

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**MONTAJE ELÉCTRICO DEL MOLINO DE BOLAS CON  
CAPACIDAD DE 400 TONELADAS POR HORA**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**VÍCTOR ALFONSO CERVANTES BEGAZO**

**PROMOCIÓN  
1988-II**

**LIMA – PERÚ  
2006**

**MONTAJE ELÉCTRICO DEL MOLINO DE BOLAS CON  
CAPACIDAD DE 400 TONELADAS POR HORA**

## **DEDICATORIA**

A Dios.

A Víctor mi Padre.

A Rocio mi querida esposa.

A mis hijitos, Braulito, Rodriguito y Rominita.

A mis hermanas Carmen y Miriam.

A la memoria de Emilia, mi Madre,

Eudocia, mi abuela,

Demetrio, mi abuelo.

Y a toda mi gran Familia.....

....Gracias por el constante apoyo.

## **SUMARIO**

El presente informe por experiencia profesional muestra la síntesis de la ingeniería de detalle aprobada para el proyecto “Montaje Eléctrico del Molino de bolas con capacidad de 400 toneladas por hora” en este se incluyen detalles de la Ingeniería desarrollada para la instalación y montaje del nuevo equipamiento electromecánico, las condiciones eléctricas existentes hasta antes de dicho proyecto y todas las definiciones técnicas posteriores, se complementa con incluir temas relacionados a la incidencia del proyecto con las instalaciones internas y externas de la mina.

En el Capítulo I se habla de los antecedentes, efectos y beneficios del proyecto

El Capítulo II contiene la descripción de las condiciones existentes para el desarrollo del proyecto así como conceptos básicos de ingeniería.

El Capítulo III describe las características técnicas generales del nuevo equipamiento a ser utilizado.

En el capítulo IV, se desarrolla las especificaciones técnicas principales del nuevo equipamiento electromecánico a ser adquirido para el proyecto.

El Capítulo V describe resumidamente el sistema de automatización e instrumentación considerado para el proyecto.

Se incluye también un acápite de Conclusiones importantes del proyecto.

También se incluye una sección de Anexos, donde se describe temas técnicos complementarios al desarrollo del proyecto como Especificaciones de Montaje, Prueba de Transformadores, Elección del Sistema de Control, Calidad de Energía. Sistema de Rechazo de Carga, se incluye Costos Estimados del Proyecto y finalmente una Relación de Planos Principales desarrollados en la etapa de ingeniería de detalle.

Se concluye con una lista bibliográfica de consultas y referencias.

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	1
<b>CAPITULO I</b>	2
<b>ANTECEDENTES, EFECTOS Y BENEFICIOS DE LA AMPLIACIÓN DEL AREA DE MOLIENDA.</b>	
1.1.0 Antecedentes	2
1.2.0 Efectos de la ampliacion	4
1.2.1 Medidas de seguridad y protección	
1.2.2 Medidas de protección al medio ambiente	
1.2.3 Instalaciones internas	
1.2.4 Calidad de energía	
1.2.5 Sistema interconectado sur y sistema interconectado nacional	
1.2.6 Suministro de energía	
1.3.0 Beneficios	7
<b>CAPITULO II</b>	8
<b>CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	
2.1.0 Supervisión de la obra eléctrica	8
2.2.0 Ampliación de la subestación Casa de fuerza 10/4.16 Kv	9
2.3.0 Condiciones ambientales y climáticas	10
2.3.1 General	
2.3.2 Estandares y códigos	
2.3.3 Ubicación del sitio	
2.3.4 Condiciones ambientales	
2.3.5 Niveles de voltaje normalizados	
2.4.0 Instalaciones eléctricas en general	12

2.4.1	Sistema de iluminación	
2.4.2	Tomacorrientes	
2.4.3	Sistema de comunicación	
2.4.4	Puesta a tierra	
2.4.5	Protección contra caída de rayos	
<b>CAPITULO III</b>		<b>16</b>
<b>CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DEL NUEVO EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO</b>		
3.1.0	Celdas media tensión	<b>17</b>
3.1.1	Alcances	
3.1.2	Trabajos incluidos	
3.1.3	Trabajos excluidos	
3.1.4	Normas y códigos	
3.1.5	Condiciones climáticas v ambientales	
3.1.6	Descripción técnica	
3.1.7	Inspección y pruebas	
3.2.0	Arrancador motor sincrónico 4000 HP, 4.0 KV	<b>25</b>
3.2.1	Alcance	
3.2.2	Trabajos incluidos	
3.2.3	Trabajos excluidos	
3.2.4	Normas y códigos	
3.2.5	Condiciones de operación	
3.2.6	Descripción del equipo	
3.3.0	Sala eléctrica	<b>29</b>
3.3.1	Requisitos constructivos	
3.3.2	Instalaciones eléctricas v mecánicas	
3.3.3	Tablero de alumbrado 400/230V, 60Hz	
3.4.0	Transformadores	<b>30</b>
3.4.1	Alcances	
3.4.2	Trabajos incluidos	
3.4.3	Trabajos excluidos	
3.4.4	Normas y Códigos	

3.4.5	Condiciones climáticas y ambientales	
3.4.6	Subestación unitaria 1.25 MVA, 4.16/0.48 KV	
3.4.7	Transformador principal 4MVA, 10/4.16 KV	
3.5.0	Motores baja tensión 460V, 60Hz.	45
3.5.1	Alcance	
3.5.2	Códigos y estándares	
3.5.3	Condiciones Operativas	
3.5.4	Características generales	
3.6.0	Centro de control de motores 460V. 60 Hz	50
3.6.1	Alcance	
3.6.2	Trabajos incluidos	
3.6.3	Trabajos excluidos	
3.6.4	Normas y códigos	
3.6.5	Requerimiento de diseño y construcción	
3.6.6	Cableado	
3.6.7	Placas de identificación	
3.6.8	Acabado	
3.6.9	Inspección y pruebas	
3.7.0	Cables eléctricos de fuerza y control	59
3.7.1	Alcances	
3.7.2	Normas y estándares	
3.7.3	Descripción general	
3.7.4	Pruebas	
3.8.0	Variadores de velocidad en baja tensión 460V	61
3.8.1	Generalidades	
3.8.2	Trabajo incluido	
3.8.3	Trabajo excluido	
3.8.4	Códigos y estándares	
3.8.5	Condiciones ambientales	
3.8.6	Descripción del equipo	

<b>CAPITULO IV</b>	67
<b>LINEAMIENTOS DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN</b>	
4.1.0 Introducción	67
4.2.0 Códigos y estándares	
4.3.0 Alcance	
4.4.0 Requisitos de diseño	68
4.5.0 Documentación	69
4.6.0 Diagramas de tuberías e instrumentación	
4.7.0 Índice de instrumentos	
4.8.0 Lista de alarmas	70
4.9.0 Especificaciones de instrumentos	
4.10.0 Planos de disposición en la sala de control	
4.11.0 Plano de configuración de los paneles de control	
4.12.0 Diagramas de interconexión de bucles de control	
4.13.0 Diagramas esquemáticos de enclavamiento de control secuencial y de control de motores	
4.14.0 Diagramas de ubicación de instrumentos	71
4.15.0 Detalle de instalación de instrumentos	
4.16.0 Lista de cables y/o tuberías	
4.17.0 Descripción funcional de los bucles de control y de los circuitos de control	
4.18.0 Instrumentación	72
a) Generalidades	
b) Tipos de medición	
<b>CAPITULO V</b>	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL NUEVO EQUIPAMIENTO</b>	74
5.1.0 Celdas media tensión 4.16 y 10Kv	74
a) Datos técnicos del fabricante	
b) Protocolo de pruebas	
5.2.0 Motor 4000 HP, 4Kv de molino de bolas 400Tn/Hr	86
5.2.1 Celda arrancador motor sincrónico 4000HP, 4.0Kv	86



5.2.2	Maintenace guidance on electric machinerv synchronous motors 4000HP 4.0KV (guia de mantenimiento del motor sincrono 4000 HP)	90
5.2.3	Datos eléctricos motor sincrono 4000 HP	95
	a) Datos nominales	
	b) Curvas de prueba en fábrica	
	c) Certificados de prueba	
	d) Parámetros eléctricos de operación (Comisionamiento).	
5.3.0	Transformadores de potencia	114
5.3.1	Datos transformador 1.25MVA, 4.16/0.48 KV	114
5.3.2	Transformador de potencia 4.0 Mva, 10/4.16Kv	118
	a) Reporte pruebas en fábrica	122
	b) Pruebas de fábrica	123
5.4.0	Datos del centro control de motores 460V, 60Hz.	130
	a) Cuadro resumen oferta técnica de los fabricantes	
	b) Detalle técnico del CCM por fabricante	
	c) Cuadro de evaluación económica	
	d) Listado de equipos	
	e) Cuadro de cargas definitivo	
	f) Checklist	
5.5.0	Hoja técnica variadores de velocidad 460V, 60Hz	139
5.6.0	Sistema de control	145
5.6.1	Elécción del sistema	145
	a) Hardware	
	b) Software	
	c) Consideraciones finales	
5.7.0	Otros datos técnicos	149
	a) Diagrama de tuberías P&ID - Simbología y leyenda.	
	b) Lista de instrumentos	
	c) Lista de cables de instrumentación	

<b>CONCLUSIONES</b>	171
<b>ANEXOS</b>	174
ANEXO A Instalación y montaje electromecánico	175
ANEXO B Diagnostico de la calidad de energia	204
ANEXO C Operación del sistema de rechazo de carga automático	225
ANEXO D Detalles técnicos para las pruebas de campo de transformadores de potencia.	236
ANEXO E Sistema de control distribuido	265
ANEXO F Costos estimados del proyecto	312
ANEXO G Relación de planos	318
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	322

## **PROLOGO**

La inversión y desarrollo permanente de nuevos proyectos en un centro minero conllevan a la ejecución de proyectos con tecnología de punta, en donde las áreas de desarrollo involucradas como Ingeniería, Procesos, Mina, Mantenimiento, Controler y Gerencia desarrollaron planes estratégicos con la finalidad de obtener en el corto plazo un incremento de la producción de mineral y que el retorno de capital se de en el plazo estimado y aprobado durante el desarrollo de la ingeniería básica.

El nuevo proyecto de Ampliación Molienda que considera la instalación de un nuevo molino de bolas iba a permitir incrementar la producción de concentrado de cobre, habiéndose desde entonces desarrollado la ingeniería de detalle que luego de la última revisión se aprobó la emisión de planos para su construcción, estimándose en un período de 4 a 5 meses la construcción y puesta en servicio del proyecto.

La ingeniería definió el montaje e instalación de un nuevo molino de bolas con una capacidad de molienda de 400 Tn/Hr, accionado por un motor síncrono de 4000 HP, 4.16Kv, además de los servicios auxiliares necesarios.

Agradezco a la Empresa y a la Gerencia de Ingeniería por haberme dado la oportunidad de revisar los diseños y supervisar las obras electromecánicas del proyecto, dando inicio a una serie de experiencias en Diseño, Supervisión, Comisionamiento, Puesta en Marcha de Proyectos Eléctricos Mineros.

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES, EFECTOS Y BENEFICIOS DE LA AMPLIACION DEL AREA DE MOLIENDA**

#### **1.1 Antecedentes**

El sistema de molienda de la planta concentradora venía operando durante su proceso productivo con dos molinos horizontales de bolas, estos son :

- Molino N° 1, Marca Allis Chalmers de 16' x 20'
- Molino N° 2, Marca Allis Chalmers de 16' x 20'

Estos trabajan en dos circuitos de molienda, clasificación donde cada circuito está constituido por un molino y un nido de 4 hidrociclones de 26" de diámetro quienes se encargan de la clasificación del flujo (material extraído mezclado proporcionalmente con agua), el producto obtenido alimenta a un sistema de recicloneo donde el Over flow se alimenta a la flotación y el Under flow se va a la molienda secundaria ó remolienda donde se utiliza otro molino de bolas de menor tonelaje marca Allis Chalmer 9'x12' a fin de obtener un producto de iguales características que el Over flow del recicloneo.

El proceso de molienda se realiza en una sola etapa disponiendo a la fecha de una capacidad de 13,000 TM/día, el producto con 40 % malla + 150 es enviado al circuito de flotación para su posterior concentración y obtención del producto final – Concentrado de cobre de hasta un 35%.

Trabajando al 100% de su capacidad instalada el tratamiento de mineral autorizado de la planta concentradora es de 13,000 TM/día, operando las 24 horas/día, durante 365 días/año que hacen una capacidad de producción anual sin paradas de 4`745.000 TM de concentrado de cobre.

Con las recomendaciones técnicas del personal de la Superintendencia de Procesos, se conceptualizó instalar un tercer molino que permita incrementar la producción de molienda diaria ante la posibilidad de crecimiento de las TM de mineral chancado,

esta recomendación fue aprobada por la Gerencia de Operaciones y puesta de inmediato en manos de la Superintendencia de Ingeniería para el desarrollo de la Ingeniería del proyecto.

En síntesis ésta ampliación proyectó el montaje de un nuevo molino horizontal de bolas con las características generales siguientes:

#### **Molino**

- Marca : Nordberg
- Dimensiones : 16'x24.5'
- Tipo : Bolas
- Capacidad de Molienda : 400 TM/Hora

#### **Motor**

- Potencia : 4,000 HP
- Tensión : 4000V
- Altura : 4100 msnm
- Tipo Arranque : Por autotransformador

#### **Servicios Auxiliares**

- Potencia : 1250 KVA
- Tensión : 480V, 60Hz
- Equipamiento :

- Transformador 1250KVA, 4.16/0.48 Kv

#### **Cargas principales :**

- 01 Centro de control de motores 480V, 60Hz
- 02 Variadores de velocidad 420Kw, 460V
- 01 Transformador para sistema de alumbrado
- 01 Tablero de control del Sistema de control distribuido-DCS.

## **1.2 Efectos de la Ampliación**

### **1.2.1 Medidas de seguridad y protección**

El molino N° 3 y equipos auxiliares cuentan en su diseño final con sistemas de seguridad mecánicos y eléctricos estandarizados por la compañía para este tipo de instalaciones, vale decir código de colores en todas las instalaciones electromecánicas y de seguridad, identificación de zonas, cuadro de responsabilidades. Estas medidas de seguridad comprenden los diseños de barandas metálicas, escaleras, pisos antideslizantes (grating), sistema contraincendio, sistema de alarmas, paradas de emergencia, sistemas de lock out en todos los tableros eléctricos, alumbrado interior y exterior, luces de emergencia y en general toda instalación que de seguridad al personal en general.

La puesta en marcha del molino previó el uso de alarmas auditivas y visuales (sirenas, luces) para todo equipo que este por iniciar su arranque, se instaló secuencias de enclavamiento propias del arranque, existe comunicación entre el personal operativo vía línea fija y vía radios portátiles, en resumen las facilidades y estándares de comunicación, operatividad y seguridad han sido dadas.

### **1.2.2 Medidas de protección al medio ambiente**

Los efectos ambientales posteriores han sido evaluados y estudiados antes y después de la instalación de este molino y cuyo resultado indica que no representa mayor implicancia a los efectos ambientales ya existentes. En conclusión el molino N° 3 y sus equipos auxiliares no alterarán el sistema de control de efluentes líquidos, control de calidad de aire y las estaciones de la red de monitoreo existentes durante el proceso.

En general las condiciones futuras con la nueva instalación no diferirán sustancialmente de las actuales, es decir tanto la atmósfera interna como externa de la planta no sufrirá mayor alteración pero ocasionalmente puede contener polvo fino.

Las áreas actuales de proceso están clasificadas como áreas polvorientas pero no peligrosas.

### **1.2.3 Instalaciones internas**

Todas las instalaciones existentes, llámese eléctricas, civiles y mecánicas involucradas en el proceso de ampliación molienda, es decir - Patio de Transformadores 10/4.16Kv,

Sala de Celdas 10Kv, Sala de Celdas 4.16Kv y diversas zonas de Planta Concentradora se vieron modificadas con la ampliación del nuevo equipamiento para el molino N° 3.

#### **1.2.4 Calidad de energía**

Sabiendo de los alcances que prevee la Norma Técnica de Calidad de Energía a aplicarse en el Sector Eléctrico Peruano, se previó el monitoreo de los parámetros eléctricos una vez iniciada la operación del tercer molino, operación que coincidía con la puesta en servicio de dos palas de carguío de 2300Kva en 4.16Kv, de aproximadamente 1.5 MW de máxima demanda cada una, necesarias para el acarreo de mineral hacia la nueva molienda. La toma de datos eléctricos se efectuó siguiendo los lineamientos de la Norma, los registros se efectuaron en diversos puntos de nuestro sistema eléctrico interno y externo, pudiendo comprobar finalmente que los valores obtenidos estaban dentro de lo permitido por la Norma de Calidad de Energía a ser aplicada en el corto plazo.

Todo el detalle de estos registros y demás análisis está indicado en el capítulo 7, Anexo D.

#### **1.2.5 Sistema Interconectado Sur y Sistema Interconectado Nacional**

La modificación de la Norma Técnica de Operación en tiempo Real de los Sistemas Interconectados, en lo relativo a plazos para la realización de estudios e implantación de esquemas de Rechazo de carga automática (Diario El Peruano del 15 abril, 2000) trajo como consecuencia la evaluación e implementación inmediata de relees de frecuencia tanto de frecuencia fija como de derivada de frecuencia a fin de cumplir con lo indicado en la Norma mencionada.

El estudio suministrado por el COES (Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico) a los Generadores y estos a sus clientes definió los setting de frecuencia fija y derivada de frecuencia para cada una de las cargas a rechazar en el sistema interconectado sur (prioridades de rechazo).

Actualmente nuestro sistema de rechazo de carga está operativo y el cuadro de setting se indica en el Capítulo 7, Anexo E.

#### **1.2.6 Suministro de energía**

La ampliación molienda y la puesta en servicio de dos nuevas palas para carguío en la zona de mina incrementó nuestra máxima demanda en aproximadamente 6.5 MW. Este incremento de demanda fue solicitado al Generador para las pruebas y puesta en servicio del Molino 3 y de las Palas eléctricas mencionadas. El contrato de compra

de energía de la compañía fue celebrada con el Generador a nivel de barra 10Kv, quedando definida la modalidad de potencia contratada en Potencia(Hora Fuera Punta) = 23 MW y Potencia(Hora Punta) = 21.5 MW, en la cláusula de este contrato se indicaba que puede renovarse y/o suspenderse el mismo con antelación a 6 meses.

A partir de enero del año 2002 probablemente tendremos un incremento en nuestra Demanda, lo que motivará que la Compañía tenga en cuenta dicha cláusula para renovar o contratar con otra u otras Empresas la compra de energía.

Este incremento de demanda será debido al inicio de operaciones de nuevos proyectos mayores (Planta de Óxidos y Nueva presa de relaves).

Por otro lado, el suministro de energía eléctrica para el centro minero es atendida desde una Subestación 138Kv colindante y de propiedad de Etesur, que dispone de un transformador principal de 20/25 MVA, 138/10Kv, ésta subestación está interconectada en 138 Kv con las líneas de transmisión siguientes : Línea 1008 que viene de la Subestación santuario (Central Hidroeléctrica Charcani V - Arequipa), Línea 1005 desde la Subestación Quencoro (Cuzco) y Línea 1006 desde la Subestación Azangaro (Puno).

Por otro lado, se sabía de la interconexión del sistema centro norte con el sistema sur. También sabíamos que el escenario eléctrico tendría mayor claridad en cuanto a costos de energía (\$/Kwh) con el inicio del proyecto "Gas de Camisea". Similarmente y en menor grado se sugirió tener en cuenta el ingreso o reingreso al mercado de las generadoras como son la Central a carbón en Ilo II (Julio 2000) de Enersur y la Central Hidroeléctrica Machupicchu (Abril 2001), lo que haría más competitivo el mercado eléctrico (probablemente exista mayor oferta que demanda) pero que iban a tener un efecto positivo en cuanto al costo promedio de los Kwh, precio que a la fecha oscila alrededor de los 0.40 cts\$/Kwh. (Julio 2001).

La compañía cuenta además con una central térmica cuya capacidad instalada es de 16.8 MW distribuida en 08 grupos electrógenos de generación que operan con petróleo diesel 2, siendo el margen real explotable de potencia de hasta 16 MW. Esta central opera en casos de emergencia y en el futuro está destinada probablemente a operar menos debido al costo de producción de los KWh producidos, los casos de emergencia suscitados en nuestras operaciones pueden deberse a rechazo de carga y/o salidas intempestivas del sistema interconectado sur debido sobretodo a fallas climáticas entre las fechas de Noviembre a Abril, fallas que



se producen generalmente debido a la salida de una las líneas de transmisión (sobretudo la 1008) por problemas de tormentas eléctricas y/o a la salida de una central generadora en la zona sur (San Gaban, Macchupichu o Charcani V por nombrar a las de mayor capacidad).

Ya Siendo un hecho la interconexión de los Sistemas Norte – Centro y Sur la administración de la central térmica seguirá a cargo de la Empresa Generadora San Gaban S.A. bajo la dirección del ahora Coes-Sinac (Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional), el Coes-Sinac determina día a día si es necesaria o no la operación de los Grupos electrógenos de la Central Térmica, lo que comunica al personal de Casa de Fuerza de BHP quien mantiene y opera la Central Térmica.

### **1.3 Beneficios**

El molino N° 3, iniciará sus operaciones para reemplazar eventualmente la molienda primaria del molino N° 1, molino que deberá entrar en proceso de mantenimiento por tener grietas en el casco. Posteriormente el circuito de molienda operara con uno de los molinos de 16'x20' como molienda secundaria, tomando toda la carga de recicloneo en reemplazo del molino Allis Chalmer 9'x12' que pasará a operar con medios del circuito de limpieza.

Las metas indican que estaremos en condiciones de incrementar nuestra capacidad de tratamiento de 13,000 TM/día a 16,500 TM/día una vez iniciada la puesta en servicio del molino nro. 3.

El Molino N° 3 permitirá tener una capacidad de molienda suficiente, para reemplazar las paralizaciones esporádicas de los molinos N° 1 y N° 2, también mejorará la calidad de molienda y garantizará la capacidad de producción de la planta en su conjunto.

Los niveles de tratamiento de mineral sulfurado de cobre, con una ley de 1.80% de cobre se Irán incrementando progresivamente hasta llegar a los 16,500 Toneladas de concentrado por día con un 34% de cobre.

## **CAPITULO II**

### **CONSIDERACIONES BASICAS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **2.1 Supervisión de la obra Eléctrica**

Durante la etapa de diseño e inicio del montaje e instalación del equipamiento electromecánico y de instrumentación relacionada del tercer molino, se designó un “ Ingeniero Supervisor general ” teniendo bajo su responsabilidad las funciones siguientes

Coordinación directa con el supervisor de obra de los contratistas.

Responsabilidad directa del montaje e instalación de equipos eléctricos y de instrumentación.

Facultad de modificar, aprobar y supervisar la ejecución con los cambios aprobados durante el montaje e instalación de equipos e instrumentos.

Reuniones diarias a fin de coordinar el avance y ejecución de los trabajos planeados.

Seguimiento estricto de la obra a fin de hacer cumplir el cronograma establecido.

Verificación permanente de lo indicado en los planos revisados y aprobados para construcción.

Revisión y aprobación de los reportes de avance de obra de los contratistas, revisión de las horas hombre trabajadas.

Supervisión y aprobación de los protocolos de prueba de cada equipo.

Revisión y acta de entrega de planos As Built al concluir la obra.

Responsable ante las Empresas Eléctricas de toda coordinación relacionada con la ampliación de carga y las pruebas de arranque a efectuarse.

La etapa de construcción eléctrica estuvieron basadas en lo indicado en la Especificación Técnica de Montaje Eléctrico (Anexo A), en las especificaciones

técnicas de los equipos, en los planos eléctricos aprobados, planos de montaje y planos de instrumentación y control.

## 2.2 Ampliación de la subestación 10/4.16 Kv

La totalidad de las nuevas cargas eléctricas para este proyecto ha sido compensada con la instalación de un 5to. Transformador de potencia de 4.0MVA, 10/4.16Kv de similares características a los 04 transformadores de potencia existentes; en general todas las cargas de molienda y chancado (cargas en 4.16 Kv) son alimentadas desde la barra de distribución general en 4.16Kv, barra a donde convergen en paralelo los 04 transformadores de 4.0MVA y a quienes se sumará un 5to. transformador destinado para éste proyecto.

Se optó por la instalación de un 5to. transformador de potencia debido a que la máxima demanda en el lado de 4.16 Kv llega a valores promedio de 12.5 MW, a ésta potencia se sumara la potencia del nuevo molino más auxiliares estimados en 2.8Mw + 0.7 Mw = 3.5 Mw (la carga adicional por el montaje de 02 nuevas palas P&H 2300 cuya potencia promedio estimada es fluctuante y será de 1.25 a 1.8 Mw, es decir en las dos palas tendremos una máxima potencia puntual de 3.6 Mw, es una carga en 10Kv por lo tanto no es alimentada por los transformadores de potencia de 4.0 Mva, 10/4.16Kv. existentes), en resumen cada transformador asumirá una potencia que ha sido estimada de la siguiente forma :

- Demanda promedio MW actual	12.50 MW
- Factor de potencia promedio por transformador	0.96
- Potencia Aparente	13.02 MVA
- Carga actual asumida por cada Transformador de 4.0 MVA (Total = 4)	3.25 MVA
- Carga adicional con la ampliación del molino 3	3.50 MW
- <b>Total cargas</b>	<b>16.00 MW</b>
(Solo con 04 transformadores tendríamos $16/4 = 4$ Mw. por transformador)	

Considerando un quinto transformador :

- Carga total por cada transformador de 4.0 MVA	$16/5 = 3.20$ MW
- Manteniendo el mismo factor de potencia	0.96

- Potencia Aparente por cada transformador 3.33 MVA

**Conclusión** Con 04 transformadores de 4.0 Mva., estos trabajarían cerca de su plena capacidad (4 Mw) y en algunos casos sobrecargados debido a la demanda exigida por el proceso productivo del nuevo molino y otras cargas asociadas, se recomendó añadir un nuevo transformador de 4.0Mva. en paralelo a los otros 04 existentes (en esta configuración se obtiene en promedio 3.2Mw por transformador) que además permitiría disponer de reservas de potencia ante las ampliaciones menores que se darán en el corto plazo.

**Nota :** Con la instalación de un nuevo quinto transformador de 4.0 Mva, 10/4.16KV y la puesta en servicio en el corto plazo de 02 nuevas palas P&H 2300, 4.16 Kv (2.2 a 3.6Mw), la máxima demanda se incrementara de 16 Mw a 21 Mw aproximadamente.

## **2.3 Condiciones ambientales y climáticas**

### **2.3.1 General**

La información suministrada en este ítem establece el criterio mínimo de diseño para el equipo y material eléctrico. En caso de contradicción entre lo aquí establecido y la especificación de la cual forma parte, tendrá preferencia la especificación.

El tamaño especificado del equipo debe considerarse como nominal. Se tomará en cuenta el tamaño estándar que tenga el vendedor si este cumple plenamente con los requerimientos especificados anteriormente.

### **2.3.2 Estándares y códigos**

Los equipos y materiales deberán cumplir con la última edición de los estándares y códigos tal como se establece en la especificación del equipo. El equipo debe estar de acuerdo con los requerimientos de las leyes y regulaciones del Perú. En caso de diferencias entre los códigos o estándares se aplicará la exigencia más severa.

### **2.3.3 Ubicación del sitio**

La Planta concentradora Tintaya está ubicada a 250Kms de la Ciudad de Arequipa en la provincia de Espinar, Departamento del Cuzco.

Se puede llegar al sitio desde Lima por la carretera Panamericana Sur, siguiendo la siguiente ruta : Lima-Arequipa-Tintaya

### 2.3.4 Condiciones ambientales

#### Temperaturas :

Verano (promedio)	:	10°C
Verano (máxima)	:	18°C
Invierno (media)	:	6°C
Invierno (mínima)	:	-14°C
Humedad relativa	:	60%
Promedio mensual lluvias	:	500 mm/mes
Altitud	:	4 100 msnm.
Velocidad Máxima del viento	:	30 m/seg
Zona sísmica	:	II

### 2.3.5 Niveles de voltaje normalizados

#### a) En general

10 000 V, 3 fases, 60 Hz.	:	Distribución primaria
4 160 V, 3 fases, 60 Hz	:	Fuerza
460 V, 3 fases, 60 Hz.	:	Fuerza
230 V, 1 fase, 60 Hz	:	Alumbrado y tomacorrientes
120 Vca, 1 fase, 60 Hz.	:	Mando y señalización
120 Vcc,	:	Control y Protecciones

#### b) Motores

Las tensiones de utilización de los motores han sido considerados teniendo en cuenta los rangos de potencia siguientes :

- Mayores o iguales a 500 HP : 4160V, 3 $\phi$ , 60Hz
- Motores entre ½ y 500 HP : 460V, 3 $\phi$ , 60Hz
- Motores menores e iguales a ½ HP : 230V, 1 $\phi$ , 60Hz.

El sistema de mando y control para todos los motores eléctricos será en 120Vca, 60 Hz.

#### c) Instrumentación, Control y Protección

- Control arrancadores p/motores : 120Vca, 1 $\phi$ , 60Hz.
- Instrumentación : 120Vca, 1 $\phi$ , 60Hz

- Alimentación DCS : 120Vca, 1 $\phi$ , 60Hz
- Mando Celdas media tensión 125Vcc.
- Medición Celdas MT 120Vca
- Protección Celdas MT 120Vca

La tensión de control será obtenida desde un transformador monofásico 5 Kva, 480/120Vca que deberá incluirse dentro del equipamiento del MCC 460V, 60Hz.

La tensión para instrumentación se obtendrá desde otro transformador monofásico de 5Kva, 480/120Vca, también instalado en en MCC 460V, 60Hz.

La tensión continua en 125Vcc se obtendrá de los servicios auxiliares existentes en la sala de tableros de casa de fuerza.

## 2.4 Instalaciones eléctricas en general

### 2.4.1 Sistema de Iluminación

El suministro de tensión para el sistema de alumbrado se obtuvo del secundario de un transformador trifásico de 45 Kva, 480/400-230V, 60Hz. cuyos circuitos están protegidos desde el tablero general de alumbrado mediante interruptores termomagnéticos, el tablero ha sido instalado en el interior de la sala eléctrica. La iluminación abarcará los cuatro niveles de la edificación, la zona exterior al molino, pasillos, escaleras, coberturas e interior de la sala eléctrica.

Los niveles de iluminación promedio se basan en standares, siendo los valores los siguientes

<b>Zona</b>	<b>Nivel Iluminación</b>
Áreas de operación de la Planta	300 Lux
Escaleras y pasillos	100 “
Galería de faja transportadora	100 “
Sala de equipos eléctricos	500 “
Sala de control de operación	750 “
Subestación exterior	20 “
Caminos, alrededores	10 “
Ver planos de detalle de distribución de alumbrado	

- ELEC-G-005 : Estandares-Detalles instalación de alumbrado.
- ELEC.-SSAA-003 : Molienda - Disposición de alumbrado-Planta.

#### **2.4.2 Tomacorrientes**

Las tensiones de utilización para tomacorrientes son las siguientes

- a) Salida para máquinas de soldar 460V, 3 $\phi$ , 60Hz
- b) Salidas de servicio 230V, 15A, 1 $\phi$ , 60Hz

El suministro de tensión para a) será obtenida del CCM 480V, 60Hz a instalarse en la sala eléctrica y para b) la tensión se obtendrá del tablero general de alumbrado debidamente protegido con interruptores del tipo diferencial con rangos de sensibilidad entre 10mA y 30 mA.

#### **2.4.3 Sistema de comunicación**

En general, el alcance de las comunicaciones en el área del molino 3, consiste de

- a) Anexo telefónico en la nueva sala eléctrica, comunicación directa con la sala principal de control desde donde se controla todo el circuito de molienda de Planta concentradora..
- b) Sistema de comunicación por radio para el personal operativo en frecuencia definida.

#### **2.4.4 Puesta a tierra**

Con la finalidad de mantener la continuidad del sistema de puesta a tierra tanto de los edificios existentes como de la nueva ampliación, se instalará una malla perimetral de puesta a tierra formada por conductores de cobre desnudo de similares características a las existentes, enterrados a una profundidad de 0.80 mts. y aterrados con el uso de electrodos verticales.

Similarmente, todo equipamiento que lo requiera, llámese estaciones de transformación, sistema de control DCS, pararrayos, etc. dispondrán de mallas de tierra individuales conectadas a la malla de tierra perimetral utilizando cable de cobre desnudo de sección específica e indicada en el plano correspondiente.

Se deberá instalar conexiones cruzadas adecuadas para conectar el acero estructural de los edificios a la malla de tierra, garantizando un buen contacto entre los puntos.

En general los equipos serán conectados a la malla de tierra de tal forma que haya siempre por lo menos un camino disponible hacia la malla.

Los motores de baja tensión serán puestos a tierra mediante un conductor conectado independientemente hacia la barra de puesta a tierra del centro de control de motores.

El motor de media tensión de molino 3 tendrá una conexión independiente y directa a la malla de tierra, paralela al conductor de puesta a tierra del cable de energía 4.16Kv.

Ver planos de detalle siguientes :

EL-G-002 : Sistema general de puesta a tierra.

EL-G-003 : Estandares, detalles de instalación de P.T.

EL-G-009 : Fajas Transportadoras, Sist. P.T.

EL-G-013 : Sistema de puesta a tierra - Molienda

#### **2.4.5 Protección contra rayos**

Todo pararrayos tiene por finalidad crear una región ionizada alrededor suyo, facilitando una trayectoria de menor resistencia para la corriente piloto, emitida por la nube, auxiliando así el canal de descarga y orientando el camino del rayo.

La ionización del aire generado por el pararrayos convencional es posible debido a la existencia del campo eléctrico entre la nube y la tierra, que actúa provocando una concentración de cargas eléctricas en el pararrayos y la consecuente emisión de flujo electrónico bajo la forma de una descarga silenciosa, cuanto mayor sea el volumen del aire ionizado alrededor del pararrayos, mayor será la captación.

Para hallar la sombra de protección de la corriente piloto se ha utilizado el método electro-geométrico, el cual protege en una forma efectiva los equipos que se encuentran dentro de esta sombra de protección en un ángulo generatriz de 45°C.

Por otro lado, la cobertura de protección del pararrayos (Punta Franklin) es un cono de 45° de generatriz.

La cobertura dada por un sistema captor de rayos que cubra toda el área del edificio del tercer molino, se puede obtener por un captor del tipo ionizante no radioactivo (pararrayos con dispositivo de cebado) que tiene un radio de cobertura de hasta 100 mts. suficiente para cubrir las todas las áreas en construcción del tercer molino. Este captor ha sido elegido y se conecta a un sistema de pozos de tierra (tres pozos verticales ubicados en el vértice de un triángulo equilátero de 6 mts. de lado como mínimo) que garantizan una resistencia menor a los 5 ohmios, esta tierra se conecta a la malla perimetral existente, estas conexiones han sido hechas con cable de cobre desnudo de 50mm<sup>2</sup> de sección, con trayectoria recta, habiendo sido permitido el uso de canalización tipo conduit metálico como protección del cable de bajada.



Todos los accesorios para el montaje del pararrayos, instalación del cable de bajada y conexión a la malla de tierra se han efectuado con productos recomendados y/o suministrados por el fabricante del captor de modo que se garantice una sólida, segura y efectiva instalación del pararrayos.

Ver Plano EL-G-017 : Sistema de Protección contra descargas atmosféricas.

## **CAPITULO III**

### **CARACTERISTICAS TECNICAS GENERALES DEL NUEVO EQUIPAMIENTO ELECTROMECHANICO**

Todo el equipo eléctrico asociado al nuevo proyecto de ampliación molienda ha sido instalado en áreas previamente evaluadas y aprobadas de acuerdo a las alternativas y diseños, en resumen los equipos se instalaron en las áreas siguientes : Patio de transformadores, Sala Celdas 10Kv, Sala de tableros 4.16 Kv, Zona de parqueo Planta concentradora. El principal equipamiento eléctrico de fuerza, control y automatización instalado ha sido el siguiente

- Celda de Media tensión
- Arrancador Motor Síncrono de 4000 HP, 4.0 Kv
- Salas eléctrica (incluye servicios propios)
- Transformador de potencia y de servicios auxiliares
- Motores de baja tensión 460V, 60Hz
- Centro de control de motores 460V, 60Hz.
- Cables eléctricos de fuerza y control
- Variadores de velocidad 460V.

### **3.1 Celdas Media Tensión**

Las celdas de media tensión serán del tipo blindado para uso interior y equipadas con interruptores en vacío, del tipo extraíble, diseñados para operación eléctrica desde una fuente externa de corriente continua (125Vcc) y para una tensión nominal considerando la corrección por altura.

Cada celda de salida deberá estar equipada con las protecciones necesarias (sobrecorriente 50/51, falla a tierra 50N/51N, diferencial, etc.), mando local ó distancia, señalización, equipo de medición electrónica.

#### **3.1.1 Alcances**

Esta especificación cubre los requerimientos de diseño, detalle, componentes, fabricación, ensamble y pruebas de celda y tablero de distribución de media tensión según lo siguiente

- Celda metal clad 10Kv, equipada con disyuntor y equipo de protección para módulo de transformación. Incluye conexión a barras de celda adyacente existente.
- Celda metal clad 4.16Kv equipada con disyuntor y equipo de protección para módulo de transformación.
- Tablero de distribución 4.16KV metal clad, con sección de llegada y dos celdas de salida equipadas con disyuntores y sistema de protección para alimentador.

#### **3.1.2 Trabajos incluidos**

Los trabajos incluirán

El diseño, fabricación, ensamble, cableado y pruebas de los equipos comprendidos en la presente especificación técnica

El suministro de planos, datos técnicos y manuales de instrucciones de los equipos y partes.

Asistencia técnica durante las pruebas en el sitio y puesta en funcionamiento de los equipos suministrados.

#### **3.1.3 Trabajos excluidos**

- Transporte y almacenamiento en el sitio.
- Cimentaciones
- Instalación y montaje
- Cableado de fuerza y control exteriores a los equipos

### 3.1.4 Normas y códigos

Los equipos están diseñados, fabricados y probados de acuerdo a la última edición de los siguientes estándares y códigos, incluidos sus suplementos y adendas si los hubiera :

En General ANSI, NEMA, IEEE, CSA, EEMAC, IEC

En Particular :

ANSI-IEEE C37.20 : Switchgear Assembling Including Metal Enclosed Bus.

ANSI-IEEE C37.010 : Application Guide for AC High voltage Circuit Breaker Rated on a Symmetrical Current Basis.

IEC 56 : Circuit Breaker M.V.

IEC 298 : Medium Voltage Switchgear

IEC 185 – 186 : Metering Transformers

IEC 255 : Relays

CSA C22.2,

UL 347

### 3.1.5 Condiciones climáticas y ambientales

Referirse al Capítulo 2.0, ítem 2.3

### 3.1.6 Descripción técnica

#### a) General

Las celdas y disyuntores tendrán los siguientes valores nominales como mínimo :

Descripción	Celda 10Kv	Celda y tablero 4.16Kv
Tensión de operación	10KV, 3f, 60Hz	4.16Kv, 3f, 60Hz
Tensión Nominal	24 – 27Kv	13.8 – 17.5 Kv
Nivel de asilamiento		
- BIL	125 Kv pico	95 Kv pico
- 60Hz	60 Kv	36 Kv
Capacidad de ruptura	25 KA	25 KA

**b) Celda 4.16Kv (42MVS001A)**

Celda tipo METALCLAD, uso interior, autoportada, sin partes bajo tensión accesibles, con todos sus componentes debidamente ensamblados, conectados, cableados y listos para ponerse en servicio, con compartimientos separados para barras, ingreso de cables, equipos de media tensión y de baja tensión, compuesto por :

- Un disyuntor de potencia, en vacío 13.8 Kv, 1250A, tipo extraíble, con mecanismo de cierre y de disparo por almacenamiento de energía, operación manual (manivela) y eléctrico (motor), control, 120Vcc, con contactos auxiliares.
- Tres transformadores de corriente 800/5/5 A, clase – 5P10, encapsulados en resina.
- Un transformador toroidal
- Barras de cobre 10x80 mm, 1250A.
- Un sistema de protección multifunción que incluirá por lo menos lo siguiente (consultar Plano 420-47-001)
  - Protección contra sobrecorriente instantáneo 50
  - Protección contra sobrecorriente temporizado 51
  - Protección de sobrecorriente tierra temporizado 51G
- Un medidor multifunción electrónico con opción de comunicación a PC.

**c) Celda 10Kv (42MVS002A)**

Celda tipo METALCLAD, uso interior, autoportada, sin partes bajo tensión accesibles, con todos sus componentes debidamente ensamblados, conectados, cableados y listos para ponerse en servicio, con compartimientos separados para barras, ingreso de cables, equipos de media tensión y de baja tensión; compuesto por :

- Disyuntor de potencia en vacío 24Kv, 1250A, tipo extraíble, con mecanismo de cierre y de disparo por almacenamiento de energía, operación manual (manivela) y eléctrico (motor), control 120Vcc, con contactos auxiliares.
- Tres transformadores de corriente para protección, encapsulados, 5P10, 300/5A.
- Barras Cu aisladas 10x100 mm, 1800A.

- Conexión flexible (Cable XLPE 15Kv, 2(3-1x500mm<sup>2</sup>) a barras de tablero MVS-42-2, 10KV existente.
- Un sistema de protección multifunción que incorporará por lo menos lo siguiente (Ver plano 420-47-001) :
- Protección contra sobrecorriente entre fases (50/51) y sobrecorriente de falla a tierra (50N/51N).
- Protección del transformador de 4 MVA con contactos de alarma y desconexión.

**d) Tablero de distribución 4.16Kv (42MVS001B)**

Celda de llegada METALCLAD (ingreso de cables) con su sistema de barras. Celdas tipo METALCLAD uso interior, autosoportada, sin partes bajo tensión accesibles, con todos sus componentes debidamente ensamblados, cableados y listos para ponerse en servicio, con compartimientos separados para barras, ingreso de cables, equipos de media tensión y de baja tensión, cada celda tendrá :

- Disyuntor de potencia, en vacío 12Kv, 1250A, tipo extraíble con mecanismo de cierre y de disparo por almacenamiento de energía, operación manual (manivela) y eléctrico (motor) control 120 Vcc, con contactos auxiliares.
- Tres transformadores de corriente 800/5/5 A, clase 1-5P10, encapsulados en resina.
- Un transformador toroidal
- Barras de cobre, 2(80x10mm), 2000A, 350MVA.
- Un sistema de protección multifunción que incluirá por lo menos lo siguiente :
  - Protección contra sobrecorriente instantáneo 50
  - Protección contra sobrecorriente temporizado 51
  - Protección de sobrecorriente tierra temporizado 51G

**e) Sistema de medición general**

Se proveerá un sistema de medición multifunción electrónico en la Celda que se especifique. Este instrumento debe permitir el monitoreo del sistema de medición eléctrica asimismo deberá disponer puertos de comunicación RS-

232 y RS-485, en general deberá ser compatible con el tipo de medidor especificado por la Empresa Generadora.

**f) Relés de protección**

Se proporcionará sistemas de protección multifunción. El sistema será montado con el cubículo de baja tensión de cada celda de media tensión. Los contactos auxiliares no deben ser de menos de 5 Amp. en 120 Vac. Deberá de disponer de puertos de comunicaciones RS-232 y RS-485.

Los relés auxiliares de ser requeridos, serán tipo para tablero blindado, operación corriente alterna con contactos de trabajo pesado.

**g) Circuitos de control / componentes**

- **Circuitos de control**

Se suministrarán circuitos de control separados en cada Celda para lo siguiente

Dispositivos de disparo del disyuntor

Dispositivos de cierre y control de disyuntor

Para cada uno de los circuitos anteriores, proveer un bloque-fusible de extraer coordinado con fusible limitador de corriente.

Los cables de control serán No. 14 AWG mínimo, conductor cableado de cobre con aislamiento de 600V retardante al calor y flama. Los cables de los transformadores de corriente serán No. 10AWG.

Las conexiones de los circuitos externos del usuario se conectarán a una bornera tipo presión. Proveer al menos 15% de espacio de reserva en la bornera. Proveer marcadores de cable en todos los puntos de conexión.

- **Señalización**

Las lámparas indicadoras serán de bajo voltaje con tapas de color y con resistencias o transformador de voltaje.

**Rojo** para monitorear la bobina de disparo y posición cerrado del disyuntor

**Verde** para posición abierta del disyuntor

**Ambar** para monitorear el relé de disparo.

## **h) Conexiones de fuerza**

Se proveerá lo siguiente para la terminación de las conexiones de fuerza :

Terminales de compresión o empernados y soportes para los cables de fuerza y control.

Espacio suficiente para los conos de esfuerzo de los cables de media tensión.

Placa removible para entrada de cable, así como el sellado con resina especial antillama.

## **i) Otros**

- **Calefactores anticondensación**

Proveer calefactores anticondensación, controlado por termostato, 120Vac, monofásico para impedir condensación de las partes de trabajo.

- **Placas de identificación**

Proveer las siguientes especificaciones :

Datos de cada celda, como voltaje, corriente, frecuencia, capacidad de interrupción, referencia del fabricante y número de plano.

Identificación del circuito en el frente y detrás de cada celda.

Identificación de funciones de instrumentos, registradores, relés, fusibles, etc.

Señal de aviso de alta tensión.

- **Acabado**

Las celdas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo según estandar del fabricante y pintadas con dos capas de imprimante anticorrosivo del tipo epóxico y dos capas de pintura epóxica de acabado color gris mate, ANSI 61 y/o según el código RAL.

- **Accesorios**

Se suministrarán los siguientes accesorios y/o herramientas : Un juego de herramientas especiales requerido para instalación, ajuste y mantenimiento.

Un dispositivo de cierre (manivela) para el cierre manual del disyuntor.



Un juego de enchufes, cables de pruebas para los relés e instrumentos.

Un cable de acoplamiento para prueba del disyuntor en posición de extraído.

Un juego de dispositivo de puesta a tierra.

Un Kit conteniendo el software del relé o medidor, cable RS 232 para comunicación con una PC y manuales para cada tipo de relé instalado

Un Kit conectores de puesta a tierra.

### **3.1.7 Inspección y pruebas**

#### **a) Inspección en el taller**

El propietario o representante, podrá inspeccionar y examinar los equipos, componentes y materiales durante la fabricación y ensamble para asegurar la conformidad de los materiales, confección y acabado de acuerdo a los requisitos de esta especificación.

El proveedor dará acceso al propietario o su inspector autorizado a las instalaciones del fabricante en horas de trabajo para asegurar el cumplimiento de lo establecido en estas especificaciones y a los planos revisados por el comprador.

#### **b) Pruebas de taller**

El vendedor deberá llevar a cabo en sus instalaciones, todas las pruebas de producción de acuerdo con los estándares especificados y cualquier otra prueba normalmente desarrollada por el fabricante para asegurar la calidad y conformidad con estas especificaciones.

Los accesorios y componentes que no sean cubiertos por estas pruebas se probarán de acuerdo con los estándares aplicables listados en esta especificación.

El postor deberá suministrar con su oferta una lista de todas las pruebas que llevarán a cabo. El método de pruebas debe ser especificado por referencia al estándar más importante o por una breve descripción del método.

El comprador o su representante se reserva el derecho de presenciar cualquiera o todas las pruebas.

El vendedor debe notificar al inspector con un mínimo de 15 días a la fecha de efectuarse las pruebas que el ha seleccionado para la inspección respectiva.

**c) Reportes de Prueba de taller**

Previo al embarque del equipo, el proveedor suministrará seis (6) copias de cada reporte de prueba, firmada por un representante del vendedor, como prueba de cumplimiento con los requisitos de esta especificación.

La aceptación por el propietario o su representante del reporte de prueba certificado, no exime al vendedor de su responsabilidad por el equipo si este no cumple con los requisitos de esta especificación, aún si el equipo se encuentra en las instalaciones del vendedor, en los almacenes del propietario o instalado en el campo.

### 3.2 Arrancador Motor Síncrono de 4000 HP, 4.0 KV

El arrancador del motor para el nuevo molino estará ubicado dentro de la sala eléctrica instalada en el segundo nivel del nuevo edificio, frente al molino. La acometida trasladada por canaletas hacia el arrancador partirá desde la celda de salida en 4.16Kv ubicada en la sala de tableros de casa de fuerza.

En resumen, el arrancador del motor será del tipo "tensión reducida" (arranque por autotransformador) y dispondrá del equipo siguiente :

Contadores de vacío para 7.2Kv, 800A

Fusibles extraíbles

Autotransformador 150KVA, 100, 80, 65, 50, 0%

La combinación fusible-contactor tendrá una capacidad para cortocircuitos de 250MVA simétricos a 4.16Kv.

#### El sistema de protección del arrancador incluirá :

Fusibles de poder tipo limitadores de corriente.

Relé multifunción de protección, control monitoreo y medición.

Unidad de protección y control para motores síncronos

En general el detalle de las especificaciones técnicas de este arrancador de tensión reducida, 4000HP, 4160V serán

#### 3.2.1 Alcance

Esta especificación cubre los requerimientos de diseño, detalle, componentes, fabricación, ensamble y pruebas de un arrancador de media tensión a 4.16Kv para operar un molino de 4000HP, el equipamiento general es el siguiente :

- Arrancador a tensión reducida por autotransformador a 4.16Kv para motor síncrono de 4000 HP.
- Sistema de protección para la excitación de motor síncronico de 4000 HP.

#### 3.2.2 Trabajos incluidos

- El diseño, detalles, componentes, fabricación, suministro y pruebas del arrancador de media tensión completamente ensamblado, cableados, probados y listo para entrar en funcionamiento conforme a ésta especificación.
- El suministro de planos, datos técnicos y manuales de instrucción de los equipos.
- Asistencia técnica durante las pruebas en el sitio y puesta en funcionamiento de los equipos suministrados.

### 3.2.3 Trabajos excluidos

- Transporte y almacenamiento en el sitio
- Cimentaciones
- Cableado de fuerza y control exterior al cuarto eléctrico donde se instalará el tablero del arrancador 4000 HP.

### 3.2.4 Normas y códigos

Los equipos serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo a la última edición de los siguientes estandares y códigos, incluidos sus suplementos y adendas si los hubiera :

ANSI	C37.20
NEMA	ICS - 2 - 324
UL	347
CSA	C22.2
EEMA	E14-1

### 3.2.5 Condiciones de operación

Referirse al Capítulo 2.0, ítem 2.3.

### 3.2.6 Descripción del equipo

#### a) General

El Tablero del arrancador se instalará dentro de la sala eléctrica (cuya especificación no se detalle en este ítem) prefabricada y transportable completamente equipada, probada y lista para instalarse en el sitio de montaje y efectuar las conexiones externas de fuerza, control y señal necesarias.

El arrancador del motor síncrono pertenecerá, como mínimo a la clase de voltaje 7.2KV y será de 800A o mayor.

#### b) Arrancador de media tensión

El arrancador incluirá entre otros lo siguiente

- Gabinete metálico
- Un seccionador tripolar de línea, extraíble, operado por palanca, con fusibles limitadores
- Un contactor magnético tripolar principal, en vacío tipo extraíble.
- Un contactor magnético tripolar de by-pass en vacío, tipo extraíble.
- Un contactor de funcionamiento, en vacío tipo extraíble.
- Un autotransformador (con taps de 50, 65 y 80%)

- Un transformador de control con fusibles primarios y secundarios
- Tres transformadores de corriente, Un transformador de corriente toroidal

### **Gabinete**

Gabinete con secciones de llegada, barras principales, módulo de seccionamiento, módulo de contactores, módulo de autotransformador, módulo de relés.

El gabinete dispondrá de barreras para segregar las secciones de diferentes voltajes.

El sistema de barras será de cobre electrolítico de 1000A, aisladas, capaz de resistir fallas de cortocircuito de 250MVA.

El gabinete dispondrá de barra de tierra con conector para cable de 70mm<sup>2</sup>.

Se dispondrá de calefactores anti-condensación 120V, 60Hz.

### **Contactores**

Los contactores de fuerza serán tripolares, magnéticos, en vacío, con provisión para prueba en la posición de desconectado, dispondrá de un juego de contactos auxiliares (4NO y 4NC) alambrados a regleta de terminales.

### **Fusibles**

Serán del tipo limitador de corriente, para protección solo de cortocircuito.

Serán dimensionados de modo que no se fusionen con corrientes de inserción o rotor bloqueado. Los fusibles tendrán curvas de funcionamiento que coordinen con los contactores y los relés de protección de modo tal que se de la máxima protección al motor.

### **Autotransformador**

El autotransformador será para servicio pesado y derrateado para la altitud de 4100 msnm. Dispondrá de termostatos con contactos para alarma y desconexión.

### **Protección**

El arrancador dispondrá de un sistema de protección multifunción de estado sólido, basado en microprocesador, para motor síncrono (MPR). El sistema monitoreará las tensiones y corrientes de las tres fases y efectuará disparos o reportará alarmas según las condiciones de corriente y temperatura del motor.

El sistema de protección dispondrá de por lo menos las siguientes funciones

- Protección de sobrecorriente temporizado : Función 51
- Protección de falla a tierra (secuencia a cero) con temporización para el inicio : función 50G/51G.
- Protección de sobrecorriente instantánea, con temporización para el inicio : función 50
- Protección de corriente desbalanceada : función 46
- Limitación de número de arranques por período de tiempo : función 66
- Protección de los devanados estáticos, mediante módulo RTD (2 señales por bobina) : función 49
- Protección de los cojinetes del motor, mediante módulo RTD (una señal por cojinete) : función 49
- Protección de mínima tensión : función 27/47
- Protección de control de secuencia : función 48
- Detector de velocidad síncrona : función 13
- Protección diferencial de motor (independiente) : función 87M

El sistema de protección dispondrá de un display para señalar el estado de los parámetros y las indicaciones de fallas, asimismo el sistema se autodiagnosticará y almacenará el tiempo de operación y el número y tipos de disparo.

**c) Sistema de protección para la excitación de motor síncrono**

Será un sistema de protección multifunción de estado sólido basado en microprocesador, para proteger la excitación del motor síncrono. Dispondrá de las siguientes funciones como mínimo :

- Función de corriente de campo : función 40
- Falla de voltaje de campo, Sobretemperatura de arrollamientos de campo

### **3.3 Sala Eléctrica**

#### **3.3.1 Requisitos Constructivos**

El cuarto eléctrico asociado al arrancador del motor del molino de bolas 4000 HP, tendrá las siguientes dimensiones aproximadas :

Ancho : 3.80 mts, Largo : 7.00 mts, Alto : 3.50 mts.

Será un ambiente prefabricado, con puerta(s) de ingreso herméticas.

Dispondrán de ingresos debajo del piso, para la instalación de cables de control y energía.

#### **3.3.2 Instalaciones Eléctricas y Mecánicas**

El contenedor incluirá entre otros lo siguiente

Un tablero de distribución eléctrica para sus servicios propios

Sistema de iluminación compuesto por artefactos de iluminación tipo fluorescente e interruptores de control. El nivel de iluminación requerido es de 500 luxes.

Sistema de tomacorrientes de servicio 120V, 220V, 15 A para herramientas portátiles.

Electroductos y conductores para los sistemas de iluminación y tomacorrientes.

Sistema de ventilación completo, incluyendo sensores y controladores.

El contenedor deberá tener presión positiva para evitar el ingreso de polvo

Las condiciones ambientales a mantenerse dentro del contenedor no deberá sobrepasar los límites de temperatura siguientes 0° C / 40° C.

Las cargas térmicas serán los correspondientes a los equipos instalados en el interior y al personal de operaciones.

#### **3.3.3 Tablero de Alumbrado 400/230V, 60Hz.**

El tablero tendrá un gabinete metálico con protección NEMA 12, equipado con interruptores automáticos de caja moldeada para 220V, 30KA de capacidad de ruptura, con el siguiente equipamiento básico :

01 Interruptor general 3x80A

08 Interruptores derivados de 1x20A

02 Interruptores diferenciales asociados a circuito de tomacorrientes

### 3.4 Transformadores

Serán del tipo sumergido en aceite, herméticamente sellados, con tomas de regulación de tensión para operación en vacío. El punto neutro será conectado a tierra de acuerdo a los siguientes criterios

- El transformador con tensión secundaria de 480V, tendrá el neutro puesto a tierra a través de una resistencia de alto valor
- El transformador con una tensión secundaria de 4.16KV tendrá su punto neutro del lado conectado en estrella, solidamente puesto a tierra.
- En general estos transformadores tendrán como referencia las siguientes tensiones de cortocircuito

Transformador de 10/4.16Kv, 4.0 MVA	5.5%
Transformador de 4.16/0.48Kv, 1.25 MVA	5.5%
Transformador de 100 KVA o menos	4.5%

#### 3.4.1 Alcances

Esta especificación cubre los requerimientos de diseño, detalle, componentes, fabricación, ensamble y pruebas de los transformadores a ser instalados.

#### 3.4.2 Trabajos Incluidos

Los trabajos incluirán

El diseño, detalles, componentes, fabricación y pruebas del transformador, el mismo que será completamente ensamblado, probado y listo para entrar en funcionamiento conforme a esta especificación.

El suministro de planos, datos técnicos y manuales de instrucción de los equipos y partes.

Asistencia técnica durante las pruebas en el sitio y puesta en funcionamiento de los equipos suministrados.

#### 3.4.3 Trabajos Excluidos

Transporte y almacenamiento en el sitio, cimentaciones, instalación y montaje, cableado de fuerza y control exteriores a los equipos

#### 3.4.4 Normas y códigos

El transformador a suministrar deberá estar de acuerdo a las normas indicadas a continuación

Itintec 370.002



Comisión electrotécnica internacional, publicación 76  
 Guía de sobrecarga de las Normas IEC No. 354

En caso de discrepancia entre las normas mencionadas, se aplicará la más restrictiva.

### 3.4.5 Condiciones Climáticas y Ambientales

Referirse al Capítulo 2.0, ítem 2.3.

### 3.4.6 Subestación Unitaria 1250Kva, 4160/480V, 60Hz

De acuerdo a los ítems anteriores, que describen las generalidades técnicas esta subestación tiene como equipamiento el siguiente

Item	Cant.	Equipo Nro	Descripción
		36TRF007	Subestación unitaria consistente de una celda de llegada con seccionador de potencia con fusibles y un transformador 4.16/0.48Kv 1250KVA.
2		s/n	Resistencia de puesta a tierra.

#### a) General

La subestación unitaria comprende : celda primaria, transformador y cajuela de bornes secundarios.

El fabricante suministrará un conjunto coordinado (incluyendo los elementos de protección), completamente cableado.

La conexión entre la celda primaria y transformador será por barras o cable aislado. Si por razones de transporte el equipo es despachado por partes, el suministro incluirá los accesorios de unión tanto eléctricos como mecánicos así como las instrucciones para el ensamble en obra.

#### b) Celda de llegada

Conformada por :

- Gabinete metálico tipo "Metal enclosed" de plancha metálica no menor a 2 mm. de espesor, con protección NEMA 1A, con puerta frontal de una hoja que incluirá lo siguiente

Sistema de cerradura.

Ventana de inspección.

Sistema mecánico de entrelazamiento que impida la apertura de la puerta cuando el seccionador este cerrado.

Interruptor de bloqueo que impida el cierre del seccionador cuando la puerta esté abierta.

Internamente el gabinete dispondrá de barrera de plancha metálica que impida contactos inadvertidos del personal de operaciones con las partes con tensión, cuando la puerta está abierta.

El gabinete estará equipado con calefactores de ambiente para prevenir la condensación del vapor de agua, controlado por termostato.

- Sistema de barras de clase 12 KV.
- Seccionador de potencia para operar bajo carga por medio de palanca desde el exterior de la celda, de las siguientes características

Tensión nominal de utilización : 4.16kv

Tensión nominal 12 Kv

Corriente nominal 630A

Tensión de Prueba al impulso 75KV pico

Tensión de prueba a frecuencia industrial : 35 Kv

El seccionador será de operación por energía almacenada, de acción independiente del operador, el seccionador podrá ser abierto manualmente por fusión de fusibles y por bobina de disparo.

- Fusibles  
Bases portafusibles (con mecanismo de apertura de seccionador asociado por fusión de fusibles) y fusibles de alta capacidad de ruptura 12Kv, 250A.

**c) Transformador 1.25 Mva, 4.16/0.48 Kv**

Será en baño de aceite, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, montaje interior, exterior, enfriamiento natural, previsto para las siguientes condiciones de servicio :

**Datos Técnicos :**

- Potencia nominal continua a 4100 msnm 1250 KVA
- Frecuencia 60 Hz.
- Relación de transformación en vacío 4160+-2x2.5%/480V
- Esquema lado AT  
Triángulo con Cuatro tomas suplementarias conmutables en vacío.
- Esquema lado B.T. : Estrella con neutro

- Grupo de conexiones Dyn1
- Tensión de ensayo al impulso 95 Kv pico
- Tensión de ensayo a frecuencia Industrial con fuente independiente  
Durante un minuto Lado A.T.: 28Kv  
Lado B.T. : 3 Kv
- Sobretemperatura con carga continua para una temperatura Ambiente máx. de 40°C :  
En el aceite 60°C, En arrollamientos 65°C

Tendrá los siguientes accesorios como mínimo

- Medidor magnético de nivel de aceite
- Conmutador de tomas suplementarias
- Termómetro de aceite de lectura directa con contactos de alarma y desconexión
- Ruedas orientables en planos perpendiculares, extraíbles
- Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite
- Placa de características
- Ganchos de suspensión para levantar la parte activa o el transformador completo
- Perno para la puesta a tierra del tanque
- Válvula de seguridad, con contactos de alarma y desconexión
- Bornes A.T. y B.T.
- Dotación de aceite
- Vacuómetro con contactos de alarma
- Relé de imagen térmica
- Cajuela de bornes embridados
- Tapa de registro empernada en la tapa
- Transformador de corriente en el neutro de 480V, para falla de tierra.
- Relé de sobrecorriente instantánea a tierra (50G)

El tanque del transformador será sometido a un tratamiento anticorrosivo interno y externo de acuerdo al estandar del fabricante, tanto para la base como para el acabado.

**d) Resistencia de puesta a tierra**

Será una resistencia para poner a tierra el neutro del secundario del transformador descrito en el numeral anterior (6.1) y tendrá las siguientes características :

- Uso	Interior
- Tensión línea – neutro	480/ $\sqrt{3}$ V
- Corriente	5A
- Calentamiento máximo sobre una Temp. Amb. de 30°C	385°C
- Frecuencia	60 Hz
- Tensión nominal de línea	480V

**e) Pruebas transformador**

El transformador y todos sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables.

El vendedor deberá ejecutar todos las pruebas de rutina y tipo indicadas en éste acápite así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones.

El comprador o su representante se reservan el derecho de presenciar una o todas las pruebas indicadas.

• Pruebas de rutina

Las pruebas a realizarse son

- Medida de la resistencia de los arrollamientos
- Medida de la relación de transformación y control del grupo de conexión
- Medida de las pérdidas en el fierro y corriente de vacío
- Medida de las pérdidas en el cobre y tensión de cortocircuito.
- Ensayo de tensión reducida
- Ensayo de tensión aplicada
- Prueba de la rigidez dieléctrica del aceite
- La prueba de sobrepresión del tanque con tapa, durante seis (6) horas.

• Pruebas tipo

Se efectuará la prueba de calentamiento conforme a las recomendaciones de la IEC, publicación 76, cláusula 41

- Tolerancias  
Según norma IEC 76
- Reporte de prueba

Después de las pruebas y antes de la entrega, el vendedor deberá proporcionar seis (6) copias de cada uno de los reportes de pruebas, firmado por un representante responsable, como prueba del cumplimiento con los requerimientos de pruebas de esta especificación. La aceptación del certificado de los reportes de las pruebas efectuadas, no releva al vendedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que este falle, a cumplir con los requerimientos de esta especificación independientemente de que el equipo esté en posesión del vendedor, en los almacenes del comprador o instalado en el sitio.

### **3.4.7 Transformador principal de 4.0 MVA, 10/4.16Kv**

Similarmente bajo las condiciones técnicas generales de los items del 4.4.1 al 4.4.5, este transformador será en baño de aceite, con enfriamiento natural, para montaje al exterior y deberá cumplir con los siguientes datos técnicos :

- Potencia mínima ONAN a 4200 msnm. : 4000 KVA
- Potencia mínima ONAF a 4200 msnm. (Fut) : 5000 KVA
- Calentamiento sobre una temperatura ambiente máxima nominal de 35°C
  - Media en el cobre, medida por variación de resistencia : 65°C
  - En la parte superior del aceite, medida con termómetro : 60°C
  - Capacidad de sobrecarga : Según IEC Nro. 354
- Enfriamiento : ONAN (Previsto para ONAF)
- Frecuencia : 60 s.f.
- Número de Fases : 3
- Derivaciones en el arrollamiento 4160V :
  - Por encima de la tensión nominal : + 2.5%
  - Por debajo de la tensión nominal : - 2.5%, -5%, -7.5%
- Este transformador se diseñará para los siguientes niveles de tensión de prueba del dieléctrico :
 

Tensión Nominal (V)	:	10 000 / 4 160
Nivel básico de aislamiento al impulso BIL :		
a) Interior (peak)	:	95                  60

- |   |       |    |
|---|-------|----|
| b) Exterior (peak)  | : 150 | 60 |
| Tensión de prueba a frecuencia industrial durante un minuto : |       |    |
| a) Interior   | : 36  | 20 |
| b) Exterior   | : 60  | 28 |
- Grupo de conexión : YNd1
  - Ubicación de los bornes de alta tensión : Sobre la tapa
  - Ubicación de los bornes de baja tensión :  
Al costado izquierdo y cubierto con cajuela
  - Preservación del Aceite  
La preservación de aceite, será mediante un tanque conservador de aceite, ejecución abierta, ubicado lateralmente.
  - Tensión de corto circuito en la relación nominal : 5.4 %
  - Los transformadores deberán ser diseñados para soportar los esfuerzos electrodinámicos y térmicos producidos por una corriente de corto circuito. según se indica en IEC 76.
  - Potencia aparente de corto circuito simétrico : 350MVA
  - Duración corriente de corto circuito simétrico : 3 seg.

Los requerimientos de construcción de este transformador serán los siguientes

#### a) Arrollamientos

El conductor será de cobre, de por lo menos 99.8% de pureza. Los conductores redondos llevarán como aislamiento dos capas de esmalte clase "F", las plantas rectangulares se aislarán con cinta de papel de celulosa pura con un espesor total no menor a 0.5 mm (0,25 mm por lado).

Las conexiones de las bobinas de alta tensión entre si, al conmutador y bornes deberán ser forradas con cinta de papel o con una envoltura aislante compatible con el aceite y con las condiciones térmicas del transformador.

Las conexiones de las bobinas de baja tensión entre si y con sus bornes, deberán ser estañadas o forradas con una envoltura aislante compatible con el aceite y las condiciones térmicas. No se aceptarán forros de algodón

Las bobinas deberán secarse antes de su introducción en el aceite del tanque. Una vez introducida la parte activa dentro del tanque, el fabricante deberá extraer mediante vacío el aire atrapado en el aceite.

**b) Circuito Magnético**

Se construirá de plancha de fierro silicoso de grano orientado.

**c) Tanque**

- Será de plancha de acero
- La tapa se diseñará para prevenir la acumulación de agua sobre ella. La tapa se unirá al tanque mediante pernos de acero galvanizados y empaquetaduras adecuadas.

Las empaquetaduras deberán mantenerse en posición mediante elementos de retención . Estas deberán ser de material elástico, que no se deterioren bajo la acción de aceite caliente y mantengan sus propiedades de elasticidad y hermeticidad aún con altas temperaturas y por largo tiempo.

- El tanque y la tapa deberán ser diseñados para soportar sin deformación permanente los esfuerzos producidos por :

Elevación por grúa o gato del transformador completo.

Los esfuerzos mecánicos derivados del manipuleo durante el manejo, transporte y montaje.

Las pruebas de vacío a una presión absoluta no mayor a 5 mm. de Hg por dos horas con el transformador sin aceite.

El secado de la parte activa y llenado de aceite bajo vacío pleno.

Los movimientos sísmicos

Las vibraciones transmitidas por los componentes mayores, tales como el tanque conservador y los radiadores.

La prueba de sobrepresión de 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Todas las soldaduras de las paredes del tanque, tapa y demás partes deberán ser con doble cordón a fin de asegurar esfuerzos adecuados.
- El tanque estará provisto de los siguientes accesorios para levantar y trasladar el transformador :

Ganchos para levantar el transformador completo con aceite. Cada uno diseñado para soportar la mitad del peso total del transformador.

Cuatro bases de apoyo convenientemente localizadas y en posiciones accesibles que permitan levantar mediante gatas hidráulicas el

transformador completo con aceite. Cada una diseñada para soportar la mitad del peso total del transformador.

- Cuatro orejas para jalar el transformador completo con aceite en cualquier dirección en línea con los ejes del tanque.
- Ganchos para levantar la parte activa y tapa.
- Cuatro guías de izado para evitar que las cuerdas utilizadas para levantar el transformador hagan presión directamente o se deslicen libremente sobre las paredes del tanque.
- Dos placas terminales para conexión a tierra, situadas en cada lado del tanque principal.

**d) Conservador de aceite**

El conservador de aceite se fabricará de plancha de acero y se conectará al tanque principal mediante dos tubos de desfogue, de modo tal que impidan la acumulación de burbujas de gas bajo la tapa.

Los tubos de conexión penetrarán como mínimo 50 mm dentro del conservador para formar una trampa de agua.

La capacidad del tanque conservador deberá ser adecuada para permitir las expansiones y contracciones del aceite de todo el transformador, en todo el posible rango de operación, esto es equipo desenergizado con una temperatura ambiente de  $-15^{\circ}$ , a la condición de máxima elevación de temperatura en el aceite  $+100^{\circ}\text{C}$ .

El conservador estará provisto de una válvula de vaciado y toma de muestras de aceite.

El conservador estará provisto de una tapa removible a fin de permitir la inspección interior del conservador.

El conservador tendrá un desecador de aire con sílice-del, diseñado de modo que permita:

- o El aire expirado o expulsado pase a través del sílice-del.
- o El aire externo no está en contacto con el sílice-del.
- o El visor para ver el cambio de color del sílice-del este a no más de 1.8 Pts. del piso.



**e) Patines de deslizamiento**

El transformador estará provisto de patines de deslizamiento que permita jalar el equipo en ambos sentidos. Los patines tendrán ganchos sísmicos de fijación al piso.

**f) Sistema de enfriamiento**

El sistema de enfriamiento estará constituido por radiadores dispuestos en grupos y fijados al tanque principal.

Cada grupo de radiador se unirá al tanque principal mediante dos válvulas de cierre-apertura, una a la entrada y otra a la salida del circuito de aceite de cada grupo de radiador. Las válvulas están provistas de un indicador de posición abierta o cerrada con bloqueo en ambas posiciones. Se suministrarán tapas ciegas para asegurar el cierre hermético de cada válvula, cuando se desmonten los grupos de radiadores.

Cada grupo de radiadores estará provisto de un tapón inferior para su drenaje y otro superior para purga de aire. Tendrán también orejas para levantarlos.

El suministro incluye todos los elementos de montaje, provisiones de espacio y otras provisiones necesarias para el equipo y los dispositivos a ser añadidos (ventiladores para ONAF) de modo que posteriormente no sean requeridas modificaciones en el interior del tanque o soldaduras en el exterior del mismo.

**g) Válvulas**

Los transformadores estarán provistos de las siguientes válvulas :

Una válvula para el drenaje y filtrado del aceite del tanque, ubicada en la parte inferior cerca de la base del tanque.

Una válvula para el filtrado del aceite, ubicada en la parte superior del tanque y en el lado opuesto aquel donde está situada la válvula de filtrado inferior.

Una válvula para la toma de muestra de aceite, ubicada en la parte inferior del tanque.

Una válvula de seguridad o sobrepresión, equipada con dos contactos para alarma y desconexión e indicador mecánico de operación. Calibrada para operar a una presión inferior de diseño del tanque y de los radiadores. Será hermética al agua de lluvia y estará ubicada sobre la tapa del transformador.

**h) Aceite**

Antes de su introducción en los tanques, el aceite de cada cilindro se someterá a la prueba de rigidez dieléctrica y de ser necesario a un proceso de secado y filtrado.

En general, sus características eléctricas y químicas deberán cumplir o exceder las recomendaciones de la comisión electrotécnica internacional para aceites aislantes a emplearse en transformadores de potencia e interruptores (publicación 296-1969).

**i) Bornes**

Los bornes deberán ser de porcelana, del tipo seco, para los niveles de tensión indicados en el ítem 6.0 ajustados por altura. El borne neutro deberá ser para el 100% de la corriente de línea de cada fase. Los bornes de alta y baja tensión deberán ser reemplazados desde la parte exterior del transformador sin tener que desmontar la parte activa.

**j) Instrumentos y controles**

El transformador estará provisto de los siguientes instrumentos:

- Un relé Buchholz para detectar la acumulación de burbujas de gas. Estará provisto de dos contactos independientes, uno para alarma y otro para desconexión, una toma de muestra de gas para análisis, una válvula de purga y de un probador de funcionamiento del flotador. El relé Buchholz se conectará por medio de bridas con empaquetaduras, al tubo de conexión del conservador con el tanque, el cual para facilitar el camino a los gases, se colocará ligeramente inclinado con respecto a la horizontal. Se instalarán válvulas que permitan puentear al relé buchholz.
- Un indicador de nivel aceite del tipo magnético, con dial de lectura directa e indicaciones de nivel máximo, de llenado a 25°C y nivel mínimo. Estará provisto de dos contactos de alarma para bajo y muy bajo nivel de aceite. El indicador de nivel se instalará en el lado desmontable del conservador de aceite.
- Un termómetro indicador de la temperatura del aceite en la parte superior del tanque, con aguja indicadora flotante que muestre la máxima temperatura alcanzada, con dos contactos independientes regulables desde el exterior en el rango de 75 a 105°C cada uno, para alarma y desconexión. Se instalará a una altura no mayor a 1500 mm por encima del nivel de piso.
- Un termómetro indicador de la temperatura del arrollamiento más caliente. Se suministrará con su propio transformador de corriente y calefactor. Se calibrará para medir la temperatura del punto más caliente del arrollamiento bajo todas

las condiciones de enfriamiento. Se suministrará con tres contactos independientes, regulables desde el exterior en el rango de 75 a 105°C cada uno, el primero para mando de ventiladores, el segundo para alarma y el tercero para desconexión. Se instalará a una altura no mayor a 1500 mm por encima del nivel del piso.

- Una caja de terminales a donde llegará todos los cables de conexión de los instrumentos de protección del transformador y de los transformadores de corriente. Será hermética al agua y al polvo IP54 y provisto de una tapa frontal removible. Se montará adosada al tanque principal.
- Una placa de características en idioma español de aluminio adosada al tanque y con todas las indicaciones requeridas por las normas C.E.I. publicación 76 e ITINTEC 370.002

#### **k) Transformadores de corriente**

Se proveerán los siguientes transformadores de corriente, que serán instalados en los aisladores pasatapas (bushings) de los devanados

- Tres transformadores de corriente para relé diferencial de 300/5 A, 25VA, 5P20, en el lado de 10KV.
- Un transformador de corriente para relé de falla a tierra de 80/5 A, 25VA, 5P10, en el neutro del lado de 10Kv.
- Un transformador de corriente para el relé de imagen térmica de 600/5A, 20VA, clase 3.

#### **l) Pruebas**

Los transformadores y todos los componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables listadas en el ítem 4.

El vendedor deberá ejecutar todas las pruebas de rutina y tipo indicadas en este acápite, así como cualquier otra prueba normalmente ejecutada por él, necesaria para asegurar la conformidad con estas especificaciones.

El vendedor deberá proporcionar junto con su oferta una lista de las pruebas que espera realizar en los componentes y los transformadores terminados.

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

El comprador o su representante se reservan el derecho de presenciar una o todas las pruebas indicadas.

- **Pruebas de rutina**

Las pruebas a realizarse son

Medida de la resistencia de los arrollamientos

Medida de la relación de transformación y control, del grupo de conexión.

Medida de las pérdidas en el fierro y corriente de vacío

Medida de las pérdidas en el cobre y tensión de corto-circuito.

Ensayo de tensión inducida.

Ensayo de tensión aplicada

Prueba de la rigidez dieléctrica del aceite.

La prueba de sobrepresión en los tanque con tapa, durante seis (6) horas con los valores de presión indicados en 7.3 (c) mantenidos constantes.

- **Pruebas tipo**

Se efectuará la prueba de calentamiento conforme a las recomendaciones de la IEC, publicación 76, cláusula 41.

- **Tolerancias**

Según norma IEC 76.

- **Reporte de prueba**

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

La aceptación del certificado de los reportes de las pruebas efectuadas, no releva al vendedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que éste falle a cumplir con los requerimientos de esta especificación independientemente de que el equipo esté en posesión .del vendedor en los almacenes del comprador o instalado en el sitio.

**m) Acabado**

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

El procedimiento es el siguiente

○ **Zona exterior**

Deberá asegurarse el mayor grado de resistencia a la corrosión. Para ello se ejecutarán en un mismo taller los siguientes pasos

- Preparar la superficie a pintar eliminando la capa de laminación (mill scale) el óxido o suciedad mediante el sistema de sopleteado con arena seca de río, granalla de acero o similar.
- Inmediatamente de terminado esto, se aplicará una mano : Wash Primer (imprimador fosfatizante).
- Luego inmediatamente después deberá aplicarse una capa de pintura anticorrosiva tipo epóxico con alto contenido de zinc hasta alcanzar un espesor mínimo de 3.0 mils. Esta aplicación podría realizarse obviando el punto b.
- Seis a ocho horas después, se aplicará pintura de acabado tipo epóxico color gris mate, compatible con la base, hasta obtener un espesor mínimo total de 6 mils en toda la superficie.
- Además, se recomienda tener especial cuidado en proteger las esquinas, las soldaduras y otros puntos vulnerables a los golpes, haciendo una aplicación a brocha en estos puntos para luego aplicar toda la pintura en todas las superficies incluyendo los puntos mencionados.

○ **Zona interior**

Las partes no cubiertas por el aceite se deberá pintar necesariamente con pintura anticorrosiva. Sin embargo, para evitar oxidaciones durante el proceso de fabricación se recomienda pintar todo el interior del tanque.

El fabricante seleccionará la pintura adecuada, la que será compatible con el aceite del transformador en cualquier condición, no debiendo deteriorarse aún a temperaturas altas (transformador sobrecargado).

○ **Recomendaciones adicionales**

El trabajo deberá realizarse en interiores.

Es importante que todas las pinturas sean de la misma marca.

El eficaz pintado del transformador, constituye aspecto fundamental en la fabricación de la unidad, así como eventual causa de rechazo y consiguiente solicitud de reparación durante el período de garantía.

El comprador se reserva el derecho de comprobar en la etapa de construcción el cumplimiento del tratamiento anticorrosivo.

/.

### 3.5 Motores de baja tensión 460V, 60Hz

La tensión nominal para los motores de corriente alterna deberán estar de acuerdo con las especificación técnica siguiente correspondiente a motores de inducción para bajo voltaje. En general, los motores de corriente alterna tendrán características equivalentes a las normas de diseño NEMA.

#### 3.5.1 Alcance

Esta especificación define el uso de los materiales y servicios que se necesitan para : diseñar, fabricar, suministrar, probar, entregar y garantizar la operación de los motores de baja tensión < 480Vca, 60Hz, de hasta 500 HP.

#### 3.5.2 Códigos y estándares

La provisión estará diseñada, fabricada y probada de acuerdo con los siguientes estándares. Los estándares que se usen serán los de la última revisión de la edición más reciente, incluyendo cualesquiera añadidos o complementos

NEMA MG1	Motor y generadores – 1993
NEMA MG2	Estándar de Seguridad para la Construcción y Guía para la selección, instalación y uso de motores eléctricos y generadores.
IEEE 112	Procedimiento de prueba para motores de Inducción y generadores
IEEE 43	Procedimiento de prueba para la medición del sonido para una maquina eléctrica rotatoria.
UL 1004	Motores eléctricos
AFBMA – 9	Tasas de carga y vida de fatiga para cojinetes expuestos.

El Vendedor deberá presentar una Carta de Prueba de Equivalencia para los motores fabricados de acuerdo con Normas IEC, DIN, o cualesquiera estándares además de los enumerados arriba.

#### 3.5.3 Condiciones operativas

Referirse al Capítulo 2.0, ítem 2.3.

#### 3.5.4 Características Generales

- o Los motores deben estar diseñados para el siguiente voltaje y para funcionar a 60 Hz, a menos que se especifique otra cosa en las hojas de datos de los motores :

Ser menores o iguales a 0.37kW (1/2 HP) 230 voltios, fase simple.

Mayores a 1/2 HP hasta 370 Kw (500 HP) 460 voltios, trifásicos.

- Los motores deberán ser de diseño B NEMA, a menos que se especifique lo contrario en las hojas de datos de los motores.
- Los Motors debet estar diseñados para tener alta eficiencia y un factor de potencia alto. La eficiencia del motor será determinada usando el método 112 B de IEEE. La eficiencia nominal según MG1–12.28.2 NEMA, será identificada en la hoja de datos del motor y en la placa de identificación.
- Los motores deben ser capaces de arrancar y acelerar su carga al 90% del voltaje nominal.
- Los motores estarán diseñados para un factor de servicio de 1.15 a 4100m.s.n.m. a menos que se especifique otra cosa en las hojas de datos del motor.
- Los motores de potencia considerable estarán diseñados para dos arranques sucesivos según NEMA MG1 – 12.54, a menos que se especifique otra cosa en las hojas de datos del motor.

**a) Cubiertas**

Todos los motores deben ser adecuados para servicio de molienda. Los motores con cubierta de aluminio no son aceptables. Las partes eléctricas del motor deben estar totalmente cubiertas, enfriadas mediante ventilador (TEFC), la cubierta será diseñada para trabajo pesado.

Todos los motores trifásicos deben estar contruidos de hierro forjado, con marco de una sola pieza, soportes en los extremos, caja de terminales y refuerzo.

