

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



ELECTRIFICACION RURAL DE LOCALIDADES PEQUEÑAS Y ALEJADAS, EN SISTEMA MRT, 13,2 kV

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR:

CARLOS BERNABE ESPINOZA FORTUN

PROMOCIÓN

1992 - I

LIMA - PERU

2011

**ELECTRIFICACION RURAL DE LOCALIDADES PEQUEÑAS
Y ALEJADAS, EN SISTEMA MRT, 13,2 kV**

DEDICATORIA:

A mis padres mi agradecimiento
por inculcarme buenos valores.

SUMARIO

El presente trabajo hace una secuencia en el proceso de la elaboración de un proyecto de electrificación rural de varios caseríos pequeños y alejados en nuestro país, que no cuentan con suministro eléctrico. En este informe se ve el caso que en vez de hacer el proyecto de un solo caserío, lo más común, se hace un proyecto mas integral de varios caseríos, el costo económico de la ejecución de estos proyectos es menor respecto a las trifásicas, y también las cargas a ser suministradas son relativamente pequeñas.

Este informe pretende que los proyectos de electrificación rural en este sistema de retorno por tierra (MRT) deberían ser más integrales, es decir que sean capaces de abarcar la mayor cantidad de caseríos dispersos en un radio determinado.

Este informe hace un desarrollo de ingeniería de una aplicación a cuatro (4) caseríos separados, la línea tiene aproximadamente una distancia de 11 km, el cual se desarrolla de acuerdo a las normas vigentes, para luego ser aprobadas por los concesionarios de electricidad, que son los que finalmente dan la factibilidad de estos proyectos.

INDICE

| | |
|---|----|
| PROLOGO | 1 |
| CAPITULO I | |
| INTRODUCCION | |
| 1.1. Antecedentes. | 2 |
| 1.2. Alcances. | 3 |
| 1.3. Método de elaboración. | 3 |
| CAPITULO II | |
| FUNDAMENTO TEORICO | |
| 2.1. Sistema monofásico retorno por tierra. | 5 |
| 2.2. Puesta a tierra. | 6 |
| 2.3. Capacidad de corriente. | 7 |
| 2.4. Implementación. | 7 |
| CAPITULO III | |
| DESARROLLO DE INGENIERIA DE UNA APLICACIÓN | |
| 3.1. Memoria descriptiva. | 8 |
| 3.1.1. Introducción. | 8 |
| 3.1.2. Generalidades. | 8 |
| 3.1.3. Alcances del proyecto. | 9 |
| 3.1.4. Descripción del proyecto. | 9 |
| 3.1.5. Impacto Ambiental. | 10 |
| 3.1.6. Financiamiento. | 10 |
| 3.1.7. Bases de diseño. | 10 |
| 3.1.8. Calculo de la máxima demanda de potencia. | 11 |
| 3.2. Cálculos justificativos. | 11 |
| 3.2.1. Cálculo eléctrico. | 11 |
| 3.2.2. Cálculo mecánico de los conductores. | 21 |
| 3.2.3. Cálculo mecánico de estructuras. | 24 |

CAPITULO IV**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES**

| | | |
|--------|--|----|
| 4.1. | Especificaciones técnicas para el suministro de postes y crucetas. | 32 |
| 4.1.1. | Objetivo. | 32 |
| 4.1.2. | Tipo de postes. | 32 |
| 4.1.3. | Especificaciones generales para postes de madera. | 32 |
| 4.1.4. | Características de las crucetas. | 33 |
| 4.2. | Especificaciones técnicas para el suministro de conductores. | 34 |
| 4.2.1. | Objetivo. | 34 |
| 4.2.2. | Normas aplicables. | 34 |
| 4.2.3. | Pruebas e inspección. | 35 |
| 4.2.4. | Características de los conductores de aleación de aluminio tipo AAAC. | 35 |
| 4.2.5. | Embalaje. | 36 |
| 4.3. | Especificaciones técnicas para el suministro de accesorios para conductores de aleación de aluminio. | 37 |
| 4.3.1. | Objetivo. | 37 |
| 4.3.2. | Normas aplicables. | 37 |
| 4.3.3. | Descripción del empalme. | 37 |
| 4.3.4. | Pruebas de inspección. | 38 |
| 4.4. | Especificaciones técnicas para el suministro de aisladores. | 38 |
| 4.4.1. | Objetivo. | 38 |
| 4.4.2. | Condiciones de servicio. | 38 |
| 4.4.3. | Normas aplicables. | 38 |
| 4.4.4. | Descripción del material. | 39 |
| 4.4.5. | Características principales de los aisladores. | 39 |
| 4.4.6. | Pruebas. | 42 |
| 4.4.7. | Instrucciones de embalaje. | 42 |
| 4.5. | Especificaciones técnicas para el suministro del conductor de puesta a tierra. | 42 |
| 4.5.1. | Objetivo. | 42 |
| 4.5.2. | Características técnicas del conductor. | 42 |
| 4.5.3. | Características constructivas del conductor. | 42 |
| 4.5.4. | Instrucciones para el embalaje. | 43 |
| 4.6. | Especificaciones técnicas para el suministro de materiales de puesta a tierra. | 44 |

| | |
|--|----|
| 4.6.1. Normas aplicables. | 44 |
| 4.6.2. Descripción del material. | 44 |
| 4.6.3. Pruebas e inspección. | 45 |
| 4.7. Especificaciones técnicas para el suministro de retenidas. | 45 |
| 4.7.1. Objetivo. | 45 |
| 4.7.2. Normas aplicables. | 45 |
| 4.7.3. Descripción del material. | 46 |
| 4.8. Especificaciones técnicas para el suministro de transformadores. | 47 |
| 4.8.1. Objetivo. | 47 |
| 4.8.2. Condiciones normales de operación. | 47 |
| 4.8.3. Diseño y construcción. | 48 |
| 4.8.4. Características de los tanques. | 48 |
| 4.8.5. Pruebas. | 49 |
| 4.9. Especificaciones técnicas para el suministro de equipos de protección y maniobra. | 51 |
| 4.9.1. Seccionadores fusible. | 51 |
| 4.9.2. Tablero de distribución. | 52 |
| 4.9.3. Pararrayos. | 52 |
| 4.9.4. Instrucciones de embalaje. | 53 |
| 4.10. Especificaciones técnicas para el suministro de material accesorio. | 53 |
| 4.10.1. Objetivo. | 53 |
| 4.10.2. Conectores de aluminio-aluminio. | 53 |
| 4.10.3. Conectores de aluminio-cobre. | 54 |
| 4.10.4. Conectores de cobre para conectores. | 54 |
| CAPITULO V | |
| ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO | |
| 5.1. Objetivo. | 56 |
| 5.2. Extensión de trabajo. | 56 |
| 5.3. Condiciones varias para el montaje. | 56 |
| 5.3.1. Programa de trabajo. | 56 |
| 5.3.2. Transporte y manipuleo de materiales. | 57 |
| 5.3.3. Almacenamiento temporal en el lugar de montaje. | 57 |
| 5.3.4. Control y seguridad en obra. | 57 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.4. | Normas generales para el montaje de los armados de construcción. | 57 |
| 5.4.1. | Generalidades. | 57 |
| 5.4.2. | Empotramiento de los postes. | 58 |
| 5.4.3. | Izaje de postes. | 59 |
| 5.4.4. | Instalación de crucetas. | 59 |
| 5.4.5. | Instalación de conductores. | 59 |
| 5.4.6. | Instalación de aisladores y accesorios. | 60 |
| 5.4.7. | Subestación de transformación. | 61 |
| 5.4.8. | Puesta a tierra. | 62 |
| 5.4.9. | Pruebas de la red primaria y de la subestación. | 63 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 64 |
| | ANEXO A | |
| | RESULTADOS DEL CALCULO DE LA MAXIMA DEMANDA | 67 |
| | ANEXO B | |
| | DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA | 69 |
| | ANEXO C | |
| | RESULTADOS CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS DE POTENCIA | 71 |
| | ANEXO D | |
| | DIAGRAMA UNIFILAR DE IMPEDANCIAS | 74 |
| | ANEXO E | |
| | TABLA DE ESFUERZOS Y FLECHAS MAXIMAS DE LOS CONDUCTORES | 76 |
| | ANEXO F | |
| | TABLA DE REGULACION Y TEMPLADO DE FLECHAS | 78 |
| | ANEXO G | |
| | METRADO Y PRESUPUESTO | 80 |
| | ANEXO H | |
| | FOTOS | 86 |
| | ANEXO I | |
| | LAMINAS Y PLANOS | 89 |
| | BIBLIOGRAFIA | 111 |

PROLOGO

El propósito del presente informe pretende mostrar a los proyectistas un estudio de electrificación rural de varias localidades en vez de una sola localidad, el desarrollo de todo el proyecto contempla el uso de las normas vigentes indicadas en el presente informe, la electrificación rural todavía tiene bajos niveles de carga y no son rentables económicamente, por lo que las autoridades estatales están brindando financiamiento, ya que este tipo de electrificación permite en alguna forma al desarrollo de las zonas más deprimidas del país.

En el capítulo I y II vemos sumariamente la teoría de este sistema eléctrico de retorno por tierra, a partir del capítulo III hacemos el desarrollo de un determinado caso en particular utilizando genéricamente las normas emitidas por la Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas DGE-MEM.

En el capítulo IV se presentan las especificaciones técnicas del suministro de materiales y equipos. En el capítulo V se dan las especificaciones técnicas del montaje electromecánico. Finalmente se dan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio.

Los proyectistas deberían enfocarse en proyectos integrales, para lograr el menor costo económico para así avanzar más rápidamente en la electrificación de las localidades más alejadas de nuestro país.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. Antecedentes.

En el Perú el índice de coeficiente de electrificación rural^[17] según anexo N° 01 del año 2007 es del orden del 29,50%, existiendo muchas zonas rurales que no poseen electrificación alguna, debido a que los costos de llevar una línea de distribución a esas zonas son elevados para el usuario y para el concesionario de electricidad.

La electrificación rural^[9] ha ido evolucionado en los últimos 30 años en el Perú, debido a la implementación de políticas de desarrollo organizadas por los gobiernos, habiéndose introducido tecnologías de electrificación rural que han contribuido a su desarrollo, como las subestaciones rurales no atendidas, los seccionadores 1 Φ y cut-out, subestaciones 1 Φ autoprotegidas, los sistemas rurales en media tensión 22,9/13,2 kV, 1 Φ -13,2 kV MRT, 380/220 V para circuitos trifásicos y 440/220 V para circuitos monofásicos, pasando a describir las actividades específicas que se desarrollaron y los beneficios obtenidos en el desarrollo de la electrificación rural en el país.

En la década de los 70' Electroperu introduce el sistema de distribución rural de 22,9/13,2kV, similar al sistema americano 24,9/14,4kV, sistema puesto a tierra con o sin neutro corrido, con un radio de acción que llegara a unos 70 a 150 km, con líneas monofásicas, y permitiera llegar a los 4000 msnm a costos económicos.

Entre 1984 a 1987 se efectuaron pruebas con resultados satisfactorios en el Valle del Mantaro, Cusco y Huaraz, luego^[17] 1993 a 1996 la dirección ejecutiva de proyectos del MEM normaliza el Sistema Monofásico Retorno por Tierra 1 Φ -13,2kV MRT, con un conductor, de 180 kW como potencia total en las subestaciones de distribución, y un radio de 50 km, agrupando localidades rurales a un costo de 3,50 Miles US \$/km, desplazando así en la sierra la construcción de micro Centrales Hidroeléctricas (mCH) y mini Centrales Hidroeléctricas (MCH), cuyo costo unitario está entre 3,00 a 4,50 Miles US \$/kW, siendo el costo de una MCH de 180 kW equivalente a 180km de línea MRT.

En forma paralela a la distribución primaria, en las décadas del 70' al 80' se normalizaron los niveles de tensión secundaria 3Φ 380/220 V y 1Φ 440/220 V, niveles que han permitido darle un mayor radio de acción a las redes secundarias sub-urbanas y rurales que tienen viviendas con una mayor grado de dispersión, logrando así redes económicas.

Sistema 380/220V 3Φ , 4 conductores con el neutro puesto a tierra, aplicable principalmente al sector típico 3, donde se tiene las viviendas concentradas.

Sistema 440/220V 1Φ , 3 conductores con el neutro puesto a tierra, aplicable sector típico 4, en localidades con viviendas espaciadas o dispersas.

1.2. Alcances.

Sabiendo que los márgenes de rentabilidad de la distribución de la energía eléctrica se reduce cuando se reduce el consumo de energía, y que los costos de obra son importantes frente a la potencia demandada, tal es el caso de los servicios rurales, estas consideraciones han hecho que las zonas rurales dispongan de poco desarrollo en la distribución eléctrica, siendo la misma el pilar de una mejor calidad de vida y el motor del desarrollo económico de dichas zonas

Es por ello que se desarrolló e implementó alternativamente el sistema de retorno por tierra (MRT) para extensiones monofásicas, cabe aclarar que estas líneas se utilizaran solo como derivaciones de las troncales trifásicas. De esta manera se da solución tanto a un solo usuario de poca demanda a pocos kilómetros de un trayecto troncal, como a varios grupos de usuarios distantes, ofreciendo una alternativa para el desarrollo de la vida cotidiana, como el progreso en las actividades productivas rurales.

El diseño de Líneas y Redes Primarias comprende también etapas previas al diseño propiamente dicho, el cual consiste la determinación de la Demanda Eléctrica del proyecto (que define el tamaño o capacidad), análisis y definición de la Configuración Topológica del Sistema, selección de los Materiales y Equipos. El diseño propiamente se efectúa cuando se ha definido la topografía, tanto de las líneas primarias como de las redes. El diseño comprende: cálculos eléctricos, cálculos mecánicos, cálculo de Cortocircuito y coordinación de la protección y otros. Estos análisis forman parte de los cálculos justificativos del diseño de las líneas y redes primarias, para los proyectos eléctricos.

1.3. Método de elaboración.

El sistema de distribución 22,9/13,2 kV fue normalizado en 1994 utilizando tecnología NRECA de EE.UU., considerando su sistema de aislamiento reducido, que nos permite utilizar el equipamiento con BIL = 170 kV hasta los 4000 msnm, y la utilización

de líneas monofásicas fase-tierra con neutro, adecuando tecnología brasileña, sistema que se aplica masivamente en el país en los diversos pequeños sistemas eléctricos PSE que se iniciaron en el Programa de Electrificación Rural de Electroperú a partir de los 70', y luego lo ha venido desarrollando la Dirección Ejecutiva de Proyectos del Ministerio de Energía y Minas DEP/MEM, luego de darse la ley general de electrificación rural N° 28749 esta dirección cambio de nombre a Dirección General de Electrificación Rural DGER.

Los sistemas 1Φ -13,2 ó 19 kV-MRT se derivan de los sistemas 22,9/13,2 kV y 33/19 kV puestos a tierra, con y sin neutro corrido, y permiten llevar en su estructura con un conductor de fase, y el retorno por la tierra, a distancias que van a los 70 y 150 km respectivamente.

En las subestaciones de distribución 1Φ f de 5, 10 y 15 kVA se plantea a futuro transformadores autoprottegidos, con el objetivo de reducir los costos inversión, montaje, operación y mantenimiento,

Para la elaboración de proyectos de electrificación rural existe una buena calidad de normas vigentes principalmente las de la Dirección General de Electricidad dependiente del Ministerio de Energía y Minas (DGE/MEM), el Código nacional de Electricidad – Suministro, Ley de concesiones eléctricas N° 25844 y su reglamento, Resoluciones ministeriales relativo a sistemas eléctricos en media tensión vigentes.

Adicionalmente, en forma complementaria, se han tomado en cuenta las normas internacionales NESC (National Electrical Safety Code), REA (Rural Electrification Association), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Norma Brasileña de Líneas de Transmisión, ANSI, IEC y otras.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

En este capítulo se hace respecto a este sistema eléctrico, una teoría breve conceptual más importante para la comprensión del sistema retorno por tierra desarrollado en el presente informe. La experiencia internacional y la peruana en el uso del sistema de retorno por tierra nos demuestran que son construidos con costos reducidos, puesto que tienen una construcción simplificada y los costos de mantenimiento y operación son menores.

2.1. Sistema monofásico retorno por tierra.

Este sistema^[8] obedece al criterio de sistema económicamente adaptado y está constituido por un solo conductor conectado a una de las fases, con tensión de alimentación de línea de 22,9 kV y de fase de 13,2 kV (figura 1.1). Este conductor se encuentra vinculado a un extremo de la bobina primaria del transformador monofásico del usuario, estando el otro extremo de la bobina rígidamente a tierra. Con esta configuración se logra el equivalente a un sistema monofásico con neutro metálico convencional.

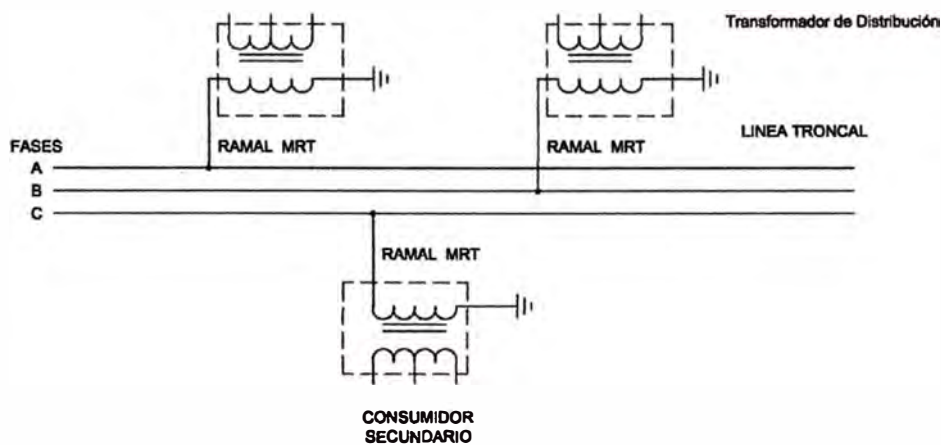


Figura 2.1. Diagrama MRT

Una cuestión interesante es como sería el comportamiento de retorno de corriente eléctrica por tierra, se ha comprobado que la electricidad retorna exactamente por debajo de la línea (es decir no acorta camino), formando capas cilíndricas de conducción superpuestas, aumentando el diámetro según aumente la resistividad del terreno. Todo esto al efecto de minimizar la energía reactiva inductiva del sistema.

Este sistema tiene como limitante el que debe ser alimentado de un sistema convencional que tenga el neutro aterrizado, es decir, no puede ser un secundario delta del transformador sino un secundario estrella. Otro inconveniente que se verá no es tal, es que el servicio que produce es monofásico. Sin embargo esto no es impedimento para alimentar cargas trifásicas (motores) empleando convertidores, con lo que se puede desarrollar la agroindustria y pequeños talleres.

2.2. Puesta a tierra.

El sistema MRT es considerado seguro, confiable y de bajo costo, en la condición que los aspectos de seguridad y puesta a tierra sean correctamente instalados. Los criterios aplicados por la DGE/MEM para la definición de la configuración de las puestas a tierra en subestaciones de distribución, son los siguientes:

Para la mejor protección del transformador de distribución contra las sobretensiones de origen atmosférico, el pararrayos debe estar ubicado lo más cerca posible al equipo, y su borne de tierra debe estar conectado al tanque del transformador; en la norma DGE de armados se presenta la disposición de los pararrayos y las formas de conexión a tierra recomendadas por la Guía de aplicación de Pararrayos ANSI Std C62.22 1997.

El numeral 5.1.3 de la norma de transformadores de distribución ANSI C57.12.20-1974 establece que los terminales neutros de los transformadores monofásicos, tanto del lado de media tensión como el de baja tensión deben unirse mediante pernos al tanque del transformador; como se puede apreciar, esta configuración es compatible con lo expresado en el párrafo anterior para la adecuada conexión del pararrayos.

De lo expresado en los párrafos anteriores se concluye que en el tanque del transformador se deben unir los neutros de la media y la baja tensión y el borne de tierra del pararrayos y, para evitar que existan diferencias de potencial entre el tanque del transformador y tierra, debe existir una sola conexión entre éstos

La resistencia de las puestas a tierra de las subestaciones de distribución monofásicos de sistemas con retorno por tierra, sin tomar en cuenta las de la red

secundaria, deben tener los siguientes valores de acuerdo a la potencia de los transformadores:

Para transformador de 5 kVA una resistencia de 25 Ohm.

Para transformador de 10 kVA una resistencia de 25 Ohm.

Para transformador de 15 kVA una resistencia de 20 Ohm.

Para transformador de 25 kVA una resistencia de 15 Ohm.

En lo que respecta al mantenimiento este sistema se debe tener especial atención a la puesta a tierra, ya que esta es la que realiza el cierre del circuito eléctrico haciendo de neutro de la línea. Es por esta razón que se deben realizar en este punto mantenimientos preventivos y correctivos (si fuesen necesarios), periódicos de modo tal de asegurar que las prestaciones mínimas exigidas para el correcto funcionamiento del sistema, las cuales deben permanecer en el tiempo lo más constante posibles.

2.3. Capacidad de corriente.

Se cuenta con el informe llamado^[18] “Problemática de calidad de suministro en los sistemas eléctricos rurales”, desarrollado por Osinegmin en 2010, el cual indica en la pagina 88 que la capacidad de transporte de corriente de los sistemas de distribución MRT no supera el valor de 8 A (61 kVA).

2.4. Implementación.

En el contexto de la electrificación rural^[10] para los países en desarrollo, el sistema MRT es la tecnología ideal hacer empleada en las etapas iniciales de la electrificación. El tema más importante es planificar la red previendo su modificación futura de MRT a redes de distribución con dos conductores y luego a tres conductores (trifásica). La modificación futura incluye el uso de materiales y equipos comunes que permanecen en servicio en tanto la demanda se desarrolla y el coeficiente de electrificación se incrementa.

Previamente antes de elaborar el proyecto de electrificación se hará el estudio de pre inversión a nivel de perfil, según lo establecido por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) y presentarlo a la institución que lo va a financiar. También se debe gestionar ante la entidad concesionaria la factibilidad eléctrica y punto de conexión, previo a desarrollar el estudio.

CAPITULO III

DESARROLLO DE INGENIERIA DE UNA APLICACIÓN

3.1. Memoria descriptiva.

3.1.1. Introducción.

El presente proyecto comprende el estudio definitivo de la línea, redes eléctricas de distribución primaria y subestaciones; el mismo que ha sido desarrollado tomando en consideración los criterios del sistema económicamente adaptado.

3.1.2. Generalidades.

a) Ubicación y características geográficas.

Los caseríos a ser electrificados son Patara, Pukyunga, Colcabamba y Ogueranra, los cuales se encuentran ubicados en el distrito de Fidel Olivas Escudero, provincia de Mariscal Luzuriaga, región de Ancash.

b) Características geográficas.

La zona en mención se encuentra a una altura promedio de 3300 m.s.n.m. Posee una topografía un poco moderada, presentando una vegetación liviana; la zona es ligeramente variable por los microclimas que existen en la zona que se puede describir con un clima templado y seco durante todo el año, las precipitaciones pluviales son frecuentes y abundantes entre los meses de noviembre a abril, la temperatura promedio llega a 20°C, y la mínima llega a 8°C información obtenida de la estación meteorológica del SENAMHI, ubicada en la localidad de Parco, Provincia de Pomabamba la cual no funciona actualmente pero tiene registros de los años en que funcionó.

c) Vías de Acceso.

Las vías de acceso hasta la zona del proyecto se puede describir primeramente de Huaraz a Yungay con una vía asfaltada y una distancia de 52 km, seguido del tramo de Yungay hasta Piscobamba con una vía afirmada de 215 km, seguido de otro tramo de Piscobamba a Colcabamba con una vía afirmada de 10 km; haciendo un total de 277 km.

d) Aspecto económico productivo.

La principal actividad económica de la población es mayormente la agricultura, la

ganadería y la actividad comercial, teniendo una menor incidencia la actividad artesanal.

3.1.3. Alcances del proyecto.

El proyecto presente tiene como finalidad electrificar los caseríos siguientes mostrados en la TABLA N° 3.1.

TABLA N° 3.1. Datos de los caserios a electrificar.

| N° | CASERIO | LOTES | C.E. | UTM (E) | UTM (N) | COTA |
|----|------------|-------|------|---------|---------|---------|
| 01 | PATARA | 58 | 02 | 247812 | 9033518 | 3515,60 |
| 02 | PUCYUNGA | 21 | 01 | 244843 | 9033364 | 3372,00 |
| 03 | COLCABAMBA | 45 | 02 | 242776 | 9032649 | 3265,00 |
| 04 | OGUERANRA | 30 | 02 | 242956 | 9030900 | 3715,00 |
| | TOTAL | 154 | 07 | | | |

Siendo la población beneficiada un promedio de 1000 habitantes. La ubicación de las coordenadas UTM son como referencia la ubicación de las subestaciones.

3.1.4. Descripción del proyecto.

El presente proyecto está comprendido por lo siguiente:

- Tensión nominal 13,2 kV
- Sistema Monofásico retorno tierra (MRT)
- Longitud 13,03 km
- Sistema monofásico 11,94 km, 35mm², monofásico
- Conductor Aleación de aluminio
- Soportes Postes de madera tratada clase 6-D, pino canadiense
- Aislamiento Aisladores de suspensión de porcelana para 22,9 kV y aisladores tipo PIN 56-2
- Disposición Vertical.
- Crucetas Madera dura tratada de 4"x5", medidas especificadas en el plano de distribución
- Seccionadores Tipo Cut Out, 27 kV, 100A, 170 kV BIL
- Pararrayos Tipo oxido de zinc, 21 kV, 10kA, 170 kV BIL

Para abastecer de energía eléctrica a estas comunidades se ha calculado los siguientes transformadores monofásicos con una relación de transformación de 13,2/0,44-0,22 kV:

- PATARA 1 Transformador 15 kVA, BIL interno 125 kV, BIL externo 170 kV.
- PUCYUNGA 1 Transformador 15 kVA, BIL interno 125 kV, BIL

| | |
|------------|---|
| | externo 170 kV |
| COLCABAMBA | 1 Transformador 15 kVA, BIL interno 125 kV, BIL externo 170 kV. |
| OGUERANRA | 1 Transformador 15 kVA, BIL interno 125 kV, BIL externo 170 kV. |

3.1.5. Impacto Ambiental.

La electrificación rural tiene este momento un impacto ambiental de carácter básicamente social; la población percibe la electrificación como un servicio que eleva el nivel de vida de su familia y su continuidad.

Se ha considerado para el proyecto de las líneas y redes primarias, un sistema de distribución de tal manera que cause el mínimo impacto en el ambiente, seleccionando rutas que en lo posible tratando de no afectar los terrenos de cultivo, y áreas forestales.

Influencia de la obra sobre el medio ambiente.

Por su naturaleza y el nivel de tensión adoptados, las líneas, redes primarias y su estaciones no producen efectos contaminantes en la atmósfera, el agua, ni los suelos, tampoco altera negativamente los costumbres de los lugareños; no los desplaza; de su normal habitad ni las daña en lo mínimo con respecto a su salud.

Los soportes de la línea en mención han sido ubicados en lugares adecuados evitando colocación en la ribera de los ríos, terrenos deleznable. En conclusión se ha tomando las consideraciones de la composición geológica del servicio.

3.1.6. Financiamiento.

El financiamiento de las obras del proyecto provendrá de recursos del estado a través del Gobierno Regional Ancash con gestiones a través de los gobiernos locales y de los comités de electrificación actualmente se tiene la viabilidad el presente proyecto a través de un perfil presentado a dicha institución.

3.1.7. Bases de diseño.

El proyecto se ha elaborado tomando como referencia la siguiente:

El Código Nacional de electricidad y normas DGE/MEM para proyectos de electrificación rural ley 28749 en la cual establece normas específicas de diseño y construcción adecuados a las zonas rurales y de acuerdo al punto de factibilidad emitido por HIDRANDINA- sede en Huaraz.

Normas de DGE//MEM

Normas ITINTEC.

Normas y recomendaciones internacionales

Se consideran las siguientes parámetros:

Caída de tensión máxima permisible en el Terminal más desfavorable de la línea primaria en la zona rural inferior al 6% de la tensión nominal.

Las pérdidas de potencia en todo debe ser inferior al 3%.

3.1.8. Cálculo de la máxima demanda de potencia.

La proyección de la población se determinó en base a los censos de pobladores y vivienda de los años 2005 y datos de campo. También se determinó a los catastros de cada localidad. La tasa de crecimiento adoptada para la población es de 2,30% que corresponde a la zona, datos del INEI.

El coeficiente de electrificación se ha establecido entre 0,50 para el año inicial y 0,85 para el año 10 del proyecto de acuerdo a las características propias de cada localidad pero que son similares.

Para la determinación del consumo unitario doméstico se ha empleado la norma legal aprobada por DGE “calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de Subsistemas de distribución secundaria”, Resolución Ministerial N° 531 -2004-MEM/DM. cuadro N° 2 Calificación eléctrica para la elaboración de proyectos de subsistemas de distribución secundaria de acuerdo a la R..D. N° 015-2004-EMDGE. En nuestro caso la zona es un centro poblado y rural con cierta envergadura poblacional, considerado sector de distribución típico 3 (250 w/lote), suministro monofásico. Proyectado a 10 años hacia el futuro y considerando pérdidas que ocasionaría el transformador (5%).

El análisis de la demanda se ha efectuado clasificando por sectores, los cuales son el sector doméstico, cargas especiales, alumbrado público y las pérdidas.

En el cuadro del ANEXO A está el cuadro de resultados del cálculo de la máxima demanda

3.2. Cálculos justificativos.

3.2.1. Cálculo eléctrico.

a) Generalidades.

Todos los cálculos se han desarrollado en base al Código Nacional de Electricidad, normas vigentes^[7] y disposiciones relacionados con este propósito.

b) Nivel de aislamiento.

El sistema debe soportar las tensiones de operación nominal y además, aquellas sobretensiones momentáneas que pueden ser de origen externo o interno sin que llegue a producir flameo. Considerando que las instalaciones se hallan a la intemperie y que la

altura promedio es de 3300 msnm, el nivel de aislamiento seleccionado para los equipos deberá tener presente estas condiciones así como el sistema de puesta a tierra.

Las características de aislamiento para la tensión adoptada son:

- Tensión nominal del sistema 3 ϕ 22,9/13,2 kV – 1 ϕ 13,2 kV.
- Tensión máxima del sistema 24,0 kV
- Clase de aislamiento 125 kV BIL interno, 170 kV BIL externo
- Tensión no disrruptiva al impulso 170 kV
- Tensión no disrruptiva a 60 Hz impulso 66 kV

La altura de operación promedio es de 3300 msnm, por tanto, es necesario establecer el factor de corrección por altitud, el mismo que viene dado por la expresión 3.1:

$$Fh = 1 + 1,25(H - 1000) * 10^{-4} \quad (3.1)$$

Donde

Fh: Factor de corrección por altitud

H: Altura sobre el nivel del mar (msnm)

Fh: 1,2875

c) Distancias eléctricas de seguridad

- Distancia mínima de los conductores al terreno.

$$H_{max} = 5,3 + \sqrt{\frac{U * Fh}{150}} \quad (3.2)$$

Donde:

H_{min}: Distancia mínima de los conductores al terreno (m)

U: Tensión nominal de línea (22,9kV)

H_{min}: 5,46 m

Según tabla 232-1 del CNE - Suministro la distancia entre conductores y vías secundarias (10. calles y caminos en zonas rurales) es de 5,50 m^[1].

Con el objeto de asegurar el aislamiento de las fases ante el riesgo de cortocircuitos se han tomado en cuenta las recomendaciones del código americano de seguridad eléctrica (NESC), el que considera la distancia mínima entre fases en el punto medio del vano máximo y de acuerdo al CNE - Utilización, nos da el siguiente valor para la tensión de 750V a 23 kV a lo largo de calles y caminos en zonas rurales^[1]:

$$H=0,50+f_{max}+h+H_e \quad (3.3)$$

$$H_e=H/10+0,60 \quad (3.4)$$

Donde:

| | |
|-------|---|
| H: | Altura de poste en m. |
| Fmax: | Flecha máxima en m. |
| h: | Altura mínima sobre la superficie (6m.) |
| He | Altura de empotramiento en m. |
| | He=1,80 m. |
| | fmax=3,60 m (35mm ²) |
| | H=11,90 m. |
| | H=12 m. |

- Distancia mínima de los conductores entre sí.

La separación mínima en (m) a la mitad del vano debe ser, para conductores menores de 35 mm², el valor dado por la siguiente fórmula:

$$D = 0,0076UnFn + K * \sqrt{f - \delta} \quad (3.5)$$

Donde:

| | |
|-----|--|
| D: | Separación entre conductores (m). |
| K: | Coefficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento (K=0,65). |
| f: | Flecha máxima en m (3,60m, 35mm ²). |
| δ: | Longitud (m) de la cadena de suspensión (0,55m), para aisladores rígidos δ=0. |
| U: | Tensión nominal línea (22,9kV). |
| Fh: | Factor de corrección por altitud (1,278) |

$$D=0,99 \text{ m}$$

- Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y sus estructuras soportadoras

Esta distancia en m, con un mínimo de 0.20 m, no será inferior a:

$$d_{min} = 0,10 + \sqrt{\frac{U * Fh}{150}} \quad (3.6)$$

Donde:

| | |
|-------|---|
| Dmin: | Distancia mínima entre los conductores y sus apoyos (m), valor Mínimo 0,20 m. |
| U: | Tensión nominal línea (22,9kV). |
| Fh: | Factor de corrección por altitud (1,278) |

$$D_{min}=0,295 \text{ m}$$

d) Parámetros de la línea.

- Resistencia eléctrica

Considerando la temperatura de trabajo del conductor se tiene:

$$R_2 = R_1(1 + \alpha (T_2 - T_1)) \quad \Omega/km \quad (3.7)$$

Donde:

R₂: Resistencia a 40°C

R₁: Resistencia a 20°C

α : Coeficiente de dilatación térmica a 20°C

T₁ Temperatura (20°C)

T₂ temperatura de operación del conductor (40°C)

- Reactancia inductiva.

Se considera sistema trifásico (existente) de 3 hilos y se calcula con las siguientes fórmulas:

$$X = 2 * \pi * f * L \quad (3.8)$$

Donde:

F: Frecuencia (60 Hz)

LL: Inductancia del conductor en Hr/km.

$$L_L = 2 * Ln \left(\frac{D_m}{r'} \right) * 10^{-4} \quad (3.9)$$

D_m Distancia media geométrica en mm.

r': Radio equivalente del conductor en mm.

$$D_m = \sqrt[3]{d_1 * d_2 * d_3} \quad (3.10)$$

Haciendo los cálculos respectivos:

d₁ :1190 mm

d₂ :1190 mm

d₃ :2200.00 mm

D_m :1461 mm

d₁, d₂, d₃: Distancia triang. entre conductores en mm.

K: Factor de corrección 0,4642 para N° de hilos 7 y 0,4875 para 19

Hilos

$$r' = K * \sqrt{S} \quad (3.11)$$

$$r' = 0,4642 * \sqrt{S} \quad (3.12)$$

S: Sección del conductor en mm².

Se considera sistema monofásico retorno por tierra MRT (proyectado) de 1 hilo y se calcula con las siguientes fórmulas:

$$X_{LT} = 0,1734 * \text{Log} \left(\frac{De}{Ds} \right) \quad (3.13)$$

$$De = 85 * \sqrt{\rho} \quad (3.14)$$

$$Ds = 2,117 * r' \quad (3.15)$$

X_{LT} : Reactancia inductiva, en Ω/m

De: Diámetro equivalente, en m

Ds: Radio equivalente del conductor, en m

ρ : Resistividad eléctrica del terreno, se considera 250 ohm-m

r' : Radio del alambre del conductor: (40°C)

e) Caída de tensión y pérdida de potencia.

Las caídas de tensión y pérdidas de potencia para el caso sistema trifásico (existente) se calcularán haciendo uso de los parámetros indicados anteriormente y las fórmulas siguientes:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I_n * L * (R_L \cos\varphi + X_L \text{sen}\varphi) \quad (3.16)$$

Donde:

$\Delta V_{3\phi}$: caída de tensión 3 ϕ en Volt

L: Longitud (Km)

I: Corriente nominal (A)

VL: Tensión de línea (KV)

R_{40} : Resistencia a 40°C($\Omega/Km.$)

$X_{L3\phi}$: Reactancia Inductiva 3 ϕ

φ : Angulo de factor de potencia

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{10 * V_L} \quad (3.17)$$

Donde:

$\Delta V\%$: Porcentaje de caída de tensión 3 ϕ

Las caídas de tensión y pérdidas de potencia para el caso sistema monofásico retorno por tierra MRT (proyectado) se calcularán haciendo uso de los parámetros indicados anteriormente y las fórmulas siguientes:

$$\Delta V_{1\phi} = I * L * (R_t \cos\varphi + X_t \text{sen}\varphi) \quad (3.18)$$

Donde:

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| $\Delta V_{1\phi}$: | caída de tensión 1Ø en Volt |
| L: | Longitud (km) |
| I: | Corriente nominal (A) |
| Vfn: | Tensión de fase a neutro (kV) |
| R ₄₀ : | Resistencia a 40°C(Ω/km.) |
| Xt: | Reactancia Inductiva 1φ |
| φ: | Angulo de factor de potencia |

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{10 * V_{fn}} \quad (3.19)$$

Donde:

$\Delta V\%$: Porcentaje de caída de tensión 1Φ

Características del conductor

Los conductores serán de aleación de aluminio, cableado y tendrán las siguientes características

| | |
|--|---------------------|
| - Sección mm ² | 35 |
| - Número de hilos | 7 |
| - Diámetro exterior mm | 7,50 |
| - Peso kg./km. | 94 |
| - Carga de rotura kg. | 1055 |
| - Resistencia eléctrica a 20°C Ohm /km. | 0,966 |
| - Módulo de elasticidad Kg/mm ² | 5700 |
| - Coeficiente de dilatación lineal /°C | 23x10 ⁻⁶ |
| - Capacidad de corriente A | : 165 |
| - Norma de fabricación | : ASTM B231 |

La TABLA N° 3.2 adjunta muestra los valores de los parámetros para la sección del conductor a adoptarse en la configuración del sistema MRT.

TABLA N° 3.2. Datos de los caserios a electrificar.

| PARAMETROS | |
|---------------------------|----------|
| Sección | 35 |
| Diámetro | 0,966 |
| Resistencia a 20°C (Ω/km) | 1,0355 |
| Resistencia a 40°C (Ω/km) | 1,344 |
| De (m) | 0,002646 |
| Ds (m) | 0,9894 |
| Xlt (Ω/km) | |

Es oportuno señalar que por tratarse de cargas de tipo rural se ha considerado un límite máximo admisible de caída de tensión del 6% según la referencia del C.N.E. ítem 2.1.3. y 3% de pérdidas en la red.

