimiento de las especificaciones técnicas de las actividades del proyecto, de acuerdo al contrato, así como revisión y aprobación de sus valorizaciones del constructor.

- Control de costos y plazo

Se deberá indicar al Contratistas en el Kick of meeting, la implementación un control de tiempo y costos, el cual debe ser plasmado en los reportes semanales, en caso de haber compra de materiales se deberá de implementar un control de suministros, de acuerdo a las plantillas conciliadas.

El contenido de los reportes enviados al cliente, deberán ser registrado en una base de datos, asimismo antes del inicio de obra se deberá presentar:

- . Presentar Curva S de avance.

- . Presentar Curva S de costos.
- . Presentar Cronograma valorizado.
- . Histograma de personal.
- . Histograma de equipos.

El reporte semanal deberá incluir como mínimo:

- . % de avance acumulado en Curva S.
- . Comentarios de la semana que paso, y principales actividades ejecutadas.
- . Potenciales cambios en costo y plazo, y/o potenciales riesgos.
- . Imágenes representativas de las actividades ejecutadas.
- . Metrados de las actividades contractuales, metrados ejecutados y acumulados.

### **3.13 Operación Experimental**

EL periodo de operación experimental de la línea de transmisión instalada es de un mes.

Previo a la solicitud de Pruebas y puesta en servicio de una nueva instalación se deberá tener aprobado el estudio de operatividad.

Se deberá presentar documentación de conformidad de uso de instalaciones de los titulares propietarios, donde deberá comunicar la conformidad de utilización de instalaciones que comparten con otras concesionarias.

Una vez culminado el periodo de operación experimental, en señal de conformidad se firmará la entrega del proyecto mediante un Acta de Recepción de Obra entre el constructor u el cliente, adjuntando Acta de levantamiento de observaciones.



# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

Geográficamente, el Proyecto Galeno se localiza al noreste de la ciudad de Cajamarca, departamento de Cajamarca, en el distrito de Sorochuco de la provincia de Celendín.

Se proyecta que el inicio de operaciones de esta unidad minera, será aproximadamente a fines del segundo semestre del año 2017.

Dado que en la zona no existen instalaciones de transmisión para efectuar el suministro de energía eléctrica para estas operaciones mineras, será necesaria la construcción e instalación de los elementos de transmisión y transformación correspondientes para efectuar dicho suministro.

La subestación más cercana al proyecto es la subestación Cajamarca Norte, que actualmente, desde la barra en 220 kV de esta subestación Cajamarca Norte, se atiende el suministro eléctrico a las unidades mineras Cerro Corona, Gold Mill y La Pajuela. Eléctricamente la S.E. Cajamarca Norte se encuentra conectada a la S.E. Trujillo Norte a través de la L.T. Trujillo-Cajamarca, 220 kV, 137 km, en simple terna.

En la expansión del SEIN se ha implementado la L.T. Troncal de la Sierra en 220 kV el cual ya está en operación y la L.T. Zapallal-Chimbote-Trujillo en 500 kV, esta última recientemente concesionada al grupo ISA, el cual entrará en operación a fines del 2013.

### **1.2 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo del presente informe técnico es elaborar el estudio de factibilidad del proyecto “línea de transmisión en 220kv SE. Ampliación Cajamarca Norte – SE. Galeno”, donde se

describirá las características básicas para el proyecto, determinando el costo de inversión con una tolerancia de  $\pm 15\%$  (CAPEX) el cual incluirá gestión de servidumbre, suministro de equipos y materiales y ejecución de la obra.

La ejecución del presente proyecto permitirá el suministro de energía eléctrica al futuro proyecto minero galeno.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El futuro proyecto minero Galeno tiene estimado una potencia de 150 MW aproximadamente en sus operaciones mineras, por lo que requiere construir las instalaciones necesarias de transmisión y transformación necesarias para el suministro de energía eléctrica.

El costo de inversión del proyecto minero Galeno contribuirá al desarrollo económico y social de la región de Cajamarca, debido al requerimiento de mano de obra, insumos, materiales, transportes, agregados, alojamientos, alimentos, etc. Necesarios para la construcción y operación de la unida minera.

Desde el punto de vista académico, es mostrar los criterios básicos técnicos y teóricos requeridos para el diseño de líneas de transmisión, enfocados desde el punto eléctrico, mecánico y civil. Además de mostrar método de cálculo de costos directos e indirectos.

### **1.4 ALCANCES DEL ESTUDIO**

El Estudio de Factibilidad del presente proyecto denominado “Línea de transmisión 220 kV ampliación SE. Cajamarca Norte - SE. Galeno”, permitirá la definición básica de equipos, materiales y especificaciones técnicas de las obras que se ejecutaran en la construcción de la línea de Transmisión.

**1.5 UBICACION DEL PROYECTO**

El complejo minero Galeno se localiza al noreste de la ciudad de Cajamarca, a 585 km de la ciudad de Lima, en el distrito de Sorochuco de la provincia de Celendín - Cajamarca. Mientras que el proyecto Línea de Transmisión 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno, se encuentra ubicada entre los distritos de Cajamarca y Encañada de la provincia de Cajamarca, distrito de Tumbaden de la provincia de San Pablo y en el distrito de Huasmin de la provincia de Celendin, las tres provincias pertenecientes a la Región Cajamarca. Tal como se muestra en esquema adjunto.

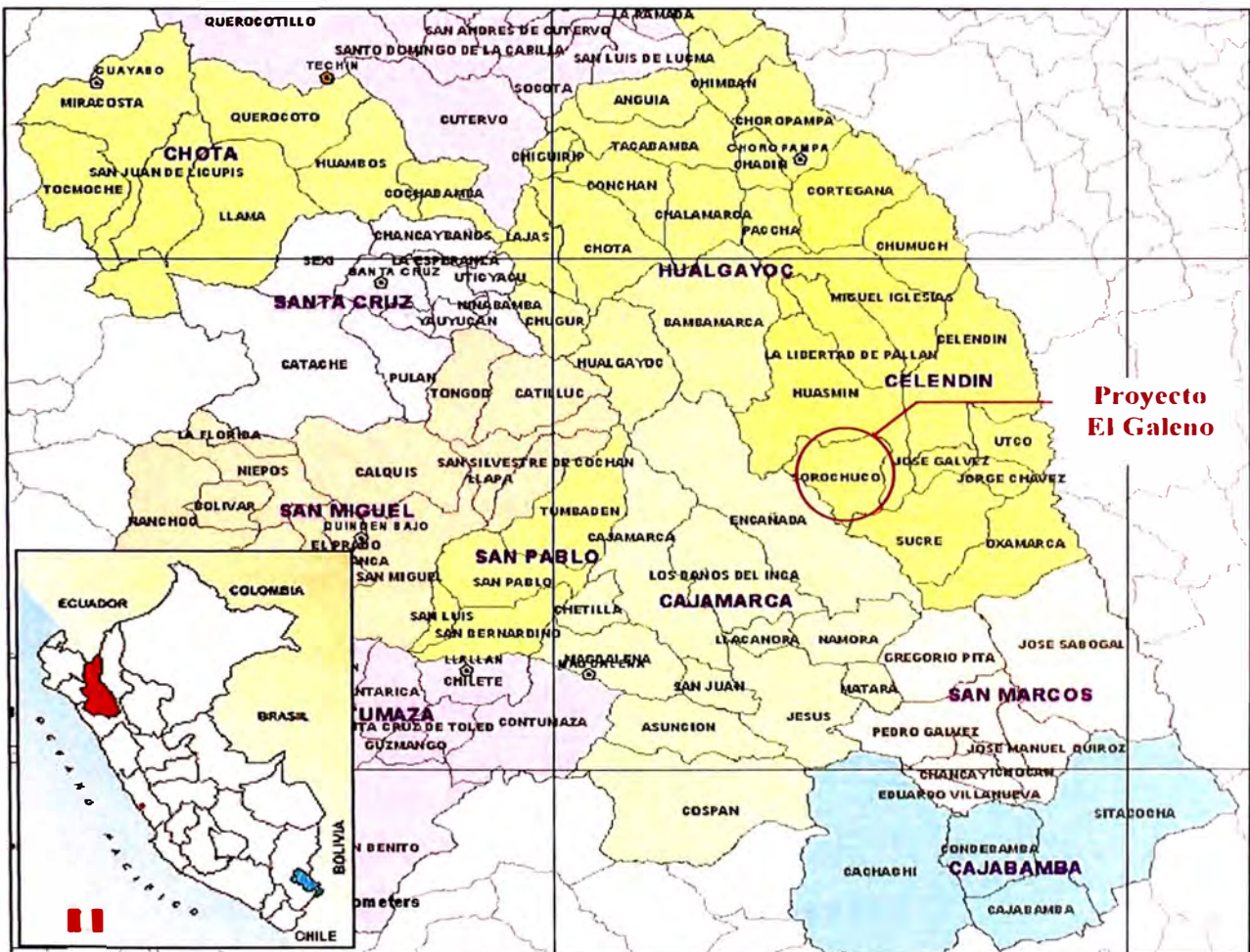


Lámina N° 2: Localización del proyecto

**1.6 CONDICIONES AMBIENTALES**

Para el diseño de líneas de transmisión se debe tener muy en cuenta los parámetros climáticos que afecten la operación, la seguridad y confiabilidad.

El proyecto se encuentra ubicado en una zona sometida a constantes tormentas con presencia de nieve, lluvia y descargas atmosféricas, en un ambiente no corrosivo; por lo que teniendo en cuenta proyectos similares efectuadas en las cercanías del área del proyecto y las recomendaciones dadas por el CNE Suministro 2011 (sección 25) [01] según la Zona de Carga (altitud sobre el nivel del mar); se han adoptado las siguientes condiciones climatológicas para el diseño preliminar de la línea:

- Temperatura mínima : -10 °C
- Temperatura media : 10 °C
- Temperatura máxima ambiente : 35 °C
- Velocidad máxima del viento : 31.5 m/s (113 km/h)
- Altitud : 3500 a 4100 m.s.n.m. Area 1- CNE
- Humedad relativa promedio : 60 % - 80 %
- Espesor de hielo máximo : 6 mm (densidad 0.913 kg/m<sup>3</sup>)
- Nivel Isoceráunico : 40 días de tormenta al año

(Mapa de Niveles Isoceráunicos Ing. Justo Yanque [06])

## 1.7 CÓDIGOS Y NORMAS

Los códigos, Normas a aplicar y bibliografía de referencia será, como requerimiento mínimo, según las últimas ediciones y/o enmiendas indicadas en:

- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844 y DS N° 009-93-EM
- Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica y reglamentos N° 28832.
- International Electrotechnical Commission (IEC).
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE).

## 1.8 HERRAMIENTAS Y SOFTWARE UTILIZADOS

En análisis y diseño del proyecto para la Unidad Minera El Galeno, se empleará software especializado como: Digsilent power Factory, Auto CAD, PLS cadd / DLT cad, Google Earth, 3D Route Builder, Garmin – MapSourced, Primavera P6, Microsoft Office y Otros.

## **CAPÍTULO II**

### **DESCRIPCIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO Y MERCADO ELÉCTRICO PERUANO**

#### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN 220 kV**

El electroducto de enlace entre el punto de conexión del SEIN a la nueva subestación Galeno, se efectuará mediante una línea de transmisión en 220 kV -60 Hz de doble circuito trifásico, cuya longitud se determinará en el siguiente capítulo, así como sus características técnicas.

La línea de transmisión presentará las siguientes características básicas:

- Estructuras de celosía metálica, de doble terna, un conductor por fase de aluminio reforzado con aleación de aluminio (ACAR), sección por definir y cables de guarda (OPGW y/o acero galvanizado EHS)
- Aisladores de vidrio, tipo antiniebla, carga electromecánica de ruptura de 160 kN. Las cadenas de aisladores en suspensión están conformadas por el de aisladores que se determine en los cálculos del capítulo IV.
- Cimentación en concreto armado, conformando por cuatro zapatas y cuatro columnas independientes y cada una de ellas consistirá de solado, acero corrugado y concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Puestas a tierra con contrapesos de conductor de acero recubierto con cobre, tipo copperweld. Se considera la instalación del contrapeso enterrado a cierta distancia y recubierto con una composición química (cemento conductor, Favigel, Hidrosolta u otros componente)

- El sistema de comunicaciones corresponderá a un Sistema de Comunicaciones por Fibra Optica a través del Cable de guarda tipo OPGW, que utiliza como medio de transmisión las fibras ópticas incorporadas en el interior del cable de guarda de la línea de transmisión.

## 2.2 CARACTERISTICAS DEL SUMINISTRO

Las principales características del suministro son:

- Alimentación : Por definir barra en 220 kV
- Potencia de Transporte : 150 MW
- Tensión nominal del sistema: 220 kV
- Tensión Máxima de Servicio : 245 kV
- Frecuencia del sistema : 60 Hz
- Punto de Llegada : Subestación Galeno
- Propietario de la Llegada : Unidad Minera Galeno

## 2.3 DESCRIPCION INTEGRAL SISTEMA \_ SEIN \_ ZONA NORTE

Actualmente la subestación Cajamarca Norte suministra de energía eléctrica a las unidades mineras Cerro Corona, GoldMill y La Pajuela, cuyas demandas aproximadamente son 23 MW, 23 MW y 50 MW, respectivamente. Por otro lado, la línea de transmisión 220 kV Trujillo Norte – Cajamarca Norte, cuya capacidad nominal es de 150 MVA, es uno de los enlace de la subestación Cajamarca Norte con el sistema interconectado, y el enlace Cajamarca Norte – Huallanca en doble terna, cuya capacidad nominal es de 230 MVA por cada circuito, siendo así los medios de suministro de energía para las unidades mineras antes mencionadas.

En los diversos años del periodo de estudio, el área de influencia para el análisis de la relevancia de la línea de transmisión 220 kV Trujillo Norte – Cajamarca Norte, consistirá de un sistema anillado en 220 y 500 kV. Las subestaciones que conformarán el anillo son S.E. Chimbote 500/220 kV, Trujillo Norte 500/220 kV, Cajamarca Norte

220 kV, Huallanca 220/138 kV y Chimbote<sup>1</sup> 220/138 kV. Asimismo, se encuentran conformando este anillo los enlaces en 220 kV Trujillo Norte – Cajamarca Norte en simple terna y Cajamarca Norte – Huallanca en doble terna, que serán analizados en el presente informe.

Los centros de generación del área de influencia están conformados por las centrales hidroeléctricas de Cañón del Pato (263.49 MW) y Carhuaquero (105.09 MW). La demanda básicamente está conformada por las minas cercanas a la S.E. Cajamarca Norte, y el área Norte del SEIN.

## **2.4 SECTOR ELÉCTRICO**

### **2.4.1 Generalidades**

El desarrollo de las actividades dentro del sector eléctrico peruano está regulado por la Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley N° 25844, reglamentada por el Decreto Supremo N° 009-93-EM y sus modificatorias. Esta norma fue modificada por la Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica (LEGE<sup>5</sup>) que introdujo importantes cambios en la regulación del sector.

Adicionalmente, se han dictado diversas normas, en lo referido al cálculo del costo marginal de corto plazo y a los mecanismos para dar solución a la congestión del ducto de transporte de gas natural, proveniente de los yacimientos de Camisea, siendo las principales el Decreto Legislativo N° 1041 y el Decreto de Urgencia N° 049-2008.

La LCE<sup>6</sup> definió la estructura del Sector Electricidad, determinando la separación de las actividades de generación, transmisión y distribución. El objetivo de esta separación fue promover la competencia y alcanzar la máxima eficiencia en el servicio público de electricidad mediante un modelo de despacho económico a mínimo costo

---

<sup>5</sup> Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica

<sup>6</sup> Ley de Concesiones Eléctricas, DL 25844

que garantice la seguridad del abastecimiento y el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos.

Por otro lado, la LEGE, estableció otros cambios como el de promover licitaciones para el suministro de electricidad como un mecanismo preventivo para el abastecimiento oportuno de energía. Adicionalmente, se introdujo un cambio en la estructura del COES<sup>7</sup> que consideró la incorporación de las empresas distribuidoras y los usuarios libres en el COES.

#### **2.4.2 Ministerio de Energía y Minas (MEM)**

El órgano normativo del Sector Electricidad e Hidrocarburos es el Ministerio de Energía y Minas, encargado de garantizar el cumplimiento de la LCE, su Reglamento y sus normas modificatorias.

Además de la LCE y el RLCE<sup>8</sup> existen otras leyes, reglamentos y normas de relevancia para el sector, tales como la Ley Anti Monopolio y Oligopolio, complementarias para el funcionamiento eficiente del sector, la Ley de Creación del OSINERGMIN<sup>9</sup>, el Reglamento de Usuarios Libres de Electricidad, el Reglamento de Protección Ambiental en las Actividades Eléctricas, la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos, la Norma Técnica de Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados, el Reglamento del COES, el Reglamento de Transmisión y el Reglamento de las Licitaciones. Todas estas leyes, reglamentos y normas conforman el marco regulatorio para el desarrollo de la actividad eléctrica en el Perú.

#### **2.4.3 OSINERGMIN**

El OSINERGMIN se creó mediante Ley N° 26734, como organismo público encargado de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas de las actividades que desarrollan las empresas en los subsectores de electricidad e

<sup>7</sup> Comité de Operación Económica del Sistema

<sup>8</sup> Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas

<sup>9</sup> Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.



hidrocarburos, así como el cumplimiento de las normas legales y técnicas referidas a la conservación y protección del medio ambiente. La Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria es el órgano ejecutivo del OSINERGMIN responsable de proponer al Consejo Directivo las tarifas máximas de energía eléctrica, de acuerdo a los criterios establecidos en la LCE para el mercado regulado<sup>10</sup>. El mercado libre<sup>11</sup>, por el contrario, está sujeto a las reglas de libre competencia y negociación.

#### **2.4.4 COES**

Conforme a lo establecido por la LCE y la LEGE<sup>12</sup>, la operación en tiempo real de todas las instalaciones de generación que forman parte del sistema interconectado debe ser coordinada por el COES y los titulares de generación y transmisión, así como los clientes libres, son los responsables finales de la operación de sus respectivas instalaciones. El COES tiene como finalidad coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión y administrar el mercado de corto plazo.

La LEGE ha establecido una nueva estructura de composición del COES, conformada por los titulares de concesiones o autorizaciones de generación, titulares de concesiones de transmisión, titulares de concesiones de distribución y usuarios libres. El Directorio es el órgano máximo de decisión del COES y está conformado por cinco miembros, cuatro elegidos por cada uno de los cuatro subcomités existentes (generadores, transmisores, distribuidores y usuarios libres) y uno por la asamblea de

---

<sup>10</sup> El Mercado Regulado está conformado por los clientes regulados cuya demanda de potencia es menor o igual a 2.5 MW, cuyas tarifas de electricidad son reguladas periódicamente. Los usuarios entre 0.5 y 2.5 MW pueden elegir ser usuarios regulados o usuarios libres.

<sup>11</sup> El Mercado Libre está conformado por los clientes libres cuya demanda de potencia es superior a 2.5 MW. La transacción comercial y fijación de los precios de la electricidad son efectuadas entre las partes.

<sup>12</sup> Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica

integrantes que lo preside. El órgano supremo del COES es la Asamblea integrada por todos los miembros del COES agrupados en cuatro subcomités.

## **2.5 MERCADO ELÉCTRICO**

### **2.5.1 Fundamento Económico**

El mercado de electricidad en el Perú se ha diseñado de forma tal que la inversión y la operación de la infraestructura energética la realicen tanto operadores privados como estatales, promoviendo la eficiencia económica a través de mercados competitivos en todos aquellos segmentos no monopólicos.

Es así que en el mercado de electricidad se han separado las actividades de generación, transmisión y distribución, las cuales tienen un tratamiento regulatorio diferenciado.

Los segmentos de distribución y la transmisión son regulados y tienen obligatoriedad de servicio y precios fijados conforme a costos eficientes. En el segmento de generación se ha instaurado un sistema competitivo basado en la tarificación a costo marginal (peak load pricing), en donde los consumidores pagan un precio por energía y un precio por capacidad (potencia) asociado a las horas de mayor demanda.

El sistema de peak load pricing, teóricamente asegura que, cuando la estructura del parque generador está adaptada a la demanda, los ingresos por venta de energía a costo marginal de la energía (E), más los ingresos por venta de potencia a costo de desarrollo de la potencia de punta (P), cubren exactamente los costos de inversión (I) más los costos de operación (O) de los productores considerados en su conjunto.

El funcionamiento del mercado peruano en el SEIN se caracteriza por la existencia de un mercado spot en el cual el precio de la energía eléctrica corresponde al costo marginal de corto plazo resultante del equilibrio instantáneo entre oferta y demanda.

Actualmente el SEIN abarca la mayoría del territorio nacional. En un futuro próximo se considera la incorporación de algunos subsistemas de la Selva, que actualmente se encuentran asilados.

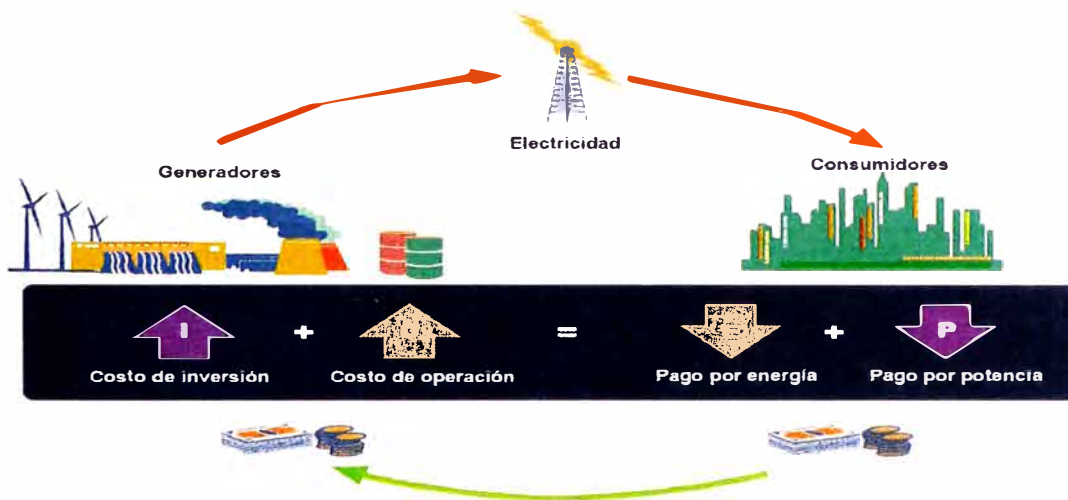


Lámina N° 3: Equilibrio financiero en el modelo marginalista

### 2.5.2 Modelo del Mercado

Como se ha señalado y a modo de resumen, en el Perú el modelo de mercado utilizado está basado en un sistema con participación obligatoria de los generadores, distribuidores y grandes usuarios.

Acepta la existencia de contratos bilaterales entre los integrantes. Sin embargo, las transferencias de potencia y energía que realiza el operador, no exige la existencia contrato alguno, siendo suficiente la verificación de los valores de potencia y/o energía retirados o inyectados en determinados nodos.

En este mercado, por medio de un mecanismo regulado y reconocido por todos sus miembros, establece el precio de mercado de corto plazo de la electricidad ("clearing price" o "precio spot"), que es el precio de despeje del mercado (mercado spot). Este precio resulta de la realización de una operación económica centralizada por el COES.

El despacho centralizado a cargo del COES se basa en la entrega de costos de operación por parte de las empresas generadoras (costos susceptibles de ser

auditados). Como consecuencia, se obtiene el despacho horario del sistema que corresponde a un orden de mérito en función del costo variable de operación, que da lugar a las transferencias o intercambios comerciales de energía del sistema entre las empresas antes descritas.

El diseño de mercado no contempla en forma explícita la figura de un comercializador.

Son las empresas de generación y empresas de distribución las que ejercen este rol.

Actualmente, el mercado de electricidad en Perú es conformado por las empresas generadoras que transan energía y potencia entre sí, las que dependen de los contratos de suministro que cada una haya suscrito. Aquellas, que por despacho tienen una generación superior a la comprometida por contratos (empresas excedentarias) venden, y compran aquellas que por despacho tienen una generación inferior a la energía y potencia contratadas con clientes (empresas deficitarias).

Las transferencias físicas y monetarias (ventas y compras) son determinadas por el COES, y se valorizan, en el caso de la energía, en intervalos de 15 minutos al costo marginal resultante de la operación del sistema en ese periodo horario. En el caso de la potencia, las transferencias son valorizadas al precio de nudo de la potencia.

### **2.5.3 El Mercado Spot**

El diseño del mercado eléctrico peruano, contempla un esquema de precios de energía y potencia a ser pagados por los consumidores.

A su vez, las empresas generadoras poseen contratos con los clientes libres a precios libremente pactados (clientes no regulados) y con las empresas distribuidoras a precio de nudo determinado por el OSINERGMIN. Este cálculo del OSINERGMIN es anual y utiliza una proyección de la demanda y un plan de obras proyectado para los siguientes 24 meses. Con el modelo tarifario aprobado por el ente regulador y de conocimiento de los actores del Mercado, se estiman los costos marginales para los próximos 24 meses, a partir de los cuales se determina la Tarifa en Barra.

De manera similar, las empresas distribuidoras venden su energía a clientes regulados haciendo uso de las distintas tarifas reguladas para clientes finales, o bien, a clientes libres que no desean pactar libremente contratos de suministro con las empresas de generación a precios también de libre negociación.

En el caso del precio de la potencia regulada, ésta es determinada por el ente regulador anualmente. A cada unidad generadora, dependiendo de las características de su energético primario, su tasa de fallas forzadas, salidas de operación programadas y su contribución conjunta en el sistema, se le reconoce una potencia con la cual se determina su ingreso por potencia, a este tipo de mecanismo se le conoce en la literatura internacional como “pago por capacidad de tipo administrativo”, ya que no es el mercado quien la determina, sino que es un organismo administrativo quien evalúa y determina precios y cantidades. En el caso de Perú, los organismos son el COES y el OSINERGMIN.

Asimismo, cada empresa generadora, de acuerdo a sus contratos de suministro y al comportamiento de estos consumos en condiciones de demanda de punta, es responsable de realizar compras de potencia en el sistema. Las compras de potencia son transferidas por los generadores como cargos de potencia a sus clientes libres y clientes regulados.

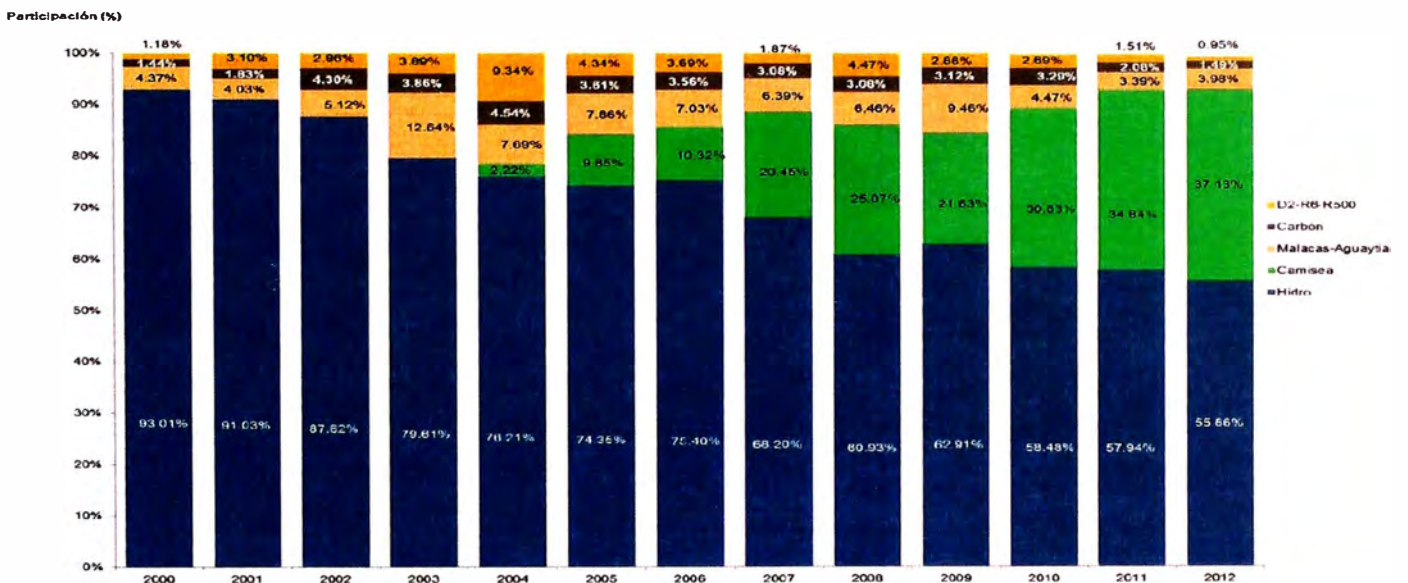
Se puede deducir que los cargos por potencia a clientes finales, teóricamente, cubren los ingresos por potencia de las centrales generadoras. La posición excedentaria o bien deficitaria de potencia de una empresa de generación dependerá de los contratos de suministro que ésta posea.

A modo de ejemplo, una empresa que no posee contratos de suministro siempre será excedentaria en las transferencias de potencia, dado que no tiene obligaciones declaradas y éstas no se descontarán en su balance.

## 2.6 POTENCIA EN EL MERCADO ELÉCTRICO

### 2.6.1 Demanda Máxima en el último año

Durante el año 2012, la demanda máxima se produjo el 7 de diciembre y ascendió a 5,290,9 MW. La evolución de la participación de la utilización de los recursos energéticos en la producción de energía eléctrica en el COES que garantizan la demanda máxima se muestra en el diagrama siguiente.



Lamina N° 4: Evolución de la participación de la utilización de los recursos energéticos en la producción de energía eléctrica en el COES

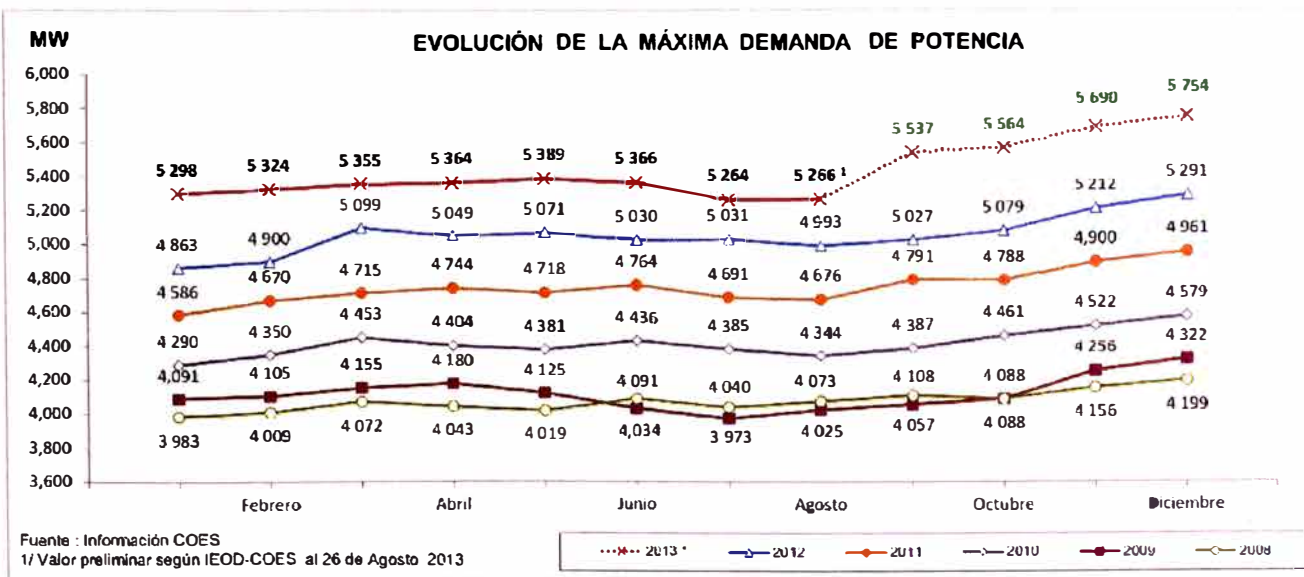
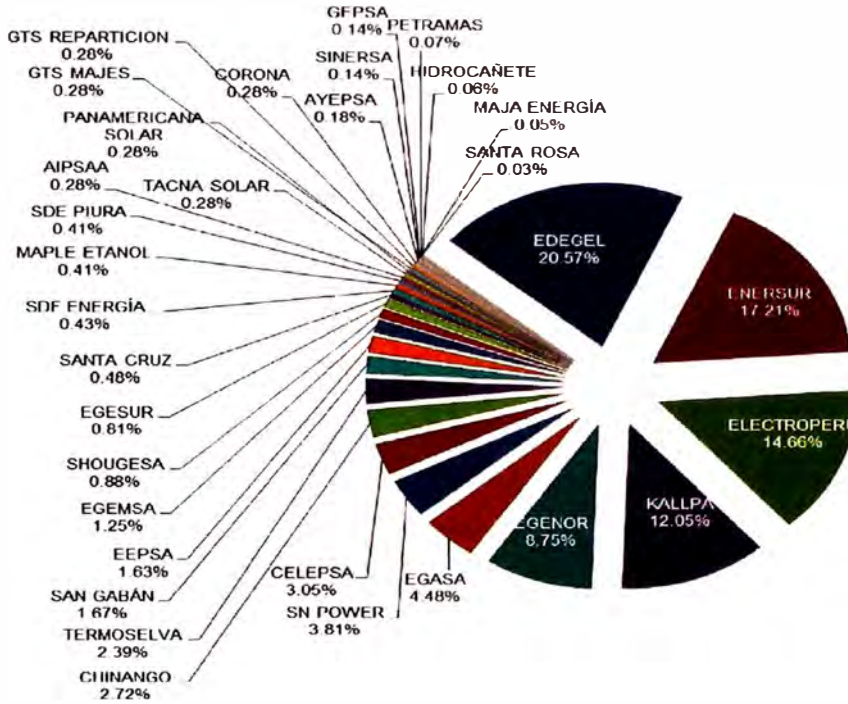


Lámina N° 5: Evolución de la demanda máxima 2008-2013

**2.6.2 Potencias Efectivas por empresas integrantes del COES en el último año**



TOTAL A DICIEMBRE = 7 116,7 MW

Lámina N° 6: Potencias Efectivas de los Generadores

**2.7 ENERGÍA EN EL MERCADO ELÉCTRICO**

**2.7.1 Energía Total por Origen y Destino**

La producción total de energía eléctrica a nivel nacional en el mes de septiembre fue de 3,571 GW.h; el cual es 6,4% mayor respecto a setiembre 2012.

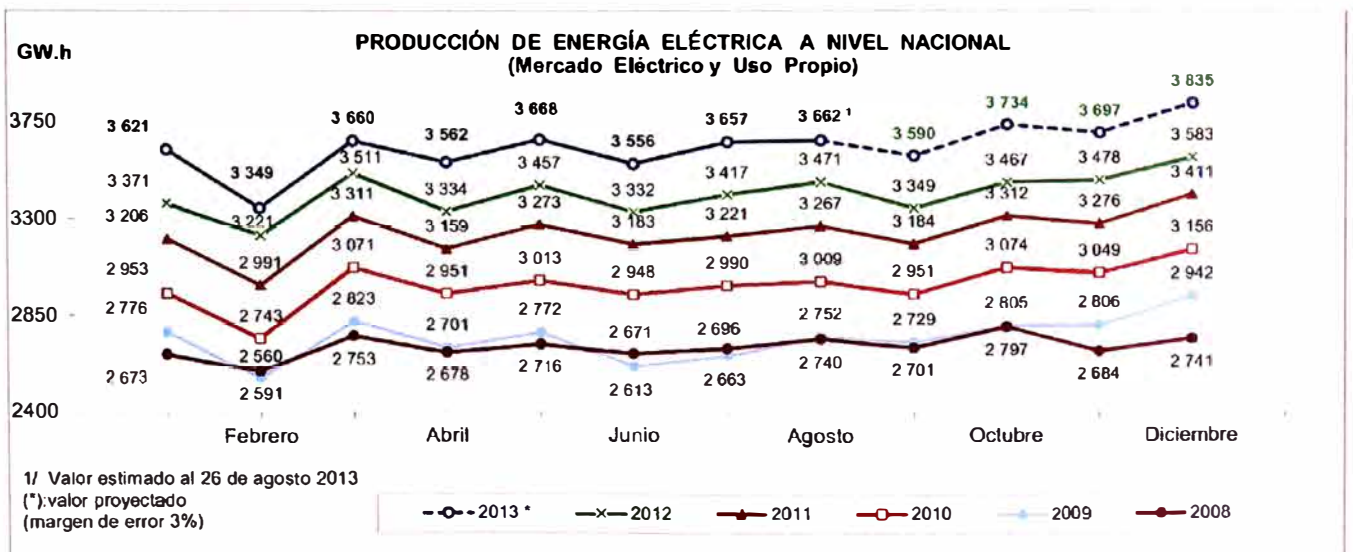


Lámina N° 7: Producción de Energía Eléctrica Nacional 2008-2013

## 2.7.2 Energía por Generador

Con relación a la generación eléctrica por grupo económico y empresas, para el mes de setiembre 2013 se observa una participación de:

- Estado	22.7%
- Grupos Suez (Enersur)	20.4%
- Globeleq (Kallpa)	16.7%
- Endesa (Edegel)	22.7%
- Duke Energy y Otros	10.8%

Cuadro N° 1: Producción de energía por empresas

N°	Grupo Económico	Empresas	Setiembre (GW.h)		Participación Setiembre 2013	Δ 13/12 Setiembre
			2012*	2013**		
1	Estado	ELECTROPERÚ	630	598	18.0%	-5.17%
		EGASA	96	127	3.8%	32.7%
		SAN GABÁN	38	51	1.5%	34.3%
		EGEMSA	61	61	1.8%	-0.1%
		EGESUR	24	25	0.7%	4.0%
<b>Total Estado</b>			<b>849</b>	<b>861</b>	<b>25.8%</b>	<b>1.5%</b>
2	Duke Energy	FGFNOR	159	102	3.1%	-36.0%
		TERMOSELVA	121	32	1.0%	-73.4%
<b>Total Duke Energy</b>			<b>280</b>	<b>134</b>	<b>4.1%</b>	<b>-52.1%</b>
3	Endesa	EDEGEL	654	709	21.3%	8.4%
		CHINANGO	48	40	1.2%	-16.8%
		EEPSA	70	7	0.2%	-90.4%
<b>Total Endesa</b>			<b>773</b>	<b>755</b>	<b>22.7%</b>	<b>-2.2%</b>
4	Globeleq	KALLPA GENERACION	463	555	16.7%	20.0%
5	SN Power	SN POWER	101	120	3.6%	19.1%
6	Suez	ENERSUR	430	680	20.4%	58.3%
7	Otros <sup>1</sup>		233	222	6.7%	-4.8%
<b>Total Mercado Eléctrico</b>			<b>3,128</b>	<b>3,329</b>	<b>100%</b>	<b>6.4%</b>

\* Fuente: Información mensual COES-SINAC

\*\* Fuente: Información diaria COES-SINAC e histórica de los Sistemas Aislados de la DGE

1/ Incluye grupos estatales y privados de menor participación en generación eléctrica

## 2.7.3 Energía por tipo de Cliente

Finalmente, las ventas de electricidad a cliente final aumentaron en 6.4% (de 2 747 a 2 922 GWh) respecto a septiembre de 2012; y se distribuyó al mercado regulado 1 657GWh, es decir 5.9% más que el año anterior. La venta de los generadores y distribuidores a cliente libre, que representan el 43.3% de la venta total, también aumentó a 1 265 GWh (6.9% respecto a septiembre 2012).



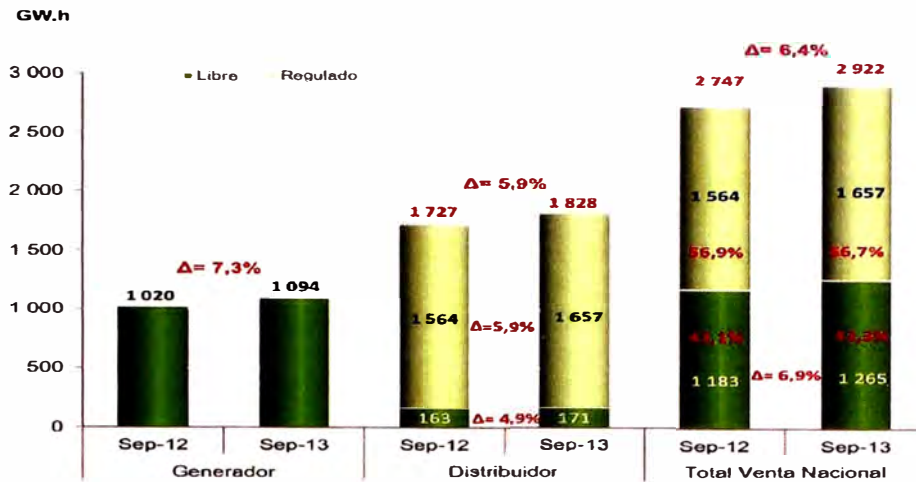


Lámina N° 8: Venta de Energía Eléctrica por Tipo de Empresa

## 2.8 COSTO MARGINAL EN EL MERCADO ELÉCTRICO

Las transacciones económicas al interior del COES, se efectúan a Costo Marginal. Este valor ponderado mensual, nos indica el costo de las unidades de generación que estuvieron operando en cada periodo mensual. Se muestra la evolución de los Costos Marginales en el SEIN desde el año 2001 a la fecha.

El cálculo de los Costos Marginales de Corto Plazo del SEIN hasta el 2012 fue efectuado por la Dirección de Operaciones del COES siguiendo los Procedimientos N° 7 y N° 33, los mismos que son aplicados en las valorizaciones mensuales de las transferencias de energía entre generadores. Desde el año 2009 se aplica el Artículo No 1 del DU-049-2008 que indica que el Costo Marginal de corto plazo es un Costo Marginal sin restricciones de producción o transporte de gas natural ni de transmisión de electricidad. La vigencia del DU-049-2008 se prorroga al 31 de diciembre de 2013.

La determinación de los Costos Marginales de Corto Plazo se efectúa a partir de los costos variables de las centrales termoeléctricas e hidroeléctricas que fueron despachadas. Al respecto es importante mencionar lo siguiente:

- Los costos variables de las centrales térmicas, expresados a un valor equivalente en la Barra de referencia Santa Rosa, se determinan aplicando el correspondiente factor de pérdidas marginales para las condiciones de máxima, media y mínima demanda.
- Los costos variables no combustibles, que forman parte de los costos variables de las centrales térmicas, están incluidos en la determinación de los costos marginales correspondientes.
- La aplicación del valor agua semanal en la determinación de los costos variables de las centrales hidroeléctricas tiene en cuenta la variación del costo futuro actualizado de operación y falla del SEIN, con relación a la variación del volumen del lago Junín.

La evolución del costo marginal promedio mensual desde enero de 2001 hasta diciembre de 2012 en barra de referencia SEIN (barra Santa Rosa) se muestra en el Cuadro siguiente. Los resultados indican que el costo marginal promedio mensual tiene un comportamiento estacional anual, presentándose los mayores valores durante el período junio - octubre. Para el año 2012 el mayor valor se registró en el mes de julio alcanzando los 58,05 US\$/MWh que resulta 72,63% respecto al valor máximo del año 2011 que ocurrió en el mes de septiembre y que fue 33,63 US\$/MWh. El costo marginal promedio anual en el año 2012 fue 30,80 US\$/MW.h, valor superior en 29,0% al valor promedio del año 2011, que fue 23,88 US\$/MW.h. Los costos marginales de corto plazo promedios mensuales, han sido obtenidos dividiendo la sumatoria del producto de la energía cada 15 minutos por el costo marginal cada 15 minutos, entre la energía del mes.

Cuadro N° 2: Costo Marginal Promedio anual 2001-2012 (US\$/MW.h)

MESES	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	7,57	19,99	13,11	51,20	22,72	29,41	25,00	17,39	28,89	23,15	17,49	20,92
Febrero	13,64	16,88	16,39	36,60	21,85	38,38	34,58	18,33	42,39	24,55	21,74	23,73
Marzo	18,27	15,94	21,63	32,52	29,48	24,06	46,09	20,84	26,46	21,97	21,63	39,83
Abril	7,30	10,34	11,14	54,50	29,99	38,67	34,56	20,90	25,43	16,60	17,92	26,68
Mayo	9,47	23,31	20,34	108,50	91,20	111,06	36,33	47,86	28,67	18,16	18,79	27,18
Junio	23,56	31,50	43,23	99,39	74,71	87,93	65,45	148,85	65,70	20,43	25,86	45,52
Julio	39,18	33,57	57,36	97,57	47,09	90,65	26,41	235,38	41,22	19,88	20,45	58,05
Agosto	41,13	51,21	64,63	111,60	92,82	105,92	43,70	157,88	33,88	22,89	31,51	35,09
Setiembre	36,87	51,23	61,29	112,39	85,09	149,81	34,39	185,21	36,22	23,84	33,63	36,41
Octubre	29,02	35,17	58,07	64,06	88,58	71,83	35,54	63,35	19,79	24,23	27,06	28,76
Noviembre	20,14	18,93	65,89	23,94	98,81	40,59	29,42	60,69	20,37	23,10	28,58	14,35
Diciembre	17,12	18,18	24,03	31,45	75,19	28,87	44,14	81,78	17,24	18,76	21,57	13,75
PROMEDIO	22,10	27,19	38,25	68,52	63,78	68,06	37,99	88,48	31,83	21,44	23,88	30,80

US\$/MWh

**COSTO MARGINAL PROMEDIO ANUAL DEL SEIN  
(En barra de Referencia Santa Rosa)**

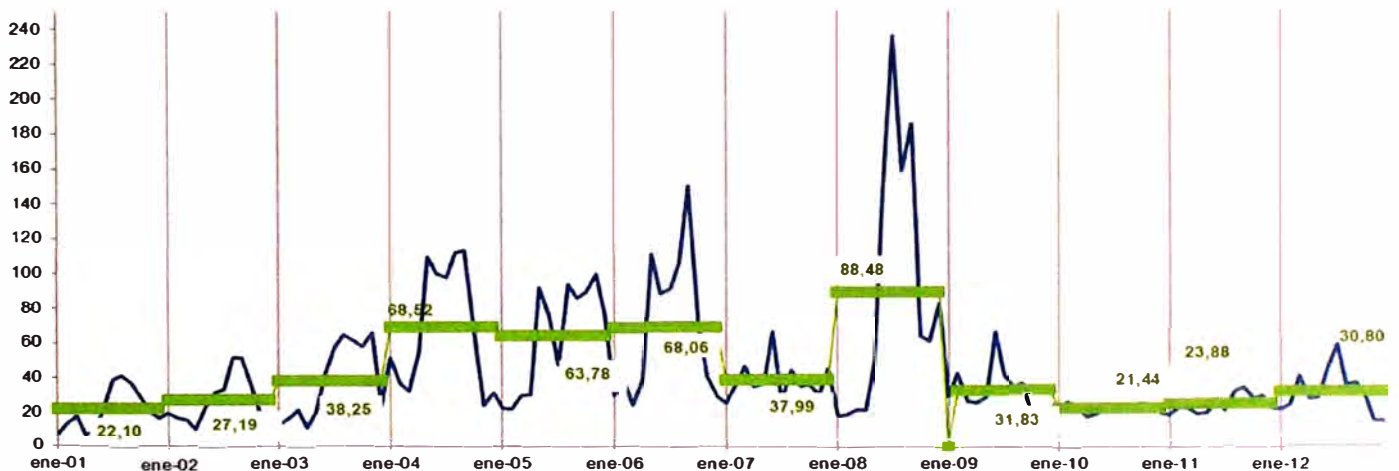


Lámina N° 9: Costo Marginal promedio anual del SEIN 2001-2012

Los costos marginales que se producen en cada instante en la operación real del SEIN, dependen directamente de los Costos Variables de cada unidad de operación. Estos Cotos Variables son obtenidos como la suma de los Costos Variables Combustibles y los Costos Variables No Combustibles.

Cuadro N° 3: Costo variables de centrales Termoeléctricas - COES (Dic 2012)

Tecnología	Área	Unidad	Empresa	P. Efectiva	Cons. Especif. (BTU/kW.h)	Efic. Térmica (%)	Precio Comb US\$/barril (1)	COSTOS VARIABLES (US\$/MV)		
								Valores Nominales		
								CVC (n)	CVNC	CV (n)
DIESEL	C	HUAYCOLORO - BIOGAS	PETRAMAS	5.0	14,592.7	0.23	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbina a Vapor	N	MAPLE- BAGAZO	MAPLE ETANOL	29.5	16,606.1	0.21	0.0	0.0	0.0	0.0
Turbina a Gas	C	OQUENDO TG1 - GAS	SDF ENERGIA	30.3	10,622.4	0.32	0.0	2.7	0.0	2.7
Turbina a Gas	N	TABLAZO TG1 - GAS	SDE PLURA	29.0	10,675.0	0.32	0.0	2.7	0.0	2.7
Turbina a Gas	C	PSCO TG1 GAS	EGASA	35.4	12,060.8	0.28	0.3	2.7	3.6	6.3
Turbina a Gas	C	PSCO TG2 GAS	EGASA	35.3	12,105.0	0.28	0.3	2.7	3.6	6.3
DIESEL	C	INDEPENDENCIA GAS	EGESUR	23.0	9,088.3	0.38	0.9	2.5	8.1	10.6
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 3 - GAS	EDEGEL	231.2	6,741.0	0.51	1.5	3.3	9.9	13.3
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 4 - GAS	EDEGEL	220.1	6,839.6	0.50	1.5	3.3	10.1	13.4
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 3 & TG 4 - GAS F.DIR	EDEGEL	485.0	6,884.1	0.50	1.5	3.3	10.1	13.5
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 3 & TG 4 - GAS	EDEGEL	445.0	6,906.8	0.49	1.5	3.3	10.2	13.5
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 3 - GAS F.DIRECTO	EDEGEL	241.0	6,954.9	0.49	1.5	3.3	10.2	13.6
CC TG-TV	C	VENTANILLA COOMB TG 4 - GAS F.DIRECTO	EDEGEL	231.8	6,986.1	0.49	1.5	3.3	10.3	13.6
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 3 - GAS	EDEGEL	156.1	10,002.4	0.34	1.5	2.7	14.7	17.4
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 4 - GAS	EDEGEL	152.8	10,035.9	0.34	1.5	2.7	14.8	17.5
Turbina a Gas	C	STAROSA TG8 GAS	EDEGEL	199.8	9,880.1	0.35	2.6	2.7	26.2	28.9
Turbina a Gas	C	L.FLORES TG1 GAS	EGENOR	192.8	10,236.5	0.33	2.9	2.7	29.7	32.4
Turbina a Gas	C	STA ROSA WEST TG7 - GAS	EDEGEL	107.1	11,253.7	0.30	2.8	2.7	31.2	33.9
Turbina a Gas	C	STA ROSA WEST TG7 - GAS CON H2O	EDEGEL	121.0	11,390.9	0.30	2.8	2.7	31.5	34.2
Turbina a Gas	C	STA ROSA UTI 5 - GAS	EDEGEL	53.1	12,087.0	0.28	2.8	6.5	33.5	40.0
Turbina a Vapor	C	LO2 TV1 - CARB+K5	ENERSUR	140.6	8,534.9	0.40	0.1	2.2	39.5	41.6
Turbina a Gas	C	STA ROSA UTI 6 - GAS	EDEGEL	52.0	12,764.0	0.27	2.8	6.7	35.4	42.1
Turbina a Gas	C	AGUAYTIA TG 2 - GAS	TERMOSELVA	85.4	11,691.7	0.29	3.5	2.7	40.9	43.6
Turbina a Gas	C	AGUAYTIA TG 1 - GAS	TERMOSELVA	84.9	11,736.6	0.29	3.5	2.7	41.1	43.8
Turbina a Gas	N	MALACAS2 TG 4 - GAS	EEPSA	90.3	12,416.8	0.27	6.4	3.1	79.5	82.7
Turbina a Gas	N	MALACAS2 TG 4 - GAS CON H2O	EEPSA	102.7	13,285.1	0.26	6.4	22.7	85.1	107.8
DIESEL	N	TUMBIS - R6	ELECTROPERU	16.3	7,743.9	0.44	120.3	8.8	160.3	169.1
Turbina a Gas	N	MALACAS TG 1 - GAS	EEPSA	13.1	17,632.9	0.19	11.8	2.7	207.8	210.4
Turbina a Vapor	C	SAN NICOLAS TV 3 - R500	SHOUGESA	25.9	11,492.1	0.30	112.8	1.3	218.1	219.4
Turbina a Vapor	C	SAN NICOLAS TV 2 - R500	SHOUGESA	17.1	11,818.3	0.29	112.8	1.3	224.3	225.6
Turbina a Vapor	C	SAN NICOLAS TV 1 - R500	SHOUGESA	18.7	12,018.9	0.28	112.8	1.3	228.1	229.4
DIESEL	C	SAN NICOLAS CUMMINS - D2	SHOUGESA	1.2	9,107.2	0.37	173.7	2.5	286.8	289.2
DIESEL	N	CTEPLURA-D2	ELECTROPERU	81.1	9,080.5	0.38	171.5	12.0	281.4	293.4
DIESEL	N	PLURA 1 - D2	EGENOR	6.2	9,549.8	0.36	173.2	2.5	300.4	302.8
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 4 - D2	EDEGEL	154.6	9,335.8	0.37	178.2	2.7	301.1	303.8
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 3 - D2	EDEGEL	154.7	9,395.8	0.36	178.2	2.7	303.0	305.7
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 4 - D2 CON H2O	EDEGEL	160.5	9,552.7	0.36	178.2	2.7	308.1	310.8
Turbina a Gas	C	VENTANILLA TG 3 - D2 CON H2O	EDEGEL	164.1	9,587.5	0.36	178.2	2.7	309.2	311.9
DIESEL	N	CHICLAYO OESTE - D2	EGENOR	10.2	9,686.6	0.35	177.8	2.5	312.6	315.0
Turbina a Gas	C	STA ROSA WEST TG7 - D2	EDEGEL	112.0	10,322.9	0.33	175.0	2.7	327.9	330.6
Turbina a Gas	C	STA ROSA WEST TG7 - D2 CON H2O	EDEGEL	121.3	10,404.8	0.33	175.0	2.7	330.5	333.2
DIESEL	N	PLURA 2 - D2	EGENOR	1.8	11,232.4	0.30	173.2	2.5	353.3	355.7
Turbina a Gas	C	STA ROSA UTI 6 - D2	EDEGEL	52.5	11,262.1	0.30	175.0	6.7	357.7	364.4
Turbina a Gas	C	STA ROSA UTI 5 - D2	EDEGEL	51.7	11,549.6	0.30	175.0	6.5	366.9	373.4
Turbina a Gas	N	CHIMBOTE TG3 - D2	EGENOR	20.2	13,945.3	0.24	174.3	2.7	441.9	444.6
Turbina a Gas	N	PLURA TG - D2	EGENOR	16.8	17,196.2	0.20	173.2	2.7	540.8	543.5

Para las unidades de generación que operen con gas y carbón las unidades de medida del costo de combustible son S\$/MBTU y US\$/t respectivamente  
N: Área Norte, C: Área Centro,

## 2.9 TRANSFERENCIAS DE ENERGÍA EN EL MERCADO ELÉCTRICO

Las transacciones económicas al interior del COES, se efectúan a Costo Marginal.

El cálculo de las transferencias de energía activa entre generadores integrantes, se efectúa con la información de entregas y retiros de energía cada 15 minutos que cada integrante presenta al COES, de acuerdo al procedimiento N°10 vigente.

Para cada generador integrante se determina la sumatoria de las valorizaciones de sus Entregas menos la sumatoria de las valorizaciones de sus Retiros, considerando:

- **Saldo Resultante.** La diferencia de la sumatoria de la valorización de las Entregas y Retiros en las LTs. constituirá el Saldo Resultante. Dicho saldo es prorrateado en proporción a los ingresos por potencia de cada generador.
- **Sin Contrato Regulado.** Retiros no declarados por generador alguno para el consumo del mercado regulado valorizado a costo marginal y asignados a las generadoras en proporción a la energía firme eficiente anual de cada generador menos sus ventas de energía Por Contratos.

### COMPENSACIONES SERVICIOS COMPLEMENTARIOS

- **Por reconocimiento de costos eficientes de generación térmica,** es decir compensación por consumos de baja eficiencia de combustible (arranque, parada y en períodos de baja eficiencia en las rampas de carga y descarga), y por operación a mínima carga (período de operación no considerado en la determinación del costo marginal).
- **Por regulación primaria de frecuencia,** es la compensación por mantener la reserva rotante necesaria para realizar Regulación Primaria de Frecuencia.
- **Por pruebas aleatorias de disponibilidad,** es la compensación a las unidades que han cumplido exitosamente las pruebas de disponibilidad dispuestas en el Procedimiento N°25 del COES.

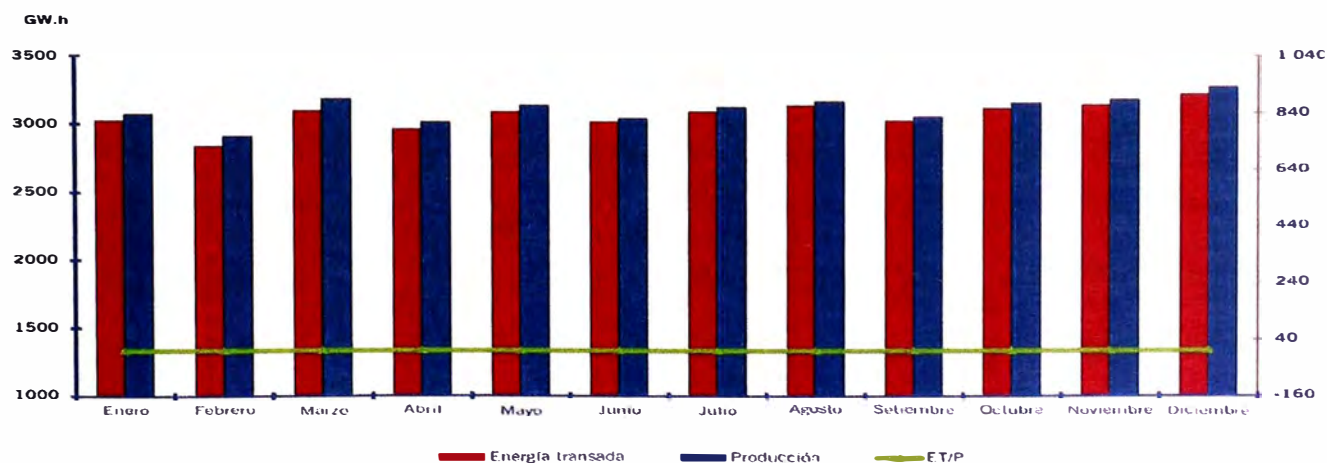


Lámina N° 10: Producción de energía del SEIN y energía transada en el COES 2012

## 2.10 TRANSFERENCIAS DE POTENCIA EN EL MERCADO ELÉCTRICO

El cálculo de las valorizaciones de transferencias de potencia entre integrantes, se efectúa siguiendo los Procedimientos N°23, 26, 27, 28, 29 y 30 vigentes. En el proceso de valorización de transferencias de potencia se determinan los Egresos mensuales por Compra de Potencia de cada generador integrante del COES-SINAC, determinados según la valorización a Precio en Barra de los consumos de potencia de los clientes en el instante de Máxima Demanda mensual del SEIN, dichos montos forman el Ingreso mensual disponible para el pago de la potencia. En el proceso de valorización se determinan también las Compensaciones al Sistema Principal de Transmisión por los conceptos de Peajes por Conexión e Ingresos Tarifarios.

El cuadro siguiente muestra la potencia firme de los generadores integrantes del COES-SINAC a diciembre 2012 la cual asciende a 6,815.9 MW.

Cuadro N° 4: Potencias Firmes 2012

EMPRESA	POTENCIA FIRME (kW)
TERMOSELVA	170,182
EDEGEL	1,457,992
EEPSA	115,501
EGENOR	597,917
SN POWER PERU	259,563
ELECTROPERU	1,039,355
SHOUGESA	62,210
EGASA	292,945
EGEMSA	88,800
SAN GABAN	118,933
EGESUR	57,568
ENERSUR	1,200,985
CORONA	19,632
KALLPA GENERACION S.A.	835,972
SANTA CRUZ	10,178
SDF ENERGÍA	26,968
CHINANGO	165,387
GEPSA	3,664
CELEPSA	217,383
AGRO INDUSTRIAL PARAMONGA	9,944
MAJA ENERGÍA	1,373
SINERSA	5,421
ELEC. SANTA ROSA	358
AGUAS Y ENERGIA PERU	12,600
PETRAMAS S.A.C.	4,932
HIDROCAÑETE S.A.	2,495
MAPLE ETANOL	9,587
SDE PIURA	28,056
TACNA SOLAR S.A.C	0
PANAMERICANA SOLAR	0
<b>TOTAL</b>	<b>6,815,901</b>

## **CAPÍTULO III**

### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS DE TRABAJO**

#### **3.1 PUNTOS DE CONEXIÓN AL SEIN**

El punto determinado para la conexión del suministro eléctrico del proyecto Galeno al SEIN será de acuerdo al análisis de alternativas detallado en el presente capítulo.

El proyecto contempla implementar una bahía de salida en 220kV, en la alternativa que resulte del análisis de flujo que cumpla con los requerimientos técnicos y económicos, el cual será la salida de la línea de transmisión hacia la nueva subestación Galeno.

#### **3.2 CRITERIOS SELECCIÓN TRAZO DE RUTA**

Los criterios para la selección del trazo de la ruta han sido los siguientes:

- Escoger una poligonal que tenga la menor longitud posible y el menor número de vértices, tratando de realizar alineamientos de gran longitud.
- Efectuar el trazo en lo posible fuera de los límites de propiedad de Minera Yanacocha.
- Ir en lo posible paralelo al camino de carga y al concentraducto del proyecto.
- Evitar las zonas asignadas a las instalaciones futuras del complejo minero.
- Evitar zonas que presentan alguna actividad típica de geodinámica externa, tal como inestabilidad de laderas, erosiones, cauce de quebradas, áreas de

posibles inundaciones, que podrían afectar la seguridad de las estructuras.  
(Evitar el recorrido por suelos geológicamente inestables)

- Evitar el paso por zonas protegidas por el Instituto Nacional de Cultura (INC), tales como lugares arqueológicos. Asimismo por áreas de reserva ecológico.
- Aproximarse a trochas y caminos existentes de modo que faciliten el transporte y el montaje en la ejecución de la obra y posterior operación y mantenimiento.
- Evitar pasar cerca de poblaciones, núcleos de vivienda, zonas actualmente habitadas o de probable expansión urbana.
- Conservar el medioambiente.

### 3.3 ALTERNATIVAS PLANTEADAS

Los análisis de las alternativas de conexión para el suministro eléctrico al Proyecto Galeno, se han efectuado sobre las siguientes alternativas:

- **Alternativa N° 1-** La conexión al SEIN se efectuará en la subestación Cerro Corona y el recorrido de la línea de transmisión será directo hacia el Proyecto Galeno. La longitud aproximada es de 47 km, observándose que un tramo de esta línea de transmisión va cercano al camino proyectado.
- **Alternativa N° 2-** La conexión será mediante una subestación tipo Tap-of, el cual deberá construirse aproximadamente en la progresiva 9.1 km de la línea de transmisión que actualmente enlaza a las subestaciones Cajamarca Norte y Cerro Corona. La longitud aproximada es de 38 km, donde la mayor parte de esta línea de transmisión va cercana al camino proyectado.
- **Alternativa N° 3-** La conexión al SEIN se efectúa directamente en la subestación Cajamarca Norte y su recorrido, en todo lo que sea posible, deberá efectuarse por la franja de servidumbre del futuro camino de carga y del ducto



de concentrado de la mina. La longitud aproximada de esta línea es de 46 km, 9.5 km del trazo es paralelo a la L.T. 220 kV S.E. Cajamarca Norte – S.E. C. Corona y luego el recorrido es similar a la Alternativa N°2.

- **Alternativa N° 4-** Al igual que la alternativa anterior, la toma de energía se efectúa en la S.E. Cajamarca Norte y su recorrido es el más directo hacia el Proyecto Galeno. La longitud aproximada de esta línea es de 33 km.
- **Alternativa N° 5-** En esta alternativa, se considera que la toma de energía se efectúa desde la futura S.E. de Minas Conga, La longitud aproximada de este enlace es de 14 km.
- **Alternativa N° 6-** La conexión al SEIN se efectuará mediante una derivación de la línea de transmisión en 220 kV que une las subestaciones Kimán Ayllu (Huallanca) y Cajamarca Norte, en doble circuito. Así mismo, la nueva subestación de derivación tiene “configuración doble barra”, ubicándose aproximadamente a 11 km de la S.E. Cajamarca Norte. La longitud aproximada de la línea de transmisión es de 36 km hasta la S.E. Galeno.
- **Alternativa N°7-** La conexión se efectuará en la S.E. Cajamarca Norte, a partir del cual, la línea será paralela a la L.T. Huallanca–Cajamarca Norte, hasta alcanzar el trazo proyectado de la alternativa anterior. La longitud aproximada de esta línea de transmisión es de 44 km.

Las alternativas N° 1, 3, 4, 5 y 7 consideran que la conexión al SEIN se efectúe en subestaciones existentes al año 2016, por lo cual sólo será necesaria la implementación de los módulos de salida, los mismos que se conectarán al sistema de barras de la subestación.

En el caso de las alternativas N° 2 y 6, el punto de conexión será en nuevas subestaciones, ubicadas en la ruta de una determinada línea de transmisión, por lo cual su implementación tiene un mayor costo.

Cuadro N° 5: Resumen alternativas planteadas.

Alternativa N°	Conexión al SEIN	Longitud de L.T. (km)	Observación
1	Cerro Corona	47.0	
2	Drv. CCorona	38.0	Nueva S.E. en la ruta de la L.T. Cajamarca-Corona a 9.1 km de la S.E. Cajamarca Norte
3	Cajamarca Norte	46.0	
4	Cajamarca Norte	33.0	
5	Conga	14.0	
6	Drv. Galeno	36.0	Nueva S.E. en la ruta de la L.T. Huallanca-Cajamarca a 11 km de la S.E. Cajamarca Norte
7	Cajamarca Norte	44.0	

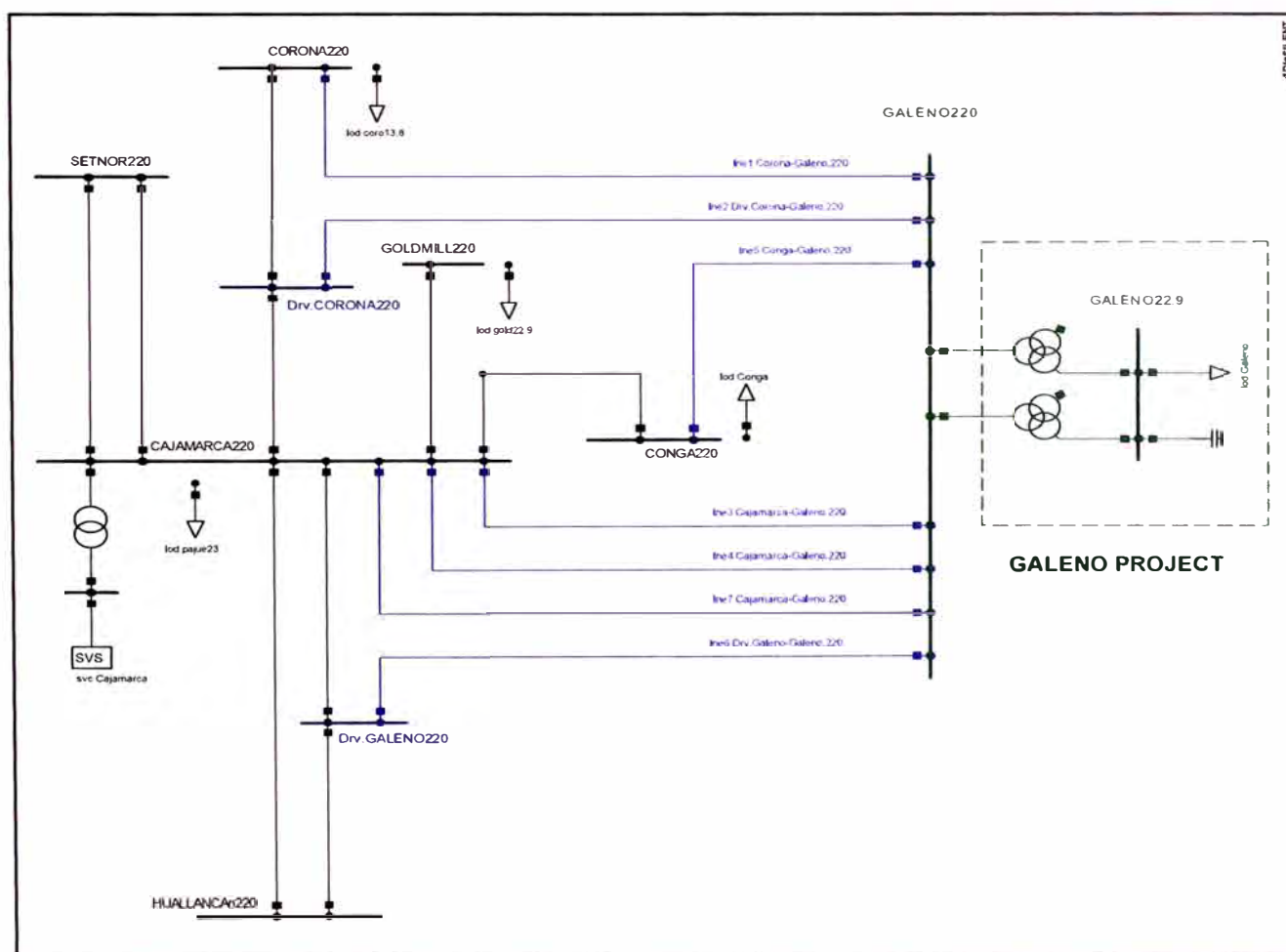


Lámina N° 11: Alternativas de Conexión al SEIN

### 3.4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE TRAZO

El análisis eléctrico de alternativas se muestra en el anexo G, en el cual se evalúa cada alternativa y se hace una descripción detallada de los resultados de cada una.

#### 3.4.1 Alternativa N° 1:

##### 3.4.1.1 Características

Toma de energía en la S.E. Cerro Corona y recorrido directo a la S.E. Galeno. Con una longitud aproximada de 47.5 Km. Un tramo de 17.6 Km. de la línea va cercano al camino proyectado.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la salida planteada desde la S.E. Cerro Corona.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 47,184.98 m
- Número de vértices : 28
- Altitud mínima : 3,800 m.s.n.m.
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

##### 3.4.1.2 Breve descripción de ruta:

La Poligonal abierta del trazo de ruta inicia desde el Pórtico de salida de S.E. de Cerro Corona, toma la dirección de Norte a Sur, en forma de una "m" alargada, en su trayecto cruza los poblados de Corral Viejo, La Rinconada, Tunaspampa, Yerbasanta Alta, Pincullo bajo, Contadera Yanacanchilla, Comunidad Campesina de Negritos, Campanario, La Extrema, Rio Colorado, Cushuro Bamba, Pachauca, Rangra Chica, las lagunas de Combayo, Quinuapampa, Chauagon Pilucnioc y Hierba Buena.

##### 3.4.1.3 Zonas con posibles dificultades:

Cruce de Yanacanchilla, Campanario, Comunidad Campesina de Negritos y La Extrema. **Se atraviesa 2 Km por terrenos de propiedad de Minera Yanacocha S.R.L.**

El 70 % del trazo cuenta con acceso cercano.

#### **3.4.1.4 Análisis de flujo de potencia**

Según la corrida de flujo efectuada la L.T. Cajamarca Norte - Cerro Corona que se muestra en el anexo G se concluye:

Por sobrecargas permanentes en la L.T. 220 kV S.E. Cajamarca Norte – S.E. Cerro Corona técnicamente **esta alternativa quedaría descartada.**

#### **3.4.2 Alternativa N° 2:**

##### **3.4.2.1 Características**

En la progresiva 9,100 m. de la LT 220kV S.E. Cajamarca Norte - S.E. Cerro Corona, se efectúa la apertura de la línea para instalar una subestación de configuración de tres celdas con interruptor de potencia ("PI"). La longitud aproximada de esta alternativa es de 38 Km. La mayor parte de la línea va cercana al camino proyectado (33.0 Km).

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 37,311.22 m
- Número de vértices : 16
- Altitud mínima : 3,800 m.s.n.m.
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

##### **3.4.2.2 Breve descripción de ruta:**

La Poligonal abierta del trazo de ruta inicia desde una S.E. a construirse a la altura del Vértice 2 de la L.T. de 220 kV que va desde la S.E. Cajamarca Norte a la S.E. Cerro Corona con dirección a la zona de Hierba Buena, donde se ubicará la Nueva S.E. Galeno. Toma la dirección de Oeste a Este, en forma de una "C" alargada e invertida, en su trayecto cruza los poblados

de Tumbaden, Negritos, Apalina Alta, Campanario, Pompa, Totora Cocha, Lagunas de Combayo, Chalguagon, Pilucnioc y Hierba Buena.

#### 3.4.2.3 Zonas con posibles dificultades:

Cruce por la zona de Tumbaden, Negritos y Campanario Se atraviesa 2 Km por terrenos de propiedad de Minera Yanacocha S.R.L.

El 80 % del trazo cuenta con acceso cercano.

#### 3.4.2.4 Análisis de flujo de potencia

En esta alternativa, al igual que la anterior, y por usar la misma línea de transmisión Cajamarca Norte - Cerro Corona, se presenta:

Por sobrecargas permanentes en la L.T. 220 kV S.E. Cajamarca Norte – S.E. Cerro Corona técnicamente **esta alternativa quedaría descartada.**

#### 3.4.3 Alternativa N° 3:

##### 3.4.3.1 Características

Las celdas de salida se ubican en el lado sur de la subestación Cajamarca Norte, un tramo de línea de aproximadamente 9.5 Km corre paralela a la L.T. Cajamarca Norte - Cerro Corona y 33 Km al camino de carga y del ducto de concentrado requeridos por el Proyecto Galeno. Esta alternativa de línea de transmisión tiene una longitud aproximada de 46 Km.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 45,249.00 m
- Número de vértices : 20
- Altitud mínima : 3,900 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

### **3.4.3.2 Breve descripción de ruta:**

La Poligonal abierta del trazo de ruta inicia por el lado Oeste de la S.E. Cajamarca Norte, rodeando una parte importante de la propiedad de Minera Yanacocha, hasta la zona de Hierba Buena, donde se ubicara la Nueva S.E. de El Galeno. Toma la dirección de Oeste a Este, en forma de una "U" un poco abierta e invertida, en su trayecto cruza los poblados de la Cooperativa de Atahualpa Jerusalén, Tumbaden, La Shoglla, Comunidad Campesina de Negritos, Apalina Alta, Campanario, La Extrema, Rio Colorado, Cushuro Bamba, Pachauca, Rangra Chica, Las lagunas de Combayo, Quinuapampa, Chauagon Pilucnioc y Hierba Buena.

### **3.4.3.3 Zonas con posibles dificultades:**

Cruce de Tumbaden, Negritos, Apalina Alta y La Extrema. Se atraviesa 2 Km por terrenos de propiedad de Minera Yanacocha S.R.L.

El 80 % del trazo cuenta con acceso cercano.

### **3.4.3.4 Análisis de flujo de potencia**

Según el análisis de flujo de potencia efectuado para esta alternativa, detallado en el anexo G, se presenta:

**Esta alternativa técnicamente es factible**, y en lo que respecta al paso por los terrenos de Minera Yanacocha se tendría que realizar acuerdos previos con ellos para que permitan el paso de la línea por esos terrenos.

## **3.4.4 Alternativa N° 4:**

### **3.4.4.1 Características**

Las celdas de salida se ubican en la parte norte de la subestación Cajamarca Norte y su recorrido es el más directo hacia Galeno. Con una longitud aproximada de 33 Km.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 32,492.79 m
- Número de vértices : 20
- Altitud mínima : 3,550 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

#### **3.4.4.2 Breve descripción de ruta:**

La Poligonal abierta del trazo de ruta inicia desde el lado Este de la S.E. Cajamarca Norte, toma la dirección de Oeste a Este, en forma de una "L" un poco abierta e invertida, en su trayecto cruza los poblados de la Cooperativa de Atahualpa Jerusalén, Porcon Alto, Pampa Vizcachas, Yunyun Alto, Hualtipampa Alta, Extr. Corral , Quishuar Corral, Aliso Colorado, San José de Grava, Pabellon de Combayo, El Convento, Alto Machay, majada Cucho, Quinuapampa, Chalguagon, Pilucnioc y Hierba Buena.

#### **3.4.4.3 Zonas con posibles dificultades:**

Cruce de la Pampa de las Vizcachas, Yunyun Alto, Hualtipampa, Alta Extrema Corra y Quishuar Corral. En la zona de San José de Grava, se ha iniciado actualmente una nueva área de operaciones de Minera Yanacocha S.R.L., Se atraviesa aproximadamente 11 Km por terrenos de propiedad de Minera Yanacocha S.R.L.

El 50 % del trazo cuenta con acceso cercano.

#### **3.4.4.4 Análisis de flujo de potencia**

Según las corridas de flujo de potencia detalladas en el anexo G, esta alternativa presenta:

Esta alternativa de trazo de ruta resulta la más corta con respecto a las alternativas técnicamente viables por lo que su nivel de inversión sería menor. Sin embargo es necesario mencionar que este trazo atraviesa por zonas de futuras operaciones de minera Yanacocha y efectuar variantes para salir de esta zona resulta imposible ya que existen poblaciones cercanas. **Por lo que se descarta esta alternativa.**

### **3.4.5 Alternativa N° 5:**

#### **3.4.5.1 Características**

Toma de energía directamente de la futura S.E. de Minas Conga. Con una longitud aproximada de 14 Km.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 13,950.28 m
- Número de vértices : 16
- Altitud mínima : 3,950 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,200 m.s.n.m.

#### **3.4.5.2 Breve descripción de ruta:**

La Poligonal abierta del trazo de ruta inicia desde la zona de Fierruyoc / La Salvia, donde se construirá la futura S.E. de Conga, toma la dirección de Norte a Sur, en forma de "3" alargada, en su trayecto cruza los poblados Chalguagon, Alforja Cocha, Chugur, Chancas y Hierba Buena.

#### **3.4.5.3 Zonas con posibles dificultades:**

En esta alternativa no se encuentra zonas de posibles dificultades.

El 60 % del trazo cuenta con acceso cercano



#### 3.4.5.4 Análisis de flujo de potencia

De acuerdo al análisis de flujo de potencia detallado en el anexo G, esta alternativa presenta las siguientes características:

Por sobrecargas permanentes en la L.T. 220 kV S.E. Cajamarca Norte – S.E. Minas Conga, Esta sobrecarga ocurre debido a que en una etapa inicial (no definida inicio de operación de la minera Conga) minas Conga operará sólo con un circuito (sus estructuras estarán habilitadas para doble circuito. Finalmente **esta alternativa quedaría descartada.**

#### 3.4.6 Alternativa N° 6:

##### 3.4.6.1 Características

A 11 Km de su llegada a la S.E. Cajamarca Norte se considera abrir uno de los circuitos de esta línea e instalar una subestación de configuración doble barra (de manera de mantener la configuración de las subestaciones Huallanca nueva y Cajamarca Norte). La longitud de la línea de transmisión de esta alternativa es de aproximadamente 37 Km.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 36,515.1021 m
- Número de vértices : 26
- Altitud mínima : 3,900 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

##### 3.4.6.2 Breve descripción de ruta:

La Poligonal abierta del trazo de ruta se inicia con una derivación a la altura de V-22B de la línea 220 kV conocida como “Troncal Sierra” que viene de Huallanca y va a la SE Cajamarca Norte, en el lugar denominado “Balconcillo” Coordenadas UTM E765720.9395 - N9207086.4505 toma la

dirección de Oeste a Este, en forma casi recta, en su trayecto cruza los poblados de Chamis, Huañunan, Shicuana, El Milagro, Huambocancha Alta, Puruay Alto, Carhuaquero, Uñigan, Alliso Pata, La Masma, Pabellon de Combayo, San Luis, La Conga y Hierba Buena.

#### **3.4.6.3 Zonas con posibles dificultades**

El Milagro, Huambocancha Alta, Uñigan, Alliso Pata, La Masma y Pabellon de Combayo.

El 70 % del trazo cuenta con acceso cercano.

#### **3.4.6.4 Descripción según el análisis de flujo**

Según la corrida de flujo en estado estacionario detallado en el anexo G, esta alternativa resulta:

Teniendo en cuenta los resultados de la corrida de flujo de potencia esta alternativa es viable pero sería económicamente más cara ya que para la derivación se construiría una nueva subestación y necesitaría compensación reactiva, por lo que esta **alternativa no es recomendable**.

#### **3.4.7 Alternativa N° 7:**

##### **3.4.7.1 Características**

Las celdas de salida se ubican en la parte norte de la subestación Cajamarca Norte, un tramo de la línea paralela a la LT 220 kV Huallanca - Cajamarca Norte y luego el trazo de la alternativa 6. Con una longitud aproximada de 45 Km.

En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001 se observa la configuración planteada.

Las características más importantes del trazo de ruta son las siguientes:

- Longitud : 44,653.27 m
- Número de vértices : 31

- Altitud mínima : 3,900 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,150 m.s.n.m.

#### 3.4.7.2 Breve descripción de ruta:

El trazo se desarrolla en forma paralela a la línea de transmisión 220 kV Huallanca - Cajamarca, hasta la altura del V-22B, en el lugar denominado "Balconcillo" Coordenadas UTM E765720.9395, N9207086.4505, toma la dirección de Oeste a Este, en forma casi recta, en su trayecto cruza los poblados de Campanario, Nueva Esperanza, Casquisiniega, Majadapampa, Carhuaquero, Chamis Alto, Choromayo, Centro Poblado de Chamis, Porconsillo, El Milagro, Huambocancha Alta, Llanomayo, Lushcapampa, Puruhuay Alto, Sarcilliega, Carhuaquero, La Shagsha, Barrojo, Tres Tingos, Chaquicocha, Bellavista Alta, Pabellon de Combayo, San Luis, Quinuapampa, la Conga y Hierbabuena,

#### 3.4.7.3 Zonas con posibles dificultades

Zona de El Milagro y Huambocancha Alta, Bellavista alta, pabellón de Combayo, San Luis y el mismo distrito de Combayo.

El 70 % del trazo cuenta con acceso cercano.

#### 3.4.7.4 Análisis de flujo de potencia

Según el análisis de flujo de potencia efectuado para esta alternativa en el anexo G, resulta:

Esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Flujo de Carga, por lo que está alternativa **resulta técnicamente factible**.

### 3.5 Alternativa Seleccionada

Se ha realizado la evaluación respectiva de los siete (7) trazos de ruta considerados para el suministro de energía eléctrica a la S.E. Galeno, también se han evaluado las dificultades sociales, propiedad de los terrenos, accesos a los trazos y se menciona la

parte más importante de las corridas de flujo de potencia efectuados. En el plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001, se indican las siete (7) alternativas de trazo planteadas.

Cuadro N° 6: Resultados del análisis de alternativas

Alter. N°	Flujo de Carga	Resultados de flujo de carga		N-1		Verificación del Trazo	Nivel de Inversión	Es Factible?
		Tensión en barras	Cargas en líneas	Inicial	LT1 (*) > 150 MVA			
1	No factible	Corona: 0.97 pu Galeno: 0.96 pu	Cajamarca-CCorona: 108%	-	-	-	-	No
2	No factible	Corona: 0.99 pu Galeno: 0.98 pu	Cajamarca-Drv.CCorona: 105%	-	-	-	-	No
3	Factible	Satisfactorio	Satisfactorio	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca	Factible	Ligeros ajustes	Aceptable	Si
4	Factible	Satisfactorio	Satisfactorio	Igual a 3	-	-	-	No
5	No factible	Conga: 0.96 pu Galeno: 0.95 pu	Cajamarca-Conga: 184%	-	-	-	-	No
6	Factible	Satisfactorio	Satisfactorio	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca Rechazo de carga o compensación adicional	No factible	Ligeros ajustes	Alto	No
7	Factible	Satisfactorio	Satisfactorio	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca	Factible	Ligeros ajustes	Aceptable	Si

Las alternativas 1, 2 y 5, no superan los criterios establecidos para el Análisis de Flujo de Carga, por lo cual éstos se consideran no factibles.

Tal como se mencionó para la alternativa 4, este atraviesa propiedad de la minera Yanacocha, por lo que en el futuro requerirá variantes al trazo, asimismo por motivos sociales debido a la cercanía de centros poblados, no resulta factibles.

Dado que la alternativa 6 implican la construcción de una subestación de derivación en la línea SE. Cajamarca Norte – SE. Huallanca, la alternativa se vuelve mucho más costosas, e igualmente requiere compensación reactiva. Por lo expuesto no factible.

Finalmente se concluye que las Alternativas N° 3 y N° 7, son factibles de implementar para el suministro eléctrico al Proyecto Galeno.