Todos los motores TEFC deben ser a prueba de agua. Todos los motores a prueba de explosión deben tener un sello UL aprobado.

Los agujeros en el marco para los pernos de sujeción, deben tener superficies visibles.

Todos los rotores estarán dinámicamente balanceados en dos ó más planos. Cuando se proporcionen ranuras para los cabezales de acople, el rotor deberá estar equilibrado con la ranura, equipada con una media llave de corona, para llenar el eje de la ranura en toda su longitud. El



equilibrio de los motores será según los estándares NEMA MG1-12.07 y MG1-12.08.

Cuando se especifique en la solicitud de materiales, se proporcionará una base corrediza con el motor.

**b) Ventiladores de Enfriamiento**

Los ventiladores para enfriamiento deben ser del tipo que no haga chispas, resistentes a la corrosión y deberán ser lo suficientemente buenos conductores para permitir la acumulación de carga estática.

**c) Cojinetes y Lubricación**

Los cojinetes anti-fricción deberán tener el tamaño adecuado para proporcionar una vida de 100,000 horas para cargas directamente conectadas.

La cubierta de los cojinetes deberá estar equipada con agujeros para lubricación del cojinete de tipo "Zerk" y con graseras. Ambos, cuando no sean accesibles, deben tener conexiones de tubería de acero inoxidable, para permitir volver a engrasar los cojinetes mientras los motores estén funcionando.

Todos los cojinetes del motor vertical deben ser capaces de resistir el peso del conjunto rotatorio del equipo manejado, de ser jalados hacia abajo durante el funcionamiento y de ser jalados hacia arriba durante el arranque. Estas cargas serán proporcionadas por los fabricantes del equipo y especificadas en las hojas de datos de los motores.

**d) Caja de Terminales**

Las cajas de terminales del motor estarán construidas de hierro forjado y serán de un tamaño mayor que el indicado por el estándar NEMA MG1.11.06. Deben proporcionarse completas, con bloques montados para conexión de terminales y guías de conexión a prueba de agua.

Los motores con calentadores o aditamentos térmicos de protección, deben tener una caja de terminales separada siempre que ello sea posible y tendrán una abertura adicional para los conductores.

**e) Aislamiento**

Los motores deben tener aislamiento de Clase F y permitir una elevación de temperatura ambiente por encima de 40°C, según el estándar NEMA MG1-12.42.

El aislamiento de las bobinas será resistente a la humedad y adecuado para un ambiente corrosivo.

**f) Calefactores**

El tamaño de los calentadores será suficiente para elevar la temperatura de la bobina del motor a por lo menos 5°C sobre la temperatura ambiente. Los calentadores serán ajustados para proporcionar un calentamiento uniforme en la bobina del estator.

Si se especifica, los calentadores deben tener un tipo de cable aislado con jebe de silicona, adecuado para funcionar con el suministros de 115V ó 230V, 60Hz.

Los calentadores para motores ubicados en lugares clasificados, serán adecuados para la clasificación del área especificada.

**g) Conexión a Tierra**

Se deberá proporcionar un terminal a tierra, dentro de la caja de terminales del motor.

**h) Placa de Identificación**

Dos placas de metal de acero inoxidable estarán permanentemente anexadas a cada marco del motor. Una placa de metal para la placa de identificación del motor y la otra (placa removible) para el número de equipo grabado. El número del equipo estará gravado con caracteres de ¾ de pulgada de altura.

Los motores no direccionales deben tener una placa de acero inoxidable con una flecha indicando el sentido de rotación, en los soportes del extremo del cojinete. Los motores bi – direccionales también estarán marcados con una placa de identificación de acero inoxidable.

**i) Revestimiento**

Las superficie interior de la carcasa, del lado del estator y del rotor, deben estar adecuadamente selladas mediante un revestimiento resistente a la humedad, que resista el efecto de la condición, según se indica en MG1-14.40, durante el tiempo normal de vida del motor.

El marco del motor, los escudos de los extremos, las cubiertas de los ventiladores y las cubiertas de la caja de terminales, deben estar protegidos mediante la aplicación de una base resistente a la corrosión y una pintura de acabado.

**j) Pruebas de Diseño**

El proveedor del motor, al momento de presentar la documentación de la propuesta, debe presentar certificados documentados de que el tipo de motor que está entregando ha sido probado de acuerdo con los requisitos de la prueba de diseño aplicables según establecidos por NEMA e IEEE y que los resultados de las pruebas han demostrado que el motor cumple con los requisitos de los estándares de la industria. El proveedor del motor deberá llenar el formulario anexo para cada tipo de motor y entregarlo junto con las propuestas.

**k) Pruebas de inspección**

Se permitirá al representante del Comprador inspeccionar los motores para verificar el cumplimiento de esta especificación, de los Estándares de la Industria y las Hojas de Datos de los Motores.

Las inspecciones y pruebas finales pueden ser realizadas en presencia del representante del Propietario. Cualesquiera discrepancias que se encuentren como resultado de las inspecciones o pruebas, serán corregidas por el Vendedor, sin costo alguno para el Comprador (incluyendo el costo del tiempo de prueba para hacer las correcciones y repetir las pruebas y/o la inspección).

### 3.6 Centro de control de motores de baja tensión, arrancadores 460V, 60Hz

Los arrancadores para motores de 460V serán del tipo directo, agrupados en el centro de control de motores 480V, 60Hz a ser instalado dentro de la sala eléctrica diseñada para el proyecto.

Cada arrancador de motor será del tipo enchufable, con interruptor termomagnético regulable, contactor tripolar AC3 con bobina 120Vca, relé tripolar para sobrecarga térmica e interruptor termomagnético unipolar de 6A para protección y enclavamiento con el sistema de mando. La tensión de control para todos los arrancadores serán de 120Vca monofásico, que se obtendrá de un transformador trifásico de 5 Kva, 480/120V, 60Hz. ubicado en uno de los cubículos del centro de control de motores.

#### 3.6.1 Alcance

Esta especificación cubre los requerimientos de diseño, detalle, componentes, fabricación, ensamble, pruebas y suministro del centro de control de motores (CCM) a 480V, tres fases, tres hilos, 60 Hz, según lo siguiente

Item	Cant.	Equipo Nro.	Descripción
	01	36MCC001	Centro control motores a 480V, con interruptor principal de llegada de 2000A, con medición electrónica multifunción, equipado con arrancadores e interruptores derivados de acuerdo al plano No. 330-47-005

#### 3.6.2 Trabajos incluidos

Los trabajos incluirán

El diseño, detalles, componentes, fabricación, suministro y pruebas de los centros de control de motores en 480V, completamente ensamblados, cableados, probados y listos para entrar en funcionamiento conforme a esta especificación.

El suministro de planos, datos técnicos y manual de instrucciones de los centros de control de motores.

Asistencia técnica durante las pruebas en el sitio y puesta en funcionamiento del equipo suministrado.

### 3.6.3 Trabajos no incluidos

Transporte y almacenamiento en el sitio.

Instalación

Cimentaciones

### 3.6.4 Normas y códigos

Los siguientes estandares específicos deben ser aplicados :

Nema ICS 2 – 322 Centro de control de motores

El equipo debe ser diseñado de acuerdo con la última edición y estándares aplicables:

OSHA Occupational Safety and Health administration

UL Underwriter's Laboratory

UBC Uniform Building code

NFPA National fire Protection Association

ASTM American Society for testing and Materials

ISO International Standards Organization

ISA Instrument Society of America

ANSI American National Standards Institute

ASME American Society of Mechanical Engineers

AWS American Welding Society

AWWA American Water Work Association

NEC National Electrical Code

NEMA National Electrical Manufactures Association

IEEE Institute of Electrical and Electronc Engineers

CSA Canada Standard Association

### 3.6.5 Requerimientos de diseño y construcción

#### a) Valores nominales

El centro de control de motores será apropiado para operar en un sistema de 480V, tres fases, 60Hz, con neutro puesto a tierra mediante resistencia.

El centro de control de motores y sus componentes como : interruptores, contactores, relés, etc. deberán ser diseñados y construidos para operar con los siguientes valores de tensión a 4100nsnm.

Tensión Nominal	480 V
Rango de variación	+5%, -10%

## b) Descripción Técnica

El centro de control de motores estará constituido por paneles metálicos verticales, completamente cerrados, autosoportados, de frente muerto, con cubículos extraíbles (para arrancadores de motores hasta del tamaño NEMA 4), interruptores y otros equipos. Los gabinetes tendrán hermeticidad NEMA 12, accesibles por el frente incluyendo las conexiones de los cables alimentadores y con la posibilidad de poderlos recibir tanto por el techo como por el piso del panel, apropiados para montarse pegados contra la pared y ensamblados de modo que formen una unidad rígida a la cual se le pueda agregar paneles futuros por ambos extremos.

Las dimensiones de los paneles verticales no deberán ser mayores a las siguientes

Ancho	508 mm (20")
Profundidad	533 mm (21")
Alto	2286 mm (90")

- No deberá contener más de seis arrancadores de combinación.
- Los paneles metálicos verticales deberán ser divididos por medio de barreras metálicas de plancha galvanizada, en los siguientes compartimientos aislados entre si
  - o Un compartimiento horizontal superior
  - o Un compartimiento horizontal inferior
  - o Un compartimiento vertical posterior
  - o Un compartimiento para los cubículos de los arrancadores de combinación, transformador, condensador o cualquier otro tipo de implemento.
  - o Un compartimiento para cables de conexión.

Las barras principales horizontales y las verticales deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad, estañadas. Ambas barras deberán ser adecuadamente apuntaladas para soportar los esfuerzos mecánicos producidos por una corriente de corto circuito simétrica de 65000 amperes.

El calentamiento de las barras no deberá exceder de 65°C sobre una temperatura ambiente de 40°C.

La barra de tierra deberá ser de cobre electrolítico de alta conductividad, estañada. Deberá correr a lo largo del compartimiento horizontal inferior con derivaciones que suban por el compartimiento de cables de cada panel vertical

El compartimiento de ingreso de cables se deberá aislar, del resto del CCM. En él se colocará los terminales de cobre estañado para trabajo pesado equivalentes al Burndy tipo K2A-U ó K3A-U, apropiados para el calibre de cable indicado en los diagramas unifilares.

**c) Arrancadores de motores**

○ **Arrancadores magnéticos**

Los arrancadores de los motores deberán ser del tipo combinación, constituido por los siguientes componentes

- Un interruptor en aire con regulación y disparo magnético
- Un contactor magnético principal
- Un juego de contactores secundarios, en los casos aplicables.
- Un relé tripolar bimetálico de sobrecarga, para motores menores de 75 HP.
- Un relé de protección de motor que incluya módulo de termoresistencia RTD para motores de 75 HP y mayores.
- Un transformador de control.
- Un juego de contactores auxiliares, temporizadores y elementos de control, en los casos aplicables,
- Una o más borneras enchufables para los circuitos de control
- Una bandeja o cubículo soporte extraíble para la colocación de los componentes listados.

○ **Interruptores para arrancadores de uso general**

- Los arrancadores deberán ser en aire, en caja moldeada y con protección termomagnética o solo magnética. En cualquier caso el disparo magnético deberá ser regulado en fábrica, según la corriente nominal del motor.

La protección térmica estará constituida por tres relés bimetálicos, de características inversa tiempo-corriente, con compensación por variación de temperatura ambiente.

El mecanismo de disparo deberá poder actuar bajo la acción de una sola bobina sensora y/o un solo relé bimetálico, disparo común.

Los interruptores de uso general dispondrán de dispositivos de protección de falla a tierra.

- Su capacidad de interrupción garantizada no deberá ser menos de 65 KA simétricos, eficaces a 4100 msnm y 480Vca, según NEMA AB-1.

○ **Contactores**

La capacidad nominal de conducción de corriente de los contactores estará de acuerdo con las normas indicadas en 3.6.4. El fabricante garantizará la capacidad nominal de conducción a 4100 msnm. El tamaño mínimo del contactor aceptado, es el correspondiente a un motot de 10HP–NEMA1.

La bobina de los contactores deberá ser dimensionada para operar con los siguientes valores de tensión :

- Tamaño 1,2,3 y 4 : 120 Volti.
- Tamaño 5 : 460 Volt.
- Rango de variación de la tensión nominal sin que abra el contactor : de 0.85 a 1.1

Los contactores deberán tener seis (6) contactos auxiliares : 3NC y 3NA. Los contactos auxiliares deberán ser apropiados para :

- Tensión de operación : de 110 – 125 Volt.
- Int. térmica nominal : 10 A
- Int. de conmutación : 3 A

Para arrancadores NEMA 5 los contactores auxiliares deberán cumplir como mínimo con los siguientes requisitos :

- Clase de tensión a 4100 msnm. : 300 Vca
- Tensión de la bobina : 120 Vca +- 10%



○ **Relés térmicos**

Todos los arrancadores de combinación para motores menores a 75Hp deberán tener un relé térmico de sobrecarga con elementos bimetalicos en las tres fases adosado al contactor, con compensación por variación de temperatura ambiente entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$  y protección monofásica.

El fabricante seleccionará los relés térmicos a 4100 msnm.

Los relés deberán tener un botón ubicado en la puerta de su cubículo que permita reponer el relé sin tener que abrir la puerta.

○ **Relés multifunción**

Para motores de 75 HP y mayores los arrancadores dispondrán de relés multifunción 50, 51, 50G 51G y 49.

○ **Transformadores de control**

Todos los arrancadores de combinación para motores deberán tener un transformador de control monofásico, seco, 60Hz de 460/120V, con fusibles de protección en los dos terminales primarios y uno del secundario, el otro terminal secundario, se conectará a tierra.

Los transformadores de control deberán tener los siguientes valores mínimos de potencia a 4100 msnm.

Los transformadores de control considerados en los diagramas unifilares deberán cumplir con los siguientes requerimientos de diseño y construcción :

Norma de fabricación	ANSI C89-1
Tipo	Seco, de tensión constante
Clase de aislamiento	F (ó H)

Tolerancias :

Pérdidas en el cobre y hierro	10%
Pérdidas totales	6%
Tensión Corto circuito	7.5%

○ **Cubículos extraíbles**

El cubículo extraíble deberá tener rieles de deslizamiento que permitan su fácil extracción y colocación y un pestillo de fijación a

su compartimiento, accionado por resorte que permita la colocación de un candado de seguro. Deberá tener también un seguro o sistema que impida su extracción con carga cuando el interruptor está en posición conectado “On”.

En la parte posterior se colocarán los contactos de conexión a las barras verticales. Estos contactos deberán ser del tipo enchufables.

### **3.6.6 Cableado**

El cable de control será de cobre cableado, unipolares, de un calibre no menor a 2.5 mm<sup>2</sup> (14AWG) clase 600V, tipo SIS.

Los terminales de conexión serán del tipo hojal con mordaza de agarre pre-aisladas. Todos los cables de control deberán ser identificados en ambos extremos con etiquetas permanentemente marcadas de acuerdo a planos.

El cableado de control de cada arrancador deberá ser apropiado para colocar , junto al motor, una estación de pulsadores con botones de marcha, parada y selector Remoto – Local.

En la puerta del cubículo de cada arrancador se deberá colocar una luz roja y otra verde que indiquen el estado de marcha o reposo del motor respectivamente. Adicionalmente se colocará también el botón de reposición del relé térmico de sobrecarga. Las lámparas deberán ser a prueba de agua y polvo.

En general los centros de control de motores serán Clase II cableado B, según NEMA.

### **3.6.7 Placas de identificación**

Cada cubículo deberá llevar una placa de identificación de aproximadamente 25x60mm que se sujetará a la puerta del cubículo por medio de tornillos. Las placas deberán ser de plástico laminado con letras negras sobre un fondo blanco.

Adicionalmente cada centro de control deberá tener una placa de identificación de aproximadamente 75 x 200 mm y características similares.

En las placas de identificación se grabará el nombre y número de cada equipo, conforme se indica en los diagramas unifilares.

El listado de las diferentes placas deberá ser sometido a la aprobación del comprador.

### **3.6.8 Acabado**

El proceso de pintado deberá constar de los siguientes pasos

- a) Un proceso de desengrase, desoxidación, fosfatizado y sellado por inmersión, para la protección contra la corrosión.
- b) Dos manos de pintura, formulada a base de acrílico, con un espesor de 2 mils por mano.

### **3.6.9 Inspección y pruebas**

#### **a) Inspección**

El vendedor deberá permitir el ingreso y dar facilidades todas las veces que sea razonablemente necesarias al comprador o a su inspector autorizados, para que inspeccione y examine todos los equipos, componentes y materiales durante la fabricación y ensamble, a fin de asegurar la conformidad de los materiales, trabajo y acabado a los requerimientos de esta especificación y a los planos aprobados por el comprador.

#### **b) Pruebas**

El CCM y sus componentes deberán ser probados de acuerdo con los procedimientos indicados en las normas aplicables indicadas en la sección 3.6.4.

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

El comprador o su representante se reserva el derecho de presenciar una o todas las pruebas indicadas y pedir la realización de alguna otra prueba de rutina de las indicadas en las normas arriba mencionadas.

#### **c) Reporte de Pruebas**

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

La aceptación del certificado de los reportes de las pruebas efectuadas, no releva al vendedor de su responsabilidad para con el equipo en caso de que éste falle, a cumplir con los requerimientos de esta especificación.

independientemente de que el equipo esté en posesión del vendedor, en los almacenes del comprador, o instalado en el sitio.

**d) Garantía**

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

### **3.7 Cables eléctricos de fuerza y control**

#### **3.7.1 Alcances**

El proveedor suministrará los cables de energía indicados en el presente documento, probados y listos para instalar, de acuerdo a las especificaciones que a continuación se describen.

#### **3.7.2 Normas y Estándares**

Todos los cables serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo a las siguientes normas :

- ANSI            American National Standards Institute
- IEEE            Institute of electrical & Electronic Engrs.
- ICEA            Insulated Cable Engineers Association
- NEMA            National Electrical Manufacturer Association
- ASTM           American Society for Testing Materials
- IEC              International Electrical Commition

Todos los cables serán fabricados en cobre recocido, cableado concéntrico, aislado y recubiertos para operación continua a la temperatura máxima del conductor según como se indique.

El aislamiento será resistente al calor, la humedad y el ozono, estruido sobre el conductor, de polietileno reticulado (XLPE) de alta calidad, salvo indicación contraria.

El aislamiento será para 250°C de temperatura en el conducto durante cortocircuitos y 130°C durante sobrecargas de emergencia, sin deterioro de la vida útil del cable.

### 3.7.3 Descripción general

a) Cable Tetrapolar 0.6 / 1 Kv – 90°C

Conductor de Fase		Conductor de Tierra	
4	mm2	4	mm2
6	mm2	6	mm2
10	mm2	10	mm2
16	mm2	16	mm2
25	mm2	16	mm2
35	mm2	16	mm2
50	mm2	25	mm2
70	mm2	35	mm2
95	mm2	50	mm2

b) Cable Unipolar 0.6/1 Kv – 90°C

Conductor de Fase		Conductor de Tierra	
120	mm2	95	mm2
150	mm2	95	mm2
240	mm2	120	mm2
300	mm2	120	mm2

c) Cable Unipolar THW–600V–75°C

d) Cable Unipolar XLPE 10 Kv

e) Cable Unipolar XLPE 15 Kv

### 3.7.4 Pruebas

Todos los cables serán completamente probados en fábrica para la aplicación requerida. Similarmente todos los cables instalados serán probados de acuerdo a IEEE-383 o equivalente con pruebas de megado y prueba de potencial (meghometro y High Pot respectivamente).

### 3.8 Variadores de velocidad en baja tensión 460V, 60Hz

#### 3.8.1 Generalidades

Esta especificación involucra la construcción, materiales y servicios que se requieren para diseñar, fabricar, probar, entregar y garantizar la operación de los variadores de frecuencia con el equipo asociado, tal como se especifica en este documento.

#### 3.8.2 Trabajo Incluido

Debe incluir el diseño, la manufactura, la inspección, la comprobación y la entrega del variador de frecuencia y accesorios relacionados, tal como se describen en ésta especificación. Se debe incluir documentación detallada de cada pieza del equipo.

	<u>CANT.</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>N° DE ETIQUETA</u>	<u>N° DE EQUIPO</u>
1	1	Transmisión de frecuencia variable para la faja de alimentación 7A	36AFD002	36FAJ002
2	1	Transmisión de frecuencia variable para la faja de alimentación 8B	36AFD003	36FAJ003
3	1	Transmisión de frecuencia variable para la faja de alimentación 9C	36AFD004	36FAJ004
4	1	Transmisión de frecuencia variable para bomba 1 de alimentación por ciclón	36AFD006	36BMH006
5	1	Transmisión de frecuencia variable para bomba 2 de alimentación por ciclón	36AFD007	36BMH007

#### 3.8.3 Trabajo excluido

Descarga y manipulación del equipo en el lugar del proyecto.

Suministro e instalación de energía en el campo / cables de control en el lugar del proyecto.

Configuración del equipo y arranque. Aunque se espera que el Postor proporcione ayuda al personal del comprador con relación a cualquier funcionamiento del equipo, la configuración y los detalles de mantenimiento que puedan no haber sido

claramente explicados en la literatura técnica y/o el entrenamiento proporcionados por el fabricante. Cualquier asistencia de este tipo no involucrará cargos extras al comprador.

#### **3.8.4 Códigos y estándares**

Los equipos y el trabajo deben cumplir con los requisitos aplicables de las últimas ediciones de los siguientes códigos y estándares :

CSA	Asociación Canadiense de Estándares
UL	Laboratorios Suscritos
NEMA	Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
BS	Estándares Británicos
AS	Estándares Australianos

#### **3.8.5 Condiciones ambientales**

Revisar lo indicado en el Capítulo 2.0, ítem 2.3.

#### **3.8.6 Descripción del equipo**

Los VFD y los equipos relacionados, deben cumplir con los siguientes requisitos generales:

##### **a) Cubierta**

El tipo de cubierta de cada VFD debe ser el siguiente:

Para los VFD de más de 200 HP, el tipo de cubierta estará de acuerdo con los estándares NEMA 12 ó IP 64, para cubiertas herméticas contra polvo y a prueba de goteo.

Para los VFD de menos de 100 HP, el tipo de cubierta estará de acuerdo con los estándares NEMA 4 ó IP 54, para cubiertas herméticas contra polvo y a prueba de salpicaduras.

##### **b) Construcción**

El VFD será construido según las siguientes especificaciones :

Voltaje de entrada	380 a 440 Vca, 3 fases
Variación de voltaje de entrada	-20% a + 10%
Variación frecuencia de entrada	48 a 62 Hz
Factor de potencia de entrada	0.95



- Eficiencia eléctrica : > 97%
- Pérdida de potencia de energía : > 2 segundos
- Capacidad de sobrecarga : 150% durante 30s
- Rango de frecuencia de salida : 0 a 200 Hz.

El VFD proporcionará un ajuste basado en un microprocesador para motores de tres fases. Los VFD deben utilizar una estrategia de control de torsión de vectores, para regular el flujo del motor, a fin de optimizar la torsión del motor.

Los VFD que requieren ajustes de voltaje, permanencia y corriente para lograr un mejor control de torsión, no son aceptables. Los controladores deben estar tasados como se muestra en los diseños. Como mínimo, la corriente de salida de carga completa de la transmisión, será igual al caballaje equivalente del motor.

Los VFD deberán ser diseñados con Ancho de Pulso Modulado (Pulse Width Modulated - PWM), convirtiendo el voltaje de ingreso de servicio y la frecuencia, en voltaje y frecuencia de salida variables, mediante una operación de dos pasos. Se usarán Transistores Bipolares de Compuerta Aislada en la sección del inversor.

Los niveles de voltaje total y distorsión de corriente armónica deben ser calculados bajo las peores circunstancias posibles, de acuerdo con el procedimiento delineado en el estándar IEEE 519-1992. Se pondrán a disposición copias de estos cálculos, si son requeridos. Estos cálculos deben hacerse basándose en la capacidad de KVA y la impedancia del transformador que está sirviendo a los VFD, tal como se muestra en los diseños. Los VFD deben cumplir con los niveles de corriente y voltaje para un sistema general, tal como se definen en IEEE 519. Si el VFD no puede alcanzar los niveles armónicos con inductores estándares o transformadores de aislamiento, el fabricante del VFD debe proporcionar la alternativa técnica más apropiada. Dicha alterantiva debe reducir el contenido de voltaje armónico de la línea de energía y eliminar con efectividad todas las armónicas que afecten el sistema.

Se deben incorporar si fuere necesario, bobinas de choque de tres fases en la línea de ingreso, a fin de reducir la distorsión armónica, reducir el RFI y mejorar la inmunidad transitoria, como la ocasionada por impactos de un rayo.

Los VFD deben ser capaces de arrancar un motor en movimiento. Los VFD deben ser capaces de determinar la velocidad del motor en cualquier dirección y volver a funcionar sin desconectarse.

### **c) Funciones de Control**

Todos los parámetros programables de los VFD deben ser posibles de ajustar desde un panel de pulsadores digitales, ubicado en la puerta frontal del VFD.

Los parámetros deben incluir

- Límites de frecuencia máximos y mínimos programables.
- Tiempos programables de aceleración.
- Frecuencias programables del cargador, V/Hz y cierre para impedir la frecuencia crítica.
- Límites programables de sobrecarga electrónica y de torsión.
- Reinicio programable de intentos múltiples.
- Inflexión, rosca y velocidad programables, previamente establecidas.
- Bloqueo programable del panel de control y sobrecargas de fábrica por defecto.

Los VFD deben tener las siguientes interfaces de sistema

#### **• Los Ingresos deben incluir :**

- Dos (2) interfaces de proceso aislado para referencia de control de velocidad, para recibir y aislar señales de 0–10 Vcd ó 4–20 mA(cd).
- Bloques de terminal dedicados para las interfaces, con contacto remoto de arranque y desconexión remota de seguridad.

#### **• Las Salidas deben incluir :**

- Dos (2) señales análogas de salida de 4–10 mA CD para medición externa.
- Un relay, con un juego aislado de contactos.
- Un ingreso de salida seco para indicar la función protectora de desconexión.

- **Módulo de Comunicación en Serie :**

Tarjeta de comunicación RS232. Toda la programación de los VFD, el monitoreo y las funciones de diagnóstico de las mismas, deberán estar disponibles a través de un puerto serial de comunicación. Los costos relacionados con el software estarán incluidos en la propuesta.

**d) Monitoreo y Despliegues**

- Los VFD deben tener un módulo LCD de 32 caracteres, indicando las funciones monitoreadas, tal como se describen en el párrafo siguiente.

Se deben monitorear los siguientes parámetros:

- a. Corriente de ingreso (Trifásica)
- b. Voltaje de ingreso (Trifásico)
- c. Corriente de salida (Trifásica)
- d. Voltaje de salida (Trifásico)
- e. Frecuencia de salida
- f. Kilowatts
- g. Temperatura de transmisión.
- h. Hora
- i. Fecha
- j. Medidor de tiempo transcurrido
- k. RPM del Motor
- l. Estados/ Niveles discretos / análogos

**e) Funciones de Protección**

Los VFD deben tener las siguientes características de protección :

- Protección térmica tanto del motor, como de la transmisión.
- Pérdida de suministro.
- Límite de corriente de salida
- Carga de corto circuito
- Bajo Voltaje de la barra colectora de CD
- Sobre Voltaje de la barra colectora de CD
- Mínima tensión
- Sobre – frecuencia
- Motor sobre la frecuencia

- Sobrecarga IGBT
- Falla a tierra
- Protección del pedestal del motor
- Protección de la barra colectora de CD
- Desbalance de corriente de las fases del motor
- Límite de la Corriente de entrada
- Pérdida de fases de ingreso y salida.
- Se deberán proporcionar fusibles limitantes de corriente en el lado de ingreso de los VFD, para dar protección contra fallas de corriente, hasta 200 KA simétricos.
- El lado de salida de los VFD deberá estar equipado con un reactor de línea, para reducir los niveles  $dv/dt$  de salida.

Los VFD deben estar equipados con un interruptor principal. El interruptor tendrá bloqueo y se accionará con el abrir y cerrar de la puerta del tablero, para evitar el acceso a los VFD a menos que el interruptor esté en la posición abierta. Más aún, el interruptor deberá estar provisto de los siguientes accesorios :

- Un Interruptor aislado auxiliar (SPDT), que proporcionará información sobre el estado del contacto del interruptor del circuito.
- Desconexión de la resistencia derivante, para proporcionar desconexión controlada a distancia del interruptor del circuito. El control de voltaje disponible es de 120 VCA, 60 Hz.

Se proporcionará una placa de plástico laminado, grabada con el número de la etiqueta de identificación para los variadores.

## **CAPITULO IV**

### **LINEAMIENTOS DEL SISTEMA AUTOMATIZACION**

#### **4.1 Introducción**

Se describen aspectos generales tomados en cuenta para la selección del sistema de automatización y complementariamente criterios básicos para la selección de equipos de instrumentación..

#### **4.2 Códigos y Estándares**

El equipo, material, diseño, manufactura e instalación y mano de obra deben cumplir con los requisitos siguientes donde sean aplicables

- CSA Quality control program (Z299.2)
- Occupational Safety and Health Act (OSHA)
- American National Standards Institute (ANSI)
- International Standards Organization (ISO9001)
- Underwriters Laboratories (UL)
- National Fire Protection Association (NFPA)
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- International Society for Measurement and control (ISA)
- National Electrical Manufacturer's Association (NEMA)

Tanto el diseño, como la documentación para la ingeniería básica será en inglés, el idioma utilizado para el diseño de detalles será en español. Los rótulos, descripción de instrumentos, paneles, leyendas, avisos, etc. estarán en español.

#### **4.3 Alcance**

Proporcionar una solución integral para un sistema de control de supervisión del proyecto de expansión del circuito en el molino de bolas # 3. Este sistema debe incluir el sistema operativo y la aplicación de software, hardware, equipo periférico, cables de interconexión y aditamentos auxiliares, cableados, probados, calibrados y

listos para su instalación y funcionamiento en lugar del trabajo. El sistema operativo y la aplicación del software serán configurados por el vendedor. Debe estar manufacturado, ensamblado y revisado en la fábrica. También debe incluir las unidades de control del proceso, las estaciones de operadores, las estaciones de trabajo de ingeniería y redes de comunicación apropiados, para realizar un control regulador y secuencial, procesar los computos e intercambiar funciones de información y adquisición de datos. Note que el sistema de diseño del vendedor debe permitir expansiones significativas hasta 8 veces (o un conteo IO de 1600 puntos.)

#### **4.4 Requisitos del diseño**

Este proyecto contemplo la expansión de la capacidad de molienda en la Planta Concentradora con la instalación de un tercer molino de bolas de 400Tn/Hr. El mineral será proporcionado al molino mediante tres alimentadoras de velocidad variable y una transportadora inclinada principal. El molino descargará hacia una caja de bombeo. Bombas de velocidad variable mantendrán un nivel en la caja de bombeo, al mismo tiempo que alimentan una batería de ciclones. El defecto de flujo de los ciclones será reciclado hacia el molino de bolas. El sobre flujo de los ciclones proseguirán hacia la flotación.

Este documento es la especificación para una solución integral de un sistema de control de supervisión para el proyecto de expansión del circuito del molino Nro. 3. el sistema de control vigilará y controlará el siguiente equipo :

- Tres alimentadores de mandil de velocidad variable
- El sistema de control de polvo de la galería de la transportadora
- La transportadora principal
- El molino de bola de 4000 HP
- El sistema de lubricación del molino
- Las válvulas de añadido de agua
- El abastecimiento de aire del embrague del molino
- La caja de bombeo
- Dos bombas de alimentación de ciclones de velocidades variables
- La bomba de sumidero del área.

#### **4.5 Documentación**

El diseño de la automatización se basará en la información de las siguientes fuentes :

- Diagrama de flujo de proceso
- Diagrama de flujo mecánico
- Criterios de diseño del proceso
- Descripción del proceso

El diseño detallado de los sistemas de instrumentación y control requiere de la siguiente información :

Relaciones de flujo, presión, temperatura, densidad, composición o análisis químico y características del equipo.

#### **4.6 Diagramas de tuberías e instrumentación**

Los diagramas de tuberías e instrumentación describen las relaciones funcionales de todos los equipos de la Planta. Son además los documentos claves utilizados en todas las disciplinas del proyecto por los equipos de diseño, para elaborar sus respectivas contribuciones. La contribución de la automatización a los diagramas de tuberías e instrumentación consiste en añadir las designaciones de todos los instrumentos de proceso y de control.

#### **4.7 Índice de instrumentos**

El índice de instrumentos cumple la doble función de ser una lista de equipos de automatización así como de servir de referencia para la documentación de la automatización. Cada rotulación de instrumento, deberá incluir pero no estar limitada a lo siguiente

- a) Descripción funcional del instrumento
- b) Ubicación de montaje
- c) Referencia al plano de ubicación de instrumentos donde éste se muestra.
- d) Número de hoja de las especificaciones de instrumentos
- e) Referencia del diagrama lógico
- f) Número de modelo (a determinarse por el fabricante)
- g) Número de la orden de compra ( a determinarse por el comprador )

#### **4.8 Lista de Alarmas**

Las listas de alarmas, una para cada area son resúmenes de todas las alarmas que muestran además una descripción completa de las mismas, la leyenda y una descripción del problema que acciona el contacto de iniciación.

#### **4.9 Especificaciones de instrumentos (hojas de datos)**

Cuando sea posible se utilizarán las hojas de especificación de instrumentos a fin de especificar los parámetros de los instrumentos tal como son requeridos para su adquisición. Las designaciones en cuanto a modelo y tipo del fabricante deberán ser dejadas en blanco y serán llenadas posteriormente por terceros a medida que los instrumentos sean comprados.

#### **4.10 Planos de disposición en la sala de control**

La disposición de los paneles y equipos en las salas de control son responsabilidad de la disciplina de automatización. Adicionalmente a los paneles de control también se mostrará los paneles eléctricos, cables y/o la ubicación de las tuberías de acceso y todo el mobiliario.

#### **4.11 Plano de configuración de los paneles de control**

En esta etapa del diseño se mostrará planos de configuración del panel de control con todos sus accesorios (instrumentos, etc.) en su ubicación relativa. Ya que los tamaños no pueden ser conocidos aún en forma exacta , solo se mostrarán dimensiones claves tales como la como la altura, normalmete los tamaños no pueden ser conocidos aún en forma exacta ya que los detalles de ejecución se determinarán solamente cuando se haya elegido el fabricante.

#### **4.12 Diagramas de interconexión de Bucles de control**

Los diagramas de interconexión de bucles de control describen todas las interconexiones eléctricas y/o neumáticas de un bucle de control incluyendo los terminales de los instrumentos, cajas de unión, cajas terminales y terminales de paneles, así también como todos los números de cables, conductores y/o tuberías.

#### **4.13 Diagramas esquemáticos de enclavamiento, de control secuencial y de control de motores**

Estos son diagramas eléctricos esquemáticos para el control de motores, control secuencial y circuitos de enclavamiento. Estos esquemas deberán mostrar todos los



componentes de control incluyendo el arrancador del motor y botoneras locales de arranque y parada.

Estos diagramas muestran la disposición física de los terminales de los componentes y sus interconexiones que corresponden a un determinado diagrama esquemático tal como está descrito en el párrafo 7.10 anterior.

#### **4.14 Diagramas de ubicación de instrumentos**

Los diagramas de ubicación de instrumentos, generalmente mostrados en los planos de disposición de equipo eléctrico y/o mecánico muestran en una vista de planta la ubicación de todos los instrumentos que no sean aquellos ubicados en los paneles de control.

Las alturas aproximadas de dichos instrumentos deberán mostrarse en este diagrama, ya sea en la ubicación del instrumento mismo o en una tabla separada. Los instrumentos deberán identificarse solo por sus números de rótulo y no por sus nombre funcionales. Los planos de disposición mostrarán todos los cables y/o recorrido de tuberías incluyendo las ubicaciones de las cajas de paso.

#### **4.15 Detalles de instalación de instrumentos**

Deberán hacerse detalles de instalación para cada tipo de instrumento. Un detalle de instalación puede referirse a más de un instrumento, pero el instrumento al cual se refiere deberá ser apropiadamente identificado por medio de su número de rotulación. Cada hoja de detalle de instalación deberá incluir una lista de materiales con todos los accesorios necesarios.

#### **4.16 Lista de cables y/o tuberías**

Estas listas deberán contener todos los cables y/o tuberías incluyendo descripciones de las rutas. Deberán incluir además suficiente información acerca de la identificación de los cables y/o tuberías y de las etiquetas terminales para permitir el seguimiento de cada conexión desde su salida hasta su punto de llegada, sin el uso de ningún otro plano.

#### **4.17 Descripción funcional de los bucles de control y de los circuitos de control.**

Cada bucle de control y circuito de control deberá describirse con el suficiente nivel de detalle como para aclarar la función de cada componente (instrumento) así como su relación con el proceso que es controlado.

## 4.18 Instrumentación

### a) Generalidades

Las fuentes de medición primarias tales como pH y temperatura que utilizan termocuplas o RTD (detector de temperatura por resistencia) son básicamente eléctricas. La mayoría de las válvulas de control son operadas utilizando aire comprimido. Por lo tanto se utilizará una mezcla de señales electrónicas y neumáticas. Cuando la medición sea eléctrica se utilizarán controles electrónicos y la señal será convertida a señal neumática si fuerz necesario, en el lugar donde se encuentre la válvula de control.

Cuando exista la posibilidad de elegir, la selección de una señal neumática o electrónica se basará en el costo, confiabilidad y bajo mantenimiento.

### b) Tipos de medición

- **Flujo**

Para una medición exacta de sólidos se utilizará una balanza incorporada a la faja. La sección de automatización se añadirá a la especificación mecánica de suministro para cubrir el requisito de automatización.

Para líquidos se utilizarán medidores de flujo magnéticos en el caso pulpa. En el caso de fluidos limpios no corrosivos los flujos pueden ser medidos utilizando placas de orificio y manómetros.

- **Bombas**

Las bombas accionadas a una velocidad justo lo suficiente para bombear la cantidad requerida de fluido, evitan la necesidad de utilizar una válvula de control y su consecuente alto costo de mantenimiento bajo condiciones corrosivas o erosivas. Cuando se utiliza este sistema la especificación del equipo mecánico cubre los requisitos necesarios para hacer el equipo compatible con las señales de instrumentación que lo controlan.

- **Alimentadores de faja**

Cuando se utilice equipo de este tipo para controlar el flujo de sólido, la especificación del equipo deberá cubrir los requerimientos necesarios

para que éste sea compatible con las señales de instrumentación que lo controlan.

- **Nivel**

Las mediciones de nivel de sólidos se hará utilizando elementos de nivel tipo capacitancia, interruptores de péndulos o interruptores nucleares.

- **Temperatura**

Las mediciones de temperatura se harán utilizando termocuplas o RTD (detectores de resistencia por temperatura) adecuados.

- **Presión**

Las mediciones de presión en pulpa o flúidos corrosivos se harán utilizando sellos de diafragma para proteger el elemento de medición.

- **pH**

La medición pH se hará, ya sea mediante sensores sumergidos o sensores de flujo pasante. El tipo de sensor y los métodos de medición serán determinados en cada aplicación particular.

- **Elementos de control finales**

- **Válvulas de control finales**

Las válvulas de control y obturación y las válvulas grandes de apertura y cierre serán operadas con aire, utilizando operadoras tipo diafragma con resorte u operadores cilindricos con aire. Las pequeñas válvulas de apertura y cierre utilizadas con controladores discretos de temperatura, son operadas por medio de operadores con motor eléctrico.

Las válvulas de obturación para circuitos de pulpa deberán ser seleccionados entre los tipos aguja, mariposa o esféricas dependiendo del costo, confiabilidas y tiempo de vida.

Todas las válvulas deberán ser seleccionadas para cumplir con las especificaciones de las tuberías y los requerimientos del proceso. Donde sea aplicable, la producción de ruido de la válvula deberá estar limitada a 85 dB a 1 m. del punto de instalación.

**CAPITULO V**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL NUEVO EQUIPAMIENTO**

**5.1 CELDAS MEDIA TENSION 4.16 y 10KV**

**a) Datos Técnicos Generales**

• **Celda MetalClad en 10Kv (uso interior) 42MVS0024**

01 Celda MetalClad en 10Kv (uso interior) 42MVS0024, 60Hz, 4100msnm, incluye conexión a barras de celda adyacente existente, las dimensiones aproximadas son : Ancho 900mm, Profundidad 2000mm, Altura 2200mm.

01 Interruptor trifásico en vacío, valores nominales 24Kv, 1250A, 25KA, de ejecución extraíble, mando motorizado, provisto de bobina de apertura y bobina de cierre en 120Vcc, contador de operaciones, cable multifilar, contactos auxiliares 5NA+5NC

Marca : ABB VD4 Alemania      Ancho : 1200 + 40 mm

01 Conmutador de mando 500V, 12A manija con dispositivo de retorno a posición central.

Marca : Krauss

03 Portalámparas, con lámparas de señalización verde, rojo y ambar para indicar posición de abierto, cerrado y disparo del interruptor de potencia

Marca : RAF 1

03 Transformadores de corriente, encapsulados en resina sintética de 24Kv, 300/5A, clase 5p10, 15VA, 60Hz, para medida, uso interior

Marca : ABB

01 Unidad de protección de sobrecorriente, trifásico, electrónico basado en microprocesador, con las siguientes funciones de protección : Lado 10 Kv

F unción (50)	Sobrecorriente instantánea Fase-Fase
F unción (51)	Sobrecorriente temporizado Fase-Fase
F unción (50N)	Sobrecorriente instantáneo Fase-Fase.
F unción (51N)	Sobrecorriente temporizado Fse-Tierra

Valores nominales 5A, 60Hz, tensión auxiliar 120Vcc

Marca ABB SPAJ 141C

- 01 Relé electromecánico de bloqueo, función (86T) con bobina para tensión auxiliar en corriente continua y contactos auxiliares

Marca : ELECTROSWITCH USA

- 01 Sistema electrónico anunciador de alarmas con 32 señales de indicación de fallas, tensión auxiliar 120Vcc

Marca : ABB SACO

- 01 Unidad de medida multifunción, de estado sólido, tecnología moderna con indicaciones de medida primaria y las siguientes características eléctricas

Corriente nominal	5A
Tensión Nominal	120 V
Frecuencia Nominal	60 Hz
Clase de Precisión	0.4-IEC

Esta unidad cuenta con la siguiente función de medida

Indicación de Tensión	(V)
Indicación de corriente	(A)
Indicación de Potencia activa	(KW)
Indicación de potencia reactiva	(KVAR)
Indicación de energía activa	(KW-H)
Indicación de energía reactiva	(KVAR-H)
Indicación de factor de potencia	(Cos diam)
Indicación de frecuencia	(Hz)

Marca : Power Measurement 3720

- 01 Bocina de alarma, uso exterior, 120 Vcc

- 01 Equipo de calefacción interior 220V, 60Hz

Microinterruptores termomagnéticos para protección de los circuitos de control

Sistema de barras colectoras, de derivación y tierra de cobre electrolítico

Aisladores portabarra de 17.5 Kv, Araldit

- **Celda MetalClad en 4.16Kv (42MVS001A)**

Para Transformador 1250Kva, 4.16/0.48Kv, servicios auxiliares, 4100msnm (uso interior)

Dimensiones aproximadas :

Ancho 900+600 mm

Profundidad 2000 mm

Altura 2200 mm

01 Interruptor trifásico en vacío, valores nominales, 17.5 Kv, 1250A, 25KA, de ejecución extraíble, mando motorizado, provisto de bobina de apertura y bobina de cierre en 120Vcc, contador de operaciones, cable multifilar, contactos auxiliares 5NA+5NC

Marca : ABB VD4 Alemania

01 Conmutador de mando 500V, 12A, manija con dispositivo de retorno a posición central

Marca Kraus.

03 Portalámparas, con lámparas de señalización verde, rojo y ambar, para indicar posición de abierto, cerrado o disparo del interruptor de potencia

Marca : RAF1

01 Transformadores de tensión, encapsulados en resina sintética de 5.0/0.12Kv, clase 5p10, 15VA, 60Hz, para medida, uso interior.

Marca : ABB

01 Transformador de corriente toroidal 50/5 A, 5p20, 2.5VA

03 Transformadores de corriente, encapsulados en resina sintética de 24Kv, 800/5A, clase 5p10, 15VA, 60Hz, para medida, uso exterior

Marca : ABB

01 Unidad de protección por sobrecorriente trifásico, electrónico, basado en microprocesador, con las siguientes funciones de protección : Lado 4.16Kv

- Función (50) Sobrecorriente instantánea Fase-Fase

- Función (51) Sobrecorriente temporizado Fase-Fase

01 Medidor de energía Schlumberger modelo Vectron, 3W, 120Vca.

• **Celda MetalClad en 4.16Kv (42MVS001B)**

Para Arrancador del motor del molino de bolas, 4100 msnm (uso interior)

Dimensiones aproximadas :

Ancho 900+600 mm

Profundidad 2000 mm

Altura 2200 mm

- 01 Interruptor trifásico en vacío, valores nominales, 17.5 Kv, 1250A, 25KA, de ejecución extraíble, mando motorizado, provisto de bobina de apertura y bobina de cierre en 120Vcc, contador de operaciones, cable multifilar, contactos auxiliares 5NA+5NC  
Marca : ABB VD4 Alemania
- 02 Conmutador de mando 500V, 12A, manija con dispositivo de retorno a posición central  
Marca Kraus.
- 03 Portalámparas, con lámparas de señalización verde, rojo y ambar, para indicar posición de abierto, cerrado o disparo del interruptor de potencia  
Marca : RAF1
- 03 Transformadores de tensión, encapsulados en resina sintética de 5.0/0.12Kv, clase 5p10, 15VA, 60Hz, para medida, encapsulados en resina sintética uso interior.  
Marca : ABB
- 01 Transformador de corriente toroidal 50/5 A, 5p20, 2.5VA
- 03 Transformadores de corriente, encapsulados en resina sintética de 24Kv, 800/5A, clase 5p10, 15VA, 60Hz, para medida, uso exterior  
Marca : ABB
- 01 Unidad de protección por sobrecorriente trifásico, electrónico, basado en microprocesador, con las siguientes funciones de protección : Lado 4.16Kv  
- Función (50) Sobrecorriente instantánea Fase-Fase  
- Función (51) Sobrecorriente temporizado Fase-Fase
- 02 Medidor de energía Schlumberger modelo Vectron, 3W, 120Vca.

**b) Protocolo de Pruebas Celdas Media tensión**





## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO.....: CELDA DE SALIDA 10 KV 60 HZ 42MVS002A
O.P.....: 285083-1	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938	Bien
2.- Funcionamiento del interruptor VD4	Bien
- Prueba de extraccion y inserccion	Bien
- Prueba de cierre y apertura	Bien
- Funcionamiento de la bobina de bloqueo	Bien
3.- Aislamiento con megger 5000 VDC.	Bien
4.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion	Bien

BHP. TINTAYA

**SALA DE PRUEBAS**

FECHA...: 26/03/99

PROBADO...: CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE



## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO.....: TABLERO DE CONTROL PARA CELDA DE SALIDA 10 KV. 60 HZ. 42MVS002A
O.P.....: 285083-2	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

- |   |      |
|---|------|
| 1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938         | Bien |
| 2.- Funcionamiento del rele de proteccion SPAJ 140 C.       | Bien |
| - Simulamos una sobrecorriente                              | Bien |
| - Senalización de disparo del rele                          | Bien |
| 3.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion | Bien |

Duff

B.H.P. TINTAYA

**SALA DE PRUEBAS**

[Signature]

FECHA...: 26/03/99

PROBADO...: CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE

ASEA BROWN BOVERI S.A.



## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDA Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO.....: CELDA DE SALIDA 4 16 KV. 60 HZ. 42MVS001B
O.P.....: 285083-3	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

- |   |      |
|---|------|
| 1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938         | Bien |
| 2.- Funcionamiento del interruptor VD4                      | Bien |
| - Prueba de extraccion y inserccion                         | Bien |
| - Prueba de cierre y apertura                               | Bien |
| - Funcionamiento de la bobina de bloqueo                    | Bien |
| 3.- Funcionamiento del rele de proteccion SPAJ 142 C.       | Bien |
| - Disparo y senalizacion por sobrecorriente al rele         | Bien |
| 4.- Aislamiento con megger 5000 VDC.                        | Bien |
| 5.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion | Bien |

**SALA DE PRUEBAS**

FECHA... 30/03/99

PROBADO... CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE



## PROTOCOLO DE PRUEBAS · CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO.....: CELDA DE LLEGADA 4.16 KV. 60HZ 42MVS001B
O.P.....: 285083-4	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

- |   |      |
|---|------|
| 1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938                     | Bien |
| 2.- Funcionamiento del cuadro anunciador SACO 16D1                      | Bien |
| - Simulamos fallas actuando el cuadro anunciador y la sirena de alarmas | Bien |
| 3 - Aislamiento con megger 5000 VDC.                                    | Bien |
| 4.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion             | Bien |

**SALA DE PRUEBAS**

FECHA : 30/03/99

PROBADO... CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE



## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO....: CELDA DE SALIDA 4.16 KV. 60 HZ. 42MVS001A
O.P.....: 285083-5	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938	Bien
2.- Funcionamiento del interruptor VD4	Bien
- Prueba de extraccion y inserccion	Bien
- Prueba de cierre y apertura	Bien
- Funcionamiento de la bobina de bloqueo	Bien
3.- Funcionamiento del rele de proteccion SPAJ 142 C.	Bien
- Disparo y senalizacion por sobrecorriente al rele	Bien
4.- Funcionamiento del rele de proteccion diferencial TPU 2000R	Bien
- Simulamos una corriente diferencial la cual mando apertura al interruptor	Bien
5.- Funcionamiento del cuadro anunciador SACO 16D1	Bien
- Simulamos fallas actuando el cuadro anunciador y la sirena de larmas	Bien
6.- Aislamiento con megger 5000 VDC.	Bien
7.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion	Bien

**SALA DE PRUEBAS**

FECHA : 07/04/99

PROBADO... CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE

ASEA BROWN BOVERI S.A.



## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO....: CELDA DE SALIDA 4 16 KV 60 HZ. 42MVS001B
O.P.....: 285083-6	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

Se efectuaron las siguientes pruebas :

1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3938	Bien
2.- Funcionamiento del interruptor VD4	Bien
- Prueba de extraccion y inserccion	Bien
- Prueba de cierre y apertura	Bien
- Funcionamiento de la bobina de bloqueo	Bien
3.- Funcionamiento del rele de proteccion SPAJ 142 C.	Bien
- Disparo y senalizacion por sobrecorriente al rele	Bien
4.- Aislamiento con megger 5000 VDC.	Bien
5.- Funcionamiento del sistema de iluminacion y calefaccion	Bien

**SALA DE PRUEBAS**

FECHA... 07/04/99

PROBADO... CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE



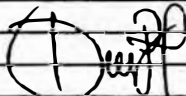
## PROTOCOLO DE PRUEBAS CELDAS Y TABLEROS

CLAVE.....: B.H.P. TINTAYA S.A.	OBJETO.....: CELDA DE LLEGADA 4 16 KV 4100MSNM
O.P.....: 285082	
INSTALACION :	ESQUEMAS: FUNCIONALES
AÑO.....: 1999	CONEXIONES

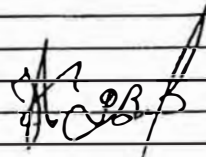
Se efectuaron las siguientes pruebas :

1.- Verificación de la lista de aparatos LAS : 3948	Bien
2.- Funcionamiento del seccionador NALF 12 KV.	Bien
- Prueba de apertura y cierre	Bien
- Simulamos disparos al seccionador	Bien
3.- Aislamiento con megger 5000 VDC.	Bien

NOTA : No se probó la bobina de disparo por no ser de la tensión adecuada

  
BHP. TINTAYA.

**SALA DE PRUEBAS**



FECHA : 26/03/99

PROBADO... CRISTIAN OQUENDO

CONTROLADO N ROQUE

## **5.2 MOTOR 4000HP, 4Kv DEL MOLINO DE BOLAS 400Tn/Hr**

### **5.2.1 Celda Arrancador Motor Síncrono 4000HP, 4.0KV**

#### **Descripción general del suministro**

Se detalla en este punto cada uno de los equipos incluidos en la Sala Eléctrica tipo prefabricada : Medium Voltage Motor Controller, Low Voltage Distribution Panelboard, Brush Type Solid State Synchronous Motor Field Protection and Control y componentes auxiliares incluidos en el suministro, indicando sus características técnicas principales, detalles constructivos del conjunto y un listado detallado de los principales equipos y componentes de poder, protección y control.

#### **Medium voltage Motor Controller**

**Series AMPGARD Reduced Voltage Autotransformer type Class E-2, 7.2 Kv, 800 Amps, Non Reversing**

#### **Series AMPGARD of Westinghouse & Cutler-Hammer**

Medium Voltage Metal-enclosed Motor Controller Lineup, para al interior de Sala Eléctrica Prefabricada. Class 7.2 Kv, para uso en 4160Volts a 4100 metros de altura sobre el nivel del mar. Barras Principales de 1200 Amps. De las serie AMPGARD Power Assembly de diseño y fabricación Westinghouse & Cutler-Hammer USA, equipado con Partidor de motor tipo tensión reducida con autotransformador, corriente nominal 800Amps, 250Mva capacidad de interrupción. El detalle de equipamientos y componentes principales incluidos es el siguiente :

#### **ITEM 1**

#### **MV Motor Controller**

4.16Kv, switchgear and Motor Controller

Series AMPGARD of Westinghouse & Cutler-Hammer USA

Diseñado, Fabricado y Equipado de acuerdo a

Condiciones Ambientales (Capítulo 2, Item 2.3)

Descripción Técnica general del Equipamiento (Item B.)

Para uso interior con enclosure tipo NEMA 1A

Con tratamiento especial resistente a corrosión

Tipo Single Ended Medium Voltage MCC

Including one (1) set of incoming bus risers



Three (3) AMPGARD metal-enclosed Cells

Dimensions : (3) 100" High, 36" Width and 30" Depth

With : One (1) Class E2 RVNR AutoXfmr type Motor Starters

5500HP maximum, 800Amps, w/SR469 Protection Relay

**Dimensiones Aproximadas Totales :**

100" Altura, 108" Frente y 30" de profundidad

Peso máximo aproximado total : 2580 Kgs.

El listado de equipamientos indicados a continuación está basado en planos y diagramas unifilares típicos de los Motor Controllers de Series AMPGARD de Westinghouse & Cutler-Hammer USA.

Se describen a continuación los elementos y los componentes de poder y de control e instrumentación, que se incluyen en cada una de las celdas y cubículo que componen el Medium Voltage Motor Controller incluido.

**Medium Voltage Motor Controller**

**Clase 7200 Volts RVNR Motor control Center**

**Formado por :**

02 Motor Controller Modules AMPGARD, with 100" H, 36" W y 30" D

01 Base Assembly autoXfmr Cell AMPGARD, with 100" H, 36" W y 30" D

03 Main Bus Assembly & Vertical Connections AMPGARD, 1200 Amps

03 Ground Bus Assembly & Connections AMPGARD, 400Amps.

01 Class E2, AutoXfmr Non Reversing starters, 800amps, 7.2Kv, R-O

03 Fusibles de poder tipo limitadores de corriente series CLS, 44R

01 Potential Transformer 4200/120 volts, 100VA, 60Hz, Series 3Ph

01 Sets of fuse Mounting, 3 pole and Primary PT's protection fuses

01 Molded Case Circuit Breakers, 2 pole, secondary PT's protection

01 Control transformer 2000VA, 4200/120 volts, with primary fuses

01 Molded Case circuit Breakers, 2 pole, secondary CPT Protection

01 3 Phase current transformers single ratio 600/5 Amps, AMP

01 Zero sequence current transformers ratio 50/5 amps, series BYM

01 Transformer type indicating light green, 120V, 60Hz, series E34

01 Transformer type indicating light red, 120V, 60Hz, series E34

- 02 Momentary push buttons Red/Green, 1NC/1NO, series E34, option
- 01 Selector switch 3 position maintained Man-Auto-Off, serie E34, Option
- 01 Microprocesor Base integral Motor Protection SR469 Plus of Multilin
- 03 Industrial auxiliary control relays, series AR420A of Westinghouse
- 01 Adjustable Pneumatic time control relay, series AR of Westinghouse
- 03 Distribution Class Surge Arresters, 3.6Kv, MCOV (opton)
- 01 Motor Heater circuit with separate protection & connection
- 03 Space heaters 220V Ac, 150W with thermostat
- 01 Set of accessories Operation and Maintenance

El conjunto de metal-enclosed motor controller estará formado por tres (3) celdas metálicas autosoportantes, de dimensiones exteriores aproximadas : 100" de altura (2540mm), 36" de frente (915mm) y 30" de profundidad (762 mm). El peso total neto aproximado de este Lineup de Medium Voltage Motor Controller será de 2.580 Kgs.

### **Synchronous Motor Protection & Control**

#### **Series SPM of multilin general electric**

#### **Unidad de partida, protección, sincronización y control**

Unidad de protección y control para motores sincrónicos de construcciones tipo collector Ring o bien Brushless type, catálogo Nro. SPM de fabricación Multilin General Electric Canada para montaje tipo Semi-flush en panel.

La unidad es programable en terreno a través de panel frontal, usada para aplicaciones de protección y control de un Motor Sincrónico de media tensión, basado en la supervisión de velocidad del motor y ángulo del rotor, el SPM permite la aplicación de la excitación a la óptima velocidad y ángulo.

Las funciones de protección y supervisión del motor, desarrolladas por la unidad SPM, son las que se detallan a continuación

- Trip and/or Alarm DC field current loss
- Trip and/or Alarm DC field voltage check
- Trip and/or Alarm imcomplete sequence
- Trip and/or Alarm field winding overtemperature
- Power factor pull-out
- Stall / Acceleration
- Restart lockout

- Reduced voltage starting
- Field application control
- PF regulation & Control, maximizes efficiency
- Reluctance torque synchronizing
- Re-synchronizing control
- Auto Loading / Unloadign

Las características constructivas y de operación de esta nueva unidad SPM de Multilin General Electric Canada, son las siguientes

- Panel operador frontal tipo membrana, índice protección NEMA 12 y 3R
- Despliegue en pantalla de 32 caracteres tipo LCD display
- Automatic phase rotation correction
- Regulator Tuning Mode
- True RMS Metering with DFT filtering
- Motor Run Time
- Number and types of Motor Trips
- Statistic for improved Maintenance
- Built in Self Diagnostics
- Compact series S1 Draw-out Case
- ModBus RTU Communications over an RS485 Link
- Mantenimiento de archivo histórico del número de veces que la protección ha operado por una condición de trip dada, en Memoria no volatil (ROM) (reseteable externamente).

## **5.2.2 MAINTENANCE GUIDANCE ON ELECTRIC MACHINERY SYNCHRONOUS MOTORS 4000HP, 4.0 KV**

### **INSPECTION / TESTING / MAINTENANCE**

1. Take Equipment out of service
2. Remove end cover on the exciter end and do a visual inspection.
3. Change oil from both bearing

### **ELECTRICAL TEST**

#### **Resistance and impedance checks**

1. Main field
2. Exciter field
3. Exciter rotor
4. Field discharge resistor
5. Drop test of rotor poles

#### **Megger Test**

1. Main field – 500 Vdc
2. Exciter field – 500 Vdc
3. Exciter rotor – 500 Vdc
4. Main stator – depends on the line voltage
5. Each fwd and rev diode – 500 Vdc
6. Both Scr's and gate each – 500 Vdc
7. Polarization test on the main stator
8. Insulation on bearings

NOTICE : Rectifier wheel & Syncrite testers can be used to test diode wheel components.

After test : make sure the wiring / connections are back in place & tied

#### **Test misc. instrumentation :**

1. Test space heaters
2. Test stator RTD's
3. Test bearings RTD's

#### **Mechanical checks :**

1. Roll out both bearings and inspect.
2. Remove the top hat and the end covers off both ends of the motor / generator

### 3. Visual inspection

- a. Inspect stator wedges and end turn blocking
  - b. Check rotor bars for movement and or craking at the connection points
  - c. Check the end ring for movement and or cracking
  - d. Check the rotor poles for movement or discoloration
  - e. Check the stator for any contaminants @ oil, dirt built up
4. Check air filters (if any)
  5. Check the air gap of the exciter and adjust if necessary
  6. Check the air gap of the main stator / main rotor
  7. Check magnetic center of exciter & main stator / main rotor
  8. Check torques of critical bolts / studs – nuts (i.e. : hold down bolts for main stator & bearings pedestals, assembly bolts for exciter frame, studs-nuts on rectifier wheel, etc.)

Clean / flush bearing housing, and fill with new recommended oil.

Re-assemble bearings, covers, enclosures, etc.

Put unit back in service. Note : Make sure that space heaters are energized when unit is off line.

Notes :

- Additional work may be required depending on above “inspection / testing” findings (repairs, cleaning, etc.....).
- Main stator frame, and exciter should be doweled after initial start-up of the motor.
- Recommended spare parts should be on hand, in case if needed.





Connected all three caps together

Applied 220Vac between common jumper and ground.

Read current and voltage.

Calculated capacity from above readings = 2.4 microF.

Tested lightning arrestors at 1000 Vdc : Final result showed infinity.

Took V-curve data (with clutch disengaged) @4320 Vac line voltage.

@5.5, 6.0, 6.5, 7.0, 7.5, 8.0 DC amps.

AC line current was respectively : 63, 107, 138, 168, 194, 208 amps.

Power factor trip set @ 5.1 A DC.

### **Alignment and Air Gaps :**

Was checked during previous trip.

### **Operating Data :**

See attached

### **Conclusions :**

EM motor performs as designed. Reason for shutdown were : wrong set point on instrumentations protecting the motor and protecting substation, and overvoltage operation (4320Volts). But, the main reason seems to be overloading the mill.

Nordberg (supplier of the mill) suggested to use 36% of mill balls for the process. But in these case was using 43%. In addition to that, high value of ore going through the mill created overloading conditions. The personal of the Concentrator Plant implicates that in the future they would like to raise the flow of ore to 500 tons per hour. During my visit, the highest flow was 350 tons per hour.



### 5.2.3 DATOS ELECTRICOS DEL MOTOR SINCRONO 4000HP, 4000V

- a) Datos Nominales del Motor Síncrono 4000HP, 4Kv
- b) Curvas de Prueba de Fábrica
  - Cálculo Speed – Torque Curves  
(Torque % - Current % VS Percent Speed – RPM)
  - Thermal Limit Curve  
Time (seg) VS Armature Current (percent)
  - Calculated VEE Curves  
P.U. Armature Current VS Exciter Field Current (Amps)
- c) Certificados de Prueba
- d) Parámetros Eléctricos de operación del motor del Molino 3
  - Tabla de datos
  - Curvas de tensión y corriente

a) **DATOS NOMINALES DEL MOTOR SINCRONO 4000HP, 4KV**

<b>DRESSER RAND</b>	
MAQUINARIA ELECTRICA	
HOJA DE DATOS DEL MOTOR	
CLIENTE: <u>SIEMENS ENERGY &amp; AUTOMATION</u>	Nº DE SERIE: <u>198382311</u>
USUARIO: <u>BHP TINTAYA</u>	
AREQUIPA	
ORDEN DE COMPRA: <u>V V 0357</u>	
	<b>SINCRONICO SIN ESCOBILLAS</b>
CABALLOS DE FUERZA (Hp)	4000
KVA TASADOS	3090
VOLTAJE (VOLT)	4000
VELOCIDAD (RF/A)	200
FACTOR DE ENERGIA	1.00
AMPERIOS, CARGA COMPLETA	446
FRECUENCIA (Hz)	60
FASES	3
FACTOR DE SERVICIO	1.00
TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	40
ELEVACION DE LA TEMPERATURA DEL INDUCIDO DE LA BOBINA, CON CARGA COMPLETA (°C)	85 por TTD
ELEVACION DE TEMPERATURA DE LAS BOBINAS EN EL CAMPO, CON CARGA COMPLETA (°C)	80 por RES
EFICIENCIA A: 4/4 DE CARGA	96.7
1/4 DE CARGA	96.6
2/4 DE CARGA (%)	95.9
TORSIONES	
CARGA COMPLETA (LB-FT)	105050
DE ARRANQUE (%)	40
DE ARRASTRE (%)	30
DE SALIDA (%)	200
CORTO CIRCUITO TRIFASICO - (%)	551
CORTO CIRCUITO LINEA a LINEA - (3%)	726
RESISTENCIAS (OHMS)	
RES. DEL ESTATOR (T - T) @ 25 GRADOS C	0.068
RESISTENCIA DE CAMPO @ 120 GRADOS C	1.96
EXCITADOR ARM. RESISTENCIA (T - T)	0.0520
RESISTENCIA DEL EXCITADOR DE CAMPO @ 120 GRADOS C	8.47
RESISTENCIA DE DESCARGA DE CAMPO RECOMENDADA	6.0
REACTANCIAS (P.U.) y CONSTANTES DE TIEMPO (Segundos)	
REACTANCIA DEL EJE SINCRONICO DIRECTO (Xd)	0.79
REACTANCIA DIRECTA DEL EJE TRANSITORIO (X'd)	0.26
REACTANCIA SUB-TRANSITORIA DEL EJE DIRECTO (X''d)	0.19
TIEMPO DE CIRCUITO ABIERTO DEL EJE TRANSITORIO DIRECTO (T'do)	1.97
DATOS OPERATIVOS	
AMPERAJE CD DEL MOTOR DE CAMPO @ SIN CARGA	--
AMPERAJE CD DEL MOTOR DE CAMPO @ CARGA COMPLETA	--
AMPERAJE CD DEL EXCITADOR DE CAMO @ SIN CARGA	5.5
AMPERAJE CD DEL EXCITADOR DE CAMPO @ CARGA COMPLETA	8.0
AMPERAJE INDUCIDO DE CAMPO CON VOLTAJE COMPLETO	
APLICADO AL ESTATOR @ VELOCIDAD CERO	---
@ 50% DE VELOCIDAD	---
@ 95% DE VELOCIDAD	---
AMPERAJE DE ENTRADA, VOLTAJE COMPLETO, ROTOR TRABADO (%)	400
@ 95% DE VELOCIDAD	250
FACTOR DE ENERGIA CON EL ROTOR CERRADO (PU)	0.12
TIEMPO DE ACCELERACION (SOLO EL MOTOR @ VOLTAJE TASADO) (Seg.)	N/A
TIEMPO DE ACCELERACION (MOTOR Y CARGA @ 100% DE VOLTAJE TASADO) (Seg.)	2.4
TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE EN LA BOBINA DE JAULA, VOLTAJE COMPLETO, SIN DAÑO A LA JAULA. EN SEGUNDOS @ VELOCIDAD CERO (Seg.)	10.6
CONTRIBUCION SIMETRICA A LA FALLA TRIFASICA	
@ 1/2	2347
5 CICLOS (AMPERIOS)	1715
AMPERAJE MAXIMO EN EL 1er. CICLO DE DESLIZAMIENTO @ 50% DE VELOCIDAD	1274
DATOS DE FACTOR DE ENERGIA DEL RELAY - TIEMPO MINIMO DE DEMORA ANTES DE APLICAR EL FACTOR DE ENERGIA DE PROTECCION (Seg.)	6.4

## b) CURVAS DE PRUEBA DE FABRICA

---

(Favor insertar la Gráfica correspondiente)

Calculated...	=	Velocidad calculada – Curvas de torsión
Siemens...	=	Energía y automatización Siemens / BHP TINTAYA
Torque...	=	Torsión
Current...	=	Corriente
Stator...	=	Corriente del Estator a 100% de voltaje
Stator...	=	Corriente del Estator a 90% de voltaje
Torque...	=	Torsión a 100% de voltaje
Torque...	=	Torsión a 90% de voltaje
Ball...	=	Embrague de paso del molino de bolas
Load...	=	Carga WK2...
Percent...	=	Porcentaje de velocidad – RPM

---

(Favor insertar la gráfica correspondiente)

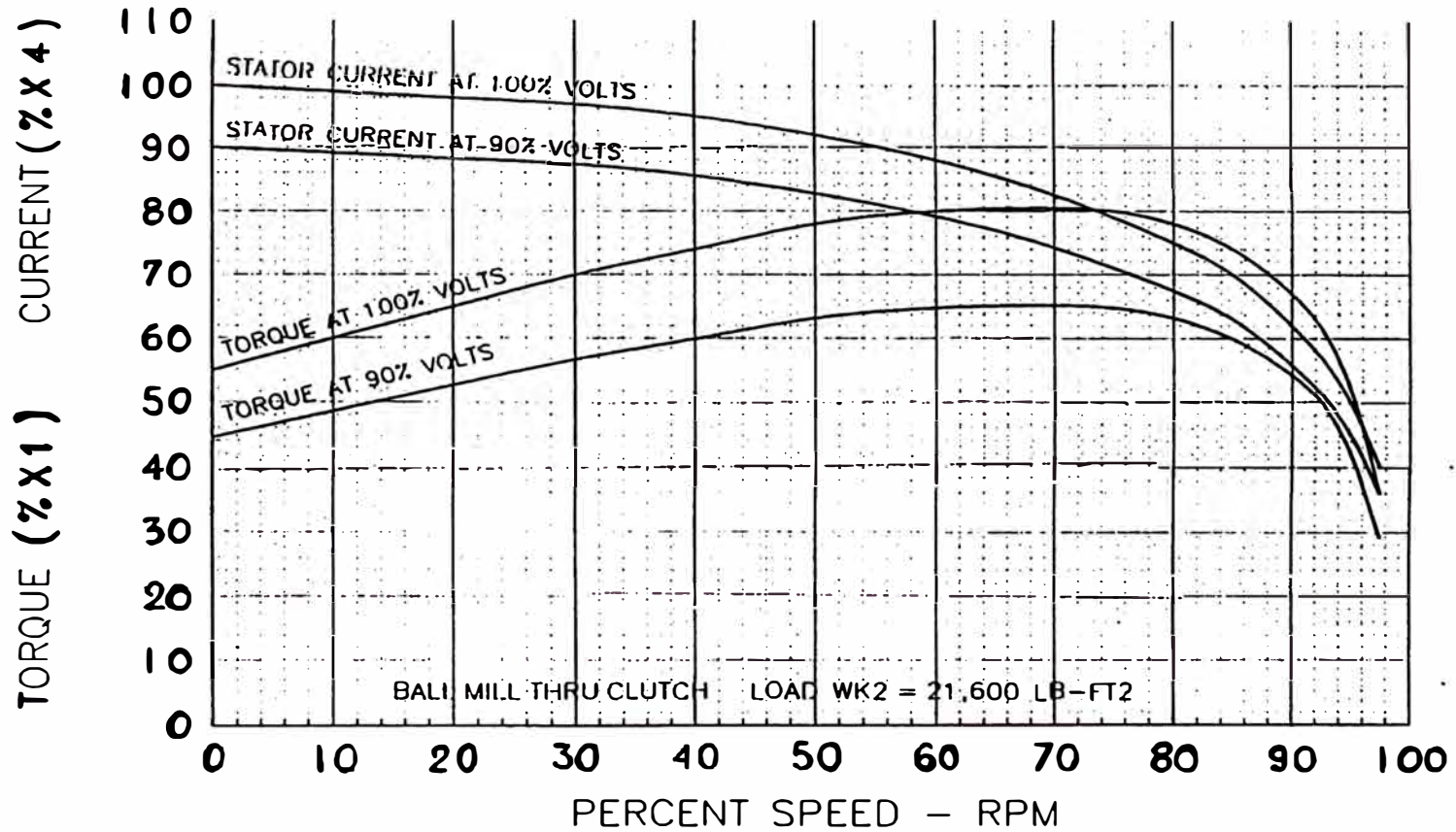
Dresser...	=	Maquinaria eléctrica DRESSER RAND
Customer...	=	Cliente
User...	=	Usuario: BHP TINTAYA
EM...	=	Orden EM # 98-3823-11
Phase...	=	Fase
85 Deg...	=	85 Grados C.
Rated...	=	Elevación de temperatura tasada del estator a...
1 service...	=	1 factor de servicio.
Thermal...	=	Límite de Curva Térmica
Stator...	=	Tiempo de seguridad del estator, vs. Corriente
(Running)...	=	(Funcionando)
Time...	=	Tiempo (Segundos)
Stator...	=	Límite del estator
Rotor...	=	Límite del rotor (Arranque en frío)
Rotor...	=	Límite del rotor (Arranque en caliente)
Start...	=	Hora de inicio 1.00 P.U. VOLT.
Start...	=	Hora de inicio 0.90 P:U. VOLT
Rotor...	=	Tiempo seguro del rotor vs. corriente (Aceleración)
Motor...	=	Tiempo de aceleración del motor, vs. corriente
Armature...	=	Corriente del inducido (porcentaje)

---

(Favor insertar gráfica correspondiente)

Dresser...	=	DRESSER RAND
Electric...	=	División de Maquinaria Eléctrica
Horsepower	=	Caballos de fuerza
Voltage	=	Voltaje
Customer	=	Cliente
Power...	=	Factor de energía
Full...	=	Amperios de carga completa del estator
User	=	Usuario
RPM	=	Revoluciones por minuto
N.L. ...	=	Amperios NL Exc. en el campo
E.M....	=	Pedido E.M. # 98-3823-11
Frequency...	=	Frecuencia (Hz)
F.L. ...	=	Amperios FL Exc. en el campo
Calculated...	=	Curvas VEE calculadas
P.U. Armature...	=	Corriente de inducido F.U.
No load...	=	0 P.F. Sin carga Hipoexcitado
No load...	=	0 P.F. Sin carga Hiperexcitado
Exciter...	=	Curva de campo del excitador (amperios)

CALCULATED SPEED - TORQUE CURVES  
 SIEMENS ENERGY & AUTOMATION / BHP TINTAYA  
 4000-HP 1.0-PF 200-RPM 4000-V 446-A 3-PH 60-HZ  
 E-M 98-3823-11 FLT = 105,000 FT-LBS



**DRESSER-RAND  
ELECTRIC MACHINERY**

CUSTOMER: SIEMENS

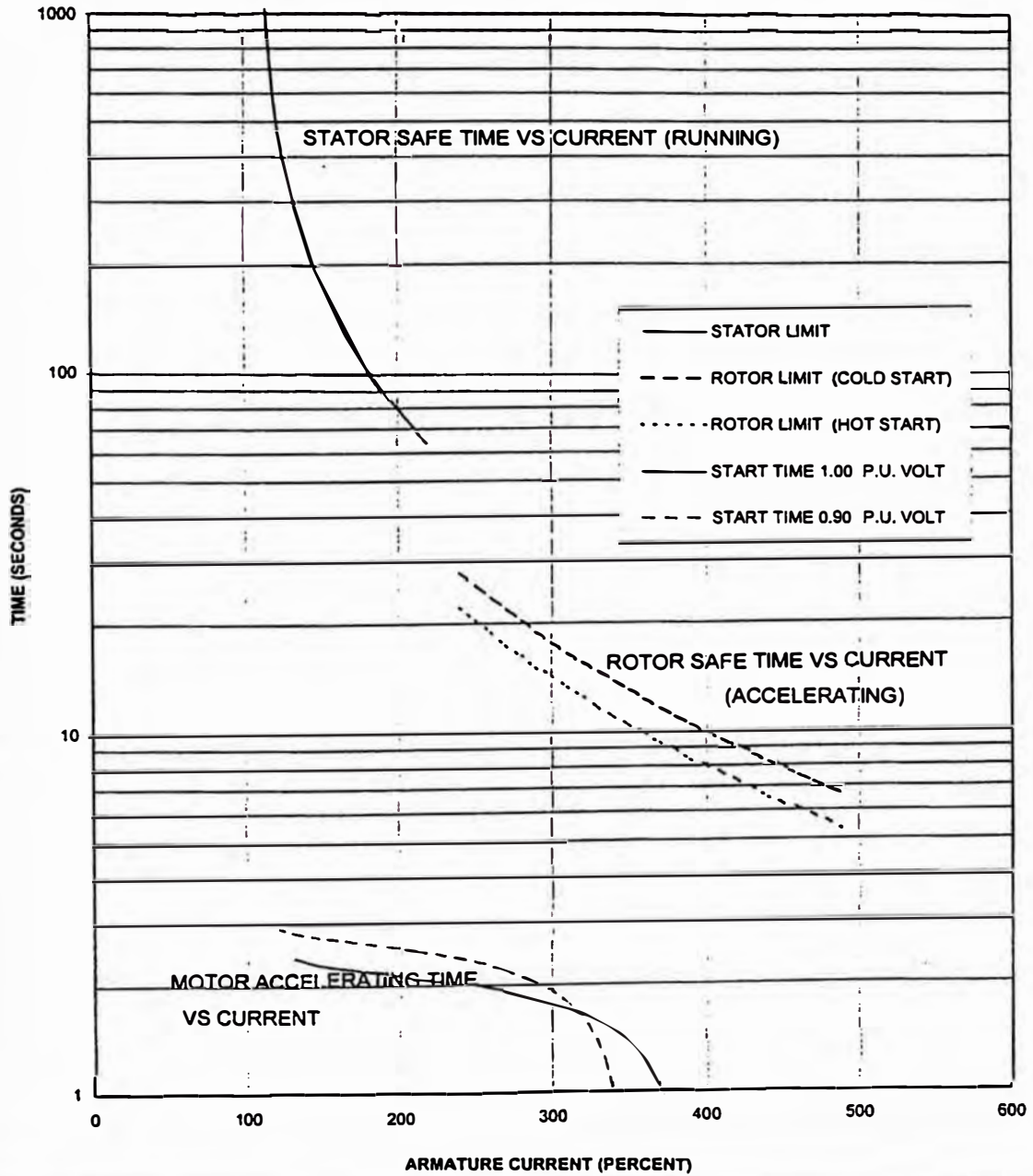
USER: BHP TINTAYA

EM ORDER # 98-3823-11

4000 HP 1.0 P.F. 4000 VOLTS · 448 AMPS 200 RPM 3 PHASE 60 HZ

85 DEG C RATED STATOR TEMPERATURE RISE AT 1 SERVICE FACTOR

**THERMAL LIMIT CURVE**

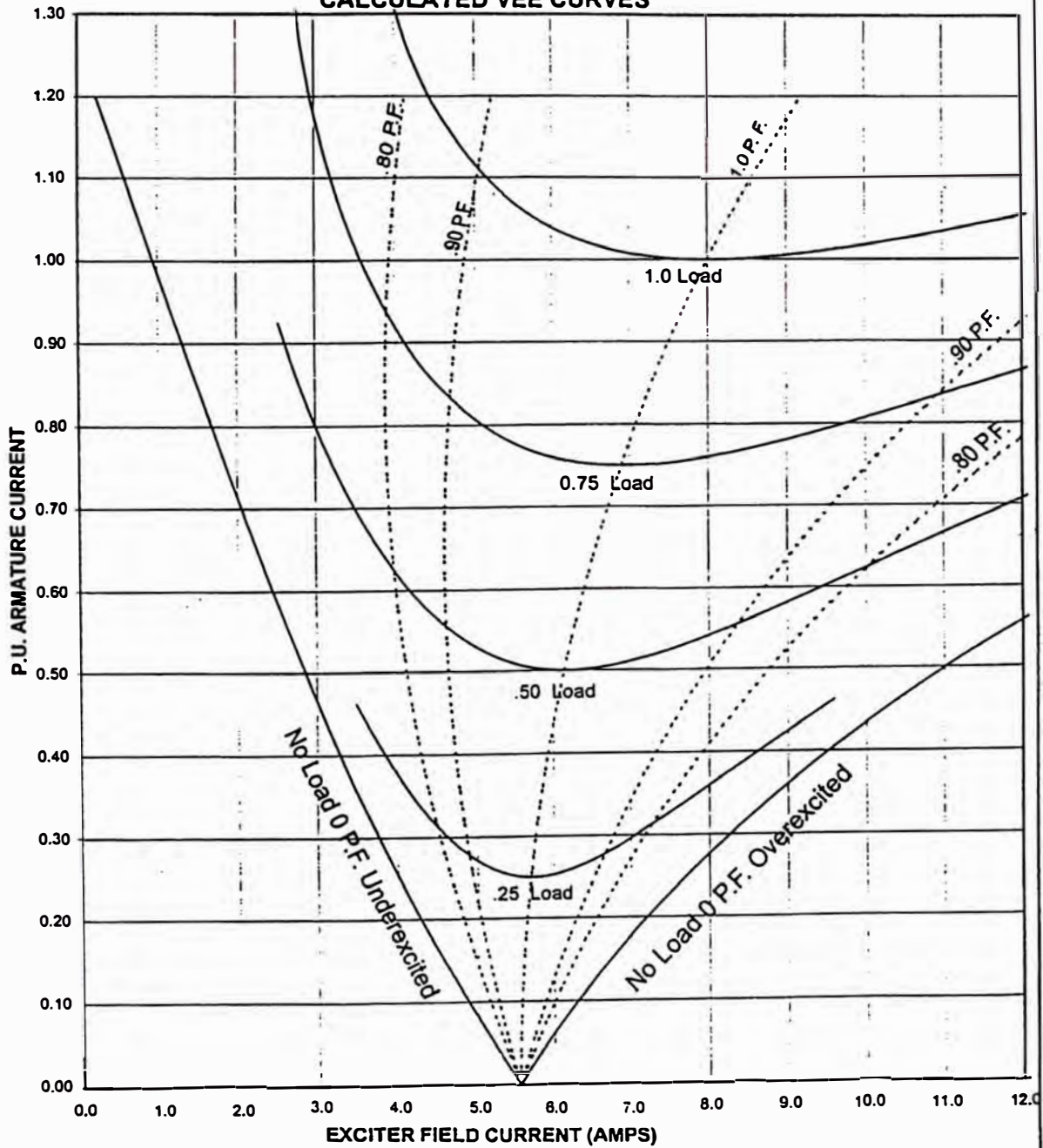


**DRESSER-RAND  
ELECTRIC MACHINERY DIVISION**

P. 11.3

Horsepower	4000	Voltage	4000	Customer:	SIEMENS
Power Factor	1.0	Full Load Stator Amps	446	User:	BHP TINTAYA
RPM	200	N.L. Exc. Field Amps	5.5	E.M. Order #	98-3823-11
Frequency (Hz)	60	F.L. Exc. Field Amps	8.0		

**CALCULATED VEE CURVES**



c) CERTIFICADOS DE PRUEBAS



DRESSER - RAND  
MAQUINARIA ELECTRICA

RESULTADOS CERTIFICADOS DE LA  
PRUEBA

Orden de Compra: V V 0357                      AREQUIPA  
*Número de Producción:* 1-98-3823-11      *Tamaño:* 36U10625  
*Número de Serie:* 198382311              *Elevación Tasada de Brazo:*85° C  
*Cliente:* Siemens Energy & Automation      *Elevación Tasada de Campo:*  
80°C  
*Usuario:* BHP Tintaya

Hp	Pf	Rpm	Fase	Frecuencia	Voltios	Amperios
4000	1.0	200	3	60	4000	446

Pruebas Comerciales Estándar

Resistencia @ 25°C:		Altura de brazo	Altura de Campo	Dist. Libre de aire
Brazo T-T ( $\Omega$ )	Campo ( $\Omega$ )	Potencia Voltios	Potencia Voltios	Pulgadas
0.0697	1.38	9000	2500	0.264

Resistencia @ 25°C:		Altura de brazo	Altura de Campo	Dist. Libre de aire
Brazo T-T ( $\Omega$ )	Campo ( $\Omega$ )	Potencia Voltios	Potencia Voltios	@ Sin carga
0.0561	6.20	2500	1500	4.4

Fase de revisión de balance: OK

Polaridad de la Revisión de las boblnas de campo: OK

Pruebas de potencial alto de 60 ciclos en un minuto: OK

CERTIFICADO POR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ PAG. 1 DE 3





**DRESSER - RAND**  
**MAQUINARIA ELECTRICA**

**RESULTADOS CERTIFICADOS DE LA PRUEBA**

**Orden de Compra:** V V 0357

**AREQUIPA**

**Número de Producción:** 1-98-3823-11

**Tamaño:** 36U10625

**Número de Serie:** 198382311

**Elev. Tasada del brazo:** 85°C

**Cliente:** Siemens Energy & Automation

**Elev. Tasada de campo:** 80°C

**Usuario:** BHP Tintaya

<b>Hp</b>	<b>Pf</b>	<b>Rpm</b>	<b>Fase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Voltios</b>	<b>Amperios</b>
4000	1.0	200	3	60	4000	446

**Resistencia del Aislamiento en Megaohmios (Corregida a 40° C)**

<b>Armadura del Motor</b>	<b>Campo del Motor</b>	<b>Armadura del Excitador</b>	<b>Campo del Excitador</b>
1470	2430	2470	22000

**Aislamiento de los Soportes en Megaohmios:** 5000

**Temperatura de los Soportes (°C) después de 1.0 hora de funcionamiento a 20.5°C de temperatura ambiente:**

Temperatura del Soporte (Extremo del Excitador) = 32.4°C

Temperatura del Soporte (Extremo Opuesto) = 29.5°C.