Las pérdidas de potencia para el caso sistema trifásico (existente) se calcularán haciendo uso de los parámetros indicados anteriormente y las fórmulas siguientes:

$$P_p = 3 * R_L * L * I_n^2 \quad (3.20)$$

Donde:

| | |
|---------|-------------------------------------|
| P_p : | Perdida de potencia en W |
| L : | Longitud de la línea (km) |
| I_n : | Corriente nominal (A) |
| R_L : | Resistencia a 40°C (Ω /km.) |

Las pérdidas de potencia para el caso sistema monofásico (proyectado) se calcularán haciendo uso de los parámetros indicados anteriormente y las fórmulas siguientes:

$$P_p = R_L * L * I_n^2 \quad (3.21)$$

Donde:

| | |
|---------|-------------------------------------|
| P_p : | Perdida de potencia en W |
| L : | Longitud de la línea (km) |
| I_n : | Corriente nominal (A) |
| R_L : | Resistencia a 40°C (Ω /km.) |

La caída de tensión y pérdidas de potencia han sido calculados haciendo uso de excel, haciendo uso para ello de los parámetros y formulas indicadas anteriormente.

Niveles de corriente.

Para el dimensionamiento del alimentador usamos las siguientes fórmulas:

$$I_n = \frac{S}{V_n} \quad (3.22)$$

Donde:

| | |
|---------|-----------------------------------|
| S : | Potencia en kVA. |
| V_n : | tensión de fase del sistema en kV |

Consideramos la potencia instalada del transformador con un margen de sobrecarga:

| | |
|--------------------|------------------------------|
| Potencia instalada | 90 kVA (para el sistema MRT) |
| Factor de potencia | 0,90 retraso |
| Tensión nominal | 13,2 kV |

$$I_n = 90 / 13,2 = 6,8181 \text{ A}$$

$$I_d = 1,50 * 6,8181$$

$$I_d = 10,227 \text{ A}$$

Considerando los cálculos de la demanda máxima total se determina el resultado y la corriente nominal del conductor de Aluminio de 35 mm² de sección, es de 165 A, el cual cumple suficientemente esta condición.

Consideraciones para el cálculo de la caída de tensión y pérdidas de potencia.

Debemos hacer los cálculos desde el centro de transformación hasta el punto más alejado, que en nuestro caso es la subestación proyectada, este sistema es también llamado PSE Pomabamba.

El centro de transformación es la Central Hidroeléctrica de Pumacucho, la cual distribuye la energía generada, a través de dos transformadores elevadores de tensión, uno antiguo de 320 kVA y el reciente inaugurado de 1250 kVA.

La línea que sale de Pumacucho (CT), llega a Pomabamba (PO), con una distancia de 1,80 km, con conductor de Aleación de Aluminio AAAC de 70 mm² de sección. En este punto sale una línea de subtransmisión a Piscobamba, con una distancia de 12,5 km, con conductor de Aleación de Aluminio AAAC de 70 mm² de sección, y la otra hacia Huayllan.

De la línea de subtransmisión a piscobamba sale una derivación a Tocana, con una distancia de 8,0 km, con conductor de Aleación de Aluminio AAAC de 35 mm² de sección: de Tocana salen dos derivaciones hacia Sisco y Parco, con una distancia de 7,0 km, con conductor de Aleación de Aluminio AAAC de 35 mm² de sección.

En nuestro caso para la caída de tensión continuamos calculando desde el punto de alimentación, cuyo conductor es de Aleación de Aluminio de 35 mm² de sección.

Para los cálculos consideraremos el sistema a plena carga, y por tanto la distribución de la energía se muestra en el diagrama unifilar de la figura en el ANEXO B.

Haciendo los cálculos de caída de tensión y pérdidas de potencia desde el punto de alimentación, hasta la SAM diseñada con conductor de 35 mm², obtenemos los siguientes cuadros mostrados en el ANEXO C.

f) Potencia de cortocircuito.

Considerando implementadas la central hidroeléctrica de Pomabamba confirme viene proyectando el ministerio de energía y minas.

Datos:

Generadores:

$$PG1=PG2=664 \text{ kVA}$$

$$PG3=918 \text{ kVA}$$

$$V_g=0,40 \text{ kV}$$

Transformador: 2 MVA, YNd, 22,9/0,4 kV, Tcc=6,25%.

$$\text{Líneas 13,2 kV: AAAC 35mm}^2 \text{ R}=1,0355 \text{ } \Omega/\text{km} \text{ X}=0,9894 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Líneas 22,9 kV: AAAC 35mm}^2 \text{ R}=1,0355 \text{ } \Omega/\text{km} \text{ X}=0,4732 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$\text{Líneas 22,9 kV: AAAC 70mm}^2 \text{ R}=0,5435 \text{ } \Omega/\text{km} \text{ X}=0,4471 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Valores bases

| | |
|-------------------------|--------|
| $V_B(\text{kV})=0,40$ | 22,9 |
| $I_B(\text{A})=2886,75$ | 50,42 |
| $Z_B(\Omega)=0,08$ | 262,21 |
| $MVAB=2$ | 2 |

Reactancias equivalentes:

$$\text{Generador 1 y 2} \quad X_g=0,226 \text{ pu}$$

$$\text{Generador 3} \quad X_g=0,327 \text{ pu}$$

$$\text{Transformador} \quad X_t=0,0625$$

Sabemos que para falla trifásica

$$P_{cc}=\sqrt{3} \cdot V_n \cdot I_{cc} \quad (3.23)$$

$$I_{cc}=\frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (3.24)$$

Sabemos que para falla monofásica:

$$P_{cc}=V_n \cdot I_{cc} \quad (3.25)$$

$$I_{cc}=\frac{V_n}{2 \cdot Z} \quad (3.26)$$

Sabemos que la impedancia de los generadores y transformador es la siguiente:

$$Z_g=0,134 \text{ pu}$$

$$Z_t=0,0625 \text{ pu}$$

$$Z_{t-g}=0,0134j+0,0625j=0,1965j \text{ pu}$$

Del diagrama unifilar de impedancias del ANEXO D, haremos el cálculo de impedancias.

Impedancia total hasta el punto de alimentación:

$$Z=Z_{t-g}+Z_1+Z_2+Z_3+Z_4 \quad (3.27)$$

$$Z_1=0,5435+0,4471j \quad \Omega/\text{km} \text{ (70mm}^2, 1,80\text{km)}$$

$$\begin{aligned}
Z_1 &= 0,9783 + 0,80478j && \Omega \\
Z_1 &= 0,003731 + 0,003069j && \text{pu} \\
Z_2 &= 0,5435 + 0,4471j && \Omega/\text{km} \text{ (70mm}^2\text{, 12,5km)} \\
Z_2 &= 6,7937 + 5,5887j && \Omega \\
Z_2 &= 0,025909 + 0,014437j && \text{pu} \\
Z_3 &= 1,0355 + 0,4732j && \Omega/\text{km} \text{ (35mm}^2\text{, 8km)} \\
Z_3 &= 8,2840 + 3,7856j && \Omega \\
Z_3 &= 0,031593 + 0,014437j && \text{pu} \\
Z_4 &= 1,0355 + 0,4732j && \Omega/\text{km} \text{ (35mm}^2\text{, 7km)} \\
Z_4 &= 7,2485 + 3,3124j && \Omega \\
Z_4 &= 0,027644 + 0,012633j && \text{pu}
\end{aligned}$$

Luego la suma de la impedancia total:

$$Z = 0,1965j + 0,088777 + 0,051453j$$

$$Z = 0,088777 + 0,247953j$$

$$Z = 0,2633 | 70,30^\circ$$

$$Z = 0,2633 * 262,21 = 69,04$$

$$I_{cc} = 22900 / (\sqrt{3} * 69,04) = 191,5023$$

$$P_{cc} = \sqrt{3} * 22900 * 191,5023 \text{ VA}$$

$$P_{cc} = 7595740,1 \text{ VA}$$

$$P_{cc} = 7,59 \text{ MVA}$$

Poder de ruptura hasta el punto de alimentación: 7,59 MVA

Impedancia total hasta la subestación más alejada:

$$Z_L = 1,0355 + 0,9894j \quad \Omega/\text{km} \text{ (35mm}^2\text{, 10,8376km)}$$

$$Z_L = 11,2223 + 10,7227j$$

$$Z_L = (11,2223 + 10,7227j) / 262,21 \text{ pu}$$

$$Z_L = 0,042799 + 0,040893j \text{ pu}$$

$$Z_{total} = 0,088777 + 0,247953j + 0,042799 + 0,040893j$$

$$Z_{total} = 0,131576 + 0,288846j$$

$$Z_t = 0,3174 | 65,51^\circ \text{ pu}$$

$$Z_t = 83,22 | 83,778^\circ \Omega$$

Para falla monofásica:

$$I_{cc} = 22900 / (2 * 83,22) \text{ A}$$

$$I_{cc} = 137,5871 \text{ A}$$

$$P_{cc}=22900*137,5871 \text{ VA}$$

$$P_{cc}=3150744,8 \text{ VA}$$

$$P_{cc}=3,15 \text{ MVA}$$

Poder de ruptura hasta el punto más alejado: 3,50 MVA.

3.2.2. Cálculo mecánico de los conductores.

a) Hipotesis de cálculo

Hipotesis I (máximo esfuerzo)

Temperatura (°C) -10

Velocidad del viento (km/h) 75

Hielo (mm) 0

Hipotesis II (templado)

Temperatura (°C) 20

Velocidad del viento (km/h) 0

Hielo (mm) 0

Hipotesis III (máxima flecha)

Temperatura (°C) 40

Velocidad del viento (km/h) 0

b) Ecuación de cambio de estado de los conductores

Tenemos las fórmulas

$$M = \sigma_1 - E \left[\alpha + \Delta t * \cos\varphi + \frac{1}{24} \left[\frac{W_{r1} * d}{\sigma_1 * A} \right]^2 * \cos\varphi^3 \right] \quad (3.28)$$

$$N = - \frac{E}{24} \left[\frac{W_{r2} * d}{A} \right]^2 * \cos\varphi^3 \quad (3.29)$$

$$N = \sigma_2^2 [\sigma_2 - M] \quad (3.30)$$

Donde:

- A: Sección del conductor en mm². = 35 mm²
- E: Modulo de elasticidad en kg/mm², = 5700 AAAC
- α : Coeficiente de dilatación lineal a 20°C en 1/°C =
 $\alpha=23*10^{-6}$
- Wc: Peso del conductor en kg./m. = 94 Kg./m.
- Wr: Peso resultante en kg./m.
- Δt : Variación de temperatura del conductor en °C
- d: Vano en m.
- σ : Esfuerzo en el conductor en kg/m².

Φ : Angulo de desnivel.

Características del conductor de 35 mm² AAAC

Donde:

- A: Sección del conductor en mm². = 35 mm²
 E: Modulo de elasticidad en kg/mm², = 5700 (AAAC)
 α : Coeficiente de dilatación lineal a 20°C en 1/°C
 $\alpha=23*10^{-6}$
 W_c: Peso del conductor en kg./m. = 94 kg./km.
 W_r: Peso resultante en kg./m.
 Δt : Variación de temperatura del conductor en °C
 d: Vano en m.
 σ : Esfuerzo en el conductor en kg/m².
 φ : Angulo de desnivel.

c) Cálculo del peso resultante en los conductores en la hipótesis I

Tenemos las fórmulas:

$$W_r = 2\sqrt{(W_c + W_h)^2 + P_{vc}^2} \quad (3.31)$$

$$W_h = 0,0029 * (e^2 + e * \phi_c) \quad (3.32)$$

$$P_v = 0,0042 * V^2 \quad (3.33)$$

$$P_{vc} = P_v * \frac{\phi_{total}(mm)}{1000} \quad (3.34)$$

Donde:

- P_v: Presión del viento en kg/m².
 P_{vc}: Presión unitario del viento en el conductor en kg./m
 V: Velocidad del viento en km/h.
 W_h: Presión unitario del hielo en el conductor en kg./m.
 e: Costra de hielo en mm.
 ϕ_c Diámetro del conductor en mm.

d) Cálculo de la flecha

Tenemos las fórmulas:

$$T_0 = \sigma_0 * A \quad (3.35)$$

$$f = \frac{W_r * d^2}{8 * T_0} \quad (3.36)$$

Donde:

- To: Tiro horizontal en kg.
 σ_o : Esfuerzo horizontal en kg/mm²
 A: Sección del conductor en mm².
 W_r: Peso resultante en kg/m.
 d: Vano en m.

e) Esfuerzo admisible en la hipótesis I

Tenemos la fórmula:

$$\sigma_1 = \frac{T_r}{CS \cdot A} \quad (3.37)$$

Donde:

- Tr: Tiro de rotura en kg.
 CS: Coeficiente de seguridad = 3.
 A: Sección del conductor en mm².

$$\sigma_1 = 690,35 / (3 \cdot 35) = 9,60 \text{ kg/mm}^2.$$

f) Tabla de esfuerzos y flechas máximas de los conductores

Los resultados del recorrido del conductor de 35 mm² se muestran en el ANEXO E.

g) Calculo de vano básico

El vano básico lo calcularemos considerando todos los vanos de la línea de distribución a diseñarse de la fórmula general:

$$db = \sqrt{\frac{d_1^3 + d_2^3 + \dots + d_n^3}{d_1 + d_2 + \dots + d_n}} \quad (3.38)$$

Donde:

- Db: vano básico en m.
 Dn: Vanos de la línea en m.

Reemplazando:

$$db = 157,21 \text{ m}$$

Este valor es el resultado considerando vanos normales con un valor menor o igual a 201 m, por lo tanto redondeamos el valor obtenido a un valor práctico de:

$$Db = 150 \text{ m}$$

h) Tabla de Regulación y templado

Calcularemos las flechas para la hipótesis II (hipótesis de templado), de la fórmula de la flecha considerando la catenaria:

$$C = \frac{\sigma_0 * A}{Wr} \quad (3.39)$$

Donde:

- C: Parámetro de catenaria en m.
 σ_0 : Esfuerzo de templado (II) en kg/mm².
 A: Sección del conductor en mm².
 Wr: Peso resultante del conductor en kg/m.

$$f = \frac{d^2}{8 * C} \quad (3.40)$$

Donde:

- f: Flecha de templado en m.
 d: Vano considerado en m.

Haciendo los cálculos del esfuerzo y la flecha de la hipótesis II, para el vano básico y distintas temperaturas obtenemos el CUADRO N° 3.3:

CUADRO N° 3.3. Cuadro de esfuerzos de templado.

| Vano básico db=150 m, A=35 mm ² | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| t ₂ (°C) | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| σ_2 (kg/mm ²) | 7,0267 | 6,5022 | 6,0043 | 5,5369 | 5,1038 | 4,7077 | 4,3500 |
| t ₂ (°C) | 25 | 30 | 35 | 40 | | | |
| σ_2 (kg/mm ²) | 3,7472 | 3,4975 | 3,3271 | 3,2781 | | | |

Una vez calculado los esfuerzos y flechas para la hipótesis II, consideraremos para el templado que el tiro de dos vanos diferentes que.

$$Td1 = Td2 \quad (3.41)$$

$$fd2 = fd1 * \frac{d2^2}{d1} \quad (3.42)$$

Haciendo los cálculos obtenemos la tabla de regulación y templado la cual es mostrada en el ANEXO F.

3.2.3. Cálculo mecánico de estructuras.

a) Cálculo de longitud de poste

Tenemos los siguientes datos:

- Distancia a la cima (Ult. Cond.) 0,50 m
- Longitud libre para flecha 3,60 m
- Alt. Mínima al piso del último conductor 6,00 m
- Longitud de empotramiento t

De la fórmula:

$$t=(H/10)+0,60 \quad (3.43)$$

$$H=0,50+3,60+6,00+(H/10)+0,60 \quad (3.44)$$

$$(9L/10)=10,70$$

$$H=11,89 \text{ m}$$

$$t=1,20+0,60 \quad (3.45)$$

$$t=1,80 \text{ m}$$

Longitud de empotramiento $t=1,80 \text{ m}$.

Po tanto selecciono poste 12 metros, clase 6, grupo D.

b) Fuerzas y momentos debido al viento sobre conductores

Los cálculos son para estructura de alineamiento:

$$P_v = 0,0042 * V^2 \quad (3.46)$$

$$F_{vc} = P_v * \frac{\phi_{ext}(mm)}{1000} * Vano \quad (3.47)$$

Donde:

Pv: Presión del viento viento en kg/m²

Fvc: Fuerza del viento en el conductor en kg.

V: Velocidad del viento en km/h.

ϕ_{ext} : Diámetro total del conductor mas costra de hielo en mm:

Mc: Momento del viento en el conductor

TABLA 3.4. Momento del viento en el conductor.

| COND. N° | S (mm ²) | ϕ_{ext} (mm) | Wc (kg/m) | VANO (m) | PESO (kg) |
|--|-----------------------|------------------------|----------------|----------|-----------|
| 1 | 35 | 7,50 | 0,094 | 150 | 14,10 |
| | | | | Pc = | 14,10 |
| Pc : Peso de conductores | | | | | |
| Pc = | 14,1 | kg. | | | |
| COND. N° | DISTANCIA AL PISO (m) | FUERZA DEL VIENTO (kg) | MOMENTO (kg-m) | | |
| 1 | 10,20 | 26,5781 | 271,0969 | | |
| | | Mc = | 271,0969 | | |
| Mc : Momento del viento en el conductor. | | | | | |
| Mc = | 271,0969 | kg-m | | | |

Mc: Momento del viento en el conductor =271.0969 kg-m (35mm²).

c) Fuerzas y momentos debido al viento sobre el poste

La fuerza debido al viento tenemos a la fórmula:

$$F_{vc} = \left(\frac{d_0+d}{2} \right) * h * P_v \quad (3.48)$$

Donde:

| | | |
|-----|-----------------------------|---------------------------------|
| do: | Diámetro en la punta: | do = 127 mm. |
| D: | Diámetro a nivel de tierra: | d = 238 mm. |
| H: | Altura libre del poste | h = 10,20 m. |
| Pv: | Presión del viento | Pv = 23,625 kg/m ² . |

$$F_{vp}=43,9779 \text{ kg}$$

Punto de aplicación de la fórmula:

$$Z = \frac{h}{3} * \left(\frac{d+2d_0}{d+d_0} \right) \quad (3.49)$$

$$Z=4,5830 \text{ m.}$$

El momento debido al viento tenemos la fórmula:

$$M_{vp}=F_{vp}*Z \quad (3.50)$$

$$M_{vp}=201,5507 \text{ kg-m.}$$

d) Fuerza reducida en la punta del poste (a 0,30 m).

La fuerza reducida a 0,30m de punta tenemos la fórmula de momentos:

$$F_p = \left(\frac{M_0}{h-0,30} \right) \quad (3.51)$$

$$M=M_c+M_{vp} \quad (3.52)$$

Donde:

| | | |
|------|-------------------------------|----------------------|
| Mc: | Momento viento sobre el cond. | Mc= 271,0969 kg. – m |
| Mvp: | Momento viento sobre poste: | Mvp= 201,5507 kg. –m |
| M: | Momento equivalente: | M= 472,6476 kg. – m. |
| | Fp=47,7422 kg. | |
| | Coficiente de seguridad | : 3 |
| | Fuerza nominal | =143,2266 kg. |

CLASE 6 – Carga rotura por flexión estática = 680 kg.

e) Esfuerzo en cima de tierra por viento y conductores (Rv) y esfuerzo por cargas verticales (Rc).

Esfuerzo en cima de tierra por viento y conductores (Rv), tenemos las fórmulas:

$$R_v = \frac{M}{3,13 \cdot 10^{-5} \cdot C^3} \quad (3.53)$$

$$C = \pi \cdot d \quad (3.54)$$

Donde:

- C: Circunferencia a nivel de tierra en cm.
 D: Diámetro del poste a nivel de tierra en cm.
 M: Momento equivalente debido al viento en kg-m

$$C = 74,80 \text{ cm}$$

$$R_v = 36,0818 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo por cargas verticales (R_c), tenemos las fórmulas:

$$R_c = \frac{P}{S} \left(1 + \frac{K \cdot h^2 \cdot S}{\mu \cdot I} \right) \quad (3.55)$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.56)$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (3.57)$$

Donde:

| | | | |
|----|---------------------|------------------|------------|
| P: | Fuerzas verticales: | Crucetas | 20,00 |
| | | Aisladores | 20,00 |
| | | Accesorios | 20,00 |
| | | Personal mant. | 80,00 |
| | | Peso conductores | 15,00 |
| | | Peso poste | 250,00 |
| | | ---- | |
| | | P= | 405,00 kg. |

- K: Coeficiente de la madera = 2
 μ : Coeficiente de fijación = 0,25
 S: Sección en el empotramiento.

$$S = 444,88 \text{ cm}^2$$

- h: Altura libre del poste = 10,20 m.

- I: Momento de inercia

$$I = 15749,8973 \text{ cm}^4$$

$$R_c = 22,3130 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo total en cima de tierra será:

Rtotal: Esfuerzo total

$$R_{total} = R_v + R_c \quad (3.58)$$

$$R_{total} = 58,3948 \text{ kg/cm}^2$$

Los postes escogidos del Grupo D tienen Esfuerzo máximo de flexión de 501 a 600 kg/cm², por tanto cumplen esta condición.

f) Estructuras para distintos ángulos.

Tenemos las fórmulas para el cálculo de la fuerza en la punta:

$$M_c = M_{co} \cdot \cos(\alpha/2) + 2(T_{max1} \cdot l_1) \cdot \sin(\alpha/2) \quad (3.59)$$

$$M = M_c + M_{vp} \quad (3.60)$$

$$F_p = \frac{M}{(h-0,3)} \quad (3.61)$$

Donde:

l₁: Distancia del conductor al piso en m.

M: Momentos en kg-m.

T_{max}: Tiro máximo del conductor en kg.

TABLA 3.5. Fuerzas en la punta.

| | | | | | | |
|---------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| T _{max1} = | 301,43 | kg | | | | |
| M _{co} = | 271,10 | kg-m | | | | |
| M _{vp} = | 201,55 | kg-m | | | | |
| h = | 10,20 | m | | | | |
| l ₁ = | 10,20 | m | | | | |
| M | 472,65 | | | | | |
| ANGULO ° | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| F _p (kg) | 47,74 | 74,81 | 101,77 | 128,58 | 155,18 | 181,53 |
| ANGULO ° | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| F _p (kg) | 207,57 | 233,25 | 258,53 | 283,35 | 307,68 | 331,45 |
| ANGULO ° | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
| F _p (kg) | 354,64 | 377,18 | 399,05 | 420,20 | 440,59 | 460,17 |
| ANGULO ° | 90 | 33,71 | | | | |
| F _p (kg) | 478,92 | 226,67 | | | | |
| A partir de | 33,71 ° las estructuras llevarán retenidas. | | | | | |
| | En el proyecto existen estructuras de alineamiento y de anclaje, cuyas retenidas se muestran en el plano | | | | | |

..

g) Cálculo de retenida.

Para compensar los esfuerzos debido a ángulos, con esfuerzos mayores a los 226.67 kg., en los postes del sistema de utilización se usarán retenidas, cuyas características son:

| | | |
|---|------------------------------------|-------------------|
| - | Material | Acero galvanizado |
| - | Nro. de hilos | 7 |
| - | Diámetro del cable | 10 mm |
| - | Factor de seguridad | 2 |
| - | Altura de la fuerza aplicada (He) | 10,10 m. |
| - | Altura de la retenida aplicada(Hr) | 9,95 m. |
| - | Longitud del poste | 12 m |
| - | Angulo entre el poste y cable | 37° |
| - | Fuerza aplicada | |
| - | Poste terminal | 3132,20 Kg. |
| - | Poste de cambio de dirección | Variable |
| - | Coeficiente de seguridad | 2 |
| - | Tiro máximo de la retenida (Kg.) | |
| - | 25 mm2 | 3314,09 |

Para el cálculo de los postes terminales y de cambio de dirección tenemos las fórmulas:

$$F_p = \frac{Tr * \text{sen} \varphi}{CS} * \frac{Hr}{He} \quad (3.62)$$

Donde:

- Tr: Tiro de trabajo de la retenida.
 Hr: Altura de la retenida.
 He: Altura equivalente a 0,10 m de cima.
 Fp: Fuerza equivalente en la punta.
 φ : 37°
 CS: Coeficiente de seguridad (CS=2).

$$F_p = 901,54 \text{ Kg.}$$

Vemos del cálculo de estructura para distintos ángulos que está retenida simple soporta hasta 90°. Según estos resultados y comprobando con el cuadro de resultados de fuerzas en postes de cambio de dirección se tiene:

| | | |
|----------------|---|--------------------|
| Poste Terminal | : | 01 retenida simple |
| Hasta 5° | : | sin retenida |

Desde 5° a 90° : 01 retenida

h) Selección del aislador.

La Tensión disrruptiva bajo lluvia a la frecuencia de servicio no deberá ser menor a:

$$U_c = 2,1(U * F_h + 5) \quad (3.63)$$

Donde:

U: Tensión nominal de servicio en kV

F_h: Factor de corrección por altitud (1,278).

$$U_c = 71,96 \text{ kV}$$

La tensión disrruptiva en seco a la frecuencia de servicio no deberá ser menor a:

$$U'_c = 2,2(U * F_h + 5) \quad (3.64)$$

$$U'_c = 75,385 \text{ kV}$$

Los aisladores están diseñados de tal forma que la tensión disrruptiva en seco no sea mayor que el 75% de su tensión de perforación a la frecuencia de servicio:

$$U'_c < 75\% \text{ Tensión perforación} \quad (3.65)$$

$$\text{Tensión perforación} > U'_c / 0,75$$

$$\text{Tensión perforación} > 100,514 \text{ kV}$$

El nivel básico de aislamiento (BIL) según normas vigentes es igual a 125 kV para tensión nominal de 22,9 kV el cual corregido nos da:

$$BIL = F_c * 125 = 1,275 * 125$$

$$BIL = 159,30 \text{ kV.}$$

L. Longitud de la línea de fuga, de la fórmula:

$$L = \frac{m * U}{N * \sqrt{\delta}} \quad (3.66)$$

Donde:

M: Coeficiente de suciedad = 1,60 (zona agrícola).

U: Tensión nominal (22,9 kV).

N: Número de aisladores (1).

δ: Densidad relativa del aire (0,773)

$$L = 41,67 \text{ cm.}$$

Q: Carga de rotura para aislador tipo PIN:

Se usará para ángulos comprendidos entre 0° y 10°, de los cálculos efectuados para postes de cambio de dirección, vemos que para la condición más desfavorable:

$$F_p = 101,77 \text{ kg.}$$

Carga de rotura mínima:

$$Q_r = F_p * CS = 101,77 * 3 \quad (3.67)$$

$$Q_r = 305,31 \text{ kg.}$$

Por tanto seleccionamos un aislador PIN CLASE NEMA 56-2.

Q: Carga de rotura para aislador tipo SUSPENSION:

Se usará para ángulos comprendidos entre 10° y 90°, de los cálculos efectuados para postes de cambio de dirección, vemos que para la condición más desfavorable:

$$F_p = 478,92 \text{ kg.}$$

Carga de rotura mínima:

$$Q_r = F_p * CS = 478,92 * 3 \quad (3.68)$$

$$Q_r = 1436,76 \text{ kg.}$$

Por tanto seleccionamos un aislador ANTIFOG, que es apropiado para zonas de riesgo climatológico zona lluviosa y fría.

CAPITULO IV

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES

4.1. Especificaciones técnicas para el suministro de postes y crucetas.

4.1.1. Objetivo.

Las presentes especificaciones detalladas las características técnicas^[5] de los postes y crucetas de ha de ser utilizadas en la línea, redes primaria y sub estaciones de distribuciones en 13,2 kV.

4.1.2. Tipo de postes.

Los postes serán de madera tratada por presión de vacío de pino canadiense clase 6-D.

4.1.3. Especificaciones generales para postes de madera.

a) Normas aplicables

La fabricación y prueba deberán cumplir con lo estipulado en la norma ITINTEC 339.027 y normas recientes de madera tratada.

b) Características de los postes de madera tratada.

Las principales características de los postes se muestran en la TABLA N° 4.1:

TABLA 4.1. Características de los postes

| CARACTERISTICAS | |
|--|---------|
| Clase y grupo | 6-D |
| Longitud(m) | 12 |
| Diámetro de empotramiento(mm) | 254 |
| Carga de rotura por flexión de estática (Kg.) | 680 |
| Diámetro mínimo en la punta (mm) | 127 |
| Diámetro mínimo en la sección de empotramiento(mm) | 238 |
| Esfuerzo máx. De flexión Kg/cm ² | 501-600 |
| Longitud de empotramiento(m) | 1,80 |
| Coefficiente de seguridad | 3 |
| Peso (Kg) | 220 |

Los postes llevarán impreso en un lugar visible sus características principales como longitud total, esfuerzos en la punta, coeficiente de seguridad.

c) Inspección y pruebas.

Las inspecciones y pruebas se sujetaran a las siguientes normas de ITINTEC mencionadas en el ítem. 2.1.3.1. La inspección visual que se realizará en los postes se orientaran fundamentalmente a controlar las rajaduras que luego pudiesen originar las fallas en el poste. Los postes serán rechazadas si el 10 % o más de las muestras no cumplen con conicidad y la flexión natural, para los lotes que tuvieran solo dos muestras bastará que una de ellas no cumpla con exigencias para que todo el lote sea rechazado.

Las características de resistencia a la tracción del material utilizado, podrán ser garantizadas por el fabricante con documentos certificados que prueben que los ensayos realizados en fábricas o instalaciones especializadas, satisfacen las exigencias de material. En caso contrario, se deberá efectuar, a cargo del fabricante, ensayos con probetas normalizadas en un laboratorio.

Las dimensiones de cada poste serán verificadas. Se verificará especialmente la longitud, las dimensiones transversales y los agujeros.

La inspección se realizará eligiendo cualquier unidad para las pruebas; los gastos que demanden el análisis de las muestras serán por cuenta del proveedor.

d) Transporte y entrega.

Los postes deberán ser izados y manipulados de tal modo que en las maniobras no sean sometidos a esfuerzos dinámicos que produzcan deterioro en los mismos. Durante el transporte se deberá igualmente, evitar esfuerzos de este tipo.

4.1.4. Características de las crucetas.

Las crucetas para alineamiento, cambio de dirección y seccionamiento serán de madera tornillo tratada dura sin tratar y deberán ser cortadas y taladradas según las dimensiones especificadas en los armados.

Los materiales han de ser empleadas como crucetas podrán ser de las siguientes especies:

| | |
|-----------------|--------------------------------|
| Tornillo: | Cedrelinga Cataenformis Ducke. |
| Moena amarilla: | Aniba amazónica(Meis). Mez. |
| Moena negra: | Nectandra SP. |
| Cedro colorado: | Dedrela Odorata L. |

Las maderas anteriormente mencionadas, tienen una buena durabilidad natural y son difíciles de preservar debido a la permeabilidad reducida que poseen tal como la acreditan las siguientes fuentes de información de la TABLA 4.2:

TABLA 4.2. Características de las crucetas

| CARACTERISTICAS | ESPECIE DE MADERA | | | |
|--|-------------------|----------|----------|----------|
| | TORNILLO TRATADA | MOENA A. | MOENA N. | CEDRO C. |
| FLEXION ESTATICA | | | | |
| -Esfuerzo limite | 349 | 421 | 299 | 209 |
| - Módulo de rotura | 576 | 669 | 500 | 395 |
| - Modulo de elasticidad | 106 | 130 | 89 | 72 |
| COMPRESION PARALELA | | | | |
| - Esfuerzo limite | 223 | 278 | 242 | 204 |
| - Resistencia máxima | 283 | 379 | 269 | 248 |
| COMPRESION PERPENDICULAR (Kg/cm2) | | | | |
| - Esfuerzo limite | 57 | 57 | 48 | 32 |
| - Ziz allamiento | 82 | 87 | 73 | 58 |
| - Dureza(lados) | 388 | 430 | 291 | 273 |
| - Tenacidad(Kg/m) | 3 | 2 | 2 | 2 |

4.2. Especificaciones técnicas para el suministro de conductores.

4.2.1. Objetivo.

Estas especificaciones cubren el suministro, fabricación, pruebas y entrega de los conductores de aleación de aluminio tipo AAAC a emplearse en la línea y redes primarias en 22,9 kV detalladas las características técnicas de los postes y crucetas de ha de ser utilizadas en la línea, redes primaria y sub estaciones de distribuciones en 13,2 kV.

4.2.2. Normas aplicables.

Los conductores cubiertos por estas especificaciones cumplirán con las prescripciones de las siguientes normas según versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación.

| | |
|-----------------|--|
| CEI 104-208-109 | Comisión electrotécnica internacional. |
| ASTM B, 398-399 | American Society for Testing and materials |
| ASIM B5 43 | Conductores de cobre. |

Donde exista una variación entre cualquier valor en particular o requerimientos establecidos en las normas, el postor mencionará los valores adoptadas en su oferta.

En caso de hacerse ningún comentario, se asume una aceptación completa de los requerimientos además de los contenidos en cualquiera de las normas consideradas.

4.2.3. Pruebas e inspección.

El proveedor presentará a HIDRANDINA. copias certificadas de los documentos que demuestran que los hilos empleados para fabricar los conductores han sido muestreados según lo especificado en la sección V de la Norma ASTM B398-63T y que han pasado satisfactoriamente las pruebas de dicha Norma.

4.2.4. Características de los conductores de aleación de aluminio tipo AAAC.

Veremos las características de los conductores de línea y de los conductores de amarre.

a) Conductores de línea

Los conductores serán de aleación de aluminio, cableados y tendrán las siguientes características:

- Sección : 35 mm² (1 ϕ)
- Número de hilos : 7
- Peso kg./km. : 94
- Resistencia eléctrica a 20°C Ohm /km. : 0,966
- Carga de rotura : 1055 Kg.
- Diámetro exterior mm : 7,50
- Norma de fabricación : ASTM B231
- Modulo de elasticidad Kg/mm² : 5700
- Esfuerzo mínimo de rotura Kg/mm² : 27,614 Kg/mm²
- Esfuerzo máximo admisible Kg/mm² : 11,20 Kg/mm²
- Resistividad a 20°C : 0,0328 ohmios.

TABLA 4.3. Características de los conductores.

| SECCION NOMINAL (mm ²) | SECCION REAL (mm ²) | Nº DE HILOS | Diámetro total (mm) | Resistencia (20°C) Ω /Km. | Tiro de rotura (KN) | Peso Kg/Km |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|---------------------|------------|
| 35 | 34,36 | 7 | 7,50 | 0,966 | 10,35 | 94 |
| | | | | | | |

b) Amarre preformado.

Los amarres de la línea al aislador serán con varillas preformadas de armar para conductor de aleación de aluminio 35 mm²

Para el amarre de los conductores AAAC, emplearán alambres desnudos, temple suave o blando, sólido de aleación de aluminio de 2,36 mm ϕ , 6 mm², cuyo peso aproximado es de 24 Kg./Km. Para las bajadas del transformador al tablero de baja tensión será conductores de cobre electrolítico con aislamiento tipo intemperie THW o similar temple suave y de las características siguientes:

TABLA 4.4. Características conductor cobre THW.

| DESCRIPCION | SECCION (mm ²) | |
|--------------------------------------|----------------------------|------|
| | Sección nominal | 25 |
| Diámetro exterior | 6,42 | 7,50 |
| Capacidad de transmitir corriente(A) | 130 | 165 |

4.2.5. Embalaje.

El embalaje de los conductores será suministrado en carretes no retornabas de madera Standard construcción robusta libre de clavos que puedan dañar al conductor, pintado interiormente y exteriormente.

Llevaran una capa de papel a prueba de agua alrededor del cilindro del conductor y entre protegido el enrollamiento exterior, finalmente se cubrirán con viguetas de madera. Esto último se hará después de haber sacado las muestras para las pruebas de aceptación.

Las dimensiones del carrete serán establecidas por el postor, en su propuesta. La longitud que el fabricante se propone suministrar en cada carrete, será establecida en su propuesta, mas ésta no será inferior a 1500m.

El 90% del lote del conductor a suministrar debería embalarse en carretes que contengan tramos que varíen en un +/- 3% de la longitud nominal del conductor por carrete. Se admitirá que el 10% de la totalidad del conductor a suministrarse puede embalarse en carretes que tengan longitudes diferentes, pero ninguno de estas ultima deberá tener una longitud menor que el 50% o mayor que el 120% de la longitud acordada.

La siguiente información deberá ser indicada en una etiqueta de metal pegada o pintada claramente en cada carrete.

Numero de carrete

Longitud, tipo y calibre del conductor.

Peso bruto del carrete

Peso neto del carrete.

Peso neto del conductor.

Nombre del fabricante, fecha de fabricación.

Sentido de enrollamiento.

4.3. Especificaciones técnicas para el suministro de accesorios para conductores de aleación de aluminio.

4.3.1. Objetivo.

Estas especificaciones cubren el suministro de juntas de empalme, grapas para cuello muerto y alambres para amarre, describe la calidad mínima aceptable de dichos accesorios, su fabricación, pruebas y entrega.

4.3.2. Normas aplicables.

Se aplicarán las siguientes normas, según versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación

- ASTM A 153 : Zinc Oating(Hot. Dip) con Iron and Steel Hardware.
- ASTM B 290: Hard Drawn Aluminium C-H 99 for Electrical Pourpuse.
- ASTM B 399: Concentric Lay Stranded 6201-181 Conductores de Aleación De aleación de aluminio (nom compact stranding).

4.3.3. Descripción del empalme.

a) Manguito de empalme

La unión de los conductores de fase se realizará mediante mangos de empalme del tipo compresión de aluminio GI no deberá deformar o afectar los hilos del conductor.

Se garantizará bajo cualquier condición de operación los tramos unidos por mangos de empalme, que tendrán una elevación de temperatura igual a la del conductor, asimismo, la caída de tensión en dos tramos de 3m, unidos por mangos de empalme, deberá ser igual a de un tramo de la misma longitud sin empalme.

TABLA 4.5. Características de los manguitos de empalme.

| CONDUCTOR DE FASE | DIMENSIONES (mm) | | PESO KG. | CARGA DE ROTURA (KN) | MAX. CARGA TRABAJO (KN) |
|-------------------|------------------|---------------|----------|----------------------|-------------------------|
| | LARGO | DIAM. MEDULAR | | | |
| 35 | 108,20 | 27,80 | 0,04 | 4,30 | 3,20 |

Los manguitos de empalme deberán soportar una carga de hasta el 95% de la carga de rotura del conductor, sin que exista deslizamientos de éste.

Los manguitos de empalme ha de ser empleados presentan las siguientes características mostradas en la TABLA N° 4.5.

b) Conectores de aluminio – aluminio.

Las uniones y derivaciones de conductores de 16mm² hasta 120 mm² no sometidos a grandes esfuerzos tales como cuellos muertos, tamos sin tiro, se realizarán mediante conectores AI-AI o grapas paralelas de doble vía.

Dichas grapas será de aluminio resistente a la corrosión, deberán tener la suficiente área de contacto para garantizar que bajo cualquier condición de operación, la elevación de temperatura evitará el deslizamiento y no dañará los hilos del conductor.