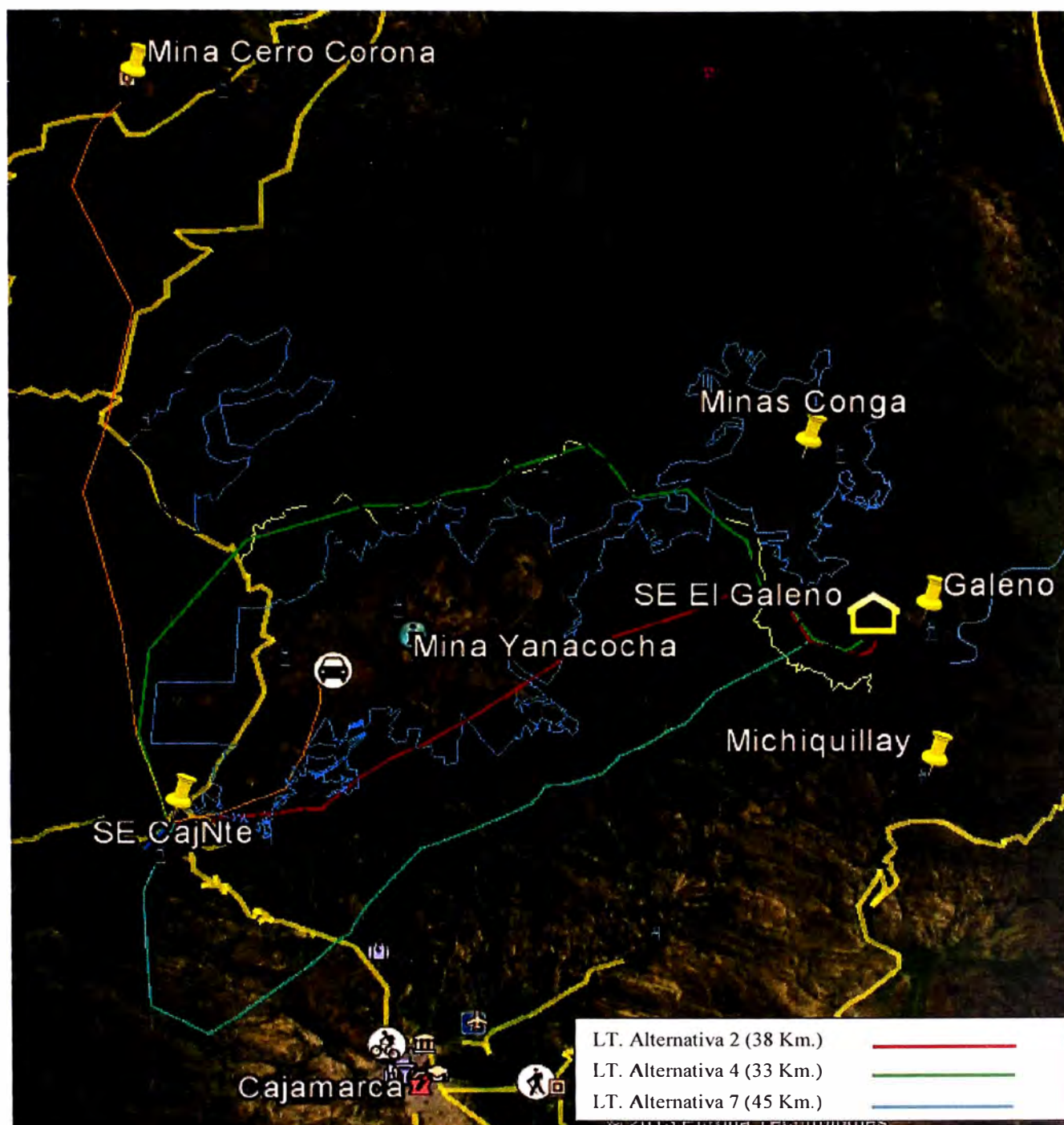


Lámina N° 12 : Alternativas viables de Conexión al SEIN

## **CAPÍTULO IV**

### **NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN, EMPLEADAS**

#### **4.1 CRITERIOS DE DISEÑO ELÉCTRICO**

##### **4.1.1 Diseño de Aislamiento**

La selección del aislamiento de la Línea de Transmisión de 220 kV (número de aisladores requeridos) será efectuado tomando en cuenta que en las cercanías de la línea de transmisión existe un alto grado de polución debido al laboreo minero, y teniendo en consideración que a lo largo de la ruta de la línea de transmisión se observa la presencia de fuertes descargas atmosféricas en época de invierno.

Por lo que la elección del número de aisladores se efectuará por grado de contaminación y por sobretensiones atmosféricas o de impulso. Se verificará el aislamiento por sobretensiones de maniobra.

- a. Selección por sobretensión a frecuencia industrial
- b. Selección por sobretensión de impulso tipo rayo
- c. Selección por distancia de fuga

##### **4.1.1.1 Por sobretensión a frecuencia industrial en zona contaminada**

El método aplicado corresponde a la determinación de la densidad de depósito de sal equivalente (ESDD), obtenida por medición de la conductividad del depósito contaminante, comparada con una cantidad equivalente del cloruro de sodio (NaCl) que tenga igual conductividad.

De acuerdo a la Norma IEC 60815 [9] (Tabla I en anexo B), se ha considerado nivel de polución grado IV (Muy alto). Por lo que la distancia de fuga entre fases debe ser de 31 mm/kV, que corresponde a un nivel de ESDD de 0.06 mg/cm<sup>2</sup>.

De la Norma IEC 71-1 (Tabla 2 en anexo B), el nivel de aislamiento a frecuencia industrial es 460 kV para la tensión máxima de 245 kV.

El número de aisladores requeridos es dado por la expresión siguiente:

$$N_{aisd} = 141.45 / (V_f^{0.76} \cdot RAD)$$

Dónde:

RAD : factor de densidad = 0.64 para 4100msnm

V<sub>f</sub> : tensión máxima no disruptiva (V<sub>50</sub>) por unidad aisladora en kV, bajo contaminación a frecuencia industrial. Se han empleado las curvas proporcionada por el fabricante de aisladores de vidrio Sediver.

Considerando aisladores de vidrio (Sediver) del tipo anti neblina con longitud de línea de fuga de 545mm por aislador, diámetro 330 mm y paso de 146 mm, se requiere la siguiente cantidad de aisladores por cadena:

- Cadenas en suspensión : 20
- Cadenas en anclaje : 21

#### 4.1.1.2 Por sobretensión de impulso Atmosférico tipo rayo

El número de aisladores que determina el Nivel Básico de Aislamiento (BIL) de una cadena de aisladores, y que evita una descarga disruptiva debido a una sobretensión del tipo impulso por rayo, se determina teniendo presente en los cálculos la altitud de instalación y el nivel de la tensión de impulso base, que ha sido tomado de la recomendación dada por la IEC 60071-1 [11]. Que para la máxima tensión de operación de 245 kV se ha tomado el valor máximo estándar que corresponde a **1,050 kVpico** (tabla 2 en anexo B).

#### 4.1.2 Selección del tipo y cantidad de Aisladores

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ítem 4.1.1, en la línea de transmisión 220 kV SE Cajamarca Norte - SE Galeno, se emplearán aisladores de vidrio del tipo anti neblina de 330 mm de diámetro, 146 mm de paso y distancia de fuga de 545 mm, con la siguiente cantidad de aisladores por cadena:

- Cadenas en suspensión : 21
- Cadenas en anclaje : 22

#### 4.1.3 Distancias de Seguridad

##### 4.1.3.1 Distancia Mínima Horizontal entre Conductores de acuerdo a las Flechas

Se tomará en cuenta lo indicado en el Código Nacional de Electricidad, reglas 235.B.1.b y 235.B.2, que indica que la distancia mínima de seguridad en la estructura

$$H = 7.62 * kV + 8 * \sqrt{(2.12 * S)}$$

para conductores de línea mayores de 35 mm<sup>2</sup> debe ser:

Dónde:

H : Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)

kV : Máxima tensión de servicio

S : Flecha del conductor para T=25°C y PV=0 km/h

##### 4.1.3.2 Distancia vertical de conductor sobre el nivel del piso o camino

Tomando como referencia el CNE Suministro 2011 cuyas distancias verticales de flecha están referidas a la máxima temperatura de operación para el último año (efecto creep), a la temperatura máxima del día y para distancias corregidas por la altitud de ubicación de las torres, tensión máxima de la línea y en función del tipo de obstáculo que cruza la línea de transmisión. Las distancias han sido tomadas y corregidas para 245 kV (tensión máxima de operación) y 4100 msnm, según las Reglas 232.C.1.a y



232.C.1.b del CNE Suministro 2011 – Tabla 232-1. Resultando las distancias indicadas en el cuadro N° 7.

#### 4.1.3.3 Distancia de seguridad vertical entre conductores

Estas distancias se refieren al cruce entre conductores adyacentes o que se cruzan, tendidos en diferentes estructuras soporte. Estas distancias no deberán ser menores a la que se indica en la tabla 233-1, y aplicando la regla 233.C.2.a se obtienen las distancias mínimas indicadas en el cuadro N° 7.

Cuadro N° 7: Cálculo de distancia verticales

Datos Generales :

- Tensión Nominal = 220 kV
- Tensión Máxima de Servicio = 245 kV
- Altitud Máxima = 4 100 msnm

		Distancia vertical base obtenida del CNE 2011 (m)	Distancia vertical incrementada por Tensión (m)	Factor de corrección por altitud (m)	Distancia vertical corregida (m)
Item	<b>Tabla 232-1 y Reglas 232.C.1.a y 232.C.1.b</b>	Tabla 232-1	(V>23kV)	(V>33kV)	
2.a	Sobre carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones	7.0	2.2	0.7	<b>10</b>
2.b	Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones	6.5	2.2	0.7	<b>9.4</b>
4	Sobre terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, etc.	6.5	2.2	0.7	<b>9.4</b>
5.a	Sobre espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	5.0	2.2	0.7	<b>8</b>
5.b	Sobre calles y caminos en zonas rurales	6.5	2.2	0.7	<b>9.4</b>

Item	<b>Tabla 233-1 y Reglas 232.C.2.a y 232.C.2.b</b>	Tabla 233-1	(V>23kV)	(V>=50kV)	
2	Sobre cables de comunicaciones	1.8	2.2	0.7	<b>4.71</b>
5	Sobre conductores eléctricos hasta 23 kV	1.2	2.2	0.7	<b>4.11</b>
5.1	A conductores eléctricos de 220 kV	2.4	4.4	1.4	<b>8.22</b>

#### 4.1.3.4 Distancias Mínimas a Masa

La distancia mínima que debe existir entre el conductor y la estructura metálica, ante oscilación de la cadena de aisladores, se ha calculado para las siguientes sobretensiones:

- Por frecuencia Industrial

- Por maniobra
- Por impulso atmosférico

### Frecuencia Industrial

Para determinar la distancia mínima necesaria en aire para la tensión operativa fueron consideradas las siguientes premisas y utilizada la metodología indicada en el manual de referencia EPRI (Transmission Line Reference Book 345 kV and Above) e IEC 61865.

Tensión máxima operativa de 220 kV, correspondiente a una sollicitación fase-tierra máxima de:

$$V_{50} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} V_{\max} = 200 \text{ kV (tensión máxima de pico fase-tierra).}$$

La soportabilidad mínima, obtenida por la siguiente expresión:

$$, \text{ con } \sigma = 3\% \quad V_m = V_{50} / (1 - 3\sigma)$$

$$\text{De donde : } V_m = 219.8 \text{ kV}$$

Finalmente, se calcula la soportabilidad mínima corregida por la densidad relativa del aire (considerando una altitud de 4100 msnm), es obtenida por la siguiente expresión:

$$V_{mcorr} = V_m / RAD$$

De donde:

$$V_{mcorr} = 219.8 / 0.635 = 349.4 \text{ kV}$$

Luego, de acuerdo a la figura 10.6.1 de la referencia Transmission Line Reference Book 345 kV and Above – EPRI [4], se tiene la distancia mínima conductor-estructura lateral en aire para la soportabilidad mínima calculada, la cual es 0.90 m. Para la elaboración de la silueta de la estructura de suspensión se ha considerado una distancia de 1.0 m para la oscilación de la cadena de 60°.

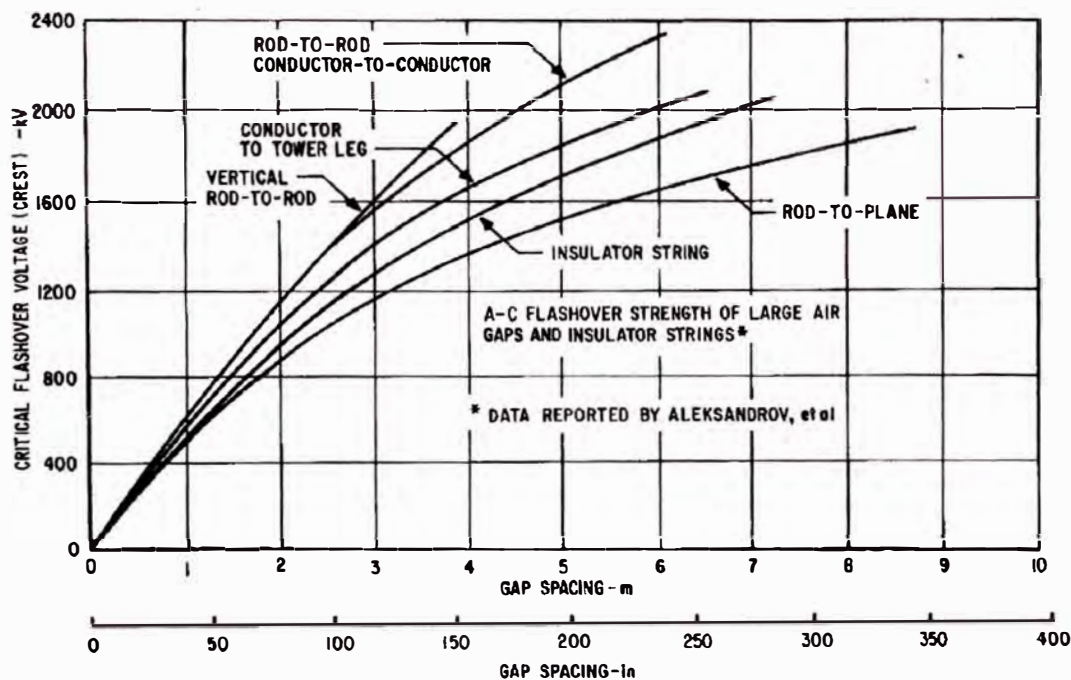


Lámina N° 13: Fuerza del Arco eléctrico AC de grandes espacios de aire.

### Por Maniobra

Se adopta una sobretensión máxima por maniobra de 2.5 p.u. y con un desvío padrón de 6%.

Luego, la tensión máxima de impulso es  $V_s = 2.5 \times 200 = 500$  kV. Asumiendo una soportabilidad mínima correspondiente a 3 desvíos padrón, tenemos:

$$V_{50} = V_s / (1 - 3\sigma) = 500 / (1 - 3 \times 0.06) = 609.8 \text{ kV}$$

Corregido por el factor de corrección atmosférica resulta:

$$V_{50 \text{ corr}} = V_{50} / RAD = 609.8 / 0.635 = 960.3 \text{ kV}$$

Luego, la soportabilidad del aire se calcula por la siguiente fórmula, obtenida del ítem

11.5 del Transmission Line Reference Book 345 kV and Above – EPRI:

$$V_{50} = \frac{3400 k}{(1 + 8/d)}$$

De donde se tiene:

$$d = \frac{8 V_{50}}{(3400 k - V_{50})}$$

Donde según IEC 71-2 y Cigre Brouchure 348, se asume  $k = 1.20$  para la distancia del conductor-estructura lateral

Reemplazando se tiene que la distancia mínima Conductor - Estructura lateral: 2.2 m. Para la elaboración de la silueta de la estructura de suspensión se ha considerado una distancia de 2.5m para la oscilación de la cadena de 30°.

#### **Por impulso atmosférico**

Para el cálculo de la distancia mínima entre el conductor y la estructura se ha empleado lo indicado en las normas IEC 61865. Para lo cual se ha tomado la tensión de sostenimiento a impulso tipo Rayo indicado en la norma IEC 71-1, esto es 1050 kV, correspondiente a la tensión máxima de servicio de 245 kV.

Se ha considerado la cota de 4100 msnm para el factor de corrección por altitud.

De la aplicación del procedimiento indicado por las normas se obtiene una distancia mínima entre el conductor y la estructura de 2.9 m. Para la elaboración de la silueta de la estructura de suspensión se ha considerado una distancia de 3.0 m para la oscilación de la cadena de 10°.

#### **4.1.4 Ángulos de Balanceo de Cadenas de Aisladores**

En la distribución de estructuras se deberá verificar el ángulo de balanceo de las cadenas de aisladores de suspensión para las condiciones de sobretensión de maniobra y sobretensión a frecuencia industrial.

En la condición de sobretensión de maniobra, se considera la presencia de viento máximo promedio, adoptándose un ángulo de balanceo promedio de la cadena de 40°.

En la condición de frecuencia industrial, se considera la presencia de viento máximo absoluto transversal al eje de la línea, adoptándose un ángulo de balanceo máximo de 60° en las cadenas de aisladores de suspensión.

Los ángulos de balanceo promedio y máximo se calculan con base en la distancia en aire, las dimensiones de las estructuras y la longitud de la cadena.

#### **4.1.5 Selección del conductor**

##### **4.1.5.1 Criterios de Selección**

Se utilizarán conductores de material resistente a la abrasión y a la corrosión para el cual se propone el empleo de conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio ACAR, el mismo que viene siendo utilizado en las líneas de transmisión de 220 kV existentes en la zona del proyecto, de las líneas en 220 kV SE Trujillo Norte - Cajamarca Norte (137 Km) y SE Cajamarca Norte - SE Gold Mill (11 Km).

Para la selección del material del conductor se ha tenido en cuenta también las características geográficas de la zona del proyecto. El conductor del tipo ACAR (conductor de aluminio reforzado con aleación de aluminio) posee una alta resistencia a la tracción y buena resistencia a la corrosión.

En la elección de la sección óptima del conductor se ha tenido en cuenta las pérdidas por efecto corona, no afectación al medio ambiente (según valores tolerables recomendados por las normas) por sus efectos electromagnéticos, radio interferencia y ruido audible que puedan ocasionar, y la capacidad de corriente que puede transportar en condiciones de operación normal y en emergencia.

##### **4.1.5.2 Determinación de sección mínima**

Los parámetros que limitarán la mínima sección del conductor serán los siguientes:

- Máxima caída de tensión
- Capacidad térmica del conductor
- Evaluación de pérdidas de potencia y energía

##### **4.1.5.3 Capacidad térmica del conductor**

La temperatura a la que debe estar sometido el conductor conduciendo la máxima capacidad de transporte, según las recomendaciones de los fabricantes, debe ser como máximo de 75°C.

Para cálculo de la temperatura máxima en el conductor, por condiciones ambientales y corriente circulante, se ha empleado el método de la IEEE Standard 738 para el cálculo de la relación corriente – temperatura de conductores desnudos (International Electrical and Electronical Engineers – Standard for Calculating the Current – Temperature Relationship of Bare Conductors).

Se han considerado los siguientes parámetros:

#### Condiciones Ambientales

- Temperatura máxima ambiente: 35° C
- Velocidad mínima del viento : 1 m/s
- Altitud (cota) : 4 100 msnm
- Latitud : -6.916°
- Longitud : -78.482°

#### Conductor

- Diámetro : 30.65 mm
- Resistencia 25° AC : 0.0583 Ohm/km
- Resistencia 75° AC : 0.0684 Ohm/km
- Coef. Absorción solar : 0.5
- Coef. Emisividad : 0.5

#### Corriente Circulante

- Potencia : 180 MVA
- Factor de potencia : 0.85
- Factor de tensión : 0.95
- Tensión nominal : 220 kV
- Corriente x fase : 585 A

Para la corriente circulante de 585 amperios la temperatura promedio sobre los conductores es de 60.6 °C.

En el gráfico adjunto se muestran las temperaturas estimadas en el conductor para los diferentes meses del año llevando una corriente de 585 A.

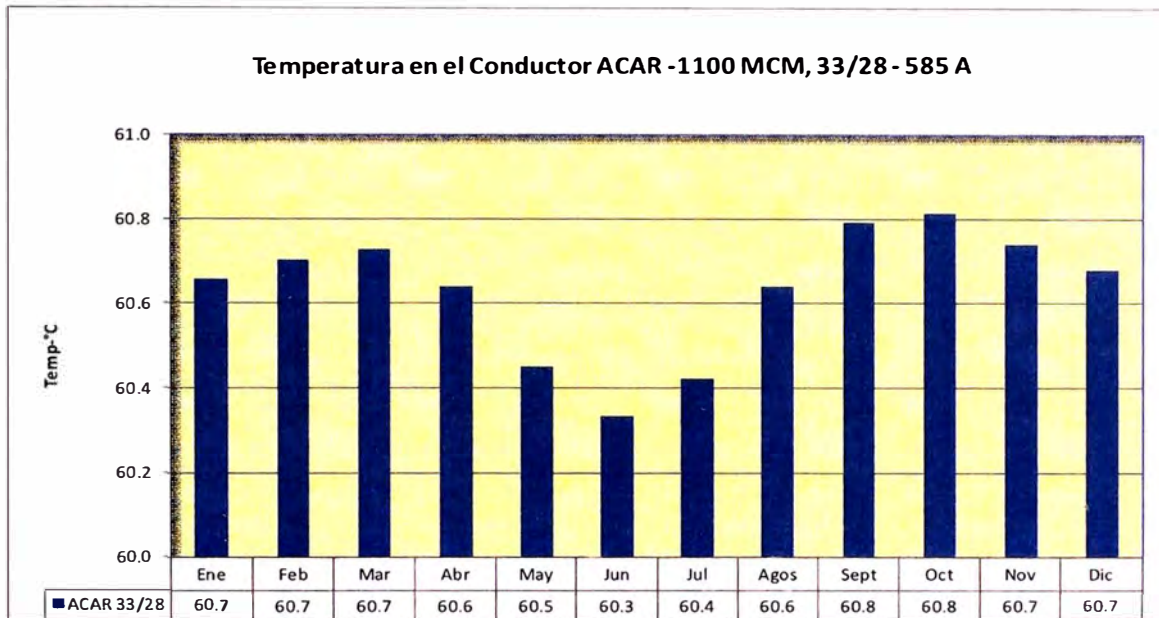


Lámina N° 14: Temperatura de conductor ACAR – 1100 MCM

Para la hipótesis de flecha máxima, en la distribución preliminar de estructuras, se ha empleado el valor de 65°C más el efecto del creep del conductor.

Para condiciones de emergencia (temperatura en el conductor hasta 75°C), cada circuito de la línea de transmisión podría transmitir hasta 280MW.

Con la configuración adoptada para la estructura típica y luego de efectuar los cálculos respectivos con diferentes secciones de conductor del tipo ACAR, se ha elegido el conductor 1100 MCM cuya sección nominal es de 557.42 mm<sup>2</sup> y 30.65 mm de diámetro exterior.

#### 4.1.6 Pérdidas de Potencia

Las pérdidas de potencia consideradas son las debidas al efecto Joule y por corona.

### **Pérdidas por efecto Joule**

Para la potencia nominal de transporte de 150 MW por circuito, la temperatura en el conductor es de 54.43°C y la resistencia del conductor seleccionado es del orden de 0.06444 ohm/Km. Las pérdidas totales de potencia debido al calentamiento del conductor es del orden de los 1.74 MW por circuito que corresponde a 1.2% de la potencia nominal.

### **Pérdidas por efecto corona**

Para un mantenimiento regular de los conductores de la línea de transmisión y en buen tiempo, las pérdidas por efecto corona es aproximadamente 130 kW y en épocas de lluvia las pérdidas de potencia por el efecto corona podrían a llegar a ser del orden de 3.6 MW.

## **4.1.7 Efectos Electromagnéticos**

Con la finalidad de verificar que los parámetros electromagnéticos (campo eléctrico, campo magnético, ruido audible y radio interferencia) producidos por el conductor, geometría de la estructura y la corriente transportada no se encuentran por encima de los valores recomendados por las normas, se han efectuado los cálculos correspondientes. Los cálculos se han efectuado considerando la operación de la doble terna y transportando 150 MW.

### **4.1.7.1 Gradiente Superficial en el Conductor**

Con la configuración adoptada para la estructura típica (de suspensión), y empleando el método de "Markt y Mengele", se ha calculado el gradiente de potencial máximo en la superficie del conductor.

El método indicado, para el cálculo del gradiente máximo para cada fase, se basa en la metodología de las imágenes electrostáticas (cálculo de las cargas acumuladas en los conductores). Ese método considera que las cargas están concentradas en el eje



central de cada conductor, lo que es posible debido a las grandes distancias conductor-conductor y conductor-suelo con relación al diámetro de los conductores.

La ecuación básica es la siguiente :

$$[V] = [P] \times [Q],$$

Dónde:

[V] = tensión fase-tierra de los conductores

[Q] = densidad lineal de cargas

[P] = coeficientes de Maxwell, determinado en cálculo de parámetros de la Línea

Podemos calcular la densidad de cargas en cada cable como:

$$[Q] = [P]^{-1} \cdot [V]$$

Así, el campo eléctrico en la superficie de los conductores de cada fase, o gradiente superficial, puede ser determinado como:

$$E_{\text{máx}} = Q / (2 \cdot \pi \cdot n \cdot \epsilon \cdot r) \cdot (1 + r/R \cdot (n-1)) \text{ kV/m}$$

Dónde:

R : Radio del haz de conductores

r : radio del conductor

$\epsilon$  :  $10^{-6} / 36 \pi$  (f/Km) , permitividad del aire

Para calcular el “efecto corona”, se calcula la tensión crítica disruptiva según la fórmula de Peek:

$$E_c = 30 \cdot mc \cdot RAD \cdot mt \cdot (1 + 0.308 / \sqrt{RAD \cdot requiv})$$

Dónde:

$E_c$  : gradiente de potencial crítico disruptivo.

mc : coeficiente de rugosidad del conductor.

mt : coeficiente meteorológico

r : radio del conductor

RAD : factor de corrección de la densidad del aire en función de la altura.

Para el caso que nos ocupa, obtenemos los siguientes valores:

mc : 0,86 (para cables)

- mt : 1 (tiempo seco) ó 0,8 (tiempo húmedo)  
 r : 3.065 / 2 cm (conductor ACAR 1100 MCM)

La densidad relativa del aire es calculada en función de la presión atmosférica y la temperatura promedio, según:

$$RAD = 0.392.b/(273+Ta)$$

Dónde:

- b : presión atmosférica en mm de Hg  
 Ta: temperatura ambiente promedio anual, °C

Se debe cumplir que  $E_{m\acute{a}x} < G_c$

El valor del gradiente máximo, entre las fases es de  $E=13.87 V_{ef}/cm$ . El valor obtenido es menor a los 17 kV/cm usualmente recomendado como límite máximo.

El valor del gradiente de inicio del fenómeno corona para buen tiempo empleando la fórmula de Peek, es de  $E_{c-seco}=21.647 kV /cm$ .

Para el caso de estación húmeda es de  $E_{c-humedo} = 17,318 kV/cm$

Como puede observarse este valor de  $E_{max}$  es inferior a los valores de gradiente crítico tanto en tiempo húmedo como en seco, por lo tanto el efecto corona no se iniciará en ningún caso de forma generalizada.

#### **4.1.7.2 Campo Electromagnéticos**

El método utilizado para la determinación de los gradientes de potencial eléctrico cerca de la tierra y debajo de la línea de transmisión se fundamenta en la teoría de las imágenes electrostáticas, según la cual todo conductor aéreo puesto a una altura "h" por encima de la tierra le corresponde un conductor imaginario enterrado a la misma distancia "h" de la superficie sobre la misma vertical, el cual se comporta de forma idéntica al real; esto asegura que el campo eléctrico existente entre ambos conductores sea simétrico.

Por otro lado, la circulación de corriente en un conductor produce un campo magnético alrededor de él cuya magnitud depende de la intensidad de corriente circulante y de la distancia entre el conductor y el punto de medida. En un circuito trifásico, al estar las tres corrientes desfasadas en el tiempo, la magnitud de su campo magnético resulta de la composición espacial de las tres componentes originadas por la circulación de estas corrientes, en el punto de estudio. Al ser las corrientes pulsantes en el tiempo, el campo magnético resultante en un punto también lo será.

#### 4.1.7.3 Cálculo del campo eléctrico

Siguiendo el procedimiento indicado en el capítulo 8 del manual del EPRI (Electric Power Research Institute) "Transmission Line Reference Book" (345 kV and Above/Second Edition), se han calculado los niveles del campo eléctrico máximo dentro de la franja de servidumbre y en el límite de ella y medidos a 1m del nivel del terreno.

Los campos eléctricos en las proximidades de una línea de transmisión son calculados asumiendo que no existen cargas libres en el espacio cercano a los conductores eléctricos, asimismo se considera a la tierra como un perfecto conductor debido a que el tiempo requerido para que las cargas se redistribuyan sobre la superficie de la tierra, bajo la acción de un cambio en el campo, es extremadamente pequeño (0.1 a 100 nanosegundos) comparado con el periodo de la frecuencia (60 Hz).

La permitividad del aire es prácticamente independiente de las condiciones climáticas y por lo tanto es igual a la permitividad del espacio libre.

Una vez que las cargas en cada conductor sean conocidas, el campo eléctrico en el punto "n" (con coordenadas  $X_n$  y  $Y_n$ ) puede ser calculado. El campo eléctrico debido a la carga en el conductor "a" y hacia su imagen dentro de la tierra es:

$$E_a = E_{ax}u_x + E_{ay}u_y$$

Dónde:

$u_x$ , y  $u_y$  : vectores unitarios a lo largo de los ejes horizontal y vertical

$$E_{xa} = \frac{(q_a + jq_{ri})(X_n - X_a)}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot [(X_a - X_n)^2 + (Y_a - Y_n)^2]} - \frac{(q_a + jq_{ri})(X_n - X_a)}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot [(X_a - X_n)^2 + (Y_a + Y_n)^2]}$$

$$E_{ya} = \frac{(q_a + jq_{ri})(Y_n - Y_a)}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot [(X_a - X_n)^2 + (Y_a - Y_n)^2]} - \frac{(q_a + jq_{ri})(Y_n + Y_a)}{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot [(X_a - X_n)^2 + (Y_a + Y_n)^2]}$$

Dónde:

- $\epsilon$  : permitividad del aire  
 $X_a, Y_a$  : coordenadas del conductor "a"  
 $q_a$  : carga en conductor "a"

La componente horizontal y vertical  $E_x$  y  $E_y$  del campo eléctrico es calculado sumando la contribución de todos los conductores.

$$E_x = E_{xa} + E_{xb} + E_{xc}$$

$$E_y = E_{ya} + E_{yb} + E_{yc}$$

El valor máximo ocurre a 0 m del eje de la línea y tiene un valor de 2.1 kV/m y en el límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5$  m) el valor del campo es de 1.1 kV/cm.

En el gráfico adjunto se muestra el campo eléctrico dentro de la faja de servidumbre, calculados a una altura de 1 m sobre el nivel del suelo (asumiendo que la sección transversal es terreno plano con la misma cota del eje de la línea).

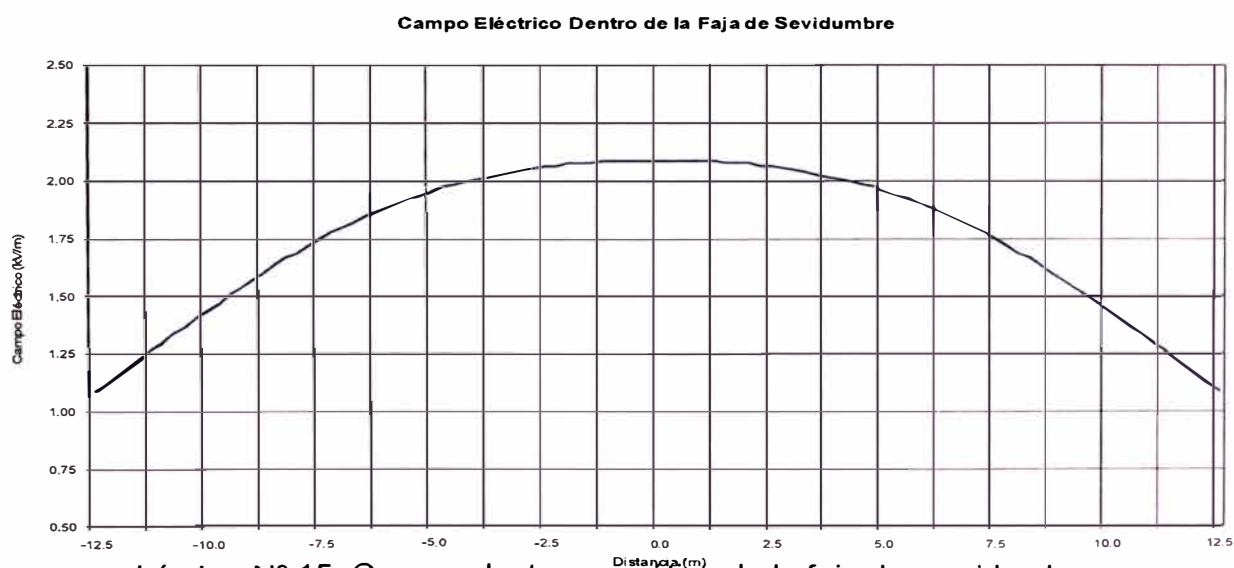


Lámina Nº 15: Campo electromagnético de la faja de servidumbre

El CNE - Suministro 2011, fija un valor máximo al límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5\text{m}$ ), para exposición poblacional (según el Anexo C4.2), de  $4.2 \text{ kV/m}$ .

#### 4.1.7.4 Cálculo del campo magnético

Para el cálculo del campo magnético dentro de la faja de servidumbre también se ha seguido el procedimiento indicado en el capítulo 8 del manual de referencia EPRI. Se han calculado los niveles del campo magnético máximo dentro de la franja de servidumbre y su valor en el límite de ella. Los cálculos se han efectuado para una corriente de  $440 \text{ A}$ , por circuito.

El campo magnético de líneas de transmisión es calculado usando un análisis del tipo bidimensional, asumiendo que los conductores de la línea de transmisión son paralelos a un terreno plano. Usando el sistema de coordenadas descrito en el esquema adjunto, donde el eje Z es paralelo a los conductores de la línea de transmisión, la intensidad del campo magnético,  $H_{ji}$  en el punto  $(X_i, Y_i)$  a la distancia  $r_{ij}$  desde el conductor, con una corriente  $I_j$ , tiene una dimensión de:

$$H_{ji} = I_j / 2 \cdot \pi \cdot r_{ij}$$

En notación vectorial,

$$\mathbf{H}_{ji} = I_j \times \mathbf{r}_{ij} / 2 \cdot \pi \cdot r_{ij}^2 \quad (\mathbf{H}, I, r \text{ son vectores}) = I_j / 2 \cdot \pi \cdot r_{ij} \cdot \boldsymbol{\phi}_{ij}$$

Donde

$\boldsymbol{\phi}_{ij}$  : Es el vector unitario en la dirección del producto del y el vector segmento  $r_{ij}$

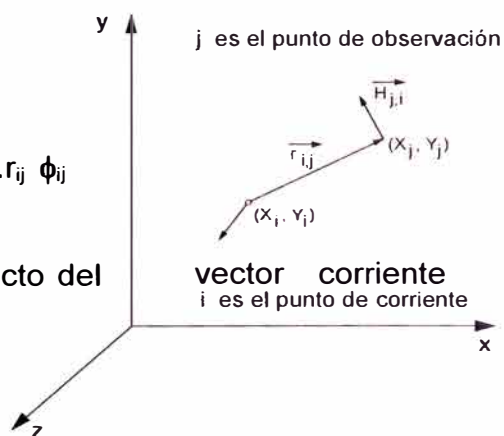
El vector unitario es igual a:

$$\boldsymbol{\phi}_{ij} = -Y_i - Y_j / r_{ij} \mathbf{u}_x + X_i - X_j / r_{ij} \mathbf{u}_y$$

Donde

$\mathbf{u}_x, \mathbf{u}_y$  : son los vectores unitarios en la dirección de los ejes horizontal y vertical

El campo magnético total es la suma de la contribución de la corriente de los conductores de la línea de transmisión.



SISTEMAS DE COORDENADAS PARA EL CALCULO DEL CAMPO MAGNETICO

$$H = \sum I/2 \cdot \pi \cdot r_{ij} \phi_{ij}$$

La densidad de flujo magnético es:

$$B = \mu \times H$$

Donde

$$\mu : 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m, para el aire y el suelo}$$

El valor máximo ocurre a 4.5 m del eje de la línea y tiene un valor de 4.7 uT y en el límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5$  m) el valor del campo es de 4.1 uT.

En el gráfico adjunto se muestra el campo magnético dentro de la faja de servidumbre y a una altura de 1 m sobre el nivel del suelo (se ignoran las corrientes de retorno de tierra y se asume que la sección transversal es terreno plano con la misma cota del eje de la línea).

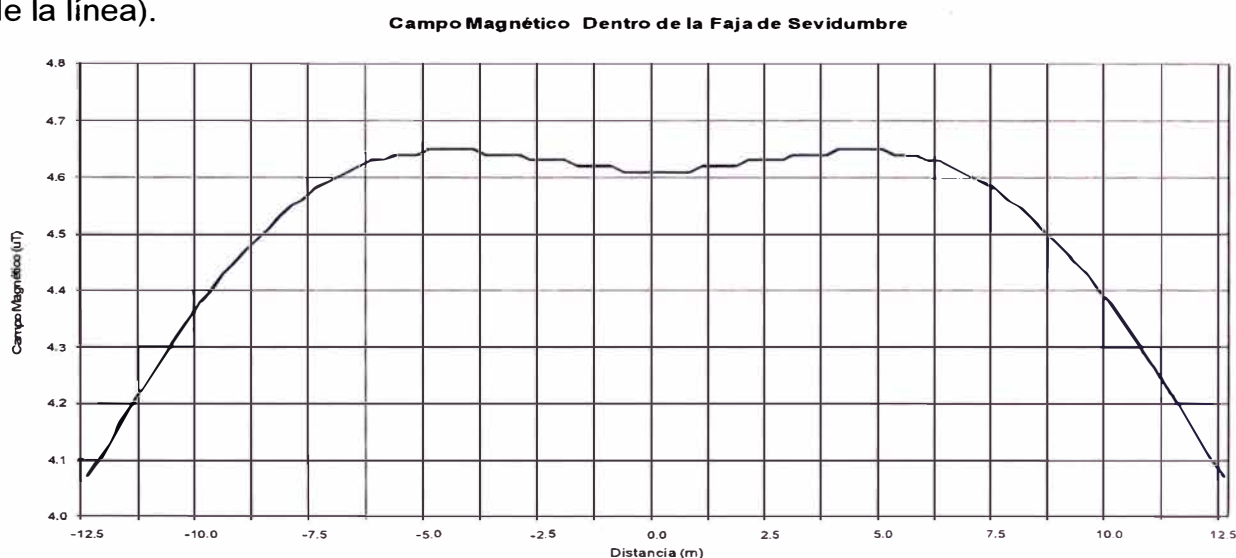


Lámina N° 16: Campo magnético dentro de la faja de servidumbre

El CNE– Utilización 2011, fija un valor máximo al límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5$ m), para exposición poblacional (según el Anexo C4.2), de 83.3 uT.

#### 4.1.7.5 Niveles de Ruido Audible y Radio Interferencia

##### Ruido Audible

Para el cálculo del ruido audible en la faja de servidumbre se ha seguido el procedimiento descrito en el capítulo 6 del manual de referencia EPRI. Se ha

calculado el valor del ruido en el límite de la faja de servidumbre para la condición de conductor húmedo.

La metodología desarrollada por el EPRI permite llevar en consideración tanto la propagación como la absorción de las ondas esféricas de sonido en el aire, y además llevar incluido el rango de frecuencias concebidas al umbral auditivo humano.

La metodología permite evaluar el RA final, como una superposición del RA producido por cada conductor, de la siguiente manera, para condiciones de lluvia fuerte:

Primero se ha de obtener la función encargada de generar la potencia acústica en el periodo de lluvia fuerte por medio de:

$$A1 = 20 \log(N) + 44 \log(100 * d) - \left( \frac{665}{En} \right) + Knn \quad (\text{dB})$$

Donde

N	:	número de subconductores
d	:	diámetro del subconductor
En	:	gradiente superficial del haz de conductores
Knn	:	es un factor de corrección que depende de N

Luego se incluyen los efectos tanto de propagación como de absorción en el medio, dando como resultado:

$$P(20 \mu Pa) = A1 - 10 \log(r) - 0.02r \quad (\text{dB})$$

Donde

r	:	distancia del conductor al punto de cálculo
20 $\mu$ Pa:		Referencia tomada para expresar el nivel de presión sonora P en dB

Y para finalizar, se hace la suma de las contribuciones de cada conductor al RA final, de la siguiente forma:

$$P_{total} (dB) = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{P_i / 10}$$

Donde

Pi	:	Potencia acústica por conductor (dB)
----	---	--------------------------------------

El valor del ruido audible en los límites de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5$  m) es de 45.8 dB.

En el gráfico adjunto se muestran los niveles de ruido audible dentro de la faja de servidumbre medidos a sobre 20 micro pascales y a 1.5 m sobre el terreno.

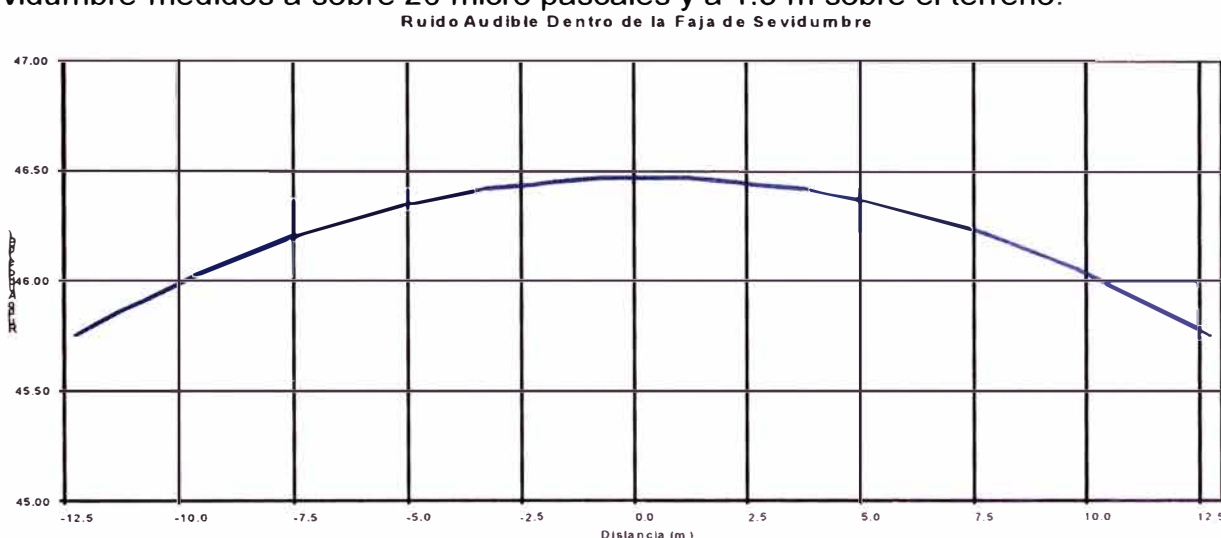


Lámina N° 17: Ruido dentro de la faja de servidumbre

El Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, fija un valor máximo al límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5\text{m}$ ), para zona residencial (según el Anexo C3.3), de 60 dB (horario diurno) y 50 dB (horario nocturno).

### Radio Interferencia

Para el cálculo del nivel de radio interferencia en la faja de servidumbre se ha seguido el procedimiento descrito en el capítulo 5 del libro del EPRI. Se ha calculado el valor de la radio interferencia en el límite de la faja de servidumbre para la condición de conductor húmedo.

Este método analítico, desarrollado también por EPRI, permite obtener la radio interferencia resultante por el efecto corona dependiendo de: la generación del R.I, propagación de R.I a lo largo de la línea y la intensidad resultante de RI en la vecindad de los conductores.

En esta metodología se parte de una función de generación ( $I^2$ ), encargada de caracterizar el efecto de la generación de ruido producido por los pulsos de corriente



corona inyectados en los conductores debidos al efecto corona. Esta función se evalúa así:

$$\Gamma = 78 - \frac{580}{E_n} + 38 \log\left(\frac{100 * d}{3.8}\right) + k_n$$

Donde

Kn	:	factor de ajuste que depende del número de subconductores
d	:	diámetro del subconductor
En	:	gradiente superficial del haz de conductores

A partir de "Γ", se determinan los voltajes y corrientes corona inyectados en los conductores, que producirán RI, a través de:

$$[I_0] = \frac{[C] * [\Gamma]}{2\pi\epsilon} \quad y \quad V_0 = Z_0 I_0$$

Donde

I0	:	Vector de corrientes corona inyectadas
V0	:	Vector de voltajes resultantes
C	:	Matriz de capacitancias de la LT
Z	:	Matriz de impedancias de la LT

Estas corrientes están asociadas a voltajes y estos a su vez a campos electromagnéticos propagados a lo largo de los conductores; la RI final es la causada por el campo eléctrico resultante, el cual puede ser calculado por medio del análisis modal, que permite encontrar de forma independiente, el campo de cada fase como una combinación lineal de los diferentes modos:

$$E_k = \left[ 2 \sum_{a=1}^n \sum_{b=1}^n \left( \frac{W^{(a)}_k W^{(b)}_k}{\alpha^{(a)} + \alpha^{(b)}} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde

$n$	:	Número de fase
$\alpha$	:	Constantes de atenuación
$k$	:	Fase con efecto corona
$W_k^{(m)}$	:	Esta se obtiene de la siguiente ecuación: $W_k^{(m)} = 30[F][P]^{-1}[G_k]$

En esta ecuación,  $m$  hace alusión al modo,  $F$  es una matriz de distancias asociada a los conductores de fase,  $P$  es la matriz de coeficientes de potencial y  $G_k$ , es la columna  $k$  de la matriz transformada de la función de generación. Obteniéndose de esta forma el campo total generado por los pulsos corona de la fase  $k$ , llamado campo de RI, referido a  $1\mu\text{V}/\text{m}$ , y expresado en dB.

El valor obtenido de radio interferencia en los límites de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5\text{m}$ ) es de  $51.3\text{ dB}$ .

En el gráfico adjunto se muestran los niveles de radio interferencia dentro de la faja de servidumbre y medidos sobre  $1\text{ uV}/\text{m}$  a  $1\text{ MHz}$  y a  $1.5\text{ m}$  sobre el terreno.

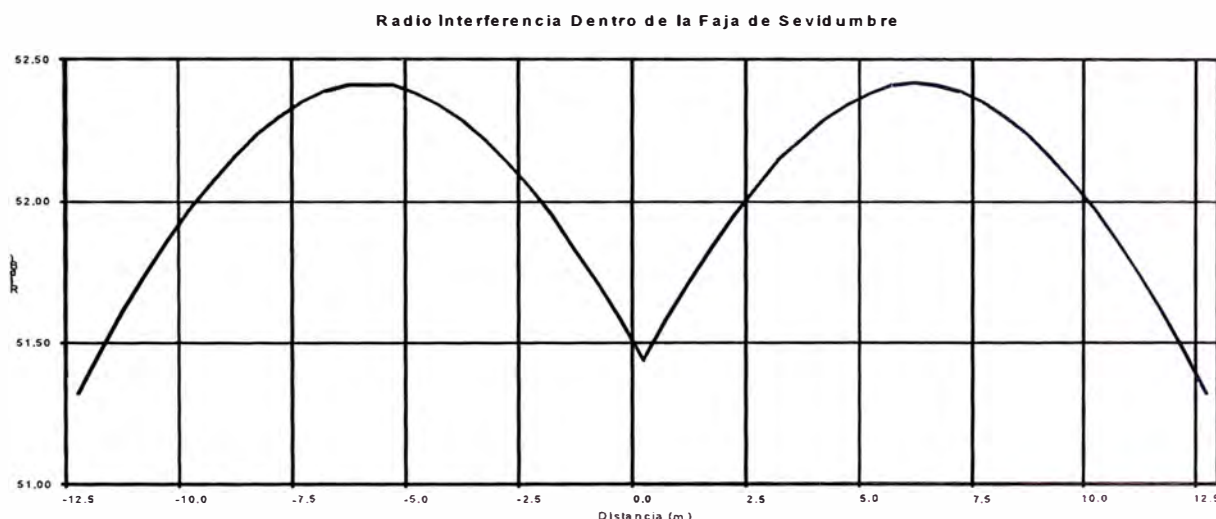


Lámina N° 18: Radio interferencia dentro de la faja de servidumbre

La Norma Canadiense, para líneas en  $220\text{ kV}$ , fija un valor máximo de  $53\text{ db}$  al límite de la faja de servidumbre.

#### 4.1.8 Selección de los Cables de Guarda

##### 4.1.8.1 Criterios de Selección

Con la finalidad de reducir a cero las salidas de la línea de transmisión por fallas en el apantallamiento, debido a descargas atmosféricas que podrían incidir sobre los

conductores de fase, se emplearán dos cables de guarda, uno de acero galvanizado y el otro del tipo "OPGW" conteniendo en su interior veinticuatro (24) fibras ópticas del tipo Monomodo.

La sección de los cables de guarda se ha seleccionado según la corriente máxima de cortocircuito que podrían soportar para un tiempo de despeje de falla de 0.5 segundos. Del estudio del sistema efectuado con la alternativa de conexión y trazo seleccionados, la máxima corriente de cortocircuito en 220 kV que se presenta entre las subestaciones de Cajamarca Norte y Galeno es de 5.6 kA. Por lo que ante un cortocircuito cada cable de guarda estará sometido a una corriente de 2.8 kA.

Para soportar esta corriente de cortocircuito por el tiempo indicado los cables de guarda deben tener un índice de  $I^2t$  (KA)<sup>2</sup> sec mínimo de 3.92. El cable de acero galvanizado a emplear es el de diámetro 3/8" – 7 hilos que tiene un índice de 6.73 para 200°C de temperatura en el conductor.

El uso del cable de guarda del tipo OPGW, además, se utilizará para los fines de comunicación y tele protección requeridos por el proyecto. Se emplea el cable de guarda tipo OPGW para una corriente de falla de 81 (kA)<sup>2</sup>.seg, de 13.4 mm de diámetro y 97.43 mm<sup>2</sup> de sección, y estará compuesto de 24 fibras ópticas.

#### **4.1.9 Sistema de Puesta a Tierra**

El objetivo de las puestas a tierra es la de proteger principalmente la vida de las personas contra los accidentes de tensión de toque o tensión de paso, en las cercanías de las torres que se ubican en zonas de circulación frecuente, ante la ocurrencia de una falla de la línea de transmisión por cortocircuito.

Las puestas a tierra también cumplen la función de facilitar el paso o la dispersión de las corrientes que resulten de descargas atmosféricas y evitar de esa forma que se

produzca el fenómeno de contorneo inverso o “back-flashover”; de tal manera que el sistema eléctrico se mantenga en un estado óptimo para su funcionamiento.

Tomando en cuenta que la resistencia de puesta a tierra tiene influencia en el funcionamiento de la línea de transmisión frente a las descargas atmosféricas, y con el nivel isoceraúnico de 40 considerado y para obtener la probabilidad de fallas por descargas retroactivas (back-flashover) cercano a 0 (ver anexo E).

La resistencia de puesta a tierra de las estructuras deberá tener los siguientes valores máximos, de acuerdo a los requerimientos del Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011, en la Regla 036.B:

Cuadro N° 8: Resistencias de puesta a tierra.

Tipo de Zona	Resistencia de Puesta a Tierra
Tránsito frecuente	Menor o igual a 15 Ohm
Tránsito no frecuente	Menor o igual a 25 Ohm

Las mediciones de resistividad de cada estructura de la línea de transmisión 220kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno se adjunta en el anexo D.

## 4.2 CRITERIOS DE DISEÑO MECÁNICO

### 4.2.1 Parámetros de Diseño Mecánico

#### 4.2.1.1 Cargas de viento

Se aplica la Regla 250.C del Código Nacional de Electricidad (CNE) – Suministro 2011, para determinar la carga de viento sobre conductores, estructuras y aisladores, cuya formulación es la siguiente:

$$P_v = K \cdot V^2 \cdot S_f \cdot A$$

Dónde:

$P_v$  = Carga en Newtons

$V$  = velocidad de viento (m/s).

$S_f$  = factor de forma (1 para conductor y aislador y 3.2 para torres de celosía)

$K$  = Constante de presión

$K = 0.613$  para las elevaciones hasta 3 000 m.s.n.m.

$K = 0.455$  para las elevaciones mayores de 3 000 m.s.n.m.

$A$  = área proyectada (m<sup>2</sup>).

Así, para la máxima velocidad de viento considerada se tiene:

$$V = 113 \text{ km/h} \leftrightarrow 31.5 \text{ m/s}$$

De donde se tiene las siguientes cargas de viento máximo:

- Conductor :  $(0.455) \cdot (31.5)^2 \cdot (1) / (9.806) = 46.038 \text{ kg/m}^2$
- Aislador :  $(0.455) \cdot (31.5)^2 \cdot (1) / (9.806) = 46.038 \text{ kg/m}^2$
- Estructura :  $(0.455) \cdot (31.5)^2 \cdot (3.2) / (9.806) = 147.322 \text{ kg/m}^2$

#### 4.2.1.2 Rango de Temperatura del Conductor

- Mínimo : -10 °C
- Media : 10 °C
- Máximo : 65 °C (Temperatura de Diseño)
- Hielo sobre conductor y cable de guarda: 6 mm (\*)

(\*): Debido a que no existe información específica de acumulación de nieve o formación de hielo en los conductores de líneas existentes en zonas similares a las del proyecto se adoptará como previsión una capa de hielo como máximo de 6 mm en el conductor y en los cables de guarda.

#### 4.2.1.3 Rango de Temperatura de los Cables de Guarda

- Mínimo : -10 °C
- Máximo : 30 °C

#### 4.2.1.4 Factores de Seguridad (máximos tiros de trabajo)

- **Conductor**

Tensión de cada día : 18% Tiro de rotura

Máxima de trabajo : 60% Tiro de rotura

- **Cables de Guarda**

Tensión de cada día : 11.5% Tiro de rotura para OPGW 97 mm<sup>2</sup>

9% Tiro de rotura para A°G° 50 mm<sup>2</sup>

Máxima de trabajo : 60% Tiro de rotura

- **Aisladores**

A la rotura de partes mecánicas : 2.5

A la rotura electromecánica de los aisladores : 3.0

#### 4.2.1.5 Factores de Sobrecarga para Estructuras

Se tomará como referencia el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011, para el caso de grado de construcción tipo B, (Art. 253-1-Tabla 253-1), empleando los siguientes factores de sobrecarga aplicados a las cargas de los conductores sobre las estructuras de soporte:

Para estructuras de suspensión, angular y terminal:

- Cargas Verticales : 1.50
- Cargas Transversales debido al viento : 2.50
- Cargas Transversales debido a la tensión : 1.65
- Cargas Longitudinales en anclajes : 1.65

#### 4.2.1.6 Factores de Resistencia

El Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011 (Tabla 261-A) establece que los valores de sobrecarga dados anteriormente deberá ser utilizados con el siguiente factor de resistencia:

- Estructuras metálicas : 1.00

#### 4.2.1.7 Parámetros básicos

Datos de los cables

Cuadro N° 9: Datos de conducto y cable guarda

Descripción	Conductor	Cable guarda
Tipo	1100 MCM, ACAR	OPGW
Diámetro (mm)	30.65	13.41
Masa unitaria (kg/m)	1.548	0.418
<b>Tracciones (kg)</b>		
Tracción con viento máximo	2 930	1 110
Tracción EDS	2 185	655
Tracción con hielo máximo	3 065	1 130
Tracción con hielo reducido+viento	2 680	930
Tracción a la temperatura mínima	2 280	690

Las características del OPGW son consideradas valores máximos, por lo que las cargas actuantes en la estructura se han calculado considerando dos cables de guarda del tipo OPGW.

#### 4.2.2 Cálculo Mecánico del Conductor y Cables de Guarda

Las Hipótesis de Estado o Carga consideradas han sido tomadas de las recomendaciones indicadas en el Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, de proyectos instalados en las cercanías de la zona del proyecto y de mediciones de viento y temperatura efectuadas en los últimos cinco años en las cercanías del proyecto.

La tensión media o tensión de cada día (EDS), que corresponde a un peso del conductor sin sobrecargas y a una temperatura media (10 °C), dará una tensión a la que el conductor estará sometido la mayor parte del tiempo. Esta tensión, por experiencia en líneas eléctricas cercanas al proyecto, se estima en 18% del tiro de rotura del conductor. Se tomará como vano básico el valor de 340 m.

La máxima carga de trabajo considerada es de 60%, según lo indicado en la regla 261.I del CNE.

La condición de temperatura máxima (referido a la flecha máxima con el que se efectuará la distribución preliminar de las estructuras en el perfil del trazo) considera la máxima temperatura ambiente (35°C), más la elevación por la corriente circulante por el conductor (30°C) y el equivalente de temperatura por efecto "creep" (calculado por el programa de distribución de estructuras).

Hipótesis y Cálculo Mecánico del Conductor y Cables de Guarda:

HIPOTESIS N° 1	E.D.S.
Temperatura media	10 °C
Presión de viento	0 kg/m <sup>2</sup>
Esfuerzo de trabajo	18% UTS - Conductor 11.5% UTS - Cable OPGW 9.0 % UTS - Cable de AoGo
HIPOTESIS N° 2	MAXIMA VELOCIDAD DEL VIENTO
Temperatura	5 °C
Presión de viento	46.038 kg/m <sup>2</sup> (Vel-viento = 31.5 m/s)
Máximo esfuerzo de trabajo	60% UTS



HIPOTESIS N° 3	:	MAXIMA TEMPERATURA
Temperatura	:	65 °C + $\Delta T$ – Conductor
		35 °C – Cables de Guarda
Presión de viento	:	0 kg/m <sup>2</sup>
Máximo esfuerzo de trabajo	:	<60% UTS
		$\Delta T$ , Equivalente térmico por fenómeno creep
HIPOTESIS N° 4	:	MINIMA TEMPERATURA
Temperatura	:	-10 °C
Presión de viento	:	0 kg/m <sup>2</sup>
Máximo esfuerzo de trabajo	:	60% UTS
HIPOTESIS N° 5	:	MAXIMA CARGA DE DE HIELO
Temperatura	:	0 °C
Presión de viento	:	0 kg/m <sup>2</sup>
Espesor de Hielo	:	6 mm (dens=913 kg/m <sup>3</sup> )
Máximo esfuerzo de trabajo	:	60% UTS
HIPOTESIS N° 6	:	HIELO + VIENTO
Temperatura	:	0 °C
Presión de viento	:	11.15 kg/m <sup>2</sup> (Vel-viento = 15.5 m/s)
Espesor de Hielo	:	3 mm (dens = 913 kg/m <sup>3</sup> )
Máximo esfuerzo de trabajo	:	60% UTS
HIPOTESIS N° 7	:	OSCILACION DE CADENA - Conductor
Temperatura	:	5 °C

Presión de viento	:	29.57 kg/m <sup>2</sup> (25.25 m/s)
Espesor de Hielo	:	0 mm (dens = 913 kg/m <sup>3</sup> )
Máximo esfuerzo de trabajo	:	60% UTS

### Método de Cálculo

El cálculo de los esfuerzos mecánicos y flechas, de una condición inicial a una condición final, ha sido efectuado empleando la Ecuación de Cambio de Estado.

La ecuación del cambio de condiciones nos permitirá hallar cuál es la peor condición a la que estará sometido un conductor en un vano, es decir, aquella situación en la que nos acerquemos más a la rotura del conductor; esta será la hipótesis más desfavorable.

Inmediatamente después elegiremos el vano, teniendo presente que cuanto mayor sea el vano las flechas resultantes serán mayores y por tanto también la altura de las estructuras de la línea.

La ecuación del cambio de estado tiene la forma:

$$T^2 (T + A) = B$$

Los datos de los conductores, necesarios para los cálculos, son:

### Conductor Activo

Sección Total	:	557.42 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	:	30.65 mm
Peso por unidad de longitud	:	1.548 kg/m
Tensión de rotura	:	12 135 kg
Módulo de elasticidad final	:	6 046 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	:	23.04 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>

## Cable OPGW

Sección Total	97.4192 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	13.4112 mm
Peso por unidad de longitud	0.4182 kg/m
Tensión de rotura	5 602 kg
Módulo de elasticidad final	9 421 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	17.46 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>

## Cable de Acero Galvanizado

Sección Total	51.0773 mm <sup>2</sup>
Diámetro exterior	9.144 mm
Peso por unidad de longitud	0.4063 kg/m
Tensión de rotura	6 985 kg
Módulo de elasticidad final	17 577 kg/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de dilatación térmica	11.52 x 10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>

Considerando las hipótesis más desfavorables se han calculado las tensiones y flechas para vanos desde 100 m hasta 1200 m, considerando desnivel 0. En cuadro adjunto, que es mostrado en el Anexo C, se dan los valores obtenidos. Las columnas de datos corresponden a:

Esfuerzo (kg/mm<sup>2</sup>) – Esf

Tiro horizontal (kg) – Tiro

Parámetro de la catenaria (m) – Param

Flecha en punto medio del vano (m) – flecha

Relación entre tiro en el conductor y su tiro de rotura – Tr (%)

De los valores obtenidos, se observa que para ninguna de las condiciones climáticas que se podrían presentar en la zona del proyecto, los esfuerzos en los conductores superan el valor de 60% de su correspondiente tiro de rotura establecido como límite.

Para el pre-diseño de la silueta de las estructuras se tomará como vano básico el valor de 340 m, para el cual la flecha, para la condición de temperatura máxima, es de aproximadamente 10.6 m.

### 4.2.3 Cálculo Mecánico de las Estructuras

Teniendo en cuenta que la zona donde se ubica el proyecto es de característica típica sierra eriaza, se utilizará torres autosoportadas metálicas de acero galvanizado resistente a la corrosión, de forma tronco piramidal, de doble circuito con doble cable de guarda y un conductor por fase, similar a las que existen en la zona del proyecto.

Las estructuras serán diseñadas para soportar todas las cargas longitudinales y transversales que se determinen en el cálculo mecánico, considerando los factores de sobrecarga establecidas en las normas de diseño.

Las estructuras tendrán una altura básica de manera que se pueda definir diferentes alturas, permitiendo variaciones de -3 m hasta +3 m con respecto a su altura básica, sin modificar la parte superior de la estructura, además estarán provistas de patas desniveladas de alturas variables de 1.0 m, con el objeto de aprovechar los desniveles naturales del terreno y/o poder alcanzar mayores alturas entre el suelo y el punto de suspensión o retención del conductor para vencer obstáculos naturales.

#### 4.2.3.1 Definiciones Básicas – Vanos de Diseño

Cada tipo de estructura típica es diseñada en función de sus vanos característicos:

- **Vano lateral:** El vano más largo admisible adyacentes a la estructura, que determina las dimensiones geométricas.
- **Vano viento:** La semisuma de las longitudes de los vanos adyacentes.

- **Vano peso:** La carga vertical que ejercen los conductores sobre la estructura en sus puntos de amarre dividida por la carga unitaria vertical del conductor.

Además, en el pre-diseño de las estructuras, se tiene en consideración los ángulos de desvío máximos del trazo de la línea.

#### 4.2.3.2 Tipos de Estructuras

Los valores de vano viento, vano peso, altura útil y ángulo de deflexión máxima de los vértices del trazo de la línea fueron definidos a partir de un análisis del trazado efectuado en campo y de diferentes distribuciones de estructuras efectuadas

La optimización de los parámetros de las torres fue orientada por los siguientes criterios:

Los tipos que componen la serie deben atender todas las situaciones de carga posibles de ser encontradas a lo largo de la línea;

Cada tipo debe tener sus características seleccionadas de modo que pueda ser utilizado siempre próximo de su capacidad máxima de carga.

Las estructuras serán compuestas por los siguientes tipos:

- S2 : suspensión, en alineamiento o en ángulo hasta 2°
- A2 : anclaje-angular para ángulos hasta 35°
- T2 : angular-terminal para ángulos hasta 70° y terminal

El cuadro a continuación muestra las prestaciones de cada tipo de estructura con sus características básicas:

Cuadro N° 10: Prestaciones de cada tipo de estructura y características básicas.

Estructura	Vano Medio (m)	Vano Peso (m)	Ángulo (grados)	Altura Conductor Inferior (m)	
				Mínima	Máxima
<b>S2</b>	490 (450)	700	0 ( 2°)	19.0	28.0
<b>A2</b>	400 (1200)	1000 / -250	35° (0°)	19.0	25.0
<b>T2</b>	400	600 / -200	70°/ terminal	19.0	25.0

### 4.2.3.3 Geometría y Siluetas

La geometría y silueta de las estructuras está determinada por los requerimientos de aislamiento para soportar las sobretensiones y la separación de las torres a lo largo del perfil de la línea de transmisión.

La altura de las torres es variable en extensiones o cuerpos de 3 metros.

### 4.2.3.4 Pesos complementarios

Cadena de suspensión	:	126 kgf
Cadena de anclaje	:	132 kgf
Ensamble de cable de guarda:		10 kgf

### 4.2.3.5 Cálculo de los Arboles de Carga de Estructuras

#### CASO 1. CARGAS NORMALES – MÁXIMO VIENTO

En condiciones normales se admitirá que la estructura está sujeta a la acción simultánea de las siguientes fuerzas:

#### a) Cargas Verticales

- El peso de los conductores, cables de guarda, aisladores y accesorios para el vano peso máximo en hipótesis de viento máximo.
- El peso propio de la estructura.

#### b) Cargas Transversales

- La presión del viento sobre el área total neta proyectada de los conductores, cable opgw y cadena de aisladores, para el vano medio correspondiente.
- La presión del viento sobre la estructura.
- La componente horizontal transversal de la máxima tensión del conductor determinada por el ángulo máximo de desvío.
- La componente horizontal transversal de la máxima tensión del cable opgw determinada por el ángulo máximo del desvío.

## c) Cargas Longitudinales:

- El tiro unilateral resultante del desequilibrio de cargas de todos los conductores y cable opgw (no aplicable para estructura de suspensión).

## CASO 2. CARGAS NORMALES – HIELO MÁXIMO

## a) Cargas Verticales:

- El peso de los conductores, cables de guarda, aisladores y accesorios para el vano gravante correspondiente a hielo máximo.
- El peso propio de la estructura.

## b) Cargas Transversales:

- La proyección de la resultante de los tiros de los conductores y cable opgw a hielo máximo, en dirección de la bisectriz del ángulo de línea.

## c) Cargas Longitudinales:

- El tiro unilateral resultante del desequilibrio de cargas de todos los conductores y cable OPGW (no aplicable para estructura de suspensión).

## CASO 3. CARGAS NORMALES – VIENTO REDUCIDO

## a) Cargas Verticales:

- El peso de los conductores, cables de guarda, aisladores y accesorios para el vano peso máximo en hipótesis de viento reducido (hielo + viento)
- El peso propio de la estructura.

## b) Cargas Transversales:

- La presión del viento sobre el área total neta proyectada de los conductores, cable OPGW y cadena de aisladores para el vano medio correspondiente.
- La presión del viento sobre la estructura.

- La componente horizontal transversal de la máxima tensión del conductor determinada por el ángulo máximo de desvío.
  - La componente horizontal transversal de la máxima tensión de los cables OPGW determinada por el ángulo máximo del desvío.
- c) Cargas Longitudinales:
- El tiro unilateral resultante del desequilibrio de cargas de todos los conductores y cables OPGW (no aplicable para estructura de suspensión).

#### CASO 4. CARGAS EXCEPCIONALES–(ROTURA DE CABLE DE GUARDA - OPGW):

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

La fuerza de rotura del cable OPGW tendrá el valor siguiente:

- Para estructura de suspensión: 100% de la máxima tensión del cable.
- Para estructura de anclaje: 100% de la máxima tensión del cable.
- Para estructura Terminal: 100% de la máxima tensión del cable.

Esta fuerza será determinada en sus componentes longitudinal y transversal según el ángulo de desvío.

#### CASO 5. CARGAS EXCEPCIONALES–(ROTURA DEL CONDUCTOR SUPERIOR):

En condiciones de carga excepcional se admitirá que la estructura estará sujeta, además de las cargas normales, a una fuerza horizontal correspondiente a la rotura del conductor superior, en Hipótesis de Viento Máximo.

La fuerza de rotura del conductor tendrá el valor siguiente

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



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

Esta fuerza será determinada en sus componentes longitudinal y transversal según el correspondiente ángulo de desvío.

#### CASO 6. CARGAS EXCEPCIONALES – (ROTURA DEL CONDUCTOR MEDIO):

Similar a hipótesis 5, para el conductor medio.

#### CASO 7. CARGAS EXCEPCIONALES – (ROTURA DEL CONDUCTOR INFERIOR):

Similar a hipótesis 5, para el conductor inferior.

#### CASO 8. CARGAS DE MONTAJE

Se considera todos los conductores intactos, vano peso igual a dos veces el vano peso normal, más el peso de herrajes y las cadenas de aisladores, velocidad de viento 20 km/h y conductor a temperatura EDS.

#### **4.2.3.6 Diseño Mecánico de Cadena de Aisladores**

Los aisladores Vidrio – anti neblina y los diversos componentes de las cadenas tendrán una resistencia de rotura mínima de 160 kN.

Las cadenas de anclaje estarán conformadas por los siguientes componentes:

Cadena de suspensión:

- Grillete recto
- Adaptador anillo - bola
- Descargador superior, inferior tipo anillo - Raqueta
- 21 Aisladores antifog
- Adaptador casquillo – ojo alargado.

- Grapa de suspensión anticorona

Cadena de anclaje:

- Grillete recto
- Adaptador anillo - bola
- Descargador superior, inferior tipo anillo - Raqueta
- 22 Aisladores antifog
- Anillo anticorona
- Adaptador casquillo – ojo alargado.
- Grapa de anclaje a compresión

#### 4.2.4 Cálculo Aproximado de los Pesos de las Estructuras

Para estimar el peso de las estructuras metálicas se ha empleado el método de Marjerrison. Dicho método de cálculo relaciona las fuerzas transversales, longitudinales y verticales a las que está sometida la estructura metálica bajo las diferentes hipótesis de carga consideradas. Las fuerzas se toman de los árboles de carga previamente efectuados.

La expresión empleada es:

$$W = C k h (T^{2/3} + (0.876*V)^{1/2} + L^{2/3})$$

En donde:

- W : peso de la torre en libras.
- C : constante que varía de 0.08 a 0.12.
- h : altura del centro de gravedad de las cargas de los conductores (pies)
- T : carga transversal total debida a los conductores, en libras.
- V : carga vertical total de los conductores, en libras.
- L : carga longitudinal de los conductores, en libras

k : variable que depende de la distancia entre las fases, tal como se describe:

Para estructuras en ángulo y terminal:

$$k = \sqrt{2.89 + \frac{L^2}{1,250}}$$

Para estructuras en suspensión:

$$k = \sqrt{1.44 + \frac{L^2}{400}}$$

Siendo L el brazo máximo de fuerza de torsión para las cargas longitudinales.

Las fórmulas indicadas son empíricas pero dan resultados satisfactorios, los cuales se muestran en el cuadro a continuación y en el anexo F

Cuadro N° 11: Pesos referenciales de Estructuras Metálicas

EXTENSION	SUSPENSION S2 (2°)	ANGULAR A2 (35°)	ANGULAR E2 (5°)	TERMINAL T2 (70°+Terminal)
EXT - 3	9,341	12,920		19,659
EXT ± 0	10,228	14,284	21,120	21,735
EXT + 3	11,116	15,648		23,811
EXT + 6	12,004	17,013		
EXT + 9	12,892	18,377		
EXT + 12	13,779	19,741		

### 4.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE OBRAS CIVILES




#### 4.3.1 Geología y Geotecnia

En la etapa de Ingeniería Definitiva del Proyecto se deberán realizar los estudios de geología y geotecnia que tienen por objetivo proporcionar los parámetros de cimentación que permitan conseguir un óptimo diseño de obras civiles de las cimentaciones de las estructuras de la línea de transmisión.

#### 4.3.2 Tipos de suelos

De la inspección superficial efectuada para el estudio del trazo de ruta de la línea de transmisión se determinaron tres tipos de suelo: arenoso con arcillas y fragmentos de rocas, roca meteorizada y roca caliza, cuyos parámetros principales se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12: Características del suelo

CARACTERÍSTICAS DEL SUELO		
TIPOS DE SUELO	CARACTERÍSTICAS	Q ad kg/cm <sup>2</sup>
TIPO I 	Suelo arenoso con arcillas y fragmentos de roca intemperizada medianamente compacto.	0.80
TIPO II 	Promontorios de roca meteorizada. presencia de margas.	3.50
TIPO III 	Matriz de roca caliza grisacea.	10.00

### 4.3.3 Selección del tipo de fundación

La selección del tipo de cimentación tomará en cuenta la naturaleza y capacidad portante del suelo de fundación, y la magnitud de las cargas que serán aplicadas sobre las fundaciones.

En aquellos lugares donde se presenten suelos de capacidad portante adecuada o donde exista roca fracturada, se usará una fundación de concreto armado conformada por un pedestal y su respectiva zapata.

Los lugares donde se presente roca fija sin alterar, se usará una fundación mediante un bloque de concreto armado.

### 4.3.4 Diseño de fundación

Para las estructuras metálicas tipo celosía las fundaciones serán dimensionadas tomando en cuenta las cargas actuantes sobre ellas, la capacidad portante del terreno, los códigos de diseño mencionados y los criterios indicados a continuación:

- Datos de la geometría de la base de las torres
- El espaciamiento de las patas de las estructuras de acero en el punto donde las cargas son transferidas a la cimentación
- La pendiente de las patas de las torres

- El tamaño y características de los perfiles angulares que constituyen los “stub”
- Las cargas de diseño a considerar serán las proporcionadas por los resultados del cálculo estructural de las torres
- El tipo de cimentación de cada torre será verificado basado en las cargas de compresión y tracción actuantes, con sus esfuerzos longitudinal y transversal asociados, para las condiciones más críticas halladas.

Asimismo, el tipo de cimentación de cada torre será verificado basado en la capacidad portante y características del suelo.

Para la cimentación en terreno normal, cada una de la patas de la torre consistirá de una cimentación de concreto armado, la cual consta de una zapata cuadrada con forma de pirámide truncada desde la cual sale un pedestal que sobresale del terreno una longitud según plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-001.

Embebido en este pedestal se instalará el “stub”, siendo éste último la extensión de la pata de la torre dentro de la cimentación.

#### **4.3.5 Normas**

Los criterios de diseño a seguir para el cálculo de las fundaciones de estructuras de la Línea de Transmisión, se regulan con las normas y códigos peruanos vigentes, y las normas internacionales complementarias, entre las cuales podemos mencionar:

- Norma Técnica de Edificación NTE 060 – Concreto Armado
- Norma Técnica de Edificación NTE 030 – Diseño Sismorresistente
- Norma Técnica de Edificación NTE 050 – Suelos y Cimentaciones
- American Concrete Institute ACI-318/99
- American Institute of Steel Construction – AISC
- American Society for Testing and Materials – ASTM

## **CAPÍTULO V**

### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

#### **5.1 ASPECTOS GENERALES - TRAZO DE RUTA**

De acuerdo a la evaluación realizada en el capítulo 3, se ha determinado que las alternativas 3 y 7 resultan técnicamente viables, sin embargo debido al riesgo que ocasiona el paso de la línea de transmisión por propiedad de Yanacocha, se ha optado por la alternativa 3, donde el tramos que atraviesa la propiedad de Yanacocha es mínimo, también se han evaluado las dificultades sociales, propiedad de los terrenos de terceros, accesos a los trazos. Asimismo se detalla en el anexo G el resultado del análisis eléctrico de flujo de potencia de las alternativas planteadas.

Para el diseño del trazo se han tomado datos de perfil topográfico obtenidos mediante los programas Google Earth y 3D router buithing, Garmin, PLS cadd y Auto CAD; además mapas geológicos, y trabajos de reconocimiento de campo, tales como reconocimiento de arqueología superficial y geología y geotecnia superficial del trazo elegido. Ver plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-002 de Trazo de Ruta de Línea de Transmisión.

##### **5.1.1 Puntos de conexión al SEIN**

El punto determinado para la conexión del suministro eléctrico del proyecto Galeno al SEIN será en la barra de 220 kV de la SE. Cajamarca Norte donde se implementará dos bahías de salida en 220kV.

La subestación Cajamarca Norte se encuentra ubicada a 31 Km de la ciudad de Cajamarca. El área de las subestaciones de potencia se ubica entre las siguientes coordenadas UTM PSAD-56:

Cuadro N° 13: Coordenadas geográficas de las subestaciones.

Subestación	Norte	Este
Cajamarca Norte	9,218,216	763,822
Galeno	9,227,039	793,733

L.T. 220 kV CAJAMARCA NORTE - GALENO  
Ubicación Pd lica

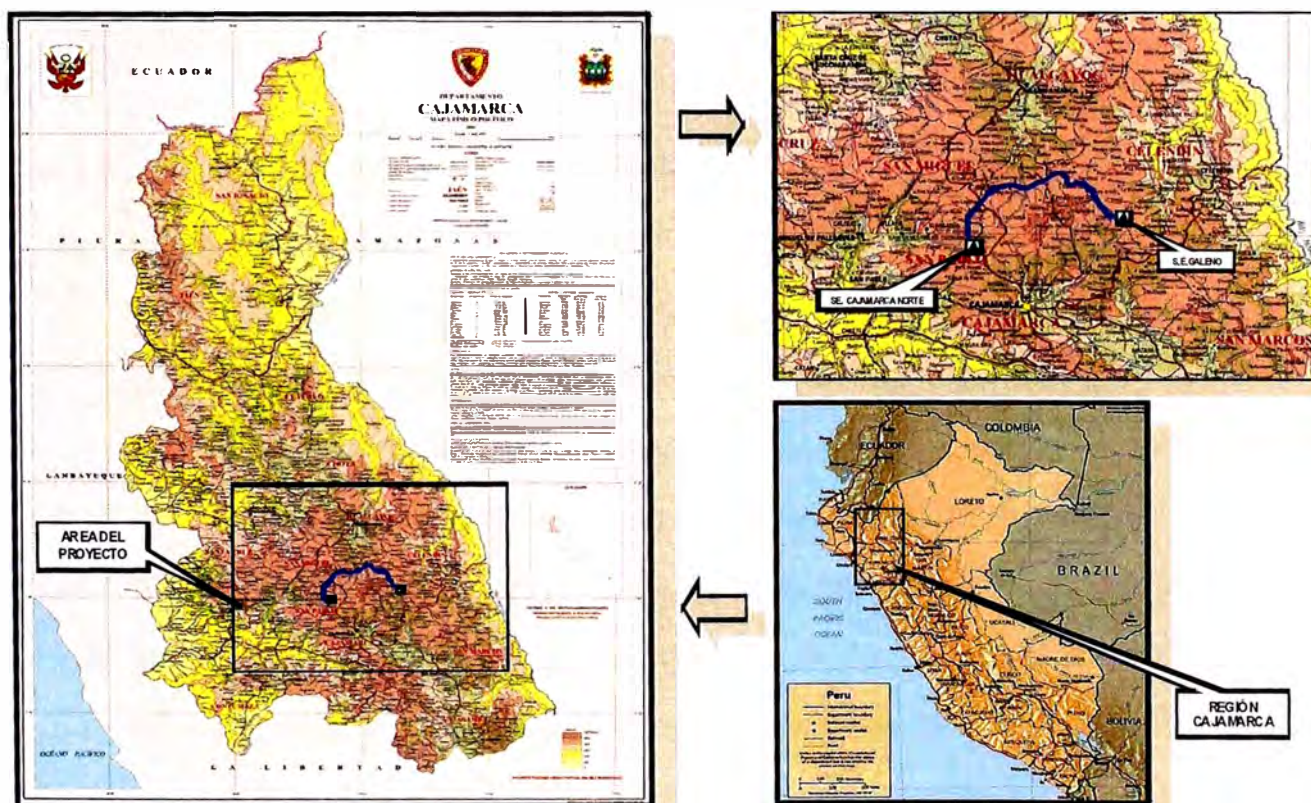


Lámina N° 19: Ubicación geográfica LT. 220kV SE Cajamarca Norte – Galeno

### 5.1.2 Descripción del recorrido

Las características más importantes del trazo de ruta de la línea de transmisión en 220kV que conectará la SE. Cajamarca Norte con la SE. Galeno 220/22,9 kV son las siguientes:

- Tensión : 220 kV

- N° de Circuitos : 02
- Longitud : 47,067.75 m
- Conductor activo : ACAR 1100 MCM
- Número de vértices : 26
- Estructuras : Torres de celosía de acero galvanizado
- Aislamiento : Aisladores de porcelana tipo Suspensión Antineblina
- Puesta a Tierra: Conductor de acero recubierto con cobre de 35mm<sup>2</sup>, varilla de acero recubierto con cobre de 16mm<sup>2</sup> x 2,4m.
- Altitud mínima : 3,420 m.s.n.m
- Altitud máxima : 4,070 m.s.n.m.

### 5.1.3 Descripción del Trazo de Ruta

- El trazo de la Línea de Transmisión de 220 kV inicia su recorrido por el lado Sur de la SE. Cajamarca Norte, partiendo de un pórtico ubicado con coordenadas UTM sistema WGS-84: 764787E - 9219182N. La línea en gran parte de su recorrido cruza por terrenos de propiedad de terceros, la longitud total del trazo de la L.T. se desarrolla en una zona ondulada, rocosa y con dirección de Oeste a Este. Entre los vértices 16 y 17, se atraviesa un tramo de aproximadamente 1.3 km por terrenos de minera Yanacocha SRL.
- El tramo V0A a V1 se desarrolla en dirección sur a norte, cruza un pequeño tramo rocoso, este tramo tiene una distancia horizontal de 180 m.
- El tramo V1 a V2, tiene una distancia horizontal de 457 m, y cruza con la LT en 220kV SE Cajamarca Norte-SE Cerro Corona, asimismo un tramo de plantaciones de pino, propiedad de la Cooperativa Atahualpa, el vértice V2 se ubica sobre roca fracturada.
- El tramo V2 a V3, tiene una distancia horizontal de 3,553 m, se desarrolla en zona ondulada en su mayor parte con plantaciones de pino, también cruza la quebrada "Tranca" de poca profundidad; el vértice V3 se ubica sobre roca



meteorizada.

- El tramo V3 a V4, tiene una distancia horizontal de 3,729 m, su recorrido es por terreno ondulado, rocoso y en gran parte sobre plantaciones de pino, cruza también la quebrada del río Tinte. El V4 está sobre roca.
- El tramo V4 a V5, tiene una distancia horizontal de 5,077 m, la línea continúa su recorrido por terreno ondulado, cruza la quebrada Mala Muerte y el cerro El caballero, e ingresar a la pampa Shoclla, donde está el V5, terreno normal.
- El tramo V5 a V6, tiene una distancia horizontal de 1,835 m, el trazo continúa por la parte baja del cerro Chalhuaquero, jurisdicción del caserío La Apalina Alta, cruza la carretera a Hualgayoc y plantaciones de pino, el vértice V6 está sobre roca fracturada
- El tramo V6 a V7, tiene una distancia horizontal de 2,144 m, al igual que el tramo anterior se desarrolla por la parte baja del cerro Chalhuaquero, paralelo a la carretera de penetración a Yanacancha y Chanta, además cruza tramos con pequeñas plantaciones de pino, el vértice V7 sobre suelo normal.
- El tramo V7 a V8, tiene una distancia horizontal de 2,141 m, este tramo cruza la carretera a Yanacancha y Chanta con dirección al cerro Huangayoc, atravesando terrenos de pastizales y ondulados, el vértice V8 se ubica sobre roca caliza.
- El tramo V8 a V9, tiene una distancia horizontal de 2,468 m, y hace su recorrido con dirección sur-este; este tramo está en la jurisdicción del caserío “La Extrema”, el terreno es ondulado, el vértice V9 sobre roca caliza.
- El tramo V9 a V10, tiene una distancia horizontal de 2,462 m, en dirección este, cruza la quebrada “Las Vizcachas”, inicia el ascenso hacia el cerro “El Fraile” ubicándose a media altura el V10 sobre roca caliza.
- El tramo V10 a V11, tiene una distancia horizontal de 1,480 m, el trazo continúa

ascendiendo el cerro “El Fraile” sobre roca caliza hasta llegar a la jurisdicción del caserío de “Cushuro Bamba” donde se ubica el V11 sobre roca meteorizada.

- El tramo V11 a V12, tiene una distancia horizontal de 1,130 m, el trazo continúa en forma ascendente y por terrenos ondulados hasta llegar al cerro “Piedras Gachas” donde se ubica el V12 sobre roca, en su trayecto cruza propiedades del caserío Cushuro Bamaba y la carretera Chanta – Combayo.
- El tramo V12 a V12A, tiene una distancia horizontal de 2,579 m, atravesando propiedad del caserío de “Totora Cocha”, cruza la carretera de Chancadora a El Alumbre por terreno ondulado y pastizales, llegando a media altura del cerro “Peña del Águila” donde se ubica el vértice V12A sobre roca caliza.
- El tramo V12A a V13, tiene una distancia horizontal de 790 m, el trazo se desarrolla por la falda del cerro “Peña del Águila”, esta zona es rocosa con baja pendiente, el vértice V13 está sobre roca caliza.
- El tramo V13 a V14, tiene una distancia horizontal de 1,028 m, el trazo se desarrolla por la falda del cerro “Peña del Águila”, entre la laguna Totora Cocha y el mencionado cerro con dirección norte a sur, tramo con pendiente aproximada de 45°, el vértice V14 se ubica en una loma sobre roca caliza.
- El tramo V14 a V15, tiene una distancia horizontal de 2,123 m, el trazo continúa por terreno ondulado, rocoso y con dirección norte a sur hasta llegar al cerro Derrumbe donde a media altura se ubica el V15 sobre roca fracturada
- El tramo V15 a V16, tiene una distancia horizontal de 2,138 m, se desarrolla con dirección oeste a este y cruza la carretera Combayo - El Alumbre, continúa por terreno ondulado hasta cruzar al cerro “Pencayoc”, donde se ubica el V-16, propiedad de Minera Yanacocha S.R.L. (se atraviesa 400 m terrenos de propiedad de MYSRL).
- El tramo V16 a V17, tiene una distancia horizontal de 860 m, el trazo se

desarrolla en forma ascendente por el cerro Pecayoc dentro de la propiedad de Minera Yanacocha S.R.L (se atraviesa 900 m), presenta un relieve de total afloramiento de roca caliza, en el cuál se ubicará el vértice V17.

- El tramo V17 a V18, tiene una distancia horizontal de 558 m, el trazo de ruta en este tramo se desarrolla por la parte alta del cerro Pencayoc, sobre roca caliza.
- El tramo V18 a V19, tiene una distancia horizontal de 891 m, desde este punto el trazo comienza a descender el cerro Pencayoc hacia la zona de San Nicolás, tramo muy rocoso de formación caliza, donde se ubica el V19.
- El tramo V19 a V20, tiene una distancia horizontal de 884 m, el trazo continúa descendiendo por zona rocosa.
- El tramo V20 a V20A, tiene una distancia horizontal de 1,914 m, el trazo continúa a media altura de la quebrada de San Nicolás, zona de baja pendiente, y parte baja del cerro Quinuapampa, el vértice V20A se ubica sobre roca.
- El tramo V20A a V21, tiene una distancia horizontal de 1,226 m, el trazo continúa a media altura por la margen derecha de la quebrada San Nicolás, y cruza la carretera Combayo – Campamento Minas Conga, donde se ubica el vértice V21.
- El tramo V21 a V22, tiene una distancia horizontal de 1,007 m, este tramo cruza la quebrada de San Nicolas para ascender al cerro Quishuar Conga, el vértice V22 se ubica sobre terreno agrícola, propiedad del Sr. Ángeles Flores Llamoga.
- El tramo V22 a V23, tiene una distancia horizontal de 1,590 m, el trazo se desarrolla por la parte alta del caserío “El Porvenir”, zona ondulada, con afloramiento de roca caliza, el vértice V23 se ubica sobre roca.
- El tramo V23 a V24, tiene una distancia horizontal de 1,608 m, el trazo cruza la quebrada de Hierva Buena y asciende al cerro “Palta Rumi”, jurisdicción del “Caserío de Hierva Buena Alta”, cruza la carretera de penetración al caserío mencionado ubicándose en la parte alta el V-24 sobre roca caliza.