**Vibración Dinámica:**

**Medida en desplazamiento en Mils en la cubierta del soporte:**

Ubicación del Soporte	Filtro	Horizontal		Axial		Vertical	
		Entrada	Salida	Entrada	Salida	Entrada	Salida
Extremo del Excitador		0.254	0.281	0.523	0.531	0.117	0.156
Extremo opuesto		0.184	0.188	0.117	0.125	0.301	0.281

**CERTIFICADO POR:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_ **PAG. 2 DE 3**



**DRESSER – RAND**  
**MAQUINARIA ELECTRICA**

**RESULTADOS CERTIFICADOS DE LA PRUEBA**

**Orden de Compra: V V 0357**

**AREQUIPA**

**Número de Producción: 1-98-3823-11**

**Tamaño: 36U10625**

**Número de Serie: 198382311**

**Elevación tasada del brazo: 85°C**

**Cliente: Siemens Energy & Automation**

**Elevación tasada de campo: 80°C**

**Usuario: BHP Tintaya**

<b>Hp</b>	<b>Pf</b>	<b>Rpm</b>	<b>Fase</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Voltios</b>	<b>Amperios</b>
4000	1.0	200	3	60	4000	446

**Características de Arranque**

Corregidas a voltaje completo del 35% de voltaje de la prueba.

Velocidad por Unidad

Torsión por Unidad

Corriente por Unidad

0.00	0.49	3.94
0.16	0.52	3.97
0.37	0.62	3.84
0.58	0.76	3.60
0.66	0.78	3.41
0.77	0.84	3.17
0.82	0.83	3.02
0.87	0.71	2.80
0.92	0.61	2.62

**Torsión de carga completa tasada en ft-lb: 105040**

CERTIFICADO POR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ PAG. 3 DE 3



## TABLA DE DATOS

### PARAMETROS DE OPERACION EN PRUEBA DEL MOLINO No. 3

FECHA : 9 SET 99

BAJA CARGA A 218 TPH

220TPH

HORA	8:30pm	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	09:50	10:00	10:30	11:00p	11:30p	12:00	12:30a	1:00a	1:30a	2:00a	3:00a	4:00a	5:00a	6:00a
DC Amp	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3
IA	367	372	375	376	381	398	401	405	377	371	395	399	348	399	400	400	395	397	398	400
IB	369	371	373	376	385	393	401	405	371	370	396	395	400	397	399	395	400	398	399	399
IC	365	370	371	373	381	387	398	402	375	373	400	400	397	400	400	400	394	395	396	397
IAV	363	371	376	380	388	390	401	404	374	373	398	399	398	400	403	395	393	396	397	400
VOLT. AV.	4304	4306	4309	4307	4307	4308	4306	4300	4305	4300	4306	4308	4302	4308	4310	4310	4300	4307	4306	4310
RTD No. 1	74	75	75	76	76	76	77	78	77	74	76	76	76	74	74	73	73	70	70	69
RTD No. 2	75	76	76	77	77	77	78	78	78	75	77	77	76	75	74	74	73	71	71	70
RTD No. 3	74	75	75	75	76	76	77	78	77	74	76	76	75	74	73	73	73	70	70	69
RTD No. 4	73	75	74	74	75	75	76	77	76	73	75	75	75	73	73	73	72	69	69	68
RTD No. 5	76	74	78	78	78	78	79	80	79	77	78	78	78	77	77	76	75	73	73	72
RTD No. 6	78	77	78	78	79	79	80	80	80	78	79	79	78	78	78	76	75	73	73	73
RTD No. 7	39	39	39	38	38	38	35	38	35	37	37	37	36	36	36	35	35	35	35	35
RTD No. 8	35	35	35	34	34	34	34	34	34	33	33	33	32	32	32	31	31	30	29	29
P.F.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
POT. REACT.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POT. APAR.	2710	2768	2784	2823	2882	2910	2980	3019	2773	2890	2930	2940	2950	2990	2990	2930	2960	2950	2930	2950
LOAD	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.88	0.9	0.91	0.84	0.88	0.89	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.88	0.89	0.89	0.89
KW	2715	2765	2774	2784	2870	2898	2965	2975	2770	2750	2930	2940	2949	2950	2970	2920	2930	2915	2920	2940

FECHA : 9 SET 99

HORA	7:45am	8:15a	8:45a	9:00a	9:30a	10:00a	10:30a	10:40a	11:00a	11:30a	11:45a								
DC Amp	7	7	6.8 a 6.9	6.9	7	7	6.6	6.7	6.6	6.8	6.7								
IA	402	408	422	427	90	444	438	429	415	392	386								
IB	402	407	429	428	83	446	436	429	417	391	383								
IC	398	399	422	422	87	447	429	425	413	390	383								
IAV	398	404	423	426	89	446	432	427	410	391	386								
VOLT. AV.	4313	4306	4280	4383	4321	4239	4230	4220	4298	4307	4310								
RTD No. 1	70	70	73	73	73	55	65	70	74	77	78								
RTD No. 2	70	71	73	74	73	56	65	70	74	78	79								
RTD No. 3	70	70	73	74	73	55	64	69	74	79	79								
RTD No. 4	69	69	72	73	72	56	64	68	73	76	75								
RTD No. 5	73	73	75	77	75	57	67	72	76	79	81								
RTD No. 6	73	73	76	77	75	59	68	73	77	80	82								
RTD No. 7	34	34	34	34	34	35	35	35	36	36	37								
RTD No. 8	28	28	28	28	28	30	30	30	30	31	31								
P.F.	1	1	-1	-1	0.08	-1	-1	-1	-1	1	1								
POT. REACT.	0	0	0	0	-649	0	0	0	0	0	0								
POT. APAR.	2990	3002	3115	3093	660	3160	3170	3125	2960	2910	2843								
LOAD	0.9	0.91	0.94	0.96	0.19	0.99	0.98	0.96	0.9	0.88	0.85								
KW	2986	3000	3110	3090	50	3155	3150	3113	2950	2910	2830								
HP	4039	4036	4200	4200		4240	4220	4212	3966	3890	3857								
TPH	228	30M3/H	0	0	0	246	0	244	253	257	267								

- 8:21 am SE CORTA ALIMENTACION
- 8:45 am LAVADO DE MOLINO S/CARGA, S/BOLAS
- 9:03 am SE QUITA EMBRAGUE
- 9:23 am 38.9% DE CARGA
- 10:23 am EMBRAGA MOLINO .... I (ARR. MAX) = 2600
- 10:32 am PARA LA CARGA
- 10:35 am PARA LA ALIMENTACION

FECHA : 10 SET 99

HORA	5:00pm	5:30p	5:45p	6:00p	6:15p	6:30p	6:45p	7:00p	7:15p	7:30p	7:45p	8:00p	8:15p						
DC Amp	6.9	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7						
IA	100	196	117	134	153	186	220	290	289	317	343	358	360						
IB	98	193	117	132	152	185	221	249	289	313	342	318	364						
IC	99	105	113	131	150	182	219	245	287	310	338	353	358						
IAV	98	109	116	133	182	185	221	247	288	310	341	355	366						
VOLT. AV.	4317	4316	4315	4317	4308	4310	4313	4310	4308	4311	4310	4305	4308						
RTD No. 1	62	62	62	62	62	62	63	64	66	68	69	72	73						
RTD No. 2	62	62	61	61	61	62	63	64	67	68	70	72	73						
RTD No. 3	61	61	61	60	61	61	63	63	66	68	69	71	73						
RTD No. 4	60	60	59	59	62	60	61	63	65	66	65	70	72						
RTD No. 5	62	62	62	61	62	62	63	65	67	68	71	73	74						
RTD No. 6	63	63	63	63	63	63	64	66	68	70	73	74	76						
RTD No. 7	41	41	41	41	41	41	40	40	40	40	39	39	39						
RTD No. 8	35	35	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35	35						
P.F.	0.53	0.57	0.66	0.75	0.83	0.90	0.95	0.96	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00						
POT. REACT.	-610	-648	-660	-668	-635	-593	-565	-514	-380	-315	-265	0	0						
POT. APAR.	729	790	870	1010	1168	1410	1680	1897	2194	2340	2550	2648	2675						
LOAD	0.22xFL	0.24	0.26	0.29	0.35	0.42	0.5	0.57	0.66	0.7	0.77	0.8	0.82						
KW	390	450	570	760	968	1264	1588	1815	2138	2335	2545	2645	2674						







**- CURVAS DE TENSION Y CORRIENTE**



**DRANETZ  
BMI**

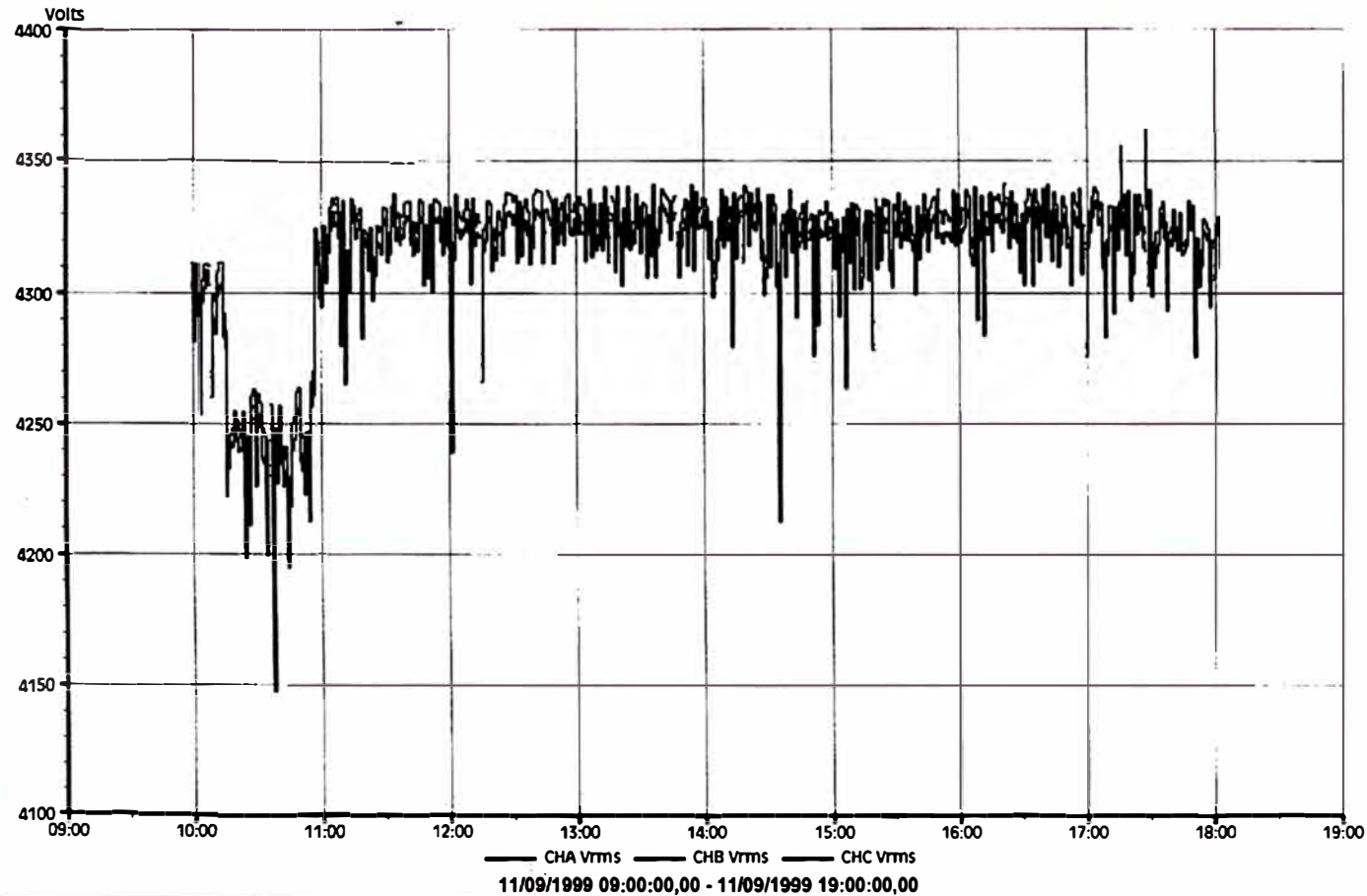
## BHP CASA DE FUERZA - MOLINO 3

Date  
16/09/1999 16:21:48

Cliente  
BHP Tintaya S.A.

Consultor  
Energetica S.A.

### DIAGRAMA DE VARIACION DE TENSION



	Max	Time
CHA Vrms	4358.0	17:27:31
CHB Vrms	4362.4	17:27:31
CHC Vrms	4355.4	17:27:31



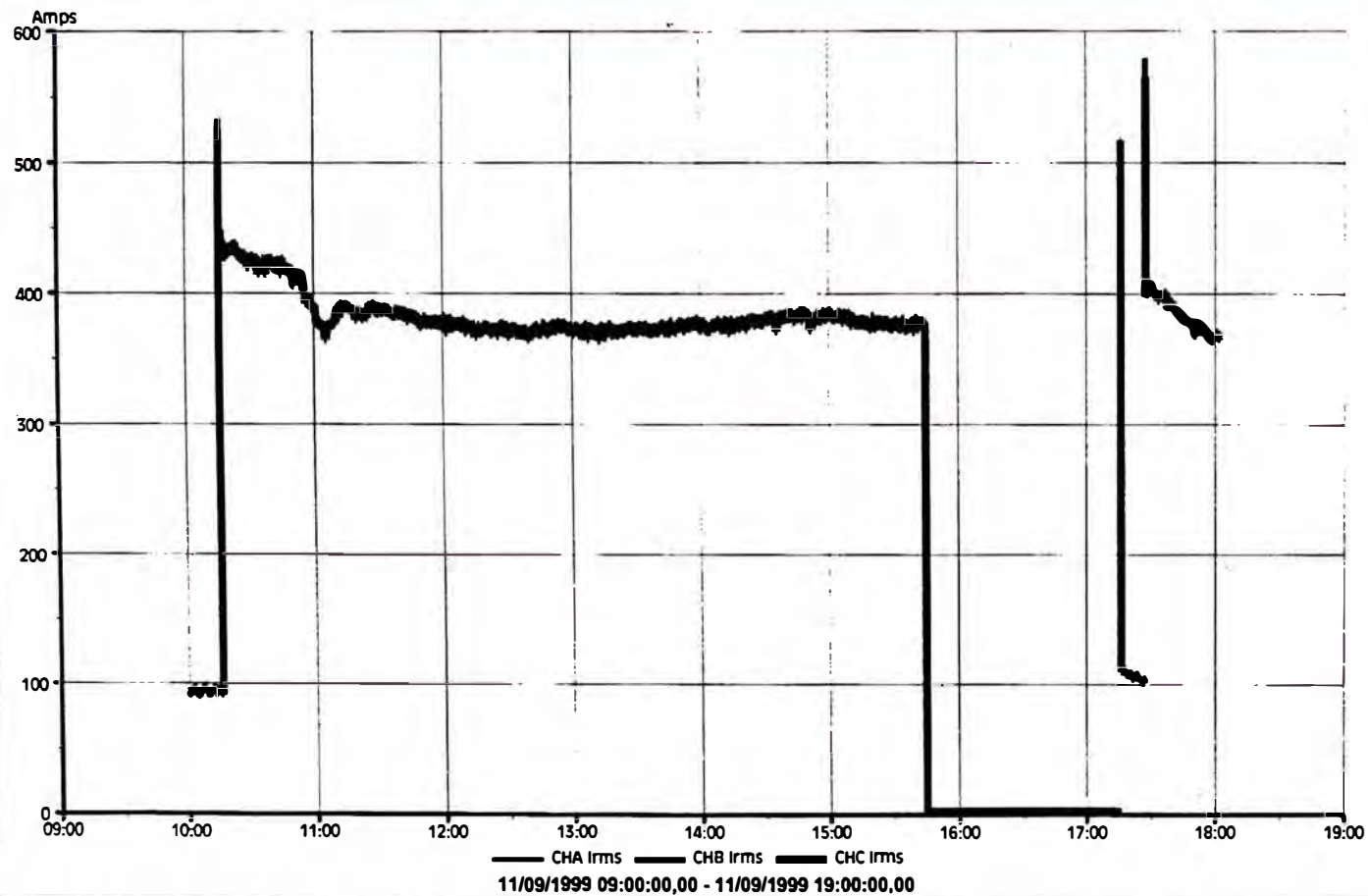
# BHP CASA DE FUERZA - MOLINO 3

Date  
16/09/1999 16:22:27

Cliente  
BHP Tintaya S.A,

Consultor  
Energetica S.A.

## DIAGRAMA DE VARIACION DE CORRIENTE



### 5.3 TRANSFORMADORES DE POTENCIA

Para este proyecto fue necesario ampliar la capacidad de transformación mediante 02 transformadores uno de 4.0 Mva para el suministro en 4.16 Kv y otro de 1.25 Mva para el suministro en 480V. Se detallan a continuación sus características y pruebas suministradas por el fabricante :

#### 5.3.1 DATOS TRANSFORMADOR 1.25MVA, 4.16/0.48 KV

En baño de aceite, con arrollamientos de cobre y núcleo de hierro laminado en frío, montaje interior ó exterior, enfriamiento natural, previsto para las siguientes condiciones de servicio :

- Fabricante	ABB
- Tipo	TOAKWD
- Normas de Fabricación	IEC
- Potencia Nominal ONAN a 4100 msnm	1250 KVA
- Calentamiento sobre una temperatura ambiente de 35°C a 4100 msnm.	
a) Media en el cobre	65 °C
b) Parte superior de aceite	60 °C
- Capacidad de sobrecarga	IEC 354
- Tensiones en vacío	
a) Alta tensión	4160 V
a) Baja tensión	480 V
- Fases	3
- Conexión :	
a) Primario	Triángulo
a) Secundario	Estrella
b) Grupo de conexión	Dyn1
- Aislamiento en el :	
a) Arrollamiento – AT	7.2 Mohm
b) Arrollamiento – BT	3 Mohm
- Corriente de cortocircuito que puede soportar el transformador	
a) Simétrico baja	23.8 KA

b) Tiempo de aplicación	3 Kg
- Tanque de aceite	
a) Con conservador	<input checked="" type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
- Sobrecargas admisibles	
a) Con el 90% de carga inicial IEC	
b) Con el 70% de carga inicial IEC	
c) Con el 50% de carga inicial IEC	
- Pérdidas	
a) Cobre a plena carga y 75%	10.1 Kw
b) Fierro a tensión y frecuencia nominal	2.0 Kw
- Tensión de corto circuito a potencia y tensión nominal, 75°C	6.25 %
- BIL interno y externo a 1000 msnm	60 Kv
- Tensión de prueba a frecuencia industrial	
1 minuto – AT	22 Kv
1 minuto - BT	3 Kv
- Corriente de vacío	0.55 A
- Tolerancias	
a) Pérdidas	+ 15%
b) Tensión de corto circuito	+ 10%
c) Calentamiento	
d) Relación de transformación	+/- 0.5%
e) Corriente de vacío	+ 30%
- Croquis de dimensiones	Si
- Lista de accesorios	Si
- Pesos	
a) Núcleo	2000 Kg
b) Cobre	630 Kg
c) Aceite	900 Kg
d) Total	3560 Kg
- Marca y tipo de aceite	Mynas
- <b>Resistencia de puesta a tierra</b>	
• Uso	: Interior

- Tensión de línea neutro : 480/ $\sqrt{3}$  V
- Corriente : 5 A
- Clasificación del tiempo de duración : Continuo
- Calentamiento máximo sobretemperatura  
de ambiente de 30°C : 385°C
- Frecuencia : 60 Hz
- Tensión nominal de línea : 480 V

### **Accesorios**

El transformador incluirá entre otros los siguientes accesorios :

- Tanque conservador de aceite
- Indicador visual de nivel de aceite
- Conmutador de tomas suplementarias
- Termómetro bimetálico con contactos de alarma y desconexión
- Ruedas orientables en planos perpendiculares
- Grifo de vaciado y toma de muestras de aceite
- Placa de características
- Ganchos de suspensión para levantar la parte activa ó el transformador completo.
- Perno para la puesta a tierra del tanque
- Válvula de seguridad con contactos de alarma y desconexión
- Desecador de aceite
- Bornes A.T. y B.T., Disposición sobre la tapa
- Cajuela de protección de bornes A.T. y B.T.
- Dotación de aceite
- Caja de bornes

**INFORME DE ENSAYO FISICO QUÍMICO DEL ACEITE**  
**TRANSFORMADOR S.E. UNITARIA**  
**1250 KVA, 416/0.48KV**

<b>Ciente :</b> <b>Subestación :</b> <b>Fabricante :</b> <b>Potencia :</b> <b>Conmutador bajo carga :</b> <b>Transformador en operación:</b>		Unitaria ABB 1.25 MVA NO	<b>No. De serie :</b> <b>Año de fabricación</b> <b>Peso del aceite :</b> <b>Tensión :</b> <b>Tanque separador :</b>		1998 960 Kg 4.16 KV No
<b>ENSAYOS FISICO-QUIMICOS</b>	<b>NORMA</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR DE ORIENTACION</b>	
Indice de neutralización	ASTM D-974	0.33	Mg KOH / g aceite	0.3 máximo	
Pérdidas dieléctricas	ASTM D-924	0.055	%	0.5 máximo	
Rigidez dieléctrica	ASTM D-1816	72	KV / 2.0 mm	32 mínimo	
Tensión interfacial	ASTM D-971	45	MN / m	20 mínimo	
Contenido de agua Kfisher	ASTM D-1533	5	Ppmp	40 máximo	
<b>Conclusiones :</b> Los resultados generales de las pruebas realizadas revelan condiciones satisfactorias del aceite aislante para la operación del transformador <b>Recomendaciones :</b> Se recomienda hacer un nuevo análisis dentro de doce meses.					

### 5.3.2 DATOS TRANSFORMADOR DE POTENCIA 4.0 MVA, 10/4.16KV

El transformador de Potencia de 4 MVA tendrá las siguientes características

El transformador será trifásico, tipo exterior, con conmutador de tensión en vacío, en baño de aceite (ONAN) y previsto para una etapa de refrigeración por aire forzado en el futuro (ONAF-Futuro) para poder entregar en el secundario en funcionamiento normal y continuo, la potencia nominal especificada estando el conmutador en cualquiera de sus tomas.

#### Características eléctricas :

- Fabricante ABB
- Normas de fabricación CEI Pub 76
- Tensión nominal de A.T. 10 Kv
- Tensión máxima de servicio A.T. 12 Kv
- Tensión nominal de B.T. 4.16 Kv
- Tensión máxima de servicio B.T. 7.2 Kv
- Frecuencia nominal 60 Hz
- Potencia nominal ONAN 4 MVA
- Potencia nominal ONAF (Futuro) 5 MVA
- Relación de transformación en vacío 10/4.16+2.5%  
-3x2.5%
- Grupo de conexión Ynd1
- Altura máxima de operación 4200 msnm
- N°. de terminales AT/BT 4/3
- Esquema de conexión lado A.T. Estrella
- Esquema de conexión lado B.T. Delta
- Impedancia porcentual de corto circuito 5.4%

#### Límites de calentamiento

El calentamiento de los arrollamientos de aceite y de los circuitos magnéticos del transformador, no excederán los siguientes valores

- Calentamiento de aceite en la parte superior  
(medición del termómetro) 60°C
- El calentamiento de los arrollamientos  
Medición por variación de resistencia 65°C



Las temperaturas ambiente a tomar en consideración son las siguientes :

- Temperatura máxima 35°C
- Temperatura media 25°C
- Temperatura mínima -14°C

### **Tensiones para las pruebas de calentamiento**

El transformador será diseñado para las siguientes tensiones de prueba

#### **Aislamiento externo**

Tensión de ensayo a la onda de choque

- Primario 150 Kvp
- Secundario 95 Kvp
- Neutro del primario 150 Kvp

Tensión de ensayo a frecuencia industrial

- Primario 60 Kvp
- Secundario 28 Kvp
- Neutro del Primario 60 Kvp

#### **Aislamiento interno**

Tensión de ensayo a la onda de choque

- Primario 95 Kvp
- Secundario 60 Kvp

Tensión de ensayo a la frecuencia industrial

- Primario 36 Kv
- Secundario 20 Kv

Tensión de ensayo a frecuencia industrial para los circuitos de control

- 1 minuto 2 Kv r.m.s.

### **Transformadores de corriente**

Se proveerá cinco transformadores de corriente para protección, estos estarán instalados en los aisladores pasatapas (bushings) de los arrollamientos.

Relación de transformación :

- Primario (tres fases) 300/5, 25 VA, 5P20
- Primario (neutro) 80/5, 25 VA, 5P20

- Secundario (una fase) 600/5, 20 VA, (Para relé de Imagen térmica)

Los transformadores de corriente tipo bushings, tendrán las tomas de relación transformación (taps) en el secundario.

### **Ruido**

El conjunto de suministros es previsto de tal manera que el nivel del ruido en funcionamiento normal sea conforme a las precisiones de la norma NEMA, Publicación TR1 (Ultima edición)

### **Accesorios**

El transformador incluirá entre otros los siguientes accesorios

- Tanque conservador de aceite, con indicador de nivel provisto de contactos de alarma y desconexión
- Bornes de alta tensión sobre la tapa
- Bornes de baja tensión al costado izquierdo, cubierto con cajuela metálica
- Radiadores y válvulas
- Conmutador de tomas suplementarias en vacío
- Relé de imagen térmica con contactos de alarma y desconexión
- Relé Buchholz o similar para el transformador con contactos de alarma y desconexión
- Válvula de seguridad
- Transformadores de corriente en AT y BT
- Válvula para el vaciado, filtrado y muestreo de aceite
- Cáncamos para la suspensión para todo el transformador
- Patines de deslizamiento en direcciones perpendiculares
- Ganchos para el traslado longitudinal
- Bornes de puesta a tierra
- Placa de características
- Refuerzos de bastidor para la colocación de los gatos de levantamiento

## INFORME DE ENSAYO FISICO QUÍMICO DEL ACEITE

### TRANSFORMADOR 4.0 MVA, 10/4.16KV

<b>Ciente :</b>				<b>No. De serie :</b>		
<b>Subestación :</b>				<b>Año de fabricación</b>		1998
<b>Fabricante :</b>		ABB		<b>Peso del aceite :</b>		2230 Kg
<b>Potencia :</b>		4000 KVA		<b>Tensión :</b>		10 / 4 16 Kv
<b>Conmutador bajo carga :</b>		No		<b>Tanque separador :</b>		No
<b>Transformador en operación :</b>		No				
Tipo de tratamiento o reparación : Fecha del tratamiento ó reparación : Motivo de análisis :						
Dia de Muestreo	Indice de Acidez (mgKOH/gr (ASTM D974))	Rigidez Dieléctrica (KV) (ASTM D1816)	Contenido de Agua (Karl Fisher) (ppm) (ASTM D1533)	Color (ASTM D1500)	Tensión Interfacial (dy/cm) (ASTM D971)	Observaciones
	0.018 AC	58 AC	7 AC	0.5 AC	38 AC	Análisis después del tratamiento bajo termovació del aceite aislante. Tipo de aceite : Electrolubre AX
<b>Valores Límites</b>	< 0.05	> 30	< 30	< 3.5	> 28	
Abreviaturas : AC = Aceptable, CU = Cuestionable, IN = Inaceptable						
<b>Diagnóstico :</b> A) El valor de indice de neutralización (acidez) y tensión interfacial se encuentran dentro de los limites aceptables B) El valor de rigidez dieléctrica y contenido de agua se encuentran dentro de los limites aceptables <b>Recomendaciones :</b> A) Realizar un nuevo análisis fisico – químico dentro de doce meses.						

## a) REPORTE PRUEBAS EN FABRICA

Prueba de calentamiento - Transformador de 4000 Kva, 10000/4160V, 60Hz.

- Lugar y fecha de la inspección : ABB 02 y 03 de febrero 1999
- Objetivos
  - Testificar la prueba de calentamiento del transformador de 4000 Kva
- Descripción
  - El Transformador fue probado en el laboratorio de Transformadores de Potencia de ABB. Se registraron los calentamientos en el aceite y en el cobre, según la Norma ITINTEC 370.002 a 1000 msnm.
- Resultados
  - Los resultados son mostrados en el **Protocolo de Prueba No. LD001160**, adjunto, se puede resumir en lo siguiente :

	A 1000msnm	a 4200msnm (Calculado)
- Aumento de temperatura en el aceite	34.4°C	38.8 (*)
- Aumento de temperatura en el Cobre		
Bobinado de baja presión	40.8°C	46.0 (*)
- Aumento de temperatura en el Cobre		
Bobinado de alta tensión	39.9°C	45.0 (*)

(\*) La temperatura se incrementa en 4% por cada 1000m, encima de los 1000msnm.

- Conclusiones
  - Los resultados son aceptables en vista que los sobrecalentamientos máximos específicos para el aceite y el cobre a 4200msnm son 50 y 55°C respectivamente.

b) PRUEBAS DE FABRICA

<b>ABB</b> ASEA BROWN BOVERI S.A.	<b>Protocolo de Prueba</b>	<b>N°LD 001160</b>
<b>Prueba de Calentamiento ON AF</b>		Pág. /
<b>EF: 180 263</b>	<b>EBT : 17-2044b</b>	<b>Esquema : YPCT 451346</b>
<b>Clevo : BHP - TINTAYA</b>	Tipo	
Instalación .....	Fases	TD2 AN
Prueba de Entrega ...SI.....	Transformador	1998
Marcha en/oon transf. N° .....	Nr. LD 001160	Conexión Grupo
Conexión de Entrega .....	kVA	YNd11
	V	T.c.c (Hz)
	A	Pos. 2
	4 000	5.3%
	10 000	60
	4 160	
	230.9	
	655.1	

**1. Potencia Disipada :**

Pérdidas en el Hierro ..... 4 140 W

Pérdidas en el Cobre a .75..... °C ... 26 950 W

---

Suma ... 30 090 W

**2. Calentamiento del Aceite Superior, a 1 000 mmnm**

Sobre la temperatura ambiente ..... 34.4 °C

**3. Calentamiento de los Arrollamientos**

Sobre la temperatura ambiente, a intensidad nominal, a 1 000 mmnm

Baja Tensión	40.8	°C
Alta Tensión	39.9	°C

Prueba realizada el día 02 y 03 / 02 / 99 con temperatura ambiente de 28.0 a 32.0 °C

Evaluación según Norma ITINTEC 370.002

Lima: 03-02-99

ABB : Ing. Roger Coronado

Cliente: *[Signature]*

EQ-031



ASEA BROWN BOVERI S.A. Transformador N° LD 001160

**Protocolo de Calentamiento ON-AF**

Pág. N° 1

**Medidas de Resistencias y Evaluación de Resultados**

**Resistencia de los Arrollamientos en Frío**

Baja Tensión	V	A	Ω	Alta Tensión	V	A	Ω
Commutador Pos: -				Commutador Pos: 2			
Bornes: U - W				Bornes: U - W			
Temperatura: 24.0 °C				Temperatura: 24.0 °C			
Resistencia: 0.019050 Ω				Resistencia: 0.139057 Ω			

Arrollamiento en Caliente	Seg.	V	A	Ω	ta.	Pe.ft	tc
Baja Tensión							
Commutador: Pos - Bornes: U - W							
Pérdidas Específicas: Pe, a °C							
para: In: 555.1 [A] Pe: { W / kp }							
para: Ip: 632.4 [A] Pe: { W / kp }							
Temperatura Media de Arrollamiento							
tc = °C							
Alta Tensión							
Commutador: Pos: 2 Bornes: U - W							
Pérdidas Específicas: Pe, a °C							
para: In: 230.9 [A] Pe: { W / kp }							
para: Ip: 230.4 [A] Pe: { W / kp }							
tc = C							

Resultados [°C]		Baja Tensión			Alta Tensión		
Conversión 2):		Prueba	Conversión		Prueba	Conversión	
- Disp. Pd= Pérdidas a 75°C ----- W		1	2	3	1	2	3
- Resistividad igual a la Prueba (1)							
Intensidad en el Arrollamiento [A]	I	632.4	555.1		230.4	230.9	
Temperatura de Arrollamiento	tc	72.0			85.0		
Temperatura del Aceite Medio	tAm	59.5			55.5		
Calentamiento Cobre/Aceite medio	VGA	12.5	10.4		9.5	9.5	
Calentamiento Aceite medio/Aire	VAm		30.4			30.4	
Calentamiento Cobre/Aire	Vc		40.8			39.9	

- Para una disipación de: Pd ----- W	Resumen °C	Aceite		Baja Tensión		Alta Tensión	
		V AS	V Am	V GA	V C	V GA	V C
- Evaluación según CEI	Garantizado	50			55		55
- ft según T 49	Calculado						
	Medido	34.4	30.4	10.4	40.8	9.5	39.9

-Temperatura Ambiente en la Medida de RAT = 32.0 °C

-Temperatura Ambiente en la Medida de RBT = 29.0 °C

Fecha: 03-02-99

ABB Ing. Roger Coronado

Cliente: *Handwritten signature*

EQ-032

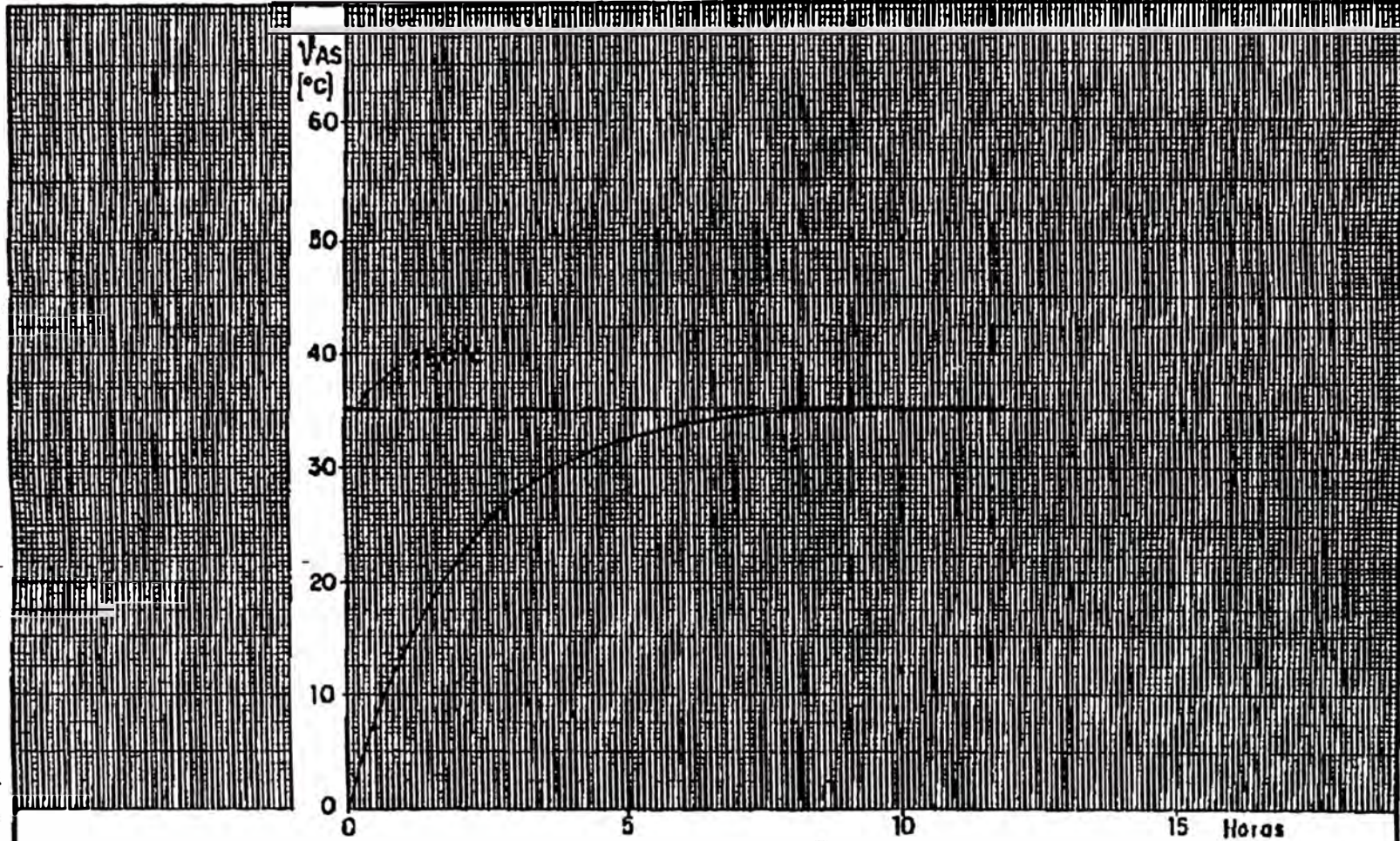
# Prueba de Calentamiento de Transformador - Curva

Fecha:

Medida:

Controlada:

Visto:



KVA: 4000	Tanque Liso	X		Prueba	Conversión		
Tipo: TD2AN	Tanque Ondulado		Potencia disipada	$P_d$ [kW]	30,787	30,09	
Refr: ON/AN	Con Tabos		Calentamiento Aceite superior	$V_{AS}$ [°C]	35,0	34,4	
Nº LD: 001160	Con Radiadores	X	Calentamiento Aceite medio	$V_{am}$ [°C]	31,0	30,4	

ASEA-BROWN BOVERI

DEPARTAMENTO TECNICO



ASEA BROWN BOVERI S.A.

**Prueba de Calentamiento Transformador - Datos**

**NºLD 001160**

Pág. Nº 1

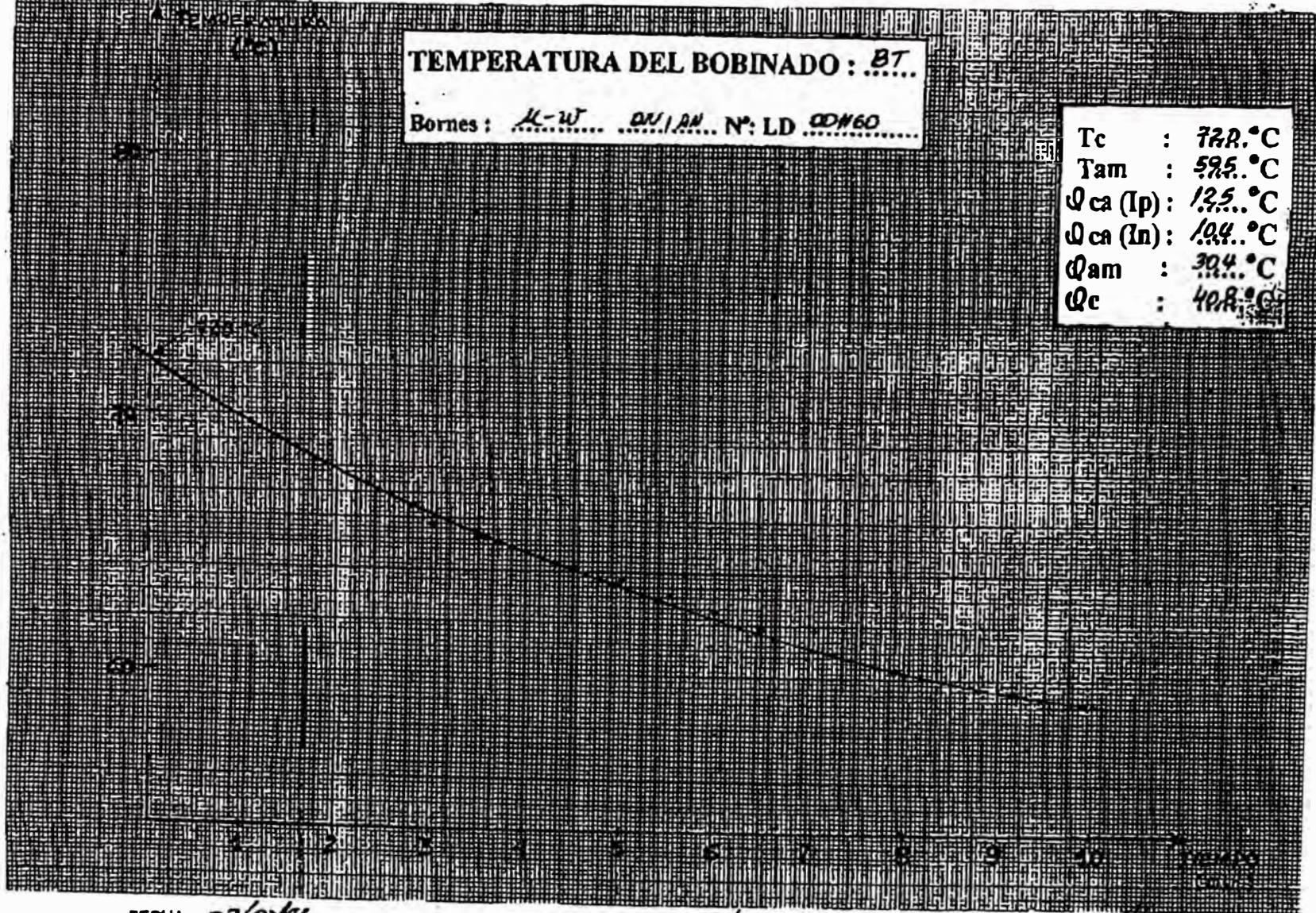
Hora	Intensidad B.T.	[A] A.T.	P [kW]	Tamb. [°C]	IAS [°C]	Temperatura de la Superficie externa °C			$\Delta H$	VAS	Vam	Observaciones
						Superior	Med	Inferior				
4:30 PM		273.3	30.784	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	0	0.0	0.0	
5:30 PM		272.8	30.784	28.0	43.0	39.0	36.5	32.0	1	14.0	10.5	
6:30 PM		263.2	30.784	29.0	51.0	45.0	41.5	38.0	2	22.0	18.5	
7:30 PM		262.4	30.784	29.0	57.0	49.0	45.5	42.0	3	28.0	24.5	
8:30 PM		258.7	30.784	29.0	60.0	51.0	47.0	43.0	4	31.0	27.0	
9:30 PM		259.1	30.784	29.0	61.5	52.0	48.0	44.0	5	32.5	28.5	
10:30 PM		259.3	30.784	29.0	63.0	53.0	48.8	44.5	6	34.0	29.8	
11:30 PM		259.8	30.784	29.0	63.5	53.3	49.1	44.8	7	34.5	30.3	
12:30 AM		261.0	30.784	28.0	63.0	53.5	49.3	45.0	8	35.0	30.8	
1:30 AM		258.5	30.784	28.0	63.0	53.5	49.3	45.0	9	35.0	30.8	
2:30 AM		260.0	30.784	28.0	63.0	53.6	49.3	45.0	10	35.0	30.8	
3:30 AM		259.8	30.784	28.0	63.0	54.0	49.6	45.0	11	35.0	30.5	
4:30 AM		259.5	30.784	28.0	63.0	54.0	49.8	45.5	12	35.0	30.8	
5:30 AM		259.5	30.784	28.0	63.0	54.0	49.8	45.5	13	35.0	30.8	
6:30 AM		260.2	30.784	28.0	63.0	54.0	49.9	45.8	14	35.0	30.9	
7:30 AM		259.2	30.784	28.0	63.0	54.0	50.0	45.0	15	35.0	31.0	
8:30 AM		259.3	30.784	29.0	63.5	54.0	50.0	45.0	15 1/2	34.5	30.5	MEDIDA R BT
10:30 AM		230.4	22.9	32.0	59.5	53.0	49.0	45.0	17 1/2	27.5	23.5	MEDIDA R AT

Fecha: 03/02/89

ABB : Ing. Roger Coronado L.

Cliente *[Signature]*





FECHA: **03/02/95**

PROBADO: **M. Flun**

REVISADO: **[Signature]**

**Protocolo de Calentamiento**  
**Temperatura del Arrollamiento de A.T. DATOS**  
**Método : Medición de Resistencia, Bornes U - W**

OP:180 623  
 No : LD 001160  
 Clave:BHP-TINTAYA

**1. Equipo Empleado**

- Voltímetro: **GOERZ**  
 N° 889820  
 Escala: 0-100  
 Rango : 1 / 100 V

- Amperímetro: **H & B**  
 N° : 08524588  
 Escala : 0-6  
 Rango : 5 A

- Resl. U - W: 0.136057 Ω      24 °C

**2. Cuadro de Valores Medidos:**

	Tiempo	V		I		to °C
		Lectura	C= 0.01	Lectura	C= 1	
1	2' 00'	76.3	0.763	4.920	4.92	60.2
2	2' 30'	76.0	0.760	4.900	4.90	60.3
3	3' 00'	76.9	0.769	4.900	4.90	59.9
4	3' 30'	76.7	0.767	4.900	4.90	59.1
5	4' 00'	76.5	0.755	4.900	4.90	58.3
6	4' 30'	75.4	0.764	4.900	4.90	57.9
7	5' 00'	76.2	0.762	4.900	4.90	57.1
8	5' 30'	76.1	0.761	4.900	4.90	56.8
9	6' 00'	75.0	0.750	4.900	4.90	56.4
10	6' 30'	75.0	0.750	4.900	4.90	56.4
11	7' 00'	74.9	0.749	4.900	4.90	56.0
12	8' 00'	74.8	0.748	4.900	4.90	55.8
13	9' 00'	74.7	0.747	4.900	4.90	55.2
14	10' 00'	74.5	0.745	4.900	4.90	54.4
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Fecha: 03-02-99

ABB: Ing. R. Coronado

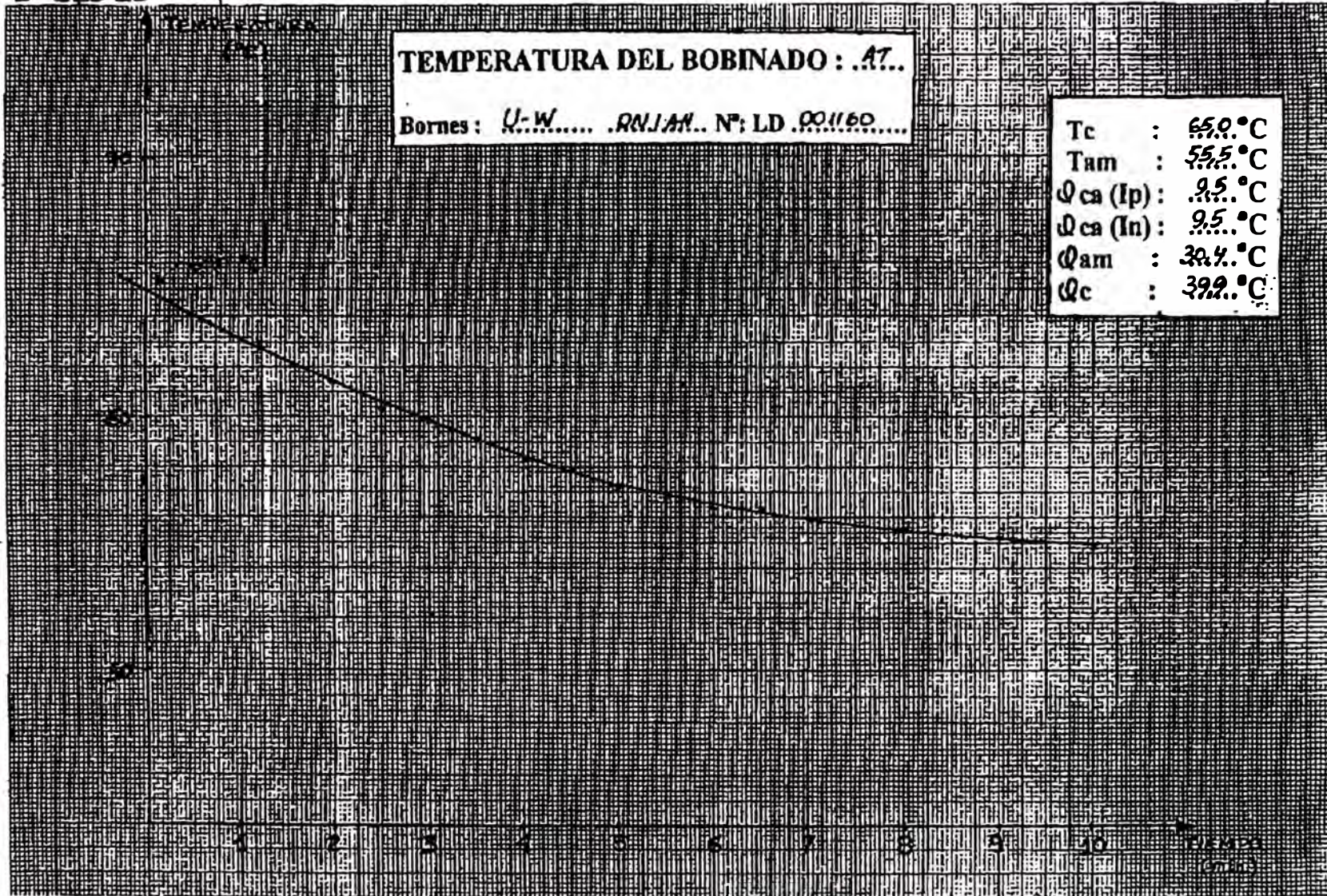
Cliente: *[Signature]*



TEMPERATURA DEL BOBINADO : .A7..

Bornes : U-W..... RNJAN.. N°: LD .001160.....

Tc : 65.0 °C  
Tam : 55.5 °C  
Qca (Ip) : 9.5 °C  
Qca (In) : 9.5 °C  
Qam : 30.4 °C  
Qc : 39.9 °C



FECHA: 03/02/99

PROBADO: M. Flores

REVISADO: [Signature]

#### **5.4 DATOS DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V, 60HZ**

- a) Cuadro resumen oferta técnica de los fabricantes
- b) Detalle técnico del CCM por fabricante
- c) Cuadro evaluación económica
- d) Listado de equipos
- e) Cuadro de cargas definitivas
- f) Checklist

A. Cuadro resumen oferta técnica de los fabricantes

**CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V**

CONCEPTO	ESPECIFIC.	MANELSA Stock Local	MANELSA Pedido Directo	AB Control Pedido Directo	DITEC Pedido Directo	T.J. Castro Stock Local	Tecno Control Stock Local
<b>Pais de origen</b>		Perú	USA	USA	USA	USA *	USA *
<b>Marca</b>		Manelsa	Square D	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer – Westinghonse	Cutler Hammer – Westinghonse
<b>Modelo</b>		EC	Model 6	Centerline	Line 8000	Freedom 2100	Freedom 2100
<b>Norma de fabricación NEMA</b>	ICS 2 – 322	No indica	NEMA	NEMA ICS3-322	NEMA	NEMA	NEMA
<b>Barras Principales :</b>							
- <b>Tensión</b>	480V	480V	480V	480V	480V	480V	480V
- <b>Corriente</b>	2000 A	2000 A	2000 A	2000 A	2000 A	2000 A	2000 A
- <b>Resistencial al CC.</b>	65 KA	65 KA	65 KA	65 KA	65 KA	65 KA	65 KA
<b>Protección del gabinete</b>	NEMA 12	IP54	NEMA 12	NEMA 12	NEMA 1G	NEMA 12	NEMA 12
<b>Alambrado</b>	NEMA 2B	No indica	No indica	NEMA B	NEMA 1-BT	NEMA 2B	NEMA 2B
<b>OBSERVACIONES</b>			(1)	(2)	(3)		

\* Los postores T.J. Castro y Tecno Control ejecutan el cableado de control localmente con material original de USA.

- (1) Manelsa no incluye un interruptor de 3 x 30 A.
- (2) A.B. Control no incluye dos interruptores de 3 x 30 A, tampoco la protección del motor de 100 HP/ RTD, ni dos arrancadores FVNR de 20HP (NEMA 2).
- (3) Ditec no incluye dos interruptores de 3 x 100 A, tampoco un interruptor de 3 x 50 A, ni un interruptor de 3 x 30 A.

B. Detalle técnico del MCC por fabricante

Item No.	NAME OF BIDDER	Manufacturas Eléctricas	Manufacturas Eléctricas	AB Control	DITEC S.A.	T.J. Castro	Tecno Control	INQ. No.	SPEC. No.	REMARKS
	DESCRIPTION	Stock Local	Pedido Directo	Pedido Directo	Pedido Directo	Stock Local	Stock Local			
0.0	<b>Centro de Control de Motores</b>									
	- Fabricante	Manelco	Square D	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer			
	- Modelo	EC	Model 6	Centerline	Line 8000	Freedom 2100	Freedom 2100			
	- País de Origen	Peru	USA	USA	USA	USA	USA			
	- Clase de Alambrado	No indica	No indica	NEMA B	NEMA 1B	NEMA 2B	NEMA 2B			
1.0	<b>Arrancadores de Motores</b>									
1.1	<b>Interruptores</b>									
	- Fabricante	Merlin Gerin	Square D	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer			
	- Tipo	Termomagnetic	Termomagnetic	Magnético	Magnético	Magnético	Magnético			
	- Normas de Fabricación	IEC-947-2/NEMA	NEMA	NEMA	NEMA	UL-ANSI	NEMA AB-1			
	- Tamaño (Frame)	105 x 161 x 86 m	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)			
	- Clase Nominal de Tensión	480 V	480 V	480 V	480 V	480 V	480 V			
	- Corriente Nominal Permanente	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)			
	- Capacidad de Interrupción	65 kA	65 kA	100/65 kA	65 kA	65 kA	65 kA			
	- Clase de Tensión a 1.000 m. s. n. m.	630 V	600 V	480 V	480 V	600 V	600 V			
	- Disperso Común	Si	Si	Si	Si	Si	Si			
1.2	<b>Contactores</b>									
	- Fabricante	Square D	Square D	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer			
	- Tipo	Magnético	Magnético	Magnético	Magnético	Magnético	Magnético			
	- Norma de Fabricación	NEMA	NEMA	NEMA	NEMA	UL - ANSI	NEMA			
	- Clase Nominal de Tensión	480 V	480 V	480 V	480 V	480 V	480 V			
	- Corriente Nominal	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)	(según motor)			
	- Tensión de la Bobina	120 V	120 V	120 V	120 V	120 V	120 V			
	- Número de Contactos Auxiliares	1NA/0NC	1NA/1NC	Si	6	3NA/3NC	3NA/3NC			
1.3	<b>Relés Térmicos</b>									
	- Fabricante	Square D	Square D	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer			
	- Rango de Compensación por Variación de Temperatura	-20/165°F	No indica	No indica	Si	Si	Si			
	- Reposición Exterior	Si	No indica	No indica	Si	Si	Si			
	- Protección Diferencial	Si	No indica	No indica	Si	Si	Si			
1.4	<b>Transformador de Control</b>									
	- Fabricante	ELKO	No indica	Allen Bradley	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer			
	- Norma de Fabricación	Intelec 370 - 002	No indica	NEMA	ANSI	UL - ANSI	UL - ANSI			
	- Potencia a 4.100 m. s. n. m.	150/250VA	No indica	100 W	150 VA	190 VA	150 VA			

Item No.	NAME OF BIDDER	Manufacturas Eléctricas	Manufacturas Eléctricas	AB Control	DITEC S.A.	T.J. Castro	Tecno Control			INQ. No.	SPEC. No.
	DESCRIPTION	Stock Local	Pedido Directo	Pedido Directo	Pedido Directo	Stock Local	Stock Local			REMARKS	
	- Relación	480/120V	No indica	480/120V	480/120V	246 - 480/120V	240 - 480/120V				
	- Calentamiento del Cobre a 40°C T. Amb.	65°C	No indica	No indica	No indica	55"/1000 msum	No indica				
<b>1.5</b>	<b>Relé de Protección de Motor 100 HP</b>										
	- Fabricante		General Electric	No indica	General Electric	Cutler Hammer	Cutler Hammer				
	- Modelo	LT6-POM005FM	PQM	No indica	Multilin	Q 1000 II - URT	IQ 1000 II				
	- Funciones de Protección	Varios	Varios	No indica	Varios	Varios	Varios				
<b>1.6</b>	<b>Equipamiento de Arrancadores y Salidas</b>										
	- Arrancador FVNR.100 HP	1	1	1	1	1	1				
	Tamaño NEMA	NEMA 4	100 HP	100 HP	NEMA 5	NEMA 5	NEMA 5				
	Protección de Motor	LT6-POM005	Multilin	---	Multilin	IQ 1000 II	IQ 1000 II				
	Protección RTD	Sí	Sí	---	Sí	Sí	Sí				
	- Arrancador FVNR.60 HP	1	1	1	1	1	1				
	Tamaño NEMA	NEMA 4	60 HP	60 HP	NEMA4	NEMA 4	NEMA 4				
	- Arrancador FVNR.20 HP	2	2	1	2	2	2				
	Tamaño NEMA	NEMA 2	20HP	20 HP	20 HP	NEMA 2	NEMA 2				
	- Arrancador FVNR. NEMA 1	3	3	2	3	3	3				
	- Arrancador FVNR. NEMA 2	1	1	1	1	1	1				
	- Arrancador FVNR. NEMA 3	1	1	1	1	1	1				
	- Interruptor 3 x 800 A	2	2	2	2	2	2				
	- Interruptor 3 x 100 A	2	2	2	---	2	2				
	- Interruptor 3 x 50 A	1	1	1	---	1	1				
	- Interruptor 3 x 50 A	1	---	---	---	1	1				
	- Interruptor 3 x 15 A	1	1	1	1	3	1				
	- Interruptor 3 x 30 A (variadores)	3	2	2	3	3	3				
<b>2.0</b>	<b>Barras</b>										
<b>2.1</b>	<b>Barras Principales</b>										
	- Clase de Tensión	1000 V	600 V	480 V	480 V	600 V	600 V AC				
	- Corriente Nominal	2000A/1200 A	2000/600 A	2000 A	2000/1250 A	2000 A	2000 A				
	- Estándares	Sí	No indica	Sí	No indica	Sí	Sí				
	- Corriente de Cortocircuito	65 kA	42/65 kA	65 kA	65 kA	65 kA	65 kA				
	- Dimensiones	2F(10 x 80 mm)	No indica	No indica	No indica	6 1-4" x 2.5"	158.75 x 63.5 mm				
		3F(50 x 5 mm)	No indica								
<b>2.2</b>	<b>Barra de Tierra</b>										
	- Corriente Nominal	697 A	300 A	No indica	600 A	300 A	300 A				
	- Estándares	Sí	No indica	No indica	No indica	Sí	No indica				





C. Cuadro de Evaluación Económica

EVALUACION ECONOMICA

Cliente : BHP Tintaya S.A.  
 Proyecto: Expansión de Molinería  
 Proyecto No.: P103-18

RFQ No. TY-I-005  
 Equipo / Material: CENTRO DE CONTROL DE MOTORES

Item	Qty	Unid	DESCRIPTION	MANUFAC. ELECT. S.A.	MANUFAC. ELECT. S.A. "A"	AB CONTROL S.A.	DITEC S.A.	T.J. CASTRO S.A.	TECNO CONTROL S.A.	
				Precio Unit. US\$ STOCK LOCAL	Precio Unit. US\$ PEDIDO DIRECTO	Precio Unit. US\$ PEDIDO DIRECTO	Precio Unit. US\$ PEDIDO DIRECTO	Precio Unit. US\$ STOCK LOCAL	Precio Unit. US\$ STOCK LOCAL	
01	1	EA	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	48,100.00	31,211.00	27,923.53	22,755.00	36,150.00	39,880.00	
<b>A</b>				<b>PRECIO STOCK LOCAL / F.O.B.</b>	<b>48,100.00</b>	<b>31,211.00</b>	<b>27,923.53</b>	<b>22,755.00</b>	<b>36,160.00</b>	<b>39,880.00</b>
<b>B</b>	01		Volumen / Peso	2 TM	2 TM	2 TM	2 TM	2 TM	2 TM	
	02		Flete Marítimo / Aéreo / Terrestre		850.00	850.00	850.00			
	03		Seguro		312.11	279.24	227.55			
	<b>PRECIO C.I.F.</b>				<b>48,100.00</b>	<b>32,373.11</b>	<b>29,052.77</b>	<b>23,832.55</b>	<b>36,150.00</b>	<b>39,880.00</b>
<b>C</b>	01		Aranceles		3,884.77	3,486.33	2,859.91			
	02		Impuestos 18% (I.G.V)	8,658.00	6,526.42	5,857.04	4,804.64	6,507.00	7,178.40	
	03		Derechos de Muelle		226.61	203.37	166.83			
	04		Gastos Agente de Aduana / Otros		323.73	290.53	238.33			
	05		Inspección		312.11	279.24	227.55			
<b>PRECIO EN ALMACEN LIMA</b>				<b>56,758.00</b>	<b>43,646.76</b>	<b>39,169.27</b>	<b>32,129.80</b>	<b>42,857.00</b>	<b>47,058.40</b>	
<b>D</b>	01		Flete Terrestre al Sitio	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	
	02		Seguridad							
	<b>PRECIO EN EL SITIO</b>				<b>57,258.00</b>	<b>44,148.76</b>	<b>39,869.27</b>	<b>32,829.80</b>	<b>43,157.00</b>	<b>47,558.40</b>
<b>E</b>	01		Tiempo de Entrega	08 semanas	12 semanas	06/08 semanas	06/08 semanas	14 semanas	06/08 semanas	
	02		Forma de Pago	30% presentación de Carta Fianza, 20% a las 04 sem., 30% antes del embarque 20% factura 30 días	Carta de Crédito	50% adelantado 50% contra entrega	Carta de Crédito	30% con la O/Compra 20% present. docs embarque 35% aviso equipos listos 5% presentac. de guías	Factura 30 días	
	03		Requerido en el Sitio	16 semanas	16 semanas	16 semanas	16 semanas	16 semanas	16 semanas	
	04		Garantía	18 meses	18 meses	18 meses	12/18 semanas		15 meses	
	05		Validez de la Cotización	30 días	30 días	30 días	30 días		90 días	
	06		Servicio para Arranque (Derechos Libres)							
	07		Tarifa para Servicio de Arranque							
	08		Representante Local							

## D. LISTADO DE EQUIPOS

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES DE B.T. 480VOLTS - 60HZ. - TAG N° 36MCC001A																			
UTILIZACION TAG N°	UNIDAD TAG N°	NEMA SIZE	HP	FLA	INTERRUPT. AUTOMATICO			PARTIDOR CAT #	CONTACTOS AUX.		COMPON. DE CONTROL Y/O PROTEC.				CONTROL			DIAGRAMA CONTROL PEIDE	OBSERVACIONES
					MOD	CAP.(A)	ACCESORIO		HEATER	CONTACTOR / RELE OL.	LV	LR	S.SW. 2POS.	TT/CC.	VOLTS	VA	PROTECCION		
INT. GENERAL	1AM				RD	3 x 2000	RMS-310												TT/CC MODELO RMT CELSA
EQ. MEDIDA	2AB				MEDIDOR MULTIFUNCION CAT # IODP 4030										480/120	(2) 100VA	FUS 3 x 2A	265/98P-MC-001-WD-002	
36MU5001	2CD	1	0.75		HMCP	3 x 3	A1X1PK	AN16DNOAB	H2005B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-005
PRESURIZADOR	2E	1	0.75		HMCP	3 x 3		AN16DNOAB	H2005B-3				E34VF					C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-007
36BM4006	2FM				HND	3 x 1200	SNTSLT11K												
36BMV001	3AB	2	15		HMCP	3 x 50	A1X1PK	AN16GNOAB	H2012B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-005
36MU5001B	3CD	1	0.75		HMCP	3 x 3	A1X1PK	AN16DNOAB	H2005B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-005
ESPACIO	3E																		
36BM4007	3FM				HND	3 x 1200	SNTSLT11K												
EQ. 36FA-J002	4AB				HFD	3 x 40	A2X1RTK											C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-004
EQ. 36FA-J003	4CD				HFD	3 x 40	A2X1RTK											C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-004
EQ. 36FA-J004	4EF				HFD	3 x 40	A2X1RTK											C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-004
INCHING DRIVE	4GH-1				HFD	3 x 30													
AIRE ACOND	4GH-2				HFD	3 x 50													
TDI - 01	4JK-1				HFD	3 x 15													
TDI - 02	4JK-2				HFD	3 x 15													
MAQ SOLDAD	4LM				HFD	3 x 100	SNT1RT0BK	RFT - SFT										C B 1 x 2A	265/98P-MC-001-SD-006
M1-BBA LUBR	5AB	1	7.5		HMCP	3 x 30	A2X1RTK	AN16DNOAB	H2010B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
M3-BBA LUBR	5CD	1	10		HMCP	3 x 30	A2X1RTK	AN16DNOAB	H2011B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
M21-BBA LUBR	5EF	1	1		HMCP	3 x 3	A1X1PK	AN16DNOAB	H2005B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
RESERVA	5GH				HFD	3 x 30													
36M/J001	5JK-1				HFD	3 x 50													
TDA	5JK-2				HFD	3 x 50													
MAQ SOLDAD	5LM				HFD	3 x 100	SNT1LP0BK	RFT - SFT										C B 1 x 2A	265/98P-MC-001-SD-006
M2-BBA LUBR	6AB	1	7.5		HMCP	3 x 30	A2X1RTK	AN16DNOAB	H2010B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
M4-BBA LUBR	6CD	1	10		HMCP	3 x 30	A1X1PK	AN16DNOAB	H2011B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
M22-BBA LUBR	6EF	1	1		HMCP	3 x 3	A1X1PK	AN16DNOAB	H2005B-3	2(NA+NC) / 1(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-002
M11-CALENT	6GH	1	4KW		HFD	3 x 15	A1X1PK	CN15DN3AB		2(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-003
CONTROL	6JK				HFD	2x 15													265/98P-MC-001-WD-003
TRAF0 5KVA	6LM													480/120	5000				265/98P-MC-001-WD-003
M2B-CALENT	7AB	1	4KW		HFD	3 x 15	A1X1PK	CN15DN3AB		2(NA+NC)	E34	E34						C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-003
RESERVA	7CD-1				HFD	3 x 30													
RESERVA	7CD-2				HFD	3 x 20													
EQ. 36FA-J001	7EM	5	100		HMCP	3 x 250	A1X2PK	CN15SN3A		RELE PROTECC. IO1000 II	E34	E34			(3) 200.5			C B 1 x 6A	265/98P-MC-001-SD-001

**E. CUADRO DE CARGAS DEFINITIVAS**

**CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V, 60HZ**

NRO.	DESCRIPCION	CODIGO	P(instalada) Kw	P(total a usar) Kw	Volt	I(A)	F.S.	MD(Kw)
1	BOMBA DE ALIMENTACION CICLONES NRO. 1	36BMH006	420.00	420.00	460	659.71	0.90	378.00
2	BOMBA DE ALIMENTACION CICLONES NRO. 2	36BMH007	420.00	0.00	460	659.71	0.00	0.00
3	MOTOR DE FAJA NRO. 14	36FAJ001	74.60	74.60	460	117.18	0.90	67.14
4	BOMBA SUMIDERO	36BMV001	9.33	9.33	460	14.65	0.90	8.39
5	MOTOR FAJA ALIMENTADORA 7A	36FAJ002	11.19	11.19	460	17.58	0.90	10.07
6	MOTOR FAJA ALIMENTADORA 8B	36FAJ003	11.19	11.19	460	17.58	0.90	10.07
7	MOTOR FAJA ALIMENTADORA 9C	36FAJ004	11.19	11.19	460	17.58	0.90	10.07
8	TABLERO MANIPULADOR DE FORROS	36MLH001	14.92	14.92	460	23.44	0.90	13.43
9	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO TRIFASICO - 480/400-230V	TRA-01	36.00	36.00	460	56.55	0.80	28.80
10	MAQUINA DE SOLDAR		11.00	11.00	460	30.00	0.50	5.50
11	MAQUINA DE SOLDAR		22.00	22.00	460	60.00	0.50	11.00
12	MUESTREADOR PRIMARIO	36MUS001A	0.56	0.56	460	0.88	0.90	0.50
13	MUESTREADOR SECUNDARIO	36MUS001B	0.56	0.56	460	0.88	0.90	0.50
14	BOMBA DE LUBRICACION TRUNION BAJA PRESION	M1	7.46	7.46	460	11.72	0.90	6.71
15	BOMBA DE LUBRICACION TRUNION BAJA PRESION - STAND BY	M2	7.46	0.00	460	11.72	0.00	0.00
16	BOMBA DE LUBRICACION TRUNION ALTA PRESION	M3	5.60	5.60	460	8.79	0.90	5.04
17	BOMBA DE LUBRICACION TRUNION ALTA PRESION - STAND BY	M4	5.60	0.00	460	8.79	0.00	0.00
18	CALEFACTOR LUBRICANTE TRUNION	M11	4.00	4.00	460	6.28	0.90	3.60
19	BOMBA DE LUBRICACION PIÑON	M21	0.75	0.00	460	1.17	0.90	0.67
20	BOMBA DE LUBRICACION PIÑON - STAND BY	M22	0.75	0.75	460	1.17	0.00	0.00
21	CALEFACTOR LUBRICANTE PIÑON	M26	4.00	4.00	460	6.28	0.90	3.60
22	PRESURIZADOR SALA ELECTRICA		2.24	2.24	460	3.52	0.50	1.12
23	TRANSFORMADOR DE CONTROL TRIFASICO 480 - 120V		4.00	4.00	480	6.02	1.00	4.00
24	INCHING DRIVE		11.19	11.19	460	17.58	0.50	5.60
25	RESERVA		7.50	7.50	460	11.78	0.35	2.63
26	RESERVA		7.50	7.50	460	11.78	0.35	2.63
27	RESERVA		15.00	15.00	460	23.56	0.35	5.25
28	RESERVA		15.00	15.00	460	23.56	0.35	5.25
	<b>TOTAL CAPACIDAD NOMINAL</b>		<b>1140.56</b>	<b>706.76</b>		<b>1829.43</b>		<b>589.56</b>

FUENTE : SUBESTACION UNITARIA 1250 KVA, 4160/480V, 60Hz

EL FACTOR DE SIMULTANEIDAD TEORICO HA SIDO DE 0.83 ( 589.56Kw/706.76Kw). LA MAXIMA DEMANDA ACTUAL DE LA OPERACION ES DE APROX. 525 KW

EL FACTOR DE SIMULTANEIDAD REAL ES 0.74 ( 525Kw/706.76 Kw )

**F. CHECKLIST**

Hojas



PEIDE INDUSTRIA Y CONSTRUCCIONES LTDA

BHP - TINTAYA

PROYECTO: 265/98 p

ORDEN DE COMPRA: 89500007

REQUISICION N° PROYECTO EXPANSION MOLINDA

PEIDE

LTDA HOJA DE COMPROBACION DE TERMINACIONES

HOJA 1. DE 1.

CCM: 480V 60 HZ TAG N° 36 MCC 001

PLANOS: 265/98p-mc-000-10-001

TIPO: FREEDOM - 2100 ITEM: -

UBICACION: sala electrica

**INSPECCION VISUAL Y MECANICA**

DISPOS. Y PRESEN. GENER.	N° CUERPO.	1	CANT. COL.	CUERPO: N°1. N°2. N°3. N°4.		
COMPONEN	OK	BARRAS	OK	PERNERIA	OK	
PUERTAS, CUBIERTAS	ALINEACION	OK	CERRADUR.	OK	TAPAS	OK
TERMINACION PINTURAS	EXTERIOR	OK	INTERIOR	OK		
ENCLAVAMIENTOS MEC.	MANILLAS	OK	BREAKERS	OK	PUERTAS	OK
BARRERAS AISLANTES	BARRAS	OK	PASADAS	OK	DIST. ELECT	OK
REGLETAS TERMIN. CONTROL	OK					
COLUMNAS CON DCS/PLC	N/A					
PLACAS LEYENDAS	MCC. INCOM	OK	PART. ALIM.	OK	OTRAS	OK

**COMPONENTES SEGUN PLANOS**

BARRAS HORIZ. (CAP/COLUM) Amp. N°1200 N°2200 N°3200 N°4200 N°5200 N°6200 N°7200 N°8 - N°9 - N°10 -  
 BARRAS VERTI (CAP/COLUM) Amp. N°1200 N°21200 N°31200 N°4 300 N°5 300 N°6 300 N°7 300 N°8 - N°9 - N°10 -  
 BARRA NEUTRO (CAP/COLUM) Amp. N°1<sup>M</sup>/A. N°2 - N°3 - N°4 - N°5 - N°6 - N°7 - N°8 - N°9 - N°10 -  
 BARRA TIERRA (CAP/COLUM) Amp. N°1600 N°2600 N°3600 N°4 600 N°5 600 N°6 600 N°7 600 N°8 - N°9 - N°10 -  
 INCOMING/ ENTRADA M.C.B RD 3x2000A RMS 310  
 Tr/cc 2000: 5A (3) EQUIPO DE MEDICION IQ DP 4030

COMP PARTIDORES	FVNR SIZE 1	10	FVNR SIZE 3	-	FVNR SIZE 5	1
	FVNR SIZE 2	1	FVNR SIZE 4	-	FVNR SIZE 6	-
COMP OTROS PARTIDORES	FVR SIZE	-	ES 750 250 HP	-		
FEEDERS CON GFR	HFD	2	HJD	-	HKD	-
	HLD	-	HND	-		
FEEDERS SIN GFR	HFD	6				
FEEDERS DUAL	HFD	4				

PARTIDOR FVNR SIZE 5 con RELE DE PROTECCION IQ1000 II Tr/cc 200 5A

**PRUEBAS, COMPROBACION, FINALES.**

TORQUES APRIETES BARRAS	BAR INCOM	OK	BAR HORI	OK	BAR VERTIC	OK
PRUEBAS AISLACION	FASE A-B	86Ω	FASE A-C	66Ω	FASE B-C	66Ω
PRUEBAS AISLACION	FASE A-G	16Ω	FASE B-G	126Ω	FASE C-G	16Ω
FUNCIONAMIENTO INCOMING	SEC FASES	OK	ENCLAVAM	OK	PILOTOS IND	N/A
FUNCIONAMIENTO PARTIDOR	TENS. CONT	120VAC	TRIP BREAK	OK	PILOTOS IND	OK
FUNCIONAMIENTO PARTIDOR	CONTACTOR	OK	TRIP RELE	OK	CONT AUX	OK
INTERCONEXION EN PLC/DCS	N/A					
CALIBRACION DE PROTECCIO	en terreno					
TIPO DE CABLES	VOLTAJE	14AWG	CORRIENT	12AWG		

ASEO FINAL PREP TRANSP	TAPAS LATE	OK	OREJAS IZA	OK		
DESPACHO FINAL	EMBALAJES	en sala	LETREROS	OK	PACKING LISTS	OK

OBSERVACIONES GAVETA GLM con traba de control 480/120V, 5KVA  
 GAVETA 6JK - panelboard con 9 cto. manfrecia de 120VAC  
 CALIBRACION DE IQ DP 4030 y IQ 1000 II - ver hoja de SET POINT

REALIZADO POR: Nikolay Dolgushin RECIBIDO POR: Victor Gonzalez B  
 FECHA: 30/03/98 FECHA: 20/04/98

## 5.5 HOJA TECNICA VARIADORES DE VELOCIDAD BAJA TENSION 460V 60Hz.

### 5.5.1 VARIADOR 2.2KW, 460V, 22.5 A

Los variadores de velocidad adquiridos para los 03 motores alimentadores de faja (2.2Kw) poseen las siguientes características

#### Características eléctricas :

Estos variadores poseen filtros contra armónicos y RFI

- Fabricante PDL
- Procedencia New Zealand
- Modelo Microdrive Elite ME-22.5
- Protección IP54
- Voltaje nominal 380 – 480 Vca
- Fases de entrada Trifásico,3hilos+Tierra/Neutro
- THD de corriente de entrada < 40%
- Perdida de suministro de entrada > 2 seg
- Corriente nominal a 50°C 22.5 Amp

#### Condiciones Ambientales :

- Temperatura de operación 0°C a 50°C
- Temperatura de Almacenaje - 40°C a + 80°C
- Humedad relativa : < 90°C no condensada
- Altitud 4100 msnm
- Factor de pérdida por altitud +1% por cada 100m
- Variación de voltaje de línea -20% a +5%
- Frecuencia de entrada 60 Hz nominal
- Rango de frecuencia 48-62 Hz
- Rango voltaje de salida 0 a 400 Hz
- Rango de frecuencia de salida 0 a 400 Hz
- Tiempo de sobrecarga 150% a seg
- Eficiencia 100% velocidad >97% (plena carga y máxima velocidad)
- Eficiencia 50% velocidad >97% (media carga y velocidad)

- Factor de potencia de entrada 0.99 (fundamental)
- Tiempo de aceleración por rampa de 0.1 a 6000%/sec
- Tiempo de deceleración por rampa 6000%/sec a 0.1
- Tiempo de corriente limitada 60 sec
- Máxima corriente de salida 150% In 60sec o 200% 1 sec
- Torque 250% (control vectorial en lazo cerrado)
- Período de frenado dinámico 0 – 100 sec
- Freno de inyección 0 a 150%
- Compensación Slip 0.02 Hz
- Skip frequency (vibración ) 2 niveles (250%-250%)

### **Parámetros Programables**

- Referencia Velocidad y Torque
- Start manual/automático Spin, rampa, normal
- Modos de stop Spin, rampa, normal
- Display LCD, inteligente con protección IP54
- V/Hz Operación en torque constante, control vectorial de flujo
- Velocidades programables 7 velocidades programables -250%+250%
- Password Personalizado, enable
- Entradas digitales 7 entradas configurables más una entrada de PTC
- Entradas Analógicas 2 entradas analógicas configurables
- Entradas Analógicas 2 salidas analógicas configurables
- Entrada de fibra óptica 1 entrada
- Salida de fibra óptica 1 salida
- Interfase serie RS232, RS485 completamente aislado

## 5.5.2 VARIADOR 565KW, 460V, 830 A

**EQUIPO N° 36FD002 : 36-AFD003, 36 AFD004 (565 Kw)**

Convertidor de frecuencia ajustable

### Características eléctricas :

Estos variadores poseen filtros contra armónicos y RFI

- Fabricante PDL
- Procedencia New Zealand
- Modelo Microdrive-I Udi-830
- Potencia 520 Kw/682HP
- Protección IP54
- Voltaje nominal 380 – 480 Vca
- Variación de voltaje en la entrada -20% a +10%
- Variación de frecuencia a la entrada 48 a 62 Hz
- Fases de entrada Trifásico,3hilos+Tierra o Neutro
- THD de corriente de entrada < 40%
- Perdida de suministro de entrada > 2 seg
- Corriente nominal a 50°C 830 Amp
- Características termomagnéticas 50°C
- Reclasificación de la temperatura de la corriente de salida @40°C 125% (@ >251 Hz, decremento

### Condiciones Ambientales :

- Temperatura de operación 0°C a 50°C
- Temperatura de Almacenaje - 40°C a + 80°C
- Humedad relativa : < 90°C no condensada
- Altitud 4100 msnm
- Protección de encerramiento NEMA 12, IP54
- Voltaje de entrada AC 380-480 Vca
- Variación del Voltaje de línea -20% a +5%
- Frecuencia de entrada 60 Hz nominal
- Rango de frecuencia 48-62 Hz

### Condiciones de performance

- Potencia nominal a 50°C 520 Kw (682Hp)
- Potencia nominal a 4100 msnm 520 Kw (682 Hp)
- Rango voltaje de salida 0 a voltaje de entrada -3V
- Rango de frecuencia de salida 0 a 200 Hz
- Tiempo de sobrecarga 150% a 60 seg
- Eficiencia 100% velocidad > 97% (plena carga y máxima velocidad)
- Eficiencia 50% velocidad > 97% (media carga y velocidad)
- Factor de potencia de entrada 0.99 (fundamental)
- Tiempo de aceleración por rampa de 0.02 a 500Hz/sec
- Tiempo de deceleración por rampa 500Hz/sec a 0.02
- Frecuencia de conmutación 2 KHz (4 KHz seleccionable)
- Tiempo de corriente limitada 60 seg
- Máxima corriente de salida 150% In 60 sec ó 200% 1 sec
- Torque 250% (control vectorial en lazo cerrado)
- Período de Frenado inyección 0 a 25 sec
- Freno de inyección 0 a 150%
- Compensación Slip 0.02 Hz
- Skip frequency (vibración ) 2 niveles (250%-250%) (saltos de frecuencia)
- Calentamiento del motor Off / 01 / 10
- Entradas analógicas 0 a 10V ó 420mA, los canales analógicos permiten el ajuste entre 0% y el límite de corriente fijado por esta pantalla
- Equipo N° 36AFD 006/36 – AFD 007



## 2.1 ELITE SERIES SPECIFICATIONS

## INPUT

Input supply voltage	230 to 480Vac 3 phase earthed neutral supply
Input supply tolerance	-20% to +5%
Input frequency range	48 to 62Hz
Input current	< output current
Input displacement factor	> 0.99
Input current THD	> 40%
Power loss ride through	> 2 seconds at rated voltage

## OUTPUT

Output voltage to motor	0 to $V_{in} - 15V$
Current overload capability	200% for 1 sec (Closed Loop Vector) 150% for 30 secs (when hot) at 50°C 150% for 60 secs (when hot) at 40°C
Frequency range	Closed Loop Vector 0 to $\pm 100Hz$ Open Loop Vector 0 to $\pm 100Hz$ (or 0 to $\pm 100\%$ ) V/Hz 0 to $\pm 400Hz$
Efficiency (full load, 50Hz)	>97%
Suit motor rated kW	50 to 150% of Elite Series rating
Suit motor rated voltages	5 to 500Vac
Suit motor rated frequencies	10 to 400Hz
Modulation method	Space vector modulation
Modulation frequency	Up to 16kHz Whisper Wave or Narrow Band

## ENVIRONMENTAL

Protection standard	IP54, dust and splashing water protected
Operating temperature	0°C to 50°C
Temperature re-rating of output current @ 40°C	125% @ >25Hz, decreasing to 100% @ 0Hz
Storage temperature	-25°C to +80°C
Relative humidity	<90%, noncondensing
Altitude	1000m
Altitude derating (>1000m)	-1% per 100m; 3000m max
Display unit protection	IP54, dust and splashing water protected

## MOTOR AND DYNAMIC BRAKE PROTECTION

Motor thermal model trip	PTC thermistor trip
Overload warning	Shear pin trip (configurable)
Dynamic brake resistor thermal model trip	
Torque limit and time-out (configurable)	
Speed limit and time-out (configurable)	

## ELITE SERIES PROTECTION

Supply loss	Input phase loss
Software thermal model	Heatsink overheat
IGBT overload	Internal air overheat
Output current limit	Output current trip
DC bus voltage limiting	Software 750Vdc Hardware 800Vdc

Short circuited load	Ground fault
Low DC bus voltage	Regeneration limit
Hardware failure	

## CONTROL

Control method	Closed Loop Flux Vector, Open Loop Flux Vector
Analogue inputs	2 inputs, configurable as 0-10Vdc, $\pm 10Vdc$ , 4-20mA or 0-20mA
Digital Inputs	6 inputs, configurable as active high/low, inch, speed or torque select, direction invert functions, front panel configurable to provide stop, start, reset
Analogue outputs	2 outputs, configurable as 0-10Vdc, $\pm 10Vdc$ , 4-20mA or 0-20mA, with multiple function selections for each
Relay outputs	1 changeover, 2 normally open, rated 230Vac or 30Vdc 2A non-inductive, with multiple function selections for each
Display unit controls	2 lines x 16 characters liquid crystal display, start, stop- reset push-buttons. Increase, decrease, select push-buttons. Display unit can be removed and relocated up to 3m distance.