El peso aproximado de la unidad es de 0,125 Kg.

c) Alambre para amarre.

Para el amarre de los conductores de AAAC hasta de 35 mm², se empleará alambres de 3,57 mm \varnothing , 10 mm², cuyo peso aproximado es de 37 kg/km.

4.3.4. Pruebas de inspección.

El postor indicará en su oferta el costo de las pruebas que puedan realizar a los accesorios objeto de esta especificación, enumerándolos y detallándolas.

4.4. Especificaciones técnicas para el suministro de aisladores.

4.4.1. Objetivo.

Estas especificaciones cubren el suministro de aisladores para la línea y red primaria en 22,9 kV, describen su calidad mínima aceptable, su fabricación y entrega.

4.4.2. Condiciones de servicio.

Los aisladores a ser utilizados en la línea primaria, deben de asegurarse un adecuado aislamiento para la operación del sistema que bajará a una altitud promedio de 3500.00 m.s.n.m. y a temperatura ambientales que oscilan entre los -10°C y 30°C.

El diseño mecánico de los aisladores deberá de ser tal que los esfuerzos debido a la expansión y la contracción, en cualquier parte no ocasionen defectos.

4.4.3. Normas aplicables.

El material cubierto por esas especificaciones, deberá de cumplir lo establecido por las prescripciones de las siguientes normas, según la versión vigente a la fecha de la convocatoria.

| | |
|-----------------|---|
| ANSI C 29.1.961 | : Test Methods for Electrical Power Insulators. |
| ANSI C 29.1.962 | : Wet. Process Porcelain Insulators (Suspension type) |
| ANSI C 29.1.971 | : Standard Specifications. |

| | |
|-----------------|---|
| ANSI C 68.1 | : Measurement of Voltage in Dielect. Test. |
| IEC PUBLIC, 274 | : Test Methods for Electrical Power B.S. 137 Insulators. |
| ASTM A 153 | : Zinc Coated (Hot-Dip) en Iron and Steel Hardware. |
| ANSI C29.11 | : Aisladores poliméricos de goma de silicón |
| ANSI C29.1 | : AMERICAN National Standard test methods for electrical power insulator. |
| ANSI C29.6 | : AMERICAN National Standard for wet-process porcelain insulators(High-Voltage PIN Type). |

4.4.4. Descripción del material.

a) Material del dieléctrico.

Se utilizarán aisladores tipo PIN y tipo SUSPENSIÓN, el material dieléctrico aislante podrá ser de porcelana, vidrio templado-endurecido o goma de silicón.

La porcelana de los aisladores debe ser sana, libre de defectos y completamente lisa, libre de fallas e imperfecciones.

b) Materiales de las partes metálicas.

Las partes de metal serán de hierro fundido de calidad excelente o de acero de horno y eléctrico o de horno abierto; serán galvanizado de acuerdo a las especificaciones de la Norma ASTM A 153-49 para recubrimiento con zinc en caliente.

4.4.5. Características principales de los aisladores.

a) Aislador tipo pin.

Serán de clase ANSI 56-2, para el nivel de tensión de 22,9 KV. Debiendo cumplir con los siguientes requisitos mínimos.

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Material | : Porcelana o vidrio |
| Dimensiones principales: | |
| Diámetro | : 229 mm. |
| Altura | : 165 mm. |
| Longitud de la línea de fuga | : 432 mm |
| Distancia de arco en seco | : 210 mm. |
| Diámetro agujero pin roscado | : 1 3/8 |
| Características mecánicas. | |
| Resistencia a la flexión | : 1346.0 Kgf |
| Peso neto aproximado | : 5,02 Kg. |

Peso bruto aproximado : 6,18 Kg.

Características eléctricas

Tensión con onda de frente

Escarpado de 1.2/50 Useg.

Positiva : 175 KV.

Negativa : 225 KV.

Tensión mínima de descarga

En seco a 60 Hz : 110 KV.

En lluvia a 60 Hz : 70 KV.

Tensión mínima de perforación a 60 Hz : 145 KV.

Voltaje típico de aplicación : 23 KV.

Tensión Máxima de operación : 25,80 KV

Voltaje de radio influencia

Voltaje prueba RMS a tierra : 22 KV.

RIV máximo a 1000 KHz : 12000/100 uV.

b) Aislador tipo pin.

Serán de tipo corrosión ligera, con ensamble bola y casquillo (ball and socket).

Según norma EEI-NEMA 52-3 ó similar (CEI-U70 BL), puede ser de porcelana ó vidrio endurecido, con superficie vidriada:

Material : Porcelana o Vidrio

Tensión de servicio : 22.9 kV

Tensión Máxima de operación : 25,80 kV

Clase equivalente : ANTIFOG

Altura : 146 mm

Diámetro : 254 mm

Distancia mínima de fuga : 393,70 mm

Tensión disrruptiva a baja frecuencia

En seco : 95 kV

Bajo lluvia : 50 kV

Tensión disrruptiva crítica de impulso

Positiva : 130 kV

Negativa : 140 kV

Tensión de perforación a baja Frecuencia : 110 kV

Carga de falla electromecánica 80 kN

c) Espigas para aislador tipo pin y punta de poste.

Las espigas para los aisladores tipo PIN clase ANSI 56-2, serán:

| | |
|--------------------------|--|
| Material | : Fierro galvanizado |
| Tuerca y contra - tuerca | : Acero al carbono |
| Arandela | : Acero al carbono |
| Cabeza de la espiga | : Plomo |
| Proceso de fabricación | : Forjado u otro que garantice la resist. mec. |
| Diámetro de la cabeza | : 35mm ó 1 3/8" para Aisl. 56.2 |
| Esfuerzo mecánico | : 454 Kg. |
| Acabado | : Galvanizado en caliente |
| Altura total | : 12" |
| Arandelas | : A°G° |

d) Grapas de suspensión.

Serán de aleación de aluminio, lo más liviana posible, capaces de soportar conductores de 6-10.5 mm de diámetro. Toda la grapa será diseñada para eliminar cualquier posibilidad de deformación de los conductores cableados y de separación de los hilos del conductor. Las partes internas serán lisas y libres de ondulaciones, bordes cortantes y otras irregularidades. Las partes de acero serán diseñadas de forma tal, que ninguna pérdida fierro - magnética suceda en las grapas.

Su carga de rotura es de 5506,50 Kgf (54 KN); el ajuste del conductor se realiza mediante dos pernos tipo U de 1/2" ϕ que proporcionan un torque de 20 Nm. El peso aproximado de la unidad es de 0,70 kg.

e) Grapas de anclaje.

Serán de aleación de aleación de aluminio, lo más liviano posible, capaces de soportar conductores de 6-10.50 mm de diámetro, serán del tipo con pernos de sujeción tipo "U" lo más livianas posibles y diseñadas de modo que durante el servicio no exista la posibilidad de pérdidas de pernos debido a la vibración o a otras causas. Todas las partes en contacto con el conductor serán hechas de aleación de aluminio probada. Las partes sujetas a fricción, pernos, etc. Serán de acero galvanizado en caliente.

Su carga de rotura es de 10197,20 Kgf (100 KN); los pernos proporcionarán un torque de ajuste de 45 Nm. El peso aproximado de la unidad es de 0,60 Kg.

Todo accesorio será de fierro galvanizado en caliente y son los siguientes:

Adaptador anillo- bola.

Adaptador casquillo - ojo alargado

Grapa de ángulo, para estructuras de cambio de dirección de hasta 60°.

Grapa de anclaje tipo PISTOLA O PUÑO para estructura de cambio de dirección mayor de 10°, ó estructuras de anclajes.

Estos accesorios deben cumplir con la norma de Electroperu CN-Nro-015, "Accesorios metálicos para aisladores" o norma de fabricación IEC 120.

4.4.6. Pruebas.

El proveedor presentará a HIDRANDINA copias certificadas de los documentos que demuestren que todas las pruebas señaladas en las normas IEC PUBLICACIÓN N° 274 y B.S. 173 han sido realizadas para cada tipo de aislador y que los resultados obtenidos están de acuerdo con la presente especificación y que la oferta incluye el costo para efectuar estas pruebas.

4.4.7. Instrucciones de embalaje.

El embalaje de los aisladores se hará en cajones de madera con los aditamentos necesarios, para garantizar la integridad de los aisladores durante el transporte hasta el lugar de destino.

4.5. Especificaciones técnicas para el suministro del conductor de puesta a tierra.

4.5.1. Objetivo.

Las presentes especificaciones se refieren a la fabricación y suministro de conductores cableados, 7 hilos, de cobre desnudo, temple suave o blando, para ser utilizados en las conexiones de puesta a tierra del proyecto.

4.5.2. Características técnicas del conductor.

Será de cobre electrolítico, desnudo, cableado, 7 hilos, temple suave o blando y tendrá una conductibilidad del 100 % IAC a 20 °C, según la Norma DGE 019-CA - 2/1983.

El conductor será de 25 mm² de sección y deberá pasar las pruebas de características mecánicas y eléctricas de la NORMA ASTM B-56.

4.5.3. Características constructivas del conductor.

| | |
|------------------------------|--------------------|
| Sección | 25 mm ² |
| Número de hilos | 7 |
| Diámetro nominal del hilo mm | 2,14 |

| | |
|--|----------------------------|
| Diámetro nominal exterior mm. | 6,42 |
| Peso aproximado kg./km. | 228 |
| Resistencia máxima a 20°C Ohm /km. | 0,727 |
| Tiro de rotura KN | 6,10 |
| Coefficiente térmico de resistencia a 20°C | 0,00393 /°C |
| Coefficiente de dilatación lineal a 20°C | 17x10 ⁻⁶ /°C |
| Conductibilidad | 100% IACS. |
| Densidad a 20°C | 8,89 Gr/cm ² |
| Resistividad a 20°C | 0,1724 Ωmm ² /m |
| Modulo de elasticidad | 10000 Kg/mm ² |

Normas aplicables.

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

| | |
|-----------------|---|
| ITINTEC 370.042 | Conductores de Cobre recocido para el uso eléctrico. |
| UNE 21-056 | Electrodos de puesta a tierra |
| ABNT NRT 13571 | haste de aterramiento Aco-cobre e accesorios |
| ANSI CI 35.14 | Staples with Rolled of flash points for overhead line construction. |

4.5.4. Instrucciones para el embalaje.

Los conductores serán suministrados en carretes no retornables de madera estándar, construcción robusta, libre de clavos que puedan dañar al conductor, pintados interna y externamente.

Llevarán una capa de papel a prueba de agua, alrededor del cilindro, debajo de los conductores y otra protegiendo el enrollado exterior.

Finalmente, se cubrirán con viguetas de madera, las cuales se colocarán después de haber sacado las muestras para la prueba de aceptación.

Las dimensiones del carrete serán establecidas por el postor en su propuesta. La longitud que el fabricante se proponga suministrar en cada carrete estará establecida en su propuesta, pero esta no será inferior a 1000 m.

La siguiente información deberá ser indicada en una etiqueta de metal pegada a cada carrete:

Numero de carrete

Longitud, tipo y calibre del conductor.

Peso bruto del carrete

Peso neto del conductor.

Nombre del fabricante

En la parte lateral del carrete deberá indicarse el sentido de arrollamiento del conductor

4.6. Especificaciones técnicas para el suministro de materiales de puesta a tierra.

4.6.1. Normas aplicables.

El material cubierto por esas especificaciones, deberá de cumplir lo establecido por las prescripciones de las siguientes normas ASTM B 227.

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

ITINTEC 370.042 Conductores de Cobre recocido para el uso eléctrico.

UNE 21-056 Electrodo de puesta a tierra

ABNT NRT 13571 haste de aterramento Aco-cobre e accesorios

ANSI CI 35.14 Staples with Rolled of flash points for overhead line construction.

4.6.2. Descripción del material.

a) Electrodo de puesta a tierra.

Será de Cobre de 19 mm de diámetro (3/4"Ø) y 2,40 m. de longitud, cuyo peso aproximado es de 5,10 Kg.

El pozo a tierra será típicamente normalizada, compuesto de 100 Kg. De sal industrial, 50 Kg. de carbón vegetal y tierra cernida.

b) Conectores.

El conector será ANDERSON ELECTRIC o similar apto para conductor de 25mm², y servirá para conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor de tierra.

Asimismo, se usarán conectores, Aluminio-cobre, empleado con conductores de 25 mm², y servirá para conectar el electrodo de puesta a tierra con el conductor de tierra.

Asimismo se usarán conectores Aluminio - Cobre, empleados con conductores de 16 a 95 mm² de las siguientes dimensiones: 48 mm de largo, 44 mm de ancho de altura; vendrá provisto de dos pernos ajuste de 10 mmØ.

c) Caja de registro de concreto.

La caja de registro será de concreto no armado con dimensiones de 600 x 600 600 mm, la tapa será de 400 x 400 mm.

d) Tubo PVC-P 1"Φ.

El tubo a la salida de la caja de registro al poste será de 1” de diámetro de PVC-P.

4.6.3. Pruebas e inspección.

El proveedor presentará al CONCESIONARIO copias certificadas de los documentos que demuestren que los accesorios para la puesta a tierra han sido muestreados, probados y con resultados acordes a las prescripciones de las Normas mencionadas.

4.7. Especificaciones técnicas para el suministro de retenidas.

4.7.1. Objetivo.

Las retenidas serán diseñadas para postes de madera. Se usarán en caso de desembalse de la tensión.

4.7.2. Normas aplicables.

El material cubierto por esta especificación cumplirá donde corresponda con las prescripciones de las siguientes Normas, según la versión vigente a la fecha de convocatoria a licitación:

| | |
|-----------------|--|
| ASTM A 7 | FORGED STEEL |
| ANSI A 153 | ZINC COATING (HOT DF) ON IRON AND STEEL HARDWARE |
| ANSI C 135-2 | AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC COATED FERROUS-EYE ANCHOR AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTIONS. |
| ANSI C 135-3 | AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC COATED FERROUS LAG SCREWS FOR POLE AND TRANSMISSION LINE CONSTRUCTIONS |
| ANSI C 135-4 | AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR GALVANIZED FERROUS EYEBOLTS POLE AND NUTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTIONS |
| ANSI C 135-5 | AMERICAN NATIONAL STANDARD FOR ZINC COATED FERROUS EYENUTS AND EYEBOLTS FOR OVERHEAD LINE CONSTRUCTIONS |
| ASTM B 415-647 | Hard Drawn aluminum Clad Steel |
| ASTM B 416- 647 | Concentric Lay Stranded Aluminum Clad Steel conductors |
| ASTM A 363 | Extra High Strength Grade, Class A. Zinc. Coated |

Wire.

4.7.3. Descripción del material.

Las retenidas serán del tipo simple constituido por los siguientes accesorios.

- **Cable de acero**

Galvanizado de alta resistencia cableados de 7 hilos con coeficiente lineal de expansión de $11,5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, elongación del 4%, de las siguientes características:

TABLA 4.6. Características cable de acero.

| TIPO | DIAM. HILOS (mm) | DIAM. CABLE (mm) | SECCION CABLE (mm) | CARGA ROTURA (mm) | MODULO DE ELASTICIDAD (KN/mm ²) | PESO (kg/Km) |
|-----------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|---|--------------|
| Fe 25/7x2,12 | 2,12 | 6,36 | 24,70 | 32,20 | 189 | 294 |
| Fe 35/7x2,44 | 2,44 | 7,32 | 32,70 | 42,60 | 190 | 257 |

- **Templador.**

El templador a tensor será de acero galvanizado en caliente con ojal gancho en extremos, de las siguientes características:

TABLA 4.7. Características del templador.

| TIPO | DIMENSIONES (m) | | | | SECCION CABLE (mm ²) | CARGA DE ROTURA (KN) | PESO (KG) |
|------|-----------------|----------------|-------|---------|----------------------------------|----------------------|-----------|
| | LONGITU D TOTAL | LONGITU D UTIL | ANCHO | ESPEJOR | | | |
| 25 | 300 | 200 | 41 | 12 | 25 | 32,00 | 0,80 |
| 35 | 300 | 200 | 44 | 16 | 33-52 | 67,80 | 1,40 |

- **Varilla de anclaje**

De Acero forjado galvanizado, de 19mm Ø (3/4" Ø) x2,40m con ojo en un extremo y roscado en el otro en una longitud de 10 cm., provisto con plancha de A°G° de 6,40 mm (1/4") de espesor y 10 cm. Con perforación central para el paso de la varilla; con tuercas y arandelas.

- **Grapa de doble vía.**

Serán de A°G° para cable de 25 mm Ø (3/8"Ø), con tres pernos de ajuste, tuercas y arandelas.

- **Plancha de anclaje.**

Será de fierro de acero galvanizado de 12"x12"x ¼" con agujeros central para el paso de la varilla de anclaje.

Abrazadera.

Será platina de acero forjado galvanizado de 2 ½" Ø x 3/16" x 0,50 m. con sus respectivos pernos, tuercas y arandelas.

Guardacabos.

Serán de plancha de FºGº de 5/8 "Ø, con canal para cable de 25 mm y (3/8"Ø).

Bloque de anclaje.

Será de concreto armado de 0,50x0,50x0,20 m. fabricado con malla de acero corrugado de 12,7 mm de diámetro. Tendrá agujero central 27 mm de diámetro.

Arandela curvada.

Será de acero galvanizado en caliente y tendrá 57 mm de lado y 5mm (3/16") de espesor , con un agujero central de 18 mm de diámetro.

Contratuerca.

Será fabricado de acero galvanizado de 51mm de diámetro y 6,35 mm de espesor. En un extremo estará soldado a una abrazadera para fijación a poste y en otro extremo estará provisto de una grapa de ajuste en "U" adecuada para fijar el cable de acero de la retenida.

La abrazadera se fabricará con platina de 100x6,35 mm y tendrá 4 pernos de 13 mm de diámetro y 50 mm de longitud. Las dimensiones de configuración de la contrapunta se muestran en las láminas adjuntas.

4.8. Especificaciones técnicas para el suministro de transformadores.

4.8.1. Objetivo.

Los transformadores de distribución^[6] que se especifican, serán utilizados en subestaciones exteriores del tipo barbotante, para los diferentes caseríos que integran el proyecto.

4.8.2. Condiciones normales de operación.

Para el sistema monofásico, las condiciones normales de operación se indican a continuación:

Para servicio intemperie, en baño de aceite, con arrollamiento de cobre de 99,9% de pureza, concéntrico con aislante un esmalte especial, y núcleo de fierro laminado en frío, para montaje en subestación aérea monoposte.

Deberán cumplir con las siguientes características:

| | |
|--|---|
| Tensión nominal primario | 13,2 kV (1 ϕ) |
| Tensión nominal secundario | 440-220 V |
| BIL Bobinado (aislamiento interno) | 125 kV |
| Frecuencia | 60 Hz |
| Potencia | 15 kVA |
| BIL Aisladores primario (aislamiento externo) | 170 kV |
| Aisladores pasatapas para tensión normal 22,9 kV y bornes en el primario | 2 |
| Aisladores pasatapas para 1 KV y bornes en el secundario | 3 |
| Regulación de tensión | $\pm 2 \times 2,5\%$ |
| Frecuencia nominal | 60 Hz |
| Tipo de refrigeración | ONAN |
| Capacidad de sobrecarga | Norma CEI 354 |
| Tipo de montaje | Exterior |
| Temperatura ambiental | 2 °C a 40 °C |
| Altura de servicio | 3500 msnm. |
| Pruebas de rutina | Se harán en laboratorio del fabricante. |

4.8.3. Diseño y construcción.

Los transformadores deberán de satisfacer la Norma Técnica ITINTEC 370.002, referente a los transformadores, deberán de cumplir las recomendaciones de la CEI publicación N° 76(1967), así mismo también la guía de carga de las Normas CEI 354(DE 1972), para la capacidad de sobrecarga.

Asumiendo las condiciones ambientales de diseño que se indican en dichas normas, los transformadores deberán construirse de modo que operando a plena carga, las elevaciones de temperatura no la afectan y no deberán de superar los siguientes valores:

| | |
|---|---------|
| Sobre elevación de temperatura en | : 78 °C |
| El punto más caliente de los devanados | : 65 °C |
| Sobreelevación de temperatura promedio de Devanados | : 65 °C |
| Sobreelevación de temperatura de aceite en la Parte superior del tanque | : 80°C |

4.8.4. Características de los tanques.

a) Materiales

Serán de planchas de acero laminado en caliente, con los siguientes espesores mínimos

Fondo :3,0 mm.

Tapa : 6,0 mm

Aletas : 1,5 mm

Conservador : 2,0 mm

En todos los transformadores, la tapa se unirá al cuerpo del tanque, mediante pernos de fierro galvanizado y empaquetaduras adecuadas de sección circular perfecta de tal manera que garanticen la unión hermética.

b) Acabados.

El acabado deberá asegurar un alto grado de resistencia a la corrosión , tanto en la zona exterior como interior se seguirá el procedimiento establecido a continuación , o uno equivalente previamente aprobado HIDRANDINA que asegure el mismo grado de protección consistente en , arenado, pintura base y pintura de acabado.

En la zona exterior el procedimiento es el siguiente donde deberá asegurar un alto grado de resistencia a la corrosión, para ello se ejecutará en un mismo taller los siguientes pasos:

- Preparar la superficie a pintar, eliminando la capa de laminación (mill scala), el óxido o suciedad mediante el sistema de sopleteado con arena seca de río, granalla de acero o similar.
- Inmediatamente terminado esto se aplicará una mano de imprimidor fosfatizante (Wash primer).
- Luego en forma inmediata, deberá aplicarse una capa de pintura anticorrosivo tipo epóxico, con un alto contenido de Zinc, hasta alcanzar un espesor mínimo de 3mm .Esta aplicación podría realizarse obviando el punto b).
- Seis a ocho horas después se aplicará una pintura de acabado tipo epóxico, compatible con la base, hasta obtener un espesor mínimo de 6 mm en toda la superficie.

Además se recomienda tener especial cuidado en proteger las esquinas, soldaduras y otros puntos vulnerables a los golpes, haciendo una aplicación a brocha a estos puntos antes que a toda la superficie.

4.8.5. Pruebas.

Para la calificación de ofertas, los fabricantes adjuntarán un protocolo de pruebas, especificadas en la parte de pruebas tipo y pruebas de rutina efectuados según las normas. El fabricante deberá entregar tres copias de los protocolos de dichas pruebas dentro de los 30 días posteriores a su realización.

La elección de las unidades a probar será hecha por los representantes del Concesionario, debidamente acreditadas.

a) Pruebas tipo.

Estas se efectuarán a pedido del Concesionario en cada una de las unidades de cada uno de los lotes de compra. Si esta es por varios tipos de transformadores, se probará cada uno de ellos por tipo.

La elección de las unidades a probar será hecha por los representantes de HIDRANDINA.

- **De sobre presión.**

Los tanques se construirán de manera que llenos de aceites, a la temperatura de 25°C y después de haber estado funcionando el transformador durante 12 horas a plena carga y en un ambiente con 40° C de temperatura, la sobre presión en el volumen de aire por encima del aceite no exceda los 7 Psi (0,58 Atms.). El tanque con tapa de aire, aisladores y accesorios montados, deberán probarse con un mínimo de 7 Psi (0,50 Atms.) de sobre presión interior durante por lo menos 6 horas.

Para considerar que un tanque ha sido construido adecuadamente, deberá soportar la presión indicada son que se presente deformaciones permanentes en la plancha. Las Verificaciones de presión inicial se controlarán mediante manómetro.

- **De Calentamiento (aumento de temperatura).**

Se efectuarán de acuerdo a las recomendaciones de la CEI, publicación 1976, cláusula 41.

b) Pruebas de rutina.

Se ejecutarán en todas las unidades sin excepción, estas serán:

- Medida de la resistencia eléctrica de los arrollamientos.
- Medida de la relación de transformación, control de la polaridad y correspondencia de fases.
- Medida de la tensión de cortocircuito.
- Medida de las pérdidas en el cobre.
- Medida de las pérdidas y la corriente en vacío.

- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de la tensión inducida
- Medida de aislamiento.
- Rigidez dieléctrica del aceite.

4.9. Especificaciones técnicas para el suministro de equipos de protección y maniobra.

4.9.1. Seccionadores fusible.

La subestación se protegerá y seccionará con tres seccionadores fusibles unipolares tipo Cut-Out, para montaje vertical, de servicio intemperie, de las siguientes características:

| | |
|--------------------------------------|----------------|
| Tipo | CUT - OUT |
| Tensión de servicio | 22,9 KV. |
| Tensión máxima del seccionador | 27 KV |
| Corriente nominal | 100 A |
| Nivel Básico de Aislamiento (BIL) | 170 Kv |
| Capacidad de interrupción | |
| Simétrico | 8 KV |
| Asimétrica | 12 KA |
| Tipo de montaje | Exterior |
| Tensión nominal | 27 kV |
| Fusible tipo K-ANSI , 24 KV | Según metrados |
| Accesorios de fijación | Completos |
| Altura máxima de trabajo | 3420 |
| Capacidad de operación (mayor de) | 1,70 kA |
| Tensión disruptiva a baja frecuencia | |
| En seco | 77 kV |
| Bajo lluvia | 66 kV |
| Altitud | 3500 m.s.n.m. |

El seccionador será de una sola pieza y tendrá una base portafusible de un material resistente a la corrosión, deberá abrir y cerrar sin carga con pértiga aislada normal.

Fusible de la subestación y la red primaria.

Portarán elementos fusibles de expulsión lentos, NEMA tipo K, contra cortocircuitos, diseñados eléctricamente:

| | |
|---|-------|
| Corriente nominal | 5 A |
| Característica de operación | K |
| Capacidad de interrupción (Valor eficaz) | 10 kA |
| Tensión de servicio | 25 KV |

4.9.2. Tablero de distribución.

Estos tableros serán metálicos, confeccionado de F°G° de 1.6 mm (1/16") de espesor, con protección lateral y posterior, con puerta frontal de dos hojas y con seguro. provista de una chapa de montaje a ras y con llave, el techo tendrá una inclinación de 10° y terminará con un volado de 10 cm, en las caras laterales e inferior se proveerán agujeros semitaladrados necesarios para el ingreso y salida de los conductores, serán fijados mediante pernos pasantes al poste ó por abrazaderas, las dimensiones del tablero será de 75x50x30cm adecuadas para su montaje en postes de madera mediante abrazaderas de platina de F°G° de 2"x ¼"x0,50m., con 04 pernos de ½"x3" contratuerkas y dos arandelas La caja de distribución se complementará en su interior de los siguientes materiales y equipos:

03 interruptores termomagnéticos monofásicos de 30 A/400V

01 Interruptores termomagnético monofásico de 20 A/220V.

01 Contactor electromagnético monofásico de 2x20 A /220 V.

01 Célula fotoeléctrica de 25 A y relé.

01 Conmutador manual de 3 posiciones;(apagado), 1 (automático), (2 Manual).

Borneras, terminales y cableado de conexionado.

Sistemas de barras colectoras de cobre de 0,40 x2,54 cm de ancho 4mm de espesor, aisladores portabarras, conductores y aisladores.

4.9.3. Pararrayos.

La función es proteger al transformador contra las sobretensiones. Los pararrayos se ubicarán en la parte superior de la subestación en barbotante y tendrá las siguientes características:

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Tipo | : Oxido de Zinc |
| Tensión nominal de la red | : 22,9 kV |
| Tensión máxima de servicio | : 24,0 kV |
| Tensión nominal del pararrayo | : 21,0 kV |
| Corriente nominal de descarga | : 10,0 KA |

- Máximo voltaje de descarga con onda de corriente de 8/20 μ seg. de 10 kA : 88 KV
- Frecuencia : 60 Hz
- Intensidad nominal de descarga : 10 kA
- BIL : 170 kV
- Altura de trabajo : 3500 msnm.

4.9.4. Instrucciones de embalaje.

Los seccionadores fusibles se acomodarán de manera que no sufran deterioro durante su manipuleo y transporte. Las partes metálicas del seccionador fusible, irán de preferencia separados de los aisladores.

Los seccionadores fusibles deberán tener las siguientes marcas:

- Nombre del fabricante.
- Tensión nominal.
- Corriente nominal.
- Dimensiones principales.

Los pararrayos se embalarán de preferencia en cajas de cartón, para luego varios juegos de éstos a la vez, embalarlos en cajas de madera. Se indicará en la parte exterior, las características, peso y cantidad.

4.10. Especificaciones técnicas para el suministro de material accesorio.

4.10.1. Objetivo.

Estas especificaciones cubren los requerimientos para el suministrar de conectores de Aluminio-Aluminio, Aluminio-cobre, barras conectores de cobre y vigas soporte de transformadores.

4.10.2. Conectores de aluminio-aluminio.

Se emplearán conectores de aluminio-aluminio para conectar los conductores de aluminio barras de aluminio o barras de cobre en los tableros de distribución, seccionadores y pasatapas de los transformadores de medio y bajo voltajes.

El material del cuerpo del conector, será de aluminio resistente a la corrosión, con una resistencia a la tracción de 300 N/mm²; los pernos de ajuste son de acero galvanizado en caliente, clase de resistencia (strength class) 8,80.

El espacio de alojamiento para los conductores será dentado para asegurar una conexión confiable. El conector estará equipado con una barra de aluminio sólido que permitirá la conexión de un conductor solamente.

Los conectores de Aluminio - Aluminio que cumplen con tales requerimientos presentan las siguientes características en TABLA 4.8.:

TABLA N° 4.8. Características conector aluminio – aluminio.

| SECCION CABLE (mm ²) | MAX ESPESOR DE LA BARRA (mm) | PERNOS | TORQUE AJUSTE (Km) | DIMENSIONES (mm) | | | | PESO (KG) |
|--|--|--------|--------------------------|------------------|------------|----------|-----------------|--------------|
| | | | | ALTURA MAXIMA | ANCH O. | PROFUND. | DIST. PERNOS | |
| Al 16-70 | 7,50 | 2Xm6 | 20 | 62 | 36 | 42 | 20 | 115 |

4.10.3. Conectores de aluminio-cobre.

Los conectores de Aluminio-cobre serán empleados para conectar los conductores de aluminio o cobre a las pasatapas de baja tensión de los transformadores.

Los conectores estarán hechos de aluminio resistente a la corrosión, con una resistencia a la tracción de 300 N/mm², pernos de ajuste serán de A°G° en caliente, clase de resistencia (strength class) 8,80.

Los conectores de Aluminio-cobre destinados a tales fines presentan las siguientes características en TABLA N° 4.9.:

TABLA N° 4.9. Características conector aluminio – cobre.

| SECCION CABLE (mm ²) | MAX ESPESOR DE LA BARRA (mm) | PERNOS | TORQUE AJUSTE (Km) | DIMENSIONES (mm) | | | | PESO (KG) |
|--|--|--------|--------------------------|------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| | | | | ALTURA MAXIMA | ANCHO. | PROFUND. | DIST. PERNOS | |
| Al 16-55 Cu 10-35 | 7,50 | 2Xms | 20 | 65 | 39,50 | 42 | 21 | 175 |

4.10.4. Conectores de cobre para conductores.

Se usarán barras de cobre juntos con los conectores de barra KG 6 y/o KG 44 para conectar los conductores de aluminio o cobre a las pasatapas de alta y baja de los transformadores.

Las barras de cobre, que entre el lado de pasatapas y el lado de conector forma un ángulo de 30°, serán plateadas a fin de reducir la corrosión entre el aluminio y el cobre. Presentan las siguientes características en TABLA N° 4.10.:

TABLA N° 4.10. Características conector cobre.

| Secciones Transv. (mm) | Conectores Tipo | Dimensiones (mm) | | | | Peso (gr) |
|------------------------|--------------------|------------------|-------------|---------------|-------------|-----------|
| | | Lado Pasatapa | | Lado Conector | | |
| | | Long. | Perforac. | Long. | Perforac. | |
| 150 | KG 6, KG 44. otros | 40 | 2x24 Φ | 48 | 2x11 Φ | 100 |

CAPITULO V

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

5.1. Objetivo.

El propósito de estas especificaciones técnicas es el de definir el trabajo o efectuar por el contratista, para la construcción de la Línea primaria y Redes de distribución en 13,2 kV y recomendar los procedimientos que deberá de seguir para el montaje de la misma^[2].

5.2. Extensión de trabajo.

Las presentes de estas especificaciones comprenden fundamentalmente las siguientes actividades:

Retiro de los almacenes de los proveedores y/o propietarios y traslado hasta el lugar de montaje de los equipos y materiales necesarios.

Montaje de los equipos y materiales de acuerdo al cronograma de actividades y a las instrucciones de montaje y proveedor.

Realización de las pruebas necesarias en obra, de los equipos y materiales de acuerdo a las normas y especificaciones.

5.3. Condiciones varias para el montaje.

5.3.1. Programa de trabajo.

El postor incluirá en su oferta, un programa de trabajo detallado, que muestra la forma en que propone llevar a cabo las diversas actividades de construcción y que demuestre, que la construcción de la línea puede efectuarla en el plazo señalado en su oferta.

El programa de oferta, estará coordinado con el programa de entrega de materiales, con los requerimientos del propietario, en relación a las fechas en las que debe empezar y terminar el replanteo y a la fecha límite para concluir el trabajo de montaje. El propietario adjuntará esta información a las bases de la licitación.

Dicho programa de trabajo deberá ser observado fielmente por el postor adjudicatario o contratista, durante la obra y si el contratista desea introducir algunas modificaciones en el programa de trabajo, entonces deberá solicitar autorización previa del

ingeniero supervisor, explicando por escrito las razones que hacen necesaria o conveniente a dicha modificación.

5.3.2. Transporte y manipuleo de materiales.

El contratista transportará y manipulará todos los materiales e con el mayor, cuidado. Los materiales serán transportados hasta los lugares de trabajo, sin arrastrarlos ni rodarlos por el suelo. Las pérdidas y roturas que pueden ocurrir durante el transporte serán por cuenta y riesgo del contratista.

5.3.3. Almacenamiento temporal en el lugar de montaje.

Los equipos y materiales que deberán instalarse en corto plano y que tengan que llevarse hasta el lugar del montaje, estarán bajo la responsabilidad del contratista encargado, quien deberá gestionar con el propietario la utilización del espacio necesario, quien deberá gestionar con el propietario la utilización del espacio necesario para su almacenamiento temporal.

5.3.4. Control y seguridad en obra.

El personal del contratista deberá recibir instrucciones precisas sobre su presencia en obra y los trabajos que realicen, se desarrollan en armonía con los otros contratistas que trabajen en la misma zona.

Durante los trabajos, el contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes de su personal o de terceros.

El contratista deberá abastecer y velar por la seguridad de todas las herramientas, equipos y materiales disponibles, necesarios en el montaje.

El contratista adoptará el horario que rige para los trabajadores del propietario, de tal manera que se permita el control y conducción de los trabajos de parte de esta o de su representante sin dificultades.

5.4. Normas generales para el montaje de los armados de construcción.

5.4.1. Generalidades.

Todo el trabajo de construcción, será hecho de acuerdo a los planos, especificaciones y diseño de construcción.

El contratista encargado de l montajes, realizará un replanteo de ubicación de los postes y será responsable del correcto alineamiento y orientación de los mismos.

La ubicación exacta de cada soporte, será definida y marcada por el Contratista, previa aprobación del propietario.

El contratista ubicará los ejes de las estructuras, medirá las secciones transversales y repondrá los hilos de los vértices de la línea, que el momento de efectuar el replanteo no estuviera en su lugar. La ubicación de los ejes de los postes con relación al eje de la línea, se hará acorde a lo prescrito en los planos de los diseños de construcción correspondiente.

El ingeniero supervisor inspeccionará, la ubicación de cada poste en el terreno conforme indica los planos del proyecto y aprobará la ubicación definitiva u ordenará efectuar los cambios que considere necesarios, teniendo en cuenta la naturaleza del terreno. Mientras este no haya aprobado la ubicación definitiva de las estructuras, el contratista no efectuará ningún trabajo posterior a esta tarea.

En el caso de registrarse cambios, el contratista mantendrá en la zona del proyecto, y de acuerdo a sus ofertas, un registro permanente de tales cambios que se produzcan en relación a los planos del proyecto y preparará plano, en los cuales introducirá los cambios que haya tenido en el lugar durante el periodo de montaje.

5.4.2. Empotramiento de los postes.

Tanto los postes de la red de distribución primaria y de la subestación serán de concreto centrifuga que se instalarán de acuerdo al plano proyectado.

Si la ubicación de algún poste interfiriese con algún obstáculo tales como la no autorización del usuario o otros motivos el contratista podrá reubicar estos postes convenientemente, previa autorización del Ingeniero Supervisor y el contratista hará un registro en estos casos y preparará un plano donde en los cuales introducirá los cambios que haya tenido en el lugar durante el periodo de montaje.

Los hoyos para el empotramiento del poste de madera, será de 800mm \varnothing x 1.80m de profundidad, la longitud del poste 12m. Los postes deberán ser ensamblados totalmente antes de ser izado.

La profundidad mínima de enterramiento del poste, debajo del nivel del suelo, será como sigue:

| | |
|------------------------------|---------|
| Longitud del poste | 12 m |
| Empotramiento en tierra | 1,80 m |
| Empotramiento en roca sólida | 1,70 m. |

Las especificaciones que se aplicarán en el empotramiento son

Cuando los postes sean erigidos en tierra

Cuando exista una capa de tierra de por lo menos 2 pies (61 cm) de profundidad por encima de la roca sólida.

Cuando el hueco en roca sólida no es substancialmente normnas a la superficie, o el diámetro del hueco en la superficie de la roca excede aproximadamente 2 veces el diámetro del poste en el mismo nivel.

5.4.3. Izaje de postes.

Durante el transporte de los soportes, deberán orientarse en la posición más favorable, de acuerdo al mayor momento de inercia de su sección transversal y considerando la ubicación de agujeros para la instalación de crucetas. No se permitirá el arrastre de los soportes por el suelo, ni carga alguna superior a la del diseño del soporte.

No se permitirá el escalamiento a ningún poste, hasta que este no haya sido satisfactoriamente anclado.

Antes del izaje todo equipo, (gancho de grúa, aparejos, etc.) deberán ser verificados libre de efectos, cuidando que las cuerdas o cables no presenten roturas sean adecuadas al peso que soporten.

Los postes serán colocados de tal forma que las crucetas, en postes adyacentes miren en direcciones opuestas, excepto en terminales y anclaje. En vanos excepcionalmente largos, los postes serán colocados en forma que la cruceta quede ubicada en el lado del poste que se aleje del vano largo y/o en casos de utilizar un poste por fase para cruzamiento ceñirse a lo indicado en los planos del proyecto y/o hojas de estacado.

El relleno de las excavaciones será con una primera capa de ripio, y luego capas sucesivas de 25 cms. de espesor de combinaciones de arena y piedras de 15 cms. de radio aproximadamente con una concentración de del 25%, cada capa será apisonada reumáticamente y el exceso de tierra deberá ser depositado alrededor del poste.

Para asegurar la suficiente compactes del suelo después del apisonado, se le agregará una cierta cantidad de agua al relleno.