- El tramo V24 a T-T. Este tramo es la última parte del trazo, cuya distancia horizontal es de 1,015 m, cruza la parte alta del cerro “Palta Rumi” de relieve ondulado rocoso para ingresar a la zona de “Chugur”, donde se ubicará la nueva Sub Estación Galeno que se ubica en la coordenada UTM sistema WGS84: E-793732.690 – N-9227039.231, sobre una altitud de 3569 m.s.n.m.

#### **5.1.4 Inspección Arqueológica Superficial**

Se ha efectuado la inspección arqueológica del trazo de la línea observando detalladamente la superficie dentro del área de servidumbre (20 m). Esta inspección ha sido realizada con la finalidad de descartar presencia de material cultural en ella, tales como cerámica, lítico y/o, arquitectura.

La geomorfología del terreno en algunos sectores se presenta semi plana, en otras semi abrupta y abrupta, siendo el recorrido del trazo de la línea en su mayoría accidentado, destacándose las pendientes pronunciadas y topografía ondulante con presencia de afloramientos rocosos y vegetación de altura.

Entre los vértices V15 y V16 a una distancia de 600 m y en dirección sur-este, se encuentra el sitio arqueológico de Pencayocc. Por encontrarse distante no presenta colindancia con el trazo de la línea.

A una distancia promedio de 60 m del vértice V20A se han registrado dos sitios arqueológicos: Campanario 01 y Campanario 02, pero por la distancia no presentan colindancia con el trazo de la línea.

Asimismo a una distancia promedio de 200 m del vértice V22 se han registrado tres sitios arqueológicos: El Porvenir, Mantilla y Pilluccnayocc, pero por la distancia no presentan colindancia con el trazo de la línea.

De la inspección superficial efectuada se concluye que el trazo de la línea se ubica en zonas con escasas evidencias culturales no encontrándose evidencias de restos arqueológicos en el trazo de la línea de transmisión.

#### **5.1.5 Faja de servidumbre**

El ancho de la franja de servidumbre es de 25 m, 12.5 m a cada lado del eje de la línea, según lo establecido por el Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011 (Tabla 219 – Anchos Mínimos de Faja de Servidumbre) y por la Norma del Ministerio de Energía y Minas N° DGE-025-P.1/1988 aprobada con R.D. 111-88-DGE/ONT.

Para efectos de compensación por servidumbres se considera un área de 15 m x 15 m que serán ocupadas por cada estructura de la línea de transmisión y el ancho de los caminos de acceso a construir serán de 4 m de ancho.

Al límite del derecho de paso se han verificado los fenómenos electromagnéticos tales como campo eléctrico y magnético, la RI (radiointerferencia), y RA (ruido audible), según los límites permisibles por las normas.

#### **5.1.6 Coordenadas de los Vértices de la Línea**

El proyecto minero Galeno, donde se ubicará la nueva subestación del mismo nombre, está localizado a 12km al sur de la ciudad de Celendín, provincia de San Pedro, en el departamento de Cajamarca.

La subestación Cajamarca norte, operada actualmente por la empresa de transmisión eléctrica CONEHUA, se encuentra ubicada a unos 35 Km al norte de la de la ciudad de Cajamarca, en el distrito del mismo nombre, junto a la carretera de penetración a la ciudad de Cajamarca.

Los vértices o cambios de dirección de la línea de transmisión, con origen en el pórtico de salida de la nueva ampliación de la SE. Cajamarca Norte (SEIN) y con final en la

SE Galeno se representan en la siguiente tabla en coordenadas UTM PSAD-56, y en el plano de trazo de ruta del plano UNI-FIM-IS-M4-14-02-002:

Cuadro N° 14: Cuadro de coordenadas de vértices de la LT 220 kV  
L.T. 220kV S.E. CAJAMARCA NORTE - S.E. GALENO

VERTICE	DATUM WGS84 (ZONA 17)		DISTANCIA PARCIAL (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	COTA (msnm)
	ESTE	NORTE			
PORTICO	764787	9219182		0.00	3607.12
V0	764754	9219164	37.36	37.36	3607.12
V0A	764677	9219136	82.30	119.66	3608.22
V1	764577	9219287	180.59	300.25	3607.38
V2	764501	9219738	457.36	757.61	3607.08
V3	763179	9223036	3553.10	4310.70	3416.21
V4	763604	9226741	3729.30	8040.00	3544.01
V5	766784	9230699	5077.22	13117.22	3619.84
V6	767744	9232263	1835.13	14952.35	3710.52
V7	769664	9233218	2144.39	17096.74	3768.54
V8	771771	9233602	2141.71	19238.45	3808.94
V9	774133	9232886	2468.14	21706.59	3784.86
V10	776492	9233591	2462.09	24168.68	3893.26
V11	777906	9234029	1480.28	25648.96	3899.86
V12	778898	9234571	1130.41	26779.37	4008.09
V12A	781021	9236036	2579.41	29358.78	3946.82
V13	781798	9235891	790.41	30149.20	3880.63
V14	782574	9235216	1028.49	31177.69	3856.69
V15	783846	9233516	2123.20	33300.89	4041.53
V16	785948	9233912	2138.98	35439.87	4011.01
V17	786773	9233668	860.33	36300.20	4187.73
V18	787089	9233207	558.91	36859.10	4223.06
V19	787639	9232506	891.01	37750.11	3982.72
V20	788494	9232281	884.11	38634.22	3923.90
V20A	788795	9230390	1914.81	40549.03	3793.93
V21	789462	9229361	1226.27	41775.30	3719.22
V22	790255	9228740	1007.22	42782.52	3824.46
V23	791159	9227431	1590.82	44373.33	3813.36
V24	792665	9226867	1608.15	45981.48	3895.72
TT	793647	9226997	990.57	46972.04	3859.18
PORTICO	793733	9227039	95.71	47067.75	3856.31

## 5.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA

### 5.2.1 Nivel de Tensión

Viene determinado por el nivel de la tensión del punto de conexión con el SEIN.

- Tensión nominal (kVef.) 220 kV
- Tensión máxima (kVef.) 245 kV

### 5.2.2 Nivel de Aislamiento

Para el nivel de tensión dado, de acuerdo a las normas IEC, se selecciona:

- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial,  $U_{ws}$  : 460 kV
- Tensión soportada nominal a impulsos de tipo rayo,  $U_{wl}$  : 1,708 kV
- Nivel de contaminación según IEC 60815 : IV - 31 mm/kV

(Entre fases) en las cercanías de la SE Galeno

Debido a que la línea discurre a altitudes superiores a 3000 msnm se ha corregido el nivel básico de aislamiento (BIL) de 1,050 kV al valor indicado.

### 5.2.3 Nivel De Cortocircuito

Del estudio de pre-operatividad se extrae que las corrientes de cortocircuito máximas esperadas para la línea de transmisión proyectada, no superan los 3,5 kA.

### 5.2.4 Capacidad de Transmisión

La línea de transmisión proyectada presenta las siguientes capacidades:

Cuadro N° 15: Capacidad de transmisión línea.

Línea de transmisión	Nº de circuitos	Nº de conductores por fase	Potencia nominal prevista (MVA)	Capacidad de diseño de conductores ( $T_{max60^\circ}$ ) (MVA)
LT 220 kV SE Cajamarca Norte – SE. Galeno	2	1	90	180

### 5.2.5 Distancia Mínima Horizontal entre Conductores de acuerdo a las Flechas

Se tomará en cuenta lo indicado en el Código Nacional de Electricidad, reglas 235.B.1.b y 235.B.2, que indica que la distancia mínima de seguridad en la estructura para conductores de línea mayores de 35 mm<sup>2</sup> debe ser:

$$H = 7.62 * kV + 8 * \sqrt{(2.12 * S)}$$

Dónde:

H : Distancia mínima horizontal entre conductores (mm)

kV : Máxima tensión de servicio

S : Flecha del conductor para T=25°C y PV=0 km/h, (para flecha=8,500 mm)

Reemplazando datos se tiene que  $H = 7.62 * 245 + 8 * (2.12 * 8,500)^{0.5} = 2,941 \text{ mm}$

### 5.2.6 Distancias horizontal mínimas de seguridad

En base al CNE suministro 2011 (Tablas 232-1 y 233-1), se considera las siguientes distancias de seguridad vertical al terreno y entre conductores que se cruzan.

Estas distancias de seguridad verticales se aplican para la Hipótesis de Temperatura Máxima del Conductor en estado final.

#### Distancia vertical de conductor sobre el nivel del piso o camino

- Sobre carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones : 10.0 m
- Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones : 9.4 m
- Sobre terrenos recorridos por vehículos, como cultivos, bosques, etc. : 9.4 m
- Sobre espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos : 8.0 m
- Sobre calles y caminos en zonas rurales : 9.4 m

#### Distancias Verticales entre conductores

- Sobre cables de comunicaciones : 4.71 m
- Sobre conductores eléctricos hasta 23 kV : 4.11 m



- A conductores eléctricos de 220 kV : 8.22 m

### 5.2.7 Distancias mínimas a masa

Las distancias mínimas a masa para el nivel de tensión de 220 kV se definen básicamente por sobretensión a impulso, sobretensión de maniobra y por sobretensión a frecuencia industrial. De acuerdo a Normas IEC 71-1, 71-2, 61865 [8] y publicación del EPRI, las distancias mínimas a masa que serán adoptadas son las siguientes:

- Por Sobre tensión a Impulso : 3.0 m
- Por Sobre tensión de Maniobra : 2.5 m
- Por Sobre tensión a Frecuencia Industrial 60Hz : 1.0 m

### 5.2.8 Características Conductor Seleccionado

Se utilizará conductor de aluminio con aleación de aluminio (ACAR) debido al buen comportamiento ante condiciones ambientales en proyecto similares en la zona.

Las características principales del conductor son:

- Material : Aluminio-Aleación Aluminio
- Denominación : ACAR 1 100 MCM
- Norma de Fabricación : ASTM/IEC
- Sección Nominal : 557.42 mm<sup>2</sup>
- Número de hilos x diámetro : (Alum 33+Aleac. 28) x 3.41 mm
- Diámetro exterior : 30.65 mm
- Masa por unidad de longitud : 1.548 kg/m
- Tensión de rotura : 12,135 kg
- Módulo de elasticidad final : 6,046 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación térmica : 23.04 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Resistencia eléctrica en A.C a 25 °C: 0.0583 Ohm/km

- Resistencia eléctrica en A.C a 75 °C: 0.0684 Ohm/km
- Factor de radio geométrico : 0.7726
- Coef. de temp. (variación de resist.): 0.003564

### 5.2.9 Cadenas de Aisladores

Características de los aisladores de vidrio templado tipo Antifog presentarán las siguientes características técnicas:

- Tensión Nominal : 220 kV
- Uso : Suspensión / Anclaje
- Material aislante : Vidrio templado
- Tipo : Antifog
- Diámetro de disco : 330 mm
- Espaciamiento : 146 mm
- Distancia de fuga mínima : 545 mm
- Carga de ruptura mínima : 160 kN
- Sostenimiento a frecuencia industrial
  - En seco : 90 kV
  - Bajo lluvia : 55 kV
- Sostenimiento a Impulso : 140 kV
- Peso neto aproximado : 8.8 kg

#### Cadena de aisladores

Las cadenas de aisladores estarán compuestas por 21 unidades en cadenas de suspensión y 22 unidades en cadenas de anclaje.

Los ensambles de aisladores deberán soportar un esfuerzo electromecánico mínimo de 160 kN.

### 5.2.10 Características de los Cables de Guarda

#### Acero Galvanizado

Las características principales del cable de guarda de acero galvanizado son:

- Tipo de material : Acero Galvanizado, grado EHS
- Norma de fabricación : ASTM A363
- Sección nominal : 50 mm<sup>2</sup>
- Sección real : 51.08 mm<sup>2</sup>
- Número de hilos x diámetro : 7x3.05
- Diámetro exterior : 9.144 mm
- Peso por unidad de longitud : 0.40627 kg/m
- Tensión de rotura : 6 985 kg
- Módulo de elasticidad final : 17 577 kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación térmica : 11.52 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Resistencia eléctrica en C.C a 20 °C: 4.304 Ohm/km

#### OPGW

Las características principales del cable de guarda tipo OPGW son:

- Numero de fibras : 24 monomodo 1350/1550
- Carga de rotura : 5 602 Kg
- Diámetro Total : 13.4 mm
- Sección Total : 97.43 mm<sup>2</sup>
- Peso Unitario : 0.418 Kg/m
- Módulo de elasticidad : 9 421 Kg/mm<sup>2</sup>
- Coeficiente de dilatación térmica : 17.46 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>
- Relación de cortocircuito : 81(kA)<sup>2</sup>\*sec
- Resistencia eléctrica en C.C a 25 °C: 0.42241 Ohm/km

### 5.2.11 Parámetros de la Línea de Transmisión

Con el conductor, cables de guarda y silueta de la estructura típica, que corresponde a una estructura de suspensión, se han calculado los parámetros de la línea de transmisión, los cuáles son:

De secuencia Directa

- Resistencia : 0.06608 ohmios/Km (para 60°C de oper.)
- Reactancia : 0.52411 ohmios/Km
- Capacitancia : 8.5096 nf/Km
- Susceptancia : 3.2080 uS/Km

De secuencia Cero

- Resistencia : 0.3148 ohmios/Km
- Reactancia : 1.3032 ohmios/Km
- Capacitancia : 6.4975 pf/Km
- Susceptancia : 2.4495 uS/Km
- Impedancia característica : 406 ohmios
- Potencia Natural : 119 MW

Los parámetros indicados corresponden a Conductor ACAR 1100 MCM, dos cables de guarda (OPGW y AoGo) y a la silueta indicada en esquema adjunto.

El valor máximo ocurre a 4.5 m del eje de la línea y tiene un valor de 4.7 uT y en el límite de la faja de servidumbre ( $\pm 12.5$  m) el valor del campo es de 4.1 uT.

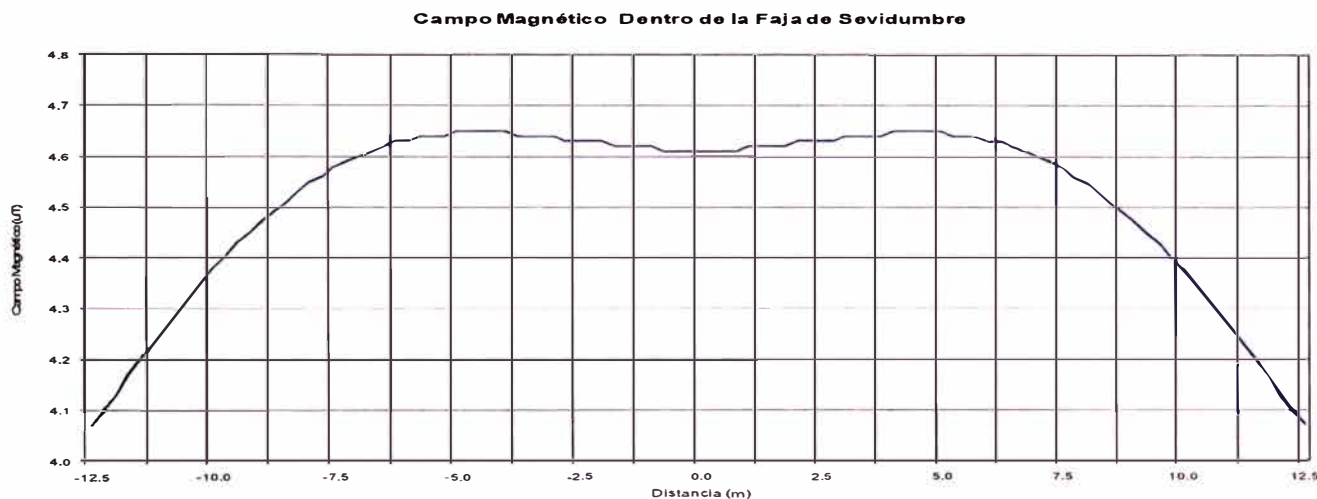


Lámina N° 17: Campo magnético dentro de la faja de servidumbre

#### 5.2.14 Campo eléctrico y Efecto Corona

Se ha calculado los niveles del campo eléctrico máximo dentro de la franja de servidumbre y en el límite de ella, medidos a 1m del suelo se obtiene que el valor máximo ocurre a 0 m del eje de la línea con un valor de 2.1 kV/m, y en el límite de la faja de servidumbre es 1.1 kV/m. Internacionales toman como límite el valor de referencia 5 kV/m

Se muestra a continuación el gráfico de distribución de intensidad de campo eléctrico, calculados a una altura de 1 m sobre el nivel del suelo.

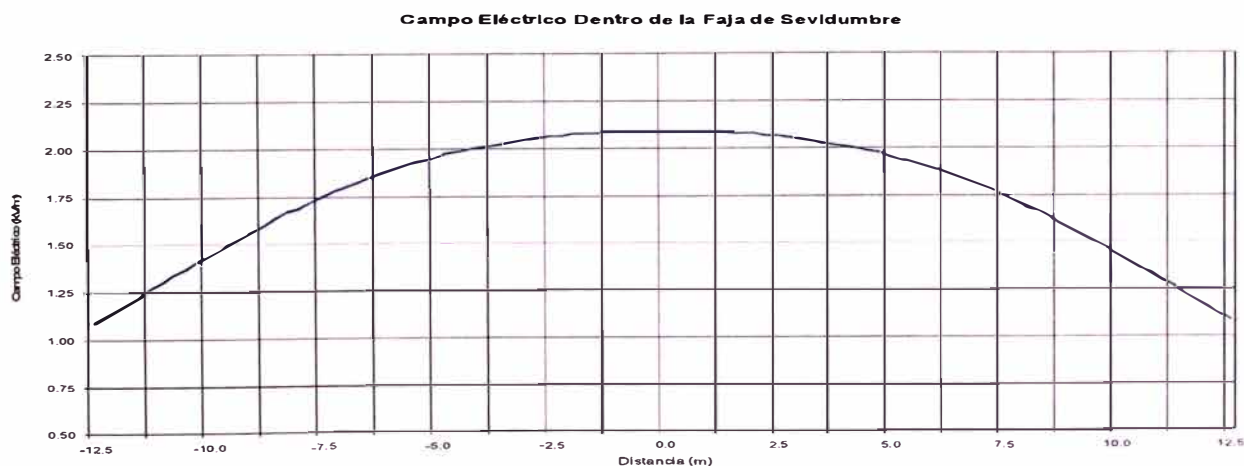


Lámina N° 18: Campo electromagnético de la faja de servidumbre

#### 5.2.14.1 Gradiente Superficial en el Conductor

Empleando el método de "Markt y Mengele", se ha calculado el gradiente de potencial máximo en la superficie del conductor. El valor del gradiente máximo, entre las fases es de  $E_{max}=13.87 \text{ Vef/cm}$ . El valor obtenido es menor a los 17 kV/cm usualmente recomendado como límite máximo.

Utilizando la fórmula de Peek, el valor del gradiente de inicio del fenómeno corona para buen tiempo empleando la fórmula de Peek, es de  $E_{c-seco} = 21.647 \text{ kV/cm}$ ,

Para el caso de estación húmeda es de  $E_{c-humedo} = 17,318 \text{ kV/cm}$

#### 5.2.15 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra será diseñado a fin de proteger a las personas de elevaciones peligrosas de tensión, en el caso de fallas a tierra.

La resistencia de puesta a tierra de las estructuras deberá tener los siguientes valores máximos, de acuerdo a los requerimientos del Cne Suministro - 2011, en la Regla 036.B.:

- Tránsito frecuente                      Menor o igual a 15 Ohm
- Tránsito no frecuente                      Menor o igual a 25 Ohm

Conforme a los criterios establecidos en el ítem anterior el sistema de puesta a tierra estará conformado por contrapesos de longitud variable de acuerdo a los valores de resistividad del terreno, los contrapesos serán de conductor de acero recubierto de cobre 7 N° 10 AWG y cubiertos con una capa de compuesto químico como; cemento conductivo, Hidrosolta, favigel u otro, cuya utilización permite la reducción de la resistencia de puesta a tierra a valores aceptables en suelos de muy alta resistividad.

Se han efectuado las mediciones de resistividad del terreno en los vértices del trazo de la línea de transmisión. De estas mediciones se han estimado las resistividades de

cada una de las estructuras de la línea. En el Anexo D se muestran las resistividades medidas.

Los materiales a utilizar en las puestas a tierra son los siguientes:

- Conductor de acero con recubrimiento de cobre - copperweld 7 N°10 AWG.
- Jabalinas de copperweld de 5/8" x 2.40 m de longitud.
- Conector varilla - conductor.
- Conector estructura-conductor.
- Tierra de cultivo.
- Bolsas sales químicas, bentonita, de 25 kg.
- Compuesto químico como Hidrosolta o favigel.

### 5.2.16 Estructuras

Se emplearan torres de celosía metálica autosoportadas, con perfiles angulares de acero galvanizado y unidos por medio de pernos, tuercas, arandelas y planchas metálicas. Las torres serán diseñadas para simple terna con disposición de las ménsulas tipo "triangular".

El galvanizado recomendado para estas estructuras, será de tipo inmersión en caliente con un recubrimiento mínimo de 800 gr/m<sup>2</sup>.

El cuadro a continuación muestra las prestaciones de cada tipo de estructura con sus características básicas, el cual de acuerdo a los ángulos de línea del trazo de ruta y la topografía del terreno, se prevé su el empleo:

Cuadro N° 16: Tipos de torres utilizados

Estructura	Utilización	Vano Medio (m)	Vano Peso (m)	Ángulo (grados)	Altura Conductor Inferior (m)	
					Mínima	Máxima
<b>S2</b>	Suspensión	490 (450)	700	0 ( 2°)	19.0	28.0
<b>A2</b>	Anclaje angular	400 (1200)	1000 / -250	35° (0°)	19.0	25.0
<b>T2</b>	Terminal	400	600 / -200	70°	19.0	25.0

Para los cruces de las líneas de transmisión en 220 kV SE Cajamarca Norte - Cerro Corona (existente) y Cajamarca Norte - Minas Conga (en proyecto), se emplearán estructuras de mayor elevación, las cuales son de 57 m y 75 m respectivamente.

La parte inferior de cada tipo de torre deberá ser diseñada de manera que se pueda variar fácilmente su altura útil en tramos fijos de 3 m hasta un máximo de 6 m sin necesidad de modificar la parte superior de la torre.

La geometría y silueta de las estructuras está determinada por los requerimientos de aislamiento para soportar las sobretensiones y la separación de las torres a lo largo del perfil de la línea de transmisión.

La altura de las torres es variable en extensiones o cuerpos de 3 metros.

La silueta de las diferentes torres utilizadas se presenta en la sección de planos.

### **5.2.17 Árboles de Carga**

Los árboles de carga o diagramas de carga de las estructuras, son la base de diseño y cálculo de los postes, tienen en cuenta los criterios de dimensionamiento definidos en el CNE (Código nacional de Electricidad), en normas internacionales y la práctica de diseño de líneas aéreas.

Se determinan para cada tipo de estructura las cargas máximas de trabajo, atendiendo a los vanos y a las cargas establecidas en el CNE Tomando en cuenta los criterios de diseño descritos anteriormente, se determinan los árboles de carga para cada una de las estructuras, detallado en la sección de planos.

### **5.2.18 Pre diseño de fundaciones**

En base a los tipos de suelos encontrados y a los árboles de carga de las estructuras e emplear en la línea de transmisión se han efectuado los prediseños de la



cimentación requerida. Por lo que se emplearán fundaciones con “stubs” embebidos en cuatro zapatas cuadradas de concreto armado y cuatro columnas también de concreto armado.

Todas las fundaciones de concreto tendrán un afloramiento de 25 cm. de altura. Las dimensiones dependerán de las características del terreno y de los tipos de torres.

La cimentación de las estructuras considera los siguientes materiales:

#### Concreto Estructural

- Esfuerzo Mínimo de Compresión ( $f'c$ ) : 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- Peso Unitario del Concreto Reforzado : 2400 kg/m<sup>3</sup>

#### Acero Estructuras A-36

- Peso Unitario del Acero Estructural : 7.85 T/m<sup>3</sup>

#### Acero de Refuerzo

- Esfuerzo Mínimo de Fluencia ( $f_y$ ) : 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

#### Recubrimiento Libre

- Recubrimiento mínimo en columnas : 5.00 cm
- Recubrimiento en fondo de zapatas : 7.00 cm

### 5.2.19 Distribución Preliminar de Estructuras

Con las coordenadas de los vértices del trazo de la línea de transmisión se ha elaborado un perfil aproximado empleando la herramienta “Google Earth”. Sobre este perfil se ha efectuado una distribución preliminar de estructuras empleando el programa PLSCAD versión 9.23.

Para la longitud de la línea de transmisión (47 Km.) se tiene la siguiente cantidad de estructuras.

Cuadro N° 17: Cantidad de estructuras.

Tipo	Cantidad x Extensión	Cantidad x Tipo	% de Uso
S2-3	38	95	68%
S2+0	24		
S2+3	11		
S2+6	21		
S2+12	1		
A2-3	20	39	28%
A2+0	10		
A2+3	6		
A2+12	1		
A2+30	2		
T2-3	5	6	4%
T2+3	1		
Total		140	100%

### 5.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN

Luego de revisar las características climatológicas del área del proyecto y haber efectuado los cálculos correspondientes, la línea de transmisión presenta las siguientes características:

- Tensión : 220 kV
- Máxima Tensión de Servicio : 245 kV
- Voltaje Resistente a Frecuencia Industrial : 460 kVef
- Voltaje Soportado al Impulso Descargas Atmosféricas : 1,708 kVp
- Nivel de contaminación : IV-31 mm/Kv (entre fases, IEC 60815), cerca SE Galeno
- Potencia de diseño : 180 MVA
- Número de circuitos : 2
- Sistema : Trifásico 60 Hz
- Disposición de conductores : Vertical
- Longitud : 47 Km

- N° de Vértices : 26
  - Conductor Activo
  - Tipo : Aluminio Reforzado con Aleación de Aluminio - ACAR 1100 MCM
  - Diámetro : 30.65 mm
  - No Cond. x Fase : 1
  - Cables de guarda : 2
- OPGW
- Tipo : OPGW -24
  - Cantidad : 1
  - Diámetro : 13.4 mm
  - Corriente de falla : 81 (kA)<sup>2</sup>.seg
  - Resistencia DC (25°C) : 0.42241 ohm/Km
- AoGo
- Tipo : EHS (extra alta resistencia)
  - Cantidad : 1
  - Diámetro : 3/8" – 50 mm<sup>2</sup>
  - Resistencia DC (20°C) : 4.304 Ohm/km
  - Estructuras
  - Material : Celosía Metálica Acero Galvanizad
  - Configuración : Vertical, Doble terna y cable de Guarda
  - Separación entre fases : 7.5 m
  - Tipo S2 : Autosoportada, suspensión
  - Tipo A2 : Autosoportada, ángulo
  - Tipo T2 : Autosoportada, ángulo-terminal
  - Tipo E2 : Angulo (torres altas)
  - Aisladores
  - Material y Tipo : Vidrio – anti neblina IEC 160 - BSP
  - Cadenas : Cadena de aisladores en suspensión tipo "I" 21 und, Cadena de aisladores en anclaje 22 und.
  - Vano adoptado de Diseño : 340 m.
  - Puestas a tierra : Contrapesos (con jabalinas)
  - Fundación : Hormigón armado hecho en sitio. Zapata y cuatro columnas independientes.

## **5.4 CAPEX**

### **5.4.1 Metodología**

El CAPEX está sustentado por los siguientes documentos:

- a) Planos desarrollados para la línea de 220 KV y especificaciones técnicas.
- b) Organigrama para la ejecución de la obra.
- c) Cronograma para la ejecución de la obra.
- d) Costos indirectos - Gastos generales y variables (mano de obra y equipos).
- e) Costo Directo - Análisis de precios unitarios de las actividades para la ejecución de la obra.
- f) Logística.
- g) Cotización de Materiales y equipos.

Con los documentos anteriores se obtiene el respaldo de los Items del Capex:

- Listado de materiales; Cubicación sacada de los planos y especificaciones
- Volúmenes de obra : Cubicación de planos
- Gastos Generales : De acuerdo a la organización y al programa de obra

La formación de cuadrillas y los rendimientos de mano de obra por unidad de obra se obtienen de proyectos anteriores y de la experiencia de los profesionales en obras similares.

### **5.4.2 Suministros**

Las cantidades de materiales se calculan considerando las siguientes premisas:

- En base al vano promedio y características topográficas del terreno se determina la cantidad de estructuras requeridas;
- Se colocará una estructura de retención intermedia tipo A60 por cada tramo de 5 a 7 km de estructuras de suspensión S o suspensión reforzada SR.

- A lo largo de toda la línea se consideran vanos grandes o con desnivel pronunciado que serán superados con estructuras de anclaje tipo A30.

En el Anexo A se muestran las cantidades de materiales aproximadas para la construcción de la Línea de Transmisión 220 kV

### 5.4.3 Logística

Las características principales de la línea son:

- Largo : 47 KM.
- Hormigón 210 kg/cm<sup>2</sup> : 1,976 m<sup>3</sup>
- Hormigón 100 kg/cm<sup>2</sup> : 310 m<sup>3</sup>
- Estructuras : 1,671 Ton.
- Cantidad de torres : 140 und
- Conductor Tipo ACAR 1100 MCM : 296.16 Km
- Cable de Guarda: OPGW 24 fibras monomodo : 53.5 Km
- Cable de Guarda: Acero Galvanizado EHS 50mm<sup>2</sup> : 49.36 Km

La logística a aplicar para desarrollar las obras y el suministro de materiales está sustentado por:

- La ubicación territorial de la obra
- Ciudades o Poblados cercanos
- Caminos de acceso
- Instalaciones Industriales cercanas relacionadas con los insumos de la obra
- Clima imperante en la zona del proyecto
- Trazado y largo de la Línea

Considerando los puntos anteriores se planifica atacar la obra mediante dos frentes de trabajo con instalaciones básicas independientes, cuyos gastos se reflejarán en el análisis de gastos generales. Uno Principal y Uno Secundario, el campamento base tendrá una capacidad de 160 personas y el campamento auxiliar será para 80 personas, ubicados en:

- Campamento base : Unidad Minera Galeno
- Campamento auxiliar : Subestación Cajamarca Norte

#### 5.4.4 Costos

En hojas de cálculo que se muestra en el anexo A de costos, se resume los costos directos e indirectos, detallando los análisis de precios unitarios y gastos generales, así como lo concerniente a la Servidumbre de la línea, el costo de los terrenos y los gastos financieros, entre otros. El detalle de los costos de la línea se ha realizado para una longitud de 47 km.

Los costos de las subestaciones no está contemplado en este informe, solo incluye los costos directos e indirectos para la línea de transmisión.

En el caso de los insumos, se considera insumo nacional solo al material menores, mientras que al insumo importado lo costos incluyen el transporte puesto en obra.

Los costos indirectos que corresponde a la gestión de permisos y negociación de la servidumbre, serán parte de los gastos del propietario.

La supervisión no se ha tomado en consideración, puesto que se asume como gastos del propietario, este costo suele estar entre el 10% al 15% del costo total del proyecto.

Cuadro N° 18: CAPEX del proyecto

Ítem	Descripción	Total
1.0	Estudios e Ingeniería	547,192
2.0	Servidumbre y Terrenos	1,064,750
3.0	Suministros	8,003,983
4.0	Obras Civiles	7,038,526
5.0	Obras Electromecánicas	4,525,607
6.0	Pruebas (Puesta en servicio)	37,727
	<b>SUB TOTAL (sin IGV)</b>	<b>21,217,784</b>

#### 5.4.5 Flujo de Desembolso Mensualizado

La grafica a continuación muestra el flujo de desembolso del proyecto o también conocido como cronograma mensualizado de las valorizaciones y curva "S" de costos, este flujo de costos integra cada una de las partidas necesarias para el desarrollo del proyecto (Ingenierías, Suministros, Permisos, Construcción y pruebas).

En base a esta información se define como línea base de costos, con lo cual se medirá los Índice de rendimiento de los Costos (CPI, Cost Performance Index) de las diferentes fases del proyecto, teniendo en consideración los siguientes conceptos:

- Valor planeado (PV, Planned Value), Es el presupuesto asignado, a una actividad o componente de la EDT.
- Valor Ganado (EV Earned Value), Valor del trabajo realizado expresado en términos del presupuesto.
- Costo Real (AC Actual Cost), Es el total de costos incurridos para lograr el trabajo.
- Índice de Rendimiento de los Costos, **CPI = EV / AC**
- Este indicador compara el costo presupuesto vs. Costo real
- Un CPI menor a 1 indica que los costos son mayores a los estimados

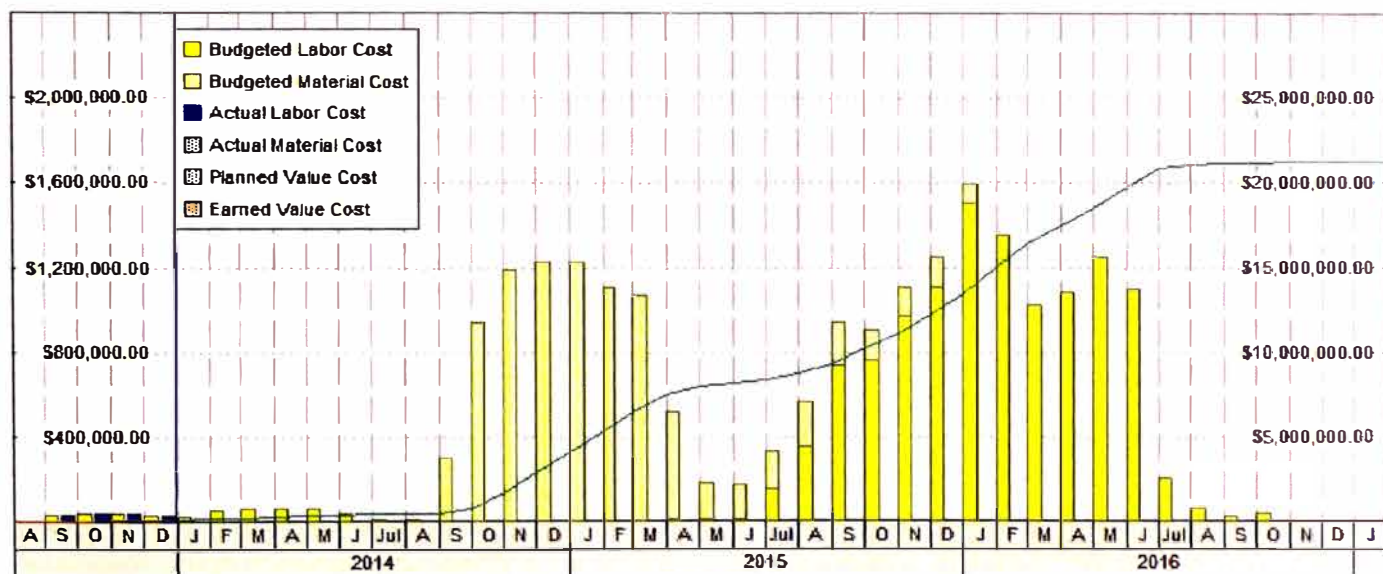


Lámina N° 21: Flujo de desembolso mensualizado del Proyecto

### 5.5 CRONOGRAMA DE EJECUCION

Como parte del desarrollo del estudio de factibilidad del proyecto se ha efectuado el Cronograma Integral del Proyecto, el cual considera los plazos requeridos para efectuar las actividades necesarias de cada etapa del proyecto, hasta la puesta en operación (línea de transmisión y ampliación subestación Cajamarca Norte).

Las etapas consideradas para el proyecto son: Estudio de factibilidad, Estudio de Preoperatividad, Estudio de Impacto Ambiental (EIA), obtención del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), Concesión Definitiva, Adquisición de Equipos y Materiales, elaboración de la Ingeniería de Detalle, Estudios de Operatividad, Gestión de Servidumbre, Ejecución de Obra y Operación experimental; la metodología para estimar los periodos de las fases del proyecto es en base a metodologías descritas en el PMbok cuarta edición [05], entre ellos estimaciones analógicas, estimaciones paramétricas y juicio de expertos.

Considerando que la compañía minera Galeno obtenga los permisos sociales y medioambientales requeridos, se indica en el cronograma a partir del mes 01 hasta la culminación de la obra y puesta en marcha.

El periodo estimado para la puesta en marcha son 35 meses, de acuerdo al cronograma adjunto.

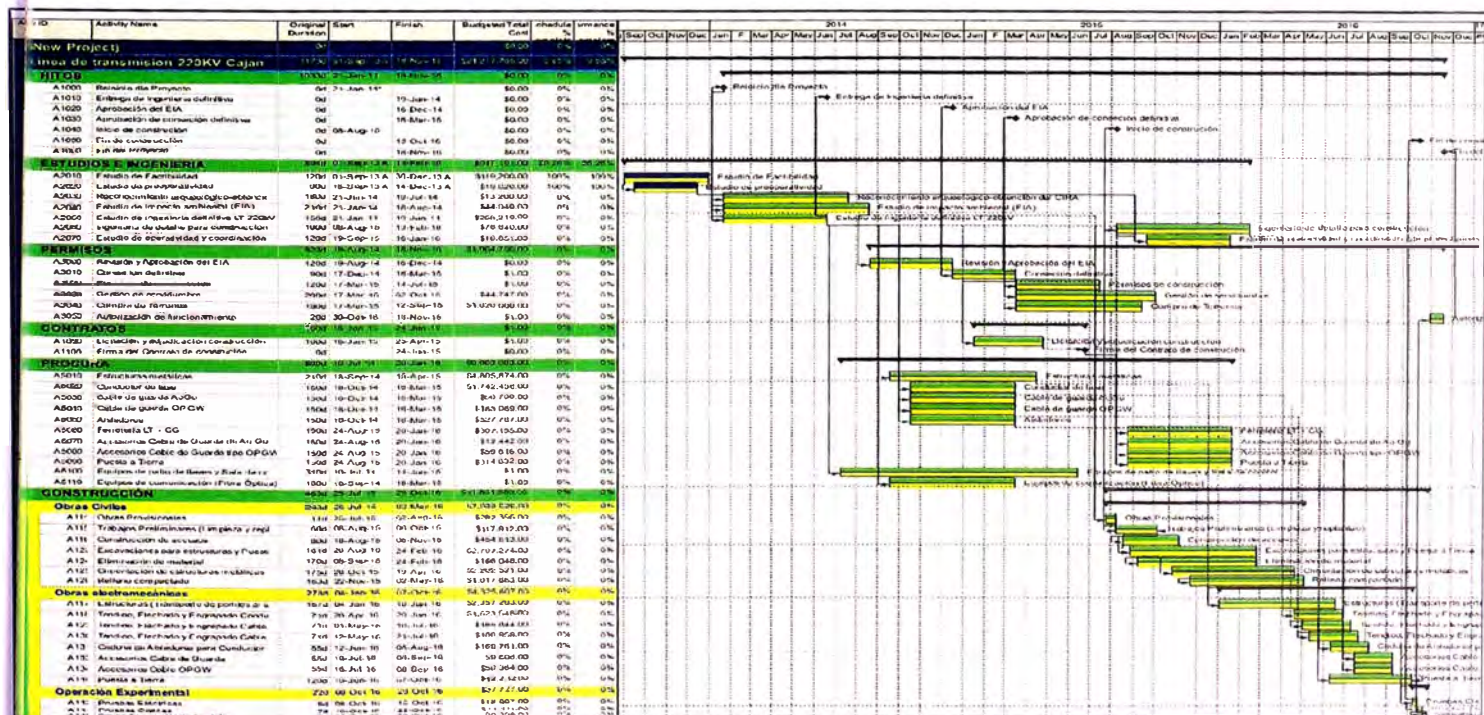


Lámina N° 22: Cronograma del Proyecto



## 5.6 CURVA "S" DE AVANCE DEL PROYECTO

La curva "S" de avance del proyecto que se muestra a continuación considera solo las actividades que reflejan avance y que están compuesta básicamente por horas hombre (HH), en el caso del suministro de material y la adquisición de terrenos en el recorrido de la línea no se considera para la curva "S", debido a que no reflejan avance al proyecto.

Una vez determinado el alcance del proyecto y definida las fechas se establece como línea base la curva "S" plan del proyecto, el cual servirá de referencia para medir el avance y progreso durante las diferentes etapas, para lo cual se debe tener en cuenta los siguientes conceptos:

- Valor planeado (PV Planned Value), Es el trabajo asignado, a una actividad o componente de la EDT.
- Valor Ganado (EV Earned Value), Valor del trabajo realizado a una actividad.
- Índice de Rendimiento del Cronograma (SPI Schedule Performance Index),  

$$SPI = EV / PV$$
  - Este indicador compara el trabajo realizado vs trabajo programado
  - El SPI menor a 1 indica que hay un retraso en el avance respecto al plan

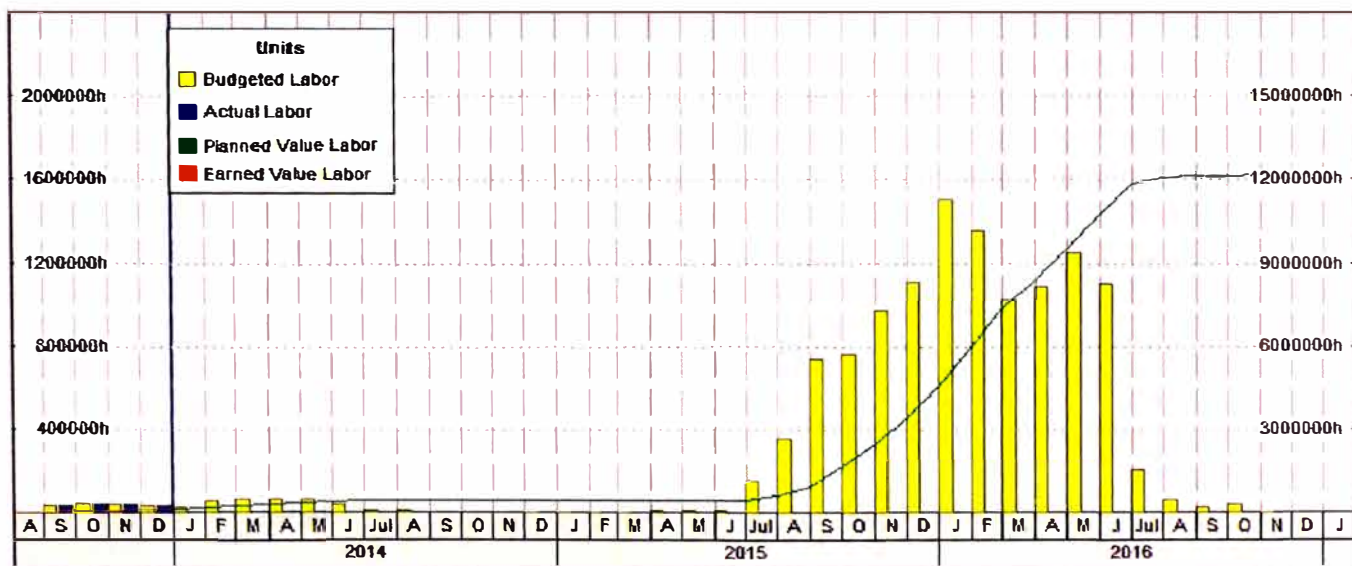


Lámina N° 23: Curva "S" del Proyecto

## **5.7 ASPECTOS CRÍTICOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN**

El aspecto más crítico para la línea será constituida por el saneamiento de la servidumbre, debido a los conflictos sociales existentes en entre la población y el sector minero en toda la región de Cajamarca, por ello la línea 220 kV tendrá gran parte del recorrido por zonas accidentadas lo cual requerirá un costo adicional.

Otro inconveniente será el pase de servidumbre a través de la propiedad de Yanacocha.

Algunos de factores que dependerán del cumplimiento de del plazo de ejecución será el manejo del personal obrero de la zona, puesto que debido a los conflictos sociales existentes se podría coludir con la población.

Finalmente, como el recorrido de la línea de 220 kV será transversal a varias líneas de transmisión de media y baja tensión, los cortes de energía constituirán un factor que debe planificarse cuidadosamente para restringir los gastos por compensación tarifaria.

## **5.8 ASPECTOS CRÍTICOS DURANTE LA OPERACIÓN**

El aspecto crítico durante la operación de la línea será el ruido audible en las zonas pobladas y la contaminación de los aisladores en las zonas cercanas a la explotación minera, tanto de Yanacocha como Galeno.

Prever en el proceso de construcción que los caminos de acceso se han adecuados y entregados en buenas condiciones, ya que facilitará el acceso a las diferentes estructuras para el mantenimiento.

Las invasiones de la franja de servidumbre es otro aspecto crítico así como el robo de algunos materiales como la puesta a tierra por lo que se recomienda la utilización de suelos artificiales (compuestos conductivos) que permitan reducir la cantidad de cobre.

En el caso de las subestaciones no se espera una operación problemática salvo que un componente importante de la misma sufra un desperfecto o tenga que realizarse un mantenimiento mayor, como el transformador de potencia. En estos casos recomienda disponer de una unidad de respaldo que pueda servir a cualquiera de las instalaciones.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo al análisis elaborado en el presente informe para el proyecto “Estudio de factibilidad de la línea de transmisión 220 kV SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno” perteneciente al proyecto minero Galeno ubicado en la región de Cajamarca, cuyo estimado de inicio de operaciones será a fines del 2017 se ha determinado lo siguiente.

### **CONCLUSIONES**

- 1) Mediante el análisis de las alternativas desarrollado en el capítulo tres, se ha determinado que la alternativa 3 es la más adecuada de acuerdo a la evaluación técnica, social y económica.
- 2) Las características básicas de la línea de transmisión son: Doble circuito, conductor ACAR 1100MCM, aisladores de vidrio anti neblina (22 anclaje y 21 suspensión), 2 cabes de guarda (OPEGW y AoGo), Torres de celosía metálica AoGo, longitud 47 km y 26 vértices.
- 3) La selección adecuada del trazo de ruta de la línea de transmisión, el cual es determinante para la fase de construcción, puesto que si se prevé las condiciones reales del terreno en el diseño, se tratará de mitigar aquellas actividades críticas que pueda ser perjudicioso para el proyecto, tales como: tipo accesos, tipo de terreno, interferencia, temas sociales entre otros, eligiendo así una ruta adecuada.
- 4) El costo de inversión estimado para la línea de transmisión asciende a la suma de 21,217,784 USD, el cual incluye el costo por materiales, equipos, costo directo e

indirecto para la instalación. La longitud de la línea eléctrica es de 47 km, con lo cual el ratio costo por km asciende 392 k-USD / km, este valor se encuentra dentro del promedio de inversión por km para líneas en 220 kV.

- 5) El plazo estimado para el desarrollo de las diferentes fases del proyecto son 35 meses desde su iniciación, pre-factibilidad, factibilidad, estudios de pre-operatividad, ingeniería definitiva, ingeniería de detalle, CIRA, EIA, Suministro de materiales, ejecución de la obra, entre otros hasta su puesta en servicio.
- 6) De acuerdo a los cálculos realizados en los gastos indirecto – gastos generales se tiene que se van a requerir aproximadamente 300 personas de mano de obra directa y 30 profesionales staff, durante los casi 8 meses que duraría la ejecución de la obra.
- 7) El aporte académico del presente informe es la descripción detallada del proceso seguido para la elaboración de un estudio para líneas de transmisión a nivel factibilidad.
- 8) Asimismo la descripción detallada de cada una de las fases necesarias para este tipo de proyectos hasta su puesta en servicio.
- 9) Finalmente el informe está respaldado por un marco teórico según normas nacionales e internacionales, tal cual se muestra en el capítulo cuatro.

## **RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda revisar el estudio “análisis eléctrico de alternativas planteadas” y “estudio de pre-operatividad” para una mejor comprensión y análisis de la correcta selección del trazo de ruta de las alternativas propuestas.
- 2) Se recomienda iniciar con los próximos estudios del proyecto como: Obtención de CIRA, elaboración y aprobación de EIA, Ingeniería definitiva para cumplir con el cronograma propuesto.

- 3) Durante el desarrollo de la ingeniería definitiva y de detalle se sugiere corroborar la zona y el tipo de terreno donde se ubicarán las estructuras, mediante inspección y calicatas (tipo: rocoso o normal, zona: accidentada, ondulada o plana). La definición correcta del terreno mitigará posibles incrementos en metros y reclamos por parte del constructor.
- 4) Se sugiere realizar las medidas de la resistividad del terreno en la ubicación de cada estructura con equipos especializados y calibrados, para una correcta definición del tipo de puesta a tierra a usar.
- 5) Los conflictos sociales deberán ser controlados y mitigados por el consultor asignado en colaboración con el área de relaciones comunitarias del propietario.
- 6) Se considera como gastos del propietario: transporte de materiales y equipos adquiridos por el propietario (hasta el lugar de instalación), los costos de supervisión, seguridad, corte de energía en la zona, entre otros.
- 7) Los análisis de precios unitarios de los costos propuestos para cada partida del CAPEX son estimados en base a proyectos similares y juicio de expertos con experiencia y habilidades en elaboración de presupuesto de líneas de transmisión.
- 8) Para obtener el costo total de inversión del proyecto, se deberá considerar además de lo descrito en este documento los gastos relacionados a las subestaciones Cajamarca Norte y Galeno, sistema de comunicación y gastos de interconexión, entre otros.

## BIBLIOGRAFÍA

- [01] Código Nacional de Electricidad (CNE) Suministro 2011.
- [02] Estudio de Factibilidad LT 220 SE. Cajamarca Norte – SE. Galeno, PdeP SAC.
- [03] Ingeniería Definitiva LT 220 kV SE Trujillo – SE. Cajamarca Norte. PdeP SAC.
- [04] Manual del EPRI (Electric Power Research Institute) “Transmission Line Reference Book” (345 kV and Above/Second Edition),
- [05] PMbok cuarta edición
- [06] Mapa de Niveles Isoceráunicos del Ing. Justo Yanque
- [07] Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- [08] IEC 61865 Cálculo de componente eléctrica de la distancia entre elementos de tensión y obstáculos (cálculo de la distancia asociada a la sobretensión).
- [09] EC-60815 Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions
- [10] IEEE 80 Std – 2000 “Guide for Safety in AC Substation Grounding”
- [11] IEC 60071-1, "Coordinación de Aislamiento", Parte 1: Definiciones, princip y reglas
- [12] IEC 60071-2, "Coordinación de Aislamiento", Parte 2: Guía de Aplicación
- [13] IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines

Co. CORONA S/E

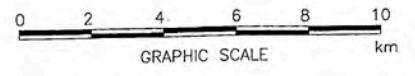
CAJAMARCA NORTE S/E

GALENO S/E

LEYEND

- LT 220kv CAJAMARCA NORTE - HUALLANCA
- LT 220kv CAJAMARCA NORTE - TRUJILLO
- LT 220kv CAJAMARCA NORTE - CERRO CORONA
- LT 220kv CAJAMARCA NORTE - GOLD MILL
- LT ALTERNATIVA 1 (47 Km.)
- LT ALTERNATIVA 2 (38 Km.)
- LT ALTERNATIVA 3 (47 Km.)
- LT ALTERNATIVA 4 (33 Km.)
- LT ALTERNATIVA 5 (14 Km.)
- LT ALTERNATIVA 6 (36 Km.)
- LT ALTERNATIVA 7 (45 Km.)
- EJE CAMINO CARGA
- NUEVO EJE CONCENTRADO
- TERRENO YANACOCHA

ALTERNATIVAS  
TRAZOS DE RUTA  
SCALE 1:100,000

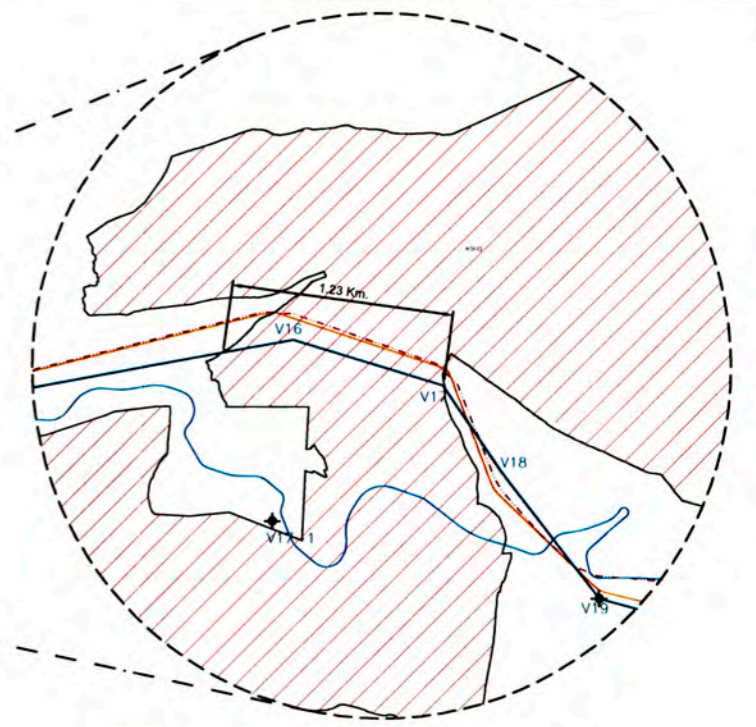
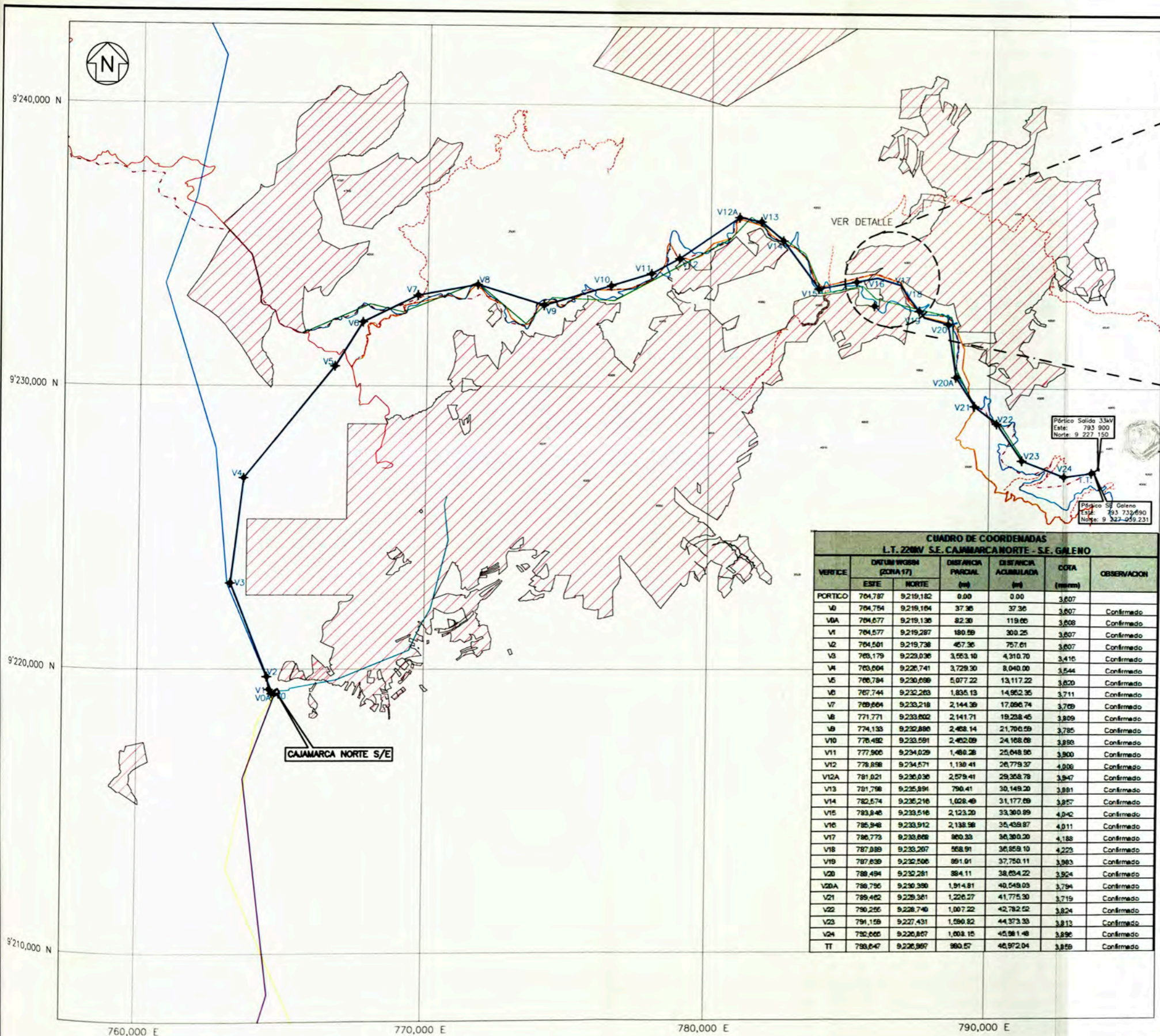


NOTES:  
1.- COORDINATES SYSTEM UTM WGS-84.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DESIGNED	M.ASTUYAURI			GALENO PROJECT BFS SISTEMA ELECTRICO DESIGN TRAZOS DE RUTA ALTERNATIVAS DE LINEAS DE TRANSMISION
CHECKED	M.ASTUYAURI			
APPROVED ENG.MGR.	M.ASTUYAURI			
APPROVED PROJ.MGR.	M.ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAVA			
SCALE IND.				DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-001
				REV. 00



DETALLE  
SCALE 1:20,000

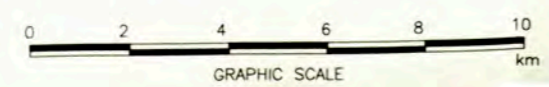
LEYEND


- LT 220KV CAJAMARCA NORTE - GALENO
- LT 220KV CAJAMARCA NORTE - HUALLANCA
- LT 220KV CAJAMARCA NORTE - TRUJILLO
- LT 220KV CAJAMARCA NORTE - CERRO CORONA
- LT 220KV CAJAMARCA NORTE - GOLD MILL
- EJE CAMINO CARGA (OPCION 1)
- EJE CAMINO CARGA (OPCION 2)
- EJE CONCENTRADO
- CARRETERA EXISTENTE
- TERRENO YANACOCHA

CUADRO DE COORDENADAS L.T. 220KV S.E. CAJAMARCA NORTE - S.E. GALENO						
VERTICE	DISTANCIA (CORA 17)		DISTANCIA PARCIAL (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	COTA (metros)	OBSERVACION
	ESTE	NORTE				
PORTICO	704.787	9.219.182	0.00	0.00	3.607	
V0	704.784	9.219.184	37.36	37.36	3.607	Confirmado
V0A	704.677	9.219.130	82.30	119.66	3.608	Confirmado
V1	704.677	9.219.287	180.59	300.25	3.607	Confirmado
V2	704.501	9.219.738	457.36	757.61	3.607	Confirmado
V3	703.179	9.223.036	3.553.10	4.310.70	3.416	Confirmado
V4	703.004	9.226.741	3.729.30	8.040.00	3.544	Confirmado
V5	706.784	9.230.698	5.077.22	13.117.22	3.820	Confirmado
V6	707.744	9.232.263	1.835.13	14.952.35	3.711	Confirmado
V7	709.604	9.233.218	2.144.39	17.096.74	3.709	Confirmado
V8	771.771	9.233.802	2.141.71	19.238.45	3.809	Confirmado
V9	774.133	9.232.886	2.408.14	21.706.59	3.785	Confirmado
V10	776.492	9.233.591	2.402.09	24.108.68	3.850	Confirmado
V11	777.905	9.234.029	1.489.28	25.648.96	3.800	Confirmado
V12	778.898	9.234.571	1.130.41	26.779.37	4.000	Confirmado
V12A	781.021	9.230.030	2.579.41	29.358.78	3.947	Confirmado
V13	781.796	9.235.891	790.41	30.149.20	3.881	Confirmado
V14	782.574	9.235.216	1.028.49	31.177.69	3.857	Confirmado
V15	783.846	9.233.516	2.123.20	33.300.89	4.042	Confirmado
V16	786.946	9.233.912	2.138.96	35.439.87	4.011	Confirmado
V17	786.773	9.233.608	800.33	36.300.20	4.188	Confirmado
V18	787.089	9.233.267	558.91	36.859.10	4.223	Confirmado
V19	787.630	9.232.506	891.01	37.750.11	3.983	Confirmado
V20	788.494	9.232.281	864.11	38.614.22	3.924	Confirmado
V20A	788.795	9.230.390	1.914.81	40.549.03	3.794	Confirmado
V21	789.462	9.229.361	1.226.27	41.775.30	3.719	Confirmado
V22	790.255	9.228.740	1.007.22	42.782.52	3.824	Confirmado
V23	791.158	9.227.431	1.590.82	44.373.33	3.812	Confirmado
V24	792.665	9.226.867	1.008.15	45.381.48	3.896	Confirmado
TT	793.647	9.226.987	960.57	46.372.04	3.859	Confirmado

NOTES:  
1.- COORDINATES SYSTEM UTM WGS-84.

TRAZO DE RUTA  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
SCALE 1:75,000





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
PLANO DE PLANTA GENERAL  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAVA		

SCALE: IND.

DRAWING N°:  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-002

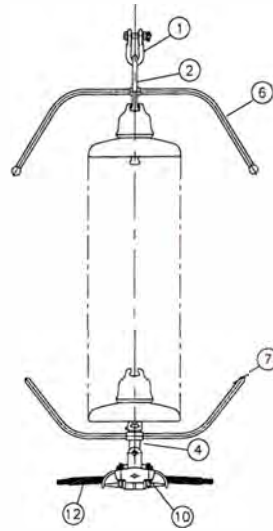
REV. 00



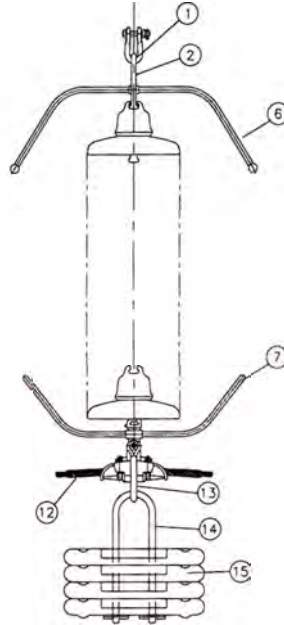
# PLANOS

CADENAS DE SUSPENSION

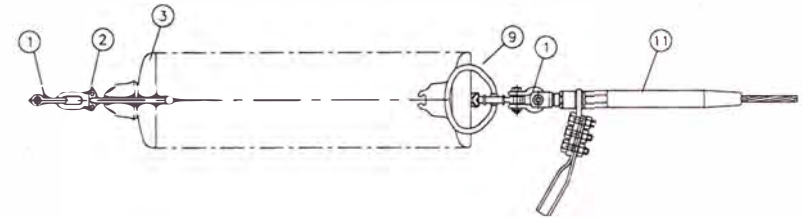
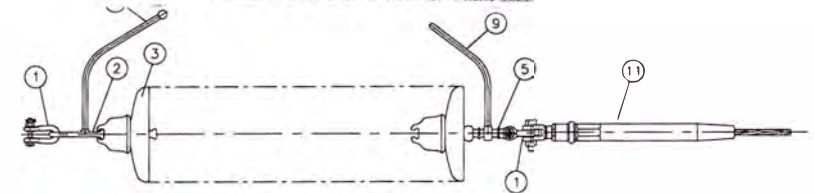
NORMAL



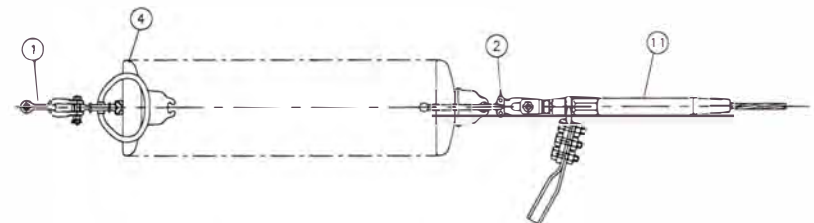
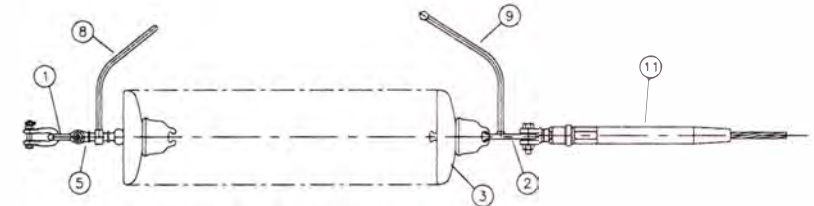
CON CONTRAPESO



CADENAS DE ANCLAJE NORMAL



CADENAS DE ANCLAJE INVERTIDA



N°	DESCRIPCION	ENSAMBLE DE SUSPENSION		ENSAMBLE DE ANCLAJE	
		SUSPENSION	C/CONTRAPESO	NORMAL	INVERTIDA
1	GRILLETE RECTO	1	1	2	2
2	ADAPTADOR ANILLO-BOLA, CON BASE PARA ALOJAR DESCARGADORES	1	1	1	1
3	AISLADOR ANTINEBLINA DE VIDRIO TIPO SUSPENSION, Lfuga=545mm, Tr=160 kN	21	21	22	22
4	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO CORTO CON BASE PARA ALOJAR DESCARGADORES	1	1	-	-
5	ADAPTADOR CASQUILLO-OJO ALARGADO CON BASE PARA ALOJAR DESCARGADORES	-	-	1	1
6	DESCARGADOR SUPERIOR TIPO CUERNO DOBLE	1	1	-	-
7	DESCARGADOR INFERIOR TIPO RAQUETA DOBLE	1	1	-	-
8	DESCARGADOR SUPERIOR TIPO CUERNO SIMPLE	-	-	1	1
9	DESCARGADOR INFERIOR TIPO RAQUETA SIMPLE	-	-	1	1
10	GRAPA DE SUSPENSION	1	1	-	-
11	GRAPA DE ANCLAJE TIPO COMPRESION	-	-	1	1
12	VARILLA DE ARMAR	1	1	-	-
13	ENGANCHE O GRILLETE PARA CONTRAPESO	-	1	-	-
14	VARILLA DE ENGANCHE O SOPORTE "U" DE CONTRAPESO	-	1	-	-
15	PESAS DE 25 kg	-	VARIABLE	-	-



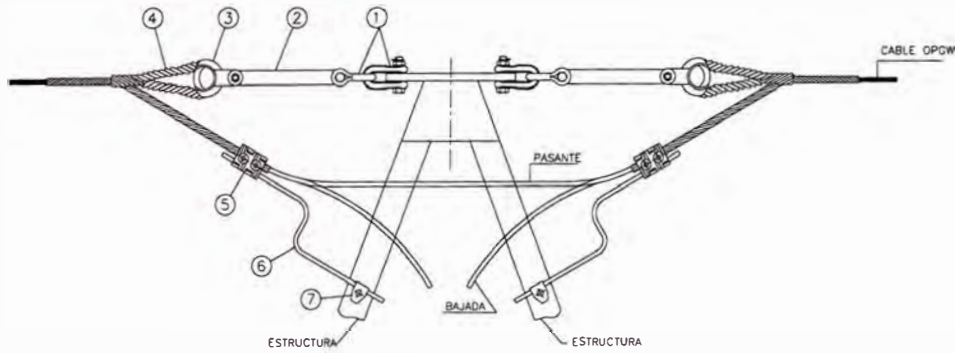
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ALUMNO	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARRAYA		

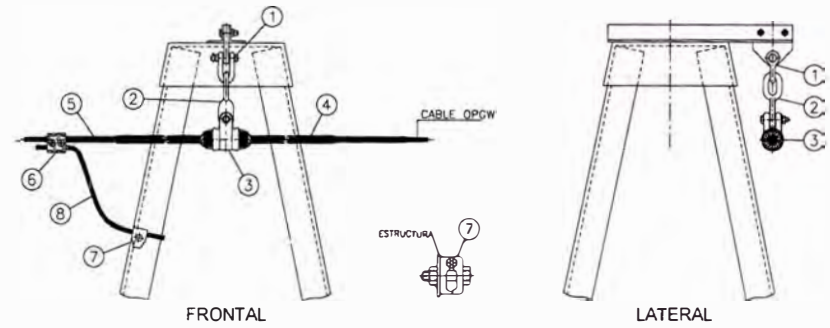
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION 220 kV  
DETALLES TÍPICOS  
CADENAS DE AISLADORES

SCALE: IND  $\frac{1}{1}$  DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-003 REV: 00

ENSAMBLE DE ANCLAJE      ENSAMBLE DE SUSPENSION



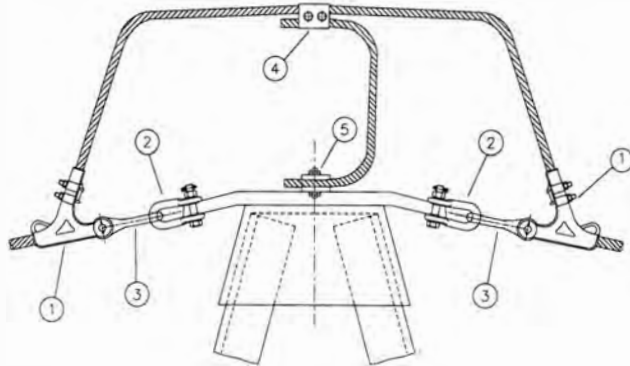
N°	DESCRIPCION	CANT.
1	GRILLETE RECTO	4
2	PLATINA DE EXTENSION	2
3	HORQUILLA - GUARDACABO	2
4	MORDAZA PREFORMADA	2
5	GRAPA DE CONEXION PARALELA	2
6	CABLE DE PUESTA A TIERRA	2
7	CONECTOR DE PUESTA A TIERRA	2



N°	DESCRIPCION	CANT.
1	GRILLETE RECTO	1
2	ESLABON REVIRADO	1
3	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA	1
4	VARILLA DE PROTECCION EXTERNA	1
5	VARILLA DE PROTECCION INTERNA	1
6	GRAPA DE CONEXION PARALELA	1
7	CONECTOR DE PUESTA A TIERRA	1
8	CABLE DE PUESTA A TIERRA	1

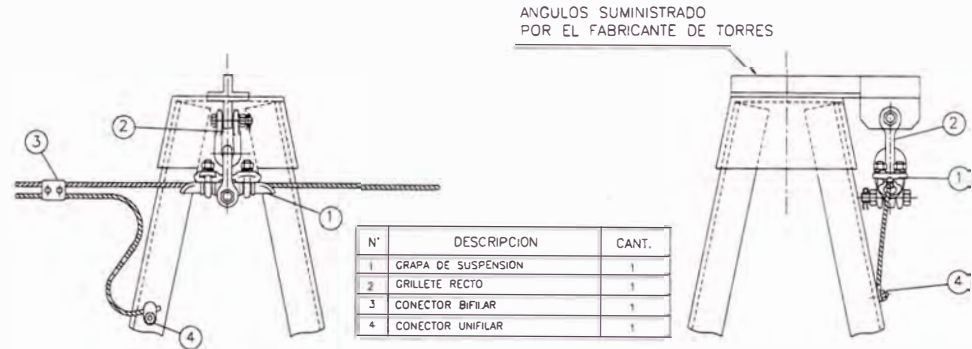
ENSAMBLES DE FIJACION DE CABLE DE GUARDA DE ACERO GALVANIZADO A ESTRUCTURA

ENSAMBLE DE ANCLAJE



N°	DESCRIPCION	CANT.
1	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA	2
2	GRILLETE RECTO	2
3	ESLABON REVIRADO	2
4	CONECTOR BIFILAR	1
5	CONECTOR UNIFILAR	1

ENSAMBLE DE SUSPENSION



N°	DESCRIPCION	CANT.
1	GRAPA DE SUSPENSION	1
2	GRILLETE RECTO	1
3	CONECTOR BIFILAR	1
4	CONECTOR UNIFILAR	1

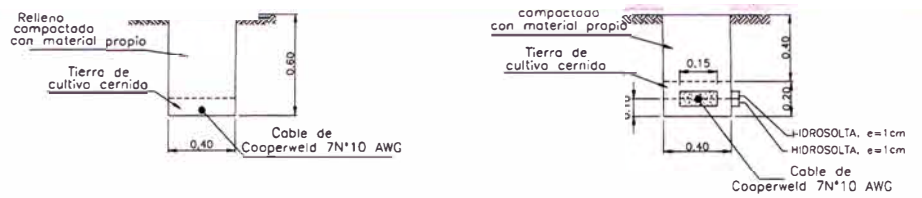
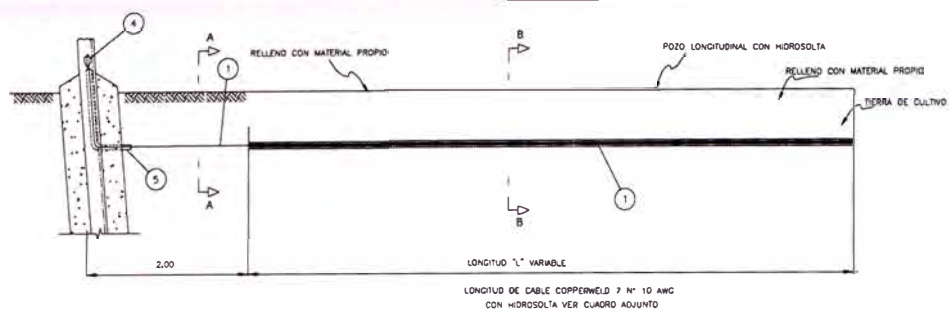


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DESIGNADO	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNADO	M. ASTUYAURI		
REVISADO	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYBA		

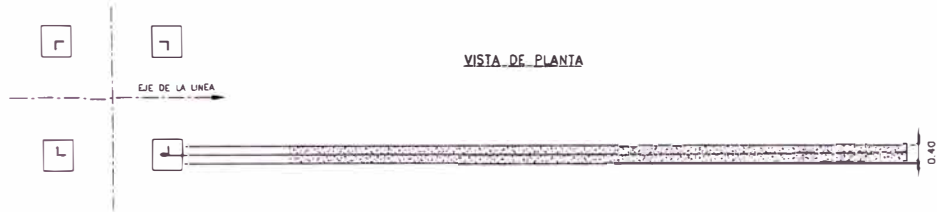
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
ENSAMBLES DE FIJACION DE CABLE DE GUARDA DE  
FIBRA OPTICA OPGW Y ACERO GALVANIZADO A ESTRUCTURA  
SCALE: IND. DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-004 REV: 00

**LONGITUDINAL**

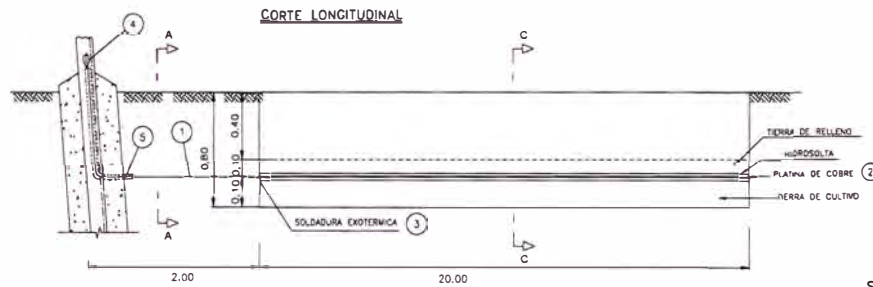


ITEM	DESCRIPCION DE MATERIALES
1	CABLE DE ACERO CON RECUBRIMIENTO DE COBRE TIPO COPPERWELD 7 N°10 AWG 30%.
2	PLATINA DE COBRE DE 60x0,6 mm (FLEJE DE COBRE)
3	EMPALME TERMOSOLDADO PARA CABLE COPPERWELD 7 N°10 AWG.
4	CONECTOR ESTRUCTURA - CABLE COPPERWEL 7 N°10 AWG
5	TUBERIA DE PVC - SAP 1" ø

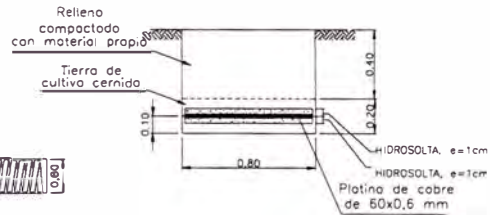
**VISTA DE PLANTA**



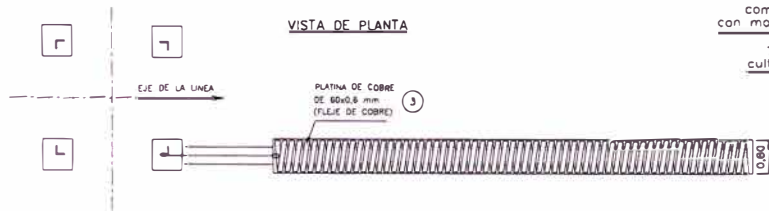
**PUESTA TIERRA TIPO "B" CAPACITIVO**



**SECCION C-C**



**VISTA DE PLANTA**

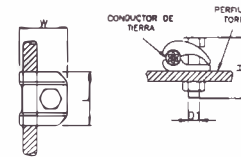


**CALCULO DEL CONTRAPESO CON HIDROSOLTA**

RESISTIVIDAD (Ohm - m)	TIPO PUESTA A TIERRA	CONECTOR ESTIR-CABLE	SOLDADURA EXOTERMICA	LONGITUD DE FLEJE DE COBRE (m)	LONGITUD "L" DE CONTRAPESO (m)	CANTIDAD HIDROSOLTA (bolsa 15kg)
<250	A	1	-	-	4,0	2
500	A	1	-	-	8,0	4
750	A	1	-	-	14,0	7
1000	A	1	-	-	20,0	10
1350	A	1	-	-	28,0	14
1650	A	1	-	-	36,0	18
2000	A	1	-	-	44,0	22
2200	A	1	-	-	50,0	25
>2200	B	1	1	80,0	-	50

EL VALOR DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA MINIMA ES DE 20 OHM

**CONECTOR ESTRUCTURA-CONDUCTOR**



**NOTA:**

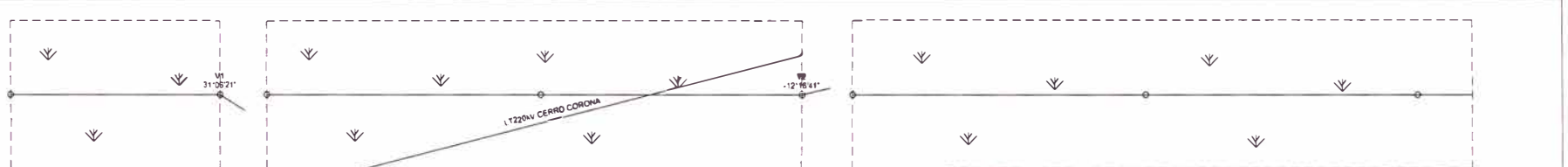
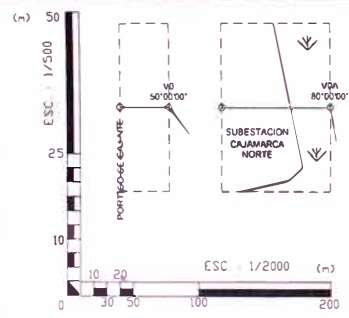
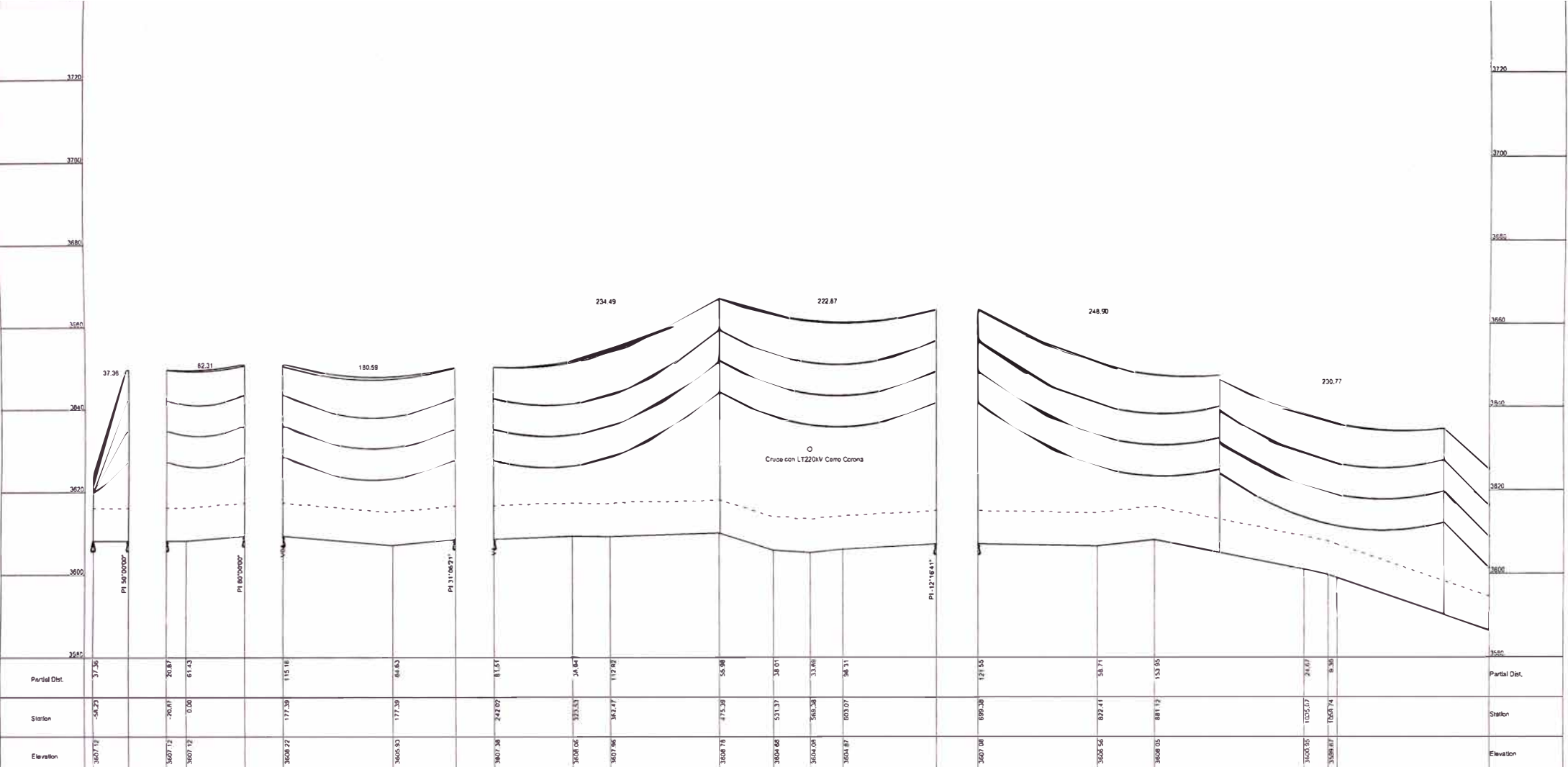
- TODAS LAS LONGITUDES ESTAN EN METROS
- A LOS VALORES MOSTRADOS EN LA TABLA SE AÑADIRAN 3 m PARA OBTENER LA LONGITUD TOTAL DE CONTRAPESO.