NOMINAL OUTPUT @ 50°C

MODEL	OUTPUT CURRENT Amps	NOMINAL MOTOR POWER (Note 2)				OUTPUT CURRENT Amps	RE-RATED MOTOR POWER (Note 2)						
		230Vac kW	400Vac kW	415Vac kW	230Vac hp		460Vac hp	230Vac kW	400Vac kW	415Vac kW	230Vac hp	460Vac hp	
ME-2.5	2.5	0.55	0.75	0.75	1	1.1							
ME-6.5	6.5	1.5	3	3	2	3							
ME-10.5	10.5	2.2	4	4	3	7½							
ME-12	12	3	5.5	5.5	3	7½							
ME-18	18	4	7.5	7.5	5	10							
ME-22.5	22.5	5	11	11	7½	15							
ME-31	31	7.5	15	15	10	20							
ME-38	38	11	18.5	18.5	15	30							
ME-48	48	15	22	22	15	30							
UE-60	60	15	30	30	20	40							
UE-75	75	22	37	37	30	50							
UE-90	90	22	45	45	30	60							
UE-115	115	30	55	55	40	75							
UE-140	140	45	75	75	50	100							

Note 1: Decrease linearly to nominal at 0Hz. Note 2: Power rating applies to 4-pole machines only. Check your motor specification before selecting.

## MICRODRIVE-i (UDI) SPECIFICATIONS

### INPUT

Input supply voltage	380-440Vac
Input supply tolerance	-20% to +10%
Phase	3 phase, 3 wire, earthed neutral supply
Input frequency range	48-62 Hz
Power factor (fundamental)	.95
Input current	< output current
Power loss ride through	> 2 seconds
May also be operated from 450-700Vdc or 380-440Vac single phase supply - refer to Appendix 5.	

### OUTPUT

Current overload capability	150% for 30 seconds
Efficiency (full load, 50Hz)	>97%
Power on delay	<1 sec
Suit motor rated voltages	10-695Vac
Suit motor rated frequencies	10-250 Hz
Output voltage - cannot be greater than input voltage	
Voltage regulation	<±3%
Frequency range	0 to ±200Hz
Frequency resolution	0.01Hz
Control method	Space vector modulation
Carrier frequency	2kHz (4kHz selectable)
Dominant ripple frequency	4kHz (8kHz selectable)
Tacho speed regulation	0.01%

### ENVIRONMENTAL

Protection standard:	
Cabinet	Dust and water splash protected; Pollution degree 3
Baseplate	IP00; Pollution degree 2
Operating temperature	0-50°C
Storage temperature	-40°C to +80°C
Relative humidity	<90%, noncondensing
Altitude	1000m
Altitude derating (> 1000m)	-1% per 100m; 3000m max

### UDI PROTECTION

Supply loss	Input phase loss
Output current limit	IGBT overload
Short circuited load	Ground fault
Low DC bus voltage	Regeneration limit
Excessive DC bus voltage	Motor overtemperature
UDI thermal model	Control PCB failure
Dynamic brake thermal model	Serial comms loss detection

### MOTOR PROTECTION

Stall avoidance	Stall protection
PTC thermistor input	Phase current imbalance
Shear pin mode	Combined overload alarm
Thermal model overtemperature trip	

### FREQUENCY CONTROL SOURCES

0-10Vdc	4-20mA
Greater of 0-10Vdc or 4-20mA	
Keyboard	Inch 1, Inch 2
Process follow	Process control
Switch control - continuous	Switch control - 7 preset
Motorised potentiometer	RS232/RS485 (Options)

### CONFIGURABLE SWITCH CONTROLS

Stop	Start
Start/reset	Stop/reset
Inch	Inch latched
Direction invert	Emergency stop
Latched start with direction	Crane functions
RS232/RS485 control input (Options)	

### CONFIGURABLE RELAY OUTPUTS

3 relays; 230Vac/30Vdc/1A	
1 x change over; 2 x normally open	
Output selection:	
Failsafe fault	UDistarted
UDI running	UDI started or running
UDI overloaded	Motor overloaded
Frequency sense point	Current sense point
Direction	At set frequency
Combined overload alarm	Feedback sense
Power flow direction	RS232/485 controlled (Options)

### CONFIGURABLE 0-10V ANALOGUE OUTPUT

Output selection:	
0-100Hz	0-150% UDi current
0-200Hz	0-600Vac output voltage
0-10V RS232/RS485 (Options)	
0-150% UDi torque component of current	
0-150% motor power	

### DIGITAL FREQUENCY OUTPUT

26.25 times the UDi output frequency

### CURRENT LIMIT SOURCES

0-10Vdc	4-20mA
Keyboard	

MODEL	OUTPUT CURRENT Amps	OUTPUT kVA			OUTPUT POWER			DIMENSIONS			NETT WEIGHT kg
		380Vac kVA	415Vac kVA	440Vac kVA	380Vac kW	415Vac kW	440Vac kW	H mm	W mm	D mm	
UDI-90	90	59.2	64.7	68.6	45	51	55	1350	405	422	126
UDI-110	110	72.4	79.1	83.8	55	59	63	1350	405	422	126
UDI-140	140	92.1	101	107	75	80	80	1350	405	422	126
UDI-170	170	112	122	130	90	90	100	1350	545	422	180
UDI-205	205	135	147	158	110	110	110	1350	545	422	175
UDI-250	250	165	180	190	132	140	150	1350	545	422	175
UDI-300	300	198	216	229	160	170	185	1350	865	422	303
UDI-340	340	224	244	259	180	200	200	1350	865	422	303
UDI-480	480	316	345	366	257	280	300	1350	865	422	333
UDI-660	660	434	474	503	355	400	425	1350	1385	422	456
UDI-830P	830	547	598	634	445	485	520	Consists of two UDi-480			
UDI-1140P	1140	752	821	871	614	693	736	Consists of two UDi-660			

## 5.6 Sistema de Control

### 5.6.1 Elección del sistema

#### a) Hardware

La especificación técnica fue seleccionada utilizando las características y capacidades de un DCS Bailey como referencia o estandar. Bailey ha propuesto usar hardware de la última generación, lo que se conoce con el nombre de la Serie Harmony (Armonía). Este hardware es esencial, al igual que el antiguo hardware INFI-90, pero usa tecnología montada en la superficie de los módulos. Estos módulos reemplazan a los módulos INFI-90 o pueden ser reemplazados por módulos INFI-90, sin ninguna consecuencia (ambos usan las mismas conexiones y módulos terminales I/O).

Se ha estipulado que el sistema de control que se elija proporcione una solución integrada y configurada a este proyecto. Debe notarse que Bailey tiene mucha fuerza en esta área. Sus paquetes de hardware están como estandar completamente integrados y con soluciones de ingeniería.

Una diferencia importante en el hardware que Bailey puede ofrecer es redundancia de bajo nivel. Todos los módulos críticos para el trabajo (procesadores, comunicaciones y/o IO cautivos) de un sistema Bailey pueden ser pareados con módulos gemelos redundantes. La falla de una maestra tiene como resultado una post-falla con menor golpe al cautivo redundante durante el funcionamiento. Otra ventaja que proporciona Bailey es que los módulos (por alguna razón ) pueden ser también removidos y/o reemplazados bajo energía, sin necesitar de cerrar la fuente de energía. Esta diferencias permiten que un sistema Bailey proporcione un alto grado de seguridad y de integridad en el proceso en conjunto.

Otra consideración de importancia debe ser la posibilidad de ampliación futura. Este es un sistema muy pequeño según los estandares de Bailey. Dentro del gabinete único que Bailey ofrece proporcionar, pueden acoplarse ampliaciones significativas. Hay suficiente espacio en el gabinete y energía en el procesador, para permitir aumentar en dos veces el IO. Esto presupone que una expansión tendría un IO con la misma composición general (digital / análogo, ingreso / salida). Más aún los aumentos grandes en el tamaño del

sistema serían logrados con facilidad mediante la adición de cualquier número de unidades de control de proceso (PCU, un procesador contenido en un gabinete, comunicaciones y módulos IO) en la red de control (INFINET o CNET). El sistema propuesto tendrá dos estaciones de trabajo, probablemente ubicadas muy próximas una a la otra. La estación de trabajo de ingeniería proporcionará redundancia en el caso de un problema con la estación de trabajo del operador. También podrían añadirse estaciones de trabajo adicionales, si la ampliación requiriese interfaces de operaciones múltiples.

#### **b) Software**

El sistema propuesto usará el Windows NT como sistema operativo. La nueva suite de software de Bailey es conocida como sinfonía. El operador en interfase con el sistema Bailey es mediante su conductor NT de software. La lógica del control del proceso está programada mediante el software composer NT.

El conductor NT hace frente a todos los requisitos de la especificación técnica y más. La arquitectura del producto es cliente / servidor y es "abierta", proporcionando todas las facilidades para intercambio de datos que se esperan del software actual (incluyendo DDE, OLE / ACTIVEX y DCOM). Este producto puede proporcionar al operador interfases que la mayor calidad (contenido gráfico e interacción, ver y sentir). El software permite que los operadores individuales conformen las ventanas y las tendencias según sus preferencias. El software usa el ambiente de Windows, ofreciendo una interfase de "punto y presión. El conductor NT proporciona un uso flexible y fácil y una interfase de calidad para los operadores.

El sistema Bailey es un ambiente de programación en bloque de función pura. Una configuración Bailey está completamente contenida en una base de datos de fuente única, a la que todas las aplicaciones Bailey tienen acceso. El mantenimiento del componente NT y la configuración del software es en un ambiente cliente/servidor de software Explorer de Windows, que proporciona acceso a todos los aspectos del sistema de base de datos. Un servicio al cliente ofrece un ambiente tipo "CAD" en el que el ingeniero crea diagramas de flujo lógico, consistentes de bloques de función

(tanto pre-definidos como bloques conformados por el usuario). Estos bloques están gráficamente colocados en un diagrama lógico y alambrado juntos. Los atributos internos están fijados (por ejemplo, constantes de sintonía de un bloque de control PID).

La lógica puede ser aumentada mediante código para programación según la necesidad en lenguaje básico o C. Otro cliente permite la configuración de los despliegues gráficos usados en la interfase de software del conductor. La configuración de las interfases operativas se logra en un ambiente con orientación gráfica que proporciona un rango completo de herramientas de desarrollo. El composer ofrece ayuda sensible al contexto, tanto para el usuario como para el programador. La documentación es de alta calidad fácilmente legible. La línea de fondo es que el composer proporciona un ambiente de base de datos para configurar el sistema que es único y fácil usar, tanto para la lógica de control, como para la interfase gráfica.

### **c) Consideraciones finales**

La elección de un sistema Bayley es la solución técnicamente superior en hardware y software respecto a otros fabricantes del mercado para esta aplicación particular. Este sistema es capaz de futuras ampliaciones significativas.

Se consideró la compra de la opción del módulo procesador redundante, también se recomendó que se realice la opción del módulo de comunicación redundante. El aumento en seguridad e integridad del proceso valen el gasto adicional.

Se añadió una impresora en línea para alarma y secuencia de registro de ocurrencias, si las estaciones de trabajo del operador y de ingeniería van a estar ubicadas cerca una de la otra entonces se sugiere añadir una impresora de inyección a color de formato grande.

Se recomendó también que los siguientes artículos sean mejorados o añadidos a las estaciones de trabajo especificadas por Bailey. Los discos duros de ambas máquinas deben ser aumentados, esto permitirá que se archive una significativa cantidad más de datos y también instalar aplicaciones externas a estas máquinas. Por lo menos debe comprar un disco

de respaldo DAT e instalarlo en la estación de trabajo de ingeniería. Esto permitirá tener un método de respaldo de la configuración completa.

Se recomienda altamente la compra de una licencia adicional @aGlance para el cliente, esta licencia permitirá acceder a los datos del sistema Bailey desde una PC ubicada en la Planta LAN. De otro modo, todas las preguntas y reportes sobre los datos, deben realizarse a través de una de las dos estaciones de trabajo del sistema.

## **5.7 OTROS DATOS TECNICOS**

- a) Diagrama de tuberías P&ID Simbología y leyenda
- b) Lista de Instrumentos
- c) Lista de cables para instrumentación

**DIAGRAMA DE TUBERIAS**  
**P&ID SIMBOLOGIA Y LEYENDA**



## SIMBOLOGIA DE LAS LINEAS DE PROCESO

## CODIGO DE SERVICIO DE TUBERIA

	FLUJO DE MATERIAL (NO TUBERIAS)
	FLUJO DE PROCESO PRINCIPAL
	FLUJO DE PROCESO
	FUTURO
	EXISTENTE

AI	AIRE DE INSTRUMENTACION	WFR	AGUA FRESCA
AP	AIRE PARA PLANTA	WCS	AGUA DE SELLO
SG	PULPA DE MOLENDA	WP	AGUA DE PROCESO
SLS	SUMIDERO DE PULPA		

## SIMBOLOGIA DE LAS LINEAS DE INSTRUMENTOS

	CONEXION PARA PROCESO (UGAZON MECANICA O COMANDO PARA INSTRUMENTO)
	SEÑAL NEUMATICA
	CONEXION ELECTRICA (VER LA NOTA DE ABAJO)
	TUBO CAPILAR (SISTEMA CERRADO)
	SEÑAL HIDRAULICA
	SEÑAL NUCLEAR O SONICO (SIN CABLE O TUBO)
	UGAZON DE SISTEMA INTERNO (SOFTWARE O LINEA DE DATOS)

### NOTAS:

LAS LINEAS ENTREDOBTADAS ENTRE COMPONENTES ELECTRICOS Y/O SIMBOLOS DE ESCLAVAMIENTO SOLO INTENTAN MOSTRAR QUE ESTOS COMPONENTES PERTENECEN A UN SISTEMA PARTICULAR. ESTAS LINEAS DE CONEXION NO MUESTRAN EL CABLEAMIENTO ELECTRICO REAL PARA DETALLES DEL CIRCUITO, VER LOS DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACION O PLANOS ELECTRICOS. LA FLECHA O LINEA ENTRECORTADA MUESTRA LA DIRECCION DEL CAMINO ELECTRICO

## ABREVIATURAS

A/M	- AUTOMATICO / MANUAL
AS	- ABASTECIMIENTO DE AIRE
ACFO	- AIRE PARA CERRAR, FALLA ABIERTA
ADFC	- AIRE PARA ABRIR, FALLA CERRADA
C/R	- CON REVESTIMIENTO
CCR	- SALA DE CONTROL CENTRAL
CONEX	- CONEXION
DIR	- ACCION DIRECTA
E	- VOLTAGE
ES	- ABASTECIMIENTO DE ELECTRICIDAD
FC	- FALLA CERRADA
FD	- FALLA ABIERTA
FF	- FALLA DE FLUCTUADOR (ACTUADOR DE PISTON DE DOBLE ACCION)
FI	- FALLA INTERMEDIA
FL	- FALLA ENCLAVADA
H/A	- MANUAL / AUTOMATICO
H/S	- SELECTOR DE ALTA
HQA	- MANUAL-APACADO-AUTOMATICO
HS	- ABASTECEDOR HIDRAULICO
I	- CORRIENTE
IL	- LIMITE DE AISLAMIENTO
ISO	- AISLADOR
MH	- POZO DE VISITA
NA	- NORMALMENTE ABIERTA
NC	- NORMALMENTE CERRADO
P	- NEUMATICO
R	- RESISTENCIA
R/L	- REMOTO / LOCAL
REV	- ACCION REVERSA
RSP	- PUNTO AJUSTE REMOTO
RTD	- DETECTOR DE TEMPERATURA TIPO RESISTENCIA
S	- ACTUADOR DE SOLENOIDE
S/R	- SIN REVESTIMIENTO
SIC	- SALVO INDICACION CONTRARIA
SIM.	- SIMILAR
SQ.RT.	- RAZ CUADRADA (√)
TC	- TERMOPAR
TIP.	- TIPICO
WS	- ABASTECIMIENTO DE AGUA

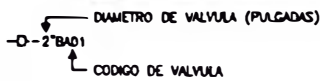
## SIMBOLOS AUXILIARES

	LINEA AISLADA (PROTECCION PERSONAL)		UNION UNIVERSAL
	LINEA AISLADA (TRAZADA ELECTRICAMENTE)		GRIFO CONTRA INCENDIO
	CAMBIO DE MATERIAL DE LA TUBERIA		BRIDA WELDING NECK (DE CUELLO-W.N.)
	PUNTO DE LIGAZON O LIMITE DE BATERIA		BRIDA SLIP ON (DE ANILLO-S.O.)
	VALVULA DE CUBIERTA (NA) VALVULA DE GLOBO VALVULA DE RETENCION VALVULA MARIPOSA o DAMPER VALVULA MACHO VALVULA DE ESTRANGULAMIENTO (PINCH) VALVULA DE BOLA VALVULA DE DIAFRAGMA VALVULA DE AGUA VALVULA DE ALMO VALVULA DE 3 VIAS VALVULA DE 4 VIAS VALVULA DE CUCHILLA VALVULA DARDO FILTRO TIPO "Y" DREN AUTOMATICO/PURGADOR TAPA VICTALUC TAPA PARA FINAL DE LINEA TAPA ROSCADA TAPON ROSCADO REDUCCION CONCENTRICA (RED. CONC.) REDUCCION EXCENTRICA (RED. EXC.)		BRIDA CIBGA CODO SOLDADO CODO DE ENCASTRE (SOCKET) CODO ROSCADO PUNTO PARA TOMA DE PRESION MANGUERA FLEXIBLES JUNTA DE EXPANSION ACOPPLAMIENTO VICTALUC DREN ABIERTO CONEXION PARA MANGUERA (AIRE O AGUA) ESTACION PARA LAVADO DE OJOS ESTACION COMPLETA DUCHA Y LAVADO DE OJOS MEDIDOR DISCO DE RUPTURA SELLO QUIMICO FILTRO (FLT.) LUBRICADOR SIMBOLOGIA PARA INDICACION Y CONTINUIDAD CON EL NUMERO DEL PLANO DE REFERENCIA PLACA ORIFICIO

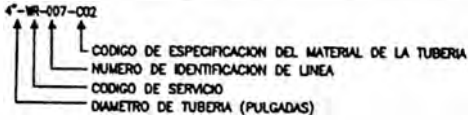
## SIMBOLOGIA PARA ACTUADORES

	DIAPHRAGMA (RESORTE OPUESTO) SIN POSICIONADOR U OTRO PILOTO
	SOLENOIDE
	MOTOR (SEÑAL ELECTRICA)
	CILINDRO DE SIMPLE ACCION SIN POSICIONADOR
	CILINDRO DE DOBLE ACCION
	CILINDRO CON RETORNO POR RESORTE (FALLA ABIERTA O FALLA CERRADA)
	ELECTRO -- HIDRAULICO

## NUMERACION DE LAS VALVULAS



## NUMERACION DE LA TUBERIA

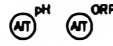


## NOMENCLATURA DE INSTRUMENTACION

CADA INSTRUMENTO ES IDENTIFICADO POR UNA COMBINACION DE LETRAS Y NUMEROS, SEGUN EL ESTANDAR ISA. LAS LETRAS SON SELECCIONADAS DE LAS TABLA 1 PARA CLASIFICAR LA FUNCION DEL INSTRUMENTO. LAS LETRAS SON SEGUIDAS POR UN NUMERO DEL CIRCUITO

EL NUMERO DE LAZO SERA COMUN PARA TODOS LOS INSTRUMENTOS DE ESTE CIRCUITO. UN SUFJO ES AGREGADO PARA LA DIFERENCIACION ENTRE INSTRUMENTOS CON EL MISMO PREFIJO DE REFERENCIA DENTRO DE CUALQUIER CIRCUITO

LA PRIMERA LETRA "A" PARA CUBRIR TODOS LOS ANALISIS NO LISTADOS EN LA TABLA. EL TIPO DE ANALISIS PARA CADA MOMENTO SERA DEFINIDA FUERA DEL CIRCUITO POR EJEMPLO : pH, ORP, CO, O<sub>2</sub>...ETC



EJEMPLO:

F	IC	28	35	A
PRIMERA LETRA	LETRAS SUCEVAS	AREA DE PROCESO	NUMERO SECUENCIAL	SUFJO SI ES REQUERIDO
IDENTIFICACION FUNCIONAL		NUMERO DE CIRCUITO		
NUMERO DE TARJETA DEL INSTRUMENTO				

## ESPECIFICACION DE MATERIAL DE TUBERIA

- CO1: TUBERIA DE ACERO CON CONEXIONES SOLDADAS Y ROSCADAS.
- CO2: TUBERIA DE ACERO CON CONEXIONES VICTAULIC.
- CO3: TUBERIA DE ACERO ENHEBADA CON CONEXIONES VICTAULIC.

## SIMBOLOS DE INSTRUMENTOS GENERALES

- CONTROL PLC
- FUNCION DEL SISTEMA DE CONTROL
- SELECTOR DE 2 VIAS
- SELECTOR SIMPLE
- INSTRUMENTO - MONTADO LOCALMENTE
- INSTRUMENTO - MONTADO EN PANEL FRONTAL
- INSTRUMENTO - 2 VARIABLES O DOBLE FUNCION
- INSTRUMENTO EXISTENTE
- INSTRUMENTO - SUMINISTRADO CON EL EQUIPO
- INSTRUMENTO - MONTADO EN PANEL DE CAMPO
- LUZ PILOTO, LUZ INDICADORA
- NUMERO DE UNIDAD MOTRIZ
- FUNCION DE COMPUTADORA
- GENERALIZADO PARA ENCLAVAMIENTO LOGICO-LICAZION RIGIDA
- APARATO DE PURGA O LIMPIEZA
- INSTRUMENTOS MONTADOS EN LINEA
- TODOS LOS TIPOS DE VALVULAS DE CONTROL SALVO OTRA DESIGNACION
- VALVULA SOLENOIDE
- VALVULAS SOLENOIDE 3 VIAS
- VALVULA DE CONTROL 3 VIAS
- REGULADOR REDUCTOR DE PRESION - COMPLETO
- VALVULA OPERADA POR MOTOR
- VALVULA DE ALMO O SEGURIDAD DE RESORTE, CONTRAPESO O CON PILOTO INTEGRAL

TABLA 1 ( ESTANDAR ISA )				
LETTER IDENTIFICATION ( IDENTIFICACION DE LETRA )				
FIRST LETTER ( PRIMERA LETRA )		SUCCEEDING LETTERS ( LETRAS SECUENCIALES )		
MEASURED OR INITIATING VARIABLE ( MEDIDA O VARIABLE INICIAL )	MODIFIER ( MODIFICADOR )			MODIFIER ( MODIFICADOR )
A ANALYSIS ( ANALISIS )		ALARM ( ALARMA )		
B BURNER, COMBUSTION ( QUEMADOR, COMBUSTION )				
C CONDUCTIVITY ( CONDUCTIVIDAD )		CONTROL		
D DENSITY OR SPECIFIC GRAVITY ( DENSIDAD O GRAVEDAD )	DIFFERENTIAL ( DIFERENCIAL )			
E VOLTAGE ( VOLTAGE )		PRIMARY ELEMENT ( ELEM. PRIMARIO )		
F FLOW ( FLUJO )	RATIO ( RAZON )			
G GAUGING ( MANOMETRO ANALOG. )		CLASS ( VISION )		
H HAND OPERATED ( OPERADO MANUALMENTE )				HIGH ( ALTO )
I CURRENT ( CORRIENTE )		INDICATE ( INDICAD. )		
J POWER ( FUERZA )	SCAN ( RASTREAR )			
K TIME ( TIEMPO )			CONTROL STATION ( ESTACION DE CONTROL )	
L LEVEL ( NIVEL )		LIGHT ( PILOTO )		LOW ( BAJO )
M MOISTURE ( HUMEDAD )				MIDDLE OR INTER. ( MEDIO O INTERM. )
N UNDEFINED ( INDEFINIDO )		UNDEFINED ( INDEFINIDO )		
O OPERATION ( OPERACION )		ORIFICE ( RESTRICT. )		
P PRESSURE OR VACUUM ( PRESION O VACIO )		POINT ( T. CONNECT )		
Q QUANTITY ( CANTIDAD )	INTEGRATE OR TOTALIZE ( INTEGRAR O TOTALIZAR )			
R RADIOACTIVITY ( RADIOACTIVIDAD )		RECORD ( REGISTRO )		
S SPEED OR FREQUENCY ( VELOCIDAD O FRECUENCIA )	SAFETY ( SEGURIDAD )		SWITCH ( CONTACTOR )	
T TEMPERATURE ( TEMPERATURA )			TRANSMIT ( TRANSMISOR )	
U MULTIVARIABLE ( MULTIVARIABLE )		MULTIFUNCTION ( MULTIFUNCION )		
V VISCOSITY OR VIBRATION ( VISCOSIDAD O VIBRACION )			VALVE OR DAMPER ( VALVULA O DAMPER )	
W WEIGHT, FORCE OR TORQUE ( PESO, FUERZA O TORQUE )		WELL ( POZO )		
X UNDEFINED ( INDEFINIDO )		UNDEFINED ( INDEFINIDO )		
Y EVENT, STATE OR PRESSURE ( EVENTO, ESTADO O PRESION )			RELAY OR COMPUTE ( RELE O COMPUTADORA )	
Z POSITION, DIMENSION ( POSICION, DIMENSION )			DRIVE ACTUATE OR UNCLASSIFIED FINAL CONTROL ELEMENT ( ACTUADOR MOTORIZADO )	

21 JUL 1993

## **LISTA DE INSTRUMENTOS**

## INSTRUMENT LIST

## LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.:		REV. 0		CLIENT CLIENTE		BHP TINTAYA						
PROJECT No. PROYECTO No.:		DATE FECHA: JAN 1999		LOCATION UBICACION		CUSCO, PERU						
CHECKED REVISADO: KSL		DATE FECHA: FEB 1999		PROJECT PROYECTO		GRINDING EXPANSION						
APPROVED APROBADO: KSL		DATE FECHA: FEB 1999										
REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO. E-CINS-XXX	JUNCTION BOX CAJA DE CONECCION	INSTALL DWG. PLANO DE INST. 100-48-004	LOCAT. DWG. PLANO DE UBICACION	SPEC. NO. ESPEC. NO. TD-0100-48	P.O. NO. ORDEN DE COMP. No.	REMARKS COMENTARIOS
JT-005	BALL MILL MOTOR - POWER		MCC	ELEC-INS-001	36MBL003	SHT J005		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED
JIR-005	MOTOR MOLINO DE BOLAS - POTENCIA		DCS	ELEC-INS-001		SHT J005						
JAH-005			DCS	ELEC-INS-001		SHT J005						
JAL-005			DCS	ELEC-INS-001		SHT J005						
PDSH-005	BALL MILL MOTOR - DIFFERENTIAL PRESSURE		F	ELEC-INS-001	36MBL003	SHT P005	ELEC-INS-006	SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED
PDAM-005	MOTOR MOLINO DE BOLAS - PRESION DIFERENCIAL		DCS	ELEC-INS-001		SHT P005						
TE-005A	BALL MILL MOTOR - TEMPERATURE		F	ELEC-INS-001	36MBL003							VENDOR SUPPLIED
TE-005B	MOTOR MOLINO DE BOLAS - TEMPERATURA		F	ELEC-INS-001	36MBL003							VENDOR SUPPLIED
TE-005C			F	ELEC-INS-001	36MBL003							VENDOR SUPPLIED
TE-005D			F	ELEC-INS-001	36MBL003							VENDOR SUPPLIED
TE-005E			F	ELEC-INS-001	36MBL003							VENDOR SUPPLIED
TI-005			MCC	ELEC-INS-001								BY ELECTRICAL
TSH-005			MCC	ELEC-INS-001		SHT T005			ELEC-INS-003			BY ELECTRICAL
TSHH-005			MCC	ELEC-INS-001								BY ELECTRICAL
TAH-005			DCS	ELEC-INS-001		SHT T005						
HS-010A	BELT CONVEYOR - PULL CORD		F	ELEC-INS-001	36FAJ001			BY ELECT				VENDOR SUPPLIED
HA-010A	FAJA TRANSPORTADORA - CORDON DE SEGURIDAD		DCS	ELEC-INS-001								
IT-010	BELT CONVEYOR		MCC	ELEC-INS-001		SHT I010		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED
II-010			DCS	ELEC-INS-001		SHT I010						
IAH-010			DCS	ELEC-INS-001		SHT I010						
LSH-010	BELT CONVEYOR - PLUGGED CHUTE		F	ELEC-INS-001	36FAJ001	SHT L010	ELEC-INS-006	SHT 4	ELEC-INS-003	005, SHT 02	89500036	
LAH-010	FAJA TRANSPORTADORA - NIVEL CHUTE ALTO		DCS	ELEC-INS-001		SHT L010						
SSL-010	BELT CONVEYOR - ZERO SPEED		F	ELEC-INS-001	36FAJ001	SHT S010	ELEC-INS-004	BY ELECT	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
SAL-010	FAJA TRANSPORTADORA - VELCIDAD BAJA		DCS	ELEC-INS-001		SHT S010						
ZSH-010	BELT CONVEYOR - SIDE TRAVEL		F	ELEC-INS-001	36FAJ001	SHT Z010	ELEC-INS-004	BY ELECT	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
ZAH-010	FAJA TRANSPORTADORA - DESALINEAMIENTO		DCS	ELEC-INS-001		SHT Z010						
HS-020A	BELT FEEDER 7A - PULL CORD		F	ELEC-INS-001	36FAJ002			BY ELECT				VENDOR SUPPLIED
HA-020A	ALIMENTADOR DE FAJA 7A - CORDON DE SEGURIDAD		DCS	ELEC-INS-001								
IT-020	BELT FEEDER 7A		MCC	ELEC-INS-001	36FAJ002	SHT I020	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
II-020			DCS	ELEC-INS-001		SHT I020						
IAH-020			DCS	ELEC-INS-001		SHT I020						
LSH-020	BELT FEEDER 7A - PLUGGED CHUTE		F	ELEC-INS-001	36FAJ002	SHT L020	ELEC-INS-004	SHT 4	ELEC-INS-002	005, SHT 02	89500036	
LAH-020	ALIMENTADOR DE FAJA 7A - NIVEL CHUTE ALTO		DCS	ELEC-INS-001		SHT L020						
SSL-020	BELT FEEDER 7A - ZERO SPEED		F	ELEC-INS-001	36FAJ002	SHT S020	ELEC-INS-004	BY ELECT	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
SAL-020	ALIMENTADOR DE FAJA 7A - VELCIDAD BAJA		DCS	ELEC-INS-001		SHT S020						

## INSTRUMENT LIST

## LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.:		REV. 0		CLIENT CLIENTE		BHP TINTAYA						
PROJECT No. PROYECTO No.:		DATE FECHA: JAN 1999		LOCATION UBICACION		CUSCO, PERU						
CHECKED REVISADO: KSL		DATE FECHA: FEB 1999		PROJECT PROYECTO		GRINDING EXPANSION						
APPROVED APROBADO: KSL		DATE FECHA: FEB 1999										
REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO. E-CINS-XXX	JUNCTION BOX CAJA DE CONECCION	INSTALL. DWG. PLANO DE INST. 100-48-004	LOCAT. DWG. PLANO DE UBICACION	SPEC. NO. ESPEC. NO. TD-0100-48	P.O. NO. ORDEN DE COMP. No.	REMARKS COMENTARIOS
	SC-020	BELT FEEDER 7A - SPEED CONTROL	MCC	ELEC-INS-001	36FAJ002	SHTS020	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	ST-020	CYCLONE FEED PUMP6 - SPEED	MCC	ELEC-INS-001	---	SHTS020	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	SI-020		DCS	ELEC-INS-001	---	SHTS020	---	---	---			
	HC-020	ALIMENTADOR DE FAJA 7A - CONTROL DE VELOCIDAD	F	ELEC-INS-001	36FAJ002	---	---	---	---			
	ZSH-020	BELT FEEDER 7A - SIDE TRAVEL	F	ELEC-INS-001	36FAJ002	SHT Z020	ELEC-INS-004	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	ZAH-020	ALIMENTADOR DE FAJA 7A - DESALINEAMIENTO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT Z020	---	---	---			
	HS-030A	BELT FEEDER 8B - PULL CORD	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	---	---	BY ELECT	---			VENDOR SUPPLIED
	HA-030A	ALIMENTADOR DE FAJA 8B - CORDON DE SEGURIDAD	DCS	ELEC-INS-001	---	---	---	---	---			
	IT-030	BELT FEEDER 8B	MCC	ELEC-INS-001	---	SHT I030	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	II-030		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT I030	---	---	---			
	IAH-030		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT I030	---	---	---			
	LSH-030	BELT FEEDER 8B - PLUGGED CHUTE	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	SHT L030	ELEC-INS-004	SHT 4	ELEC-INS-002	005, SHT 02	89500036	
	LAH-030	ALIMENTADOR DE FAJA 8B - NIVEL CHUTE ALTO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L030	---	---	---			
	SSL-030	BELT FEEDER 8B - ZERO SPEED	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	SHT S030	ELEC-INS-004	BY ELECT	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	SAL-030	ALIMENTADOR DE FAJA 8B - VELOCIDAD BAJA	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT S030	---	---	---			
	SC-030	BELT FEEDER 8B - SPEED CONTROL	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	SHTS030	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	ST-030	CYCLONE FEED PUMP6 - SPEED	MCC	ELEC-INS-001	---	SHTS030	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	SI-030		DCS	ELEC-INS-001	---	SHTS030	---	---	---			
	HC-030	ALIMENTADOR DE FAJA 8B - CONTROL DE VELOCIDAD	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	---	---	---	---			
	ZSH-030	BELT FEEDER 8B - SIDE TRAVEL	F	ELEC-INS-001	36FAJ003	SHT Z030	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED
	ZAH-030	ALIMENTADOR DE FAJA 8B - DESALINEAMIENTO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT Z030	---	---	---			
	FSL-037	SEAL WATER TO CYCLONE FEED PUMP No 7	F	ELEC-INS-001	3/4" WGS-003-C01	SHT F037	ELEC-INS-006	SHT 9	ELEC-INS-003	008, SHT 01	89500039	
	FAL-037		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F037	---	---	---			
	FV-037		F	ELEC-INS-001	---	SHT F037	ELEC-INS-006	SHT 11	ELEC-INS-003	004, SHT 03	89500035	
	PI-037		F	ELEC-INS-001	---	---	---	SHT 7	---			
	HS-037		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT H037	---	---	---			
	HV-037A	FLUSH WATER TO CYCLONE FEED PUMP No 7-IN	F	ELEC-INS-001	---	SHT H037	ELEC-INS-006	SHT 11	ELEC-INS-003	004, SHT 02	89500035	
	HV-037B	FLUSH WATER TO CYCLONE FEED PUMP No 7-OUT	F	ELEC-INS-001	---	SHT H037	ELEC-INS-006	SHT 11	ELEC-INS-003	004, SHT 02	89500035	
	HV-037C	INLET TO CYCLONE FEED PUMP No 7	F	ELEC-INS-001	---	SHT H037C	ELEC-INS-006	SHT. 16	ELEC-INS-003	BY PIPING	89500035	
	ZSO-037C		F	ELEC-INS-001	---	SHT H037C	ELEC-INS-006	SHT. 9	ELEC-INS-003	009, SHT 01		
	ZSC-037C		F	ELEC-INS-001	---	SHT H037C	ELEC-INS-006	SHT. 9	ELEC-INS-003	009, SHT 01		

# INSTRUMENT LIST

# LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No. :		REV. 0		CLIENT CLIENTE :		BHP TINTAYA							
PROJECT No. PROYECTO No. :		DATE FECHA: JAN 1999		LOCATION UBICACION :		CUSCO. PERU							
CHECKED REVISADO : KSL		DATE FECHA: FEB 1999		PROJECT PROYECTO :		GRINDING EXPANSION							
APPROVED APROBADO : KSL		DATE FECHA: FEB 1999											
REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOPDWG. CIRCUITO NO. E-CINS-XXX	JUNCTION BOX CAJA DE CONEXION	INSTALL. DWG. PLAND DE INST. 100-48-004	LOCAT. DWG. PLANO DE UBICACION	SPEC. NO. ESPEC. NO. TD-0100-48	P.O. NO. ORDEN DE COMP. No.	REMARKS COMENTARIOS	
IT-037	CYCLONE FEED PUMP 7 - CURRENT		MCC	ELEC-INS-001		SHT I037		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED	
II-037			DCS	ELEC-INS-001		SHT I037							
IAH-037			DCS	ELEC-INS-001		SHT I037							
SC-037	CYCLONE FEED PUMP 7 - SPEED CONTROL		F	ELEC-INS-001	36BMH007	SHT S037		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED	
HC-037	BOMBA ALIM. CICLONES 7 - CONTROL DE VELOCIDAD		F	ELEC-INS-001	36BMH007	SHT S037							
HIC-037			DCS	ELEC-INS-001		SHT S037							
ST-037	CYCLONE FEED PUMP 7 - SPEED		MCC	ELEC-INS-001		SHTS037		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED	
SI-037			DCS	ELEC-INS-001		SHT S037							
FSL-038	SEAL WATER TO CYCLONE FEED PUMP No.6		F	ELEC-INS-001	3/4" WGS-004-C01	SHT F038	ELEC-INS-007	SHT 9	ELEC-INS-003	008. SHT 01	89500039		
FAL-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT F038							
FV-038			F	ELEC-INS-001		SHT F038	ELEC-INS-007	SHT 11	ELEC-INS-003	004. SHT. 03	89500035		
PI-038			F	ELEC-INS-001				SHT 7					
HS-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT H038							
HV-038A	FLUSH WATER TO CYCLONE FEED PUMP No.6-IN		F	ELEC-INS-001		SHT H038	ELEC-INS-007	SHT 11	ELEC-INS-003	004. SHT 02	89500035		
HV-038B	FLUSH WATER TO CYCLONE FEED PUMP No.6-OUT		F	ELEC-INS-001		SHT H038	ELEC-INS-007	SHT 11	ELEC-INS-003	004. SHT 02	89500035		
HV-038C	INLET TO CYCLONE FEED PUMP No.6		F	ELEC-INS-001		SHT H038C	ELEC-INS-007	SHT 16	ELEC-INS-003	BY PIPING	89500035		
ZSO-038C			F	ELEC-INS-001		SHT H038C	ELEC-INS-007	SHT 9	ELEC-INS-003	009. SHT 01			
ZSC-038C			F	ELEC-INS-001		SHT H038C	ELEC-INS-007	SHT 9	ELEC-INS-003	009. SHT 01			
IT-038	CYCLONE FEED PUMP 6 - CURRENT		MCC	ELEC-INS-001		SHT I038		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED	
II-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT I038							
IAH-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT I038							
SC-038	CYCLONE FEED PUMP 6 - SPEED CONTROL		F	ELEC-INS-001	36BMH006	SHT S038		SHT 9				VENDOR SUPPLIED	
HC-038	BOMBA ALIM. CICLONES 6 - CONTROL DE VELOCIDAD		F	ELEC-INS-001	36BMH006	SHT S038							
HIC-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT S038							
ST-038	CYCLONE FEED PUMP 6 - SPEED		MCC	ELEC-INS-001		SHTS038		SHT 9	ELEC-INS-003			VENDOR SUPPLIED	
SI-038			DCS	ELEC-INS-001		SHT S038							
HS-040A	BELT FEEDER 9C - PULL CORD		F	ELEC-INS-001	36FAJ004			BY ELECT.				VENDOR SUPPLIED	
HA-040A	ALIMENTADOR DE FAJA 9C - CORDON DE SEGURIDAD		DCS	ELEC-INS-001									
IT-040	BELT FEEDER 9C		MCC	ELEC-INS-001		SHT I040	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED	
II-040			DCS	ELEC-INS-001		SHT I040							
IAH-040			DCS	ELEC-INS-001		SHT I040							
LSH-040	BELT FEEDER 9C - PLUGGED CHUTE		F	ELEC-INS-001	36FAJ004	SHT L040	ELEC-INS-004	SHT 4	ELEC-INS-002	005. SHT 02	89500036		
LAH-040	ALIMENTADOR DE FAJA 9C - NIVEL CHUTE ALTO		DCS	ELEC-INS-001		SHT L040							
SSL-040	BELT FEEDER 9C - ZERO SPEED		F	ELEC-INS-001	36FAJ004	SHT S040	ELEC-INS-004	BY ELECT	ELEC-INS-002			VENDOR SUPPLIED	
SAL-040	ALIMENTADOR DE FAJA 9C - VELOCIDAD BAJA		DCS	ELEC-INS-001		SHT S040							

# INSTRUMENT LIST

# LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.:		REV 0		CLIENT CLIENTE		BHP TINTAYA						
PROJECT No. PROYECTO No.:		DATE FECHA JAN 1999		LOCATION UBICACION		CUSCO, PERU						
CHECKED REVISADO: KSL		DATE FECHA FEB 1999		PROJECT PROYECTO		GRINDING EXPANSION						
APPROVED APROBADO: KSL		DATE FECHA FEB 1999										
REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO.	JUNCTION BOX CAJA DE CONEXION	INSTALL. DWG. PLANO DE INST.	LOCAT. DWG. PLANO DE UBICACION	SPEC. NO. ESPEC. NO.	P.O. NO. ORDEN DE COMP. No.	REMARKS COMENTARIOS
	SC-040	BELT FEEDER 9C - SPEED CONTROL	F	ELEC-INS-001	38FAJ004	SHTS040	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002	---	---	VENDOR SUPPLIED
	ST-040	CYCLONE FEED PUMPS - SPEED	MCC	ELEC-INS-001	---	SHTS040	ELEC-INS-009	SHT 9	ELEC-INS-002	---	---	VENDOR SUPPLIED
	SI-040		DCS	ELEC-INS-001	---	SHTS040	---	---	---	---	---	
	HC-040	ALIMENTADOR DE FAJA 9C - CONTROL DE VELOCIDAD	F	ELEC-INS-001	36FAJ004	---	---	---	---	---	---	
	ZSH-040	BELT FEEDER 9C - SIDE TRAVEL	F	ELEC-INS-001	36FAJ004	SHT 2040	ELEC-INS-004	SHT 9	ELEC-INS-002	---	---	VENDOR SUPPLIED
	ZAH-040	ALIMENTADOR DE FAJA 9C - DESALINEAMIENTO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT 2040	---	---	---	---	---	
	LE-046	BALL MILL DISCHARGE PUMP BOX	F	ELEC-INS-001	36MBM006A	SHT L046	---	SHT 2	ELEC-INS-003	005, SHT 01	89500036	
	LI-046	CAJA DE BOMBA DE DESCARGA DE MOLINO	F	ELEC-INS-001	36MBM006A	SHT L046	ELEC-INS-005	SHT 2	ELEC-INS-003	005, SHT 01	89500036	
	LJ-046		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L046	---	---	---	---	---	
	LAH-046		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L046	---	---	---	---	---	
	LAL-046		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L046	---	---	---	---	---	
	LALL-046		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L046	---	---	---	---	---	
	LE-048	SUMP PUMP	F	ELEC-INS-001	36BMV001	SHT L048	---	SHT 5	ELEC-INS-003	007, SHT 01	89500038	
	LSHL-048		F	ELEC-INS-001	36BMV001	SHT L048	ELEC-INS-006	SHT 5	ELEC-INS-003	007, SHT 01	89500038	
	LAH-048	BOMBAS DE SUMIDERO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L048	---	---	---	---	---	
	LAL-048		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT L048	---	---	---	---	---	
	WE-050	BELT CONVEYOR WEIGH SCALE	F	ELEC-INS-001	36BAL001	SHT W050	---	SHT 9	ELEC-INS-002	---	---	VENDOR SUPPLIED
	WIT-050	BALANZA DE FAJA TRANSPORTADORA	F	ELEC-INS-001	36BAL001	SHT W050	ELEC-INS-005	SHT 9	ELEC-INS-003	---	---	VENDOR SUPPLIED
	WIC-050		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT W050	---	---	---	---	---	
	WQ-050		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT W050	---	---	---	---	---	
	WR-050		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT W050	---	---	---	---	---	
	DX-055	CYCLONE FEED PUMPS DISCHARGE	F	ELEC-INS-001	16"-SG-005-C03	SHT D055	---	---	ELEC-INS-003	003, SHT 01	89500034	
	DE-055	DESCARGA DE BOMBAS ALIM CICLONES	F	ELEC-INS-001	16"-SG-005-C03	SHT D055	---	SHT 12	ELEC-INS-003	003, SHT 01	89500034	
	DIT-055		F	ELEC-INS-001	---	SHT D055	ELEC-INS-005	SHT 12	ELEC-INS-003	003, SHT 01	89500034	
	DIC-055		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT D055	---	---	---	---	---	
	DAH-055		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT D055	---	---	---	---	---	
	DAL-055		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT D055	---	---	---	---	---	
	DCV-055	WATER TO BALL MILL DISCHARGE	F	ELEC-INS-001	12"-WFR-003-C01	SHT D055	ELEC-INS-005	SHT 8	ELEC-INS-003	004, SHT 01	89500035	
	MIC-055	CYCLONE FEED PUMPS DISCHARGE - MASS FLOW	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT D055	---	---	---	---	---	
	MY-055	DESCARGA DE BOMBAS ALIM CICLONES - FLUJO MASA	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT D055	---	---	---	---	---	
	FE-056	CYCLONE FEED PUMPS DISCHARGE	F	ELEC-INS-001	16"-SG-005-C03	SHT F056	---	SHT 1	ELEC-INS-003	001, SHT 01	89500032	
	FIT-056	DESCARGA DE BOMBAS ALIM CICLONES	F	ELEC-INS-001	---	SHT F056	ELEC-INS-005	SHT 1	ELEC-INS-003	001, SHT 01	89500032	
	FI-056		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F056	---	---	---	---	---	
	PI-058	AIR RECEIVER TANK	F	ELEC-INS-001	36MBL003F	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PSL-058	TANQUE PULMON EMBRAGUE	F	ELEC-INS-001	36MBL003F	SHT P058	ELEC-INS-006	SHT 6	ELEC-INS-003	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PAL-058		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT P058	---	---	---	---	---	
	PSV-058		F	ELEC-INS-001	36MBL003F	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED

# INSTRUMENT LIST

# LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.:	REV. 0		CLIENT CLIENTE : BHP TINTAYA
PROJECT No. PROYECTO No.:			LOCATION UBICACION : CUSCO, PERU
	DATE FECHA: JAN 1999		PROJECT PROYECTO : GRINOING EXPANSION
CHECKED REVISADO : KSL	DATE FECHA: FEB 1999		
APPROVED APROBADO : KSL	DATE FECHA: FEB 1999		

REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID DP & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO. E-CINS-XXX	JUNCTION BOX CAJA DE CONEXION	INSTALL DWG. PLANO DE INST. 100-48-004	LOCAT. DWG. PLANO DE UBICACION	SPEC. NO. ESPEC. NO. TD-0100-48	P.O. NO. ORDEN DE COMP. No.	REMARKS COMENTARIOS
	PIT-060	PRIMARY CYCLONES	F	ELEC-INS-001	36CYC003A	SHT P060	ELEC-INS-005	SHT 3	ELEC-INS-003	002. SHT 01	89500033	
	PI-060	BATERIA DE CICLON PRIMARIO	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT P060	---	---	---	---	---	
	PAH-060		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT P060	---	---	---	---	---	
	PAL-060		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT P060	---	---	---	---	---	
	HS-061A	CLUTCH AIR TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	---	SHT F061	---	---	---	---	---	
	HS-061B	AIRE A MOLINO DE BOLAS	DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F061	---	---	---	---	---	
	FV-061		F	ELEC-INS-001	1 1/2"-AI-002-C01	SHT F061	ELEC-INS-006	SHT 9	ELEC-INS-003	---	---	VENDOR SUPPLIED
	HA-061		F	ELEC-INS-001	---	SHT F061	ELEC-INS-006	---	ELEC-INS-003	---	---	
	PI-063	CLUTCH AIR TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	1 1/2"-AI-001-C01	---	---	SHT 7	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PSH-063	AIRE A MOLINO DE BOLAS	F	ELEC-INS-001	1 1/2"-AI-001-C01	---	---	SHT 6	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PI-064	CLUTCH AIR TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	1 1/2"-AI-001-C01	SHT P063	ELEC-INS-006	SHT 7	ELEC-INS-003	006. SHT01	89500037	
		AIRE A MOLINO DE BOLAS										
	FE-065	WATER TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	6"-WFR-010-C01	SHT F065	---	SHT 1	ELEC-INS-003	001. SHT 01	89500032	
	FIT-065	AGUA A MOLINO DE BOLAS	F	ELEC-INS-001	---	SHT F065	ELEC-INS-005	SHT 1	ELEC-INS-003	001. SHT 01	89500032	
	FFIC-065		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F065	---	---	---	---	---	
	FCV-065		F	ELEC-INS-001	6"-WFR-010-C01	SHT F065	ELEC-INS-005	SHT 8	ELEC-INS-003	004. SHT 01	89500035	
	FAL-065		DCS	ELEC-INS-001	---	---	---	---	---	---	---	
	FE-066	WATER TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	12"-WFR-003-C01	SHT F066	---	SHT 1	ELEC-INS-003	001. SHT 01	89500032	
	FIT-066	AGUA A MOLINO DE BOLAS	F	ELEC-INS-001	---	SHT F066	ELEC-INS-005	SHT.1	ELEC-INS-003	001. SHT01	89500032	
	FI-066		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F066	---	---	---	---	---	
	FQI-066		DCS	ELEC-INS-001	---	SHT F066	---	---	---	---	---	
	PI-067	AIR TO AIR RECEIVER TANK	F	ELEC-INS-001	1"-AI-001-C01	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PCV-067	AIRE A TANQUE PULMON EMBRAGUE	F	ELEC-INS-001	1"-AI-001-C01	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	FCV-068	AIR TO BALL MILL	F	ELEC-INS-001	1 1/2"-AI-002-C01	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
		AIRE A MOLINO DE BOLAS										

DATE FECHA	DESCRIPTION DESCRIPCION	BY POR	NOTES :	LEGEND :
JAN 1999	RELEASED FOR CONSTRUCTION		NOTAS:	LEYENDA:
				F = FIELD
				LP = LOCAL PANEL
				DCS = DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM
				F = FIELD
				LP = LOCAL PANEL
				DCS = DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM





### INSTRUMENT LIST

### LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.: **100-48-001** REV. **0**  
 PROJECT No. PROYECTO No.: **334142**  
 PREPARED PREPARADO: R.J. PAMENTER DATE FECHA: JAN 1999  
 CHECKED REVISADO: W. BINGER DATE FECHA: FEB 1999  
 APPROVED APROBADO: M. YCAN DATE FECHA: FEB 1999

CLIENT CLIENTE: BHP TINTAYA  
 LOCATION UBICACION: CUSCO, PERU  
 PROJECT PROYECTO: GRINDING EXPANSION

REV.	TAG No.	SERVICE	LOC.	P&ID	LINE / EQUIP.	LOOP DWG.	JUNCTION BOX	INSTALL. DWG.	LOCAT. DWG.	SPEC. NO.	P.O. NO.	REMARKS
	ROTULO No.	SERVICIO	UBIC.	D P & I	LINEA/EQUIPO	CIRCUITO NO.	CAJA DE CONEC.	PLANO DE INST.	PLANO DE UBIC.	ESPEC. NO.	ORDEN de COMP. No	COMENTARIOS
						100-48-003		100-48-004				
	TE-110	TRUNNION LUBE OIL TANK	F	330-46-011		SHT T110	330-48-003	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	TI-110	TANQUE ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT T110						
	TAL-110		DCS	330-46-011		SHT T110						
	TAH-110		DCS	330-46-011		SHT T110						
	TALL-110		DCS	330-46-011		SHT T110						
	TAHH-110		DCS	330-46-011		SHT T110						
	LSL-110	TRUNNION LUBE OIL TANK	F	330-46-011		SHT L110A	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	LAL-110	TANQUE ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT L110A						
	LSLL-110	TRUNNION LUBE OIL TANK	F	330-46-011		SHT L110B	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	LALL-110	TANQUE ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT L110B						
	LI-110A	TRUNNION LUBE OIL TANK	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	LI-110B	TANQUE ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F									VENDOR SUPPLIED
	PI-115	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
		ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION										
	PDSH-116	TRUNNION LUBE OIL FILTER	F	330-46-011		SHT P116	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	PDAH-116	FILTRO ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT P116						
	PI-117	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TI-117	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TE-118	TRUNNION LUBE OIL FEED CDOLING	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TCV-118	ENFIAMIENTO DE ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	PI-119	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TI-119	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TI-120	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	FSL-120	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011		SHT F120	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	FAL-120		DCS	330-46-011		SHT F120						
	FSL-121	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011		SHT F121	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	FAL-121	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT F121						
	PI-122	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	TI-122	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011								VENDOR SUPPLIED
	FSL-122	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011		SHT F122	330-48-005	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	FAL-122	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT F122						
	PT-122	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011		SHT P122	330-48-002	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	PI-122	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011		SHT P122						
	PSLL-122		DCS	330-46-011		SHT P122						



# INSTRUMENT LIST

# LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No.: **100-48-001** REV. **0**  
 PROJECT No. PROYECTO No.: **334142**  
 PREPARED PREPARADO: R.J. PAMENTER DATE FECHA: JAN 1999  
 CHECKED REVISADO: W.BINGER DATE FECHA: FEB 1999  
 APPROVED APROBADO: M.AYCAN DATE FECHA: FEB 1999

CLIENT CLIENTE: BHP TINTAYA  
 LOCATION UBICACION: CUSCO, PERU  
 PROJECT PROYECTO: GRINOING EXPANSION

REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO.	JUNCTION BOX CAJA DE CONEC.	INSTALL. DWG. PLANO DE INST.	LOCAT. DWG. PLANO DE UBIC.	SPEC. NO. ESPEC. NO.	P.O. NO. ORDEN de COMP. No	REMARKS COMENTARIOS
	PAL-122		DCS	330-46-011	---	SHT P122	---	---	---	---	---	
	PALL-122		DCS	330-46-011	---	SHT P122	---	---	---	---	---	
	PAH-122		DCS	330-46-011	---	SHT P122	---	---	---	---	---	
	PAHH-122		DCS	330-46-011	---	SHT P122	---	---	---	---	---	
	PI-123	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011	---	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TI-123	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	F	330-46-011	---	---	---	---	---	---	---	VENDOR SUPPLIED
	FSL-123	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011	---	SHT F123	330-48-005	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	FAL-123	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011	---	SHT F123	---	---	---	---	---	
	PT-123	TRUNNION LUBE OIL FEED	F	330-46-011	---	SHT P123	330-48-002	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	PI-123	ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. TRUNNION	DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	PSLL-123		DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	PAL-123		DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	PALL-123		DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	PAH-123		DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	PAHH-123		DCS	330-46-011	---	SHT P123	---	---	---	---	---	
	TE-124A	BALL MILL TRUNNION BEARING	F	330-46-011	36MBL003	SHT T124	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-124B	RODAJE TRUNNION MOLINO	F	330-46-011	36MBL003	SHT T124	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-124C		F	330-46-011	36MBL003	SHT T124	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-124D		F	330-46-011	36MBL003	SHT T124	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TI-124		DCS	330-46-011	---	SHT T124	---	---	---	---	---	
	TAH-124		DCS	330-46-011	---	SHT T124	---	---	---	---	---	
	TAHH-124		DCS	330-46-011	---	SHT T124	---	---	---	---	---	
	TSHH-124		DCS	330-46-011	---	SHT T124	---	---	---	---	---	
	TE-125A	BALL MILL TRUNNION BEARING	F	330-46-011	36MBL003	SHT T125	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-125B	RODAJE TRUNNION MOLINO	F	330-46-011	36MBL003	SHT T125	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-125C		F	330-46-011	36MBL003	SHT T125	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TE-125D		F	330-46-011	36MBL003	SHT T125	330-48-003	SHT 9	330-48-001	---	---	VENDOR SUPPLIED
	TI-125		DCS	330-46-011	---	SHT T125	---	---	---	---	---	
	TAH-125		DCS	330-46-011	---	SHT T125	---	---	---	---	---	
	TAHH-125		DCS	330-46-011	---	SHT T125	---	---	---	---	---	
	TSHH-125		DCS	330-46-011	---	SHT T125	---	---	---	---	---	



# INSTRUMENT LIST

# LISTA DE INSTRUMENTOS

DRAWING No. PLANO No. **100-48-001** REV. **0**  
 PROJECT No. PROYECTO No. **334142**  
 PREPARED PREPARADO **R J PAMENTER** DATE FECHA **JAN 1999**  
 CHECKED REVISADO **W BINGER** DATE FECHA **FEB 1999**  
 APPROVED APROBADO **M.AYCAN** DATE FECHA **FEB 1999**

CLIENT CLIENTE **BHP TINTAYA**  
 LOCATION UBICACION **CUSCO, PERU**  
 PROJECT PROYECTO **GRINDING EXPANSION**

REV.	TAG No. ROTULO No.	SERVICE SERVICIO	LOC. UBIC.	P&ID D P & I	LINE / EQUIP. LINEA/EQUIPO	LOOP DWG. CIRCUITO NO.	JUNCTION BOX CAJA DE CONEC.	INSTALL. DWG. PLANO DE INST.	LOCAT. DWG. PLANO DE	SPEC. NO. ESPEC. NO.	P.O. NO. ORDEN de COMP. No	REMARKS COMENTARIOS
	PDSH-080	PINION LUBE OIL FILTER	F	330-46-012		SHT P080	330-48-004	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	PDAH-080	FILTRO ACEITE-LUBRIC. PINON	DCS	330-46-012		SHT P080						
	PI-081	PINION LUBE OIL FEED	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TI-081	ALIMEN ACEITE-LUBRIC. PINON	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TE-083	PINION LUBE OIL FEED COOLING	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TCV-083	ENFIAMIENTO DE ALIMEN. ACEITE-LUBRIC. PINON	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	PI-084	PINION LUBE OIL FEED	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TI-084	ALIMEN ACEITE-LUBRIC. PINON	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	PI-085	PINION LUBE OIL FEED	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TI-085	ALIMEN ACEITE-LUBRIC. PINON	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	FSL-085		F	330-46-012		SHT F085	330-48-004	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	FAL-085		DCS	330-46-012		SHT F085						
	PI-086	PINION LUBE OIL FEED	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	TI-086	ALIMEN ACEITE-LUBRIC. PINON	F	330-46-012								VENDOR SUPPLIED
	FSL-086		F	330-46-012		SHT F086	330-48-004	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	FAL-086		DCS	330-46-012		SHT F086						
	TE-087	BALL MILL PINION BEARING	F	330-46-012	36MBL003	SHT T087	330-48-003	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	TI-087	RODAJE PINON DE MOLINO DE BOLAS	DCS	330-46-012		SHT T087						
	TAL-087		DCS	330-46-012		SHT T087						
	TALL-087		DCS	330-46-012		SHT T087						
	TAH-087		DCS	330-46-012		SHT T087						
	TAHH-087		DCS	330-46-012		SHT T087						
	TSHH-087		DCS	330-46-012		SHT T087						
	TE-088	BALL MILL PINION BEARING	F	330-46-012	36MBL003	SHT T088	330-48-003	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	TI-088	RODAJE PINON DE MOLINO DE BOLAS	DCS	330-46-012		SHT T088						
	TAL-088		DCS	330-46-012		SHT T088						
	TALL-088		DCS	330-46-012		SHT T088						
	TAH-088		DCS	330-46-012		SHT T088						
	TAHH-088		DCS	330-46-012		SHT T088						
	TSHH-088		DCS	330-46-012		SHT T088						
	TE-090	PINION LUBE OIL TANK	F	330-46-012		SHT T090	330-48-003	SHT 9	330-48-001			VENDOR SUPPLIED
	TI-090	TANQUE ACEITE-LUBRIC. PINON	DCS	330-46-012		SHT T090						
	TSL-090		DCS	330-46-012		SHT T090						
	TSH-090		DCS	330-46-012		SHT T090						
	TALL-090		DCS	330-46-012		SHT T090						



**LISTA DE CABLES PARA INSTRUMENTACION**

# CABLE SCHEDULE

# LISTA DE CABLES

DRAWING No		PLANO No		100-48-002		REV No		0		CLIENT		CLIENTE		BHP TINTAYA S A	
PROJECT No		PROYECTO No		334142 - 00		FILE #				LOCATION		UBICACION		CUSCO, PERU	
PREPARED		PREPARADO				DATE FECHA		JAN 1999		PROJECT		PROYECTO		GRINDING EXPANSION	
CHECKED		REVISADO				DATE FECHA		FEB 1999							
APPROVED		APROBADO				DATE FECHA		FEB 1999							
REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS			
		RUTA			PLANO DE UBICACION	GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUTO					
		FROM DESDE	TO HASTA										No.	SIZE TAMANO	LENGTH LONGITUD
JT005	JT-005 (MULTILIN)	MARSHALLING PANEL	PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M							
PDSH005	PDSH-005	JUNCTION BOX JBD-003	CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16		18 M							
TSH005	TSH-005 (MULTILIN)	MARSHALLING PANEL	PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	2C	#16		30M							
IT010	IT-010	MARSHALLING PANEL	PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M							
LSH010	LSH-010	JUNCTION BOX JBD-003	CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16		27 M							
LSH010P	LSH-010	DISTRIBUTION PANEL IDP-002	PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002	330-48-001	2C+G	#14		22 M							
IT020	IT-020 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006	CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M							
LSH020	LSH-020	JUNCTION BOX JBD-001	CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16		22 M							
LSH020P	LSH-020	DISTRIBUTION PANEL IDP-001	PANEL DE DISTRIBUCION IDP-001	320-48-001	2C+G	#14		22 M							
SC020	SC-020 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006	CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M							
ST020	ST-020 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006	CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M							
ZSH020	ZSH-020	JUNCTION BOX JBD-001	CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16		25 M							
IT030	IT-030 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006	CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	20M							
LSH030	LSH-030	JUNCTION BOX JBD-001	CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16		11 M							
LSH030P	LSH-030	DISTRIBUTION PANEL IDP-001	PANEL DE DISTRIBUCION IDP-001	320-48-001	2C+G	#14		11 M							
SC030	SC-030 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006	CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	20M							

**CABLE SCHEDULE**

**LISTA DE CABLES**

DRAWING No PLANO No	100-48-002	REV No	0
PROJECT No PROYECTO No	334142-00	FILE #	
PREPARED PREPARADO		DATE FECHA	JAN 1999
CHECKED REVISADO		DATE FECHA	FEB 1999
APPROVED APROBADO		DATE FECHA	FEB 1999

CLIENT CLIENTE BHP TINTAYA SA  
 LOCATION UBICACION CUSCO, PERU  
 PROJECT PROYECTO GRINDING EXPANSION

REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS
		RUTA			PLANO DE UBICACION	GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUTO		
FROM DESDE	TO HASTA	No.	SIZE TAMAÑO	LENGTH LONGITUD								
	ST030	ST-030 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006 CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	20M				
	ZSH030	ZSH-030	JUNCTION BOX JBD-001 CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16	—	15 M				
	IT037	IT-037 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	FSL037	FSL-037	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	FV037	FV-037	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	HV037A	HV-037A	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	HV037B	HV-037B	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	HV037C	HV-037C	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	ZSO037C	ZSO-037C	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	ZSC037C	ZSC-037C	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	35M				
	ST037	ST-037	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	SC037	SC-037 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	IT-038	IT-038 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	FSL038	FSL-038	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	25M				
	FV038	FV-038	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	25M				

## CABLE SCHEDULE

## LISTA DE CABLES

DRAWING No. PLANO No. 100-48-002	REV No. 0		
PROJECT No. PROYECTO No. 334142-00	FILE #	CLIENT	CLIENTE BHP TINTAYA S.A
PREPARED PREPARADO	DATE FECHA JAN 1999	LOCATION	UBICACION CUSCO PERU
CHECKED REVISADO	DATE FECHA FEB 1999	PROJECT	PROYECTO GRINDING EXPANSION
APPROVED APROBADO	DATE FECHA FEB 1999		

REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING PLANO DE UBICACION	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS
		RUTA			GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUTO			
		FROM DESDE	TO HASTA						No.	SIZE TAMANO	LENGTH LONGITUD	
	HV038A	HV-038A	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16		25M				
	HV038B	HV-038B	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16		25M				
	HV038C	HV-038C	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16		25M				
	ZSO038C	ZSO-038C	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16		25M				
	ZSC038C	ZSC-038C	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16		25M				
	ST038	SC-038	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	SC038	SC-038 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	1 PR	#16	YES	30M				
	IT040	IT-040 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006 CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M				
	LSH040	LSH-040	JUNCTION BOX JBD-001 CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16		28 M				
	LSH040P	LSH-040	DISTRIBUTION PANEL IDP-001 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-001	320-48-001	2C-G	#14		28 M				
	SC040	SC-040 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006 CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M				
	ST040	ST-040 (ADJUSTABLE FREQUENCY DRIVE)	JUNCTION BOX JBA-006 CAJA DE EMPALME JBA-006	320-48-001	1 PR	#16	YES	35M				
	ZSH040	ZSH-040	JUNCTION BOX JBD-001 CAJA DE EMPALME JBD-001	320-48-001	2C	#16		22 M				
	LE046	LE046	LIT-046	330-48-001			YES	10 M				VENDOR SUPPLIED
	LIT046	LIT-046	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	28 M				
	LIT046P	LIT-046	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002	330-48-001	2C-G	#14		28 M				



# CABLE SCHEDULE

# LISTA DE CABLES

DRAWING No		PLANO No		100-48-002		REV No		0		CLIENT			CLIENTE			BHP TINTAYA S A						
PROJECT No		PROYECTO No		334142-00		FILE #				LOCATION			UBICACION			CUSCO, PERU						
PREPARED		PREPARADO				DATE		FECHA		PROJECT			PROYECTO			GRINDING EXPANSION						
CHECKED		REVISADO				DATE		FECHA		APPROVED			APROBADO			DATE			FECHA		FEB 1999	
APPROVED		APROBADO				DATE		FECHA														
REV.	CABLE No.	ROUTING			LOCATION DRAWING	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS									
		RUTA				PLANO DE UBICACION	GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUTO											
FROM DESDE		TO HASTA									No.	SIZE TAMANO	LENGTH LONGITUD									
	LE048	LE048	LSHL-048	LSHL-048	330-48-001	2C	#16		3 M					VENDOR SUPPLIED								
	LSHL048	LSHL-048	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003		330-48-001	2C	#16		36 M													
	LSHL048P	LSHL-048	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002		330-48-001	2C+G	#14		17 M													
	WE050	WE-050	WIT-050		320-48-001			YES	73 M													
	WIT050	WIT-050	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002		330-48-001	1 PR	#16	YES	22 M													
	WIT050P	WIT-050	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002		330-48-001	2C+G	#14		22 M													
	DE055	DE-055	DIT-055		330-48-001	1 PR	#16	YES	5 M					VENDOR SUPPLIED								
	DE055P	DE-055	DIT-055		330-48-001	2C+G	#14		5 M													
	DIT055	DIT-055	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002		330-48-001	1 PR	#16	YES	12 M													
	DIT055P	DIT-055	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002		330-48-001	2C+G	#14		12 M													
	DCV055	DCV-055	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002		330-48-001	1 PR	#16	YES	18 M													
	FE056	FE-056	FIT-056		330-48-001	6C	#16	YES	10 M					VENDOR SUPPLIED								
	FIT056	FIT-056	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002		330-48-001	1 PR	#16	YES	12 M													
	FIT056P	FIT-056	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002		330-48-001	2C+G	#14		12 M													
	PSL058	PSL-058	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003		330-48-001	2C	#16		14 M													
	PIT060	PIT-060	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002		330-48-001	1 PR	#16	YES	33 M													
	FV061	FV-061	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003		330-48-001	2C	#16		16 M													

### CABLE SCHEDULE

### LISTA DE CABLES

DRAWING No. PLANO No. 100-48-002	REV No. 0
PROJECT No. PROYECTO No. 334142-00	FILE #
PREPARED PREPARADO	DATE FECHA JAN 1999
CHECKED REVISADO	DATE FECHA FEB 1999
APPROVED APROBADO	DATE FECHA FEB 1999

CLIENT: BHP TINTAYA S.A.  
 LOCATION: CUSCO PERU  
 PROJECT: GRINDING EXPANSION

REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS	
		RUTA			PLANO DE UBICACION	GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUTO			
		FROM DESDE	TO HASTA							No.	SIZE TAMAÑO		LENGTH LONGITUD
	PSH063	PSH-063	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	17 M					
	FE065	FE-065	FIT-065	330-48-001	6C	#16	YES	4 M				VENDOR SUPPLIED	
	FIT065	FIT-065	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	13 M					
	FIT065P	FIT-065	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002	330-48-001	2C-G	#14	—	13 M					
	FCV065	FCV-065	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	16 M					
	FE066	FE-066	FIT-066	330-48-001	6C	#16	YES	4 M				VENDOR SUPPLIED	
	FIT066	FIT-066	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	17 M					
	FIT066P	FIT-066	DISTRIBUTION PANEL IDP-002 PANEL DE DISTRIBUCION IDP-002	330-48-001	2C-G	#14	—	17 M					
	PDSH080	PDSH-080	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	19 M					
	FSL085	FSL-085	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	19 M					
	FSL086	FSL-086	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	19 M					
	TE087	TE-087	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	16 M					
	TE088	TE-088	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	15 M					
	LSL090	LSL-090	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	330-48-001	2C	#16	—	19 M					
	TE090	TE-090	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	16 M					
	LSL110	LSL-110	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M					

**CABLE SCHEDULE**

**LISTA DE CABLES**

DRAWING No PLANO No		100-48-002		REV No	0							
PROJECT No PROYECTO No		334142-00		FILE #		CLIENT	CLIENTE	BHP TINTAYA S A				
PREPARED PREPARADO		DATE FECHA		JAN 1999		LOCATION	UBICACION	CUSCO, PERU				
CHECKED REVISADO		DATE FECHA		FEB 1999		PROJECT	PROYECTO	GRINDING EXPANSION				
APPROVED APROBADO		DATE FECHA		FEB 1999								
REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS
		FROM DESDE	TO HASTA	PLANO DE UBICACION	GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	No.	SIZE TAMANO	LENGTH LONGITUD	
	LSLL110	LSLL-110	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	TE110	TE-110	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	20 M	—	—	—	
	PDSH116	PDSH-116	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	FSL120	FSL-120	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	FSL121	FSL-121	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	FSL122	FSL-122	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	PT122	PT-122	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	19 M	—	—	—	
	FSL123	FSL-123	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	330-48-001	2C	#16	—	26 M	—	—	—	
	PT123	PT-123	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	330-48-001	1 PR	#16	YES	19 M	—	—	—	
	TE124A	TE-124A	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE124B	TE-124B	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE124C	TE-124C	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE124D	TE-124D	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE125A	TE-125A	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE125B	TE-125B	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	

## CABLE SCHEDULE

## LISTA DE CABLES

DRAWING No. PLANO No. 100-48-002	REV No. 0
PROJECT No. PROYECTO No. 334142-00	FILE #
PREPARED PREPARADO	DATE FECHA JAN 1999
CHECKED REVISADO	DATE FECHA FEB 1999
APPROVED APROBADO	DATE FECHA FEB 1999

CLIENT	CUENTE	BHP TINTAYA S A
LOCATION	UBICACION	CUSCO PERU
PROJECT	PROYECTO	GRINDING EXPANSION

REV.	CABLE No.	ROUTING		LOCATION DRAWING PLANO DE UBICACION	CABLE				CONDUIT			REMARKS COMENTARIOS
		RUTA			GROUPING AGRUPACION	AWG	SHIELD PROTECTOR	LENGTH LONGITUD	CONDUITO			
		FROM DESDE	TO HASTA						No.	SIZE TAMANO	LENGTH LONGITUD	
	TE125C	TE-125C	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	TE125D	TE-125D	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	330-48-001	1 TR	#16	YES	23 M	—	—	—	
	MCD-001	JUNCTION BOX JBD-001 CAJA DE EMPALME JBD-001	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	320-48-001	40C	#16	YES	94M	—	—	—	
	MCA-002	JUNCTION BOX JBA-002 CAJA DE EMPALME JBA-002	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	16 PR	#16	YES	43M	—	—	—	INDIVIDUAL SHIELD WITH OVERALL SHIELD
	MCD-003	JUNCTION BOX JBD-003 CAJA DE EMPALME JBD-003	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	40C	#16	YES	48M	—	—	—	
	MCD-004	JUNCTION BOX JBD-004 CAJA DE EMPALME JBD-004	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	40C	#16	YES	56M	—	—	—	
	MCT-005	JUNCTION BOX JBT-005 CAJA DE EMPALME JBT-005	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	330-48-001	16 TR	#16	YES	36M	—	—	—	INDIVIDUAL SHIELD WITH OVERALL SHIELD
	MCA-006	JUNCTION BOX JBA-006 CAJA DE EMPALME JBA-006	MARSHALLING PANEL PANEL DE CLASIFICACION	320-48-001	16 PR	#16	YES	94M	—	—	—	INDIVIDUAL SHIELD WITH OVERALL SHIELD
	INFI-NET#1	DCS- PCU	CONTROL ROOM	330-48-001	DUAL PR		YES	150M				VENDOR SUPPLIED (BELDEN 9184)
	INFI-NET#2	DCS- PCU	CONTROL ROOM	330-48-001	DUAL PR		YES	150M				VENDOR SUPPLIED (BELDEN 9184)

**NOTES :**

1. CABLE LENGTHS ARE APPROXIMATE ONLY. CONTRACTOR TO VERIFY ACTUAL LENGTHS BEFORE CUTTING CABLE.
2. PAIRS & TRIADS TO BE STRANDED & TWISTED COPPER C/W DRAIN WIRE. MIN 300V RATING.

**NOTAS :**

1. LAS LONGITUDES DE CABLES SON APROXIMADAS. EL CONTRATISTA DEBE VERIFICAR LAS LONGITUDES REALES ANTES DE CORTAR LOS CABLES.

## CONCLUSIONES

1. Haber elegido para el proyecto la mejor opción en Automatización, optando por un Sistema de control distribuido DCS (Originalmente Baily controls, en la actualidad ABB)
2. La elección de instalar un quinto transformador de potencia de 4Mva, 10000/4160V, en paralelo a los otros cuatro transformadores de 4Mva existentes, fue una decisión necesaria motivado por el incremento de carga del motor del molino de 4000 HP y los servicios auxiliares requeridos.
3. La ubicación de las celdas en media tensión 4.16 y 10Kv se decidió en base a la facilidad que deba tener el operador dentro de casa de fuerza para su operación y toma de información de los instrumentos de medición y protección.
4. Las especificaciones técnicas son la base y los Estandares en todo el proceso EPC, Ingeniería, Procura y Construcción, por ello se manejaron estandares Nacionales y estandares aprobados por la Corporación que cumplieran la función específica a nuestros requerimientos técnicos.
5. La sala eléctrica diseñada para el montaje e instalación del arrancador del motor 4000Hp - 4160V, que incluye además 02 Variadores de velocidad 480V-576Kw, un Panel de control del DCS y un MCC 480V, 1200A, se optó por ubicarla en la zona cercana a las operaciones de Planta Concentradora por razones de operación y cercanía de los otros dos molinos de bolas el No. 1 y el 2 existentes.
6. El Panel de control del DCS tiene las reservas necesarias (tarjetas y espacios libres) que permitan ampliaciones futuras, de modo que se pueda enlazar este sistema a otros futuros de la propiedad.
7. Esta ampliación motivó la ejecución de un estudio de cortocircuito en el sistema eléctrico, así como a una revisión de las protecciones eléctricas de todo el sistema eléctrico involucrado.
8. El incremento de demanda requirió efectuar una solicitud de ampliación de carga al generador, que según el contrato debería ser con una anticipación de 30 días.

9. La puesta en marcha del nuevo molino obligo a reformular el sistema de rechazo de carga automático de la Planta Sulfuros.
10. La puesta en servicio del nuevo molino significaba un incremento de producción de concentrado a 90000 Ton/año pero a su vez se requería incrementar el tonelaje de carguío de mina, lográndose esto con la puesta en servicio de 02 nuevas palas P&H 2300.
11. Debido al punto anterior fue necesaria la ejecución de un estudio de diagnostico de la calidad de energía para todo el sistema eléctrico de la mina.
12. El montaje de este nuevo molino se efectuó en plena operación de la Concentradora y operaciones mina, lo que determinó establecer un plan de seguridad para el proyecto, se identificaron riesgos y se aprobaron procedimientos de trabajo para cada Area específica, en general cada frente desarrollo un procedimiento específico para sus labores, que en resumen estuvieron comprendidas por, **Construcción Mecánica** : Estructuras, Coberturas, Barandas, Gradadas, Pisos metálicos, Tuberías Acero, HDPE, Canaletas, Montaje de equipos, **Construcción Civil** : Bases, Cimientos, Paredes, Pozas, anclajes, etc. **Sistema de Automatización e Instrumentación** : Panel DCS, Cables de comunicación, Cables de Señal, Cables de Control, Montaje de Instrumentos, calibración, pruebas. **Construcción Eléctrica** : Montaje Celdas de Media Tensión, Subestaciones, Acometidas Media y baja Tensión, bandejas, etc. **Comisionamiento** : Inspecciones del montaje e instalación de los equipos electromecánicos, Pruebas en vacío, Pruebas parciales con carga, Pruebas con carga, Puesta en servicio.

