

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO ELECTRICO DEL CAMPAMENTO MINERO PACHACHACA

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

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

**PRESENTADO POR:
ELIZABETH RUTH CHARCA VALENTIN**

**PROMOCIÓN
2005 - II**

**LIMA – PERÚ
2013**

**ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO DEL
CAMPAMENTO MINERO PACHACHACA**

DEDICATORIA:

Agradezco a Dios, a mis padres por su infinito apoyo, a los profesores por su ejemplo, y en especial a mi pequeño hijo Rodrigo por ser la fuente de mi inspiración.

SUMARIO

En el presente informe de competencia profesional tiene por finalidad establecer el Estudio para el Dimensionamiento Eléctrico del Campamento Minero Pachachaca

Los criterios empleados en la elaboración del presente informe se rigen según disposiciones del Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011, Código Nacional de Electricidad Utilización 2006, Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación Rural” 2003, Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural” 2003, Normas NEMA, ANSI, NEC (1999) y otras normas internacionales específicas.

INDICE

	Pag.
PROLOGO	
CAPITULO I	
INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivo Principal	2
1.3 Objetivo Especifico	2
1.4 Importancia o justificación del informe	3
1.5 Método de trabajo	3
1.6 Estructura del informe	3
CAPITULO II	
CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROYECTO	
2.1 Zona del proyecto	5
2.2 Ubicación geográfica del proyecto	5
2.3 Condiciones climatológicas	5
2.4 Función del campamento	6
2.5 Plataformas requeridas	7
2.6 Áreas y potencias requeridas	8
2.7 Criterios para el dimensionamiento	8
CAPITULO III	
MÓDULOS ESTÁNDAR FABRICADOS SEGÚN AREA DE TRABAJADORES	
3.1 Fabricación modular e instalación eléctrica.	11
3.2 Fabricación en serie y módulos estándar	11
CAPITULO IV	
CRITERIOS GENERALES PARA LA DETERMINACION DE LA POTENCIA REQUERIDA	
4.1 Proyección de uso y criterios para determinar la potencia requerida	14
4.2 Criterios para la selección de la planta de generación.	17
4.3 Procedimientos para instalación y etapas de construcción	18
CAPITULO V	

GRUPOS DE EMERGENCIA DE RESPALDO EN EL CAMPAMENTO MINERO	
5.1 Aspectos técnicos	26
5.2 Aspectos económicos	26
5.3 Área requerida	26
5.4 Dimensionamiento	27
CAPITULO VI	
DISEÑO DE LA LINEA DE MEDIA TENSIÓN, SAB Y ACOMETIDAS DE ALIMENTACIÓN PARA MODULOS INSTALADOS	
6.1 Objeto	29
6.2 Dimensionamiento de la línea de media tensión	29
6.3 Configuración de la puesta a tierra	43
6.4 Dimensionamiento SAB	48
6.5 Dimensionamiento de acometidas a módulos	49
6.6 Criterios para instalación-según bases de diseño minera Chinalco Perú S.A.	51
6.7 Aterramiento del campamento minero.	54
6.8 Protecciones atmosféricas	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
ANEXOS	69
BIBLIOGRAFIA	87

PROLOGO

Lo que se pretende en el presente informe es mostrar el dimensionamiento Eléctrico del Campamento Minero Pachachaca cumpliendo las condiciones generales de seguridad, calidad técnicas que se han establecido para la regulación y control de las obras correspondientes.

El Suministrando energía eléctrica al campamento minero comprende instalación de la línea de Media Tensión, Iluminación exterior, acometidas eléctricas, protecciones atmosféricas y mallas puestas a tierra y todo lo necesario para el correcto funcionamiento eléctrico del campamento.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

El Proyecto está localizado en un área que cuenta con una larga historia de operaciones mineras y que ha sido activamente explorada desde los años 60 por Cerro de Pasco Corporation, luego por Centromin y recientemente por Minera Perú Copper S.A. (ahora Minera Chinalco Perú S.A.), quien recibe la concesión de Centromin (ahora Activos Mineros) mediante un contrato de transferencia el 5 de mayo de 2008. El titular del Proyecto Toromocho (el Proyecto) es Minera Chinalco Perú S.A. (Chinalco), de propiedad de Aluminum Corporation of China Ltd. Para propósitos de este documento, el nombre del titular será Minera Chinalco Perú S.A., o su abreviación Chinalco. A la fecha, las exploraciones geológicas y el planeamiento de mina han determinado que el depósito Toromocho contiene una reserva de 1 526 millones de toneladas de mineral. El Proyecto prevé 32 años de operaciones de minado, durante los cuales también se realizará la producción de concentrado y almacenamiento de mineral de baja ley. Posteriormente, por un período adicional de 4 años, las operaciones estarán dirigidas al aprovechamiento del mineral de baja ley almacenado durante los primeros 32 años, sumando en total 36 años de operación propuesta para el Proyecto. El campamento minero Pachachaca desarrollada para el Proyecto Minero Toromocho, propiedad de Minera Chinalco Perú S.A. y su representante Aker Solution, para lo cual se esta previendo albergar 4237 personas en su totalidad, en una primera etapa contara con 3122 personas y para su futura ampliación de 1115 personas Todas ellas trabajadores de la Minera en mención

1.2 Objetivo Principal

El objetivo del estudio es el dimensionamiento de potencia requerida que será proporcionada desde una planta de generación propia así como establecer el correcto dimensionamiento de la línea de Media Tensión en 23kV que alimentará a 15 Subestaciones las cuales dan energía eléctrica al campamento minero.

1.3 Objetivos Especifico

El suministro eléctrico del campamento minero Pachacahaca tiene los siguientes objetivos específicos

Dimensionar la potencia requerida de una planta de 3.8 MW propia.

Diseño de la línea Media Tensión 23 kV.

Determinación de los centros de carga.

Instalaciones eléctricas interiores del Campamento minero Pachacahaca.

Instalación eléctrica exterior del Campamento minero Pachacahaca.

1.4 Importancia o justificación del informe

El estudio define el alcance de los criterios requeridos para el dimensionamiento del campamento Minero para así prever el funcionamiento correcto y como los trabajos de construcción e instalaciones eléctricas, y la necesidad de ajustar a las condiciones generales de seguridad, calidad y técnicas que se han establecido para la regulación y control de la obra siendo estos parámetros de importancia.

1.5 Método de trabajo

A continuación se señala las pautas usadas:

Selección de áreas indispensables del campamento considerando uso y funcionamiento

Dimensionamiento de las cargas requeridas según uso.

Dimensionamiento de potencia requerida.

Selección de áreas que contaran con grupos electrógenos de respaldo.

Dimensionamiento de la Línea de Media Tensión considerando largo y carga requerida.

Dimensionamiento de proyección de carga.

Selección de criterios para instalación

Selección de quipos a utilizar.

1.6 Estructura del informe

El presente informe tendrá la siguiente estructura:

Capítulo I Introducción, en este capítulo se señala las características del presente estudio

Capítulo II Conceptualización del proyecto en este capítulo se señala las pautas y requerimientos para el diseño del estudio.

Capítulo III Beneficios del funcionamiento correcto del campamento minero en este capítulo se señala los beneficios económicos que se obtendrán por el funcionamiento continuo del campamento minero.

Capítulo IV Módulos estándares fabricados según área de trabajadores en este capítulo se señala cargas eléctricas finales según áreas requeridas de uso.

Capítulo V Criterios generales para la determinación de la potencia requerida en este capítulo se señala los factores usados para el correcto dimensionamiento de la potencia requerida en el campamento minero.

Capítulo VI Grupos de emergencia de respaldo en el campamento minero en este capítulo se señala el análisis de las áreas requeridas para el funcionamiento continuo ante cualquier contingencia de falla de suministro eléctrico.

Capítulo VII Diseño de la línea de media tensión, SAB y acometidas de alimentación eléctrica para módulos instalados en este capítulo se señala los cálculos justificativos para el presente estudio.

Capítulo VIII Planos en este capítulo se señala la relación de planos

Anexos en este se señala cuadros de carga, características de los transformadores, imágenes de referencia del estudio.

CAPITULO II

CONCEPTUALIZACION DEL PROYECTO

2.1 Zona del proyecto

La zona del Proyecto se ubica en la provincia de Yauli, del departamento de Junín. El acceso a la zona del proyecto es por la Carretera Central.

Las Líneas aéreas de distribución eléctricas de 23 kV, se encuentran ubicadas aproximadamente a 160 km. al este de Lima en la Provincia de Yauli, departamento de Junín a una altitud que varía entre los 4000 y 4800 msnm, con una altitud promedio de 4500 msnm.

2.2 Ubicación geográfica del proyecto

Geográficamente el área del proyecto se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM PSAD 56:

Latitud : 8 708 500 a 8 714 750

Longitud : 375 250 a 385 250

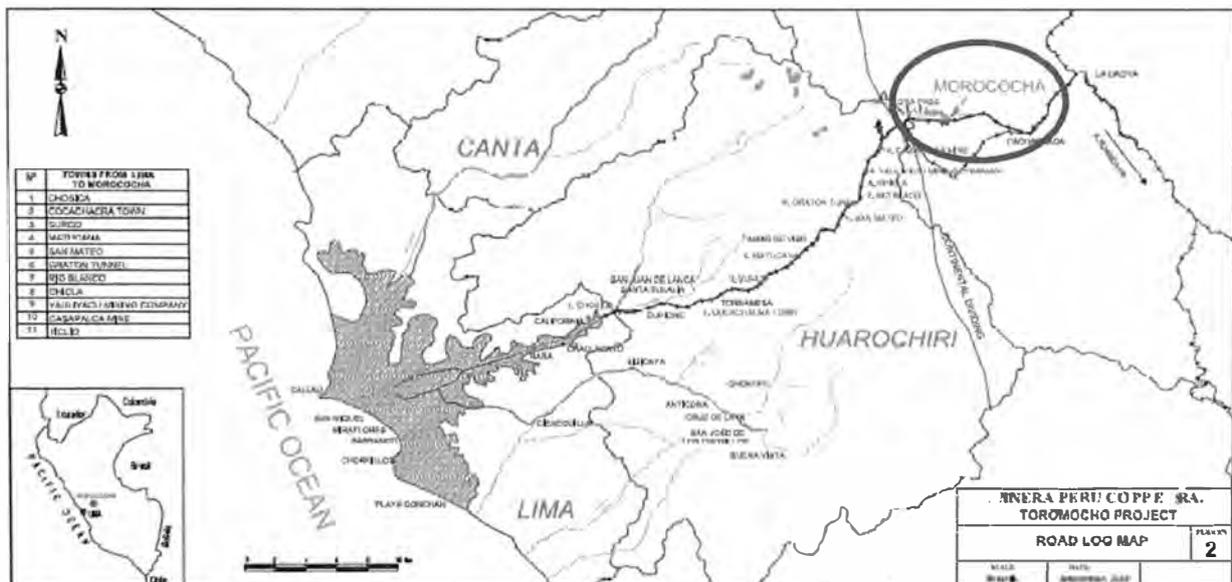


Figura 2.1 Plano de Ubicación Geográfica

2.3 Condiciones climatológicas

- Temperatura Ambiente

- Máxima : 20 °C
- Media : 6 °C
- Mínima : -4 °C
- Velocidad Máxima de Viento: 113 km /h
- Espesor de Hielo : 25 mm.
- Altitud de la Zona: entre 4 000 a 4 800 msnm.
- Presión Atmosférica normal: 41,59 cm.-Hg.
- Humedad relativa : 68,5%
- Precipitaciones
- Tiempo normal de lluvias: Octubre a Abril.
- Precipitación Promedio anual: 628,9 mm.
- Nivel isoceraúnico de la zona : 40
- Acorde con el Mapa de niveles Isoceraunicos elaborado por Msc. J. Yanque M.
- Condiciones Sísmicas
- Reglamento Nacional de edificaciones del Perú
- Zona : 3 (alta sismicidad)
- Factor Z : 0,4

2.4 Función del campamento

El campamento minero Tunhusuro, tiene como finalidad albergar trabajadores de la minera en etapa de exploración, extracción para lo cual se cuenta con diversos tipos de requerimientos tales como zonas de alojamiento de trabajadores, alojamiento supervisores, oficinas, policlínicos, áreas de recreación, Cocina Comedor, Lavandería, Puesto de Control y Taller.

Brindando así la comodidad para la estadía en días de trabajo por lo cual se dimensiono la potencia requerida necesaria para dicha solicitud.

El correcto funcionamiento del campamento asegura una importante función como centro industrial minero que posee el rol de centro de transformación primario del mineral producido en la región y por ende genera la mayor cantidad de empleos en la ciudad y comercio ligado esencialmente a la actividad industrial minera y de transportes de la zona. Siendo este un sistema aislado que inicialmente funcionara con una planta de generación estimada en 6MVA, posteriormente esta carga importante forma a ser parte del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional por lo que las redes de media y baja tensión deben tener un funcionamiento correcto para permitir disminuir pérdidas en las redes de MT y BT, Un

aspecto negativo es que un mal dimensionamiento puede dar lugar a el ingreso de cargas sin protección alguna que afectarían la calidad y podrían dar lugar a compensaciones a los usuarios de conformidad con la NTCSE, y sobre tensiones en horas fuera de punta que a su vez pueden dar lugar a compensaciones por sobre tensión.

Un alto porcentaje de población compuesto por gente que ha emigrado de diferentes sectores de la sierra y que son trabajadores de la empresa metalúrgica o realizan actividades económicas en el sector terciario (comercio y servicios).

Ambos factores: origen y ocupación suponen un gradual cambio de patrones de vida de los pobladores de la población de La Oroya, aunque en el caso de los obreros metalúrgicos el cambio no ha sido gradual ni espontáneo sino determinado por las condiciones de vida en los campamentos mineros.

Por lo que el funcionamiento correcto de este campamento asegura casi 5000 puestos de trabajos.

2.5 Plataformas requeridas

La Zona del Proyecto es muy accidentada como se puede apreciar en la Foto 1- Anexo A, por lo que se necesita contar con varias plataformas designadas especialmente para cada edificio.

Plataforma 1	Planta de Tratamiento Biolep
Plataforma 2	Planta Tratamiento de Agua + Planta de Generación
Plataforma 3	Garita
Plataforma 4	Oficina Administrativa + Policlínico
Plataforma 5	Recreación Supervisores
Plataforma 6	M1-93-2
Plataforma 7	Tipo B S1-S2-155 (Ampliación)
Plataforma 8	Tipo B S1-S2-155
Plataforma 9	Tipo B S1-93
Plataforma 10	Tipo M1-93-1
Plataforma 11	Recreación Workers 1
Plataforma 12	Tipo D-W-384-1
Plataforma 13	Tipo E- W-480-2
Plataforma 14	Tipo E-W-480-1
Plataforma 15	Tipo E-W-480-5 (Ampliación)
Plataforma 16	Tipo E-W-480-6 (Ampliación)

Plataforma 17	Cocina Comedor
Plataforma 18	Lavandería
Plataforma 19	Recreación Workers
Plataforma 20	Tipo C-W-192-1
Plataforma 21	Tipo C-W-192-2
Plataforma 22	Tipo E- W-480-4
Plataforma 23	Tipo E- W-480-3

2.6 Áreas y potencias requeridas

- Edificios de Alojamiento para trabajadores Tipo E-W-480, donde se albergara 4 obreros en cada habitación.
- Edificios de Alojamiento para trabajadores Tipo C-W-192, donde se albergara 2 obreros en cada habitación.
- Edificios de Alojamiento para trabajadores Tipo D-W-384, donde se albergara 4 obreros en cada habitación.
- Edificio de Alojamiento para supervisores Tipo B S1-S2-155, donde se albergara 1 supervisor en cada habitación.
- Edificio de Alojamiento para supervisores Tipo B S1-93, donde se albergara 1 supervisor en cada habitación.
- Edificio de Alojamiento para Managers Tipo M1-93, donde se albergara 1 Managers en cada habitación.
- A su vez se contará con áreas básicas como Policlínico, Recreaciones, Cocina Comedor, Lavandería, Garita y Oficinas Administrativas.

2.7 Criterios para el dimensionamiento Teniendo en consideración que el Campamento Tunshuruco estaría funcionando con la energía obtenida de su propia planta de generación construida especialmente para dicha alimentación momentáneamente hasta obtener el punto de alimentación proporcionada por la Empresa Electroandes que tiene en concesión la línea de MT mas próxima al campamento en 23 kV.

- Tensión Nominal 23 kV
- Sistema de Tensión Trifásico
- N° de ternas 01 (Simple terna)
- Frecuencia nominal 60 Hz.
- Tipo de Conductor AAAC

- Cable de Guarda	Acero
- Postes	Concreto
- Configuración	Triangular
- Aisladores	Polimérico
- Temperatura Ambiente	
- Máxima : 20 °C	
- Media : 6 °C	
- Mínima : -4 °C	
- Velocidad Máxima de Viento	113 km/h
- Espesor de Hielo	25 mm.
- Altitud de la Zona	entre 4 000 a 4 800 msnm.
- Presión Atmosférica normal	41,59 cm.-Hg.
- Humedad relativa	68,5%
- Precipitaciones	
- Tiempo normal de lluvias	Octubre a Abril.
- Precipitación Promedio anual	628,9 mm.
- Nivel isoceraúnico de la zona	40
- Zona 3	(alta sismicidad)

Acorde con el Mapa de niveles Isoceraunicos elaborado por Msc. J. Yanque M.

Condiciones Sísmicas, Reglamento Nacional de edificaciones del Perú.

Ancho de la Franja de Servidumbre

Se tiene presente la Norma DGE 025-P-1/1988 aprobada con R.D. 111-88-DGE/ONT que aun está vigente y que es refrendada por la regla 219.B.4 (Tabla 219) “Anchos mínimos de la faja de servidumbre” del Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011, el mismo que considera para líneas de distribución de 23 kV un ancho de 11 m (5,5 m a ambos lados del eje).

Normas consideradas en el Proyecto:

Los Sistemas, equipamiento eléctrico, materiales, componentes, y funciones están diseñados de acuerdo con los últimos estándares, requerimientos, recomendaciones, y guías aplicables de las siguientes organizaciones:

- NEMA National Electrical Manufacturers Association
- ANSI American National Standard Institute
- ASTM American Society for Testing and Materials

- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers
- NFPA National Fire Protection Association
- IES Illuminating Engineering Society
- UL Underwriters Laboratories
- AISI American Iron and Steel Institute
- ICEA Insulated Cable Engineers Association
- AWS American Welding Society
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ABS American Bureau of Shipping

CAPITULO III

MÓDULOS STANDARD FABRICADOS SEGÚN AREA DE TRABAJADORES

3.1 Fabricación modular e instalación eléctrica.

La fabricación de módulos se realiza de madera de pino chileno, de manera estándar y en producción en serie. Ver plano de Arquitectura típico (**Anexo B**).

La instalación eléctrica también es estándar tanto en edificios de workers, supervisores y managers, realizándose la instalación completa tanto en iluminación y tomacorrientes para el caso de cargas como termas, o cualquier otro equipo que supere los 1.5 kW, se considera dejar el cableado completo dejando cajas de pase rectangulares de 4"x4"x2".

Para la fabricación estándar de cada modulo se considero que cada instalación cumpla con las alturas y distancias señaladas en el Código Nacional Electricidad Utilización - 2006, cantidad de Luxes requeridas por zonas de trabajo o descanso según Dirección General de Electricidad.

3.2 Fabricación en serie y módulos Standard

La fabricación de Módulos se realiza en la planta de producción, esta se construye en 2 líneas de producción de manera serial en bloques:

Ejemplo para la construcción de W-480, se construye el bloque de 4 dormitorios con su respectiva instalación eléctrica esta es unida con bloques iguales formando así un primer piso de cada edificio posteriormente estos pisos se unen en terreno hasta formar edificios de 3 pisos.

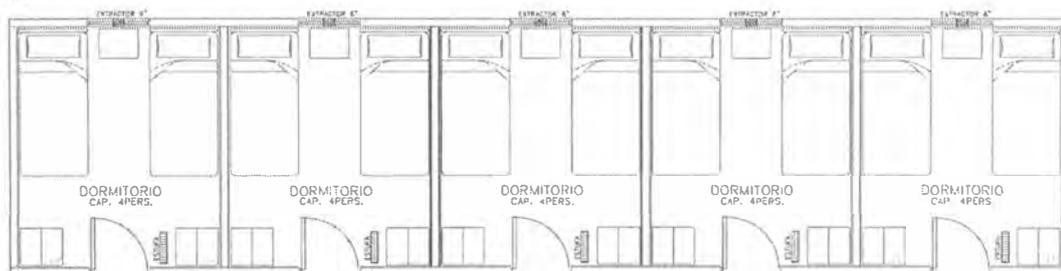


Figura 3.1 Módulo estándar trabajadores workers W-480

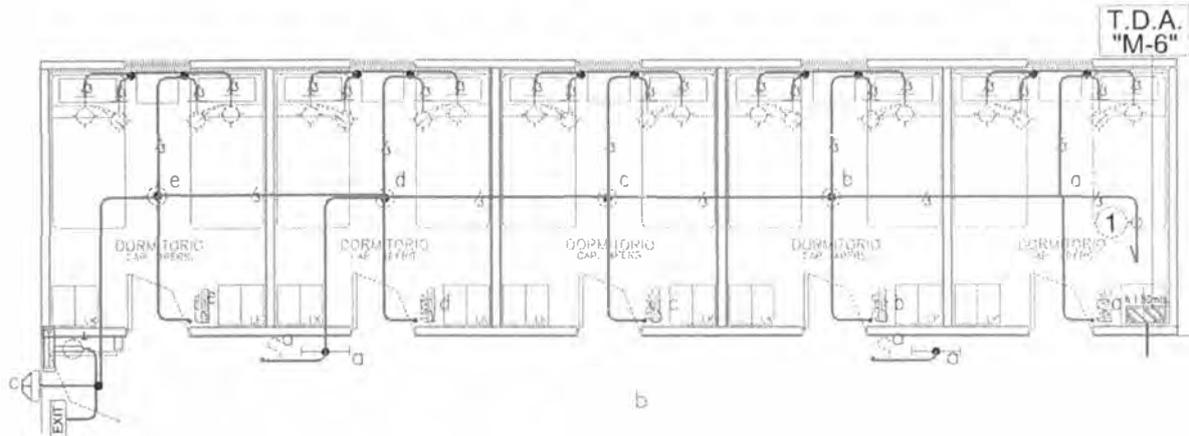


Figura 3.2 Módulo estándar trabajadores workers W-480 - Iluminación

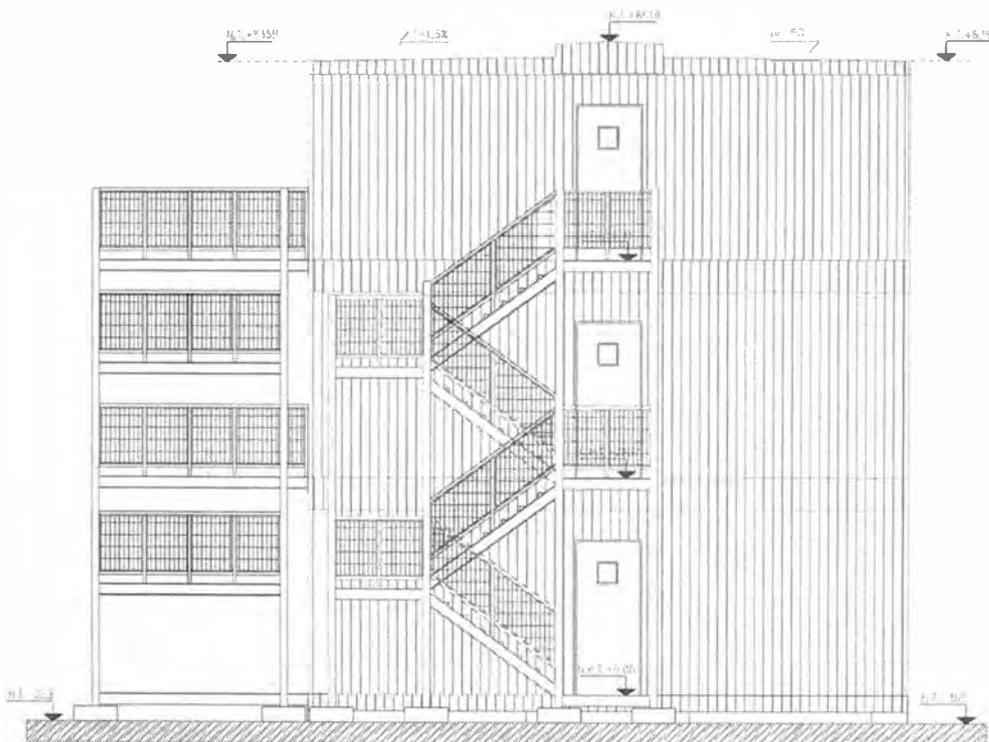


Figura 3.3 Vista lateral del W-480

En la foto se puede apreciar módulos formando 3 pisos.