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAVIA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
CONEXION A TIERRA  
PUESTA A TIERRA-CONTRAPESO SIMPLE/CAPACITIVO  
SCALE IND.  $\frac{1}{1}$  DRAWING N° UNI-FIM-IS-M4-14-02-005 REV 00




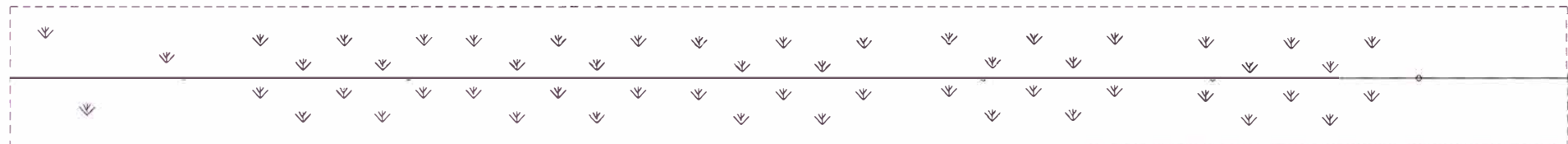
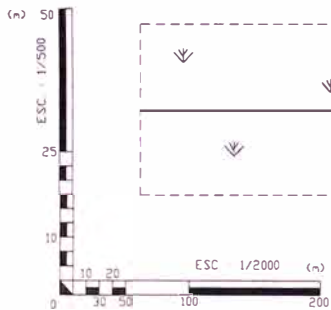
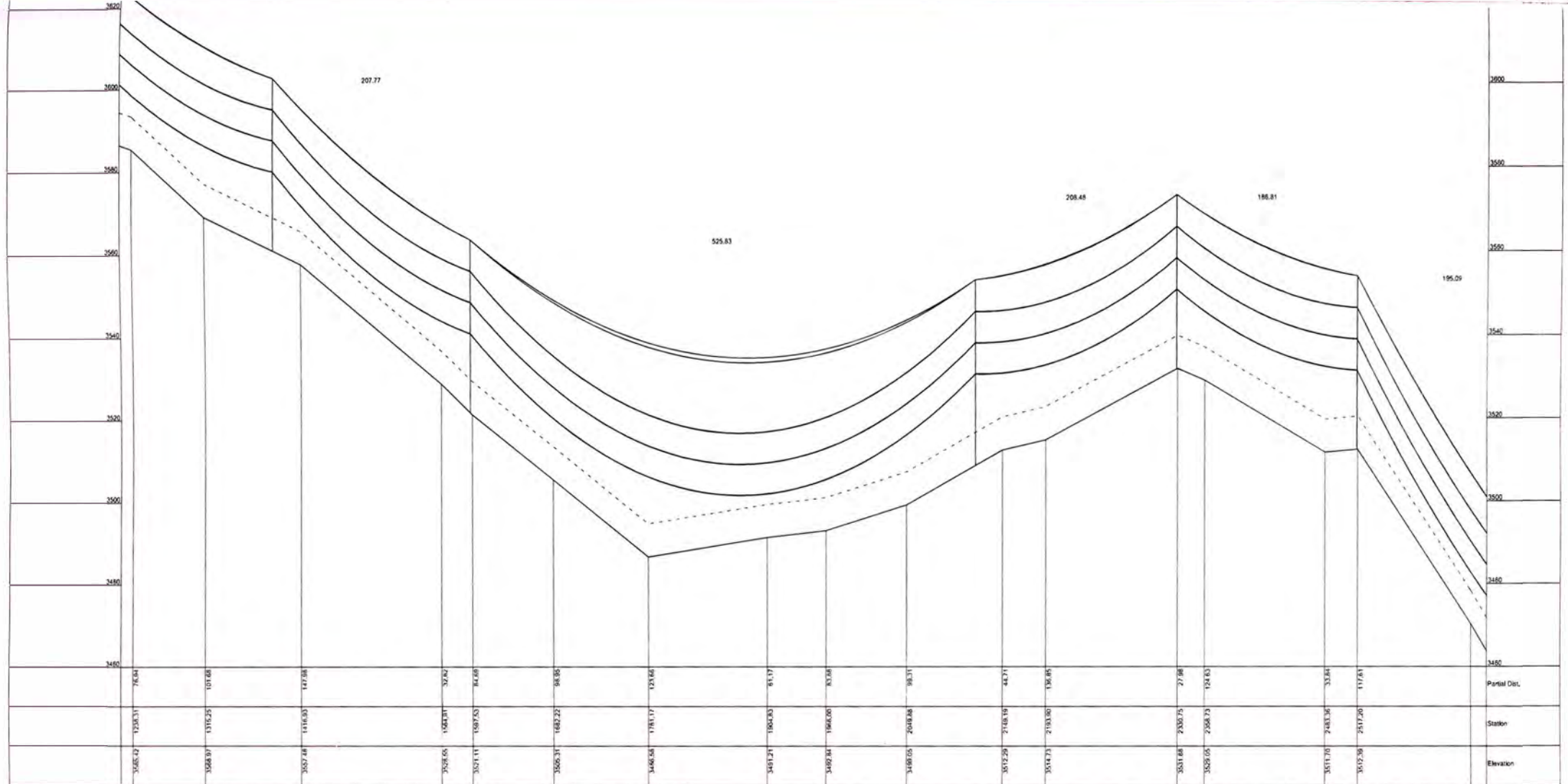


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAWA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.  DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-002-005 (1/35) REV 00

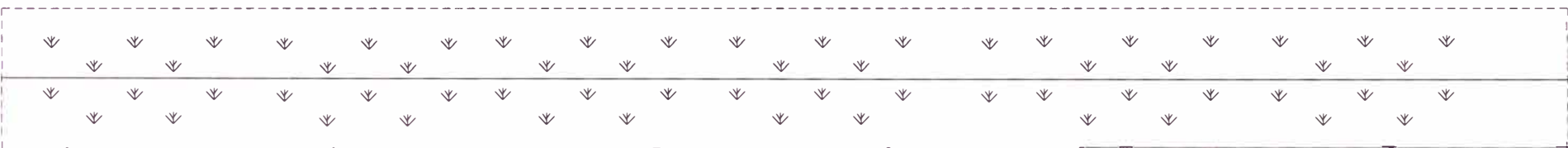
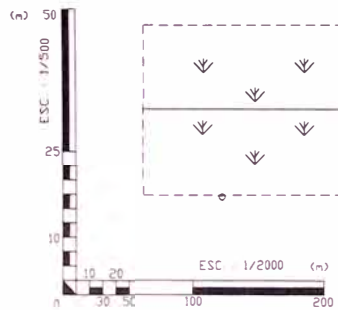
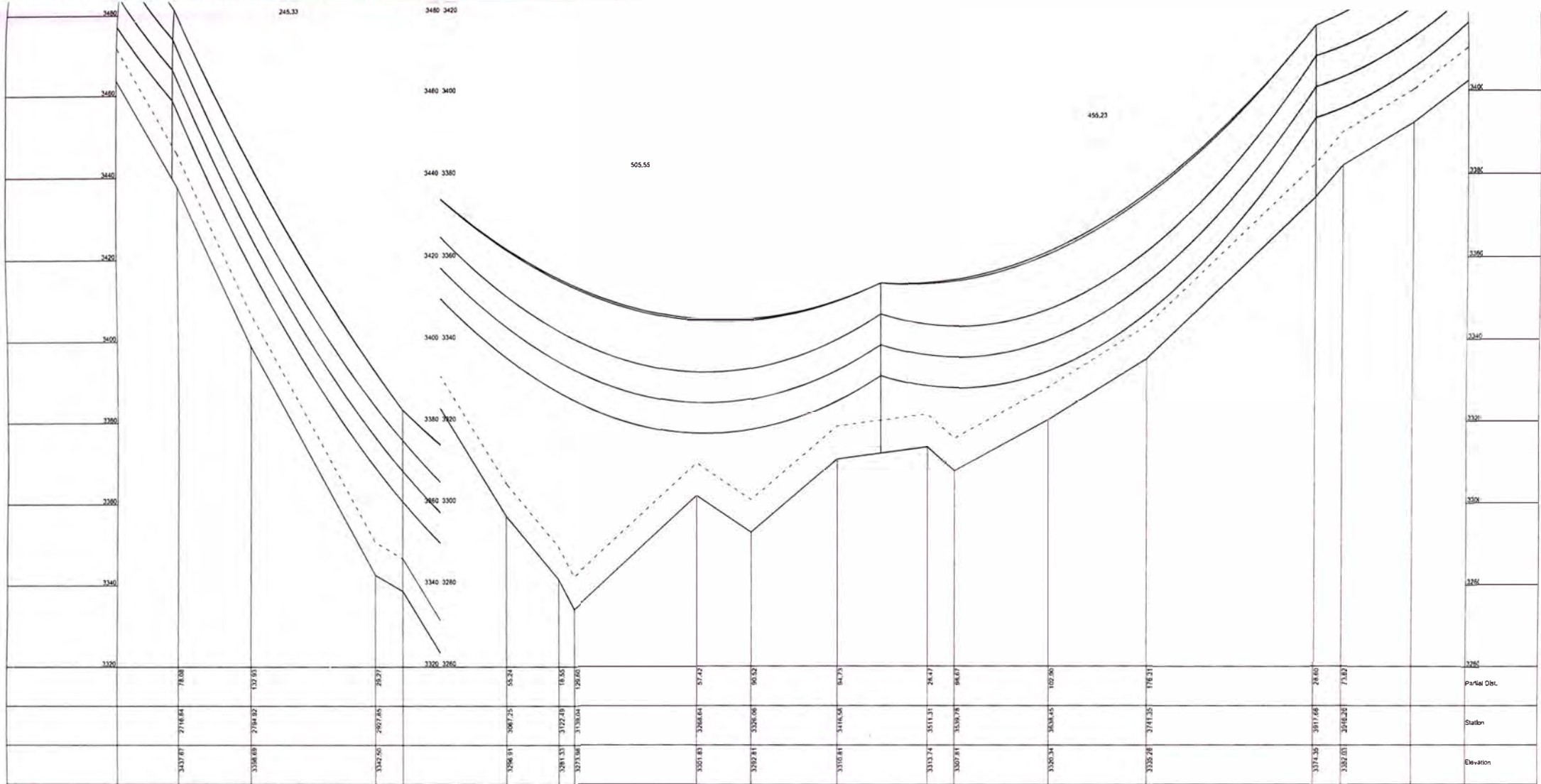


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAYA		

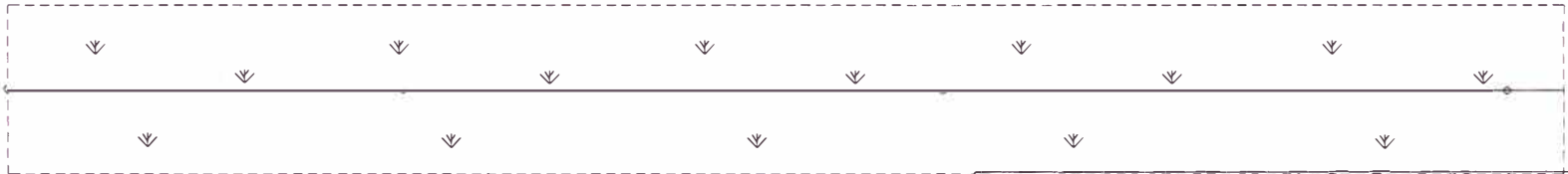
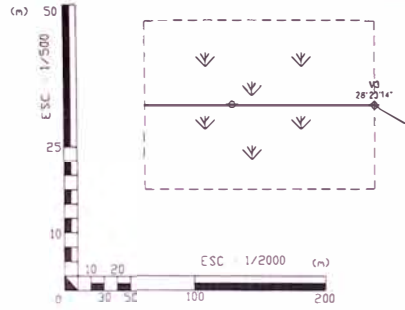
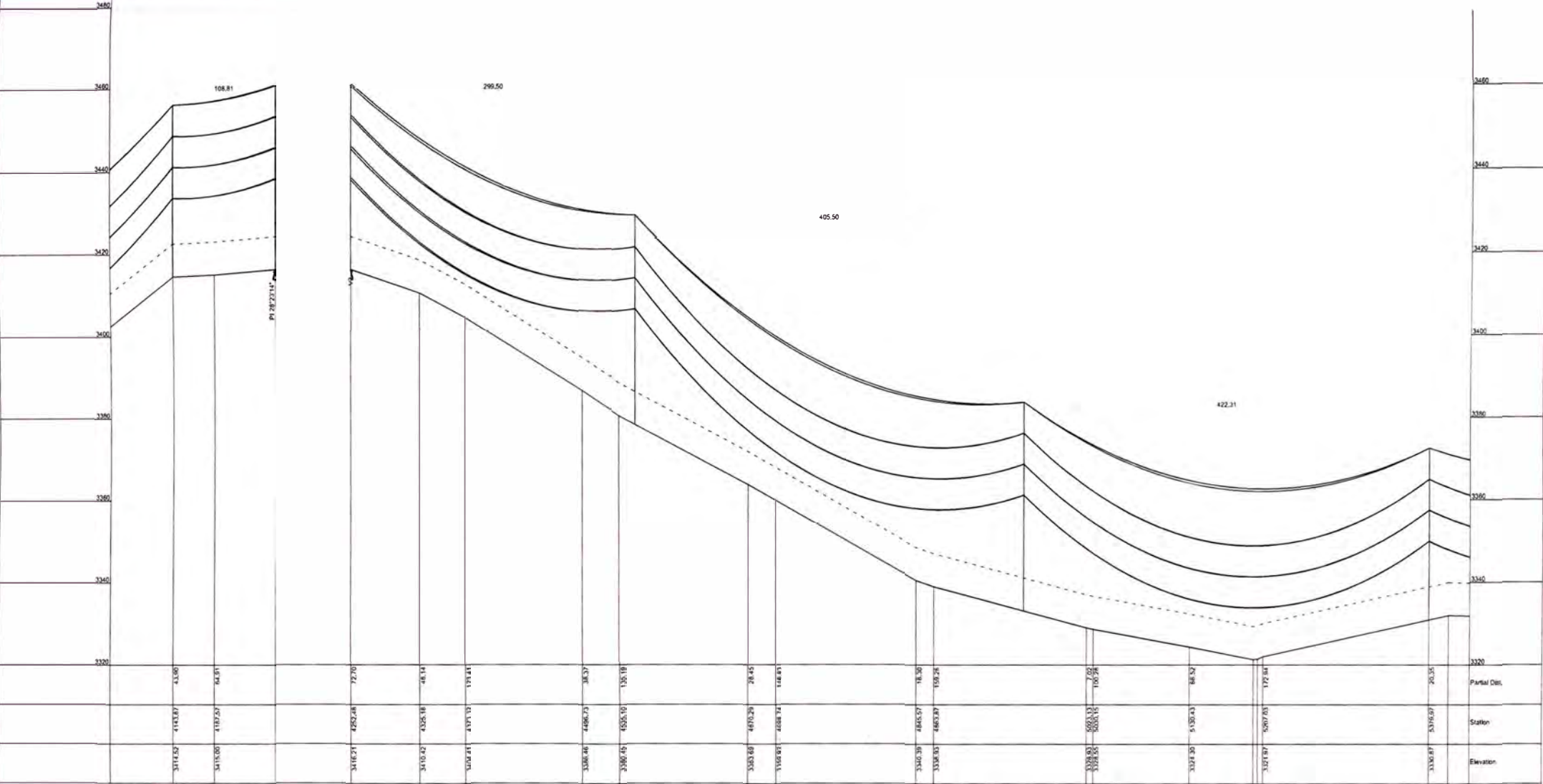
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kv  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.  $\frac{1}{2000}$  DRAWING N°: (2/35) REV: 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DESIGNED	M. ASTUYAURI	SIGNATURE	DATE	GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kv DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO
CHECKED	M. ASTUYAURI			
APPROVED ENC MGR	M. ASTUYAURI			
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAWA			
SCALE	IND.			DRAWING N°: (3/35) REV. 00 UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



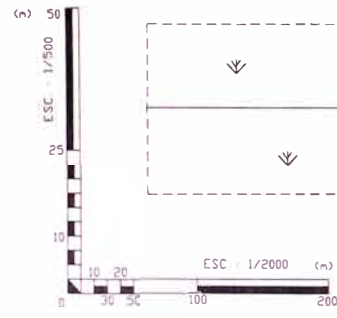
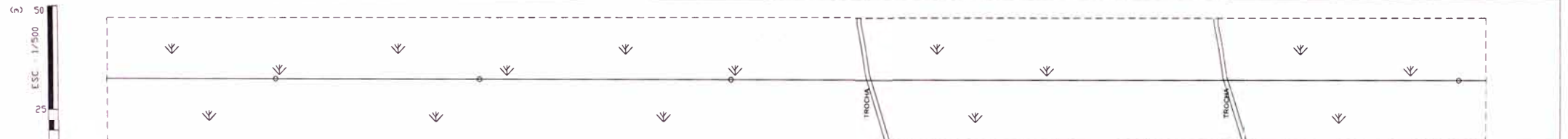
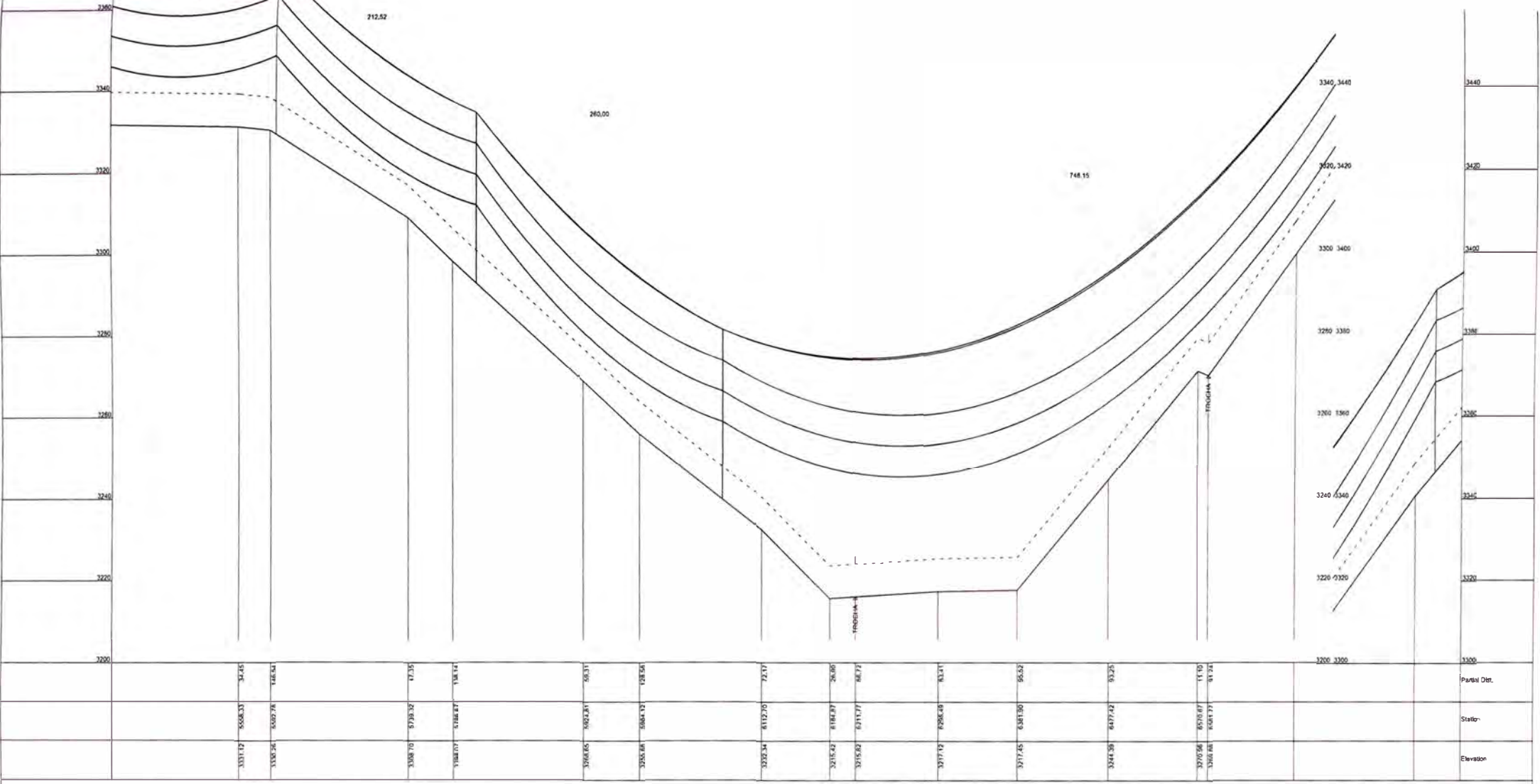
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAUR		
CHECKED	M. ASTUYAUR		
APPROVED ENG MCR	M. ASTUYAUR		
APPROVED PROJ MCR	M. ASTUYAUR		
UNI APPROVED	F. SARAWA		

CALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LÍNEA DE TRANSMISIÓN LT 220 KV  
DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND. DRAWING N: (4/35) REV. 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



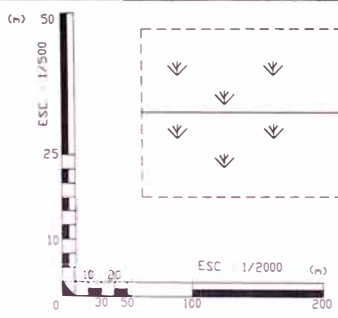
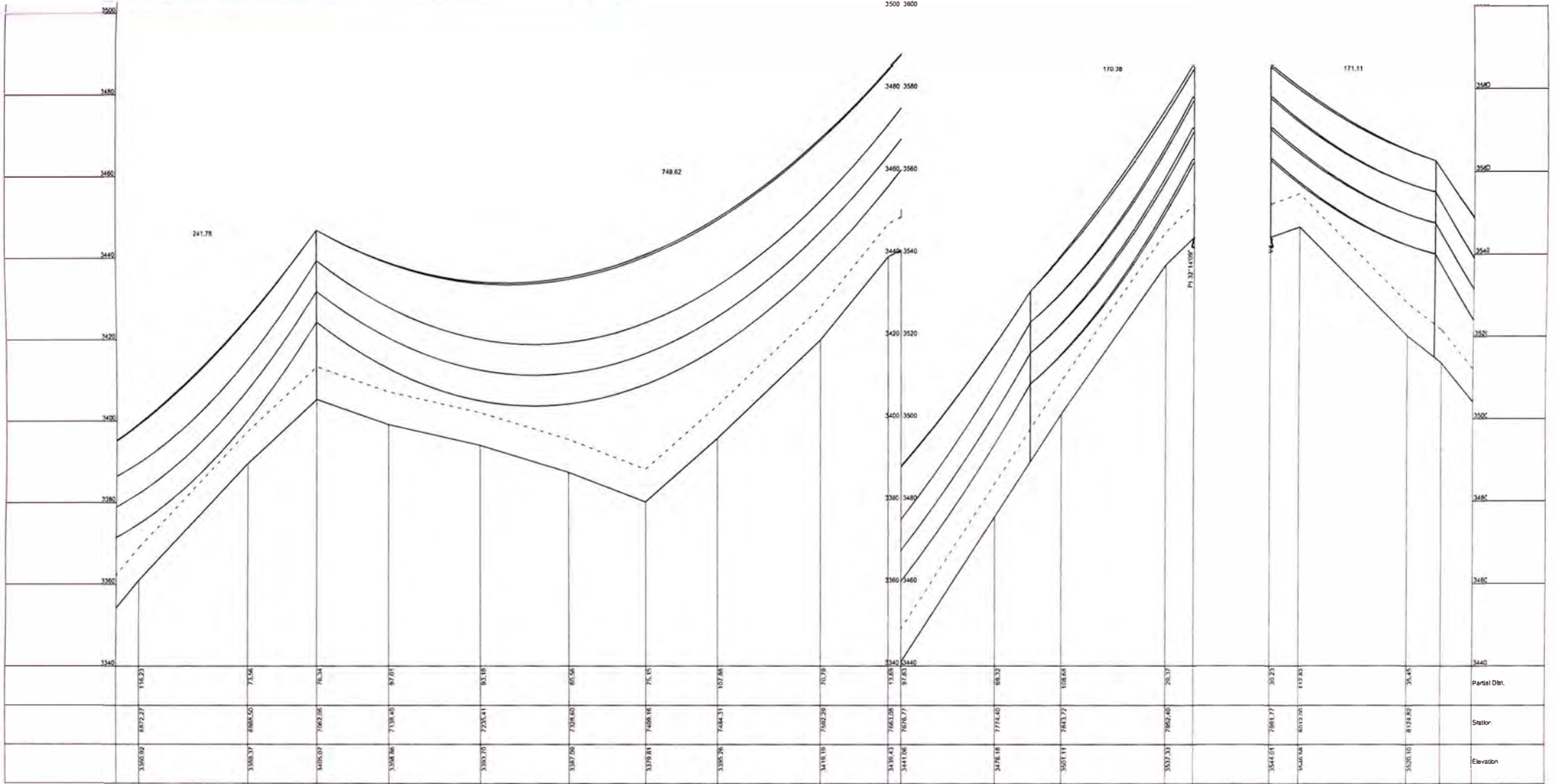



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAVIA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND. DRAWING N° (5/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006




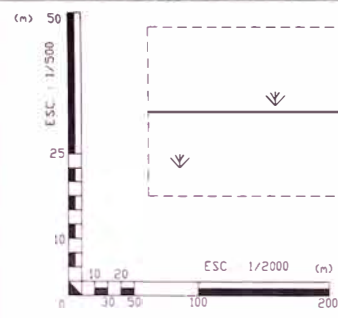
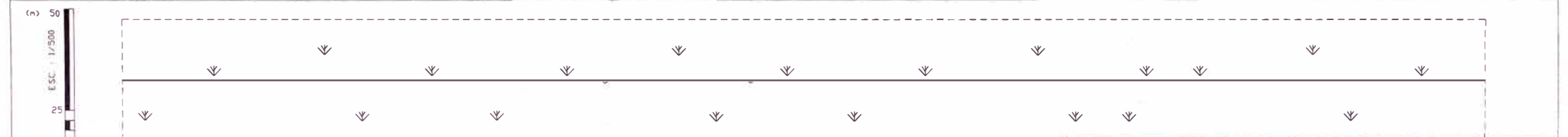
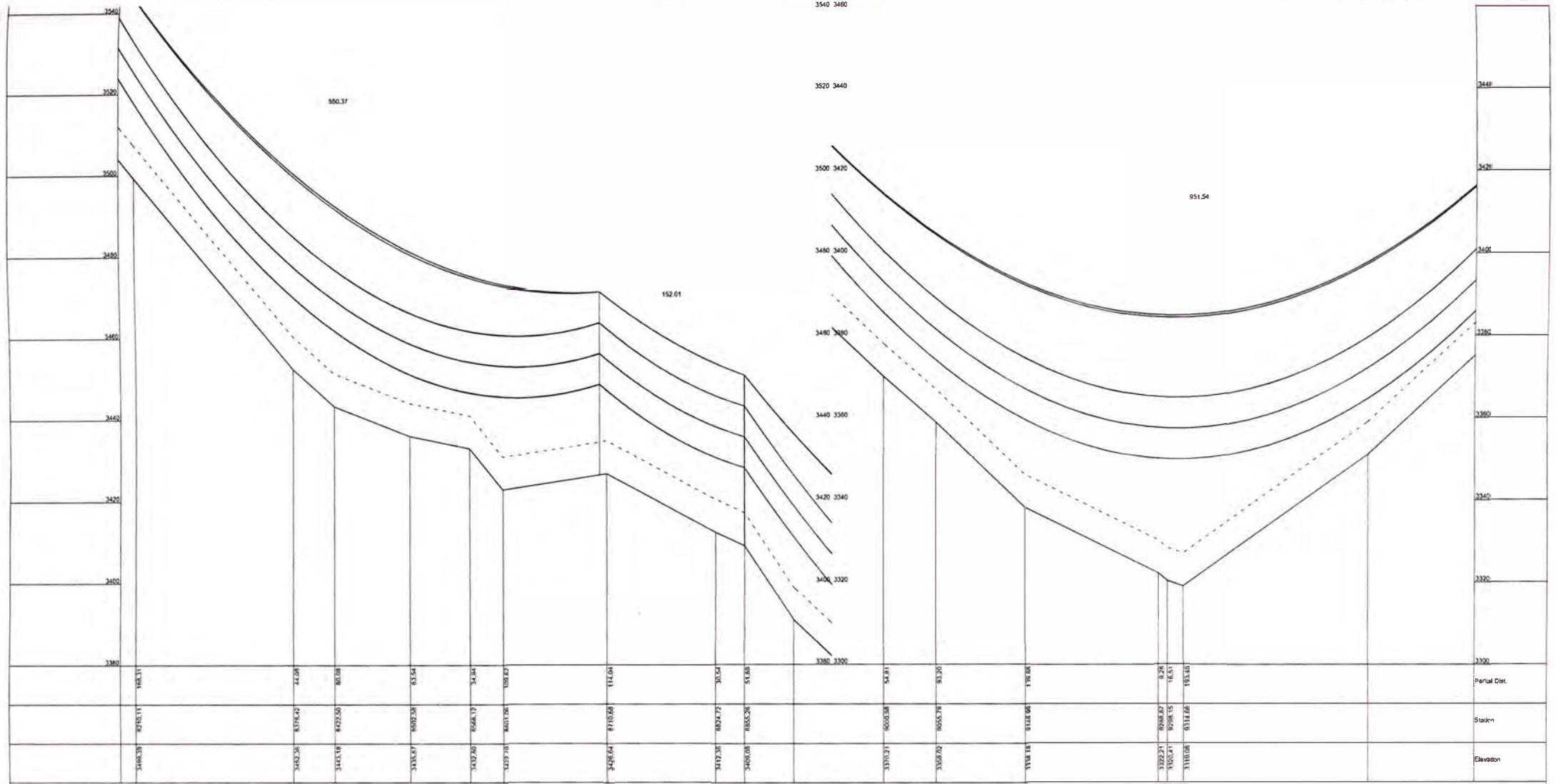



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.  DRAWING N°: (6/35) REV 00  
UNI-FIM-S-M4-14-02-006



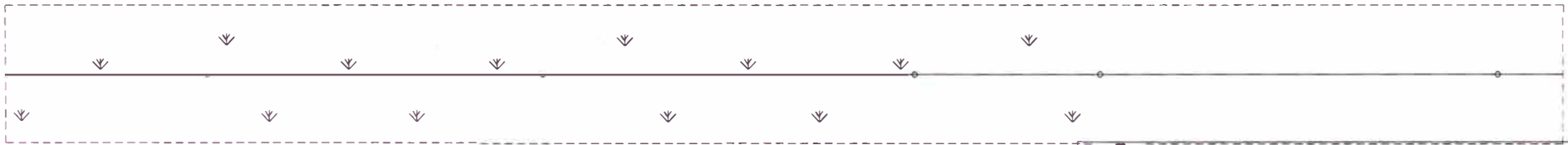
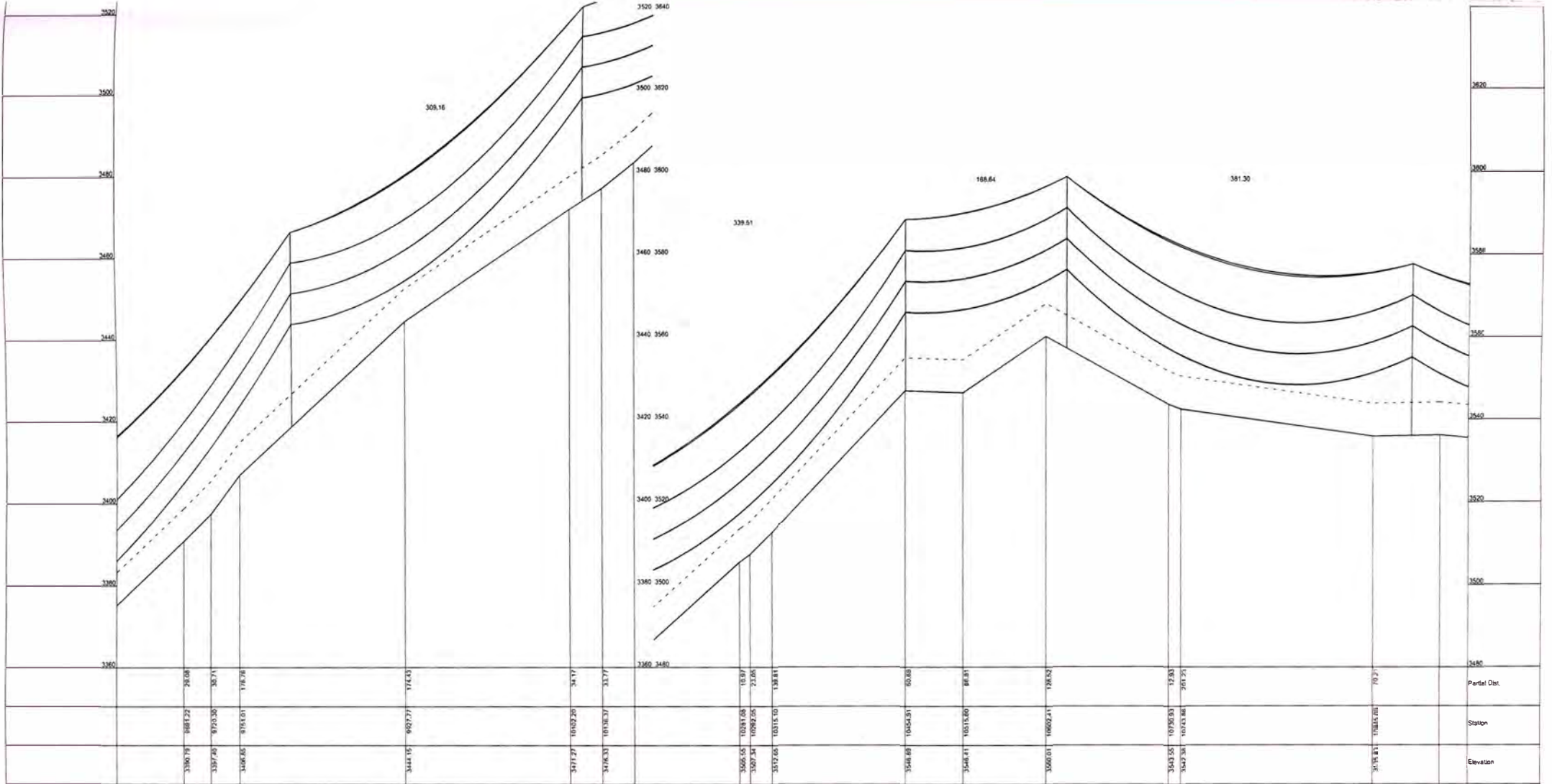



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA


	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAYA		

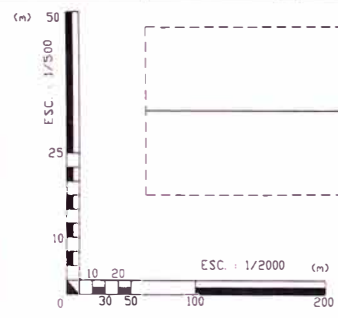
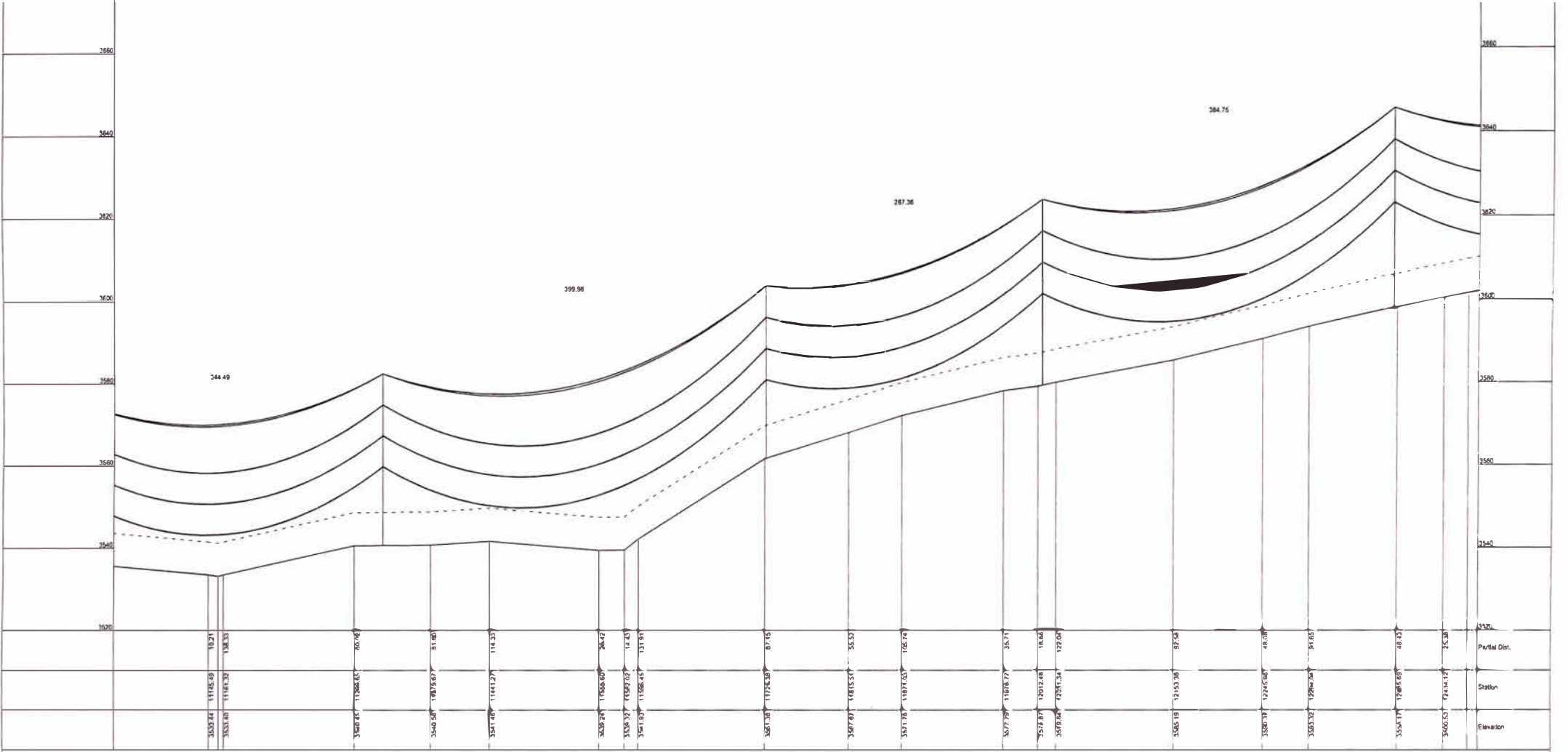
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND DRAWING N°: (7/35) REV. CO  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**

ALUMNO'S FILE	NAME	SIGNATURE	DATE	
DESIGNED	M. ASTUYAURI			GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO SCALE: IND.  DRAWING N° (8/35) REV 00 UNI-FIM-IS-M4-14-02-006
CHECKED	M. ASTUYAURI			
APPROVED ENG. MCR	M. ASTUYAURI			
APPROVED PROJ. MCR	M. ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAVIA			



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

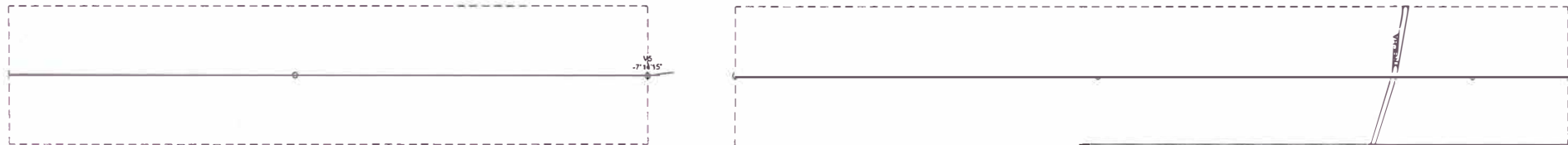
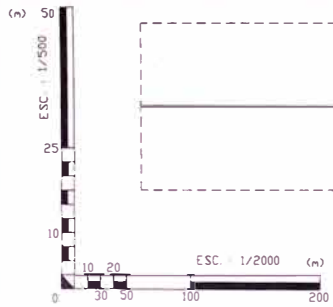
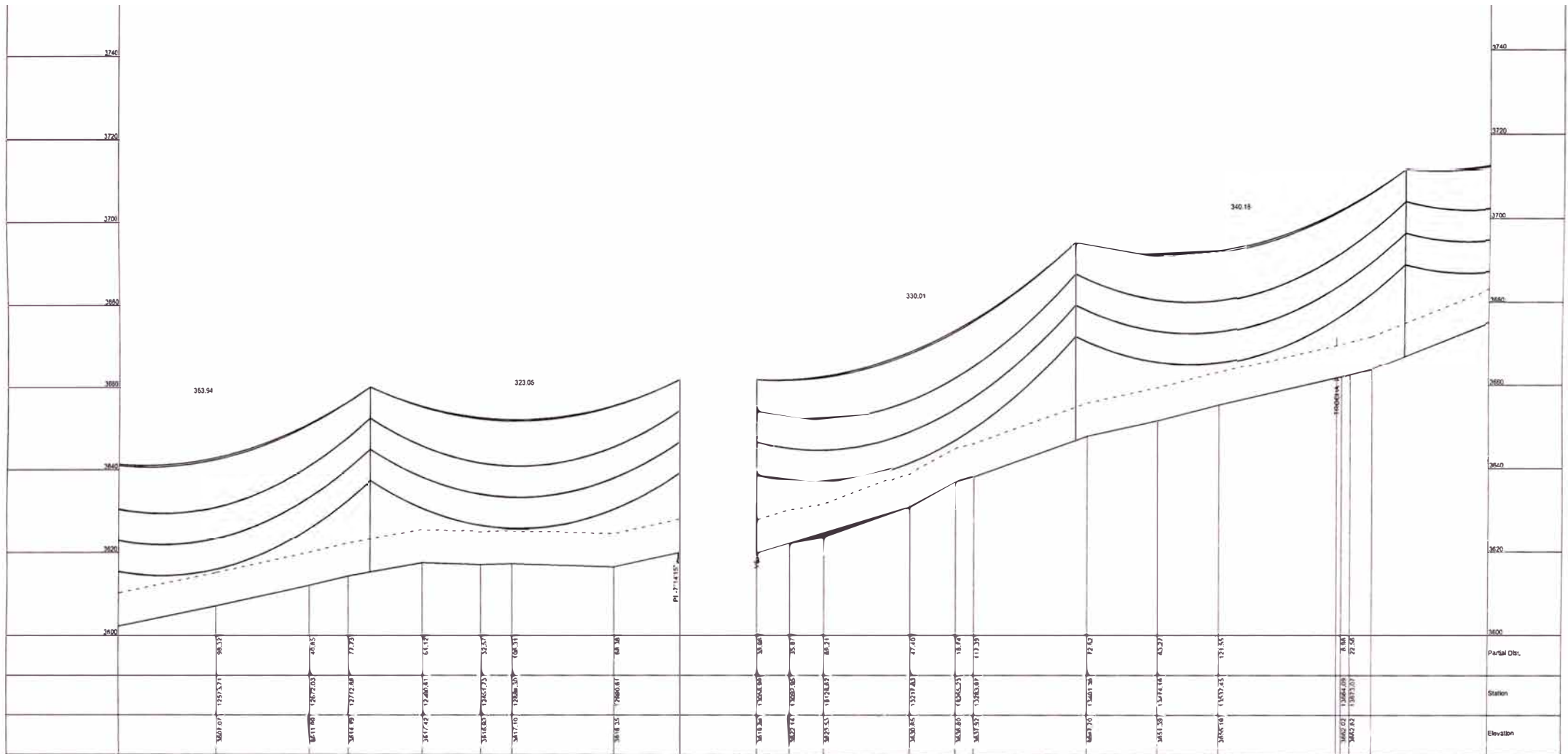
	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
IN APPROVED	F. SARRAÑA		


GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO


SCALE: IND.

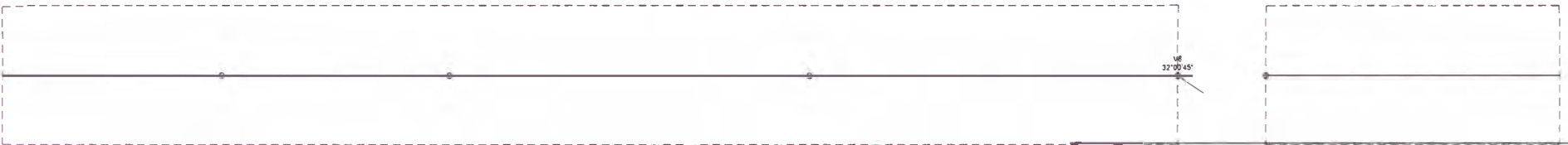
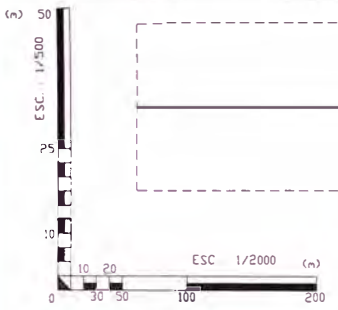
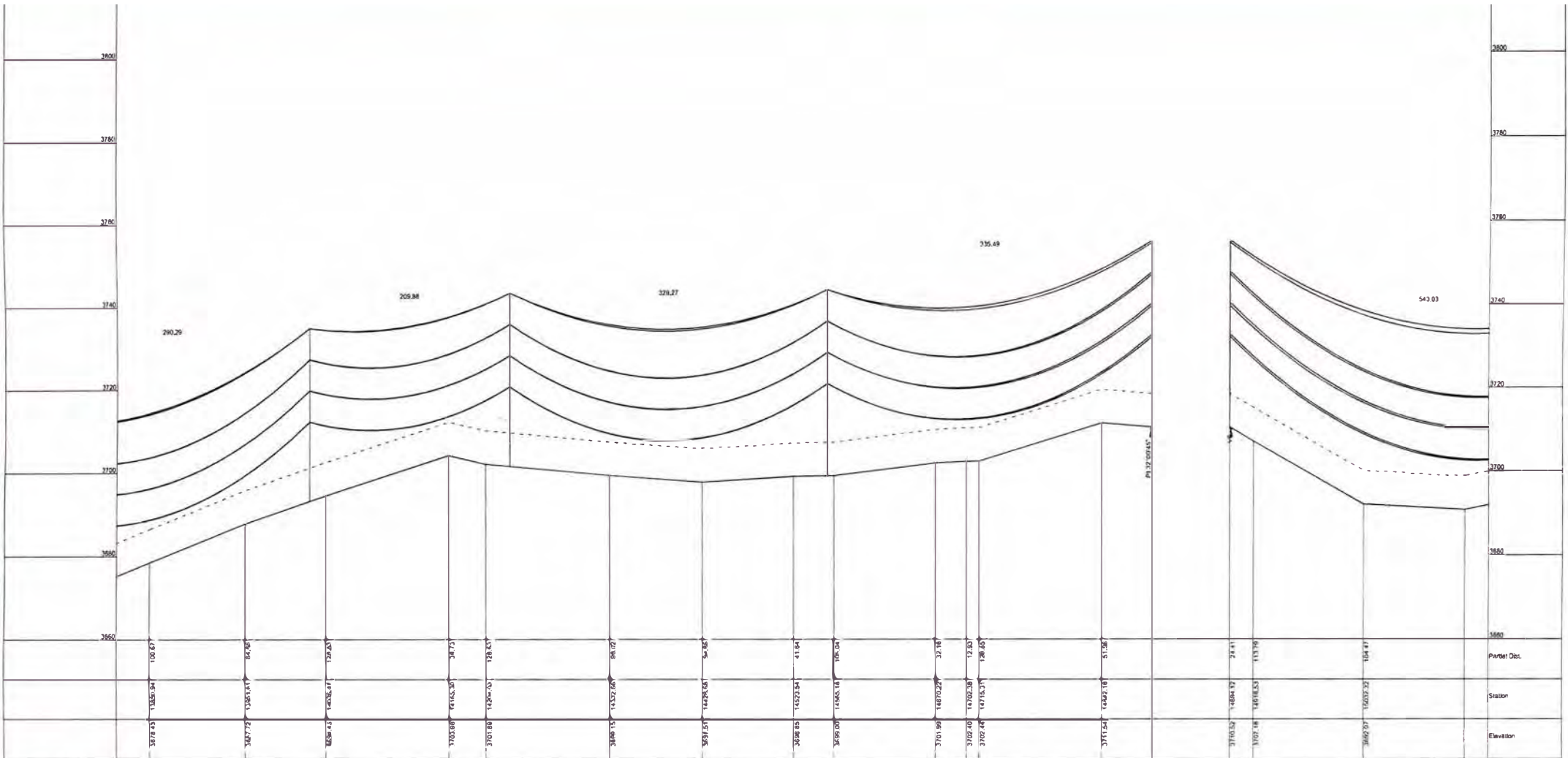
DRAWING N°: (9/35) REV. 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

Partial Dot.  
Station  
Elevation




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

DISEÑADO	M. ASTUYAURI	SIGNATURE	DATE	GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO SCALE: IND  DRAWING N° (10/35) REV. 00 UNI-FIM-IS-M4-14-02-006
CHECADO	M. ASTUYAURI			
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAWA			

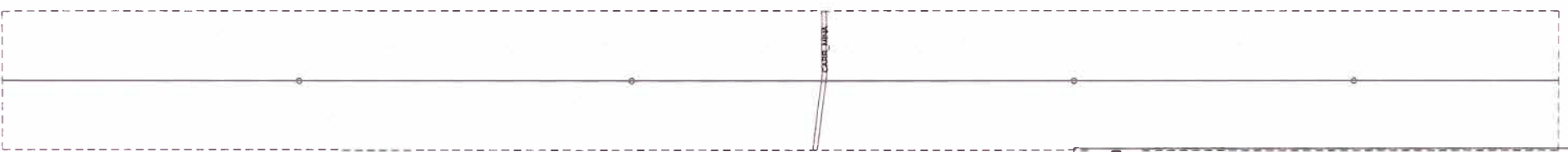
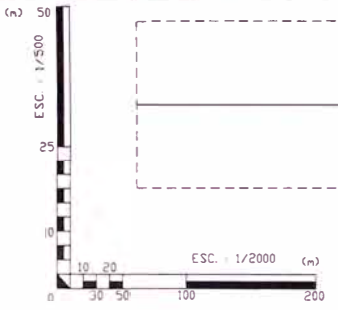
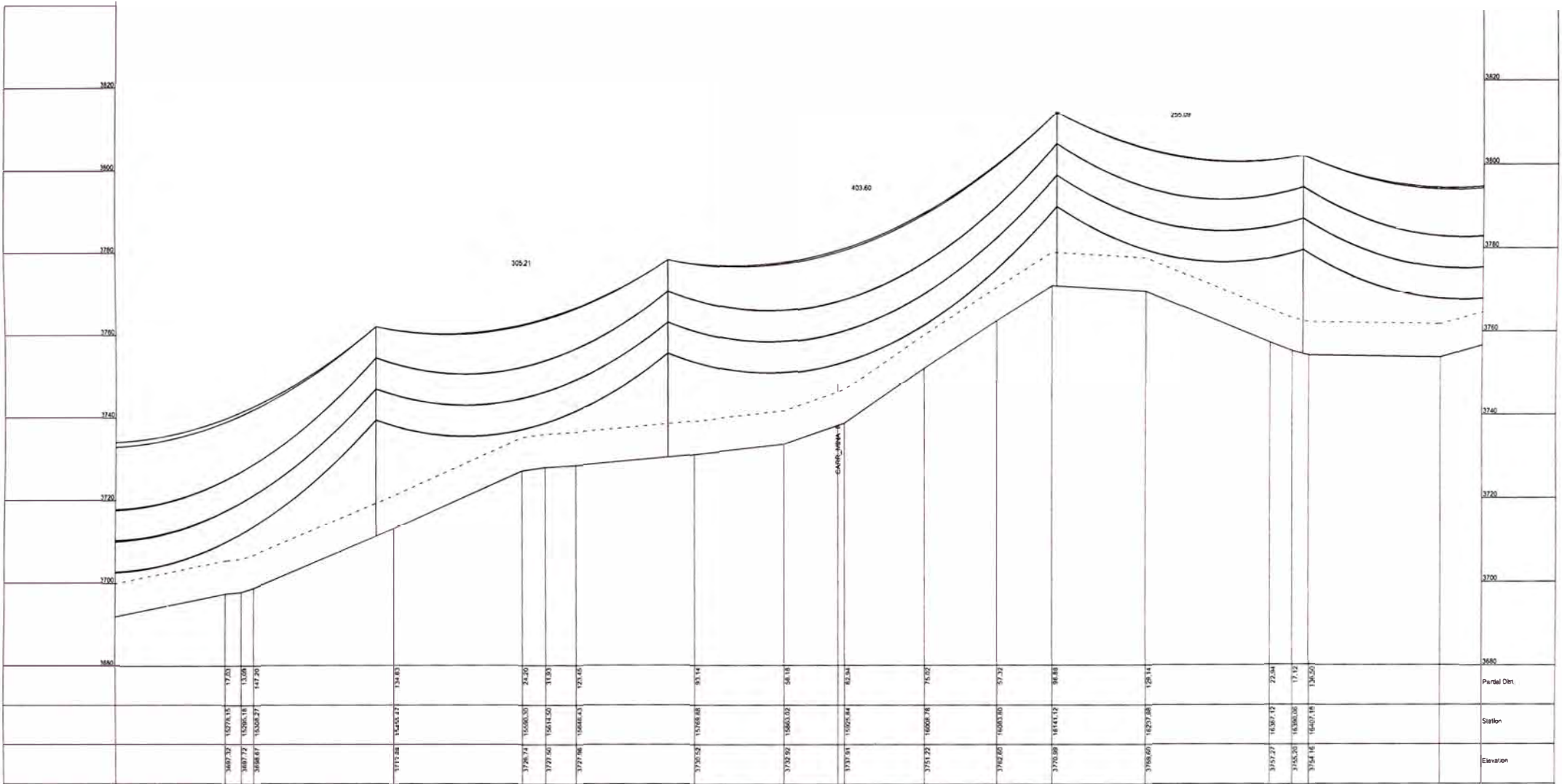


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAUR		
CHECKED	M. ASTUYAUR		
APPROVED ENG. VCR	M. ASTUYAUR		
APPROVED PROJ. MGR	M. ASTUYAUR		
APPROVED	F. SARAWA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE IND. DRAWING N° (11/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

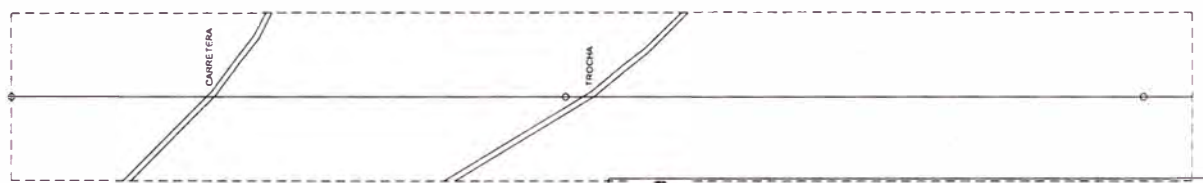
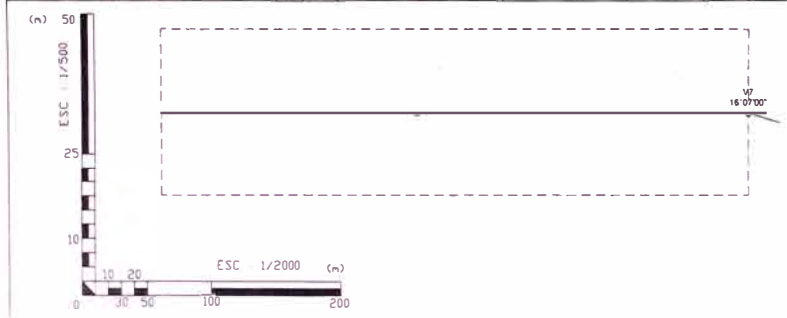
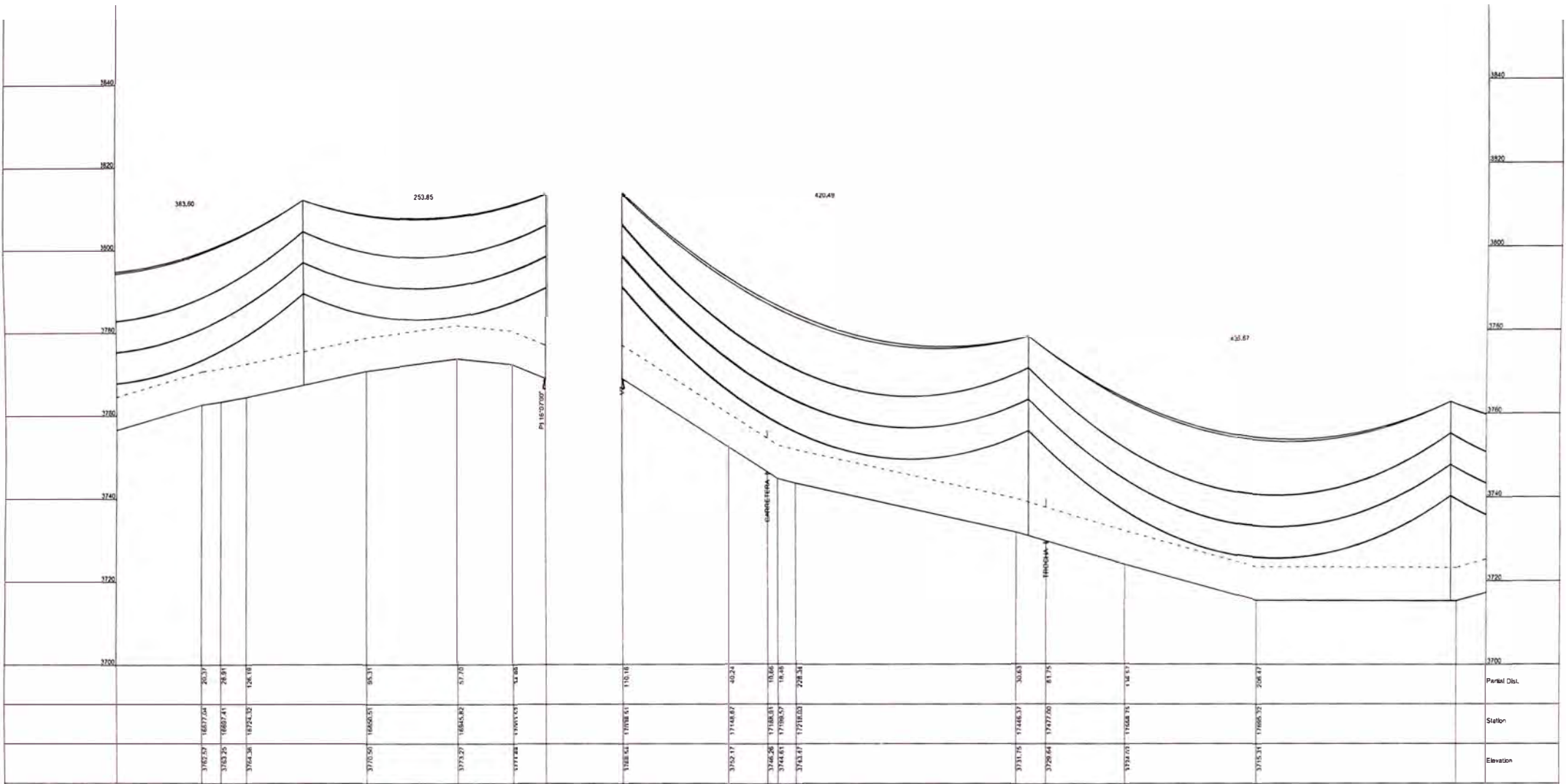


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
IN APPROVED	F. SARAYVA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO  
SCALE: IND  $\frac{1}{1}$  DRAWING N°: (12/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



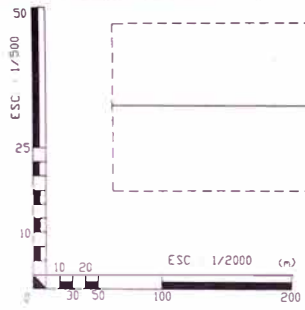
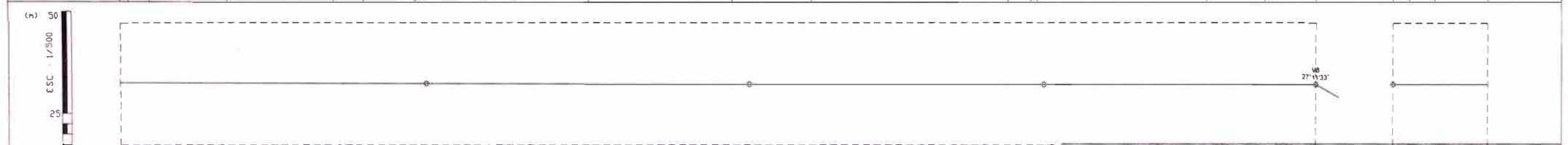
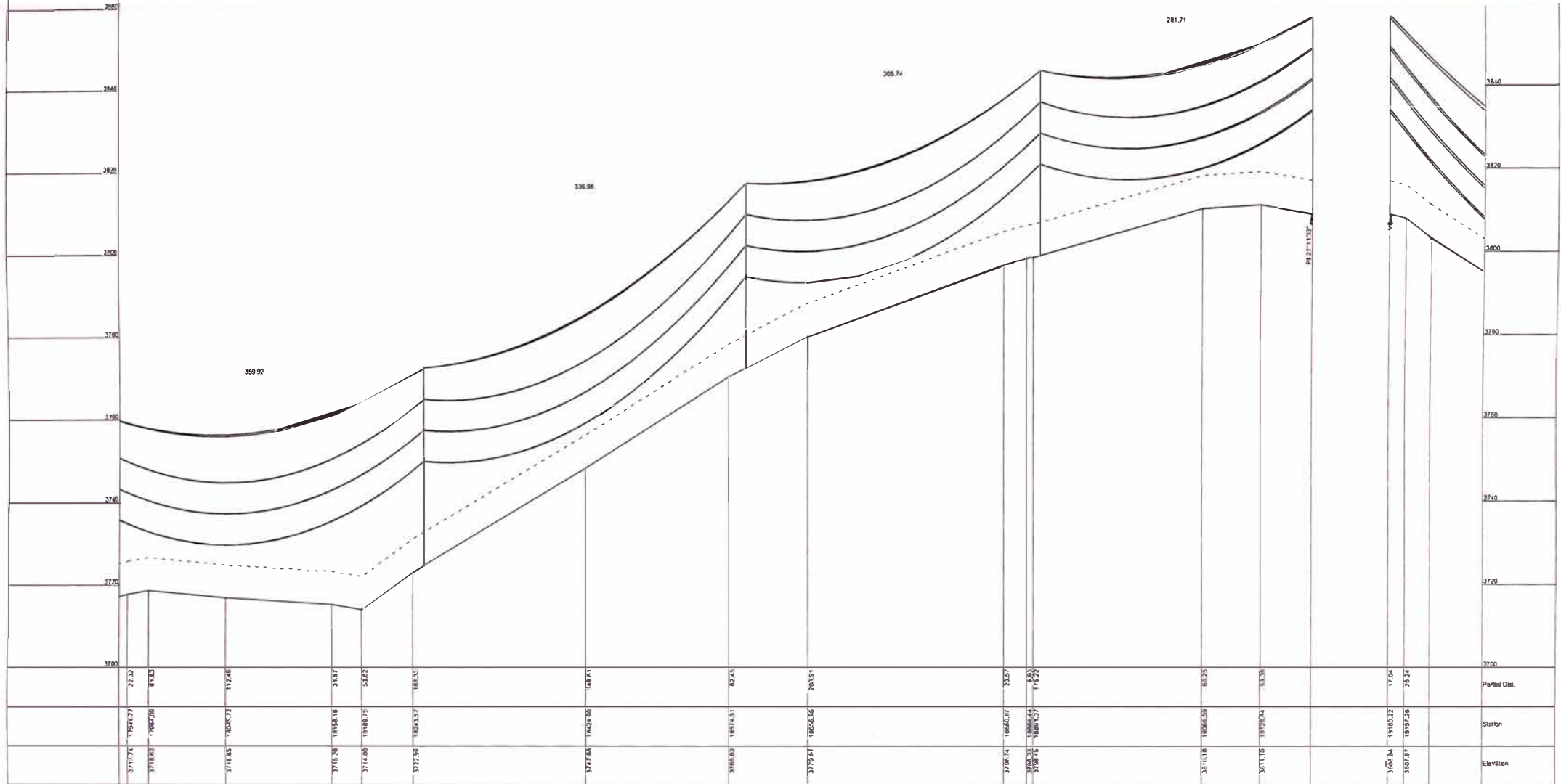


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAIVA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND DRAWING N°: (13/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

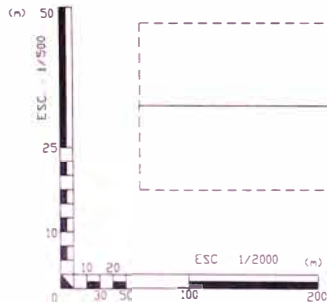
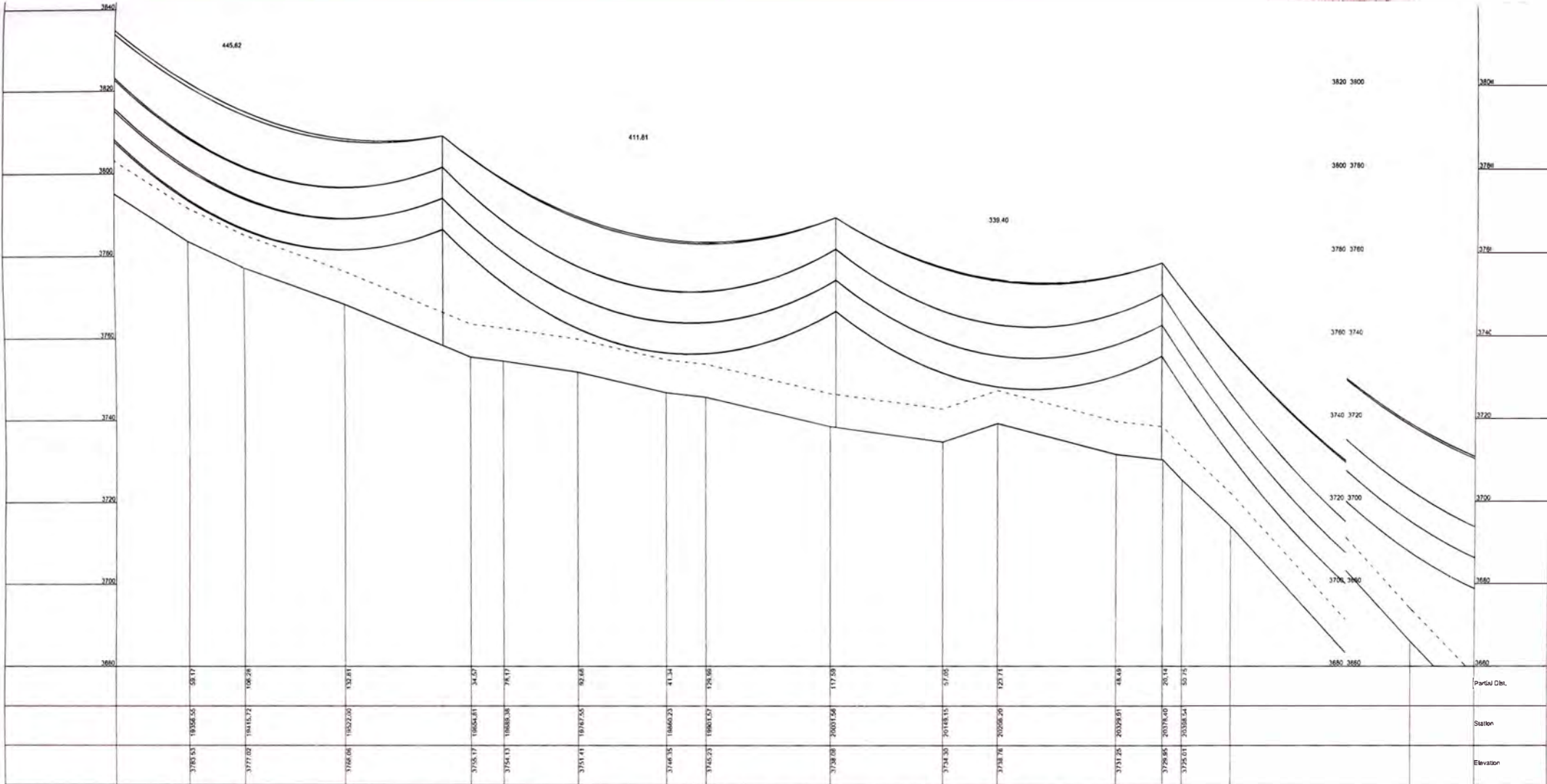



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

ALUMNO FIM		NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED		M. ASTUYAURI		
CHECKED		M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.		M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.		M. ASTUYAURI		
APPROVED		F. SARAYA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND. DRAWING N°: (14/35)  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-005 REV 00



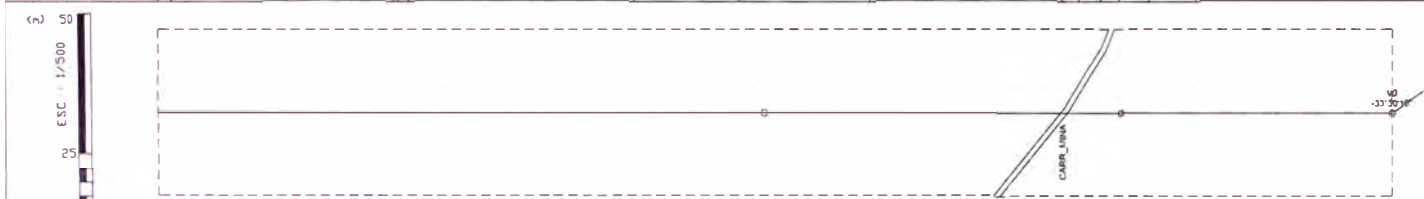
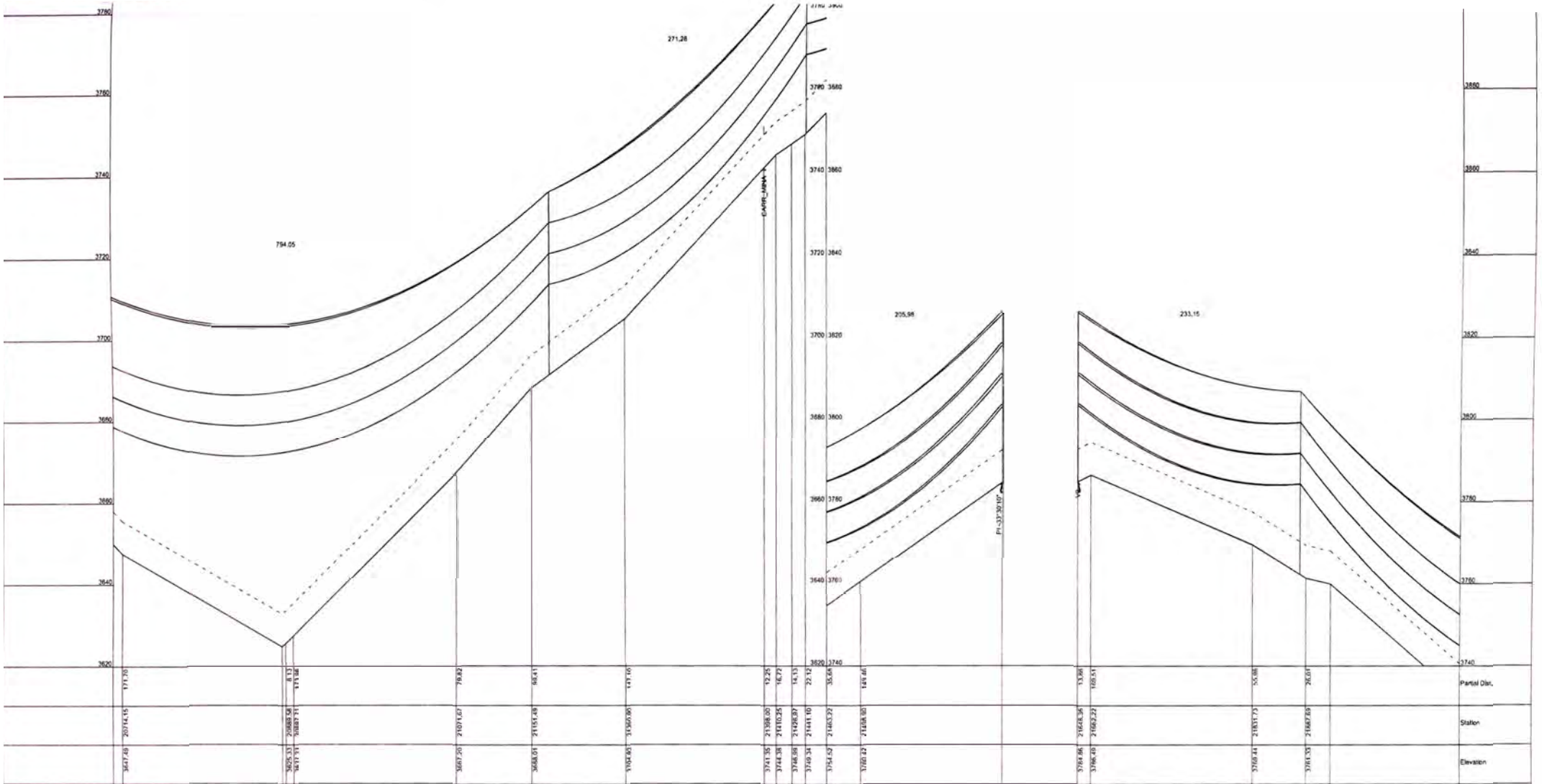


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. BARAJA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND DRAWING N°: (15/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

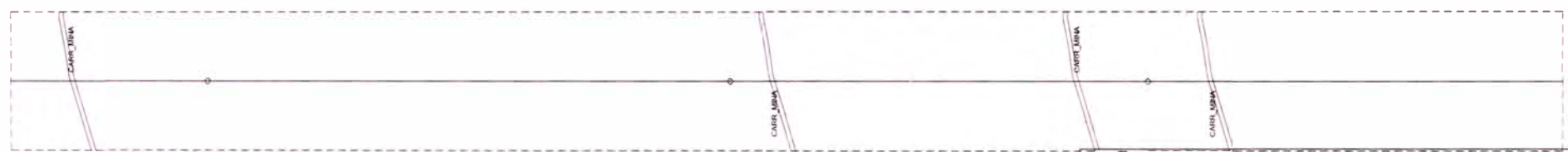
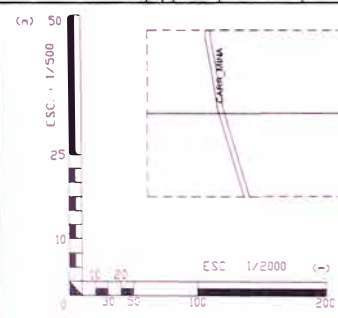
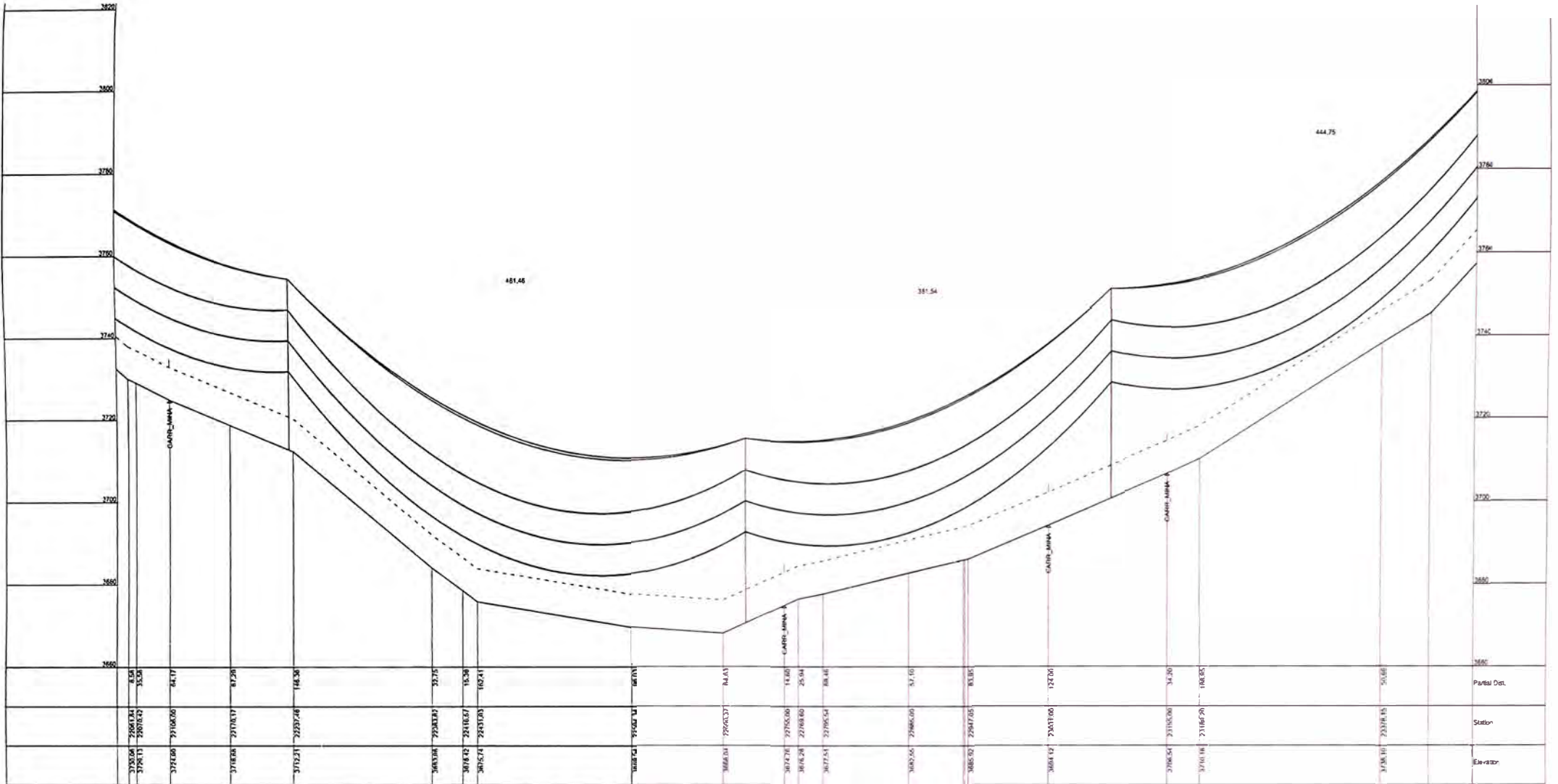


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNER	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYA		

GALENO PROJECT BPS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE	IND	DRAWING N°	(16/35) REV
		UNI-FIM-IS-M4-14-02-006	00



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYALUR		
CHECKED	M. ASTUYALUR		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYALUR		
APPROVED PROJECT	M. ASTUYALUR		
APPROVED	P. SARRAÑA		

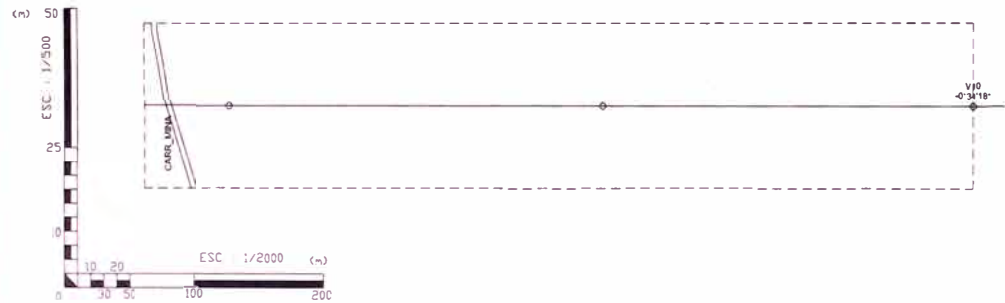
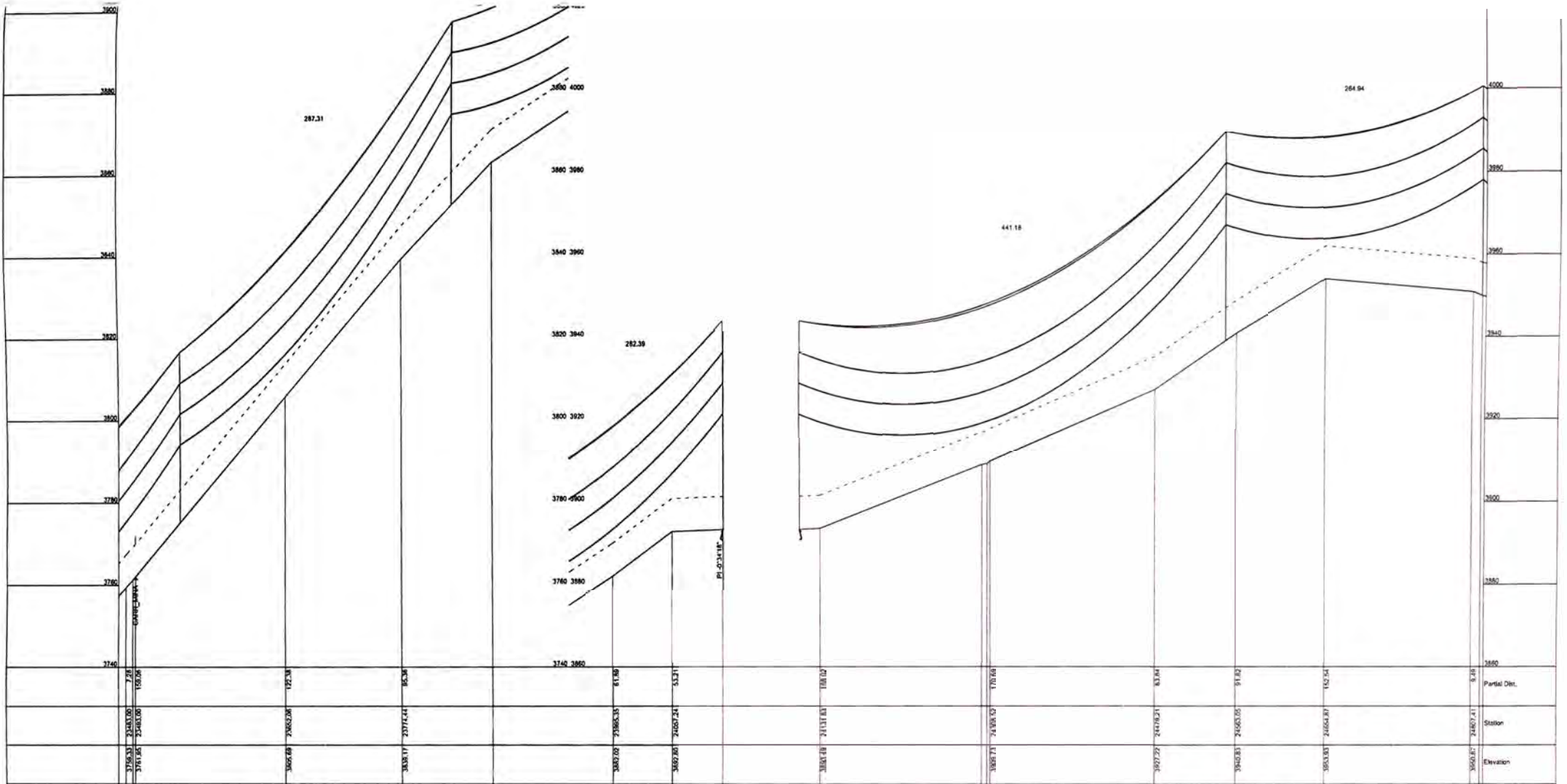
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND DRAWING N°: (17/35) REV 00  
UNI-FIV-S-V4-14-02-006

Elevador

Station

Parcial Det.



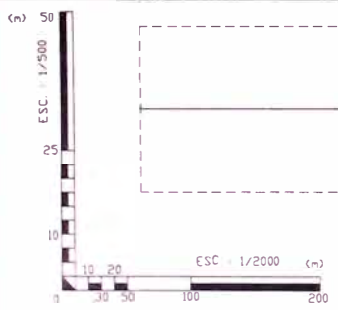
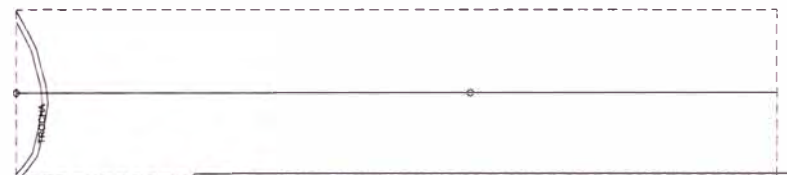
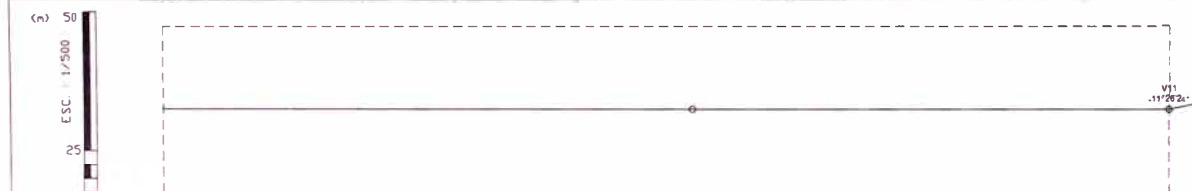
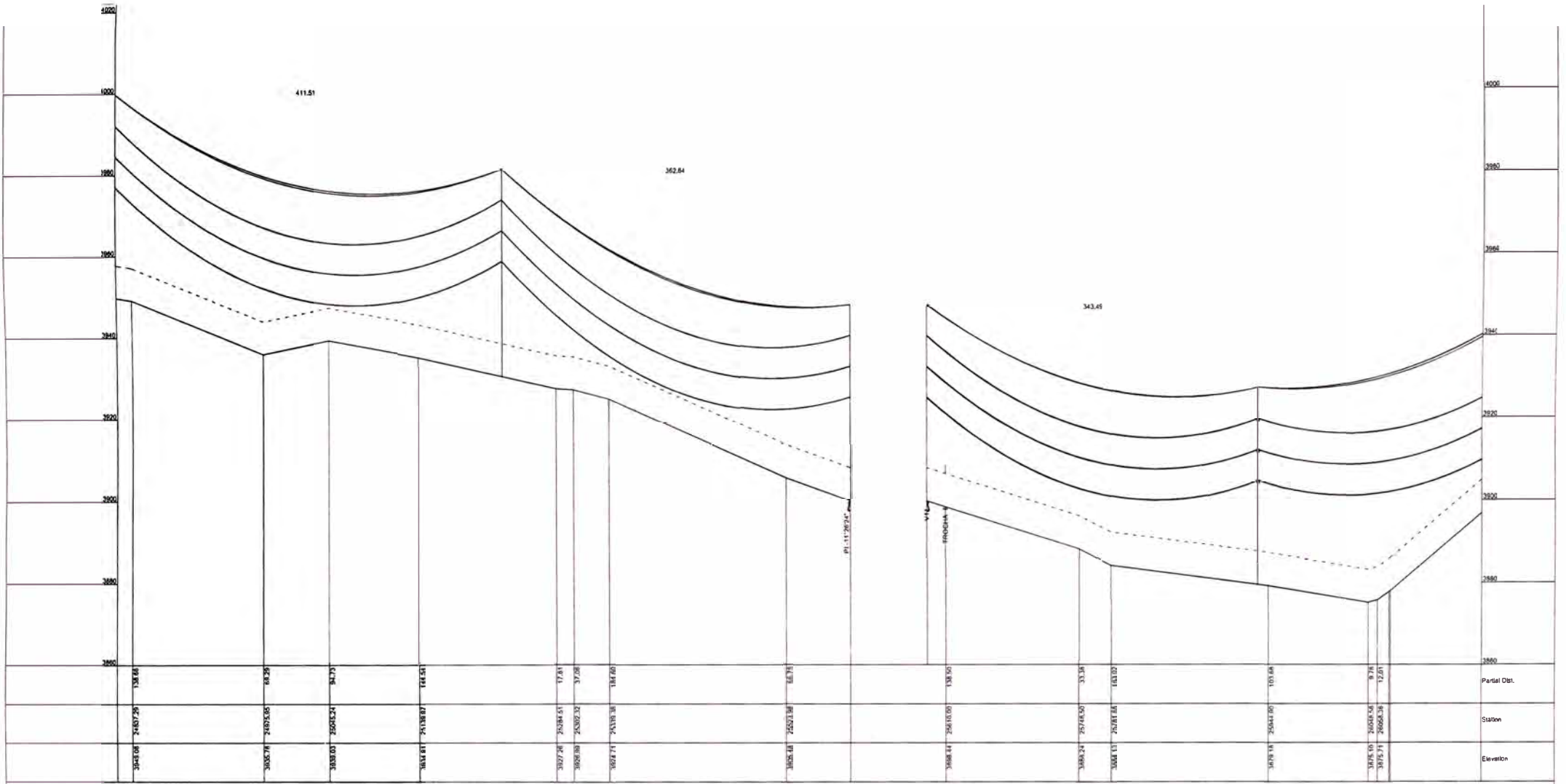
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA


DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAMA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.