5.4.4. Instalación de crucetas.

Las crucetas de madera se instalarán de acuerdo al detalle indicado en el plano respectivo. La instalación se realizará antes del izado ó instalación del poste, debiendo cuidarse que guarden una perpendicularidad respecto al eje del poste.

5.4.5. Instalación de conductores.

Se deberá evitar que los conductores, sufran daños durante el transporte y el montaje, y que ningún tipo de vehículos ruede sobre ellos. Cada bobina antes de ser instalado deberá ser examinado y el conductor inspeccionado, para ubicar posibles cortes, abolladuras u otros daños mecánicos.

El montaje de los conductores deben ser maniobrados con cuidado, para lo cual se deberá emplear dispositivos de frenado, adecuados para asegurar que el conductor se mantenga con la tracción suficiente, para evitar que toque el suelo o ser arrastrado.

La unión o empalme se hará mediante el empleo de grapas de doble vía paralela, no permitiéndose más de una en el vano.

Se emplearán manguitos de reparación cuando se produzca la rotura de uno o más hilos y torceduras del conductor. En los puntos de amarre a los aisladores, el conductor será protegido con cinta de armar, debiéndose hacerse el amarre con conductor de cobre de 6 mm² de temple blando.

La tensión mecánica aplicada al conductor durante el montaje se recomienda ser inferior al 20% de la resistencia de rotura.

El tendido del conductor se hace en forma continua, sin tirones, bajo una tensión regulada por un dispositivo frenador, que impide que el conductor toque el terreno en algún punto, cuando se halle suspendido en las poleas colgantes de las crucetas.

El conductor se tira entre dos soportes inmediatos usando apoyos móviles equipados con poleas. El número y la altura de estos apoyos deben garantizar, que el conductor tendido encima de ellos con la tensión normal de desenrollado, no alcance a tocar el terreno en ningún punto.

5.4.6. Instalación de aisladores y accesorios.

a) Aislador tipo pin.

Los aisladores tipo PIN, deberán ser cuidadosamente manejados en su transporte y montaje.

Antes de instalarse, deberá controlarse que no tengan defectos y que estén limpios, así como que todos sus accesorios estén completos. El material aislante será inspeccionado para verificar la ausencia de rotura, quiñes, golpes o áreas sin vidriar.

Los accesorios no deberán tener rotura, laminaciones, coberturas deficientes en el galvanizado,

Las pequeñas fallas en la cubierta galvanizada, pueden retocarse con pintura de base galvanizante y aquellas partes que no puedan ser remediadas se desecharán y reemplazarán.

Todos los aisladores, tendrán sus respectivos cierres en los pasadores de sujeción. Antes de ensamblarse, los aisladores serán limpiados para remover todo el resto de la etiqueta, y lavados con agua tibia para limpiar de polvo y grasa.

En los postes de alineamiento, los conductores deberán de ser atados en la ranura superior del aislador, y en el costado opuesto del aislador en casos de postes de cambio de dirección.

Los aisladores se sujetarán a los pines y se ubicarán en forma tal, que su ranura superior siga la dirección del línea.

Deben estar en perfecto estado físico y limpieza, evitando durante la instalación que se dañen, los aisladores tipo PIN se instalarán de preferencia antes del izaje y montaje del poste.

b) Cadena de aisladores.

El armado de las cadenas de aisladores, se efectúa en forma cuidadosa, prestando especial atención que los seguros queden debidamente instalados.

Antes de proceder al armado de la cadena se verificará que sus elementos no presente defectos y que estén limpios.

La instalación se realizará en el poste ya parado, teniendo cuidado que durante el izaje de las cadenas a su posición no se produzcan golpes, que puedan dañar los aisladores.

c) Colocación de armados.

Los armados de las líneas en 22,9 KV se instalarán de acuerdo a lo indicado, en los diseños de construcción respectivo.

El ensamblaje de los diferentes elementos del armado se realizará, antes del izado e instalación de los postes, debiendo cuidarse que las crucetas guarden una perfecta perpendicularidad respecto al eje del poste.

d) Instalación de retenidas.

Se procederá a su montaje después de ser instalado el poste, para lo cual se excavará en el suelo los huecos respectivos y se colocará la base y el anclaje según el plano de detalle correspondiente, compactándose el terreno en capas no mayores de 15 cm, regándose. Después se continuará apisonando varias veces uno o dos días, posteriormente se procederá a la colocación de los cables.

El cable cederá al ser solicitado, antes de fijar definitivamente las grapas, se jalará el poste en el extremo opuesto al viento para templar por unas horas.

El ajuste definitivo se realizará después de verificarse el templado de los conductores.

5.4.7. Subestación de transformación.

a) Barbotantes y bases.

Se instalarán a una distancia no menor de 1,20m de la línea de fachada y 1,50m de esquina. El izado de los postes se hará similar a los postes de la red primaria, luego se procederá a fijar las crucetas, travesaño, las tablas para el soporte del transformador, aisladores, seccionadores, pararrayos y la caja de distribución según plano.

Para la derivación de los conductores, para el conexionado a los Cut - Out, se utilizarán grapas de cobre de doble vía.

b) Transformador.

Al momento de izar el transformador se deberá tener bastante cuidado que no sufra golpes o choques que puedan afectar el aislamiento, incluyendo la pintura y los aisladores pasatapas.

Será instalado con los bornes de alta tensión hacia el lado de la calzada, asegurándolo convenientemente en las crucetas donde se ubicará el transformador del biposte. El transformador será instalado respetando también que no impidan la maniobra de los dispositivos de protección y/o desconexión.

c) Tablero de distribución.

El tablero de distribución secundaria y alumbrado público^[3] se instalará con las puertas hacia la calzada. El armado del módulo será hecho en talleres, el montaje de los componentes del tablero será hecho en obra. La salida del interruptor general al medidor totalizador y del medidor a los interruptores de los circuitos de distribución y Alumbrado Público será con cable NYY. Todos los huecos de entrada y salida de cables deberán hermetizarse una vez colocados los conductores, a fin de impedir el ingreso de agua de lluvia. Las cerraduras de los tableros de distribución deberán tener una llave maestra. La célula fotoeléctrica debe estar orientada hacia el norte, por lo que debe ubicarse en el lugar aparente que permita tal orientación. En la puerta de los tableros también se pintará con el símbolo:

ALTA TENSION, PELIGRO DE MUERTE

5.4.8. Puesta a tierra.

Los postes, los pararrayos y el transformador se les protegerá con sus respectivas puestas a tierra de acuerdo a los planos. La resistencia de puesta a tierra de los pozos no debe superar a lo especificado por el C.N.E.

Como el terreno del lugar es agrícola, primero se cava el pozo vertical circular a una profundidad de 2,80m, luego se coloca la varilla, seguidamente se agrega tierra cernida por capas, luego una capa de las sales, así sucesivamente hasta tapar la varilla, se puede

agregar agua para mejorar la conductividad del terreno. La varilla se une al conductor mediante el conector, dicho conductor se conduce al poste mediante un tubo de PVC de 2 pulgadas de diámetro. Una vez instalado se procederá a hacer la respectiva medición de la resistencia de puesta a tierra.

5.4.9. Pruebas de la red primaria y de la subestación.

Una vez concluido los trabajos de montaje, se efectuarán las pruebas que exigen las normas, bajo la presencia del Ingeniero Supervisor de la obra y de los representantes de la empresa concesionaria.

a) Secuencia de fase:

Se efectuarán las mediciones necesarias para demostrar que la posición relativa de los conductores de cada fase correspondan al del circuito alimentador, éstas al de los bornes del transformador y a su vez al de generación.

b) Prueba de continuidad:

Se efectuarán desde los extremos del conductor, cortocircuitando el otro extremo del mismo.

c) Nivel de aislamiento:

Se efectuarán en los extremos del conductor, desde los bornes del interruptor de baja tensión en la subestación. Las pruebas se efectuarán entre fases y fase tierra.

d) Pruebas de tensión:

Aplicando la tensión de servicio a la red, se procederá a tomar las lecturas correspondientes en el lado de la baja tensión en las tres fases en vacío y con carga.

e) Resistencia de puesta a tierra:

Consiste en medir la resistencia de los pozos de puesta a tierra, cuyo valor no debe ser mayor de los 25 Ohms, luego medir los tres pozos de tierra unidos, cuyo valor no debe ser mayor de 20 Ohms.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

1. El uso del sistema monofásico de retorno por tierra MRT en 13,2 kV de acuerdo a nuestra experiencia peruana nos demuestra que son construidos con costos reducidos, puesto que tienen una construcción simplificada, aproximadamente tienen un costo^[9] del 55 % de un sistema trifásico, también sus costos de operación y mantenimiento son menores.
2. Este tipo de sistema monofásico de retorno por tierra ha sido adoptado en muchos países del mundo para la electrificación de las zonas rurales, tales como Nueva Zelanda, Australia, Estados Unidos, Rusia, Brasil, México, Argentina y otros.
3. En comparación con otros sistemas eléctricos, el sistema monofásico de retorno por tierra tiene menor probabilidad de ocurrir interrupciones.
4. Respecto al bobinado secundario del transformador monofásico de 440/220 V con múltiple puesta a tierra, tiene un mayor radio de acción en comparación con el sistema antiguo de 220 V trifásico que se usa en las ciudades.
5. El sistema MRT puede ser alimentado desde un sistema eléctrico grande hasta de un pequeño sistema eléctrico PSE aislado, los usuarios cuentan con una demanda de energía pequeña de 10 a 30 kWh por mes.

RECOMENDACIONES.

1. Actualmente existe una buena cantidad de información en forma principal en las normas de la Dirección General de Electricidad dependiente del Ministerio de Energía y Minas (DGE/MEM), para poder elaborar proyectos de electrificación rural de localidades pequeñas y alejadas..
2. A pesar del apoyo de las autoridades del estado y entidades públicas, la electrificación rural tiene aún bajos índices de coeficiente de electrificación, por lo que se tiene que continuar haciéndose este tipo de proyectos, ya que permite de alguna manera el desarrollo de las zonas más deprimidas del país.

3. Las cargas^[11] de las localidades en zonas rurales son generalmente tan pequeñas que no es necesario un sistema trifásico, es suficiente con este tipo de sistema para solucionar su electrificación.
4. Una limitación es que solamente alimenta cargas monofásicas, pero para alimentar cargas trifásicas se puede utilizar los convertidores de fase con dispositivos electrónicos, es una alternativa en caso de cargas de la agroindustria, bombas de agua, etc.

ANEXO A

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE LA

MÁXIMA DEMANDA

ANEXO B

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA

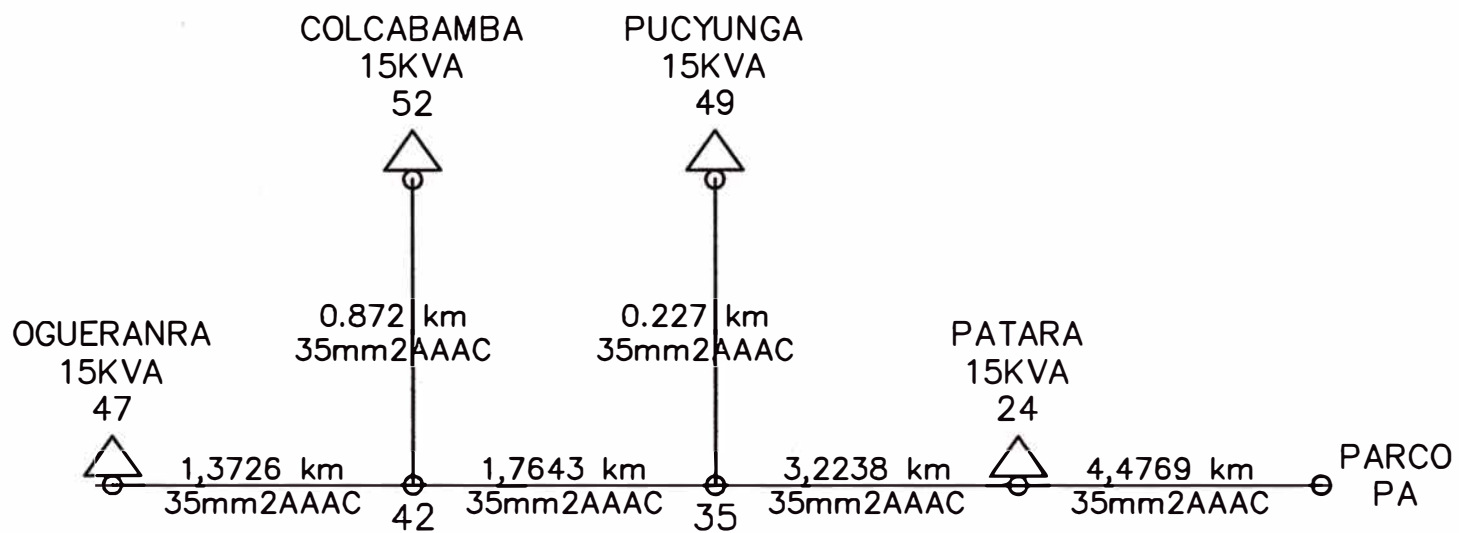


DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DISEÑADO

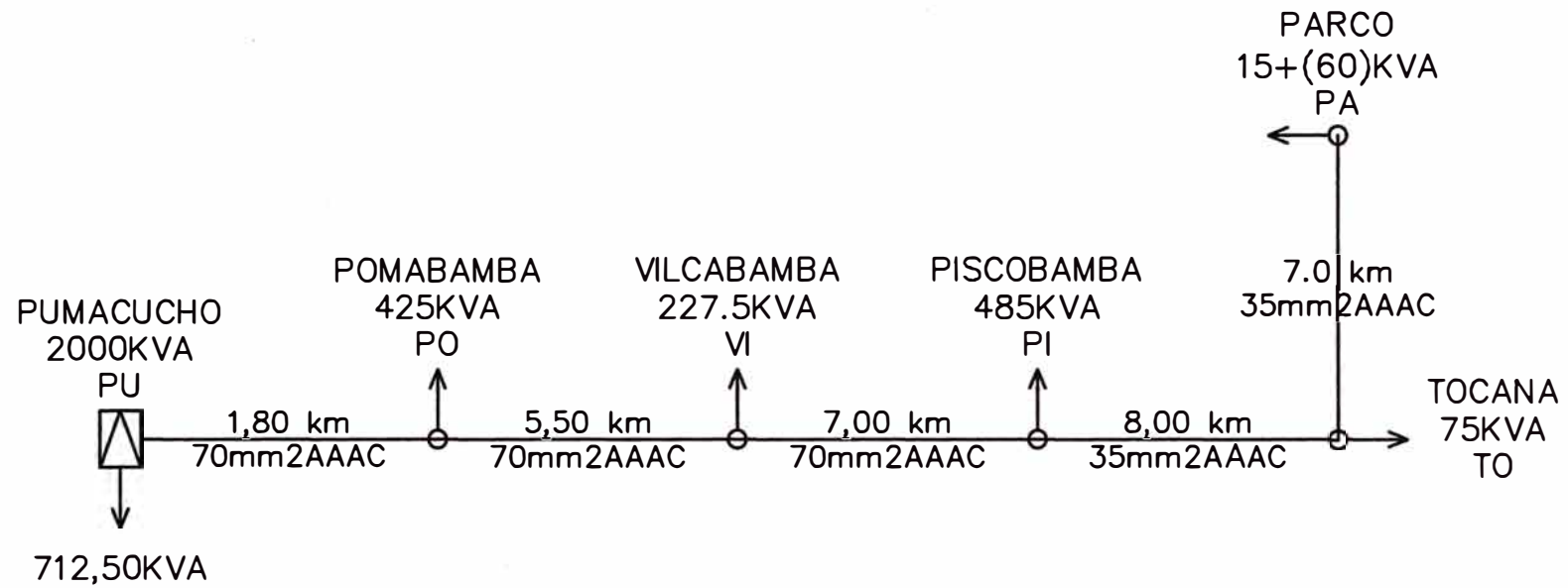


DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA EXISTENTE HASTA PUNTO ALIMENTACION

ANEXO C

RESULTADOS DE CAÍDA DE TENSIÓN

Y PÉRDIDAS DE POTENCIA

CUADRO DE RESULTADOS DE CAIDA DE TENSION Y PERDIDAS DE POTENCIA

| TRAMO | PU-PO | PO-VI | VI-PI | PI-TO | TO-PA | PA-24 | 24-35 | 35-49 | 35-42 | 42-52 | 42-47 |
|------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------------|
| POT. KVA | 425,0 | 227,5 | 485 | 75,0 | 15,0 | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 0,0 | 15,0 | 15,0 |
| Σ POT. KVA | 1287,5 | 862,5 | 635,0 | 150,0 | 75,0 | 60,0 | 45,0 | 15,0 | 30,0 | 15,0 | 15,0 |
| Σ POT. KW | 1158,75 | 776,25 | 571,50 | 135,00 | 67,50 | 54,00 | 40,50 | 13,50 | 27,00 | 13,50 | 13,50 |
| I (A) | 32,4602 | 21,7452 | 16,0095 | 3,7818 | 1,8909 | 4,5455 | 3,4091 | 1,1364 | 2,2727 | 1,1364 | 1,1364 |
| S (MM2) | 70 | 70 | 70 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| L (KM) | 1,8000 | 5,5000 | 7,0000 | 8,0000 | 7,0000 | 4,4769 | 3,2238 | 0,2270 | 1,7643 | 0,8720 | 1,3726 |
| ΔV (V) | 69,2255 | 141,6995 | 132,7756 | 59,6476 | 26,0958 | 27,7417 | 14,9825 | 0,3517 | 5,4664 | 1,3509 | 2,1264 |
| ΔV (%) | 0,3023 | 0,6188 | 0,5798 | 0,2605 | 0,1140 | 0,2102 | 0,1135 | 0,0027 | 0,0414 | 0,0102 | 0,0161 |
| ΣΔV (%) | 0,3023 | 0,9211 | 1,5009 | 1,7613 | 1,8753 | 2,0855 | 2,1990 | 2,2016 | 2,2404 | 2,2506 | 2,2565 |
| Pp (W) | 3092,4220 | 4240,4571 | 2925,3462 | 355,4459 | 77,7538 | 95,7864 | 38,7987 | 0,3036 | 9,4371 | 1,1661 | 1,8355 |
| Pp (%) | 0,2669 | 0,5463 | 0,5119 | 0,2633 | 0,1152 | 0,1774 | 0,0958 | 0,0022 | 0,0350 | 0,0086 | 0,0136 |
| ΣPp (%) | 0,2669 | 0,8132 | 1,3250 | 1,5883 | 1,7035 | 1,8809 | 1,9767 | 1,9789 | 2,0116 | 2,0203 | 2,0252 |

ANEXO D

DIAGRAMA UNIFILAR DE

IMPEDANCIAS

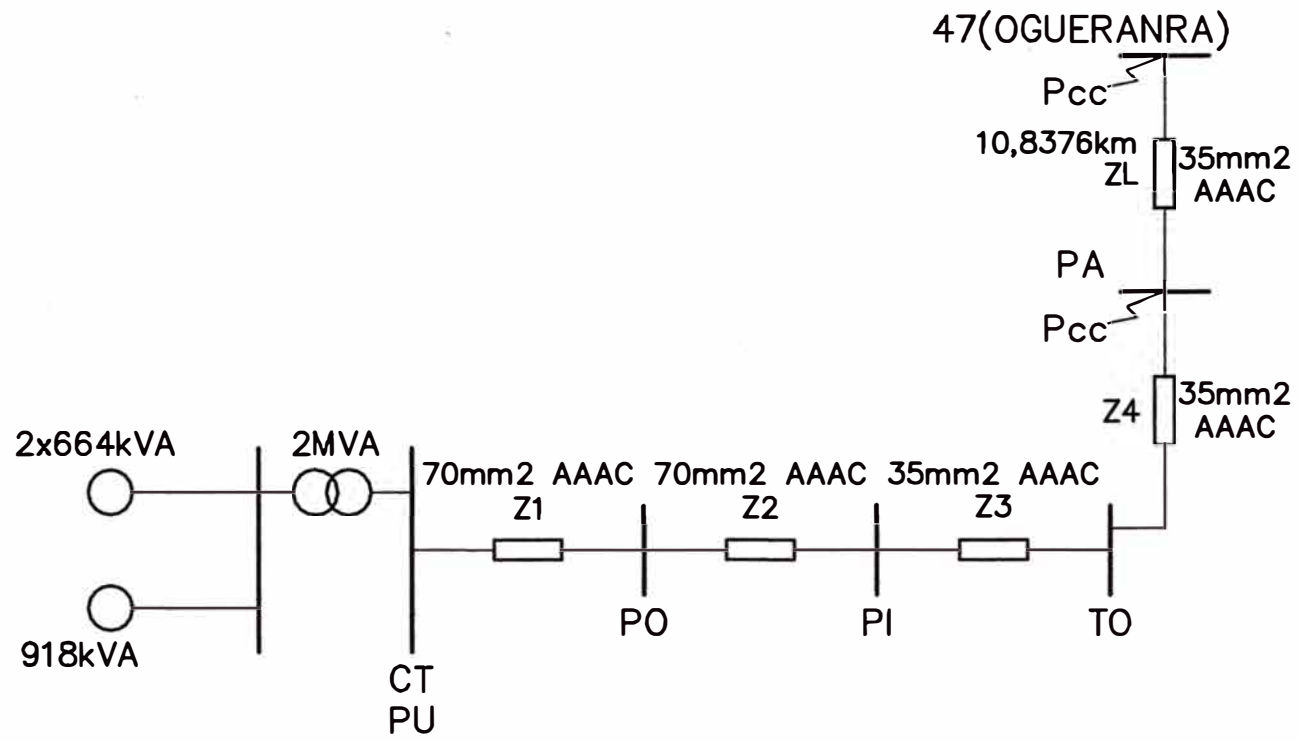


DIAGRAMA UNIFILAR DE IMPEDANCIAS

ANEXO E

TABLA DE ESFUERZOS Y FLECHAS

MAXIMAS DE CONDUCTORES

TABLA DE ESFUERZOS Y FLECHAS MAXIMAS DE CONDUCTORES

| CS = 3,5 | | SECCION 35 mm2 AAAC | | | CIRCUITO 1 | |
|--|---------------|---------------------|--------|------------|---------------|---------|
| HIPOTESIS I | HIPOTESIS II | | | | HIPOTESIS III | |
| T1 = -10°C | T2 = 20°C | | | | T3 = 40°C | |
| | TRAMO | β ° | L (m) | σ 2 | σ 3 | f3 |
| CS = 3,5 Tr = 1055 Wc = 0.094 Wr = 0.200 Pvc = 0.177 σ 1 = 8,6122 Pv = 23.625 | PA-1 | 0,0000 | 50,00 | 4,6172 | 2,4869 | 0,3375 |
| | 1-2 | 17,4441 | 511,00 | 4,1018 | 3,9108 | 22,4153 |
| | 2-3 | 35,5814 | 125,00 | 5,0863 | 3,5438 | 1,4802 |
| | 3-4 | 23,4386 | 130,00 | 4,6605 | 3,2906 | 1,7242 |
| | 4-5 | 5,1288 | 159,10 | 4,3398 | 3,3261 | 2,5549 |
| | 5-6 | 5,1286 | 160,00 | 4,3378 | 3,3303 | 2,5806 |
| | 6-7 | 12,7696 | 220,00 | 4,2712 | 3,5615 | 4,5623 |
| | 7-8 | 17,5709 | 221,50 | 4,3109 | 3,5787 | 4,6024 |
| | 8-9 | 13,6802 | 246,50 | 4,2402 | 3,6296 | 5,6201 |
| | 9-10 | 20,8617 | 131,20 | 4,5981 | 3,2658 | 1,7695 |
| | 10-11 | 6,6517 | 210,00 | 4,2534 | 3,5227 | 4,2028 |
| | 11-12 | 5,8494 | 200,20 | 4,2655 | 3,4904 | 3,8550 |
| | 12-13 | -4,9583 | 172,90 | 4,3106 | 3,3871 | 2,9630 |
| | 13-14 | 9,3425 | 364,70 | 4,1296 | 3,8074 | 11,7278 |
| | 14-15 | 16,1202 | 190,30 | 4,3561 | 3,4801 | 3,4935 |
| | 15-16 | 21,8675 | 149,50 | 4,5572 | 3,3604 | 2,2329 |
| | 16-17 | 7,5946 | 75,00 | 4,5842 | 2,7657 | 0,6828 |
| | 17-18 | -7,4692 | 190,00 | 4,2890 | 3,4569 | 3,5059 |
| | 18-19 | -10,7801 | 350,00 | 4,1405 | 3,7925 | 10,8439 |
| | 19-20 | -4,7020 | 200,00 | 4,2623 | 3,4887 | 3,8492 |
| | 20-21 | -6,3528 | 150,00 | 4,3658 | 3,2838 | 2,3003 |
| | 21-22 | -19,2220 | 150,00 | 4,5052 | 3,3398 | 2,2617 |
| | 22-23 | -15,1096 | 100,00 | 4,5980 | 3,0237 | 1,1103 |
| | 23-24(23-SAM) | -15,1096 | 20,00 | 4,8041 | 2,3570 | 0,0570 |
| | 24-25 | -3,7760 | 30,00 | 4,6642 | 2,2737 | 0,1329 |
| | 25-26 | -3,5904 | 233,00 | 4,2151 | 3,5856 | 5,0829 |
| | 26-27 | -2,7060 | 201,00 | 4,2565 | 3,4908 | 3,8854 |
| | 27-28 | -2,7073 | 200,90 | 4,2567 | 3,4905 | 3,8819 |
| | 28-29 | 4,5959 | 248,80 | 4,1996 | 3,6247 | 5,7332 |
| | 29-30 | 1,1458 | 105,00 | 4,4672 | 2,9988 | 1,2342 |
| | 30-31 | -5,3326 | 343,90 | 4,1322 | 3,7830 | 10,4953 |
| | 31-32 | 12,4628 | 294,10 | 4,1840 | 3,7187 | 7,8085 |
| | 32-33 | 3,7740 | 886,40 | 4,0518 | 3,9897 | 66,1125 |
| | 33-34 | 4,1499 | 90,00 | 4,5187 | 2,8842 | 0,9428 |
| | 34-35 | -12,8734 | 590,70 | 4,0783 | 3,9379 | 29,7464 |
| | 35-36 | 2,5509 | 291,80 | 4,1599 | 3,7088 | 7,7073 |
| | 36-37 | -3,0774 | 420,00 | 4,1014 | 3,8539 | 15,3661 |
| | 37-38 | 18,8131 | 351,00 | 4,1742 | 3,8020 | 10,8785 |
| | 38-39 | 21,7634 | 65,00 | 4,8501 | 2,8716 | 0,4939 |
| | 39-40 | 10,5692 | 85,00 | 4,5838 | 2,8721 | 0,8445 |
| | 40-41 | 9,2693 | 511,50 | 4,0862 | 3,9078 | 22,4764 |
| | 41-42 | 6,7157 | 40,00 | 4,6648 | 2,4025 | 0,2236 |
| | 42-43 | 11,6804 | 338,60 | 4,1496 | 3,7799 | 10,1827 |
| | 43-44 | 0,0000 | 494,40 | 4,0837 | 3,8988 | 21,0470 |
| | 44-45 | -7,3614 | 319,60 | 4,1490 | 3,7528 | 9,1375 |
| | 45-46 | -4,8615 | 190,00 | 4,2791 | 3,4538 | 3,5089 |
| | 46-47(46-SAM) | -4,8585 | 30,00 | 4,6697 | 2,2805 | 0,1325 |
| | 35-48 | -22,5496 | 197,00 | 4,4316 | 3,5348 | 3,6858 |
| | 48-49(48-SAM) | -20,4723 | 30,00 | 4,9026 | 2,5834 | 0,1170 |
| | 42-50 | -3,0736 | 92,00 | 4,5088 | 2,8987 | 0,9803 |
| | 50-51 | -29,7997 | 730,00 | 4,0982 | 3,9792 | 44,9596 |
| 51-52(51-SAM) | -18,7678 | 50,00 | 4,8216 | 2,6864 | 0,3124 | |

ANEXO F

TABLA DE REGULACION Y TEMPLADO

DE FLECHAS

TABLA DE REGULACION Y TEMPLADO DE FLECHAS

| FLECHAS (m) DEL CONDUCTOR DE 35 mm ² | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| VANO BASICO = 150 m | | | | | | | | | | | |
| VANO | TEMPERATURA (°C) | | | | | | | | | | |
| | -10 | -5 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| 20 | 0,0191 | 0,0207 | 0,0224 | 0,0243 | 0,0263 | 0,0285 | 0,0309 | 0,0358 | 0,0384 | 0,0404 | 0,0410 |
| 30 | 0,0430 | 0,0465 | 0,0503 | 0,0546 | 0,0592 | 0,0642 | 0,0695 | 0,0806 | 0,0864 | 0,0908 | 0,0922 |
| 40 | 0,0764 | 0,0826 | 0,0895 | 0,0970 | 0,1052 | 0,1141 | 0,1235 | 0,1433 | 0,1536 | 0,1614 | 0,1639 |
| 50 | 0,1194 | 0,1291 | 0,1398 | 0,1516 | 0,1644 | 0,1783 | 0,1929 | 0,2240 | 0,2400 | 0,2523 | 0,2560 |
| 65 | 0,2019 | 0,2181 | 0,2362 | 0,2562 | 0,2779 | 0,3013 | 0,3261 | 0,3785 | 0,4055 | 0,4263 | 0,4327 |
| 75 | 0,2687 | 0,2904 | 0,3145 | 0,3411 | 0,3700 | 0,4011 | 0,4341 | 0,5040 | 0,5399 | 0,5676 | 0,5761 |
| 85 | 0,3452 | 0,3730 | 0,4040 | 0,4381 | 0,4752 | 0,5152 | 0,5576 | 0,6473 | 0,6935 | 0,7290 | 0,7399 |
| 90 | 0,3870 | 0,4182 | 0,4529 | 0,4911 | 0,5328 | 0,5776 | 0,6251 | 0,7257 | 0,7775 | 0,8173 | 0,8295 |
| 92 | 0,4044 | 0,4370 | 0,4732 | 0,5132 | 0,5567 | 0,6036 | 0,6532 | 0,7583 | 0,8124 | 0,8540 | 0,8668 |
| 100 | 0,4778 | 0,5163 | 0,5591 | 0,6063 | 0,6578 | 0,7131 | 0,7718 | 0,8959 | 0,9599 | 1,0090 | 1,0241 |
| 105 | 0,5267 | 0,5692 | 0,6164 | 0,6685 | 0,7252 | 0,7862 | 0,8509 | 0,9877 | 1,0583 | 1,1124 | 1,1291 |
| 125 | 0,7465 | 0,8067 | 0,8736 | 0,9474 | 1,0278 | 1,1142 | 1,2059 | 1,3999 | 1,4998 | 1,5766 | 1,6002 |
| 130 | 0,8074 | 0,8726 | 0,9449 | 1,0247 | 1,1116 | 1,2052 | 1,3043 | 1,5141 | 1,6222 | 1,7053 | 1,7308 |
| 150 | 1,0750 | 1,1617 | 1,2580 | 1,3642 | 1,4800 | 1,6045 | 1,7364 | 2,0158 | 2,1597 | 2,2703 | 2,3043 |
| 160 | 1,2231 | 1,3217 | 1,4314 | 1,5522 | 1,6839 | 1,8256 | 1,9757 | 2,2935 | 2,4573 | 2,5831 | 2,6218 |
| 173 | 1,4299 | 1,5452 | 1,6734 | 1,8147 | 1,9686 | 2,1343 | 2,3098 | 2,6814 | 2,8728 | 3,0199 | 3,0651 |
| 190 | 1,7247 | 1,8639 | 2,0184 | 2,1888 | 2,3746 | 2,5743 | 2,7860 | 3,2342 | 3,4651 | 3,6426 | 3,6971 |
| 197 | 1,8542 | 2,0037 | 2,1699 | 2,3531 | 2,5527 | 2,7675 | 2,9951 | 3,4769 | 3,7251 | 3,9159 | 3,9745 |
| 200 | 1,9111 | 2,0652 | 2,2365 | 2,4253 | 2,6311 | 2,8524 | 3,0870 | 3,5836 | 3,8395 | 4,0361 | 4,0965 |
| 210 | 2,1070 | 2,2769 | 2,4657 | 2,6739 | 2,9008 | 3,1448 | 3,4034 | 3,9510 | 4,2330 | 4,4498 | 4,5164 |
| 220 | 2,3124 | 2,4989 | 2,7062 | 2,9346 | 3,1836 | 3,4515 | 3,7353 | 4,3362 | 4,6458 | 4,8837 | 4,9567 |
| 233 | 2,5937 | 2,8030 | 3,0354 | 3,2917 | 3,5710 | 3,8714 | 4,1898 | 4,8638 | 5,2110 | 5,4779 | 5,5599 |
| 246 | 2,8913 | 3,1245 | 3,3836 | 3,6692 | 3,9806 | 4,3155 | 4,6703 | 5,4217 | 5,8087 | 6,1062 | 6,1976 |
| 249 | 2,9622 | 3,2011 | 3,4666 | 3,7593 | 4,0783 | 4,4214 | 4,7849 | 5,5547 | 5,9513 | 6,2561 | 6,3497 |
| 292 | 4,0736 | 4,4022 | 4,7673 | 5,1698 | 5,6084 | 6,0803 | 6,5803 | 7,6389 | 8,1842 | 8,6033 | 8,7321 |
| 294 | 4,1296 | 4,4627 | 4,8329 | 5,2408 | 5,6855 | 6,1638 | 6,6707 | 7,7439 | 8,2967 | 8,7216 | 8,8521 |
| 320 | 4,8923 | 5,2870 | 5,7255 | 6,2088 | 6,7356 | 7,3022 | 7,9027 | 9,1741 | 9,8290 | 10,3324 | 10,4870 |
| 339 | 5,4905 | 5,9334 | 6,4255 | 6,9679 | 7,5592 | 8,1951 | 8,8690 | 10,2959 | 11,0309 | 11,5958 | 11,7693 |
| 344 | 5,6537 | 6,1097 | 6,6165 | 7,1750 | 7,7838 | 8,4387 | 9,1326 | 10,6019 | 11,3587 | 11,9404 | 12,1190 |
| 350 | 5,8526 | 6,3247 | 6,8493 | 7,4275 | 8,0577 | 8,7356 | 9,4539 | 10,9749 | 11,7584 | 12,3605 | 12,5455 |
| 351 | 5,8861 | 6,3609 | 6,8885 | 7,4700 | 8,1038 | 8,7856 | 9,5080 | 11,0377 | 11,8256 | 12,4313 | 12,6173 |
| 365 | 6,3650 | 6,8785 | 7,4490 | 8,0777 | 8,7632 | 9,5004 | 10,2816 | 11,9358 | 12,7878 | 13,4427 | 13,6439 |

ANEXO G

METRADO Y PRESUPUESTO

**METRADO Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE MEDIA TENSION 13,2 Kv
PARA LA ELECTRIFICACION RURAL DE LOS CASERIOS DE PATARA, PUCYUNGA, COLCABAMBA Y OGUERANRA**