Para el proyecto se considero edificios tipo:

Tipo E- W-480

Tipo C- W-192

Tipo D-W-384

Tipo B -S1-S2-155

Tipo B- S1-93

Tipo M1-93

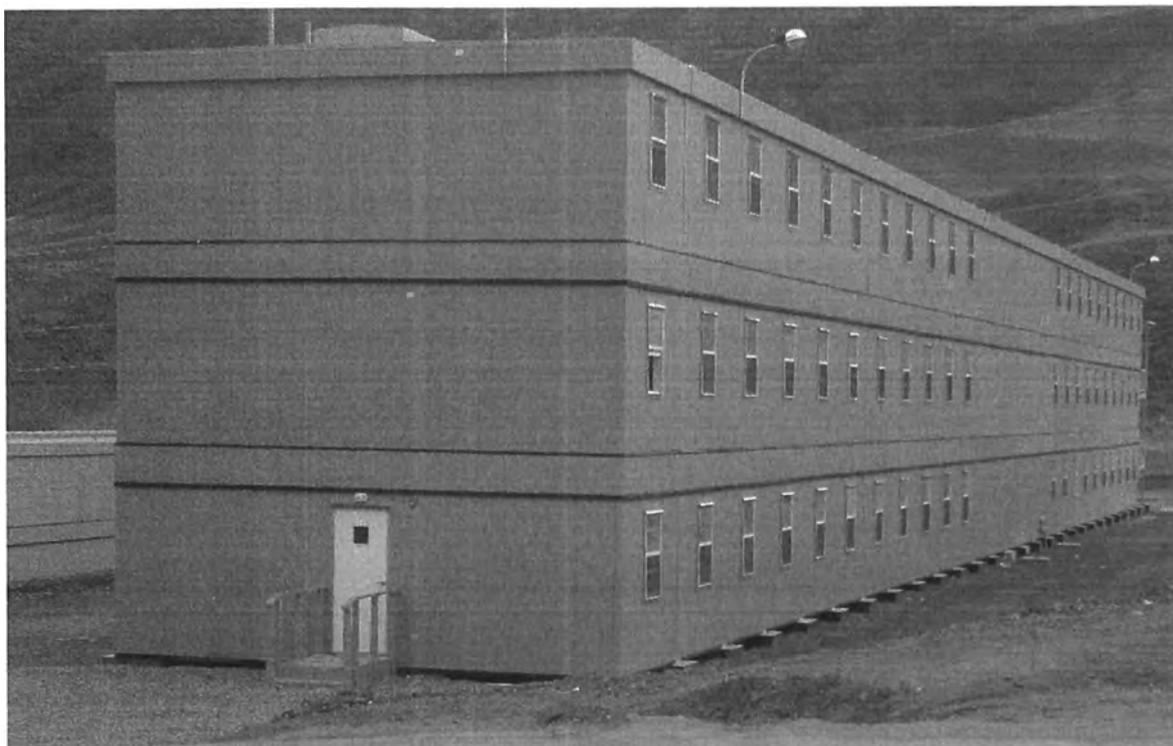


Figura 3.4 foto edificio estándar W-480

Policlínico

Recreaciones Workers

Recreación Supervisores

Cocina Comedor

Lavandería

Garita

Oficinas Administrativas.

Donde cada edificio maneja un propio estándar de fabricación tanto en iluminación, tomacorrientes, sensores de humo, voz y dato.

Ver planos adjuntos en el **(anexo 2)**.

Las áreas de cocina y Lavandería por lo general son de tipo prefabricado donde el fabricante de equipos como cocinas, equipos de baño maría, lavadoras, secadoras proporciona las potencias requeridas y tipo de sistema a usar.

Del mismo modo la alimentación de cualquier equipo a instalar debe ser diseñada con la hoja técnica proporcionada por el fabricante.

CAPITULO IV

CRITERIOS GENERALES PARA LA DETERMINACION DE LA POTENCIA REQUERIDA

4.1 Proyección de uso y criterios para determinar la potencia requerida

Como se detalla en el anterior capítulo ya se tiene establecido las áreas requeridas para el campamento minero según necesidades de vida del régimen 21x7 (laborables x descanso) que es lo optado por la minera Chinalco iniciando su primera etapa operación albergando a 3122 personas y 1115 personas en la segunda etapa siendo un total de 4237 personas que estarán durante un periodo de 20 años que se estima la concesión minera.

Para la obtención de la potencia final del campamento se considero el factor de demanda para los equipos como se señala:

	<u>F.Dem.</u>
Equipos de Fuerza en Cocina Comedor	0,7
Equipos de Fuerza Lavandería	0,7
Equipos de termas	0,7
Equipos de Central de Incendio	0,7
Equipos de Rack de Datos	0,7
Tomacorrientes Simples, Dobles	0,7
Equipos de Iluminación Pasillo	0,8
Equipos de Iluminación Habitaciones	0,8
Equipos de Iluminación Exterior	0,8
Equipos de Computación	1,0

Para la obtención de la potencia según su demanda se dimensionará usando:

$$P.total = P.Inst \cdot F.Dem. \tag{4.1}$$

Para el cálculo total de la potencia requerida por SAB, se uso el factor de simultaneidad 0.7

$$P.total = P.Inst * F.Dem * Fs \tag{4.2}$$

Conociendo valor de I= corriente en Amperios, podremos determinar el tipo de interruptor termo magnético automático requerido.

Así como dimensionar la capacidad del cable, teniendo en consideración la caída de tensión.

Selección del interruptor termo magnético automático general

Trifásica

$$I_n = \frac{P.total(W)}{Voltaje * \sqrt{3} * COS\emptyset} \quad (4.3)$$

Monofásica

$$I_n = \frac{P.total(W)}{Voltaje * COS\emptyset} \quad (4.4)$$

Selección alimentador

Para determinar el alimentador, se consideró el tipo de aislación, tipo de canalización, temperatura de servicio y capacidad de la protección del interruptor termo magnético automático.

Calculo de caída de tensión

$$\Delta V = \frac{2 * I_n * L * \cos\emptyset}{K * S} \quad (4.5)$$

Monofásica

(Expresión monofásica)

- Cos \emptyset = Factor de potencia 0,95
- L = Largo en metros
- I_n = Intensidad nominal
- K = Conductibilidad del cobre (57)
- S cond. = Sección del conductor mm²

Trifásica

$$\Delta V = \frac{Raiz3 * I_n * L * \cos\emptyset}{K * S} \quad (4.6)$$

(Expresión trifásica) Cos \emptyset = Factor de potencia 0,95

- L = Largo en metros
- I_n = Intensidad nominal
- K = Conductibilidad del cobre (57)
- S cond. = Sección del conductor mm²

(Sin reactancias inductivas)

Cumpliendo el Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006, 050-102.

La caída de tensión no sea mayor del 2.5%.

La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos hasta la salida o punto de utilización mas alejado, no exceda el 4%.

Así como Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006, 030-002

Todos los conductores no deben tener una sección menor que 2,5 mm², para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado y 1,5 mm² para los circuitos de control de alumbrado.

Datos utilizados para nuestro caso:

380V, 3F+N, 60Hz.

De igual forma se considero los siguientes factores para el dimensionamiento de alimentadores.

Selección alimentador Para determinar el alimentador, se consideró el tipo de aislación, tipo de canalización, temperatura de servicio y capacidad de la protección interruptor termo magnético automático, para una correcta coordinación.

Factores que influyen en el cálculo del alimentador:

Factor de Corrección por Temperatura:

En el proyecto se utilizo de acuerdo a la temperatura ambiente del terreno. Se recomienda factor de corrección (f_t) 1. Según Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006,

Tabla 4.1- Tabla del Código Nacional Eléctrico-Utilización Factores de corrección para temperatura ambiente distinta de 30°C para cables de al aire y distinta a 20°C para cables ductos enterrados

Temperatura ambiente [°C]	PVC		XLPE o EPR		MI - Mineral * (al aire)	
	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al contacto 70°C	Desnudo no expuesto al contacto 105 °C
10	1,22	1,10	1,15	1,07	1,26	1,14
15	1,17	1,05	1,12	1,04	1,20	1,11
20	1,12	1,00	1,08	1,00	1,14	1,07
25	1,06	0,95	1,04	0,96	1,07	1,04
30	1,00	0,89	1,00	0,93	1,00	1,00
35	0,94	0,84	0,96	0,89	0,93	0,96
40	0,87	0,77	0,91	0,85	0,85	0,92
45	0,79	0,71	0,87	0,80	0,87	0,88
50	0,71	0,63	0,85	0,76	0,67	0,84
55	0,61	0,55	0,76	0,71	0,57	0,80
60	0,50	0,45	0,71	0,65	0,45	0,75
65	-	-	0,65	0,60	-	0,70
70	-	-	0,58	0,53	-	0,65
75	-	-	0,50	0,46	-	0,60
80	-	-	0,41	0,38	-	0,54
85	-	-	-	-	-	0,47
90	-	-	-	-	-	0,40
95	-	-	-	-	-	0,32

Factor de Corrección por Cantidad de Conductores:

En el proyecto se utilizo una sola terna de conductores para los alimentadores por lo que el factor de corrección (f_n) 1.

$$I = I_N \times f_t \times f_n \quad (4.7)$$

Tabla 4.2 -Código Nacional Eléctrico-Utilización

Factores de ajuste para más de tres conductores portadores de corriente en una canalización o en un cable, con diversidad de carga

Número de conductores portadores de corriente	Porcentaje del valor de las Tablas ajustado según la temperatura ambiente si fuera necesario
4 - 6	80
7 - 9	70
10 - 24	70 *
25 - 42	60 *
43 - 85	50 *

Estos factores incluyen los efectos para una diversidad de carga de 50%ota 1: Los equivalentes entre AWG y mm², se han tomado de la tabla del capítulo 9 del National Electrical Code

Nota 2: Empleo transitorio en AWG, hasta que la Norma Técnica indique la equivalencia oficial en mm²

4.2 Criterios para la selección de la planta de generación.

Para la selección de la planta de generación se debe estimar la potencia requerida considerando los factores ya señalados. Y considerando la totalidad de carga requerida para el campamento.

Con la cual se obtiene un cuadro general de Potencia Requerida. Se debe tener presente que el campamento minero proyectado operará en 23kV, que es la tensión de línea proporcionada por la Generadora Electroandes.

Ver **Anexo C**, cuadros de desagregado por edificio.

Para lo cual se considero proveer 2 transformadores elevadores de 0.48/23 kV de 3 MVA que son alimentados por dos grupo electrógenos 4 y 5, y el otro de 1,2 y 3.

Esquema de funcionamiento:

Los generadores 1,2,3 proveen de energía a través del tablero de generación 1,2 y 3 al transformador elevador de 3MVA, 0.48/23 kV (Transformador 1).

Sincronismo y paralelismo requerido para el funcionamiento del campamento.

Ver fotos 5 y 6 del Anexo F

Tabla 4.3 Resumen de cuadro de carga general

SAB	IIVA	AREA	(KW) x FD	(TOTAL KW) x FD	F.S	(TOTAL KW) x FD x FS	TOTAL KVA	(I/C) x FD	SV	CONDUCTOR	CORRIENTES POR FASES (F0)(A)(S)(T)				
SAB 1	200	Bombompa Agua Potable	20.65	206.15	0.7	144.305	169.1388889			33.04	2.73823394	3-1x25mm ² F+1x25mm ² N+1x10mm ² T	33.04	33.04	33.04
		Bombompa Agua Fresca	51.8							82.88	2.26390263	3-1x25mm ² F+1x25mm ² N+1x10mm ² T	82.88	82.88	82.88
		Bomba Principal Contraincendio	62.3							99.68	1.63320274	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	99.68	99.68	99.68
		Planta de Tratamiento Multitech	49							78.40	2.01306442	3-1x50mm ² F+1x50mm ² N+1x16mm ² T	78.4	78.4	78.4
		Planta de Tratamiento Osmosis Inversa	22.4							35.84	2.51742316	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	35.84	35.84	35.84
SAB 2	150	Recreacion Managers	58.2	195.76	0.7	137.032	152.2577778			93.12	2.00814183	3-1x50mm ² F+1x50mm ² N+1x35mm ² T	116.11	99.86	68.47
		Oficina Administrativa	20.13							32.21	2.26230929	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	39.44	29.52	27.36
		Garita	18.25							29.20	2.50687902	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	21.28	36.68	30.64
		Polidiviso	52.19							83.50	3.19338876	3-1x50mm ² F+1x50mm ² N+1x16mm ² T	80.47	89.68	80.11
		Polidiviso Ampliacion	29.25							46.80	2.59675789	3-1x25mm ² F+1x25mm ² N+1x10mm ² T	45.85	53.14	41.27
		Bombompa Desague Camara 2(Referencial)	17.74							28.38	1.78326215	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	28.38	28.38	28.38
		Efluente Bioleo-Caseta de Control	116.2							185.92	3.216416	3-1x120mm ² F+1x120mm ² N+1x35mm ² T	185.92	185.92	185.92
SAB 3	250	Bombompa Desague Camara 2(Referencial)	28.9912	145.1912	0.7	101.63384	112.9264889			46.39	1.95489495	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	46.39	46.39	46.39
		Camara de Descarga	9.6							15.36	1.67828211	3-1x16mm ² F+1x16mm ² N+1x10mm ² T	15.39	15.39	15.39
SAB 4 y SAB 5	2(350)	Cocina-Camaras Staff	860.46	836.94	0.7	585.858	650.9533333			1376.74	2.54628229	4(3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T)	1388.01	1384.15	1341.3
SAB 6	400	M1-98-1	181.51	515.65	0.7	360.955	401.0611111			290.42	2.64431411	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	271.79	337.34	259.26
		M1-98-2	183.28							293.25	2.50821895	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	311.6	289.78	295.45
		S1-S2	150.86							241.38	2.335154	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	288.27	199.68	233.77
SAB 7	250	S1	152.12	304.75	0.7	213.325	237.0277778			243.39	2.09908883	3-1x55mm ² F+1x55mm ² N+1x35mm ² T	293.03	262.17	188.13
		S1-S2 Ampliacion	152.63							244.21	2.45768896	3-1x55mm ² F+1x55mm ² N+1x35mm ² T	244.21	244.21	244.21
SAB 8	250	Recreacion Workers-1	39.77	261.59	0.7	183.113	203.4588889			63.63	1.73815832	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	76.36	70.31	43.58
		W-38a	221.82							354.91	2.22120242	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	378.57	362.99	321.29
SAB 9	250	Comedor Obreros	300.77	300.77	0.7	210.539	233.9322222			481.23	2.06088994	2(3-1x185mm ² F+1x185mm ² N+1x70mm ² T)	504.79	485.25	449.48
SAB 10	400	W-480-1	233.55	467.1	0.7	326.97	363.3			373.68	1.91388079	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	373.33	363.32	368.17
		W-480-2	233.55							373.68	1.91388079	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	472.08	351.37	319.54
SAB 11	250	W-192-1	149.24	300.26	0.7	210.182	233.5355556			238.78	2.44996245	3-1x120mm ² F+1x120mm ² N+1x35mm ² T	242.97	240.67	239.68
		W-192-2	151.02							241.63	1.98011065	3-1x150mm ² F+1x150mm ² N+1x35mm ² T	251.06	236.83	238.36
SAB 12	400	W-480-5 Ampliacion	233.55	908.516	0.7	355.9612	395.5124444			373.68	2.38171832	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	371.78	371.78	371.78
		W-480-6 Ampliacion	233.55							373.68	2.21159558	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	371.78	371.78	371.78
		Bombompa Desague Camara 1(Referencial)	41.416							66.27	2.53413625	3-1x50mm ² F+1x50mm ² N+1x16mm ² T	66.27	66.27	66.27
SAB 13	400	W-480-3	233.55	467.1	0.7	326.97	363.3			373.68	1.91388079	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	407.69	381.61	326.55
		W-480-4	233.55							373.68	1.70122737	3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x50mm ² T	373.6	405.82	404.51
SAB 14 y SAB 15	2(400)	Lavanderia	881.06	920.83	0.7	644.581	716.2011111			1409.70	1.40389995	4(3-1x240mm ² F+1x240mm ² N+1x35mm ² T)	1407.82	1415.17	1405.8
		Recreacion Workers-2	39.77							63.63	2.58240664	3-1x35mm ² F+1x35mm ² N+1x10mm ² T	63.63	74.72	50.5
			560.672	3801.42504		4223.8056				R	S	T			
Potencia Recibir con FS		KW (NETO)								(I/C) x FD TOTAL		9070.11	6803.92	8374.18	
		3861.41504								(I/F) x FS TOTAL		6949.077	6162.744	5861.926	

4.3 Procedimientos para instalación y etapas de construcción

- Construcción de soportaría en general para bandejas, grupos electrógenos, celdas, transformadores.
- Instalación de paneles eléctricos, Sistemas de control.
- Instalación e identificación de cables (etiquetados -TAG). Se incluyen los bancos de ductos y bandejas porta cables.
- Instalación de Sistemas de puesta a tierra y protección contra descargas atmosféricas (pararrayos).
- Chequeos preliminares de las tuberías, válvulas y demás accesorios instaladas para verificar que las pruebas y ensayos no destructivos, los alivios térmicos, pruebas hidrostáticas, limpieza, el lastrado y el recubrimiento hayan sido ejecutadas conforme con las especificaciones técnicas aplicables. La preservación de las instalaciones y la ejecución de los trabajos con resultado satisfactorio. Los dossier de fabricación o construcción hayan sido emitidos y aceptados por el cliente.

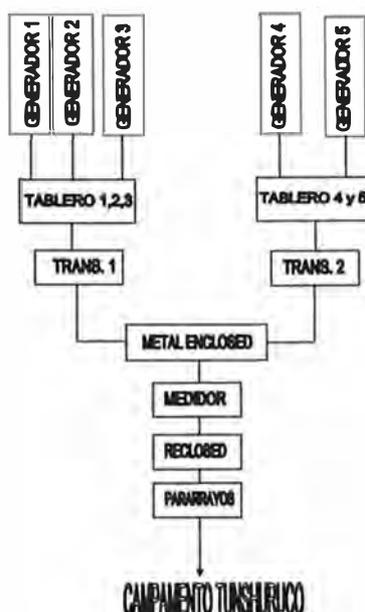


Figura 4.1 Esquema de funcionamiento

Se realizara las siguientes pruebas:

Pruebas de la malla a tierra:

- Medición de resistencia de la malla a tierra.
- Medición de resistencia en pozos de registro de malla a tierra.
- Verificación de conexión de aterramiento de equipos, bandejas, cerco perimétrico y tableros.

Pruebas de Generadores:

- Verificación de estado actual de motor y generador.
- Verificación de sistema de amortiguamiento (Por el Vendedor de los Equipos)
- Verificación de Torqueado y marcado final de pernos.
- Torqueado y marcado final de terminales conductores a barras / borneras.
- Medición de aislamiento de estator (Por el Vendedor de los Equipos)
- Medición de voltaje de excitatriz (Por el Vendedor de los Equipos)
- Medición de niveles de refrigerante y aceites. (Por el Vendedor de los Equipos)
- Verificación de estanqueidad tanques de combustible.
- Medición de continuidad entre fases, tierra y neutro.
- Medición de aislamiento entre fases, tierra y neutro.
- Medición de voltaje de baterías.

Test de interruptores termo magnéticos (solo en los CAT C32).

Prueba de tableros eléctricos:

- Medición de aislamiento entre fases y tierra
- Verificación de esquemas unifilares circuito de fuerza.
- Verificación de torque y marcado final de terminales conductores a barras / borneras.
- Verificación de torqueado de interruptores termo magnéticos, según corresponda.

Prueba de Transformadores:

- Medición de aislamiento
- Medición de nivel aceite.
- Torqueado y marcado final de terminales en conductores a barras/borneras.
- Torqueado y marcado final de pernos.

Prueba de metal en closet (celdas MT):

- Medición de aislamiento entre fases y tierra
- Medición de continuidad en tres fases y tierra.
- Verificación de esquemas unifilares circuito de fuerza.
- Torqueado y marcado final de terminales conductores a barras /borneras.
- Torqueado de interruptores termo magnéticos

Prueba de recloser:

- Medición de aislamiento entre fases y tierra
- Verificación de esquemas unifilares circuito de fuerza.
- Torqueado y marcado final de terminales conductores a barras /borneras.

Prueba de conexionado MT y BT.

- Medición de aislamiento entre fases y tierra.
- Verificación de esquemas unifilares circuito de fuerza.
- Torqueado y marcado final de terminales conductores a barras / borneras.

4.4 Áreas indispensables en el campamento

El área señalada, como indispensables son las de cocina comedor, Policlínico. En el área de cocina comedor se contara con cámaras de frio estas son recomendables que no queden sin energía eléctrica dado a que en ellas se almacenan alimentos perecibles así como el área de Policlínico ya que de cualquier urgencia se debe de contar con energía eléctrica.

4.5 Equipos solicitados

Cocina comedor:

Tabla 4.4 Cuadros del proveedor Equipos

SISTEMA DE EXTRACCION				
ITEM	DESCRIPCION	HP	V	FASES
1	Extractor 7500 CFM	4	220/380/400	3
2	Extractor 6100 CFM	3	220/380/400	3
3	Extractor 6100 CFM	3	220/380/400	3
4	Extractor 4000 CFM	1.8	220/380/400	3
5	Extractor 6000 CFM	3	220/380/400	3
6	Extractor 6500 CFM	3	220/380/400	3
7	Extractor 7500 CFM	4	220/380/400	3
8	Extractor 4800 CFM	2.4	220/380/400	3
SISTEMA DE INYECCION				
ITEM	DESCRIPCION	HP	V	FASES
1	Inyector 15000 CFM	10	220/380/400	3

Tabla 4.5 Cuadros del proveedor Equipos

CAMARAS ZONA COCINA													
ITEM	DESCRIPCION	EQUIPOS DE ILUMINACION			CONDENSADOR			EVAPORADOR			POTENCIA TOTAL (KW)		
		LUMINARIAS	Nº DE LUMINARIAS	POTENCIA TOTAL (W)	HP	V (3 -)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)	HP	V (3 -)		CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)
		1	Camara de productos desinfectados	2x36W	2	144	2	220	1	1491.4		1/20	220
2	Camara carnicos pre-elaborados	2x36W	2	144	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.75
3	Camara pre-elaborados	2x36W	4	288	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.89
4	Camara postres	2x36W	2	144	2	220	1	1491.4	1/20	220	2	74.6	1.71

CAMARAS ZONA ALMACEN													
ITEM	DESCRIPCION	EQUIPOS DE ILUMINACION			CONDENSADOR			EVAPORADOR			POTENCIA TOTAL (KW)		
		LUMINARIAS	Nº DE LUMINARIAS	POTENCIA TOTAL (W)	HP	V (3 -)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)	HP	V (3 -)		CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)
		1	Camaras de conservacion Nº 01	2x36W	3	216	3	220	1	2237.1		1/20	220
2	Camaras de conservacion Nº 02	2x36W	3	216	3	220	1	2237.1	1/20	220	5	186.5	2.64
3	Camaras de conservacion Nº 03	2x36W	3	216	3	220	1	2237.1	1/20	220	5	186.5	2.64
4	Antecamaras de Conservacion Nº 01	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68
5	Antecamaras de Conservacion Nº 02	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68
6	Antecamaras de Conservacion Nº 03	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68
7	Camaras de Congelado Nº 01	1x100W	3	300	4	220	1	2982.8	1/20	220	6	223.8	3.51
8	Camaras de Congelado Nº 02	1x100W	3	300	4	220	1	2982.8	1/20	220	6	223.8	3.51
9	Camaras de Congelado Nº 03	1x100W	3	300	4	220	1	2982.8	1/20	220	6	223.8	3.51
10	Antecamaras de Congelado Nº 01	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68
11	Antecamaras de Congelado Nº 02	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68
12	Antecamaras de Congelado Nº 03	2x36W	1	72	2	220	1	1491.4	1/20	220	3	111.9	1.68

CUADRO DE PUNTOS EQUIPOS DE COCINA PACHACHACA
Jueves, 05 de mayo de 2011

COD	DESCRIPCION	PESO KG	POTENCIA	VOLTAJE	N° DE LINEAS	FREC (Hz)	H piso (mm)	DESAGÜE			AGUA FRÍA			AGUA CALIENTE		
								Ø Tubería	TIPO	H piso (mm)	Ø Tubería	TIPO	H piso (mm)	Ø Tubería	TIPO	H piso (mm)
RECEPCION																
1	BALANZA DIGITAL	15 kg		220	1F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	LAVAMANOS	20 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
4	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
SANITIZADO																
23	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
41	PELADORA DE PAPAS	39 kg	550 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRE-ELABORADO CARNES																
28	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
32	BOWL CUTTER	37 kg	750 W	380	3F+T	60	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PRE-ELABORADO VERDURAS																
36	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
38	PROCESADOR DE VEGETALES	26 kg	370 W	380	3F+T	60	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	CORTADOR DE VERDURAS	65 kg	3000 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	REFRIGERADORA VERTICAL DE 2 PUERTAS	174 kg	820 W	220	1F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JUGOS																
47	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
49	REFRIGERADORA VERTICAL DE 2 PUERTAS	174 kg	820 W	220	1F+T	60	2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	LICUADORA INDUSTRIAL DE 16 LITROS	42 kg	1125 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	MÁQUINA EXPRIMIDORA DE CÍTRICOS	104 kg	4,2 AMP	220	1F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LONCHERAS																
53	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
31	CORTADORA DE EMBUTIDOS	42 kg	430 W	220	1F+T	60	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56	REFRIGERADORA VERTICAL DE 2 PUERTAS	174 kg	820 W	220	1F+T	60	2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCINA FRÍA																
33	REFRIGERADORA VERTICAL DE 2 PUERTAS	174 kg	820 W	220	1F+T	60	2200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	LAVADERO DE 1 POZA	19,8 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
61	LICUADORA DE 4 LITROS	25,8 kg	750 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	MESA REFRIGERADA MURAL DE 2 PUERTAS	122 kg	550 W	220	1F+T	60	1250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67	LICUADORA INDUSTRIAL DE 16 LITROS	42 kg	1125 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COCINA CALIENTE																
70	LAVADERO DE 1 POZA	19,8 kg		-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
73	HORNO COMBINADO ELÉCTRICO DE 20GN 2/1	190 kg	46,7 kW	400	3F+T	60	450	3"	CPVC	300	3/4"	PVC	650	-	-	-
73.1	CAMPANA PARA HORNO COMBINADO		0,2 kW	220	1F+T	60	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	FREIDORA DE PAPAS ELÉCTRICA	46,2 kg	14 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	PLANCHA FREIDORA LISA	88 kg	7,8 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-