## **ANEXO A**

### **INSTALACION Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

# **ANEXO A**

## **INSTALACION Y MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

### **INDICE**

1. GENERAL
  - 1.1 OBJETO
2. CODIGOS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES
3. MATERIALES
4. INSTALACION Y MONTAJE
  - 4.1 MONTAJE DE EQUIPOS
    - TRANSFORMADORES DE POTENCIA
    - TABLEROS Y CELDAS DE 10 KV Y 4.16 KV
    - MOTORES
    - CENTRO DE CONTROL DE MOTORES
    - TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN AUTOSOPORTADOS
    - TABLEROS DE ILUMINACIÓN Y DISTRIBUCIÓN TIPO MURAL
    - SECCIONADORES DE MEDIA TENSIÓN
    - TRANSFORMADORES TIPO SECO
    - EQUIPO DIVERSO
  - 4.2 CABLES
    - 4.2.1 GENERALIDADES
    - 4.2.2 DESCRIPCION
    - 4.2.3 PROCEDIMIENTOS GENERALES DE INSTALACIÓN
      - a) DISPOSICION Y ARREGLO
      - b) TERMINACIONES
      - c) EMPALME DE CABLES
  - 4.3 ZANJAS PARA CABLES
    - 4.3.1 EXCAVACIONES
    - 4.3.2 TENDIDO DE CABLES
    - 4.3.3 RELLENADO



- 4.4 CONDUCTOS
  - 4.4.1 REQUISITOS GENERALES
  - 4.4.2 CONDUCTOS DE ACERO
  - 4.4.3 CONDUCTOS PLÁSTICOS
  - 4.4.4 CONDUCTOS FLEXIBLES
  - 4.4.5 SELLADO DE DUCTOS Y CONDUCTOS
- 4.5 BANDEJAS PARA CABLES
  - 4.5.1 MATERIALES
  - 4.5.2 INSTALACION
- 4.6 CAJAS DE CONEXIÓN
- 4.7 ILUMINACION Y SISTEMAS ELÉCTRICOS EN INTERIORES
  - 4.7.1 ILUMINACIÓN GENERAL
  - 4.7.2 ILUMINACIÓN INTERIOR
  - 4.7.3 TOMACORRIENTES
- 4.8 PUESTA A TIERRA
- 4.9 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE GRÚAS Y TECLES
- 5. INSPECCION PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO
  - 5.1 TRANSFORMADORES
  - 5.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN
  - 5.3 RELÉS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN
  - 5.4 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN MEDIA TENSION
  - 5.5 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN BAJA TENSION
  - 5.6 EQUIPO DE CORRIENTE CONTÍNUA
  - 5.7 VARIADORES DE VELOCIDAD EN BAJA TENSION
  - 5.8 MOTORES
  - 5.9 PUESTA A TIERRA
  - 5.10 PRUEBA DE CABLES
    - 5.10.1 GENERALIDADES
    - 5.10.2 DETALLES DE LAS PRUEBAS

## **1. GENERAL**

### **1.1 Objeto**

Esta especificación define y establece los diversos requerimientos y exigencias mínimas que se deben cumplir en todos los trabajos de construcción y montaje eléctrico.

## **2. CODIGOS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES**

Las instalaciones deberán ser ejecutadas de acuerdo con los siguientes códigos y normas:

CNE	Código Nacional de Electricidad
RNC	Reglamento Nacional de Construcciones
NEC	National Electrical Code -USA
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
ANSI	American National Standards Institute
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IES	Illumination Engineering Association
NFPA	National Fire Protection Association

En caso de discrepancia entre los códigos mencionados, se aplicarán los más restrictivos. Nada de lo indicado en los planos o mencionado en esta especificación se considerará como una autorización para violar algún código o norma.

## **3. MATERIALES**

Todos los materiales y equipos que se utilicen deberán ser nuevos, fabricados de acuerdo con las ediciones vigentes de las normas aplicables listadas en el numeral 2.0.

Los materiales deberán estar de acuerdo con las siguientes especificaciones:

- Cables de Energía Aislados
- Transformadores de Potencia
- Centros de Control de Motores en B.T.
- Interruptores en M.T.
- Seccionadores y Fusibles Seccionadores en M.T.
- Motores de Inducción hasta 250 kW

- Motores de Inducción mayores a 250 kW
- Celdas y Tableros en M.T.
- Tableros de Distribución en B.T.

#### 4. INSTALACION Y MONTAJE

##### 4.1 Montaje de Equipos

###### **Transformadores de Potencia**

La instalación de Transformadores de Potencia deberá ser llevada a cabo estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Antes de proceder con la instalación, el Contratista deberá verificar las dimensiones de la base de concreto y los soportes del transformador, para asegurarse de que sean correctos.

Dependiendo del tipo de construcción del transformador y de su estado de ensamblaje, el Contratista podrá tener que desarrollar los siguientes trabajos de instalación

Desarmado del embalaje.

Transporte hasta la ubicación final de instalación.

Centrado y alineamiento del transformador y el equipo auxiliar sobre la cimentación de concreto.

Completar el ensamblaje del equipo y accesorios suministrados por separado; por ejemplo radiadores, conservador, pasa-tapas, pararrayos, puesta a tierra del neutro y similares, cuidando colocar las empaquetaduras apropiadas, verificando luego que no haya fugas.

Llenado del aceite, ya sea completo o parcial, según se requiera. Esta operación deberá ser hecha siguiendo estrictamente las instrucciones del fabricante. El Contratista tomará por lo menos tres(3) muestras de aceite y las someterá a prueba. Si el resultado de alguna de ellas fuese insatisfactorio, el Contratista drenará todo el aceite para reestablecer sus propiedades dieléctricas.

Completar la puesta a tierra del neutro del transformador y del tanque del sistema puesta a tierra de la subestación de acuerdo con las instrucciones.

Efectuar reparaciones menores y retoques de pintura.

Como una precaución de seguridad, el transformador deberá ser conectado a tierra durante los trabajos de instalación.

Se deberá tomar precauciones para mantener el transformador seco todo el tiempo. Durante los trabajos de instalación se deberá proveer protección para prevenir entradas accidentales de agua.

### **Tableros y Celdas de 10 kV y 4.16 kV**

El Contratista instalará los tableros y celdas de 10 kV y de 4.16 kV estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con los planos de instalación.

El Contratista deberá verificar que los tableros no han sufrido ningún daño físico. Cualquier condición anormal deberá ser informada al Ingeniero supervisor.

Todo el embalaje, bloques de sujeción y anclajes deberán ser removidos excepto los bloques en los relés de protección. Las celdas de los tableros deberán ser niveladas, alineadas, empernadas una con la otra y empernadas al suelo, todo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El Contratista deberá asegurarse de que cada celda esté limpia y libre de materias extrañas. Deberá llevar a cabo reparaciones menores y retoques de pintura de acuerdo con las instrucciones.

Para el empalme a barra de celdas existentes energizadas, el contratista deberá elaborar por escrito un Procedimiento de Trabajo, el cuál minimice el tiempo de operación y anule los riesgos de accidente. Este documento deberá ser aprobado por el Ingeniero y el trabajo se llevará a cabo en el momento más conveniente.

El Contratista deberá asegurarse que todas las operaciones mecánicas sean seguras y sin interferencias. Esto incluye entre otras cosas, el movimiento de los interruptores dentro de la celda, la continuidad de la puesta a tierra durante dicho movimiento, la operación de las manijas, puertas, obturaciones, enclavamientos mecánicos y el ajuste adecuado de conectores, instalación de contactos, etc., todo de acuerdo con las instrucciones.

Durante los trabajos de instalación los tableros deberán ser puestos a tierra en forma efectiva mediante conexión a la malla de tierra.

## **Motores**

Los motores deberán ser mantenidos secos por medios aprobados. La mayoría de los motores grandes están provistos con calentadores integrales para prevenir condensación.

Antes de la instalación, el Contratista deberá examinar los motores para verificar si han sufrido daño. La resistencia de aislamiento deberá ser medida y comparada con los valores recomendados por el fabricante. Más aún, el contratista verificará las dimensiones de la base del motor para asegurarse de la facilidad de la instalación. El Contratista deberá secar el aislamiento del motor, por algún método aprobado, si el valor de aislamiento medido no es satisfactorio.

Los motores deberán ser montados y asegurados a cimentaciones sólidas y niveladas. Deberá haber suficiente espacio para permitir la inspección y el mantenimiento así como los requerimientos de enfriamiento del motor.

La preparación de cimentaciones especiales de concreto para motores pesados o especiales, tales como los motores síncronos para los molinos de bolas, no deberán ser considerados como trabajo eléctrico sino como obra civil.

Sólo se permitirá la operación vertical de un motor si sus cojinetes no tienen que soportar otro empuje que el peso propio del rotor y de la polea.

Antes de conectar los motores, el Contratista deberá verificar el suministro de fuerza, la tensión y la frecuencia, comparándolas con los valores indicados en la placa del motor. El Contratista deberá verificar también los valores de corriente de los dispositivos de sobrecarga y fusibles.

La carcasa de cada motor deberá ser puesta a tierra mediante la conexión del cable de puesta a tierra del alimentador al terminal de puesta a tierra en la caja del motor. El otro extremo del cable de puesta a tierra, deberá ser conectado a la barra de tierra del equipo desde donde se origina la alimentación al motor. En adición a esto, los motores de 4kV deberán tener una conexión directa a tierra desde la carcasa del motor al sistema de puesta a tierra de la planta.

Antes de completar el acoplamiento, el Contratista verificará la rotación de los motores que deberá corresponder con los requerimientos del equipo accionado.

El diseño del motor así como las condiciones operacionales y ambientales limitan el número de arranques permitidos. El Contratista mantendrá el número de arranques al mínimo y obtendrá la información necesaria para asegurarse de que las restricciones aplicables no son excedidas.

### **Centro de Control de Motores**

La instalación de los Centros de Control de Motores deberá ser hecha estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante y con los planos de instalación.

El Contratista deberá verificar que no haya ocurrido daño mecánico alguno antes de proceder con la instalación. Cualquier condición anormal deberá ser informada.

El Contratista efectuará reparaciones menores o retoques de pintura en el CCM si éstos son requeridos.

El Contratista deberá verificar la ubicación y las dimensiones de las aberturas del suelo para la entrada de los cables. Las conexiones de barra deberán ser hechas solamente después de que los paneles hayan sido nivelados y sujetados permanentemente.

El Contratista verificará el grado de ajuste de todas las conexiones eléctricas.

El Contratista se asegurará que las operaciones mecánicas son correctas y operan sin interferencia. Esto incluye las operaciones de puertas, inserción y remoción de módulos y la operación de los enclavamientos mecánicos, si éstos se han empleado. El Contratista verificará que el alambrado de control entre cada uno de los arrancadores no haya sufrido daño. En caso contrario notificará al Ingeniero y efectuará las correcciones a que hubiera lugar.

El Contratista deberá efectuar todo el alambrado de interconexión entre el CCM y las cargas relacionadas.

### **Tableros de Distribución Autosoportados**

Los Tableros deberán ser nivelados, alineados e instalados como se indica en los planos de disposición de equipos y/o las instrucciones del fabricante, verificara las condiciones del acabado del piso para las entradas de cables y los terminales para conexiones.

Los paneles exteriores deberán ser protegidos por el Contratista, contra los efectos adversos del clima hasta que el trabajo de instalación haya sido completado. Se energizarán los calentadores anticondensación si esto fuese necesario.

### **Tableros de Iluminación y Distribución tipo Mural**

El Contratista verificará el equipamiento de los tableros con los planos del proyecto, los planos del fabricante y las especificaciones respectivas; de faltar aparatos o estar dañados de tal manera que impidan su normal funcionamiento, pondrá en conocimiento del Ingeniero para que tome las acciones correctivas del caso.

Los tableros deberán ser asegurados en su lugar, independientemente de los conduits o cables que entran a ellos.

El Contratista instalará soportes apropiados e independientes sobre las que se montarán los tableros tipo mural; salvo que puedan utilizarse estructuras metálicas o de concreto de las edificaciones.

Los interruptores en los tableros de Iluminación y distribución serán montados en forma segura y con espacios para los futuros interruptores claramente indicados.

Cada tablero de distribución será identificado con una placa en el exterior de la puerta o tapa.

### **Seccionadores de Media Tensión**

El Contratista instalará los seccionadores de media tensión como se muestra en los planos del fabricante.

Serán provistos de entrada por debajo a menos que se especifique lo contrario.

Las placas de identificación se instalarán en los seccionadores de acuerdo con las instrucciones fabricante y con aprobación del Ingeniero supervisor.

### **Transformadores Tipo Seco**

Los transformadores secos serán utilizados para iluminación, instrumentación y otras fuentes de fuerza de 230 y 115Vca y serán instalados dentro de los cuartos eléctricos bien en las paredes o contra la pared o en piso. El cableado

de, o hacia el transformador será a través de tubería conduit, cable con armadura, etc. según el diseño.

### **Equipo Diverso**

El Contratista instalará y conectará el equipo eléctrico complementario tal como transformadores de iluminación, arrancadores individuales de motores, botoneras, sirenas, paradas de emergencia, etc. señalados en los diseños y no cubiertos específicamente en otras secciones de esta especificación. Estos equipos tendrán placas de identificación.

## **4.2 Cables**

### **4.2.1 Generalidades**

En general, la instalación de los cables incluirá el manipuleo de los mismos, su tendido, su terminación, identificación y prueba de aislamiento. El tendido puede consistir, bien sea de alguna forma de enterramiento, jalado o extensión sobre sistemas de bandejas.

### **4.2.2 Descripción**

#### **a) Cables M.T. de 15 KV y 10 KV**

Los cables de 15 KV y 10 KV trabajarán con una tensión de servicio de 10KV con neutro sólido a tierra; serán tipo N2XSY tripolares con neutro incorporado y unipolares tendidos en grupos trifásicos

mas un conductor desnudo para puesta a tierra. Todos los conductores serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado entre capas semiconductoras y contarán con pantalla de cinta de cobre. Los cables tendrán una chaqueta exterior de PVC adecuada para permitir el aislamiento directo.

#### **b) Cables M.T. de 5KV**

Los cables de 5KV serán unipolares del tipo N2XSY, tendidos en grupos trifásicos mas un conductor desnudo para puesta a tierra. Todos los conductores serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado. Los cables estarán provistos de una pantalla de cobre entre capas semiconductoras aplicadas sobre el aislamiento con una chaqueta exterior de PVC.



### c) Cables B.T. - 480V

Los cables para uso en 480V (tensión máxima 600 V) serán tetrapolares desde 4 mm<sup>2</sup> hasta hasta el 95mm<sup>2</sup>. Los cables de 120mm<sup>2</sup> serán unipolares hasta 300mm<sup>2</sup> serán unipolares, agrupados en paquetes tripolares más un conductor desnudo para puesta a tierra . Los cables serán del tipo XLPE o similar, con conductor de cobre y aislamiento de polietileno reticulado.

#### 4.2.3 Procedimientos Generales de Instalación

##### a) Disposición y arreglo

Las tensiones máximas de jalado y los radios mínimos de curvatura, durante la instalación, serán las recomendadas por el fabricante.

Los cables deben ser instalados en el siguiente orden

Cables de papel/ Cables XLPE.

Cables de PVC de gran calibre.

Cables de PVC de pequeño calibre.

Cables de comunicaciones e instrumentación.

Cables a tierra.

Los cables de tierra no deberán ser cubiertos por otros cables. Las conexiones de los cables a tierra deberán quedar a la vista.

Los cables de Comunicación, Control e Instrumentación, deberán ser instalados en los ductos y tuberías detallados en los diseños y listado de cables. Deberán respetar las siguientes distancias de otros cables de energía :

- Hasta 600V 50mm.
- Cables Multipolares en MT rigidamente fijados 150mm.  
a una barrera de concreto, con una distancia  
mínima de recorrido de 175mm.
- Cables Multipolares en MT (instalados de otra 300mm.  
manera).
- Cables Unipolares en MT. 450mm.

El lado visible de todos los ductos y tubos conduit utilizados para cables de comunicaciones, control e instrumentación, deben estar claramente identificados a intervalos de 10m. y en todas las curvas y desviaciones,

con una etiqueta clara y durable; la cual indique el servicio que se está dando a los cables.

El ingreso de los cables a Tableros y Cajas Terminales deberá ser por la parte inferior, salvo indicación contraria del Ingeniero.

Los cables unipolares serán instalados en formación cerrada trefoil. Para los circuitos paralelos de cables unipolares, los cables serán instalados en formación cerrada trefoil con las tres (3) fases por grupo, siendo cada grupo una imagen reflejada del grupo trefoil adyacente. El Contratista se asegurará que en la instalación no se presentarán pérdidas y calentamientos debido a las corrientes superficiales, y a los calentamientos que se pudieran originar en las terminaciones por corrientes inducidas.

#### **b) Terminaciones**

Todos los cables deben estar adecuadamente sujetos cerca del punto de terminación, forrados en el punto de entrada y, acabados de manera apropiada con terminales de conexión del tipo compresión.

Todas las cajas estancas para cables deben ser metálicas y a prueba de agua. Las cajas de uso exterior deben estar provistas con revestimiento de PVC.

Las terminaciones para cables unipolares deben ser hechas a la longitud máxima requerida, con manguito de empalme que contenga el número de cable y provisto de un conector pre-aislado del tipo compresión.

Cuando los cables terminan en banco de resistores u otros equipos generadores de calor, debe usarse la conexión y ubicación del cable lo más baja posible y, cualquier cable que pase cerca de dispositivos de alta temperatura, debe estar adecuadamente protegido del calor irradiado, conducido o acumulado, mediante el uso de materiales o cintas resistentes al calor.

Los cables de aluminio deben ser acabados con terminales de compresión tipo bimetálico.

Al momento de su instalación, ambos extremos de todos los cables, deben estar provistos de una etiqueta para cable, de preferencia metálica

no corrosiva, en la cual se indicará claramente el número/código del cable según la lista de cables. Cada etiqueta debe estar asegurada al cable, con amarras de metal no corrosivas, según sea el caso.

Los números de los cables deben estar colocados en la posición más accesible y cercana al punto de la terminación, a fin de facilitar la identificación del cable.

Se deben fijar manguitos con marcación para conductor, tal como se indica en los diseños.

#### **c) Empalme de cables**

Se debe planificar los recorridos de los cables de modo que se asegure que se requieran el número mínimo de empalmes. Cuando se requiera efectuar empalmes, estos se efectuaran con métodos y equipos aprobados por el Ingeniero.

### **4.3 Zanjas para cables**

#### **4.3.1 Excavaciones**

Antes de realizarse cualquier tipo de excavación, el Ingeniero emitirá a nombre del Contratista un permiso para excavar, a fin de asegurar de que esta, sea hecha de acuerdo a las condiciones que indique el Ingeniero.

Las zanjas y ductos para cables deben ser razonablemente derechas y parejas en toda la ruta y, deben estar libres de cualquier proyección filuda que pueda dañar al cable.

Para cambio de dirección en zanjas, el radio interno no será menor de quince (15) veces el diámetro del cable más grande, o en todo caso no menor de 1m.

Cuando los cables, ductos o tuberías existentes o previstos pasen por debajo o sobre la ruta, los cables deberán ser conducidos debajo de tales obstrucciones, para lo cual se hará la excavación más adecuada. Se debe obtener la aprobación escrita del Ingeniero cuando se requiera pasar sobre dichas obstrucciones.

Se instalará una cama de arena con una profundidad mínima de 150mm. por debajo de los cables, cubiertos con otra capa adicional de 75mm. de arena, para luego ser cubierta con una capa de concreto. Una capa adicional de 50mm. de arena se aplicará sobre el concreto y se colocarán cintas señalizadoras que

indiquen el peligro de choque eléctrico, junto con una capa final de arena de 25mm.

Durante el tendido de cables, las zanjas deben ser mantenidas libres de agua que drene de la superficie o de filtraciones subterráneas.

En el caso de cruces subterráneos con pistas o líneas de ferrocarril, los cables deberán ser instalados dentro ductos de concreto o tuberías de PVC de servicio pesado.

#### **4.3.2 Tendido de cables**

El Contratista dará aviso al Ingeniero, en las siguientes etapas de la instalación y, los trabajos subsiguientes estarán sujetos a la aprobación del Ingeniero

Cuando los cables han sido tendidos en las zanjas.

Cuando se ha colocado protección mecánica sobre los cables.

Cuando se va a efectuar un empalme de cable.

Los rodillos o poleas para cables se usarán en cantidades suficientes y serán colocados de tal modo, que ofrezcan una superficie de paso suave hacia o a través de la zanja. La tensión de jalado no excederá de la especificada por el fabricante del cable y bajo las condiciones aplicables.

#### **4.3.3 Rellenado**

Las zanjas para cables deberán ser rellenas con el material de relleno más fino disponible y, la cinta señalizadora para cables enterrados deberá colocarse según los reglamentos aplicables.

Debe usarse suficiente relleno de tal manera de obtener una superficie coronada tal, que al asentarse no deje hendiduras.

Se deben colocar marcadores de cables aprobados en el centro de la zanja y apisonados al ras del piso, a intervalos no mayores de 45m a lo largo de toda la ruta y en todas las curvas y desviaciones, de tal manera que la ruta de los cables sea vista con facilidad.

El Contratista proporcionará un plano final corregido, basado en un levantamiento satisfactorio del área de trabajo, en el cual se indicará la ubicación real de las zanjas o conductos para cables, incluyendo los marcadores de cables.

## **4.4 Conductos**

Todos los conductos eléctricos serán metálicos, a menos de que el Ingeniero especifique o apruebe lo contrario.

### **4.4.1 Requisitos generales**

Los conductos deben ser dimensionados de tal manera que puedan acomodar un cuarenta por ciento (40%) de cables adicionales.

Los conductos deben ser instalados de tal manera de que no se introduzca agua dentro de ellos. El Contratista deberá dejar guías para el jalado de cables dentro de todos los conductos.

No se debe instalar suministros de diferente voltaje en la misma tubería o conducto (excepto cuando se aprueba para el cableado de control, comunicaciones e instrumentación).

Los conductos no deben cruzar espacios aéreos, a menos de que el Ingeniero apruebe lo contrario.

### **4.4.2 Conductos de acero**

Los conductos de electricidad metálicos deben ser del tipo Trabajo Pesado, de acero galvanizado con rosca, sin costura, salvo indicación contraria del Ingeniero.

Cuando los conductos hagan recorridos montados “en la superficie”, deben seguir un curso lo más recto posible y deben ser escuadra con los edificios o líneas estructurales. Cuando pasen por superficies a nivel del terreno, deberán estar apoyados en bloques de concreto o soportes metálicos según aprobación.

Los conductos no deben ser doblados de tal modo que se originen deformaciones en sus paredes.

Todos los empalmes de los conductos deberán ser hechos a prueba de agua.

Los conductos y ductos que se instalen bajo tierra o bajo losas de concreto en pisos, cimientos, etc., deben estar libres de cuerpos extraños y obstrucciones después de ser instalados y, antes de que se introduzca en ellos los cables o alambres guías para la tracción.

Durante el trabajo de vaciado de concreto, se debe tener extremo cuidado al colocar y proteger los conductos ocultos en losas de concreto, etc.,

Todos los conductos de acero que forman parte de la misma línea deben tener continuidad mecánica y eléctrica a través de todos los empalmes.

Los cables empalmados dentro de una caja, deben tener su conductor a tierra conectado a la caja (si es metálica) y/o al riel de montaje de los terminales.

Todos los conductos metálicos deben ser conectados en conjunto y efectivamente a tierra.

Los conductos metálicos deben estar conectados a tierra antes de que se introduzcan los cables o conductores.

Para proteger el cableado subterráneo por debajo de piso, se usarán tuberías de acero galvanizado para agua, tuberías de PVC a presión de categoría A (con un diámetro mínimo de 25 mm) o tubos de cemento para agua.

No se permitirán más de dos dobladuras normales entre cualesquiera dos (2) salidas o cajas de unión.

Los extremos de los conductos deben ser restregados y luego secados, antes de introducir los cables.

Los conductos deben estar apoyados en sus centros a una distancia máxima de 1.0 metro, usando abrazaderas de acero galvanizado o soportes Unistrut.

#### **4.4.3 Conductos plásticos**

Los conductos de PVC solamente se usarán para instalaciones subterráneas y, no deben ser usados para instalaciones sobre la superficie, a menos de que se apruebe lo contrario. En cualquier caso, cuando estén expuestos a la luz solar, los conductos de PVC deben ser estabilizados contra los rayos ultravioleta (UV).

Cuando el Ingeniero apruebe, los conductos de PVC pueden ser usados en edificios de oficinas y de recreación. El Ingeniero, también puede aprobar el uso de conductos de PVC para cables de comunicación e instrumentación en zonas específicas de la planta.

Los conductos rígidos deben ser tipo para Trabajo Pesado, de Cloruro de Polivinilo estirado a presión, de alto impacto, al igual que todos los acoples; deberán ser de una misma marca, de color gris, pintado de naranja en los extremos de la línea.

Los conductos serán calentados antes de doblarlos. En doblado en frío con resortes no está permitido.

Los conductos no deben ser expuesto al sol por períodos innecesarios de tiempo.

#### **4.4.4 Conductos flexibles**

Se proporcionarán conductos flexibles de acero para Trabajo Pesado, recubiertos con PVC. Estos se instalarán entre los extremos de las líneas de conductos de acero y los equipos, tales como motores e interruptores de posición; los cuales son susceptibles de ser movidos para realizar ajustes o mantenimiento o, están sujetos a vibración.

No se usarán conductos flexibles para evitar doblado de conductos rígidos.

Las secciones con conductos flexibles deben ser de aproximadamente de 500mm. de longitud y, deberán sujetarse a los conductos y ser terminados en los equipos con conectores o acoples aprobados.

Con la aprobación del Ingeniero, se pueden usar conductos flexibles de PVC para las conexiones finales con los equipos.

Siempre que exista la posibilidad de daños mecánicos en las conexiones con los equipos, se deben usar conductos flexibles de acero.

Los conductos flexibles de PVC deben ser sujetados mediante conectores de nylon aprobados.

Los conductos flexibles de PVC no deben ser usados para realizar conexiones a tierra.

#### **4.4.5 Sellado de ductos y conductos**

Después de completar el tendido de cables, todos los agujeros en pisos, paredes, placas metálicas, y todas las tuberías por las cuales pasan cables, así como conductos o barras de conexión a tierra, deben quedar sellados con un material no combustible, a fin de evitar el ingreso de polvo y bichos.

Los extremos de todos los ductos, tuberías, conductos de cables, cubículos de transformadores o lugares similares, deberán ser sellados para prevenir el ingreso de materiales sólidos, agua o aceite y, para permitir la instalación de

cables adicionales o el retiro de los cables existentes. El sistema de sellado debe ser aprobado por el Ingeniero.

#### **4.5 Bandejas para cables**

El tamaño de la bandeja debe ser tal que pueda acomodar el veinticinco por ciento (25%) de cables adicionales, a menos que se indique un tamaño específico.

Las bandejas para cables deben contar con apoyos a fin de evitar esfuerzos indebidos sobre los cables.

Las bandejas se deberán emperrar unas con otras, de modo que tengan continuidad eléctrica. Todas las bandejas deben estar conectadas a tierra en cada extremo del tramo mediante un cable de cobre de 25mm<sup>2</sup>.

##### **4.5.1 Materiales**

Las bandejas para cables deben consistir de una combinación de parrillas de aluminio para trabajo pesado, de 0.60mts, 0.30mts y 0.15mts, apoyada sobre soportes fabricados en acero. Las bandejas de acero pueden usarse donde sean aprobadas por el Ingeniero. (Nota: se tomara en cuenta el uso de bandejas de aluminio para exteriores o en zonas corrosivas).

Las abrazaderas de soporte deben ser de aluminio o de acero galvanizado por inmersión al calor.

Todos los pernos, tuercas y arandelas deben ser de acero inoxidable.

Para curvaturas y T's en bandejas de cables, el Contratista proporcionará componentes previamente formados.

Para las vías verticales principales de cables, se usarán bandejas tipo escalera fabricadas en acero o aluminio.

Las abrazaderas y grapas para cables que se usaran en las bandejas tipo escalera, deben ser de manufactura aprobada y, deben presentarse muestras al Ingeniero, antes de ser usadas en la instalación.

Todas las abrazaderas y grapas deben ser fabricadas con materiales resistentes a la corrosión y, se debe tener cuidado de metales disímiles que, pudieran formar acción galvánica entre las grapas, abrazaderas, la bandeja y la ferretería de fijación.

Todos los soportes de las bandejas deben ser fabricados y perforados.



#### **4.5.2 Instalación**

Los soportes de las bandejas para cables se deberán empernar y engrapar a la estructura del edificio.

No esta permitida la soldadura en el sitio, de los soportes de apoyo con las estructuras de los edificios, a menos de que lo apruebe el Ingeniero.

Los cables deben ser tendidos limpia y sistemáticamente de acuerdo a la Lista de Cables. Deben ser colocados en tramos paralelos a fin de asegurar el número mínimo de cruces de cables en las intersecciones de bandejas.

Los cables deben estar asegurados con atadores para cables aprobados, a centros de no más de 1.0 mt. de separación, a todo lo largo y montados horizontalmente en la bandeja. Deben usarse atadores de teflón para instalaciones al exterior.

En las secciones verticales o inclinadas de las bandejas, los cables deberán estar fijados a la parrilla mediante grapas aprobadas y colocadas a satisfacción del Ingeniero.

Se deben instalar cubiertas protectoras, aprobadas, en las bandejas que se ubiquen al exterior o en lugares expuestos y, estas serán fijadas por el Contratista una vez culminada las pruebas y puesta en servicio de los cables.

El contratista debe proporcionar e instalar barreras de fuego para cada bandeja de cables que atraviese paredes. Esta barrera debe estar hecha de un material aprobado, no combustible, colocado ajustadamente entre los cables y las paredes, hasta una profundidad de 100mm.

Donde se requiera que las bandejas para cables atraviesen las paredes de salas de distribución u otros edificios, el Contratista hará estas penetraciones y proporcionará los sellos y otras protecciones necesarias, para asegurar que las penetraciones estén a prueba de agua y mecánicamente protegida.

Adicionalmente, en el caso de salas de distribución, salas de control y edificios, las penetraciones en las paredes deben ser enlucidas después de completar la instalación de los cables, con un enlucido aprobado, resistente al fuego y que evite el ingreso de polvo o bichos. El tipo de enlucido debe ser aprobado por el Ingeniero.

Los tramos de las bandejas deben ser lo más recto posible, alineados con las líneas del edificio o la estructura y, deben seguir la línea natural del edificio o estructura.

Todos los pernos usados para en la conexión y acoples de bandejas, deben tener las cabezas ubicadas en el lado interno de las bandejas y se deben cortar todos los excedentes de los pernos.

Cuando el Ingeniero apruebe la soldadura de las abrazaderas de apoyo, el Contratista no deberá soldar a través de vigas, canaletas, ángulos o cualquier otra estructura. Todas los cuerpos de las bandejas deben estar unidas al sistema de conexión a tierra. Los cables de energía instalados en bandejas deben estar espaciados, de tal manera que, permitan la libre circulación del aire alrededor de los cables. Los cables tendidos no deben exceder de una capa por bandeja.

Cuando cualquier cable salga de una bandeja, este debe ser conducido y protegido por medio de conductos metálicos galvanizados o conductos flexibles aprobados, los cuales deben estar constantemente apoyados hasta el punto de terminación.

Los cables deben ser tendidos cuidadosamente a fin de evitar daños causados por calor o aceite, deben correr rectos sobre las bandejas, lejos de pasillos y áreas de trabajo y no deben obstruir el acceso a los equipos.

#### **4.6 Cajas de conexión**

Las cajas serán hechas del material y el grosor que se especifica. Todas las cajas deberán ser de construcción rígida y estarán provistas de tapas. El contratista instalará las cajas en forma segura y las ajustará en su lugar independientemente de los conduits y cables que entran a ellas. También se usarán cajas tipo conduit.

El Contratista deberá instalar las cajas de conexión en lugares accesibles para el mantenimiento. Cada caja de conexión deberá ser identificada con una placa fijada en forma segura al exterior de la tapa.

Todas las cajas de conexión serán protegidas contra el medio ambiente.

Una vez completado el trabajo, el Contratista eliminará el agua y dejará todas las roscas limpias. Según indique los planos del proyecto.

## **4.7 Iluminación y Sistemas Eléctricos en Interiores**

### **4.7.1 Iluminación General**

El Contratista instalará todos los sistemas de iluminación y de distribución interior de acuerdo con los planos y códigos aplicables. El trabajo deberá resultar en una instalación completa y lista para usar.

Las fijaciones y soportes deberán ser rígidas y capaces de soportar el mantenimiento normal sin sufrir daño.

La ubicación exacta de las luminarias deberá ser establecida en el sitio y confirmada por el propietario.

Todo el alambrado eléctrico dentro de un artefacto de iluminación deberá ser realizado sin alambrado excesivo. No deberá estar expuesto a daño mecánico y no deberá estar sujeto a temperaturas por encima del límite recomendado para el aislamiento.

El Contratista hará todas las conexiones de circuitos derivados con conectores tipo compresión en puntos accesibles tales como cajas de unión. Los alambres deberán ser encintados o atados juntos debajo de los conectores para aliviar a éstos de esfuerzos mecánicos.

### **4.7.2 Iluminación Interior**

Todas las luminarias serán instaladas completas con lámparas del tipo y tamaño recomendado.

Todos los canales de alambrado deberán estar cubiertos. Ningún artefacto de iluminación deberá tener alambrado expuesto. Los conductores deberán tener un aislamiento apropiado con una temperatura nominal no menor de 60°C.

Los alambres de conexiones no deberán ser menores a 2.5 mm<sup>2</sup>

Cuando un artefacto de iluminación esté sujeto mecánicamente a conduits o cualquier otro soporte puesto a tierra, el Contratista deberá proveer continuidad a fin de asegurar la puesta a tierra del artefacto.

El Contratista deberá hacer todas las aberturas en cajas o gabinetes sin dejar filos cortantes u objetos protuberantes que puedan causar daño al aislamiento de los conductores durante el jalado de los mismos.

### **4.7.3 Tomacorrientes**

El Contratista instalará los tomacorrientes para fuerza y soldadoras en ubicaciones donde sean fácilmente accesibles para enchufes y mantenimiento.

Cuando se indique, los tomacorrientes estarán provistos con una tapa para prevenir la entrada de materias extrañas.

La altura de montaje de los tomacorrientes para interiores o exteriores deberán ser como se indica en los planos.

## **4.8 Puesta a Tierra**

La instalación de puesta a tierra deberá ser completa en cada detalle. Consistirá de un sistema de puesta a tierra por área y la puesta a tierra del equipo.

El sistema de puesta a tierra por área consistirá de una malla de conductor desnudo de cobre suplementada por electrodos verticales. El Contratista instalará esta malla de acuerdo a los planos del proyecto. Ejecutará la puesta a tierra de los neutros de los transformadores y la conexión de cercos y equipos. Las mallas de puesta a tierra individuales deberán ser unidas con cables de interconexión a fin de formar un sistema total de puesta a tierra. Los neutros de los transformadores serán puestos a tierra, bien directamente o a través de conjuntos de alta resistencia de puesta a tierra que serán suministrados con los transformadores, según corresponda. Similarmente, todas las barras de tierra o puntos de puesta a tierra del equipo eléctrico, tales como tableros de distribución, centro de control de motores, etc., serán unidos a este sistema de puesta a tierra.

La conexión a tierra de los equipos se extiende desde las estructuras de acero de los edificios de acero puestos a tierra, hasta el terminal de puesta a tierra de las partes metálicas normalmente no energizadas del equipo, incluyendo pasarelas, bandejas, barandas, plataformas, etc.

Toda la puesta a tierra deberá satisfacer los códigos y estándares aplicables y estará de acuerdo con los planos e instrucciones. La información de puesta a tierra sólo representa un requerimiento mínimo. Podría ser necesario un sistema más elaborado. Un ejemplo de esto podría ser la adición de electrodos verticales u otros medios apropiados a la instalación para disminuir la resistencia total.

Antes de iniciar cualquier trabajo de puesta a tierra, el Contratista deberá llevar a cabo mediciones de resistividad por el método Werner para profundidades de 1, 10,

20 y 50m e informar los resultados al Ingeniero. La malla de tierra deberá ser instalada después de que las plataformas o áreas específicas hayan sido niveladas y las excavaciones profundas hayan sido rellenas y compactadas.

El contratista deberá medir la resistencia a tierra mediante un método aprobado, apropiado para la dimensión de la planta y/o edificio.

La resistencia total de la instalación no deberá exceder de 2 ohm. Si después de efectuar la medición de resistencia a tierra, el valor medido excediese el establecido por el Ingeniero, el Contratista deberá proponer e instalar electrodos adicionales de puesta a tierra o cualquier otro método equivalente, a fin de satisfacer el requerimiento.

Todas las conexiones de puesta a tierra deberán ser hechas entre superficies limpias de metal desnudo.

Las conexiones del sistema de tierra deberán ser hechas por medio de conectores termosoldados, marca CADWELD o equivalente aprobado.

El Contratista hará todas las conexiones a las estructuras y al equipo eléctrico usando conectores de compresión empernados al elemento conectado, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Cuando un cable de puesta a tierra tenga que ser unido al acero estructural, la ubicación de tal conexión deberá ser seleccionada en lugares donde no esté sujeto a daño mecánico.

Los cables de puesta a tierra deberán ser ubicados de manera tal que no sean dañados durante los trabajos de construcción

Se instalarán puentes de conexión para mantener una buena continuidad de puesta a tierra en cajas de paso, ductos, estructuras, etc.

La continuidad de puesta tierra será mantenida exhaustivamente.

#### **4.9 Instalación Eléctrica de Grúas y tecles**

El Contratista proveerá una salida de fuerza para la alimentación eléctrica de grúas ó tecles, según se indica en los planos de proyecto. La instalación de cables de trolley o cables flexibles plegados será hecha de acuerdo estrictamente con las instrucciones del fabricante del equipo.

## **5. INSPECCION, PRUEBA Y PUESTA EN SERVICIO**

### **5.1 Transformadores**

El Contratista verificará que los bushings no tengan quiñes o rajaduras, que los tanques, radiadores, etc., no hayan sufrido daños y que en general las empaquetaduras y accesorios no pierdan aceite, y que nivel del mismo sea el correcto.

El Contratista verificará la relación de transformación y polaridad en todos los transformadores de fuerza e iluminación. En cada devanado y cableado asociado verificará la continuidad, resistencia de aislamiento y correcta secuencia de fases. El aislamiento de pararrayos deberá ser probado.

El Contratista verificará los circuitos de control, los ajustes de los dispositivos de protección, circuitos de alarma y disparo, detectores de tierra, etc.

El Contratista deberá obtener muestras y probará la resistencia dieléctrica de los aislamientos líquidos antes y después de la instalación. Deberá solicitar instrucciones al Ingeniero si esta prueba fallase.

### **5.2 Tableros de Distribución**

El Contratista deberá inspeccionar los interruptores individuales, relés, transformadores de medida, cables, ductos de barras, barras, etc., a fin de asegurarse de que no hayan sufrido daños, le falten partes, tenga conexiones sueltas, y que sus etiquetas estén legibles y de acuerdo con los diagramas elementales.

En los interruptores el Contratista deberá ajustar la secuencia correcta que asegure el cierre y apertura simultánea, tanto de contactos principales como de contactos de arco; la correcta operación de barrido de contactos, así como apertura correcta entre contactos principales, tanto con el interruptor completamente abierto como con los contactos de arco cerrados.

El Contratista deberá medir con Megger de 500V el aislamiento del tablero de distribución antes de conectar los cables de entrada y salida y luego antes de proceder con la energización. Asimismo, deberán medir el aislamiento de cables, ductos de barras y tableros de distribución como un sistema.

El Contratista deberá verificar la presión de los contactos principales de los interruptores mediante la medición de resistencia o mediante el uso de una balanza.

Deberá registrar las tensiones mínimas de cierre y disparo así como los tiempos de cierre y apertura con la tensión de control nominal.

El Contratista deberá verificar que los transformadores de medida sean del tipo y capacidad apropiados. Asimismo, probará la relación de transformación y la polaridad de todos los transformadores de corriente y de potencial. Verificará y ajustará los relés de sobrecorriente y de disparo.

### **5.3 Relés y Dispositivos de Protección**

El Contratista verificará que los relés no tengan terminales o tornillos de fijación o sujeción sueltos, que no hayan sufrido daño las bobinas, resistencias, alambrados, banderas indicadoras, dispositivos de enganche, etc., ni haya objetos extraños en los entrehierros.

En el caso de los relés diferenciales, el Contratista verificará las características diferenciales de la información técnica, mediante la medición y registro de las corrientes mínimas de operación en cada bobina de operación.

En el caso de relés de mínima tensión, el Contratista deberá registrar los valores de disparo y caída y el tiempo de operación.

En el caso de relés de sobretensión, el Contratista deberá registrar los valores de disparo y caída y las características de tiempo.

Para probar elementos direccionales, el Contratista deberá verificar la acción del relé bien sea con tensión o con corriente. Registrará la máxima corriente y la mínima tensión requeridas para producir un cierre efectivo. Al aplicar los ajustes de tiempo a un relé direccional de sobrecorriente, incluirá el tiempo tanto de los elementos direccionales como de sobrecorriente.

En relés y elementos instantáneos de sobrecorriente, el Contratista deberá registrar la corriente mínima de cierre y tiempo de respuesta.

En relés de sobrecorriente de inducción del tipo temporizado, el Contratista deberá registrar la corriente de cierre y el tiempo de operación con valores especificados de corriente, como mínimo en dos puntos. Primero probará el relé aislado, luego con los transformadores de corriente, medidores y otras cargas en el circuito y registrará cualquier diferencia. Para verificar las fuentes de potencia de disparo así como todo el alambrado entre relés e interruptores, el Contratista probará que cada relé opera y que a su vez ese relé opera los interruptores asociados.

En unidades de disparo de estado sólido para interruptores de 480V, el Contratista registrará la corriente de disparo y el tiempo de operación.

#### **5.4 Centro de Control de Motores en Media Tensión**

El Contratista inspeccionará que los arrancadores tengan los fusibles y elementos de sobrecarga correctos, así como el tamaño, capacidades nominales, conexiones apretadas e identificación legible de terminales de acuerdo con los diagramas elementales.

El Contratista verificará la secuencia de fases de entrada, voltaje, polaridad de transformadores de medida, ajustes de relés de protección y circuitos de instrumentos.

El Contratista probará el arrancador mediante prueba de simulación para verificar la secuencia de operación del arranque y parada. Operar el arrancador con la transmisión desconectada para verificar el tiempo de aceleración, rotación, excitación, indicación y factor de potencia.

#### **5.5 Centro de Control de Motores en Baja Tensión**

El Contratista inspeccionará que no tengan partes dañadas los interruptores, fusibles, dispositivos de sobrecarga, así como su tamaño y capacidad nominal. Verificará que las conexiones estén apretadas y que los terminales tengan una identificación legible de acuerdo con los diagramas elementales.

El Contratista verificará y ajustará los relés de sobrecarga, el barrido de los contactos y la simultaneidad de cierre y apertura. Verificará que los mecanismos de operación estén libres de interferencia.

El Contratista deberá verificar la relación de transformación y la polaridad de los transformadores de corriente y de potencial.

El Contratista deberá hacer pruebas de aislamiento en el alambrado de fuerza y control. Verificará la correcta apertura y cierre del contactor, tanto desde estaciones locales como remotas.

#### **5.6 Equipo de Corriente Continua**

El Contratista deberá verificar la batería, el cargador de baterías y el panel de control de corriente continua, incluyendo los dispositivos de protección, la polaridad de la batería, la polaridad del cargador, la corriente de carga, etc. Deberá seguir las



instrucciones del fabricante y poner el cargador de batería en servicio y las baterías a cargar.

Se asegurará que las baterías estén plenamente cargadas antes de comenzar cualquier prueba de puesta en servicio de equipo eléctrico.

### **5.7 Variadores de velocidad en baja tensión**

El Contratista inspeccionará que los fusibles y elementos de sobrecarga sean del tamaño y capacidad adecuados. Verificará que no hayan partes dañadas, que las conexiones estén apretadas y que los terminales tengan identificación legible de acuerdo con los diagramas elementales.

El Contratista deberá verificar la secuencia de fases de la alimentación de entrada, así como la tensión. Ajustará los calibradores, reguladores, generadores, unidades de compresión y de retroalimentación, todo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El Contratista probará el accionamiento para verificar la respuesta de velocidad, rotación, límite de corriente, rango de velocidades e indicaciones.

### **5.8 Motores**

Los motores deberán ser protegidos y mantenidos secos por el Contratista, haciéndoles pruebas de resistencia de aislamiento periódicas durante el almacenamiento. Le efectuará pruebas con megger después de la instalación y adicionalmente justo antes de la energización inicial.

El Contratista verificará la correcta lubricación de cojinetes, así como el tipo y cantidad de lubricante.

Los motores de media tensión deberán satisfacer una prueba de resistencia de aislamiento que el Contratista llevará a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Donde sea aplicable, antes de la operación inicial, el Contratista deberá muestrear el aceite del reservorio de lubricación de cojinetes y verificará que no tenga agua. Hará funcionar cada motor con la carga desconectada. Inspeccionará la temperatura del motor, la velocidad, la rotación y la vibración. Registrará la corriente de vacío del motor. La frecuencia de arranques en motores grandes deberá limitarse al número de arranques permisible recomendado.

Donde sea aplicable, el Contratista verificará el entrehierro, carrera y juego del rotor, así como la condición en que se encuentran los dispositivos detectores de temperatura, anillos, colectores y escobillas.

Antes de la operación inicial, el Contratista inspeccionará la correcta conexión de los cables, la conexión de la carcasa a tierra, secuencia de fases y resistencia del aislamiento fase-fase y fase-tierra. Registrará la velocidad rotacional de los motores de corriente continua y las velocidades máximas y mínimas de las instalaciones con velocidad variable.

Para motores con pedestales aislados, el Contratista deberá verificar la resistencia del aislamiento mediante la aplicación de un megger de 500 VDC entre el pedestal y la base.

### **5.9 Puesta a Tierra**

El sistema de puesta a tierra deberá ser probado para asegurarse de que todas las partes del edificio de acero, estructuras de acero, carcasas de motor, tableros de distribución, bandejas, conduits y otros equipos eléctricos, estén a un potencial que esté de acuerdo con las especificaciones.

Una vez terminado esto, reconectará los cables de interconexión de puesta a tierra entre mallas individuales para medir la resistencia a tierra total del sistema. El método de medición será propuesto para aprobación por el Ingeniero. Registrará todos los datos.

### **5.10 Prueba de Cables**

#### **5.10.1 Generalidades**

Luego de culminar con el tendido de cables y de haber realizado todos los empalmes y terminaciones, pero antes de rellenar las zanjas y antes de conectar los cables al equipo, se deberán efectuar las siguientes pruebas:

#### **Prueba de Resistencia de Aislamiento (Megger)**

#### **Prueba de Voltaje (Aplicación de Voltaje en DC – Hi Pot)**

El Contratista debe registrar todos los resultados, los cuales deben incluir referencias específicas con el número del cable indicado en el Listado de Cables.

Si cualquiera de los elementos de la instalación tales como cables, uniones, empalmes o cajas de uniones se dañan en cualquiera de dichas pruebas o, si de alguna otra manera dejan de cumplir con la Prueba de Voltaje en el tiempo establecido, la instalación será considerada por el Ingeniero como INSATISFACTORIA. Se deberán ubicar y aislar los tramos de cables y/o empalmes defectuosos. Los empalmes defectuosos deberán ser realizados nuevamente y/o las secciones de cables defectuosas deberán ser reemplazadas con nuevos cables o reparadas a satisfacción del Ingeniero. El costo será asumido por el Contratista. Después de efectuar las refacciones de los empalmes y/o el reemplazo o reparación de los cables, la instalación deberá pasar nuevamente las pruebas mencionadas arriba, las cuales se harán a satisfacción del Ingeniero.

#### **5.10.2 Detalles de las pruebas**

La prueba de Resistencia de Aislamiento debe ser llevada a cabo mediante un megóhmetro apropiado. Los valores de prueba y los valores mínimos de resistencia para los diferentes niveles de voltaje están indicados en la tabla siguiente.

La prueba de Voltaje debe ser efectuado con un equipo de Prueba de Alta Tensión DC. En la tabla siguiente, se indican los valores de prueba para varios niveles de voltaje. La prueba deber conducida por un espacio de quince (15) minutos de duración y, la prueba de resistencia de aislamiento debe ser repetida después de esta prueba.

**VOLTAJES DE PRUEBA PARA RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y  
PRUEBA DE VOLTAJE**

<b>Nivel de Voltaje de los Cables (Kv)</b>	<b>Prueba de Resistencia de Aislamiento (kV)</b>	<b>Resistencia Mínima de Aislamiento (Mohms)</b>	<b>Prueba de Alto Voltaje DC (kV)</b>
0.6/1.0	0.5	10	3
1.1/1.1	0.5	10	3
3.3/3.3	1.0	20	7
6.6/6.6	2.5	50	15
11/11	2.5	100	25
22/22	5.0	500	50
33/33	5.0	1000	75

**En resumen :**

Para cables de 5kV y superiores, el Contratista llevará a cabo pruebas de resistencia de aislamiento de acuerdo a las Normas.

Para cables de 480V, el Contratista deberá efectuar una prueba de aislamiento de un minuto con megger de 1000V.

Para cables de control, el Contratista deberá efectuar una prueba de aislamiento de un minuto con megger de 500V.

Para cables de señal , instrumentación y cables de extensión de termocuplas, el Contratista deberá probar la continuidad y el cortocircuito a tierra solamente. Las pruebas no deben efectuarse una vez que los cables estén conectados.

## **ANEXO B**

### **DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DE ENERGIA**

## **ANEXO B**

### **DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD DE ENERGIA**

#### **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO
3. EQUIPO UTILIZADO
  - 3.1 CIRCUITOS MEDIDOS
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES
  - 4.1 NIVELES DE ARMONICOS SEGÚN N.T.C.S.E. Y STANDARES IEEE
5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

## 1. INTRODUCCION

La puesta en operación de nuevos equipos implica verificar la calidad de energía según la Norma Técnica Peruana de Calidad de Energía, toda vez que estos contienen dispositivos electrónicos de potencia con características de carga no lineales y que son generadores de armónicos. Dentro de este nuevo equipamiento se incluye primero la ampliación del sistema de molienda con el montaje de un tercer molino de bolas y segundo la ampliación de la capacidad de acarreo con la puesta en servicio de dos nuevas palas P&H 2300X cuya máxima demanda es de 1.4 MW cada una en 4160 V.

Para ello se encargó a una Empresa Consultora efectuar el registro de los niveles de armónicos y niveles de THD (Distorsión armónica total) en los circuitos involucrados con el crecimiento eléctrico de la Mina.

## 2. OBJETIVO

Los objetivos principales de las mediciones a efectuar serán las siguientes

- ◊ Determinar los niveles de THD (Distorsión armónica total) de tensión y de corriente en el punto de suministro de energía (Subestación Tintaya – Etesur hoy REP) y en los nuevos centros de carga.
- ◊ Analizar los resultados de las mediciones conforme la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE) y normas internacionales standard IEEE - 519.

## 3. EQUIPO UTILIZADO

Se se utilizo el siguiente analizador:

Analizador de redes eléctricas de las siguientes características :

- |                      |   |
|----------------------|---|
| - Marca              | : <b>Dranetz BMI</b>  |
| - Modelo             | : Power Platform 4300   |
| - Número de canales  | : 4 de tensión (independientes)<br>4 de corriente (independientes)  |
| - Modo de operación  | : Calidad de energía PQ – Lite, Task Card H/T/E/M   |
| - Precisión          | : ± 1% tensión<br>± 1% corriente<br>± 0.2% frecuencia (30 a 450 Hz)   |
| - Rango de operación | : Rango alto: 10-600 Vrms / 50-1000 Vpk (transitorio)<br>Rango bajo: 0.5 - 20 Vrms / 1 - 30 Vpk (transitorio) |

1 a 30 Arms / 3 a 90 Apk (transitorio)

El analizador tiene una memoria interna que permite almacenar la información registrada, así como permite el uso de una tarjeta de memoria para guardar su programación u otro tipo de información. Asimismo, posee puerto serial RS-232 para comunicación con computadora.

### 3.1 Circuitos medidos

- Se han efectuado mediciones en los siguientes circuitos :
  - SE Tintaya SVC 138 KV
  - SE Tintaya SVC 10 KV
  - SE Tintaya SVC 10 kV - REACTOR
  - SE Tintaya SVC 10 KV - FILTRO 5ta ARMONICA
  - SE Tintaya BHP 10 KV
  - Casa de Fuerza BHP - CELDA MINA 10 kV
  - Casa de Fuerza BHP - CELDA MOLINO 3
  - SE PEMCO BHP- 4.16 kV - PALA 2300
  - SE SWITCHGEAR BHP – 4.16 KV – PALA 1900

- Características básicas de los equipos:

#### **Características de Static VAR:**

Marca :	ABB
Modelo :	
Voltaje :	10 kV
Frecuencia :	60 Hz
Potencia :	15 MVar ( máxima compensación inductiva) 15 MVar ( máxima compensación capacitiva)
Modo de operación :	Automático y/o manual
Filtros :	Para 5ta armónica Para 7ma armónica

#### **Pala 2300**

Modelo:	2300
Voltaje:	4.6 kV
Frecuencia:	60 Hz



Banco de capacitores : 3 x 300 kVar.  
 Filtros : Para 5ta y 7ma armónica  
 Motores: 4 con variadores de velocidad  
 Modos de operación : Crow - Propel -Hoist - Swing

**Transformador principal de Potencia :**

Tipo : Trifasico  
 Frecuencia : 60 Hz  
 Potencia : 20000 -25000 KVA  
 Conexión : Ynd5  
 Relación transformación: 132 +/- 8 x 125% / 10.5 kV  
 138 / 10 kV  
 Vcc(%) : 11% - 10.74%

**Transformador Pemco :**

Tipo : Trifasico  
 Frecuencia : 60 Hz  
 Potencia : 3750 - 4200 kVA  
 Conexión : Ynd5  
 Relación transformación: 10 / 4.16 kV  
 Vcc(%) : 6.07%

◆ Entre las configuraciones del analizador se utilizaron los tres canales de tensión, y cuatro de corriente cuya secuencia de programación fueron los siguientes:

- CH A, CH B y CH C de tensión : Línea – Línea / Línea - Neutro
- CH A, CH B y CH C de corriente : Línea
- CH D de corriente : Neutro

La programación para el registro de eventos, independiente del registro continuo, conforme los los siguientes límites:

		CH A	CH B	CH C	
• Tensión alta	RMS:	Vn+3%	Vn+3%	Vn+3%	(138 kV)
		Vn+5%	Vn+5%	Vn+5%	(10-4.16 kV)
• Tensión baja	RMS:	Vn-3%	Vn-3%	Vn-3%	(138 kV)
		Vn-5%	Vn-5%	Vn-5%	(10-4.16 kV)
• Tensión transitoria	PK :	+50%	+50%	+50%	
• Tensión THD	% :	3.0	3.0	3.0	(138 kV)
		5.0-8.0	5.0-8.0	5.0-8.0	(10-4.16 kV)

◆ Los parámetros registrados en los circuitos medidos, son los siguientes:

- Registros de frecuencia
- Registros de tensión rms verdadera, transitorios y desbalance de tensión
- Registros de corriente rms verdadera y transitorios
- Registros de armónicas y distorsión armónica total THD (%) de tensión
- Registros de armónicas y distorsión armónica total THD (%) de corriente
- Registros de potencias activas y reactiva, y factor de potencia
- Registros de factor K (%) de los transformadores

#### 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES

Antes de detallar los resultados de las mediciones, es conveniente mencionar que el Analizador PP 4300, calcula el nivel de distorsión armónica total (THD) conforme a la norma IEEE Std 519 - 1992, la cual es la siguiente:

$$\text{THD} = \frac{\sum V_h^2}{V_{\text{fun}}^2}^{1/2} * 100 \%$$

donde :  $V_h$  valor armónica como múltiplo de la fundamental

$V_{\text{fun}}$  valor fundamental

Asimismo, los valores de cada una de las armónicas se referirán como porcentaje con respecto a la armónica fundamental.

Los resultados de las mediciones efectuadas para cada uno de los circuitos mencionados son los siguientes :

a) **SE TINTAYA SVC 138 kV**

La medición se efectuó en el circuito de medición, con los siguientes resultados:

◆ **Variaciones de tensión**

**Tabla N° 4.1**

**Resumen de Rango de Tensiones (kVrms)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Minino	132.47	130.04	133.19
Máximo	140.83	141.50	141.29
Promedio	136.78	137.47	137.31

**Nota :** Los valores limites son : Máximo 142.1 kVrms y Mínimo 133.8KVrms (+/-3%Vn = 138 kV)

◆ **Transitorios de tensión**

En la siguiente tabla, se indican los valores más altos de transitorios registrados durante el periodo de mediciones.

**Tabla 4.2**

**TRANSITORIOS DE TENSION MAS CRITICOS (Vpk)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Valor Máximo	8,373.7 Vpk	8,373.7 Vpk	7,176.7 Vpk

**Nota :** Los valores **Vpk** indican el transitorio con respecto al valor instantáneo (forma de onda de tensión).

◆ **Distorsión armónica**

Los registros de armónicas desarrollados se dividen en

**Armónicas de tensión**

El nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión obtenido indica que para condiciones de estado estable, su valor máximo no llega a superar el 2.55% (en la

fase RN), el 2.74% (en la fase SN) y el 2.76% (en la fase TN), presentados por lo general entre 11:00 horas y 16:00 horas. Dichos valores se encuentran por debajo de los límites exigidos por la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE) que es de 3.0%, para niveles mayores de 60 kV.

Además, se muestra el gráfico de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 3ra, 5ta y, 7ma armónica que provienen del SVC.

#### **Armónicas de corriente**

De las mediciones de armónicas de corriente, los resultados indican un valor máximo de 31.46% (fase R), 26.92% (fase S) y 27.84% (fase T), presentándose estos valores solo por instantes durante el periodo de Hora Punta, es decir en el momento que el SVC compensa, pero el promedio general estos valores se encuentran entre 6.1% a 6.4%.

#### ◆ **Desbalance de tensión**

Los registros de **desbalance fasorial de tensión**, indican un valor máximo de 0.46%, la cual como se observa presenta su mayor fluctuación durante las 12:00 y 16:00 horas.

#### ◆ **Variación de frecuencia**

También se han efectuado registros de variación de frecuencia, los niveles obtenidos fluctúan desde 59.76 Hz hasta 60.21 Hz.

b) **SE TINTAYA BHP 10.5 kV**

La medición se efectuó en el circuito de medición, con los siguientes resultados:

◆ **Variaciones de tensión**

Para 10500 Vrms nominal, fluctúa conforme lo indicado en la tabla siguiente :

**Tabla N° 4.3**  
**Resumen de Rango de Tensiones (Vrms)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Minimo	10 317	10 287	10 283
Máximo	10 892	10 823	10 828
Promedio	10 538	10 528	10 502

**Nota :** Los valores limites son: Máximo 11.02 kVrms y Minimo 9.98 kVrms (+/-5%Vn=10.5 kV)

◆ **Transitorios de tensión**

**Tabla 4.4**  
**TRANSITORIOS DE TENSION MAS CRITICOS (Vpk)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Valor Máximo	4108.7 Vpk	5611.9 Vpk	3206.5 Vpk

**Nota :** Los valores **Vpk** indican el transitorio con respecto al valor instantáneo (forma de onda de tensión).

◆ **Distorsión armónica**

Los registros de armónicas desarrollados se dividen en:

**Armónicas de tensión**

El nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión, indica que para condiciones de estado estable, su valor máximo no llega a superar el 1.39% (en la

fase RS), el 1.39% (en la fase ST) y el 1.39% (en la fase TR), presentados por lo general entre 14:00 horas y 15:00 horas. Dichos valores se encuentran por debajo de los límites exigidos por la Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE) que es de 8.0%, para niveles menores de 60 kV.

Además, se muestra el gráfico de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 5ta y, 7ma armónica que provienen del sistema (barra 138 kV).

#### **Armónicas de corriente**

De las mediciones de armónicas de corriente, los resultados indican un valor máximo de 21.25% (fase R), 19.92% (fase S) y 21.28% (fase T), presentándose estos valores máximos a las 14:00 horas y 07:00 horas como producto de operación de las cargas aguas abajo.

las armónicas que predominan son la 3ra, 5ta y 7ma armónicas y la tendencia indica que provienen del sistema, es decir de cargas aguas arriba.

#### ◆ **Desbalance de tensión**

Los registros de **desbalance fasorial de tensión**, que se muestra en el Anexo A, indican un valor máximo de 0.28%, la cual como se observa presenta su mayor fluctuación durante las 06:00 y 07:00 horas;

#### ◆ **Variación de frecuencia**

También se han efectuado registros de variación de frecuencia, los niveles obtenidos fluctúan desde 59.83 Hz hasta 60.23 Hz.

c) **CASA DE FUERZA – SALIDA MINA 10 kV**

La medición se efectuó en el circuito de medición, con los siguientes resultados :

◆ **Variaciones de tensión**

**Tabla N° 4.5**  
**Resumen de Rango de Tensiones (Vrms)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Minimo	10 008	10 067	10 046
Máximo	10 746	10 752	10 751
Promedio	10 462	10 502	10 480

**Nota :** Los valores limites son: Máximo 11.02 kVrms y Minimo 9.98 kVrms (+/-5%Vn=10.5 kV)

◆ **Transitorios de tensión**

**Tabla 4.6**  
**TRANSITORIOS DE TENSION MAS CRITICOS (Vpk)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Valor Máximo	668.06 Vpk	835.07 Vpk	709.74 Vpk

**Nota :** Los valores **Vpk** indican el transitorio con respecto al valor instantáneo (forma de onda de tensión)

◆ **Distorsión armónica**

Los registros de armónicas desarrollados se dividen en :

**Armónicas de tensión**

El nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión, indica que para condiciones de estado estable, su valor máximo no llega a superar el 1.46% (en la fase RS), el 1.56% (en la fase ST) y el 1.54% (en la fase TR), presentados por lo general entre 07:00 horas y 08:00 horas. Dichos valores se encuentran dentro del margen permisible por normas nacionales e internacionales (limite 5%THD)

Además, en el gráfico obtenido de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 3ra, 5ta y, 7ma.

#### **Armónicas de corriente**

De las mediciones de armónicas de corriente, los resultados indican un valor máximo de 25.12% (fase R), 22.62% (fase S) y 22.13% (fase T), presentándose estos valores máximos entre las 13:00 horas y 14:00 horas como producto de operación de las cargas aguas abajo.

Las armónicas que predominan son la 3ra, 5ta, 7ma y 11va. y la tendencia de la 3era. y 5ta. Armónicas vienen del sistema externo.

#### ◆ **Desbalance de tensión**

Los registros de **desbalance fasorial de tensión**, indican un valor máximo de 0.33%, la cual como se observa presenta su mayor fluctuación durante las 17:00 y 18:00 horas.

#### ◆ **Variación de frecuencia**

También se han efectuado registros de variación de frecuencia, los niveles obtenidos fluctúan desde 60.01 Hz hasta 60.26 Hz.



**d) SUBESTACIÓN PEMCO 10 / 4.16kV Pala 2300XP (2041)**

La medición se efectuó en el circuito de medición, con los siguientes resultados:

◆ **Variaciones de tensión**

**Tabla N° 4.7**

**Resumen de Rango de Tensiones (Vrms)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Minimo	3 774.9	3 794.4	3 787.6
Máximo	4 307.4	4 289.6	4 320.1
Promedio	4 066.5	4 073.9	4 070.5

**Nota :** Los valores límites son: Máximo 4.37 kVrms y Minimo 3.95 kVrms (+/-5%Vn=4.16 kV)

◆ **Transitorios de tensión**

**Tabla 4.8**

**TRANSITORIOS DE TENSION MAS CRITICOS (Vpk)**

	<b>RS</b>	<b>ST</b>	<b>TR</b>
Valor Máximo	3016.4 Vpk	2893.6 Vpk	3121.3 Vpk

**Nota :** Los valores **Vpk** indican el transitorio con respecto al valor instantáneo (forma de onda de tensión)

◆ **Distorsión armónica**

Los registros de armónicas desarrollados se dividen en :

**Armónicas de tensión**

El nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión, indica que para condiciones de estado estable, su valor máximo no llega a superar el 7.59% (en la

fase RS), el 5.90% (en la fase ST) y el 8.09% (en la fase TR), este valor solo se presenta en un instante en que la pala trabaja en condiciones máximas y luego de pocos segundos este valor baja al valor promedio de  $V_{th}$  que se encuentra 1.8% a 2.8%.

Además, en el gráfico de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 5ra, 7ta. y 11ava armónica que proviene de la pala 2300.

### **Armónicas de corriente**

De las mediciones de armónicas de corriente, los resultados indican un valor máximo de 65.94% (fase R), 70.90% (fase S) y 37.37% (fase T), presentándose estos valores máximos como producto de operación de las cargas en condiciones máximas por un instante.

Las armónicas que predominan son la 3ra, 5ta , 7ma y 11ava. armónicas. Las armónicas 3era. y 11ava. provienen por lo general de la carga.

#### ◆ **Desbalance de tensión**

Los registros de **desbalance fasorial de tensión**, indican un valor máximo de 0.34%, la cual como se observa presenta su mayor fluctuación durante las 17:00 y 21:00 horas.

#### ◆ **Variación de frecuencia**

También se han efectuado registros de variación de frecuencia, los niveles obtenidos fluctúan desde 59.78 Hz hasta 60.21 Hz.

En la siguiente tabla nro. 4.9 se muestra los resultados de las mediciones de las salidas de los circuitos en el tablero de la subestación Tintaya :

**TABLA 4.9**  
**SUBESTACIÓN TINTAYA – BHP**  
**MÁXIMOS VALORES REGISTRADOS**  
**EN LOS CIRCUITOS MEDIDOS**

Item	Circuitos	Desbal. Tensión (%)	Tensión			Corriente		
			VthdRS (%)	VthdST (%)	VthdTR (%)	IthdRS (%)	IthdST (%)	IthdTR (%)
1	SVC 138 KV	0.46	2.25	2.74	2.76	31.46	26.96	27.84
2	SVC 10 KV	0.34	3.39	3.96	3.83	108.5	145.5	90.76
3	SVC 10 KV - Reactor	0.48	4.16	4.46	4.41	82.78	85.14	81.87
4	SVC 10KV - Filtro	0.32	3.65	3.81	3.9	7.41	7.3	6.93
5	BHP 10 KV	0.28	1.39	1.39	1.39	21.25	19.92	21.28
6	Casa fuerza : Mina 10Kv	0.33	1.46	1.56	1.54	25.12	22.62	22.13
7	Casa fuerza : Molino 10Kv	0.22	1.03	1.01	1.09	5.42	5.4	5.15
8	S.E. Pemco 4.16Kv - Pala 2041	0.34	7.59	5.9	8.09	65.94	70.9	37.37
9	SE Switchgear 4.16 - Pala 1900	0.42	1.54	1.24	1.67	5.07	4.12	4.06

En la tabla 4.10 se muestra el resumen de máximos de los armónicos de tensiones y corrientes.

Con los resultados obtenidos en las mediciones que fueron detallados se verificará si los resultados cumplen con los permisibles exigidos tanto por Norma técnica de Calidad de Servicios eléctricos (NTCSE) como por estándares internacionales.

#### 4.1 Niveles de armónicos según la NTCSE y estándares IEEE

Los registros efectuados en la barra principal 138Kv de la S.E. Tintaya, se resumen sus valores máximos de tensiones y corrientes armónicas en las tablas 4.1.1 y 4.1.3 y a su vez estos son comparados con lo exigido por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos y los estándares internacionales IEEE.

**Tabla 4.1.1**  
**LIMITES DE TENSIONES ARMONICAS**

<b>ORDEN(n) DE LA ARMONICA O THD</b>	<b>NTCSE ANTERIOR (11-10-97) MENOR A 60KV</b>	<b>NTCSE VIGENTE (11-04-99) MENOR A 60KV</b>	<b>MÁXIMAS TENSIONES ARMONICAS (%) BARRA 138KV</b>
<b>Armónicas Impares No múltiplos de 3</b> H05 H07 H11 H13 H17 H19 H23 H25 Mayores de 25	 2.0 2.0 1.5 1.5 1.0 1.0 0.7 0.7  $<0.1+2.5/n=0.28>$	 2.0 2.0 1.5 1.5 1.0 1.0 0.7 0.7  $<0.1+2.5/n=0.28>$	 2.69 0.84 0.61 0.26 0.16 0.12 0.12 0.12  0.10
<b>Armónicas Impares múltiplos de 3</b> H03 H09 H15 H21  Mayores de 21	 1.5 1.0 0.3 0.2  0.2	 1.5 1.0 0.3 0.2  0.2	 1.11 0.33 0.17 0.11  0.12
<b>Pares</b> H02 H04 H06 H08 H10 H12  Mayores de 12	 1.5 1.0 0.5 0.2 0.2 0.2  0.2	 1.5 1.0 0.5 0.2 0.2 0.2  0.2	 0.31 0.25 0.13 0.12 0.11 0.09  0.12
<b>THD</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.75</b>

**Nota :** Los valores casi todos se encuentran dentro de los límites exigidos por la NTCSE. El valor en negrita excede ligeramente el valor límite exigido por la NTCSE.

De la tabla 4.1.1 se observa que casi todos los valores máximos registrados de tensión se encuentran dentro del rango exigido por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos.

Para los suministros principales de energía de igual modo se resumen sus valores máximos de tensiones y corrientes armónicas en las tablas 4.1.2 y 4.1.3 y a su vez estos son comparados con lo exigido por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos y los estándares internacionales IEEE.

**Tabla 4.1.2**  
**LIMITES DE TENSIONES ARMONICAS**

ORDEN(n) DE LA ARMONICA O THD	NTCSE ANTERIOR (11-10-97) MENOR A 60KV	NTCSE VIGENTE (11-04-99) MENOR A 60KV	MÁXIMAS	TENSIONES
			ARMONICAS	(%)
			SE TINTAYA BHP-10KV	CASA FZA. MINA-10KV
Armónicas Impares No múltiplos de 3				
H05	6.0	6.0	1.28	1.48
H07	5.0	5.0	0.54	0.59
H11	3.5	3.5	0.27	0.28
H13	3.0	3.0	0.34	0.40
H17	2.0	2.0	0.22	0.09
H19	1.5	1.5	0.17	0.18
H23	1.5	1.5	0.28	0.15
H25	1.5	1.5	0.19	0.04
Mayores de 25	$<0.2+2.5/n=0.28>$	$<0.2+12.5/n=0.63>$	0.24	0.11
Armónicas Impares múltiplos de 3				
H03	5.0	5.0	0.40	0.48
H09	1.5	1.5	0.22	0.09
H15	0.3	0.3	0.19	0.04
H21	0.2	0.2	0.23	0.04
Mayores de 21	0.2	0.2	0.23	0.08
Pares				
H02	2.0	2.0	0.27	0.31
H04	1.0	1.0	0.16	0.12
H06	0.5	0.5	0.16	0.08
H08	0.5	0.5	0.15	0.06
H10	0.5	0.5	0.19	0.07
H12	0.2	0.2	0.17	0.06
Mayores de 12	0.2	0.2	0.21	0.09
THD	5.0	8.0	1.83	1.58

**Nota :** Los valores para SE. Tintaya en 10Kv se encuentran dentro de los límites exigidos por la NTCSE. Los valores para la salida hacia mina desde Casa de Fuerza en 10Kv, no son contemplados por la NTCSE pero se muestran para efectos de comparación con respecto a los valores registrados en los puntos de medición.

De la tabla 4.1.2 se observa que casi todos los valores máximos registrados de tensión se encuentran dentro del rango exigido por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos.

En la tabla 4.1.3 se indica los niveles de corrientes armónicas permisibles por la IEEE para un nivel de corriente de corto circuito del sistema menor de 2.53KA en 138000 Voltios y 25KA en 10000 Voltios.

**Tabla 4.1.3**  
**LIMITES DE TENSIONES ARMONICAS**

	<b>MÁXIMAS DE CORRIENTES ARMONICAS (%)</b>				
<b>IEEE Std 519</b>	<b>h &lt; 11</b>	<b>11 ≤ h &lt; 17</b>	<b>17 ≤ h &lt; 23</b>	<b>23 ≤ h &lt; 35</b>	<b>35 ≤ h</b>
<b>Suministro SVC-138Kv</b>	5.07	1.42	0.71	0.47	0.34
	5 <sup>ma</sup> - I <sub>s</sub>	11 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>	17 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>	23 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>	43 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>
<b>IEEE Std 519</b>	<b>h &lt; 11</b>	<b>11 ≤ h &lt; 17</b>	<b>17 ≤ h &lt; 23</b>	<b>23 ≤ h &lt; 35</b>	<b>35 ≤ h</b>
	15	7.0	6.0	2.5	1.4
<b>SE Tintaya BHP - 10kv</b>	0.70	0.37	0.40	0.40	0.20
	5 <sup>ma</sup> - I <sub>t</sub>	11 <sup>º</sup> - I <sub>t</sub>	17 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	23 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	35 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>
<b>Casa fuerza Mina 10 Kv</b>	1.65	0.95	0.09	0.09	0.40
	5 <sup>ma</sup> - I <sub>t</sub>	11 <sup>º</sup> - I <sub>t</sub>	17 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	23 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	35 <sup>º</sup> - I <sub>r</sub>
<b>SE Pemco Pala 2300 4.16 Kv</b>	14.39	2.54	1.35	0.94	0.53
	2 <sup>ma</sup> - I <sub>s</sub>	11 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	17 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	23 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>	35 <sup>º</sup> - I <sub>s</sub>

**Nota :** I<sub>r</sub>, I<sub>s</sub>, I<sub>t</sub> corrientes armónicas máximas en la fase R, s y T respectivamente. Los valores de cortocircuito según anteriores estudios proporcionados por BHP. Los valores se encuentran dentro de los límites exigidos por estándares internacionales.

## 5. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- Las mediciones de armónicas en la SE Tintaya en el SVC 138KV, indican que casi todos los valores máximos individuales de tensión y corriente se encuentran dentro de los rangos permisibles tanto por la Norma Técnica de Calidad de Servicios eléctricos como por los estándares internacionales IEEE.

Además, se muestra el gráfico de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 3era., 5ta. Y 7ma. Armónica y la tendencia de direccionalidad indica que provienen del SVC.

- Las mediciones de armónicas en la SE Tintaya en el suministro principal de BHP lado 10Kv, indican que los niveles de distorsión Armónica total (THD) para tensión y corriente son bajos así mismo los valores individuales de tensión y corriente se encuentran dentro de los rangos permisibles tanto por la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos como por lo estándares internacionales IEEE.

Además, se muestra el gráfico de la distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 3era., 5ta. y 7ma. Armónica y la tendencia en horas fuera de punta la direccionalidad indica que provienen del sistema SE Tintaya, mientras en horas punta la 7ma. Armónica viene de las cargas aguas abajo, pero en valores no significativos.

- De los resultados obtenidos en la casa de fuerza, salida a mina 10Kv se muestra que el nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión indica que para condiciones de estado estable, su valor máximo no llega a superar el 1.46% (en fase RS), el 1.54% (en la fase TR), presentados por lo general entre 7:00 horas y 8:00 horas.

Dichos además, se muestran en el gráfico de distribución armónica individual de tensión, en donde se observa una clara presencia de 3era. 5ta. y 7ma. Proviene del sistema externo.

Con respecto a los resultados de THD de corriente indican un valor máximo de 25.12% (fase R), 22.62% (fase S) y 22.13% (fase T), presentándose estos valores máximos entre las 13:00 horas y 14:00 horas como producto de operación de las cargas aguas abajo.

- De los resultados obtenidos en la SE Pemco 4.16Kv que alimenta a la Pala 2300 (2041) el nivel de distorsión armónica total (THD) de tensión, indica que su valor máximo no llega a superar el 7.59% (en la fase RS), el 5.90% (en la fase T) y el 8.09%



(en la fase TR), este valor solo se presenta en un instante en que la pala trabaja en condiciones máximas y luego de pocos segundos este valor baja al valor promedio de  $V_{thd}$  que se encuentra de 1.8% a 2.8%

- De las mediciones de armónicas de corriente, los resultados indican un valor máximo de 65.94% (fase R), 70.90% (fase S) y 37.37% (fase T), presentándose estos valores máximos como producto de operación de las cargas en condiciones máximas por un instante.

Las armónicas que predominan son la 3era. 5ta. 7ma. Y 11ava. Armónicas.

Las armónicas 3era.y 11ava. Proviene por lo general de la carga.

- Los valores máximos registrados en la SE Pemco se han presentado en horas fuera de punta dado que en horas punta por las condiciones de operación es que el SVC compensa en forma capacitiva y entra en paralelo el filtro de 5ta. armónica que tiene el efecto de restar las armónicas que se verían amplificadas por la compensación reactiva, estos se muestran en los gráficos correspondientes registrados en los circuitos del SVC 10Kv.
- Es importante resaltar que la operación de los grupos de generación de la casa de fuerza y la operación de los motores síncronos de los molinos elevan el nivel cortocircuito en el punto actual en la cual se alimenta la SE Pemco.
- El desbalance vectorial de tensión en circuitos medidos indican valores que no superan el 0.46%
- En los gráficos mostrados podemos apreciar las direcciones de las armónicas con la potencia armónica cuyo resultado indica hacia arriba que la armónica proviene del sistema y si es hacia abajo es generada por las cargas aguas abajo.

Las recomendaciones que se pueden dar como resultado de las mediciones efectuadas son las siguientes

- Se debe realizar mediciones cuando cambia la topología de la red, es decir cuando toda energía sea suministrada por el sistema de transmisión, porque los niveles de cortocircuito no necesariamente permanecerán, dado que la Distorsión Armónica total (THD) de tensión tiene una relación directa con el nivel de cortocircuito.
- Dado que la subestación Pemco es móvil y se alimenta de la línea de media tensión mas cercana, se debe tener cuidado con la caída de tensión en el punto que alimentará a la

Pemco por lo que se recomienda se debe contar con equipos de medición que proporcionen esta información.

- Por el gran potencial de crecimiento de la mina BHP, que en el futuro se irá instalando cargas no lineales (rectificadores) para sus procesos de lixiviación, speed drivers, convertidores de AC/DC, etc.) por lo tanto el gran potencial de problemas por efectos de armónicas en el sistema eléctrico, por lo tanto es recomendable que BHP considere adecuado la adquisición de analizadores de calidad de energía que le permita desarrollar registros en condiciones críticas. La adquisición de un analizador de calidad de energía, les permitirá realizar diferentes mediciones entre ellas armónicas, disturbios de tensión de corta duración y transitorios, así como determinar en que nivel de corrientes armónicas en cualquier punto del sistema eléctrico.
- Si bien es cierto que las armónicas son disturbios de estado estable y que se deben a cargas no lineales, también se ven influenciadas por las condiciones operativas de la red y de la propia mina Tintaya, por lo tanto se recomienda desarrollar registros de calidad de energía por un tiempo mayor.

## **ANEXO C**

### **OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RECHAZO DE CARGA**

#### **AUTOMATICO**

# **ANEXO C**

## **OPERACIÓN DEL SISTEMA DE RECHAZO DE CARGA**

### **AUTOMATICO**

#### **INDICE**

1. NORMA TÉCNICA DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL DE LOS SISTEMAS INTERCONECTADOS (RESUMEN).
  - 1.1 OBJETIVOS
  - 1.2 ALCANCES
  - 1.3 ALGUNAS NORMAS REGLAMENTARIAS DE LA OPERACIÓN EN TIEMPO REAL
    - 1.3.1 INFORMACION DEL COORDINADOR
    - 1.3.2 REGULACION DE LA TENSION
    - 1.3.3 REGULACION DE FRECUENCIA
    - 1.3.4 RECHAZOS AUTOMÁTICOS DE CARGA
  - 1.4 DISPOSICIONES TRANSITORIAS
  - 1.5 DEFINICIONES
2. MODIFICACIÓN DE LA NORMA TECNICA DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL
3. RESULTADOS ESTUDIO DE RECHAZO DE CARGA AUTOMATICA SUMINISTRADO POR EL GENERADOR
  - CUADRO No. 1 : SISTEMA INTERCONECTADO SUR.
  - CUADRO No. 2 : SISTEMA ELECTRICO INTERCONECTADO NACIONAL.
  - CUADRO No. 3 : IMPLEMENTADO POR BHP TINTAYA S.A.

# **1. NORMA TÉCNICA DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL DE LOS SISTEMAS INTERCONECTADOS (RESUMEN).**

## **1.1 Objetivos**

La presente norma tiene como objetivo establecer obligaciones para los integrantes de un sistema interconectado y para el coordinador de la operación del sistema, con relación a los procedimientos de operación en tiempo real del sistema. Fecha de publicación 29/Nov/1999.

## **1.2 Alcances**

Los alcances de la presente norma son los siguientes

- a) Establecer los criterios y procedimientos que se deben seguir para la operación en tiempo real de los sistemas eléctricos interconectados.
- b) Establecer las obligaciones de los integrantes de un sistema interconectado relacionadas con la operación de sus instalaciones y con la información necesaria para realizar la coordinación, supervisión y control del sistema, la que debe ser transferida al Coordinador de la Operación del Sistema a la dirección de operaciones del COES (DOCOES) y/o a otros integrantes incluyendo su forma y oportunidad de entrega.
- c) Establecer las obligaciones del coordinador de la operación del sistema relacionadas con la operación del sistema y con la información que debe transferir a los integrantes y a los organismos normativos, fiscalizadores y reguladores del sector incluyendo su forma y oportunidad de entrega.

## **1.3 Algunas Normas Reglamentarias de la Operación en Tiempo Real**

### **1.3.1 Información del Coordinador**

El coordinador dará acceso a la DOCOES y a los integrantes del sistema, la siguiente información

- a) El despacho real de las unidades de generación, potencia activa y reactiva
- b) Los costos marginales, Costos diarios de operación / racionamiento del sistema
- c) Las perturbaciones ocurridas
- d) Las horas de salida y reconexión de equipos por mantenimiento / falla.

- e) Las horas de orden de arranque / parada y las de ingreso / salida de unidades.
- f) Las disposiciones de reprogramación de la operación del sistema
- g) Las disposiciones de regulación de tensión, frecuencia, etc.
- h) El registro de la frecuencia
- i) Otra información técnica adicional que sea requerida por el COES.

Cuando se produzca un hecho que origine interrupciones de suministro a más del cinco por ciento (5%) de la demanda del sistema, el coordinador elevará un informe preliminar sobre su ocurrencia al Ministerio de Energía y Minas a la dirección y al Osinerg, con copia a la DOCOES dentro de las 02 horas de ocurrido. Este informe será ampliado y sustentado ante dichos organismos por el COES dentro de las cuarenta y ocho (48) horas de producido el evento.