CASERIO DE PATARA, PUCYUNGA, COLCABAMBA Y OGUERANRA

FECHA : 2011

| ITEM | ESPECIFICACIONES | METRADO | | COSTOS | | TOTAL |
|-------------|--|---------|---------|--------|----------|-----------------|
| | | UNID. | CANT. | UNIT. | S.TOTAL | |
| A | SUMINISTRO DE MATERIALES. | | | | | |
| 1,00 | POSTES, CRUCETAS | | | | | |
| 1,01 | Poste de pino canadiense de 12m, Clase 6, Grupo D. | UN | 52 | 843,00 | 43836,00 | |
| 1,02 | Cruceta de madera tratada 90 x115 x 1,6m (usado para aisladores,pararrayos,seccionadres) | UN | 5 | 40,00 | 200,00 | |
| 1,03 | Soporte de transformador en S.E. monoposte angulares de de 3x3 x14x2,20m incluye abrazadera de de perno de 2x 1/2 x 14x 0,60m | UN | 4 | 70 | 280,00 | |
| 1,04 | Cable Nyy unipolar en conformación paralela | UN | 40 | 20 | 800,00 | |
| | SUB TOTAL | | | | | 45116,00 |
| 2,00 | CONDUCTORES Y ACCESORIOS. | | | | | |
| 2,01 | Conductor de Aleación de aluminio AAAC 35 mm2 | MT | 12533,4 | 2,10 | 26320,20 | |
| | Alambre de amarre Aluminio 16mm2 | MT | 190 | 1,50 | 285,00 | |
| 2,02 | Conductor de cobre desnudo T.D. de 16 mm2 | KM | 40 | 2,50 | 100,00 | |
| 2,03 | Alambre de cobre recocido 10mm2 para bajada de la linea al transformador | MT | 40 | 3,00 | 120,00 | |
| 2,04 | Cable tipo NYY 1kV, calibre 1x35mm2 | MT | 40 | 47,70 | 1908,00 | |
| 2,05 | Conector split-bolt para cable NYY 35mm2 | UN | 80 | 4,00 | 320,00 | |
| 2,06 | Amortiguadores para conductores de aluminio | UN | 68 | 42,00 | 2856,00 | |
| | SUB TOTAL | | | | | 31909,20 |
| 3,00 | AISLADORES Y ACCESORIOS. | | | | | |
| 3,01 | Adaptador anillo-bola F°G° | UN | 55,00 | 14,08 | 774,40 | |
| 3,02 | Adaptador casquillo -ojo alargado | UN | 61,00 | 14,40 | 878,40 | |
| 3,03 | Aislador de porcelana de suspensión clase ANSI 52-3 | UN | 122,00 | 74,24 | 9057,28 | |
| 3,04 | Aislador de porcelana tipo Pin clase Ansi | UN | 38,00 | 41,92 | 1592,96 | |
| 3,05 | Grapa de anclaje tipo pistola o puño para 35 mm2 cond. | UN | 51,00 | 15,36 | 783,36 | |
| 3,06 | Grapa de ángulo | UN | 4,00 | 12,16 | 48,64 | |
| | SUB TOTAL | | | | | 13135,04 |

| | | | | | |
|-------------|--|----|------|---------|-----------------|
| 0,01 | Transformador de distribución monofásico de las siguientes caracteísticas | | | | |
| | Potencia nominal = 15 KVA (monofasico) | | | | |
| | Frecuencia = 60 HZ | | | | |
| | Relación de transformación = 13,2/0,440-0,23 (KV). | | | | |
| | Numero de terminales en el secundario = 4 | | | | |
| | Regulación taps. = (+/-) 2x2,5% | | | | |
| | Tipo de refrigeración = ONAN | | | | |
| | Altura de trabajo = 3300 m.s.n.m. | | | | |
| | Tipo de montaje = exterior | | | | |
| | Equipado con todos los accesorios | CJ | 4,00 | 4736,00 | 18944,00 |
| 0,02 | Tablero de distribución 1Ø 440/230 V,+N y accesorios para S.B.T. | | | | |
| | Caja de plancha de acero de 1/16 | | | | |
| | * Caja de plantina de acero de 1/6" de 0,7x0,50x0,30m. | | | | |
| | tapa superior inclinada, puerta frontal de 2 hojas | | | | |
| | abrazaderas de platina de F*G* de 2"x1/4"x0,50m.con | | | | |
| | 4 pernos de 1/2"x3"con tuercas y 2 volandas | | | | |
| | cada uno para sujeción a poste de C.A.C. | | | | |
| | * 04 interruptores termomagnéticos monofasico de (02) de 50A | | | | |
| | (2) de 30 A | | | | |
| | * Un contador termomagnético de 2x30A. 220 V. | | | | |
| | incluye fotocelula de 1KW -1,8KVA y relé de 25-35A | | | | |
| | *Base portafusible tipo DZ y fusible de 10 A | | | | |
| | *Sistema de barras conectoras de cobre, aisladores | | | | |
| | portabarras conductores y terminales. | | | | |
| | *01 interruptor de prueba | Eq | 4 | 2400,00 | 9600,00 |
| 0,03 | Seccionador fusible Cut-Out unipolar 27 kV, BIL,125 KV NBA kV,100A | | | | |
| | para operación de 3200 m.s.n.m. Con accesorios de montaje | Eq | 5 | 268,50 | 1342,50 |
| 0,04 | Pararrayo de oxido de zinc , tensión 21 kV, 10kA | | | | |
| | para operación de 3200 m.s.n.m.con accesorios de montaje | Eq | 5 | 225,00 | 1125,00 |
| 0,05 | Fusibles tipo chicote 25 K | | | | |
| | | | 5 | 10,50 | 52,50 |
| | SUB TOTAL | | | | 31064,00 |
| 5,00 | FERRETERIA Y ACCESORIOS | | | | |
| 5,01 | Retenida de anclaje oblicuo constituido por : | | | | |
| | Alambre galvanizado N° 14 para amarre 1,5 mt. por cadda retenida | | | | |
| | 1 aislador tracción tipo nuez ANSI 54.2 | | | | |
| | 1 Bloque de concreto armado de 0,50 x0,50x0,20 | | | | |
| | 02 arandela curva de 57x57x5mm agujero de 16mmØ 2.Por cada reternida | | | | |
| | 02 mordaza preformada de acero para cable de 10mmØ 2 cada retenida | | | | |

| | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-------|----------|
| | 01 arandela de anclaje de acero de 102x102x6,35mm | | | | |
| | 01 varilla de anclaje de acero, 16mmØx2400mm de long. | | | | |
| | 14 mt. de cable de acero tipo siemens martin o alta resistencia | | | | |
| | 01 Perno angular con ojal -guardacabo de 16mmØ | | | | |
| | 04 unidades de amarres preformado | Jgo | 77 | 175 | 13475,00 |
| 5,02 | Retenida tipo contrapunta | Jgo | | 200 | 0,00 |
| 5,03 | Sistema de puestra a tierra constituido por: | | | | |
| | 15m de conductor de cobre electrolítico, 25mm2 Sección cableado, por cada pozo | M | | | |
| | Electrodo de cooperweld de 16mmØ x 2,40 Long. | UN | | | |
| | Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 25mm2 | UN | | | |
| | Borne de bronce para electrodo de puesta a tierra de 16mmØ | UN | | | |
| | Grampa en U.de cooperweld 44,50x9,5mm, 3,7mmØ, 20 cada pozo tierra | UN | | | |
| | Grapa de vias paralelas | | | | |
| | 100kg. de sal por cada pozo tierra | UN | | | |
| | 50 Kg de carbón por cada pozo de tierra | UN | | | |
| | Tierra fina cernida de cultivo 0,6 m3 por cada pozo de tierra | CJ | 48 | 220 | 10560,00 |
| 5,04 | Sistema de puestra a tierra para la Sub estación constituido por: | | | | |
| | 15m de conductor de cobre electrolítico, 25mm2 Sección cableado, por cada pozo | | | | |
| | Electrodo de cooperweld de 16mmØ x 2,40 Long. | | | | |
| | Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 25mm2 | | | | |
| | Borne de bronce para electrodo de puesta a tierra de 16mmØ | | | | |
| | Grampa en U.de cooperweld 44,50x9,5mm, 3,7mmØ, 20 cada pozo tierra | | | | |
| | Grapa de vias paralelas | | | | |
| | 100kg. de sal por cada pozo tierra | | | | |
| | 50 Kg de carbón por cada pozo de tierra | | | | |
| | Tierra de fina cernida de cultivo 0,6 m3 por cada pozo de tierra | CJ | 8 | 220 | 1760,00 |
| 5,05 | Sistema de puestra a tierra para Neutro de la Sub estación constituido por: | | | | |
| | 15m de conductor de cobre electrolítico, 25mm2 Sección cableado, por cada pozo | | | | |
| | Electrodo de cooperweld de 16mmØ x 2,40 Long. | | | | |
| | Conector de cobre tipo perno partido para conductor de 25mm2 | | | | |
| | Borne de bronce para electrodo de puesta a tierra de 16mmØ | | | | |
| | Grampa en U.de cooperweld 44,50x9,5mm, 3,7mmØ, 20 cada pozo tierra | | | | |
| | Grapa de vias paralelas | | | | |
| | 100kg. de sal por cada pozo tierra | | | | |
| | 50 Kg de carbón por cada pozo de tierra | | | | |
| | Tierra de fina cernida de cultivo 0,6 m3 por cada pozo de tierra | CJ | 12 | 220 | 2640,00 |
| 5,06 | Arandela cuadrada plana de A°G° 75x75x5mm 18mmØ . Aguj. | UN | 17 | 1,6 | 27,20 |
| 5,07 | Arandela cuadrada curva de, F°G° 57x57x5mm, 16mmØ agujero. | UN | 167 | 0,864 | 144,29 |
| 5,08 | Brazo soporte (riostra) 38x38x6mm secc. 0,71 m.Long. | UN | 10 | 66,24 | 662,40 |
| 5,09 | contratuerca | UN | 123 | 1,6 | 196,80 |
| 5,10 | Espiga para cabeza de poste | UN | 38 | 14,4 | 547,20 |

| | | | | | | |
|-------------|---|----------------|--------------|---------------------|-----------------|------------------|
| 5,11 | Grapa en U para fijación de cable de bajada a pozo a tierra | UN | 5 | 0,64 | 3,20 | |
| 5,12 | Grillete | UN | 60 | 11,2 | 672,00 | |
| 5,13 | Perno coche de A°G°, 13mm diam.x152mm Long. 76mm Mqdo. Con arand. Tuerca y cont. | UN | 10 | 2,56 | 25,60 | |
| 5,14 | tuerca ojo de A°G° forjado para perno de 16 mm diam. | UN | 18 | 4,16 | 74,88 | |
| 5,15 | Perno ojo de A°G° de 16mmØx305mm Long.,152mm,maquinado con tuerca y cont. | UN | 37 | 7,168 | 265,22 | |
| 5,16 | perno maquinado de A°G° , 16mm diam. X 508mm Long.,152mm Mqdo. Con tuerca y Cont. | UN | 4 | 7,04 | 28,16 | |
| 5,08 | Perno maquinado de A°G° 16 mm diam. 305 mm Long. 152mm maquinado con tuerca y cont. | UN | 74 | 4,64 | 343,36 | |
| 5,09 | Perno maquinado de A°G° 16 mm diam. 356 mm Long. maquinado con tuerca y cont. | UN | 5 | 5,984 | 29,92 | |
| 5,10 | Soporte separador de vértice de poste de A°G°,110mm | UN | 4 | 24 | 96,00 | |
| 5,11 | Tirafondo de A°G°, 13mmØ.x102mm Long. | UN | 6 | 2,176 | 13,06 | |
| 5,12 | Tubo espaciador de A°G°, 19mm Øx38mm Long. | UN | 4 | 2,88 | 11,52 | |
| 5,13 | Varilla de armar preformada doble | UN | 2 | 7,68 | 15,36 | |
| 5,14 | Varilla de armar preformada simple | UN | 4 | 6,4 | 25,60 | |
| | SUBTOTAL | | | | | 31616,76 |
| | COSTO TOTAL MATERIALES | | | | | 152841,00 |
| ITEM | ESPECIFICACIONES | METRADO | | COSTOS (S/.) | | |
| | | UNID. | CANT. | UNIT. | SUBTOTAL | TOTAL |
| B | MONTAJE DE MATERIALES ELECTROMECANICOS | | | | | |
| 1,00 | Trazo y replanteo | KM | 12,53 | 149,52 | 1874,02 | |
| 2,00 | Excavación de hoyos para postes | UND | 52,00 | 104,55 | 5436,36 | |
| 3,00 | Izaje de postes de madera 12 mt. | UND | 52,00 | 64,76 | 3367,75 | |
| 4,00 | Transporte de postes a los hoyos respectivos | UND | 52,00 | 80,06 | 4163,32 | |
| 5,00 | Instalación de retenidas simples inc. excavación y relleno | CJ | 77,00 | 78,83 | 6070,20 | |
| 6,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PS1-0 | CJ | 20,00 | 27,45 | 548,99 | |
| 7,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PA1-0 | CJ | 2,00 | 30,50 | 61,00 | |
| 8,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PA2-0 | CJ | 4,00 | 34,65 | 138,59 | |
| 9,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PA3-0 | CJ | 5,00 | 43,31 | 216,55 | |
| 10,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PA4-0 | CJ | 2,00 | 49,50 | 99,00 | |
| 11,00 | instalación de aisladores y accesorios armado PR3-0 | CJ | 14,00 | 43,31 | 606,35 | |
| 12,00 | instalación de cruceta y aisladores armado PSEC-0P | CJ | 1,00 | 69,62 | 69,62 | |
| 13,00 | Montaje de la subestación monposte monofasico SMM-1P, incluye tablero | CJ | 3,00 | 380,07 | 1140,22 | |
| 14,00 | Montaje de la subestación monposte monofasico SMM-2P, incluye tablero | CJ | 1,00 | 400,08 | 400,08 | |
| 15,00 | Instalación de puesta a tierra típico | CJ | 48,00 | 154,80 | 7430,51 | |
| 16,00 | Instalación de puesta a tierra para la Sub estación | CJ | 8,00 | 171,37 | 1370,97 | |
| 17,00 | Instalación de puesta a tierra para neutro de la Sub estación | CJ | 12,00 | 171,37 | 2056,46 | |
| 18,00 | Tendido de conductores AAAC 35 mm2 | KM | 12533,4 | 0,608 | 7620,93 | |
| 19,00 | Pruebas y puesta en servicio | KM | 12,53 | 72,26 | 905,72 | |
| 20,00 | Liquidación de obra | Glob. | 1,00 | 1200,00 | 1200,00 | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | TOTAL MONTAJE | | | | | 44776,62 |

| | | | | | | |
|------|-----------------------------------|--|--|-----------|--|------------------|
| | COSTO DIRECTO DE OBRA | | | | | |
| | SUMINISTRO DE MATERIALES | | | 152841,00 | | |
| | MONTAJE ELECTROMECANICO | | | 44776,62 | | |
| | TRANSPORTE DE MATERIALES | | | 9880,88 | | |
| | SUB TOTAL | | | 207498,50 | | |
| | GASTOS GENERALES(25%(MAT.+MONT).) | | | 51874,63 | | |
| 0,00 | COSTO TOTAL DE LA OBRA | | | | | 259373,13 |
| | NO INCLUYE IGV | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ANEXO H

FOTOS



LOCALIDAD: COLCABAMBA; DISTRITO DE
FIDEL OLIVAS ESCUDERO



CASERIO DE : PATARA
DIST: FIDEL OLIVAS ESCUDERO

Localidad de:

PATARA

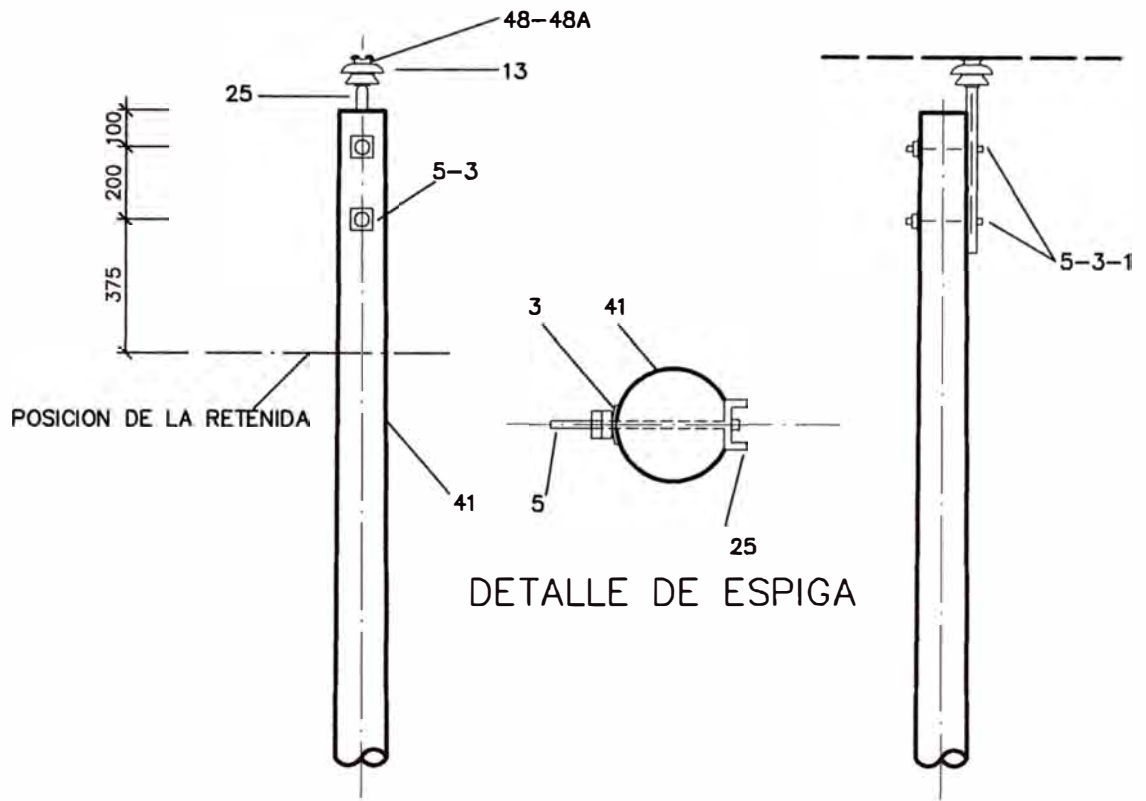


CASERIO DE
OQUERANRA
DIST: FIDEL OLIVAS ESCUDERO

Localidad

OQUERANRA

ANEXO I
LÁMINAS Y PLANOS

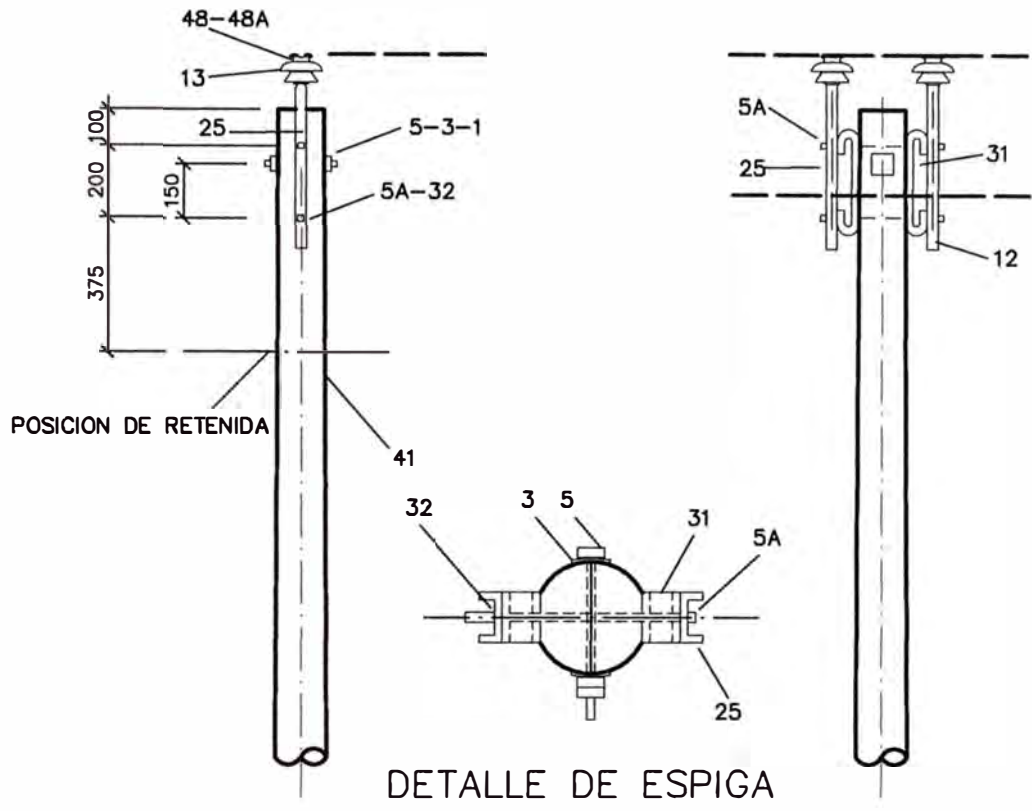


PS1-0

| | | | | | |
|------|-------|------------------------------------|------|-------|----------|
| 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. | | | |
| 25 | 1 | ESPIGA PUNTA POSTE 500 mm | | | |
| 3 | 2 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | | | |
| 5 | 2 | PERNO 16mm#X305mm, MAQUINADO 152mm | | | |
| 13 | 1 | AISLADOR TIPO PIN | | | |
| 1 | 2 | CONTRATUERCA. | | | |
| 48 | 2,5m | ALAMBRE DE AMARRE | | | |
| 48A | 1 | VARILLA ARMAR PREFORMADA SIMPLE | | | |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PS1-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-01 |

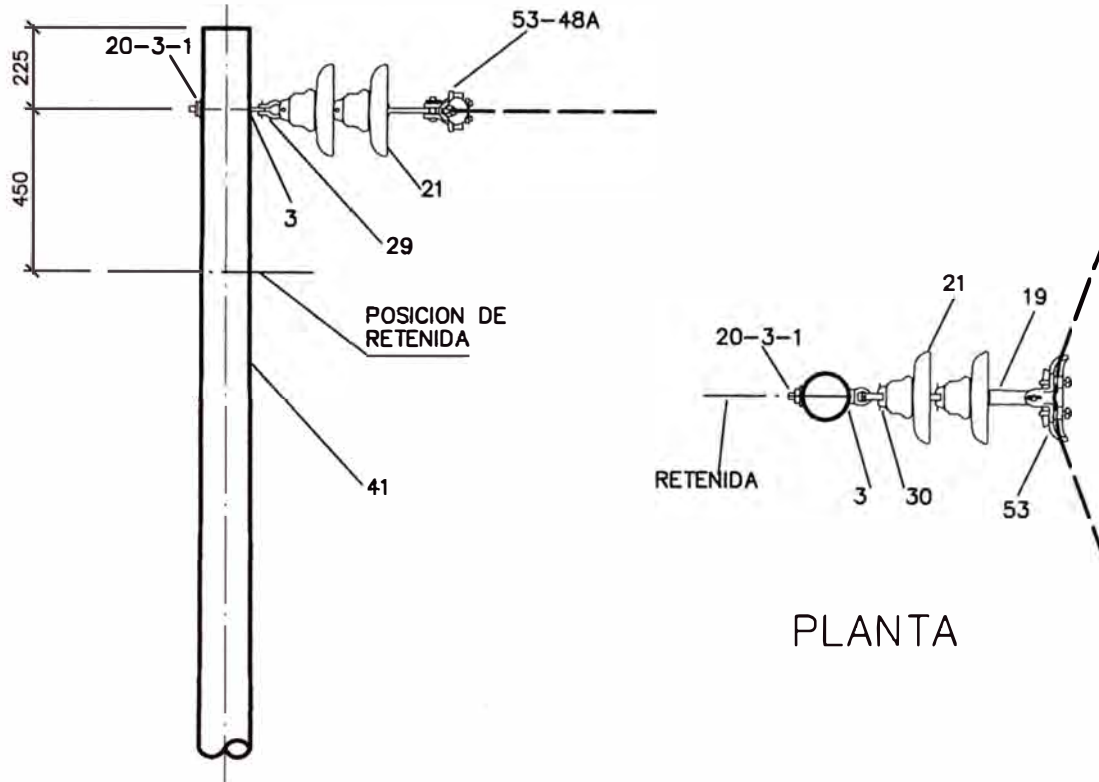


PA1-0

| | | | | | |
|------|-------|------------------------------------|------|-------|--------------------------------|
| 31 | 2 | SOPORTE SEPARADOR | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 32 | 2 | TUBO ESPACIADOR | 48 | 5m | ALAMBRE DE AMARRE O PREFORMADA |
| 25 | 2 | ESPIGA PUNTA POSTE 500 mm | 48A | 1 | VARILLA ARMAR PREFORMADA DOBLE |
| 4 | 2 | ARANDELA CUADRADA PLANA | 1 | 3 | CONTRATUERCA. |
| 3 | 2 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | | | |
| 5 | 1 | PERNO 16mmØX305mm, MAQUINADO 152mm | | | |
| 5A | 2 | PERNO 16mmØX508mm, MAQUINADO 152mm | | | |
| 13 | 2 | AISLADOR TIPO PIN | | | |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

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

| | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PA1-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 |
| | | | | No. LAMINA: RP-02 |



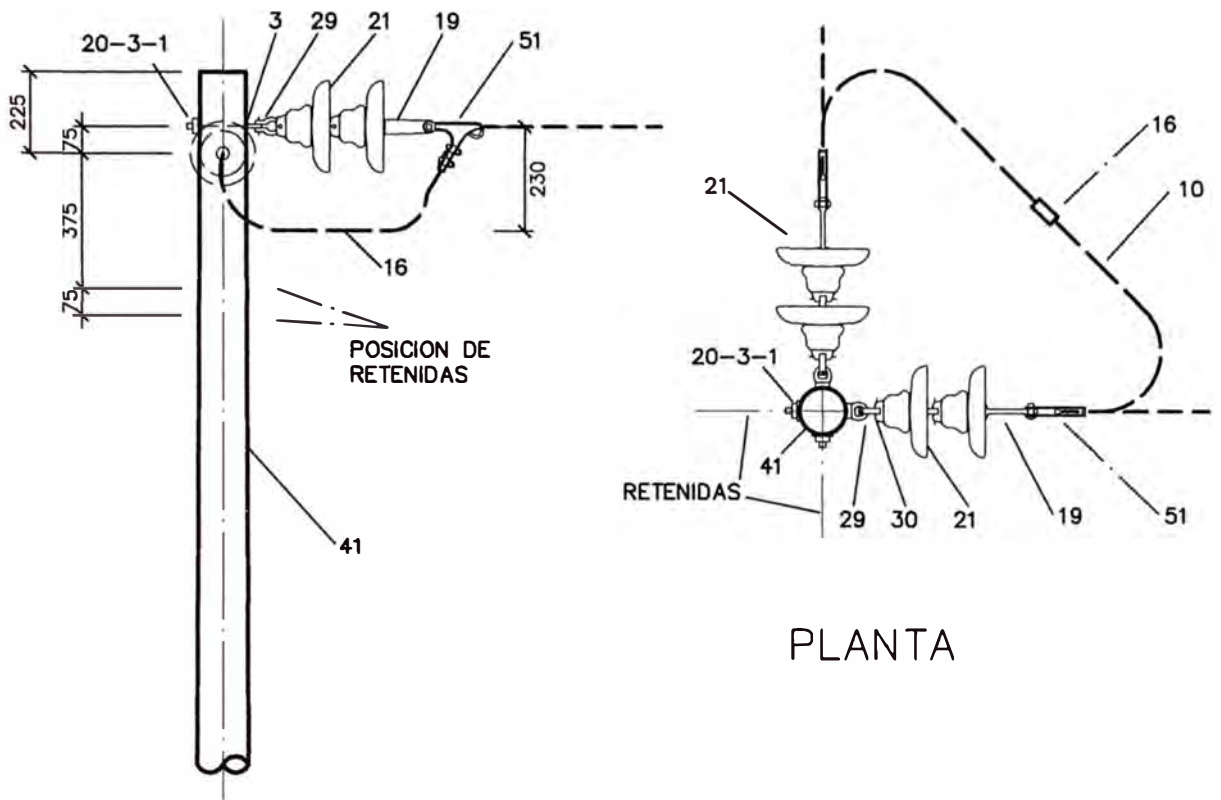
PLANTA

PA2-0

| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |
|------|-------|------------------------------|------|-------|---------------------------------|
| 53 | 1 | GRAPA DE ANGULO | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 3 | 2 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | 48A | 1 | VARILLA ARMAR PREFORMADA SIMPLE |
| 19 | 1 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO | 20 | 1 | PERNO OJO 16 mm ϕ X LONG. |
| 30 | 1 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | 21 | 2 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 29 | 1 | GRILLETE | 1 | 1 | CONTRATUERCA. |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PA2-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-03 |



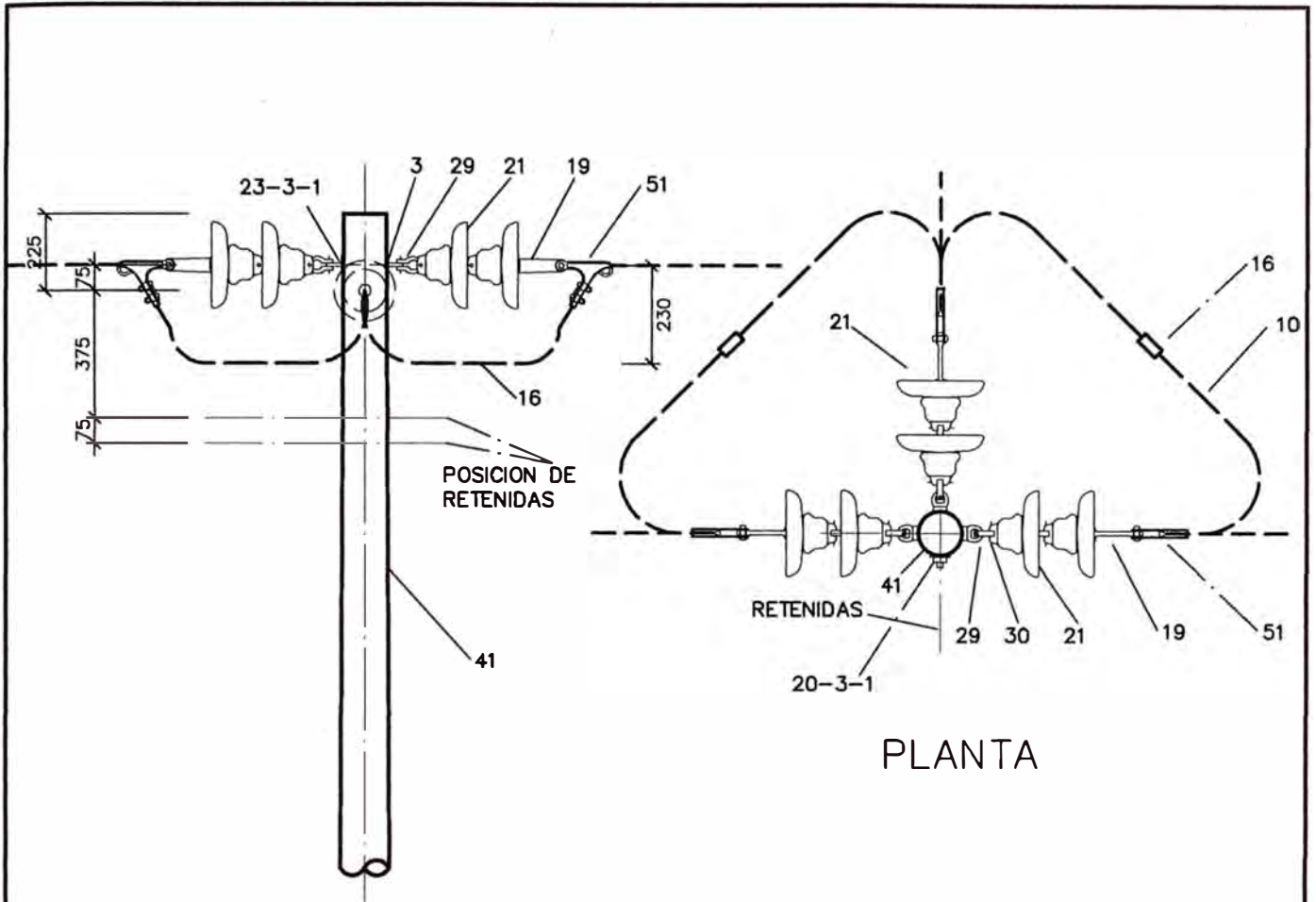
PLANTA

PA3-0

| | | | | | |
|------|-------|-------------------------------------|------|-------|-------------------------------|
| 19 | 2 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARG. | | | |
| 30 | 2 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 29 | 2 | GRILLETE | 16 | 1 | CONECTOR SEGUN SEA REQUER. |
| 3 | 4 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | 20 | 2 | PERNO OJO 18 mmØ X LONG. |
| 51 | 2 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA | 21 | 4 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 10 | | CONDUCTOR DE CONEXION | 1 | 2 | CONTRATUERCA. |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PA3-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-04 |



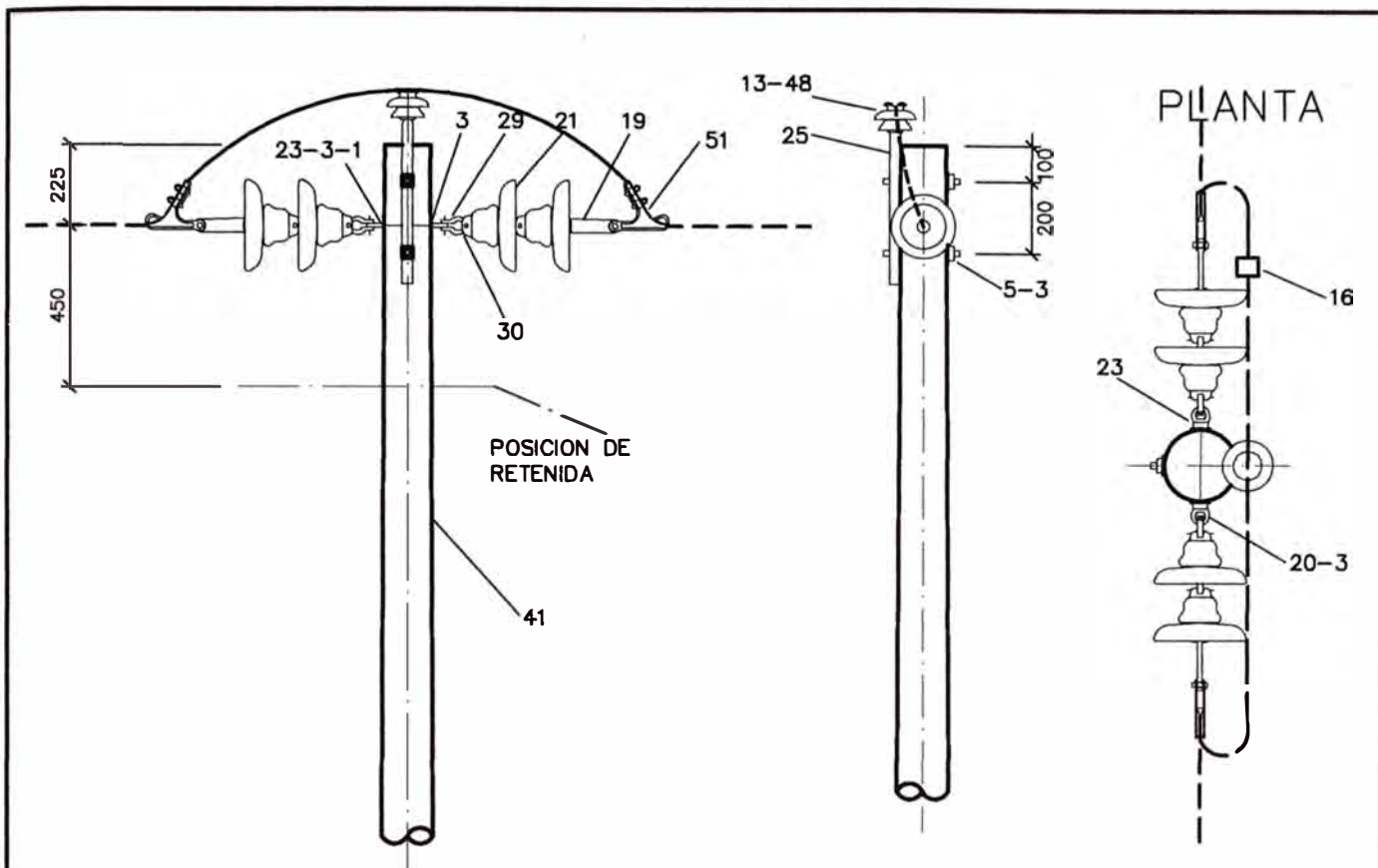
PLANTA

PA4-0

| | | | | | |
|------|-------|-------------------------------------|------|-------|---------------------------------------|
| 19 | 3 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARBE | | | |
| 30 | 3 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | | | |
| 29 | 3 | GRILLETE | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 3 | 4 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | 16 | 2 | CONECTOR SEGUN SEA REQUER. |
| 51 | 3 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA | 20 | 2 | PERNO OJO 16 mm \varnothing X LONG. |
| 23 | 1 | TUERCA OJO 16 mm \varnothing | 21 | 6 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 10 | | CONDUCTOR DE CONEXION | 1 | 3 | CONTRATUERCA. |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PA4-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-05 |

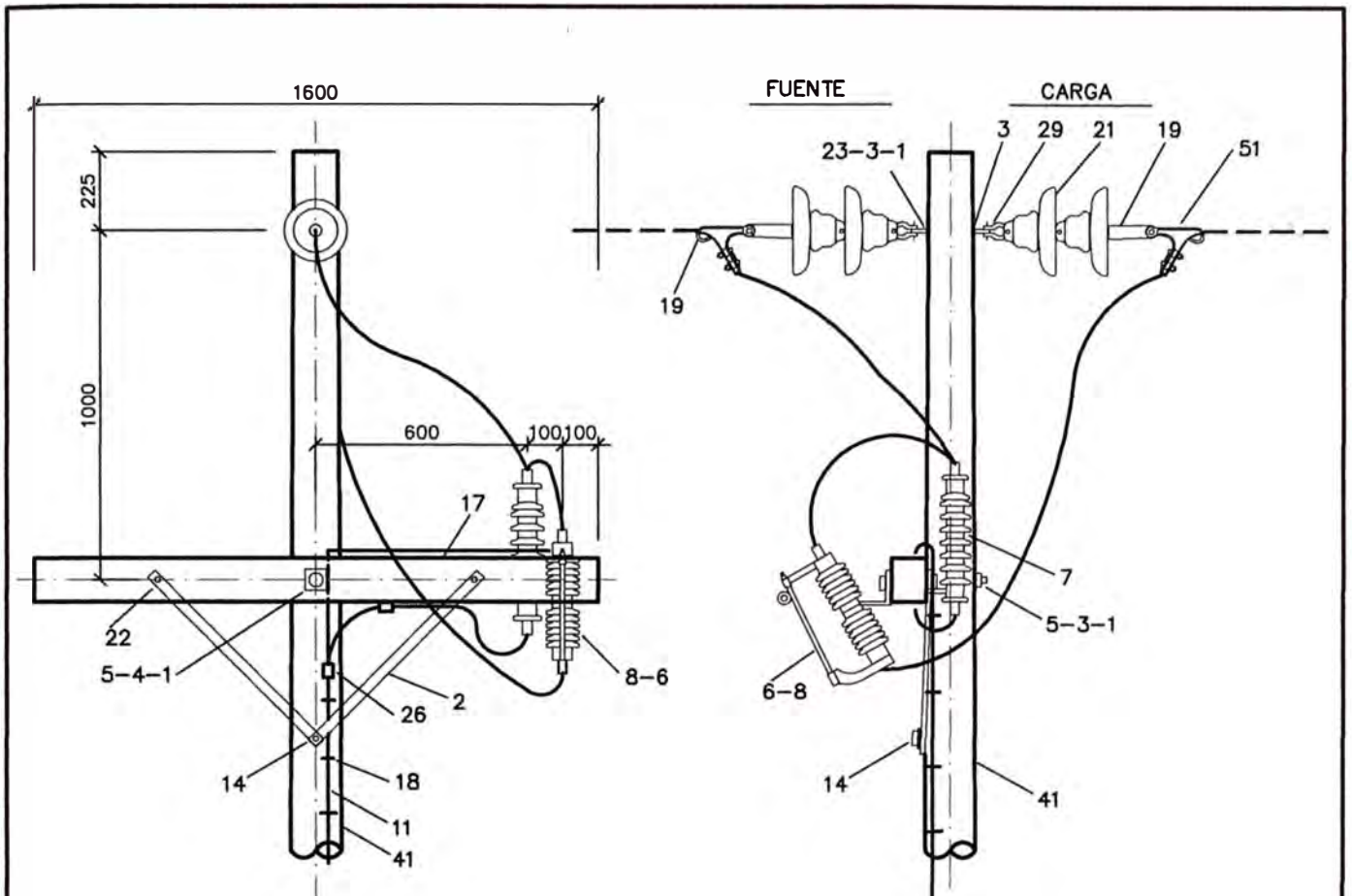


PR3-0

| | | | | | |
|-----------|------|---|-----------|---|---------------------------------------|
| 19 | 2 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARG. | | | |
| 30 | 2 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | | | |
| 48 | 2.5m | ALAMBRE DE AMARRE | | | |
| 3 | 4 | ARANDELA CUADRADA CURVADA | | | |
| 51 | 2 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA | 29 | 2 | GRILLETE |
| 5 | 2 | PERNO 16 mm \varnothing X LONG. REQUER. | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 25 | 1 | ESPIGA PUNTA POSTE 500 mm | 16 | 1 | CONECTOR SEGUN REQUER. |
| 10 | . | CONDUCTOR DE CONEXION | 20 | 1 | PERNO OJO 16 mm \varnothing X LONG. |
| 23 | 1 | TUERCA OJO 16 mm \varnothing | 21 | 4 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 13 | 1 | AISLADOR TIPO PIN | 1 | 3 | CONTRATUERCA. |
| ITEMCANT. | | MATERIAL | ITEMCANT. | | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISENO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PR3-0 | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-06 |