77	PARRILLA	88 kg	7.8 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
81	COCINA DE 6 QUEMADORES ELÉCTRICA	61 kg	15.6 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
83	MARMITA AUTOCLAVE DE 150 LITROS	150 kg	18 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	MARMITA BASCULANTE DE 227 LITROS	417 kg	33 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	SARTÉN BASCULANTE DE 112 LITROS	205 kg	14.9 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	BALANZA DIGITAL			220	1F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	LAVADERO DE 2 POZAS	35 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
96	LAVADERO DE 1 POZA	19.8 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
98	LAVAMANOS	20 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
LAVADO DE OJAS																	
100	LAVAFONDO DE 2 POZAS	35 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
PASTELERÍA																	
105	LAVADERO DE 1 POZA	19.8 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
107	BATIDORA INDUSTRIAL DE 40 LITROS	124 kg	1400 W	220	1F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	LAMINADORA	215 kg	750 W	380	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PANADERÍA																	
112	BALANZA DIGITAL	15 kg		220	1F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
113	CORTADORA DE PAN	90 kg	375 W	380	3F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	DIVISORA DE MASAS	275 kg	0.75 kW	380	3F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	LAVAFONDO DE 2 POZAS	48 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
118	AMASADORA	250 kg	3400 W	380	3F+T	60	300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
119	MARMITA DE 150 LITROS	150 kg	18 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	COCINA DE 4 QUEMADORES ELÉCTRICA	25 kg	9.3 kW	400	3F+T	60	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	CABINA FERMENTADORA DE MASAS	150 kg	4.1 kW	380	3F+T	60	1800	VER ANEXO CF.05-11									
125	HORNO PANADERO DE 16 BANDEJAS	177 kg	29.7 kW	380	3F+T	60	500	3"	CPVC	300	3/4"	PVC	650	-	-	-	-
125.1	CAMPANA PARA HORNO PANADERO		0.2 kW	220	1F+T	60	1900	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALA DE BASURA 2																	
129	MANGUERA RETRACTIL							-	-	-	1/2"	PVC	1400	-	-	-	-
CÓMODO STAFF / LÍNEA DE SERVIDO																	
130	LAVADERO DE 1 POZA	19.8 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
137	BAÑO MARIA DE 6 POZAS	132 kg	4500 W	220	1F+T	60	100	2"	PVC	100	1/2"	PVC	100	-	-	-	-
140	CALENTADOR DE AGUA		1710 W	220	1F+T	60	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
141	REFRESQUERA DE 2 TOLVAS		610 W	220	1F+T	60	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	SALAD BAR DE 4 POZAS	97 kg	4 kW	220	1F+T	60	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LAVADO DE VAJILLA - STAFF																	
144	MESA DE ENTRADA DE LAVAVAJILLA CON POZA Y DESCONCHE	64 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
146	LAVAVAJILLA TIPO TUNEL / MODULO DE SECADO / EXTRACTOR DE VAHOS	280 kg	30 kW	380	3F+T	60	1600	Son dos desagües de 2" y 3" a una altura de 90mm			3/4"	PVC	500	3/4"	CPVC	500	
CÓMODO EMPLEADOS Y OBREROS - LÍNEA DE SERVIDO																	
157	LAVADERO DE 1 POZA	19.8 kg						2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
162	BAÑO MARIA DE 6 POZAS	132 kg	4500 W	220	1F+T	60	100	2"	PVC	100	-	-	-	1/2"	CPVC	400	
165	CALENTADOR DE AGUA		1710 W	220	1F+T	60	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
166	REFRESQUERA DE 2 TOLVAS		610 W	220	1F+T	60	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167	SALAD BAR DE 4 POZAS	97 kg	4 kW	220	1F+T	60	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

LAVADO DE VAJILLA - COMEDOR DE EMPLEADOS / OBREROS																	
169	MESA DE ENTRADA DE LAVAVAJILLA CON POZA Y DESCONCHE	64 kg	-	-	-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400
171	LAVAVAJILLA DE ARRASTRE DE CESTAS/ MODULO DE SECADO / EXTRACTOR DE VAHOS	560 kg	53 kW	380	3F+T	60	1600	Son dos desagües de 2" y 3" a una altura de 90mm									
173	LAVADO DE UTENSILIOS	220 kg	24 kW	380	3F+T	60	1000	2"	PVC	300	3/4"	PVC	500	3/4"	CPVC	500	
174	MESA DE ENTRADA A LAVAUTENSILIOS DE 1 POZA Y DESCONCHE	60 kg	-	-	-	-	-	2"	PVC	300	1/2"	PVC	400	1/2"	CPVC	400	
TCL	TOMACORRIENTE LIBRE (48 unidades)			220	1F+T	60	1200										
EQUIPOS ADICIONALES Y/O CAMBIOS																	
*	HOLDING CABINETS	150 kg	2000 W	220	1F+T	60	300										
H	CONGELADORA VERTICAL DE 2 PUERTAS	174 kg	1110 W	220	1F+T	60	2200										
K	MÁQUINA DE HELADOS	110 kg	750 W	220	1F+T	60	1250										
M	BALANZA ELECTRÓNICA PARA PALETS	50 kg		220	1F+T	60	300										

OBSERVACIONES:

Nota 1.- En los equipos en los que su altura esta indicada con un ● se recomienda hacer una caja sólida para la salida del punto con una altura máxima de 30mm, para al momento de limpieza poder evitar cualquier corto circuito.

Nota 2.- Para las campanas se coloca una botonera de arranque y mando a distancia y un interruptor para el encendido de las luminarias de ellas, su altura es de 1400mm.

Policlínico:

Tabla 4.7 Resumen de cuadros de carga

CUADROS DE CARGAS ALUMBRADO TABLERO																						
TABLERO	CTO. Nº	EQ AUTOEN 2x25W 50V	SENALETICA 1x11W 15V	EOPL-C 2x25W 60W	FOCD TORTUGA 60W	FLUOR		LUMINARIA EXTERIOR 150W	EXT. 30W	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACION
						2x20W 50W	2x40W 100W					R	S	T	DISY.	DIF.	DIST.	DERIV.	TIPO	TIPO	DIAM.	
T.D.A. "POLICLINICO"	1	2		3	2	18		1		21	1.88				1x18A	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	ILUMINACION FARMACIA, BODEGA, ESTABILIZACION Y PROCEDIMIENTOS	
	2	3	2		2	18				26	2.25	11.38	9.49		1x18A	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	ILUMINACION RECEPCION PROCEDIMIENTO HALL ACCESID. ASEO RAYOS X Y EXT	
	3	3				6	18		5	30	2.20				1x18A	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	ILUMINACION SALA ESPERA, OFICINAS BAÑOS SALA OBSERVACION Y KITCHENET	
TOTAL		8	2	3	2	6	50	1	5	77	6.33	11.38	9.49	11.11								

CUADROS DE CARGAS COMPUTACION TABLERO																				
TABLERO	CTO. Nº	FLUOR		ENCH.		TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION			UBICACION				
		2x40W 100W	1x36W 50W	150W	300W			1500W	R	S	T	DISY.	DIF.	CONDUCTOR	DUCTO		DIAM.			
T.D.Comp. "POLI"	1				6	6	1.80			9.09			1x16A	2x25A/30mA	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm.	ENCHUFES OFICINA Y RECEPCION
TOTAL		0	0	0	6	6	1.80	0.00	9.09	0.00										

CUADROS DE CARGAS DE FUERZA TABLERO																				
TABLERO	CTO. Nº	CANALIZACION		PROTECCION		ENCH.			ARRANQUE		ARRANQUE CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			OBSERVACION	UBICACION		
		DISY. (DERIV.)	TIPO	TIPO	DISY.	DIF.	150W	1000W	1500W	3000W				1500W	3000W	R			S	T
T.D.F. POLICLINICO	1	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	3x25A/30mA	8			8	1.20	9.88				TOMACORRIENTE	ENCHUFES RECEPCION, SALA ESPERA FARMACIA Y BODEGA	
	2	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA	18			18	2.40	12.12				TOMACORRIENTE	ENCHUFES OFICINAS, SALA OBSERVACION Y SALA ESTAR	
	3	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA	17			17	2.55	12.88				TOMACORRIENTE	ENCHUFES SALA PROCEDIMIENTO, SALA ESTABILIZACION Y PASILLO	
	4	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				1	0.30	1.50				ARRANQUE CENTRAL	ARRANQUE CENTRAL INICIO	
	5	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				1	0.30	1.50				ARRANQUE BANC	ARRANQUE BANC	
	6	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				1	0.30	1.50				ENCHUFES ESTUFA	RECEPCION ESPERA Y PROCEDIMIENTO	
	7	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA	3			3	9.00	13.88	13.88	13.88			ENCHUFES FUERZA	SALA ESTABILIZACION Y ESTABILIZACION
	8	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				3	4.50	8.84	8.84	8.84			ARRANQUE TERMO	SALA ASEO, ESTABILIZACION Y PROCEDIMIENTO
	9	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				3	4.50	8.84	8.84	8.84			ARRANQUE TERMO	KITCHENET, SALA DE OBSERVACIONES Y BANO HEMIRIA
	10	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				3	4.50	8.84	8.84	8.84			ENCHUFES ESTUFA	SALA ESPERA Y OBSERVACIONES
	11	10.0	10.0	LSOH	PVC	25mm	3x50A	4x14A/30mA				1	30.00	45.59	45.59	45.59			ARRANQUE RAYOS X	SALA DE RAYOS X
	12	2.5	2.5	LSOH	PVC	20mm	1x16A	2x25A/30mA				1	1.00	5.00					ENCHUFES FUERZA	SALA DE OBSERVACIONES
TOTAL							41	1	6	3	5	1	2	60	81.78	99.48	102.62	99.24		

CUADRO RESUMEN DE POTENCIA Y ALIMENTADORES																						
DESIGNACION DE ALIMENTADORES Y SUB-ALIMENTADORES	POTENCIAS EN KW						POTENCIAS TOTAL EN KW					CORRIENTES POR FASES SFD			CTES. TOTALES Amp.		PROTECCION GRAL.	ALIMENTADOR GRAL. FASES / NEUTRO + TIERRA	DUCTO		LARGO PVC	VOLTS PERDIDA V.P.
	ALUMBRADO	FUERZA	COMPUTACION	SFD	F.D.	C/FD	SFD	F.D.	C/FD	R	S	T	SFD	C/FD	TIPO	DIAM.						
T.D.A. "POLICLINICO"	8.33	0.8	5.08				8.33	0.8	11.56	9.49	11.11	9.82	7.70									
T.D.F. "POLICLINICO"				64.75	0.7	48.33	64.75	48.33	99.49	102.52	99.24	99.49	88.88									
T.D.C. "POLICLINICO"						1.80	1.80	1.80	9.09			9.09	8.09									
Sub-Alimentador T.G.Aux.A.y F. "POLICLINICO"	6.33		5.08	64.75		48.33	1.80	1.80	72.88	52.19	110.85	121.10	110.35	110.76	79.31	3x125Amp. - 28KA	4 x 70mm ² TA (F+N) 1x25mm ² TA (T.p.)	PVC	1x65mm	20	0.57	

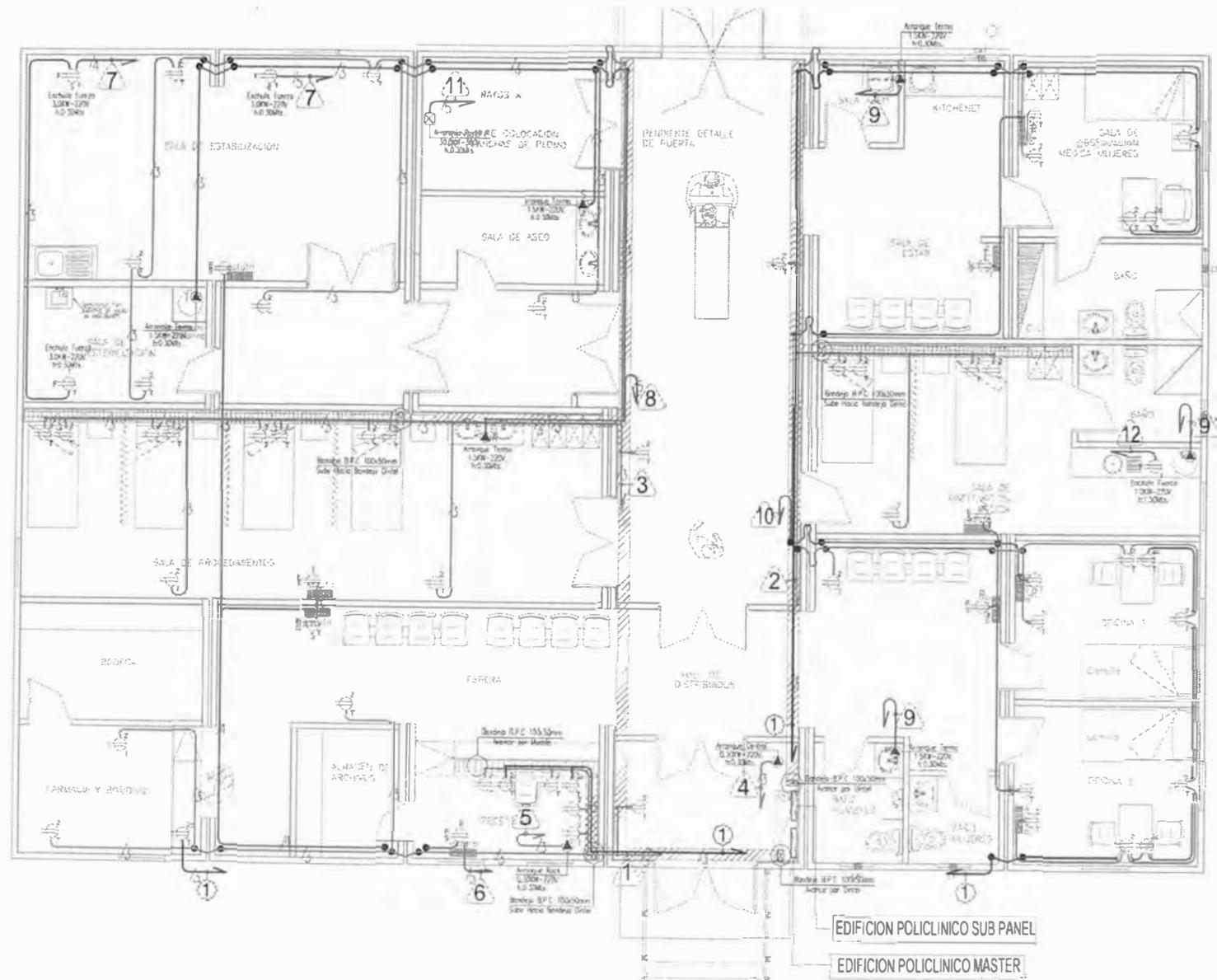


Figura 4.2 Distribución de interior Policlínico

CAPITULO V

GRUPOS DE EMERGENCIA DE RESPALDO EN EL CAMPAMENTO MINERO

5.1 Aspectos técnicos

El principal aspecto es de respaldar la demanda de energía eléctrica de zonas críticas donde es indispensable contar con energía eléctrica (Cámaras de Frío y Policlínico). Técnicamente esto genera un costo adicional pero se cuenta con el respaldo de salvaguardar cualquier contingencia que pudiera suceder en caso de corte eléctrico.

5.2 Aspectos económicos

El costo adicional generado no se compara con las vidas que se pudiesen salvaguardar en caso ocurra corte de energía, el análisis costo beneficio es favorable dado que la vida humana no puede ser calculada con ningún monto.

Esto genera tranquilidad ante cualquier contingencia.

5.3 Área requerida

a) Grupo de Respaldo Policlínico

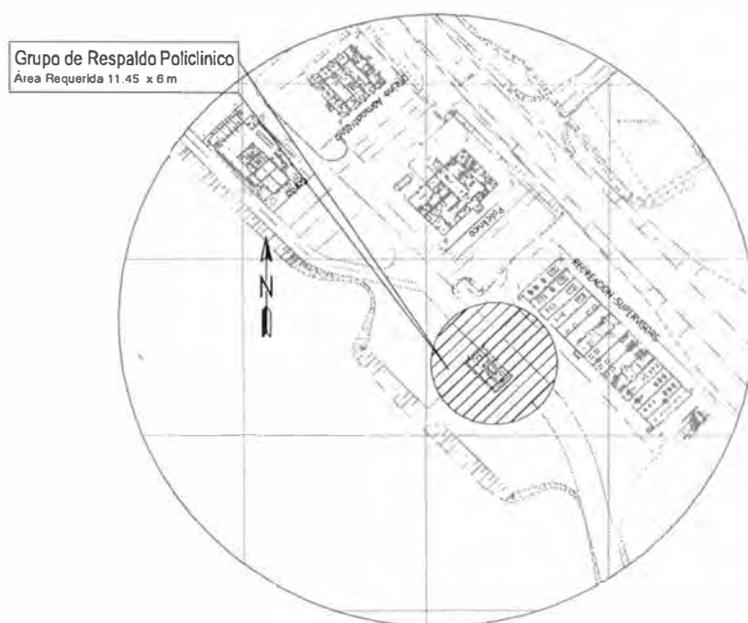


Figura 5.1 Ubicación grupo de respaldo policlínico

b) Grupo de Respaldo Cámaras de Frio

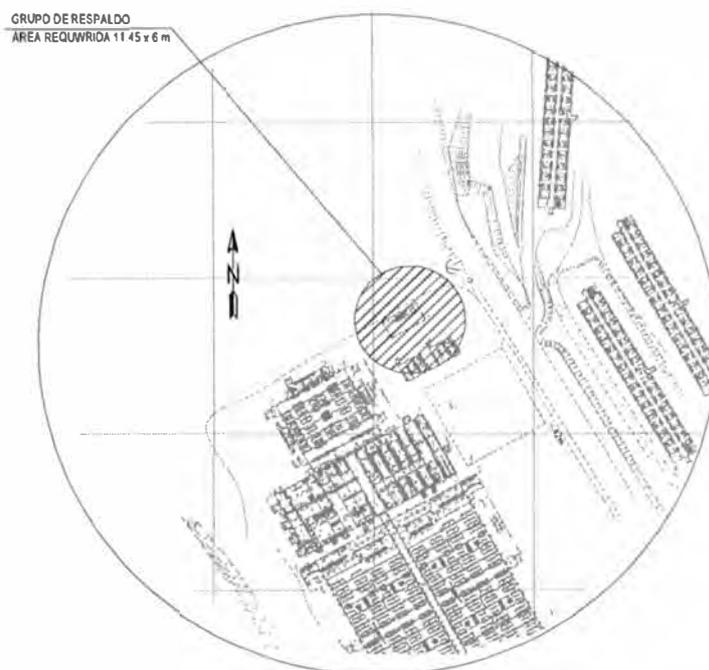


Figura 5.2 Ubicación grupo de respaldo cámaras de frio

5.4 Dimensionamiento

Un grupo electrógeno de emergencia puede ser un equipamiento vital para una empresa o residencia, ya que puede evitar grandes pérdidas económicas para las empresas debido a una parada prolongada de actividad o desperdicio de materias primas fruto de un corte del suministro eléctrico. Existen muchas causas para una pérdida de suministro eléctrico, como un fallo en las líneas, meteorología extrema, apagones planificados por la empresa de suministro, etc. y en muchas ocasiones estos fallos son difíciles de predecir o evitar, suponiendo un gran riesgo para las instalaciones.

Para todas estas situaciones es conveniente tener un sistema de respaldo con sus grupos electrógenos de emergencia, que se mantienen como generador de reserva y proporcionan energía de respaldo para garantizar el suministro durante un fallo del sistema principal o en una situación de fallas.

Teniendo considerado que las áreas críticas o indispensables que deben contar con energía eléctrica son Policlínico y Cámaras de frío donde se almacena los alimentos perecibles para tales casos se determina la potencia requerida.

Condiciones del proyecto:

Sistema 380V,3Ø,60Hz,4H, F+N

Altitud 5000 msnm, por lo que se debe prever la potencia requerida a la altitud señalada.

Calculando:

Área Policlínico

(TOTAL KW) x FD	ÁREA	(KW) x FD	F.S	(TOTAL KW) x FD x FS	TOTAL KVA
81.44	Policlínico	52.19	1	81.44	90.489
	Policlínico Ampliación	29.25			

Se debe considerar una potencia estándar para la potencia requerida 100 KVA, sería lo mas próximo esta potencia debe ser efectiva a 5000msnm.

Área Cámaras de Frío

DESIGNACION DE ALIMENTADORES Y SUB-ALIMENTADORES	POTENCIAS EN KW						POTENCIAS		CORRIENTES		
	ALUMBRADO			FUERZA			TOTAL EN KW		POR FASES C/FD		
	S/FD	F.O.	C/FD	S/FD	F.D.	C/FD	S/FD	C/FD	R	S	T
Sub-Alimentador T.G.Aux.AyF "ALMACEN COCINA"	6.97	0.8	5.58	52.74	0.7	36.918	59.71	42.49	79.85	62.24	55.54
T.G.Aux.AyF "COMEDOR STAFF"-ILUMINACIÓN	7.11	0.8	5.68				7.11	5.68	11.83	9.67	5.70
T.G.Aux.AyF "COCINA EXTRACTORES"				34.79	0.7	24.35	34.79	24.35	38.96	38.96	38.96
T.G.AyF. "COCINA-COMEDOR STAFF "	9.97	0.8	7.97				9.97	7.97	15.06	5.82	17.27
SUB-ALIMENTADOR											
TOTAL TABLERO GENERAL "RESPALDO"	24.04		19.23	87.53		61.27	111.57	80.50	145.70	116.69	117.47

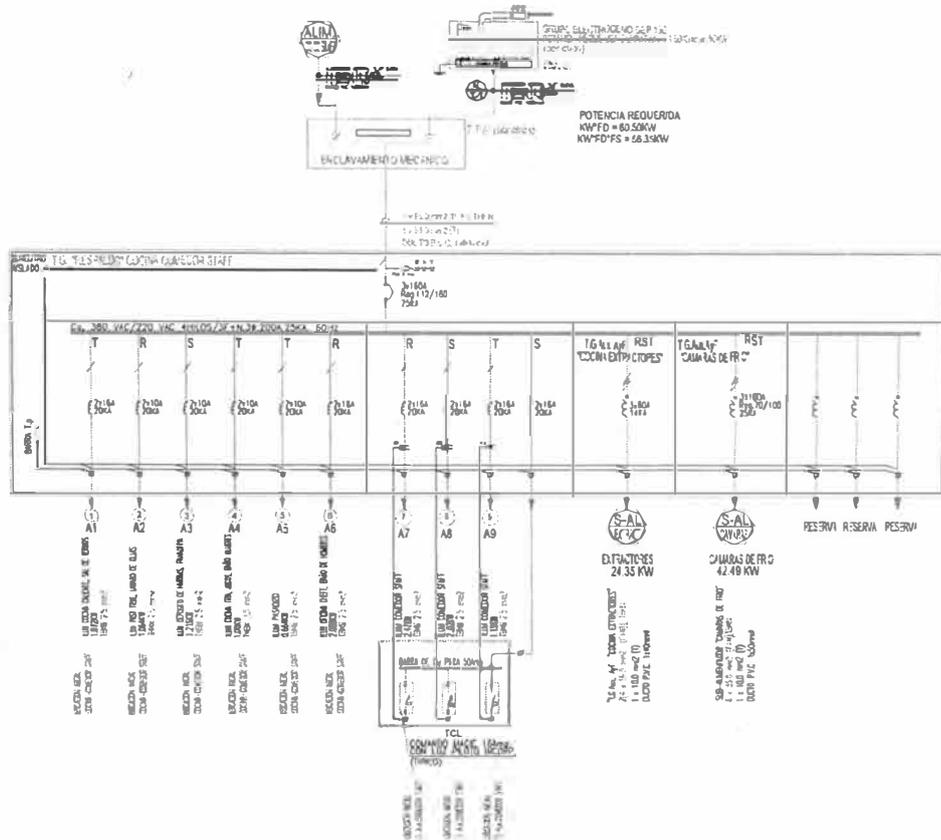


Figura 5.3 Diagrama Unifilar de Transferencia

CAPITULO VI

DISEÑO DE LA LINEA DE MEDIA TENSIÓN, SAB Y ACOMETIDAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA PARA MODULOS INSTALADOS

6.1 Objeto

El objetivo es elaborar un estudio incluyendo una Línea Media Tensión con los mejores estándares de eficiencia, seguridad, protección y cuidado del medio ambiente aplicando la normatividad nacional e internacional.