### **1.3.2 Regulación de la tensión**

Todos los integrantes del sistema están obligados a proveer los equipos necesarios para la supervisión de los niveles de tensión en sus respectivas instalaciones.

Los niveles de tensión en las barras de los sistemas de distribución serán regulados directamente por sus titulares.

Los integrantes del sistema están obligados a suministrar la potencia reactiva inductiva o capacitiva solicitada por el coordinador, hasta los límites de capacidad de sus equipos, para mantener los niveles adecuados de tensión.

El coordinador es responsable de supervisar y controlar los niveles de tensión en las barras del sistema de transmisión. En el estado normal la tensión de las barras de carga se mantiene dentro del +/- 2.5% de su tensión de operación

El COES establecerá las tensiones de operación a ser controladas en las barras de los sistemas de transmisión sobre la base de estudios especializados. Estas tensiones no deben exceder los rangos de operación especificados para el estado normal.

El COES mediante un estudio establecerá las prioridades y los procedimientos para reducir o elevar manualmente las tensiones de barra.

El coordinador puede disponer la puesta en servicio de las unidades de reserva no-sincronizada para elevar la tensión de una barra de carga, cuando esta es inferior al 97.5% de su tensión de operación y disponer el rechazo de carga para elevar tensiones cuando las barras de carga operan a tensiones inferiores al uso de su tensión de operación.

Tratándose de una barra de entrega, la tensión se ajusta a las tolerancias especificadas en la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos.

### **1.3.3 Regulación de la Frecuencia**

Los titulares de generación son responsables por la regulación de frecuencia del sistema bajo las directivas del coordinador.

Las unidades asignadas a la regulación primaria y secundaria de frecuencia operan de acuerdo a los procedimientos establecidos por el COES a los cuales se sujetan las disposiciones del coordinador.

De contarse con un sistema de control automático de generación, este efectúa la regulación secundaria de frecuencia.

La frecuencia del sistema se ajusta a las tolerancias especificadas en la norma técnica de calidad de los servicios eléctricos, para los indicadores:

- a) Variaciones sostenidas de frecuencia
- b) Variaciones súbitas de frecuencia
- c) Integral de variaciones diarias de frecuencia

Si las variaciones sostenidas de frecuencia exceden tolerancias en un momento dado, el coordinador dispondrá inmediatamente las medidas correctivas necesarias para mantener la frecuencia dentro de la tolerancia.

Si el error acumulado de frecuencia, en un momento determinado del día excede las tolerancias especificadas para la integral de variaciones diarias de frecuencia, el coordinador establecerá una estrategia de recuperación y la implementará. En ningún caso la frecuencia de

recuperación establecidas como parte de esta estrategia, determinarán que las tolerancias para los otros indicadores sean excedidas.

El coordinador registrará, adicionalmente, la integral de variaciones de frecuencia semanales, mensuales y anuales.

#### **1.3.4 Rechazos Automáticos de Carga**

El COES encargará o efectuará anualmente los estudios necesarios para pre-establecer los esquemas de rechazo automático de carga para hacer frente a situaciones de inestabilidad en el sistema. Estos esquemas de rechazo de carga **son de cumplimiento obligatorio** y son comunicados a todos los integrantes del sistema antes del 30 de setiembre de cada año y estos los implantarán antes del 31 de diciembre del mismo año.

El COES definirá mediante un estudio los esquemas de rechazo de carga para evitar inestabilidad angular y/o de tensión, dicho estudio tomará en cuenta por lo menos los siguientes criterios:

- a) Niveles máximo y mínimo de frecuencia
- b) Valores máximos y mínimos de tensión
- c) Etapas de desconexión automática y temporizaciones
- d) Priorización de desconexión de cargas
- e) Porcentaje de carga de cada titular incluido en los esquemas de rechazo de carga
- f) Segmentación del sistema en áreas de operación aislada
- g) Características del equipamiento a ser utilizado.

Los titulares de generación y distribución priorizarán la demanda de sus clientes según el porcentaje de participación que les corresponda.

#### **1.4 Disposiciones Transitorias**

Los integrantes del sistema y la DOCOES adecuarán sus sistemas de comunicación y control a lo establecido por la Norma, en un plazo de veinticuatro (24) meses de su publicación. Durante este plazo aquella información requerida por el coordinador deberá ser reportada por vía electrónica o teléfono.

Los integrantes del sistema nombrarán a los jefes de sus respectivos centros de control, ante el coordinador en un plazo de 45 días de publicada la Norma.



Los criterios iniciales para el esquema de rechazo de carga serán los siguientes : Durante los períodos de inestabilidad se evitará en lo posible que la frecuencia descienda de 58.5 Hz.

El nivel mínimo de frecuencia para el sistema lo determina la capacidad y características técnicas de las unidades térmicas y se fija por debajo de los 58Hz.

El nivel máximo de frecuencia para el sistema es de 63 Hz.

La desconexión de unidades es instantánea solo para frecuencias inferiores al nivel mínimo fijado (58Hz) y para frecuencias superiores al nivel máximo fijado (63Hz).

La desconexión de unidades es automática pero temporizada si la frecuencia permanece, por un período superior a los quince (15) segundos, entre el nivel mínimo fijado y los 58.5Hz o entre los 62Hz y el nivel máximo fijado.

Se evitará en lo posible que los rechazos automáticos de carga originen sobrefrecuencias.

En los esquemas de rechazo automático por mínima frecuencia, se incluirá hasta el **60%** de las cargas de un titular de generación, en orden descendente de prioridad. El titular establecerá la prioridad de sus cargas, de no hacerlo, la DOCOES lo hará.

El sistema puede segmentarse y conformarse en diferentes áreas que operen aisladamente.

Se puede considerar la utilización de relés de mínima frecuencia, derivada de frecuencia, mínima tensión, máxima tensión e inversión de potencia, con temporización.

Los titulares de generación priorizarán la demanda de sus clientes.

Se comunicará a los clientes y a la DOCOES la prioridad asignada por circuito.

## **1.5 Definiciones**

**Area :** Se refiere a una sección del sistema interconectado compuesta por centros de generación, redes de transmisión y/o redes de distribución que puede separarse del resto del sistema y operar aisladamente.

**DOCOES :** Es la Dirección de Operaciones del Comité de Operación Económica del Sistema (COES).

**Estado de Operación :** Se refiere a cualquiera de las cuatro condiciones en las que, para efectos de esta Norma puede clasificarse la operación de un sistema en un momento determinado : Alerta, Emergencia y recuperación.

**Estado normal :** Se refiere a la condición estacionaria del sistema en la que existe un balance de potencia activa y un balance de potencia reactiva, los equipos de la red eléctrica operan sin sobrecarga y el sistema opera dentro de los márgenes de tolerancia permitidos para la frecuencia y tensión.

**Estado de Alerta :** Se refiere al estado en que el sistema opera estacionariamente, manteniendo el balance de potencia activa y reactiva, pero las condiciones del sistema son tales que, de no tomarse acciones correctivas en el corto plazo, los equipos y/o instalaciones operarán con sobrecarga y las variables de control saldrán de los márgenes de tolerancia. Al verificarse una transición al estado de alerta, al coordinador y los integrantes del sistema deben realizar las coordinaciones y maniobras necesarias para que el sistema pueda recuperar su estado normal de manera urgente.

**Estado de emergencia :** Se refiere a la condición en la que por haberse producido una perturbación en el sistema, la frecuencia y tensiones se apartan de valores normales y la dinámica que ha adquirido el sistema amenaza su integridad, haciéndose necesario tomar medidas de emergencia como rechazar carga o desconectar generación en forma significativa. En este estado se suceden acciones automáticas de protección y de rechazo de carga para aislar los elementos o porciones falladas del sistema y estabilizarlo.

**Estado de recuperación :** Se refiere a la condición en la que, concluido el estado de emergencia, el sistema ha quedado en estado estacionario pero con restricciones significativas de suministro. Se llevan a cabo coordinaciones y maniobras de reconexión de generación y carga para reestablecer el estado normal del sistema.

**Integrante del Sistema** Para efectos de esta norma, se refiere al titular de generación que opera conectado eléctricamente al sistema (tenga o no representación en el directorio del COES), titular de redes de transmisión titular de redes de distribución y los clientes libres, todos vinculados al sistema interconectado. El término redes de transmisión incluye líneas pertenecientes al

sistema principal o secundario que sean de propiedad de empresas de generación, transmisión distribución y/o clientes libres.

**Generación mínima técnica :** Se refiere a la potencia mínima que puede generar una unidad en condiciones de operación normal.

**Mantenimiento Programado :** Se refiere al mantenimiento de un equipo determinado aprobado por el COES y considerado en los programas de operación del sistema.

**Operación en tiempo real :** Se refiere a las tareas de coordinación, control, monitoreo y supervisión de la operación de un sistema interconectado e incluye entre otras tareas, la ejecución del programa de operación de corto plazo o de su reprogramación, la supervisión y control del suministro de electricidad a las empresas distribuidoras y a los clientes libres, en resguardo de la calidad del servicio y seguridad del sistema, la operación del sistema fuera de la programación en los estados de alerta y emergencia y/o mientras nos e disponga de programas actualizados, y la ejecución de las maniobras necesarias que permitan mantener el sistema con los parámetros eléctricos dentro de las tolerancias especificadas por la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.

**Perturbación :** Se refiere a cualquier evento que altere el balance de potencia activa o reactiva del sistema.

**Regulación primaria de frecuencia** Se refiere a la acción automática e inmediata de los reguladores de velocidad de los grupos generadores. Tiene como objeto absorber los desequilibrios entre la oferta y demanda del sistema para tratar de mantener la frecuencia en un nivel o rango determinado.

**Regulación secundaria de frecuencia :** Se refiere a la acción automática o manual sobre el regulador de velocidad de un grupo generador, que complementa la acción de la regulación primaria de frecuencia. Tiene como objeto equilibrar la oferta y la demanda, manteniendo el valor de frecuencia dentro de límites permisibles, mientras se recupera la reserva rotante de las unidades que participan de la regulación primaria de frecuencia, mientras se recupera carga y/o mientras se reasignan de manera optima los recursos de generación para satisfacer la demanda.

**Reprogramación de la operación del sistema :** Se refiere a la reformulación del programa de operación diario. La efectúa la DOCOES de iniciativa propia o a requerimiento del coordinador.

**Reserva rotante :** Se refiere a la diferencia entre la sumatoria de las capacidades disponibles de las unidades sincronizadas al sistema y la sumatoria de sus potencias entregadas al sistema, ambas en un momento dado.

**Reserva no-sincronizada** Se refiere a la capacidad de las unidades disponibles para entrar en servicio a requerimiento del coordinador.

**Salida Forzada :** Se refiere a la desconexión intempestiva de un equipo por falla, defecto o como consecuencia de la falla de cualquier otro elemento del sistema.

**Sistema interconectado :** Se refiere a los sistemas de generación, transmisión y distribución vinculados eléctricamente, cuya operación debe realizarse en forma coordinada.

**Sistema de generación** Se refiere al conjunto de instalaciones civiles y eléctricas destinadas a la producción de electricidad.

**Sistema de transmisión :** Se refiere al conjunto de líneas eléctricas con tensiones nominales superiores a 35 Kv, subestaciones y equipos asociados, destinados al transporte de energía eléctrica.

## **2. MODIFICACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA DE OPERACIÓN EN TIEMPO REAL**

Referida a los plazos de aplicación se resolvió adelantar su implantación de fecha 31 de diciembre del 2000 al 31 de julio del 2000 y su cumplimiento es obligatorio.

## **3. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE RECHAZO DE CARGA AUTOMÁTICA SUMINISTRADO POR EL GENERADOR**

- Cuadro No. 1 : Sistema Interconectado Sur.
- Cuadro No. 2 : Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.
- Cuadro No. 3 : Implementado por BHP Tintaya S.A.

## CUADRO DE PRIORIDADES Y CALIBRACIONES DE RELES DE FRECUENCIA DEL SIS

NRO. ETAPA	DESCRIPCION	POTENCIA A RECHAZAR MW	RELE DE GRADIENTE DE FRECUENCIA			RELE DE FRECUENCIA FIJA	
			FA	GF	TA	FB	TB
1	ZONA MINA CB 20 Y CELDA CHABUCA SUR CB21 EN 10KV	3.60	59.25	-1.5	0.000	59.50	0.20
5	CHANCADORA SECUNDARIA Y TERCIARIA - CB6 EN 4.16 KV	2.06	59.25	-1.5	0.000	59.25	0.30
6	CAMPAMENTOS 1, 2, Y 3 - CB2 Y CB14 EN 10KV	1.85	58.70	-2.5	0.000	58.75	0.50
7	DESEMBRAGUE MOTOR MOLINO 3 - ARRANCADOR 4.16KV	2.69	58.70	-3.0	0.000	58.75	1.50
8	CHANCADORA PRIMARIA - CB7 EN 4.16KV Y RIO SALADO	2.19	58.7	-3.5	0	58.75	1.70
<b>POTENCIA A RECHAZAR MW</b>		<b>12.39</b>					

**ORDEN DE PRIORIDADES DEL RECHAZO DE CARGA AUTOMATICO 2001**

**GENERADOR : SAN GABAN S.A.**  
**CLIENTE : BHP TINTAYA S.A.**  
**MAXIMA DEMANDA (MD) : 20 MW**  
**POTENCIA A RECHAZAR : 60%MD = 12.00 MW**

ORDEN DE PRIOR.	DESCRIPCION	NIVEL TENSION KV	INTERRUPTORES DE POTENCIA A ABRIR POR RELE DE FRECUENCIA		POTENCIA APROX. A RECHAZAR MW	TOTAL MW (APROX.)	AJUSTE RELES GRADIENTE DE FRECUENCIA			AJUSTE DE RELES FRECUENCIA - TIEMPO	
			LADO 4.16KV	LADO 10KV			(Hz)	(Hz/seg)	(seg)	(Hz)	(seg)
1	MINA	10.00				3.60	----	----	----	59.20	0.00
	SUBESTACION TAJO TINTAYA				1.20						
	SUBESTACION CHABUCA SUR				2.40						
	Subtotal				3.60						
2	CENTRO CONTROL DE MOTORES MCC-32-1	4.16	CB-6			5.66	59.35	-1.00	0.12	58.90	0.60
	MOTOR CHANCADORA SECUNDARIA				0.29						
	MOTOR CHANCADORA TERCIARIA I				0.29						
	MOTOR CHANCADORA TERCIARIA II				0.29						
	TRANSFORMADOR TF-32-1				0.60						
	TRANSFORMADOR TF-32-2				0.60						
Subtotal		2.06									
3	CAMPAMENTOS 1, 2 Y 3	10.00	CB-2	CB-14	1.85	7.51	59.20	-1.70	0.05	58.80	0.50
	Subtotal				1.85						
4	DESEMBRAGUE MOLINO 3	4.16	EMBRAGUE		2.69	10.20	58.90	-1.60	0.05	58.70	0.60
	Subtotal			2.69							
5	CENTRO CONTROL DE MOTORES MCC-31-1	4.16	CB7		0.34	12.38	58.80	-3.30	0.05	58.60	1.00
	MOTOR CHANCADORA PRIMARIA				0.85						
	TRANSFORMADOR TF-31-1				1.19						
	RIO SALADO	10.00	CB-1	CB-13	1.00						
	Subtotal				2.19						

NOTA : EL VALOR DE POTENCIA TOTAL A RECHAZAR SERA DE APROXIMADAMENTE 12.38 MW, UN TANTO MAYOR A LO SOLICITADO QUE EQUIVALE A 12.00 MW

## **ANEXO D**

**DETALLES TECNICOS PARA LAS PRUEBAS DE CAMPO**

**DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

## **ANEXO D**

### **DETALLES TECNICOS PARA LAS PRUEBAS DE CAMPO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA**

#### **INDICE**

1. GENERALIDADES
2. REGISTROS
3. REVISIONES FISICAS
  - 3.1 BASE
  - 3.2 DAÑOS
  - 3.3 CONEXION A TIERRA
  - 3.4 RELES DE TEMPERATURA
  - 3.5 TRANSFORMADORES LLENOS DE ACEITE
  - 3.6 TRANSFORMADORES QUE TENGAN TANQUES  
CONSERVADORES DE ACEITE
  - 3.7 TRANSFORMADORES DE TIPO SELLADO
  - 3.8 RADIADORES SEPARADOS
  - 3.9 CUBA DE TRANSFORMADORES PARA USO EXTERIOR
  - 3.10 CUBA DE TRANSFORMADORES EN INTERIORES
4. PRUEBAS DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO
  - 4.1 AISLAR CABLES EN B.T. Y A.T.
  - 4.2 PRUEBA DE AISLAMIENTO
  - 4.3 PRUEBA DE ABSORCION
  - 4.4 PRUEBA DE PRESION
  - 4.5 PRUEBA DE ACEITE



- 4.6 PRUEBA DE POLARIDAD Y RELACION
- 4.7 MEDICION DE LA RESISTENCIA
- 5. TERMINALES
- 6. EQUIPOS AUXILIARES
  - 6.1 CAMBIADOR DE TAP
  - 6.2 VENTILADORES DE ENFRIAMIENTO
- 7. PUESTA EN SERVICIO, OPERACION Y MANTENIMIENTO
  - 7.1 CONTROLES DE MONTAJE
  - 7.2 CONTROLES ELECTRICOS
    - 7.2.1 DISPOSITIVOS DE PROTECCION
    - 7.2.2 MEDIDA DE LA RELACION DE TRANSFORMACION
    - 7.2.3 MEDIDA DE LA RESISTENCIA DE DEVANADOS
    - 7.2.4 CONTROL DEL ORDEN DE LAS FASES
    - 7.2.5 PRUEBAS DE ACEITE
  - 7.3 OPERACION
  - 7.4 MANTENIMIENTO
  - 7.5 DETALLES GENERALES
    - 7.5.1 INSTALACION
    - 7.5.2 RADIADORES
    - 7.5.3 AISLADORES
    - 7.5.4 TANQUE CONSERVADOR DE ACEITE
    - 7.5.5 LLENADO DE ACEITE
    - 7.5.6 PURGA DE AIRE
    - 7.5.7 PAUTAS ANTES DE ENERGIZAR EL TRANSFORMADOR.
    - 7.5.8 PUESTA A TIERRA DEL TANQUE
- 8. ACEITE DIELECTRICO
  - 8.1 PRESCRIPCIONES DE ACEITE
  - 8.2 ENSAYOS EN ACEITE
    - a) TOMA DE MUESTRAS
    - b) RIGIDEZ DIELECTRICA

c) PRUEBAS DE LABORATORIO

d) SILICAGEL

9.0 TABLAS DE DATOS, DE INSPECCION Y PRUEBAS

10.0 ANALISIS DE ACEITE Y LLENADO CON EQUIPO DE  
TERMOVACIO

## **1. Generalidades**

Los siguientes requisitos delimitan las revisiones y las pruebas que deben llevarse a cabo en los transformadores del tipo, sumergidos en aceite y secos, después de su instalación en el campo.

Están cubiertos por estos procedimientos de puesta en funcionamiento, los transformadores usados para la distribución de energía en un rango de hasta 20MVA. Para transformadores de propósito especial y las unidades mayores de 20MVA, las pruebas y revisiones de puesta en funcionamiento que se requieran, serán determinadas por el Fabricante e Ingeniero supervisor.

## **2. Registros**

Los procedimientos y detalles de las placas de identificación, más los resultados de todas las pruebas, deben quedar registrados en las Hojas de Reporte de Pruebas de Transformadores.

## **3. Revisiones Físicas**

### **3.1 Base**

Revise que el transformador esté bien asegurado en una base nivelada. Cuando se ajustan ruedas al transformador, asegúrese de que estén adecuadamente aseguradas.

### **3.2 Daños**

Revise los signos de daños, deterioro, oxidación o corrosión, en el cuerpo del transformador, las partes auxiliares, los cojinetes y las conexiones.

En las unidades de tipo seco, revise que no hayan daños ni rajaduras en las bobinas, en el aislamiento de las bobinas, ni en las guías de conexión.

### **3.3 Conexión a tierra**

Revise que la conexión a tierra haya sido instalada para conectar el tanque o marco del transformador a la barra o el sistema principal de conexión a tierra. Tome nota de que para las instalaciones de transformadores en exteriores, los electrodos de conexión a tierra de la subestación están normalmente colocados dentro de la caja del transformador.

### 3.4 Relés de Temperatura (Cuando sea aplicable)

Cuando se han colocado relays de temperatura, revise la instalación correcta de la sonda de temperatura, que esta haya sido correctamente instalada en el transformador.

En las unidades llenas con aceite, la sonda de temperatura del aceite debe estar instalada en un bolsillo de temperatura lleno de aceite, en la parte superior del tanque del transformador.

En todos los relays de temperatura, revise que los contactos de alarma y desconexión estén ajustados a los niveles adecuados, como se indica en la Tabla A.

Para los transformadores de tipo seco, la sonda de temperatura de la resistencia térmica debe estar colocada en un bolsillo de las bobinas, cerca de la parte superior del núcleo del transformador.

Los relays de temperatura de la bobina funcionan mediante un calentador separado, que se abastece de un transformador de corriente de la bobina del transformador principal.

**Tabla A**

#### **Niveles de Alarma y Desconexión de los Relays de Temperatura**

<b>Tipo de Transformador</b>	<b>Temperatura de la Bobina</b>		<b>Temperatura del Núcleo de Aceite</b>	
	<b>Nivel de Alarma</b>	<b>Nivel de Desconexión</b>	<b>Nivel de Alarma</b>	<b>Nivel de Desconexión</b>
Lleno de aceite - Clase A	95°C	105°C	90°C	100°C
Tipo Seco - Clase B	110°C	120°C	110°C	120°C
Tipo Seco - Clase F	155°C	165°C	155°C	165°C

### **3.5 Transformadores llenos de Aceite**

En los transformadores llenos de aceite, revise que no hayan filtraciones en el tanque principal, los radiadores, el conservador, las tuberías, las válvulas, ni los cojinetes.

Revise que el nivel de aceite esté correcto en relación a la temperatura que indica el relay de temperatura. Cuando se requiere usar aceite en la parte superior, debe probarse la rigidez dieléctrica, según la Cláusula 4.5, antes de añadirlo al transformador.

### **3.6 Transformadores que tengan tanques conservadores de aceite**

Cuando se instala un conservador a un transformador en aceite, revise que las válvulas entre el tanque principal y el conservador estén abiertas y que el relay Buchholz esté lleno de aceite. Purgue el aire atrapado en el relay Buchholz si es necesario.

Revise que el respiradero del gel de sílicagel esté desempaqueado y que esté lleno de cristales secos (de color azul). Llene el filtro de ingreso del respiradero de gel de sílice con aceite, hasta el nivel correcto (Leer Item 6.2.4).

Revise que el ventilador de explosión esté desempaqueado y que se le haya ajustado una membrana delgada.

### **3.7 Transformadores de tipo sellado**

En los transformadores de tipo cerrado, revise que el colchón de nitrógeno que está sobre el aceite, tenga la presión correcta a la temperatura ambiente y que no gotee. Refiérase a los datos que sobre el transformador proporciona el fabricante, para verificar la relación correcta entre la presión y la temperatura.

Como orientación, la lectura de presión que se espera debe ser igual a la presión normal del aire a 10°C y debe indicar entre 7 a 10 kPa de aumento positivo en la presión, para un termómetro de 20°C.

### **3.8 Radiadores separados**

Cuando se tenga radiadores separados, revise que las válvulas entre el tanque principal y el radiador estén abiertas y que cada radiador esté lleno de aceite.

### **3.9 Cuba de transformadores para uso exterior**

Para la instalación de transformadores en exteriores, revise que la construcción de la cuba o caja metálica esté completa, incluyendo :

- Chapa en la puerta de entrada
- Conexiones a tierra en el cerco y la puerta;
- Señal de “Peligro - Alto Voltaje” en el cerco (con indicación del voltaje máximo).
- Señal de Resucitación Cardio Pulmonar en el cerco.
- Que todas las otras señales estén en su lugar;
- Que haya en el cerco una señal con el número y la descripción del transformador.

### **3.10 Cuba de transformadores en interiores**

Los transformadores para interiores, la cuba debe ser revisada, para asegurar:

- que todas las tapas estén aseguradas y cerradas con llave, cuando sea aplicable.
- que esté hecha la conexión a tierra;
- que la caja esté empernada al piso de la sala de distribución;
- que se haya fijado una señal de “Peligro - Alto Voltaje” en cada lado de la caja que sea accesible (indicando el máximo de voltaje);
- que haya una señal de Resucitación Cardio-Pulmonar en el cerco.
- que todas las otras señales estén en sus lugares;
- que se haya colocado la señal con el número del transformador y la descripción.

## **4. Pruebas de puesta en funcionamiento**

### **4.1 Aislar cables en Baja y Alta Tensión.**

Antes de comenzar las pruebas, asegúrese de que tanto los cables primarios como los secundarios, estén desconectados del transformador. Cuando haya cajas de cables compuestos, solamente es necesario quitar los nexos de aislamiento en la caja de nexos que está detrás de la caja de cables.

### **4.2 Prueba de Aislamiento**

Realice la prueba de aislamiento con un megaóhmetro, durante un (1) minuto al voltaje de prueba apropiado, que se menciona en la Tabla B. En la Tabla B se indican

también los valores mínimos aceptables de resistencia, para el nivel apropiado de voltaje.

### **4.3 Prueba de Absorción**

Realice una prueba de absorción con un megóhmetro al mismo voltaje de prueba que la de la prueba de aislamiento indicada arriba. La prueba debe ser realizada solamente en la bobina primaria, con la bobina secundaria conectada a tierra. Las lecturas en megaohm serán registradas a los intervalos indicados en las Hojas de Reporte de Pruebas. Los valores de resistencia deben aumentarse gradualmente, hasta un valor constante, conforme el aislamiento se polarice más. El índice de polarización se calcula dividiendo la lectura de megaohms en diez (10 minutos), entre la lectura de megaohms en un (1) minuto.

### **4.4 Prueba de Presión**

Se aplicará la prueba de presión solamente en los transformadores que son mayores de 5.0 MVA o que tengan un voltaje primario de 33kV ó más, a menos de que el Jefe de Pruebas especifique otra cosa. El voltaje de prueba es en CA a frecuencia normal de la línea principal (50 ó 60Hz), al valor indicado en la Tabla B para el nivel apropiado del embobinado.

La prueba de voltaje se aplica por un (1) minuto entre la bobina probada y tierra, con todas las demás bobinas, tanque del transformador y conjunto del núcleo conectados a tierra.

**TABLA B**  
**VOLTAJES DE PRUEBA HV.**

Voltaje en kV tasado para la bobina	Resistencia Mínima de Aislamiento Megaohms	Voltajes de Prueba	
		Prueba Megger kV	Prueba de Presión kV
0.433	5	0.5	2
3.3	33	1.0	12
6.6	66	2.5	15
11	110	2.5	21
22	220	5.0	38
33	330	5.0	53
66	660	5.0	105

Al concluir la prueba de presión, la resistencia del aislamiento debe ser vuelta a probar con un megaóhmetro, según la Sección 4.2 y las lecturas comparadas, para ver si se ha producido algún efecto.

#### **4.5 Prueba de Aceite**

En las unidades llenas de aceite, se debe tomar una muestra del aceite del transformador desde la válvula de drenaje en el fondo del transformador, para probarla.

Sólo debe realizarse una prueba dieléctrica. Las pruebas de agua, carbón, ácido y viscosidad deben llevarse a cabo solamente si existen dudas sobre la calidad del aceite, si hay contaminantes presentes en el aceite, o si las pruebas son solicitadas por el Jefe de las pruebas. Cualquier aceite de reemplazo que se requiera durante el



ensamblaje o la volteada del transformador, también debe recibir la prueba de rigidez dieléctrica, antes de ser añadido al transformador.

La rigidez dieléctrica debe ser medida a lo largo de un espacio de 2.5mm, con un equipo adecuado para la prueba de aceite en HV. Se deben realizar seis (6) pruebas consecutivas en cada muestra, moviendo suavemente el aceite entre una y otra prueba. El valor promedio de las seis (6) pruebas debe ser mayor de 30 kV a una distancia de las esferas de 2.5mm. Los datos finales deben quedar registrados en las Hojas de Reporte de Pruebas.

#### **4.6 Pruebas de polaridad y relación**

Las pruebas de Polaridad y Relación de Voltaje deben ser realizadas juntas. Se debe aplicar corriente monofásica de 250 Vca, como voltaje de ingreso o inyección a la bobina primaria de cada par de terminales HV, por turnos.

El voltaje de salida secundario (LV) debe ser registrado a la relación nominal de la toma de corriente, solamente para la prueba de polaridad.

El voltaje secundario de salida debe ser registrado en todas las posiciones de la toma de corriente, para la prueba de relación de voltaje. La relación de voltaje para los transformadores de neutro estrella (Dyn), se calcula dividiendo el ingreso de alto voltaje (HV) (240V) entre 1.7321 y luego dividiendo entre el promedio registrado de salida de bajo voltaje (LV).

La sección de prueba de relación en las Hojas de Reporte de Pruebas está arreglada solamente para los transformadores con vector del grupo Dyn1 ó Dyn11. Las designaciones de los terminales y los cálculos de la relación cambiarán para otros grupos de vectores.

El Estándar de la Norma Australiana AS 2374, puede ser útil como guía para grupos de vectores diferentes y sus conexiones relacionadas.

#### **4.7 Medición de la resistencia**

La resistencia de CD de cada bobina será medida con un medidor de resistencias del tipo de puente, solamente en el toma de corriente nominal. Para las bobinas grandes de 415 V, puede ser necesario usar un método alternativo de medición, inyectando corriente CD pesada de la batería de un carro, midiendo el voltaje y calculando la resistencia.

## 5. Terminales

Cuando todas las pruebas estén completas, los cables primarios y secundarios deben ser vueltos a conectar al transformador.

Revise que los espacios libres para aire entre las conexiones de los cables de los cojinetes del transformador, cumplan con la Tabla C en lo que se refiere a terminales expuestos en cajas de terminal aisladas con aire.

Cuando la separación es insuficiente, los terminales deben ser cubiertos con aisladores de tipo encogible, según el grado apropiado de voltaje.

**TABLA C**  
**ESPACIO LIBRE DE AISLAMIENTO CON AIRE**

Voltaje Tasado	Espacio Libre en mm	
	Fase a Tierra	Fase a Fase
433V	60	70
3,300V	60	70
6,600V	90	105
11Kv	120	140
22Kv	220	255
33kV	320	370
66Kv	630	725

Revise que la caja de terminales esté correctamente sellada contra el ingreso de polvo y humedad y que el enchufe del respiradero o el respiradero de gel de sílice esté correctamente ajustado y libre de obstrucciones.

## **6. Equipos Auxiliares**

### **6.1 Cambiador de TAP**

El transformador debe ser dejado con el voltaje nominal en el TAP o ajustado para acomodarse a las condiciones reales del voltaje del lugar, antes de conectar con la energía.

Cuando se instalen interruptores que tienen cambio automático con la carga y equipos reguladores de voltaje asociados, deben ser puestos en funcionamiento según las instrucciones proporcionadas por el proveedor del cambiador de TAP automático.

### **6.2 Ventiladores de Enfriamiento**

Cuando se colocan, los ventiladores de enfriamiento deben ser probados en funcionamiento, para revisar el funcionamiento y la rotación. Cuando los ventiladores están en modalidad automática, deben funcionar mediante el cierre de un contacto en el relay de temperatura de la bobina. Los ventiladores deben arrancar cuando la temperatura de bobina suba sobre 80°C en transformadores llenados con aceite.

La dirección correcta de los ventiladores de enfriamiento es cuando el aire está dirigido hacia los tubos del radiador del transformador.

## **7. Puesta en Servicio, Operación y Mantenimiento**

### **7.1 Controles de Montaje**

Luego del montaje y llenado de aceite del transformador, recomendamos controlar y hacer constar en un protocolo los puntos siguientes :

- Estanqueidad (ausencia total de fugas de aceite)
- Nivel de aceite en el conservador
- El desecador de aire puede respirar libremente. Llenado correcto del silicagel color azul (Leer ítem 6.2.4)
- Válvula de seguridad y Relé Buchholz operativos
- Todas las válvulas, del circuito de los radiadores y del conservador al transformador, completamente abiertas
- Cuba del transformador, neutro alta tensión puestos a tierra
- Transformadores de corriente conectados (cortacircuitados)
- Purgar el aire en : aisladores, radiadores, relé buchholz, etc.
- Pozos termométricos llenos de aceite
- Ruedas con anclajes. Cuñas de desnivel instaladas en ruedas en lado del conservador
- Termómetro de aceite y Relé de Imagen Térmica en posición vertical (constatar con nivel de burbuja provisto).
- Pintura en correcto estado

### **7.2 Controles Eléctricos**

Antes de la puesta en servicio, recomendamos controlar por lo menos los puntos siguientes y hacer constar en un protocolo los resultados.

#### **7.2.1 Dispositivos de protección**

Se comprobará el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de protección del transformador tales como : protección diferencial, de sobreintensidad, puesta a tierra, etc., así como los dispositivos en el transformador mismo como termómetro, temperatura de aceite, relés térmicos, relé buchholz, etc.

### **7.2.2 Medida de la relación de transformación**

Recomendamos efectuar esta medida por medio de un puente de medida de transformación o, si se hace con voltímetros, con una tensión de por lo menos el 5% de la tensión en servicio.

Con el conmutador en carga, se hará la medida de transformación en todas las posiciones. Los resultados se compararán a los del protocolo de prueba de la fábrica.

### **7.2.3 Medida de la Resistencia de los devanados**

Esta medida es al mismo tiempo un control de medida en la bobina de baja tensión puesto que utilizando el método de amperímetro – voltímetro, la resistencia de la bobina depende de la temperatura. El resultado de la medida se comparará al del protocolo de pruebas.

### **7.2.4 Control del orden de las fases**

En caso de acoplamiento en paralelo de los transformadores, es necesario el mismo orden de las fases, además de la igualdad de las tensiones primarias y secundarias y de la tensión de cortocircuito.

Antes de la puesta en paralelo, se unirán galvánicamente los bornes de baja tensión con igual denominación, por ejemplo V-V y se medirá la tensión entre los bornes restantes de igual denominación. El orden de las fases es correcto cuando entre bornes de igual denominación se mide una tensión nula.

Antes de la puesta en paralelo, se unirán galvánicamente los bornes de baja tensión con igual denominación. El orden de las fases es correcto cuando entre bornes de igual denominación se mide una tensión nula.

**Cuidado :** Si el orden de fases estuviese invertido, se puede alcanzar una tensión doble entre fases. Utilizar la escala adecuada de los voltímetros.

### **7.2.5 Pruebas de Aceite**

Antes de la puesta en servicio, se tomará una muestra de aceite para someterla a un ensayo de rigidez dieléctrica. Si el ensayo no cumpliera con las especificaciones del aceite, habrá que secar y desgasar el aceite haciendolo circular por una instalación de preparación de aceite.

Seguidamente, se repetira el ensayo de rigidez.

Si alguno de los valores medidos, incluso en pruebas repetidas, se desvía en mas de un 15% de los valores especificados, es señal de que la parte activa se ha humedecido o que el aceite se ha ensuciado.

### 7.3 Operación

- **Conmutador de tomas de vacío**

El conmutador de tomas debe ser operado únicamente en el transformador DESENERGIZADO, es decir desconectado (sin tensión y sin corriente)

En el mando se muestran números del 1 al 5 correspondiente a los valores de tensión indicados en las placas de características. El número 1 corresponde a la tensión más elevada y el 5 al menor valor.

Para operar el mando, girar la manija hasta la posición deseada. No dejar por ninguna razón el mando en un punto intermedio entre dos posiciones.

No intentar girar el mando del conmutador más allá de las posiciones extremas 1 y 5.

- **Instrucciones cuando funciona el relé buchholz**

La señal de alarma funciona

Desconectar de inmediato el transformador y efectuar el análisis del gas. Hay que distinguir los casos siguientes

a) Gas no inflamable, con resultado negativo del análisis del acetileno

El gas se está compuesto por restos de aire al interior del transformador. Este puede conectarse nuevamente una vez eliminados dichos restos de aire.

b) Gas inflamable, con resultado positivo del análisis del acetileno.

El transformador tiene un efecto al interior que debe ser atendido antes de conectarlo nuevamente.

c) No sale ningún gas, el nivel de aceite desciende en el relé y el aire es aspirado por la espira abierta.

El nivel de aceite está por debajo del mínimo o hay pérdidas de aceite.

El circuito de desconexión funciona

El transformador se ha calentado excesivamente. Después de determinar la causa del sobrecalentamiento y del tiempo requerido para su enfriamiento, se podrá volver a conectar.

El ensayo de inflamabilidad del gas recogido en el relé debe complementarse con el análisis sobre su contenido de acetileno. Para este efecto se hará pasar el gas a través de una solución de nitrato de plata. Si el gas contiene acetileno, se formará un precipitado blanco en dicha solución, indicando así que en el interior del transformador hay un efecto.

- **Indicador de nivel**

La rotura de la luna dial no pone en contacto el aceite con el exterior, por lo tanto la estanqueidad queda asegurada.

La indicación se efectúa mediante un sistema de flotador (al interior del conservador) conectado magnéticamente con la aguja en el dial exterior.

- **Desecador de aire (Nuevo silicagel, leer el Item 6.2.4)**

Si el contenido de silica-gel tiene color azul, está en buen estado. Si hubiese adquirido un color rosado está saturado y es necesario secarlo al horno a una temperatura máxima de 115°C debiendo retornar su color azul para reutilizarla.

#### **7.4 Mantenimiento**

El transformador ha sido construido de tal manera que su mantenimiento se reduce a la realización de algunas revisiones periódicas

- **Aceite dieléctrico**

El estado del aceite es de primordial importancia en la operación y duración de vida del transformador. Por ello recomendamos la comprobación periódica de los valores y propiedades que determinan su buen estado.

El conservador cuenta con tubo para el llenado de aceite : En el tanque hay 02 válvulas para el filtrado (entrada y salida diagonalmente opuestas)

- **Accesorios**

Ensayo de funcionamiento del Relé Buchholz

Empalmar el grifo de ensayo del relé a un recipiente de aire comprimido. Introduciendo este lentamente se puede controlar el funcionamiento de la señal de alarma.

Si el aire comprimido se deja ingresar con gran presión súbitamente en corto intervalos, el flotador inferior es empujado, controlando así el circuito de desconexión.

En servicio normal es preciso controlar periódicamente la temperatura del aceite. Al mismo tiempo, controlar el nivel de aceite del conservador.

Por intervalos de un año se extraerá, una muestra de aceite que será sometida a un ensayo de rigidez dieléctrica

Se controlará una vez por mes el estado de silica –gel en el desecador. Si este tuviese color azul, todo estará en orden, si hubiese adquirido un color rosa, será preciso secarlo al horno a una temperatura máxima de 115°C, al retorar su color azul, será posible reutilizarlo.

Se recomienda una vez al año, aprovechar alguna desconexión del transformador de la red para maniobrar el conmutador haciendolo pasar por todas sus posiciones asegurando la eliminacion de cualquier material que pueda acumularse en las caras de los contactos.

## **7.5 Detalles Generales**

### **7.5.1 Instalación**

El croquis de dimensiones muestra la ubicación de los accesorios suministrados y debe tomarse en cuenta para el montaje de estos.

Para el manipuleo, el transformador esta provisto de orejas de izamiento. Para levantar la unidad, se proveen apoyos para gatas en el tanque. No usar gatas en ningún otro sitio del transformador.

### **7.5.2 Radiadores**

Los radiadores deben inspeccionarse cuidadosamente por daños o humedad en su interior. Si hubiera ingresado agua, deben secarse con aire caliente o aceite caliente. El objetivo es tener los radiadores limpios y secos al momento de su instalación.

Para instalar un radiador, retirar la brida ciega superior e inferior en el tanque correspondiente sólo al radiador a instalar, asegurando previamente que las válvulas estén totalmente cerradas (ver plano de válvula YPCT 403926a).

Poner las empaquetaduras suministradas, presentar el radiador y empernar las bridas del radiador y la válvula. Ajustar hasta el tope los 4 pernos-tuercos superiores e inferiores.

NOTA : Retirar las bridas solo del radiador que se está montando ya que las válvulas no son completamente herméticas y pueden darse fugas de aceite.



Al término de la instalación, se empernarán las platinas de refuerzo suministradas que unen los radiadores.

### **7.5.3 Aisladores**

El transformador se ha transportado con los aisladores montados. Revisar su buen estado y reajustar su fijación.

### **7.5.4 Tanque conservador de Aceite**

Levantar el conservador de las orejas de suspensión y presentar su base de fijación al tanque principal

tanque principal. Ajustar los pernos suministrados.

Una vez mostrado el conservador, se conectara la tubería conteniendo el relé buchholz.

### **7.5.5 Llenado de Aceite**

Antes de empezar el llenado, se deben tomar muestras de aceite de los cilindros para comprobar la Rigidez dieléctrica.

- Una vez instalados el tanque conservador (relé buchholz, tuberías), los aisladores, radiadores y estando las válvulas superior e inferior cerradas, abrir las válvulas superiores de los radiadores y proceder a llenar de aceite el tanque principal por medio de una bomba conectada a la válvula de filtrado superior, hasta que el indicador de nivel de aceite en el conservador alcance la marca +20°C
- Abrir las válvulas inferiores de los radiadores
- Comprobar que no existen fugas de aceite en radiadores, bridas ni tuberías en general.

### **7.5.6 Purga de Aire**

Luego de completar la dotación de aceite, debe purgarse el aire atrapado en

- Relé buchholz : abriendo su perno de purga hasta que aparezca el aceite
- Radiadores : mediante el perno de purga provisto en el cabezal superior de cada radiador
- Aisladores : mediante el perno de purga.

### **7.5.7 Pautas antes de Energizar el Transformador**

El transformador debe permanecer en reposo no menos de 6 horas después de llenado de aceite y antes de energizarlo, para dejar que las burbujas de aire escapen del aceite y aislamientos

Antes de aplicar tensión al transformador, toda la instalación debe ser revisada cuidadosamente

Se deben observar los siguientes puntos :

- a) Medir la resistencia del aislamiento de los arrollamientos con el megóhmetro
- b) La rigidez dieléctrica del aceite debe estar por debajo de 55 KV entre esferas de 12.5 mm de diámetro y una separación de 2.5 mm.
- c) Revisar todos los accesorios, por ejemplo :
  - Sistema de enfriamiento (válvulas completamente abiertas)
  - El nivel de aceite del tanque de expansión
  - La válvula de seguridad
  - Los termómetros.

### **7.5.8 Puesta a tierra del tanque**

El tanque debe ser puesto a tierra por medio de la placa de puesta a tierra en la base del tanque.

## **8. Aceite Dieléctrico**

### **8.1 Prescripciones de Aceite**

El transformador ha sido llenado con Aceite zeco y tratado.

Antes de puesta en servicio, el aceite aislante deberá cumplir con las condiciones de las TABLAS Nro. 1 y Nro. 2., Si no cumpliera con estas condiciones, deberá ser tratado en una instalación adecuada. También es necesario este tratamiento cuando estando en servicio, los valores medidos a las muestras de aceite son inferiores a los indicados en la tablas.

### **8.2 Ensayos en Aceite**

#### **a) Toma de muestras**

Se deben utilizar exclusivamente recipientes limpios y secos para tomar la muestra.

Estos recipientes no deben presentar ningún resto de productos de limpieza. Antes de tomar la muestra se limpiará cuidadosamente grifo de vaciado del transformador y se dejarán salir lentamente unos 5 litros de aceite. Se lavará finalmente el recipiente con ½ litro de aceite. Se protegerá de la luz la muestra de aceite.

Como recipientes se recomiendan

Botellas de vidrio de color oscuro con tapón cristal esmerilado

Botellas de vidrio transparente si inmediatamente después de llenas se protegen de la luz con una funda adecuada.

### **b) Rigidez dieléctrica**

Ensayo CEI

De acuerdo con las recomendaciones de la CEI nro. 156, se prueba la rigidez dieléctrica del aceite entre electrodos a bolas de 12.5 mm de diámetro y 2.5 mm de descarga o con electrodos semiesféricos (llamados discos VDE) igualmente con 2.5 mm de descarga de chispa

Se llenara el recipiente de pruebas limpio vertiendo el aceite (a 15-25°C) lentamente (para evitar burbujas) y se efectuará inmediatamente el ensayo. Se aumentará regularmente la tensión de KV/seg. Hasta la descarga, 6 veces seguidas, después de cada descarga se limpiará el espacio entre los electrodos de restos quemados por medio de un bastoncito de vidrio de 2 mm. De diámetro haciendolo ir y venir lentamente entre los electrodos.

Como valor de rigidez se tomará la media aritmética de los 6 valores de descarga obtenidos (suma de los 6 valores divididos por 6). Ninguna de los 6 valores debe ser menor que un 85% del resultado medio, en caso contrario se deberá repetir la prueba con una nueva muestra de aceite

Ensayo ASTM-D 1816

Este método es comparable al de CEI. El ensayo se lleva a cabo con semiesferas VDE y distancias de ruptura de 0.08 0 0.04 . Para cada muestra de aceite se hacen 6 ensayos que, con excepción del primero, se utilizarán para determinar el valor medio de la descarga.

Ensayo ASTM-D 877

Para este método se utilizan electrodos planos con cantos vivos de 1 de diámetro y 0.1 de distancia de ruptura. Se emplean 5 muestras de aceite con una descarga para cada una.

No aconsejamos el empleo de este método para las pruebas de aceite, ya que ensayos repetidos han mostrado que los electrodos empleados son insensibles a impurezas sólidas así como al agua contenida en el aceite

En los métodos arriba descritos se aumentará siempre la tensión hasta lograr la ruptura.

Los valores obtenidos sin alcanzar la descarga no son de interés alguno. En caso de necesidad se puede disminuir la distancia entre los valores de 1.5 y 2.5mm.

La rigidez dieléctrica no es ningún criterio sobre el envejecimiento del aceite.

La rigidez dieléctrica se mejora filtrando y secando el aceite.

#### **c) Pruebas de Laboratorio**

Para juzgar exactamente la calidad de un aceite aislante es necesario un examen de las propiedades químico-físicas y dieléctricas (medida de la tangente delta). Los dispositivos e instrumentos necesarios para ello generalmente no se encuentran en los puntos de montaje, normalmente deben hacerse en un laboratorio preparado especialmente para esos ensayos.

Allí se examinan factores tales como el color (según escala de colores), peso específico, número de neutralización, contenido en lodos, tensión superficial, factor de pérdidas (tangente delta) bajo 20 y 90°C, si se desea, se mide así mismo la viscosidad, contenido en inhibidores y contenido en hidrocarburos aromáticos.

#### **d) Silicagel**

Debido a una nueva directiva de la Unión Europea (98/98 EC), se ha clasificado a Cloruro de Cobalto como una sustancia cancerígena. El cobalto provee el tradicional color azul al silicagel, usado en los deshumecedores de transformadores.

La directiva de la Unión Europea entro en vigencia a partir del 1ero. De julio del 2000. El nuevo silicagel producido por la compañía Alemana ENGELHARD utiliza un señalizador color naranja para su gel de silica (KC-TROCKENPENPERLEN ORANGE), de acuerdo a las indicaciones del

fabricante este gel de color naranja no contiene componentes metálicos pesados, sino más bien es un producto orgánico biodegradable. El nuevo silicagel cuando está seco tiene un color naranja intenso, cuando está húmedo se ve de un color marrón claro. Este cambio sucede cuando el silicagel absorbe más o menos el 6% de su peso en agua. Sin embargo la absorción de agua continúa hasta después de pasado este punto, este silicagel puede ser regenerado sometiendo a una temperatura entre 130°C – 150°C, esta regeneración causará nuevamente el cambio de color en el silicagel, de un tono castaño claro cambiara a un naranja intenso, en este punto el producto está totalmente funcional. Las principales áreas de aplicación son :

- Deshumecedores de aire en transformadores
- En laboratorios (torres de secado)
- Bolsa absorbente de humedad

#### Principales características

Alta capacidad de absorción

Bajo deterioro debido a su alta resistencia mecánica, por lo tanto su tiempo de servicio es largo

El cambio de color se realiza en forma lineal y uniforme

Su forma permite una alta densidad en el empaquetado y sus características de regeneración son excelentes.

#### Propiedades Típicas

##### Composición química

SiO <sub>2</sub>	Aprox. 92% del peso
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Aprox. 2.9% del peso
Indicador Orgánico de color	Aprox. 0.1% del peso
Superficie / área (BET)	Aprox. 750m <sup>2</sup> /g
Volumen	Aprox. 0.40ml/g

Capacidad de equilibrio para vapor de agua a 25°C y dada una humedad relativa:

10% H.R.	Aprox. 6.4% del peso
20% H.R.	Aprox. 10.7 % del peso
40% H.R.	Aprox. 22.7% del peso

60% H.R.	Aprox. 33.3% del peso
80% H.R.	Aprox. 36.3% del peso
Volumen de empaçado	Aprox. 0.8Kg/l
Resistencia a la compression	Sobre los 200N
Desgaste de rozamiento	menos del 0.05% del peso

## 9.0 Table de datos, de Inspección y Pruebas.

**TABLA NRO. 1**

**Contenido en agua y gas**

<b>PROPIEDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>	<b>METODO DE ENSAYO</b>
Contenido de agua	Ppm (P/P)	10	ASTM D – 1533
Contenido de gas	Ppm (V/V)	5000	En preparación

## **10. Análisis de Aceite y llenado con equipo de Termovacío**

Al recepcionar el transformador de potencia se debe inspeccionar y verificar su estado así como de sus accesorios.

Si se trabaja al exterior se debe verificar que el clima sea propicio, para luego iniciar el trabajo procediendo a aplicar alto vacío a la cuba principal del transformador durante el llenado del aceite, la aplicación de vacío permitirá extraer la humedad contenida en el interior del transformador, este vacío puede alcanzar un valor de 1 thor.

Por lo general se toma una muestra del aceite del envase y se efectúa la prueba de rigidez dieléctrica verificando que un tenga valor admisible, de lo contrario se debe efectuar tratamiento bajo termovacío a los envases.

El llenado de aceite al transformador se efectúa hasta la tapa de la cuba principal para luego romper el vacío con nitrógeno seco de alta pureza, para luego proceder al llenado total del aceite más tratamiento bajo termovacío (tres ciclos) en la cuba principal del transformador.

Al concluir el tratamiento bajo termovacío se extrae una muestra para los análisis físico-químicos en un laboratorio especializado.

Similarmente se debe extraer dos muestras de aceite, de la parte inferior y parte intermedia de la cuba a fin de efectuar análisis de rigidez dieléctrica en el sitio.

Se debe efectuar las purgas de los bushings de AT, MT y BT, radiadores, relé buchoolz.

Finalmente se debe proceder a la prueba de estanqueidad aplicando nitrógeno seco (  $\frac{1}{2}$  Kilo/cm<sup>2</sup> de presión durante una hora ).

## TABLAS DE MANTENIMIENTO

FRECUENCIA DE INSPECCIONES Y PRUEBAS						
TRANSFORMADOR		INTERVALO RECOMENDADO				
Objeto	Para control	Durante la Instalación	Meses	Años	Cuando Requiera	Notas
ACEITE AISLANTE	Resistencia Dielectrica	X		1		
	Factor de Potencia	X		3		
	Número de neutralización			3		
	Tensión Interfacial			3		
	Lodo			3		
	Contenido de Agua	X		3		
	Tanque del Transformador	X	2			
	Tanque expansión de aceite	X	2			
	Válvula de aceite	X	2			
	Radiadores	X	2			
	Aisladores A.T.	X	2			



FRECUENCIA DE INSPECCIONES Y PRUEBAS						
TRANSFORMADOR		INTERVALO RECOMENDADO				
Objeto	Para control	Durante la Instalación	Meses	Años	Cuando Requiera	Notas
TERMOMETRO DE ARROLLAMIENTOS	Transformador de corriente	x		3		
	Contactos Buchholz Alarm-descon	x		3		Ver Instrum. Particul.
	Aceite en pozo (sensor)	x		3		
TERMOMETRO DE ACEITE	Contactos E. Alarm- desconex	x		3		Ver Instrum. Particul.
	Aceite en pozo (sensor)	x		3		
VALVULA DE SEGURIDAD	Contactos E. En serv- desconex	x		1		
	Empaquetadur a	x		1		
INDICADOR DEL NIVEL DE ACEITE	Contactos E. (Nivel max-min)	x		1		Nivel Min.
	Visor	x		1		
DESECADOR DE ACEITE	Gel de silciatos	x	1			Azul: seco Rosado: humedo
	Empaquetadur a	x		1		

FRECUENCIA DE INSPECCIONES Y PRUEBAS							
TRANSFORMADOR			INTERVALO RECOMENDADO				
Objeto	Para control	Durante la Instalación	Meses	Años	Cuando Requiera	Notas	
NIVEL DE ACEITE	Tanque expans. de aceite	x	1			Nivel de Aceite	
	Aisladores A.T.	x	1				
	Radiadores	x		1			
	Válvula de seguridad	x		1			
	Relé buchholz	x		1			
	Aisladores A.T.	x		1			
VALVU LAS EN SERVI CIO	CERRADO	Vaciado de aceite	x			x	
		Filtro de Aceite	x			x	
		Muestreo	x			x	
		Purga de aire en radiador	x			x	
	ABIERTO	Radiador Tanque	x				x
		Relé buchholz	x				x

FRECUENCIA DE INSPECCIONES Y PRUEBAS						
TRANSFORMADOR			INTERVALO RECOMENDADO			
Objeto	Para control	Durante la Instalación	Meses	Años	Cuando Requiera	Notas
CONEXION A TIERRA	Transformador tanque	x			x	
	Neutro Alta Tension	x			x	
	Pararrayos	x			x	
	C. Transform.	x			x	
	Gabinete de control	x			x	
RELE	Sentido Circulacion Aceite	x		1		
	Flotador	x		1		Con aire comprimid o
BUCHHOLZ	Contactos E. Alarm- desconex.	x		1		
	Gas	x			x	

<b>FRECUENCIA DE INSPECCIONES Y PRUEBAS</b>						
<b>TRANSFORMADOR</b>		<b>INTERVALO RECOMENDADO</b>				
<b>Objeto</b>	<b>Para control</b>	<b>Durante la Instalación</b>	<b>Meses</b>	<b>Años</b>	<b>Cuando Requiera</b>	<b>Notas</b>
<b>LIMPIEZA</b>	Aisladores	x		1	x	
	Radiadores	x		1	x	
	Gabinete de control	x		1	x	
	Accesorios	x		1	x	
<b>ACABADO</b>	Pintura	x			x	Areas oxidadas

## **ANEXO E**

### **SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO**

## **ANEXO E**

### **SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO**

#### **INDICE**

##### **INTRODUCCIÓN**

- I. EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO**
  - 1. EQUIPOS DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS)**
  - 2. UNIDAD DE CONTROL DE PROCESO**
  - 3. UNIDAD REMOTA DE CONTROL**
  - 4. ESTACIÓN DE TRABAJO DEL OPERADOR**
  
- II. MANTENIMIENTO**
  - 1. MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES**
  - 2. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ENERGIA**
  - 3. CHEQUEO DE LA COMUNICACIÓN**
  
- III. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

## INTRODUCCIÓN

Este documento no intenta desarrollar un tratado especializado y de alto nivel técnico acerca de los Sistemas de Control Distribuido (DCS) o específicamente hablando de los Sistemas Elsag Bailey de una manera genérica y teórica. Muy por el contrario, trata de señalar y describir de una manera sencilla, incidiendo en su ubicación, forma de conexión y función que desempeña dentro del sistema, cada uno de los componentes del Sistema de Control Distribuido instalada en la nueva Planta de Óxidos de Tintaya referida por ABB como Sistema Rack I / O Symphony.

Para ello, en primer lugar hacemos una descripción de una manera sucinta de cada uno de las Unidades de Control Harmony (nombre comercial de cada nodo) que conforman la red, para luego detallar los componentes de cada uno de ellos, habiendo considerado a:

- Las Unidades de Control de Proceso.
- Las Unidades Remotas; y
- Las Estaciones de Trabajo del Operador.

Para cada una de ellas se mencionan los principales componentes, así como un resumen de sus características técnicas principales extraídas de la colección de Manuales de Instrucción de la Serie Harmony.

En la Sección II hacemos mención de los requerimientos de mantenimiento de rutina recomendados por el fabricante (ABB) para garantizar la operación y la confiabilidad, de los componentes y el sistema de control en su conjunto, en un nivel óptimo. Estas recomendaciones nos ha servido como base para la elaboración del Plan Anual de Mantenimiento Preventivo del DCS (Sección IV)

La presentación del referido Plan de Mantenimiento lo hacemos bajo 2 formas:

- Bajo la forma de Hojas de Inspección ó CheckSheet que es como el Sistema SAP las va a presentar en la fecha correspondiente a su ejecución;
- En forma cronológica , en donde indicamos de acuerdo a la frecuencia establecida las posibles semanas de ejecución de las diferentes actividades en el periodo comprendido entre Julio 2002 y Junio de 2003.

Para cada una de las presentaciones cada actividad se encuentra asociado a un procedimiento de ejecución debidamente codificado. Para el primer caso ese enlace se lleva de manera automática por el SAP; y para el segundo caso lo indicamos dentro de uno de los cuadros.

---

El desarrollo de cada uno de los procedimientos preventivo y correctivos correspondientes a los códigos indicados e el Plan de Mantenimiento Anual se muestran en la Sección V.

A manera de tener una idea de la forma en que se interconectan cada una de las Unidades de Control de Proceso , con las unidades remotas y las Estaciones de trabajo de Operador en la sección III se incluye un plano sobre el Diagrama de Conexiones del DCS a todo color y de la manera más didáctica posible para su rápido y fácil entendimiento.

El objetivo principal de este documento es permitir al lector, ya sea personal de mantenimiento u operaciones, el fácil entendimiento del Sistema y por ende el conocimiento de sus equipos, factor importante para la mejor ejecución de las actividades de mantenimiento y un paso trascendental para la implementación del TLC (tight clean and lube) o **mantenimiento autónomo** (mantenimiento por operadores).

## **I. EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO**

### **1. Equipos del Sistema de Control Distribuido (DCS)**

El Sistema DCS en el proyecto Tintaya es referido por ABB como Sistema Rack I/O Symphony. El sistema está adaptado en 2 ó 3 (de acuerdo al espacio requerido) gabinetes standard de 800 mm. x 600 mm. x 2000mm.de doble frente, para albergar la unidad de control de procesos (Process Control Unit , en ingles, PCU) compuesta por los módulos de procesador (módulos de comunicación y control), entradas, salidas y unidades terminales. Los módulos de comunicación, usados para comunicar desde las estaciones de trabajo del operador a la red, son alojados en consolas.

Dentro del Sistema DCS Tintaya se cuenta con

6 Unidades de Control de Procesos (PCU)

4 Unidades de Control Remoto (Remote Input / Output, RIO)

5 Estaciones de Trabajo del Operador (Operator Work Station OWS)

1 Estación de trabajo de Ingeniería (Engineering Work Station EWS)

Todos ellos conectados a una red INFINET o Superloop .

Es necesario destacar que en el caso de las unidades remotas solo se utiliza un solo gabinete, ya que no se cuenta con los procesadores multifunción y se conectan a otro PCU a través de sus módulos RIO (E/S remotas).



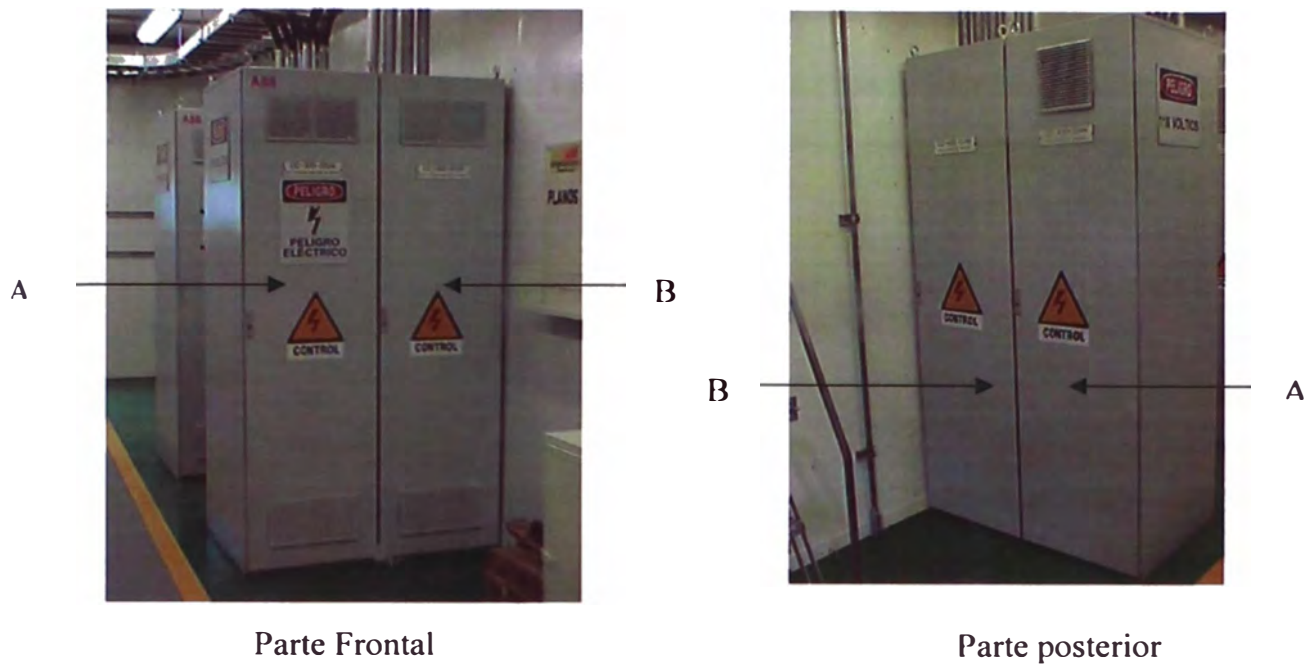


FIG 1.1

La distribución de los componentes del sistema dentro de los gabinetes se puede observar en la Tabla 1.1.

**TABLA 1.1 DISTRIBUCIÓN DE COMPONENTES**

GABINETE	UNIDAD	PARTE	COMPONENTE
A	UNIDAD DE CONTROL DE PROCESO (PCU)	FRONTAL	PROCESADOR MULTIFUNCIÓN
			MODULO DE PROCESAMIENTO E INTERFASE DE LA RED
			MODULOS E/S ESCLAVO DIGITAL
			MODULOS E/S ESCLAVO ANÁLOGA
			UNIDAD TERMINAL DE COMUNICACIÓN
			SISTEMA DE ALIMENTACIÓN
		POSTERIOR	CONEXIÓN DE MODULOS A UNIDAD TERMINALES
			SISTEMA DE VENTILACIÓN
B	UNIDADES TERMINALES (U.T.)	FRONTAL	U.T. DE E/S ANALOGA
		POSTERIOR	U.T. DE E/S DIGITAL
			PANEL DE RELÉS

A continuación daremos una explicación más detallada de las partes que comprenden el DCS, así como su ubicación dentro de los gabinetes en el caso de las unidades de control

de procesos (PCU) o unidad remotas (RIO), así como dentro de la consola en el caso de las estaciones de trabajo del operador o de ingeniería (OWS; EWS).

## **2. Unidad de Control de Proceso (PCU)**

Las unidades de control de procesos (PCU del inglés Process Control Unit) contienen los módulos que conforman los niveles de adquisición, acción y control de procesos. Estas unidades son las que ejecutan los programas de control y comunican al sistema Symphony con el proceso. Una unidad de control de procesos (PCU) está compuesta de una interfaz a la red INFINET (módulo de comunicación), los módulos de control y módulos de entradas y salidas. La interfase a la red INFINET y los módulos de control se comunican entre sí a través de la barra (BUS) de comunicaciones Controlway. Este es un bus redundante que opera a una velocidad de 1MHz. Los módulos de control se comunican con los módulos de entrada y salidas mediante la barra módulos de Entradas / salidas (I / O EXPANDER BUS) que opera a 500KHz (Fig. 2.1)

En nuestro caso (Sistema DCS-Planta Óxidos Tintaya) la Unidad de Control de Procesos está compuesta por los siguientes elementos:

- Sistema de alimentación
- Unidades de montaje de módulos
- Módulos de interfase
- Módulos de control ,
- Módulos esclavos
- Unidades terminales.

Estos elementos van montados en gabinetes de 2 cuerpos ó más, dependiendo de la necesidad de espacio (Fig. 2.2).

Fig 2.1

# ESQUEMA DE UN PCU

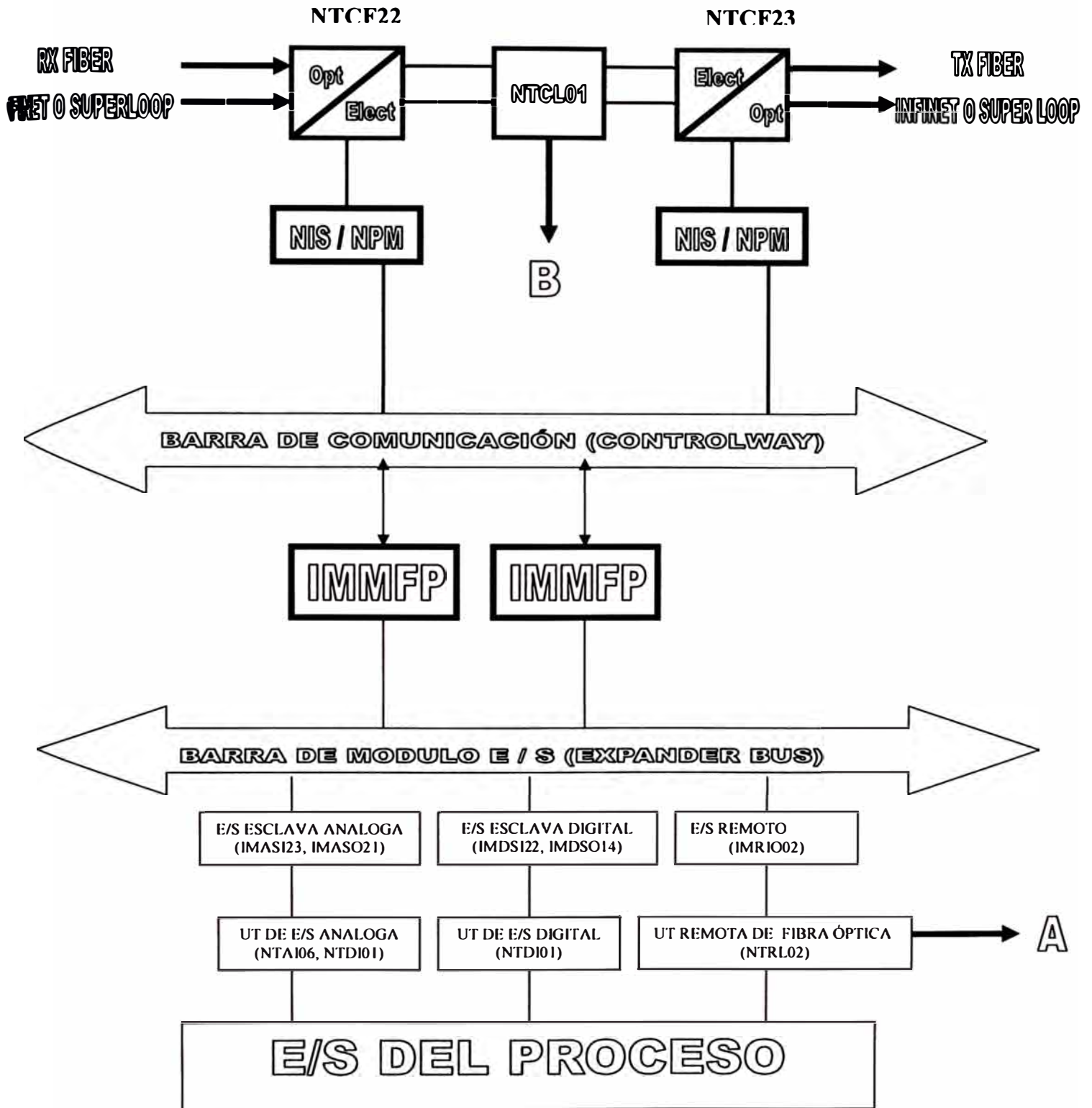
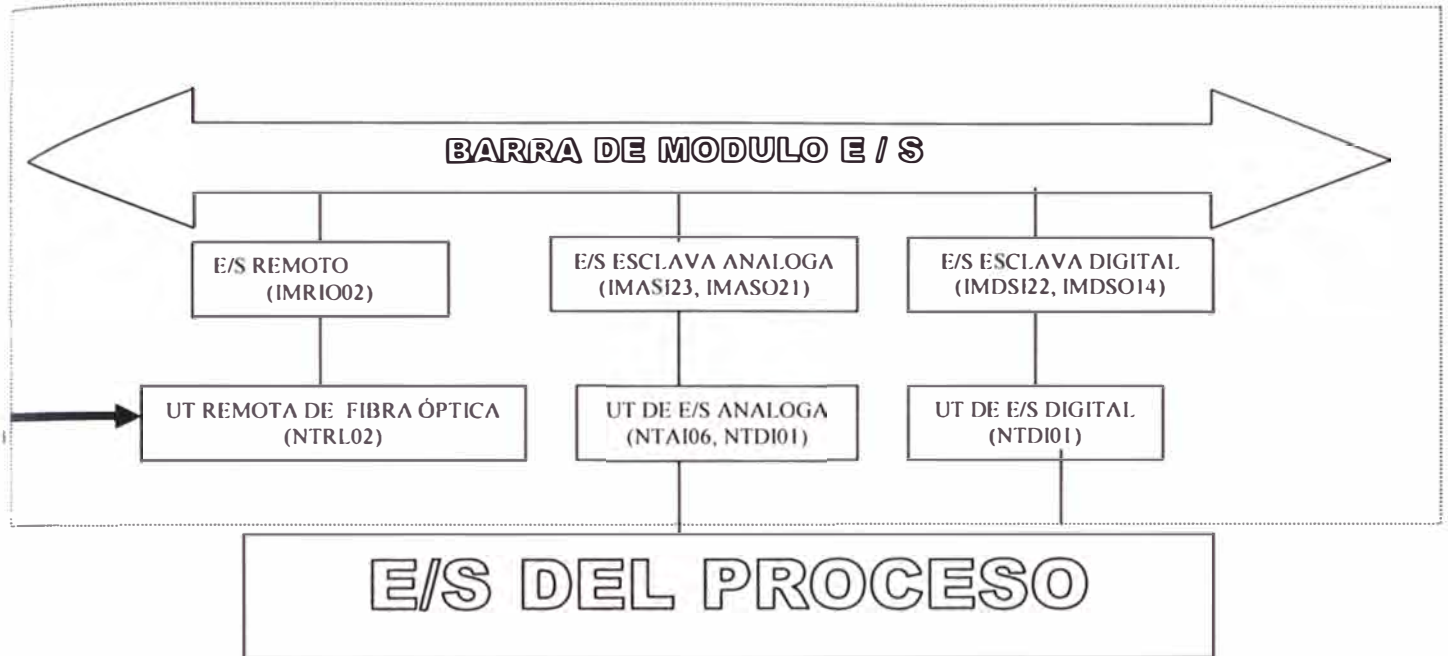
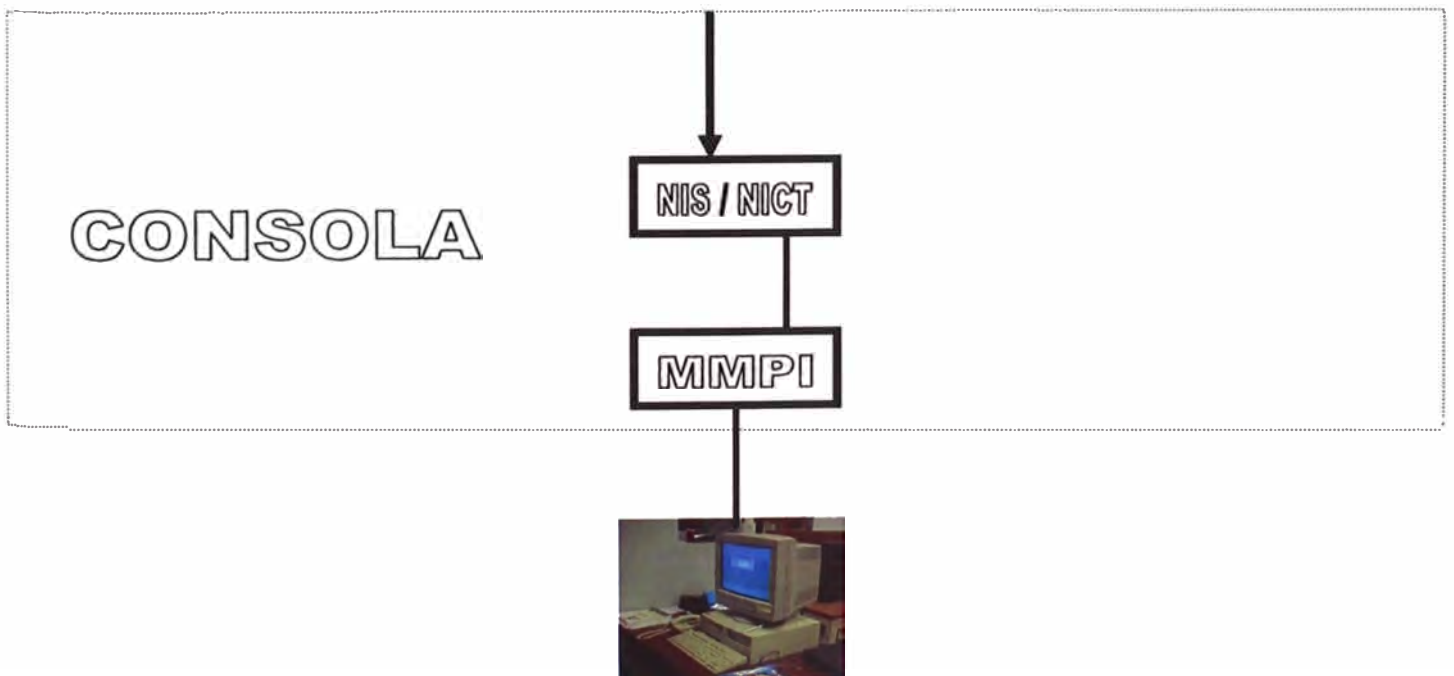


Fig. 2.1 (Cont.)

# UNIDAD REMOTA



B



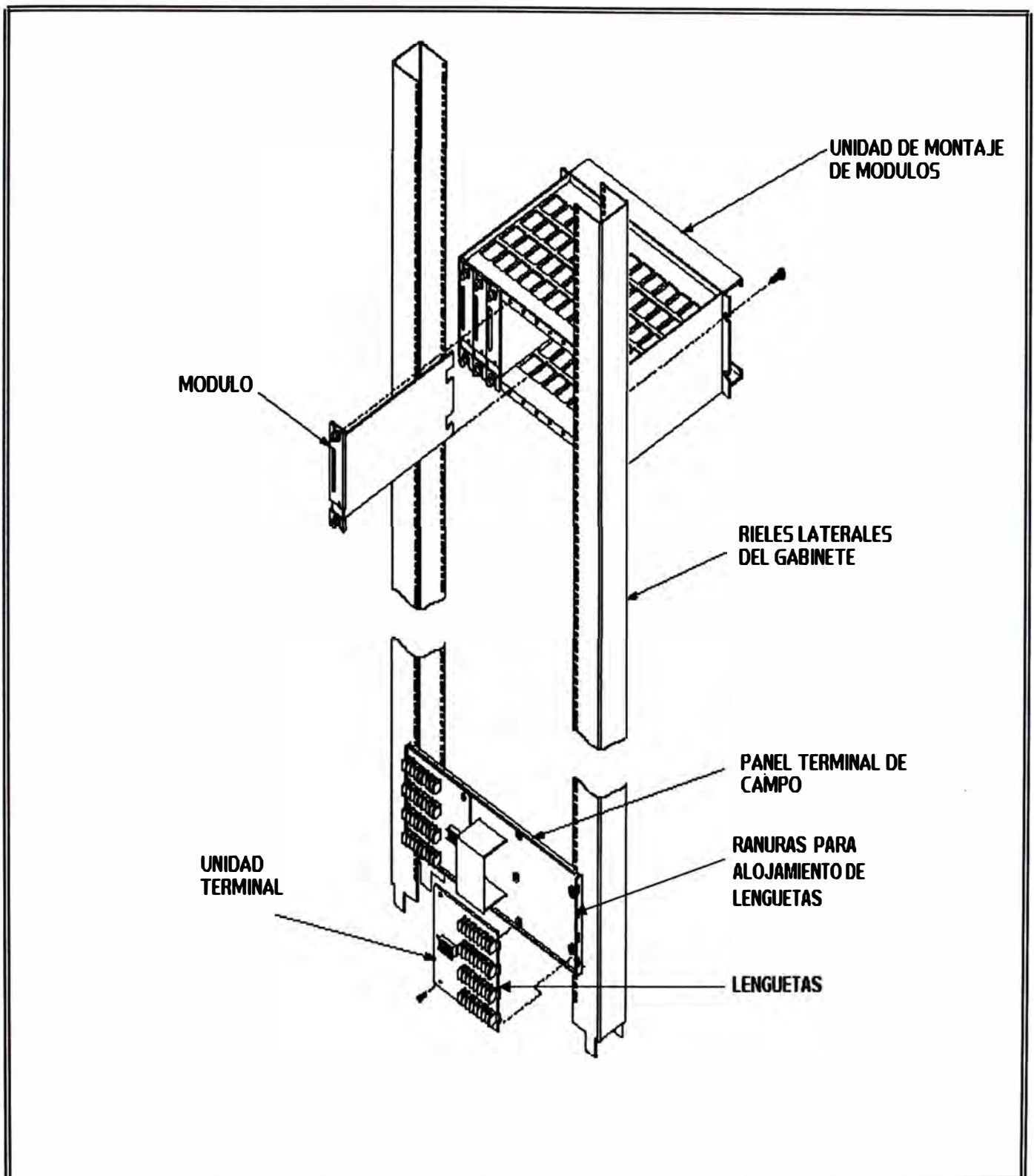
Los módulos de comunicación, control, entradas y salidas se encuentran alojados en unidades de montaje IEMMU21, dispuestas en la forma que se indican en la Fig. 2.3 y se utilizarán tantas unidades como sean necesarias.

Para el montaje de las unidades terminales se utilizan los paneles terminales de campo NFTP01 (Ver Fig. 2.3).

---

TABLA 2.1

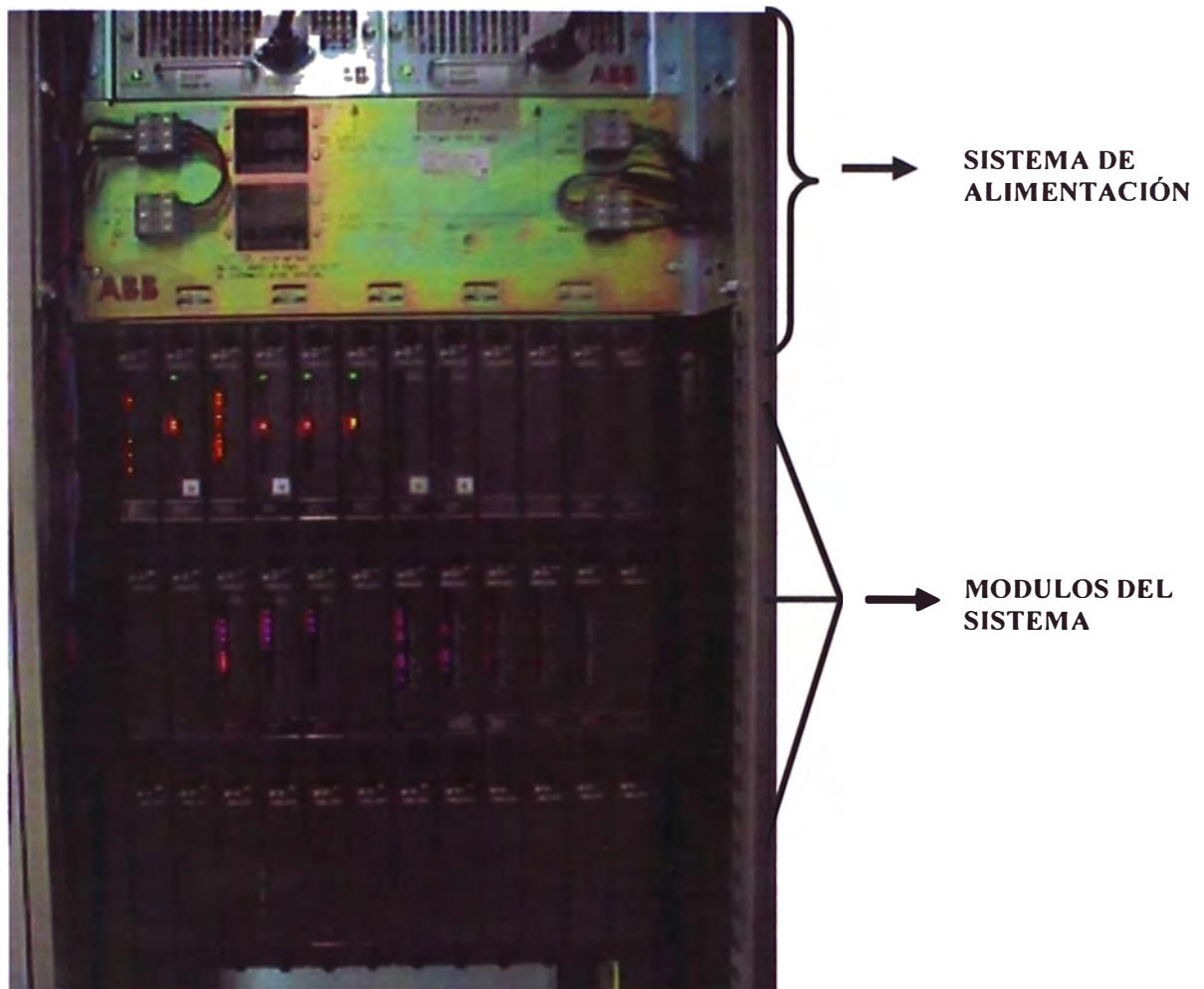
<b>MODULO</b>	<b>CODIGO ABB</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
SISTEMA MODULAR DE ALIMENTACIÓN	MODULE POWER SYSTEM II	FUENTES DE ALIMENTACIÓN
		MODULO DE MONITOREO
		INTERRUPTORES DE CIRCUITO DE ENTRADA
		SISTEMA DE VENTILACIÓN
MODULOS DE COMUNICACIÓN	INNIS01	TARJETA DE INTERFASE DE LA RED
	INNPM12	TARJETA DE PROCESAMIENTO DE LA RED
MODULOS DE CONTROL	IMMFP12	PROCESADOR MULTIFUNCIÓN
MODULOS ESCLAVOS	IMDSI22	TARJETA DE ENTRADA ESCLAVA DIGITAL
	IMDSO14	TARJETA DE SALIDA ESCLAVA DIGITAL
	IMASI23	TARJETA DE ENTRADA ESCLAVA DIGITAL
	IMASO11	TARJETA DE SALIDA ESCLAVA DIGITAL
UNIDADES TERMINALES	NTAI06	U.T. DE ENTRADA ANALOGA
	NTDI01	U.T DE SALIDA ANALOGA
	NTDI01	U.T. DE ENTRADA / SALIDA DIGITAL.
	NTRL02	U.T. DE ENLACE REMOTO
	NTCF22	U.T. DE FIBRA ÓPTICA (ÓPT. /ELECT.)
	NTCF23	U.T. DE FIBRA ÓPTICA (ELECT. / ÓPT.)