DRAWING N°: (18/35) REV: 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006





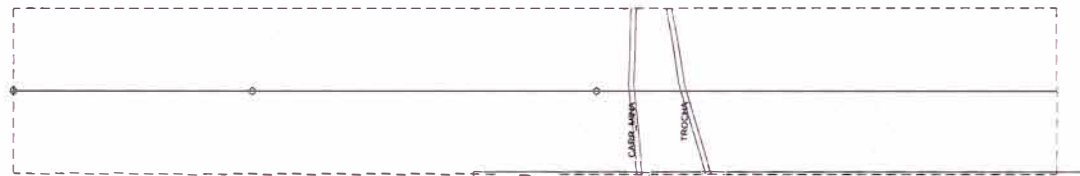
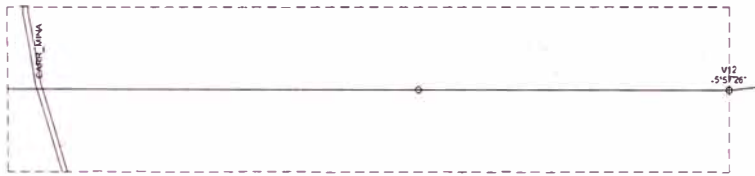
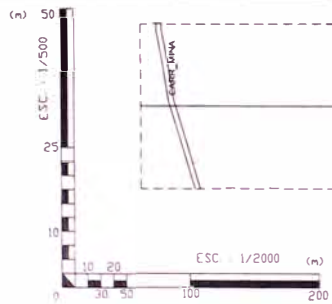
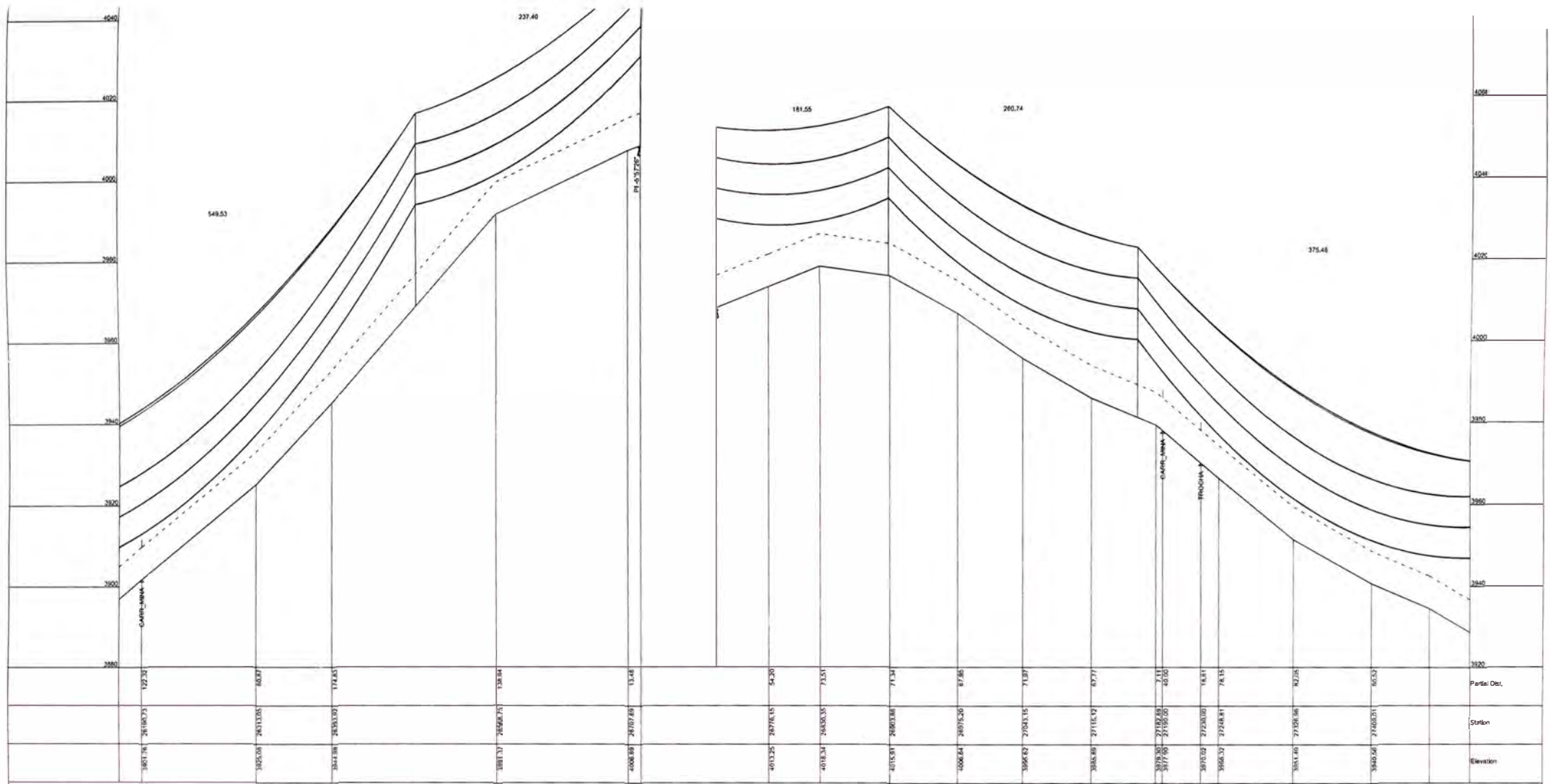
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

ALUMNO FIM	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYA		

SCALE: IND

DRAWING N°: (19/35) REV: 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

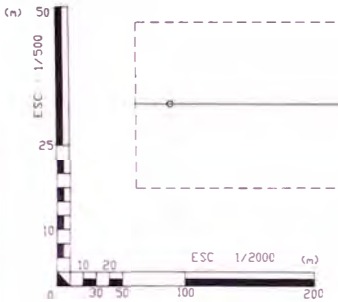
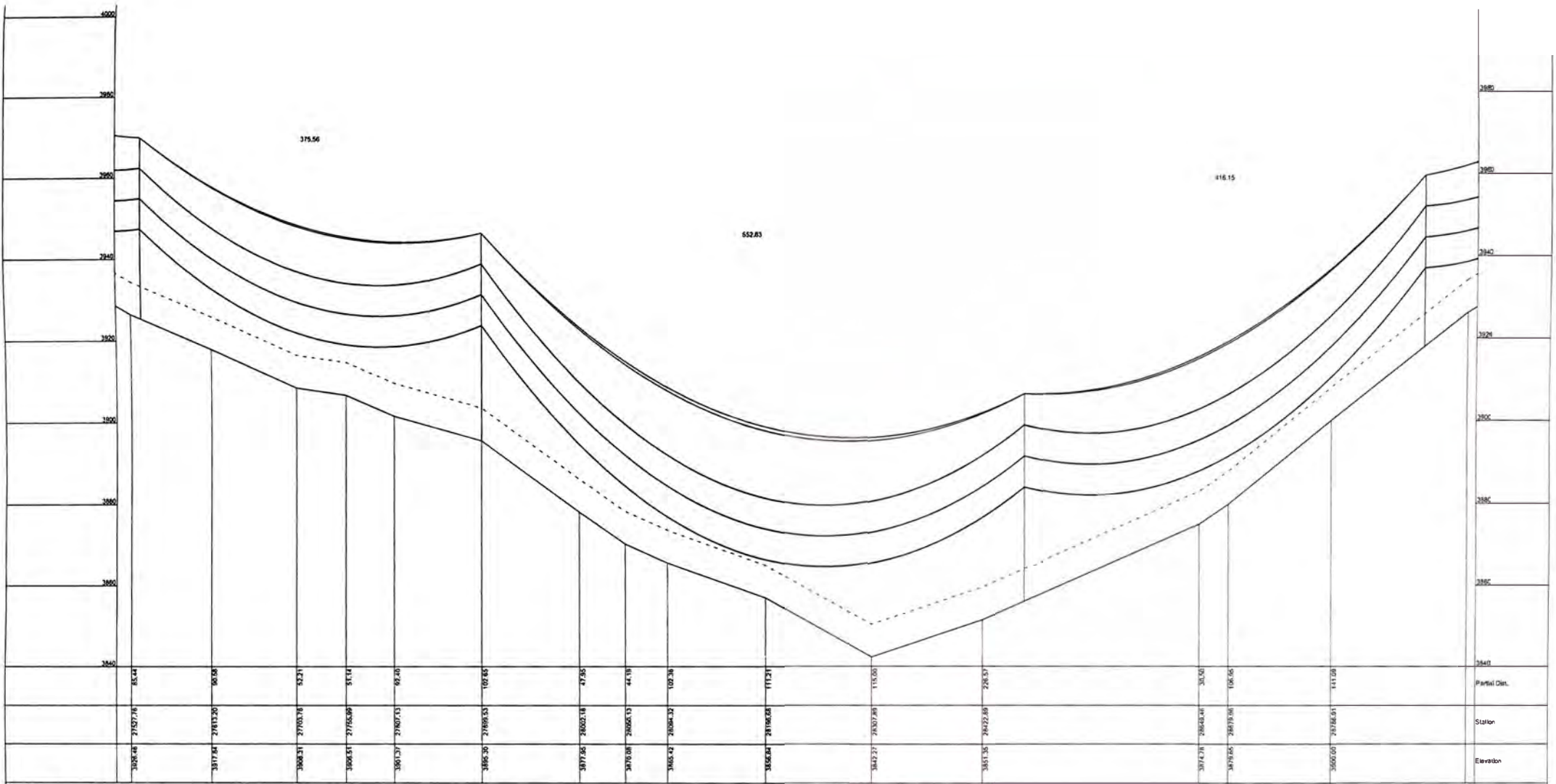


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M ASTUYAUR		
CHECKED	M ASTUYAUR		
APPROVED ENG MGR.	M ASTUYAUR		
APPROVED PROJ MGR.	M ASTUYAUR		
APPROVED	F SARAYNA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO  
SCALE IND. DRAWING N° (20/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006





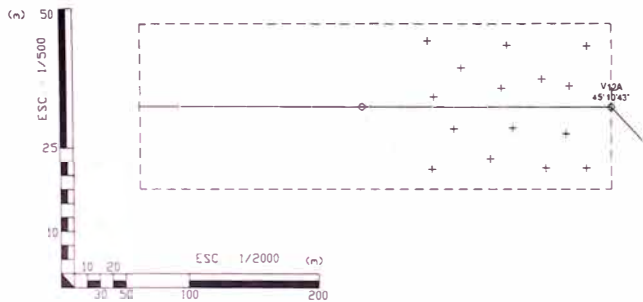
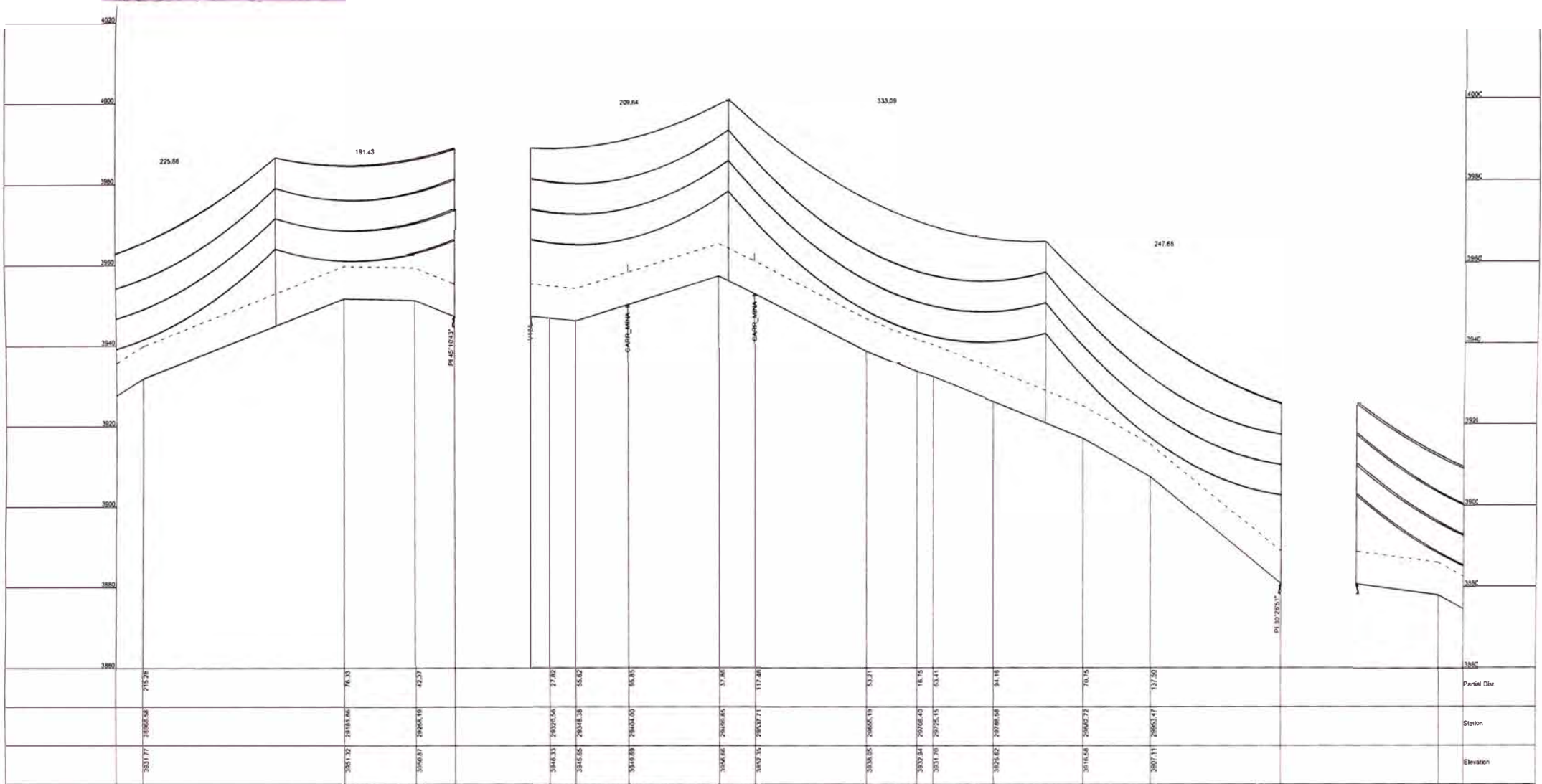
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA


ACORDADO	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENCL MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ MGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAWA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND  $\frac{1}{1}$  DRAWING N°: (21/35) REV: 00  
UNI-FIM-S-M4-14-C2-006

Elevation  
Station  
Partial Dist.

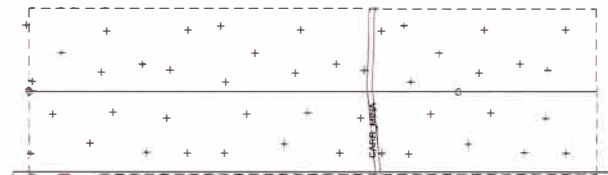
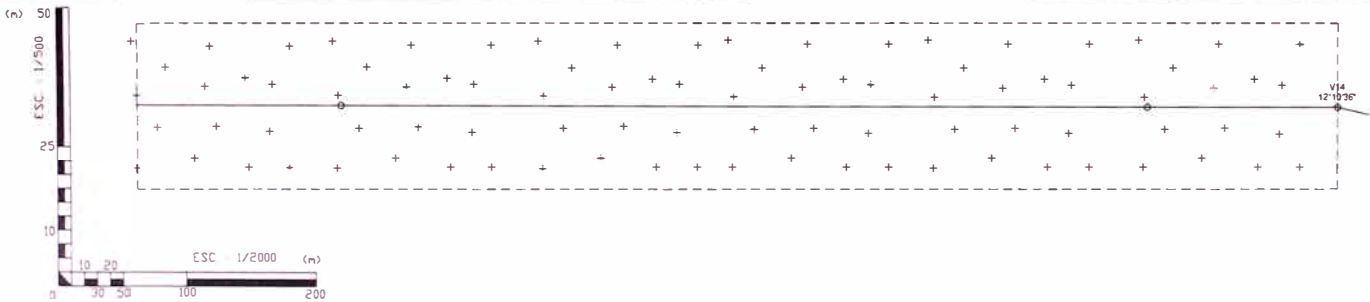
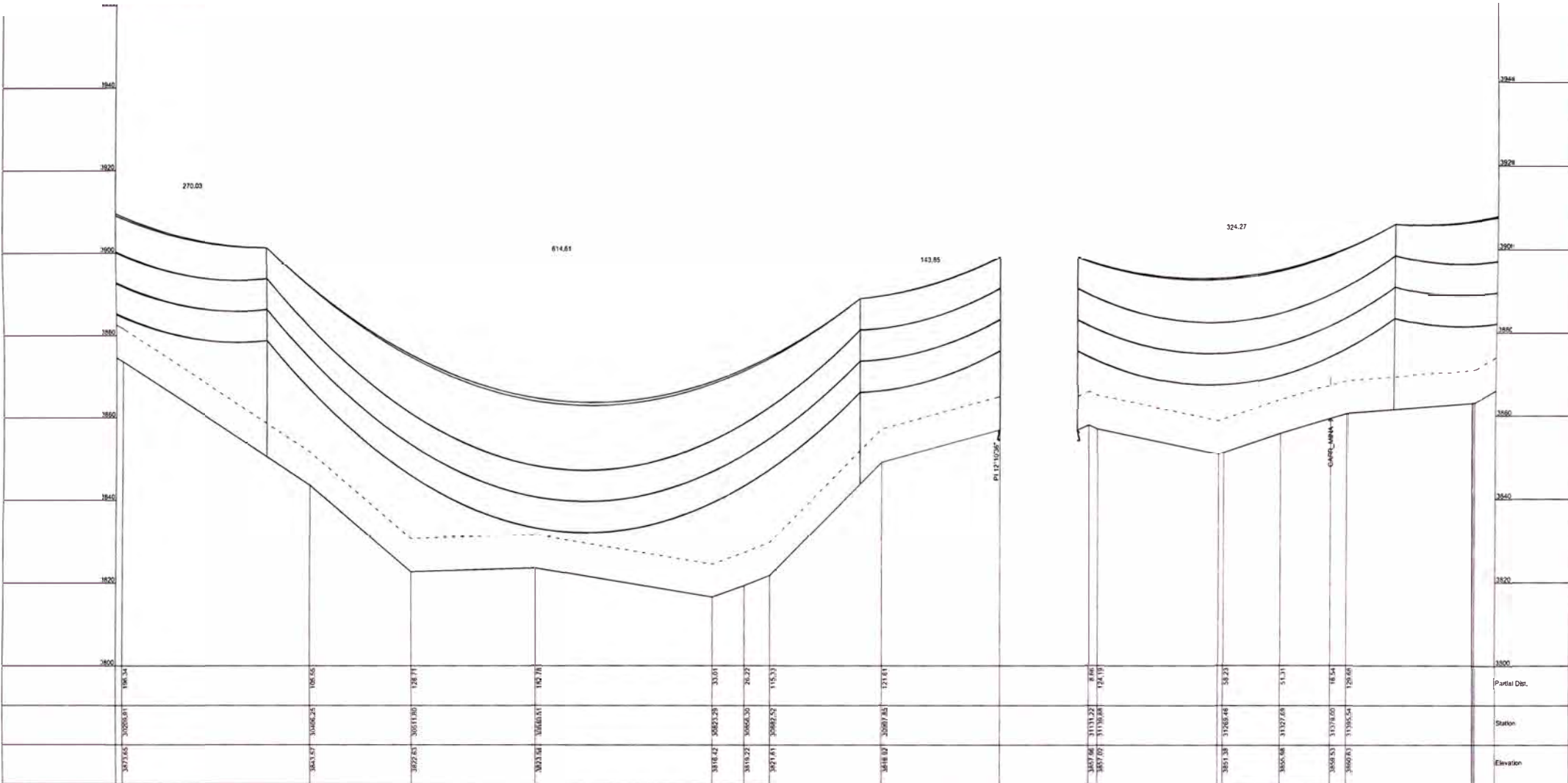




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**

ALLIUNO FIM DESIGNED CHECKED APPROVED ENG MGR APPROVED PROJ MGR IN APPROVED	NAME	SIGNATURE	DATE
	M. ASTUYAURI		
	M. ASTUYAURI		
	M. ASTUYAURI		
	M. ASTUYAURI		

GALENO PROJECT BFS  
 SISTEMA DE SUMINISTRO  
 LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
 DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
 TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO


SCALE: IND.  $\Rightarrow \frac{1}{1}$  DRAWING N°: (22/35) REV 00  
 UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

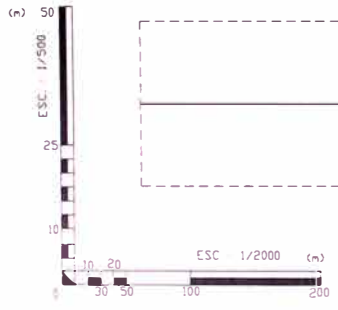
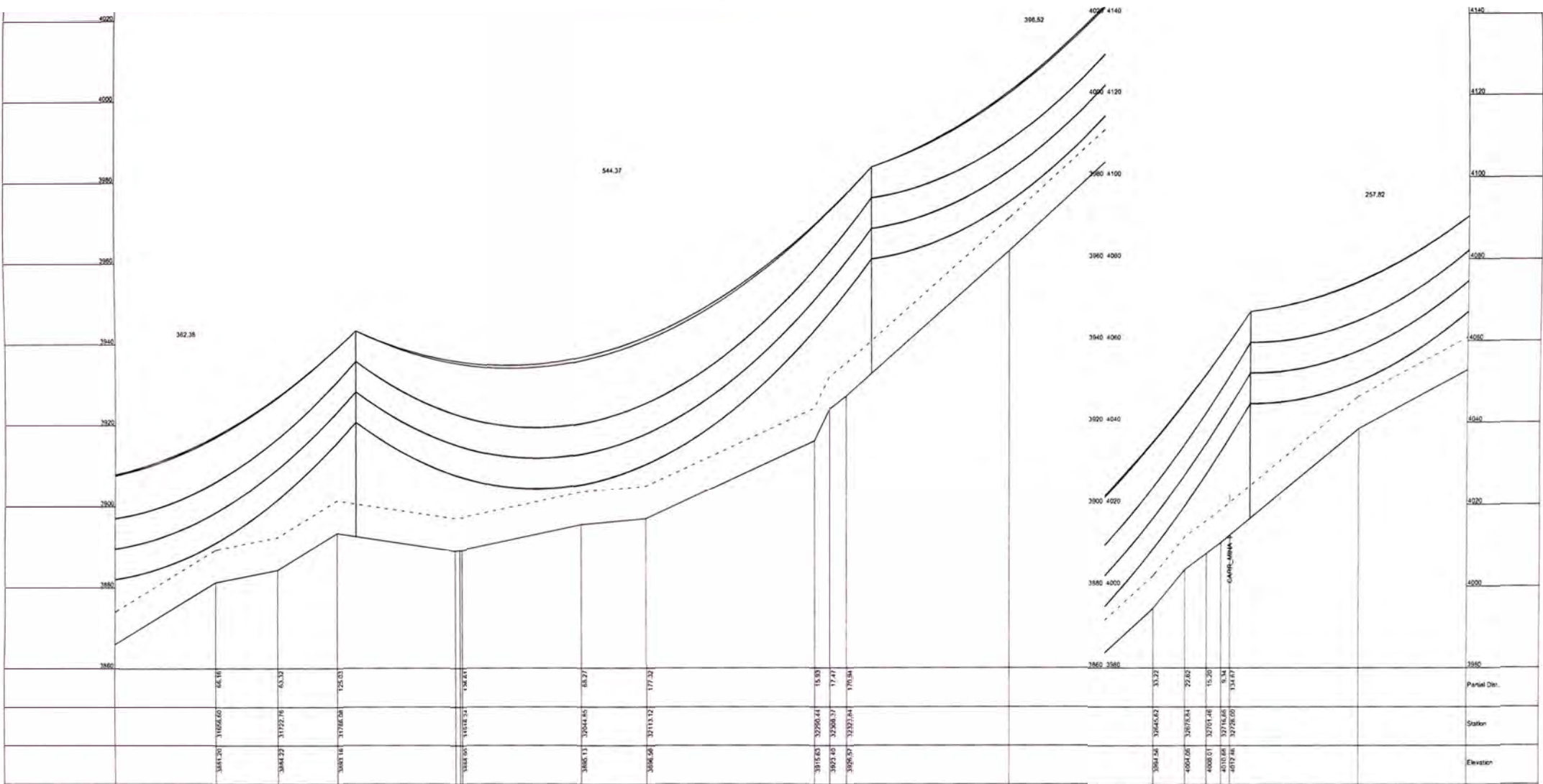



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**

DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAVIA		

CALENO PROJECT BFS  
 SISTEMA DE SUMINISTRO  
 LÍNEA DE TRANSMISIÓN LT 220 kV  
 DISTRIBUCIÓN DE ESTRUCTURAS  
 TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.  DRAWING N° (23/35) REV. 00  
 UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

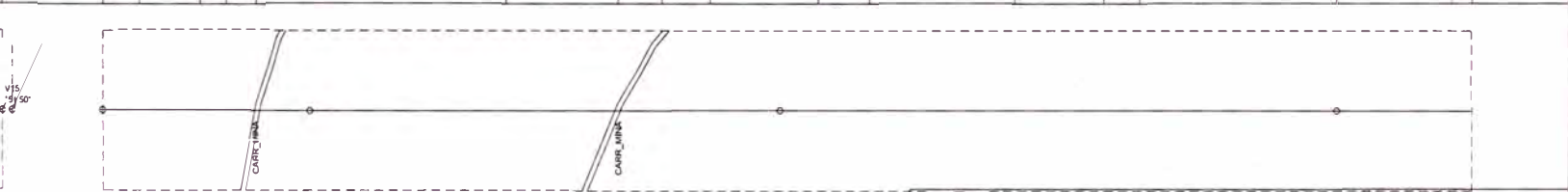
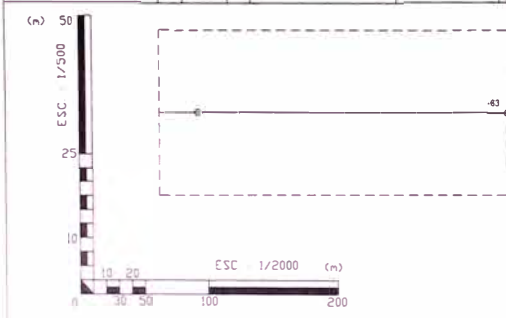
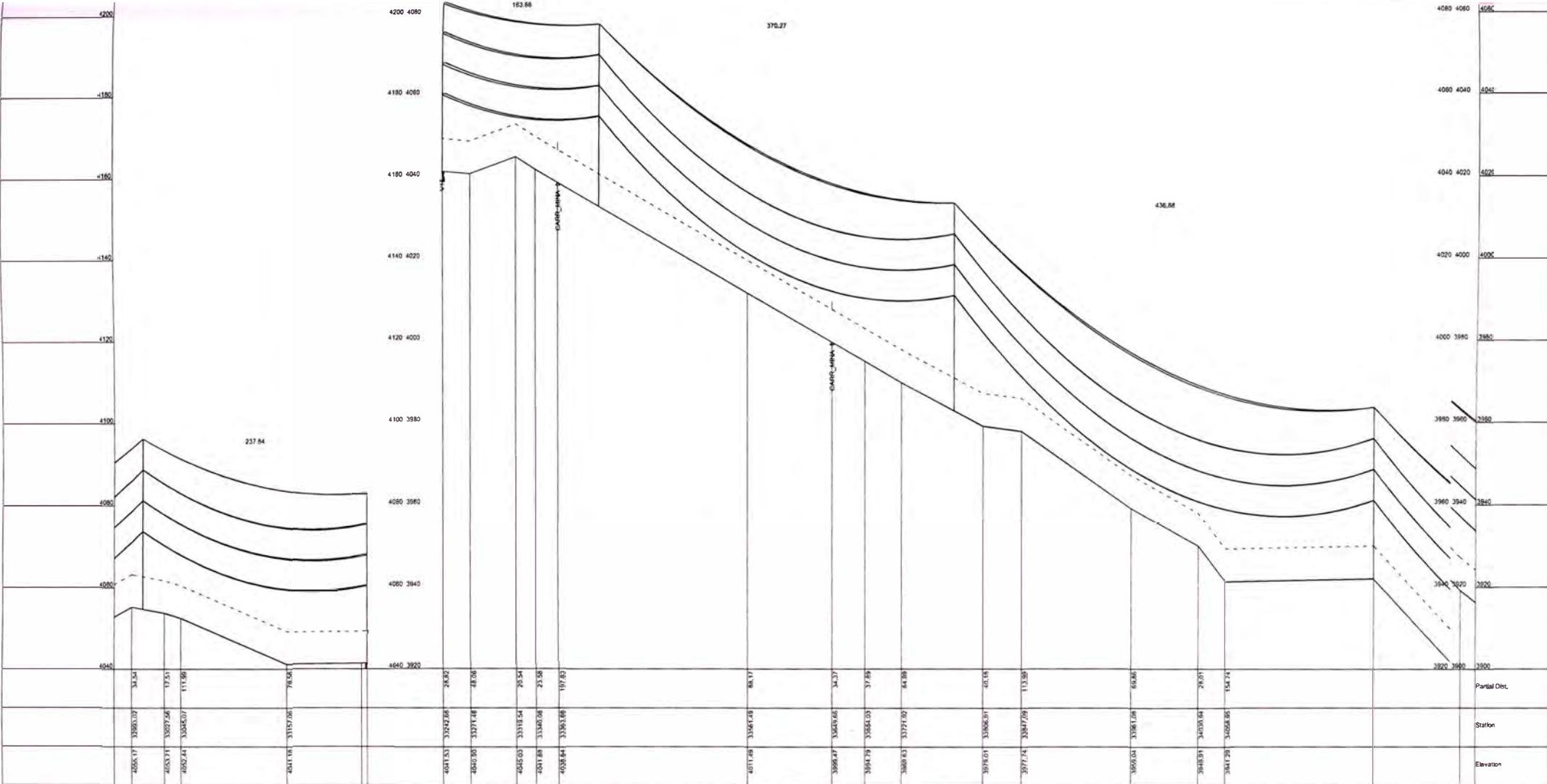


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYVA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO  
SCALE IND. DRAWING N° (24/35) REV CO  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

10/11/2017 09:43:47

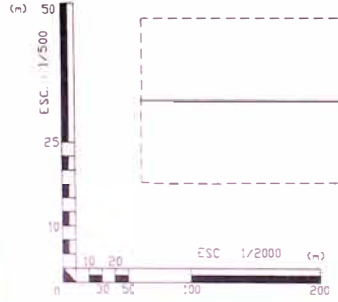
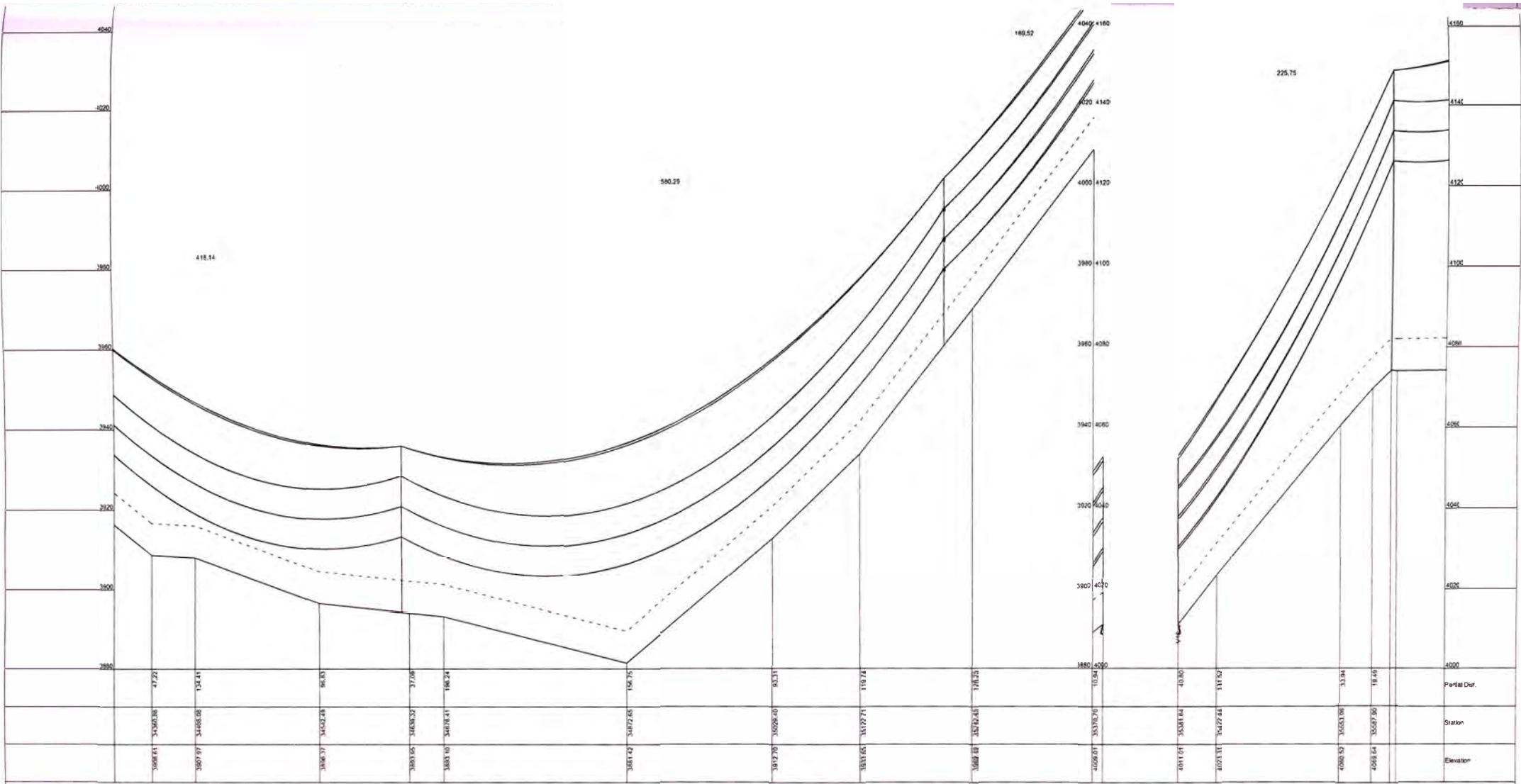


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. WCR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROD. WCR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. ZARAWA		

GALENO PROJECT B/F5  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kv  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO  
SCALE IND. DRAWING N° (25/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

Elevation  
Station  
Partial Det.

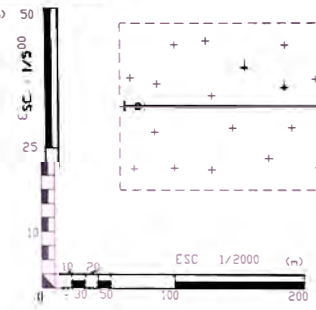
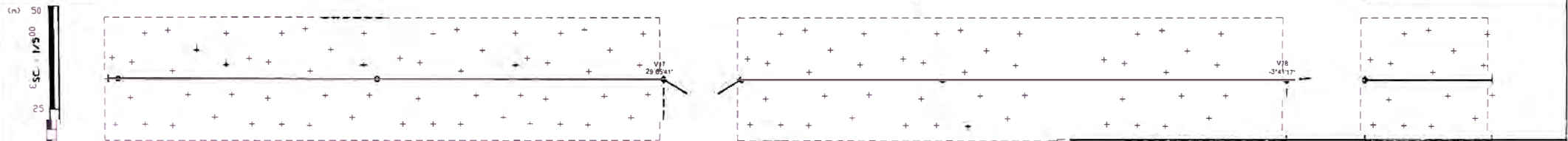
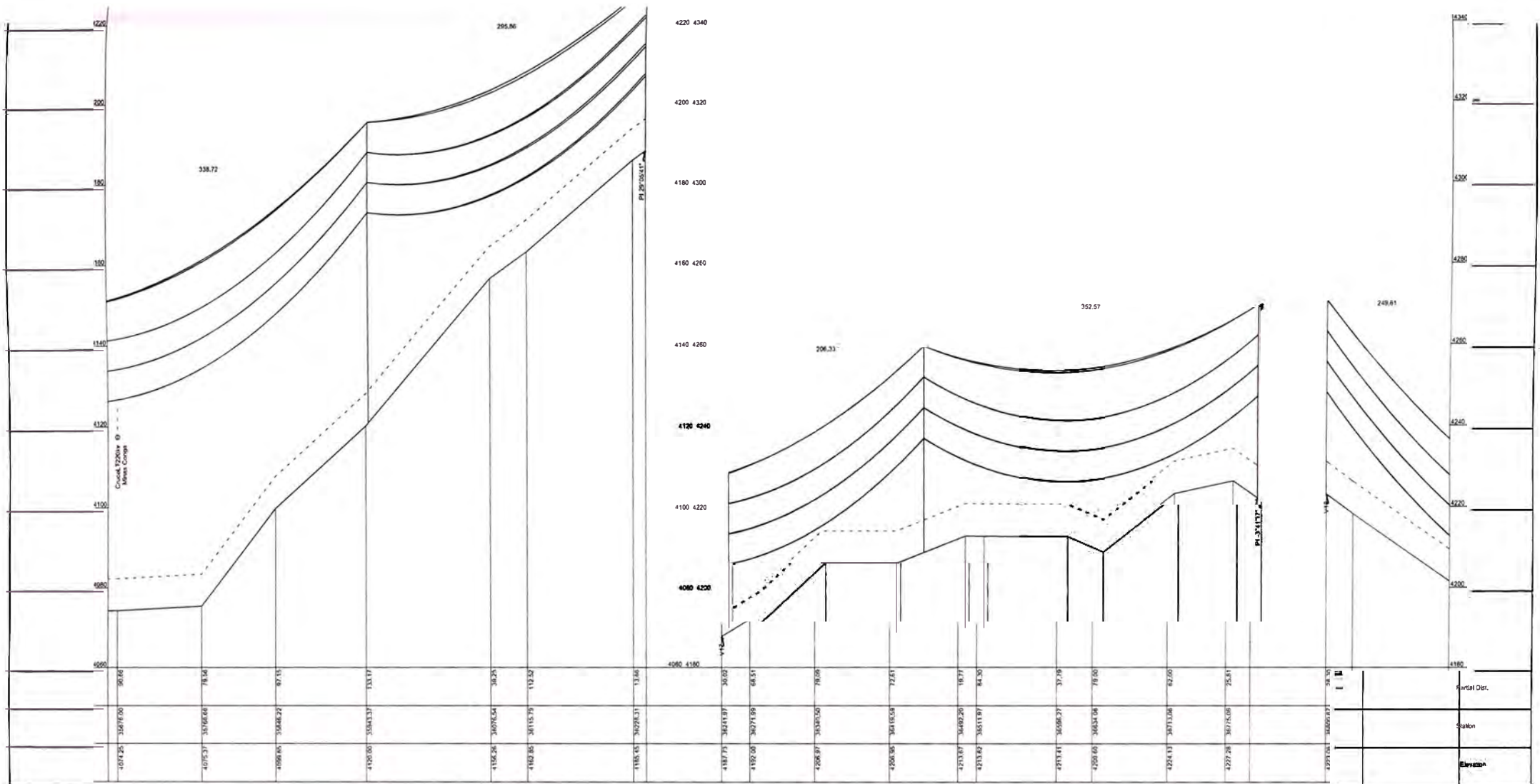



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MCR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MCR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYA		

CALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE IND.  $\Delta$   $\dagger$  DRAWING N° (26/35) REV BB  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006




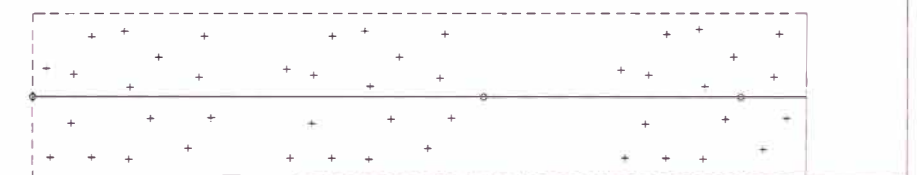
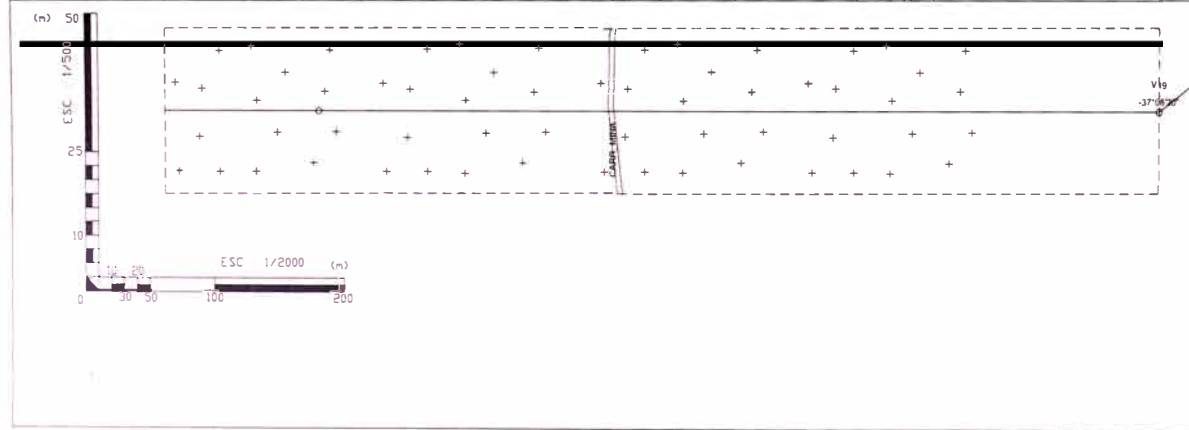
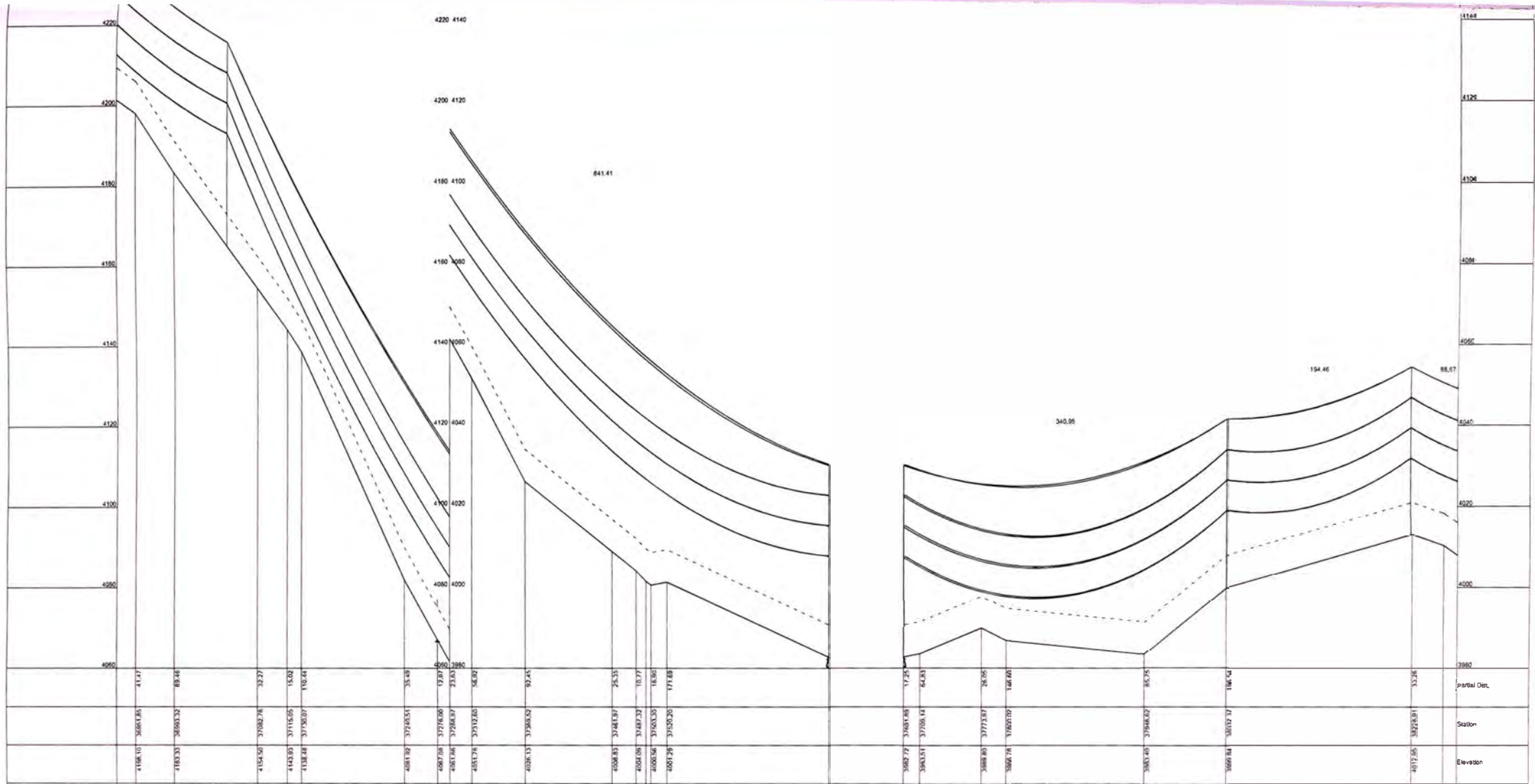


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

NO.	APROBADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
1	DESIGNADO	ASTUYAURI		
2	CHEQUEADO	ASTUYAURI		
3	APROBADO ENGR. MCR	ASTUYAURI		
4	APROBADO PROJ. MCR	ASTUYAURI		
5	APROBADO	SARAYA		

CALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND.  DRAWING NO: (27/35) REV: 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



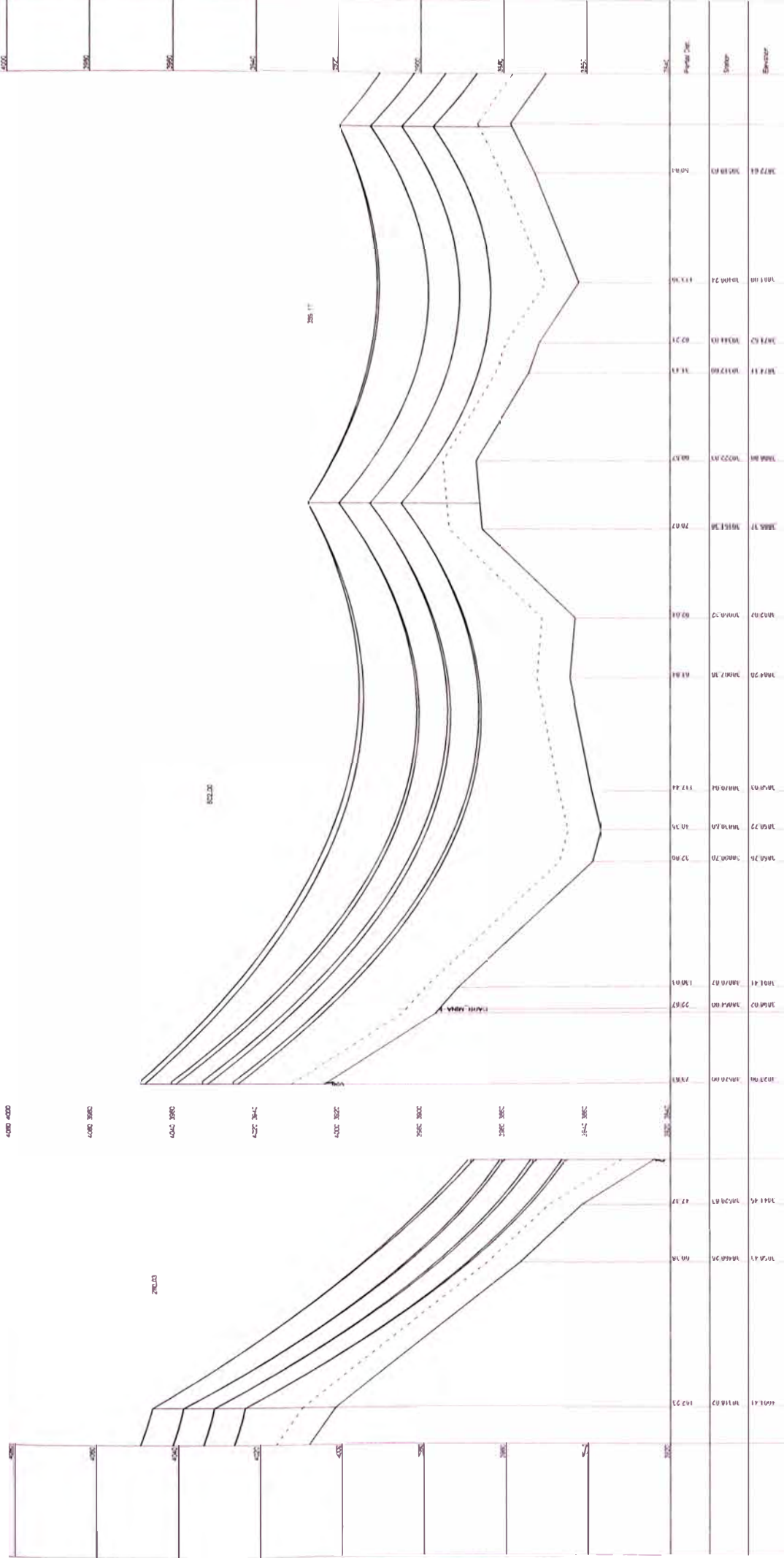
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DESIGNED	M. ASTUYAURI	NAME	SIGNATURE	DATE
CHECKED	M. ASTUYAURI			
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAYA			

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE IND.  $\nabla +$  DRAWING N° (28/35) REV. 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006





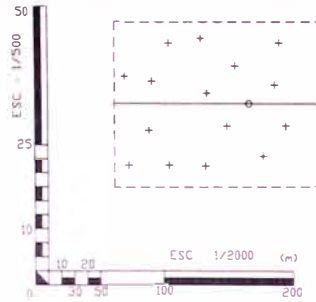
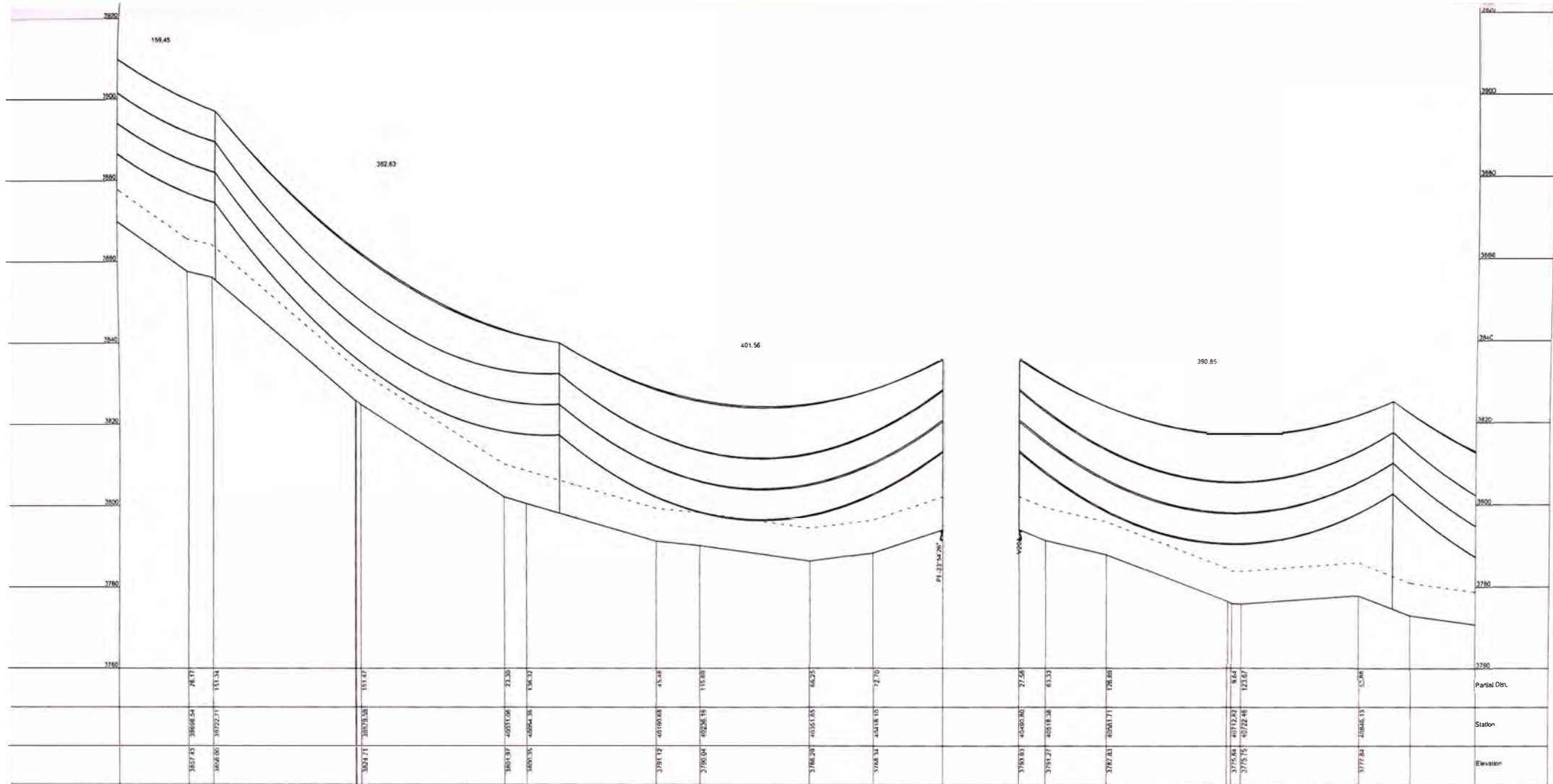
Station	Elevation	Station	Elevation
3800	3800	3900	3900
3810	3810	3910	3910
3820	3820	3920	3920
3830	3830	3930	3930
3840	3840	3940	3940
3850	3850	3950	3950
3860	3860	3960	3960
3870	3870	3970	3970
3880	3880	3980	3980
3890	3890	3990	3990
3900	3900	4000	4000




UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

PROYECTO	DAÑO DE LA LINEA
FECHA	15/05/2017
PROYECTANTE	ING. JUAN CARLOS GARCIA
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GARCIA
APROBADO	ING. JUAN CARLOS GARCIA
ESCALA	1:5000
FECHA DE EMISIÓN	15/05/2017
FECHA DE REVISIÓN	
FECHA DE APROBACIÓN	



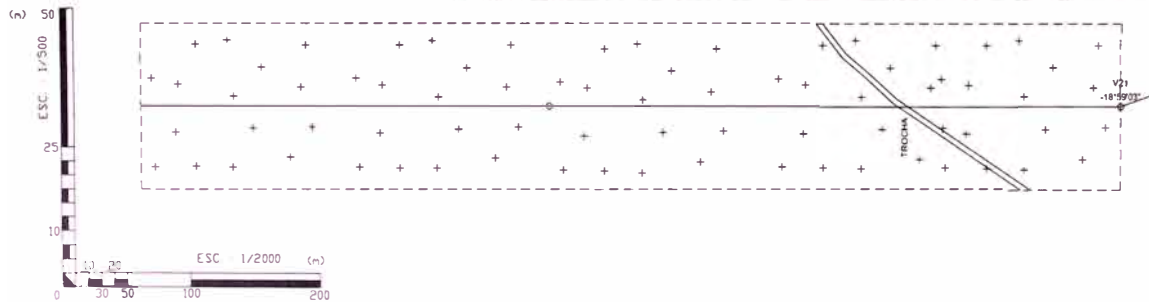
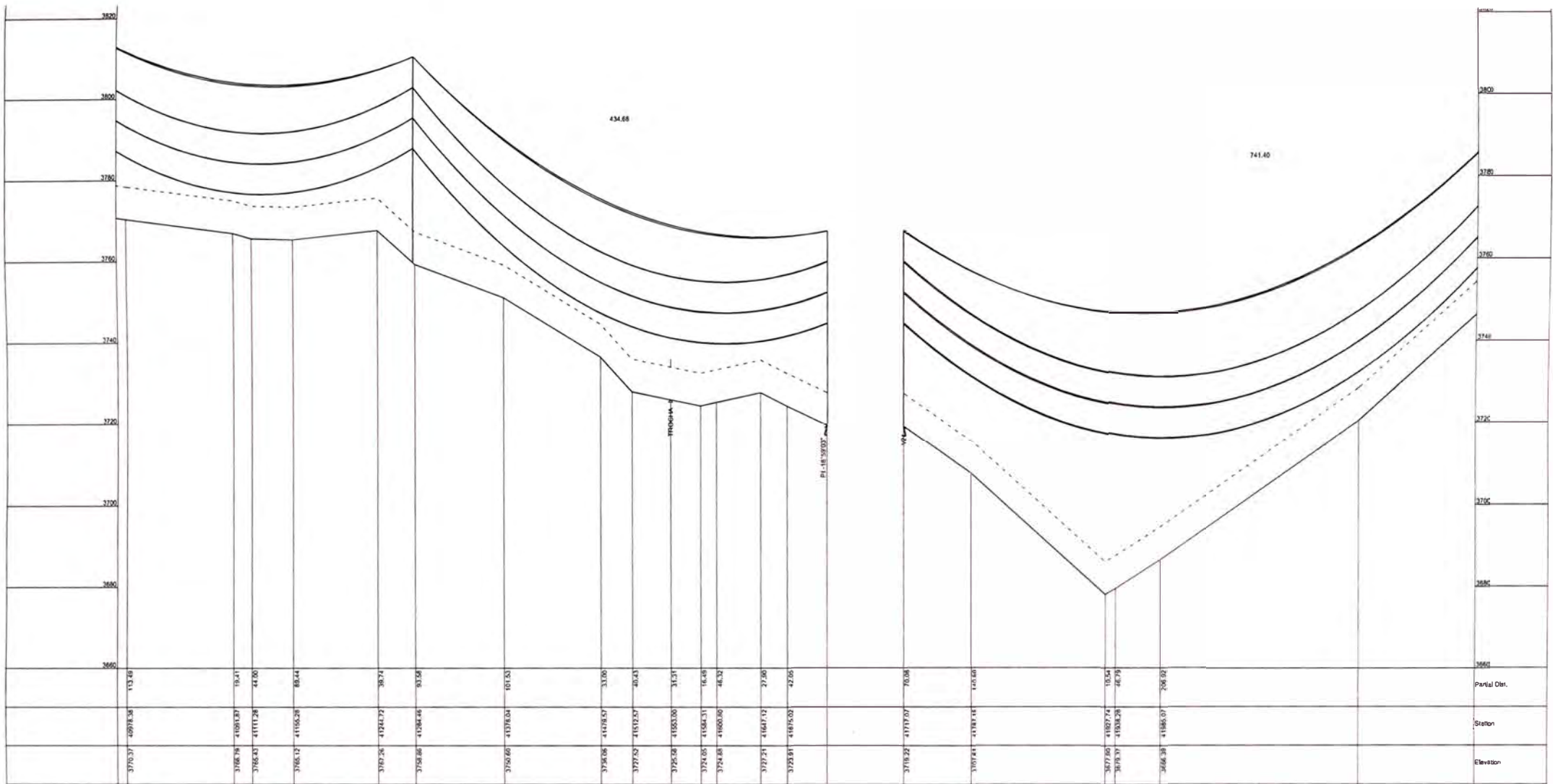



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYA		

**GALENO PROJECT BFS**  
**SISTEMA DE SUMINISTRO**  
**LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV**  
**DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS**  
**TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO**

SCALE	IND.	DRAWING N°	REV
		UNI-FIM-IS-M4-14-02-006	(30/35) 00



ESC. 1/500

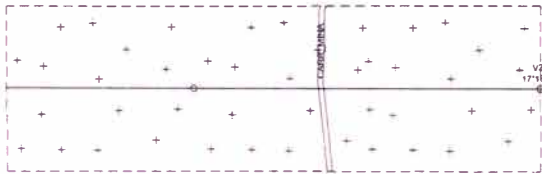
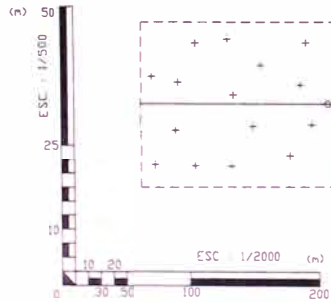
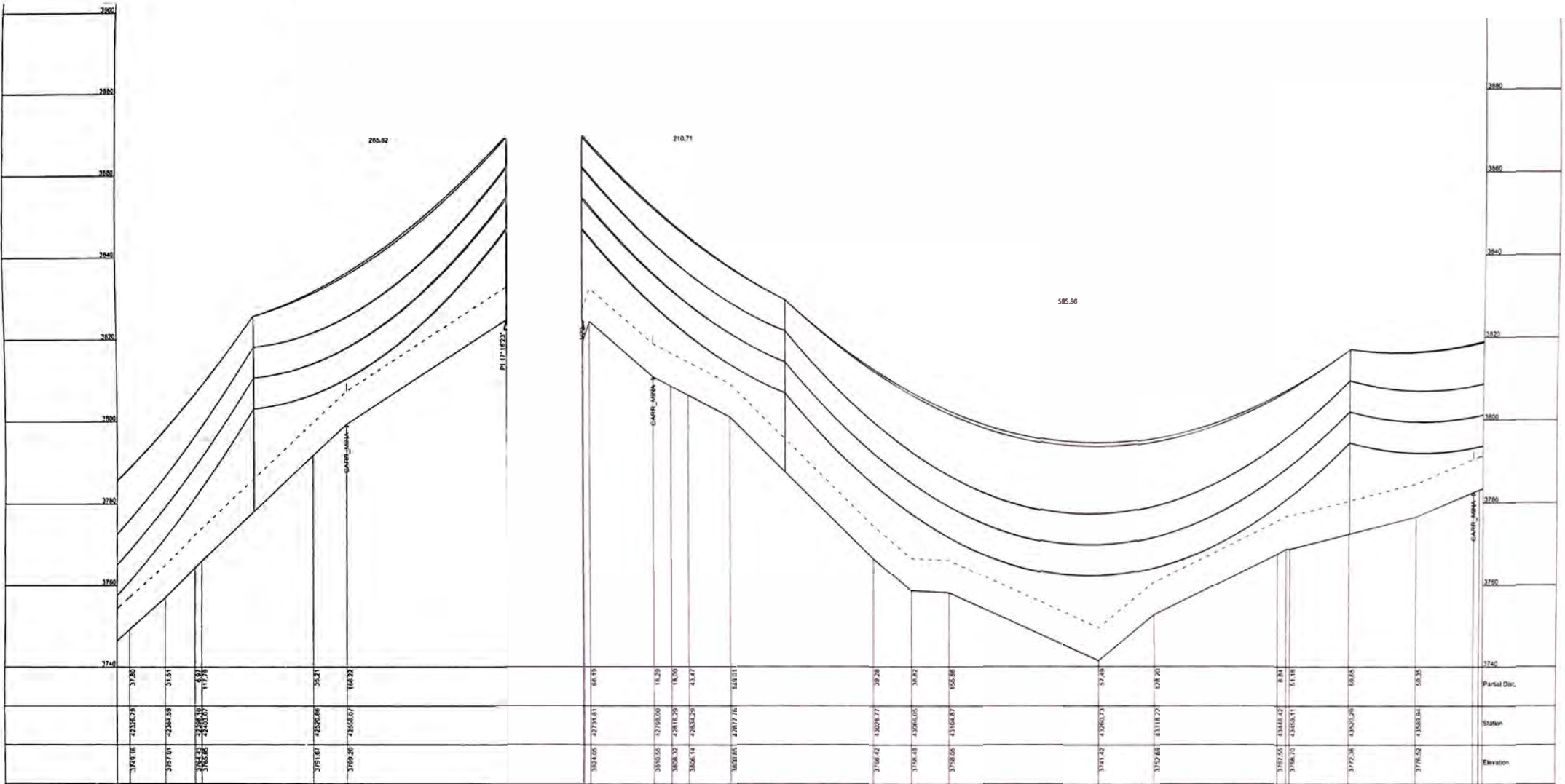
ESC. 1/2000 (m)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. UGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. UGR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAVIA		

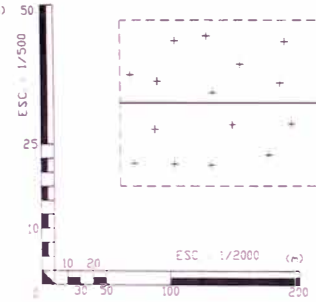
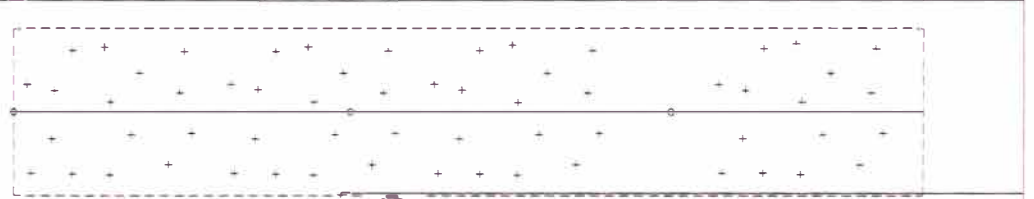
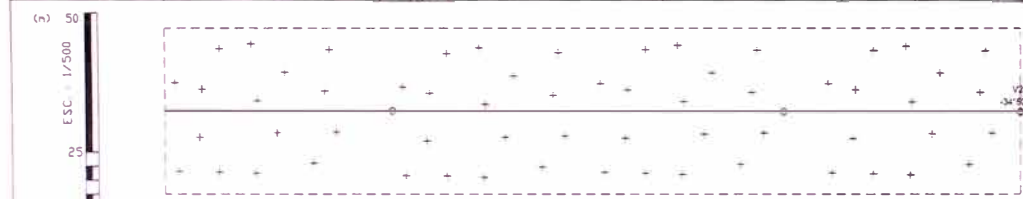
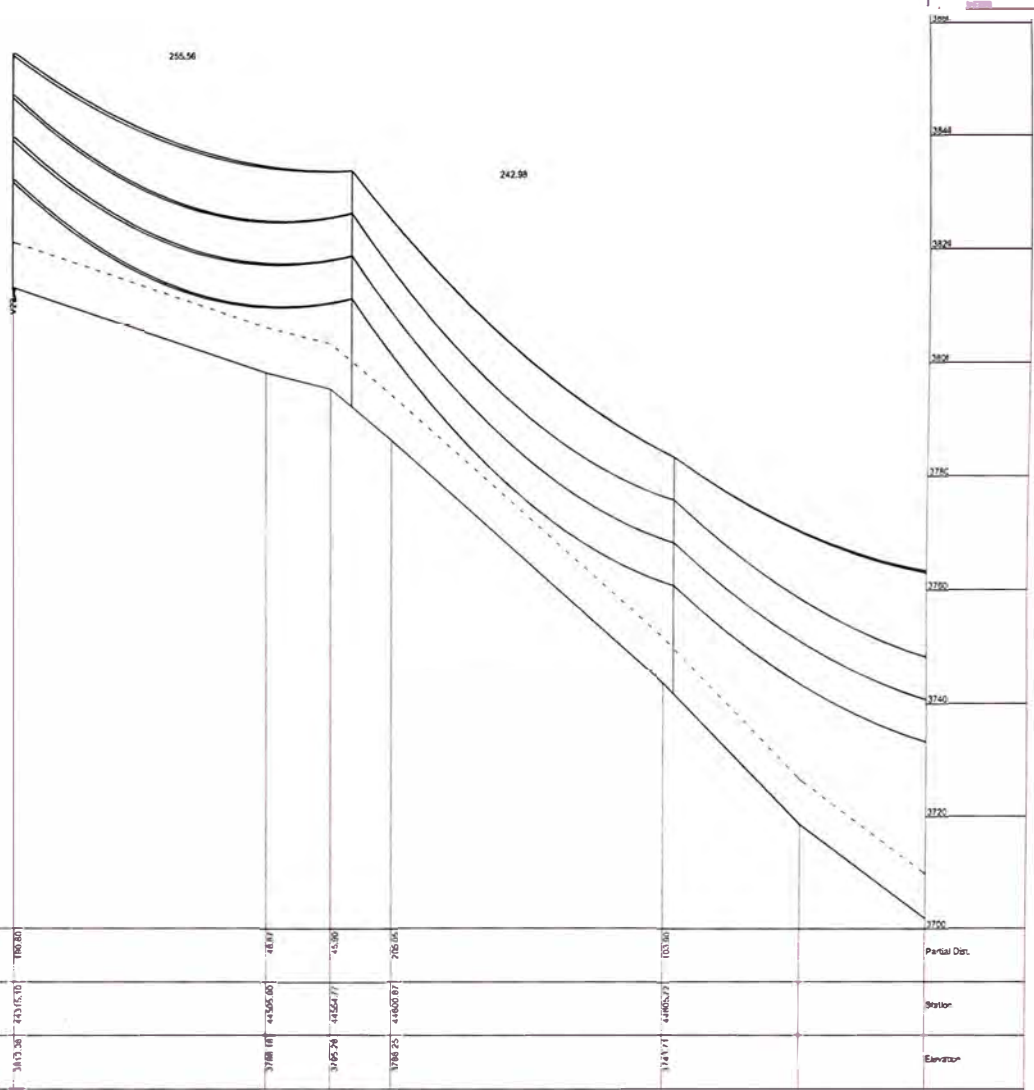
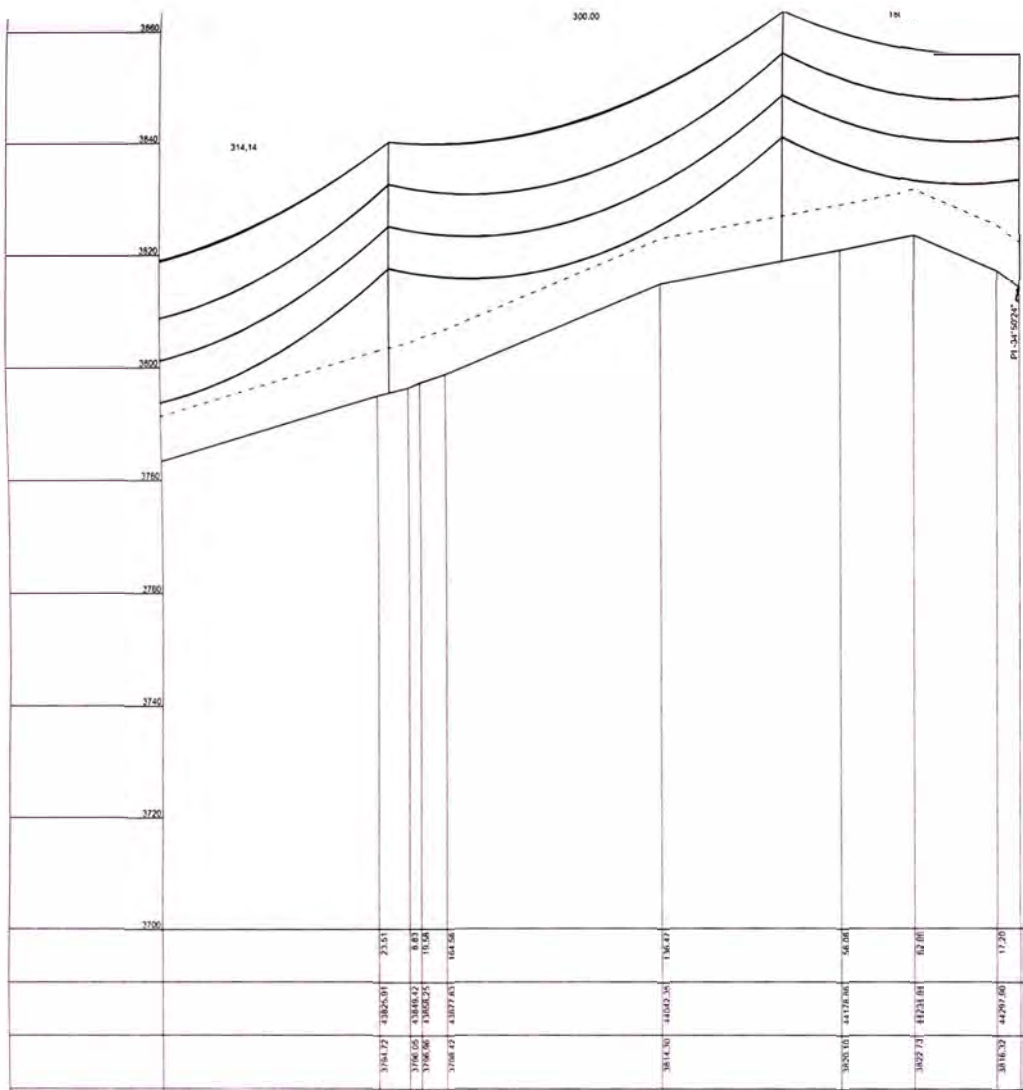
GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO  
SCALE IND. DRAWING N° (31/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

UN	ALUMNO	FM	DESIGNO	NAME	SIGNATURE	DATE
			DESIGNED	M. ASTUYAURI		
			CHECKED	M. ASTUYAURI		
			APPROVED ENC. VCR	M. ASTUYAURI		
			APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
			APPROVED	F. SARRAVAL		

CALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. CALENO  
SCALE:  $\Rightarrow +$  DRAWING N°: (32/35) REV: 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006



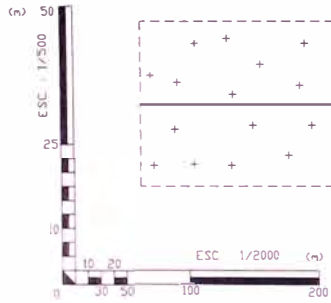
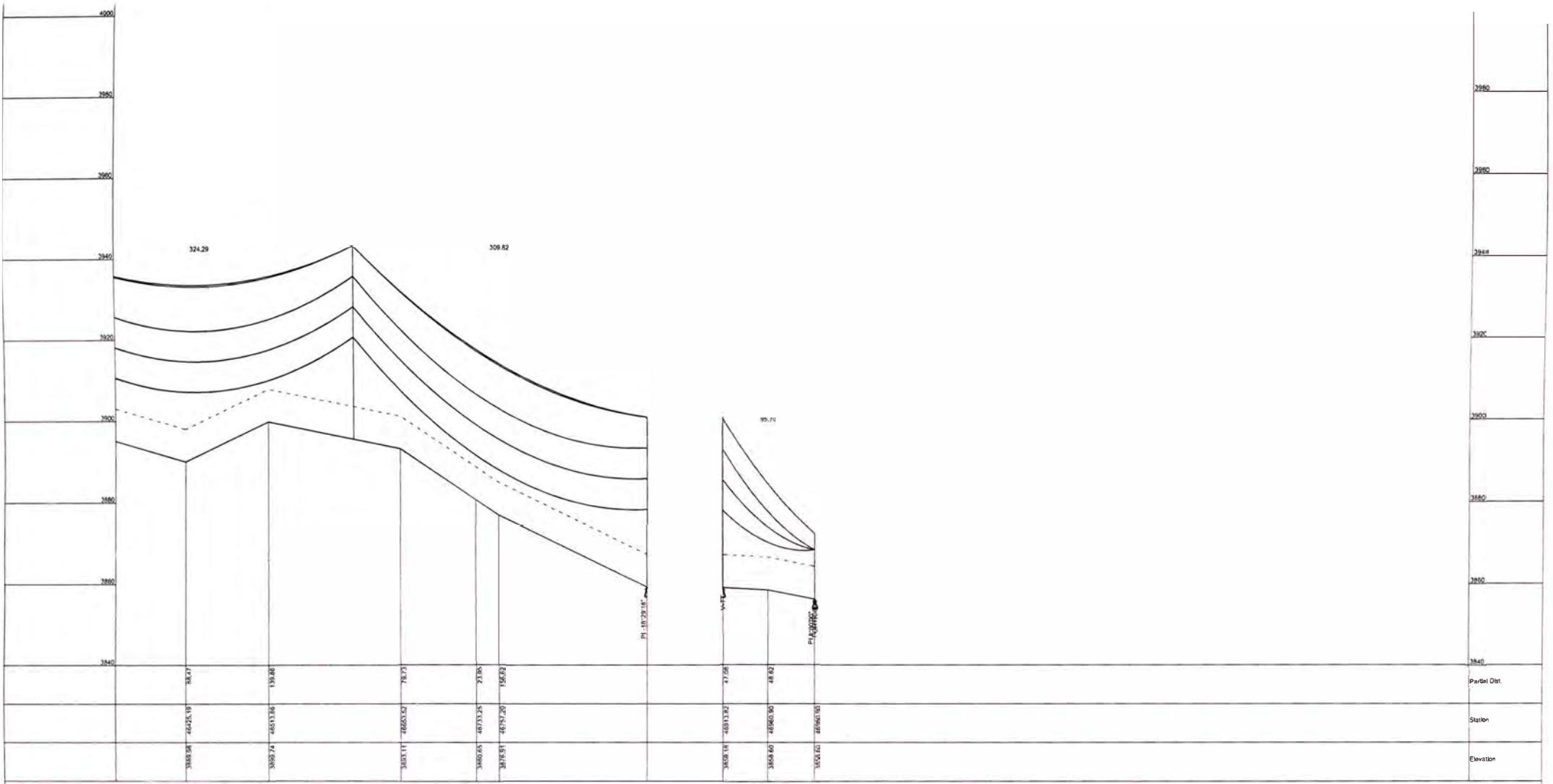
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA


ALUMNO	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUFAUR		
CHECKED	M. ASTUFAUR		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUFAUR		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUFAUR		
APPROVED	F. SARAVIA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: IND  $\Rightarrow$  DRAWING N° (33/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006







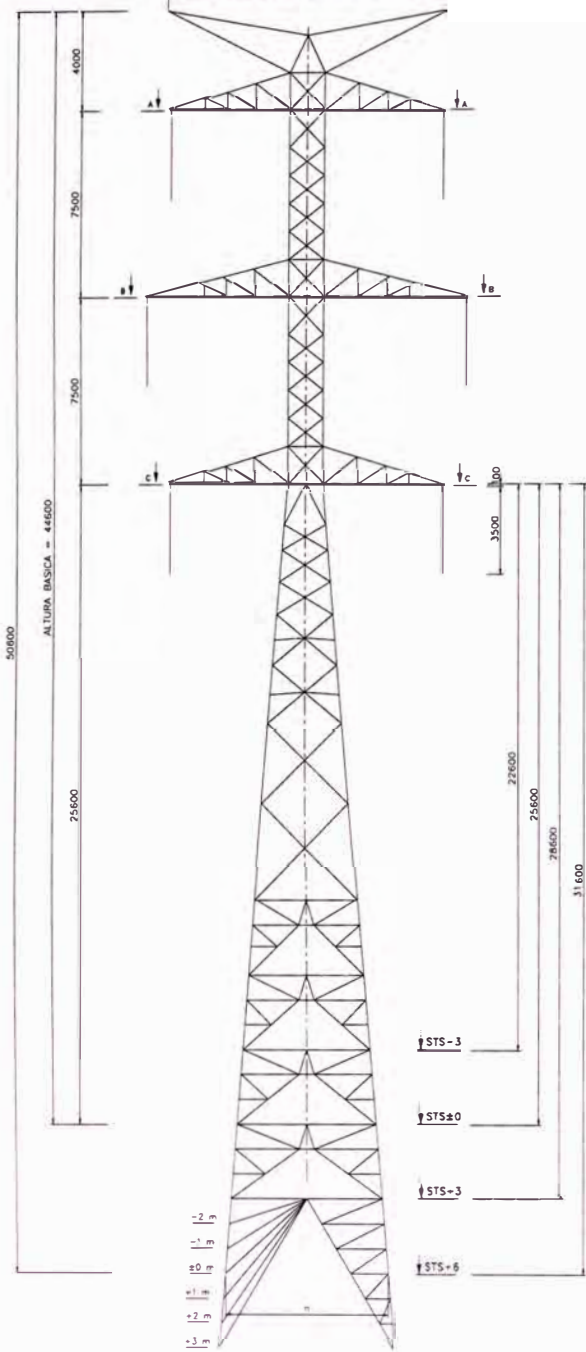
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MCR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MCR	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAYVA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 KV  
DISTRIBUCION DE ESTRUCTURAS  
TRAZO DE RUTA S.E. CAJAMARCA NORTE-S.E. GALENO

SCALE: ND DRAWING N°: (35/35) REV 00  
UNI-FIM-IS-M4-14-02-006

**ESTRUCTURA TIPO "S2"**



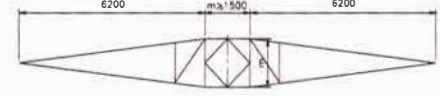
**PRESTACION DE LA ESTRUCTURA**

DESCRIPCION	" S2 "
VANO MEDIO (m)	450 - 495
VANO PESO (m)	700
VANO MAXIMO (m)	750
ANCULO	2' - 0'

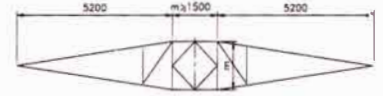
**SECCION A - A**



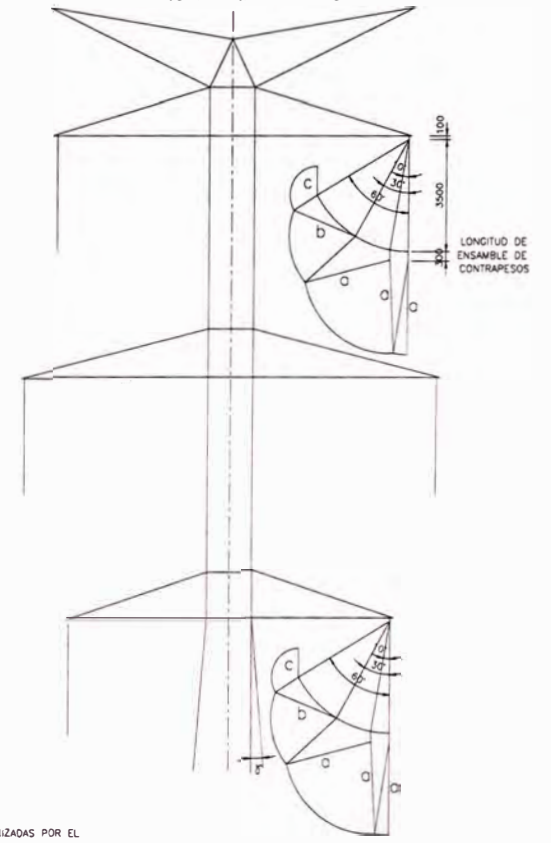
**SECCION B - B**



**SECCION C - C**




**DISTANCIAMIENTOS**



**NOTAS:**


- 1.- LAS DIMENSIONES "m" Y "n 6 δ" DEBEN SER OPTIMIZADAS POR EL FABRICANTE CON EL FIN DE OBTENER MENOR PESO DE LA TORRE  
ANGULO "δ" NO DEBE SER MAYOR DE 5°
- 2.- "a" : DISTANCIA POR SOBRETENSION DE IMPULSO
- 3.- "b" : DISTANCIA POR SOBRETENSION DE MANIOBRA
- 4.- "c" : DISTANCIA POR SOBRETENSION A FRECUENCIA INDUSTRIAL
- 5.- LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS

a	b	c
60'	30'	10'
1000	2500	3000

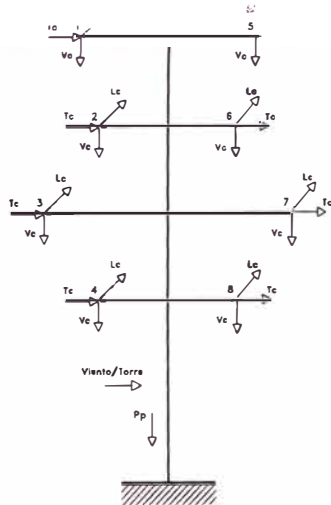


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

CALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
ESQUEMA ESTRUCTURA DE SUSPENSION TIPO S2  
CONFIGURACION GEOMETRICA

	NAME	SIGNATURE	DATE	
DESIGNED	M. ASTUYAURI			SCALE: IND.  DRAWING N° UNI-FIM-IS-M4-14-02-007
CHECKED	M. ASTUYAURI			
APPROVED ENGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI			
APPROVED:	F. SARAYA			





DESCRIPCION	" S2 "
VANO MEDIO (m)	450 - 495
VANO PESO (m)	700
VANO MAXIMO (m)	750
ANGULO	2' - 0'

NOTAS:  
1.- LAS CARGAS INDICADAS EN EL CUADRO N°1 INCLUYEN LOS SIGUIENTES FACTORES DE SOBRECARGA SEGUN REGLA 253 Y TABLA 253-1 DEL CNE-SUMINISTRO, PARA GRADO DE CONSTRUCCION B

CARGAS TRANSVERSALES  
DEBIDO AL VIENTO: 2,50  
DEBIDO AL TIRO DEL CONDUCTOR: 1,65  
CARGAS VERTICALES: 1,50  
CARGAS LONGITUDINALES:  
EN CUALQUIER LUGAR  
EN LOS AMARRRES 1,65  
EN LOS CRUCES  
EN LOS AMARRRES 1,65


2.- EL FACTOR DE RESISTENCIA ES IGUAL A 1,00 SEGUN TABLA 261-1.A DEL CNE-SUMINISTRO

Vano medio	450	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	700	m	Colector	1002	917	2400
Angulo	2	°	Cable G.	231	370	1825

Vano medio	450	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	700	m	Colector	668	304	1460
Angulo	2	°	Cable G.	154	158	1106

HIPOTESIS DE CALCULO									
Pto.	Carga (kg)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Vcg	451	898	861	231	451	451	451	290
	Tcg	750	45	222	379	750	750	750	55
	Lcg	255	261	230	1826	0	0	0	0
2	Vc	1814	2454	2122	1814	1002	1814	1814	2740
	Tc	1834	177	833	1834	917	1834	1834	173
	Lc	578	809	532	0	2400	0	0	0
3	Vc	1814	2454	2122	1814	1814	1002	1814	2740
	Tc	1834	177	833	1834	1834	917	1834	173
	Lc	578	809	532	0	0	2400	0	0
4	Vc	1814	2454	2122	1814	1814	1814	1002	2740
	Tc	1834	177	833	1834	1834	1834	917	173
	Lc	578	809	532	0	0	0	2400	0
5	Vcg	451	898	861	451	451	451	451	290
	Tcg	750	45	222	750	750	750	750	55
	Lcg	255	261	230	0	0	0	0	0
6	Vc	1814	2454	2122	1814	1814	1814	1814	2740
	Tc	1834	177	833	1834	1834	1834	1834	173
	Lc	578	809	532	0	0	0	0	0
7	Vc	1814	2454	2122	1814	1814	1814	1814	2740
	Tc	1834	177	833	1834	1834	1834	1834	173
	Lc	578	809	532	0	0	0	0	0
8	Vc	1814	2454	2122	1814	1814	1814	1814	2740
	Tc	1834	177	833	1834	1834	1834	1834	173
	Lc	578	809	532	0	0	0	0	0
Viento	kg/m²	147.33	0.00	35.82	147.33	147.33	147.33	147.33	4.58
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condicion		Viento máx.	Mínimo máx.	Mínimo - Vto	Rotura C1	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C2	Montaje

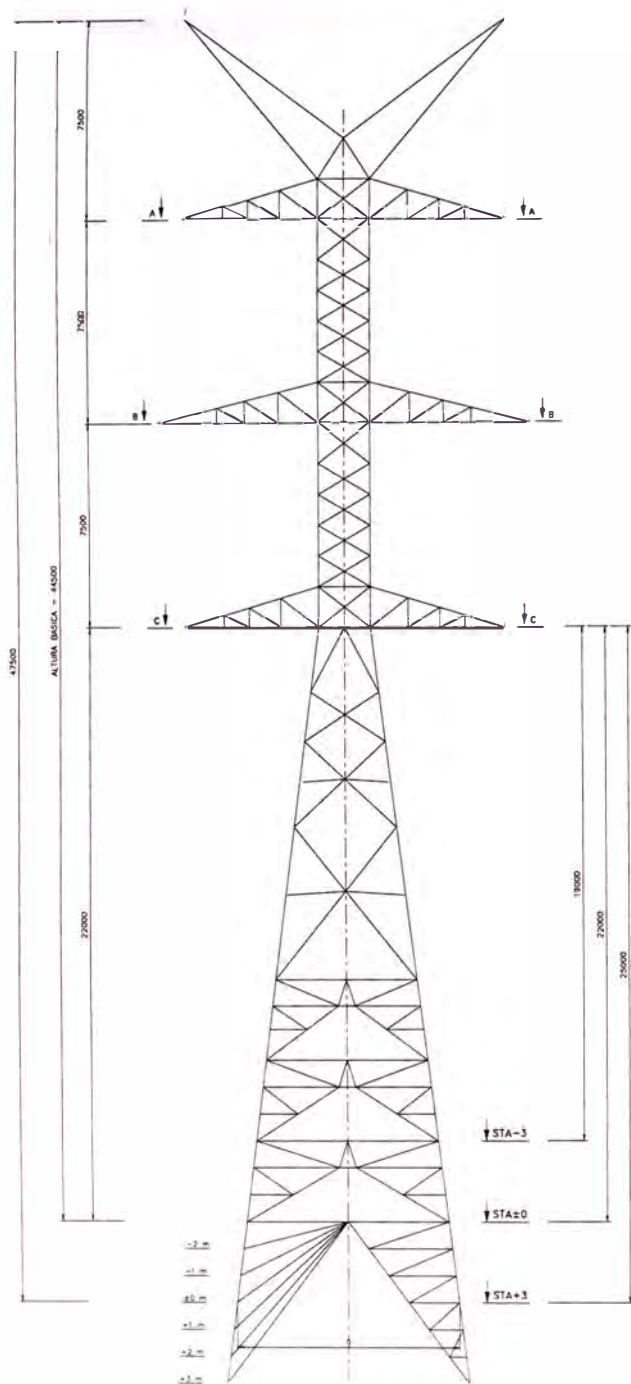
HIPOTESIS DE CALCULO									
Pto.	Carga (kg)	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Vcg	301	537	401	154	301	301	301	593
	Tcg	318	39	100	158	318	318	318	32
	Lcg	155	158	140	1106	0	0	0	0
2	Vc	1210	1658	1415	1210	668	1210	1210	2492
	Tc	788	107	285	788	384	788	788	97
	Lc	350	369	322	0	1460	0	0	0
3	Vc	1210	1658	1415	1210	1210	668	1210	2492
	Tc	788	107	285	788	788	384	788	97
	Lc	350	369	322	0	0	1460	0	0
4	Vc	1210	1658	1415	1210	1210	1210	668	2492
	Tc	788	107	285	788	788	788	384	97
	Lc	350	369	322	0	0	0	1460	0
5	Vcg	301	537	401	301	301	301	301	593
	Tcg	318	39	100	318	318	318	318	32
	Lcg	155	158	140	0	0	0	0	0
6	Vc	1210	1658	1415	1210	1210	1210	1210	2492
	Tc	788	107	285	788	788	788	788	97
	Lc	350	369	322	0	0	0	0	0
7	Vc	1210	1658	1415	1210	1210	1210	1210	2492
	Tc	788	107	285	788	788	788	788	97
	Lc	350	369	322	0	0	0	0	0
8	Vc	1210	1658	1415	1210	1210	1210	1210	2492
	Tc	788	107	285	788	788	788	788	97
	Lc	350	369	322	0	0	0	0	0
Viento	kg/m²	147.33	0.00	35.82	147.33	147.33	147.33	147.33	4.58
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condicion		Viento máx.	Mínimo máx.	Mínimo - Vto	Rotura C1	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C2	Montaje


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

DESIGNADO	NAME	SIGNATURE	DATE
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MCR	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MCR	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYVA		

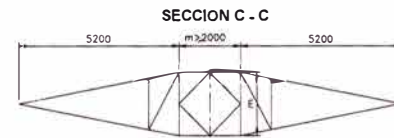
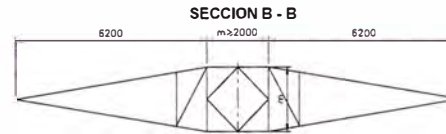
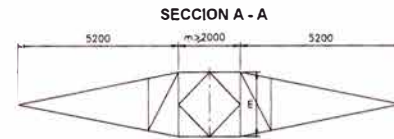
GALENO PROJECT BFS  
 SISTEMA DE SUMINISTRO  
 LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
 ESQUEMA ESTRUCTURAL DE SUSPENSION TIPO S2  
 DIAGRAMA DE CARGAS

SCALE	IND.	DRAWING N°	REV.
		UNI-FIM-IS-M4-14-02-008	00

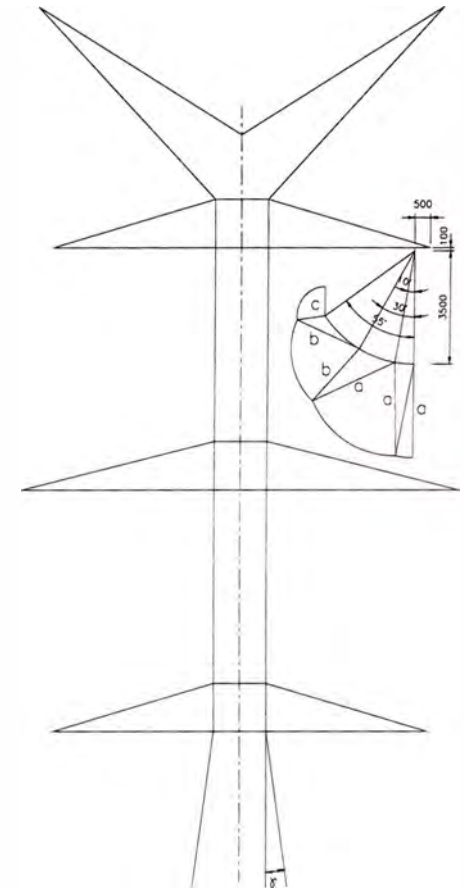


**PRESTACION DE LA ESTRUCTURA**

DESCRIPCION	" A2 "
VANO MEDIO (m)	400 - 1200
VANO PESO (m)	1000 (-250)
VANO MAXIMO (m)	1000
ANGULO	35' - 0'




**DISTANCIAMIENTOS**



c	b	a
60'	30'	10'
1000	2500	3000

**NOTAS:**

- 1.- LAS DIMENSIONES "m" Y "a" O "δ" DEBEN SER OPTIMIZADAS POR EL FABRICANTE CON EL FIN DE OBTENER MENOR PESO DE LA TORRE. ANGULO "δ" NO DEBE SER MAYOR DE 8°
- 2.- "a": DISTANCIA POR SOBRETENSION DE IMPULSO
- 3.- "b": DISTANCIA POR SOBRETENSION DE MANIOBRA
- 4.- "c": DISTANCIA POR SOBRETENSION A FRECUENCIA INDUSTRIAL
- 5.- LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DISEÑADO	M. ASTUYAURI	NOMBRE	SIGNATURE	DATE	GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV ESQUEMA ESTRUCTURA ANCLAJE-ANGULAR TIPO A2 CONFIGURACION GEOMETRICA
COMPROBADO	M. ASTUYAURI				
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI				
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI				
UN. APPROVED	F. SARAYA				

SCALE: IND.

DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-009

REV: 00

PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

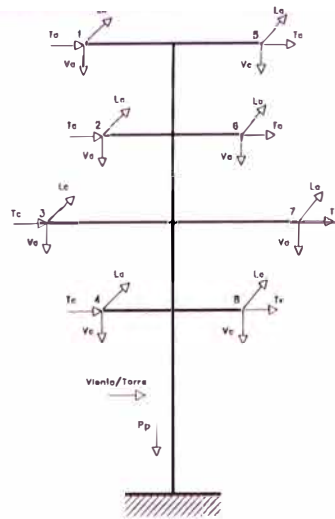
DESCRIPCION	" A2 "
VANO MEDIO (m)	400 - 1200
VANO PESO (m)	1000 (-250)
VANO MAXIMO (m)	1000
ANGULO	35' - 0'

NOTAS:

1.- LAS CARGAS INDICADAS EN EL CUADRO N°1 INCLUYEN LOS SIGUIENTES FACTORES DE SOBRECARGA SEGUN REGLA 253 Y TABLA 253-1 DEL CNE-SUMINISTRO, PARA GRADO DE CONSTRUCCION B

CARGAS TRANSVERSALES	
DEBIDO AL VIENTO	2.50
DEBIDO AL TIRO DEL CONDUCTOR	1.65
CARGAS VERTICALES:	1.50
CARGAS LONGITUDINALES:	
EN CUALQUIER LUGAR	
EN LOS AMARRES	1.05
EN LOS CRUCES	
EN LOS AMARRES	1.05

2.- EL FACTOR DE RESISTENCIA ES IGUAL A 1.00 SEGUN TABLA 261-1A DEL CNE-SUMINISTRO



Vano medio	400	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	800	m	Conductor	1325	2235	4818
Angulo	35	°	Cable G.	281	857	1825

Vano medio	400	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	800	m	Conductor	883	1193	2920
Angulo	35	°	Cable G.	187	456	1106

Pto.	Carga (kg)	HIPOTESIS DE CALCULO								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Vog	532	937	703	-95	281	532	532	532	1033
	Tog	1715	1121	1072	1715	857	1715	1715	1715	870
	Log	496	743	338	450	1825	496	496	450	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	1325	2254	2254	4411
2	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	2235	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	4818	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	1325	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	2235	4470	4470	2216
3	Lc	1445	2030	891	1445	1445	4818	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	1325	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	2235	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	4818	1445	1445	0
4	Vog	532	937	703	-95	532	532	532	532	1033
	Tog	1715	1121	1072	1715	1715	1715	1715	1715	870
	Log	496	743	338	450	450	450	450	450	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
5	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
6	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
7	Vog	532	937	703	-95	532	532	532	532	1033
	Tog	1715	1121	1072	1715	1715	1715	1715	1715	870
	Log	496	743	338	450	450	450	450	450	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
8	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
9	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
	Vc	2254	3019	2905	-98	2254	2254	2254	2254	4411
	Tc	4470	3051	3113	4470	4470	4470	4470	4470	2216
	Lc	1445	2030	891	1445	1445	1445	1445	1445	0
VtoTorre	kg/m²	147.33	0.00	35.68	147.33	147.33	147.33	147.33	147.33	4.58
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condición	Viento m/s	1480 m/s	1850	Vto	Ugff	Rotura C01	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C3	Montaje

Pto.	Carga (kg)	HIPOTESIS DE CALCULO								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Vog	354	625	469	-84	187	354	354	354	680
	Tog	912	580	619	912	456	912	912	912	402
	Log	277	452	205	277	1100	277	277	277	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	883	1502	1502	2841
2	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	1193	2385	2385	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	2820	876	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	883	1502	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	1193	2385	1333
3	Lc	876	1230	537	876	876	876	2820	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	883	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	1193	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	2820	0
4	Vog	354	625	469	-84	354	354	354	354	680
	Tog	912	580	619	912	456	912	912	912	402
	Log	277	452	205	277	277	277	277	277	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
5	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
6	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
7	Vog	354	625	469	-84	354	354	354	354	680
	Tog	912	580	619	912	456	912	912	912	402
	Log	277	452	205	277	277	277	277	277	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
8	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
9	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
	Vc	1502	2013	1737	-46	1502	1502	1502	1502	2841
	Tc	2385	1840	1795	2385	2385	2385	2385	2385	1333
	Lc	876	1230	537	876	876	876	876	876	0
VtoTorre	kg/m²	147.33	0.00	35.68	147.33	147.33	147.33	147.33	147.33	4.58
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condición	Viento m/s	Hielo m/s	Hielo + Vto	Ugff	Rotura C01	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C3	Rotura C4	Montaje



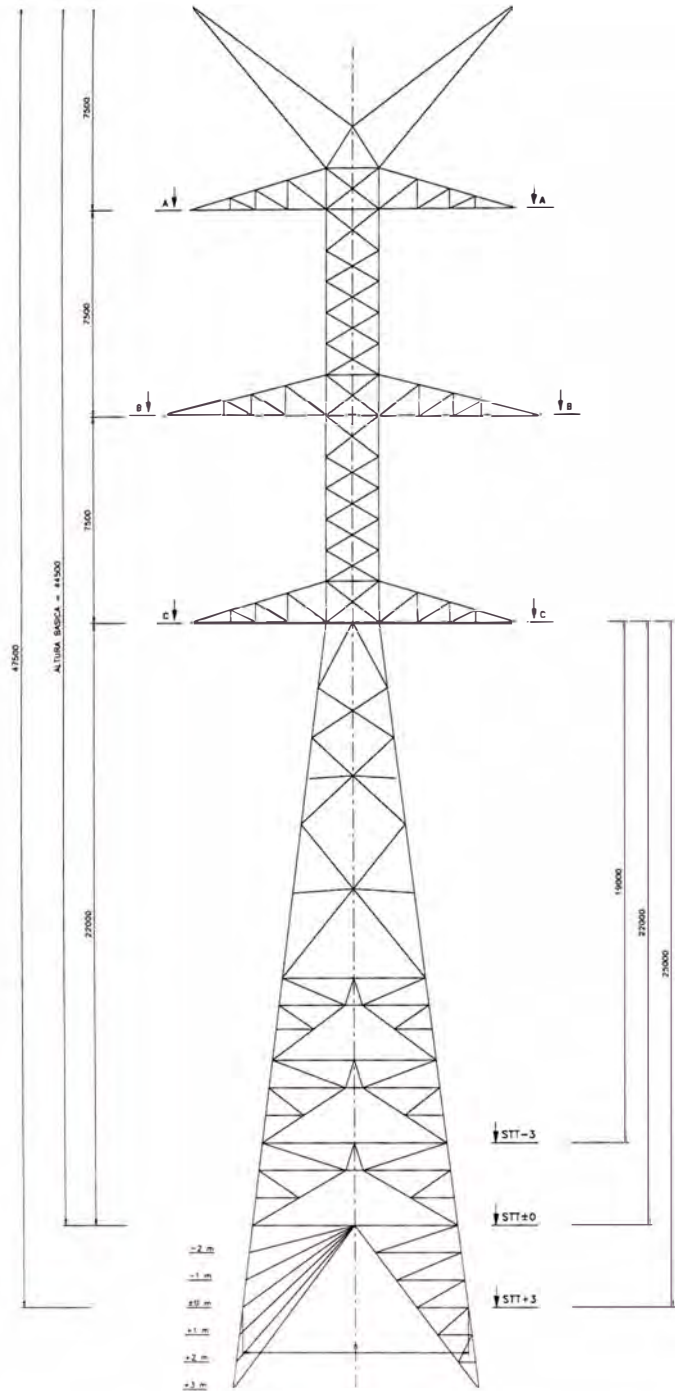
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

ALUMNO	NAME	CUA#	DATE
DESIGNED	M. SANTIAYUR		
CHECKED	M. SANTIAYUR		
APPROVED FND MDR	M. SANTIAYUR		
APPROVED PROJ MGR	M. SANTIAYUR		
APPROVED	F. SARRAGA		

SCALE	IND.	DRAWING N°	REV
		UNI-FIM-IS-M4-14-02-010	00

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
ESQUEMA ESTRUCTURA ANCLAJE-ANGULAR TIPO A2  
DIAGRAMA DE CARGAS

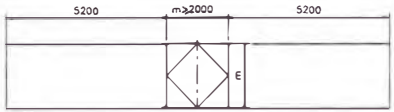
ESTRUCTURA TIPO "T2"



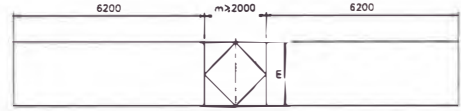
PRESTACION DE LA ESTRUCTURA

DESCRIPCION	" T2 "
VANO MEDIO (m)	400 - 1500
VANO PESO (m)	600 (-200)
VANO MAXIMO (m)	1000
ANGULO	70' - 0'

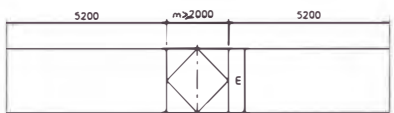
SECCION A - A



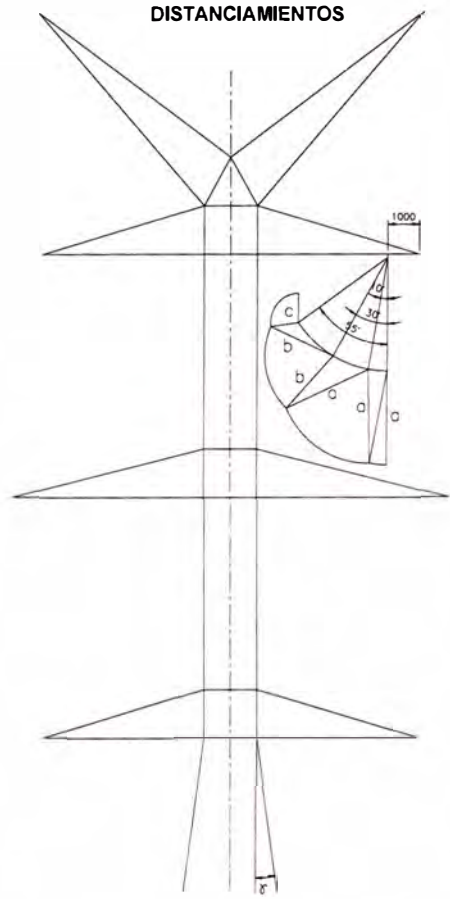
SECCION B - B



SECCION C - C



DISTANCIAMIENTOS



c	b	a
60'	30'	10'
1000	2500	3000

NOTAS:

- 1.- LAS DIMENSIONES "m" Y "n ó ð" DEBEN SER OPTIMIZADAS POR EL FABRICANTE CON EL FIN DE OBTENER MENOR PESO DE LA TORRE  
ANGULO "ð" NO DEBE SER MAYOR DE 8'
- 2.- "a" DISTANCIA POR SOBRETENSION DE IMPULSO
- 3.- "b" DISTANCIA POR SOBRETENSION DE MANIOBRA
- 4.- "c" DISTANCIA POR SOBRETENSION A FRECUENCIA INDUSTRIAL
- 5.- LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MUESTRAS

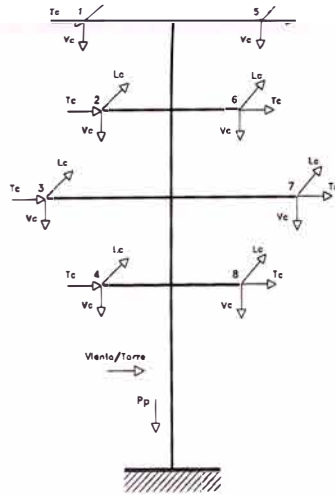


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAVIA		

GALENO PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
ESQUEMA ESTRUCTURA TERMINAL-ANGULAR TIPO T2  
CONFIGURACION GEOMETRICA

SCALE: IND. DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-011 REV. 00



DESCRIPCION	" T2 "
VANO MEDIO (m)	400 - 1500
VANO PESO (m)	600 (-200)
VANO MAXIMO (m)	1000
ANGULO	70' - 0'


- NOTAS:
- 1.- LAS CARGAS INDICADAS EN EL CUADRO N°1 INCLUYEN LOS SIGUIENTES FACTORES DE SOBRECARGA SEGUN REGLA 253 Y TABLA 253-1 DEL CNE-SUMINISTRO, PARA GRADO DE CONSTRUCCION B
    - CARGAS TRANSVERSALES
      - DEBIDO AL VIENTO: 2.50
      - DEBIDO AL TIRO DEL CONDUCTOR: 1.65
    - CARGAS VERTICALES: 1.50
    - CARGAS LONGITUDINALES:
      - EN CUALQUIER LUGAR: 1.65
      - EN LOS CRUCES: 1.65
      - EN LOS AMARRES: 1.65
  - 2.- EL FACTOR DE RESISTENCIA ES IGUAL A 1.00 SEGUN TABLA 261-1.A DEL CNE-SUMINISTRO

Vano medio	400	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	600	m	Conductor	1093	3550	4818
Angulo	70	'	Cable G.	218	1365	1825


Vano medio	450	m	Rotura	V	T	L
Vano peso	600	m	Conductor	728	1989	2920
Angulo	70	'	Cable G.	145	768	1106

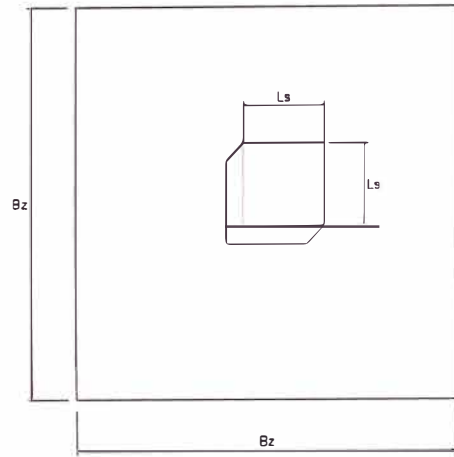
HIPOTESIS DE CALCULO											
Pto.	Carga (kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Vcg	400	710	535	495	218	400	400	400	782	400
	Tcg	2711	2129	1910	2711	1355	2711	2711	2711	1260	1807
	Log	456	748	328	456	4825	456	456	456	0	1825
2	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
3	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
4	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
5	Vcg	400	710	535	495	218	400	400	400	782	400
	Tcg	2711	2129	1910	2711	1355	2711	2711	2711	1260	1807
	Log	456	748	328	456	4825	456	456	456	0	1825
6	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
7	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
8	Vc	1789	2381	2053	48	1789	1093	1789	1789	3482	1789
	Tc	7100	5820	5532	7100	7100	3550	7100	7100	4183	3553
	Lc	1445	2030	975	1445	1445	4818	1445	1445	0	4818
VtoTorre	kg/m <sup>2</sup>	147.33	0.00	35.93	147.33	147.33	147.33	147.33	147.33	4.53	147.33
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condición		Viento max	Hielo max	Hielo - Vto	Uplift	Rotura CG1	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C3	Monarca	Terminal

HIPOTESIS DE CALCULO											
Pto.	Carga (kg)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Vcg	271	473	358	44	145	271	271	271	522	271
	Tcg	1516	1296	1127	1516	768	1516	1516	1516	780	847
	Log	277	452	205	277	1106	277	277	277	0	1106
2	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
3	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
4	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
5	Vcg	271	473	358	44	145	271	271	271	522	271
	Tcg	1516	1296	1127	1516	768	1516	1516	1516	780	847
	Log	277	452	205	277	1106	277	277	277	0	1106
6	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
7	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
8	Vc	1193	1575	1368	46	1193	728	1193	1193	2322	1193
	Tc	3979	3527	3260	3979	3979	1989	3979	3979	2525	1829
	Lc	876	1230	591	876	876	2920	876	876	0	2920
VtoTorre	kg/m <sup>2</sup>	147.33	0.00	35.93	147.33	147.33	147.33	147.33	147.33	4.53	147.33
Factor de Resistencia		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Condición		Viento max	Hielo max	Hielo - Vto	Uplift	Rotura CG1	Rotura C1	Rotura C2	Rotura C3	Monarca	Terminal

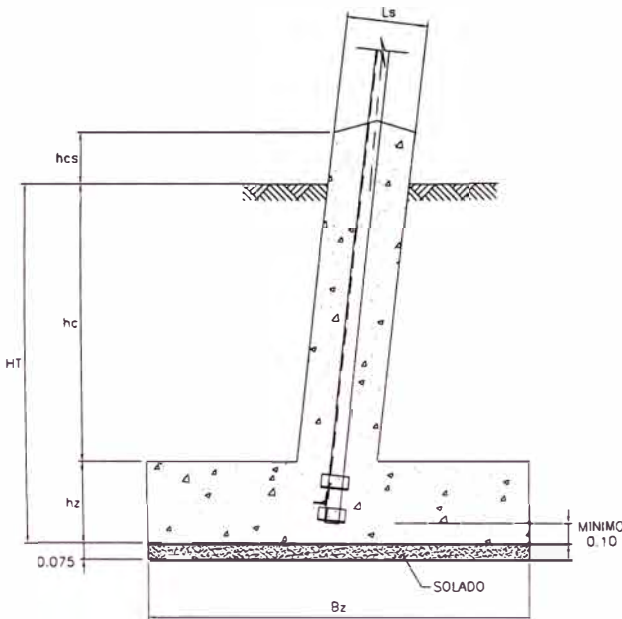


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

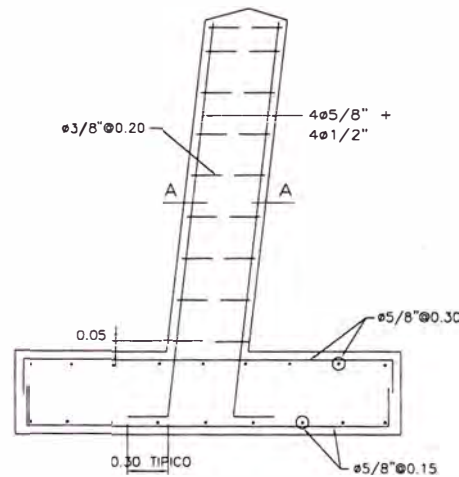
AUTORIZADO EN:	DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE	CALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV ESQUEMA ESTRUCTURA TERMINAL-ANGULAR TIPO T2 DIAGRAMA DE CARGAS
	CHECKED	M. ASTUYAURI			
	APPROVED ENC/MCR	M. ASTUYAURI			
	APPROVED PROJ/MCR	M. ASTUYAURI			
APPROVED	F. SARAYVA				SCALE: IND. 
					DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-012
					REV: 00



PLANTA



ELEVACION TIPICA DE FUNDACION



REFUERZO TIPICO DE FUNDACION

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
I	SUELO ARENOSO CON ARCILLAS Y FRAGMENTOS DE ROCA INTEMPERIZADA MEDIANAMENTE COMPACTO	1600	0.80
II	PROMONTORIO ROCOSO (MARGAS).	2200	3.50

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION						METRADOS POR PATA DE TORRE					
	Bz (m)	HT (m)	Ls (m)	hc (m)	hcs (m)	hz (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	RELLENO (m <sup>3</sup> )	SOLADO (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	ACERO (kg)
I	3.60	1.60	0.45	1.20	0.30	0.40	21.71	15.31	12.96	5.49	2.85	483.3
II	2.10	2.00	0.45	1.60	0.30	0.40	11.95	6.73	4.41	2.15	3.61	200.6

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
2. EL MATERIAL DE RELLENO DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA. DE NO SER ADECUADO EL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO DEBERA UTILIZARSE MATERIAL DE PRESTAMO DE CANTERAS SELECCIONADAS, LA COMPACTACION SERA HASTA ALCANZAR EL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:  
 CONCRETO ARMADO EN GENERAL  
 $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE  
 $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

ACERO DE REFUERZO:  
 $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS :  
 FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm  
 EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

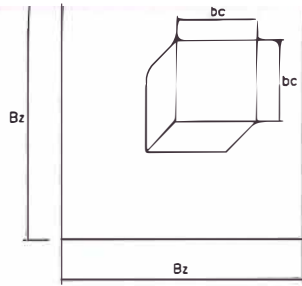
CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:  
 VER CUADRO RESPECTIVO

EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

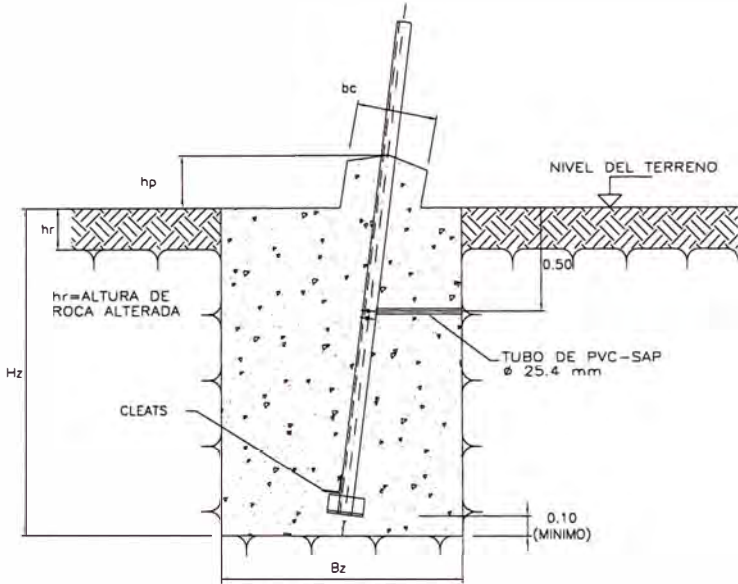
PLANOS DE REFERENCIA:

- PLANOS ELECTROMECHANICOS DE LA LINEA DE TRANSMISION 220kV

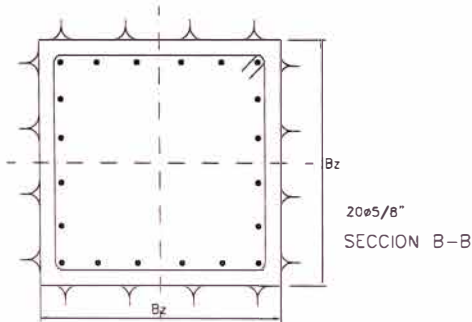
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
		DESIGNED: M. ASTUYAURI		NAME: GALENO PROJECT BFS	
CHECKED: M. ASTUYAURI		APPROVED ENG. MGR.: M. ASTUYAURI		SISTEMA DE SUMINISTRO	
APPROVED PROJ. MGR.: M. ASTUYAURI		APPROVED: F. SARAYVA		LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV	
DATE: _____		SCALE: IND.		FUNDACION EN SUELO PARA ESTRUCTURA TIPO S2	
DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-013		REV. 00		D	



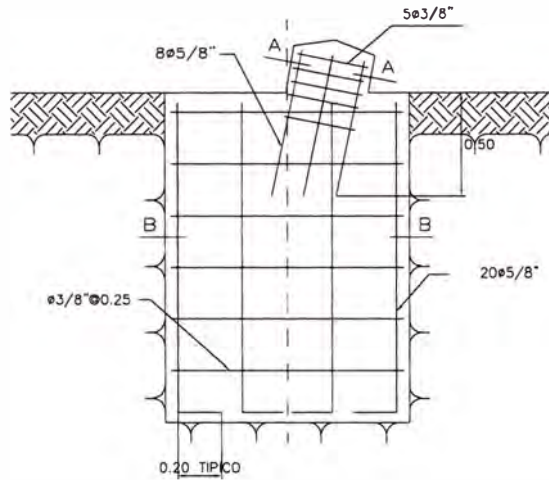
PLANTA



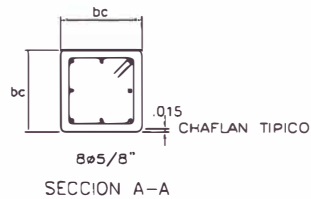
ELEVACION TIPICA DE FUNDACION



SECCION B-B



REFUERZO TIPICO DE FUNDACION



SECCION A-A

DESCRIPCION DE ROCAS

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
III	MATRIZ DE ROCA CALIZA POCO METEORIZADA	2500	10.0

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION					METRADOS POR PATA DE TORRE			
	Bz (m)	Ls (m)	hcs (m)	hz (m)	hr (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	FIERRO (kg)
III	1.20	0.45	0.30	2.25	0.50	3.24	3.30	0.57	105.2

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO EN GENERAL  
 $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE  
 $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

ACERO DE REFUERZO:  
 $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS :  
 FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm  
 EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:  
 VER CUADRO RESPECTIVO

EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

PLANOS DE REFERENCIA:

- PLANOS ELECTROMECANICOS DE LA LINEA

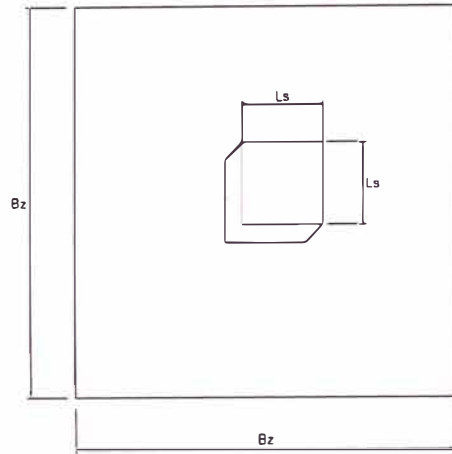
NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS. SALVO INDICACION CONTRARIA.

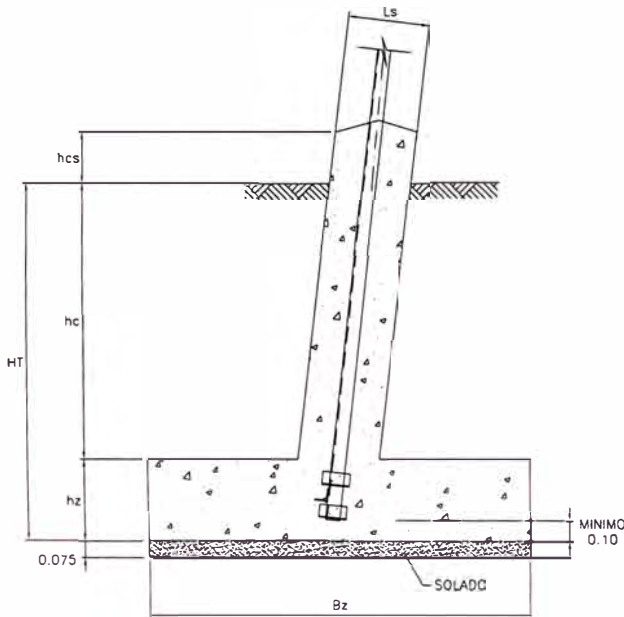


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

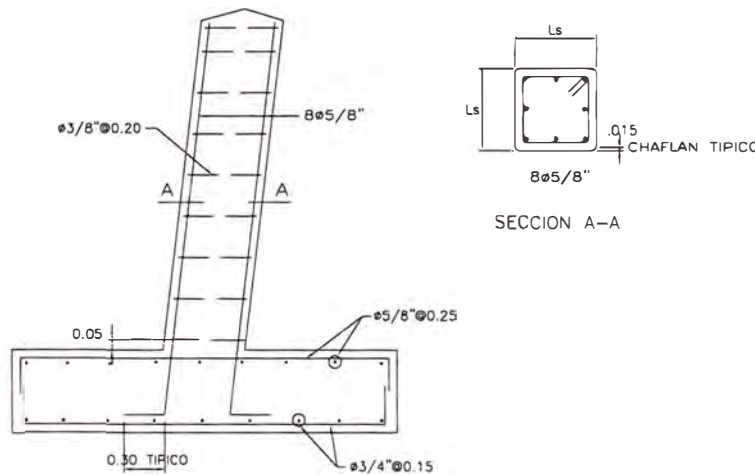
ALUMNO FIM	NAME	SIGNATURE	DATE	GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV PLANOS DE PLANTA Y ELEVACION FUNDACION EN ROCA PARA ESTRUCTURA TIPO S2	SCALE	DRAWING N°	REV.
DESIGNED	M. ASTUYAUR				IND.	UNI-FIM-IS-M4-14-02-014	00
CHECKED	M. ASTUYAUR						
APPROVED ENG. MGR.	M. ASTUYAUR						
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAUR						
APPROVED	F. SARAYVA						



PLANTA



ELEVACION TÍPICA DE FUNDACION



REFUERZO TÍPICO DE FUNDACION

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
I	SUELO ARENOSO CON ARCILLAS Y FRAGMENTOS DE ROCA INTEMPERIZADA MEDIANAMENTE COMPACTO	1600	0.80
II	PROMONTORIO ROCOSO (MARGAS).	2200	3.50

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION						METRADOS POR PATA DE TORRE					
	Bz (m)	HT (m)	Ls (m)	hc (m)	hcs (m)	hz (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	RELLENO (m <sup>3</sup> )	SOLADO (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	ACERO (kg)
I	4.30	1.60	0.50	1.20	0.30	0.40	30.97	21.89	18.49	7.77	3.15	875.4
II	2.80	2.00	0.50	1.60	0.30	0.40	16.27	12.15	7.84	3.61	3.99	410.6

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
2. EL MATERIAL DE RELLENO DEBERÁ ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA. DE NO SER ADECUADO EL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO DEBERA UTILIZARSE MATERIAL DE PRESTAMO DE CANTERAS SELECCIONADAS, LA COMPACTACION SERA HASTA ALCANZAR EL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO EN GENERAL  
 $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE  
 $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

ACERO DE REFUERZO:  
 $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS :  
 FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm  
 EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:  
 VER CUADRO RESPECTIVO

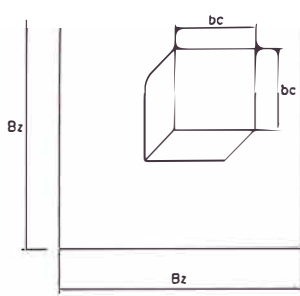
EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

PLANOS DE REFERENCIA:

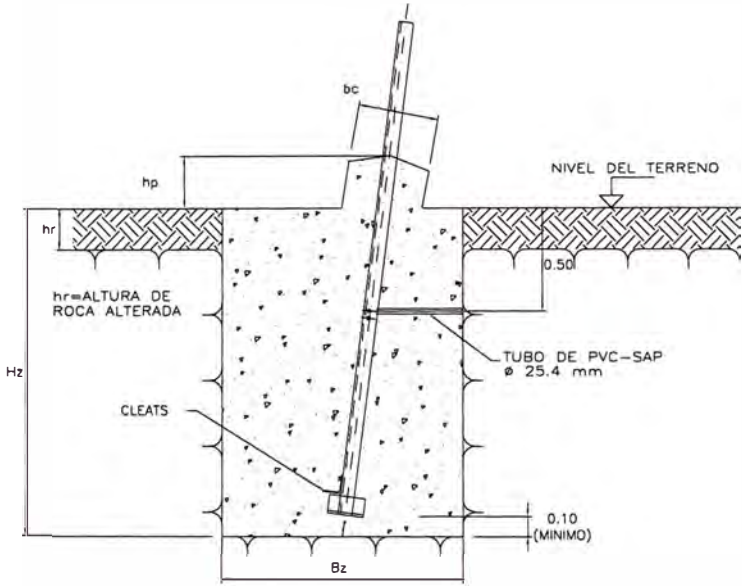
- PLANOS ELECTROMECANICOS DE LA LINEA DE TRANSMISION 220kV

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
		DESIGNED: W. ASTUYAURI CHECKED: W. ASTUYAURI APPROVED ENG. MGR.: W. ASTUYAURI APPROVED PROJ. MGR.: W. ASTUYAURI APPROVED IND.: F. SARAVA		NAME: _____ SIGNATURE: _____ DATE: _____	
ALUMNO FIM: _____ IND.: _____		GALENO PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV PLANOS DE PLANTA Y ELEVACION FUNDACION EN SUELO PARA ESTRUCTURA TIPO A2		DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-015	
REV. 00		SCALE: _____		REV. 00	

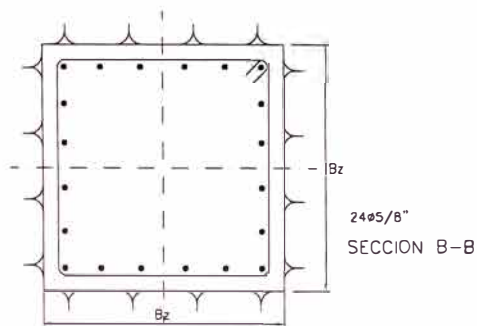




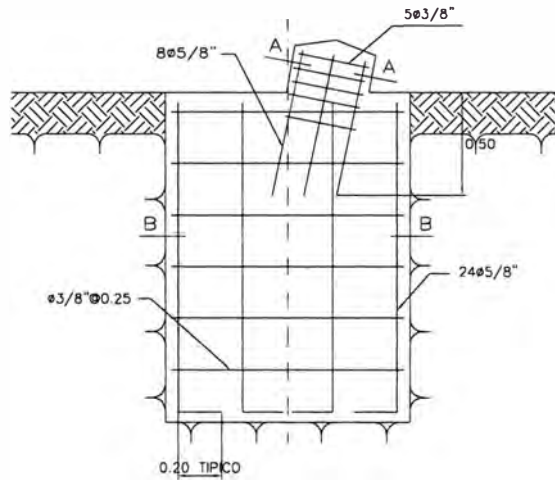
PLANTA



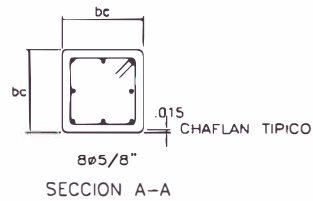
ELEVACION TIPICA DE FUNDACION



24 $\phi$ 5/8" SECCION B-B



REFUERZO TIPICO DE FUNDACION



SECCION A-A

DESCRIPCION DE ROCAS

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
III	MATRIZ DE ROCA CALIZA POCO METEORIZADA	2500	10.0

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION					METRADOS POR PATA DE TORRE			
	Bz (m)	Ls (m)	hcs (m)	hz (m)	hr (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	FIERRO (kg)
III	1.50	0.50	0.30	2.50	0.50	5.63	5.70	0.63	135.0

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO EN GENERAL

$f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

SOLADO DE CONCRETO SIMPLE

$f'c = 100$  kg/cm<sup>2</sup>

ACERO DE REFUERZO:

$f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS :

FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm

EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:

VER CUADRO RESPECTIVO

EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

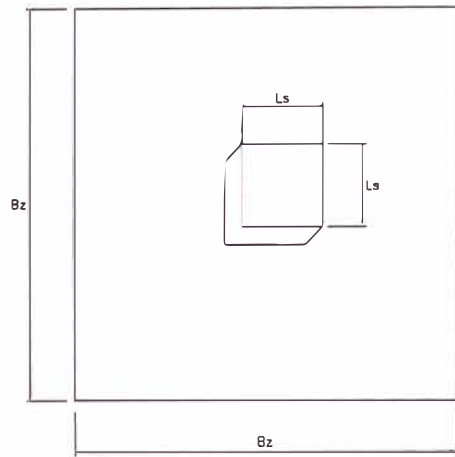
PLANOS DE REFERENCIA:

- PLANOS ELECTROMECANICOS DE LA LINEA

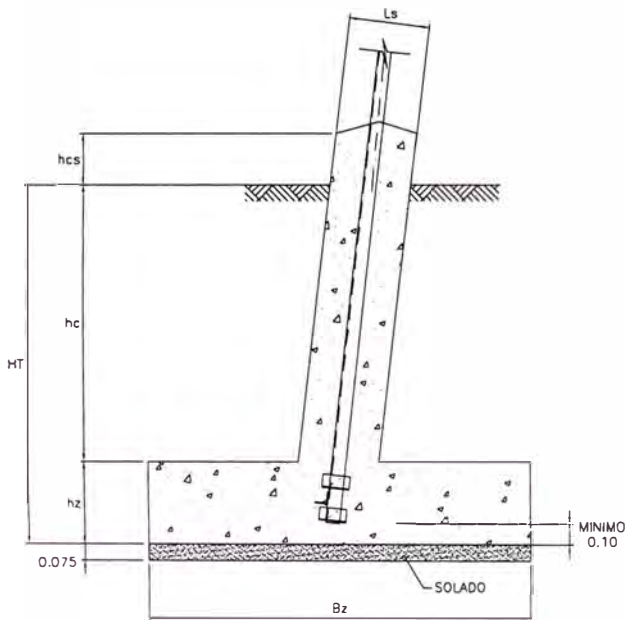
NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.

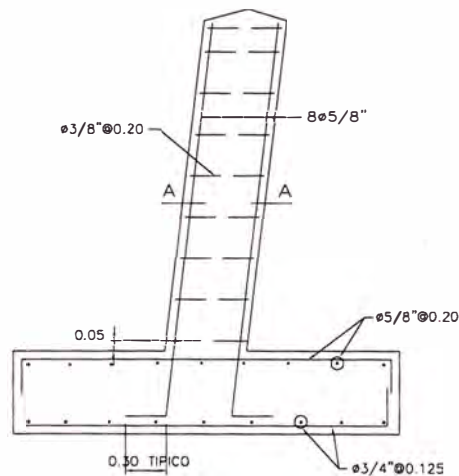
		UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	
		CALEND PROJECT BFS SISTEMA DE SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV PLANOS DE PLANTA Y ELEVACION FUNDACION EN ROCA PARA ESTRUCTURA TIPO A2			
ALUMNO FM DESIGNED CHECKED APPROVED ENG. MGR. APPROVED PROJ. MGR. APPROVED	NAME	SIGNATURE	DATE	SCALE IND.	DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-016
	M. ASTUYAUR				
	M. ASTUYAUR				
	M. ASTUYAUR				
	M. ASTUYAUR				
	F. SARAYVA			REV. 00	



PLANTA



ELEVACION TIPICA DE FUNDACION



REFUERZO TIPICO DE FUNDACION

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
I	SUELO ARENOSO CON ARCILLAS Y FRAGMENTOS DE ROCA INTEMPERIZADA MEDIANAMENTE COMPACTO	1600	0.80
II	PROMONTORIO ROCOSO (MARGAS).	2200	3.50

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION						METRADOS POR PATA DE TORRE					
	Bz (m)	HT (m)	Ls (m)	hc (m)	hcs (m)	hz (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	RELLENO (m <sup>3</sup> )	SOLADO (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	ACERO (kg)
I	5.00	1.70	0.60	1.25	0.30	0.45	44.38	30.80	25.00	11.81	3.88	1418.6
II	3.20	2.20	0.60	1.75	0.30	0.45	23.30	17.29	10.24	2.35	5.13	626.0

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS, SALVO INDIACION CONTRARIA.
2. EL MATERIAL DE RELLENO DEBERA ESTAR LIBRE DE MATERIA ORGANICA. DE NO SER ADECUADO EL MATERIAL PROPIO PARA RELLENO DEBERA UTILIZARSE MATERIAL DE PRESTAMO DE CANTERAS SELECCIONADAS, LA COMPACTACION SERA HASTA ALCANZAR EL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO EN GENERAL  
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
 SOLADO DE CONCRETO SIMPLE  
 $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$

ACERO DE REFUERZO:  
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

RECUBRIMIENTOS :  
 FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm  
 EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:  
 VER CUADRO RESPECTIVO

EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

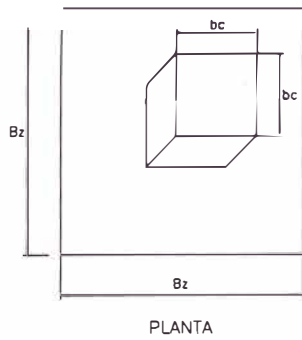
PLANOS DE REFERENCIA:

- PLANOS ELECTROMECHANICOS DE LA LINEA DE TRANSMISION 220kV

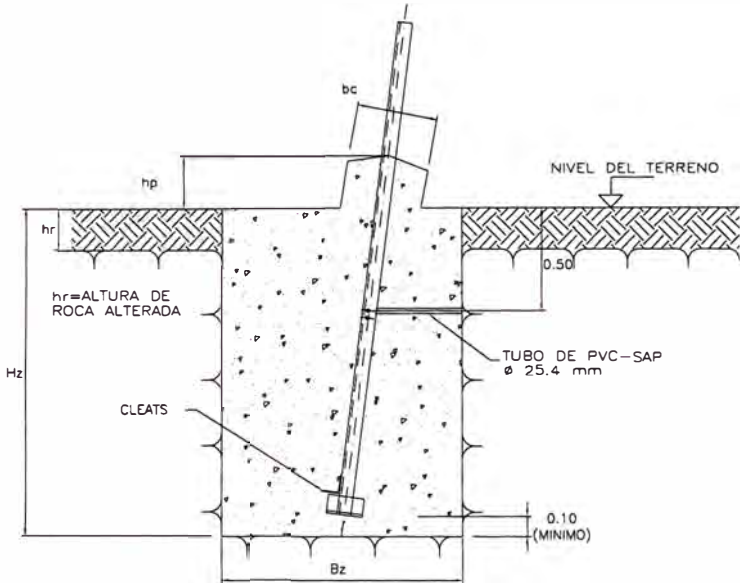
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			
DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENGR. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED	F. SARAYVA		

GALENO PROJECT BFS  
 SISTEMA DE SUMINISTRO  
 LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
 PLANOS DE PLANTA Y ELEVACION  
 FUNDACION EN SUELO PARA ESTRUCTURA TIPO T2

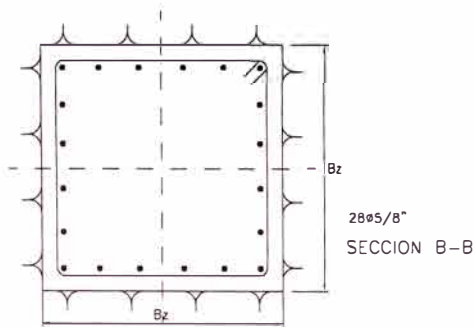
SCALE: IND. DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-017 REV. 00



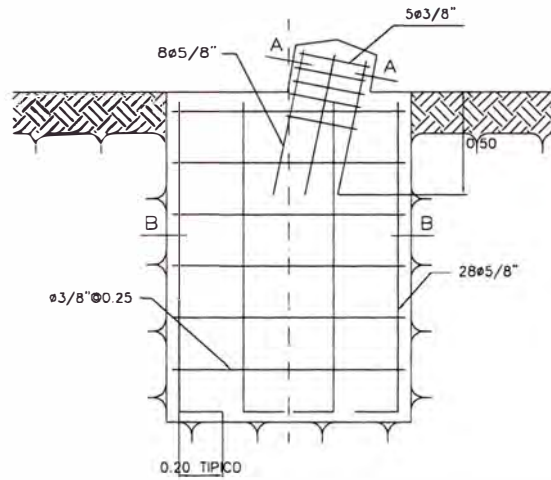
PLANTA



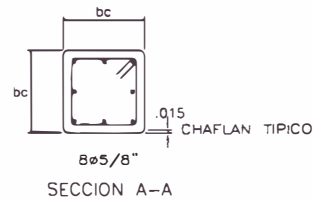
ELEVACION TIPICA DE FUNDACION



SECCION B-B



REFUERZO TIPICO DE FUNDACION



SECCION A-A

DESCRIPCION DE ROCAS

SUELO TIPO	SUELO DE FUNDACION	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	$q_{adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
III	MATRIZ DE ROCA CALIZA POCO METEORIZADA	2500	10.0

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS Y METRADOS

TIPO DE SUELO	DIMENSIONES DE LA FUNDACION					METRADOS POR PATA DE TORRE			
	$Bz$ (m)	$Ls$ (m)	$hcs$ (m)	$hz$ (m)	$hr$ (m)	EXCAVACION (m <sup>3</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	ENCOFRADO (m <sup>2</sup> )	FIERRO (kg)
III	1.70	0.60	0.30	2.80	0.50	8.09	8.20	0.75	170.2

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO:

CONCRETO ARMADO EN GENERAL

$f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

SOLADO DE CONCRETO SIMPLE

$f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

ACERO DE REFUERZO:

$f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>

RECUBRIMIENTOS :

FONDO DE ZAPATA = 7.5 cm

EN COLUMNA O FUSTE = 5 cm

CAPACIDAD ADMISIBLE TERRENO:

VER CUADRO RESPECTIVO

EL TIPO DE CEMENTO A USAR DEPENDERA DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS QUIMICOS

PLANOS DE REFERENCIA:

- PLANOS ELECTROMECANICOS DE LA LINEA

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS EN METROS, SALVO INDICACION CONTRARIA.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA			
DESIGNED	NAME	SIGNATURE	DATE
DESIGNED	M. ASTUYAURI		
CHECKED	M. ASTUYAURI		
APPROVED ENO. MGR.	M. ASTUYAURI		
APPROVED PROJ. MGR.	M. ASTUYAURI		
UN APPROVED	F. SARAYA		

GALEND PROJECT BFS  
SISTEMA DE SUMINISTRO  
LINEA DE TRANSMISION LT 220 kV  
PLANOS DE PLANTA Y ELEVACION  
FUNDACION EN ROCA PARA ESTRUCTURA TIPO T2

SCALE IND.  $\rightarrow$  DRAWING N°: UNI-FIM-IS-M4-14-02-018 REV. 00

# **ANEXOS**

## **ANEXO A**

### **INDICE CAPEX**

#### **Línea 220 KV SE. Cajamarca Norte - SE. Galeno**

- 1.- Presupuesto**
- 2.- Flujo de Desembolso**
- 3.- Curva "S" del proyecto**
- 4.- Organigrama de Obra**
- 5.- Programa de Obra**
- 6.- Análisis de Mano de Obra**
- 7.- Gastos Generales**
- 8.- Formación de Cuadrillas y Rendimientos**
- 9.- Suministro de Materiales**
- 10.- Relación de Equipos**





#	Activity ID	Activity Name	Original Duration	Start	Finish	Budgeted Total Cost	Schedule Completion %	Performance %	2014												2015												2016											
									Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	F	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	F	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	M	Jun	Jul	Aug
1		<b>Línea de transmisión 220KV Cajamarca</b>	1173d	01-Sep-13 A	18-Nov-16	\$21,217,785.00	0.65%	0.65%																																				
2		<b>HITOS</b>	1033d	21-Jan-14	18-Nov-16	\$0.00	0%	0%																																				
3	A1000	Reinicio dle Proyecto	0d	21-Jan-14*		\$0.00	0%	0%																																				
4	A1010	Entrega de Ingeniería definitiva	0d		19-Jun-14	\$0.00	0%	0%																																				
5	A1020	Aprobación del EIA	0d		16-Dec-14	\$0.00	0%	0%																																				
6	A1030	Aprobación de conseción definitiva	0d		16-Mar-15	\$0.00	0%	0%																																				
7	A1040	Inicio de construcción	0d	08-Aug-15		\$0.00	0%	0%																																				
8	A1050	Fin de construcción	0d		15-Oct-16	\$0.00	0%	0%																																				
9	A1060	Fin del Proyecto	0d		18-Nov-16	\$0.00	0%	0%																																				
10		<b>ESTUDIOS E INGENIERIA</b>	894d	01-Sep-13 A	13-Feb-16	\$547,191.00	25.26%	25.26%																																				
11	A2010	Estudio de Factibilidad	120d	01-Sep-13 A	30-Dec-13 A	\$119,200.00	100%	100%																																				
12	A2020	Estudio de preoperatividad	90d	16-Sep-13 A	14-Dec-13 A	\$19,020.00	100%	100%																																				
13	A2030	Reconocimiento arqueológico-obtención d	180d	21-Jan-14	19-Jul-14	\$13,200.00	0%	0%																																				
14	A2040	Estudio de impacto ambiental (EIA)	210d	21-Jan-14	18-Aug-14	\$44,040.00	0%	0%																																				
15	A2050	Estudio de ingeniería definitiva LT 220kV	150d	21-Jan-14	19-Jun-14	\$258,240.00	0%	0%																																				
16	A2060	Ingeniería de detalle para construcción	190d	08-Aug-15	13-Feb-16	\$76,640.00	0%	0%																																				
17	A2070	Estudio de operatividad y coordinación de	120d	19-Sep-15	16-Jan-16	\$16,851.00	0%	0%																																				
18		<b>PERMISOS</b>	823d	19-Aug-14	18-Nov-16	\$1,064,750.00	0%	0%																																				
19	A3000	Revisión y Aprobación del EIA	120d	19-Aug-14	16-Dec-14	\$0.00	0%	0%																																				
20	A3010	Conseción definitiva	90d	17-Dec-14	16-Mar-15	\$1.00	0%	0%																																				
21	A3020	Permisos de construcción	120d	17-Mar-15	14-Jul-15	\$1.00	0%	0%																																				
22	A3030	Gestión de servidumbre	200d	17-Mar-15	02-Oct-15	\$44,747.00	0%	0%																																				
23	A3040	Compra de Terrenos	180d	17-Mar-15	12-Sep-15	\$1,020,000.00	0%	0%																																				
24	A3050	Autorización de funcionamiento	20d	30-Oct-16	18-Nov-16	\$1.00	0%	0%																																				
25		<b>CONTRATOS</b>	160d	16-Jan-15	24-Jun-15	\$1.00	0%	0%																																				
26	A1090	Licitación y adjudicación construcción	100d	16-Jan-15	25-Apr-15	\$1.00	0%	0%																																				
27	A1100	Firma del Contrato de construcción	0d		24-Jun-15	\$0.00	0%	0%																																				
28		<b>PROCURA</b>	560d	10-Jul-14	20-Jan-16	\$8,003,983.00	0%	0%																																				
29	A5010	Estructuras metálicas	210d	18-Sep-14	15-Apr-15	\$4,805,874.00	0%	0%																																				
30	A5020	Conductor de fase	150d	18-Oct-14	16-Mar-15	\$1,742,436.00	0%	0%																																				
31	A5030	Cable de guarda AoGo	150d	18-Oct-14	16-Mar-15	\$50,750.00	0%	0%																																				
32	A5040	Cable de guarda OPGW	150d	18-Oct-14	16-Mar-15	\$183,089.00	0%	0%																																				
33	A5050	Aisladores	150d	18-Oct-14	16-Mar-15	\$527,787.00	0%	0%																																				
34	A5060	Ferretería LT + CG	150d	24-Aug-15	20-Jan-16	\$307,155.00	0%	0%																																				
35	A5070	Accesorios Cable de Guarda de Ao Go	150d	24-Aug-15	20-Jan-16	\$12,442.00	0%	0%																																				
36	A5080	Accesorios Cable de Guarda tipo OPGW	150d	24-Aug-15	20-Jan-16	\$59,816.00	0%	0%																																				
37	A5090	Puesta a Tierra	150d	24-Aug-15	20-Jan-16	\$314,632.00	0%	0%																																				
38	A5100	Equipos de patio de llaves y Sala de control	340d	10-Jul-14	14-Jun-15	\$1.00	0%	0%																																				
39	A5110	Equipos de comunicación (Fibra Óptica)	180d	18-Sep-14	16-Mar-15	\$1.00	0%	0%																																				
40		<b>CONSTRUCCIÓN</b>	463d	25-Jul-15	29-Oct-16	\$11,601,860.00	0%	0%																																				
41		<b>Obras Civiles</b>	283d	25-Jul-15	02-May-16	\$7,038,526.00	0%	0%																																				
42	A114	Obras Provisionales	14d	25-Jul-15	07-Aug-15	\$292,395.00	0%	0%																																				
43	A115	Trabajos Preliminares (Limpieza y replant	60d	08-Aug-15	06-Oct-15	\$117,912.00	0%	0%																																				
44	A116	Construcción de accesos	80d	18-Aug-15	05-Nov-15	\$454,513.00	0%	0%																																				
45	A121	Excavaciones para estructuras y Puesta a	181d	28-Aug-15	24-Feb-16	\$2,797,274.00	0%	0%																																				
46	A121	Eliminación de material	170d	08-Sep-15	24-Feb-16	\$156,048.00	0%	0%																																				
47	A121	Cimentación de estructuras metálicas	175d	28-Oct-15	19-Apr-16	\$2,202,521.00	0%	0%																																				
48	A121	Relleno compactado	163d	22-Nov-15	02-May-16	\$1,017,863.00	0%	0%																																				
49		<b>Obras electromecánicas</b>	278d	04-Jan-16	07-Oct-16	\$4,525,807.00	0%	0%																																				
50	A117	Estructuras (Transporte de perfiles al site)	167d	04-Jan-16	18-Jun-16	\$2,357,293.00	0%	0%																																				
51	A118	Tendido, Flechado y Engrapado Conductor	71d	20-Apr-16	29-Jun-16	\$1,523,548.00	0%	0%																																				
52	A122	Tendido, Flechado y Engrapado Cable de f	71d	01-May-16	10-Jul-16	\$185,844.00	0%	0%																																				
53	A131	Tendido, Flechado y Engrapado Cable OP	71d	12-May-16	21-Jul-16	\$186,959.00	0%	0%																																				
54	A131	Cadena de Aisladores para Conductor	55d	12-Jun-16	05-Aug-16	\$169,761.00	0%	0%																																				
55	A131	Accesorios Cable de Guarda	55d	16-Jul-16	08-Sep-16	\$9,606.00	0%	0%																																				
56	A131	Accesorios Cable OPGW	55d	16-Jul-16	08-Sep-16	\$50,364.00	0%	0%																																				
57	A141	Puesta a Tierra	120d	10-Jun-16	07-Oct-16	\$42,232.00	0%	0%																																				
58		<b>Operación Experimental</b>	22d	08-Oct-16	29-Oct-16	\$37,727.00	0%	0%																																				
59	A141	Pruebas Eléctricas	8d	08-Oct-16	15-Oct-16	\$18,007.00	0%	0%																																				
60	A141	Pruebas Ópticas	7d	16-Oct-16	22-Oct-16	\$14,411.00	0%	0%																																				
61	A141	Conexión y puesta en servicio	7d	23-Oct-16	29-Oct-16	\$5,309.00	0%	0%																																				



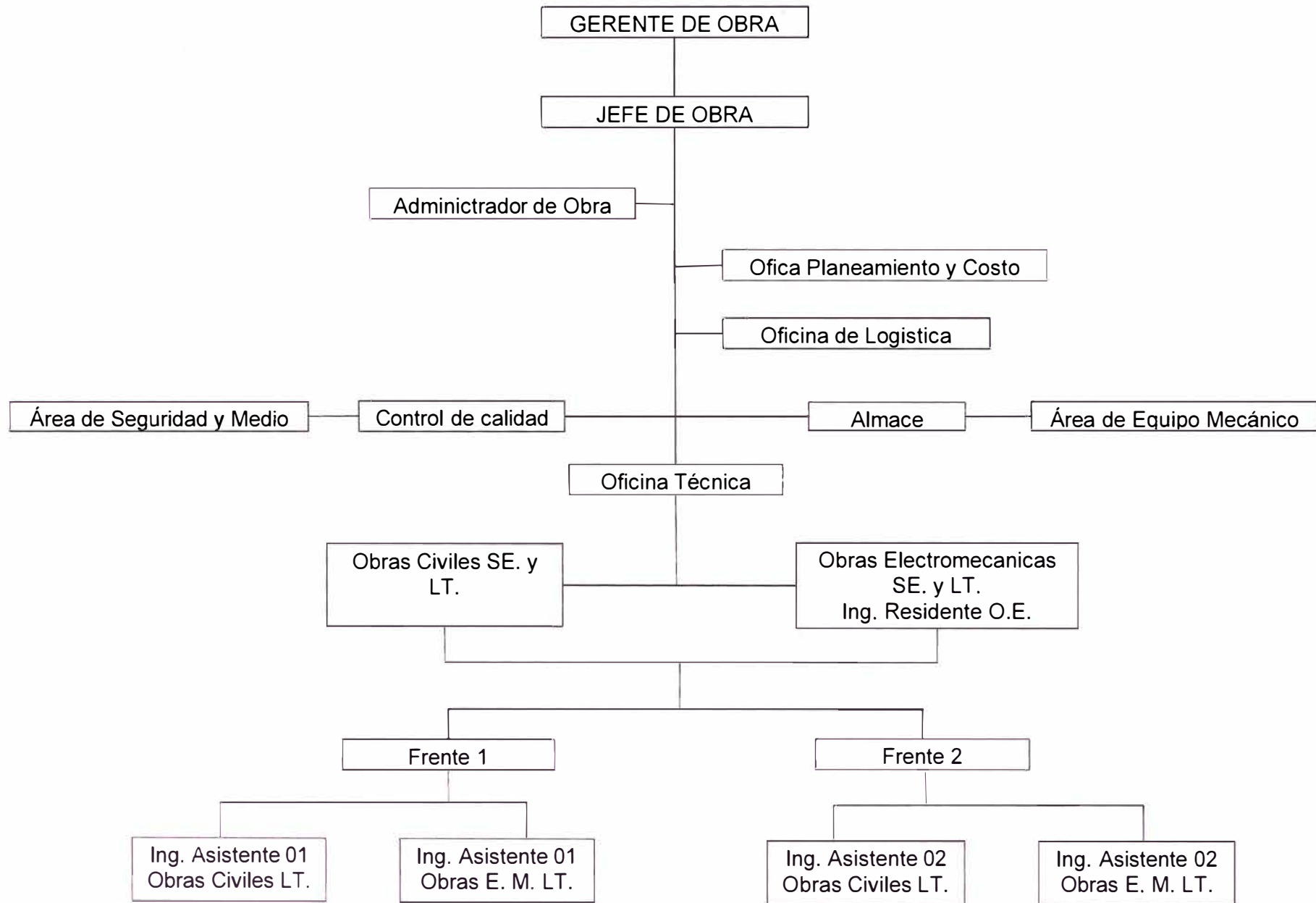
**1 Capex - L.T. 220 kV Cajamarca Norte - Galeno**

Item	Descripción	U.	Qty	Hr/Unit	Hours	Labor		Material		Equipment		Imported				Gran Total	
						U. Cost	Total	U. Cost	Total	U. Cos	Total	U. Cost	Total	U. Cost	Total	U. Cost	Total
<b>1.0 Estudios</b>																	
1.1	Estudio de Factibilidad	GL	1	1400	1400	70	98,000	10,000	10,000	8	11,200					119,200	119,200
1.2	Estudio de Preoperatividad	GL	1	240	240	65	15,600	1,500	1,500	8	1,920					19,020	19,020
1.3	Obtención del CIRA	GL	1	160	160	45	7,200	6,000	6,000	0	0					13,200	13,200
1.4	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	GL	1	480	480	65	31,200	9,000	9,000	8	3,840					44,040	44,040
1.5	Ingeniería Definitiva	GL	1	3080	3080	70	215,600	18,000	18,000	8	24,640					258,240	258,240
1.6	Ingeniería de Detalle	GL	1	880	880	70	61,600	8,000	8,000	8	7,040					76,640	76,640
1.7	Estudio de Operatividad y coordinación de protecciones	GL	1	224	224	65	14,560	500	500	8	1,792					16,852	16,852
	<b>TOTAL ESTUDIOS</b>				<b>6,464</b>		<b>443,760</b>		<b>53,000</b>		<b>50,432</b>		<b>0</b>	<b>0</b>		<b>547,192</b>	
<b>2.0 Servidumbre y Terrenos</b>																	
2.1	Gestión de Servidumbre	GL	1	750	750	45	33,750	11,000	11,000	0	0					44,750	44,750
2.2	Compra de terrenos	m2	5,000			20,000	20,000	200	1,000,000							204	1,020,000
	<b>TOTAL SERVIDUMBRE Y TERRENOS</b>				<b>750</b>		<b>53,750</b>		<b>1,011,000</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>1,064,750</b>	
<b>3.0 Suministro</b>																	
3.1	Estructuras	T	1,670.56									2,877	4,805,874				4,805,874
3.2	Conductor	KM	311.65									5,591	1,742,436				1,742,436
3.3	Cable de Guarda de Acero Galvanizado	KM	52.22									972	50,750				50,750
3.4	Cable de Guarda tipo OPGW	KM	59.16									3,095	183,089				183,089
3.5	Aisladores	C/U	25,985									20	527,787				527,787
3.6	Ferretería cadenas y conductor	GL	1									307,155	307,155				307,155
3.7	Accesorios Cable de Guarda de Acero Galvanizado	GL	1									12,442	12,442				12,442
3.8	Accesorios Cable de Guarda tipo OPGW	GL	1									59,816	59,816				59,816
3.9	Puesta a Tierra	GL	1									314,635	314,635				314,635
	<b>TOTAL SUMINISTROS</b>											<b>8,003,983</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>8,003,983</b>	
<b>4.0 Obras Civiles</b>																	
<b>4.1 OBRAS PROVISIONALES</b>																	
	Movilización y desmovilización	GL	1	792	792	29,248	29,248	25,152	25,152	10,326	10,326					64,726	64,726
	Habilitación de campamentos provisional de obra	GL	1	363	363	45,411	45,411	76,764	76,764	651	651					122,826	122,826
	Habilitación de almacenes y talleres de obra	GL	1	1,072	1,072	21,095	21,095	6,335	6,335	1,628	1,628					29,058	29,058
	Oficinas para Contratista y Supervisión	GL	1	205	205	6,724	6,724	6,707	6,707	651	651					14,082	14,082
	Mantenimiento y operación Campamento	MES	10	0	0	2,101	21,005	4,070	40,698	0	0					6,170	61,703
	<b>TOTAL OBRAS PROVISIONALES</b>																<b>292,395.00</b>
<b>4.2 TRABAJOS PRELIMINARES (Limpieza y Replanteo)</b>																	
	Replanteo topográfico	KM	47.10	66	3,105	1,362	64,129	79	3,717	442	20,812					1,882	88,658
	Limpieza de Faja de Servidumbre	KM	2.00	478	956	9,770	19,540	253	505	4,605	9,209					14,627	29,254
	<b>TOTAL TRABAJOS PRELIMINARES</b>																<b>117,912</b>
<b>4.3 CONSTRUCCION DE ACCESOS</b>																	
	Mejoramiento de Caminos Existentes (Rehabilitación)	KM	6.00	181	1,088	4,424	26,543	87	522	3,621	21,728					8,132	48,793
	Construcción de Trochas Carrozables en Terreno Ondulado	KM	19.00	254	4,821	5,801	110,227	122	2,314	4,314	81,965					10,237	194,506
	Construcción de Trochas Carrozables Topsoil, uso temporal	KM	7.00	211	1,480	4,693	32,854	102	711	3,324	23,266					8,119	56,831
	Construcción de Caminos de Herradura (a= 1,50 m)	KM	32.00	276	8,833	4,141	132,506	131	4,203	552	17,674					4,824	154,383
	<b>TOTAL CONSTRUCCION DE ACCESOS</b>																<b>454,513</b>
<b>4.4 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS Y PUESTA A TIERRA</b>																	
	Excavación suelo normal	M3	1,556.44	7	11,158	126	196,841	2	3,784	30	47,357					159	247,982
	Excavación en roca meteorizada	M3	5,799.76	13	77,958	266	1,544,226	23	133,472	95	551,174					384	2,228,872
	Excavación en roca	M3	627.84	15	9,365	335	210,505	23	14,449	152	95,466					510	320,420
	<b>TOTAL EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS Y PUESTA A TIERRA</b>																<b>2,797,274</b>
<b>4.5 ELIMINACION DE MATERIAL</b>																	
	Acarreo y eliminación de material excedente Dprom.5Km	M3	5,839.87	0	706	10	59,471	0	0	17	96,577					27	156,048
	<b>TOTAL ELIMINACION DE MATERIAL</b>																<b>156,048</b>
<b>4.6 CIMENTACION DE ESTRUCTURAS METALICAS</b>																	
	Montaje y nivelación de Stub	C/U	560.00	7	4,153	150	83,881	45	25,257	24	13,430					219	122,568
	Concreto simple f'c = 100 kg/cm2. e=0.075m	M3	310.14	14	4,321	320	99,303	64	19,830	127	39,369					511	158,502
	Concreto f'c = 210 kg/cm2 (incluye nivelación de Stubs)	M3	1,975.64	8	15,148	243	480,615	129	255,616	78	154,108					451	890,339
	Encofrado y desencofrado	M2	1,795.36	3	5,240	64	115,367	11	20,094	25	45,425					101	180,886
	Acero fy = 4 200 kg/cm2	T	157.72	66	10,402	2,595	409,250	2,075	327,271	721	113,705					5,391	850,226

**1 Capex - L.T. 220 kV Cajamarca Norte - Galeno**

Item	Descripción	U.	Qty	Hr/Unit	Hours	Labor		Material		Equipment		Imported		Gran Total		
						U. Cost	Total	U. Cost	Total	U. Cos	Total	U. Cost	Total	U. Cost	Total	
<b>4.7</b>	<b>RELLENO COMPACTADO</b>															<b>1,017,863</b>
	Relleno fundaciones suelo propio	M3	2,014.48	5	9,130	96	194,020	1	2,703	56	112,826			154	309,549	
	Relleno fundaciones suelo prestamo	M3	3,893.24	4	14,116	97	378,180	40	155,693	45	174,441			182	708,314	
<b>5.0</b>	<b>Obras Electromecánicas</b>															
<b>5.1</b>	<b>ESTRUCTURAS (incluye transporte de perfiles al sitio de montaje)</b>															<b>2,357,293</b>
	Patio de estructuras y transporte a piquetes	T	1,670.56	5	8,029	127	212,918	3	4,892	81	135,976			212	353,786	
	Montaje	T	1,670.56	42	70,204	839	1,401,694	50	82,763	199	333,141			1,088	1,817,598	
	Aplome y torqueo	T	1,670.56	5	8,259	93	155,461	3	4,872	15	25,576			111	185,909	
<b>5.2</b>	<b>TENDIDO, FLECHADO y ENGRAPADO CONDUCTORES</b>															<b>1,523,548</b>
	Montaje de poleas	KM	282.06	18	4,939	414	116,711	9	2,593	280	78,988			703	198,292	
	Montaje de cordina	KM	282.06	41	11,621	683	192,544	8	2,254	199	56,139			890	250,937	
	Lanzamiento de conductor	KM	282.06	105	29,749	2,053	579,127	25	7,024	493	139,062			2,571	725,213	
	Templado y engrapado	KM	282.06	46	13,016	951	268,322	11	3,163	275	77,621			1,238	349,106	
<b>5.3</b>	<b>TENDIDO, FLECHADO y ENGRAPADO CABLE DE GUARDA EHS 50MM 2</b>															<b>185,844</b>
	Montaje de poleas	KM	47.01	18	823	314	14,757	9	433	87	4,077			410	19,267	
	Montaje de cordina	KM	47.01	55	2,582	890	41,852	27	1,252	211	9,924			1,128	53,028	
	Lanzamiento de cable de guardia	KM	47.01	60	2,840	1,234	58,022	36	1,696	351	16,520			1,622	76,238	
	Templado y engrapado	KM	47.01	27	1,290	592	27,820	17	800	185	8,691			794	37,311	
<b>5.4</b>	<b>TENDIDO, FLECHADO y ENGRAPADO CABLE OPGW 24 FIBRAS</b>															<b>186,959</b>
	Montaje de poleas	KM	47.01	18	823	312	14,651	9	433	82	3,872			403	18,956	
	Montaje de cordina	KM	47.01	55	2,582	890	41,820	27	1,252	210	9,864			1,126	52,936	
	Lanzamiento de cable de guardia	KM	47.01	60	2,840	1,206	56,705	36	1,696	297	13,969			1,539	72,370	
	Templado y engrapado	KM	47.01	27	1,290	631	29,653	17	800	260	12,244			908	42,697	
<b>5.5</b>	<b>CADENA DE AISLADORES PARA CONDUCTOR</b>															<b>169,761</b>
	Suspensión	C/U	600	6	3,461	103	61,730	0	0	32	18,953			134	80,683	
	Anclaje	C/U	552	7	3,821	123	68,153	0	0	38	20,925			161	89,078	
<b>5.6</b>	<b>ACCESORIOS CABLE DE GUARDA</b>															<b>9,606</b>
	Suspensión	C/U	73	2	159	39	2,839	0	0	12	865			51	3,704	
	Anclaje intermedio Y FINAL	C/U	44	6	253	103	4,512	0	0	32	1,390			134	5,902	
<b>5.7</b>	<b>ACCESORIOS CABLE OPGW</b>															<b>50,364</b>
	Suspensión	C/U	73	5	368	88	6,451	0	0	21	1,537			109	7,988	
	Anclaje intermedio + final	C/U	94	8	710	133	12,459	0	0	32	2,969			164	15,428	
	Cajas intermedias y terminales (+ fijación grapas)	C/U	16	87	1,385	1,410	22,552	44	706	231	3,690			1,684	26,948	
<b>5.8</b>	<b>PUESTA A TIERRA</b>															<b>42,232</b>
	Comprende medida de resistividad, asignacion e instalacion de contrapeso horizontal y producto químico y medida de resistencia de puesta a tierra															
	Puesta a Tierra Resistiva "tipo A"	C/U	36	15	534	119	4,270	25	905	29	1,047			173	6,222	
	Puesta a Tierra Capacitiva "tipo B"	C/U	104	924	96,096	263	27,346	25	2,617	58	6,047			346	36,010	
<b>6.0</b>	<b>Pruebas</b>															<b>37,727</b>
<b>6.1</b>	<b>Pruebas Eléctricas</b>	GL	1	462	462	15,936	15,936	0	0	2,071	2,071			18,007	18,007	
<b>6.2</b>	<b>Pruebas Ópticas</b>	GL	1	82	82	9,809	9,809	0	0	4,602	4,602			14,411	14,411	
<b>6.3</b>	<b>Conexión y puesta en servicio</b>	GL	1	0	0	2,852	2,852	0	0	2,457	2,457			5,309	5,309	
	<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE</b>				<b>452,630</b>		<b>7,731,907</b>		<b>1,245,948</b>		<b>2,624,005</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>11,601,860</b>	
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>459,844</b>		<b>8,229,417</b>		<b>2,309,948</b>		<b>2,674,437</b>	<b>8,003,983</b>	<b>0</b>	<b>451,346</b>	<b>21,217,785</b>	

**ORGANIGRAMA PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO LT 220 kV DE 47 km, DOBLE TERNA  
SE. AMPLIACIÓN CAJAMARCA NORTE (2 BAHIAS) - SE. GALENO (1 BAHIAS)**



## ANÁLISIS DE MANO DE OBRA

\$

Dolares

## A.-Directos

## PERSONAL DE OBRA

	JB	Especialista	JB Total	Leyes Sociales 94.36%	Vacaciones 12.61%	Liquidaciones 15.00%	Trabajos Por Altitud	BUC	Leyes Soc. BUC 12.00%	Costo Líquido	Costo Empresa	Costo EPP	Costo Alimentación y Alimentación	Costo Bajada	Costo Total Día	Costo HH
Topógrafo	27.52	5.50	33.02	31.16	4.16	4.95	3.30	8.81	1.06	45.13	86.47	2.95	22.87	3.88	116.16	14.52
Capataz	29.84	4.48	34.32	32.39	4.33	5.15	3.43	9.55	1.15	47.30	90.31	2.95	22.87	3.88	120.00	15.00
Operario	24.42	0.00	24.42	23.04	3.08	3.66	2.44	7.81	0.94	34.67	65.40	2.95	22.87	3.88	95.09	11.89
Oficial	18.60	0.00	18.60	17.56	2.35	2.79	1.86	5.58	0.67	26.05	49.41	2.95	22.87	0.00	75.22	9.40
Peón	14.73	0.00	14.73	13.90	1.86	2.21	1.47	4.42	0.53	20.62	39.11	2.95	22.87	0.00	64.93	8.12

## B.-Indirectos

GERENCIAL-PROFESIONAL-TECNICO- ADMINISTRATIVO	Haberes Mensuales	DESCUENTOS AL TRABAJADOR		TOTAL DESCUENTOS	APORTES DEL EMPLEADOR			TOTAL APORTES	BENEFICIOS SOCIALES			TOTAL BENEFICIOS	Total Costo Líquido Mes	Total Costo Em presa Mes	Costo EPP Mes	Costo Alimentación y Alimentación Mes	Costo Bajada Mes	Costo Total Mes
		SNP/AFP 13% 0.1300	Retenc. 5* CATEGORIA		ESSALUD 9% 0.0900	SCTR PENSION 0.0107	SCTR SALUD 0.0109		CTS 0.083	VACACIONES 0.083	GRATIFICACION 0.167							
Gerencia General	6,977	907	662	1,569	628	75	76	779	581	581	1,163	2,326	5,408	10,081	88	1,163	349	11,681
Gerencia de Proyecto	6,105	794	540	1,333	549	65	67	681	509	509	1,017	2,035	4,771	8,821	88	1,163	698	10,770
Jefe de Obra	4,651	605	336	941	419	50	51	519	388	388	775	1,550	3,710	6,721	88	1,163	349	8,321
Ingeniero-Supervisión Técnica	3,663	476	198	674	330	39	40	409	305	305	610	1,221	2,989	5,292	88	1,163	349	6,892
Ingeniero-Control y Costos	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Operador Logístico	2,267	295	0	295	204	24	25	253	189	189	378	756	1,973	3,276	88	1,163	349	4,876
Asistente en logística	1,047	136	0	136	94	11	11	117	87	87	174	349	910	1,512	88	1,163	349	3,112
Contador	1,221	159	0	159	110	13	13	136	102	102	203	407	1,062	1,764	88	1,163	349	3,364
Auxiliar contabilidad	837	109	0	109	75	9	9	93	70	70	140	279	728	1,210	88	686	116	2,100
Secretaria	837	109	0	109	75	9	9	93	70	70	140	279	728	1,210	88	686	116	2,100
Ingeniero Residente Obras Civiles	3,663	476	198	674	330	39	40	409	305	305	610	1,221	2,989	5,292	88	1,163	349	6,892
Ingeniero Asistente Obras Civiles	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Ingeniero Residente Obras Electromecánicas	3,663	476	198	674	330	39	40	409	305	305	610	1,221	2,989	5,292	88	1,163	349	6,892
Ingeniero Asistente Obras Electromecánicas	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Ingeniero de Seguridad	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Ingeniero Especialista Ambiental	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Ingeniero Control de Calidad	2,616	340	0	340	235	28	29	292	218	218	436	872	2,276	3,780	88	1,163	349	5,380
Asistente Control de Calidad	1,744	227	0	227	157	19	19	195	145	145	291	581	1,517	2,520	88	1,163	349	4,120
Administrador	1,500	195	0	195	135	16	16	167	125	125	250	500	1,305	2,167	88	1,163	349	3,767
Asistente Administración	1,047	136	0	136	94	11	11	117	87	87	174	349	910	1,512	88	1,163	349	3,112
Jefe de Almacén	1,221	159	0	159	110	13	13	136	102	102	203	407	1,062	1,764	88	1,163	349	3,364
Ayudante de Almacén	698	91	0	91	63	7	8	78	58	58	116	233	607	1,008	88	686	116	1,899
Técnico Mecánico	837	109	0	109	75	9	9	93	70	70	140	279	728	1,210	88	686	116	2,100
Electricista	837	109	0	109	75	9	9	93	70	70	140	279	728	1,210	88	686	116	2,100
Asistente Electricista	698	91	0	91	63	7	8	78	58	58	116	233	607	1,008	88	686	116	1,899
Dibujante Autocad y otros programas	837	109	0	109	75	9	9	93	70	70	140	279	728	1,210	88	686	116	2,100
Seguridad en Obra	698	91	0	91	63	7	8	78	58	58	116	233	607	1,008	88	686	116	1,899
Chofer	733	95	0	95	66	8	8	82	61	61	122	244	637	1,058	88	686	116	1,949

## GASTOS GENERALES

PLAZO DE EJECUCION DE OBRA : 10 MESES  
 BOLETA DE GARANTIA : 10 MESES  
 BOLETA DE G. CUMPLIMIENTO : 1 MESES  
 FECHA DE PRESUPUESTO : 2013/12

PROYECTO : Galeno  
 OBRA : Linea de 220 KV  
 CLIENTE : UNI - FIM  
 PROPONENTE : Informe de Suficiencia\_MAS

RESUMEN DE LA OFERTA					
	Unid.	CANT	MESES	P.U	TOTAL
1.- PLANILLA PRECIOS UNITARIOS N°1	LT 220				7,372,178
PLANILLA PRECIOS UNITARIOS N°2	LT 220				280,162
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (USD)</b>					<b>7,652,340</b>

2.- **COSTOS INDIRECTOS DE OBRA**  
 GASTOS GENERALES VARIABLES

CARGO		CANT	MESES		
Jefe de Obra	Meses	1.0	8.0	8,321	66,565
Ingeniero Residente Obras Civiles	Meses	1.0	5.0	6,892	34,462
Ingeniero Asistente Obras Civiles	Meses	2.0	5.0	5,380	53,803
Ingeniero Residente Obras Electromecánicas	Meses	1.0	5.0	6,892	34,462
Ingeniero Asistente Obras Electromecánicas	Meses	2.0	5.0	5,380	53,803
Ingeniero de Seguridad	Meses	1.0	8.0	5,380	43,043
Ingeniero Especialista Ambiental	Meses	1.0	8.0	5,380	43,043
Ingeniero Control de Calidad	Meses	1.0	8.0	5,380	43,043
Asistente Control de Calidad	Meses	1.0	8.0	4,120	32,962
Administrador	Meses	1.0	8.0	3,767	30,139
Asistente Administración	Meses	2.0	8.0	3,112	49,794
Jefe de Almacen	Meses	1.0	8.0	3,364	26,913
Ayudante de Almacen	Meses	4.0	8.0	1,899	60,761
Técnico Mecánico	Meses	1.0	8.0	2,100	16,803
Electricista	Meses	1.0	8.0	2,100	16,803
Asistente Electricista	Meses	1.0	8.0	1,899	15,190
Dibujante Autocad y otros programas	Meses	4.0	8.0	2,100	67,213
Seguridad en Obra	Meses	4.0	8.0	1,899	60,761
Chofer	Meses	10.0	8.0	1,949	155,936
Comunicaciones: Teléfono, fax, internet, radio,etc	Meses	1.0	8.0	2,000	16,000
Radios RPM	Meses	10.0	8.0	60	4,800
Camioneta	Meses	10.0	8.0	7,000	560,000
Combustible	Meses	10.0	8.0	2,000	160,000
Mantenimiento	Meses	1.0	8.0	2,000	16,000
Computadora	Meses	12.0	8.0	400	38,400
Impresora	Meses	6.0	8.0	200	9,600
Utiles de oficina	Meses	1.0	8.0	2,000	16,000
Caja Chica	Meses	1.0	8.0	8,000	64,000

GASTOS GENERALES FIJOS  
 OFICINA CENTRAL OBRA

Gerencia de Proyecto	Meses	0.5	8.0	10,770	43,079
Ingeniero-Supervisión Técnica	Meses	2.0	8.0	6,892	110,280
Ingeniero-Control y Costos	Meses	2.0	8.0	5,380	86,086
Operador Logístico	Meses	1.0	8.0	4,876	39,010
Asistente en logística	Meses	2.0	8.0	3,112	49,794
Contador	Meses	1.0	8.0	3,364	26,913
Auxiliar contabilidad	Meses	1.0	8.0	2,100	16,803
Secretaria	Meses	1.0	8.0	2,100	16,803
Chofer	Meses	1.0	8.0	1,949	15,594
Comunicaciones: Teléfono, fax, internet, radio,etc	Meses	1.0	8.0	1,000	8,000
Radios RPM	Meses	4.0	8.0	60	1,920
Camioneta	Meses	1.0	8.0	7,000	56,000
Combustible	Meses	1.0	8.0	2,000	16,000
Computadora	Meses	6.0	8.0	400	19,200
Impresora	Meses	3.0	8.0	200	4,800
Utiles de oficina	Meses	1.0	8.0	1,000	8,000
Caja Chica	Meses	1.0	8.0	4,000	32,000

## 3.- GASTOS FINANCIEROS

	INT ANUAL	INTERES MENSUAL	CANT	MESES	
BOLETA DE SERIEDAD DE OFERTA	6.50%	0.54%	765,234.0	8.0	33,160
BOLETA DE GARANTIA CUMPLIMIENTO	6.50%	0.54%	765,234.0	1.0	49,740
SEGURO RESP. CIVIL (VEH.,CONST.,TRANSP.)			38,261.7		38,262
FINANCIAMIENTO	0.30	2.50%	765,234.0	8.0	153,047
<b>TOTAL COSTO DE OBRA</b>					<b>10,267,133</b>
IMPREVISTOS				2.00%	205,343
GASTOS GENERALES OF. CENTRAL PRINCIPAL				1.00%	102,671
UTILIDAD				10.00%	1,026,713
				13.00%	
<b>TOTAL GASTOS GENERALES Y UTILIDADES</b>					<b>1,334,727</b>

<b>VALOR TOTAL NETO OBRA</b>	<b>USD</b>	<b>11,601,860</b>
IGV	18%	2,088,335
<b>COSTO TOTAL</b>		<b>13,690,195</b>





Partida	Especificación	Unidad	Metrado	reserva	Total	Precio Unitario CIF USD	Costo Desaduanaje	Transporte a Obra	Precio Unitario - Total	Parcial USD	Subtotal USD
4	Anclaje (cadena invertida), conformado por Grillete recto (2) Adaptador casquillo-oyo alargado, con base p' descargadores (1) Descargador superior (1) Descargador inferior tipo anillo-Raqueta (1) Adaptador anillo - bola, con base para descargadores (1) Grapa de anclaje a compresion (1)	Und	12	2	14	101.0	5.1	4.2	110	1,544	
5	Accesorios del contrapeso vertical - Enganche para soportar contrapeso vertical - Soporte para colgar contrapesos - Disco de fierro fundido embonable doble galvanizado	Und Und Und	6 6 12	0 0 1	6 6 13	171.0 17.5 25.0	8.6 0.9 1.3	7.2 0.7 1.1	187 19 27	1,120 115 355	
6	Ferreteria Conductor Activo										
6.1	Junta de empalme	Und	47	2	49	41.0	2.1	1.7	45	2,194	
6.2	Manguito de reparacion	Und	16	1	17	29.5	1.5	1.2	32	548	
6.3	Conector Bifilar	Und	126	6	132	26.0	1.3	1.1	28	3,748	
6.4	Amortiguadores antivibracion	Und	4848	30	4878	31.0	1.6	1.3	34	165,130	
<b>G ACCESORIOS CABLE DE GUARDA DE ACERO GALVANIZADO</b>											12,442
1	Suspension Grillete Recto Grapa de suspension Grapa cable-terminal de tierra Grapa torre -terminal de tierra	Und	73	4	77	24.5	1.2	1.0	27	2,060	
2	Anclaje Intermedia Grillete Recto (2) Eslabón Revirado (2) Grapa de anclaje (2) Grapa cable-terminal de tierra (1) Grapa torre -terminal de tierra (1)	Und	44	2	46	50.0	2.5	2.1	55	2,512	
3	Anclaje final - Pórticos Grillete Recto (1) Eslabón Revirado (1) Grapa de anclaje (1) Grapa torre -terminal de tierra (1)	Und	2	2	4	23.5	1.2	1.0	26	103	
4	Accesorios del contrapeso vertical - Soporte un "U" (incluye anillos planos con tuerca y co - Enganche de contrapeso vertical - Disco de fierro fundido embonable doble galvanizado	Und Und Und	2 2 2	2 2 2	4 4 4	10.0 6.0 45.0	0.5 0.3 2.3	0.4 0.3 1.9	11 7 49	44 26 197	
5	Ferreteria diversa Junta de empalme Preformado Reparación Amortiguadores de vibracion	Und Und Und	13 5 308	2 2 6	15 7 314	25.3 12.0 20.4	1.3 0.6 1.0	1.1 0.5 0.9	28 13 22	414 92 6,995	
<b>H ACCESORIOS CABLE DE GUARDA TIPO OPGW</b>											59,816
1	Ensamble de suspension: Y - Clevis (1) Grapa de suspension (1) Toma de tierra con terminal (1) Grapa paralela cable-terminal tierra (1)	Unid	73	5	78	79.05	4.0	3.3	86	6,733	
2	Ensamble de anclaje Grillete recto (2) Eslabón de Extension (1) Guardacabo (1) Empalme de proteccion (1) Toma de tierra con terminal (1) Grapa paralela cable-terminal tierra (1)	Unid	92	4	96	179.9	9.0	7.6	196	18,856	
3	Accesorios diversos										
3.1	Caja de empalme intermedia /24 fibras G-52/OPGW - OPGW	Und	14	2	16	550.0	27.5	23.1	601	9,610	
3.2	Caja de empalme terminal /24 fibras G-652/OPGW-AR	Und	2	1	3	550.0	27.5	23.1	601	1,802	
3.3	Grapa de bajada de Aluminio p' OPGW	Und	800	40	840	15.7	0.8	0.7	17	14,420	
3.4	Soporte de reserva de 3 puntos	Cjto	16	2	18	76.0	3.8	3.2	83	1,494	
3.5	Amortiguador de vibracion	Und	308	8	316	20.0	1.0	0.8	22	6,901	
<b>I PUESTA A TIERRA</b>											314,635
1	Cable copperweld / 19/10 / 30% (7.77mm diam. - LC)	km	1.72	0.1722	1.89	3,000.0	150.0	126.0	3,276	6,205	
2	Conector de bronce torre -cable	Und	138	7	145	5.0	0.3	0.2	5	792	
3	Conector de doble via de bronce	Und	138	7	145	2.5	0.1	0.1	3	396	
4	Varilla copperweld 5/8 diam, 2.40 m longitud, incluye co	Und	138	7	145	18.0	0.9	0.8	20	2,850	
5	Bolsas sales quimicas, bentonita, de 25 kg	Und	400	20	420	50.0	2.5	2.1	55	22,932	
6	Tubo de PVC-SAF de 1" de diametro (utilizados de 3 m)	Und	115	11	126	5.0	0.3	0.2	5	688	
7	Platina de Cobre de 6mm x 0.6mm	km	8	0.832	9.152	3,300.0	165.0	138.6	3,604	32,980	
8	Hidrosolta (15kg)	bol	6,072	602	6674	34.0	1.7	1.4	37	247,792	
<b>Subtotal - Suministros Línea de Transmisión US\$</b>											8,003,983





## ANEXO B

### Nivel de severidad de contaminación de acuerdo a la norma IEC-60815

TABLE I

Pollution level	Examples of typical environments
I - Light	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Areas without industries and with low density of houses equipped with heating plants</li> <li>– Areas with low density of industries or houses but subjected to frequent winds and/or rainfall</li> <li>– Agricultural areas <sup>1)</sup></li> <li>– Mountainous areas</li> </ul> <p>All these areas shall be situated at least 10 km to 20 km from the sea and shall not be exposed to winds directly from the sea <sup>2)</sup></p>
II - Medium	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Areas with industries not producing particularly polluting smoke and/or with average density of houses equipped with heating plants</li> <li>– Areas with high density of houses and/or industries but subjected to frequent winds and/or rainfall</li> <li>– Areas exposed to wind from the sea but not too close to the coast (at least several kilometres distant) <sup>2)</sup></li> </ul>
III - Heavy	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Areas with high density of industries and suburbs of large cities with high density of heating plants producing pollution</li> <li>– Areas close to the sea or in any case exposed to relatively strong winds from the sea <sup>2)</sup></li> </ul>
IV - Very heavy	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Areas generally of moderate extent, subjected to conductive dusts and to industrial smoke producing particularly thick conductive deposits</li> <li>– Areas generally of moderate extent, very close to the coast and exposed to sea-spray or to very strong and polluting winds from the sea</li> <li>– Desert areas, characterized by no rain for long periods, exposed to strong winds carrying sand and salt, and subjected to regular condensation</li> </ul>

<sup>1)</sup> Use of fertilizers by spraying, or the burning of crop residues, can lead to a higher pollution level due to dispersal by wind.