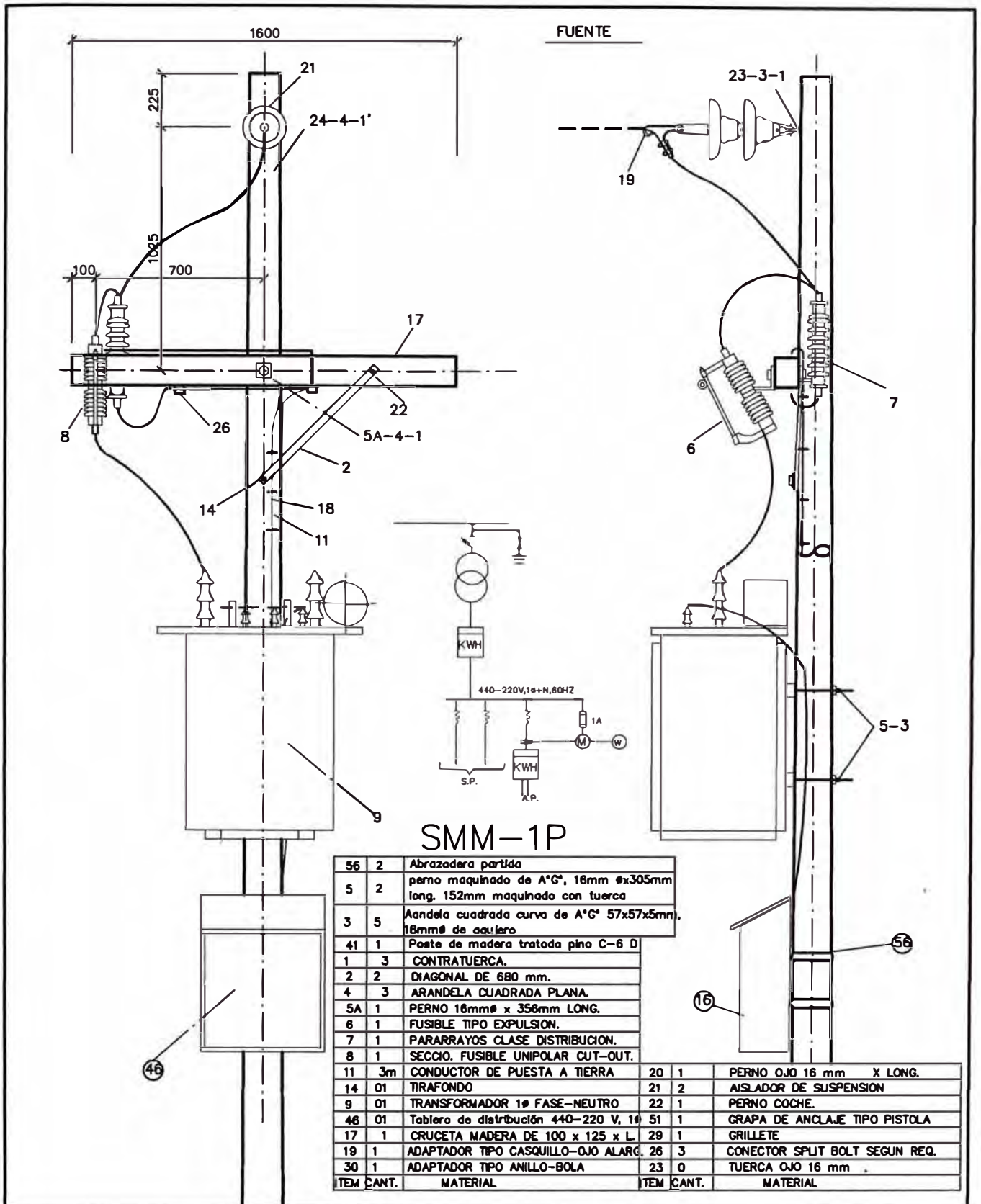


PSEC-OP

| | | | | | |
|------|-------|-------------------------------------|------|-------|------------------------------------|
| 19 | 2 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARG. | 29 | 2 | GRILLETE |
| 30 | 2 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | 41 | 1 | POSTE DE MADERA TRATADA NORM. |
| 2 | 2 | DIAGONAL DE 680 mm. | 26 | 2 | CONECTOR SPLIT BOLT, SEGUN REQUER. |
| 11 | 2m | CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA | 20 | 1 | PERNO OJO 16 mm ϕ X LONG. |
| 51 | 2 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA | 21 | 4 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 5 | 1 | PERNO 16 mm ϕ X LONG. REQUER. | 14 | 2 | TIRAFONDO |
| 18 | . | GRAPA FIJ. DEL COND. DE P.T. | 22 | 2 | PERNO COCHE |
| 7 | 1 | PARARRAYO CLASE DISTRIBUCION | 17 | 1 | CRUCETA MADERA DE 100x125xL. |
| 6 | 1 | FUSIBLE TIPO EXPULSION | 4 | 1 | ARANDELA CUADRADA PLANA |
| 8 | 1 | SECC. FUSIBLE UNIPOLAR CUT OUT | 3 | 3 | ARANDELA CUADRADA CURVADA |
| 23 | 1 | TUERCA OJO 16 mm ϕ | 1 | 3 | CONTRATUERCA. |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PSEC-OP | ESCALA: 1/20 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-07 |

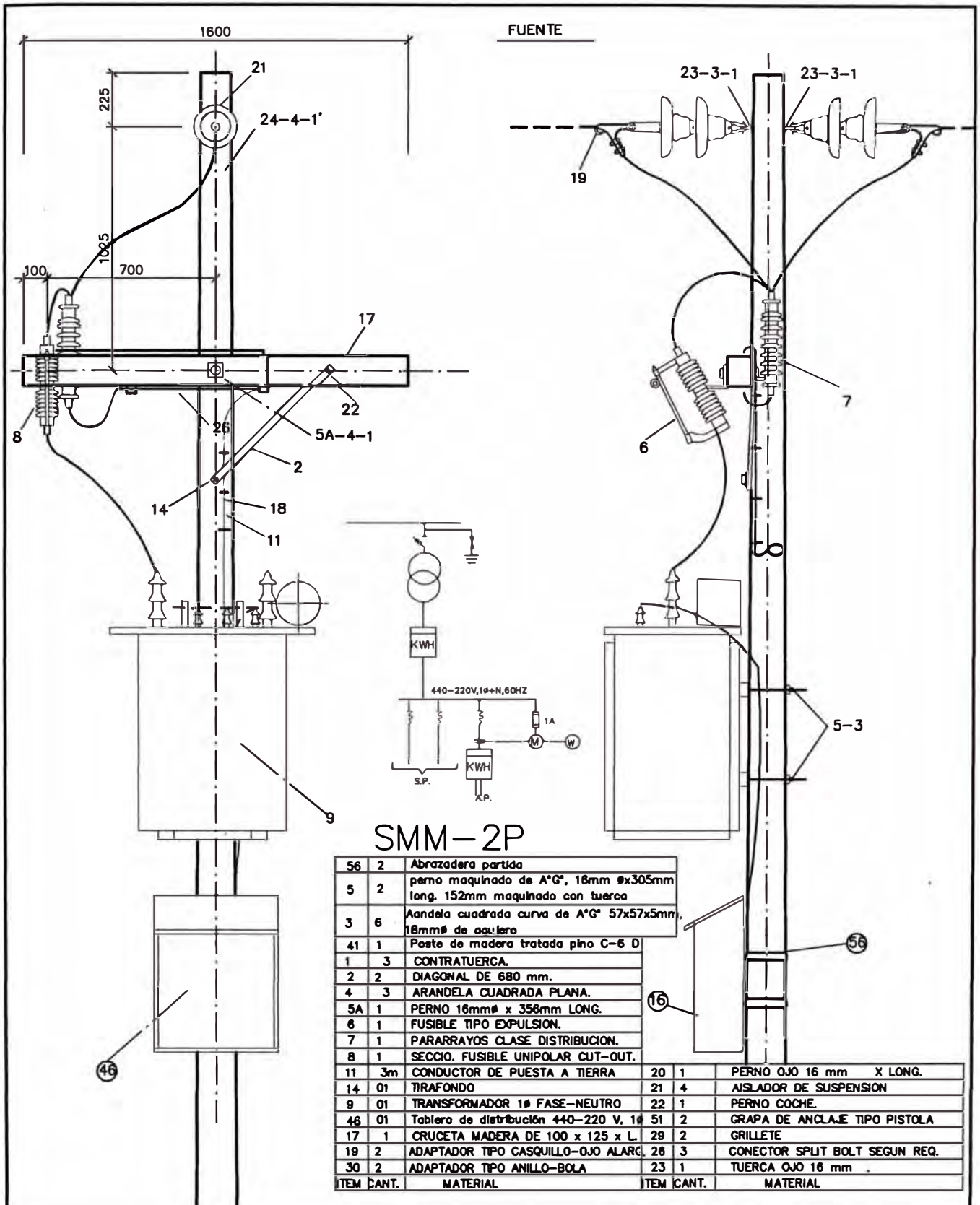


SMM-1P

| | | | | | |
|------------|----|--|------------|---|--------------------------------|
| 56 | 2 | Abrazadera partida | | | |
| 5 | 2 | perno maquinado de A°G°, 16mm Øx305mm long. 152mm maquinado con tuerca | | | |
| 3 | 5 | Ardela cuadrada curva de A°G° 57x57x5mm, 18mmØ de agujero | | | |
| 41 | 1 | Poste de madera tratada pino C-6 D | | | |
| 1 | 3 | CONTRATUERCA. | | | |
| 2 | 2 | DIAGONAL DE 680 mm. | | | |
| 4 | 3 | ARANDELA CUADRADA PLANA. | | | |
| 5A | 1 | PERNO 16mmØ x 356mm LONG. | | | |
| 6 | 1 | FUSIBLE TIPO EXPULSION. | | | |
| 7 | 1 | PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCION. | | | |
| 8 | 1 | SECCIO. FUSIBLE UNIPOLAR CUT-OUT. | | | |
| 11 | 3m | CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA | 20 | 1 | PERNO OJO 16 mm X LONG. |
| 14 | 01 | TIRAFONDO | 21 | 2 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 9 | 01 | TRANSFORMADOR 1Ø FASE-NEUTRO | 22 | 1 | PERNO COCHE. |
| 46 | 01 | Tablero de distribución 440-220 V, 1Ø | 51 | 1 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA |
| 17 | 1 | CRUCETA MADERA DE 100 x 125 x L. | 29 | 1 | GRILLETE |
| 19 | 1 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARG. | 26 | 3 | CONECTOR SPLIT BOLT SEGUN REQ. |
| 30 | 1 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | 23 | 0 | TUERCA OJO 16 mm |
| ITEM CANT. | | MATERIAL | ITEM CANT. | | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | |
|-------------------|---------|--------------|-----------------------|-------------|
| DISEÑO: | DPTO: | PROVINCIA: | DISTRITO: | LOCALIDAD: |
| | ANCASH | M. LUZURIAGA | FIDEL OLIVAS ESCUDERO | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: | ARMADO: | ESCALA: | FECHA: |
| | C.E.F. | SMM-1P | 1/20 | 2011 |
| | | | | No. LAMINA: |
| | | | | RP-08 |

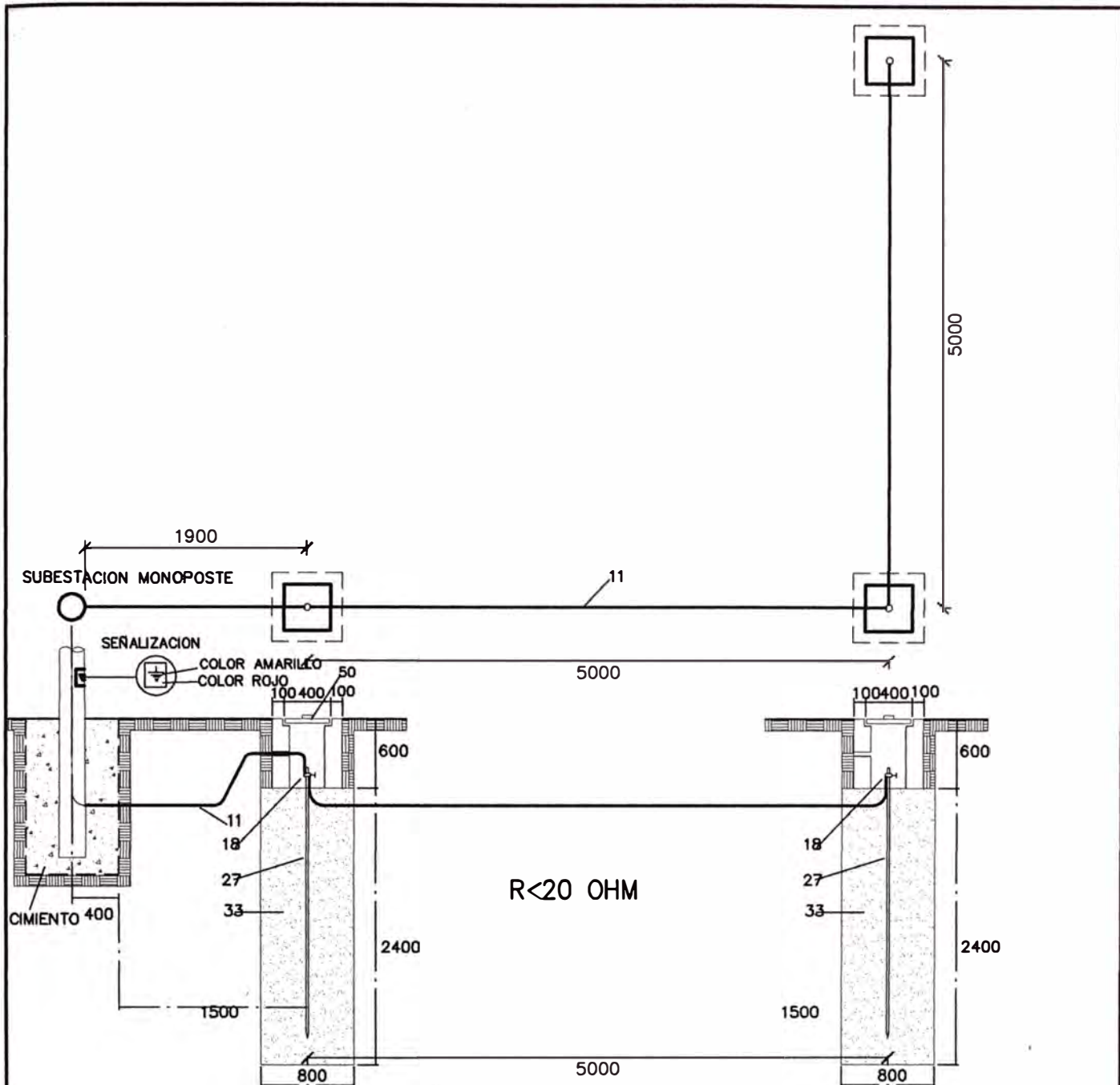


SMM-2P

| | | | | | |
|------|-------|---|------|-------|--------------------------------|
| 56 | 2 | Abrazadera partida | | | |
| 5 | 2 | perno maquinado de A°G°, 16mm Øx305mm long. 152mm maquinado con tuercas | | | |
| 3 | 6 | Arandela cuadrada curva de A°G° 57x57x5mm, 18mmØ de caucho | | | |
| 41 | 1 | Poste de madera tratada pino C-6 D | | | |
| 1 | 3 | CONTRATUERCA. | | | |
| 2 | 2 | DIAGONAL DE 680 mm. | | | |
| 4 | 3 | ARANDELA CUADRADA PLANA. | | | |
| 5A | 1 | PERNO 16mmØ x 358mm LONG. | | | |
| 6 | 1 | FUSIBLE TIPO EXPULSION. | | | |
| 7 | 1 | PARARRAYOS CLASE DISTRIBUCION. | | | |
| 8 | 1 | SECCIO. FUSIBLE UNIPOLAR CUT-OUT. | | | |
| 11 | 3m | CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA | 20 | 1 | PERNO OJO 16 mm X LONG. |
| 14 | 01 | TIRAFONDO | 21 | 4 | AISLADOR DE SUSPENSION |
| 9 | 01 | TRANSFORMADOR 1Ø FASE-NEUTRO | 22 | 1 | PERNO COCHE. |
| 46 | 01 | Tablero de distribución 440-220 V, 1Ø | 51 | 2 | GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA |
| 17 | 1 | CRUCETA MADERA DE 100 x 125 x L. | 29 | 2 | GRILLETE |
| 19 | 2 | ADAPTADOR TIPO CASQUILLO-OJO ALARG. | 28 | 3 | CONECTOR SPLIT BOLT SEGUN REQ. |
| 30 | 2 | ADAPTADOR TIPO ANILLO-BOLA | 23 | 1 | TUERCA OJO 16 mm |
| ITEM | CANT. | MATERIAL | ITEM | CANT. | MATERIAL |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | |
|-------------------|---------|--------------|-----------------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: | PROVINCIA: | DISTRITO: | LOCALIDAD: |
| | ANCASH | M. LUZURIAGA | FIDEL OLIVAS ESCUDERO | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: | ARMADO: | ESCALA: | FECHA: |
| | C.E.F. | SMM-2P | 1/20 | 2011 |
| | | | | No. LAMINA: RP-09 |

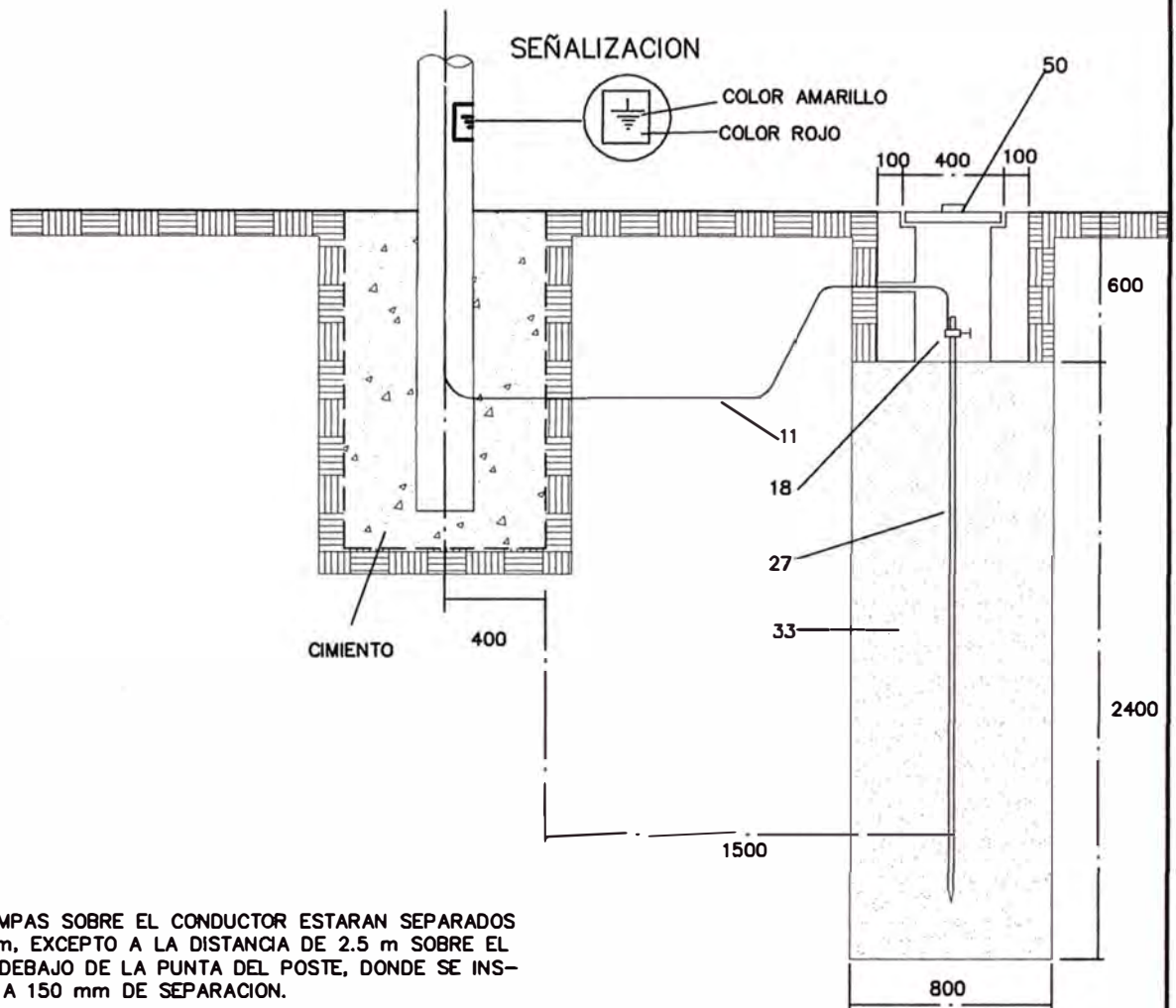


PUESTA A TIERRA DE NEUTRO DE SUBESTACION Y PUNTO ALIMENTACION

| ITEM | CANT. | MATERIAL. |
|------|-------|--|
| 11 | 30m | CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA, Cu CABLEADO, FORR., 16 mm ² . |
| 18 | 3 | GRAMPA DE FIJACION DE Cu PARA VARILLA TIERRA DE 16 mm \varnothing (5/8" \varnothing). |
| 27 | 3 | VARILLA DE Cu PARA TIERRA DE 16 mm \varnothing (5/8" \varnothing) X 2400 mm. |
| 33 | 6 | TIERRA VEGETAL(ecol6gico) MAS SAL INDUSTRIAL Y CARBON VEGETAL (100 kg C/U). |
| 50 | 3 | CAJA CON MARCO Y TAPA DE CONCRETO PARA P. T. |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: P. TIERRA NEUTRO | ESCALA: 1/50 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-10 |



(1) LAS GRAMPAS SOBRE EL CONDUCTOR ESTARAN SEPARADOS A 600 mm, EXCEPTO A LA DISTANCIA DE 2.5 m SOBRE EL SUELO Y DEBAJO DE LA PUNTA DEL POSTE, DONDE SE INSTALARAN A 150 mm DE SEPARACION.

(2) EL CONDUCTOR ESTARA UNIDO A TODA PARTE METALICA.

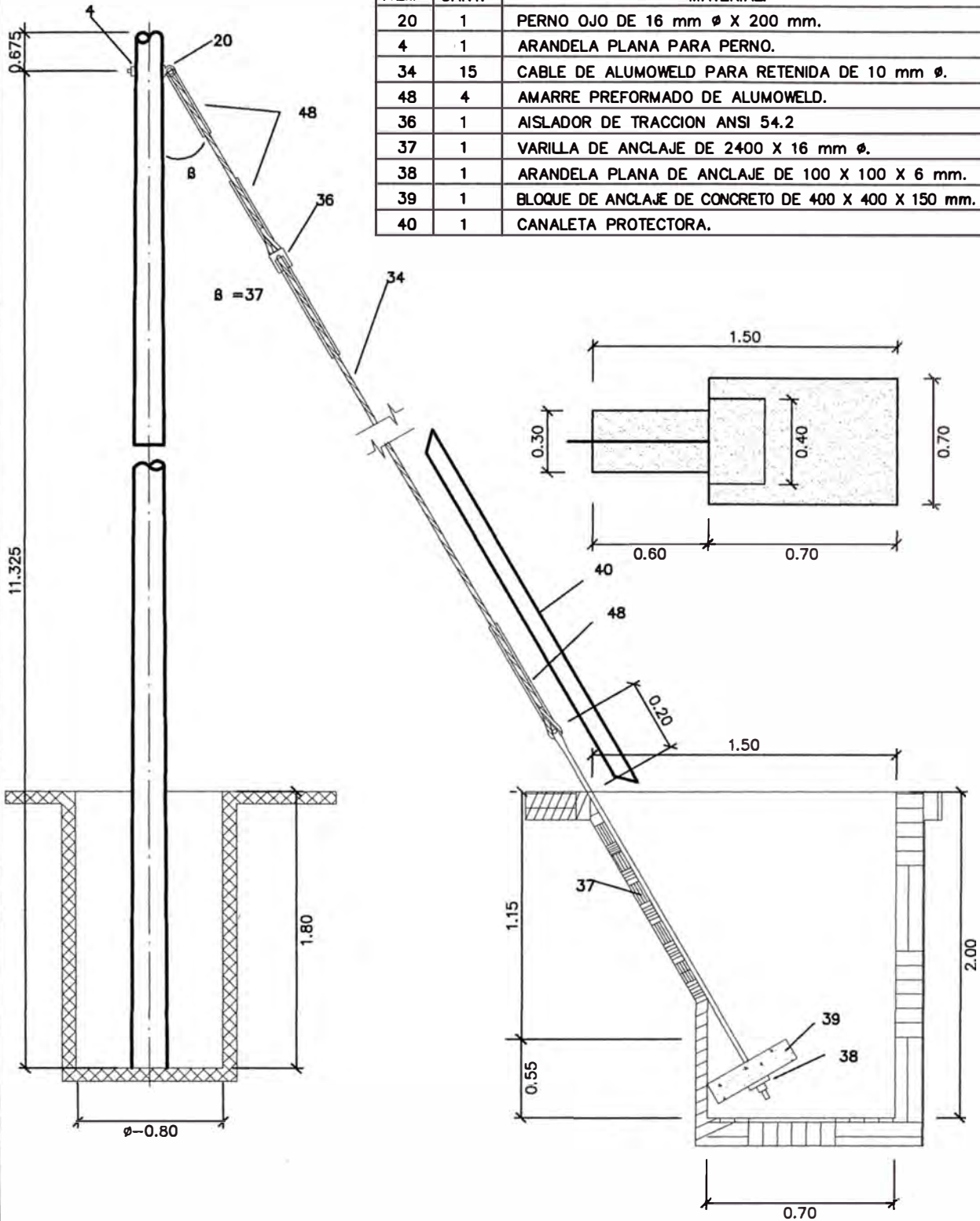
PUESTA A TIERRA TIPICO

| ITEM | CANT. | MATERIAL. |
|------|-------|--|
| 11 | 15m | CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA, Cu CABLEADO, FORR., 16 mm ² . |
| 18 | 1 | GRAMPA DE FIJACION DE Cu PARA VARILLA TIERRA DE 16 mm ϕ (5/8" ϕ). |
| 27 | 1 | VARILLA DE Cu PARA TIERRA DE 16 mm ϕ (5/8" ϕ) X 2400 mm. |
| 33 | 2 | TIERRA VEGETAL(ecológico) MAS SAL INDUSTRIAL Y CARBON VEGETAL (100 kg C/U). |
| 50 | 1 | CAJA CON MARCO Y TAPA DE CONCRETO PARA P. T. |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: PUESTA A TIERRA | ESCALA: 1/25 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-11 |

| ITEM | CANT. | MATERIAL. |
|------|-------|--|
| 20 | 1 | PERNO OJO DE 16 mm ϕ X 200 mm. |
| 4 | 1 | ARANDELA PLANA PARA PERNO. |
| 34 | 15 | CABLE DE ALUMOWELD PARA RETENIDA DE 10 mm ϕ . |
| 48 | 4 | AMARRE PREFORMADO DE ALUMOWELD. |
| 36 | 1 | AISLADOR DE TRACCION ANSI 54.2 |
| 37 | 1 | VARILLA DE ANCLAJE DE 2400 X 16 mm ϕ . |
| 38 | 1 | ARANDELA PLANA DE ANCLAJE DE 100 X 100 X 6 mm. |
| 39 | 1 | BLOQUE DE ANCLAJE DE CONCRETO DE 400 X 400 X 150 mm. |
| 40 | 1 | CANALETA PROTECTORA. |

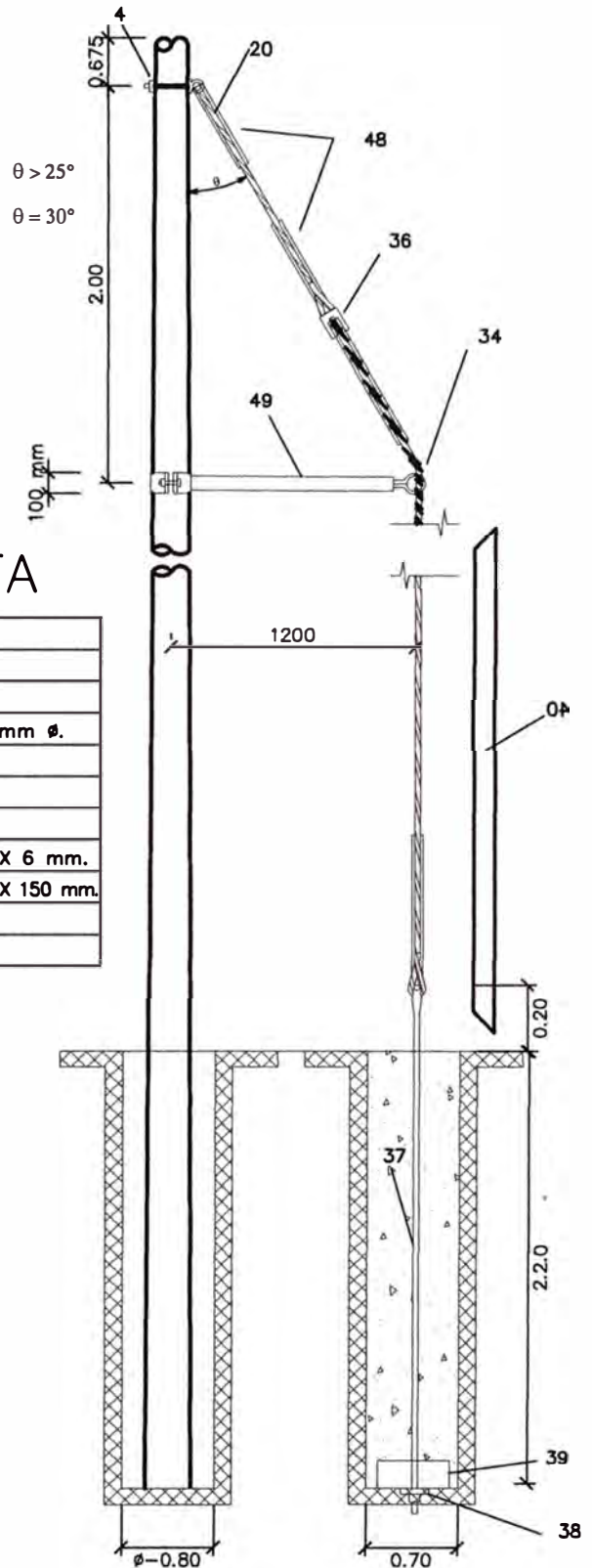


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: RET. SIMPLE | ESCALA: 1/25 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-12 |

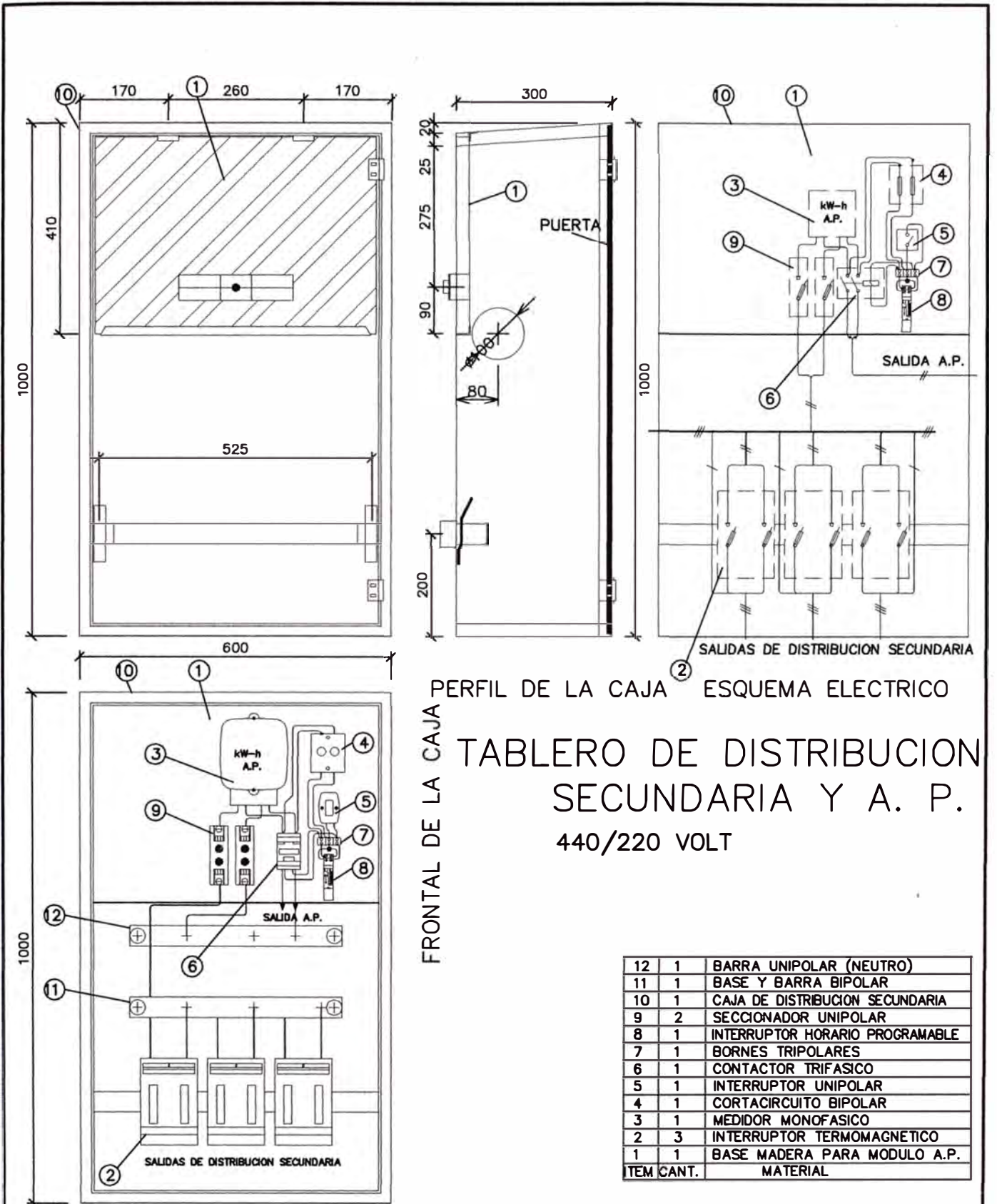
RETENIDA CONTRAPUNTA

| ITEM | CANT. | MATERIAL. |
|------|-------|--|
| 20 | 1 | PERNO OJO DE 16 mm ϕ X 200 mm. |
| 4 | 1 | ARANDELA PLANA PARA PERNO. |
| 34 | 15 | CABLE PARA RETENIDA DE ALUMOWELD DE 10 mm ϕ . |
| 48 | 4 | AMARRE PREFORMADO DE ALUMOWELD. |
| 36 | 1 | AISLADOR DE TRACCION ANSI 54.2 |
| 37 | 1 | VARILLA DE ANCLAJE DE 2400 X 16 mm ϕ . |
| 38 | 1 | ARANDELA PLANA DE ANCLAJE DE 100 X 100 X 6 mm. |
| 39 | 1 | BLOQUE DE ANCLAJE DE CONCRETO DE 400 X 400 X 150 mm. |
| 40 | 1 | CANALETA PROTECTORA. |
| 49 | 1 | CONTRAPUNTA. |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

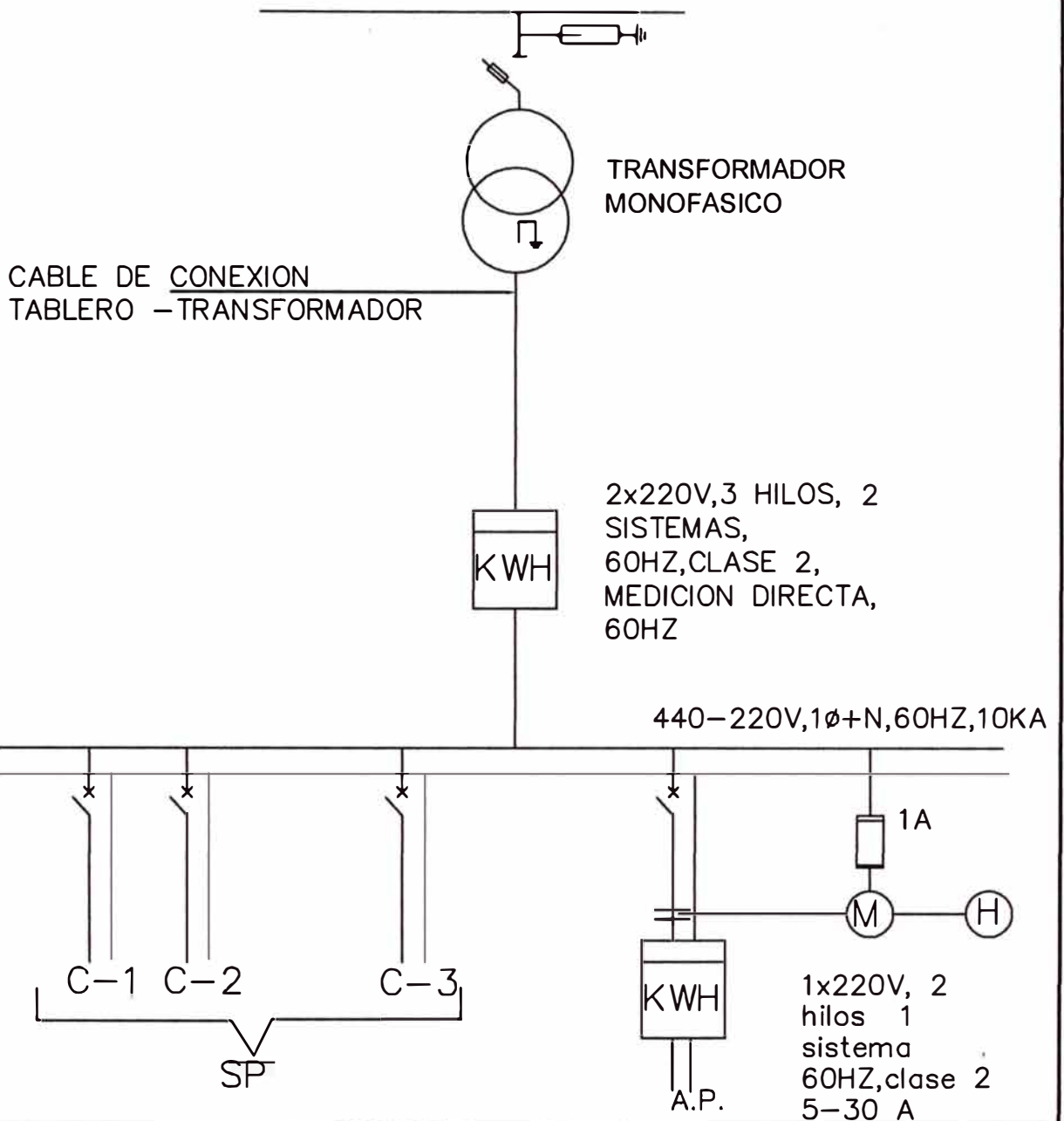
| | | | | | |
|-------------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: RET. CONTRAPUNTA | ESCALA: 1/25 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-13 |



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: TABLERO | ESCALA: 1/10 | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-14 |

DIAGRAMA UNIF. TABLERO DE DISTRIBUCION



| POTENCIA TRANSF. (KW) | CABLE DE COMUNICACION DEL TRANSF. AL TABLERO DE DISTRIBUCION | CORRIENTE NOMINAL DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS | | CORRIENTE NOMINAL DEL CONTACTOR K | CORRIENTE DE MEDIDOR DE ENERGIA | EUSIBLE DE EXPULSION |
|-----------------------|--|--|------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| | | I | KP | | | |
| 15 | NYY2-1x35+1x25mm ² | 2x25, 6KA | 1x15A, 6KA | 2x30 | 5(10) A | 2A,K |
| 25 | NYY2-1x35+1x25mm ² | 2x40, 6KA | 1x15A, 6KA | 2x30 | 5(10) A | 2A,K |
| | | | | | | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------------------|
| DISEÑO: | DPTO: ANCASH | PROVINCIA: M. LUZURIAGA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | LOCALIDAD: | |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: C.E.F. | ARMADO: TABLERO | ESCALA: S/E | FECHA: 2011 | No. LAMINA: RP-15 |

BIBLIOGRAFIA

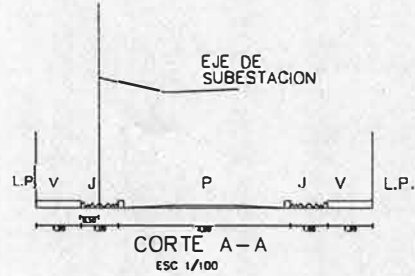
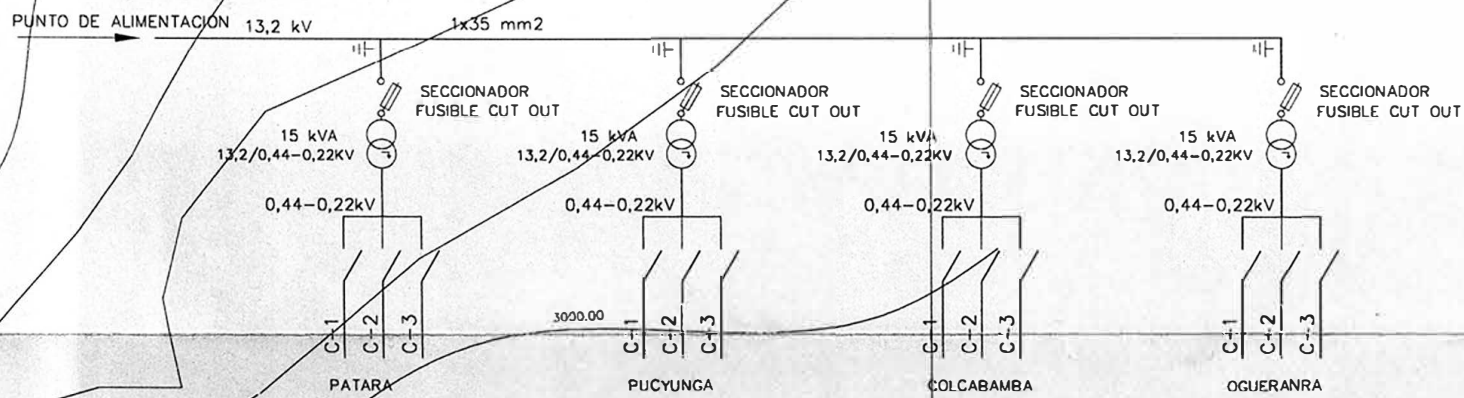
- [1]. Ministerio de Energía y Minas, R.M. N° 366-2001-EM/VME, “Código nacional de Electricidad – Suministro”, 2001.
- [2]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 016-2003-EM/DGE, “Especificaciones técnicas de montaje de líneas y redes primarias para electrificación rural”, 2004.
- [3]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 021-2003-EM/DGE, “Especificaciones técnicas de montaje electromecánico de subestaciones para electrificación rural”, 2004.
- [4]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 024-2003-EM/DGE, “Especificaciones técnicas de soportes normalizados para líneas y redes primarias para electrificación rural”, 2004.
- [5]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 026-2003-EM/DGE, “Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de líneas y redes primarias para electrificación rural”, 2004.
- [6]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 027-2003-EM/DGE, “Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de subestaciones para electrificación rural”, 2004.
- [7]. Ministerio de Energía y Minas, R.D. N° 018-2003-EM/DGE, “Base para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural”, 2004.
- [8]. Norma Argentina, ERSEP, “Especificaciones técnicas de líneas rurales de media tensión con conductores de acero /o retorno por tierra”.