6.2 Dimensionamiento de la línea de media tensión

Definir las condiciones técnicas mínimas para el diseño de Líneas Primarias en MT 23kV, de tal manera que garantice los niveles de seguridad para personas y propiedades y el cumplimiento de requisitos exigidos para un sistema seguro.

Estos Cálculos verificarán la capacidad de los conductores aéreos de aleación de aluminio de soportar lo requerido tanto en energía y caída de tensión.

Aspectos generales

El diseño de líneas y redes primarias comprende también etapas previas como verificación de la zona - topografía del sistema.

Normas Aplicables

Los criterios empleados en el diseño de la línea de media tensión, se rigen por las disposiciones generales del Código Nacional de Electricidad, las normas MEM/DEP y demás estas son:

CNE	CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD – SUMINISTRO 2011.
IEC	INTERNATIONAL ELECTROTHECNICAL COMMISSION
ASTM	AMERICAN STANDARD TESTING MATERIALS
DIN	DEUTTSCH E INDUSTRIE NORMEN
VDE	VERBAU DEUTTSCH E ELECTROTECHNIKER
REA	RURAL ELECTRIC ADMINISTRATION

IEEE	INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
RNC	REGLAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCIONES DEL PERU
AISC	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION
MEM/DEP	ARMADOS Y DETALLES PARA LP y RP
NORMA	MEM/DEP 501

Características técnicas de la línea primaria

Se han definido las condiciones técnicas para el diseño de la línea primaria aérea de acuerdo a la Normatividad vigente, incidiendo en los niveles mínimos de seguridad para las personas y las propiedades, también el cumplimiento de los requisitos de las normas de calidad.

Niveles de Tensión

Se ha tomado en cuenta que la Línea primaria tiene una tensión de operación de 23 kV.

6.2.1 Distancias mínimas de seguridad

a) Distancias Verticales de Seguridad de Conductores Sobre el Nivel del Piso

El Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011, establece las siguientes distancias, que se respetaron para el trazo y el diseño de la línea.

Tabla 6.1 del Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011.
Los usados en el proyecto son 2a, 3b, 5b

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE QUE SE ENCUENTRA DEBAJO DE LOS CONDUCTORES	DISTANCIA DE SEGURIDAD VERTICAL (m)	
	Cables Autoportantes de Suministro hasta 750 V	Conductores de Suministro expuestos de mas de 750 V a 23 kV.
a. Cuando los Conductores o Cables Cruzan o Sobresalen		
1. Vías férreas de ferrocarriles	7,3	8,0
2a. Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones.	6,5	7,0
3b. Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones.	5,5	6,5
3. Calzadas, zonas de parqueo, y callejones.	5,5	6,5
4. Terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	6,5
5a. Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	4,0	5,0
5b. Calles y caminos en zonas rurales.	5,5	6,5

b) Distancias Verticales de Seguridad de Conductores Adyacentes o que se Cruzan

El Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, establece las siguientes distancias verticales entre conductores adyacentes o que se cruzan, tendidos en diferentes estructuras de soporte, los cuales no deberán ser menor a los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 6.2 del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

NIVEL DE TENSIÓN SUPERIOR	NIVEL DE TENSIÓN SUPERIOR				
	Retenidas de suministro, alambres de suspensión, conductores neutros y cables de guarda (m)	Comunicaciones: conductores y cables mensajeros (m)	Cables de Suministro que son cable autoportado y cables de suministro hasta 750 V. (m)	Conductores de suministro expuestos hasta 750 V y cables de suministro de más de 750V (m)	Conductores de suministro expuestos de más de 750 V a 23 kV (m)
1. Retenidas de suministro, alambres de vanos, conductores neutros y cables de guarda contra sobretensiones	0,60	0,60	0,60	0,60	1,20
2. Comunicaciones: retenidas, conductores y cables, y cables mensajeros	0,60	0,60	0,60	1,20	1,80
3. Cables de suministro y cables de suministro hasta 750 V	0,60	0,60	0,60	1,00	1,20
4. Conductores de suministro expuestos, hasta 750 V; cables de suministro de más de 750 V	1,00	1,20	1,00	1,00	1,20
5. Conductores de suministro expuestos, de 750 V a 23 kV	1,20	1,80	1,20	1,20	1,20
6. Trole y conductores de contacto de la vía férrea electrificada y vano asociado y alambres portadores	1,20	1,20	1,20	1,20	1,80

Se uso en norma lo señalado

Las distancias mínimas a terrenos boscosos o a árboles aislados serán:

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

El Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011, establece las distancias de seguridad a las edificaciones, letreros, chimeneas, antenas de radio, y televisión, tanques y otras instalaciones ubicadas a lo largo del recorrido de las redes primarias y secundarias. Estas distancias no deberán ser menores a los que se indican en la Tabla 7.3.

c) Distancia de Seguridad Vertical entre los Conductores de Línea

Los conductores de línea unidos a soportes no deberán tener distancias verticales en ningún caso menor que los valores indicados en la Tabla 6.4

Tabla 6.3 Lo señalado se uso en el proyecto

Distancia de Seguridad de	Conductores y cables de comunicación aislados; cables mensajeros; cables de guarda; retenidas puestas a tierra y retenidas no puestas a tierra expuestas de hasta 300 V (m)	Cables autoportante de suministro hasta 750 V (m)	Partes rígidas con tensión no protegidas, hasta 750 V; conductores de comunicación no aislados, cajas de equipos no puestas a tierra, hasta 750 V y retenidas no puestas a tierra expuestas a conductores de suministro expuestos de más de 300 V a 750 V (m)	Cables de suministro de más de 750 V que cumplen con las reglas 230.C.2 o 230.C.3; conductores de suministro expuestos, hasta 750 V (m)	Partes rígidas, bajo tensión no protegidas de más de 750 V a 23 kV, cajas de equipos no puestas a tierra, 750V a 23kV, retenidas no puestas a tierra expuestas a más de 750V a 23kV (m)	Conductores de suministro expuestos, de más de 750V a 23kV (m)
1. Edificaciones						
a. Horizontal						
(1) A paredes, proyecciones, balcones, ventanas y áreas fácilmente accesibles	1,00	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5
b. Vertical 14						
(1) Sobre techos o proyecciones no fácilmente accesibles a peatones	1,8	1,8	1,8	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre balcones y techos fácilmente accesibles a peatones	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(3) Sobre techos accesibles a vehículos pero no sujetos a tránsito de camiones	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
(4) sobre techos de estacionamiento accesibles al tránsito de camiones	5,5	5,5	5,5	5,5	6,5	6,5
2. Letreros, chimeneas, carteles, antenas de radio y televisión, tanques y otras instalaciones no clasificadas como edificios y puentes						
a. Horizontal	1,0	1,0	1,0	1,0	2,5	2,5
b. Vertical						
(1) Sobre pasillos y otras superficies por donde transita el personal	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0
(2) Sobre otras partes de dichas instalaciones no accesibles a peatones	1,8	1,8	1,8	1,8	3,5	3,5

d) Consideraciones para el diseño de la línea de Media Tensión.

Distancia de seguridad vertical entre los alambres, conductores o cables en los soportes (misma estructura). A nivel del mar:

D_v = Distancia vertical entre alambres conductores o soportes en una misma estructura

Tabla 6.4 del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.

Conductores y cables por lo general en niveles más bajos

Conductores y cables por lo general en niveles más bajos	Conductores y cables por lo general en niveles más bajos				
	Cables de suministro, conductores neutros, cables de comunicación (m)	Conductores de suministro expuestos			
		Hasta 750 V (m)	Hasta 11 kV (m)	Sobre 11 a 50 kV	
				Misma empresa de servicio público (m)	Diferente empresa de servicio público (m)
1. Conductores y cables de comunicación					
a. Ubicados en el espacio de comunicación	1,00	1,00	1,80	1,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	1,8 mas
b. Ubicados en el espacio de suministro	1,00	1,00	1,80	1,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	1,8 mas
2. Conductores y cables de suministro					
a. Conductores expuestos hasta 750 V; cables de suministro que cumplen con la Regla 230.C.1,2 o 3; conductores neutros que cumplen con la regla 230.E.1	1,00	0,60	1,20	1,2 más 0,01 por kV sobre 11 kV	1,2 más 0,01 por kV sobre 11 kV
b. Conductores expuestos de más de 750 V a 11 kV			0,80	0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	1,2 más 0,01 por kV sobre 11 kV
c. Conductores expuestos de más de 11 kV a 23 kV					
(1) Si es que se trabaja bajo tensión con línea viva las herramientas y los circuitos adyacentes no son ni desactivados ni cubiertos con protectores o pantallas				0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	1,2 más 0,01 por kV sobre 11 kV
(2) Si es que no se trabaja bajo tensión a excepción de cuando los circuitos (ya sea superiores o inferiores) adyacentes están desenergizados o cubiertos con pantallas o protectores, o durante el uso de herramientas para líneas energizadas (trabajo en caliente) que no requieren que los linieros se ubican entre los alambres energizados				0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV
d. Conductores que exceden de 23 kV, más no de 50 kV				0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV	0,8 más 0,01 por kV sobre 11 kV

Tabulando distancias de seguridad vertical se tiene:

Dv= Distancia vertical entre alambres conductores o soportes en una misma estructura

Dv= $800+10(23-11) = 920$ mm., considerando una altitud de 1000 msnm

Evaluando con factor de corrección por Altitud a 5000 msnm se tiene

Fc = Factor de corrección por altitud

$$F_c = 1 + 1,25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (6.1)$$

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m. Para nuestro caso:

$$F_c = 1 + 1.25 (5000 - 1000) * 10^{-4} = 1.5$$

Ahora la tensión máxima de servicio $23 * 1.5 = 34.5$ kV considerando una altura de 5000 m.s.n.m.

$$D_v = 800 + 10(34.5 - 11) = 1035 \text{ mm}$$

Lo tipificado por el Código Nacional de Electricidad Suministro – 2011, para tensiones de Más de 11 kV hasta 50 kV se deberá considerar 800 mm más 10 mm por kV, en exceso de 11 kV. Por lo tanto la distancia de seguridad vertical considerado debe ser como min. 1035 mm. En el proyecto se ha considerando 1100 mm cumpliendo lo señalado en el Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011.

Tabla 6.5 Código Nacional de Suministro-Distancia horizontal entre alambre, conductores o cables en los soportes

Clase de circuito	Distancia de seguridad (mm)	Notas
Conductores de comunicación expuesto	150	No se aplica en los puntos de transposición del conductor.
	75	Permitido cuando los espacios del soporte tipo espiga menor de 150 mm han tenido uso regular. No se aplica en puntos de transposición del conductor.
Alimentadores de vías férreas: Hasta 750 V, 120 mm ² o más Hasta 750 V, menos de 120 mm ² Más de 750 V a 8,7 kV	150 300 300	Cuando ya se ha establecido una distancia de seguridad de 250 a 300 mm por la práctica, ésta puede continuarse sujeto a las disposiciones de la Regla 235.B.1.b, para los conductores que tengan flechas aparentes no mayores de 900 mm y para las tensiones que no excedan de 8,7 kV.
Conductores de suministro del mismo circuito:		
Hasta 750 V	300	
Más de 750 V hasta 11 kV	400	
Más de 11 kV hasta 50 kV	400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV	
Más de 50 kV	ningún valor especificado	
Conductores de suministro de diferente circuito:		
Hasta 750 V	300	Para todas las tensiones mayores de 50 kV, la distancia de seguridad adicional deberá ser incrementada en 3% por cada 300 m que sobrepase de 1 000 m sobre el nivel del mar. Todas las distancias de seguridad para las tensiones mayores de 50 kV deberán basarse en la máxima tensión de operación.
Más de 750 V hasta 11 kV	400	
Más de 11 kV hasta 50 kV	400 más 10 mm por kV en exceso de 11 kV	
Más de 50 kV	ningún valor especificado	

Tabulando distancias horizontal de seguridad se tiene:

D_h = Distancia vertical entre alambres conductores o soportes en una misma estructura

$$D_h = 400 + 10(23 - 11) = 520 \text{ mm.}, \text{ considerando una altitud de 1000 msnm}$$

Evaluando con factor de corrección por Altitud a 5000 msnm se tiene

F_c = Factor de corrección por altitud

$$F_c = 1 + 1,25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (6.1)$$

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m.

Para nuestro caso:

$$F_c = 1 + 1,25 (5000 - 1000) \times 10^{-4} = 1,5$$

Ahora la tensión máxima de servicio $23 \times 1,5 = 34,5$ kV considerando una altura de 5000 m.s.n.m.

$$D_h = 400 + 10(34,5 - 11) = 635 \text{ mm}$$

Lo tipificado por el Código Nacional de Electricidad Suministro – 2011, para tensiones de Más de 11 kV hasta 50 kV se deberá considerar 400 más 10 mm por kV, en exceso de 11 kV. Por lo tanto la distancia de seguridad horizontal considerado debe ser como min. 635 mm. En el proyecto se ha considerado 950 mm cumpliendo lo señalado en el Código Nacional de Electricidad Suministro - 2011.

Calculo Eléctrico

6.2.2 Cálculo de Caída de Tensión

El sistema es trifásico de 3Ø, 3h, 23kV, 60Hz

La caída de tensión en una línea aérea de distribución es directamente proporcional a la potencia que trasmite, a la longitud de la línea y a un coeficiente conocido como factor de caída de tensión (K_1)

Para sistemas trifásicos:

$$\Delta V \% = \frac{P * L * (r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi)}{10 V_L^2} \quad (6.2)$$

$$\Delta V \% = K_1 PL \quad (6.3)$$

$$K_1 = \frac{r_1 + X_1 \operatorname{tg} \phi}{10 V_L^2} \quad (6.4)$$

Simbología:

$\Delta V \% =$ Caída porcentual de tensión.

P	=	Potencia, en kW
L	=	Longitud del tramo de línea, en km
V _L	=	Tensión entre fases, en kV
r ₁	=	Resistencia del conductor, en Ohm / km
X ₁	=	Reactancia inductiva para sistemas trifásicos en ohm/km
φ	=	Angulo de factor de potencia
K	=	Factor de caída de tensión
R	=	Radio del conductor en m
X ₁	=	0,377 * (0,064 + 0,4605 * Log <u>DMG3φ</u>)

r

La máxima caída de tensión considerada en el primario del transformador de distribución será de 5 %

Considerando Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación”

Tabla 6.6 Parámetros de conductores y factores de caída de tensión

Sección mm ²	Número de Alambres	Diámetro Exterior (mm)	Diámetro de cada alambre (mm)	Resist. Eléctrica a 20 °C (Ω·km)	Resist. Eléctrica a 40 °C (Ω·km)	X ₁ (Ω·km)
25	7	6,3	2,1	1,370	1,469	0,47
35	7	7,5	2,5	0,966	1,036	0,45
50	7	9,0	3,0	0,671	0,719	0,44
70	10	10,5	2,1	0,507	0,544	0,43
95	19	12,5	2,5	0,358	0,384	0,41

En nuestro caso:

$$\Delta V \% = \frac{5.7k * 1.085 * (0.358 + 0.41 * 0.328)}{10 * (23)^2}$$

$$\Delta V \% = 0.5757\%$$

Con lo se cumple claramente con lo tipificado en la DGE “Bases para Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

Cálculo de Pérdida de Potencia Joule

Las pérdidas de potencia Joule, por ser circuitos trifásicos se calculan utilizando la siguiente fórmula:

$$P_J = \frac{P^2 (r_1) L}{1000 V_L^2 (\cos^2 \phi)}, \text{ en kW} \quad (6.5)$$

Máxima pérdida de potencia :

2% permitida por la DGE “Bases para Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

donde:

- P = Demanda de potencia, en kW
 r_1 = Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en ohm/km.
L = Longitud del circuito o tramo del circuito, en km
 V_L = Tensión entre fase, en kV
 ϕ = Angulo de factor de potencia

Para nuestro caso evaluando:

$$P_J = \frac{(5700)^2 * 0.358 * 1.085}{1000 * (23)^2 * (0.95)^2}$$

$P_J = 26.43\text{kW}$, que equivale a un % de pérdida de 0.463%

Con lo se cumple claramente con lo tipificado en la DGE “Bases para Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”.

6.2.3 Cálculos mecánicos

Hipótesis de estado de los conductores

Un conductor tendido y no sometido previamente a la máxima carga mecánica proyectada tenderá a incrementar su longitud, cuando adquiera la máxima carga. Al desaparecer la carga, el conductor se contraerá, pero no recobrará su longitud inicial, existiendo a partir de ese momento una diferencia de longitud permanente que incidirá en una mayor flecha. Por otra parte, el conductor casi nunca alcanzará la misma deformación máxima al soportar en posteriores ocasiones la misma carga máxima.

El crecimiento total de la longitud del conductor por acción mecánica en el tiempo determina una flecha mayor de la que se instaló originalmente. Además, el crecimiento de la longitud del conductor se produce también por efecto de la dilatación, debido al calor producido por el paso de la corriente eléctrica que transporta la línea.

En consecuencia, en el cálculo de la flecha máxima, es necesario considerar las condiciones de carga y temperatura que produzcan la mayor flecha final.

Sobre la base de la zonificación y las cargas definidas por el Código Nacional de Electricidad, se consideran las siguientes hipótesis en base a los siguientes factores:

✓ Carga de hielo

Los cálculos mecánicos de conductores permiten determinar los esfuerzos máximos Y mínimos para el conductor en las diferentes hipótesis planteadas, de manera que Se pueda diseñar adecuadamente las estructuras de la línea primaria.

Ahora considerando Norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural” pagina 10, sección 4 que señala:

Esfuerzos máximos en el conductor

Los esfuerzos máximos en el conductor son los esfuerzos tangenciales que se producen en los puntos más elevados de la catenaria. Para los conductores de aleación de aluminio no deben sobrepasar el 60% del esfuerzo de rotura, es decir: 180 N/mm².

Por lo que se considero un esfuerzo máximo de 60%

Hipótesis I: Condición de mayor duración (EDS)

Temperatura	:	18 [°C]
Velocidad de viento	:	0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0 [mm]
Esfuerzo EDS	:	18 [%]

Hipótesis II: Condición de máxima velocidad de viento

Temperatura	:	-15.0 [°C]
Velocidad de viento	:	0.0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0.0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	60.0 [%]

Hipótesis III: Condición de máxima carga de hielo

Temperatura	:	-15,0 [°C]
Velocidad de viento	:	0,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	3,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	60,0 [%]

Hipótesis IV: Condición de carga de hielo y viento

Temperatura	:	5,0 [°C]
Velocidad de viento	:	90,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	60,0 [%]

Hipótesis V: Condición de máxima Temperatura

Temperatura	:	18,0 [°C]
-------------	---	-----------

Velocidad del viento	:	0,0 [km/h]
Espesor del Hielo	:	0,0 [mm]
Tiro Máximo Final	:	60,0 [%]

Los cálculos mecánicos se realizaron empleando el Software DLT-CAD

6.2.4 FÓRMULAS CONSIDERADAS

1. Ecuación de cambio de estado

$$T_{02}^3 - [T_{01} - \frac{d^2 E W_{R1}^2}{24 S^2 T_{01}^2} - \alpha E (t_2 - t_1)] T_{02}^2 = \frac{d^2 E W_{R2}^2}{24 S^2} \quad (6.6)$$

2. Esfuerzo del conductor en el extremo superior derecho:

$$T_D = T_0 \frac{\cosh(\frac{X_D}{p})}{p} \quad (6.7)$$

3. Esfuerzo del conductor en el extremo superior izquierdo

$$T_I = T_0 \frac{\cosh(\frac{X_I}{p})}{p} \quad (6.8)$$

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

$$\theta_D = \cos^{-1}(T_0/T_D) \quad (6.9)$$

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

$$\theta_I = \cos^{-1}(T_0/T_I) \quad (6.10)$$

6. Distancia del Punto mas bajo de la catenaria al Apoyo Izquierdo

$$X_I = -p \left[\frac{\sinh^{-1} \left(\frac{h/d}{p} \right) - \operatorname{tg} h^{-1} \left(\frac{\cosh p - 1}{\sinh p} \right)}{(\operatorname{Sen}^2 h \frac{d}{p} - (\operatorname{Cos} h \frac{d}{p} - 1)^2)^{1/2}} \right] \quad (6.11)$$

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

$$X_D = d - X_I \quad (6.12)$$

8. Longitud del Conductor

$$L = \sqrt{\left(\frac{2 p \sinh \frac{d}{p}}{2p} \right)^2 + h^2} \quad (6.13)$$

9. Flecha del Conductor en terreno sin desnivel

$$f = p \left(\frac{\cosh \frac{d}{p} - 1}{2p} \right) \quad (6.14)$$

10. Flecha del Conductor en terreno desnivelado:

$$f = p \left[\frac{\cosh\left(\frac{X_1}{p}\right) - \cosh\left(\frac{d - X_1}{p}\right)}{2} \right] + \frac{h}{2} \quad (6.15)$$

11. Saeta del Conductor

$$s = \frac{p (\cosh\left(\frac{X_1}{p}\right) - 1)}{p} \quad (6.16)$$

12. Carga Unitaria Resultante en el Conductor

$$WR = \frac{\sqrt{[Wc + 0,0029 (\phi + 2c)]^2 + [Pv (\phi + 2c)]^2}}{1000} \quad (6.17)$$

$$Pv = 0,041 (Vv)^2$$

13. Vano - Peso

$$Vp = X_D (i) + X_I (i + 1) \quad (6.18)$$

14. Vano - Medio (Vano - Viento)

$$VM = \frac{d_i + d (i + 1)}{2} \quad (6.19)$$

15. Vano Equivalente**Para Localización de Estructuras en el Perfil de la Línea:**

Se emplea el análisis de vano a vano, es decir existen tantos vanos equivalentes como vanos reales.

Simbología y Esquema Considerado

T_{01}	:	Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 1, en N/mm^2
T_{02}	:	Esfuerzo horizontal en el conductor para la condición 2, en N/mm^2
d	:	Longitud del vano en m
E	:	Módulo de Elasticidad final del conductor, en N/mm^2
S	:	Sección del conductor, en mm^2
Wc	:	Peso del conductor, en N/m
t_1	:	Temperatura del conductor en la condición 1
t_2	:	Temperatura del conductor en la condición 2
α	:	Coefficiente de expansión térmica, en $1/^\circ C$
h	:	Desnivel del vano, en m
p	:	Parámetro del conductor, en m
ϕ	:	Diámetro del conductor, en m
Pv	:	Presión de viento, en Pa

- C : Espesor de hielo sobre el conductor, en m
 Vv : Velocidad de viento, en km/h

Resultados

Tabla 6.7 Calculo mecánico de conductores

CONDUCTOR : AAAC-95						
Sección	Diam. Exterior	Nro. de Hilos	Peso Unit.)	Tiro de Rot.	M.E. Final	Coef. Dilatación
(mm ²)	(mm)		(Kg/m)	(Kg)	(Kg/mm ²)	(1/°C)
95,00	12,50	19	0,26	2920,00	6350,00	0,00002300

HIPOTESIS DE CALCULO :

DESCRIPCION	Hip. 1	Hip. 2	Hip. 3	Hip. 4	Hip. 5
NOMBRE	Cond. Inicial	Temp. Minima S/Hielo	Temp. Minima C/Hielo	Viento Maximo	Maxima Temperatura
%TIRO	18,00	60,00	60,00	60,00	60,00
TEMPERATURA(°C)	18,00	-15,00	-15,00	5,00	18,00
V.VIENTO(km/h)	0,00	0,00	0,00	90,00	0,00
M.HIELO(mm)	0,00	0,00	3,00	0,00	0,00

Tabla 6.8 Hipótesis de calculo

Vano (m)	Desnivel (m)	Hip. 1			Hip. 2			Hip. 3			Hip. 4			Hip. 5		
		TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)												
10,00	0,10	525,60	525,64	0,01	929,03	929,09	0,00	929,25	929,32	0,01	685,30	685,37	0,01	525,60	525,64	0,01
20,00	0,20	525,60	525,66	0,02	927,96	928,04	0,01	928,85	928,95	0,02	687,19	687,29	0,04	525,60	525,66	0,02
30,00	0,30	525,60	525,68	0,05	926,18	926,27	0,03	928,19	928,32	0,05	690,25	690,40	0,08	525,60	525,68	0,05
40,00	0,40	525,60	525,70	0,10	923,70	923,81	0,06	927,28	927,43	0,08	694,38	694,58	0,14	525,60	525,70	0,10
50,00	0,50	525,60	525,73	0,15	920,53	920,66	0,09	926,11	926,31	0,13	699,43	699,70	0,22	525,60	525,73	0,15
60,00	0,60	525,60	525,76	0,22	916,68	916,84	0,13	924,71	924,95	0,19	705,26	705,60	0,32	525,60	525,76	0,22
70,00	0,70	525,60	525,79	0,30	912,18	912,36	0,17	923,09	923,38	0,26	711,73	712,15	0,43	525,60	525,79	0,30
80,00	0,80	525,60	525,83	0,39	907,04	907,24	0,23	921,27	921,60	0,34	718,68	719,19	0,55	525,60	525,83	0,39
90,00	0,90	525,60	525,87	0,49	901,28	901,52	0,29	919,25	919,64	0,43	726,00	726,60	0,69	525,60	525,87	0,49
100,00	1,00	525,60	525,91	0,61	894,95	895,21	0,36	917,07	917,52	0,53	733,57	734,27	0,85	525,60	525,91	0,61

Tabla 6.9 Hipótesis de calculo

Vano (m)	Hip. 1				Hip. 2				Hip. 3				Hip. 4				Hip. 5			
	TiroH (Kg)	Esfuerzo (Kg/mm2)	Elongacion (%)	EDSFinal (%)	TiroH (Kg)	Esfuerzo (Kg/mm2)	Elongacion (%)	EDSFinal (%)	TiroH (Kg)	Esfuerzo (Kg/mm2)	Elongacion (%)	EDSFinal (%)	TiroH (Kg)	Esfuerzo (Kg/mm2)	Elongacion (%)	EDSFinal (%)	TiroH (Kg)	Esfuerzo (Kg/mm2)	Elongacion (%)	EDSFinal (%)
10,00	56,92	5,53	0,0084	1,95	47,11	8,11	0,0123	0,77	75,01	7,47	0,0113	0,92	119,77	4,27	0,0065	7,49	69,21	3,60	0,0055	8,41
20,00	111,64	5,53	0,0084	3,82	93,82	8,10	0,0123	1,59	147,32	7,48	0,0113	2,01	213,18	4,35	0,0067	10,43	130,03	3,63	0,0056	10,49
30,00	162,66	5,53	0,0084	5,57	139,57	8,09	0,0122	2,47	214,94	7,48	0,0113	3,26	278,18	4,48	0,0068	12,21	179,62	3,66	0,0056	12,11
40,00	209,47	5,53	0,0084	7,17	183,76	8,07	0,0122	3,38	276,83	7,49	0,0113	4,60	325,03	4,63	0,0071	13,27	218,04	3,71	0,0057	13,30
50,00	250,63	5,53	0,0084	8,58	226,37	8,04	0,0122	4,33	331,90	7,51	0,0113	5,94	361,24	4,80	0,0073	13,91	247,91	3,76	0,0058	14,15
60,00	286,87	5,53	0,0084	9,82	267,03	8,01	0,0121	5,29	380,58	7,52	0,0113	7,21	391,27	4,97	0,0076	14,33	271,62	3,82	0,0058	14,77
70,00	317,87	5,53	0,0084	10,89	305,17	7,97	0,0120	6,26	422,78	7,54	0,0114	8,37	417,57	5,15	0,0078	14,61	291,08	3,88	0,0059	15,23
80,00	344,51	5,53	0,0084	11,80	340,69	7,93	0,0120	7,21	459,46	7,56	0,0114	9,41	441,19	5,33	0,0081	14,82	307,36	3,94	0,0060	15,58
90,00	367,22	5,53	0,0084	12,58	373,62	7,89	0,0119	8,13	491,18	7,58	0,0114	10,32	462,98	5,50	0,0084	14,98	321,39	4,00	0,0061	15,84
100,00	386,52	5,53	0,0084	13,24	403,72	7,84	0,0118	9,01	518,56	7,60	0,0115	11,11	483,25	5,67	0,0086	15,12	333,74	4,07	0,0062	16,06

6.3 Configuración de la puesta a tierra

Se ha previsto que las puestas a tierra estarán conformadas por varillas copperweld de 16 ϕ mm x 3000mm (5/8" ϕ x 3000mm).