<sup>2)</sup> Distances from sea coast depend on the topography of the coastal area and on the extreme wind conditions.

**Relación entre nivel de contaminación y distancia mínima de fuga (IEC-60815)**

**TABLE II**

Pollution level	Minimum nominal specific creepage distance <sup>1)</sup> (mm/kV <sup>2)</sup> )
I - Light	16
II - Medium	20
III - Heavy	25
IV - Very heavy	31

<sup>1)</sup> For the actual creepage distance, the specified manufacturing tolerances are applicable (see I E C Publication 273 : Dimensions of Indoor and Outdoor Post Insulators and Post Insulator Units for Systems with Nominal Voltages Greater than 1 000 V, I E C Publication 305 : Characteristics of String Insulator Units of the Cap and Pin Type, I E C Publication 433 : Characteristics of String Insulator Units of the Long Rod Type, and I E C Publication 720 : Characteristics of Line Post Insulators).

<sup>2)</sup> Ratio of the leakage distance measured between phase and earth over the r.m.s. phase to phase value of the highest voltage for the equipment (see I E C Publication 71-1).

**Relación entre nivel de contaminación y pruebas de contaminación artificial**

**TABLE III**

Specific creepage distance (see column 2, Table II)  (mm/kV)	Artificial pollution tests Severity withstand values at the phase-to-earth voltage		
	Salt fog method  (kg/m <sup>3</sup> )	Solid-layer methods	
		S. D. D. <sup>1)</sup> (mg/cm <sup>2</sup> )	Layer conductivity (μS)
16	5 to 14	0.03 to 0.06	15 to 20
20	14 to 40	0.10 to 0.20	24 to 35
25	40 to 112	0.30 to 0.60	36
31	> 160	—	—

<sup>1)</sup> S. D. D. = Salt Deposit Density.

Estándar de Nivel de aislamiento, , según norma IEC-60071-1

Table 2 – Standard insulation levels for range I ( $1\text{kV} < U_m \leq 245\text{ kV}$ )

Highest voltage for equipment ( $U_m$ ) kV (r.m.s. value)	Standard rated short-duration power-frequency withstand voltage kV (r.m.s. value)	Standard rated lightning impulse withstand voltage kV (peak value)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5 <sup>a</sup>	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52 <sup>a</sup>	95	250
72,5	140	325
100 <sup>b</sup>	(150)	(380)
	185	450
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170 <sup>a</sup>	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1050

**NOTE** If values in brackets are considered insufficient to prove that the required phase-to-phase withstand voltages are met, additional phase-to-phase withstand voltage tests are needed.

<sup>a</sup> These  $U_m$  are non preferred values in IEC 60038 and thus no most frequently combinations standardized in apparatus standards are given.

<sup>b</sup> This  $U_m$  value is not mentioned in IEC 60038 but it has been introduced in range I in some apparatus standards.

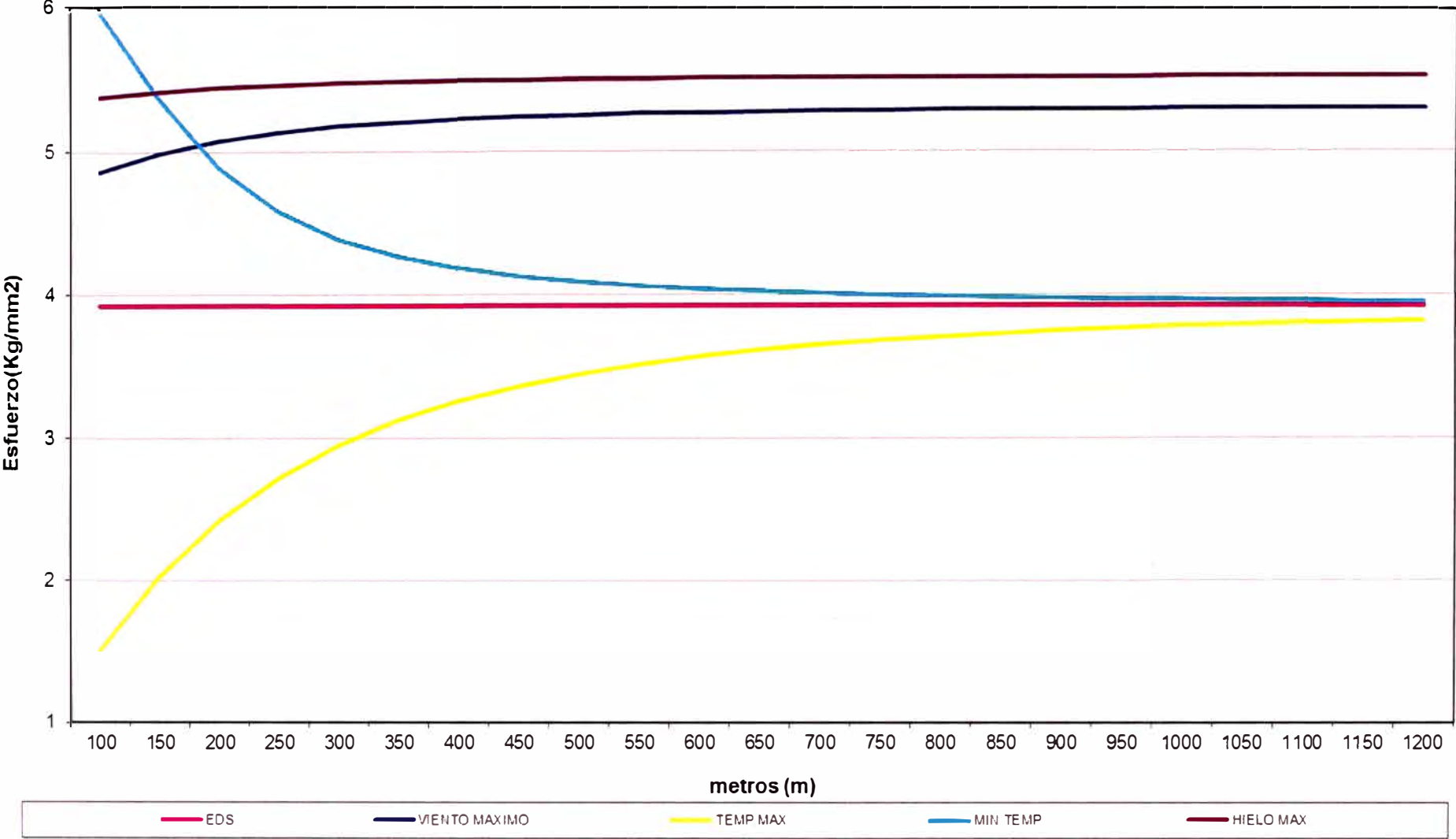
## ANEXO C

### Línea de Transmisión 220 kV SE Cajamarca Norte - SE Galeno

#### Cálculo Mecánico de Conductor - 1100 MCM ACAR - 33/28

Vano(m)	Hipótesis 1				Hipótesis 2					Hipótesis 3					Hipótesis 4					Hipótesis 5				
	EDS, T=10°C, Tr = 18%				Máxima Velocidad de Viento, V=113.4 Km/h, T = 5°					Temperatura Máxima T=80°C, hielo = 0mm, V = 0 Km/h					Temp. Mínima, T = -10°C, V = 0 Km/h, hielo = 0mm					Hielo Máximo T = 0°C, V=0 Km/h, hielo = 6mm				
	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%()	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%()	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%()	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%()
100	3.92	2,184.30	1,410.86	0.89	4.86	2,707.61	1,292.56	0.97	22.31	1.50	837.96	541.25	2.31	6.91	5.98	3,334.63	2,153.88	0.58	27.48	5.38	2,997.43	1,375.64	0.91	24.70
150	3.92	2,184.30	1,410.86	1.99	4.99	2,779.64	1,326.95	2.12	22.91	2.02	1,126.82	727.83	3.87	9.29	5.37	2,994.69	1,934.30	1.45	24.68	5.42	3,019.18	1,385.63	2.03	24.88
200	3.92	2,184.30	1,410.86	3.55	5.08	2,829.42	1,350.71	3.70	23.32	2.42	1,347.05	870.08	5.75	11.10	4.89	2,726.72	1,761.22	2.84	22.47	5.44	3,034.70	1,392.75	3.59	25.01
250	3.92	2,184.30	1,410.86	5.54	5.14	2,862.70	1,366.60	5.72	23.59	2.72	1,514.21	978.04	8.00	12.48	4.58	2,553.99	1,649.65	4.74	21.05	5.46	3,045.17	1,397.56	5.59	25.09
300	3.92	2,184.30	1,410.86	7.98	5.18	2,885.20	1,377.34	8.18	23.78	2.94	1,641.43	1,060.22	10.63	13.53	4.39	2,447.26	1,580.72	7.12	20.17	5.48	3,052.26	1,400.81	8.04	25.15
350	3.92	2,184.30	1,410.86	10.87	5.20	2,900.80	1,384.79	11.07	23.90	3.12	1,738.96	1,123.22	13.66	14.33	4.27	2,379.45	1,536.91	9.97	19.61	5.48	3,057.17	1,403.06	10.93	25.19
400	3.92	2,184.30	1,410.86	14.20	5.22	2,911.92	1,390.10	14.41	24.00	3.26	1,814.47	1,171.99	17.11	14.95	4.19	2,334.41	1,507.82	13.28	19.24	5.49	3,060.65	1,404.66	14.26	25.22
450	3.92	2,184.30	1,410.86	17.98	5.24	2,920.06	1,393.98	18.20	24.06	3.36	1,873.59	1,210.17	20.98	15.44	4.13	2,303.19	1,487.65	17.05	18.98	5.50	3,063.20	1,405.83	18.04	25.24
500	3.92	2,184.30	1,410.86	22.21	5.25	2,926.17	1,396.90	22.43	24.11	3.45	1,920.41	1,240.41	25.28	15.83	4.09	2,280.73	1,473.15	21.26	18.79	5.50	3,065.11	1,406.70	22.27	25.26
550	3.92	2,184.30	1,410.86	26.89	5.26	2,930.86	1,399.14	27.11	24.15	3.51	1,957.93	1,264.65	30.02	16.13	4.06	2,264.06	1,462.38	25.93	18.66	5.50	3,066.57	1,407.37	26.95	25.27
600	3.92	2,184.30	1,410.86	32.02	5.26	2,934.52	1,400.89	32.25	24.18	3.57	1,988.33	1,284.29	35.20	16.39	4.04	2,251.37	1,454.18	31.06	18.55	5.50	3,067.71	1,407.90	32.08	25.28
650	3.92	2,184.30	1,410.86	37.60	5.27	2,937.44	1,402.28	37.83	24.21	3.61	2,013.23	1,300.37	40.83	16.59	4.02	2,241.48	1,447.80	36.63	18.47	5.51	3,068.61	1,408.31	37.67	25.29
700	3.92	2,184.30	1,410.86	43.64	5.27	2,939.79	1,403.40	43.87	24.23	3.65	2,033.83	1,313.67	46.90	16.76	4.01	2,233.63	1,442.73	42.66	18.41	5.51	3,069.34	1,408.65	43.71	25.29
750	3.92	2,184.30	1,410.86	50.13	5.28	2,941.71	1,404.32	50.37	24.24	3.68	2,051.03	1,324.78	53.43	16.90	4.00	2,227.30	1,438.64	49.15	18.35	5.51	3,069.94	1,408.92	50.20	25.30
800	3.92	2,184.30	1,410.86	57.08	5.28	2,943.30	1,405.08	57.32	24.25	3.71	2,065.51	1,334.14	60.41	17.02	3.99	2,222.11	1,435.29	56.10	18.31	5.51	3,070.43	1,409.15	57.15	25.30
850	3.92	2,184.30	1,410.86	64.50	5.28	2,944.63	1,405.71	64.74	24.27	3.73	2,077.81	1,342.08	67.86	17.12	3.98	2,217.82	1,432.51	63.51	18.28	5.51	3,070.84	1,409.34	64.57	25.31
900	3.92	2,184.30	1,410.86	72.37	5.28	2,945.75	1,406.25	72.62	24.27	3.75	2,088.32	1,348.87	75.76	17.21	3.97	2,214.21	1,430.19	71.38	18.25	5.51	3,071.19	1,409.49	72.45	25.31
950	3.92	2,184.30	1,410.86	80.72	5.29	2,946.71	1,406.71	80.96	24.28	3.76	2,097.38	1,354.72	84.13	17.28	3.97	2,211.17	1,428.22	79.72	18.22	5.51	3,071.49	1,409.63	80.79	25.31
1000	3.92	2,184.30	1,410.86	89.53	5.29	2,947.53	1,407.10	89.77	24.29	3.78	2,105.23	1,359.79	92.97	17.35	3.96	2,208.57	1,426.54	88.53	18.20	5.51	3,071.74	1,409.75	89.60	25.31
1050	3.92	2,184.30	1,410.86	98.81	5.29	2,948.25	1,407.44	99.06	24.30	3.79	2,112.08	1,364.22	102.27	17.40	3.96	2,206.33	1,425.09	97.80	18.18	5.51	3,071.96	1,409.85	98.88	25.31
1100	3.92	2,184.30	1,410.86	108.57	5.29	2,948.86	1,407.73	108.82	24.30	3.80	2,118.08	1,368.09	112.05	17.45	3.95	2,204.39	1,423.84	107.55	18.17	5.51	3,072.15	1,409.94	108.64	25.32
1150	3.92	2,184.30	1,410.86	118.80	5.29	2,949.41	1,407.99	119.05	24.30	3.81	2,123.37	1,371.51	122.31	17.50	3.95	2,202.69	1,422.75	117.78	18.15	5.51	3,072.32	1,410.01	118.88	25.32
1200	3.92	2,184.30	1,410.86	129.52	5.29	2,949.88	1,408.22	129.77	24.31	3.82	2,128.05	1,374.53	133.05	17.54	3.95	2,201.21	1,421.79	128.49	18.14	5.51	3,072.47	1,410.08	129.59	25.32

### CALCULO MECANICO CONDUCTOR - 1100 MCM ACAR

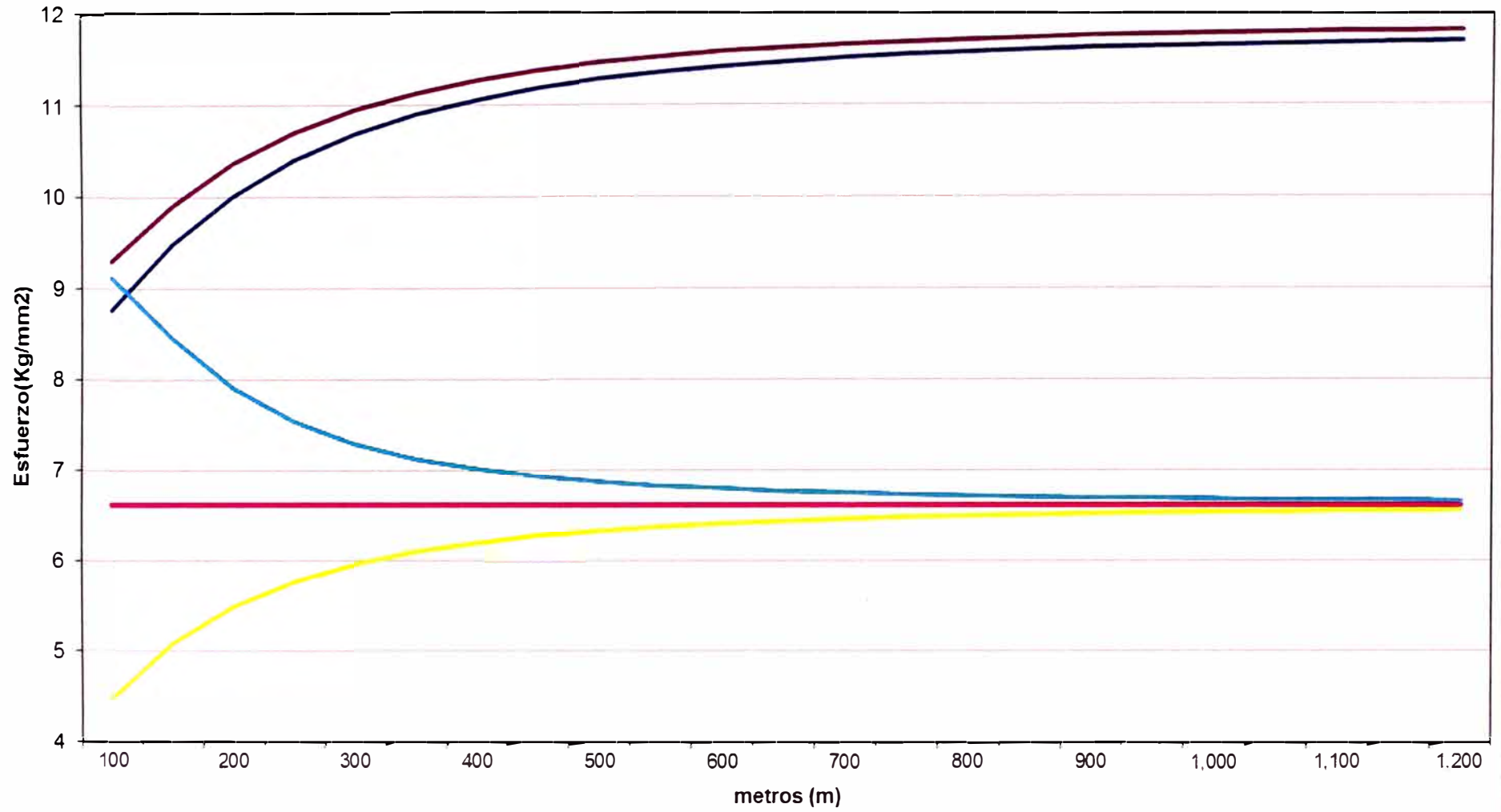


Línea de Transmisión 220 kV SE Cajamarca Norte - SE Galeno

Cálculo Mecánico de Conductor OPGW - 24 Fibras

Vano(m)	Hipótesis 1					Hipótesis 2					Hipótesis 3					Hipótesis 4					Hipótesis 5				
	EDS, T=10°C, Tr = 11.5%					Máxima Velocidad de Viento, V=113.4 Km/h, T = 5°					Temperatura Máxima T=80°C, hielo = 0mm, V = 0 Km/h					Temp. Mínima, T = -10°C, V = 0 Km/h, hielo = 0mm					Hielo Máximo T = 0°C, V=0 Km/h, hielo = 6mm				
	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr(%)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr(%)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr(%)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr(%)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr(%)
100	6.61	644.27	1540.57	0.81	8.77	854.50	1145.88	1.09	15.25	4.47	435.37	1041.05	1.20	7.77	9.12	888.38	2124.30	0.59	15.86	9.31	906.65	1205.23	1.04	16.18	
150	6.61	644.27	1540.57	1.83	9.48	923.22	1238.02	2.27	16.48	5.08	495.07	1183.81	2.38	8.84	8.46	823.92	1970.17	1.43	14.71	9.90	964.92	1282.70	2.19	17.22	
200	6.61	644.27	1540.57	3.25	10.01	974.88	1307.30	3.83	17.40	5.49	534.72	1278.63	3.91	9.54	7.91	770.70	1842.91	2.71	13.76	10.36	1009.45	1341.89	3.73	18.02	
250	6.61	644.27	1540.57	5.07	10.40	1012.85	1358.22	5.76	18.08	5.77	561.64	1343.00	5.82	10.03	7.53	733.90	1754.91	4.45	13.10	10.70	1042.32	1385.58	5.64	18.61	
300	6.61	644.27	1540.57	7.31	10.68	1040.82	1395.73	8.07	18.58	5.96	580.37	1387.78	8.11	10.36	7.29	709.74	1697.13	6.63	12.67	10.95	1066.52	1417.75	7.94	19.04	
350	6.61	644.27	1540.57	9.95	10.90	1061.65	1423.65	10.77	18.95	6.09	593.73	1419.72	10.80	10.60	7.12	693.71	1658.79	9.24	12.38	11.13	1084.49	1441.64	10.63	19.36	
400	6.61	644.27	1540.57	13.00	11.06	1077.37	1444.74	13.87	19.23	6.19	603.49	1443.06	13.88	10.77	7.01	682.74	1632.57	12.27	12.19	11.27	1098.03	1459.64	13.72	19.60	
450	6.61	644.27	1540.57	16.46	11.18	1089.43	1460.91	17.36	19.45	6.27	610.78	1460.49	17.37	10.90	6.93	674.98	1614.02	15.71	12.05	11.38	1108.38	1473.40	17.21	19.78	
500	6.61	644.27	1540.57	20.33	11.28	1098.82	1473.50	21.26	19.61	6.33	616.34	1473.79	21.25	11.00	6.87	669.33	1600.49	19.56	11.95	11.46	1116.42	1484.09	21.11	19.93	
550	6.61	644.27	1540.57	24.61	11.36	1106.24	1483.45	25.56	19.75	6.37	620.66	1484.13	25.55	11.08	6.83	665.08	1590.35	23.84	11.87	11.53	1122.76	1492.52	25.41	20.04	
600	6.61	644.27	1540.57	29.30	11.42	1112.17	1491.41	30.27	19.85	6.41	624.08	1492.30	30.26	11.14	6.79	661.83	1582.56	28.52	11.81	11.58	1127.83	1499.26	30.12	20.13	
650	6.61	644.27	1540.57	34.41	11.47	1116.99	1497.87	35.40	19.94	6.43	626.82	1498.85	35.37	11.19	6.77	659.28	1576.46	33.62	11.77	11.62	1131.93	1504.71	35.23	20.20	
700	6.61	644.27	1540.57	39.93	11.51	1120.94	1503.16	40.93	20.01	6.46	629.05	1504.18	40.90	11.23	6.75	657.24	1571.59	39.13	11.73	11.65	1135.29	1509.18	40.77	20.26	
750	6.61	644.27	1540.57	45.87	11.54	1124.21	1507.55	46.88	20.07	6.48	630.88	1508.56	46.85	11.26	6.73	655.59	1567.65	45.07	11.70	11.68	1138.08	1512.88	46.71	20.31	
800	6.61	644.27	1540.57	52.22	11.57	1126.95	1511.23	53.25	20.12	6.49	632.41	1512.21	53.21	11.29	6.72	654.24	1564.41	51.42	11.68	11.71	1140.41	1515.97	53.08	20.36	
850	6.61	644.27	1540.57	59.00	11.59	1129.27	1514.34	60.03	20.16	6.50	633.69	1515.27	59.99	11.31	6.70	653.11	1561.73	58.19	11.66	11.73	1142.37	1518.59	59.86	20.39	
900	6.61	644.27	1540.57	66.19	11.61	1131.24	1516.98	67.24	20.19	6.52	634.77	1517.87	67.20	11.33	6.69	652.17	1559.47	65.38	11.64	11.74	1144.04	1520.81	67.06	20.42	
950	6.61	644.27	1540.57	73.81	11.63	1132.93	1519.25	74.86	20.22	6.53	635.70	1520.09	74.82	11.35	6.69	651.37	1557.55	72.99	11.63	11.76	1145.48	1522.71	74.69	20.45	
1,000	6.61	644.27	1540.57	81.85	11.64	1134.39	1521.21	82.91	20.25	6.53	636.50	1522.00	82.87	11.36	6.68	650.69	1555.92	81.03	11.61	11.77	1146.71	1524.36	82.74	20.47	
1,050	6.61	644.27	1540.57	90.32	11.66	1135.67	1522.91	91.39	20.27	6.54	637.19	1523.66	91.35	11.37	6.67	650.10	1554.51	89.50	11.60	11.78	1147.79	1525.79	91.22	20.49	
1,100	6.61	644.27	1540.57	99.23	11.67	1136.78	1524.40	100.30	20.29	6.55	637.80	1525.10	100.25	11.38	6.67	649.58	1553.29	98.40	11.59	11.79	1148.73	1527.04	100.12	20.50	
1,150	6.61	644.27	1540.57	108.56	11.68	1137.75	1525.71	109.64	20.31	6.55	638.33	1526.37	109.59	11.39	6.66	649.14	1552.22	107.72	11.59	11.80	1149.56	1528.14	109.46	20.52	
1,200	6.61	644.27	1540.57	118.32	11.69	1138.62	1526.87	119.41	20.32	6.56	638.80	1527.49	119.36	11.40	6.66	648.75	1551.28	117.49	11.58	11.81	1150.29	1529.11	119.23	20.53	

### CALCULO MECANICO CABLE DE GUARDA OPGW, 24 Fibras



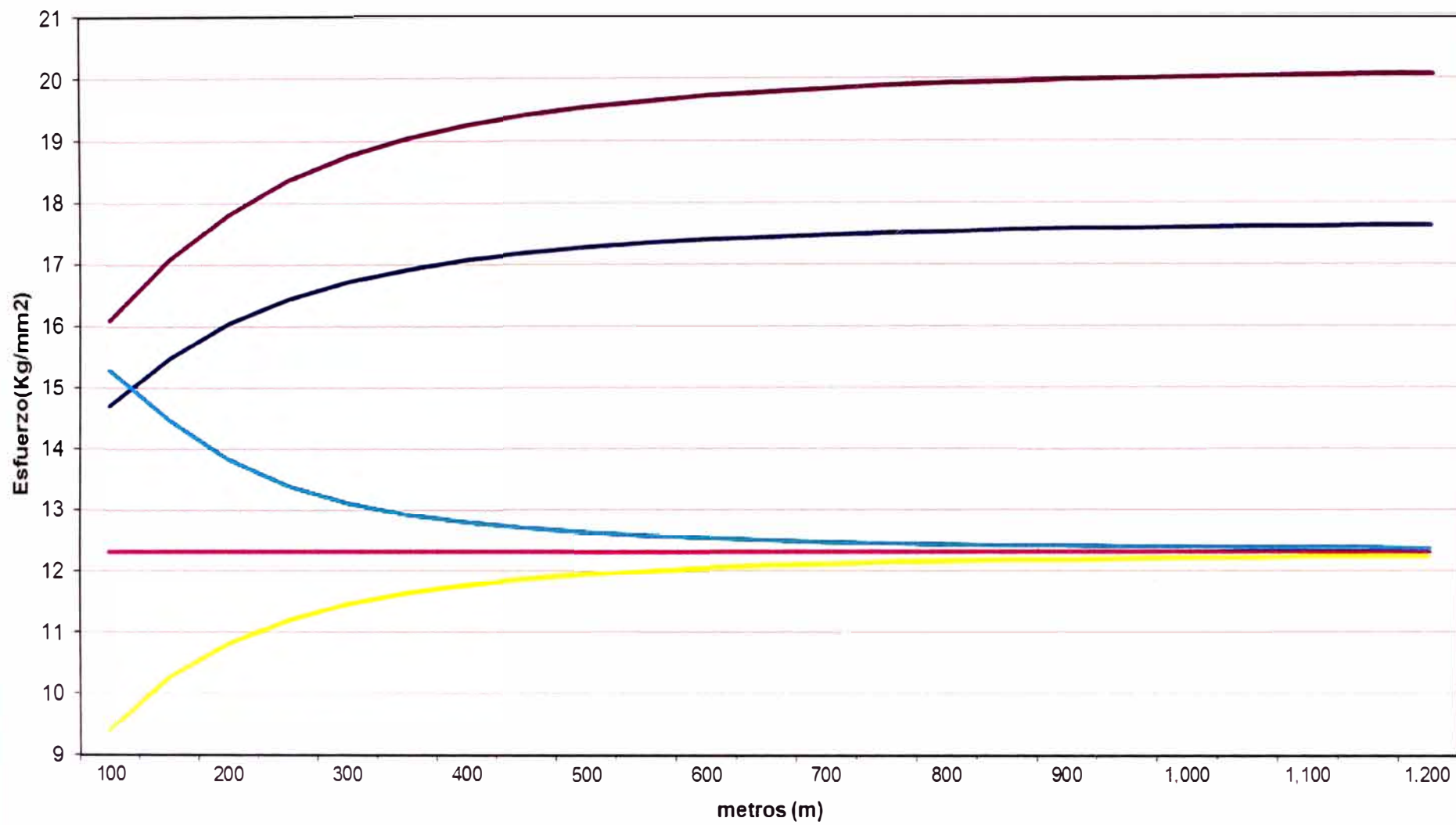


## Línea de Transmisión 220 kV SE Cajamarca Norte - SE Galeno

### Cálculo Mecánico Cable de Guarda de Acero Galvanizado 3/8" EHS

Vano(m)	Hipótesis 1				Hipótesis 2					Hipótesis 3					Hipótesis 4					Hipótesis 5				
	EDS, T=10°C, Tr= 11.5%				Máxima Velocidad de Viento, V=113.4 Km/h, T= 5°					Temperatura Máxima T=80°C, hielo = 0mm, V = 0 Km/h					Temp. Mínima, T = -10°C, V = 0 Km/h, hielo = 0mm					Hielo Máximo T = 0°C, V=0 Km/h, hielo = 6mm				
	Esf (Kg)	Tiro (Kg)	Param(m)	flecha(m)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%(l)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%(l)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%(l)	Esf (Kg)	Tiro(Kg)	Param(m)	flecha(m)	Tr%(l)
100	12.31	628.68	1547.33	0.81	14.71	751.11	1283.81	0.97	10.75	9.42	480.90	1183.60	1.06	6.88	15.28	780.63	1921.31	0.65	11.18	16.09	822.06	1232.62	1.01	11.77
150	12.31	628.68	1547.33	1.82	15.47	790.21	1350.65	2.08	11.31	10.26	524.20	1290.18	2.18	7.50	14.46	738.66	1818.01	1.55	10.57	17.08	872.41	1308.12	2.15	12.49
200	12.31	628.68	1547.33	3.23	16.03	818.99	1399.84	3.57	11.72	10.83	552.96	1360.96	3.68	7.92	13.82	706.07	1737.81	2.88	10.11	17.82	910.28	1364.90	3.66	13.03
250	12.31	628.68	1547.33	5.05	16.44	839.46	1434.83	5.45	12.02	11.20	572.23	1408.38	5.55	8.19	13.39	684.01	1683.51	4.64	9.79	18.36	937.84	1406.22	5.56	13.43
300	12.31	628.68	1547.33	7.28	16.72	854.05	1459.76	7.71	12.23	11.46	585.43	1440.88	7.81	8.38	13.11	669.48	1647.74	6.83	9.58	18.75	957.87	1436.26	7.84	13.71
350	12.31	628.68	1547.33	9.91	16.93	864.60	1477.79	10.37	12.38	11.64	594.72	1463.76	10.47	8.51	12.92	659.73	1623.76	9.44	9.44	19.04	972.60	1458.35	10.51	13.92
400	12.31	628.68	1547.33	12.94	17.08	872.37	1491.07	13.43	12.49	11.78	601.44	1480.29	13.53	8.61	12.78	653.00	1607.18	12.46	9.35	19.26	983.60	1474.84	13.58	14.08
450	12.31	628.68	1547.33	16.39	17.19	878.21	1501.05	16.89	12.57	11.87	606.41	1492.52	16.99	8.68	12.69	648.19	1595.35	15.89	9.28	19.42	991.96	1487.37	17.05	14.20
500	12.31	628.68	1547.33	20.24	17.28	882.67	1508.69	20.76	12.64	11.95	610.18	1501.79	20.86	8.74	12.62	644.66	1586.65	19.74	9.23	19.55	998.41	1497.05	20.92	14.29
550	12.31	628.68	1547.33	24.50	17.35	886.16	1514.64	25.03	12.69	12.00	613.09	1508.95	25.13	8.78	12.57	641.99	1580.09	23.99	9.19	19.65	1003.48	1504.65	25.20	14.37
600	12.31	628.68	1547.33	29.17	17.40	888.91	1519.35	29.71	12.73	12.05	615.37	1514.58	29.81	8.81	12.53	639.93	1575.03	28.66	9.16	19.73	1007.51	1510.70	29.89	14.42
650	12.31	628.68	1547.33	34.26	17.45	891.13	1523.14	34.81	12.76	12.08	617.20	1519.08	34.90	8.84	12.50	638.32	1571.04	33.74	9.14	19.79	1010.77	1515.58	34.98	14.47
700	12.31	628.68	1547.33	39.75	17.48	892.93	1526.22	40.31	12.78	12.11	618.68	1522.72	40.40	8.86	12.47	637.02	1567.86	39.23	9.12	19.84	1013.43	1519.57	40.49	14.51
750	12.31	628.68	1547.33	45.66	17.51	894.41	1528.75	46.22	12.80	12.14	619.90	1525.72	46.32	8.87	12.45	635.97	1565.27	45.14	9.10	19.88	1015.63	1522.86	46.40	14.54
800	12.31	628.68	1547.33	51.99	17.54	895.65	1530.87	52.56	12.82	12.16	620.91	1528.20	52.65	8.89	12.43	635.10	1563.14	51.46	9.09	19.92	1017.46	1525.62	52.74	14.57
850	12.31	628.68	1547.33	58.73	17.56	896.69	1532.64	59.30	12.84	12.17	621.75	1530.28	59.40	8.90	12.42	634.39	1561.37	58.20	9.08	19.95	1019.01	1527.94	59.49	14.59
900	12.31	628.68	1547.33	65.90	17.57	897.57	1534.15	66.47	12.85	12.19	622.47	1532.04	66.56	8.91	12.41	633.78	1559.88	65.36	9.07	19.98	1020.33	1529.91	66.66	14.61
950	12.31	628.68	1547.33	73.48	17.59	898.32	1535.43	74.06	12.86	12.20	623.08	1533.55	74.15	8.92	12.40	633.27	1558.62	72.94	9.07	20.00	1021.45	1531.60	74.25	14.62
1,000	12.31	628.68	1547.33	81.49	17.60	898.97	1536.54	82.07	12.87	12.21	623.61	1534.84	82.16	8.93	12.39	632.83	1557.53	80.95	9.06	20.02	1022.42	1533.05	82.26	14.64
1,050	12.31	628.68	1547.33	89.92	17.61	899.53	1537.50	90.51	12.88	12.22	624.06	1535.96	90.60	8.93	12.38	632.45	1556.60	89.38	9.05	20.03	1023.27	1534.32	90.70	14.65
1,100	12.31	628.68	1547.33	98.78	17.62	900.02	1538.34	99.37	12.88	12.23	624.46	1536.94	99.46	8.94	12.38	632.12	1555.79	98.23	9.05	20.05	1024.00	1535.42	99.57	14.66
1,150	12.31	628.68	1547.33	108.07	17.63	900.45	1539.08	108.67	12.89	12.23	624.81	1537.79	108.76	8.94	12.37	631.83	1555.08	107.52	9.05	20.06	1024.65	1536.39	108.86	14.67
1,200	12.31	628.68	1547.33	117.79	17.64	900.83	1539.73	118.39	12.90	12.24	625.11	1538.55	118.48	8.95	12.37	631.58	1554.46	117.24	9.04	20.07	1025.22	1537.25	118.59	14.68

### CALCULO MECANICO CABLE DE GUARDA AoGo 3/8 " EHS



## ANEXO D

### PROTOCOLO DE CONSTRUCCION MEDICION DE RESISTIVIDAD

Obra:

"Línea de Transmisión 220 kV S.E. Cajamarca Norte - S.E. Galeno"

Sección: \_\_\_\_\_

FECHA DE MEDICIÓN:

TEMPERATURA:

INSTRUMENTO UTILIZADO:

N° SERIE:

Fecha de Calibración:

Marca:

Modelo/tipo:

CONDICIONES DEL CLIMA:

SOLEADO

NUBLADO

LLOVIZNA

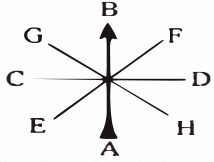
LLUVIOSO

OTRO:

N°	Ubicación/ Estructura	Estado del suelo:	Condicio nes del Suelo	Orient ación	Profund. Jaballna (cm)	Longitud Horizont. (m)	Lectura de Instrumento Und.( )	COMENTARIOS
		Arcilla <input type="checkbox"/>	Muy Seco <input type="checkbox"/>	Longitudinal	< 7	1		
		Roca Fract. <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>		< 10	2		
		Roca <input type="checkbox"/>	Humedo <input type="checkbox"/>		< 20	4		
		Arenoso <input type="checkbox"/>	Muy Hume. <input type="checkbox"/>		< 40	8		
		Aren. Limoso <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>		< 80	16		
		Transversal	< 7	1				
			< 10	2				
			< 20	4				
			< 40	8				
			< 80	16				
		Arcilla <input type="checkbox"/>	Muy Seco <input type="checkbox"/>	Longitudinal	< 7	1		
		Roca Fract. <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>		< 10	2		
		Roca <input type="checkbox"/>	Hurnedo <input type="checkbox"/>		< 20	4		
		Arenoso <input type="checkbox"/>	Muy Hume. <input type="checkbox"/>		< 40	8		
		Aren. Limoso <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>		< 80	16		
		Transversal	< 7	1				
			< 10	2				
			< 20	4				
			< 40	8				
			< 80	16				
		Arcilla <input type="checkbox"/>	Muy Seco <input type="checkbox"/>	Longitudinal	< 7	1		
		Roca Fract. <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>		< 10	2		
		Roca <input type="checkbox"/>	Humedo <input type="checkbox"/>		< 20	4		
		Arenoso <input type="checkbox"/>	Muy Hume. <input type="checkbox"/>		< 40	8		
		Aren. Limoso <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>		< 80	16		
		Transversal	< 7	1				
			< 10	2				
			< 20	4				
			< 40	8				
			< 80	16				
		Arcilla <input type="checkbox"/>	Muy Seco <input type="checkbox"/>	Longitudinal	< 7	1		
		Roca Fract. <input type="checkbox"/>	Seco <input type="checkbox"/>		< 10	2		
		Roca <input type="checkbox"/>	Hurnedo <input type="checkbox"/>		< 20	4		
		Arenoso <input type="checkbox"/>	Muy Hume. <input type="checkbox"/>		< 40	8		
		Aren. Limoso <input type="checkbox"/>	Otro: <input type="checkbox"/>		< 80	16		
		Transversal	< 7	1				
			< 10	2				
			< 20	4				
			< 40	8				
			< 80	16				

Ejecutado por:

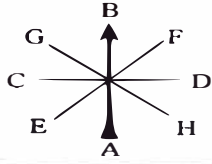
V°B°:



### MEDICIONES DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

L.T. 220 kV S.E.Cajamarca Norte - SE Galeno

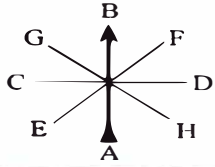
PUNTO		MEDICION					RESISTIVIDAD		OBSERVACIONES			
Nº	UBICACION	a m	R (Ohm) A - B	R (Ohm) C - D	R (Ohm) E - F	R (Ohm) G - H	R (Ohm) Promedio	$\rho$ Ohm - m	FECHA	ALTITUD m.s.n.m.	TIPO DE SUELO	HUMEDAD SUELO
1	V-0	1	24.00	32.00	20.00	24.00	25.00	157.08				
		2	18.00	23.00	9.00	14.00	16.00	201.06				
		4	11.00	12.00	5.00	8.00	9.00	226.19	06-Oct-10	3615	Suelo fimoso	Humedo
		8	6.00	7.00	3.00	5.00	5.25	263.89				
		16	3.00	3.00	1.50	2.00	2.38	238.76				
		32	0.80	1.50	0.60	1.40	1.08	216.14				
2	V-1	1	860.00	910.00	845.00	786.00	850.25	5342.28				
		2	380.00	465.00	510.00	348.00	425.75	5350.13				
		4	240.00	230.00	274.00	164.00	227.00	5705.13	06-Oct-10	3622	limo sobre roca	Humedo
		8	135.00	128.00	125.00	92.00	120.00	6031.86				
		16	86.00	96.00	78.00	65.00	81.25	8168.14				
		32	36.00	40.00	34.00	32.00	35.50	7137.70				
3	V-2	1	1210.00	1215.00	1346.00	1189.60	1240.15	7792.09				
		2	615.00	800.00	819.30	737.30	742.90	9335.56				
		4	344.00	421.00	463.90	386.40	403.83	10149.23	06-Oct-10	3633	Roca Volcanica	Seco
		8	125.00	302.00	225.30	208.20	215.13	10813.36				
		16	89.00	133.00	113.70	98.40	108.53	10910.12				
		32	55.60	53.20	64.20	43.60	54.15	10887.50				
4	V-3	1	645.00	710.00	688.00	587.60	657.65	4132.14				
		2	288.00	424.00	344.10	238.40	323.63	4066.79				
		4	160.00	243.12	222.40	164.30	197.46	4962.59	06-Oct-10	3416	Limo Sobre roca	Seco
		8	83.20	132.00	108.60	93.20	104.25	5240.18				
		16	38.70	62.00	64.00	66.40	57.78	5808.18				
		32	14.20	26.60	27.00	22.80	22.65	4554.05				
5	V-4	1	1970.00	2003.00	1824.60	2015.00	1953.15	12272.00				
		2	645.00	922.50	844.20	986.70	849.60	10676.39				
		4	289.00	565.10	563.20	388.80	451.53	11348.06	06-Oct-10	3538	Roca Volcanica caliza	Seco
		8	156.00	238.00	302.30	208.50	226.20	11370.05				
		16	75.70	115.40	162.30	151.00	126.10	12676.95				
		32	34.00	48.60	44.00	63.00	47.40	9530.34				
6	V-5	1	236.00	306.00	246.00	308.00	274.00	1721.59				
		2	88.00	163.00	134.00	173.50	139.63	1754.58				
		4	56.00	79.20	89.00	44.00	67.05	1685.15	13-Oct-10	3633	Arcilla y material granular	Seco
		8	42.00	39.00	44.00	23.00	37.00	1859.82				
		16	24.00	22.00	26.00	11.00	20.75	2086.02				
		32	10.70	13.00	8.90	6.00	9.65	1940.25				
7	V-6	1	168.00	177.40	213.00	288.00	211.60	1329.52				
		2	75.00	66.30	112.00	146.00	99.83	1254.44				
		4	47.50	43.00	68.00	82.60	60.28	1514.88	13-Oct-10	3720	Arcilla y material granular	Seco
		8	26.00	27.00	33.00	39.50	31.38	1577.08				
		16	15.00	15.00	14.00	20.30	16.08	1616.04				
		32	4.00	6.20	9.00	8.20	6.85	1377.27				
8	V-7	1	413.00	468.00	396.00	407.00	421.00	2645.22				
		2	206.00	234.00	189.80	242.00	217.95	2738.84				
		4	110.00	99.60	88.30	132.60	107.63	2704.91	13-Oct-10	3780	Arcilla y material granular	Seco
		8	62.30	51.20	35.70	76.40	56.40	2834.97				
		16	28.30	22.10	26.30	35.00	27.93	2807.33				
		32	11.30	9.40	7.10	5.60	8.35	1678.87				
9	V-8	1	670.00	655.00	646.00	710.00	670.25	4211.30				
		2	340.00	320.00	280.00	369.30	327.33	4113.29				
		4	153.00	167.00	143.00	182.40	161.35	4055.17	13-Oct-10	3826	Arcilla y material granular	Seco
		8	72.00	81.20	69.50	87.30	77.50	3895.57				
		16	37.00	44.60	31.70	45.00	39.58	3978.51				
		32	15.00	12.60	11.20	17.00	13.95	2804.81				



MEDICIONES DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

L.T. 220 kV S.E.Cajamarca Norte - SE Galeno

PUNTO		MEDICION						RESISTIVIDAD	OBSERVACIONES			
Nº	UBICACION	a m	R (Ohm) A - B	R (Ohm) C - D	R (Ohm) E - F	R (Ohm) G - H	R (Ohm) Promedio	$\rho$ Ohm - m	FECHA	ALTITUD m.s.n.m.	TIPO DE SUELO	HUMEDAD SUELO
10	V-9	1	1842.00	1910.00	1824.60	1745.00	1830.40	11500.74				
		2	873.00	922.50	823.60	986.70	901.45	11327.95				
		4	437.00	565.10	544.30	388.80	483.80	12159.22	13-Oct-10	3624	Roca Volcanica	Seco
		8	209.00	238.00	287.50	208.50	235.75	11850.09				
		16	87.90	115.40	151.20	151.00	126.38	12704.60				
		32	34.00	48.60	65.00	63.00	52.65	10585.91				
11	V-10	1	1944.20	2097.00	1878.98	1988.20	1977.10	12422.45				
		2	865.90	978.87	789.49	996.78	907.76	11407.25				
		4	412.90	544.20	403.20	497.89	464.55	11675.35	13-Oct-10	3916	Roca caliza	Seco
		8	209.70	289.80	197.60	239.40	234.13	11768.41				
		16	98.70	138.70	88.45	117.40	110.81	11140.09				
		32	43.30	77.40	39.60	63.00	55.83	11224.28				
12	V-11	1	345.00	372.00	436.20	399.67	388.22	2439.24				
		2	143.00	151.30	213.70	198.10	176.53	2218.28				
		4	86.20	80.40	126.40	76.40	92.35	2321.01	13-Oct-10	3910	Roca Volcanica	Seco
		8	39.30	40.70	68.40	41.20	47.40	2382.58				
		16	16.20	13.10	29.70	23.50	20.63	2073.45				
		32	8.20	9.00	11.20	8.95	9.34	1877.42				
13	V-12	1	823.00	865.00	915.00	877.20	870.05	5466.69				
		2	421.00	438.00	488.90	443.20	447.78	5626.91				
		4	209.00	203.20	239.40	218.00	217.40	5463.86	13-Oct-10	4037	suelo sobre roca caliza	
		8	99.80	108.50	123.10	89.90	105.33	5294.21				
		16	47.30	72.80	76.00	38.20	58.58	5888.60				
		32	22.9	39.80	26.00	17.40	27.73	5576.12				
14	V-12A	1	383.00	406.00	288.30	378.30	363.90	2286.45				
		2	173.40	186.40	123.00	187.60	167.60	2106.12				
		4	81.40	84.30	89.70	97.90	88.33	2219.85	13-Oct-10	3960	Suelo sobre roca caliza	Seco
		8	38.20	43.20	47.90	47.30	44.15	2219.22				
		16	19.90	17.60	25.00	26.10	22.15	2226.76				
		32	11.20	9.70	11.90	9.16	10.49	2109.14				
15	V-13	1	334.00	370.00	365.80	304.80	343.65	2159.22				
		2	136.80	176.20	168.40	143.00	156.10	1961.61				
		4	78.20	49.50	78.90	66.30	68.23	1714.68	13-Oct-10	3899	Limo	Seco
		8	35.20	22.80	37.23	34.20	32.36	1626.47				material granular
		16	12.00	12.60	16.92	17.90	14.86	1493.44				
		32	5.70	3.40	7.40	8.90	6.35	1276.74				
16	V-14	1	2614.00	2321.00	2438.00	2376.00	2437.25	15313.69				
		2	1243.00	1128.00	1265.00	1156.00	1198.00	15054.51				
		4	596.00	573.20	612.00	655.00	609.05	15307.10	13-Oct-10	3881	Roca caliza	Seco
		8	215.00	265.90	323.00	378.00	295.48	14852.19				
		16	124.30	131.00	136.00	163.80	138.78	13951.18				
		32	43.20	62.00	76.00	65.00	61.55	12375.36				
17	V-15	1	819.00	923.80	867.14	983.28	898.31	5644.22				
		2	432.00	467.90	458.10	503.70	465.43	5848.70				
		4	203.00	243.60	234.80	245.60	231.75	5824.51	14-Oct-10	4069	roca volcanica	Seco
		8	89.50	168.20	113.80	131.20	125.68	6317.11				
		16	38.90	76.50	66.80	74.50	64.18	6451.57				
		32	13.10	21.30	26.50	19.60	20.13	4046.37				
18	V-16	1	2617.00	2748.00	2574.00	2601.00	2635.00	16556.19				
		2	1243.00	1311.00	1276.00	1371.00	1300.25	16339.42				
		4	651.00	598.50	704.20	632.10	646.45	16247.06	14-Oct-10	4033	roca caliza	Seco
		8	302.00	300.40	357.40	327.90	321.93	16181.72				
		16	124.30	146.30	149.60	169.70	147.48	14825.80				
		32	43.20	34.80	43.00	56.40	44.35	8917.10				
19	V-17	1	2598.00	2655.34	2589.30	2877.86	2680.13	16839.72				
		2	1233.90	1379.00	1289.80	1456.60	1339.83	16836.74				
		4	678.00	631.90	589.80	756.20	663.98	16687.51	14-Oct-10	4219	roca caliza	Seco
		8	367.90	327.10	303.78	376.40	343.80	17281.02				
		16	124.30	155.30	161.70	179.60	155.23	15604.92				
		32	43.20	65.60	54.60	63.00	56.60	11380.11				



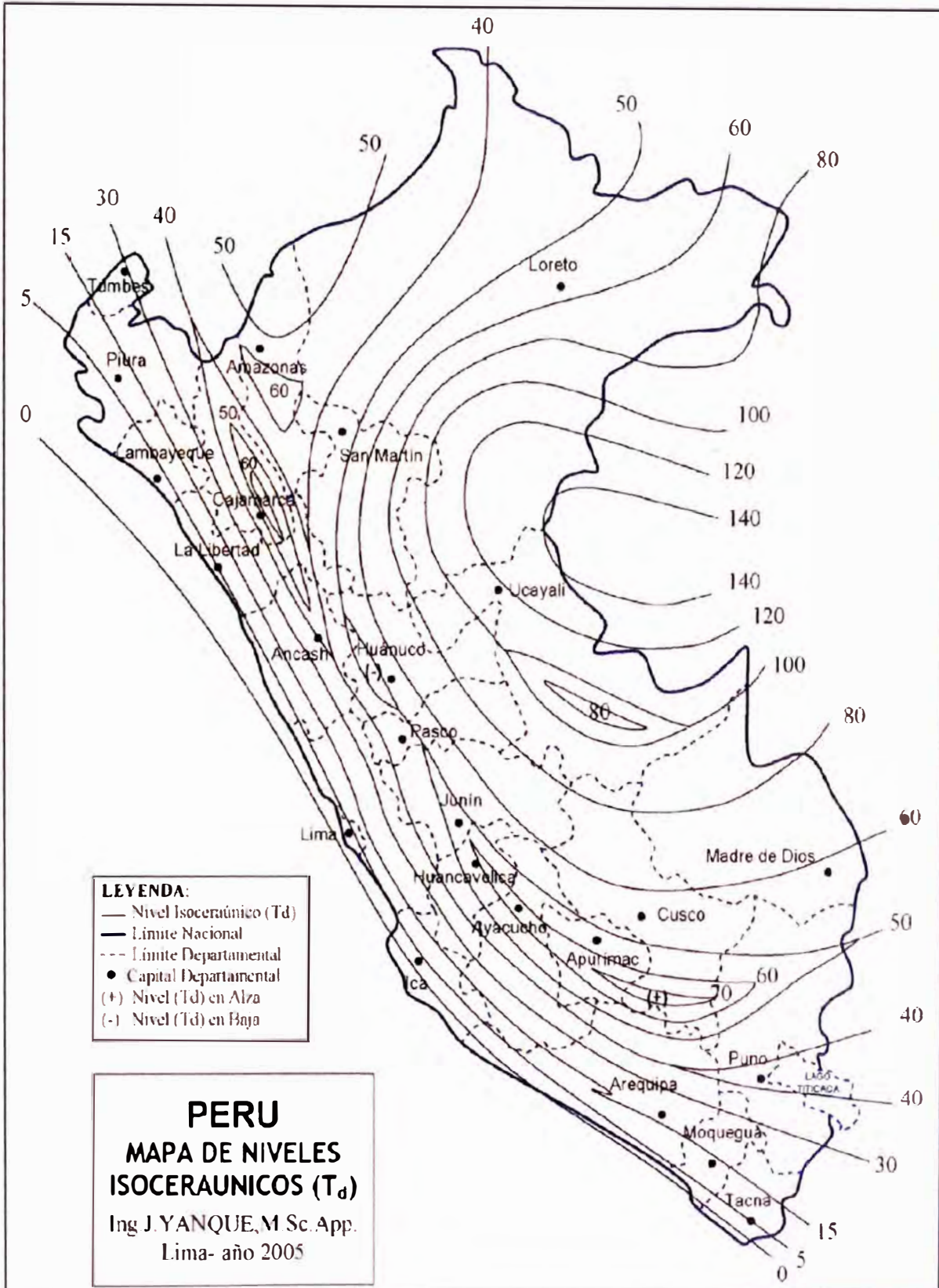
MEDICIONES DE RESISTIVIDAD DEL TERRENO

L.T. 220 kV S.E.Cajamarca Norte - SE Galeno

PUNTO		MEDICION				RESISTIVIDAD		OBSERVACIONES					
N°	UBICACION	a m	R (Ohm) A - B	R (Ohm) C - D	R (Ohm) E - F	R (Ohm) G - H	R (Ohm) Promedio	p Ohm - m	FECHA	ALTITUD m.s.n.m.	TIPO DE SUELO	HUMEDAD SUELO	
20	V-18	1	2623.00	2703.00	2651.00	2579.00	2639.00	16581.33					
		2	1327.00	1318.00	1279.20	1252.80	1294.25	16264.03					
		4	602.40	688.12	633.80	583.80	627.03	15758.98	14-Oct-10	4243	roca caliza	Seco	
		8	331.30	347.90	311.90	267.40	314.63	15814.78					
		16	147.20	159.30	138.30	121.60	141.60	14235.18					
		32	64.00	57.90	57.20	56.30	58.85	11832.49					
21	V-19	1	2589.00	2419.00	2478.00	2389.00	2468.75	15511.61					
		2	1277.30	1156.80	1263.90	1129.80	1206.95	15166.98					
		4	653.20	563.10	637.10	563.20	604.15	15183.95	14-Oct-10	4028	roca caliza	Seco	
		8	344.10	226.40	289.90	261.20	280.40	14094.44					
		16	124.30	108.70	123.10	115.90	118.00	11862.65					
		32	43.20	51.90	64.00	48.60	51.93	10440.14					
22	V-20	1	2768.00	2687.45	2897.40	2762.87	2778.93	17460.53					
		2	1360.20	1288.50	1433.20	1343.20	1356.28	17043.45					
		4	634.20	655.20	678.40	689.40	664.30	16695.68	14-Oct-10	3951	roca caliza	Seco	
		8	215.00	243.50	329.10	366.20	288.45	14499.08					
		16	124.30	126.60	149.30	145.78	133.40	13410.83					
		32	43.20	57.40	63.20	39.50	50.83	10218.97					
23	V-20A	1	2543.20	2435.00	2337.00	2378.00	2423.30	15226.04					
		2	1234.23	1231.00	1137.00	1126.00	1164.67	14635.63					
		4	642.50	655.20	588.90	602.30	622.23	15638.22	14-Oct-10	3748	roca caliza	Seco	
		8	316.10	323.40	276.80	297.90	303.55	15258.09					
		16	137.40	128.30	231.10	139.60	159.10	15994.48					
		32	43.20	54.00	63.00	58.30	54.63	10983.01					
24	V-21	1	356.20	348.90	334.80	363.20	350.78	2203.98					
		2	147.70	128.40	131.10	151.20	139.60	1754.27					
		4	76.30	53.8	54.80	68.70	66.60	1673.84	14-Oct-10	3735	residual	Humedo	
		8	39.00	27.30	26.80	34.20	31.83	1599.70				sobre	
		16	16.00	13.40	14.60	18.10	15.53	1560.74				roca	
		32	9.70	7.20	5.90	7.30	7.53	1512.99					
25	V-22	1	412.80	388.60	369.40	393.30	391.03	2456.88					
		2	203.00	165.10	154.60	166.40	172.28	2164.87				residual	
		4	98.20	77.30	72.50	81.76	82.44	2071.94	14-Oct-10	3845	sobre	Humedo	
		8	45.70	30.20	34.00	37.40	36.83	1851.03				roca	
		16	23.00	13.60	13.50	17.70	16.95	1704.00				caliza	
		32	9.70	5.80	5.00	6.70	6.80	1367.22					
26	V-23	1	2634.00	2245.20	2374.80	2577.30	2457.83	15442.97					
		2	1277.83	1128.20	1172.10	1281.30	1214.86	15266.35					
		4	651.20	573.20	564.90	624.30	603.40	15165.10	14-Oct-10	3821	Roca	Seco	
		8	304.10	286.10	237.20	309.50	284.23	14286.71				caliza	
		16	127.30	113.20	132.40	138.20	127.78	12845.34					
		32	43.70	66.30	47.80	67.00	56.20	11299.68					
27	V-24	1	2617.00	2762.80	2439.8	2539.40	2639.73	16585.93					
		2	1279.20	1318.90	1117.30	1274.20	1247.40	15675.29					
		4	658.40	639.86	583.70	683.50	641.37	16119.26	14-Oct-10	3914	roca caliza	Seco	
		8	288.30	328.70	239.40	322.10	294.63	14809.47					
		16	131.20	149.40	110.80	146.20	134.40	13511.36					
		32	58.30	63.20	55.30	59.30	59.03	11867.68					
28	T-T.	1	356.20	489.70	403.20	422.10	417.80	2625.11					
		2	153.10	229.00	198.30	209.40	197.45	2481.23					
		4	77.20	112.30	66.30	97.80	88.40	2221.73	14-Oct-10	3861	Suelo	seco	
		8	34.00	54.10	28.10	40.30	39.13	1966.64				residual	
		16	14.00	26.10	13.60	16.30	17.50	1759.29					
		32	5.50	8.40	4.80	5.70	6.10	1226.48					
29	Portico Llegada	1	286.20	234.60	196.30	203.20	230.08	1445.60					
		2	102.00	78.00	86.00	67.30	83.33	1047.09					
		4	43.20	30.20	34.20	28.30	33.98	853.88	14-Oct-10	3856	Suelo	Humedo	
		8	18.40	12.30	14.90	12.40	14.50	728.85				residual	
		16	7.30	4.52	6.10	5.30	5.81	583.58					
		32	2.80	1.29	1.82	1.63	1.89	379.00					

## ANEXO E

**Mapa de Niveles Isoceraúnicos T<sub>d</sub> (Ing. Justo Yanque)**



## ANEXO F

LINEA DE TRANSMISION 220 kV S.E. CAJAMARCA NORTE - S.E. GALENO

CALCULO DEL PESO DE ESTRUCTURAS ( METODO DE MARJERRISON )

CONDUCTOR 6 x 557 mm<sup>2</sup> ACAR + CABLE DE GUARDA 1 x 50 mm<sup>2</sup> A°G°- EHS + OPGW -97 mm<sup>2</sup> - 24 FO

DESCRIPCION	SUSPENSION S2 (2°)	ANGULAR A2 (35°)	ANGULAR E2 (5°)	TERMINAL T2 (70°+Terminal)
hC1 (m)	37.60	34.00	52.40	22.00
hC2 (m)	45.10	41.50	59.90	29.50
hC3 (m)	52.60	49.00	67.40	37.00
HCG (m)	56.60	56.50	74.90	44.50
L (m)	5.95	6.20	6.20	6.20
Altura media - hm (m)	46.56	43.41	61.81	31.41
$Ks (m) = (1,44 + \frac{(3,28xL)^2}{400})^{1/2}$	1.547			
$Ks (m) = (2,89 + \frac{(3,28xL)^2}{1260})^{1/2}$		1.794	1.794	1.794
T (kg)	12,520	30,250	15,512	48,022
V (kg)	11,786	17,658	14,588	11,546
L (kg)	4,234	6,643	6,643	32,558
$W=c* K* hm [ T^{2/3}+0,876V^{1/2}+L^{2/3}]$	13,779	19,741	21,120	21,735

### PESO REFERENCIAL DE ESTRUCTURAS METALICAS

EXTENSION	SUSPENSION S2 (2°)	ANGULAR A2 (35°)	ANGULAR E2 (5°)	TERMINAL T2 (70°+Terminal)
EXT - 3	9,341	12,920		19,659
EXT ± 0	10,228	14,284	21,120	21,735
EXT + 3	11,116	15,648		23,811
EXT + 6	12,004	17,013		
EXT + 9	12,892	18,377		
EXT + 12	13,779	19,741		




## ANEXO G

# ANÁLISIS ELÉCTRICO DE ALTERNATIVAS PLANTEADA



**ÍNDICE**

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2.0</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3.0</b>	<b>PERIODO DE ESTUDIO Y HERRAMIENTA DE ANÁLISIS.....</b>	<b>3</b>
<b>4.0</b>	<b>INFORMACIÓN UTILIZADA.....</b>	<b>4</b>
4.1	Demanda Máxima del SEIN.....	4
4.2	Demanda por Barras y por Áreas.....	5
4.3	Oferta de Generación .....	7
4.4	Sistema de Transmisión .....	10
<b>5.0</b>	<b>CRITERIOS TÉCNICOS Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>12</b>
5.1	Criterios Para el Análisis del Estado Estacionario .....	12
5.2	Criterios Para el Análisis de Contingencias.....	12
5.3	Criterios Para el Análisis de Cortocircuito .....	12
5.4	Metodología Para el Análisis de Alternativas .....	12
5.5	Metodología Para el Análisis del Estado Estacionario .....	13
5.6	Metodología Para el Análisis de Contingencias.....	13
5.7	Metodología Para el Análisis De Cortocircuito .....	13
<b>6.0</b>	<b>ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN AL SEIN.....</b>	<b>14</b>
6.1	Evolución del SEIN.....	14
6.2	Sistema de Transmisión .....	14
6.3	Alternativas Planteadas .....	15
6.4	Análisis de Flujo de Carga de Alternativas.....	17
6.5	Análisis de Contingencias de Alternativas.....	26
6.6	Verificación del Trazo de Alternativas.....	32
6.7	Equipamiento Involucrado.....	33
6.8	Alternativa Seleccionada .....	33

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b></p>	<p align="center">ANEXO G ANÁLISIS ELÉCTRICO DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS</p>	<p align="center"><b>2 of 33</b></p>
---	---	---	--------------------------------------

## **1.0 INTRODUCCIÓN**

El Proyecto de la Unidad Minera Galeno se localiza al noreste de la ciudad de Cajamarca, en el departamento de Cajamarca y a unos 585 km de la ciudad de Lima, en el distrito de Sorochuco de la provincia de Celendín. Se proyecta que el inicio de operaciones de esta unidad minera, será aproximadamente a fines del año 2015.

Se estima que el consumo de potencia de esta nueva unidad, ascenderá a 150 MW. Dado que en la zona no existen instalaciones de transmisión para efectuar el suministro de energía eléctrica, será necesaria la construcción e instalación de los elementos de transmisión y transformación correspondientes para efectuar dicho suministro.

Respecto al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), esta unidad minera se encuentra cercana a la subestación Cajamarca Norte. Actualmente, desde la barra en 220 kV de esta subestación Cajamarca Norte, se atiende el suministro eléctrico a las unidades mineras Cerro Corona, Gold Mill y La Pajuela. Eléctricamente la S.E. Cajamarca Norte se encuentra conectada a la S.E. Trujillo Norte a través de la L.T. Trujillo-Cajamarca, 220 kV, 137 km, en simple terna, así como la L.T. Troncal de la Sierra en 220 kV, en doble terna. Así mismo se se tiene previsto la implementación de la L.T. Zapallal-Chimbote-Trujillo en 500 kV, recientemente concesionada al grupo ISA.


El presente Estudio se inicia con el Análisis de las diferentes Alternativas de Conexión al SEIN para el suministro eléctrico al Proyecto Galeno. Los posibles puntos de conexión considerados en el análisis, se pueden agrupar de la siguiente manera:

Aquellas donde la conexión será en una subestación existente en el SEIN al año 2013. Para ello, se implementarán los módulos de línea correspondientes y se efectuará la ampliación de su sistema de barras. Aquí se han considerado las subestaciones actualmente existentes como Cerro Corona y Cajamarca Norte, y la subestación Conga proyectada para inicios del año 2014.

Aquellas donde la conexión se efectuará mediante una derivación de una línea de transmisión existente al año 2014. En este caso será necesario la construcción de una subestación sobre la ruta de la línea de transmisión, considerando el sistema de barras, el equipamiento de interrupción, etc. Se ha considerado dos casos, uno sobre la ruta de la L.T. Cajamarca-Corona y la otra en la L.T. Huallanca-Cajamarca.

Definida la Alternativa de Conexión del Proyecto Galeno, se efectuarán los análisis detallados del Sistema Eléctrico específicamente para la Alternativa seleccionada.

Todos los análisis realizados en el presente Estudio del Sistema Eléctrico, consideran que la línea de transmisión que conecte al Proyecto Galeno con el SEIN será en doble terna, se iniciará en el punto de conexión y concluirá en el pórtico de la futura subestación Galeno, donde se instalará todo el equipamiento de transformación para la atención del suministro correspondiente.

	<p align="center"><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA</b></p>	<p align="center">ANEXO G ANÁLISIS ELÉCTRICO DE ALTERNATIVAS PLANTEADAS</p>	<p align="center"><b>3 of 33</b></p>
---	---	---	--------------------------------------

## 2.0 OBJETIVOS

El presente Estudio tiene los siguientes objetivos principales:

- Analizar la operación del SEIN en estado estacionario en condiciones normales, para cada una de las Alternativas de Conexión al SEIN del Proyecto Galeno, durante el primer año del periodo de Estudio.
- Para la alternativa seleccionada y en el periodo de estudio, analizar la operación del SEIN en estado estacionario en condiciones normales, para asegurar la calidad del servicio en relación a los niveles de tensión en las principales barras del sistema y de los niveles de carga en las líneas de transmisión, ante la presencia de este nuevo equipamiento.
- Para la alternativa seleccionada y en el periodo de estudio, analizar la operación del SEIN en estado estacionario en condiciones de contingencia, bajo el criterio determinístico "N-1", con cuyo resultado se podría definir el equipamiento adicional en caso sea necesario o el esquema de operación que permita mantener niveles adecuados de seguridad del sistema.
- Para la alternativa seleccionada y en el periodo de estudio, analizar los niveles de corriente de falla ante cortocircuitos en las barras de las subestaciones y asegurar que los equipos de interrupción existentes y previstos en la zona cercana al proyecto tengan la capacidad suficiente para soportar esta exigencia.

## 3.0 PERIODO DE ESTUDIO Y HERRAMIENTA DE ANÁLISIS

El inicio de operaciones de la Unidad Minera Galeno está proyectado para fines del año 2015. Por ello y observándose que es más conveniente realizar análisis en años completos, se ha considerado que el periodo de análisis comprenderá los años 2015 al 2017.

Todos los cuadros de resultados mostrados en el presente análisis, han sido obtenidos utilizando el programa computacional DIgSILENT Power Factory.



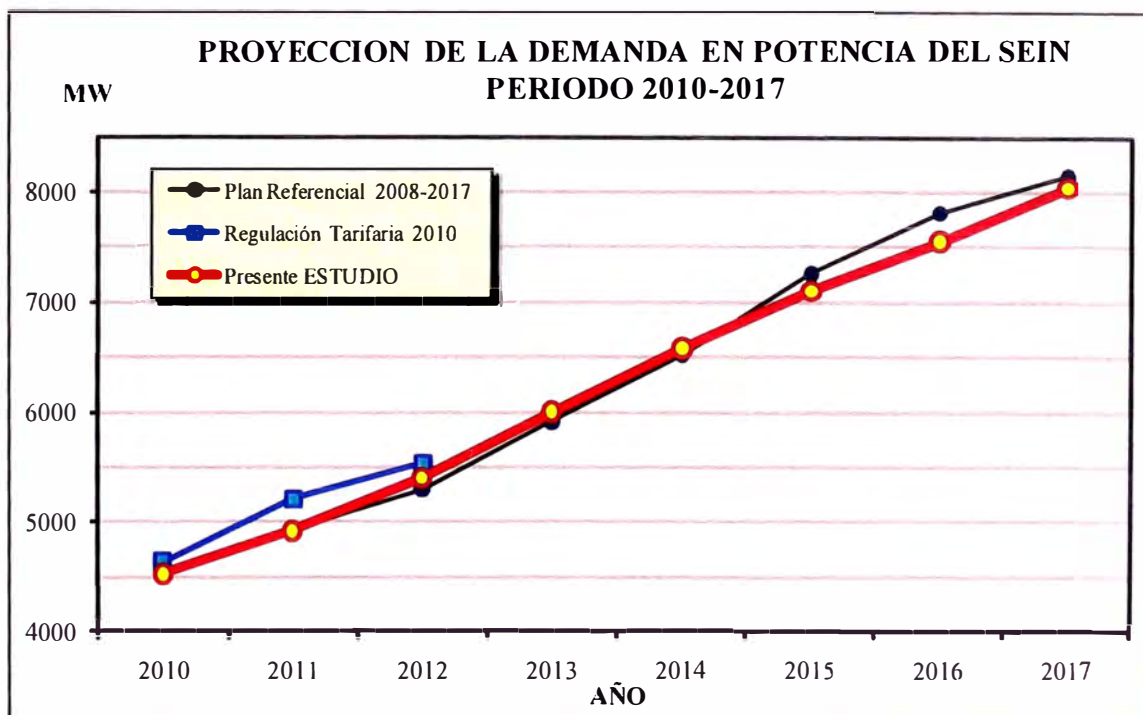
#### 4.0 INFORMACIÓN UTILIZADA

#### 4.1 Demanda Máxima del SEIN

La demanda de potencia del SEIN ha sido obtenida a partir de la información de los siguientes estudios:

- Informe de Diagnostico de las condiciones operativas del SEIN en el periodo 2011-2020 elaborado por el COES.
- Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 (MEM).
- Plan de Refuerzo del Sistema de Interconexión Eléctrica Centro-Sur 2008-2022.
- Fijación Tarifaria de mayo2010-abril2011, actualmente vigente.
- Información proporcionada por el MEM
- Información proporcionada por el COES

El resultado para la proyección de la demanda máxima del SEIN en el horizonte de análisis del Estudio se muestra en el cuadro siguiente.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Plan Referencial 2008-2017	4569	4944	5299	5918	6526	7260	7810	8148
Regulación Tarifaria 2010	4646	5219	5540					
<b>Presente ESTUDIO</b>	4531	4924	5409	6008	6585	7101	7554	8036
Tasa crecimiento ESTUDIO●	5.2%	8.7%	9.9%	11.1%	9.6%	7.8%	6.4%	6.4%

Cuadro N° 1: Proyección de la Demanda Máxima del SEIN



#### **4.2 Demanda por Barras y por Áreas**

Una vez establecida la demanda total de potencia de acuerdo a la proyección establecida en el numeral anterior, se disgregan las cargas por áreas del SEIN: Norte, Norte Medio, Centro.

A cada área le corresponde el siguiente detalle:

- Cargas vegetativas (existentes e incorporadas)
- Cargas especiales (fijas y de motores)
- Cargas de nuevos proyectos (proyectos)

Esta distribución ha sido obtenida teniendo presente las siguientes premisas:

- Las cargas especiales se ubican en las barras (subestaciones) en donde se encuentran actualmente instaladas.
- Los proyectos nuevos se ubicarán en las barras en donde se tiene previsto instalarse.
- Las cargas vegetativas siguen la misma tendencia de distribución observada en las barras existentes.

La demanda por barras, totalizadas por áreas se presentan en el cuadro siguiente, donde se incluyen los niveles de pérdidas de potencia determinados por el programa de simulación en cada año.



**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA DE POTENCIA (MW)  
PERIODO DE ESTIAJE AÑOS 2010-2017**

ZONA	TIPO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Norte	Vegetativas	178.8	188.3	192.8	208.4	214.4	223.5	231.3	237.3
	Incorporadas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Especiales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Proyectos	0.0	0.0	0.0	18.5	18.5	18.5	18.5	88.5
	Subtotal	178.8	188.3	192.8	226.9	232.9	242.0	249.8	325.8
Norte Medio	Vegetativas	384.7	409.2	422.1	440.5	457.0	474.4	495.7	512.7
	Incorporadas	6.2	6.5	6.8	7.1	7.5	7.9	8.3	8.7
	Especiales	102.1	102.1	102.1	102.1	102.1	102.1	102.1	102.1
	Proyectos	0.0	70.9	116.2	266.4	448.4	448.4	478.4	503.4
	Subtotal	493.0	588.7	647.2	816.1	1015.0	1032.8	1084.5	1126.9
Centro	Vegetativas	2468.0	2680.5	2838.5	2991.1	3133.0	3283.7	3465.0	3617.9
	Incorporadas	0.0	0.0	27.5	29.1	30.9	32.7	34.7	36.8
	Especiales	253.1	253.1	253.1	253.1	253.1	253.1	253.1	253.1
	Proyectos	65.6	99.4	217.9	305.6	343.6	453.3	603.3	603.3
	Subtotal	2786.7	3033.0	3337.0	3578.9	3760.5	4022.8	4356.1	4511.1
Sur	Vegetativas	319.7	337.5	346.6	359.4	370.6	382.4	397.1	408.3
	Incorporadas	11.6	12.1	12.6	13.2	13.8	14.4	15.1	15.8
	Especiales	430.8	430.8	430.8	430.8	430.8	430.8	430.8	430.8
	Proyectos	10.0	30.0	145.0	259.0	406.5	588.7	605.7	774.5
	Subtotal	772.1	810.4	935.1	1062.4	1221.8	1416.4	1448.7	1629.4
Total	Vegetativas	3351.2	3615.4	3800.0	3999.3	4175.0	4364.1	4589.2	4776.2
	Incorporadas	17.7	18.6	46.9	49.5	52.2	55.0	58.0	61.2
	Especiales	786.0	786.0	786.0	786.0	786.0	786.0	786.0	786.0
	Proyectos	75.6	200.3	479.1	849.5	1217.0	1508.9	1705.9	1969.7
	Total	4230.6	4620.3	5112.1	5684.3	6230.2	6714.0	7139.1	7593.1
Pérdidas MW		300.4	303.2	296.9	323.3	355.1	386.9	415.0	443.0
<b>Demanda Bornes de Generación</b>		4531.0	4923.5	5408.9	6007.6	6585.3	7100.9	7554.1	8036.1
Tasa Crecimiento		5.1%	8.7%	9.9%	11.1%	9.6%	7.8%	6.4%	6.4%

**Cuadro N° 2: Demanda por Áreas**

La relación de los principales proyectos que han sido considerados en el periodo de proyección se muestra en la tabla siguiente.



**PRINCIPALES PROYECTOS CONSIDERADOS 2010 - 2017 (MW)**

Proyecto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2ª Ampliación de Ref. Cajamarquilla	40	40	40	40	40	40	40	40
Ampliación Quimpac (Oquendo)	26	26	26	26	26	26	26	26
Ampliación Antamina		55	55	55	55	55	55	55
Ampliación Shougang Hierro Perú		29	130	138	138	167	167	167
Bayovar		13	15	19	19	19	19	19
Marcobre (Mina Justa)		5	5	30	53	53	53	53
Proyecto Tia María		30	100	100	100	100	100	100
Ampliación Cemento Pacas mayo			5	20	20	20	20	20
Ampliación concentradora Toquepala			20	50	50	50	50	50
Ampliación SiderPeru			31	31	113	113	113	113
Antapacay			15	90	90	90	90	90
El Brocal			12	12	12	12	37	37
El Galeno			10	15	15	150	150	150
Quellaveco			10	10	70	110	110	110
Toromocho			5	60	60	110	200	200
Ampliación Fundición de Ilo y Ref.Cu				9	9	9	9	9
Minas Conga				140	140	140	140	140
Constancia					75	90	90	90
Las Bambas (Apurimac)					13	60	60	60
Pachapaqui					15	15	50	50
Los Chancas (Apurimac)						6	6	6
Quechua						74	74	74
La Granja							30	30
Berenguela							17	17
Cañariaco								25
Minas Chapi								75
Rio Blanco								70
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>	<b>197</b>	<b>479</b>	<b>844</b>	<b>1112</b>	<b>1509</b>	<b>1706</b>	<b>1876</b>

Cuadro N° 3: Principales Proyectos

**4.3 Oferta de Generación**

De manera similar al caso de la Demanda, la información del programa de expansión del parque generador del SEIN durante el periodo de análisis ha sido obtenida considerando la siguiente información:

- Informe de Diagnostico de las condiciones operativas del SEIN en el periodo 2011-2020 elaborado por el COES.
- Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 (MEM).
- Plan de Refuerzo del Sistema de Interconexión Eléctrica Centro-Sur 2008-2022, MEM
- Fijación Tarifaria para el periodo mayo2010-abril 2011.



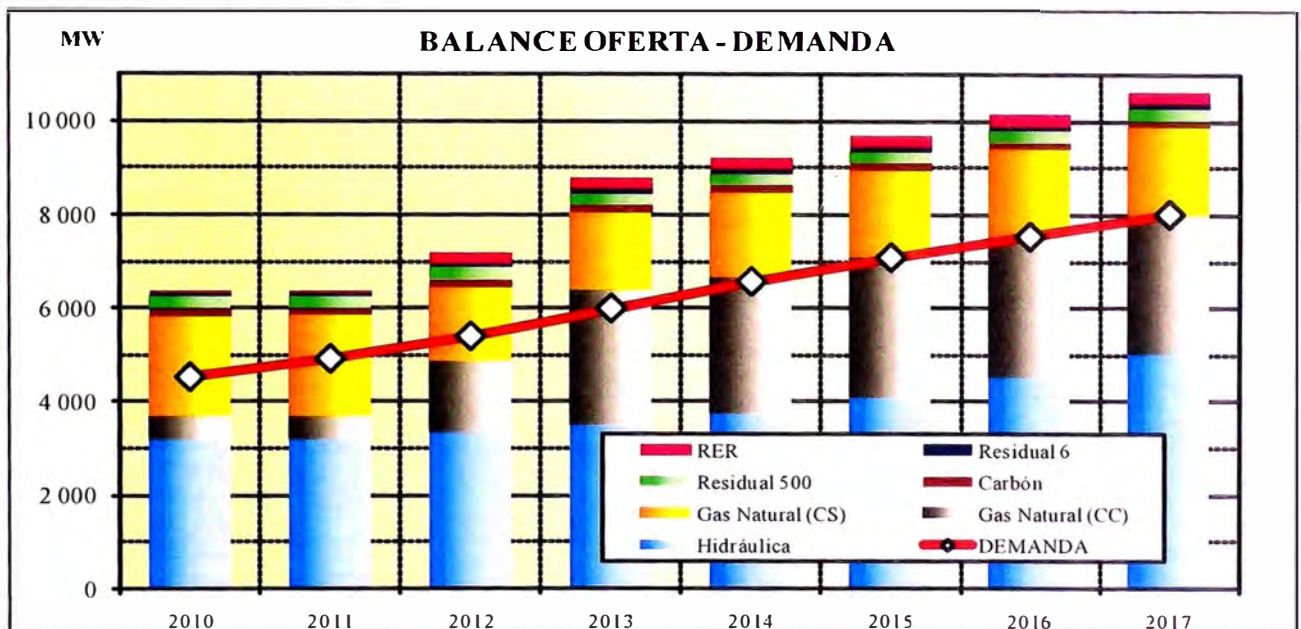


- Información proporcionada por el MEM
- Información proporcionada por el COES

La comparación gráfica y numérica entre la capacidad instalada y la demanda de potencia se presenta a continuación.

El margen de reserva presentado ha sido evaluado utilizando los valores obtenidos en las últimas pruebas de potencia efectiva de las actuales unidades de generación y de la potencia estimada de las unidades futuras en el SEIN, y la demanda máxima proyectada para cada año del periodo de estudio.

La generación del tipo RER incluye las centrales de generación del tipo Eólico, Solar y Biomasa.



Potencias Efectivas (MW)		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GENERACIÓN	Hidráulica	3 185	3 191	3 326	3 476	3 735	4 063	4 519	4 996
	Gas Natural (CC)	485	485	1 522	2 916	2 916	3 004	3 004	3 004
	Gas Natural (CS)	2 183	2 183	1 623	1 673	1 845	1 890	1 890	1 890
	Carbón	142	142	142	142	142	142	142	142
	Residual 500	258	258	258	258	258	258	258	258
	Residual 6	97	97	97	97	97	97	97	97
	Diesel 2	238	172	194	194	194	194	194	194
	RER	23	27	249	249	249	249	249	249
Total Oferta		6 611	6 555	7 411	9 006	9 436	9 897	10 353	10 830
DEMANDA		4 531	4 924	5 409	6 008	6 585	7 101	7 554	8 036
Margen de reserva (MW)		2 080	1 632	2 002	2 998	2 851	2 796	2 799	2 794
en %		45.9%	33.1%	37.0%	49.9%	43.3%	39.4%	37.1%	34.8%

Cuadro N° 4: Balance Oferta-Demanda



El programa de obras de la expansión del parque generador del SEIN en el periodo de análisis, se presenta en el cuadro siguiente.