**FIG. 2.2**

Antes de abordar cada uno de los componentes de la Unidad de Control de Procesos que se indican en la Tabla 2.1 mostramos una vista interior del gabinete A en donde podemos



apreciar la ubicación física del sistema de alimentación y de los módulos del sistema distribuidos en tres unidades de montaje independientes.



**FIG 2.3**

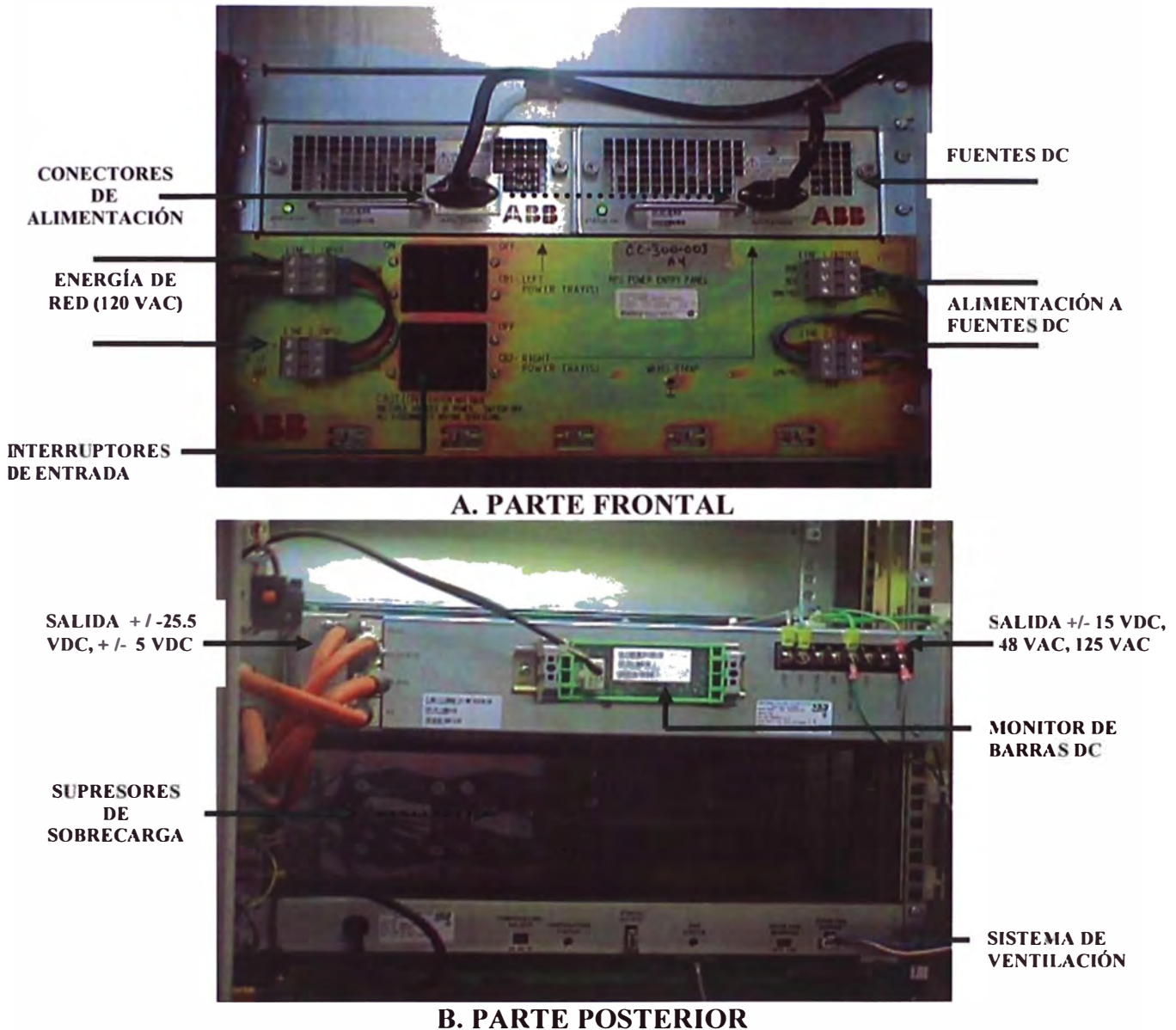
### **2.1 Sistema Modular de Alimentación**

El sistema de alimentación proporciona alimentación eléctrica a los demás componentes de PCU. Este está compuesto de:

- Fuentes de alimentación,
- Sistema de ventilación
- Interruptores de circuito de entrada.

El sistema de alimentación permite la conexión a dos suministros independientes (como la red de planta de 120 VAC a 60HZ y sistemas de baterías de 125 VDC). En nuestro caso se utiliza solo el suministro de la red de planta de 120 VAC a través del UPS. También

permite la adición y retiro de los módulos sin necesidad de apagar el gabinete. Los módulos de fuente de alimentación generan los voltajes utilizados por el sistema (+5Vdc, +15Vdc, -15Vdc y +24Vdc) distribuyendo equitativamente entre ellos la carga del sistema.



**FIG 2.4 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN**

La disposición de los componentes del sistema de alimentación lo podemos ver en la Fig 2.4

## 2.2 Módulos del Sistema

Los módulos del sistema se insertan en las unidades de montaje de módulos (MMU del inglés *Module Mounting Unit*), de las cuales puede haber varias en el PCU. Un MMU

permite montar doce módulos y proporciona la interconexión de los mismos mediante las barras Controlway y Expander bus.

Los bastidores de módulos incluyen los módulos de comunicación, controlador, y módulos de entrada y salida.

### 2.2.1 Unidad de Montaje de Módulos (IEMMU21)

Consiste de un bastidor metálico para tarjetas y una placa de circuito impresa en la parte posterior (backplane). La parte superior e inferior están abiertas, lo que permite el flujo de aire a través de los módulos.

Los módulos pueden ser instalados y removidos rápida y fácilmente. El módulo es mantenida en su posición correcta mediante rieles guías en el bastidor, los conectores en el backplane y en la parte frontal del modulo con tornillos de ajuste.(Ver Fig. 2.5)

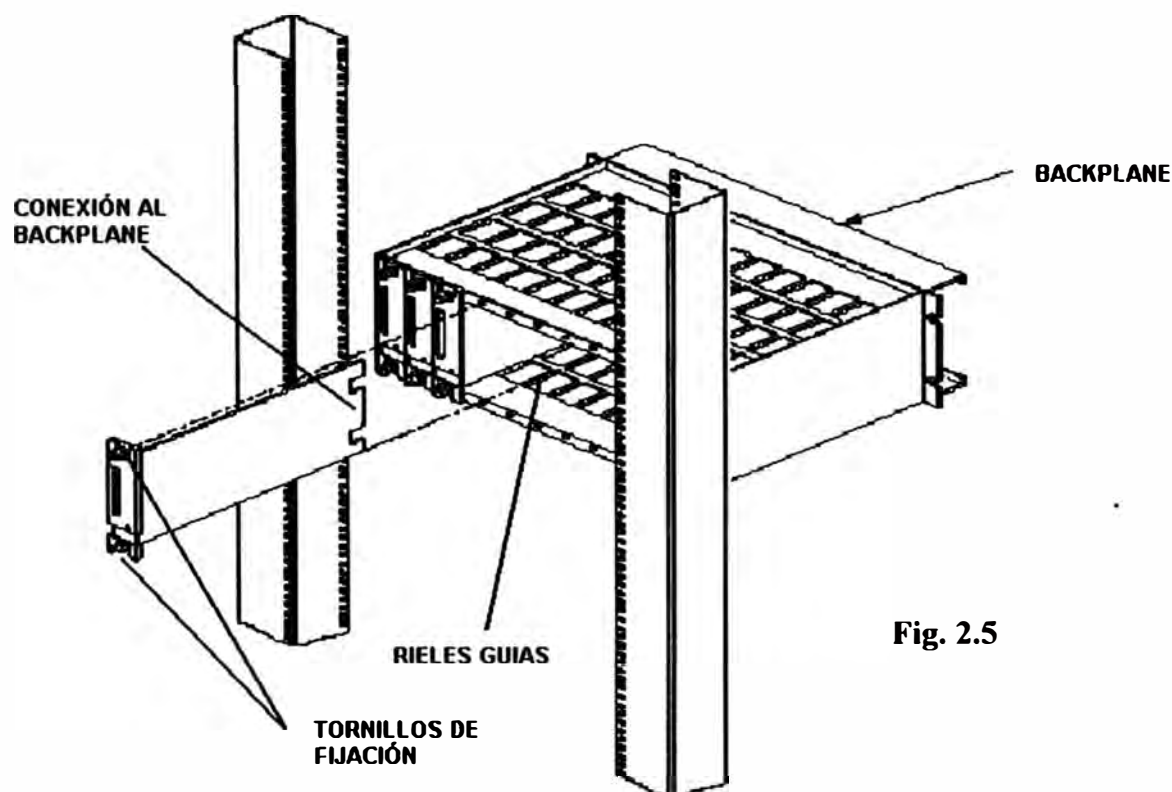
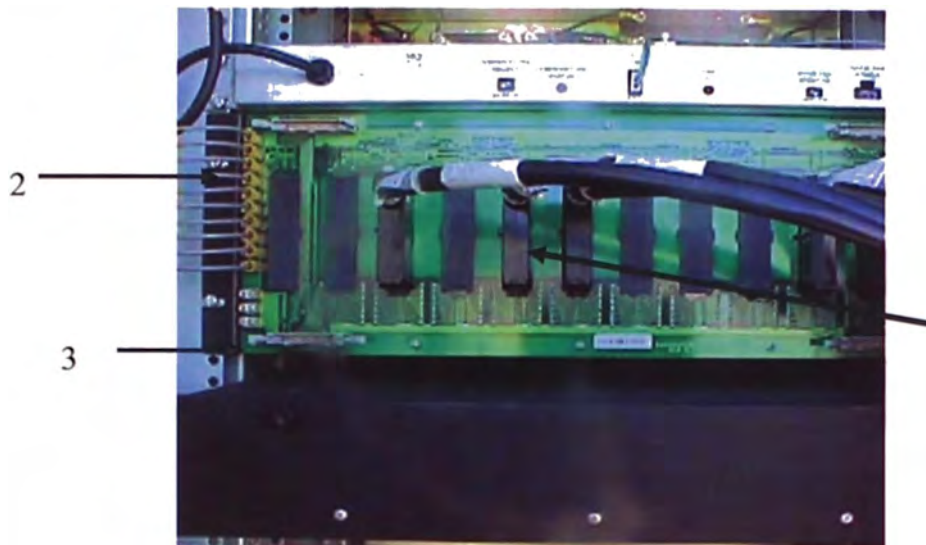


Fig. 2.5

El “backplane” es una tarjeta de circuito impreso ubicada en la parte posterior de la unidad de montaje que contiene componentes electrónicos, conectores a los módulos (1), pines de alimentación eléctrica a los diferentes módulos (2), pines de conexión (3) para la interconexión entre unidades de montaje. (Ver Fig. 2.6)



**Fig. 2.6**

### **2.2.2 Módulos del Procesador**

Dentro de ellos, se consideran a los módulos de comunicación y a los módulos de control, que veremos a continuación por separado e indicando algunas de sus características técnicas más importantes.

#### **Módulos de Comunicación**

Están conformada por la tarjeta de interfaz de red INNI 01 y la tarjeta de procesamiento de red INNPM12 que hacen posible la interfase entre el net y el HCU. Al mismo tiempo a través del módulo de procesamiento de red se comunica con los módulos de control vía Controlway

Cnet ó Control Network es una red de datos serial de alta velocidad unidireccional, que opera a una velocidad de comunicación de 10 Mbaud y permite hasta 250 nodos. Es un sistema de comunicación INFINET redundante.

HCU ó Harmony Control Unit es el nodo de control fundamental del sistema Symphony. El gabinete del Harmony Control Unit contiene los controladores Harmony y los dispositivos de entrada y salida.

La conexión del HCU al Cnet permite a los controladores Harmony a :

- Comunicar estados y valores de campo para el monitoreo y control del proceso.

- Comunicar los parámetros de configuración que determina la operación de funciones tales como alarma, tendencia, e historia sobre una interfase maquina – hombre.
- Recibir instrucciones de control desde una interfase maquina-hombre para ajustar salidas de campo del proceso.
- Proporcionar realimentación al personal de planta de los cambios de salida actual.

Controlway es una barra de comunicación de gabinete interna entre los módulos controladores y los módulos de interfase de comunicación.

### **Interface de Red INNIS01**

El módulo INNIS01 es el final de cada interfase de comunicación con cada Cnet. Es el lazo inteligente entre un nodo y la red Cnet. En este caso, trabaja en conjunto con el módulo o tarjeta INNMP12. La tarjeta INNIS01 permite la comunicación de un nodo a cualquier otro nodo dentro del sistema Symphony.

El INNIS01 es una tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en una unidad de montaje . La tarjeta contiene un microprocesador basado en circuitos de comunicación que permite conectarse con el INNMP12 módulo dedicado a la barra Expander I/O.

2 Tornillos de fijación sobre la placa de sujeción aseguran el INNIS01 a la unidad de montaje . Hay 16 leds en la placa de sujeción que displaya errores de código y conteo de eventos / error.

El INNIS01 tiene tres conectores al final de la tarjeta para señales externas y alimentación (P1, P2, P3). El Conector P1 Conecta al común y a +5, +15, -15 VDC.

Conector P2 conecta el módulo INNIS01 a la barra Expande bus I/O para comunicarse con el modulo INNMP12.

La tarjeta INNIS01 se conecta a su red de comunicación Cnet a través de un cable conectado entre su conector P3 y una unidad terminal NTC22 ó NTCL01. La comunicación entre nodos es a través de cables coaxial o twinaxial que conecta las unidades terminales de cada nodo.

## Procesamiento de Red INNPM12

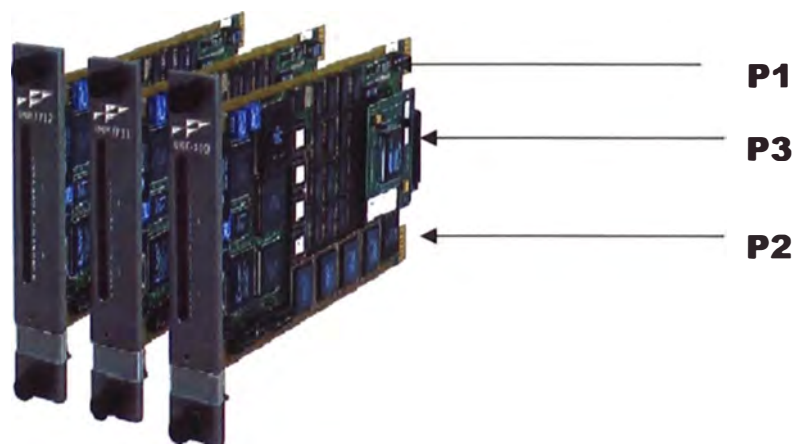
La tarjeta INNMP12 actúa como una vía de ingreso entre Cnet (o INFI-NET) y Controlway. El módulo ostiene la base de datos de la Unidad de Control Harmony (HCU) y dirige la comunicación del proceso de los módulos residentes en el Controlway y el módulo INNIS01.

El módulo INNMP12 es una tarjeta e circuito impresa que ocupa el slot adyacente al INNIS01 en la unidad de montaje. La tarjeta tiene un microprocesador basado en circuitos de comunicación que le posibilita comunicar directamente con su modulo INNIS01 y hacer de interfase con el controlway.

2 Tornillos de fijación en la placa de sujeción del módulo lo asegura a la unidad de montaje de módulos. La placa de sujeción contiene 8 leds del CPU, un led de estado, y un botón pulsador de parada / reposición (stop / reset).

La tarjeta INNPM12 tiene tres conectores al borde de la tarjeta para señales externas y alimentación (P1, P2 P3). Conector P1 conecta a la alimentación común de +5 VDC, y Controlway. Conector P2 conecta el modulo INNMP12 al modulo INNI 01. El conector P3 para la comunicación entre las interfases de H primaria y de respaldo.

El INNPM12 y el INNIS01 se comunican dentro de su unidad de control Harmony a través del Expander Bus I/O.



**FIG 2.7 Conectores de los módulos**

## **Módulos de Control**

Los módulos de control son los que ejecutan las estrategias de control del sistema. Estos módulos se comunican con sus módulos esclavos de entrada y salidas mediante el Bus Expander y con las interfaces de red del PCU mediante el bus Controlway. También pueden comunicarse entre sí mediante el bus Controlway. Nosotros estamos usando módulos MFP12 de mayor performance en velocidad y memoria.

Los módulos de control poseen memoria no volátiles (NVRAM) en las que se almacena la configuración para evitar su pérdida en caso de una caída de energía.

El módulo IMMFP12 procesador multifunción es un controlador potente por sí solo para uso en complejas aplicaciones de control. Tiene la velocidad de procesamiento y la capacidad de almacenamiento necesario para aplicaciones de control avanzado. El módulo IMMFP12 es un dispositivo configurable por el usuario, que recibe salidas y entradas del proceso a través de una variedad de módulos digitales de entrada y salidas.

Los controladores procesan entradas y salidas, ejecutan algoritmos de control y señales de control de salida a los dispositivos del proceso. Ellos también importan y exportan datos desde uno a otro controlador u otro sistema de nodos, y aceptan comandos desde estaciones de trabajo de operador, o cualquier computador conectado a la red. Los controladores se comunican con otros mediante el Controlway. Ellos se comunican con la red Cnet vía los módulos de comunicación INNIS01, INNIMP01.

Cada controlador ocupa un simple slot en la unidad de montaje de módulos. Consiste de una tarjeta de circuito impreso que va conectada al Backplane de la unidad de montaje. Los leds en la parte frontal del módulo displaya errores de mensajes y datos de diagnostico. Un led rojo / verde indica el estado de los modos de operación.

### **2.2.3 Módulos esclavos**

#### **Tarjeta de salida esclava digital IMDSO14**

El módulo de salida digital IMDSO14 lleva 16 señales digitales de colector abierto aisladas desde la red (INFI 90) al proceso. Estas salidas digitales son usadas por los módulos de control para controlar los sensores de campo del proceso.

El IMDSO14 consiste de una simple tarjeta de circuito impresa que ocupa un slot en una unidad de montaje (MMU). Sale 16 señales de salida digital separada a través de un

circuito de estado sólido. 12 salidas son aisladas una del otro, los restantes dos pares comparten la línea de salida positiva común.

2 Tornillos de fijación sobre la placa de sujeción asegura el IMDS014 a la unidad de montaje . Los 2 leds superiores rojo y verde de la placa frontal indica el estado del modo de operación (Tabla 2.2). Los 16 leds inferiores rojos (grupo A y grupo B) displaya los estados de la salida del modulo (ON/OFF).

**TABLA 2.2 Indicadores Led de estado**

Led Rojo	Led Verde	Indicación
Off	Off	Sin energía o no habilitado
Off	On	Operación normal y en comunicación con módulo de control
On	Off	
On	On	No permitido

El IMDSO14 tiene tres conectores al extremo de la tarjeta para la alimentación y las señales externas. P1 conecta a la alimentación lógica (+5 VDC) que alimenta a los circuitos del módulo. P2 conecta el módulo al Expander Bus I/O para comunicarse con el controlador. P3 envía las señales digitales por medio de un cable conectado a una unidad terminal.

Las señales digitales tienen 2 estados, ON / OFF. Las salidas del módulo digital DSO conmuta voltajes de 24 VDC a 250 miliamperios, ó 48 VDC a 125 miliamperios. Esta tensión energiza (ON) y desenergiza (OFF) un dispositivo de campo o relé.

### **Tarjeta de entrada esclava digital IMDSI22**

El IMDSI22 es una interfase usada para introducir 16 señales de campo del proceso dentro del sistema de gerenciamiento del proceso (red). Estas entradas digitales son utilizadas por los módulos master para monitorear y controlar el proceso. Un contacto cerrado, un interruptor o solenoide son ejemplos de un dispositivo que suministra una señal digital.

El módulo de entrada esclavo digital consiste de una tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en la unidad de montaje . Monitorea 2 grupos de 8 entradas digitales. 12 entradas son aisladas una de otras; las dos restantes comparten una línea de entrada común positiva.



2 Tornillos de fijación en la placa de sujeción lo asegura a la unidad de montaje. 16 leds indicadores de estado en el panel frontal (Grupo A y grupo B) displaya el estado de entrada.

La tarjeta esclava tiene tres conectores finales para señales externas y alimentación (P1, P2, y P3). P1 conecta al común (tierra) y alimentación +5 VDC. P2 conecta al módulo al Expander Bus de los esclavos para comunicarse con el modulo master (modulo de control o procesador multifunción). Las señales digitales son ingresadas a través del conector P3 usando un cable conectado a una unidad terminal ó módulo terminal. Los bloques terminales (puntos de conexión física) para alambrado de campo están en la unidad terminal.

### **Tarjeta de entrada esclava análoga IMASI23**

El modulo de entrada análoga IMASI23 es un modulo de bastidor I/O Harmony que es parte del Sistema de Control y administración de la empresa Symphony. Tiene 16 canales de entradas análogas que entrelaza termocuplas aisladas, milivoltios, RTD, y señales análogas de alto nivel a un controlador con una resolución de conversión análoga digital de 24 bits. Cada canal tiene su propio convertidor análogo-digital y puede ser independientemente configurado para manipular el tipo de entrada deseado. Estas entradas análogas son usados por el controlador para monitorear y controlar el proceso.

Presentan las siguientes características principales:

- Acondiciona (filtra, convierte y aísla) hasta 16 entradas señales análogas.
- Convierte señales análogas a valores digitales, añade compensación y corrección como sea necesaria, y envía estos valores digitales a los controladores a través del Expander Bus I/O.
- Cada canal es individualmente programable para los siguientes tipos de entradas:
  - Termocuplas E, J, K, L, N (14 AWG), N (28 AWG), R, S T, U,
  - Termocuplas chinas tipo E y S.
  - 100 a + 100 milivoltios.
  - RTD de tres alambres (10, 100 U.S., 100 Europeo, 120 y Chino 53 ohmios.
  - 10 a +10 VDC voltaje de nivel alto.
  - 4 a 20 miliamperios de corriente.

- Los tipos de entrada y la resolución del canal puede ser seleccionada independientemente para cada canal, permitiendo cualquier combinación de entradas en una simple tarjeta.
- El aislamiento del canal y la detección de entrada abierta son proporcionadas por cada canal.
- El offset, la ganancia, y los errores de no linealidad son registrados durante el primer procedimiento de calibración en fábrica. Estas mediciones proporcionan compensación de error durante la operación normal. Las entradas análogas no se recalibran automáticamente durante la operación normal para compensar la vejez de los componentes y cambios de temperatura.
- La conversión de unidades de ingeniería a grados centígrados o Fahrenheit es automáticamente calculada en todas las señales que son tipo termocuplas o RTD. Estas correcciones corrigen las no linealidades en la conversión a unidades de temperaturas usando tablas de linealización standard industrial.
- Las entradas de termocupla tienen compensación de unión fría. Cada unidad terminal tiene una referencia de unión fría incorporada. La referencia de unión fría aplicada a la entrada de termocupla puede ser esta referencia incorporada, o puede ser una referencia remota leída de otra entrada u otro modulo I/O.

El modulo ASI consiste de una simple tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en una Unidad de Montaje (MMU). 2 Tornillos de fijación en el panel frontal del módulo lo aseguran a la unidad de montaje.

El modulo ASI tiene tres conectores en el final de la tarjeta (Similar a la fig. 1.8) para señales internas y alimentación.: P1, P2 y P3. P1 conecta a los voltajes de alimentación. P2 conecta el módulo al Expander Bus I/O, mediante la cual se comunica con el controlador. El conector P3 conduce las entradas desde el enchufe del cable terminal a la unidad terminal. Las borneras para el alambrado de campo están en la unidad terminal.

El módulo ASI es un modulo inteligente con un microcontrolador y memoria incluida. Se comunica a un controlador mediante el Expander Bus I/O. El microcontrolador le permite al módulo llevar a cabo el procesamiento del canal de entrada y por ende permite que el controlador realice otras tareas. Las tareas de procesamiento de entradas incluye errores de compensación, ajustes, y conversión a unidades de ingeniería.

Cada canal proporciona detección de entrada abierta, sub- rango y sobre-rango; así como ya sea alambres de campo abiertas o cable de unidad terminal desconectados.

### **Tarjeta de salida esclava análoga IMASO11**

El módulo de salida esclava análoga (ASO, *analog slave output* en inglés) IMASO11 es un módulo de entrada / salida del bastidor Harmony que emite 14 señales análogas separadas que pueden ser usadas para controlar un proceso. Es la interfase entre el proceso y el Sistema Symphony. Los controladores ejecutan las funciones de control, mientras que los módulos de entrada / salida ejecutan las funciones de entrada y salida.

El modulo ASO, consiste de una tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en la unidad de montaje (MMU). Emite 14 señales de salida análoga a través de circuitos de estado sólido. Cada salida es limitada por corriente para prevenir daños por cortocircuito.

2 Tornillos de fijación en la placa de sujeción aseguran la tarjeta ASO al módulo de montaje. Los dos leds rojo y verde superiores del panel frontal indica el estado del modo de operación.

El módulo ASO tiene tres conectores al filo de la tarjeta para señales externas y alimentación (P1, P2, y P3). P1 lo conecta a la alimentación lógica (+5 VDC). P2 conecta al módulo al Expander Bus de entradas / salidas para comunicarlo con el controlador. P3 emite las señales análogas usando un cable conectado a las unidades terminales. Las borneras (puntos de conexión física) para conexiones de campo están ubicadas en la unidad terminal.

Las señales de salida análoga son ya sea 1 a 5 VDC ó de 4 a 20 miliamperios. Los requerimientos del proceso determinan cual modo de salida (voltaje o corriente) a usar.

Los circuitos del modulo ASO controla las 14 salidas análogas y transmite el estado del modo de operación a un controlador. Ellos son circuitos de voltaje / corriente de salida en lazo cerrado que monitorea y ajusta la salida. Esto compensa las variaciones del voltaje de alimentación e impedancia de carga no conocida. Todas las salidas automáticamente se van a cero por ciento (1 VDC o 4 miliamperios) en la puesta en marcha.

#### **2.2.4 Unidades Terminales**

Las unidades terminales utilizadas podemos agruparla en los siguientes grupos:

- Unidad terminal de los módulos de comunicación
- Unidad Terminal de los módulos esclavos.

Cada una de las unidades terminales van montadas en paneles terminales de campo NFTP01 que va sujeta en los rieles laterales de los gabinetes standard de 19 pulgadas.

## **Unidad Terminal de los Módulos de Comunicación**

### **Unidad Terminal de Fibra Optica NTCF 22 / 23**

La familia de unidades terminales NTCF2X de fibra óptica está diseñada para permitir la transmisión de señales en la red Infinet 90 por medio de un cable de fibra óptica. Permite entremezclar dentro de la misma red cables de cobre coaxial, twinaxial, tri-axial y cables de fibra óptica.

La unidad terminal está instalada en el nodo de comunicación del sistema, entre el INNIS01 y el medio de transmisión óptica (Fig. 2.9).

La unidad terminal consiste de una tarjeta de circuito principal, porta baterías, baterías y dispositivos opto electrónicos.

Las principales características son:

- La longitud de enlace óptico máximo es de 12 Kilómetros, dependiendo de la calidad de la fibra y de la calidad y número de uniones.
- Una velocidad de 10 a 12 Mbps (Mbaud por segundo).
- Reemplazo en línea.
- Diagnostico de batería (Revisión periódica bajo una conexión automática a carga pesada.)
- Uso de baterías de plomo-ácido selladas, sin efecto de memoria, expectativa de vida bien conocida, método de recarga más simple, posibilidad de estimar el estado de la carga.
- Leds para diagnostico de la baterías.
- Protección contra sobre corriente en 24 VDC (no contra inversión de la polaridad).
- Soporte para redes redundantes. La unidad terminal contiene 2 circuitos idénticos; uno para LOOP 1 y el otro para comunicaciones de LOOP 2, las únicas partes comunes son solamente la entrada de 24 VDC y el conector para el cable NKLS01.

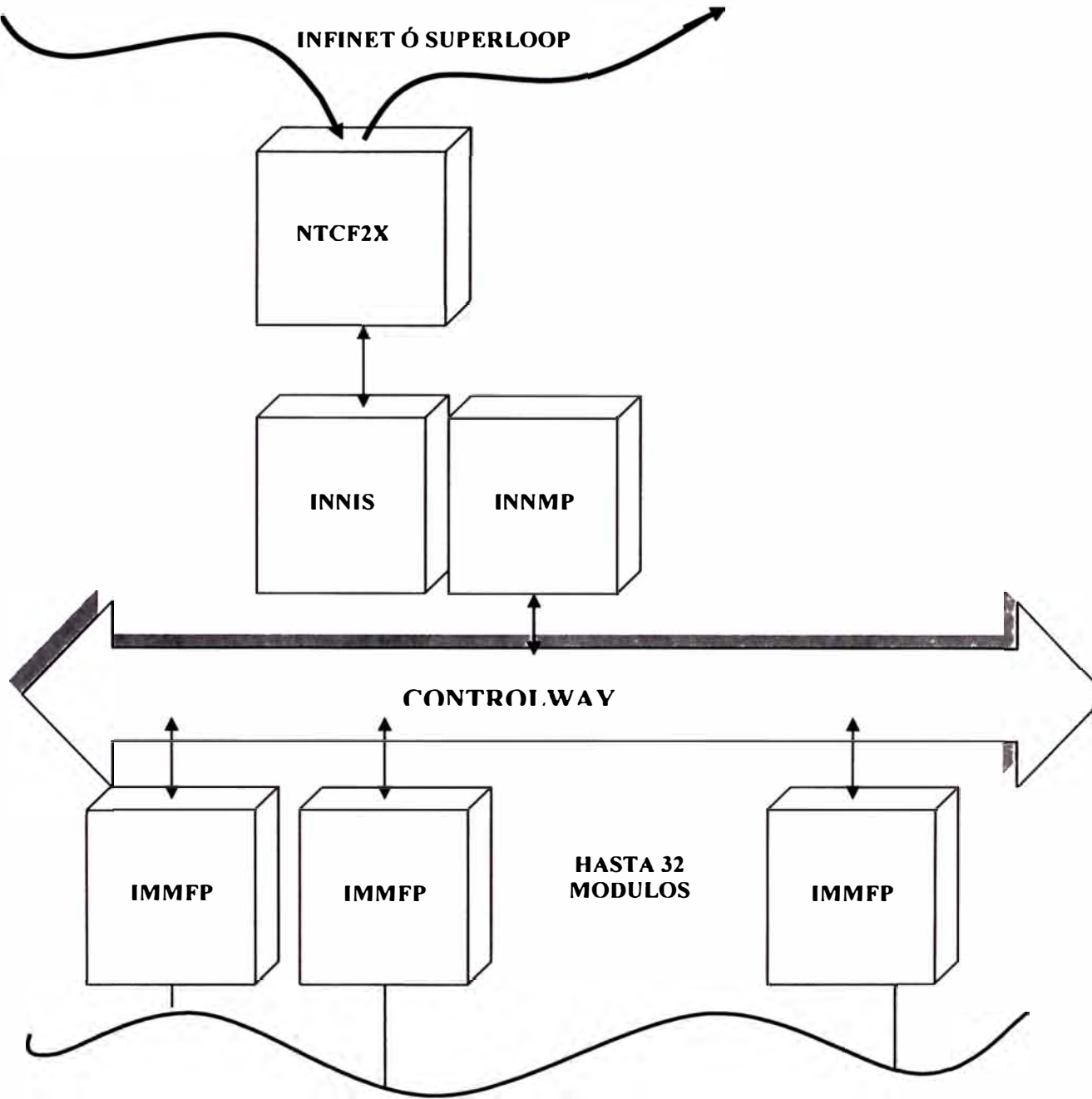
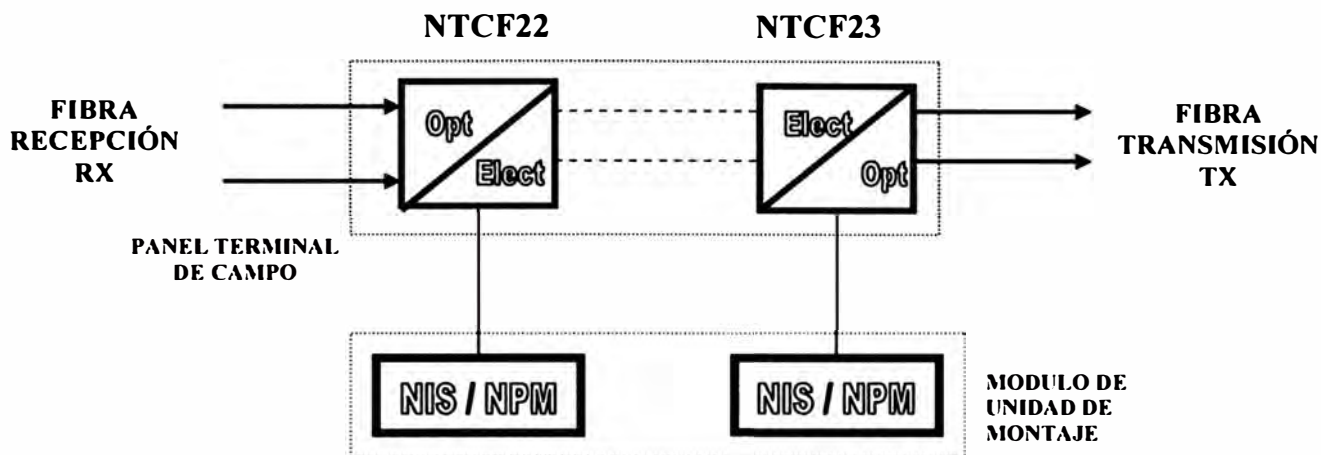


Fig. 2.9

A continuación mostraremos de cómo el NTCF22 y NTCF 23 son usados para construir la red INFINET óptica / eléctrica o parte de la red.

Las conexiones del suministro de energía no se muestran por fines de simplicidad.



**Fig. 2.10**

CABLE COAXIAL

FIBRA ÓPTICA

La arquitectura del sistema de comunicación de fibra óptica mostrada en la figura 2.10 corresponde a la unidad de control de procesos de la sub-estación de la planta de Óxidos (Tag CC-620-006).

En las demás unidades de control de proceso de la planta de óxidos utilizan la arquitectura que se muestra en la Fig. 2.11.

La tarjeta NTCL01 va montado en un panel terminal de campo ubicado en las paredes laterales de las estaciones de trabajo de operador (desktop).

En la Fig. 2.12, se puede apreciar la forma en que se encuentran estas unidades terminales instaladas dentro del gabinete.

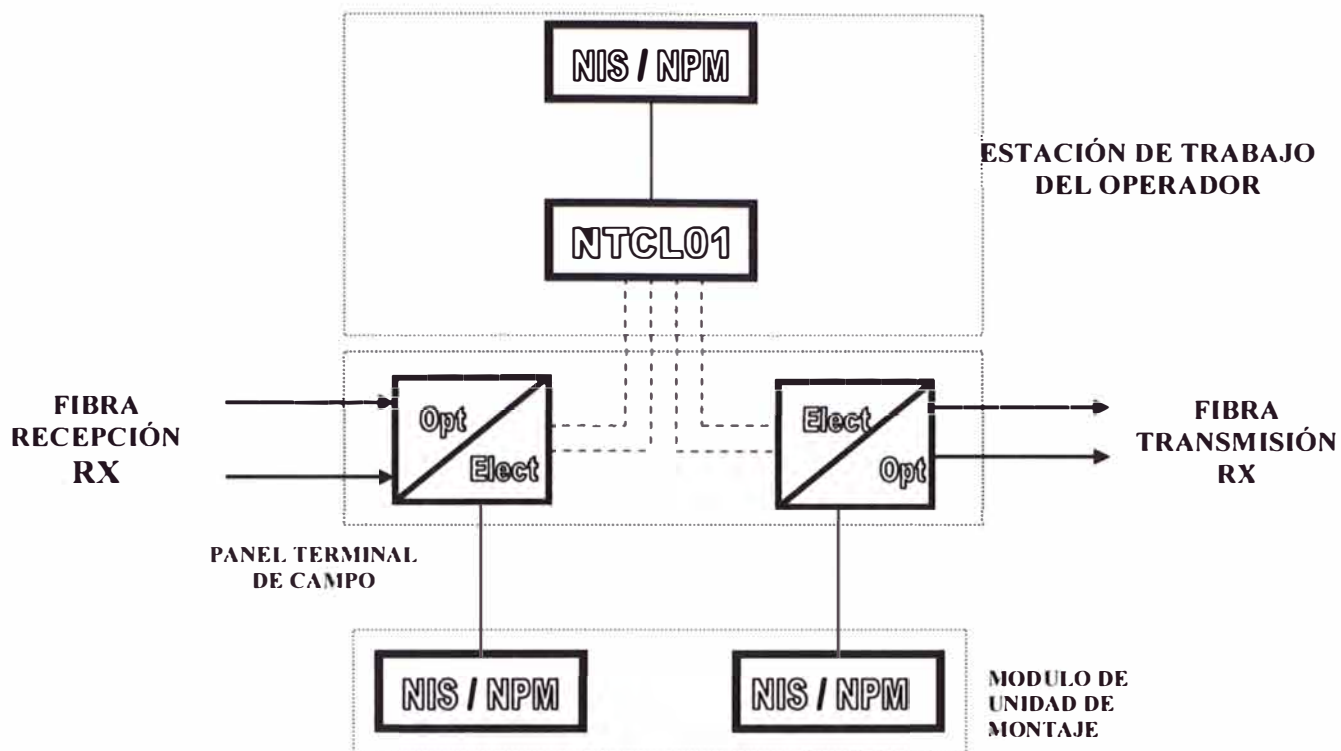


Fig. 2.11

----- CABLE COAXIAL  
 ——— FIBRA ÓPTICA



Fig. 2.12 NTCF23

## **Unidad Terminal de Entradas / Salidas Esclava**

### **Unidad Terminal de Entrada Análoga NTAI06**

La unidad terminal de entrada análoga NTAI06 proporciona un camino para 16 señales de entrada hacia el módulo de entradas análogas IMASI23. Estas entradas son usadas por el controlador para monitorear y controlar el proceso.

La unidad terminal NTAI06 es una tarjeta de circuito impreso de 7 x 7 pulgadas cuadradas.

La tarjeta contiene:

- 16 ó 17 fusibles (dependiente de la revisión A ó B)
- 64 jumpers.
- 2 Terminales desnudos.
- 2 Enchufes para cables.
- Conector Faston para 24 VDC.
- Conector Faston para DC común.

La unidad terminal va montada sobre un panel terminal de campo NFTP01 que va sujeta en los rieles laterales de los gabinetes standard de 19 pulgadas, tal como se muestra en la Fig. 1.3

Los jumpers en la unidad terminal configura cada una de las 16 entradas análogas para igualarlas con el tipo de señal enviada por el dispositivo conectado a aquella entrada.

Cada canal es independiente. La selección incluye: entrada de voltaje o corriente, voltaje terminal simple o diferencial, sistema externamente alimentado, 4 a 20 miliamperios, o entradas RTD de 3 alambres. Para permitir el tipo de entrada, une los pines apropiadamente con un jumper.

### **Unidad Terminal de Entrada / Salida Digital NTDI01**

Esta unidad proporciona un camino para 16 señales de entrada los siguientes módulos de entrada / salida. Estas entradas son usadas para monitorear y controlar un proceso.

Módulo de salida análoga .

Módulo de entrada digital.

Módulo de entrada tipo pulso.

Módulo de salida digital.

Módulo contador de frecuencia.

Módulo servo-hidráulico.

La unidad NTDI01 es una tarjeta de circuito impreso de 7 x 7 pulgadas cuadradas. La tarjeta contiene:



- 2 Fusibles.
- 17 dipshunt.
- 4 Terminales desnudos.
- 1 Enchufe de cable.
- 2 Conectores Faston de suministro de energía.
- 1 Conector faston de sistema común.

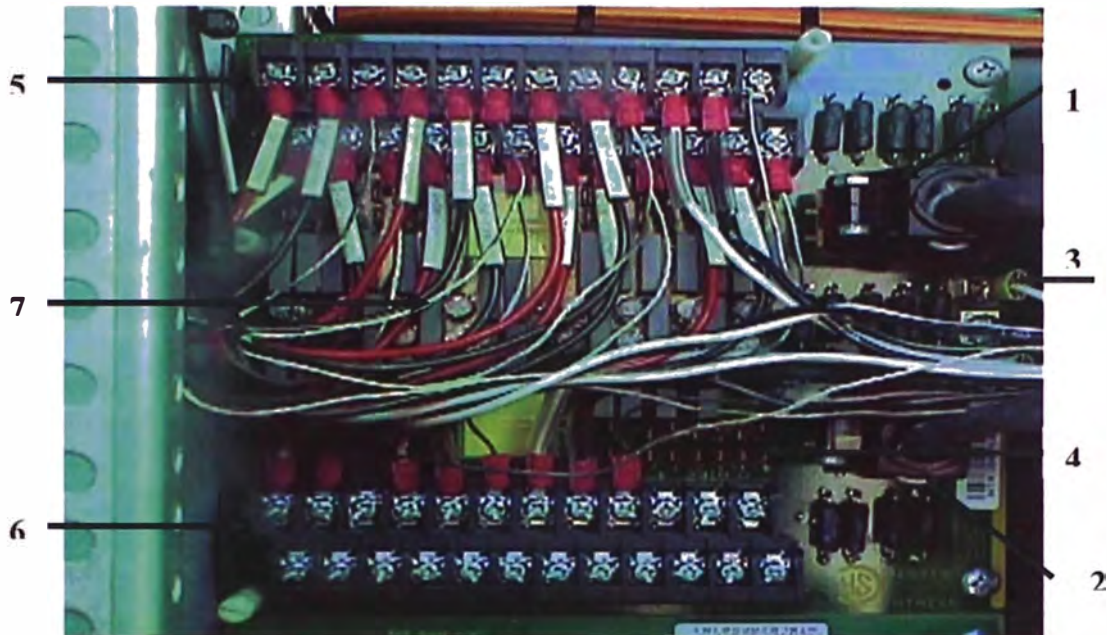
Para el montaje de la unidad terminal se usa el panel terminal de campo NFTP01.

Los 2 fusibles F1 y F2 protegen los suministros de energía E1 y E2 , respectivamente. Los valores de los fusibles a utilizar de acuerdo al voltaje requerido se muestra en la tabla 2.3

**TABLA 2.3**

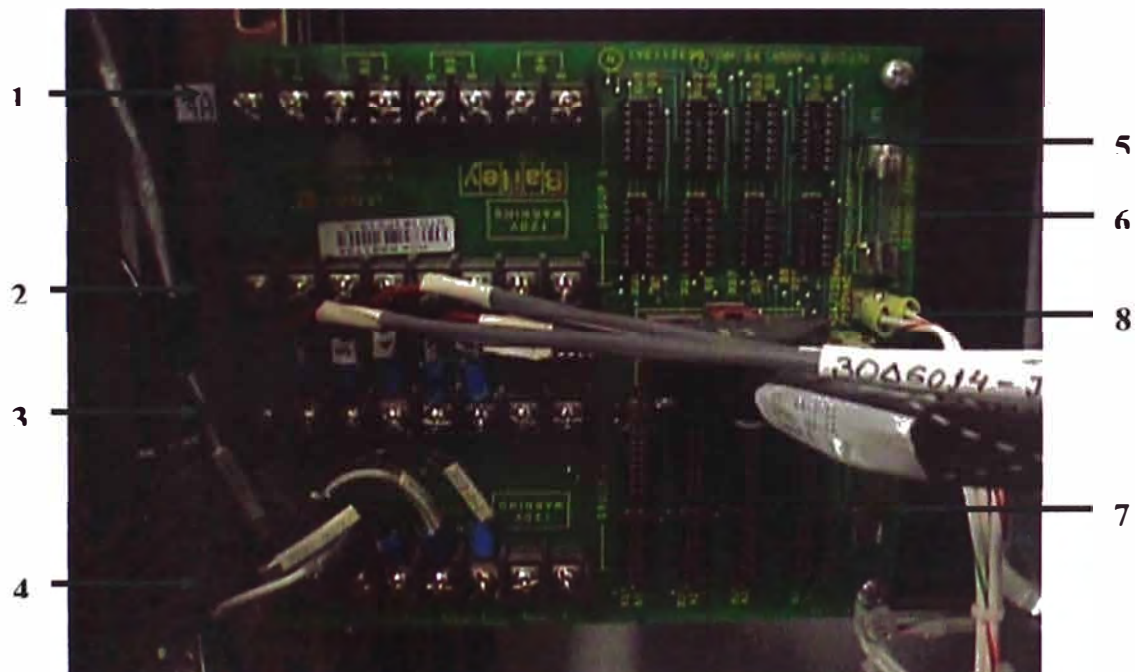
<b>Voltaje requerido</b>	<b>Descripción</b>
24 VDC	3 A
125 VDC ó 120 VAC	0.25 A

En la unidad terminal hay 17 dipshunts denominados desde XU1 hasta XU16 y son para la configuración de las 16 señales de entrada / salida disponibles. El dipshunt XU17 es usado para configurar las señales o para algunas aplicaciones. La configuración de los dipshunts depende de los módulos entrada / salida a ser usado.



**Fig. 2.13 Tarjeta NTAI06**

- 1,2 : Conectores de cable al modulo de entrada analoga esclava
- 3, : Terminal Faston de 24VDC
- 4 : Jumpers (J1 al J64)
- 5, 6 : Borneras de conexión TB1 Y TB2, respectivamente
- 7 : Fusibles (F1 al F16)



**Fig 2.14 Tarjeta NTDI01**

- 1, 2, 3, 4 : Borneras TB1, TB2, TB3, TB4 respectivamente
- 5 : Dipshunt XU1 al XU 16
- 6, 7 : Fusibles F1, F2
- 8: Conectores de alimentación

### Panel de Relés N° 6642016 2

El panel de relés proporciona una interfase de proceso convencional para aplicaciones del sistema INFI 90. 16 Relés electromecánicos, cada uno con 2 contactos, operando en conjunto con los módulos esclavos de salida digital. Estas salidas pueden ser para conmutación, alarma, etc.

La tarjeta del panel de relés es de 189 mm.(7.43") de ancho por 356 mm. (14") de alto. Es montado sobre un panel de apoyo que tiene 483 mm. (19") de ancho por 356 mm. de alto.

2 Paneles de relés pueden montarse en cada panel de apoyo.

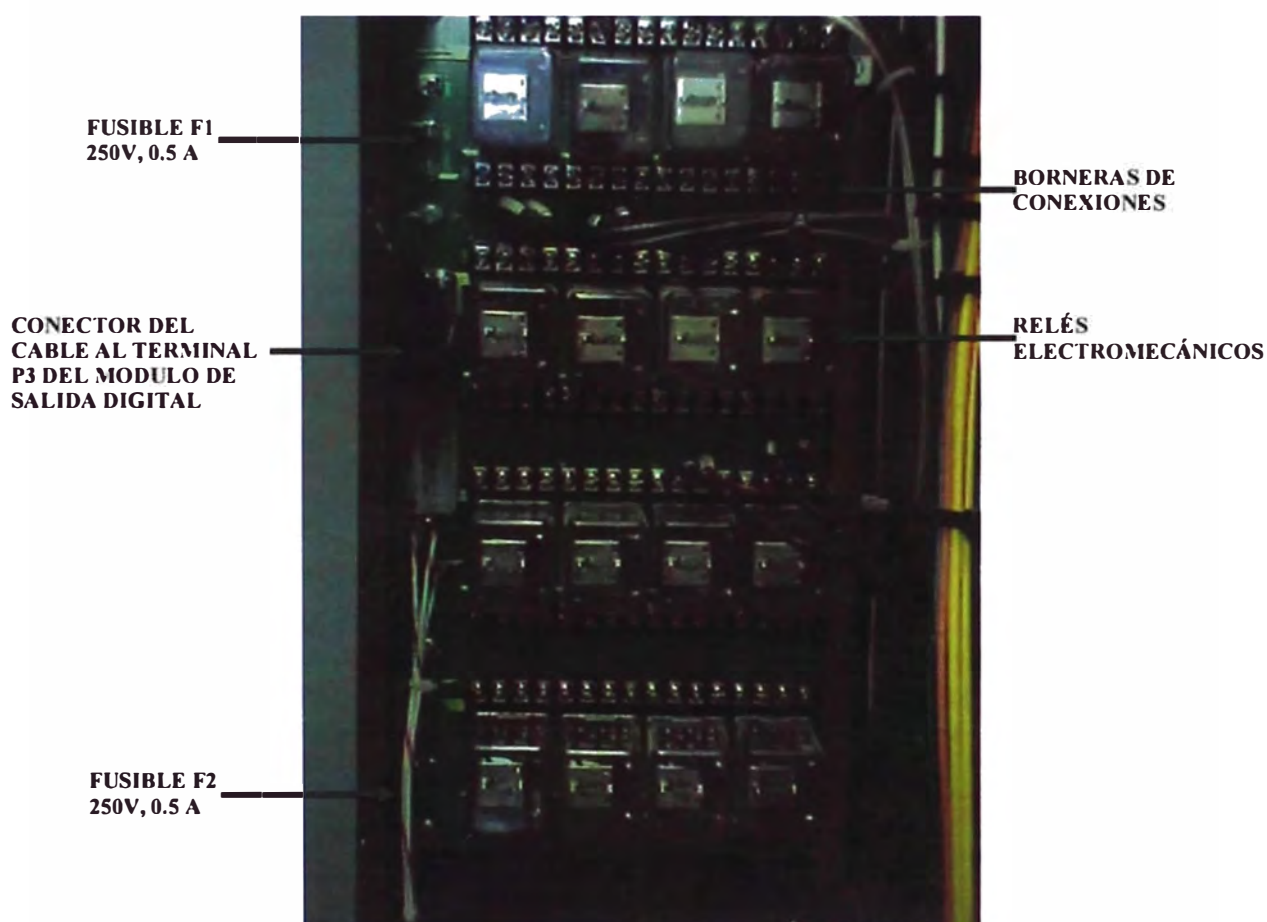


Fig 2.15

### 3. Unidad de Control Remoto

A diferencia de las unidades de control de procesos, las unidades remotas solo contienen los módulos que conforman los niveles de adquisición y acción, más no el nivel del control del proceso. Una unidad de control remota (RIO) esta compuesta de una interfase con su unidad de control de proceso master ( modulo remoto IMRIO02), y los módulos de entrada y salida . Al igual que en una unidad de control de procesos, los módulos remotos se comunican con los módulos de entradas y salidas a través del Expander Bus. Es necesario recalcar que dentro de los módulos del sistema de la unidad de control de procesos master se deben incluir módulos remotos IMRIO02 para permitir la comunicación entre ellos.

Dentro del Sistema DCS Tintaya se cuenta con 4 unidades de control remoto, que indican el la tabla 3.1 con su correspondiente unidad de control de proceso master.

**TABLA 3.1**

ITEM	UNIDAD REMOTA ESCLAVA (RIO)		PCU MASTER	
	UBICACIÓN	TAG-NUMBER	UBICACIÓN	TAG-NUMBER
01	Poza de lixiviación	CC-250-007	Chancadora primaria / secundaria	CC-100-001
02	Almacenamiento y descarga de ácido	CC-610-008	Chancadora primaria / secundaria	CC-100-001
03	S.E ETESUR	CC-620-009	S.E. Planta Óxidos	CC-620-006
04	Poza de Raffinato	CC-810-010	Tank Farm	CC-400-004

La Unidad de Control Remoto arriba indicadas está compuesta por los siguientes elementos:

- Sistema de alimentación
  - Unidad de montaje de módulos
  - Módulos remotos
  - Módulos esclavos
-

- Unidades terminales.

Estos elementos van montados en un solo gabinete, por no requerirse mayor espacio. En las siguientes figuras (Fig. 3.1) podemos apreciar una vista exterior del gabinete, así como la disposición de los componentes en su parte frontal.



**Fig 3.1**

**1 : Iluminación**

**2 : Sistema modular de alimentación**

**3 : Unidad de montaje de módulos con módulos del sistema**

**4 : Unidad terminal de enlace remoto**

Como la mayoría de los componentes son similares a los utilizados en las Unidades de Control de Procesos, en esta parte solo abordaremos los módulos de control remoto, así como sus unidades terminales.

### **3.1 Módulo esclavo de Entrada / Salida Remota (RIO).**

Es el módulo que permite que una unidad remota se pueda “colgar” (conectar) a una unidad de control de procesos a través de unidades terminales remota de fibra óptica NTRL02.

El modulo IMRIO02, consiste de una tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en la unidad de montaje (MMU) tanto de la unidad remota como en la unidad de control de procesos a la que se encuentra conectada. Tiene tres conectores al final de la tarjeta para señales externas y alimentación (P1, P2 y P3) . P1 lo conecta a la alimentación lógica (+5 VDC), P2 conecta al módulo al Expander Bus de entradas / salidas para comunicarlo con los módulos esclavos de salida y entrada de la unidad remota. P3 hace llegar la información recibida a las unidades terminales mediante un cable conectado desde el “backplane” a la unidad terminal.

En la unidad de control de proceso correspondiente, el modulo esclavo de entrada / salida remota recibe la información y se comunica a los controladores (procesadores multifunción) a través del Expander Bus de entradas / salidas.

La tarjeta tiene 4 switches de 2 posiciones (dipswitch), que son usados para su configuración.

El switch S1 configura la dirección del nodo o esclavo

El switch S2 configura el modo de diagnostico.

El switch S3 y S4 configura los tipos de cable de comunicación y los modos de operación.

### **3.2 Unidad Terminal de Enlace Remoto NTRL02**

Estas unidades proporcionan conexiones para los módulos esclavos IMRIO02, cables de comunicación, estaciones de control y estaciones indicadoras digitales. En la Fig. 2.13 podemos ver la aplicación de una unidad terminal.

La unidad terminal NTRL02 es una simple tarjeta de circuito impreso que se sujeta en un panel terminal de campo NTFP01 localizado dentro de uno de los gabinetes del Infinet 90.

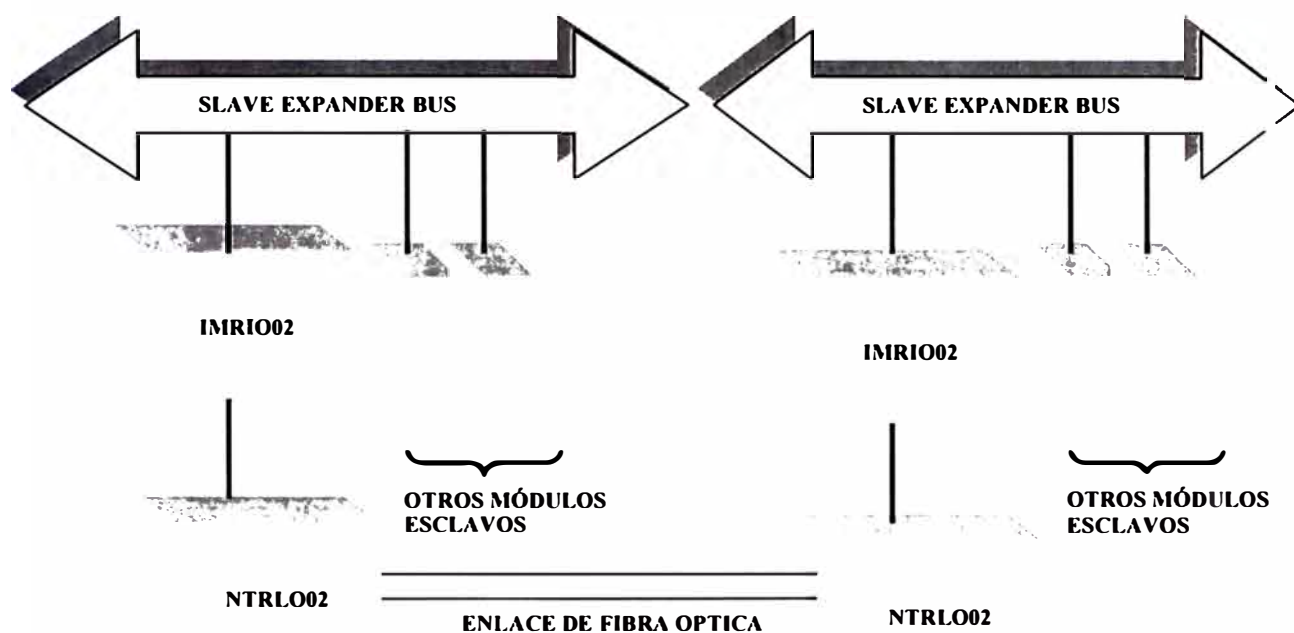
La unidad terminal tiene tres enchufes conectores (P1, P2 y P3 ), 2 conectores de cable de fibra óptica (TX y RX) y 2 bloques de borneras TB1 y TB2.

El conector P1 permite el paso de señales desde la unidad terminal hasta a un módulo esclavo remoto de entrada / salida IMRIO02.

El conector P2 suministra un enlace a una unidad terminal NTCS04.

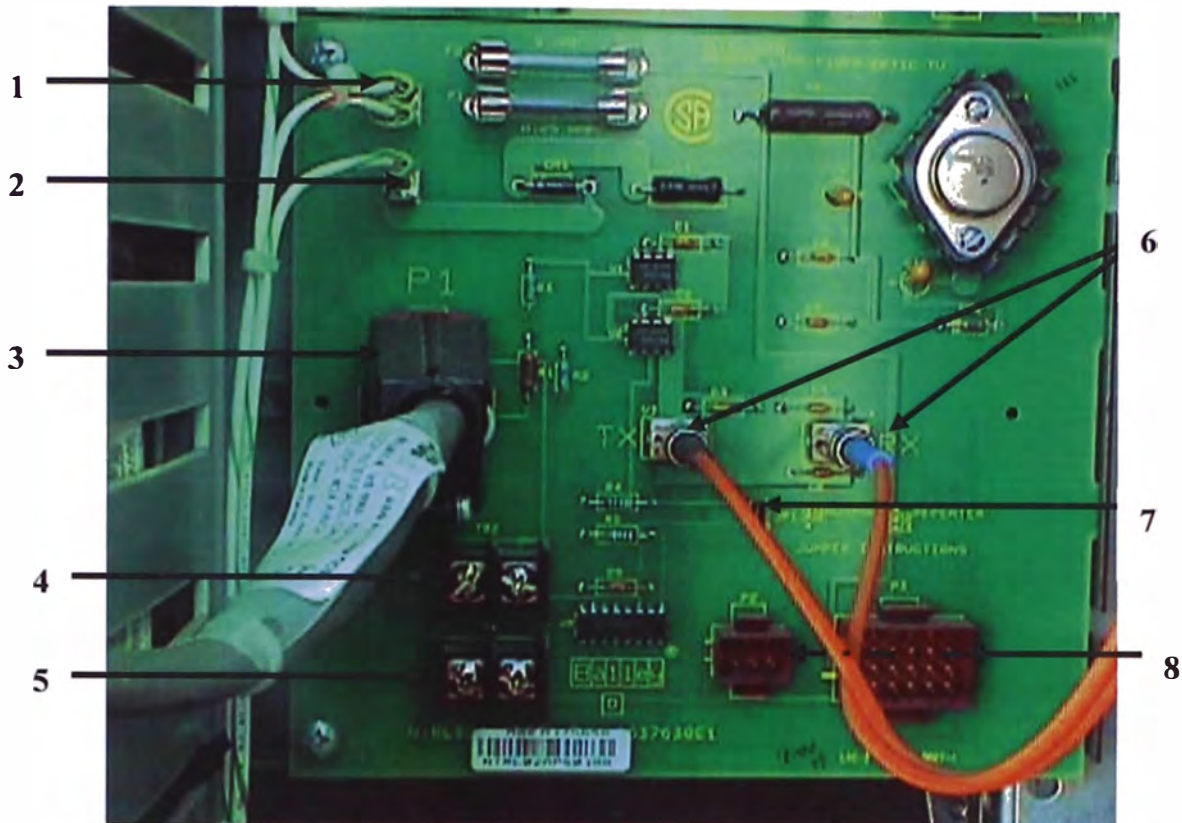
El conector P3 proporciona un enlace a estaciones de control simple o múltiples, y / o estaciones indicadoras.

Los conectores TX y RX permite la comunicación sobre cable de fibra óptica entre las unidades terminales NTRL02 local ( master) y la remota (esclavo). Este enlace de comunicación , puede tener una longitud máxima de 3 Km. El conector TX acopla las señales ópticas de salida desde la unidad terminal al cable de fibra óptica. El conector RX acopla las señales ópticas de entrada desde la fibra óptica a la unidad terminal.



**Fig. 3.2**

En la figura siguiente (3.2 y 3.3), podemos apreciar las partes principales que presenta la unidad terminal de enlace remoto y la forma como va instalado dentro del gabinete Infinet.



**Fig. 3.3**

- 1 : Terminal de 24 VDC E1**
- 2 : Terminal común E2**
- 3 : Conector al módulo esclavo remoto I / O (P1)**
- 4 : Borneras de estación TB2**
- 5 : Borneras de estación TB1**
- 6 : Conectores de cable de fibra óptica**
- 7 : Jumper de selección de modo JP1**
- 8 : Conector de enlace a estación P3 y P2.**

#### **4. Estación de trabajo de operadores (OWS)**

La estación de trabajo de los operadores es la interfase entre hombre y sistema (HSI, *human-system interface* en inglés) del Sistema de Control y Administración empresarial. Los componentes de la interfase hombre-sistema interfase (HSI) incluye los siguientes elementos:

- Procesadores
- Monitores
- Teclado



- Módulos del sistema.

Los módulos el sistema se encuentran dentro de la consola, y sobre una Unidad de Montaje de módulos IEMMU12. En esta unidad de montaje tenemos los siguientes módulos:

- Interfase de procesador multifunción IMPM01.
- Interfase de red INNIS01
- Transferencia de computador a Infi-net INICT03A
- Sistema modular de energía AC PAS02

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

<b>IMBLK</b>	<b>IMBLK</b>	<b>PAS</b>	<b>IMBLK</b>	<b>NIS</b>	<b>PMI</b>	<b>ICT</b>	<b>IMBLK</b>	<b>PAS</b>	<b>IMBLK</b>	<b>IMBLK</b>	<b>IMBLK</b>
<b>01</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>01</b>	<b>01</b>	<b>01</b>	<b>03A</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>01</b>	<b>01</b>	<b>01</b>
<b>MODULO DE INTERFASE DE FIBRA ÓPTICA (PARTE POSTERIOR)</b>											

**Fig. 4.1 Vista frontal de la estación de trabajo**

A continuación mostramos la descripción de cada uno de los componentes.

**TABLA 4.1**

<b>POSICIÓN</b>	<b>CODIGO ABB</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1, 2, 4, 8, 10, 11, 12	IMBLK01	Cubierta frontal de espacio en blanco
3,9	IEPAS02	Módulo de sistema de alimentación de energía.
5	INNIS01	Módulo de interfase de red
6	IMPM01	Módulo de interfase del procesador multifunción.
7	INICT03A	Modulo de transferencia de Infinet a computador

A diferencia de las Unidades de Control de procesos (PCU) la unidad de montaje en este caso es el IEMMU12 que permiten el montaje de 12 módulos y un máximo de 2 IEPAS02. Ellos también suministran distribución eléctrica, Expander Bus I / O y señales de Controlway; distribución de suministro de tensión reguladas.; y distribución de energía primaria.

La energía primaria son los 120 / 240 VAC o 24 / 48 VDC que suministra energía a los módulos de potencia IPAS02.

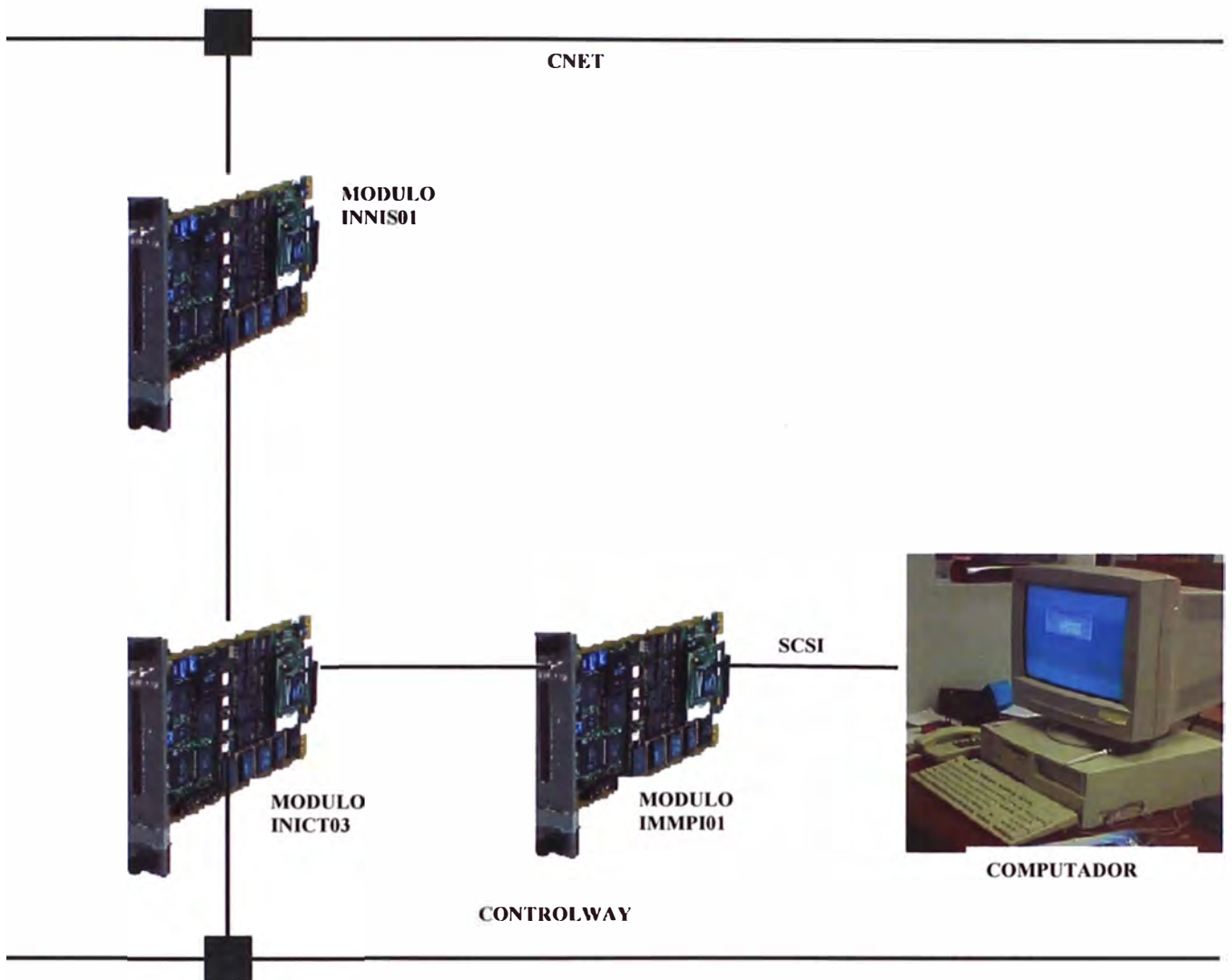
#### **4.1 Interfase CNET – Computador o estación de Trabajo de Operador**

La interfase Cnet a computador está conformado por el módulo interfase de red INNIS01, el módulo de transferencia a computador INICT03, y la interfase de procesador multifunción. Esta interfase da acceso a un punto de Cnet a un computador. El computador se conecta a través de un puerto paralelo SCSI.(Ver fig. 4.2). Tanto las conexiones a la red Cnet como al computador se realiza a través de las unidades terminales NTCL01(unidad terminal de comunicación) y NTMP01 (unidad terminal del procesador multifunción), respectivamente.

Veremos a continuación algunos detalles técnicos acerca de cada uno de los módulos que conforman la interfase Cnet – Computador

##### **4.1.1 Interface de Red INNIS01**

Es el enlace inteligente entre un nodo y la red Cnet. En este caso, trabaja conjuntamente con el módulo INICT03. Es el que permite la comunicación de un nodo a cualquier otro del sistema.



**FIG. 4.2**

La tarjeta de circuito impreso contiene un microprocesador basado en circuitos de comunicación que lo posibilita enlazarse con el módulo INICT03 sobre un I / O Expander Bus dedicado.

El módulo INNIS01 se conecta a través de su 3 conectores de borde de la siguiente manera: P1 se conecta a la fuente común de +5 VDC, - 5 VDC, - 15 VDC. El conector P2 se conecta al I / O Expander Bus para comunicarse con el módulo INICT03. El módulo INNIS01 se conecta a su red de comunicación a través de un cable conectado entre su conector P3 y la unidad terminal NTCL01. La comunicación entre nodos es a través de cables coaxiales que conectan las unidades terminales de cada nodo.

#### **4.1.2 Módulo de Transferencia a Computador INICT03A**

La interfase Cnet (Control Network) a computador es una interfase de comunicación de la familia Harmony. Proporciona a un computador o a una interfase hombre-sistema (Estación de trabajo de operador) acceso a la red Cnet en un Sistema de Control y Administración Symphony.

El módulo INICT03 es una tarjeta de circuito impreso que ocupa un slot en la unidad de montaje e módulos. La tarjeta contiene microprocesadores basados en circuitos de comunicación que lo posibilita comunicarse directamente con su módulo INNIS01 y su módulo IMMPI01, y para enlazar al Control way.

2 Tornillos aseguran la placa frontal del módulo a la unidad de montaje. Hay 17 leds en la placa frontal y un botón pulsador de Parada / Reposición (Stop / Reset).

El módulo INICT03 tiene tres conectores para señales externas y energía (P1, P2 y P3). Conector P1 conecta a la alimentación de +5 VDC y Controlway. Conector 2 conecta el módulo INICT03 al I / O Expander Bus. Las señales de control y datos se conecta desde el módulo INICT03 al módulo IMMPI01 a través de un CABLE PLANO DE 60 PINES. El Cable se conecta entre el conector P5 de INICT03 y el conector P6 del IMMPI01.

#### **4.1.3 Interfase del Procesador Multifunción (IMMPI01)**

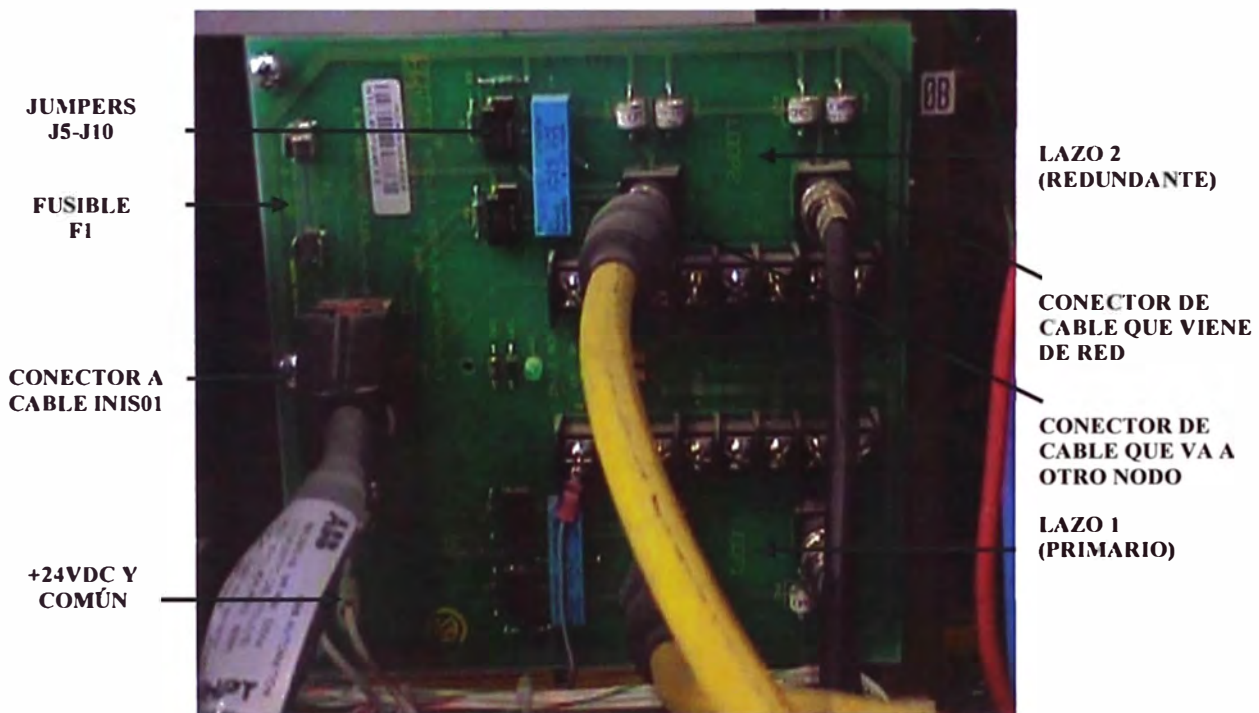
El módulo de interfase del procesador multifunción manipula la interfase de Entradas / salidas entre el computador y el módulo INICT03.

El módulo IMMPI01 es una simple tarjeta de circuito impreso que ocupa una ranura (slot) en la unidad de montaje de módulos. Esta tarjeta contiene un microprocesador basado en circuitos de comunicación que lo comunica con su INICT03 a través del cable plano.

El módulo IMMPIO1 tiene tres conectores de borde para señales externas y alimentación (P1 P2 y P3). Conector P1 conecta a la alimentación de +5 VDC y común. Conector P2 no es usado. Conector P3 es usado para conectar el cable que va a la unidad terminal IMMPIO1. El conector P6 es usado para conectar el módulo IMMPIO1 al módulo INICTI03.

#### 4.2 Unidad Terminal de Comunicación N NTCL01

El módulo de interfase de red INNIS01 usa la unidad terminal de comunicación NTCL01 para comunicarse con la red Cnet y se instala dentro del sistema como se muestra en la Fig. 4.3



**FIG 4.3**

En la Fig. 4.3 también se muestra la ubicación de conectores y jumpers.

## II. MANTENIMIENTO

El mantenimiento del equipo DCS de ABB cae dentro de 2 categorías generales

- Mantenimiento de los componentes, y
- Mantenimiento del sistema de potencia.

A continuación proporcionamos algunas sugerencias concerniente al mantenimiento de los equipos.

### 1. Mantenimiento de los componentes

- Limpieza de filtros de aire, módulos, unidades terminales y conectores en los cables.

Una accesorio ionizante a la boquilla de aire prevendrá daños estáticos y un filtro prevendrá la contaminación de una pobre calidad del aire comprimido. Un limpiador de contactos y un trapo suave es preferido para limpiar conectores.

- Chequeo de la integridad mecánica de las conexiones. Esto incluye el asiento de los cables prefab y X bus así como los terminales de conexión.
- Reemplazo o renovación de la fuente.

Medir el voltaje de rizado en las barras de +5 VDC y -5 VDC. Esto indica el estado de los condensadores de la fuente de energía. Con el tiempo y la temperatura, los condensadores de aluminio pueden degradarse y permitir rizados mayores. Si hay más de 75 mv de rizado en la barra de 5 VDC o más y 150 mv de rizado en las barras de +/- 15 VDC, podría ser tiempo de pensar acerca del cambio del Modulo de suministro de energía.

- Verificar operación de los ventiladores
- Corrosión.

Los signos de corrosión deben ser notados, tales como la decoloración de las barras de cobre y vestigios o trazos en los circuitos impresos.

- Temperatura y humedad en la sala del bastidor.

Medir los valores usando un dispositivo portátil puesto que ellos pueden afectar la corrosión de los equipos.

- Indicación del estado de todos los controladores y módulos de comunicación. Esto puede ser chequeado localmente y / o remotamente con el software de la estación de trabajo de ingeniería o a través de las consolas del operador. También el Composer y en los files de error de la consola del operador deben ser chequeado.

Esto incluye Rendimiento del monitor y revisión de los eventos para computadores Windows NT.

## **2. Mantenimiento del Sistema de Energía**

- **Distribución de energía.**

Integridad mecánica de las conexiones. Las conexiones sueltas son las fuentes más comunes de fallas en el sistema. Las conexiones sueltas pueden causar intermitencia, alta resistencia de conexiones que pueden producir impulsos capaces de causar reposiciones inexplicables del sistema o daños en los equipos. También, estudios han mostrado que al menos 80 % de las actividades de impulsos es causado por conexiones sueltas dentro del sistema de distribución y no de los equipos externos.

Generalmente requerimos de una fuente derivada separadamente (UPS o transformador etc.) dentro de los 50 pies de la carga.

- **Sistema de electrodos.**

Esto depende de la instalación, pero tanto las conexiones al sistema de tierra de la instalación así como el electrodo propiamente dicho debe ser chequeados usando el método de los tres puntos o el método de la caída de potencial.

- **Lazos de tierra.**

Para evitar fallas a tierra y de lazos de tierra en el sistema de distribución de energía, se debe chequear con amperímetro y ocasionalmente con osciloscopio los circuitos de entradas y salidas y DC común. La causa principal de este problema es, generalmente las conexiones inapropiadas de las pantallas.

- **Calidad de la energía.**

Es necesario realizar ocasionalmente un análisis de la calidad de la energía para encontrar una distorsión armónica excesiva, impulsos, caídas y elevación repentina de voltajes.

---

### 3. Chequeo de la Comunicación

#### Fase 1. Chequeo preliminar de la comunicación.

A fin de asegurar que los resultados no están perjudicados por errores relacionados al hardware, se requiere que los siguientes pasos sean realizados:

- Leer los contadores de error y eventos NIS en cada nodo y verificar que R1ERR y R2ERR, TXERR, TXWDG, LOOPBAD, no están creciendo excesivamente. Esta función puede ser ejecutada con una simple unidad de interfase del computador localizada en cualquiera de los nodos de la red y utilizando un terminal emulador (todos los terminales de emulación deben ser capaces de recolectar texto de los archivos.)

Este paso verifica la calidad de la señal de Infinet.

Para inicializar la instalación o cuando un problema es evidente, es muy útil chequear todos los cables con un TDR. La degradación puede ser causada por:

- Conexiones sueltas.
  - Cables dañados
  - Cables coaxiales aislados inapropiadamente.
  - Cables twinaxiales indebidamente aterrados.
  - Mal funcionamiento de componentes (Unidades terminales, relés, transmisores)
  - Diferencia de impedancia entre carga y fuente.
- Utilizando los datos recolectados en el paso 1 verifica que los siguientes contadores no se han incrementado excesivamente:  
STBERR, XBRBC, XBSTERR, TXBERR y RXBERR

Nota: Estos contadores son indicativo de problemas de comunicación en el Expander Bus entre el LIS y su modulo adjunto.

Los reportes de problemas de monitor en todos los módulos MPM y MFP aseguran que no hay errores del Controlway reportados.

Cualquier discrepancia encontrada en cualquier nodo debe ser reparado apropiadamente antes de pasar a la fase 2.

#### Fase 2. Identificar recursos, que están próximos o han sobrepasado limitaciones.

Esta fase involucra recolección de datos en los módulos de memoria, eficiencia en la comunicación, capacidad de trasmisión y recepción de datos , y utilización del CPU. Para esta fase no es necesario recolectar o monitorear datos en los módulos adjuntos ICT que



son usados exclusivamente en los EWS.. Esta fase debe ser ejecutada todas las veces a la carga máxima del sistema. Sería ideal también obtener estos datos a media y baja carga del sistema.

- Monitorear y recolectar la utilización del CPU en todos los módulos colgados (NPMs, ICTs, MCPs, y IITs).

Para módulos asignados NPMs, MCPs y ICT03, estos pueden ser hechos remotamente (como en la fase 1 paso 1) utilizando equipos de módulos remotos-  
Nodo de Estadísticas de rendimiento de nodo.  
Para módulos IITs y IICT01 pueden ser solamente hechos conectando un terminal emulador directamente a la puerta de diagnostico del modulo en cuestión y utilizando la utilización del CPU desde el menú de diagnóstico INFINET.

- Utilización de memoria

Para todos los módulos excepto IITs esto puede ser hecho con Servicios de módulos remoto-Utilización de memoria de modulo remoto.Para servicios de módulos local IITs deben ser usados. Este paso debe ser ejecutado en el mismo momento que en el paso 1b.

- Ajuste de sondeo NPM.