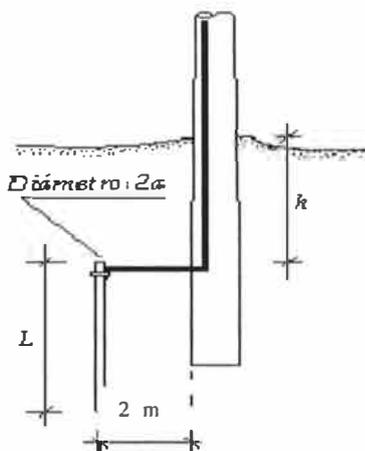


Figura 6.1 Detalle de puesta a tierra

Para esta disposición, la resistencia de puesta a tierra será:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \frac{\ln(2(L+h))}{\sqrt{(h^2 + a^2 + h)}} \text{ ohms} \quad (6.20)$$

En el siguiente cuadro se muestra el valor de la resistencia de puesta a tierra de esta disposición con diferentes valores de resistividad de terreno y el número de puestas a tierra necesarias.

Tabla 6.10 Valores de resistencia a tierra

DISPOSICION			
Profundidad de enterramiento, "h", [m]	0,3	0,3	0,3
Resistividad Prom. del Terreno, [ohm-m]	280	300	320
Resist. de P.T. de la disp. Transv., [ohm]	1,94	2,02	0,29
Nº P.T. necesarias para que la Rpt equivalente sea de acuerdo a Normas.	1	1	1

a) Conclusiones

Considerando que el valor máximo de la Resistencia Eléctrica debe ser 25 Ohmios, las puestas a tierra tipo varilla, para todos los casos se instalarán con un solo electrodo. El

valor de la resistencia eléctrica disminuirá con el tratamiento del terreno previsto, con cemento conductivo.

6.3.1 Determinación del nivel de aislamiento de líneas primarias

Criterios para la Selección del Nivel del Aislamiento

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

- ✓ Sobretensiones atmosféricas
- ✓ Sobretensiones a frecuencia industrial en seco
- ✓ Contaminación ambiental

En el Cuadro se muestran los niveles de aislamiento que se aplicarán a la línea, redes primarias en condiciones estándar, según norma DGE “Bases para el Diseño de Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural”

Tabla 6.11 de tensiones de aislamiento

Tensión nominal entre fases (kV)	Tensión máxima entre fases (kV)	Tensión de sostenimiento a la onda 1,2/50 entre fases y fase a tierra (kVp)	Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial entre fases y fase-tierra (kV)
22,9/13,2	25/14,5	125	50
22,9	25	125	50

6.3.2 Factor de corrección por altitud

Los niveles de aislamiento consignado en el Cuadro 8.1 son válidos para condiciones atmosféricas estándares, es decir, para 1013x105 N/m² y 20 °C. Según las recomendaciones de la Norma IEC 71-1, para instalaciones situadas a altitudes superiores a 1000 m.s.n.m., la tensión máxima de servicio deberá ser multiplicada por un factor de corrección igual a:

$$FC = 1 + 1,25 (h - 1000) \times 10^{-4} \quad (6.21)$$

Donde:

h = Altitud sobre el nivel del mar, en m:

Para nuestro caso:

$$F_c = 1 + 1,25(5000 - 1000) \times 10^{-4} = 1,5$$

Ahora la tensión máxima de servicio $23 \times 1,5 = 34,5$ kV considerando una altura de 5000 m.s.n.m.

Contaminación ambiental Deberá verificarse el adecuado comportamiento del aislamiento frente a la Contaminación ambiental. Para ello, se tomará como base las recomendaciones de la Norma IEC 815 “Guide for the selection of insulators in respect of

polluted conditions”.

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

- ✓ Ligerio
- ✓ medio
- ✓ pesado
- ✓ muy pesado

6.3.3 Tensiones de sostenimiento y líneas de fuga de los aisladores de uso normalizado

En el Cuadro N° 7.3 se consignan las tensiones de sostenimiento a frecuencia industrial y a impulso atmosférico, así como las líneas de fuga de los aisladores tipo PIN y cadenas de aisladores cuyo uso está normalizado. La norma tipifica que si se usaran aisladores diferentes del cuadro señalado en norma DGE estos deberán tener características eléctricas superiores a lo consignado en el cuadro.

Tabla 6.12 Niveles de aislamiento

NIVELES DE AISLAMIENTO	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-2	AISLADOR TIPO PIN CLASE 56-3	CADENA DE 2 AISLADORES CLASE 52-3	CADENA DE 3 AISLADORES CLASE 52-3
Tensión de sostenimiento a la orden de impulso 1,2/50 kVp	168	192	245	341
Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial (kV)	110	125	155	215
Línea de fuga total (mm)	432	533	584	876

En el proyecto se ha considerado 763mm, cumpliendo ampliamente lo requerido según norma.

6.3.4 Dimensionamiento de conductores aéreos por capacidad térmica frente a los corto circuitos.

Estos cálculos tienen por objeto verificar la capacidad de los conductores aéreos de aleación de aluminio de soportar por tiempos muy breves el calor generado por los cortocircuitos.

El proceso de calentamiento por corriente de cortocircuito se considera de corta duración debido a los cortos tiempos de operación de los dispositivos de protección. En estas condiciones se pueden aceptar que durante el tiempo de duración del cortocircuito, no existe disipación de calor, es decir, todo el calor producido se traduce en calentamiento.

6.3.5 Metodología de cálculo

El método propuesto es el recomendado por la norma Alemana VDE103. En la determinación de los efectos térmicos producidos por los cortocircuitos, se parte del valor medio térmicamente efectivo de la corriente de cortocircuito I_m , que se define como el valor eficaz de una corriente ideal (puede considerarse continua) que en el tiempo de 1 segundo genera el mismo calentamiento que la corriente de cortocircuito (componente alterna más unidireccional) durante el tiempo total de eliminación de la falla.

$$I_m = I''_{cco} (m + n) \sqrt{Dt} \quad (6.22)$$

Donde:

I''_{cco} : Corriente eficaz inicial de cortocircuito.

m : Influencia de la componente unidireccional a través del factor N del gráfico mostrado en la Figura 1.

n : Influencia de la disminución de I''_{cco} , según el gráfico mostrad en la Figura 2.

Dt : Tiempo real de eliminación de la falla en segundos.

La temperatura máxima en conductores de aleación de aluminio, durante el cortocircuito, y sometidos a esfuerzos de tracción mayores a 10 N/mm^2 , no debe sobre pasar de $160 \text{ }^\circ\text{C}$.

Para la determinación de la densidad máxima de corriente puede asumirse una temperatura inicial de $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Con las temperaturas inicial y máxima indicadas.

Mostrado en la Figura 4, se determinan las densidades máximas de corriente el valor de I_m calculado entre la densidad de corriente hallada.

6.3.6 Cálculo

Potencia de cortocircuito en el finito de falla: 200 MVA se asume el dato como dato infinito.

Tensión mínima de la red: 23 kV

Tiempo de eliminación de la falla: 0,2 S

Relación R/X (N): 0,3

Relación I''_{cco}/I_{ccp} (I subtransitoria/Ipermanente): 2,0

$$I''_{cco} = 200 / (\sqrt{3} \times 23) \times 0.95 = 5.29 \text{ kA}$$

Para N = 0,3 de los gráficos N° 2 y 3 se determina: $m = 0$, $n = 0,85$

luego:

$$I_m = 5.29 \sqrt{(0 + 0,85)(0,2)}$$

$$I_m = 2.18 \text{ kA}$$

Para una temperatura final de 100 °C e inicial de 20 °C, la densidad máxima admisible es 80 A/mm², por tanto, la sección mínima de conductor de aleación de aluminio que satisface esta exigencia es: 27.25 mm² o sea 35mm².

En el Proyecto se considero 95 mm² cumpliendo ampliamente lo requerido por Capacidad Térmica Frente a los Corto Circuitos.

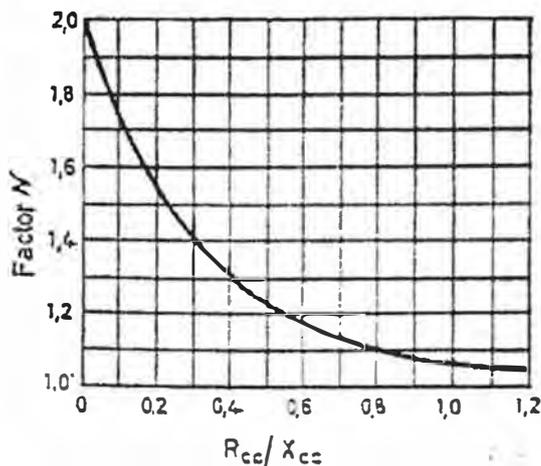


Figura 6.2 Reducción de corriente de cortocircuito de choque vs R/X

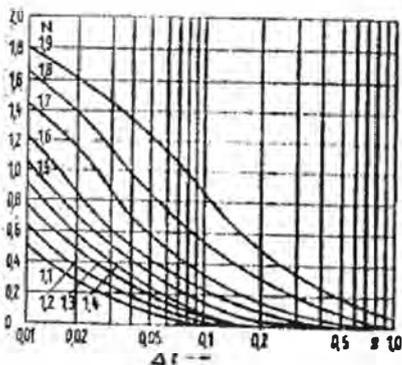


Figura 6.3 Corriente continua

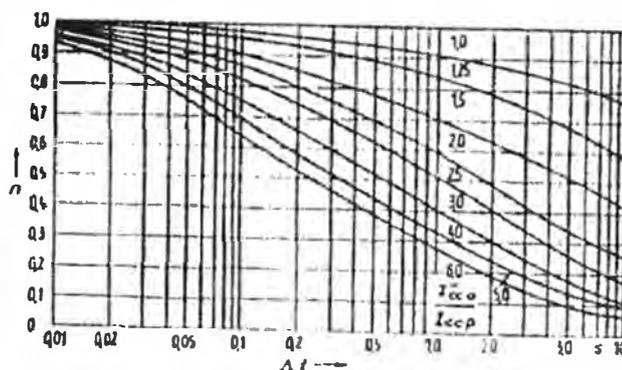


Figura 6.4 Corriente alterna

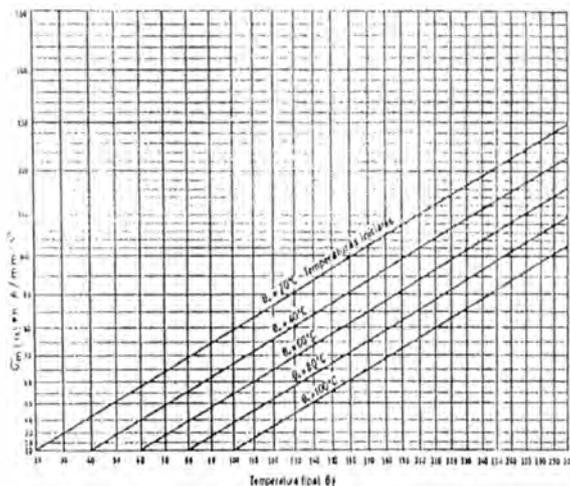


Figura 6.5 Densidad de corriente de cortocircuito

6.4 Dimensionamiento de la SAB

Para el dimensionamiento de las potencias correctas de las SAB estas fueron distribuidas según cuadros de carga por edificio considerando para la potencia del transformador potencias efectivas a 5000 msnm, donde el fabricante garantizaría la potencia a tal altitud.

A continuación, por lo que se considero transformadores de las siguientes características:

- Transformador de 150 kVA
- Transformador de 200 kVA.
- Transformador de 250 kVA
- Transformador de 350 kVA
- Transformador de 400 kVA

Las potencias señaladas son considerando un factor de simultaneidad del 0.7 que es un caso critico en la practica se considera hasta un factor de 0.6 según lecturas tomadas en campo. Se considero también transformadores de potencias comerciales para fabricación y con potencia efectiva a 5000 m.s.n.m, el mantenimiento de estas es económicamente similar entre cada una de las subestaciones dado que los márgenes de materiales oscilan entre el mismo rango.

Los costos de los transformadores son elevados, una contaminación no controlada del aceite, una progresiva degradación del papel, una simple falla en un bushing o anomalías en el sistema de ventilación pueden sacar intempestivamente de servicio al transformador, sin embargo como ha sido demostrado, los costos asociados al mantenimiento predictivo son “ínfimos” comparados con los del transformador

SAB	KVA	AREA	(KW) x FD	(TOTAL KW) x FD	F.S	(TOTAL KW) x FD x P5	TOTAL KVA
SAB 1	200	Electrobomba Agua Potable	20.65	206.15	0.7	144.305	160.338889
		Electrobomba Agua Fresca	51.8				
		Bomba Principal Contra incendio	62.3				
		Planta de Tratamiento Multitech	49				
		Planta de Tratamiento Osmiosis Inversa	22.4				
SAB 2	150	Recreacion Managers	58.2	195.76	0.7	137.032	152.257778
		Oficina Administrativa	20.13				
		Garita	18.25				
		Policlinico	52.19				
		Policlinico Ampliacion	29.25				
SAB 3	250	Electrobomba Desague Camara2(Refencial)	17.74	145.1912	0.7	101.63384	112.9264889
		Efluente Biolep-Caseta de Control	116.2				
		Electrobomba Desague Camara3(Refencial)	28.9912				
SAB 4 y SAB 5	2(350)	Camara de Descarga	9.6	836.94	0.7	585.858	650.9533333
	Cocina-Comedor Staff	860.46					
SAB 6	400	M1-93-1	181.51	515.65	0.7	360.955	401.0611111
		M1-93-2	183.28				
		S1-S2	150.86				
SAB 7	250	S1	152.12	304.75	0.7	213.325	237.0277778
		S1-S2 Ampliacion	152.63				
SAB 8	250	Recreacion Workers-1	39.77	261.59	0.7	183.113	203.4588889
		W-384	221.82				
SAB 9	250	Comedor Obreros	300.77	300.77	0.7	210.539	233.9322222
SAB 10	400	W-480-1	233.55	467.1	0.7	326.97	363.3
		W-480-2	233.55				
SAB 11	250	W-192-1	149.24	300.26	0.7	210.182	233.5355556
		W-192-2	151.02				
SAB 12	400	W-480-5 Ampliacion	233.55	508.516	0.7	355.9612	395.5124444
		W-480-6 Ampliacion	233.55				
		Electrobombas Desagues Camara1(Refencial)	41.416				
SAB 13	400	W-480-3	233.55	467.1	0.7	326.97	363.3
		W-480-4	233.55				
SAB 14 y SAB 15	2(400)	Lavanderia	881.06	920.83	0.7	644.581	716.2011111
		Recreacion Workers-2	39.77				
				5430.6072		3801.42504	4223.8056
Potencia Requerida con FS	KW(NETO)						
	3801.42504						

y demás perjuicios ocasionados. Por lo que existe la necesidad de efectuar controles periódicos en los transformadores con el objeto de prevenir fallas por lo que se selecciona supervisiones a cada grupo de transformadores. Por lo que se selecciono potencias requeridas.

Ver anexo D, para Especificaciones Técnicas de los Transformadores requeridos.

6.5 Dimensionamiento de acometidas a módulos

Para el dimensionamiento de acometidas se debe tener presente que el conductor seleccionado coordine correctamente con el interruptor termo magnético aguas arriba es decir con los ubicados en los tableros de las SAB, dado que es necesario técnicamente que el interruptor termo magnético habrá su bobina a una capacidad requerida para proteger el alimentador.

Para lo cual se sigue el siguiente procedimiento:

Selección del interruptor termo magnético automático general

$$\text{Trifásica} \quad I_n = \frac{P_{total}(W)}{\text{Voltaje} * \sqrt{3} * \text{COS}\emptyset} \quad (6.23)$$

$$\text{Monofásica} \quad I_n = \frac{P_{total}(W)}{\text{Voltaje} * \text{COS}\emptyset} \quad (6.24)$$

De igual forma se debe considerar un 30% más de la capacidad del interruptor termo magnético por derrateo dado que la zona de operación se encuentra a 5000 msnm.

Selección del alimentador

Para determinar el alimentador, se consideró el tipo de aislación, tipo de canalización, temperatura de servicio y capacidad de la protección termomagnética.

Calculo de caída de tensión

$$\text{Monofásica} \quad \Delta V = \frac{2 * I_n * L * \text{cos}\emptyset}{K * S} \quad (6.25)$$

(Expresión monofásica)

- Cos \emptyset = Factor de potencia
- L = Largo en metros
- In = Intensidad nominal
- K = Conductibilidad del cobre (57)
- S cond. = Sección del conductor mm²

$$\text{Trifásica} \quad \Delta V = \frac{\text{Raiz}3 * I_n * L * \text{cos}\emptyset}{K * S} \quad (6.26)$$

(Expresión trifásica)

- Cos \emptyset = Factor de potencia
- L = Largo en metros
- In = Intensidad nominal
- K = Conductibilidad del cobre (57)
- S cond. = Sección del conductor mm²

(Sin reactancias inductivas)

Cumpliendo el Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006, 050-102. La caída de tensión no sea mayor del 2.5%. La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos hasta la salida o punto de utilización mas alejado, no exceda el 4%.

Así como Código Nacional de Electricidad Utilización – 2006, 030-002 Todos los conductores no deben tener una sección menor que 2.5 mm², para los circuitos derivados de fuerza y alumbrado y 1.5 mm² para los circuitos de control de alumbrado.

Datos utilizados para nuestro caso:

380V, 3F+N, 60Hz. Con lo cual se obtiene el siguiente cuadro de acometidas donde se debe tener presente la correcta selección del alimentador a tierra según Código Nacional de Electricidad-Utilización - 2006.

Tabla 6.14 Tabla de acometidas

SAB	KVA	AREA	I(A)C/FD	%V	CONDUCTOR
SAB 1	200	Electrobomba Agua Potable	33.04	2.23823394	3-1x25mm2(F)+1x25mm2(N)+1x10mm2(T)
		Electrobomba Agua Fresca	82.88	2.26393263	3-1x25mm2(F)+1x25mm2(N)+1x10mm2(T)
		Bomba Principal Contra incendio	99.68	1.63370274	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
		Planta de Tratamiento Multitech	78.40	2.01306442	3-1x50mm2(F)+1x50mm2(N)+1x16mm2(T)
		Planta de Tratamiento Osmosis Inversa	35.84	2.51742316	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
SAB 2	150	Recreacion Managers	93.12	2.00814183	3-1x95mm2(F)+1x95mm2(N)+1x35mm2(T)
		Oficina Administrativa	32.21	2.26230929	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
		Garita	29.20	2.50680902	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
		Policlinico	83.50	3.19336876	3-1x50mm2(F)+1x50mm2(N)+1x16mm2(T)
		Policlinico Ampliacion	46.80	2.55675789	3-1x25mm2(F)+1x25mm2(N)+1x10mm2(T)
		Electrobomba Desague Camara2(Refencial)	28.38	1.78326215	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
SAB 3	250	Efluente Biolep-Caseta de Control	185.92	3.216416	3-1x120mm2(F)+1x120mm2(N)+1x35mm2(T)
		Electrobomba Desague Camara3(Refencial)	46.39	1.95490495	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
		Camara de Descarga	15.36	1.67828211	3-1x16mm2(F)+1x16mm2(N)+1x10mm2(T)
SAB 4 y SAB 5	2(350)	Cocina-C comedor Staff	1376.74	2.54628229	4[3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)]+1x95mm2(T)
SAB 6	400	M1-93-1	290.42	2.64431411	3-1x240mm2(N)+1x240mm2(N)+1x50mm2(T)
		M1-93-2	293.25	2.50321895	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
		S1-52	241.38	2.335154	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
SAB 7	250	S1	243.39	2.09950883	3-1x95mm2(F)+1x95mm2(N)+1x35mm2(T)
		S1-52 Ampliacion	244.21	2.45763896	3-1x95mm2(F)+1x95mm2(N)+1x35mm2(T)
SAB 8	250	Recreacion Workers-1	63.63	1.73815832	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)
		W-384	354.91	2.22170242	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
SAB 9	250	Comedor Obreros	481.23	2.06060394	2[3-1x185mm2(F)+1x185mm2(N)]+70mm2(T)
SAB 10	400	W-480-1	373.68	1.91388079	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
		W-480-2	373.68	1.91388079	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
SAB 11	250	W-192-1	238.78	2.44596505	3-1x120mm2(F)+1x120mm2(N)+1x35mm2(T)
		W-192-2	241.63	1.98011065	3-1x150mm2(F)+1x150mm2(N)+35mm2(T)
SAB 12	400	W-480-5 Ampliacion	373.68	2.38171832	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
		W-480-6 Ampliacion	373.68	2.21159558	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
		Electrobombas Desagues Camara1(Refencial)	66.27	2.53413605	3-1x50mm2(F)+1x50mm2(N) REFERENCIAL
SAB 13	400	W-480-3	373.68	1.91388079	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
		W-480-4	373.68	1.70122737	3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)+50mm2(T)
SAB 14 y SAB 15	2(400)	Lavanderia	1409.70	1.40389955	4[3-1x240mm2(F)+1x240mm2(N)]+1x95mm2(T)
		Recreacion Workers-2	63.63	2.58240664	3-1x35mm2(F)+1x35mm2(N)+1x10mm2(T)

6.6 Criterios para instalación-según bases de diseño minera Chinalco Perú S.A.

Esta especificación define el alcance de los trabajos de Construcción y Montaje de Equipos e Instalaciones Eléctricas y las exigencias mínimas necesarias al Contratista, para su correcta ejecución, como también, la necesidad de ajustarse a las condiciones generales de seguridad, calidad, técnicas y administrativas que se han establecido para la regulación y control de la Obra correspondiente al “Proyecto Toromocho” de Propiedad de Cía. Minera Chinalco Perú S.A. (en adelante “el Dueño”) y su representante Aker Solutions Chile, (en adelante la Inspección Técnica en Obra, “ITO”).

Las obras eléctricas a que se refieren esta Especificación Técnica incluyen los trabajos de Construcción y Montaje Eléctrico en todas las áreas del proyecto Toromocho.

a) Canalizaciones Subterráneas

Las canalizaciones subterráneas principales se realizarán en bancos de ductos rellenos con concreto $f'c = 10$ MPa, en aquellos lugares en que no exista tránsito pesado y banco de

ductos en concreto $f'c= 20$ MPa o superior armado, en aquellos puntos donde existan cruces de caminos, o de acuerdo a los detalles, que se encuentran indicados en los planos del Proyecto.

La distribución subterránea de media y baja tensión y para control, será en ductos de PVC Schedule 40. El tamaño mínimo de los ductos a usar será de 2".