- [9]. Luis Prieto Gómez, “Planteamientos de sistemas de electrificación rural”, 2005.
- [10]. OSINERGMIN, Valor agregado de distribución, Sistema monofilar retorno por tierra – MRT, 2010.
- [11]. CEPTEL, ELECTROBRAS, “Selecao de Sistemas MRT RER – 05”.
- [12]. Fernando Cosme Remuzgo Bueno, “Electrificación Rural Sistema Retorno por Tierra (MRT) proyecto tauribara en 13,2/0,46-0,23 kV, 15 kVA”, Informe de Competencia Profesional, 2008.
- [13]. Congreso de la República, “Ley General de Electrificación Rural”, Ley N° 28749, 2006.
- [14]. Ministerio de Energía y Minas, D.S. N° 025-2007-EM, “Reglamento de la Ley N° 28749 Ley General de Electrificación Rural”, 2007.
- [15]. Presidencia de la República, D.L. N° 25844, “Ley de Concesiones Eléctricas”, 1992.
- [16]. Ministerio de Energía y Minas, D.S. N° 009-93-EM, “Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas”, 1993.
- [17]. Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electrificación Rural, “Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) Periodo 2009 - 2018”, 2009.
- [18]. OSINERGMIN, “Problemática de calidad de suministro en los sistemas eléctricos rurales”, 2010.



| CUADRO DE POTENCIA REQUERIDA | | | | | | COORDENADAS LITM | |
|------------------------------|-------------|----------------|---------|-----------------|--------------------------|------------------|-----------|
| N° | DESCRIPCION | POT.TRANSF KVA | N° LOTE | MAX DEMANDA(KW) | N° CARGAS ESPECIALES(KW) | ESTE | NORTE |
| 01 | PATARA | 15 | 58 | 12,79 | 02 | 247 812 | 9 033 518 |
| 02 | PUCYUNGA | 15 | 21 | 5,13 | 01 | 244 843 | 9 033 364 |
| 03 | COLCABAMBA | 15 | 45 | 9,52 | 02 | 242 776 | 9 032 649 |
| 04 | OGUERANRA | 15 | 30 | 7,72 | 02 | 242 956 | 9 030 900 |
| TOTAL | | 60 | 154 | 55,16 | 7,00 | | |

DIAGRAMA UNIFIALR



LEYENDA

| | |
|--|--|
| | SUBST. AEREA MONOPÓSTE EXISTENTE |
| | SUBST. AEREA MONOPÓSTE EN PROYECTO |
| | RETENIDA SIMPLE DOBLE Y TRIPLE DE F'G' |
| | RETENIDA CONTRAPUNTA DE F'G' |
| | TRANSFORMADOR 10, 15 KVA |
| | POZO A TIERRA TÍPICO |
| | POZO A TIERRA SUBESTACIONES |
| | SECCIONADOR CUT OUT DE 27KV,100A,150KV BIL |
| | POSTE EN PROYECTO DE MADERA TRATADA PINO 12 M. |
| | LINEA EN PROY. AAAC 35 mm2 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO

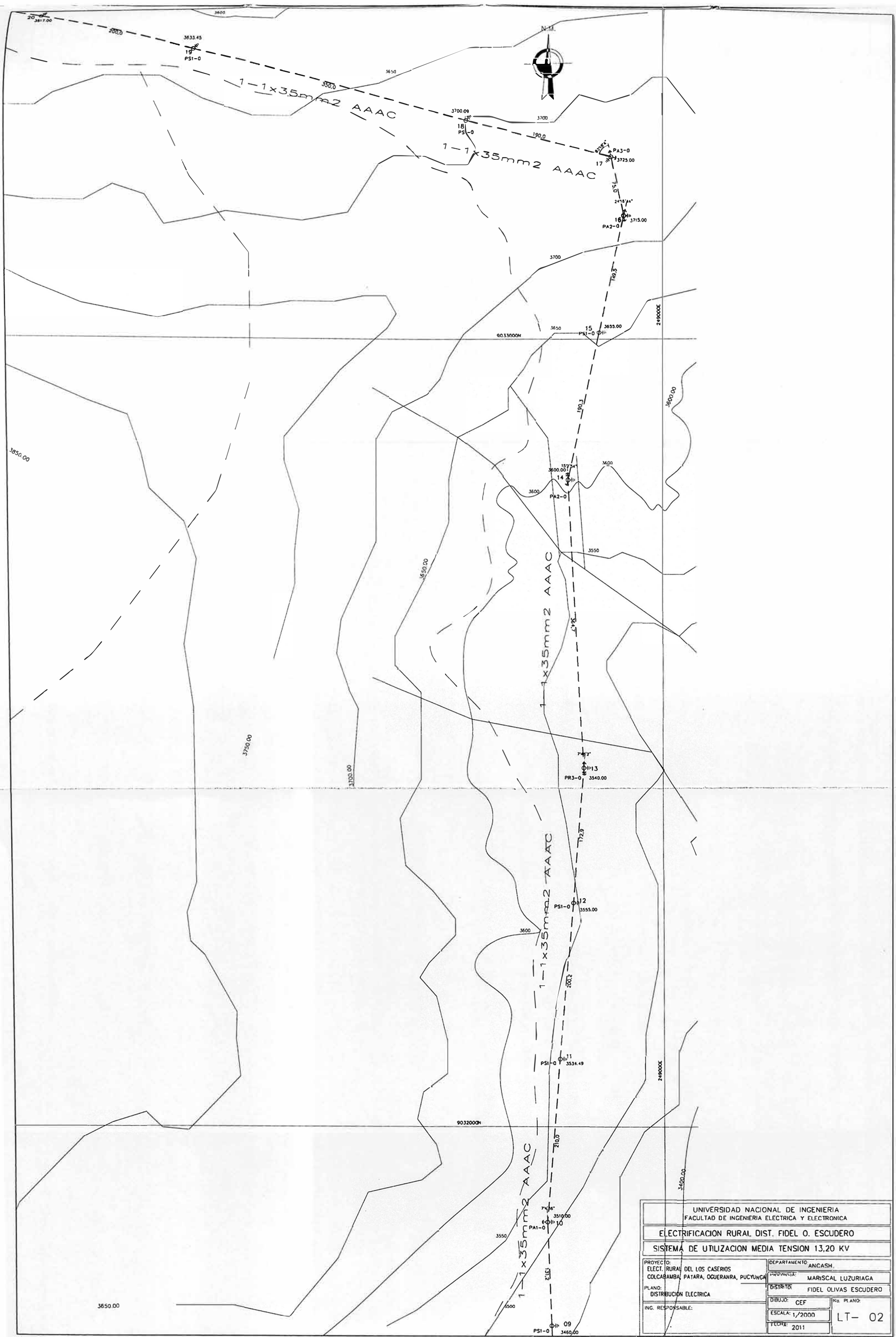
SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV

| | |
|---|------------------------------------|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| ING. RESPONSABLE: | DISTRITO: FIDEL OJIVAS ESCUDERO |
| | DIBUJO: CEF |
| | ESCALA: 1/2000 |
| | FECHA: 2011 |

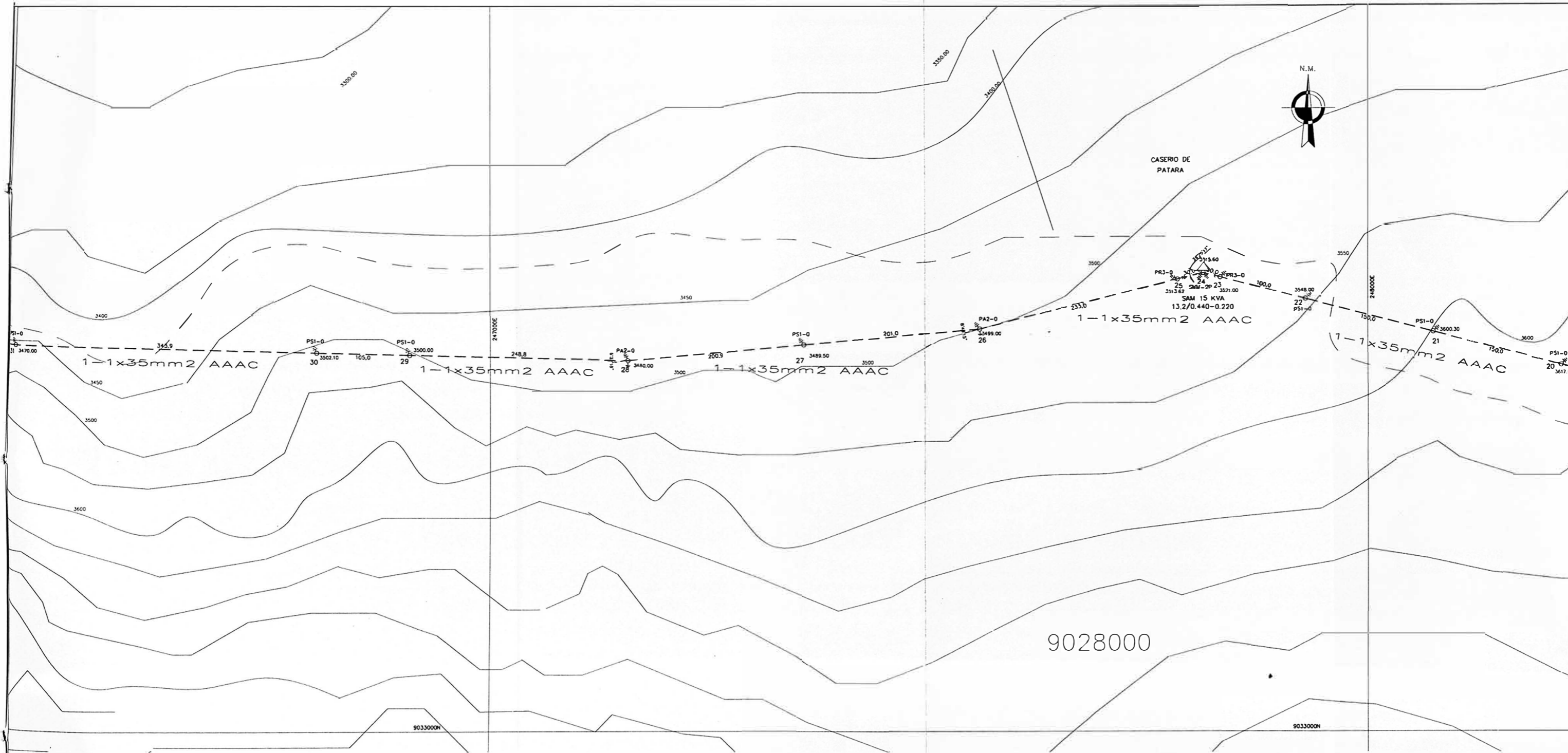
No. PLANO:
LT- 01

CASERIO DE PARCO

PUNTO DE ALIMENTACION
POSTE N° 20
COD. PO 8051



| | |
|---|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13.20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNCA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| ING. RESPONSABLE: | DIBUJO: CEF No. PLANO: ESCALA: 1/2000 FECHA: 2011 |
| | LT- 02 |



N.M.

CASERIO DE PATARA

1-1x35mm2 AAAC

1-1x35mm2 AAAC

9028000

| | | | |
|---|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | | | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | | | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | | | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OQUERAMRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. | PROVINCIA: MARISCAL LUZURBAGA | |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | ESTRATO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | DIBUJO: CEF | No. PLANO: LT- 03 |
| ING. RESPONSABLE: | ESCALA: 1/2000 | FECHA: 2011 | |



09

CASERIO DE PUCYUNGA

SAM 15 KVA
13.2/0.440-0.220

1-1x35mm2 AAAC

1-1x35mm2 AAAC

1-1x35mm2 AAAC

PA3-0
34
3600.00

PR3-0
33
3593.47

PR3-0
32
3535.00

PS1-0
31
3470.00

49
3372.00
SNM-1P

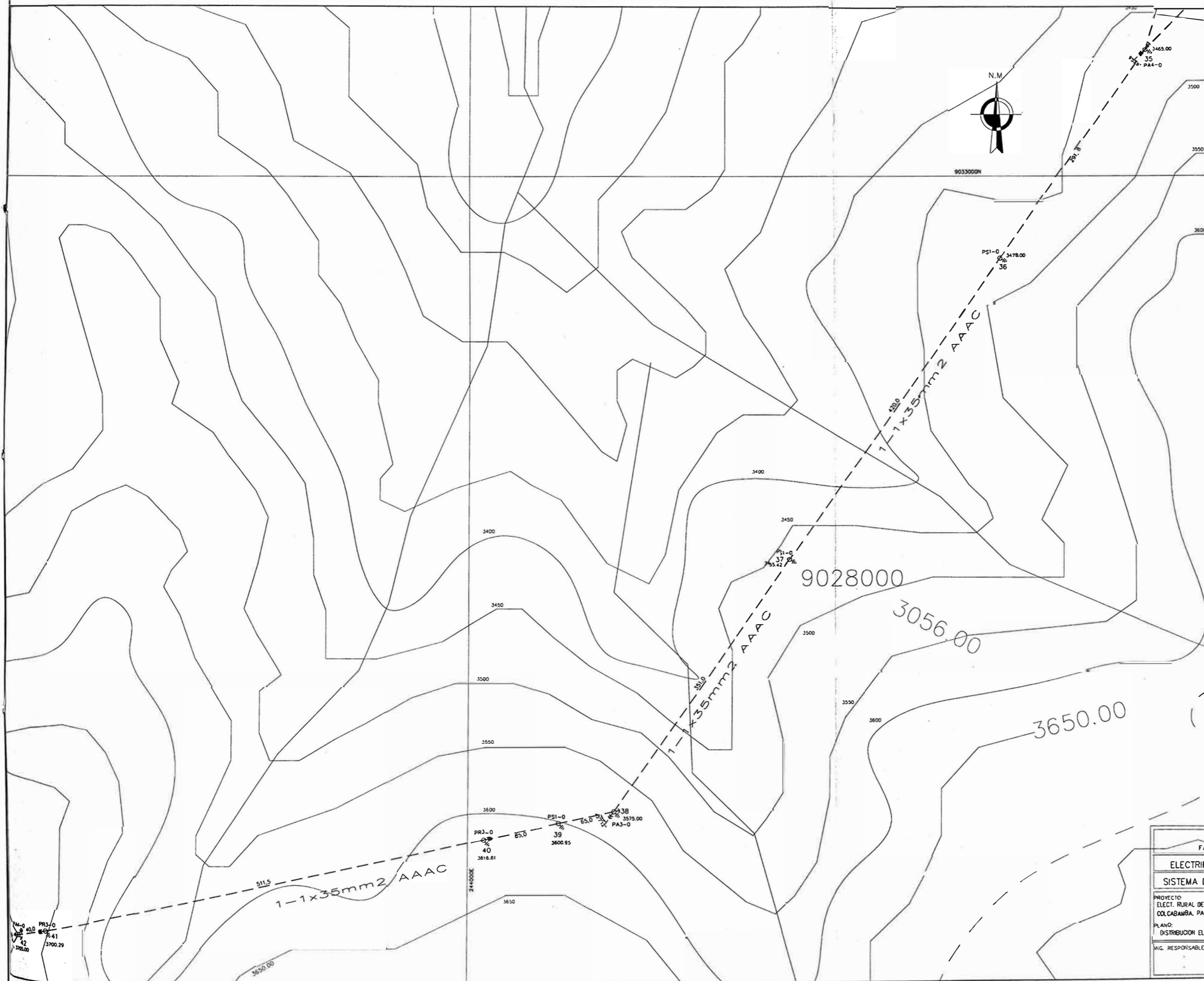
3383.20
48
PR3-0

3463.00
35
PA1-0

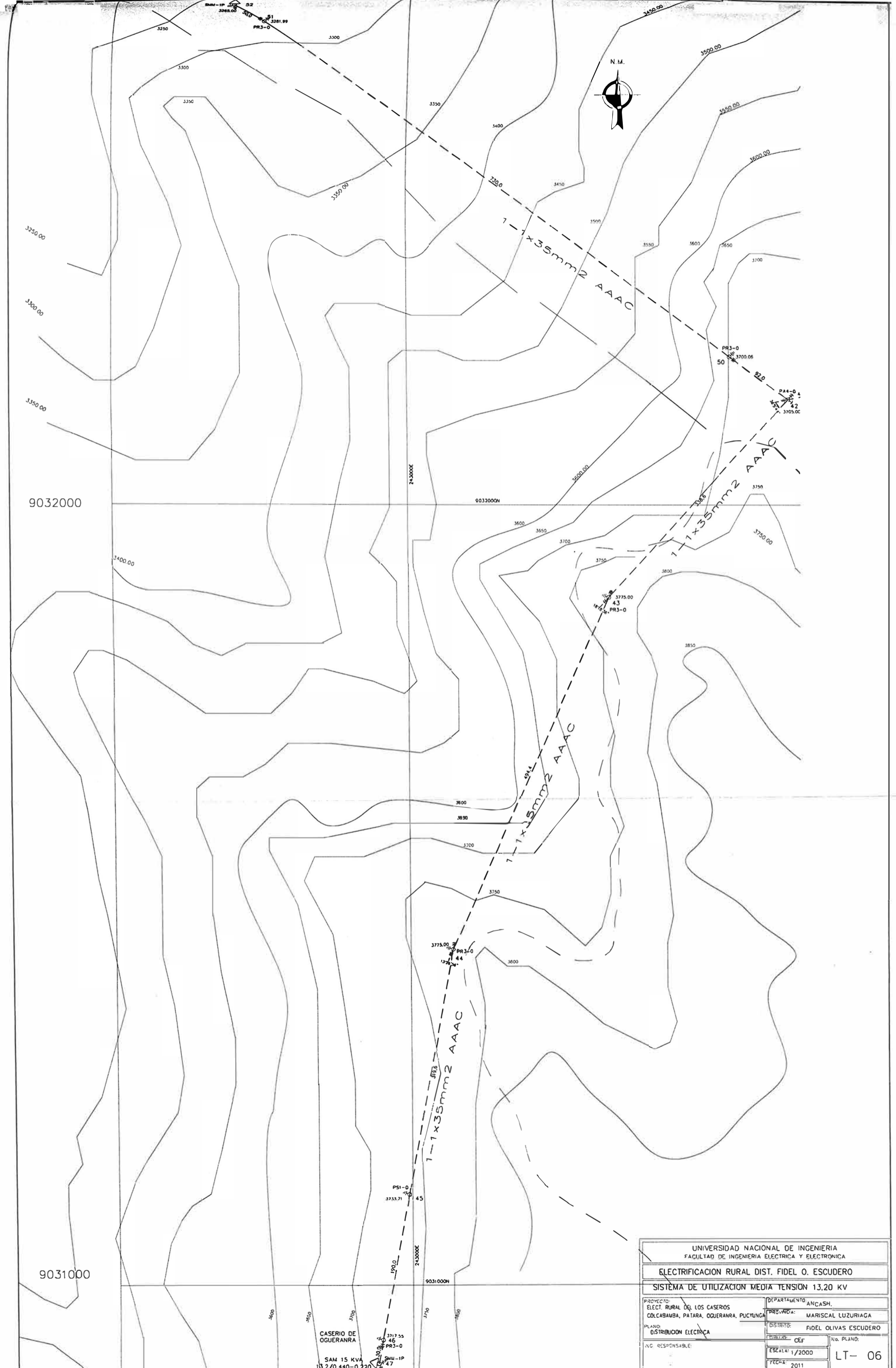
9033000N

9033000N

| | | | |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | | | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | | | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13.20 KV | | | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OJERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA | |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO | DIBUJO: CEF | No. PLANO: LT- 04 |
| ING. RESPONSABLE: | ESCALA: 1/2000 | FECHA: 2011 | |



| | |
|--|----------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNG | DEPARTAMENTO: ANCASH. |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| ING. RESPONSABLE: | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| | DIBUJO: CEF |
| | ESCALA: 1/2 000 |
| | FECHA: 2011 |
| | No. PLANO: LT- 05 |

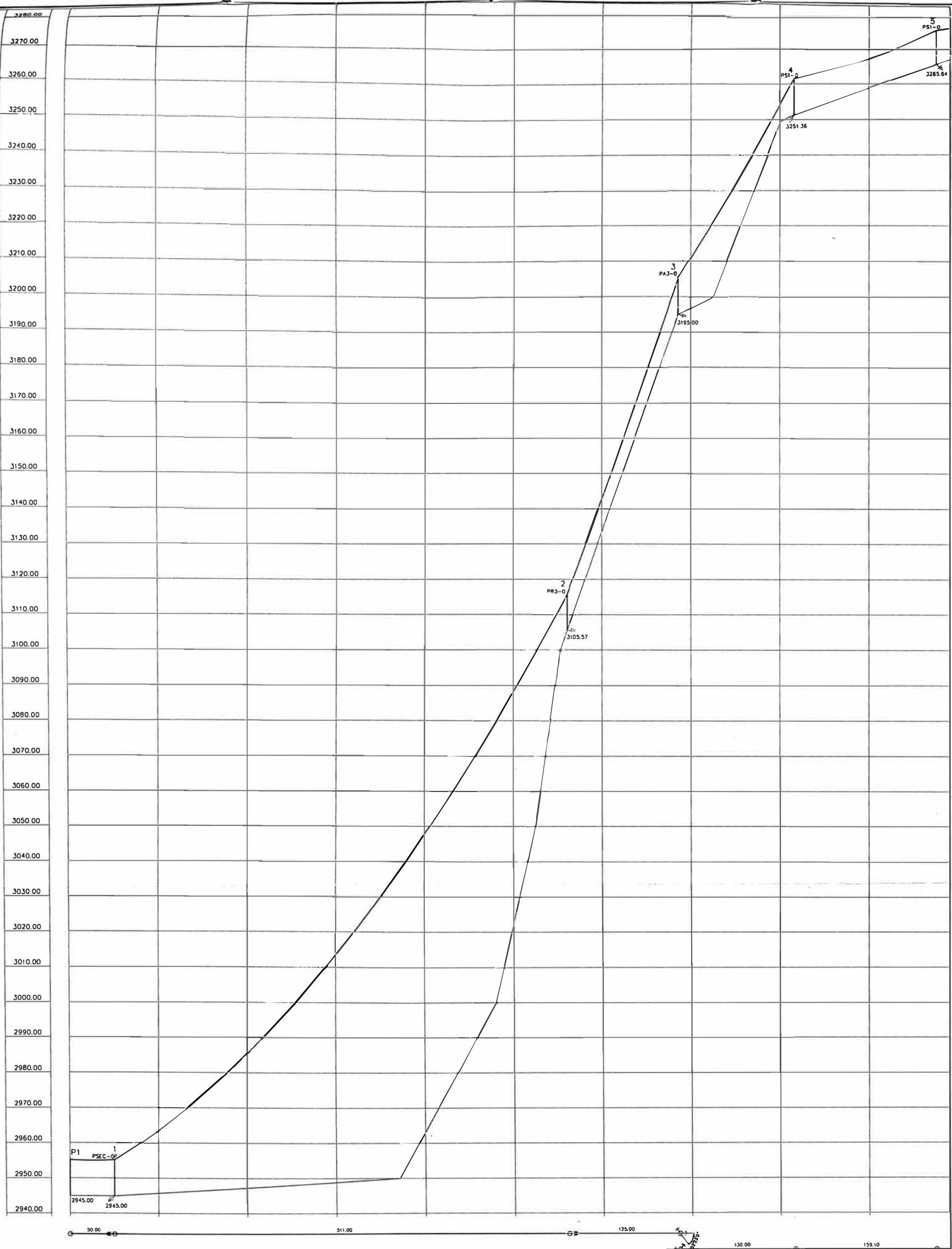


9032000

9031000

CASERIO DE
OGUERANRA
SAM 15 KVA
13.2/0.440-0.220

| | |
|--|--|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASEROS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| PLANO: DISTRIBUCION ELECTRICA | DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| ING. RESPONSABLE: | FECHA: 2011 |
| No. PLANO: LT- 06 | |



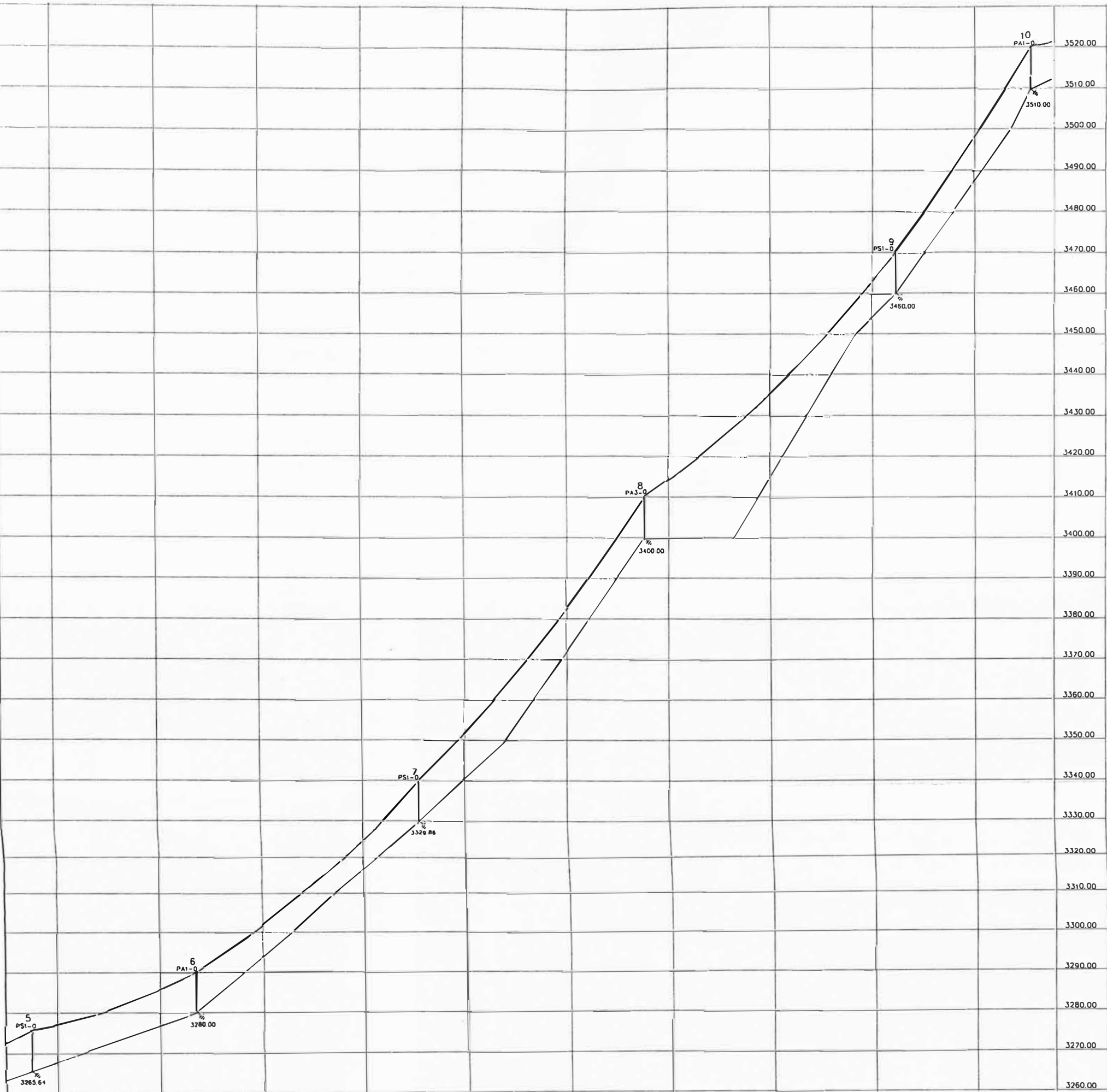
| N° ESTRUCTURA | PA | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| TIPO ESTRUCTURA | - | A1 | | | | |
| LONG. DE VANO (m) | 0 | 50.00 | 511.00 | 125.00 | 130.00 | 159.10 |
| PROGRESIVA | 0 | 50.00 | 561.00 | 686.00 | 816.00 | 975.10 |
| TIPO DE CIMENTACION | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. |
| COTA DE TERRENO | 2945.00 | 2945.00 | 3105.57 | 3195.00 | 3251.36 | 3265.64 |
| KILOMETRAJE | 0.000 | 0.250 | 0.561 | 0.686 | 0.816 | 0.975 |
| TIPO DE TERRENO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO

SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV

| | |
|---|---|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAIBA, PATARA, OCUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | ING. RESPONSABLE: CEP |
| ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 | Nº. PLANO: PE- 01 FECHA: 2011 |



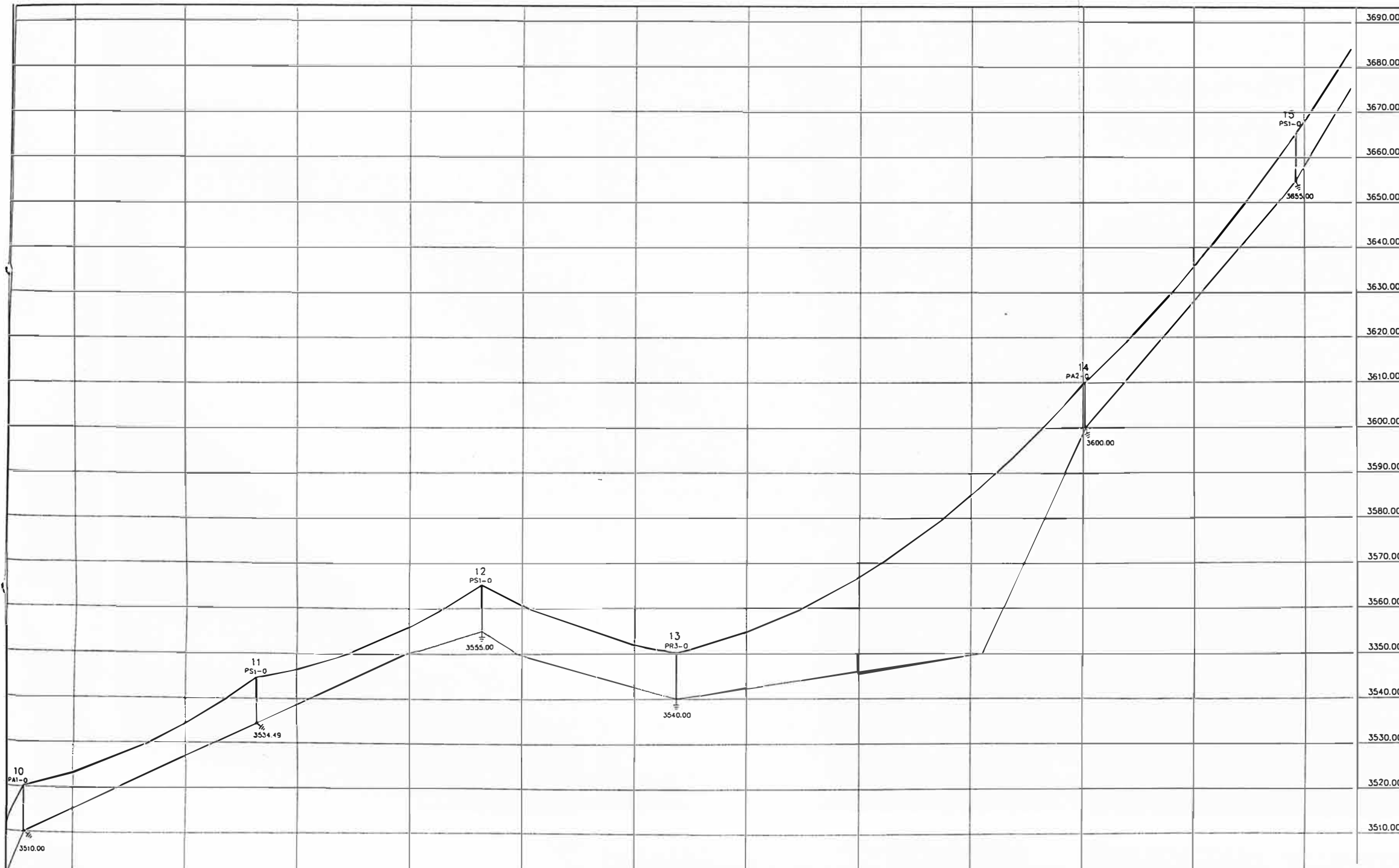
| N° | ESTRUCTURA | TIPO ESTRUCTURA | LONG. DE VANO (m) | PROGRESIVA | TIPO DE CIMENTACION | COTA DE TERRENO | KILOMETRAJE | TIPO DE TERRENO |
|----|------------|-----------------|-------------------|------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------------|
| 5 | PSI-0 | | 159.10 | 975.10 | TNO | 3265.64 | 0.00 | CULTIVO |
| 6 | PAI-0 | | 160.00 | 1135.10 | TNO | 3280.00 | 0.16 | CULTIVO |
| 7 | PSI-0 | | 220.00 | 1355.10 | TNO | 3329.86 | 0.38 | CULTIVO |
| 8 | PAI-0 | | 221.50 | 1576.60 | TNO | 3400.00 | 0.60 | CULTIVO |
| 9 | PSI-0 | | 246.50 | 1823.10 | TNO | 3460.00 | 1.06 | CULTIVO |
| 10 | PAI-0 | | 131.20 | 1954.30 | TNO | 3510.00 | 1.38 | CULTIVO |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO

SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV

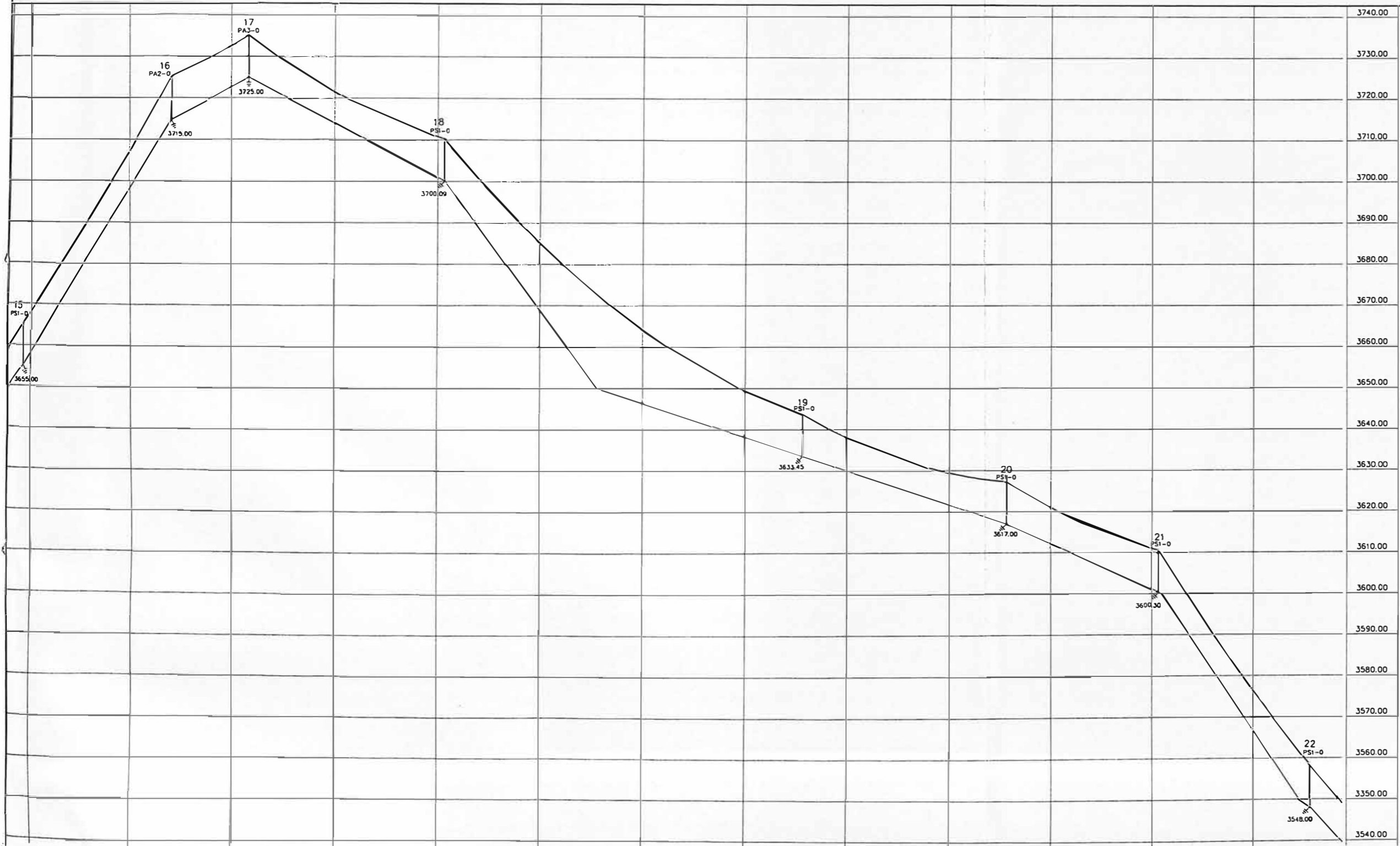
| | |
|---|---|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASSH PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJO: CEF NO. PLANO: PE-02 |
| ING. RESPONSABLE: | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 FECHA: 2011 |



| | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 210.00 | 200.70 | 172.90 | 364.70 | 190.30 | |
| 131.20 | 210.00 | 200.20 | 172.90 | 364.70 | 190.30 |
| 1954.30 | 2164.30 | 2364.50 | 2537.40 | 2902.10 | 3092.40 |
| TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. |
| 3510.00 | 3534.49 | 3555.00 | 3540.00 | 3600.00 | 3655.00 |
| 210.00 | 210.00 | 200.70 | 172.90 | 364.70 | 190.30 |
| CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO |

| |
|---------|
| 3690.00 |
| 3680.00 |
| 3670.00 |
| 3660.00 |
| 3650.00 |
| 3640.00 |
| 3630.00 |
| 3620.00 |
| 3610.00 |
| 3600.00 |
| 3590.00 |
| 3580.00 |
| 3570.00 |
| 3560.00 |
| 3550.00 |
| 3540.00 |
| 3530.00 |
| 3520.00 |
| 3510.00 |

| | | | |
|---|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | | | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | | | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | | | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNCA | DEPARTAMENTO: ANCASH. | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJO: CEF | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 | FECHA: 2011 |
| ING. RESPONSABLE: | | | No. PLANO: PE-03 |



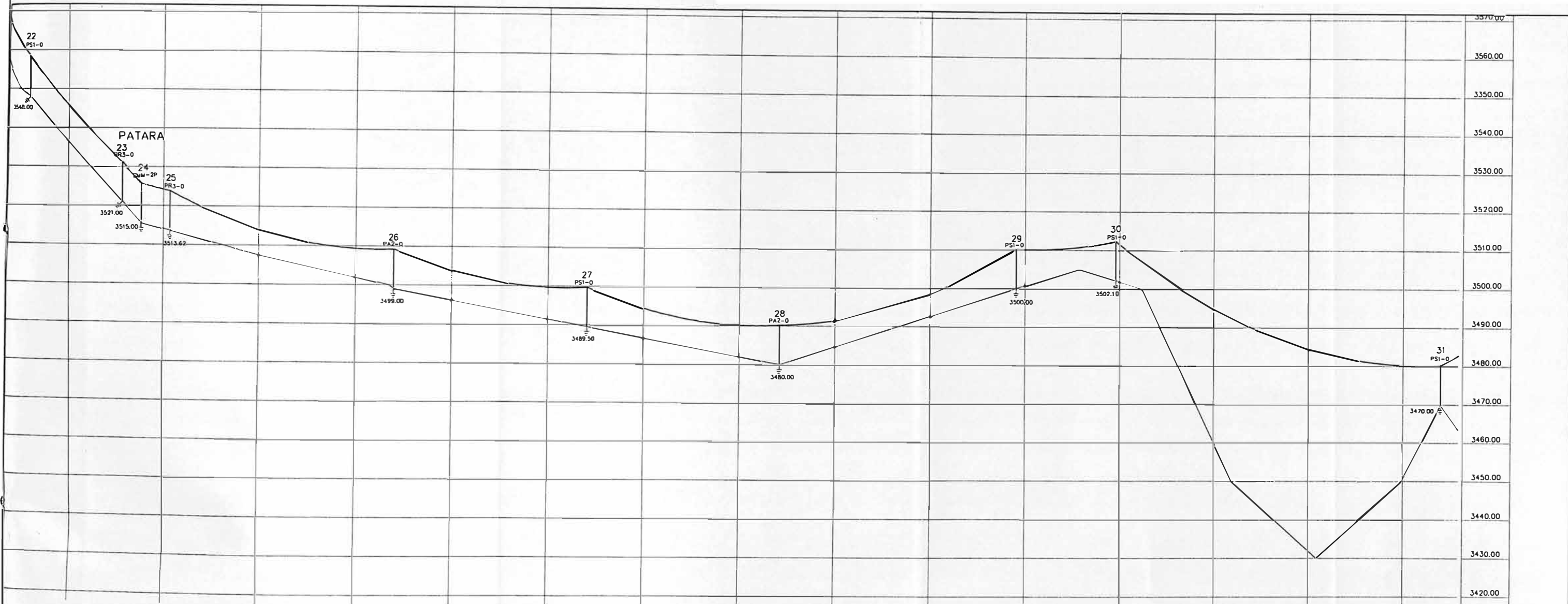
| | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| | 149.50 | 75.00 | 190.00 | 350.00 | 200.00 | 150.00 | 150.00 | |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | |
| 190.30 | 149.50 | 75.00 | 190.00 | 350.00 | 200.00 | 150.00 | 150.00 | N° ESTRUCTURA |
| 3092.40 | 3241.90 | 3316.90 | 3506.90 | 3856.90 | 4056.90 | 4206.90 | 4356.90 | TIPO ESTRUCTURA |
| TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | LONG. DE VANO (m) |
| 3655.00 | 3715.00 | 3725.00 | 3700.09 | 3633.45 | 3617.00 | 3600.30 | 3548.00 | PROGRESIVA |
| | | | | | | | | TIPO DE CIMENTACION |
| | | | | | | | | COTA DE TERRENO |
| | | | | | | | | KILOMETRAJE |
| | 3+200 | 3+300 | 3+400 | 3+500 | 3+800 | 4+200 | 4+300 | TIPO DE TERRENO |
| | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO

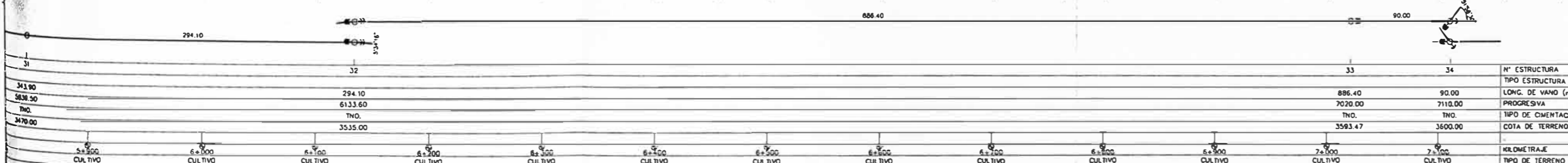
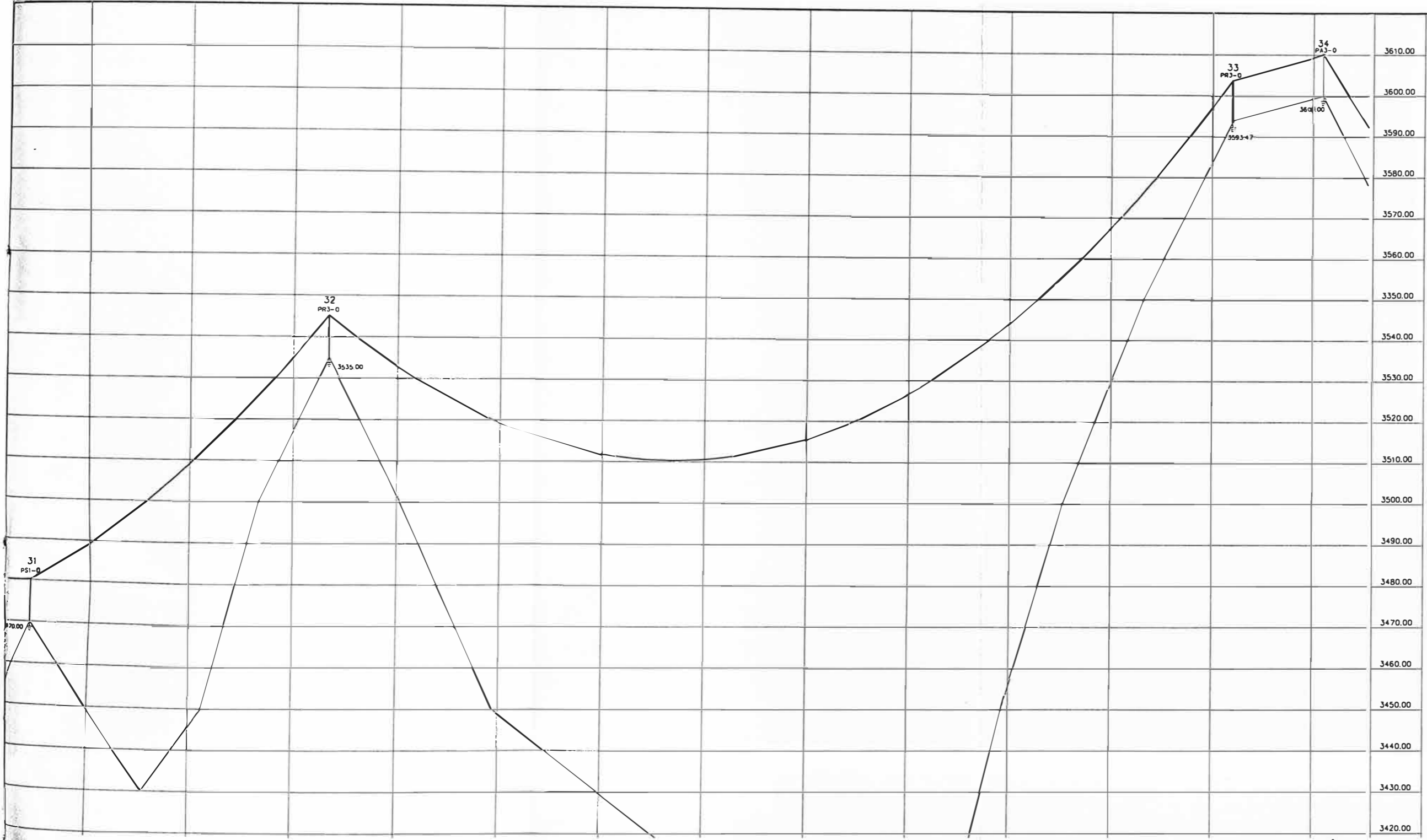
SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13.20 KV

| | |
|---|-------------------------------------|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| ING. RESPONSABLE: | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| | DBUJO: CEF |
| | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 |
| | FECHA: 2011 |
| | No. PLANO: PE-04 |



| Distancia (m) | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | Parámetro |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------------|
| 100.00 | 100.0 | 20.0 | 30.0 | | 233.00 | 201.00 | 200.90 | 248.80 | 105.00 | 343.90 | N° ESTRUCTURA |
| | 150.00 | | | | | | | | | | TIPO ESTRUCTURA |
| | 4356.90 | 4456.94 | 476.9 | 4506.9 | 4735.90 | 4940.90 | 5141.80 | 5390.60 | 5495.60 | 5839.50 | LONG. DE VANO (m) |
| | 3548.00 | 3521 | 3515.6 | 3513.62 | 3499.00 | 3489.50 | 3480.00 | 3500.00 | 3502.10 | 3470.00 | PROGRESIVA |
| | | | | | | | | | | | TIPO DE OMENTACION |
| | | | | | | | | | | | COTA DE TERRENO |
| | 4+500 | 4+500 | 4+500 | 4+500 | 4+500 | 4+500 | 5+100 | 5+200 | 5+300 | 5+400 | KILOMETRAJE |
| | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | TIPO DE TERRENO |

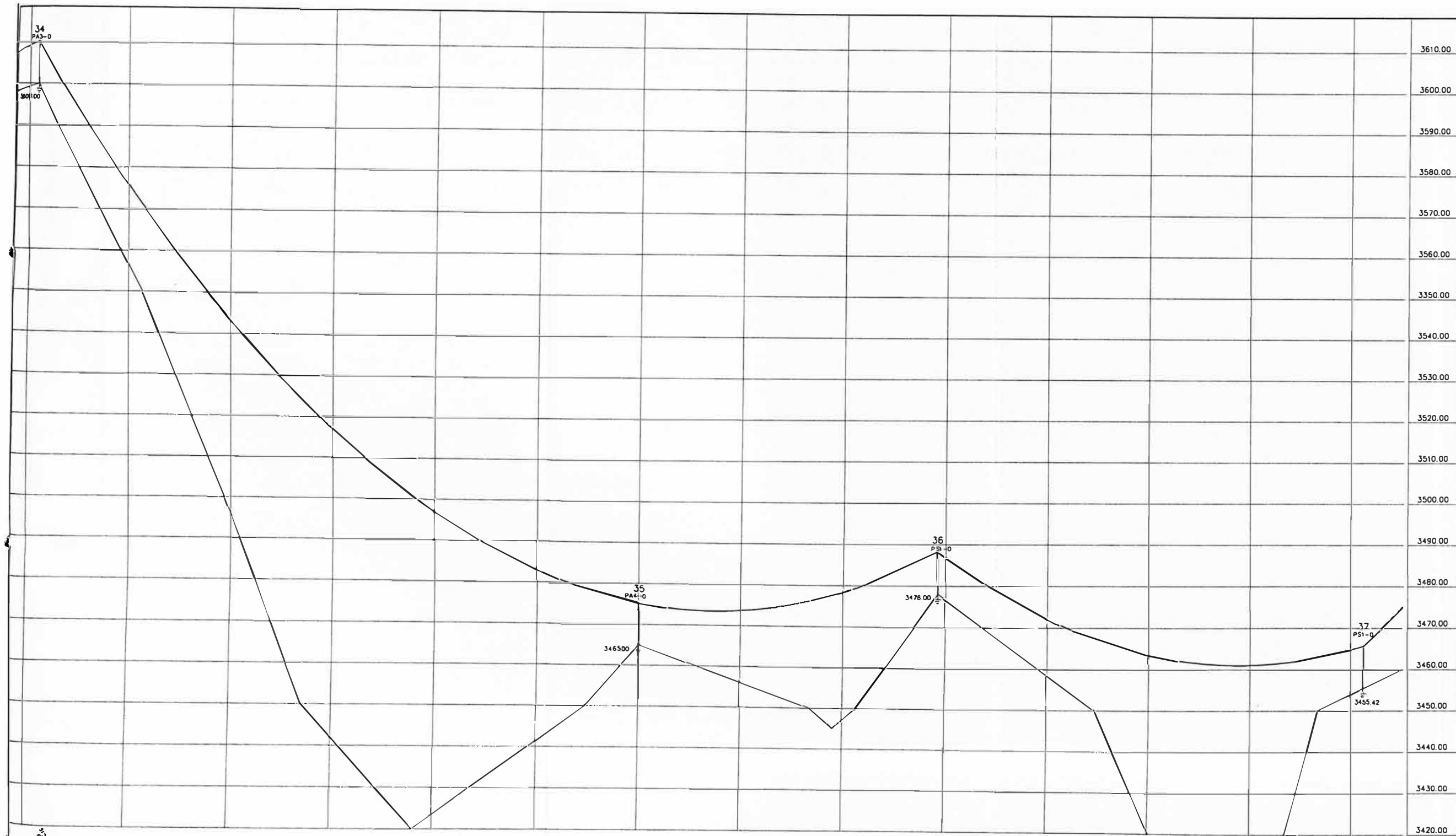
| | |
|---|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13.20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNCI | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJ.: CEF ESCALA: H: 1/2000 V: 1/2000 FECHA: 2011 |
| ING. RESPONSABLE: | No. PLANO: PE-05 |



| ESTACION | TIPO DE TERRENO | TIPO DE CIMENTACION | TNO. | PROGRESIVA | LONG. DE VANO (m) | TIPO ESTRUCTURA | N° ESTRUCTURA |
|----------|-----------------|---------------------|------|------------|-------------------|-----------------|---------------|
| 5+300 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+100 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+100 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+200 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+300 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+500 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+500 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+500 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+700 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+800 | CULTIVO | | | | | | |
| 6+900 | CULTIVO | | | | | | |
| 7+100 | CULTIVO | | | | | | |
| 7+100 | CULTIVO | | | | | | |

| | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| 31 | 32 | 33 | 34 |
| 341.00 | 294.10 | 886.40 | 90.00 |
| 5838.50 | 6133.60 | 7020.00 | 7110.00 |
| TNO. | TNO. | TNO. | TNO. |
| 3470.00 | 3535.00 | 3593.47 | 3600.00 |

| | |
|---|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OQUERANRA, PUCYUNCA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | ING. RESPONSABLE: |
| DRUJO: CEF | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 |
| FECHA: 2011 | No PLANO: PE-06 |



| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 34 | 35 | 36 | 37 |
| 90.00 | 590.70 | 791.80 | 420.00 |
| 7110.00 | 7700.70 | 7992.50 | 8412.50 |
| TNO | TNO | TNO | TNO |
| 3600.00 | 3465.00 | 3478.00 | 3455.42 |
| 7+100 | 7+500 | 8+200 | 8+700 |
| CUL TIVO | CUL TIVO | CUL TIVO | CUL TIVO |

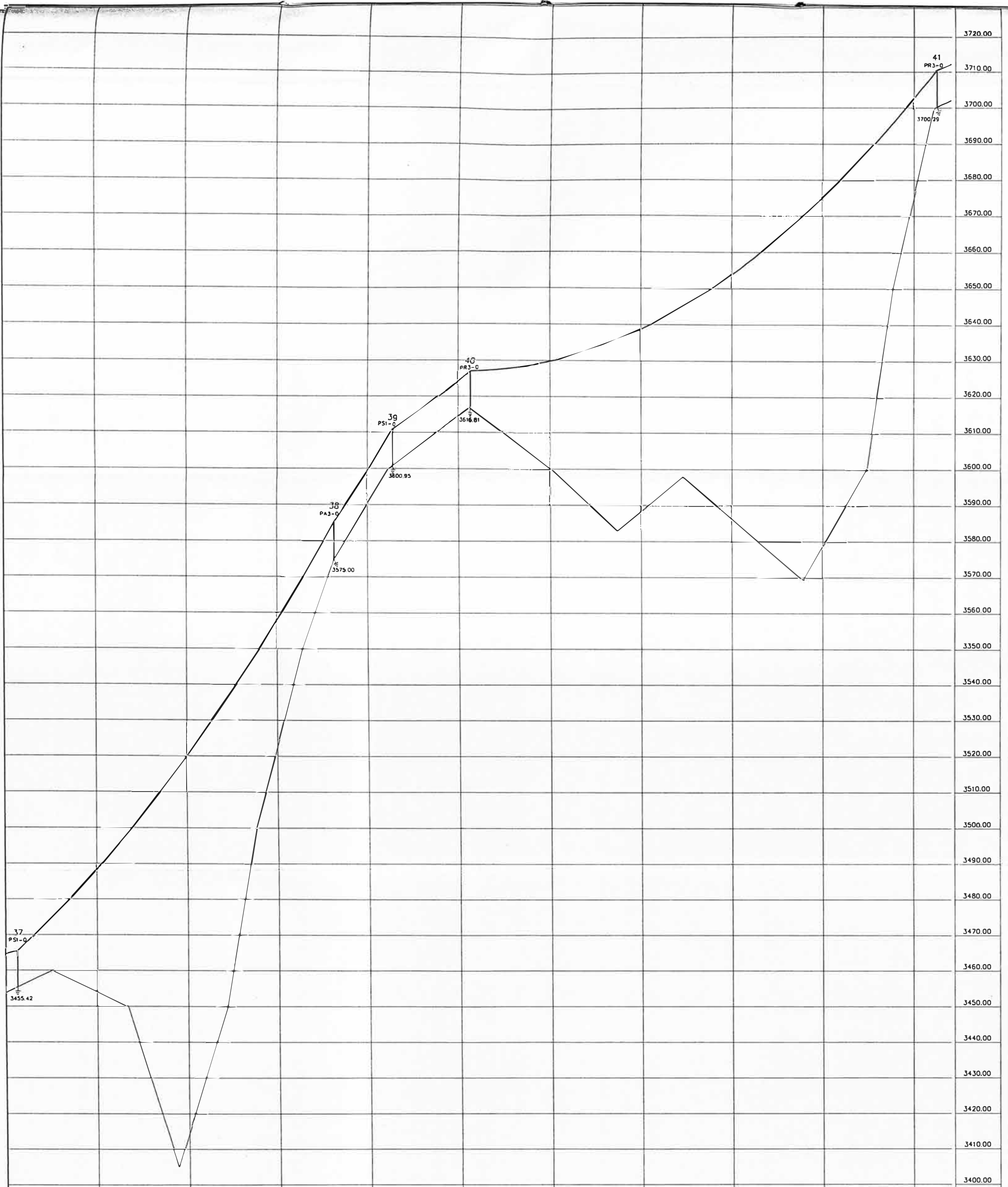
3610.00
3600.00
3590.00
3580.00
3570.00
3560.00
3550.00
3540.00
3530.00
3520.00
3510.00
3500.00
3490.00
3480.00
3470.00
3460.00
3450.00
3440.00
3430.00
3420.00

| | | | | |
|-------------------|----|----|----|----|
| N° ESTRUCTURA | 34 | 35 | 36 | 37 |
| TPO ESTRUCTURA | | | | |
| LONG. DE VAND (m) | | | | |
| PROGRESIVA | | | | |
| TPO DE OMENTACION | | | | |
| COTA DE TERRENO | | | | |
| KILOMETRAJE | | | | |
| TPO DE TERRENO | | | | |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO
SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV

| | |
|--|---|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL OS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OCUERANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJO: CEF No. PLANO: PE-07 |
| ING. RESPONSABLE: | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 FECHA: 2011 |



| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|--|
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | N° ESTRUCTURA | | | | | | | | | | | | | |
| 420.00 | 351.00 | 65.00 | 85.00 | 511.50 | TIPO ESTRUCTURA | | | | | | | | | | | | | |
| 8412.50 | 8763.50 | 8828.50 | 8913.50 | 9425.00 | LONG DE VANO (m) | | | | | | | | | | | | | |
| TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | TNO. | PROGRESIVA | | | | | | | | | | | | | |
| 3455.42 | 3575.00 | 3600.95 | 3616.81 | 3700.21 | TIPO DE CIMENTACION | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | COTA DE TERRENO | | | | | | | | | | | | | |
| 100 | 8+500 | 8+600 | 8+700 | 8+800 | 8+900 | 9+000 | 9+100 | 9+200 | 9+300 | 9+400 | 9+500 | 9+600 | 9+700 | 9+800 | 9+900 | 1000 | TIPO DE TERRENO | |
| | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO | |

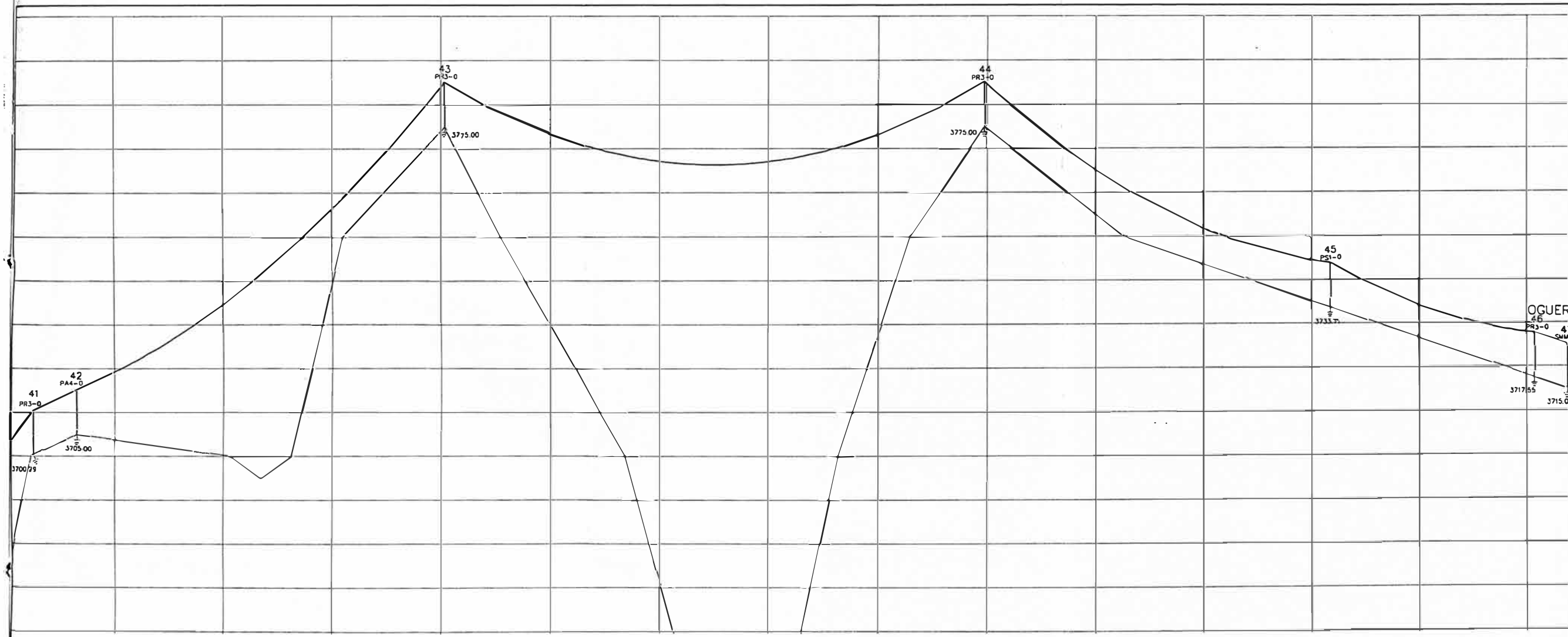
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO

SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV

| | |
|--|----------------------------------|
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABANBA, PATARA, OGUEANRA, PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA |
| ING. RESPONSABLE: | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| | DIBUJO: CEF |
| | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 |
| | FECHA: 2011 |

PE-08



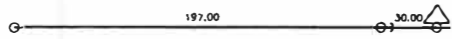
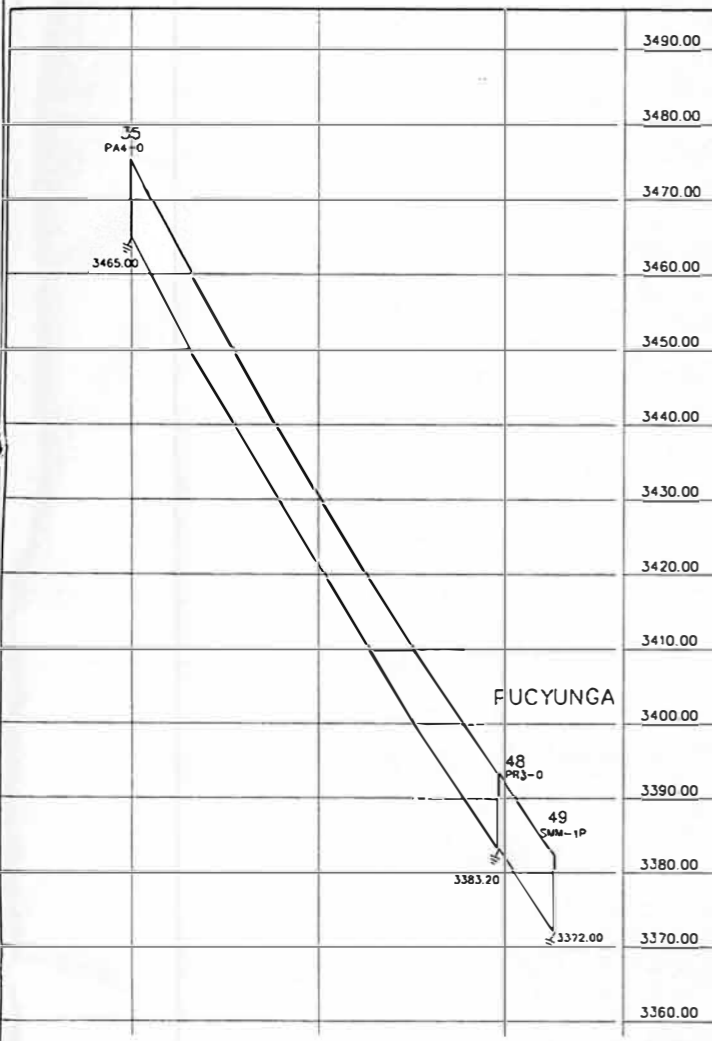
OGUERANRA



| Nº ESTRUCTURA | TIPO ESTRUCTURA | LONG. DE VANO (m) | PROGRESIVA | TIPO DE CIMENTACION | COTA DE TERRENO |
|---------------|-----------------|-------------------|------------|---------------------|-----------------|
| 41 | PA4-0 | 40.00 | 511.50 | | 3700.79 |
| 42 | PA4-0 | 338.60 | 8425.00 | | 3705.00 |
| 43 | PR3-0 | 494.40 | 8803.60 | | 3775.00 |
| 44 | PR3-0 | 319.60 | 10298.00 | | 3775.00 |
| 45 | PS1-0 | 190.00 | 10517.60 | | 3733.71 |
| 46 | PR3-0 | 30.00 | 10807.60 | | 3717.55 |
| 47 | SMU-1P | 10837.60 | 10837.60 | | 3715.00 |

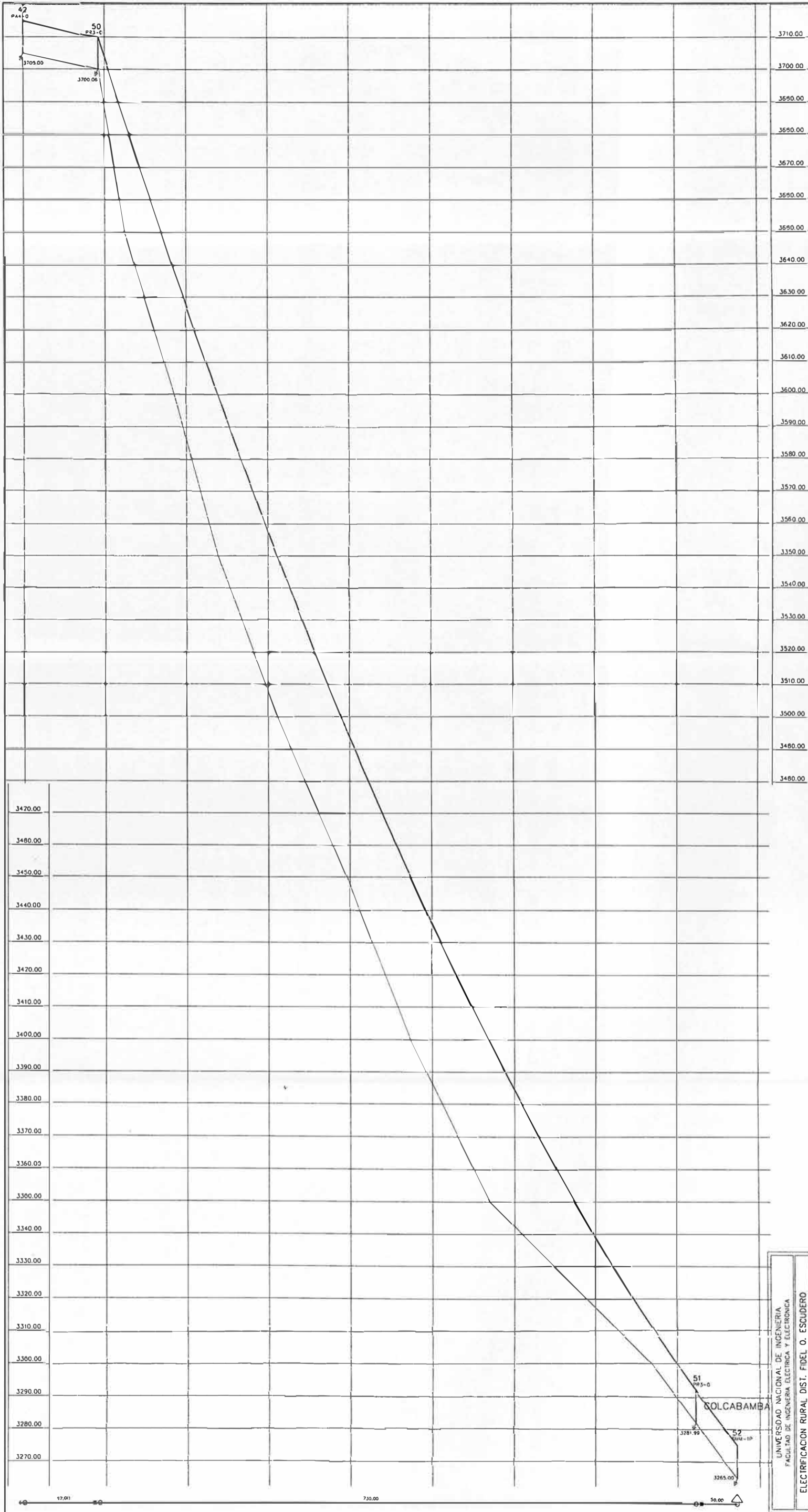
| KILOMETRAJE | TIPO DE TERRENO |
|-------------|-----------------|
| 9+000 | CULTIVO |
| 9+300 | CULTIVO |
| 9+600 | CULTIVO |
| 9+900 | CULTIVO |
| 10+200 | CULTIVO |
| 10+500 | CULTIVO |
| 10+800 | CULTIVO |
| 11+100 | CULTIVO |
| 11+400 | CULTIVO |
| 11+700 | CULTIVO |
| 12+000 | CULTIVO |
| 12+300 | CULTIVO |
| 12+600 | CULTIVO |
| 12+900 | CULTIVO |
| 13+200 | CULTIVO |
| 13+500 | CULTIVO |

| | |
|---|---|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA, PATARA, OGUERANRA, PUCYUNCA | DEPARTAMENTO: ANCASH. PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA DISTRITO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJO: CEF No. PLANO: PE-09 |
| ING. RESPONSABLE: | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 FECHA: 2011 |



| N° ESTRUCTURA | 35 | 48 | 49 |
|---------------------|---------|---------|---------|
| TIPO ESTRUCTURA | | | |
| LONG. DE VANO (m) | 590.70 | 197.00 | 30.00 |
| PROGRESIVA | 7700.70 | 197.00 | 227.00 |
| TIPO DE CIMENTACION | TNO. | TNO. | TNO. |
| COTA DE TERRENO | 3465.00 | 3383.20 | 3372.00 |
| KILOMETRAJE | 0+500 | 0+700 | 0+730 |
| TIPO DE TERRENO | CULTIVO | CULTIVO | CULTIVO |

| | | | |
|--|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | | | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FIDEL O. ESCUDERO | | | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13,20 KV | | | |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL LOS CASERIOS COLCABAMBA PATARA. OCUERANRA. PUCYUNGA | DEPARTAMENTO: ANCASH. | PROVINCIA: MARISCAL LUZURIAGA | DISTRICTO: FIDEL OLIVAS ESCUDERO |
| PLANO: PERFIL DEL RECORRIDO | DIBUJO: CEF | ESCALA: H: 1/2000 V: 1/500 | No. PLANO: PE-10 |
| ING. RESPONSABLE: | FECHA: 2011 | | |



| |
|---------|
| 3710.00 |
| 3700.00 |
| 3690.00 |
| 3680.00 |
| 3670.00 |
| 3660.00 |
| 3650.00 |
| 3640.00 |
| 3630.00 |
| 3620.00 |
| 3610.00 |
| 3600.00 |
| 3590.00 |
| 3580.00 |
| 3570.00 |
| 3560.00 |
| 3550.00 |
| 3540.00 |
| 3530.00 |
| 3520.00 |
| 3510.00 |
| 3500.00 |
| 3480.00 |
| 3460.00 |

| |
|---------|
| 3420.00 |
| 3480.00 |
| 3450.00 |
| 3440.00 |
| 3430.00 |
| 3420.00 |
| 3410.00 |
| 3400.00 |
| 3390.00 |
| 3380.00 |
| 3370.00 |
| 3360.00 |
| 3380.00 |
| 3340.00 |
| 3330.00 |
| 3320.00 |
| 3310.00 |
| 3300.00 |
| 3290.00 |
| 3280.00 |
| 3270.00 |

| | |
|--|-------------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA | |
| ELECTRIFICACION RURAL DIST. FEDEL O. ESCUDERO | |
| SISTEMA DE UTILIZACION MEDIA TENSION 13.20 KV | |
| DEPARTAMENTO: ANDALUZA | PROVINCIA: MARISCAL LIZURIAGA |
| PROYECTO: ELECT. RURAL DEL OS CASEROS | TOWN: FEDEL OLIVAS ESCUDERO |
| COLCABAMBA, PATATE, OCCERANRA, PUEBLO | PLANO: PARTIL DEL RECORRIDO |
| NO. PLANO: 17/200 | ESCALA: 1/2500 |
| ING. RESPONSABLE: | TECN. 2011 |

| | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| 42 | 50 | 51 | 52 | N° ESTRUCTURA |
| 0.00 | 92.01 | 730.00 | 50.00 | TIPO ESTRUCTURA |
| 0.00 | 92.00 | 827.03 | 872.00 | LONG DE VAND (m) |
| 140 | 140 | 140 | 140 | PROGRESIVA |
| 3705.00 | 3700.01 | 3281.99 | 3265.00 | TIPO DE OBTENIACION |
| 0.000 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | COTA DE TERRENO |
| 0.000 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | KILOMETRAJE |
| 0.000 | 0.100 | 0.100 | 0.100 | TIPO DE TERRENO |

PE-11