**PROGRAMA DE OBRAS DE GENERACIÓN 2010-2017**

FECHA	PROYECTO			POTENCIA (MW)
Jul 2010	CC.HH. Carpapata	(incorporado)		11.5
Sep 2010	C.T. Calana a GN	Simple	GN de Camisea	22.9
Jun-2010	T.G. Mollendo a GN	Simple	GN de Camisea	73.2
May 2010	C.H. Pias I			12.6
Dic 2010	C.H. Roncador (G2)			1.9
Jul 2011	C.H. Purnacana			1.8
Jul 2011	Central Biomasa Huaycoloro		RER	4.4
Sep 2011	C.H. Nueva Imperial			4.0
Ene 2012	C.T. Tarapoto	(incorporado)	Diesel	12.0
Ene 2012	C.T. Bellavista	(incorporado)	Diesel	3.2
Ene 2012	C.T. Moyobamba	(incorporado)	Diesel	2.0
Feb 2012	C.H. Machupicchu II			101.8
Abr 2012	C.H. Huasahuasi II			8.0
Jun 2012	C.T. Sto Dgo de los Olleros - TG1	Simple	GN de Camisea	196.4
Jul 2012	Central Eólica Talara		RER	30.0
Jul 2012	Central Eólica Cupisnique		RER	80.0
Oct 2012	C.T. Kallpa - TV	Combinado	GN de Camisea	280.0
Oct 2012	C.H. Huasahuasi I			7.8
Oct 2012	C.H. Shima			5.0
Dic 2012	Central Eólica Marcona		RER	32.0
Dic 2012	C. H. Yanapampa			4.1
Ene 2013	Central Solar Panamericana		RER	20.0
Ene 2013	Central Solar Majes		RER	20.0
Ene 2013	Central Solar Repartición		RER	20.0
Ene 2013	Central Solar Tacna		RER	20.0
Ene 2013	C.T. Fenix - TG1+ TG2	Simple	GN de Camisea	326.0
Ene 2013	C.H. Angel I			20.0
Ene 2013	C.H. Angel II			20.0
Ene 2013	C.H. Angel III			20.0
Ene 2013	C.T. Nueva Esperanza (1ª fase)	Simple	GN de Corvina	135.0
Ene 2013	Turbo GAS DUAL D2 - Norte	Dual	Diesel/GN	200.0
Ene 2013	Turbo GAS DUAL D2 - Sur	Dual	Diesel/GN	400.0
Feb 2013	C.H. Huanza			90.6
Jun 2013	C.T. Sto Dgo de los Olleros - TV	Combinado	GN de Camisea	99.3
Jul 2013	C.T. Fenix - TV	Combinado	GN de Camisea	194.0
Oct 2013	C.T. Chilca 1 - TV	Combinado	GN de Camisea	303.5
Ene 2014	C.T. El Faro	Simple	GN de Camisea	169.0
Feb 2014	C.H. Santa Teresa			90.7
Dic 2014	C.H. Cheves			168.0
Ene 2015	C.T. El Faro - TV	Combinado	GN de Camisea	88.0
Ene 2015	C.T. Nueva Esperanza (2ª fase)	Simple	GN de Corvina	45.0
Ene 2015	C.H. Chancay			108.0
Mar 2015	C.H. Quitaracsa			114.9
Mar 2016	C.H. Marañón			96.0
Jul 2016	C.H. Chaglla			360.0
Ene 2017	C.H. La Virgen			64.0
Ene 2017	C.H. Santa Rita			255.0
Ene 2017	C.H. Soro			158.0

Cuadro N° 5: Programa de Obras de Generación



Adicionalmente, las centrales de generación existentes y las proyectadas con sus probables años de puesta en servicio en el SEIN, se indican en el Anexo N° 2 Oferta de Generación.

En el Capítulo N° 3 del informe de suficiencia, se muestra los Despachos de Generación, se presentan los despachos de potencia estimados de cada una de las unidades de generación del SEIN para cada uno de los escenarios analizados. El orden de despacho obedece estrictamente a criterios de mínimo costo de generación, o de ser el caso, para levantar alguna restricción por capacidad de transporte o mínima tensión en la zona.

#### **4.4 Sistema de Transmisión**

La información utilizada para efectuar la expansión del Sistema de Transmisión del SEIN ha sido obtenida de los siguientes estudios:

- Informe de Diagnostico de las condiciones operativas del SEIN en el periodo 2011-2020 elaborado por el COES.
- Plan Referencial de Electricidad 2008-2017 (MEM).
- Plan de Refuerzo del Sistema de Interconexión Eléctrica Centro-Sur para el periodo 2008-2022, MEM
- Fijación Tarifaria mayo2010-abril 2011 elaborada por el OSINERGMIN.
- Información enviada por el MEM
- Información enviada por el COES
- Plan de Expansión del Sistema de Transmisión 2008 (REP).

En el cuadro siguiente, se presenta la relación de instalaciones de transmisión que iniciarán sus operaciones en cada uno de los años del periodo de estudio.



Fecha	Proyecto	Tensión (kV)	Cantidad
2010	Oct-2010 L.T. Chilca-Planice-ZapallalNueva-Zapallal	220	2
	Nov-2010 L.T. Carhuamayo-Paragsha2	220	2
	Nov-2010 L.T. Carhuamayo-Carhuamayo Nuevo 138 kV	138	1
	Nov-2010 L.T. Paragsha2-Conococha	220	1
	Nov-2010 S.E. Carhuamayo - Transf. 100 MVA	220/138	1
	Nov-2010 Transformador Huallanca 100 MVA	220/138	1
	Dic-2010 S.E. Azángaro - Ampliacion Transf. 47.5/47.5/12.5 MVA	138/60/22.9	1
	Dic-2010 S.E. Cacajamarca SVC +120/-60 MVar, 12 kV	12	1
	Dic-2010 S.E. Huallanca Reactor 50 MVar		2
	Dic-2010 S.E. Piura Oeste - Ampliacion Transf. 100/100/30 MVA	220/60/10	1
	Dic-2010 S.E. Quencoro - Ampliacion Transf. 25/7.5/17.5 MVA	138/34.5/10.5	1
	Dic-2010 S.E. Tingo María - Ampliacion Autotransf. 50/50/20 MVA	220/138/10	1
	Dic-2010 S.E. Trujillo Norte - Ampliación 45/12.5/45 MVA	138/22.9/10	1
	Dic-2010 S.E. Trujillo Norte - Bco Capacitores 15 MVar	10	1
2011	Ene-2011 L.T. Chilca-San Juan (cuarta tema)	220	1
	Mar-2011 L.T. Chilca-Zapallal y SSEE asociadas	500	1
	Abr-2011 L.T. Independencia-Ica (segundo circuito)	220	1
	May-2011 L.T. Conococha-Huallanca	220	2
	May-2011 L.T. Huallanca-Cajamarca	220	2
	Jul-2011 S.E. Industriales - 180/180/60 MVA	220/60/10	1
	Jul-2011 Comp.Serie y Shunt L.T. 220 kV Mantaro-Socabaya a 505 MVA	220	4
	Jul-2011 SVC Socabaya -100/300 MVar, 22.9 kV	22.9	1
	Ago-2011 L.T. Piura-Chiclayo (segundo circuito)	220	1
	Ago-2011 Repot. L.T. 220 kV ChiclayoO-La Niña-PiuraO de 152 a 180MVA	220	1
Ago-2011 Repot. L.T. 220 kV Independencia-Ica de 141 a 180 MVA.	220	1	
Ago-2011 Repot. L.T. 220 kV Ica-Marcona de 141 a 180 MVA.	220	1	
2012	Ene-2012 L.T. Tocache-Bellavista	138	1
	Ago-2012 L.T. Mantaro-Caraveli-Montalvo y SSEE	500	1
	Ago-2012 L.T. Zapallal-Chimbote-Trujillo y SSEE asociadas	500	1
	Ago-2012 L.T. Cotaruse-Machupicchu y SSEE asociadas	220	2
	Ago-2012 L.T. Talara-Piura (segundo circuito)	220	1
	Sep-2012 L.T. Pomacocha-Carhuamayo	220	1
	Oct-2012 L.T. Planicie-Industriales	220	2
2013	Ene-2013 L.T. Chillón-Barsi	220	1
	Ene-2013 Repot. L.T. Nueva Esperanza-Talara de 152 a 180 MVA	220	1
	Feb-2013 L.T. Socabaya-Tintaya	220	2
	Jun-2013 L.T. Chilca-Marcona-Ocoña-Montalvo y SSEE asociadas	500	1
	Jul-2013 L.T. Nueva Esperanza-Talara (segundo circuito)	220	1
	Ago-2013 L.T. Machupicchu-Abancay -Cotaruse	220	1
2014	Ene-2014 L.T. LasBambas-Tintaya	220	1
	Ene-2014 L.T. TrujilloNorte-Cajamarca	220	1
2015	Ene-2015 L.T. Cotaruse-LasBambas	220	1
	Ene-2015 L.T. Talara - Piura Oeste (tercer circuito)	220	1

**Cuadro N° 6: Expansión del Sistema de Transmisión**



## 5.0 CRITERIOS TÉCNICOS Y METODOLOGÍA

Se aplican los criterios utilizados en los siguientes estudios:

### 5.1 Criterios Para el Análisis del Estado Estacionario

- La tensión en barras del sistema de transmisión debe estar en el rango de 95% a 105% de la tensión nominal de la barra.
- La tensión nominal de la barra Mantaro es de 230 kV. la tensión nominal de Lima es de 210 kV y para el resto del sistema es de 220 kV.
- No se permite sobrecargas en transformadores.
- La sobrecarga en líneas no debe superar el 20% por cuatro horas.
- Los generadores con potencia inferior a 5 MW, deberán operar a su factor de potencia nominal.
- Los generadores con potencia superior a 5 MW deberán operar según su rango operativo definido por el COES. Los rangos reactivos, están definidos por las curvas de capacidad (diagramas P-Q) de los generadores.

### 5.2 Criterios Para el Análisis de Contingencias

- El sistema será evaluado considerando el criterio N-1 determinístico por desconexión de líneas relacionadas con el Proyecto.
- No se permite sobrecargas en transformadores.
- La sobrecarga en líneas no debe superar el 20% por cuatro horas.
- La tensión no debe ser inferior a 0.9 p.u.

### 5.3 Criterios Para el Análisis de Cortocircuito

- El sistema será evaluado considerando la norma IEC 909 2001
- Se analizan fallas simétricas y asimétricas, para casos de cortocircuito trifásico, cortocircuito bifásico a tierra y cortocircuito monofásico a tierra.

### 5.4 Metodología Para el Análisis de Alternativas

- Para todas las alternativas de suministro planteados, se efectuará un análisis de flujo de carga, de acuerdo a los criterios establecidos en el numeral 5.2.



- Para las alternativas que superen el criterio anterior, se efectuará un análisis de contingencias, de acuerdo a los criterios establecidos en el numeral 5.3.
- Finalmente, para las alternativas que superen el criterio anterior, se verificará que el trazo o ruta de la línea de transmisión propuesta es factible y no presenta inconvenientes para su implementación.

### **5.5 Metodología Para el Análisis del Estado Estacionario**

- Se determina la demanda por barras.
- Se realizan los despachos de centrales.
- Se simulan los casos de flujo base y se determinan las tensiones en barras y los flujos en líneas.
- Se vuelcan los resultados en la vista del área de influencia.
- Se preparan cuadros de resultados de tensiones en las principales barras, y flujos de potencia en líneas y transformadores relacionados con el proyecto.

### **5.6 Metodología Para el Análisis de Contingencias**

- El sistema será evaluado considerando el criterio N-1 determinístico para líneas relacionadas con el Proyecto.
- Se preparan cuadros resúmenes de los flujos de potencia en líneas de transmisión y transformadores, resaltando los que se encuentran fuera del rango permitido.

### **5.7 Metodología Para el Análisis De Cortocircuito**

- El sistema será evaluado considerando el criterio N-1 determinístico para líneas relacionadas con el Proyecto.
- Se preparan cuadros resúmenes de los flujos de potencia en líneas de transmisión y transformadores, resaltando los que se encuentran fuera del rango permitido.



## 6.0 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE CONEXIÓN AL SEIN

### 6.1 Evolución del SEIN

De acuerdo a la proyección de la demanda y las instalaciones de transmisión, se proyecta que para el año 2015, el esquema unifilar del SEIN será el siguiente:

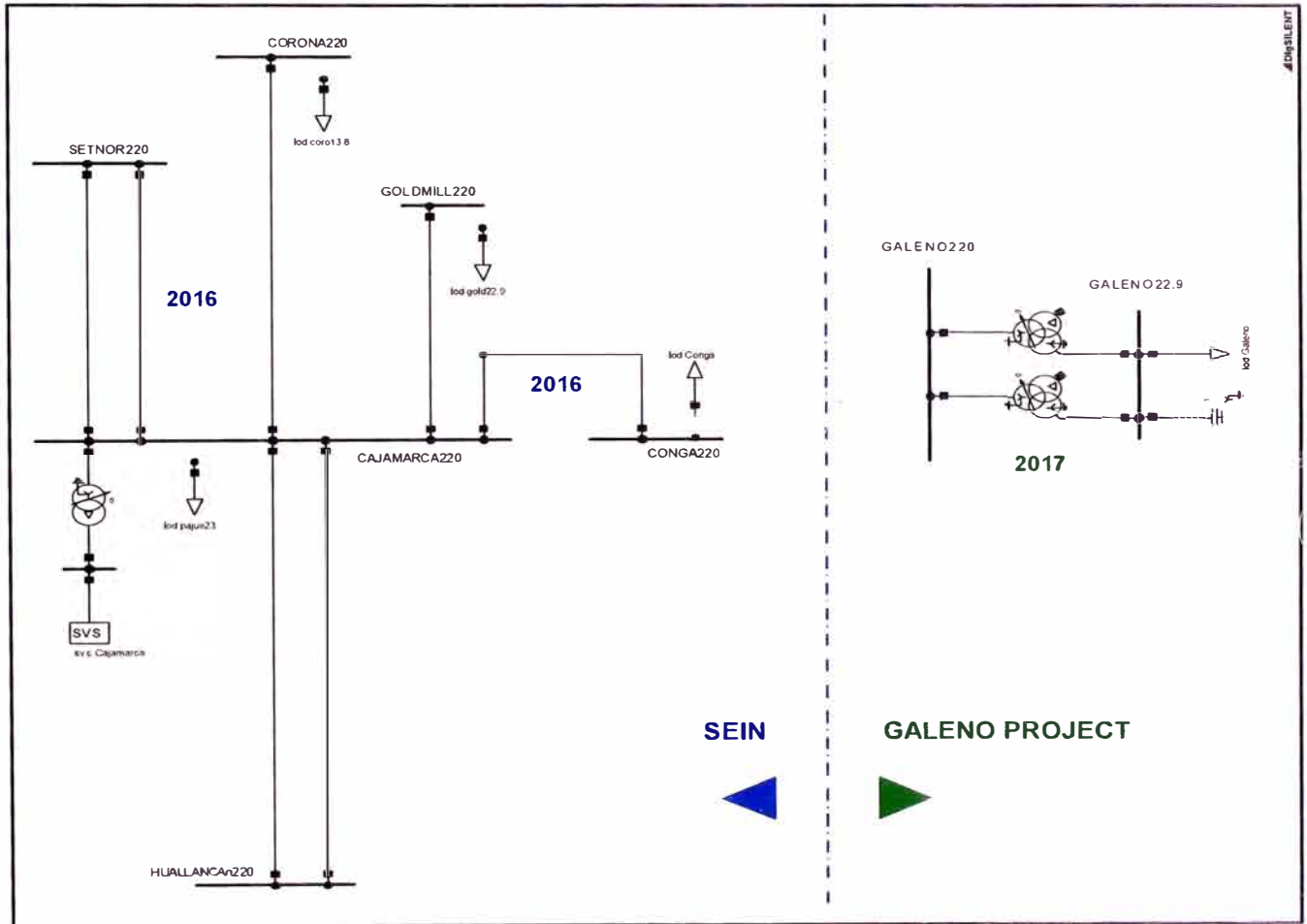


Lámina N° 1: El SEIN y el Proyecto Galeno

### 6.2 Sistema de Transmisión

El Sistema de Transmisión que conectará a la futura subestación GALENO con el SEIN será en 220 kV y estará constituido por una línea de transmisión en doble terna (sobre una misma estructura).

Este análisis considera lo siguiente:

#### Línea de Transmisión

Longitud : Según Alternativa

Punto de Conexión : Según Alternativa

N° ternas : 2



Conductor : ACAR  
Capacidad : 0.45 kA

**Transformación**

Cantidad : 2 Transformadores  
Tensión : 220/22.9/10 kV  
Potencia : 110/110/36 MVA

**Carga**

Potencia : 150 MW  
Cos  $\Phi$  : 0.825  
Compensación : 80 MVAr

### 6.3 Alternativas Planteadas

Los análisis de las alternativas de conexión para el suministro eléctrico al Proyecto Galeno, se han efectuado sobre las siguientes alternativas:

- Alternativa N° 1- La conexión al SEIN se efectuará en la subestación Cerro Corona y el recorrido de la línea de transmisión será directo hacia el Proyecto Galeno. La longitud aproximada es de 47 km, observándose que un tramo de esta línea de transmisión va cercano al camino proyectado.
- Alternativa N° 2- La conexión será mediante una subestación tipo Tap-of (derivación en "PI"), el cual deberá construirse aproximadamente en la progresiva 9.1 km de la línea de transmisión que actualmente enlaza a las subestaciones Cajamarca Norte y Cerro Corona. La longitud aproximada es de 38 km, donde la mayor parte de esta línea de transmisión va cercana al camino proyectado.
- Alternativa N° 3- La conexión al SEIN se efectúa directamente en la subestación Cajamarca Norte y su recorrido, en todo lo que sea posible, deberá efectuarse por la franja de servidumbre del futuro camino de carga y del ducto de concentrado de la mina. La longitud aproximada de esta línea es de 46 km. Aproximadamente 9.5 km del trazo considerado en esta alternativa, es paralelo a la L.T. 220 kV S.E. Cajamarca Norte – S.E. Cerro Corona y luego el recorrido es similar a la Alternativa N°2.
- Alternativa N° 4- Al igual que la alternativa anterior, la toma de energía se efectúa en la S.E. Cajamarca Norte y su recorrido es el más directo hacia el Proyecto Galeno. La longitud aproximada de esta línea es de 33 km.
- Alternativa N° 5- En esta alternativa, se considera que la toma de energía se efectúa desde la futura S.E. de Minas Conga, el mismo que se estima que estará operando en el año 2015. La longitud aproximada de este enlace es de





14 km.

- Alternativa N° 6- La conexión al SEIN se efectuará mediante una derivación de la futura línea de transmisión que unirá las subestaciones Kimán Ayllu (Huallanca) y Cajamarca Norte. Se tiene proyectado que esta línea de transmisión en 220 kV y en doble circuito entre en operación en el año 2011. Así mismo, la nueva subestación de derivación será en “configuración doble barra”, ubicándose aproximadamente a 11 km de la S.E. Cajamarca Norte. La longitud aproximada de la línea de transmisión es de 36 km hasta la S.E. Galeno.
- Alternativa N°7- La conexión se efectuará en la S.E. Cajamarca Norte, a partir del cual, la línea será paralela a la L.T. Huallanca-Cajamarca Norte, hasta alcanzar el trazo proyectado de la alternativa anterior. La longitud aproximada de esta línea de transmisión es de 44 km.

Las alternativas N° 1, 3, 4, 5 y 7 consideran que la conexión al SEIN se efectúe en subestaciones existentes al año 2015, por lo cual sólo será necesaria la implementación de los módulos de salida, los mismos que se conectarán al sistema de barras de la subestación.

En el caso de las alternativas N° 2 y 6, el punto de conexión será en nuevas subestaciones, ubicadas en la ruta de una determinada línea de transmisión, por lo cual su implementación tiene un mayor costo.

En resumen:

Alternativa N°	Conexión al SEIN	Longitud de L.T. (km)	Observación
1	Cerro Corona	47.0	
2	Drv. CCorona	38.0	Nueva S.E. en la ruta de la L.T. Cajamarca-Corona a 9.1 km de la S.E. Cajamarca Norte
3	Cajamarca Norte	46.0	
4	Cajamarca Norte	33.0	
5	Conga	14.0	
6	Drv. Galeno	36.0	Nueva S.E. en la ruta de la L.T. Huallanca-Cajamarca a 11 km de la S.E. Cajamarca Norte
7	Cajamarca Norte	44.0	

Cuadro N° 7: Resumen alternativas planteadas.

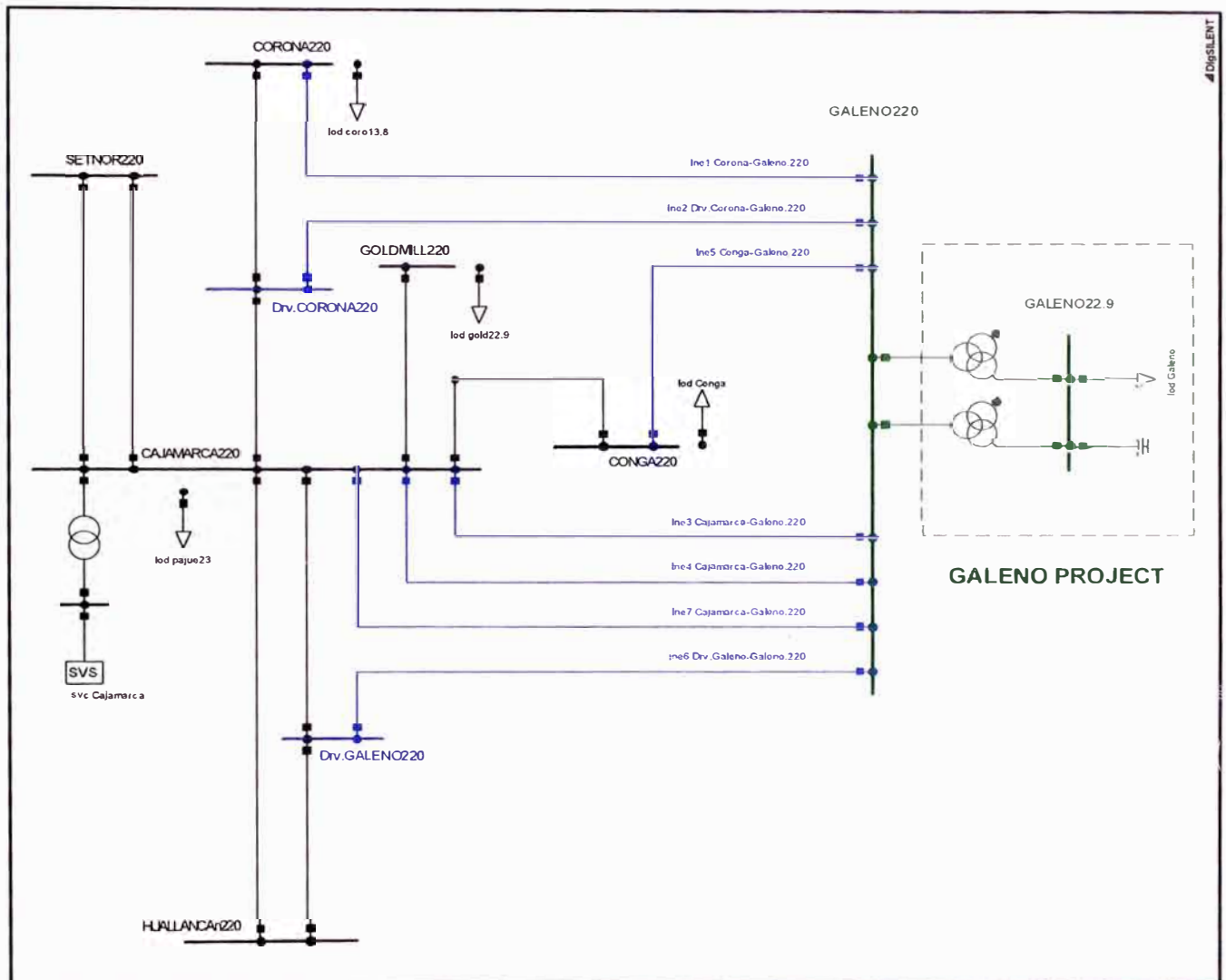


Lámina N° 2: Alternativas de Conexión al SEIN

#### 6.4 Análisis de Flujo de Carga de Alternativas

Considerando la expansión del parque generador, demanda y sistema de transmisión al año 2015, se ha efectuado el análisis de flujo de carga para cada una de las alternativas planteadas.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación.



6.4.1 Alternativa N° 1: LT 220 kV Corona-Galeno

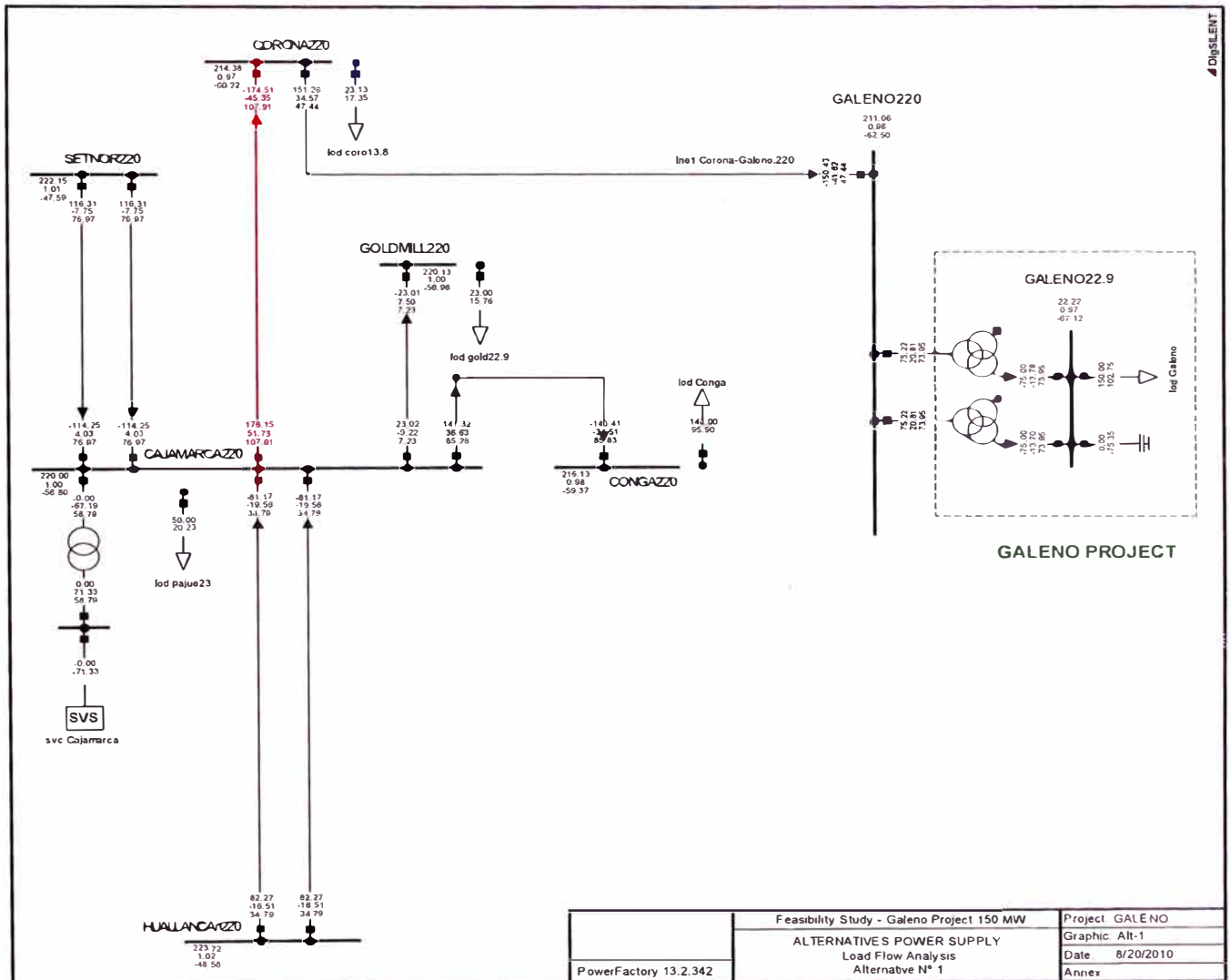


Lámina N° 3: Alternativa N° 1, Flujo de Potencia

• Resultados

Respecto a los niveles de tensión, se observa que en las subestaciones Corona y Galeno éstas ascienden a 0.97 y 0.96 pu respectivamente, manteniéndose dentro de los límites permisibles.

En lo referente a los niveles de carga, se observa que la línea de transmisión Cajamarca-Corona debe transportar 150 MW adicionales, con lo cual se presenta una sobrecarga continua del 7.9%. Las demás instalaciones de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles.

El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 71.3 MVAR y consigue mantener el nivel de tensión en su barra de control igual al valor consigna. Así mismo y de acuerdo a sus valores nominales, el margen de regulación es el adecuado.



Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Flujo de Carga.

### 6.4.2 Alternativa N° 2: LT 220 kV Drv. Corona-Galeno

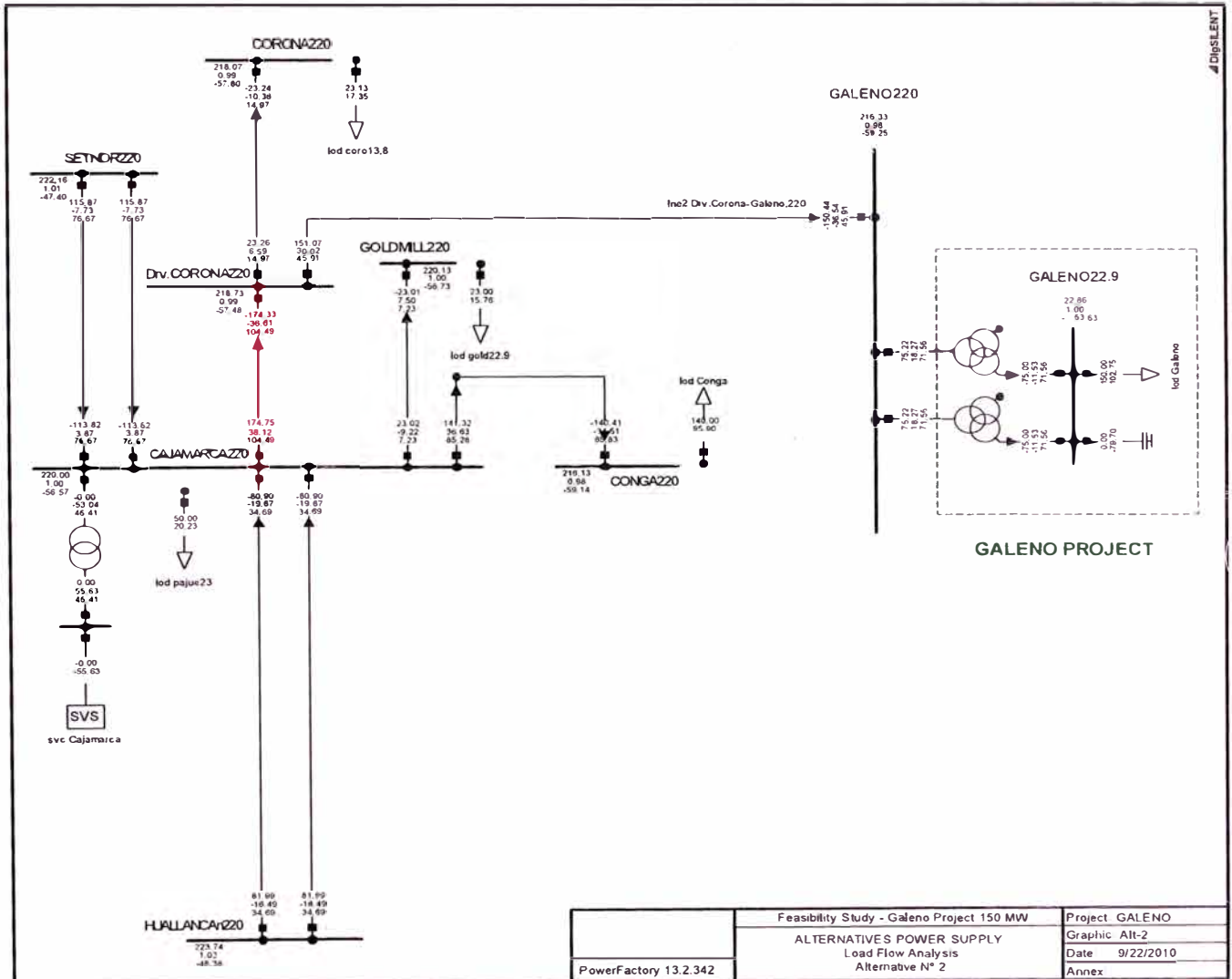


Lámina N° 4: Alternativa N° 2, Flujo de Potencia

- Resultados

Se observa que en las subestaciones Corona y Galeno, los niveles de tensión ascienden a 0.99 y 0.98 pu respectivamente, manteniéndose dentro de los límites permisibles.

En la línea de transmisión Cajamarca-CCorona se observa que sólo el tramo Cajamarca-Drv.CCorona es el que debe transportar los 150 MW adicionales de consumo del Proyecto Galeno, con lo cual se presenta una sobrecarga continua del 4.5% en este enlace. Las demás instalaciones de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles.



El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 55.6 MVar, con lo cual consigue que el nivel de el nivel de tensión en su barra de control sea igual al valor consigna de 1 pu. Así mismo, se encuentra utilizando alrededor del 46.5% de su potencia reactiva capacitiva nominal, con lo cual se puede decir que su margen de regulación es adecuado.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Flujo de Carga.

### 6.4.3 Alternativa N° 3: LT 220 kV Cajamarca-Galeno

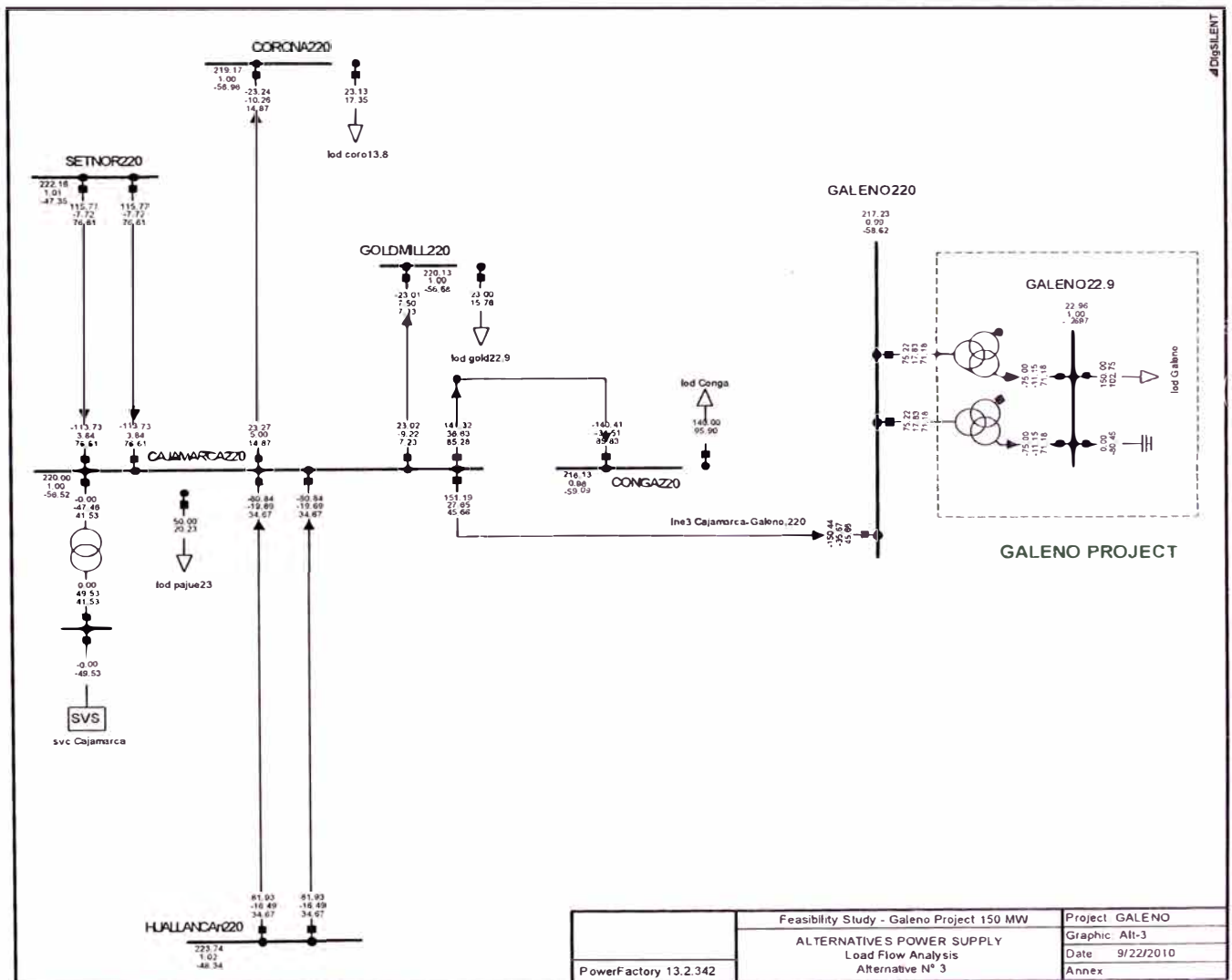


Lámina N° 5: Alternativa N° 3, Flujo de Potencia

- Resultados

El nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99, lo que garantiza una operación normal de la subestación proyectada dentro de los límites permisibles.

En lo referente a los niveles de carga, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.



El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 49.5 MVar y consigue mantener el nivel de tensión en su barra de control igual al valor consigna de 1 pu. Así mismo y de acuerdo a sus valores nominales, el margen de regulación es el adecuado.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Flujo de Carga.

#### 6.4.4 Alternativa N° 4: LT 220 kV Cajamarca-Galeno

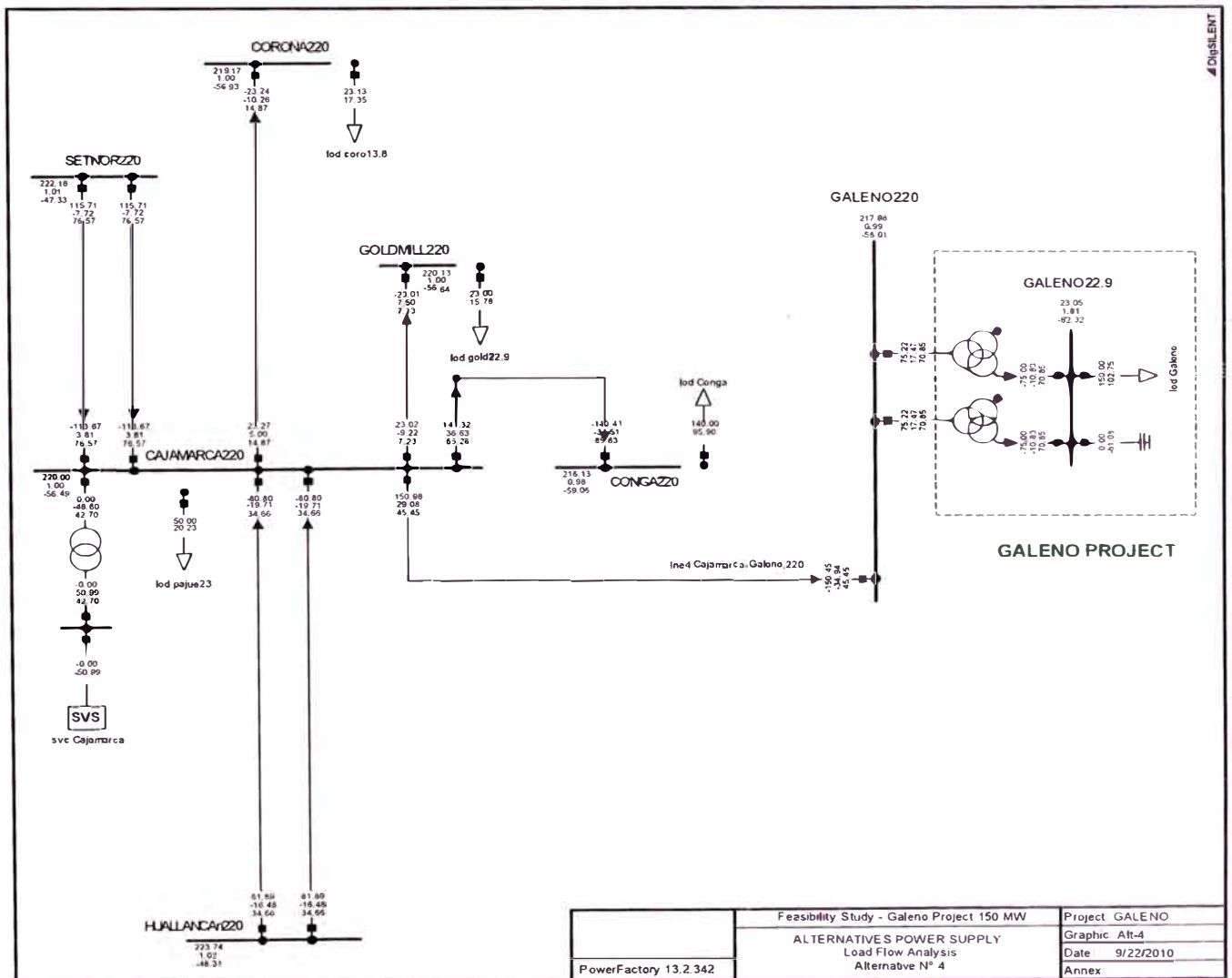


Lámina N° 6: Alternativa N° 4, Flujo de Potencia

- Resultados

Los resultados son similares a los de la anterior alternativa, dado que sólo se diferencia en que la longitud de la línea de transmisión es 12.5 km menor.

El nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99, garantizándose una operación normal de la subestación proyectada dentro de los límites permisibles.



Respecto a los niveles de carga de los elementos de transmisión, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.

El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 51 MVar y consigue mantener el nivel de tensión en su barra de control igual a 1 pu. El nivel de utilización de este equipamiento de compensación nos indica que aun se tiene un buen margen de regulación.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Flujo de Carga.

#### 6.4.5 Alternativa N° 5: LT 220 kV Conga-Galeno

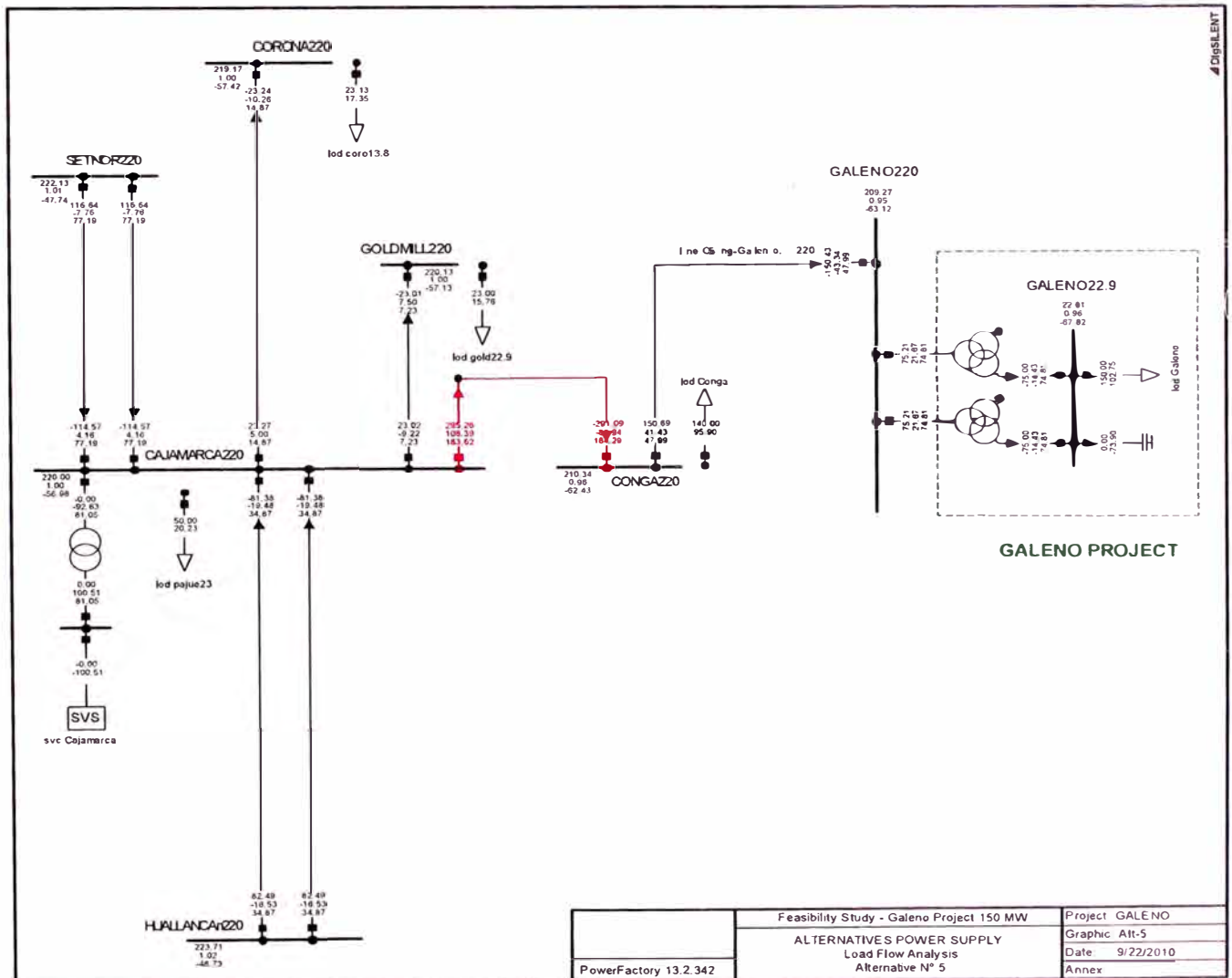


Lámina N° 7: Alternativa N° 5, Flujo de Potencia

- Resultados



Respecto a los niveles de tensión, se observa que en las subestaciones Conga y Galeno éstas ascienden a 0.96 y 0.95 pu respectivamente. Los valores se encuentran muy cerca a los límites permisibles para estos análisis.

En lo referente a los niveles de carga, se observa que los 150 MW adicionales del proyecto Galeno por la línea de transmisión Cajamarca-Conga, los sobrecargan de manera continua hasta un 83.6%. Las demás instalaciones de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles.

El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 100.5 MVar y consigue mantener el nivel de tensión en su barra de control igual al valor consigna. Así mismo y de acuerdo a sus valores nominales, el margen de regulación es el adecuado.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Flujo de Carga.

#### 6.4.6 Alternativa N° 6: LT 220 kV Drv.Galeno-Galeno

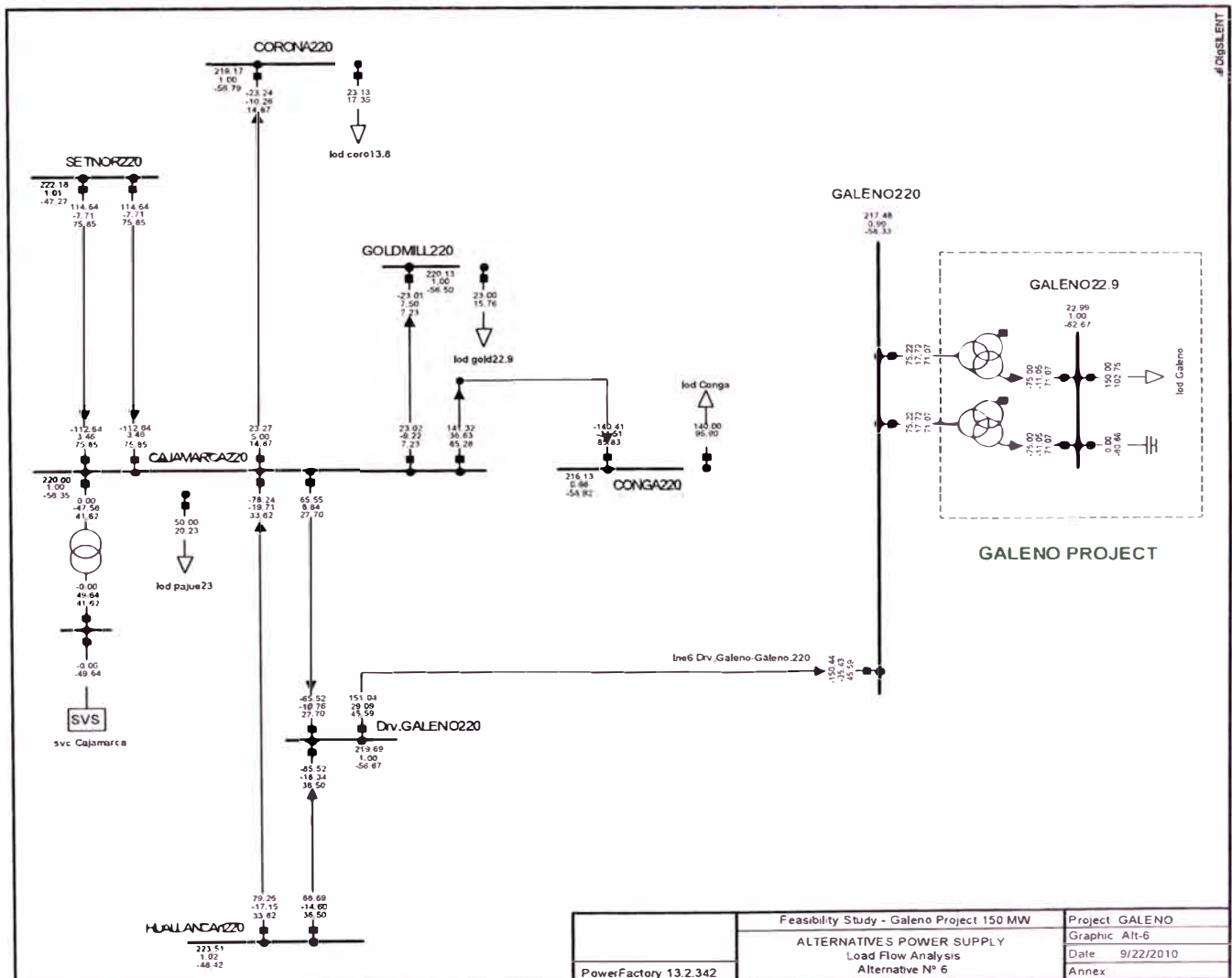


Lámina N° 8: Alternativa N° 6, Flujo de Potencia





- Resultados

En esta alternativa, el nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99, lo que garantiza una operación normal de la subestación proyectada dentro de los límites permisibles.

Por otro lado, respecto a los niveles de carga en el sistema de transmisión, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.

El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 49.6 MVar y logra mantener un nivel de tensión en la barra CAJAMARCA220 de 1 pu. Se encuentra utilizando alrededor de 41.3% de su potencia nominal capacitiva, con lo cual se tiene un margen de regulación adecuado.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Flujo de Carga.

#### 6.4.7 Alternativa N° 7: LT 220 kV Cajamarca-Galeno

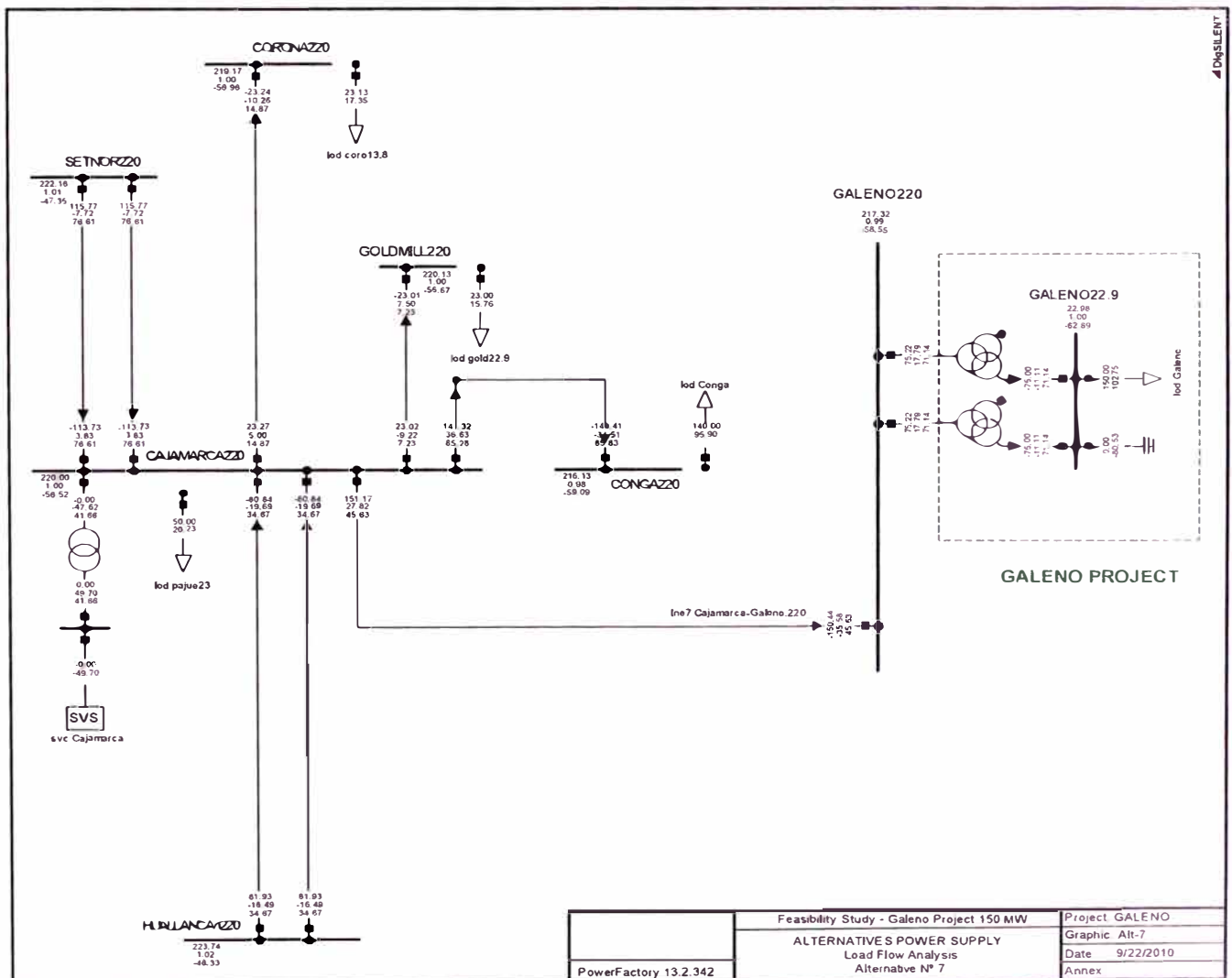




Lámina N° 9: Alternativa N° 7, Flujo de Potencia

- Resultados

El nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99. No existen tensiones fuera de los límites permisibles en ninguna de las barras de las subestaciones cercanas a la zona del proyecto.

En lo referente a los niveles de carga, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.

El SVC de Cajamarca se encuentra inyectando 49.7 MVar y consigue mantener el nivel de tensión en su barra de control igual al valor consigna de 1 pu. Así mismo y de acuerdo a sus valores nominales, el margen de regulación es el adecuado.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Flujo de Carga.

Alternativa N°	Resultado		¿Factible?
	Tensión en barras	Carga en Líneas	
1	Corona : 0.97 pu Galeno : 0.96 pu	Cajamarca-CCorona: 108%	No
2	Corona : 0.99 pu Galeno : 0.98 pu	Cajamarca-Drv.CCorona: 105%	No
3	Satisfactorio	Satisfactorio	Si
4	Satisfactorio	Satisfactorio	Si
5	Conga : 0.96 pu Galeno : 0.95 pu	Cajamarca-Conga: 184%	No
6	Satisfactorio	Satisfactorio	Si
7	Satisfactorio	Satisfactorio	Si

Cuadro N° 8: Resultados del Análisis de Flujo de Carga de Alternativas.

Las alternativas 1, 2 y 5, no superan los criterios establecidos para el Análisis de Flujo de Carga, por lo cual éstos se consideran no factibles y no se considerarán en la siguiente etapa de análisis.

Dado que las alternativas 3 y 4, solo difieren en que la alternativa 4 tiene una línea de transmisión con 12.5 km más de longitud, el Análisis de Contingencias se realizará para las Alternativas 3, 6 y 7.



6.5 Análisis de Contingencias de Alternativas

Alternativa N° 3

Contingencia N° 1: F/S LT2 220 kV Huallanca-Cajamarca

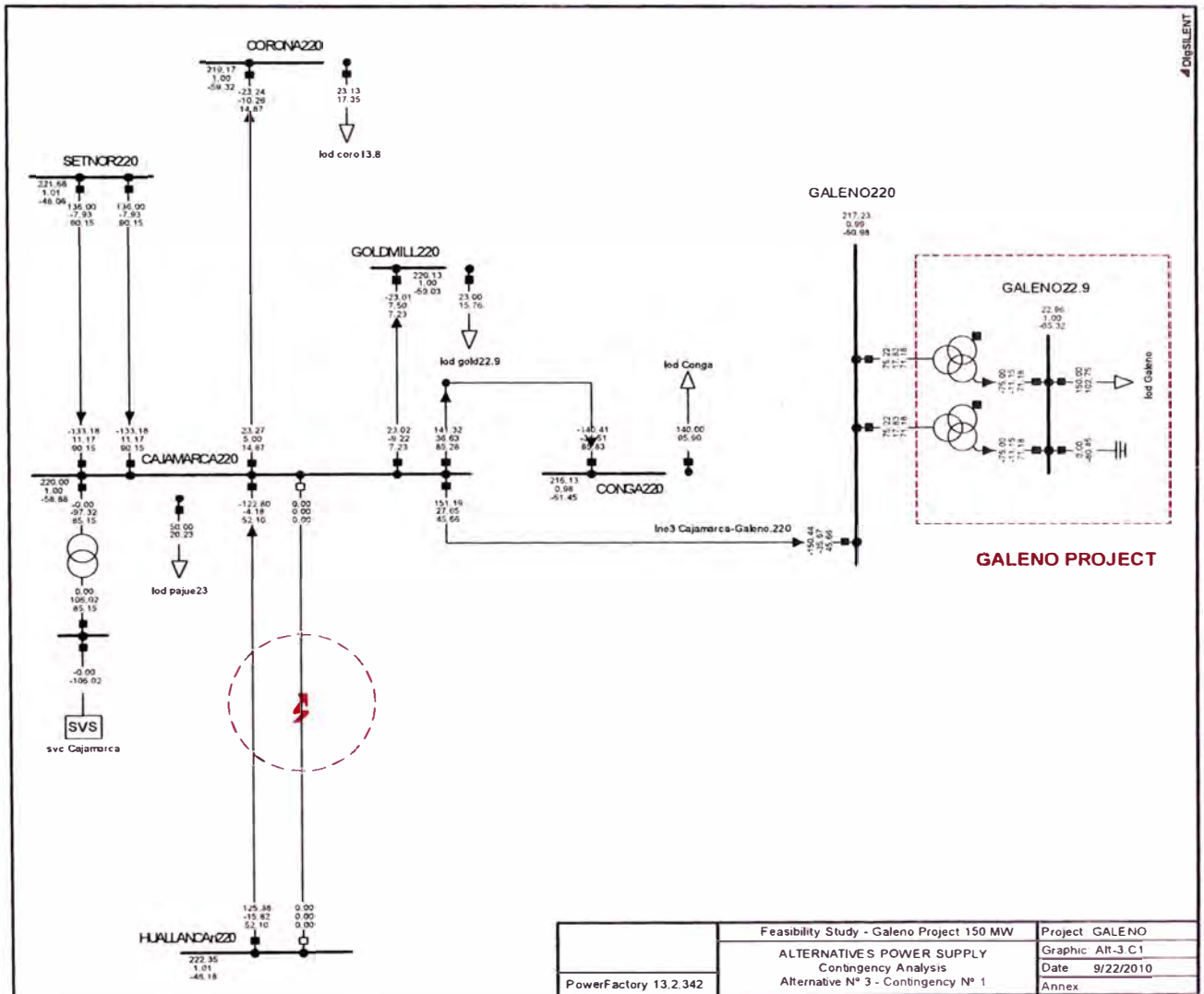


Lámina N° 10: Alternativa N° 3, Contingencia N° 1

Resultados

El SVC de Cajamarca inyecta 106 MVar para mantener el nivel de tensión igual a 1 pu. Ante esto, el nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99 y no existen tensiones fuera de los límites permisibles en las barras de las subestaciones cercanas.

En lo referente a los niveles de carga, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.



**Contingencia N° 2: F/S LT2 220 kV Trujillo-Cajamarca**

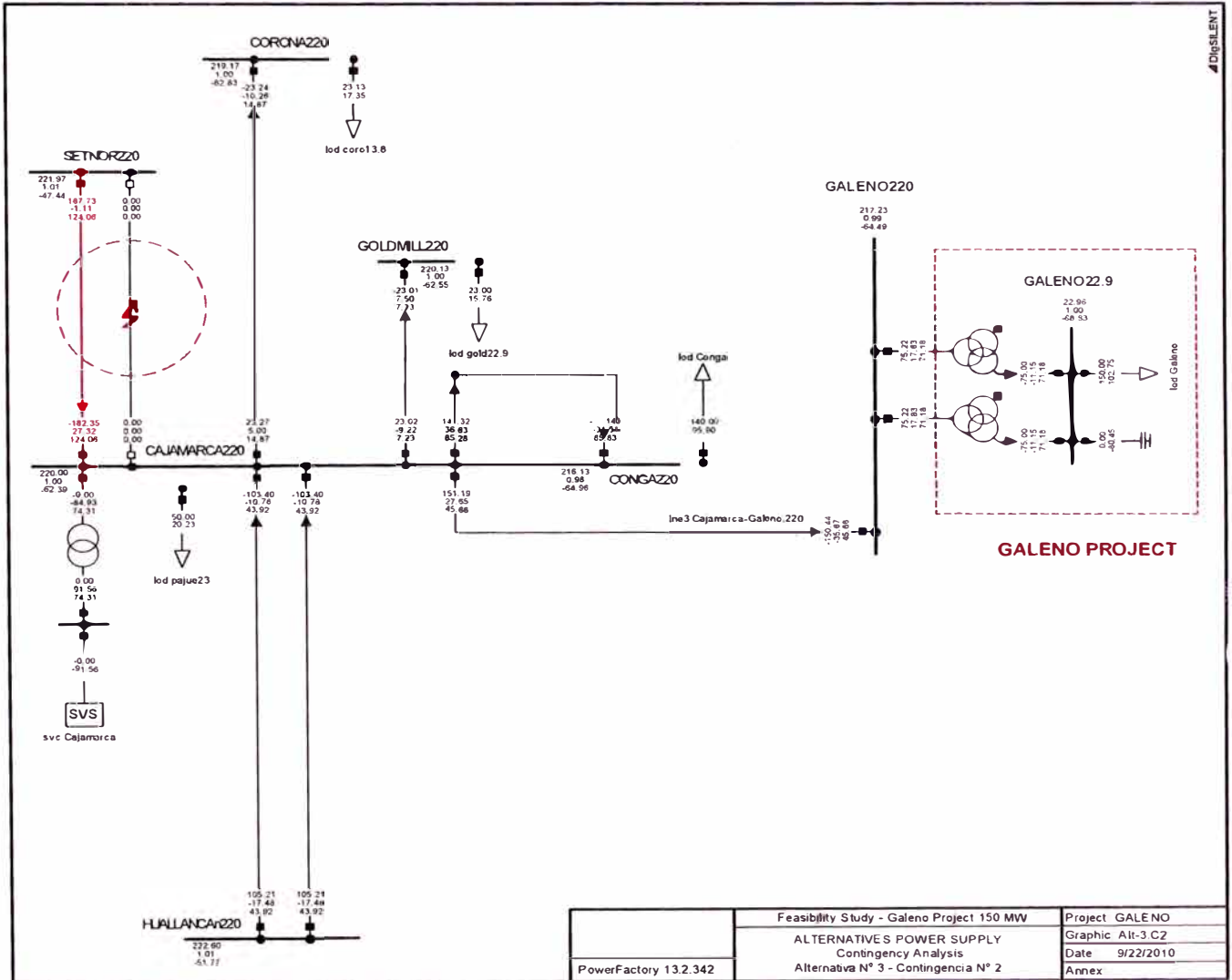


Lámina N° 11: Alternativa N° 3, Contingencia N° 2

• Resultados

El SVC de Cajamarca inyecta 91.6 MVar para mantener el nivel de tensión igual a 1 pu. Asimismo, el nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99 y no existen tensiones fuera de los límites permisibles en las barras de las subestaciones cercanas.

La salida de servicio de una de las ternas de la LT Trujillo-Cajamarca, sobrecarga a la otra terna hasta en un 24.1%, superando los límites permisibles para este tipo de análisis. Los demás enlaces de transmisión no sufren sobrecargas. Las dos ternas de la LT Huallanca-Cajamarca incrementan su nivel de carga de 34.7% en condiciones normales a 43.9% en contingencia.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.



**Alternativa N° 6**

**Contingencia N° 1: F/S LT2 220 kV Drv. Galeno-Cajamarca**

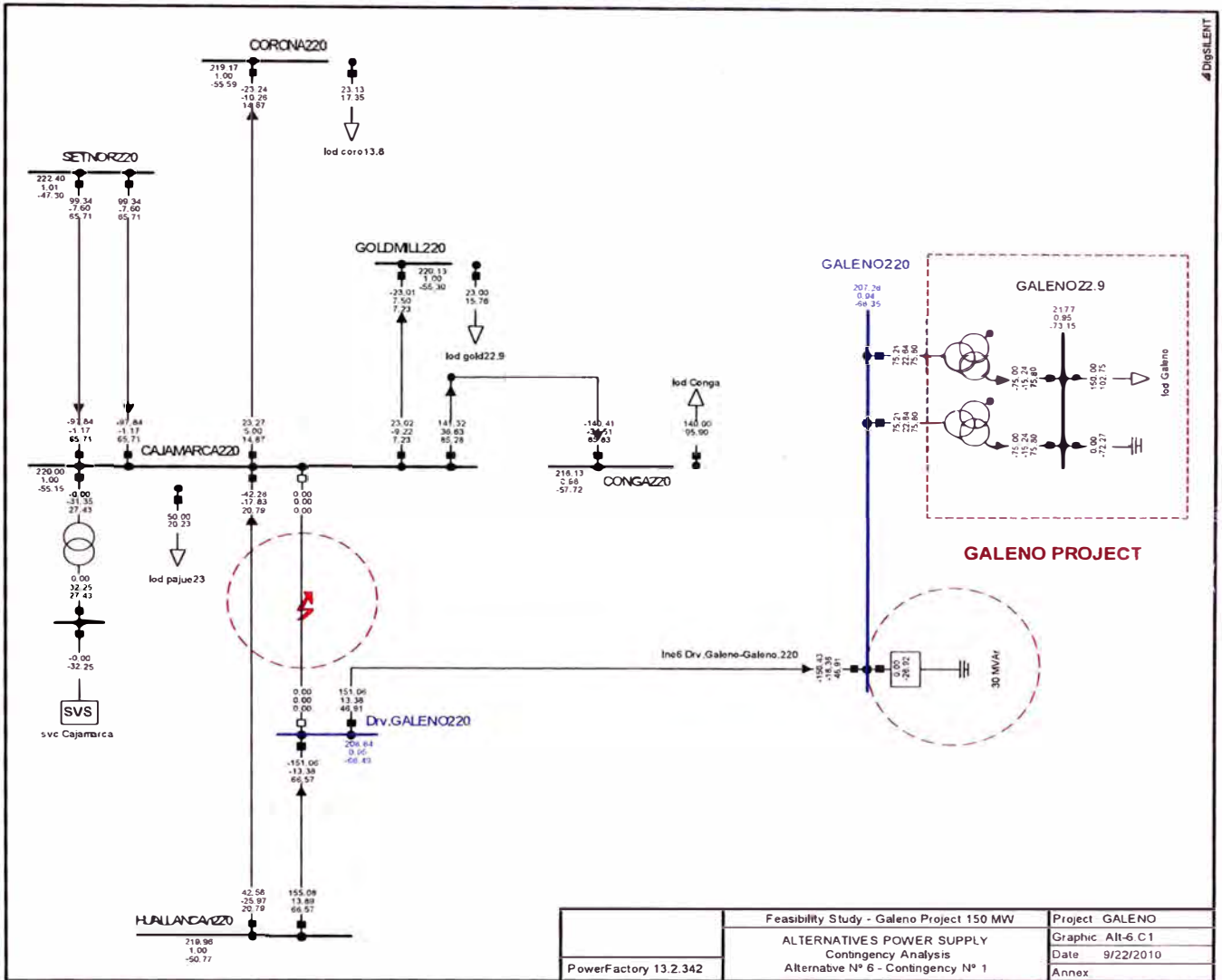


Lámina N° 12: Alternativa N° 6, Contingencia N° 1

• Resultados

Dado que ante esta contingencia toda la carga de Galeno queda conectada radialmente desde la S.E. Huallanca, no es posible mantener la continuidad operativa en la zona, por lo cual se debe efectuar un rechazo automático de carga por mínima tensión.

Para evitar la desconexión de carga, sería necesario instalar un sistema de compensación reactiva adicional en la subestación Galeno de 30 MVAR aproximadamente, con lo cual se obtendría que los niveles de tensión en la barra Galeno alcanza 0.95 pu ante esta contingencia. La barra Cajamarca no tiene inconvenientes y el SVC continúa su operación normal inyectando 32.2 MVAR



Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.

**Contingencia N° 2: F/S LT2 220 kV Trujillo-Cajamarca**

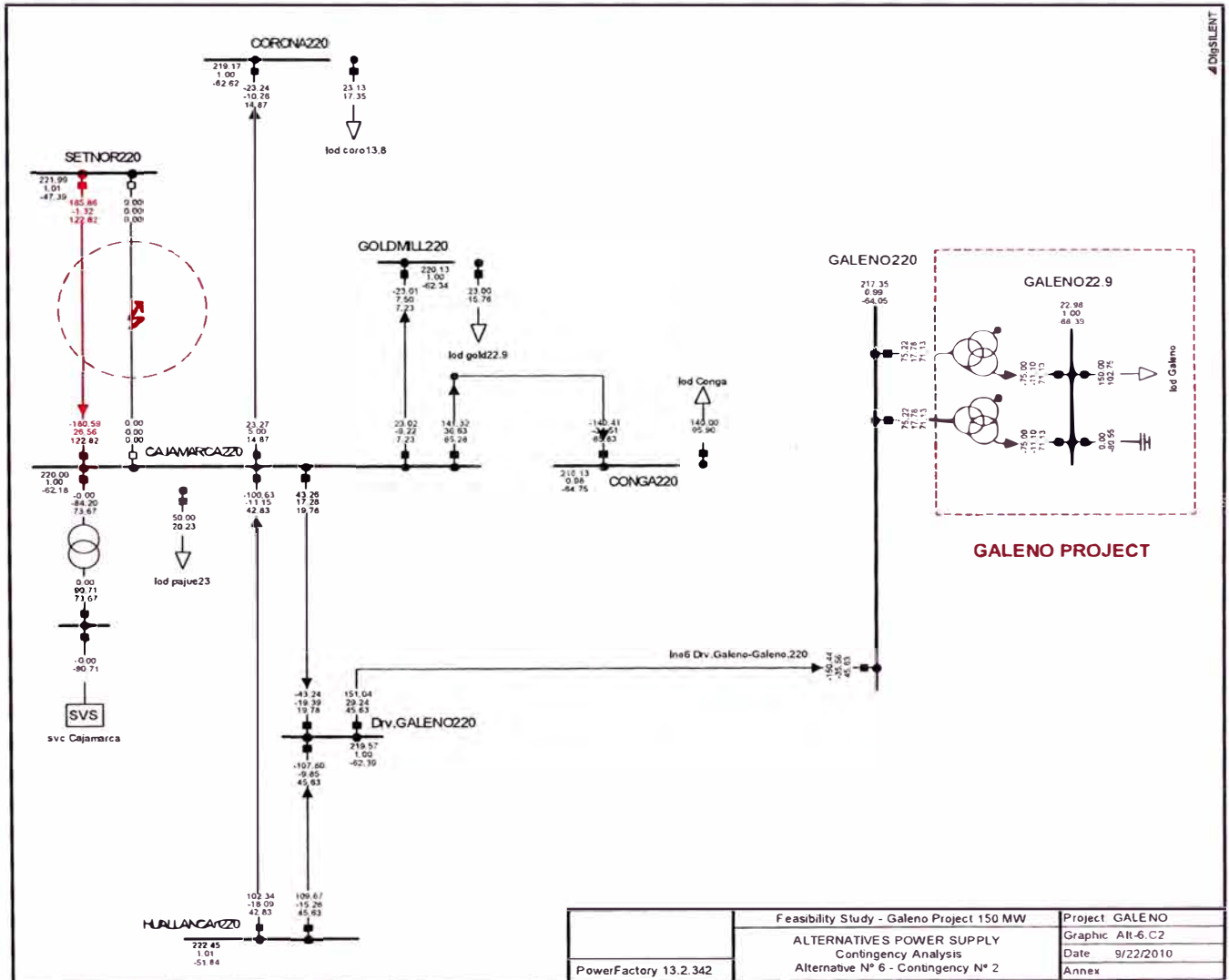


Lámina N° 13: Alternativa N° 6, Contingencia N° 2

• Resultados

El SVC de Cajamarca inyecta 90.7 MVar para mantener el nivel de tensión igual a 1 pu. Asimismo, el nivel de tensión en la subestación Galeño asciende a 0.99 y no existen tensiones fuera de los límites permisibles en las barras de las subestaciones cercanas.

La salida de servicio de una de las ternas de la LT Trujillo-Cajamarca, sobrecarga a la otra terna hasta en un 22.8%, superando los límites permisibles para este tipo de análisis. La terna con derivación de la LT Huallanca-Cajamarca, incrementa su nivel de carga de 34.7% en condiciones normales a 45.6% en contingencia.



Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.

### Alternativa N° 7

### Contingencia N° 1: F/S LT2 220 kV Huallanca-Cajamarca

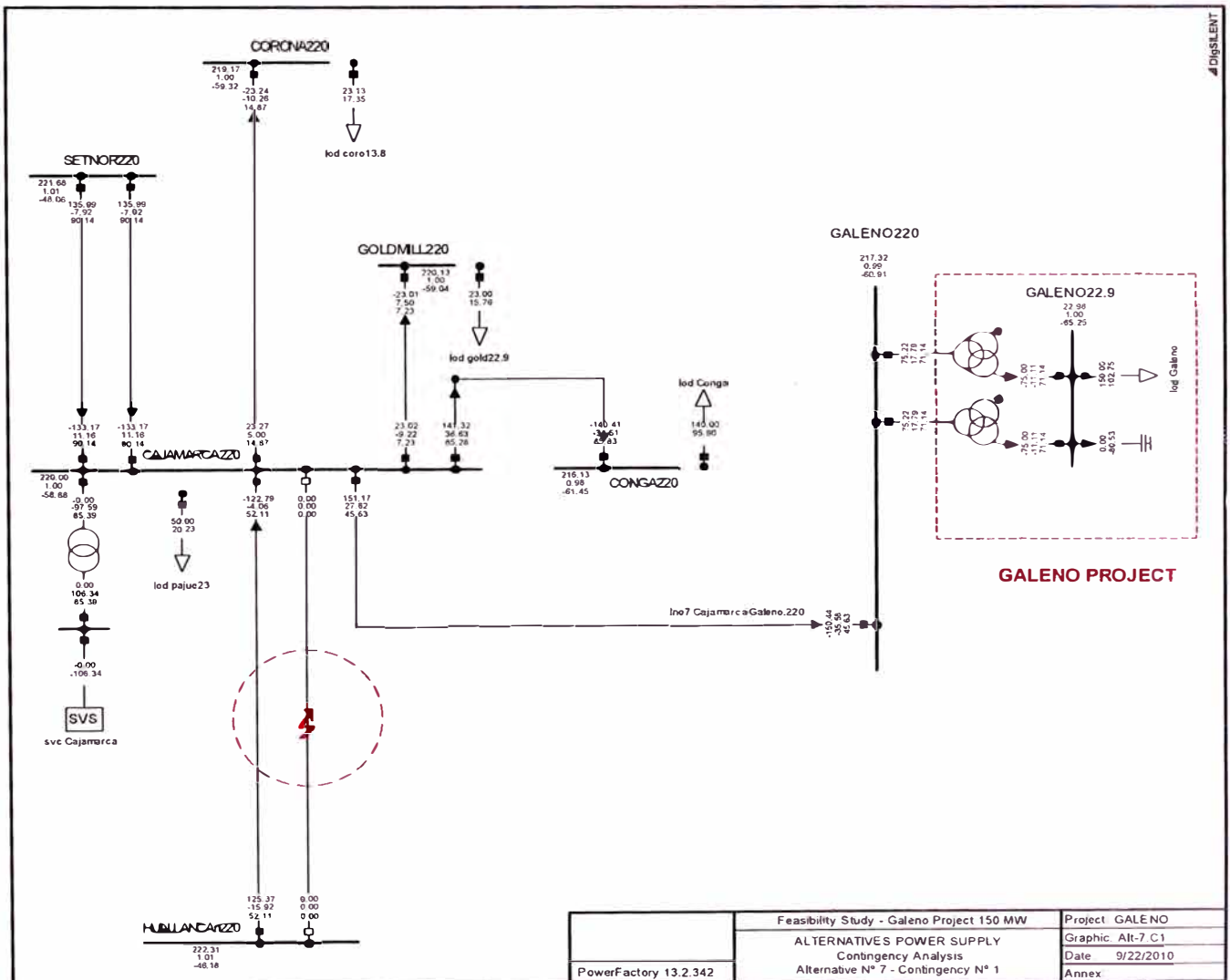


Lámina N° 14: Alternativa N° 7, Contingencia N° 1

- Resultados

El SVC de Cajamarca inyecta 106.3 MVar para mantener el nivel de tensión igual a 1 pu. Ante esto, el nivel de tensión en la subestación Galeno asciende a 0.99 y no existen tensiones fuera de los límites permisibles en las barras de las subestaciones cercanas.

En lo referente a los niveles de carga, todas las líneas de transmisión se encuentran operando dentro de sus límites permisibles, no observándose ninguna sobrecarga.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, si supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.



**Contingencia N° 2:** F/S LT2 220 kV Trujillo-Cajamarca

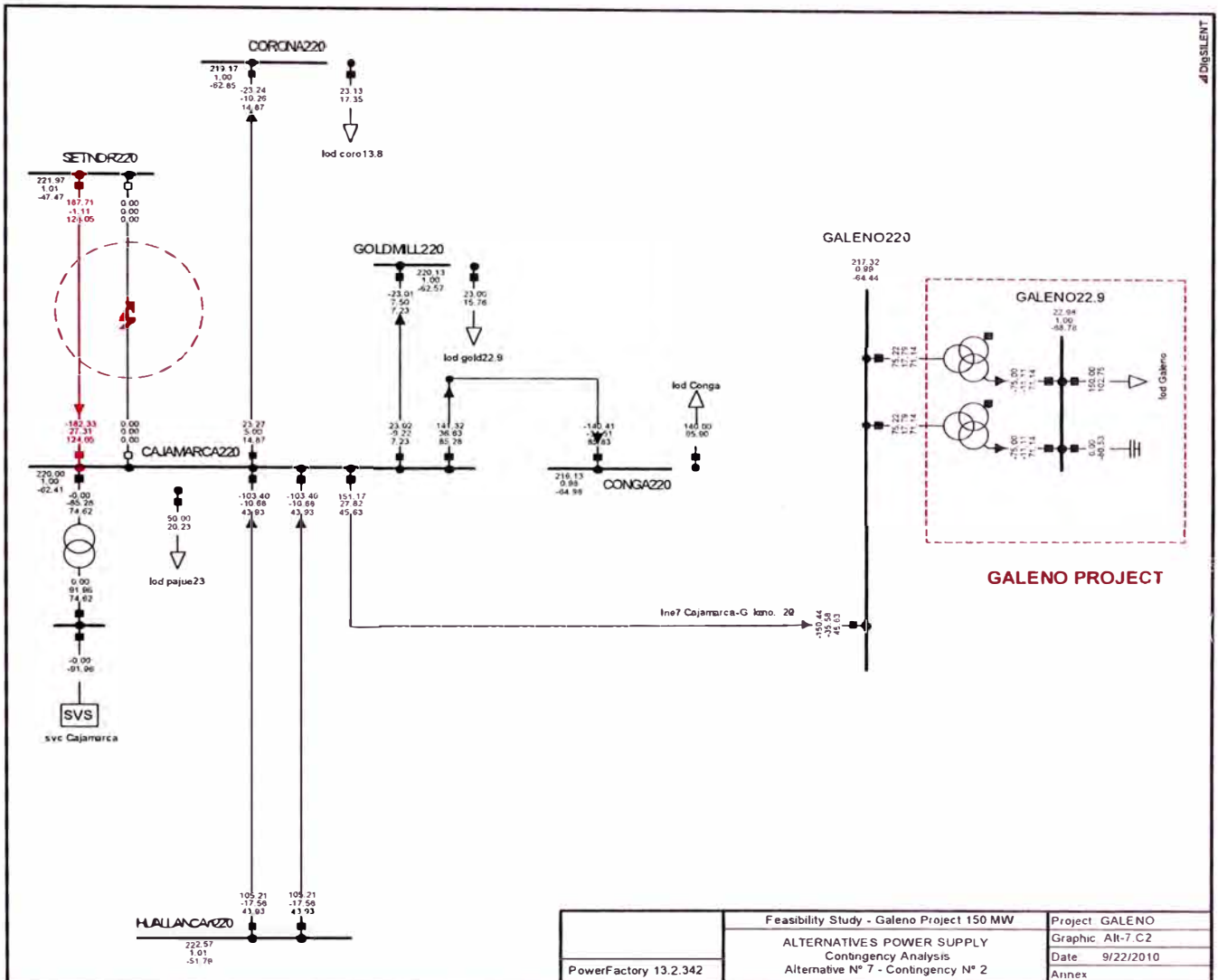


Lámina N° 15: Alternativa N° 7, Contingencia N° 2

• Resultados

El SVC de Cajamarca inyecta 92 MVar para mantener el nivel de tensión igual a 1 pu. Asimismo, el nivel de tensión en la subestación Galeno es de 0.99 y no existen tensiones fuera de los límites permisibles en las barras de las subestaciones cercanas.

La salida de servicio de una de las ternas de la LT Trujillo-Cajamarca, sobrecarga a la otra terna hasta en un 24.1%, superando los límites permisibles para este tipo de análisis. Los demás enlaces de transmisión no sufren sobrecargas. Las dos ternas de la LT Huallanca-Cajamarca incrementan su nivel de carga de 34.7% en condiciones normales a 43.9% en contingencia.

Finalmente podemos decir, que esta Alternativa de Suministro, no supera las exigencias de Contingencias para esta contingencia específica.





Alternativa N°	LT en Contingencia	Resultado	¿Factible?
3	Huallanca-Cajamarca	Satisfactorio	No
	Trujillo-Cajamarca	Sobrecarga del 24% en LT1 Trujillo-Cajamarca	
6	Drv.Galeno-Cajamarca	Rechazo de Carga por mínima tensión	No
	Trujillo-Cajamarca	Sobrecarga del 23% en LT1 Trujillo-Cajamarca	
7	Huallanca-Cajamarca	Satisfactorio	No
	Trujillo-Cajamarca	Sobrecarga del 24% en LT1 Trujillo-Cajamarca	

Cuadro N° 9: Resultados del Análisis de Contingencias de Alternativas

Los resultados finales de las alternativas 3, 6 y 7 evaluadas en este numeral, indican que ninguno supera el criterio N-1.

Se debe observar que en el caso de la alternativa N° 6, una contingencia en la LT Drv.Galeno-Cajamarca de 11 km, produce una disminución de la tensión en la S.E. Galeno, por lo que se debería efectuar un rechazo de carga de 20 MW como mínimo aproximadamente, con lo que se obtendrían tensiones ligeramente superiores a 0.95 en la subestación Galeno. Este mismo efecto se conseguiría si se instala una compensación adicional de 30 MVAr en la misma subestación.

Por otro lado, en las tres evaluaciones se ha obtenido que la salida de servicio de una de las ternas de la LT Trujillo-Cajamarca, sobrecargaría a la otra, esto sucede cuando se considera que la nueva terna tendrá una capacidad de 150 MVA igual que la terna existente.

Estos resultados nos indican que para superar el criterio N-1 y tener algunas alternativas factibles, es necesaria la construcción de la segunda terna con una capacidad de transporte mayor a 150 MVA y que la terna existente debe repotenciarse a esta misma capacidad.

Si consideramos como viable lo expuesto, concluiríamos que las Alternativas N° 3 y 7 superan el criterio N-1.

## 6.6 Verificación del Trazo de Alternativas

Se ha efectuado un recorrido del trazo de las líneas de transmisión de cada una de las alternativas propuestas, observándose lo siguiente:

Alternativa N°	Del recorrido del trazo	¿Factible?
3	Es necesario hacer ligeros ajustes a la ruta de la línea de transmisión	Si
6	Es necesario hacer ligeros ajustes a la ruta de la línea de transmisión	Si
7	Es necesario hacer ligeros ajustes a la ruta de la línea de transmisión	Si

Cuadro N° 10: Verificación de Trazo de alternativas factibles

### 6.7 Equipamiento Involucrado

Tal como ya se mencionó, la alternativa N° 6 implica la construcción de una nueva subestación, por lo cual es notorio que ésta sería la opción de mayor inversión económica.

### 6.8 Alternativa Seleccionada

N°	Flujo de Carga	N-1		Verificación del Trazo	Nivel de Inversión	Es Factible?
		Inicial	LT1 (*) > 150 MVA			
1	No factible	-	-	-	-	No
2	No factible	-	-	-	-	No
3	Factible	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca	Factible	Ligeros ajustes	Aceptable	Si
4	Factible	Igual a 3	-	-	-	No
5	No factible	-	-	-	-	No
6	Factible	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca Rechazo de carga o compensación adicional	No factible	Ligeros ajustes	Alto	No
7	Factible	Sobrecarga LT Trujillo-Cajamarca	Factible	Ligeros ajustes	Aceptable	Si

Cuadro N° 11: Resultados del Análisis de Alternativas

Se concluye que las Alternativas N° 3 y N° 7, son factibles de implementar para el suministro eléctrico al Proyecto Galeno.

Los análisis completos a efectuarse en todo el periodo de simulación, utilizarán solamente la información de la alternativa seleccionada. Adicionalmente, en estos análisis se definirá la capacidad mínima de la segunda terna de la L.T. Trujillo-Cajamarca, así como la potencia a la que debe repotenciarse la terna existente.