En los bancos de ductos se deberá incluir un mínimo de 25% de tubos de reserva.

Para evitar que los ductos se desordenen y pierdan la separación entre ellos durante los trabajos de construcción del banco de ductos, se usarán separadores de plástico, de madera, o de fierro, según corresponda, debidamente, aprobado por la ITO.

Si en una canalización algún ducto pasara de subterráneo a la vista, este debe ser considerado en Schedule 80.

b) Mallas de Puesta a Tierra (MPT).

La concepción general de la Malla de Puesta a Tierra es de construir mallas en cada una de las SS/EE y de los Edificios, con un reticulado dimensionado de manera simétrica y luego unir todos estos enmallados entre si con dos cables desnudos 95 mm², cobre blando de 19 hebras.

La trama de las MPT se ejecutarán con cable de cobre desnudo blando 95 mm² de 19 hebras Las derivaciones de las mallas ya sea a estructuras de edificios o a equipos, serán en cable de cobre desnudo blando de sección 70 mm² de 19 hebras.

Todas las uniones de las MPT, tanto las subterráneas como las de superficie, que hayan sido explícitamente indicadas en planos, se realizarán con soldadura termo fundente.

Las MPT serán reforzadas con electrodos de cobre tipo Copperweld de 3/4" x 3 m, según lo indique el proyecto.

Las cámaras de registro de las MPT, deberán construirse con tubos de cemento de 250 mm de diámetro por 0.5 m de largo, con tapa metálica, con tratamiento de pintura anti corrosiva y pintura de terminación epóxica de color azul además será ajustada al diámetro exterior de la expansión del tubo.

Estas deberán quedar instaladas a ras de piso y en lugares protegidos del movimiento de vehículos para evitar su destrucción. En áreas donde exista tránsito la posibilidad de tránsito vehicular ya sea para tránsito propiamente tal o para carga y descarga de equipos, este tubo debe ser de hierro con tratamiento de pintura anti corrosivo y pintura epóxica de terminación en color azul o de HDPE con la tapa mencionada anteriormente.

Todos los equipos y estructuras que queden instalados al interior del área cubierta por las MPT, deberán quedar conectados a la malla, a través de los chicotes de puesta a tierra de cable de cobre desnudo blando de sección 70 mm², 19 hebras, al menos en dos puntos. En los equipos desmontables, la unión se hará apernada y como protección mecánica, se utilizará conduit pvc de ¾" sch 80.

En las estructuras fijas, la unión se hará con soldadura termofusión Cadweld o similar aprobada y en mecanismos móviles para accionamientos de equipos de maniobra, en las puertas y portones de cercos de subestaciones, en accionamiento manual de equipos de subestaciones o líneas, se harán con trenzas de cobre estañado, planas, en los largos que sean requeridos y con terminales apernados.

Todos los neutros deberán quedar conectados sólidamente a la MPT, mediante las líneas de puesta a tierra de servicio de cada cable alimentador. Al interior de las salas eléctricas, se dispondrán de barras de puesta a tierra, que serán conectadas a la MPT para ejecutar la puesta a tierra de escalerillas porta cables o de algún elemento que requiera ser sólidamente aterrizado.

Las escalerillas y bandejas, en todo su recorrido, deberán llevar un conductor de cobre desnudo blando 70 mm² de Cu blando de 19 hebras.

MPT general del sistema, sea esto a través de las barras de puesta a tierra de las salas eléctricas o directamente a un punto accesible de las MPT.

Todas las armaduras de luminarias, ballast, lámparas y estructuras soportes metálicas, deberán conectarse a la tierra de protección de las instalaciones de alumbrados. Todas las cañerías metálicas que salgan, crucen o entren al área cubierta por la MPT, deberán ser aterrizadas y en el punto de cruce con un cable de la periferia de la MPT, y a la cañería se le deberá instalar una carretilla aislante, para evitar transferencias de voltajes por dichas cañerías.

Los cables de la MPT se tenderán en una zanja de 30 cm. de ancho como mínimo. Una vez terminadas las excavaciones de los tramos de la malla y aprobada la profundidad por el Dueño, se procederá a tender el conductor de la malla en la zanja, cuidando que no se produzcan torceduras ni raspaduras en el cable que afecten sus características físicas.

El cable se deberá tender dejándolo caer por su propio peso al interior de la zanja, quedando sin tensiones mecánicas y con la holgura suficiente para que absorba, sin dañarse, las posibles deformaciones del terreno y las maniobras de soldadura al momento de ejecutar sus conexiones. Una vez terminado el tendido del cable y aprobado su

protocolo por el Dueño y bajo las condiciones de temperatura y humedad especificadas por el fabricante de la soldadura, se realizarán las conexiones soldadas de cruces y derivaciones, dejando en estas últimas los largos de chicotes especificados en planos o estándares.

Habiendo protocolizado las uniones de soldaduras y obtenido la aprobación del Dueño, se podrá pasar a la siguiente etapa, la de relleno compactado.

b) Protecciones Atmosféricas

Se considera la instalación de elementos de Protección a Descargas Atmosféricas, en los lugares determinados por el Estudio de estas descargas lo especifique y lo determine como ser áreas de trabajo, instalación sobre estanque, edificios u otras instalaciones.

El Contratista deberá ejecutar el suministro, montaje e instalación de los elementos de protección y de disipación contra descargas atmosféricas, siguiendo las instrucciones del fabricante de los pararrayos y los planos de disposición emitidos por Ingeniería. El Contratista se asegurará de conectar debidamente todos los elementos a la Malla de Puesta a tierra de los distintos sectores.

6.7 Aterramiento del campamento minero

a) Método Utilizado

Considerando: Empalme : Baja Tensión, Tensión : 380V, 3Ø, 3H+N, T desp. : 0.5 seg., Es el método mas empleado, los electrodos son dispuestos como lo muestra la figura el electrodo de tierra con resistencia desconocida; P y C son los electrodos auxiliares colocados a una distancia Adecuada (v). Una corriente (I) conocida se hace circular a través de la tierra, entrando por el electrodo E y saliendo por el electrodo C. La medida de potencial entre los electrodos E y P se toma como el voltaje V para hallar la resistencia desconocida por medio de la relación V/I . La resistencia de los electrodos auxiliares se

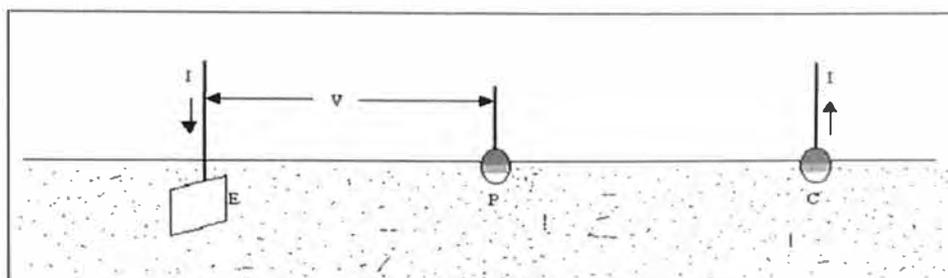


Figura 6.6 Método Caída de Potencial de 3 puntos (62%)

Potencial entre los electrodos E y P se toma como el voltaje V para hallar la resistencia desconocida por medio de la relación V/I . La resistencia de los electrodos auxiliares se

desprecia, porque la resistencia del electrodo C no tiene determinación de la caída de potencial V . La corriente I una vez determinada se comporta como constante. La resistencia del electrodo P, hace parte de un circuito de alta impedancia y su efecto se puede despreciar. Consiste en hacer circular una corriente eléctrica a través del sistema de tierra objeto de estudio, midiendo al mismo tiempo los valores de caída de potencial que el paso de esta corriente provoca entre el sistema y un electrodo de potencial utilizado como referencia para la medición. Además del electrodo de potencial el circuito está constituido por un electrodo de corriente cuya finalidad es cerrar el circuito que permite circular la corriente por el sistema a medir.

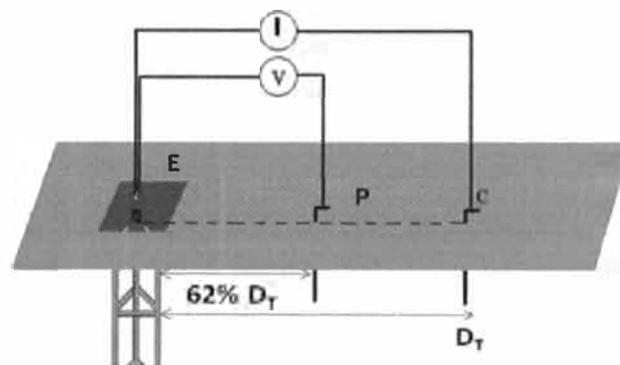


Figura 6. 7 Método de medición

Con el fin de obtener una medida correcta, los tres electrodos deben estar bien alineados y la distancia entre E y P debe ser un 62% de la distancia entre E y C (Distancia Total, D_T). Esta distancia está basada en la posición teóricamente correcta para medir la resistencia

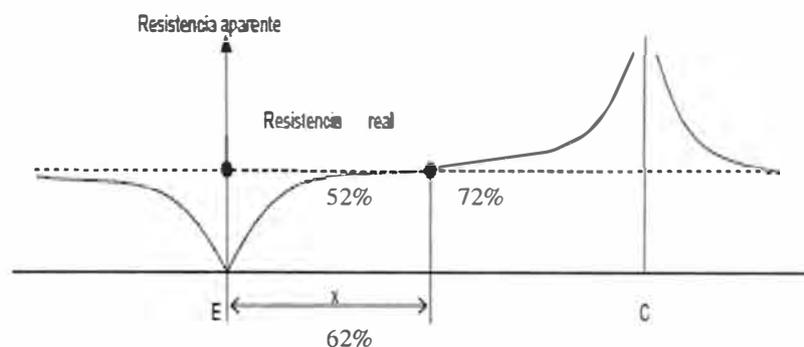


Figura 6.8 Método esquemático

Mediciones de Terreno (1) Prueba nº1: Parte interior de la malla.

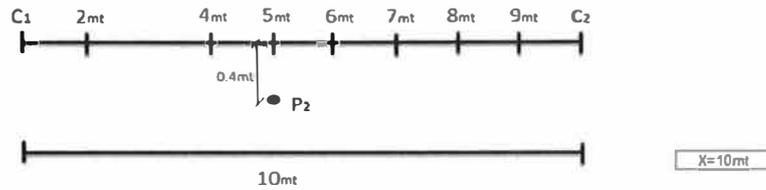


Figura 6.9 Diagrama de distancias

Tabla 6.15 Resultados de Resistividad

Posición	Distancia	Resistividad (Ω/m)
0.2 X	2 m.	218
0.4 X	4 m.	225
0.5 X	5 m.	235
0.6 X	6 m.	229
0.7 X	7 m.	223
0.8 X	8 m.	221
0.9 X	9 m.	215



Figura 6.10 Grafico de resultados

Promedio = $223.71 \Omega/m$

Prueba n°2: Parte exterior al perímetro de la malla.

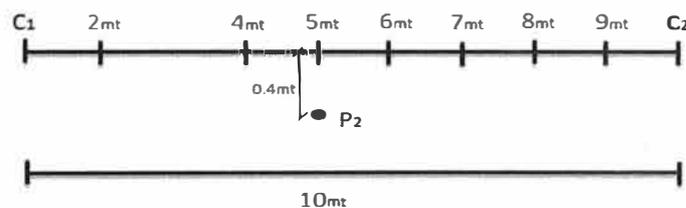


Figura 6.11 Esquema de medición

7.16 Tabla de resultados segunda medición

Posición	Distancia	Resistencia (Ω/m)
0.2 X	2 m.	383
0.4 X	4 m.	362
0.5 X	5 m.	414
0.6 X	6 m.	319
0.7 X	7 m.	366
0.8 X	8 m.	302
0.9 X	9 m.	310

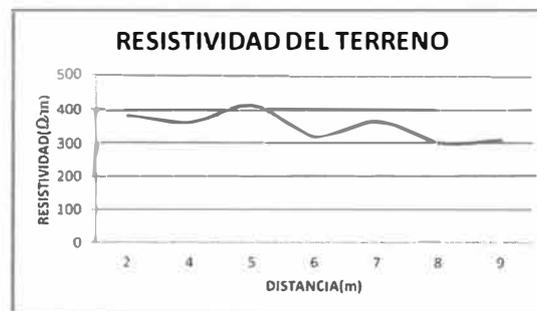


Figura 6.12 Grafico de resultados segunda medición

Promedio=350.8571 Ω/m

c) Resultados

Detalle de la Malla en Baja Tensión

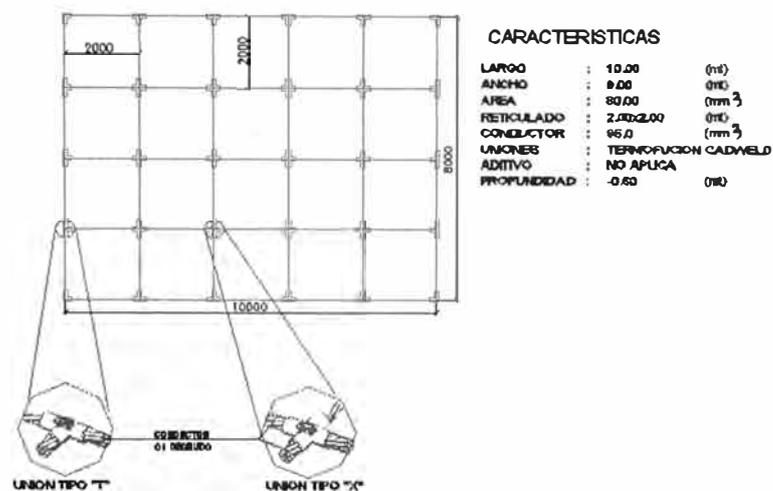


Figura 6.13 Grafico de malla a tierra proyectada

Registro Fotográfico



Figura 6.14 Lectura N°1



Figura 6.15 Lectura N°2



Figura 6.16 Lectura N°3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
PUESTA A TIERRA DE SEGURIDAD Y CONTROL
Aplicación de Criterios según STD-80 IEEE

A.- Sección Mínima del Conductor de la Puesta a Tierra

Corriente de Falla Máxima lado BT,	I_f (A) =	3000
Conductor Cableado de Cobre Blando de Alta Pureza		
Sección de Conductor,	A (mm ²) =	95
Capacidad Térmica del Cobre,	T_{cap} (J/ cm ³ /°C) =	3.422
Tiempo Máximo de Aclaramiento de Falla,	T_c (s)=	0.75
Coefficiente de Resistividad Térmica a 20°C,	a_r =	0.00393
Resistividad del Conductor a 20°C,	r_r (mW/cm ³) =	1.7241
Coefficiente de Resistividad Térmica a 20°C, ($K_0 = 1/a_0$)		234
Máxima Temperatura Admisible,	T_m (°C) =	200
Temperatura Media del Suelo,	T_a (°C) =	15
Relación Corriente Dispersada a Corriente de Falla =		0.5

$$A = \frac{I_f \times 0,3}{\sqrt{\frac{T_{CAP} \times 10^{-4}}{t_c \alpha_r \rho_r} \ln \frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}}}$$

$$A = 4.65 \text{ mm}^2$$

Al utilizar el Conductor de 95 mm² para la Red de Puesta a Tierra, se esta incluyendo un amplio Margen de Seguridad mayor que el 77%, lo cual asegura un permanente y

B.- Sistema de Puesta a Tierra

(Considerando que la Corriente de Falla es 3000 A, y el tiempo Máximo de Aclaramiento es 1 s, Parámetros del Lado de BT)

1.- Tensiones Admisibles para Seguridad de las Personas

a) Tensiones de Toque (V_{TA}) para 0,50 s, 1,0 s y 1,5 s.

- Tiempo de aclaramiento de la Falla: t (s)	0.5	1.00	1.50
- Resistividad del Suelo superficial en el Área			
Concreto	5000		
	$C_s =$	0.73	

- Considerando Personas con Peso corporal de 70 kg
- Calculo de la Tensión de Toque (Voltios) Admisible:

$$V_{TA(0,5s)} = (1000 + 1,5 C_s (\rho_s)) \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{TA} = 1438$$

$$V_{TA(1,0s)} = (1000 + 1,5 C_s (\rho_s)) \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{TA} = 1017$$

$$V_{TA(1,5s)} = (1000 + 1,5 C_s (\rho_s)) \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{TA} = 830$$

b) Tensiones de Paso (V_{PA}) para 0,5 s, 1,0 s y 1,5 s.

- Resistividad del Suelo superficial fuera

de la Planta : r_s (ohm-m) 600

- Considerando Personas con Peso corporal de 70 kg
- Calculo de la Tensión de Paso (Voltios) Admisible:

$$V_{PA(0,5s)} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{PA} = 806$$

$$V_{PA(1,0s)} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{PA} = 570$$

$$V_{PA(1,5s)} = (1000 + 6 C_s \rho_s) \times \frac{0,157}{\sqrt{t}} \quad V_{PA} = 465$$

- Resistividad Equivalente del Suelo $r_{eq} = 350.86$ ohm-m

2.- Datos Establecidos para la Malla de Puesta a Tierra

Area Total cubierta : S' (m^2) 80

Profundidad Media de enterramiento del Conductor: h' (m) 0.60

Longitud de Conductor: L' (m) 98.00

Diametro del Conductor 95 mm^2 : d' (m) 0.01255

Sección del Conductor 95 mm^2 : s' (mm^2) 95

Corriente de Cortocircuito Efectiva: I (Amp) 3000

Resistividad Equivalente - Método Ecológico $r'_{eq} = r_{eq}/3$ (Ohm) 116.95

3.- Cálculo de la Resistencia de Dispersión de la Malla (R_1)

Asumiendo el Area Rectangular con el Lado Mayor (A) Promedio en (m)

- Lado Mayor del Rectangulo: A' (m) promedio 10.00

Lado Menor del Rectangulo: B' (m) complementario 2.00

Cálculo de los Parámetros de Forma Equivalentes:

K'_1, K'_2 Coeficientes que dependen de la configuración de la Malla

$$K'_1 = 1,43 - 2,3 * h' / \text{raiz}(S') - 0,044 * A'/B'$$

$$K'_1 = 1.06$$

$$5,50 - 8 * h' / \text{raiz}(S') + (0,15 -$$

$$K'_2 = h' / \text{raiz}(S')) * A'/B'$$

$$K'_2 = 5.38$$

Resistencia de Dispersión Malla (R1)

$$R_1 = \frac{\rho'_{eq}}{\pi} * L' * (\ln(2 * L' / (\text{raiz}(h' * d'))) + K'_1 * L' / (\text{raiz}(S'))) - K'_2$$

$$R_1 = 5.28 \text{ ohm}$$

4.- Cálculo de Tensiones de Toque y de Paso de la Red Total

Coeficientes de Forma Equivalentes:

Número de Conductores en Paralelo:

$$n = 6$$

Espaciamiento entre Conductores:

$$D(m) = 2$$

$$K_{ii} = 1 / (2n)^{2/n} = 0.4368$$

$$K_n = \text{raiz}(1 + h/h_0) = 1.2649$$

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{D^2}{16h'd'} + \frac{(D+2h')^2}{8Dd'} - \frac{h'}{4d'} \right) + \frac{K_{ii}}{K_n} \ln \left(\frac{8}{\pi(2n-1)} \right) \right]$$

$$K_m = 0.5975$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{2h'} + \frac{1}{D+h'} + \frac{1}{D} (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

$$K_s = 0.5369$$

$$K_i = 0,656 + 0,172 (n)$$

$$K_i = 1.688$$

Tensiones originadas por falla

$$E_{TR} = K_m \times K_i \times \frac{I_f}{L_T} \times \rho'_{eq}$$

- Tensiones de Toque de la Malla:

I_f (A)=	3500	3000	2500	2000	1500
E_{TM} (V) =	1474	1264	1053	843	632

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 0,5 Seg)

E_{TA} (V) =	1438	1438	1438	1438	1438
----------------	------	------	------	------	------

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 1,0 Seg)

E_{TA} (V) =	1017	1017	1017	1017	1017
----------------	------	------	------	------	------

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 1,5 Seg)

E_{TA} (V) =	830	830	830	830	830
----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Tensiones de

Paso de la Malla:

$$E_{PR} = K_s \times K_i \times \frac{I_f}{L_T} \times \rho'_{eq}$$

I_f (A)=	5000	4500	4000	3500	3000
E_{PM} (V) =	1622	1460	1298	1136	973

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 0,5 Seg)

E_{PA} (V) =	806	806	806	806	806
----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 1,0 Seg)

E_{PA} (V) =	570	570	570	570	570
----------------	-----	-----	-----	-----	-----

Valores Comparativos para Personas de
70 kg con (t = 1,5 Seg)

E_{PA} (V) =	465	465	465	465	465
----------------	-----	-----	-----	-----	-----

5.- Cálculo de la Resistencia de Dispersión Conjunta

Malla (R1)+ Cama de Jabalinas

$$R_1 = (r_{eq}/8)/(2n' \pi() * L_2) * (\ln(8 * L_2/d_2) - 1 + 2K'_1 * (L_2/raiz(S')) * (raiz(n') - 1)^2)$$

donde: Numero de Jabalinas de Cooperweld, $n' = 1$

Longitud simulada de las Jabalinas (m), $L_2 = 2.5$

Diámetro de las Jabalinas (m), $d_2 = 0.016$

$$R_1 = 17.12 \text{ Ohm}$$

$$R_{TJ} = (r_{eq}/6)/(\pi * L') * (\ln(2 * L'/L_2) + K'_1 * (L_T/\text{raiz}(S')) - K'_2 + 1)$$

$$R_{TJ} = 2.19 \text{ Ohm}$$

$$R = (R_T * R_J - R_{TJ}^2) / (R_T + R_J - 2 * R_{TJ})$$

$$R = 4.75 \text{ Ohm}$$

Según Código Nacional de Electricidad-Utilización 060-712:

El valor de la resistencia de la puesta a tierra debe ser tal que, cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a las permitidas y no debe ser mayor a 25Ω

6.8 Protecciones atmosféricas

Se ha considerado la Norma NFPA 780 que en inglés es Standard for the Installation of Lightning Protection Systems.

NFPA publicó Especificaciones para la Protección de los edificios contra el rayo en 1904. y las normas fueron adoptadas en 1905, 1906, 1925, 1932 y 1937. En 1945, el Comité de la NFPA y en coordinación con ASA Comité sobre la protección contra el rayo se reorganizaron y se combina con el patrocinio de la NFPA, la Oficina Nacional de Normas, y el American Institute of Electrical Engineers (hoy IEEE). En 1946, NFPA, en 1947 publicó una edición revisada de la incorporación de esta parte. Nuevas revisiones recomendadas por el Comité fueron adoptadas por la NFPA en 1949, 1950, 1951, 1952, 1957, 1959, 1963, 1965, 1968, 1975, 1977, 1980, 1983, 1986, 1989 y 1992. Comenzando con la edición de 1992 del Código de protección contra rayos, la designación numérica de la NFPA fue cambiado de NFPA 78 y NFPA 780

a) Introducción

La protección externa estará formada por todos los dispositivos utilizados para dar cobertura a las estructuras, edificaciones, elementos o equipos situados en el exterior y a las personas contra los impactos directos de los rayos.

Para el calculo del Método Electro geométrico (ME)

El cual se basa en la obtención sobre superficie del suelo, de un volumen con exposición nula al impacto directo o a la penetración de rayos de corriente superior a un valor considerado crítico, el método se aplica con buenos resultados a la protección contra descargas atmosféricas prácticamente para toda infraestructura en el suelo.

El principio geométrico deriva de las observaciones del mecanismo del rayo en la etapa final previa al salto de la “Descarga de Captura” caracterizada por una distancia (d) entre un punto del suelo y la descarga piloto del rayo.

El concepto de radio de protección en suelo (X0), que depende de la altura de protección (h) y principalmente la corriente (IR) del rayo Para determinar (X0) se reemplaza (y) por (d) en la ecuación de la parábola (p) de puntos equidistantes entre el suelo y el punto de captación de descargas.

$$h^2 - 2hy + x^2 = 0, \text{ despejando } x = \sqrt{(2 \cdot h \cdot d) - (h^2)} \quad (6.27)$$

$$\text{Luego } X_0 \leq h * \sqrt{((2 \cdot d) / (h)) - 1} \quad (6.28)$$

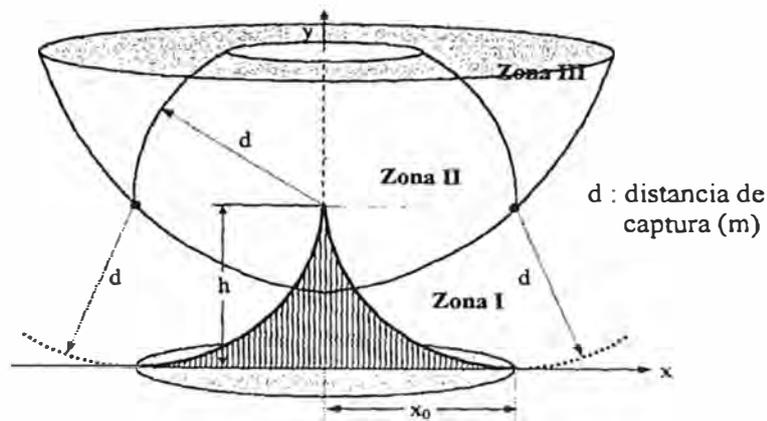


Figura 6.17 Método electro geométrico

Ahora los rayos a una distancia de captura ($d < h/2$) caen fuera de la parábola (p) por lo que no hay solución analítica para hallar (X0), no hay protección.

Se admite que la cabeza terminal y el poste o el conductor de bajada de un mástil de pararrayos Franklin, siendo metálicos captan idénticamente los rayos.

b) **Zona de Protección de un Mástil Vertical en Suelo plano**

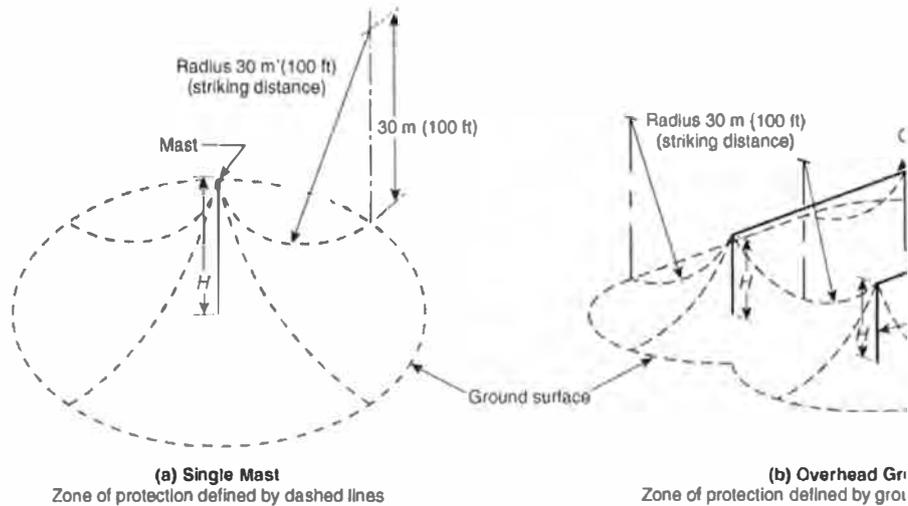


Figura 6.18 Método electro geométrico con dos o más mastiles

Sea un mástil vertical de una cabeza terminal pararrayos (h), destinada a proyectar una zona protegida cuyo máximo volumen se desea conocer.

La ecuación de la esfera ficticia que en representación del rayo cuyo líder se hay en (x,y) se hace desplazar rotando alrededor del mástil se puede escribir en la siguiente forma:

$$(x - X)^2 + (y - Y)^2 = d^2 \quad (6.29)$$

Donde:

$x = 0, y = h$: Punto de **impacto** en un punto o en la **Cima Mástil**

$x = x_0, y = 0$: Punto de **impacto periférico en el suelo**, debajo del **Líder**

$X = x_0, Y = d$: Punto de **máxima aproximación** del **Líder** previo al impacto

El radio de protección (X_0) para los rayos cuya distancia de captura sea (d), se determina por geometría sabiendo que ($y=d$) para todo ($y=h$)

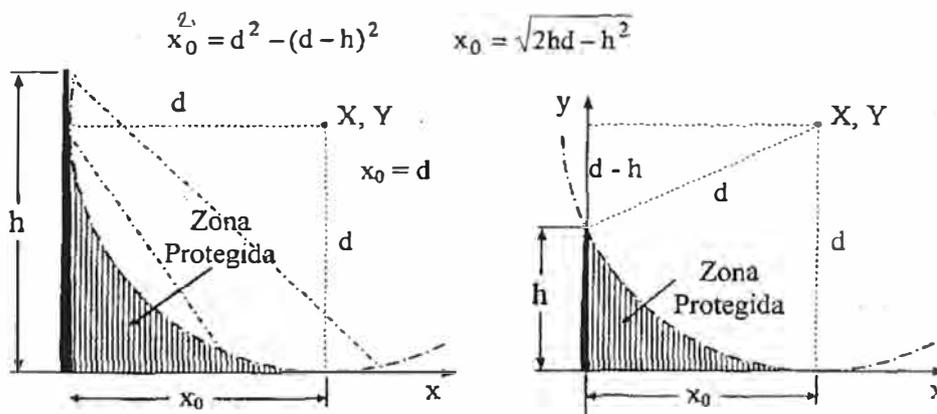


Figura 6.19 Método geométrico

Los mástiles con una altura total uniforme (h) están dotados de sendas cabezas terminales

pararrayos y su distancia lateral en el suelo es $(2D)$, se destinan a proyectar una zona protegida cuadrangular. Para cada protección Eficaz se cumple $(D < d)$ lo cual evita que cada mástil con pararrayos tenga una acción protectora independiente.

La zona volumétrica protegida al interior, se ve con la altura mínima (p) , mientras que hacia el exterior, con (p') y los radios de protección (x_0) y (z_0)

$$p = (h+s) - d \quad (6.30)$$

$$p = h - d + \sqrt{d^2 - 2D^2} \quad (6.31)$$

$$s^2 = d^2 - (\sqrt{2}D)^2 \quad (6.32)$$

Para nuestro caso se calculo considerando una altura útil de 13 m, usando postes de C.A.C. de 13m

- En el eje diagonal (x) : $x_0 = \sqrt{2hd - h^2}$
- En el eje lateral (x') : $z_0 = \sqrt{2hd - h^2 - D^2}$

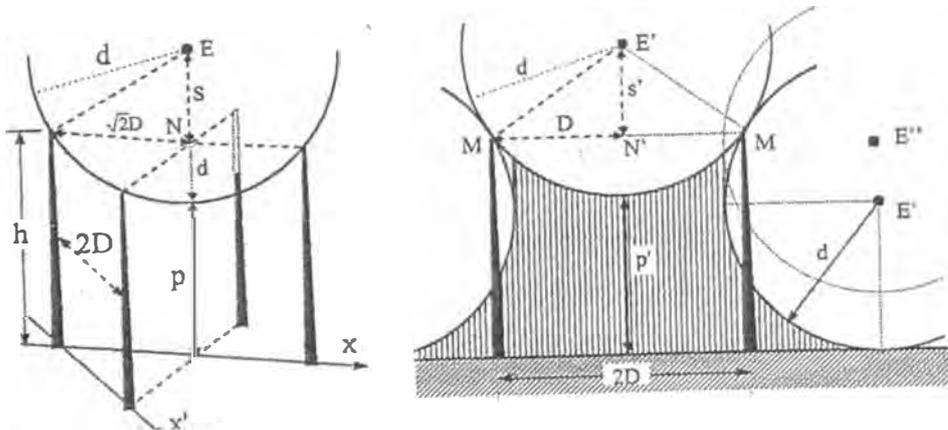


Figura 6.20 Método geométrico mas de dos astas

Calculando el área protegida:

Donde:

$2D$ = separación entre postes

x = elongación de cobertura de protección

p = altura mínima de cobertura del conductor

h = altura útil del poste o mástil

Tabulando se tiene:

Tabla 6.17 Resultados obtenidos

2D(m)	x(m)	p(m)	h(m)
15	0.62	9.5	10.12
20	1.1	9.5	10.6
25	1.73	9.5	11.23
30	2.51	9.5	12.01
35	3.46	9.5	12.96
40	4.58	9.5	14.08
45	5.88	9.5	15.38
50	7.39	9.5	16.89
55	9.13	9.5	18.63
60	11.13	9.5	20.63
65	13.45	9.5	22.95

Según los cálculos realizados, se considero pararrayos con las siguientes características.

Posicionamiento del Captor según Nivel de Protección

Tabla de datos del proveedor del pararrayos.

Este cuadro tiene restricciones según altura como se vio en capítulos anteriores el método electrométrico tiene varias según alturas de instalación.

Tabla 6.18 Datos emitidos por el fabricante

Nivel de Protección	h(m)	20	30	45	60	>60
	R(m)	α	α	α	α	-
I	20	25	(A)	(A)	(A)	(B)
II	30	35	25	(A)	(A)	(B)
III	45	45	35	25	(A)	(B)
IV	60	55	45	35	25	(B)

(A) Aplicar solamente los métodos electrogeométrico y malla o jaula de Faraday.

(B) Aplicar solamente el método de jaula de Faraday.

Cumpliendo así lo requerido para el Campamento Tunshuruco. Ver anexo E, fotos de instalación terreno.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Se realizó el presente estudio considerando que el campamento minero tendrá una capacidad para albergar un total de 4237 personas en tres turnos para uso del comedor (donde ocurriría el mayor uso de la demanda eléctrica área de cocina) y una proyección de carga en aumento a 5000 personas por lo que el dimensionamiento consideró posibilidad de ampliación de la Línea de Media tensión 23 kV.
2. Se dimensionó la línea de Media Tensión de 23kV con una reserva de transmisión eléctrica en por lo menos el 20%, tal que pudiese cubrir el requerimiento de proyección de demanda usando con un alimentador de AAAC de 95mm² con la cual se asegura la ampliación, del mismo modo la planta de generación con capacidad de albergar hasta 5MW que sería mas del 20% de reserva en energía generada.
3. El presente estudio contempla que el campamento minero Pachachaca funcionará de manera aislada (aprox. 3 años), hasta que la dueña Compañía Minera Chinalco Perú S.A., pueda regularizar e ingresar esta carga importante al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
4. El presente Estudio cumple técnicamente y económicamente los requisitos planteados para el correcto desempeño de eléctrico en viviendas modulares-Campamento Minero.

Recomendaciones

1. Se recomienda hacer un Estudio de Proyección de Demanda detallada para tener indicios de la carga total suministrada por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional esto con datos exactos de la cantidad de personas requeridas según información de la Minera para el proceso de investigación, extracción y cierre en los próximos 20 años de uso según concesión otorgada.
2. De igual forma se recomienda hacer un Estudio de Impacto Ambiental par los daños que estos pudiesen causar a nivel de ruido, contaminación lumínica por efectos de las instalaciones eléctricas.

ANEXOS

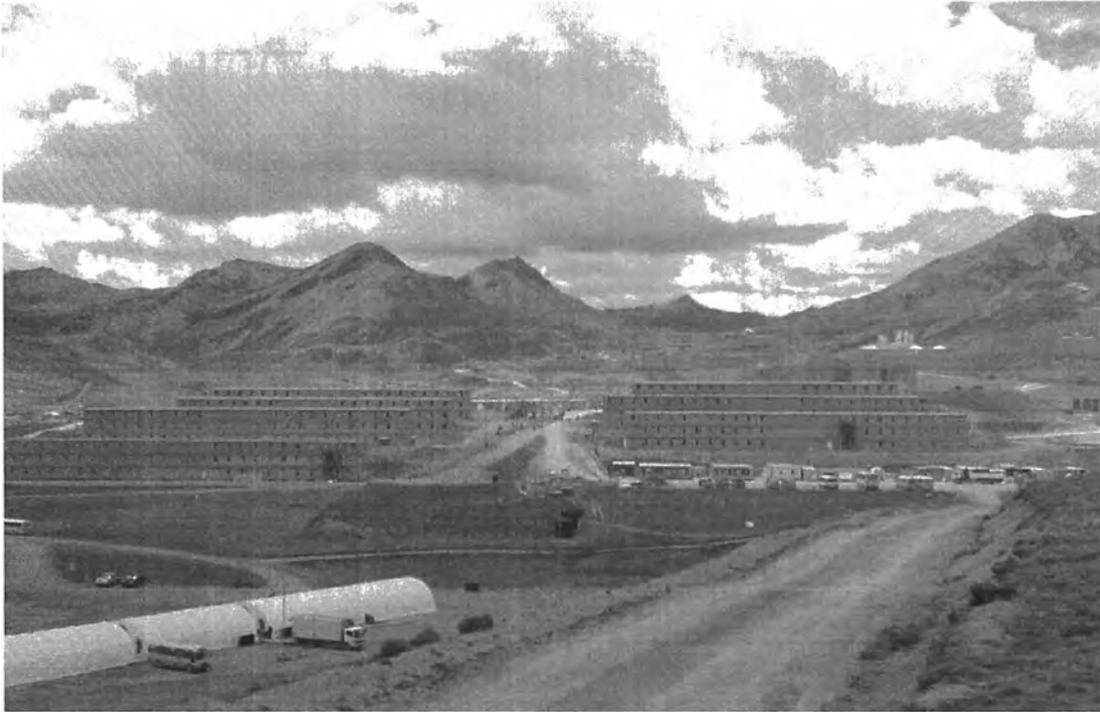
ANEXO A

Foto 1- Vista donde se puede apreciar el de nivel del terreno, por lo que se considero 23 plataformas en total para todo el campamento

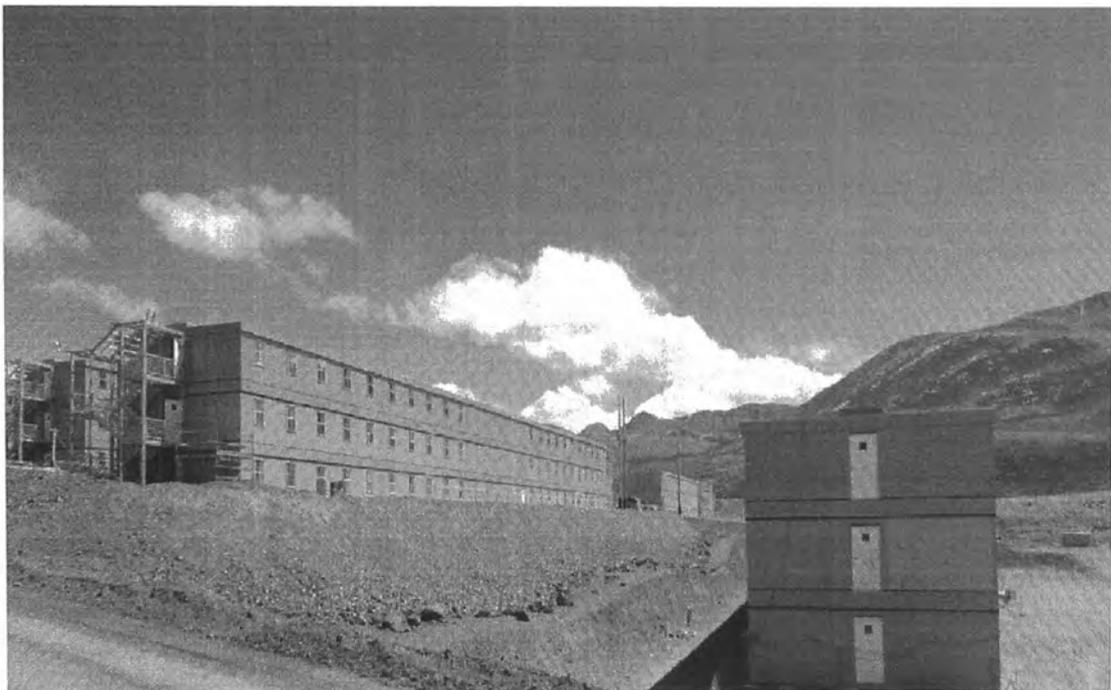


Foto 2- Vista donde se puede apreciar el desnivel entre plataformas

CUADROS DE CARGAS FUERZA TABLERO "M-1"																				
TABLERO	CTO. Nº	ENCH.			ARRANQUE SECAMANOS 1500W	TRMOS 9000W	CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACIÓN
		150W	750W	1500W						R	S	T	DISY.	OIF.	CONDUCTOR		DUCTO			
															DIST.	OERIV.	TIPO	TIPO	OIAM.	
T.D.A. "M-1"	2	6					6	0.90	4.55			1x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTES DORMITORIO	
	3		2				2	1.50	7.58			1x16A	2x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTES ESTUFAS	
	4		3				3	2.25	11.36			1x16A	2x40A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTES ESTUFAS	
1º Piso	5						0	0.00	0.00			1x16A							DISPONIBLE	
TOTAL		6	5	0	0	0	11	4.65	23.49	0.00	0.00								IDEM: ("M-2"; "M-4"; "M-6"; "M-7"; "M-8"; "M-9"; "M-10" 1ºPISO); ("M-11"; "M-12"; "M-14"; "M-15"; "M-16"; "M-17"; "M-19"; "M-20" 2ºPISO) IDEM: ("M-21"; "M-22"; "M-24"; "M-25"; "M-26"; "M-27"; "M-29"; "M-30" 3ºPISO)	

CUADROS DE CARGAS FUERZA TABLERO "M-3"																				
TABLERO	CTO. Nº	ENCH.			ARRANQUE SECAMANOS 1500W	TRMOS 9000W	CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACIÓN
		150W	750W	1500W						R	S	T	DISY.	OIF.	CONDUCTOR		DUCTO			
															DIST.	OERIV.	TIPO	TIPO	OIAM.	
T.D.A. "M-3"	1	2					2	0.30				1x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTE BANOS	
	2					1	1	1.50				1x16A	2x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE SECAMANOS	
	3					1	1	0.50				1x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE CENTRAL DE INCENDIOS	
TOTAL		2	0	0	0	1	4	2.30	0.00	11.63	0.00									

CUADROS DE CARGAS FUERZA TABLERO "M-8"																				
TABLERO	CTO. Nº	ENCH.			ARRANQUE SECAMANOS 1500W	TRMOS 9000W	CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACIÓN
		150W	750W	1500W						R	S	T	DISY.	OIF.	CONDUCTOR		DUCTO			
															DIST.	OERIV.	TIPO	TIPO	OIAM.	
T.D.A. "M-8"	1						1	1.50	7.58			1x16A	2x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE SECAMANOS	
	2				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
1º Piso	3				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
	4				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
	5				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
	6				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
	7				1		1	9.00	13.68	13.68	13.68	3x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE TERMOS	
	8	2			1		2	0.30	13.68	13.68	0.46	3x16A	4x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTE BANOS	
TOTAL		2	0	0	6	0	9	55.60	89.66	82.08	82.54								IDEM: ("M-16" 2ºPISO); ("M-28" 3ºPISO)	

CUADROS DE CARGAS FUERZA TABLERO "M-13"																				
TABLERO	CTO. Nº	ENCH.			ARRANQUE SECAMANOS 1500W	TRMOS 9000W	CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACIÓN
		150W	750W	1500W						R	S	T	DISY.	OIF.	CONDUCTOR		DUCTO			
															DIST.	OERIV.	TIPO	TIPO	OIAM.	
T.D.A. "M-13"	1						1	1.50	7.58			1x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE SECAMANOS	
	2	2					2	0.30	1.52			1x16A	2x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTE BANOS	
TOTAL		2	0	0	0	1	3	1.80	9.10	0.00	0.00									

CUADROS DE CARGAS FUERZA TABLERO "M-23"																				
TABLERO	CTO. Nº	ENCH.			ARRANQUE SECAMANOS 1500W	TRMOS 9000W	CENTRAL ALARMA	TOTAL CENTROS	POT. TOTAL (KW.)	CORRIENTE (A)			PROTECCION		CANALIZACION					UBICACIÓN
		150W	750W	1500W						R	S	T	DISY.	OIF.	CONDUCTOR		DUCTO			
															DIST.	OERIV.	TIPO	TIPO	OIAM.	
T.D.A. "M-23"	1						1	1.50	7.58			1x16A		4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	ARRANQUE SECAMANOS	
	2	2					2	0.30	1.52			1x16A	2x25A/30mA	4.0	4.0	LSOH	PVC	20mm.	TOMACORRIENTE BANOS	
TOTAL		2	0	0	0	1	3	1.80	9.10	0.00	0.00									

CUADRO RESUMEN DE POTENCIA Y ALIMENTADORES EDIFICIO PABELLON SUPERVISORES W-480

DESIGNACION DE ALIMENTADORES Y SUB-ALIMENTADORES	POTENCIAS EN KW						POTENCIAS TOTAL EN KW		CORRIENTES POR FASES S/FD			CTES. TOTALES Amp		PROTECCION GRAL.	ALIMENTADOR GRAL. FASES / NEUTRO + TIERRA	DUCTO		VOLTS. PERDIDA V.P.			
	ALUMBRADO			FUERZA			S/FD	C/FD	R	S	T	S/FD	C/FD			TIPO	DIAMT.				
	S/FD	F.D.	C/FD	S/FD	F.D.	C/FD															
T.D.A. "M-26" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-27" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46					31.07	31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-29" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-30" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.31	
T.D.A. "M-28" - 3º Piso	0.55	0.8	0.44	55.80	0.7	39.06	56.35	39.60	92.44	82.08	82.54	284.60	199.49								
TABLERO AUXILIAR W-480 3º PISO "DP-06"+TDA M-28	6.55		5.24	74.40		52.08	80.95	57.32	154.58	113.15	113.61	123.02	87.11	3x125Amp.- 25KA	4x35mm2(F+N) + 1x10mm2 TA						1.02
T.D.A. "M-21" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-22" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-24" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-25" - 3º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-23" - 3º Piso	2.51	0.8	2.01	1.80	0.7	1.26	4.31	3.27	22.39					21.77	16.51						
TABLERO AUXILIAR W-480 3º PISO "DP-05"+TDA M-23	8.51		6.81	20.40		14.28	28.91	21.09	22.39	62.14	62.14	43.94	32.05	3x50Amp.- 14KA	4x16mm2(F+N) + 1x10mm2 TA						0.82
T.D.A. "M-16" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46	31.07					31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-17" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-19" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-20" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-18" - 2º Piso	0.55	0.8	0.44	55.80	0.7	39.06	56.35	39.60	92.44	82.08	82.54	284.60	199.49								
TABLERO AUXILIAR W-480 2º PISO "DP-04"+TDA M-18	6.55		5.24	74.40		52.08	80.95	57.32	123.51	113.15	144.68	123.02	87.11	3x125Amp.- 25KA	4x35mm2(F+N) + 1x10mm2 TA						1.02
T.D.A. "M-11" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46	31.07					31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	1.11	
T.D.A. "M-12" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-14" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	1x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-16" - 2º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	0.43	
T.D.A. "M-13" - 2º Piso	2.63	0.8	2.10	1.80	0.7	1.26	4.43	3.36	22.39					22.38	16.99						
TABLERO AUXILIAR W-480 2º PISO "DP-03"+TDA M-13	8.63		6.90	20.40		14.28	29.03	21.18	53.46	62.14	31.07	44.12	32.20	3x50Amp.- 14KA	4x16mm2(F+N) + 1x10mm2 TA						0.55
T.D.A. "M-6" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-7" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-9" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-10" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-8" - 1º Piso	0.55	0.8	0.44	55.80	0.7	39.06	56.35	39.60	92.44	82.08	82.54	284.60	199.49								
TABLERO AUXILIAR W-480 1º PISO "DP-02"+TDA M-8	19.65		16.72	223.20		156.24	242.85	171.96	370.53	339.45	434.04	369.07	261.34	3x350Amp.- 35KA	4x185mm2(F+N) + 1x35mm2 TA						0.71
T.D.A. "M-1" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46	31.07					31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-2" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm	2.15	
T.D.A. "M-4" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46	31.07					31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm		
T.D.A. "M-6" - 1º Piso	1.50	0.8	1.20	4.65	0.7	3.26	6.15	4.46			31.07			31.06	22.60	2x40Amp.- 6KA	3 x 10mm2 LSOH	PVC	25mm		
T.D.A. "M-3" - 1º Piso	2.85	0.8	2.28	2.30	0.7	1.61	5.15	3.69			26.04			26.03	19.66						1.88
TABLERO GENERAL W-480 1º PISO "DP-01"+TDA M-3	45.65		36.52	284.90		199.43	330.55	235.95	508.52	551.91	527.25	502.35	358.58	3x500Amp.- 65KA							

ANEXO C
ESPECIFICACIONES TECNICAS DE TRANSFORMADORES

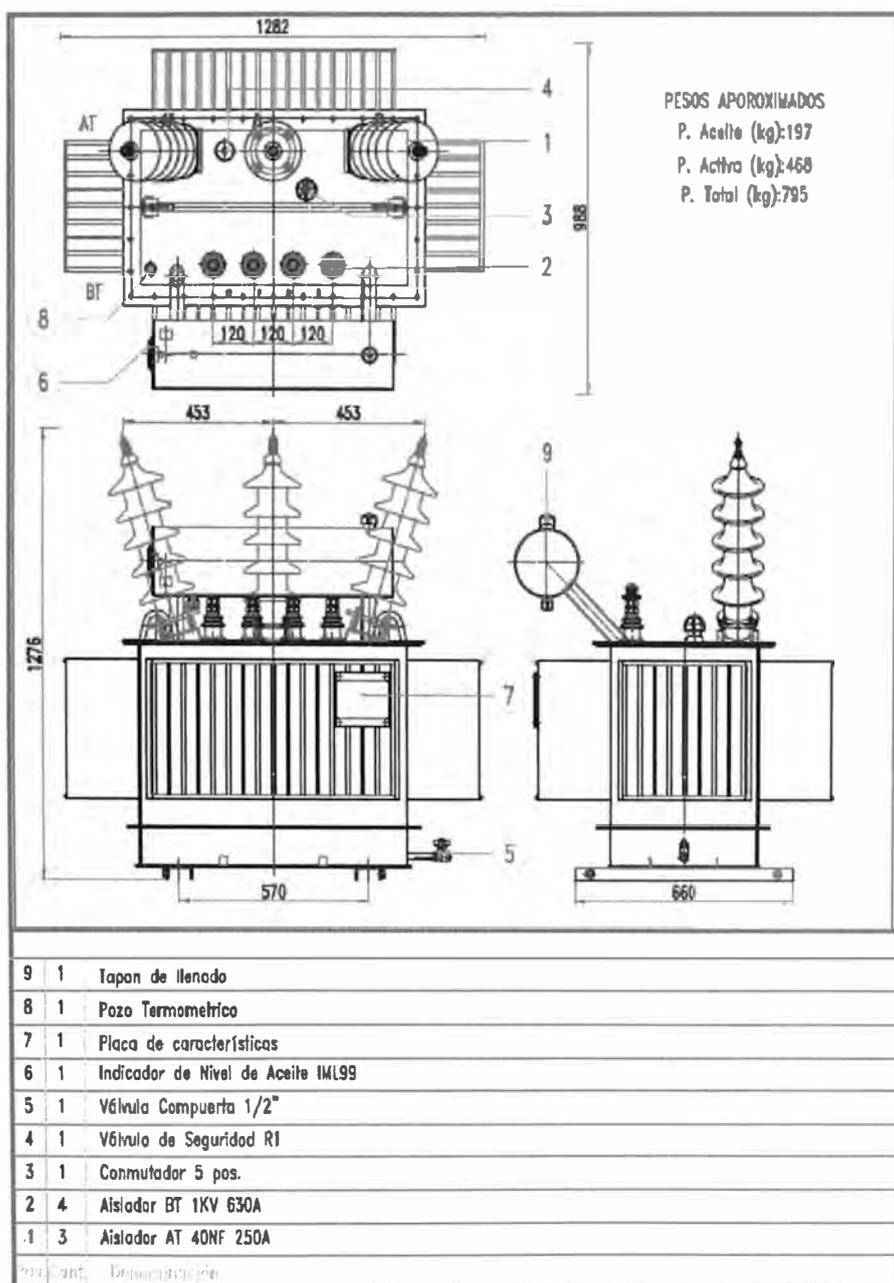
Especificación Técnica de Transformadores

Transformador de 200kVA (SAB.1)

Transformador de Distribución Trifásico, en baño de aceite, refrigerado por circulación natural del aire, núcleo de hierro laminado en frío temperatura ambiente 40°C, fabricado de acuerdo a la norma IEC - 60076 aislamiento Clase A.

Procedencia	: Perú
Potencia nominal	: 200kVA
Tipo de Refrigeración	: ONAN
Relación de Transformación [V]	: 23000/400 V
Número de Tomas	: 5
Regulación en AT	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Grupo de Conexión	: Dyn5
Conexión AT	: Delta
Devanado de BT en vacío [V]	: 400
Devanado de BT nominal [V]	: 380 (trifásico)
Conexión en BT	: Estrella + N
Frecuencia	: 60 Hz
Aisladores lado AT/BT	: 3/4
Norma de Fabricación	: IEC Pub. 76
Clase de aislamiento	: A (Papel)
Sobrecarga	: De acuerdo a IEC
Altura	: 5000 msnm
Tensión de cortocircuito	: 5%
Impedancia	: 132.25 ohm
Accesorios incluidos:	

- Conservador
- Orejas de Izaje
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo Termométrico
- Indicador de Nivel de Aceite
- Pernos para Puesta a tierra.
- Placa de características.
- Válvula de seguridad sin contactos.
- Conmutador de 5 posiciones con mando sobre la tapa



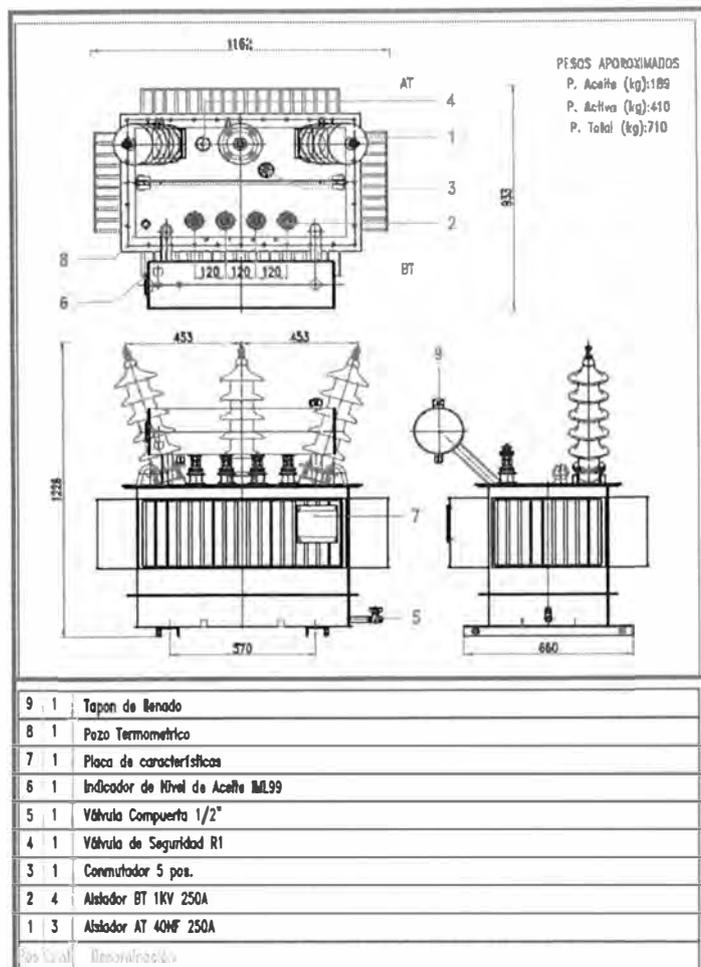
Transformador de 150kVA (SAB.2)

Transformador de Distribución Trifásico, en baño de aceite, refrigerado por circulación natural del aire, núcleo de hierro laminado en frío temperatura ambiente 40°C, fabricado de acuerdo a la norma IEC - 60076 aislamiento Clase A.

Procedencia	: Perú
Potencia nominal	: 150kVA
Tipo de Refrigeración	: ONAN
Relación de Transformación [V]	: 23000/400 V
Número de Toma	: 5
Regulación en AT	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Grupo de Conexión	: Dyn5
Conexión AT	: Delta
Devanado de BT en vacío [V]	: 400
Devanado de BT nominal [V]	: 380 (trifásico)
Conexión en BT	: Estrella + N
Frecuencia	: 60 Hz
Aisladores lado AT/BT	: 3/4
Norma de Fabricación	: IEC Pub. 76
Clase de aislamiento	: A (Papel)
Sobrecarga	: De acuerdo a IEC
Altura	: 5000 msnm
Tensión de cortocircuito	: 5%
Impedancia	: 176.33 ohm

Accesorios incluidos:

- Conservador
- Orejas de Izaje
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo Termométrico
- Indicador de Nivel de Aceite
- Pernos para Puesta a tierra.
- Placa de características.
- Válvula de seguridad sin contactos.
- Conmutador de 5 posiciones con mando sobre la tapa



Transformador de 250kVA (SAB.3,7,8 ,9 Y 11)

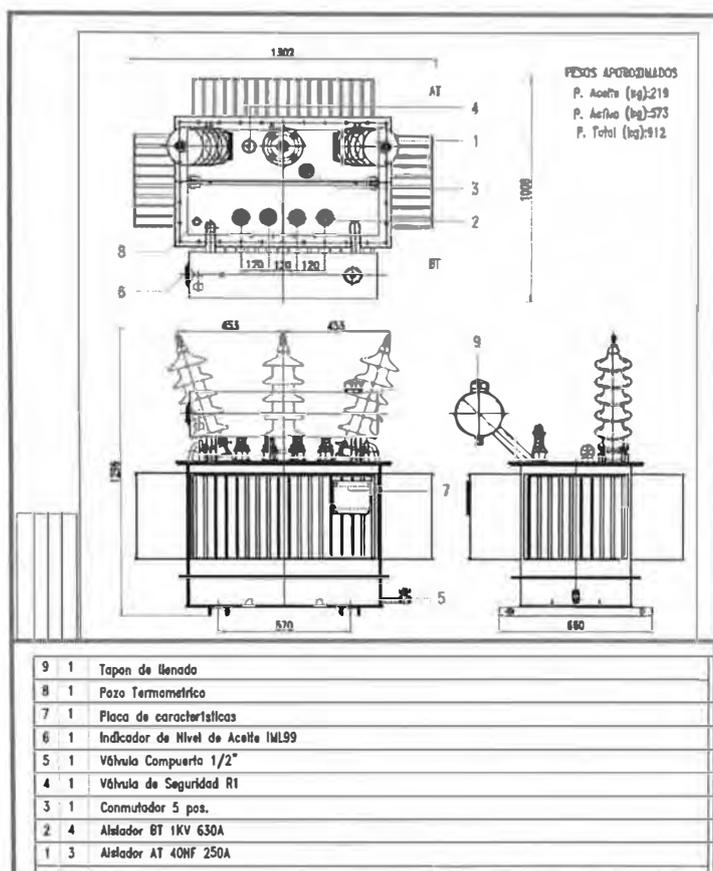
Transformador de Distribución Trifásico, en baño de aceite, refrigerado por circulación natural del aire, núcleo de hierro laminado en frío temperatura ambiente 40°C, fabricado de acuerdo a la norma IEC - 60076 aislamiento Clase A.

Procedencia	: Perú
Potencia nominal	: 250kVA
Tipo de Refrigeración	: ONAN
Relación de Transformación [V]	: 23000/400 V
Número de Tomas	: 5
Regulación en AT	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Grupo de Conexión	: Dyn5
Conexión AT	: Delta
Devanado de BT en vacío [V]	: 400
Devanado de BT nominal [V]	: 380 (trifásico)
Conexión en BT	: Estrella + N

Frecuencia	: 60 Hz
Aisladore lado AT/BT	: IEC Pub. 76
Clase de aislamiento	: A (Papel)
Sobrecarga	: De acuerdo a IEC
Altura	: 5000 msnm
Tensión de cortocircuito	: 5%
Impedancia	: 105.80 ohm

Accesorios incluidos:

- Conservador
- Orejas de Izaje
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo Termométrico
- Indicador de Nivel de Aceite
- Pernos para Puesta a tierra.
- Placa de características.
- Válvula de seguridad sin contactos.
- Conmutador de 5 posiciones con mando sobre la tapa



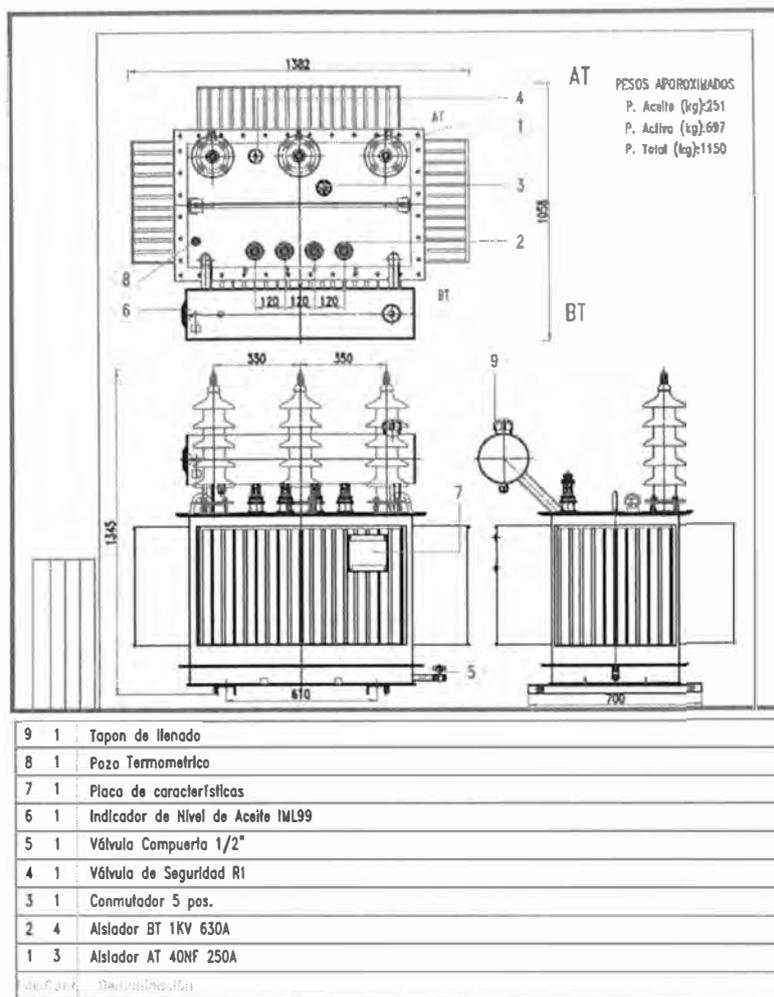
Transformador de 350kVA (SAB 4 Y 5)

Transformador de Distribución Trifásico, en baño de aceite, refrigerado por circulación natural del aire, núcleo de hierro laminado en frío temperatura ambiente 40°C, fabricado de acuerdo a la norma IEC - 60076 aislamiento Clase A.

Procedencia	: Perú
Potencia nominal	: 350kVA
Tipo de Refrigeración	: ONAN
Relación de Transformación [V]	: 23000/400 V
Número de Tomas	: 5
Regulación en AT	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Grupo de Conexión	: Dyn5
Conexión AT	: Delta
Devanado de BT en vacío [V]	: 400
Devanado de BT nominal [V]	: 380 (trifásico)
Conexión en BT	: Estrella + N
Frecuencia	: 60 Hz
Aisladores lado AT/BT	: 3/4
Norma de Fabricación	: IEC Pub. 76
Clase de aislamiento	: A (Papel)
Sobrecarga	: De acuerdo a IEC
Altura	: 5000 msnm
Tensión de cortocircuito	: 5%
Impedancia	: 75.57 ohm

Accesorios incluidos:

- Conservador
- Orejas de Izaje
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo Termométrico
- Indicador de Nivel de Aceite
- Pernos para Puesta a tierra.
- Placa de características.
- Válvula de seguridad sin contactos.
- Conmutador de 5 posiciones con mando sobre la tapa



Transformador de 400kVA (SAB 6, 10, 12, 13,14 Y 15)

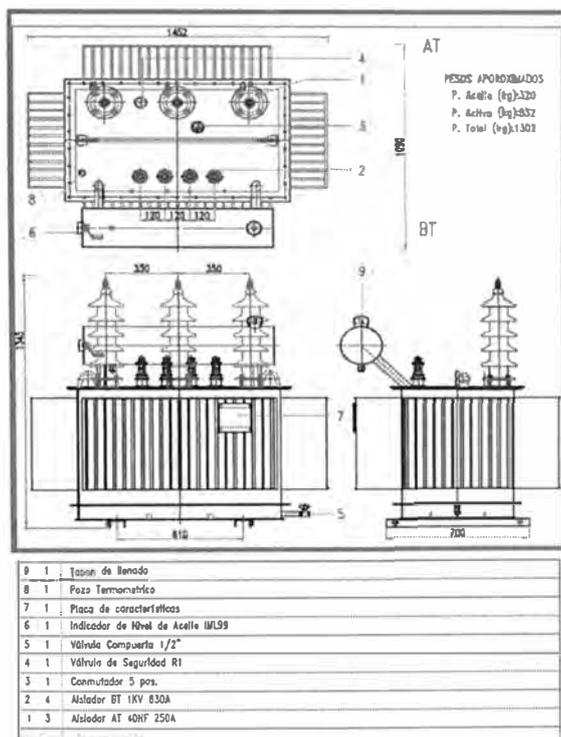
Transformador de Distribución Trifásico, en baño de aceite, refrigerado por circulación natural del aire, núcleo de hierro laminado en frío temperatura ambiente 40°C, fabricado de acuerdo a la norma IEC - 60076 aislamiento Clase A.

Procedencia	: Perú
Potencia nominal	: 350 kVA
Tipo de Refrigeración	: ONAN
Relación de Transformación [V]	: 23000/400 V
Número de Tomas	: 5
Regulación en AT	: $\pm 2 \times 2.5\%$
Grupo de Conexión	: Dyn5
Conexión AT	: Delta
Devanado de BT en vacío [V]	: 400
Devanado de BT nominal [V]	: 380 (trifásico)

Conexión en BT	: Estrella + N
Frecuencia	: 60 Hz
Aislamiento lado AT/BT	: 3/4
Norma de Fabricación	: IEC Pub. 76
Clase de aislamiento	: A (Papel)
Sobrecarga	: De acuerdo a IEC
Altura	: 5000 msnm
Tensión de cortocircuito	: 5%
Impedancia	: 66.13 ohm

Accesorios incluidos:

- Conservador
- Orejas de Izaje
- Válvula de vaciado y toma de muestras
- Pozo Termométrico
- Indicador de Nivel de Aceite
- Pernos para Puesta a tierra.
- Placa de características.
- Válvula de seguridad sin contactos.
- Conmutador de 5 posiciones con mando sobre la tapa



ANEXO D
DETALLE DE INSTALACIÓN DE PARARRAYOS



Foto 1- Vista de instalación de Pararrayos en el Campamento Tunshuruco



Foto 2- Vista de instalación de Pararrayos en el Campamento Tunshuruco

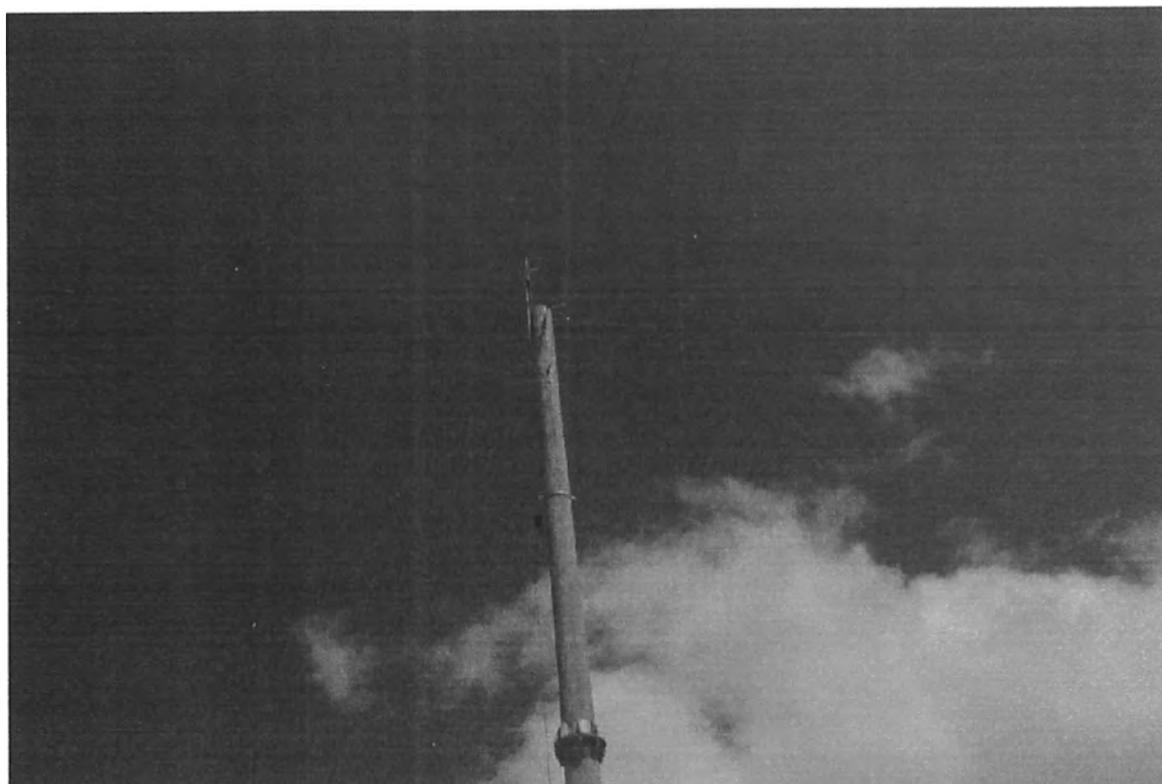


Foto 3- Vista del Poste P 22, altura 18m, Poste seccionables en dos secciones

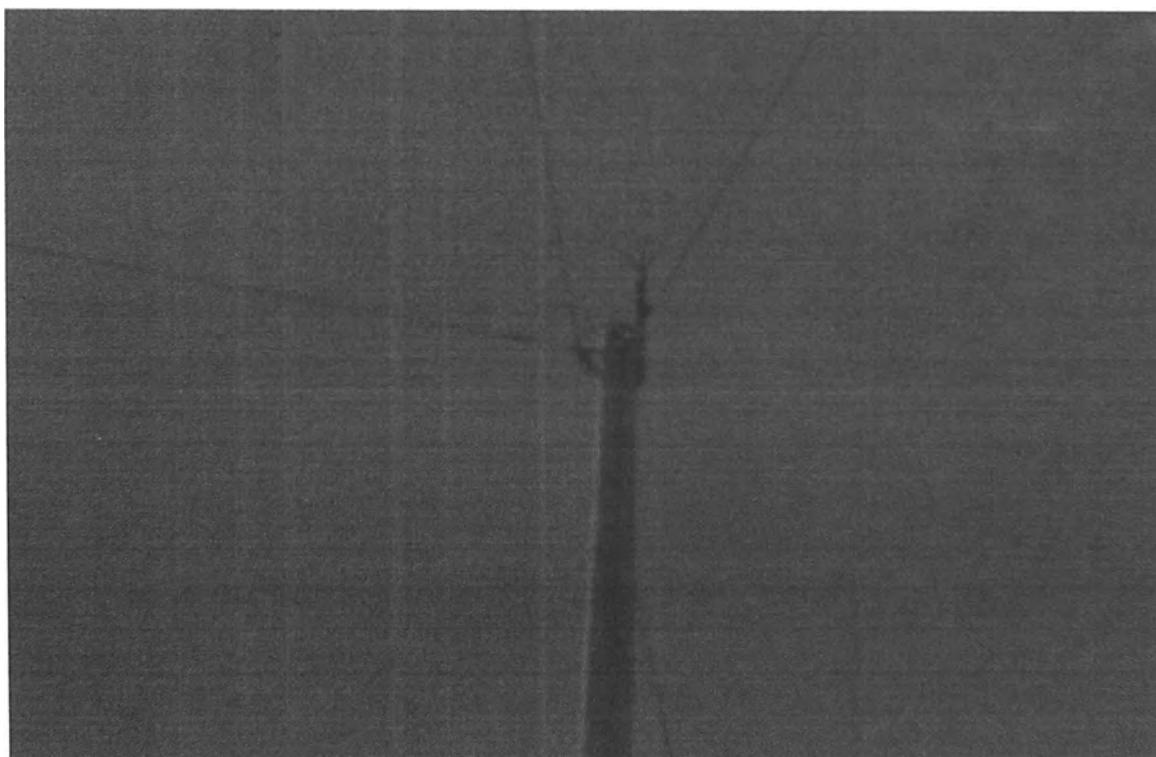


Foto 4- Vista del Poste P 23, instalación de pararrayos y cables de guarda

ANEXO E

Foto 5- Vista del trazado de la planta de generación



Foto 6- Vista donde se puede apreciar las mechas dejadas para aterramiento.

ANEXO F

ELEC-001 Acometidas

En este plano se muestra el total de los recorridos de alimentación eléctrica hacia cada uno de los módulos a alimentar.

ELEC-002 Cortes de Ductos

En este plano podemos apreciar las diferentes cortes del terreno y según la distribución de acometidas para alimentación a diferentes edificios ya sea de alojamiento de trabajadores, entretenimiento, unidad médica y planta de generación.

ELEC-003 Urbanización Eléctrica- Línea de Media tensión, Baja tensión.

En este capítulo se adjunta plano donde se puede apreciar la distribución de módulos a través de todas las plataformas de igual modo se aprecia la diferente área a alimentar eléctricamente según requerimientos propios de cada campamento.

ELEC-004 Malla a Tierras.

En este plano se puede apreciar las diferentes mallas dimensionadas y calculadas en el presente informe estas cumplen con lo señalado en el Código Nacional de Utilización Perú, como sabemos las protecciones a tierra son muy importantes ya que con esto se protege a las personas ante cualquier falla la descarga es a tierra.

ELEC-005 Protecciones Atmosféricas

En este plano se muestra la protección a tierra contra cualquier descarga atmosférica ocasionada por causas naturales debido a la alta incidencia de rayos en la zona.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Código Nacional de Electricidad – Utilización Enero 2006
- [2] Código Nacional de Electricidad – Suministro Abril 2011
- [3] Norma DGE – Especificacione Técnica de Soportes Normalizado para Líneas y Redes Primarias para Electrificación Rural – Diciembre 2003.
- [4] Norma DGE – Bases para el Diseño de Línea y Redes Primarias para Electrificación Rural”– Diciembre 2003
- [5] Minera Chinalco Perú S.A., Especificacione Técnica General de Construcción y Montaje Eléctrico.
- [5] Minera Chinalco Perú S.A., Estándares de Montaje.
- [6] Minera Chinalco Perú S.A., Especificacione Técnicas General de Construcción y Montaje Línea de Distribución 23kV.
- [7] Minera Chinalco Perú S.A., Criterio de Diseño Eléctrico.
- [8] Alta Tensión y Técnicas de Prueba de Laboratorio – Ing. Justo Yanque.
- [9] Catalogo de proveedores.

Planos:

- **Campamento Tunshuruco Layut General -
Linia de Media Tensión.**
- **Campamento Tunshuruco Banco de
Ductos.**
- **Campamento Tunshuruco Layut General
Planta de Urbanización Acometidas.**
- **Campamento Tunshuruco Layut General
Malla de Puesta a Tierra.**
- **Campamento Tunshuruco Planta
Urbanización Protecciones Atmosfericas.**