Utilizar Servicio de modulo remoto. Leer con detalle el modulo remoto. Estadísticas de excepción de ganancia en todos los nodos. Corregida la ganancia de estos datos los siguientes deben ser ejecutados para cada nodo:  
Inicializar las estadísticas de excepción (esto fijará también la dirección de el nodo a evaluar.

Esperar 10 minutos y luego ejecutar la lectura de las estadísticas de excepción.

- Monitorear y recolectar la utilización (%) del Controlway para todos los nodos tipo CPU. Esto puede ser hecho usando el programa de ingeniería que se ha creado para detectar la utilización del Controlway a fin de buscar un problema NPM. Este programa simplifica la recolección puesto que no requiere monitoreo local con un modulo de diagnostico PBUG. El programa está disponible desde la pagina web de soporte técnico. La información puede ser recolectada enchufando el modulo PBUG dentro de cada PCU.
- Datos MFP. Para cada MFP recoger los siguientes datos:  
Utilización de memoria

Tiempos de ciclo de segmentos.

Control del periodo de acceso de la redundancia.

### **Fase 3: Análisis de los datos recogidos en la fase 2.**

La data debe ser analizada manualmente para determinar si la utilización de la memoria, los canales de comunicación y CPU excede el umbral de aproximadamente 70 %. La estadísticas de excepción y el ajuste de sondeo NPM nos permite determinar si los valores del proceso de una unidad en particular esta siendo eficientemente enviada y además si la mejora en la eficiencia puede ser acompañada con un simple cambio de estos ajustes.

### **III. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

La confiabilidad de cualquier producto aislado o sistema de control está afectado por el mantenimiento de los equipos. Es recomendable que todos los usuarios de los equipos practiquen un programa de mantenimiento que mantenga las operación de los equipos en un nivel óptimo.

La Tabla 4.1 y 4.2 nos muestra el programa de mantenimiento preventivo de los componentes (Módulos del sistema) y el sistema modular de alimentación (Modular Power System). La tabla agrupa las tareas de mantenimiento de acuerdo a su frecuencia de intervención. Algunas tareas se explican por sí solas. Otras tareas que requieran mayor explicación serán cubiertas en la sección correspondiente a Procedimientos de Mantenimiento.

TABLA 4.1

TAREAS	FRECUENCIA
Revisar los filtros de aire de los gabinetes. Limpiarlo o reemplazarlo si es necesario. Revisar con mayor frecuencia en ambientes excesivamente sucios.	3 meses
Revisar el gabinete y los módulos de interfase de la unidad de control de proceso por suciedad. Limpiar si es necesario usando una aspiradora.	
Revisar todas las señales de interfase de la unidad de control de procesos, conexiones de alimentación y tierra dentro del gabinete. Verificar que estén seguros. Referirse al procedimiento respectivo	
Revisar las tarjetas de circuito impreso de interfase de la unidad de control de procesos, dando especial atención a la alimentación de energía y conectores de borde de las tarjetas. Limpiar si es necesario. Referirse al procedimiento respectivo.	12 meses
Completar todas las tareas de esta tabla.	PARADA

**TABLA 4.2**

<b>TAREAS</b>	<b>FRECUENCIA</b>
Revisar los filtros de aire de los gabinetes. Limpiarlo o reemplazarlo si es necesario. Revisar con mayor frecuencia en ambientes excesivamente sucios.	3 meses
Revisar el gabinete, los módulos de potencia y el panel del circuito de entrada por suciedad. Limpiar si es necesario usando una aspiradora.	
Revisar todas las señales, conexiones de potencia y de tierra dentro del gabinete y verificar si ellos están seguros. Referirse al procedimiento respectivo.	
Revisar las salidas del sistema modular de energía. Referirse al procedimiento.	6 meses
Inspeccionar visualmente el ensamble del ventilador. Verificar que todos los ventiladores estén rotando y reemplazar si es necesario.	
Revisar la calidad de la energía de la planta y sistema de aterramiento.	12 meses
Inspeccionar todos los módulos de control, módulos de entrada y salida, y módulos de potencia, dando particular atención a los contactos de suministro de energía y disipadores. Limpiar si es necesario.	

**ANEXO F**

**CUADRO DE COSTOS DEL PROYECTO**

## COSTO GLOBAL

### INSTALACION DE MOLINO DE BOLAS 400 Tn/Hr

ITEM	DESCRIPCION	PR. TOTAL \$
1	SECCION No. 1 : MOVIMIENTO DE TIERRAS	59,419.42
2	SECCION No. 2 : CONCRETO	686,886.98
3	SECCION No. 3 : ACERO ESTRUCTURAL	347,539.99
4	SECCION No. 4 : MECANICA (EQUIPOS)	3,584,234.85
5	SECCION No. 5 : TUBERIAS	126,500.00
6	SECCION No. 6 : ELECTRICOS	864,305.50
7	SECCION No. 7 : INSTRUMENTACION	408,595.00
8	SECCION No. 8 : COSTOS INDIRECTOS DEL PROYECTO	1,400,964.50
9	SECCION No. 9 : REPUESTOS	416,070.00
	<b>SUBTOTAL DOLARES USA</b>	<b>7,894,516.24</b>
	<b>I.G.V 18%</b>	<b>1,421,012.92</b>
	<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS \$</b>	<b>9,315,529.16</b>

**CUADRO DE COSTOS**  
**EQUIPAMIENTO MECANICO**

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	PR. UNT \$	PR. TOT. \$
<b>1.00</b>	<b>MECANICA (EQUIPOS)</b>				
1.01	Molino de bolas 16'x24"	u.	1	1279850	1,279,850.00
1.02	Motor eléctrico síncrono 4000HP	u.	1	470500	470,500.00
1.03	Inch Drive	u.	1	29400	29,400.00
1.04	Juego de bolas	u.	1	214145	214,145.00
1.05	Juego de sujetadores	u.	1	11500	11,500.00
1.06	Troomel screen	u.	1	36522	36,522.00
1.07	Cargador de forros	u.	1	192600	192,600.00
1.08	Análisis vibracional de cargas	u.	1	12500	12,500.00
1.09	Faja transportadora	u.	1	266000	266,000.00
1.10	Instalación de faja transportadora	u.	1	39900	39,900.00
1.11	Alimentadores de faja	u.	3	36000	108,000.00
1.12	Instalación de alimentadores de faja	u.	3	5400	16,200.00
1.13	Batería de ciclones	u.	1	71850	71,850.00
1.14	Instalación de batería de ciclones	u.	1	7200	7,200.00
1.15	Bombas de ciclones	u.	2	65000	130,000.00
1.16	Instalación de batería de ciclones	u.	2	6500	13,000.00
1.17	Bombas de ciclones	u.	1	12000	12,000.00
1.18	Instalación de caja de bombas de ciclones	u.	1	1200	1,200.00
1.19	Bomba de sumidero	u.	1	15000	15,000.00
1.20	Instalación de bomba sumidero	u.	1	1500	1,500.00
1.21	Montaje de molino y accesorios	u.	1	335200	335,200.00
1.22	Chute de alimentación de molino	u.	1	2450	2,450.00
1.23	Caja de descarga de molino	u.	1	4450	4,450.00
1.24	Chute de fajas alimentadoras	u.	3	24000	72,000.00
1.25	Lavador con ventilador	u.	1	28000	28,000.00
1.26	Tolva de carga de bolas	u.	1	18000	18,000.00
1.27	Modificación faja - Alimentador de ruma	u.	1	2500	2,500.00
1.28	Instalación de tolva, cajas, chutes y ductos	u.	1	10690	10,690.00
1.29	Instalación de lavador y ventilador	u.	1	5600	5,600.00
1.30	Campanas y ductos de colección de polvo	u.	1	5800	5,800.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>3,413,557.00</b>
<b>CONTINGENCIAS (5%)</b>					<b>170,677.85</b>
<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS (MONTAJE MECANICO)</b>					<b>3,584,234.85</b>

## EQUIPAMIENTO ELECTRICO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PR. UNT \$	PR. TOT. \$
<b>2.00</b>	<b>ELECTRICOS</b>				
<b>2.10</b>	<b>AMPLIACION DEL SUMINISTRO EN 10KV</b>				
2.11	Transformador 4MVA 10/4.1KV	u.	1	60000	60,000.00
2.12	Disyuntor 10Kv (27Kv)	u.	1	55500	55,500.00
2.13	Disyuntor 4.16Kv (8.25Kv)	gbl.	1	126500	126,500.00
2.14	Tablero de protección, control y alarma	u.	1	6000	6,000.00
2.15	Cables y electroductos	gbl.	1	84800	84,800.00
2.16	Montaje eléctrico	gbl.	1	30100	30,100.00
<b>2.20</b>	<b>SUBESTACION DE TRANSFORMACION</b>				
2.21	Transformador 1250KVA 4.16/0.48KV+Celda llegada	u.	1	22000	22,000.00
2.22	Montaje eléctrico	gbl.	1	2250	2,250.00
<b>2.30</b>	<b>DISTRIBUCION EN 4.16KV</b>				
2.31	Contenedor 4.16Kv	u.	1	17000	17,000.00
2.32	Arrancador de motor síncrono 4000HP, 4000V	u.	1	75000	75,000.00
2.33	Cables y electroductos	gbl.	1	9313	9,313.00
2.34	Montaje eléctrico	gbl.	1	8600	8,600.00
<b>2.40</b>	<b>DISTRIBUCION EN 480V</b>				
2.41	MCC - 480V	u.	1	44000	44,000.00
2.42	Variadores de velocidad 563HP	u.	2	48000	96,000.00
2.43	Variadores de velocidad 15HP	u.	3	2000	6,000.00
2.44	Cables y electroductos	gbl.	1	42116	42,116.00
2.45	Salida en 460V	u.	4	400	1,600.00
2.46	Montaje eléctrico	gbl.	1	20200	20,200.00
<b>2.50</b>	<b>ALUMBRADO</b>				
2.51	Tablero de distribución	u.	1	1200	1,200.00
2.52	Transformador tipo seco	u.	1	1000	1,000.00
2.53	Artefactos de alumbrado	gbl.	1	12398	12,398.00
2.54	Cables y electroductos	gbl.	1	1693	1,693.00
2.55	Salida en 220V	u.	6	200	1,200.00
2.56	Montaje eléctrico	gbl.	1	11600	11,600.00
<b>2.60</b>	<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>				
2.61	Material	gbl.	1	3270	3,270.00
2.62	Instalación	gbl.	1	5000	5,000.00
<b>2.70</b>	<b>SISTEMA DE PARARRAYOS</b>				
2.71	Material	gbl.	1	4730	4,730.00
2.72	Instalación	gbl.	1	2500	2,500.00
<b>SUBTOTAL</b>					<b>751,570.00</b>
<b>CONTINGENCIA ( 15% )</b>					<b>112,735.50</b>
<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS (MONTAJE ELECTRICO)</b>					<b>864,305.50</b>



## INSTRUMENTACION

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	PR. UNT \$	PR. TOT. \$
<b>3.00</b>	<b>INSTRUMENTACION</b>				
<b>3.10</b>	Sistema de control (Hardware y licencia de software) incluye : - Gabinetes de entrada y salida - Controladores de proceso - Interfase de operador - Red de información industrial  (* El costo del sistema de control es solo para cubrir las entradas/salidas de expansión, sin embargo la arquitectura del sistema permitirá incorporar circuitos existentes "seamlessly")	lote	1	130000	130,000.00
<b>3.11</b>	<b>Sistema de control</b>				
	- Servicio de configuración del sistema	lote	1	30000	30,000.00
<b>3.12</b>	<b>Paquete de Instrumentos de seguridad para faja transportadora, incluye :</b>				
	- Switches de desalineamiento	u.	16	650	10,400.00
	- Switches actuados por cordón de seguridad	u.	14	550	7,700.00
	- Switches de velocidad cero	u.	4	750	3,000.00
	- Switches de detección de faja rota	u.	1	1200	1,200.00
<b>3.13</b>	Pesómetro de faja	u.	1	15000	15,000.00
<b>3.14</b>	Transmisores de nivel caja de bombas de ciclones	u.	2	2500	5,000.00
<b>3.15</b>	Densímetro nuclear, tubería de alimentación ciclones	u.	1	13000	13,000.00
<b>3.16</b>	Válvulas de control de densidad	u.	2	13500	27,000.00
<b>3.17</b>	Flujómetro magnético - Pulpa a ciclones	u.	1	12000	12,000.00
<b>3.18</b>	Flujómetro magnético - agua proceso	u.	1	8000	8,000.00
<b>3.19</b>	Estaciones de control y cajas de pase	lote	1	15000	15,000.00
<b>3.20</b>	Bandejas	lote	1	8000	8,000.00
<b>3.21</b>	Cables de control y señal	lote	1	35000	35,000.00
<b>3.22</b>	Montaje de instrumentos, sistema de control y cables	gbl.	1	35000	35,000.00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>355,300.00</b>
	<b>CONTINGENCIAS ( 15% )</b>				<b>53,295.00</b>
	<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS</b>				<b>408,595.00</b>

## COSTOS INDIRECTOS

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PR. UNT \$	PR. TOT. \$
<b>4.00</b>	<b>COSTO INDIRECTO DEL PROYECTO</b>				
<b>4.10</b>	<b>TRANSPORTE</b>				
4.11	Transporte de molino (exterior)	jgo.	1	33030	33,030.00
4.12	Transporte de molino (local)	jgo.	1	71000	71,000.00
4.13	Transporte de equipos mecánicos y tuberías	jgo.	1	35000	35,000.00
4.14	Transporte equipo eléctrico	jgo.	1	15000	15,000.00
<b>4.20</b>	<b>DERECHOS DE IMPORTACION</b>				721,200.00
<b>4.30</b>	<b>INGENIERIA DE DETALLE</b>				211000
<b>4.40</b>	<b>GESTION DE COMPRAS</b>				62000
<b>4.50</b>	<b>SUPERVISION DE OBRA</b>				70000
	<b>SUBTOTAL</b>				1,218,230.00
	<b>CONTINGENCIA ( 15% )</b>				182734.5
	<b>TOTAL DOLARES AMERICANOS</b>				<b>1,400,964.50</b>

## **ANEXO G**

### **RELACION DE PRINCIPALES PLANOS DEL PROYECTO**

## RELACION DE PLANOS

Cnt.	No.	DESCRIPCION	CODIGO
		<b>PLANOS GENERALES</b>	
1	1	UBICACION DEL AREA DEL PROYECTO	GEN-001
2	2	MOLIENDA PRIMARIA DIAGRAMA DE FLUJO 400 Tn / h	GEN-002

<b>PLANOS ELECTRICOS GENERALES</b>			
3	1	INSTALACIONES ELECTRICAS - SIMBOLOGIA ELECTRICA	EL-G-001
4	2	SISTEMA GENERAL DE PUESTA A TIERRA	EL-G-002
5	3	ESTANDARES, DETALLES DE INSTALACION DE PUESTA A TIERRA	EL-G-003
6	4	ESTANDARES, DETALLES DE INSTALACION DE FUERZA	EL-G-004
7	5	ESTANDARES, DETALLES DE INSTALACION DE ALUMBRADO	EL-G-005
8	6	LISTA DE CABLES DE FUERZA	EL-G-006
9	7	LISTA DE CABLES DE CONTROL	EL-G-007
10	8	FAJAS TRANSPORTADORAS - DISPOSICION DE FUERZA - PLANTA	EL-G-008
11	9	FAJA TRANSPORTADORA - SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	EL-G-009
12	10	SALA ELECTRICA CONCENTRADORA - DISPOSICION DE EQUIPOS NIVEL 4052.4 (ALTERNATIVA) - PLANTA	EL-G-010
13	11	SALA ELECTRICA CONCENTRADORA, DISPOSICION DE BANDEJAS Y ALIMENTADORES (ALTERNATIVA DEFINITIVA) - PLANTA	EL-G-011
14	12	DISPOSICION DE BANDEJAS Y ALIMENTADORES - SECCIONES Y DETALLE	EL-G-012
15	13	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - AMPLIACION MOLIENDA	EL-G-013
16	14	SISTEMA DE PROTECCION CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS	EL-G-017

<b>PLANOS SUBESTACIONES ELECTRICAS</b>			
17	1	SUBESTACION UNITARIA 1250 KVA, 36TRF007 - DIAGRAMA UNIFILAR	ELEC-SE-001
18	2	SUBESTACION UNITARIA 1250 KVA, DISPOSICION DE EQUIPOS PLANTA Y SECCIONES	ELEC-SE-003
19	3	TRANSFORMADOR 1250KVA - 4.16/0.48 KV, CONEXION CON EL DCS	ELEC-SE-004
20	4	SUBESTACION PRINCIPAL - AMPLIACION 10 Y 4.16KV DIAGRAMA UNIFILAR	ELEC-SE-005
21	5	SUBESTACION PRINCIPAL - CASETA TABLERO 10KV PATIO TRANSFORMADORES - VISTA DE PLANTA	ELEC-SE-006
22	6	SUBESTACION PRINCIPAL - CASETA TABLEROS 10KV PATIO TRANSFORMADORES - SECCIONES	ELEC-SE-007
23	7	SUBESTACION PRINCIPAL - GALERIA DE CABLES	ELEC-SE-008
24	8	SUBESTACION PRINCIPAL - CONEXIONES Y ACOMETIDA EN 4.16 KV	ELEC-SE-009
25	9	SUBESTACION 4.0MVA, CONEXION DE PUESTA A TIERRA AL CABLE DE PUESTA A TIERRA EXISTENTE	ELEC-SE-010

Cnt.	No.	DESCRIPCION	CODIGO
		<b>CELDAS ABB MEDIA TENSION</b>	
26	1	CELDA DE SALIDA 10KV, 60HZ 42MVS002A - CLASIFICACION DE APARATOS Y SIMBOLOGIA	ELEC-TMT-001
27	2	CELDA DE SALIDA 10KV, 60HZ 42MVS002A - AMPLIACION 10KV, 60HZ DIAGRAMA UNIFILAR	ELEC-TMT-002
28	3	CELDA DE SALIDA 10KV, 60HZ-42MVS002A SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION	ELEC-TMT-003
29	4	CELDA DE SALIDA 10KV, 60HZ - 42MVS002A ESQUEMA DE CONEXIONES, SISTEMA DE CONTROL	ELEC-TMT-007
30	5	CONJUNTO DE CELDAS 4.16KV-60HZ-42MVS001B DENOMINACION - SIMBOLOGIA	ELEC-TMT-012
31	6	CONJUNTO DE CELDAS 4.16KV-60HZ - 42MVS001B DIAGRAMA UNIFILAR	ELEC-TMT-013

		<b>SALA ELECTRICA PREFABRICADA</b>	
32	1	SALA ELECTRICA PREFABRICADA, DISPOSICION DE EQUIPOS, VISTA GENERAL DE PLANTA	ELEC-SP-002

		<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>	
33	1	TABLERO DE DISTRIBUCION FUERZA Y ALUMBRADO, SALA ELECTRICA CONTAINER, CUADRO DE CARGAS	ELEC-SSAA-001
34	2	MOLIENDA - DISPOSICION DE ALUMBRADO - PLANTA	ELEC-SSAA-003

		<b>ARRANCADOR MEDIA TENSION 4000HP, 4160V, 60HZ</b>	
35	1	ARRANCADOR TENSION REDUCIDA / MOTOR SINCRONO 4000HP - 4160V DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL	ELEC-AR-001
36	2	ARRANCADOR TENSION REDUCIDA / MOTOR SINCRONO 4000HP - 4160V DIAGRAMA TRIFILAR	ELEC-AR-002
37	3	ARRANCADOR MEDIA TENSION- CONTACTOR M DIAGRAMA ALAMBRADO PARTIDORES	ELEC-AR-003
38	4	ARRANCADOR MEDIA TENSION - CONTACTORES R/S y AXFMR DIAGRAMA ALAMBRADO PARTIDORES	ELEC-AR-004
39	5	ARRANCADOR 4000 HP, 4160 KV, DIAGRAMA UNIFILAR	ELEC-AR-007
40	6	TABLERO ARRANCADOR TENSION REDUCIDA, MOTOR SINCRONO 4000HP, 4.16KV	ELEC-AR-008
41	7	TABLERO ARRANCADOR MOTOR SINCRONO 4000HP, 4.16KV - DISPOSICION DE EQUIPOS	ELEC-AR-009

Cnt.	No.	DESCRIPCION	CODIGO
		<b>CENTRO DE CONTROL DE MOTORES</b>	
42	1	CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60 Hz DIAGRAMA UNIFILAR - TAG 36MCC001	ELEC-MCC-001
43	2	CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60 Hz - 36MCC001 VISTA FRONTAL	ELEC-MCC-002
44	3	CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60 Hz, 36MCC001 DIAGRAMA ALAMBRADO Y CALEFACTORES	ELEC-MCC-003
45	4	EQUIPO DE MEDICION IQDP-4030 - DIAGRAMA ALAMBRADO	ELEC-MCC-004
46	5	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - CIRCUITO INTERCONEXION TRAF0 5KVA PANELBOARD 120VCA	ELEC-MCC-005
47	6	PARTIDOR DE MOTOR, MILL FEED CONVEYOR, DIAGRAMA ELEMENTAL CONTROL	ELEC-MCC-006

<b>PLANOS DE INSTRUMENTACION GENERAL</b>			
48	1	MOLIENDA PRIMARIA P& ID	ELEC-INS-001
49	2	ARREGLO GENERAL INSTRUMENT LOCATION PLANTA	ELEC-INS-002
50	3	INSTRUMENT LOCATIONS PLANTAS NPT 4052.4 - 4056.08 - 4056.7	ELEC-INS-003
51	4	INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL - IDP 001	ELEC-INS-010
52	5	INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL - IDP 002	ELEC-INS-011

<b>DIAGRAMA DE CONEXIONES MOTORES E INSTRUMENTOS</b>			
53	1	CONTROL DE MOTOR FAJA ALIMENTADORA DEL MOLINO 36FAJ001	ELEC-MOT-001
54	2	DIAGRAMA INSTALACION ALAMBRICA BOMBA 1 ALIMENTACION CICLON 36BMH006	ELEC-MOT-016
55	3	DIAGRAMA E INSTALACION ALAMBRICA - BOMBA 2 ALIMENTACION CICLON 36BMH007	ELEC-MOT-017
56	4	DIAGRAMA ESQUEMATICO TIPICO PARA ALIMENTADOR DE FAJA 7A 36FA-J002	ELEC-MOT-018
57	7	INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL CICLONE FEED PUMPS DISCHARGE F-056	E-CINS-004
58	8	WATER TO BALL MILL - F-065	E-CINS-005
59	9	WATER TO BALL MILL - F-066	E-CINS-009

## **BIBLIOGRAFIA**

1. National Electrical Code (NEC) 1999
2. Kilvorn Lavalin – Estandares técnicos
3. Becthel – Estandares técnicos
4. Código Eléctrico Nacional del Perú
5. Catálogo Técnico Transformadores ABB
6. Catálogo Técnico Variadores de Velocidad PDL, ABB, Allen Bradley
7. Manual Operación y mantenimiento Interruptores VD4 – ABB
8. Catálogo Técnico Centro de control de Motores - Cutler Hammer
9. Catálogo Técnico Arrancadores en Media Tensión - Cutler Hammer
10. Manual Instalación y Mantenimiento Motores de Inducción Trifásicos – WEG
11. Norma Técnica Peruana del Sistema de Rechazo de Carga
12. Uso y aplicaciones del analizador portátil Dranetz 4300
13. Manual Técnico - Relés Multilín
14. Manual Técnico - Relés ABB –SPAJ
15. Manual de Operación y Mantenimiento DCS – Planta Oxidos Tintaya

### Otros de interés

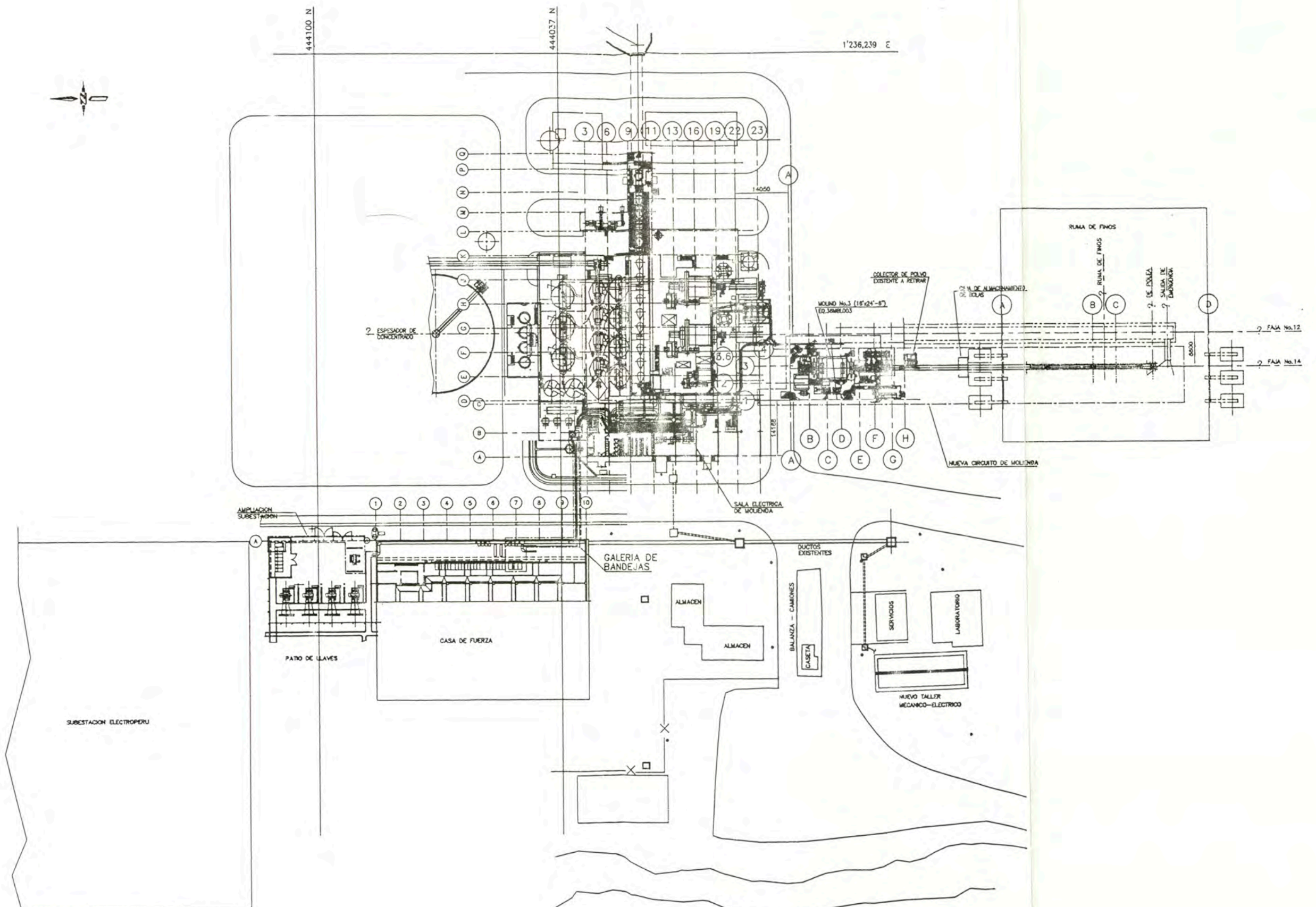
Fundamentos de Gestión del Negocio Minera : Leonardo cornejo

Dimensionamiento y Optimización de Plantas Concentradoras. Centro de Investigación Minera y Metalúrgica : Sepúlveda Gutierrez

Introducción al Procesamiento de Minerales : Nelly Spottiswood

Plantas Concentradoras : Técnicas de procesamiento de minerales, Trituración de minerales, Molienda, Clasificación seca y húmeda, Flotación de los Minerales, -- Concentración Gravimétrica, Espesamiento y Filtración – Tecsup.

Formulas y datos prácticos para electricistas : Paraninfo J. Roldan



NO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	OCT-98		
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98		
I	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

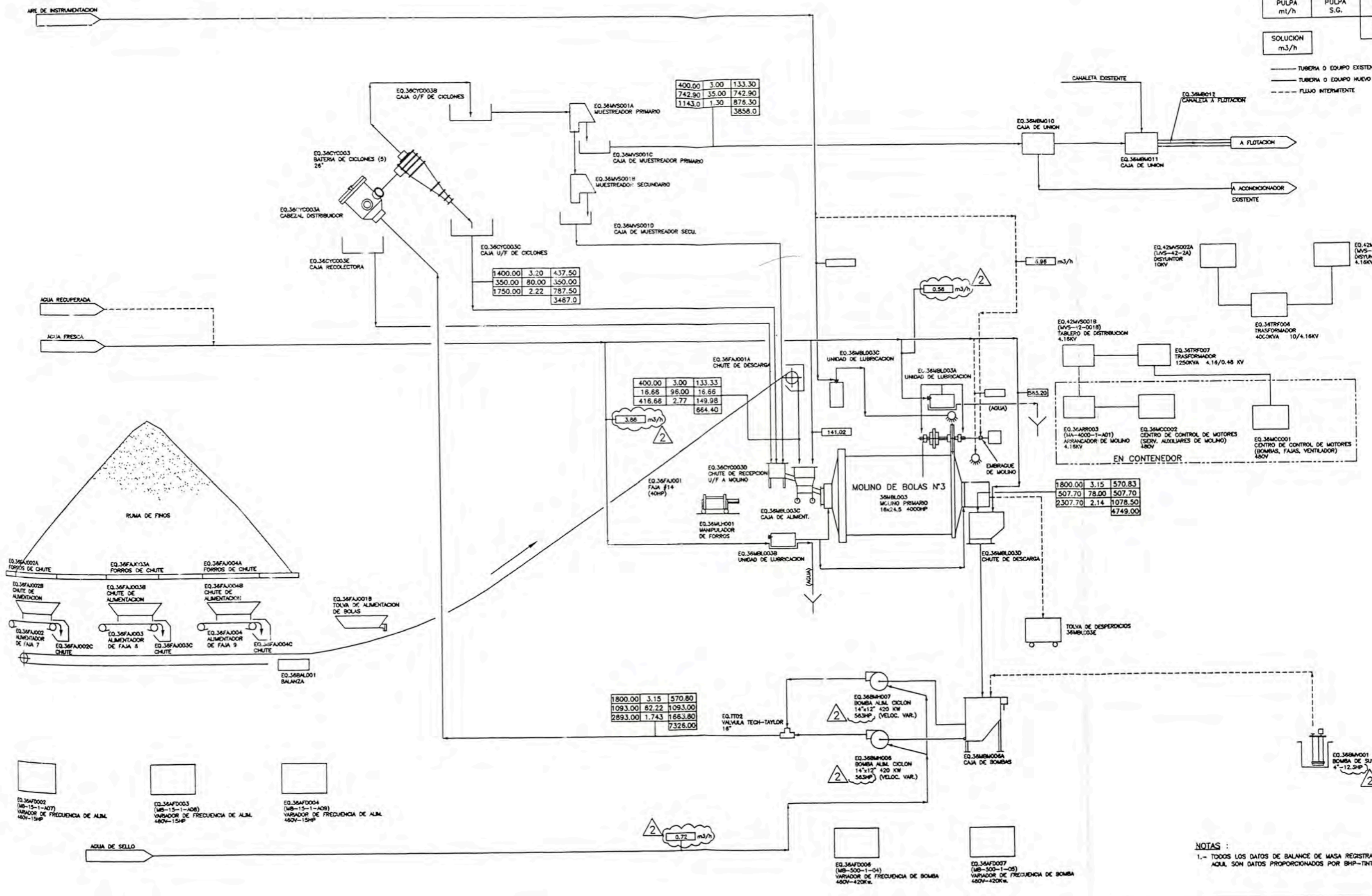
RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : INHICADA		
DESENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO : <b>AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE</b>	FILE ACAD Y13
	CAD FILE : 001.DWG, P1
PLANO : <b>UBICACION DEL AREA DEL PROYECTO</b>	REVISION : 1
	PLANO N° <b>GEN-001</b>



SOLIDOS mt/h	SOLIDOS S.G.	SOL n
SOLUCION mt/h	PULPA % SOLIDOS	SOL n
PULPA mt/h	PULPA S.G.	PR n
SOLUCION m <sup>3</sup> /h		PR n

TUBERIA O EQUIPO EXISTENTE  
 TUBERIA O EQUIPO NUEVO  
 FLUJO INTERMITENTE



NOTAS:  
 1.- TODOS LOS DATOS DE BALANCE DE MASA REGISTRADOS EN ESTE DIAGRAMA SON DATOS PROPORCIONADOS POR BHP-TINTAYA S.A.

NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	JUL-99	---	HUJA DE DATOS PARA FAJA TRANSPORTADORA
1	AS BUILT	BHP	JUL-99	---	FORRO PARA CHUTE EMBEBIDO DE DESCARGA

PROPIETARIO: **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FECHA
ESCALA: 5/E	
DISENADO: KSL	
DIBUJADO: KSL	
REVISADO: BHP	
APROBADO: BHP	

PROYECTO	FECHA
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	
PLANO: MOLIENDA PRIMARIA DIAGRAMA DE FLUJO 400Tn/h	

FILE ACAD V13  
 CAD FILE: 0\INVENT  
 REVISION: 1  
 PLANO N° GEN

LEYENDA

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE DOS ARROLLOS
	AUTOTRANSFORMADOR
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA CON CONMUTADOR BAJO CARGA EN EL PRIMARIO
	TRANSFORMADOR DE POTENCIA TRIFASICO CON EL PRIMARIO EN TRIANGULO Y SECUNDARIO EN ESTRELLA
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
	TRANSFORMADOR DE TENSION
	DOS TRANSFORMADORES DE TENSION CONECTADOS EN "V"
	AUTOTRANSFORMADOR DE ARRANQUE CON DERIVACIONES
	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE CON DOS ARROLLOS
	TRANSFORMADOR SECO
	TRANSFORMADOR TOROIDAL
	TERMINAL DE CABLE ELECTRO
	CORTACIRCUITO FUSIBLE
	FUSIBLE - GENERAL
	SECCIONADOR APERTURA SIN CARGA - GENERAL
	DISYUNTOR TIPO CAJA MOLDEADA - GENERAL
	SECCIONADOR - FUSIBLE, GENERAL (OUT OUT)
	DISYUNTOR EN SFS, VACIO, ETC. - GENERAL
	DISYUNTOR ELECTROICO EXTRABLE
	SECCIONADOR SIN CARGA CON CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA
	SECCIONADOR TRIPOLAR CON MANDO MANUAL APERTURA CON CARGA
	FUSIBLE PARA CIRCUITO TRIPOLAR
	CONTACTOR
	DISYUNTOR EN AIRE
	LLAVE DE ENCLAVAMIENTO PARA CIRCUITOS DE CORRIENTE O POTENCIA

	FUSIBLE CON PERCUTOR (SPRKE PIN) O CONTACTO AUXILIAR PARA DESCONEXION O ALARMA
	SECCIONADOR DE APERTURA CON CARGA ACCIONADO POR EL PERCUTOR DE LOS FUSIBLES
	BOBINA DE DESPARO XX : TENSION DE LA BOBINA
	INDICADO EN EL PLANO ESPECIFICO XX : DEFINE EL TIPO DE ARRANCADOR + PLENA TENSION + TENSION REDUCIDA + REVERSIBLE + VELOCIDAD VARIABLE + ARRANQUE SUAVE
	INDICA DISPOSITIVO EXTRABLE
	ALTERNADORES CORRIENTE ALTERNA, 3F, 60 Hz XX : POTENCIA EN KW O MW YY : TENSION EN KV O V
	ALTERNADOR CON BOBINA DE CAMPO Y DETECTOR DE TEMPERATURA RTD
	MOTOR DE INDUCCION JALISA DE ARDILLA CON DETECTOR DE TEMPERATURA RTD
	SUPRESOR DE TRANSISTOR EN MOTORES DE MEDIA TENSION, CONECTADO A TIERRA
	TABLERO ELECTROICO
	BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO
	SUBSTACION ELECTRICA

MEDICION Y PROTECCION

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	AMPERIMETRO
	VOLTIMETRO
	WATMETRO
	FRECUENCIOMETRO
	HOROMETRO
	MEDIDOR DE FACTOR DE POTENCIA
	MEDIDOR DE POTENCIA REACTIVA
	MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA, CON MAXIMA DEMANDA
	CONMUTADOR AMPERIMETRICO
	CONMUTADOR VOLTIMETRICO
	RELE MULTIFUNCION DEFINIDO EN CADA DIAGRAMA ESPECIFICO
	RELE DE PROTECCION AA: 23a - RELE DE TEMPERATURA DE ACEITE 23b - RELE DE MAGNETO TERMICA 25 - DISPOSITIVO DE SINCRONIZACION 27 - MINIMA TENSION 32 - DIRECCIONAL DE POTENCIA 46 - INVERSION O DESBALANCE DE FASE 49 - TERMICO (POR TEMPERATURA) 50 - SOBRECORRIENTE INSTANTANEO 51 - SOBRECORRIENTE TEMPORIZADO 51G - SOBRECORRIENTE TIERRA TEMPORIZADO 51N - SOBRECORRIENTE HOMOPOLAR TEMPORIZADO 55 - RELE FACTOR DE POTENCIA 58 - SOBRETENSION 63 - RELE BUCHHOLZ 63ST - RELE DE SOBRETENSION 66 - DISPOSITIVO DEL NUMERO DE ARRANQUE PERMITIDO EN EL MOTOR PROTEGIDO 71 - RELE DE NIVEL DE ACEITE 86 - DE BLOQUEO 87 - DIFERENCIAL DE CORRIENTE 90 - REGULACION DE CAMPO

PUESTA A TIERRA

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	REACTANCIA DE PUESTA A TIERRA
	SISTEMA CONECTADO SOLIDAMENTE A TIERRA O CARGA METALICA CONECTADA A TIERRA
	SISTEMA CONECTADO A TIERRA A TRAVES DE RESISTENCIA XX : OHMOS YY : AMPERIOS ZZ : SEGUROS QUE SOPORTARA A LOS AMPERIOS INDICADOS
	POZO DE TIERRA
	POZO DE TIERRA DE REGISTRO
	PARARRAYOS, TIPO AUTOVALVULA CONECTADO A TIERRA

ELECTRODUCTOS Y CABLES

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	ELECTRODUCTO ADOSSADO A PARED O ARRISA EN TECHO, AL NIVEL INDICADO
	ELECTRODUCTO INSTALADO DEBAJO DEL PISO AL NIVEL INDICADO
	ELECTRODUCTO EMPOTRADO
	ELECTRODUCTO FLEXIBLE
	CONDUCTOR DE TIERRA
	SOLDADURA EXOTERMICA ENTRE CONDUCTORES, DE 50 Y 35 mm <sup>2</sup>
	ELECTRODUCTO QUE PASA
	CONDUCTOR DE TIERRA INSTALADO EN BANDEJA
	LINEA AEREA, MONTADO EN POSTE
	BANDEJA DE CABLES

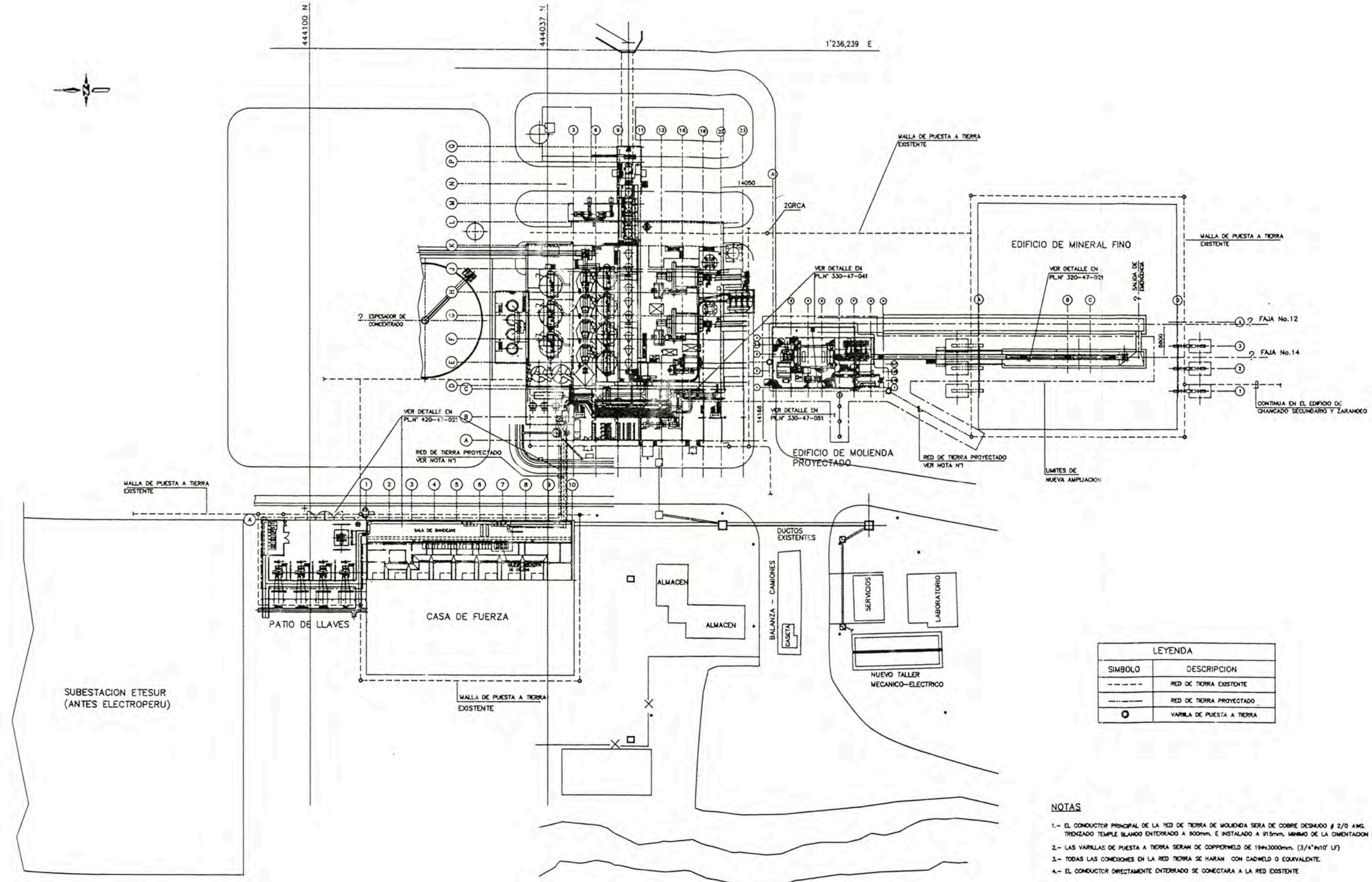
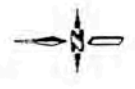
TOMACORRIENTE, TELEFONOS Y CAJA DE PASO

SIMBOLOS	DESCRIPCION
	TOMACORRIENTE MONOFASICO, 220V, 20A A PRUEBA DE INTemperie, INSTALADO EN CONDULET, ADOSSADO A PARED, A 400 mm DEL PISO, SALVO INDICACION CONTRARIA T : CON TOMA DE TIERRA WP : A PRUEBA DE AGUA
	TOMACORRIENTE MONOFASICO, 220V, 20A, INSTALADO EN CAJA EMPOTRADA EN PARED, A 400 mm DEL PISO T : CON TOMA DE TIERRA 2 : INDICA DOBLE
	SALIDA PARA TELEFONO RED INTERNA, INSTALADO EN CONDULET, ADOSSADO A PARED, A 500 mm DEL PISO SALVO INDICACION CONTRARIA
	SALIDA PARA TELEFONO RED EXTERNA, INSTALADO EN CONDULET, ADOSSADO A PARED, A 500 mm DEL PISO SALVO INDICACION CONTRARIA
	TOMACORRIENTE TRIFASICO, ADOSSADO A PARED O COLUMNA, A PRUEBA DE INTemperie, TOMA A TIERRA, A 500 mm DEL PISO A : INDICA AMPERIOS
	CAJA DE CONEXION Y DE PASO, METALICA PESADA, OCTOGONAL DE FIERRO GALVANIZADO, EMPOTRADA EN LA PARED O COLUMNA, ALTURA INDICADA
	CAJA DE PASO METALICA PESADA, OCTOGONAL DE FIERRO GALVANIZADO, EMPOTRADA EN EL TECHO
	CAJA DE PASO METALICA PESADA, OCTOGONAL DE FIERRO GALVANIZADO, EMPOTRADA EN LA PARED O COLUMNA, ALTURA INDICADA
	CAJA DE PASO, CIRCUITO DE FUERZA, A PRUEBA DE INTemperie, DIMENSIONES COMO SE REDUCEA

LUMINARIAS Y INTERRUPTORES

TIPO	SIMBOLO	DESCRIPCION
A1		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO SUSPENDIDA DEL TECHO
A2		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO ADOSSADO A PARED O COLUMNA
A3		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO ADOSSADO A PARED O COLUMNA
A4		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO SOPORTADA EN PEDESTAL
B1		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA FLUORESCENTE SOPORTADO EN EL TECHO
B2		SALIDA PARA LUMINARIA CON LAMPARA FLUORESCENTE ADOSSADO A LA PARED
E2		LUMINARIA PARA EMERGENCIA
C1		LUMINARIA CON PASTORAL PARA LAMPARA VAPOR DE SODIO o MERCURIO FLUADO A PARED
C2		LUMINARIA CON PASTORAL PARA LAMPARA VAPOR DE SODIO o MERCURIO SOPORTADO EN POSTE
D1		REFLECTOR PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO FLUADO A PARED
D2		REFLECTOR PARA LAMPARA DE VAPOR DE SODIO o MERCURIO SOPORTADO EN POSTE
		FOTOCELDA
		4 : INDICA EL NUMERO DE LUMINARIAS A-70 : INDICA TIPO DE LUMINARIAS 2x40W : INDICA POTENCIA DE LA LAMPARA 2500 : INDICA LA ALTURA DE INSTALACION

DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13	
EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	OCT-98			BHP TINTAYA S.A. UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA		AMPLIACION MOLINERIA INGENIERIA DE DETALLE	FILE ACAD Y13	
EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98				DISEÑADO :	KSL			PLANO :	CAO FILE : 04/INGEN/14
AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL				INSTALACIONES ELECTRICAS SIMBOLOGIA ELECTRICA
						REVISADO :	BHP			PLANO N°	
						APROBADO :	BHP			EL-G-001	



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	RED DE TIERRA EXISTENTE
---	RED DE TIERRA PROYECTADO
○	VARILLA DE PUESTA A TIERRA

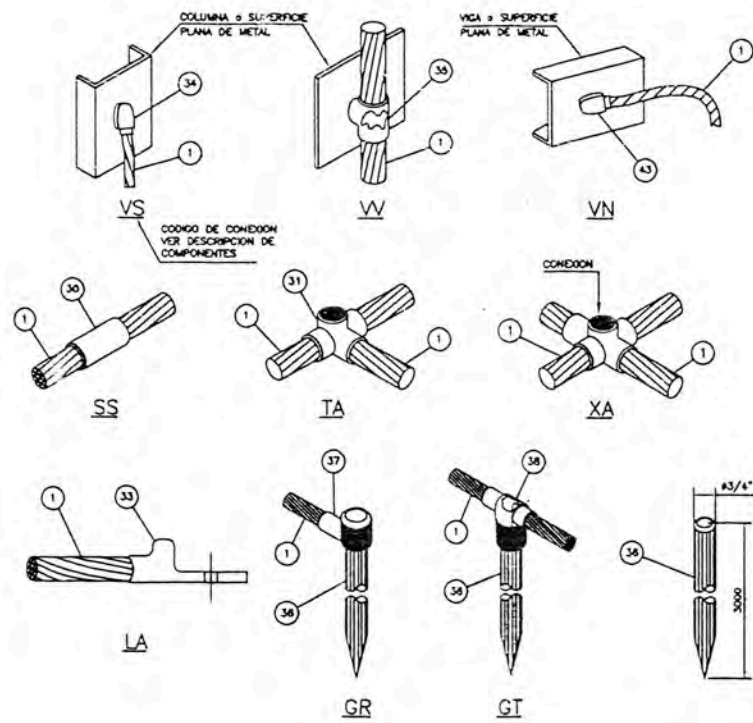
- NOTAS**
- EL CONDUCTOR PRINCIPAL DE LA RED DE TIERRA DE MOLIENDA SERA DE COBRE DESNUDO # 2/0 AWG. TRENZADO TEMPLE BLANDO ENTERRADO A 800mm. E INSTALADO A 915mm. MINIMO DE LA CIMENTACION DEL EDIFICIO
  - LAS VARILLAS DE PUESTA A TIERRA SERAN DE COPPERWELD DE 19mm.3000mm. (3/4"x10' LF)
  - TODAS LAS CONEXIONES EN LA RED TIERRA SE HARAN CON CADWELD O EQUIVALENTE.
  - EL CONDUCTOR DIRECTAMENTE ENTERRADO SE CONECTARA A LA RED EXISTENTE.

NRO.	DESCRIPCION	APOYO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EDITADO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98	EL-0-003	ESTANDARES DET. DE INST. PUESTA A TIERRA
B	EDITADO PARA APROBACION	BHP	NOV-98	EL-0-009	FAJA TRANSP. SIST. DE PUESTA A TIERRA
C	REVISION GENERAL	BHP	NOV-98	330-47-051	SIST. PROTECCION CONT. DESCARGAS ATMOSFERICAS
D	EDITADO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98	EL-0-013	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - MOLIENDA
				ELEC-SE-010	S.E. 4.0MVA, CONEXION PUESTA A TIERRA CON LA EXIST.

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

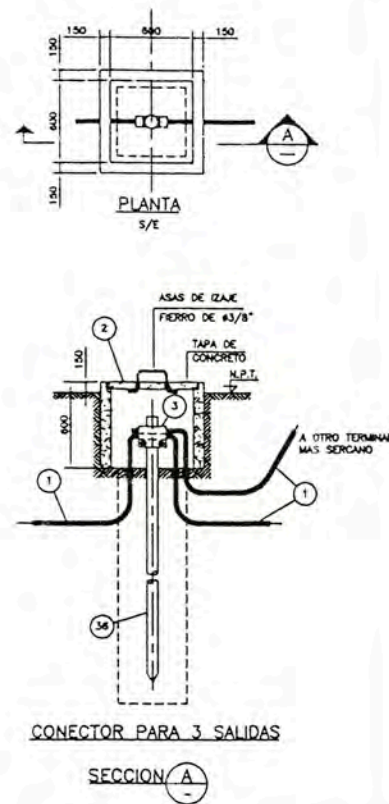
RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 1:500		
DISENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO :	PLANO :	FILE ACAD Y13
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	SISTEMA GENERAL PUESTA A TIERRA	EL-G-002
		REVISION : 0
		PLANO N°



ACCESORIOS PARA CONEXIONES DE MALLA DE PUESTA A TIERRA

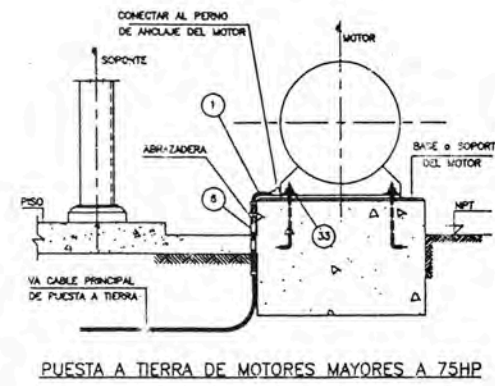
DET. T1



CONECTOR PARA 3 SALIDAS

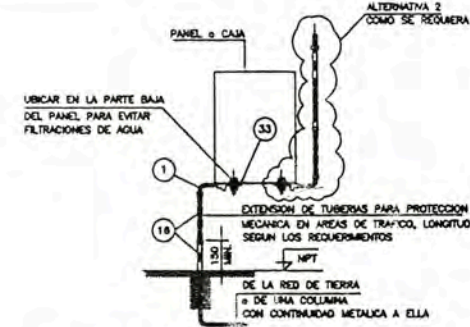
SECCION A

DET. T2



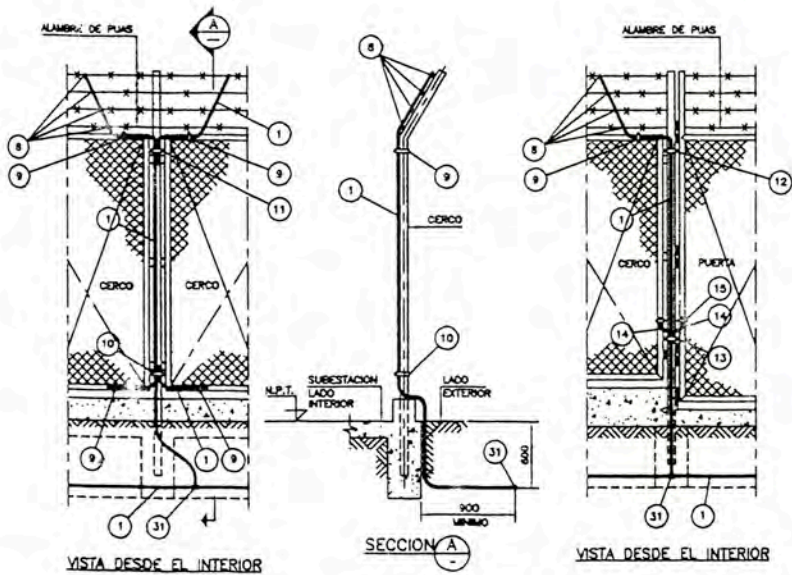
PUESTA A TIERRA DE MOTORES MAYORES A 75HP

DET. T3



PUESTA A TIERRA DE PANELES DE ILUMINACION CAJAS TERMINALES Y PANELES DIVERSOS

DET. T4



VISTA DESDE EL INTERIOR

SECCION A

VISTA DESDE EL INTERIOR

PUESTA A TIERRA DEL CERCO DE MALLA DE SUBESTACIONES Y PATIOS EXTERIORES

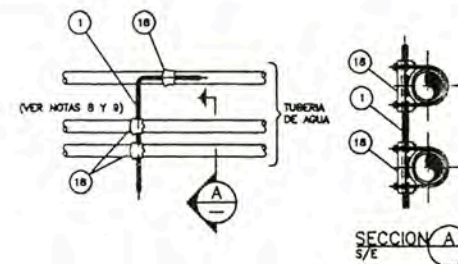
PUESTA A TIERRA DE LA PUERTA DEL CERCO DE SUBESTACIONES PATIOS EXTERIORES

DET. T5



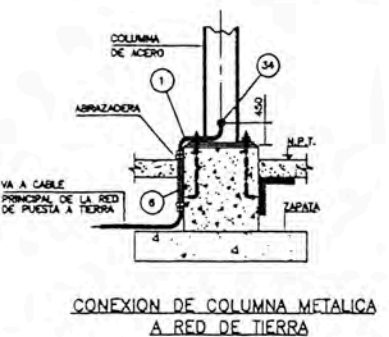
CONEXION A RED DE TIERRA DE COLUMNA PERIMETRAL DE EDIFICIOS

DET. T6



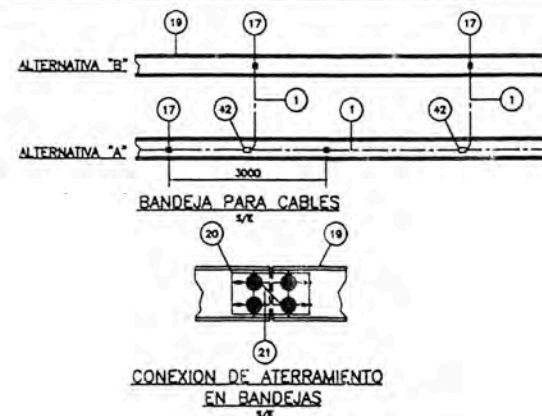
CONEXION A TUBERIAS DE AGUA

DET. T7



CONEXION DE COLUMNA METALICA A RED DE TIERRA

DET. T8



CONEXION DE ATERRAMIENTO EN BANDEJAS

DET. T9

ITEM	DESCRIPCION	SIMILAR A CATALOGO
1	CABLE DE COBRE DESHUOGO DE 2/0 AWG TEMPLE BLANCO RED PRINCIPAL	
2	CAJA DE PUESTA A TIERRA CON COBERTURA REMOVIBLE	SLATER CAT. N° 22109
3	CONECTOR	BURNIDY CAT. N° GP 5429
4	PVC-SAP 3/4", LONGITUD REQUERIDA	
5	CONECTOR DE COBRE PARA CABLE MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 2"	BURNIDY N° KS26
6	CONECTOR DE COBRE PARA CABLE MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 2"	BURNIDY N° CAR 1826
7	CONECTOR DE COBRE PARA 3 CABLES MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 2"	BURNIDY N° GK 1826
8	CONECTOR DE COBRE PARA 2 CABLES MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 2"	BURNIDY N° GD 1826
9	CONECTOR DE COBRE PARA CABLES MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 3"	BURNIDY N° CAR 2026
10	CONECTOR DE COBRE PARA 3 CABLES MAX. DE 2/0 AWG A TUBO DE 3"	BURNIDY N° GD 2026
11	CORDON FLEXIBLE DE COBRE	BURNIDY N° BD 12
12	CONECTOR DE COBRE PARA CORDON FLEXIBLE DE COBRE A TUBO DE 2"	BURNIDY N° GG 1815
13	TUBO DE FIERRO NEGRO PINTADO DE 1", LONG. REQUERIDA	
14	CONECTOR TIPO "GBM" DE BURNIDY	
15	CONECTOR DE CABLE A TUBERIA	BURNIDY TIPO GAR
16	BANDEJA PARA CABLES	
17	UNION SIMPLE	
18	ALAMBRE SOLIDO DE COBRE DESHUOGO #6mm.2	
19		
20	CONEXION CABLE - CABLE	CADWELD "SS"
21	CONEXION CABLE - CABLE	CADWELD "TA"
22	CONEXION CABLE - CABLE	CADWELD "XA"
23	CONEXION EMPERNADA CABLE SUPERFICIE PLANA	CADWELD "LA"
24	CONEXION CABLE - SUPERFICIE PLANA VERTICAL	CADWELD "VS"
25	CONEXION CABLE CONTINUADO SUPERFICIE PLANA	CADWELD "VV"
26	VARILLA COPPERWELD DE #3/4"x3000mm.	
27	CONEXION CABLE - VARILLA DE TIERRA	CADWELD "GR"
28	CONEXION CABLE - VARILLA DE TIERRA	CADWELD "GT"
29	CONEXION CABLE - VARILLA DE TIERRA	CADWELD "GY"
30	PUESTA A TIERRA DE TUBERIAS DE AGUA Y o /PROCESOS	CADWELD "GAR"
31	CONEXION CABLE - CABLE CONTINUADO HORIZONTAL	CADWELD "PC"
32	CONEXION CABLE - SUPERFICIE PLANA HORIZONTAL	CADWELD "VN"

NOTAS

- LA RED PRINCIPAL DE PUESTA A TIERRA SE HARA CON CABLE DE COBRE DESHUOGO DE 2/0 AWG, TEMPLE BLANCO, ENTERRADO A 600mm., DEBAJO DEL NPT. PARA TERRENO ARCILLOSO, GRAVA o TIERRA DE CULTIVO
- LA PUESTA A TIERRA DE LAS PUERTAS DE LAS SUBESTACIONES SE HARA EN CADA HOJA DE ESTAS.
- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA EN PLANO.
- LAS CONEXIONES A LAS COLUMNAS ESTRUCTURALES SE HARAN CON CABLE DE COBRE DESHUOGO DE 2/0 AWG, TEMPLE BLANCO
- LOS CABLES EXPUESTOS EN EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN GENERAL SERAN DE TEMPLE BLANCO
- EL RADIO DE CURVATURA PARA TODO CONDUCTOR NO DEBERA SER MENOR A 210mm.
- LAS VARILLAS DE PUESTA A TIERRA SE DEBERAN COLOCAR A UNA DISTANCIA NO MENOR A 600mm. DE LOS PEDESTALES DE COLUMNAS O CIMIENTOS DE EDIFICIOS.
- LAS CONEXIONES A LOS EQUIPOS SE PROTEGERAN CON PINTURA EPOXICA DE COLOR AMARILLO, CUBRIENDO FIRMEMENTE TODAS LAS HENDIDURAS. EN LUGARES DE CONTACTO CON LOGOS, SERAN PROTEGIDAS CON TUBERIA PVC-SAP

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PL/NO	PLANOS DE REFERENCIA
1	AS BUILT	BHP	JUL-99	EL-G-002	SIST. GENERAL DE PUESTA A TIERRA
				EL-G-009	FAJA TRANSP. SIST. PUESTA A TIERRA
				EL-G-013	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA - MOHENDA
				ELEC-SE-010	S.E. 4.0MVA, CONEXION P.T. C/ LA EXISTENTE

PROPIETARIO :

**BHP** TINTAYA S.A.

UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD

ESCALA : ESCALA

DISHADO : KSL

DIBUJADO : KSL

REVISADO : BHP

APROBADO : BHP

FECHA

FECHA

PROYECTO :

AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE

PLANO :

ESTANDARES  
DETALLES DE INSTALACION  
PUESTA A TIERRA

FILE ACAD V13

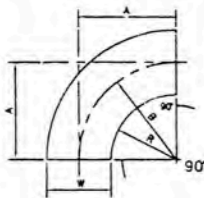
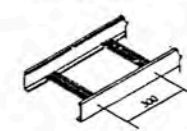
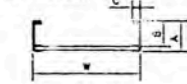
CAD FILE : 04/BHP/ELM

REVISION : 1

PLANO N°

EL-G-003

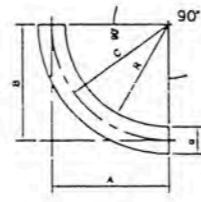
MATERIAL:  
 FIERRO GALVANIZADO  
 DE 1.5mm ESPESOR



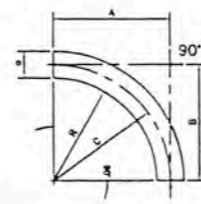
	ANCHO W (mm)	A	B	C
BANDEJA 300mm	300	86	75	11
BANDEJA 450mm	450	86	75	11
BANDEJA 600mm	600	86	75	11

	ANCHO W (mm)	R	A	B
300	300	450	450	
450	300	525	525	
600	300	600	600	

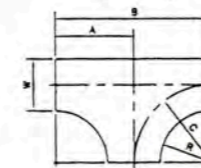
DET. F1



ANCHO W (mm)	R	A	B	C	a
300	300	343	343	343	86
450	300	343	343	343	86
600	300	343	343	343	86

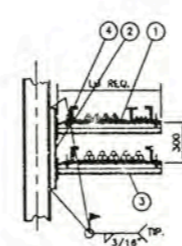


ANCHO W (mm)	R	A	B	C	a
300	300	343	343	343	86
450	300	343	343	343	86
600	300	343	343	343	86

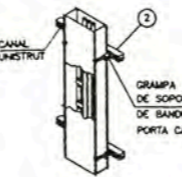


ANCHO W (mm)	R	A	B	C
300	300	450	900	450
450	300	525	1050	525
600	300	600	1200	600

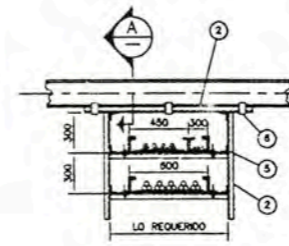
DET. F2



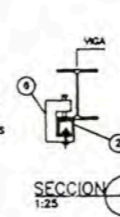
SOPORTE DE BANDEJAS EN COLUMNA METALICA ESC. 1:25



SOPORTE DE BANDEJA VERTICAL ESC. 1:25



SOPORTE DE BANDEJAS EN VIGA METALICA ESC. 1:25



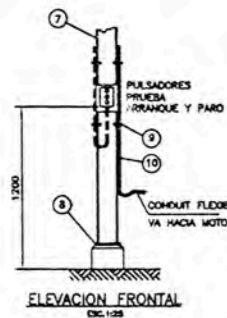
SECCION A ESC. 1:25

DET. F3

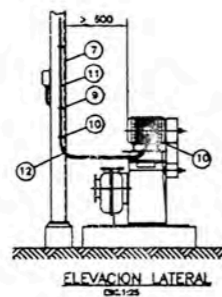
ITEM	DESCRIPCION	REFERENCIA
1	BANDEJA PORTA CABLES	
2	PERFIL UNISTRUT	UNISTRUT P1000
3	HEMSIJA DUPLEX	UNISTRUT P2545
4	GRAPA PARA SUJECION DE BANDEJA	UNISTRUT 402047
5	PLACA DE CONEXION PLANA CON ANGULO DE 90°	UNISTRUT P2626
6	ABRAZADERA EN VIGA METALICA	UNISTRUT P1271,5
7	CANAL "U" DE 8"x10,5	
8	PLANCHA DE FIERRO GALVANIZADO DE 8"x10"x1,1/4"	
9	ABRAZADERA PARA CONDUIT RIGIDO	UNISTRUT
10	CONECTORES DE CONDUIT FLEXIBLE, HERMETICO A LIQUIDOS	
11	CONDUIT RIGIDO DE ACERO GALVANIZADO	
12	CONDUIT FLEXIBLE HERMETICO A LIQUIDOS	
13	PERNO DE EXPANSION 1/2"Ø COMPLETO CON ACCESORIOS PARA CONCRETO	HULTI
14	PLATINA DOBLADA DE 50x50x50x150mm, 1/8" ESPESOR, PARA FIJACION DE CONDUITS	
15	ABRAZADERA METALICA EN "U" CON TUERCAS PARA FIJACION DE CONDUITS EN SOPORTE, DIAMETRO SEGUN SE REQUIERA	
16	CONECTOR A PRUEBA DE AGUA	
17	TOMACORRIENTE TRIFASICO CON POLO DE TIERRA PARA MAQUINA DE SOLDAR DE 80A, 600 VAC	APPLETON
18	PLANCHA 1/4" ESPESOR, SOLDADA A ANGULOS, DIMENSIONES A DEFINIR EN OBRA	
19	ANGULO 2"x2"x3/16", LONGITUD SEGUN SE REQUIERA	
20	PERNO DE ANCLAJE DE 1/2"Ø CON TUERCA HEXAGONAL Y ARANDELA A PRESION	
21	ANGULO DE 3"x3"x1/4"	
22	PANEL ELECTRICO u OTRO AUXILIAR	
23	PERNO GALVANIZADO DE DIMENSIONES REQUERIDOS CON TUERCA Y ARANDELA u OTRO AUXILIAR	
24	BUSHING DE ACERO CON AISLAMIENTO DE NYLON	SIMILAR T & B CAT. N° 1222 o 1231
25	GRAPA DE ACERO PLATEADO DE ZINCO CON PERNO, PARA SOPORTE DE CONDUIT	SIMILAR APPLETON CAT. N° H50 WB H400 WB
26	ADAPTADOR DE CONDUIT A BANDEJA DE ACERO GALVANIZADO	SIMILAR B-LINE CAT. N° 97,1150

NOTAS

- LOS MATERIALES A UTILIZARSE SERAN DE MANUFACTURA INDICADA EN LA LISTA DE MATERIALES o SIMILARES
- LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA EN PLANO DE DISEÑO
- EL RADIO DE CURVATURA PARA TODO CONDUCTOR NO DEBERA SER MENOR A 210mm.
- EL CONTRATISTA INSTALARA LOS SOPORTE PARA BANDEJAS DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE OBRA
- TOODS LOS NIVELES DE BANDEJAS DEBERAN SER VERIFICADOS EN OBRA POR EL CONTRATISTA
- TODAS LAS ACOMETIDAS A LOS MOTORES DEBERAN SER CON CONDUIT FLEXIBLE A PRUEBA DE LIQUIDOS.



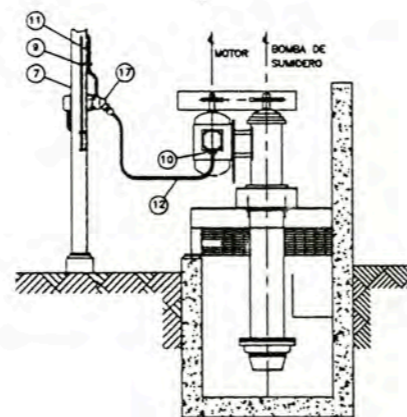
ELEVACION FRONTAL ESC. 1:25



ELEVACION LATERAL ESC. 1:25

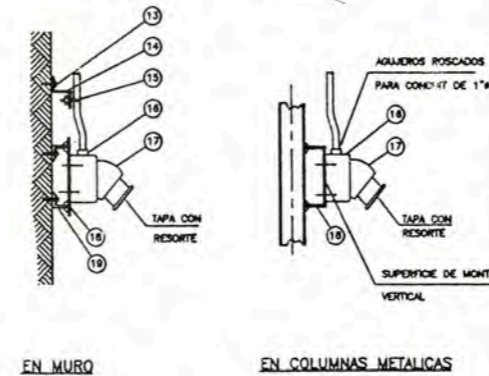
DETALLE DE ACOMETIDA A MOTORES DE BOMBAS TIPO 1

DET. F4



ACOMETIDA A MOTORES DE BOMBAS DE SUMIDERO

DET. F5

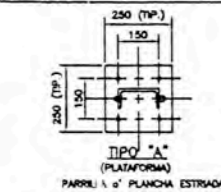


EN MURO

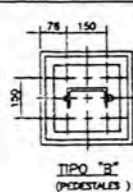
EN COLUMNAS METALICAS

SALIDAS PARA MAQUINA DE SOLDAR

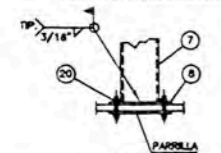
DET. F6



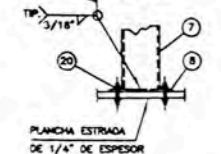
TIPO "A" (PLATAFORMA) PARRILLA u PLANCHA ESTRADA



TIPO "B" (PEDESTALES)



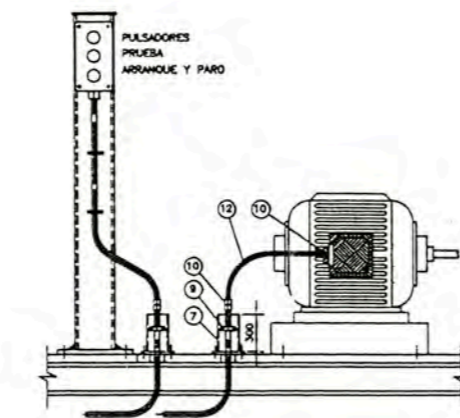
TIPO "A"



PLANCHA ESTRADA DE 1/4" DE ESPESOR

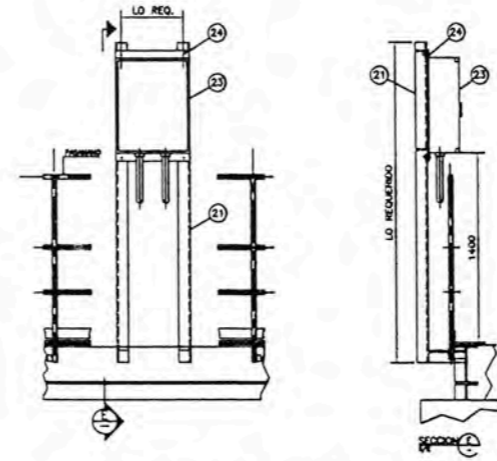
BASE PARA SOPORTE DE CANALES Y BANDEJAS

DET. F7



DETALLE DE ACOMETIDA A MOTORES

DET. F8



ACOMETIDA A PANEL DE CONTROL o TABLERO DE CONTROL

DET. F9

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		
B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	OCT-98		
C	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98		
1	AS BUILT	BHP	JUL-98		

PROPIETARIO :



UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FECHA
ESCALA : ESCALA	
DISEÑADO : KSL	
DIBUJADO : KSL	
REVISADO : BHP	
APROBADO : BHP	

PROYECTO :	FECHA
AMPLIACION MOLINERIA INGENIERIA DE DETALLE	
PLANO :	
ESTANDARES DETALLES DE INSTALACION DE FUERZA	

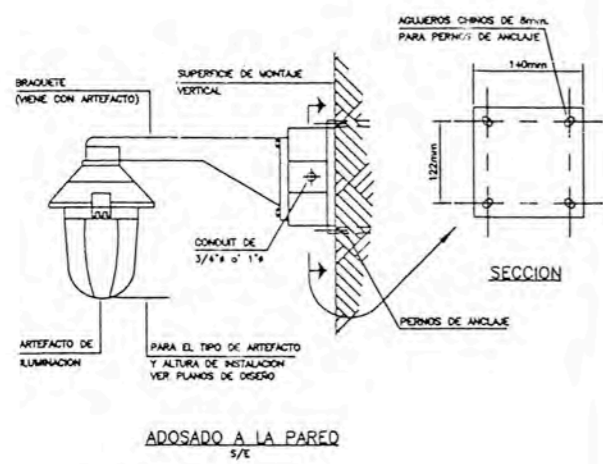
FILE ACAD V13

CAO FILE : 01/08/98/TM

REVISION : 1

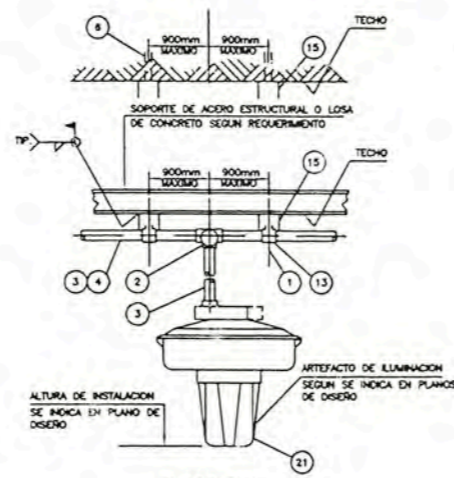
PLANO N°

EL-G-004



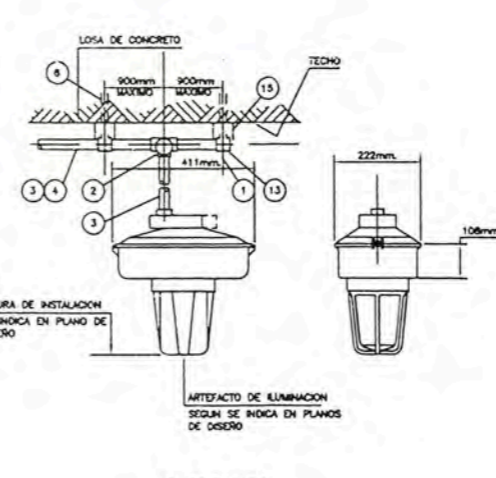
ADOSADO A LA PARED  
S/E

DET.A1



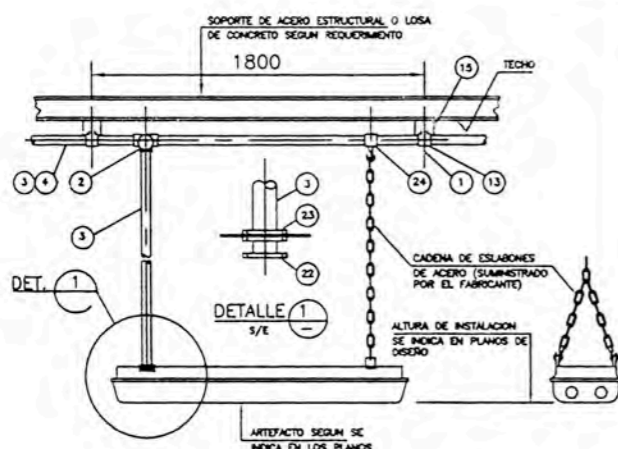
SUSPENDIDO  
DETALLE TIPO I  
S/E

DET.A2



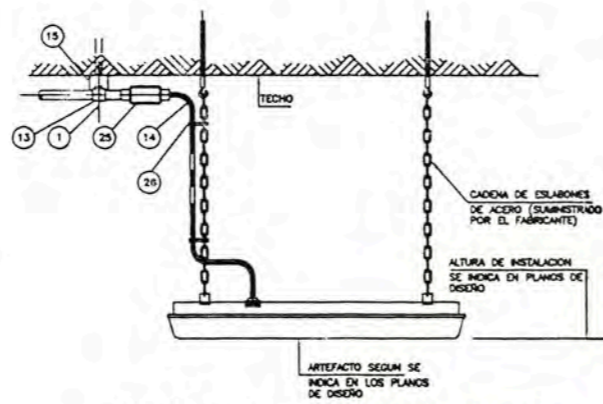
SUSPENDIDO  
DETALLE TIPO 2  
S/E

DET.A3



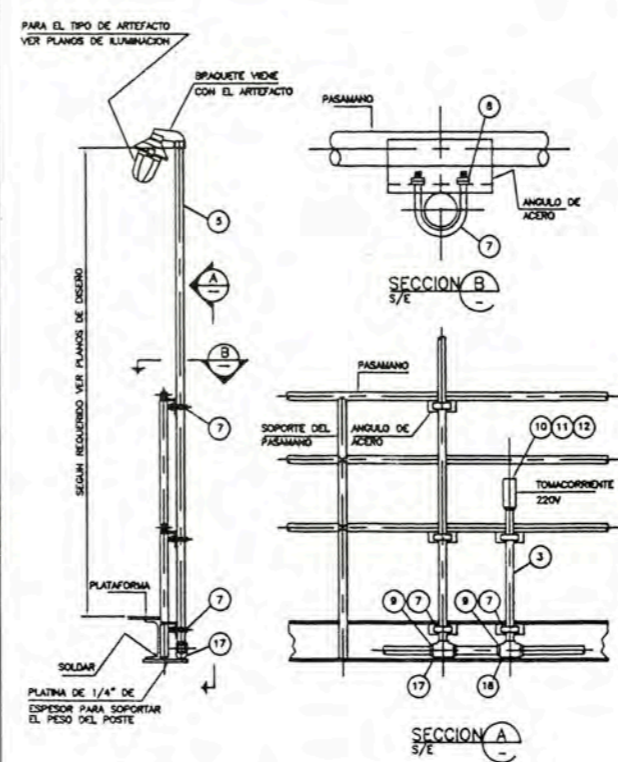
ARTEFACTO FLUORESCENTE SUSPENDIDO  
S/E

DET.A4



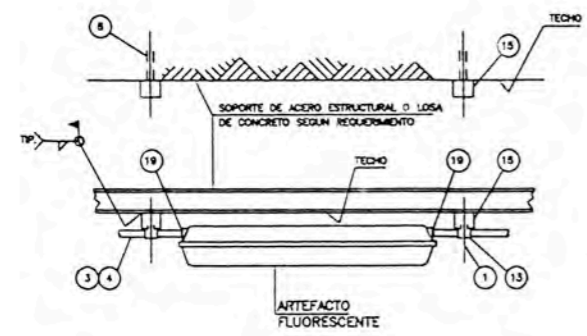
ANCLAJE TIPO I - FLUORESCENTE COLGADO  
S/E

DET.A5



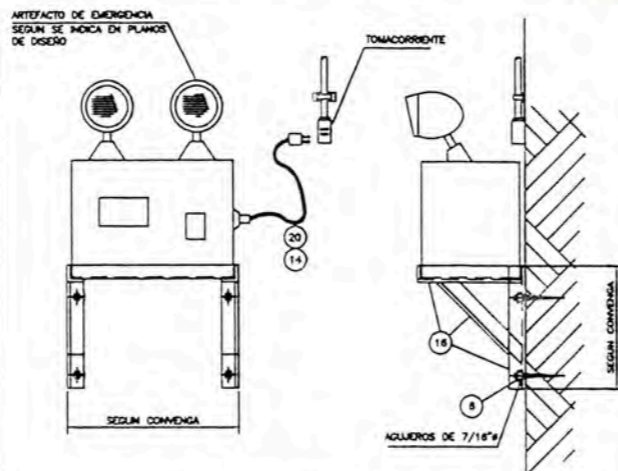
DETALLE DE INSTALACION PARA PASARELAS  
ARTEFACTO DE ILUMINACION Y TOMACORRIENTES  
S/E

DET.A8



ARTEFACTO  
FLUORESCENTE

DET.A6



UNIDAD DE LUCES DE EMERGENCIA  
S/E

DET.A7

ITEM	DESCRIPCION	MANUFACTURA
1	SOPORTE PARA CONDUIT	APPLETON CAT. N° H75B o H100B o SIM
2	COLGADOR FLEXIBLE PARA ARTEFACTO, 3/4" o 1"	APPLETON CAT. N° ALC-1075-B o SIM
3	TUBO CONDUIT DE ACERO GALV. TIPO PESADO, 3/4"	APPLETON CAT. N° HUB-751 o S12
4	TUBO CONDUIT DE ACERO GALV. TIPO PESADO 1"	
5	TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO TIPO PESADO, 1.1/4"	
6	PERNOS DE EXPANSION 1/2" COMPLETO CON ACCESORIOS PARA CONCRETO	HILT
7	PIRNO EN "U" Y TUERCA HELICOIDAL PARA TUBO DE 1.1/4"	APPLETON CAT. N° USC-125 o SIMILAR
8	ARANDELA DE PRESION Y PLANA GALVANIZADAS	SUMINISTRADO POR EL CONTRATISTA
9	REDUCCION DE 1.1/4" A 3/4"	APPLETON CAT. N° RB 125-75 o SIMILAR
10	CAJA PARA TOMACORRIENTE A PRUEBA DE INTemperIE TIPO FS PARA CONDUIT DE 3/4"	APPLETON CAT. N° FD-1-75 o SIMILAR
11	TAPA DE RESORTE Y EMPAQUETADURA PARA EL TOMACORRIENTE	APPLETON CAT. N° FSK-MRG-223 & CAT FS-BK-W
12	TOMACORRIENTE TIPO NEMA G-20P, 20A, 250V	
13	ABRAZADERA PARA CONDUIT DE 3/4" o 1"	B LINE CAT. N° B-2009-ZNPLT o SIMILAR
14	CABLE EXTRAFLEXIBLE DE 2 CONDUCTORES, CHAQUETA EXTERIOR DE PVC CALORIE #12 AWG	INOCO TIPO NMT
15	CANAL "U" PARA SOPORTE DE 1.1/4" x 1.1/4"	B-LINE CAT. N° B-22-17/B14/120
16	SOPORTE DE ANGULOS DE F GALV. DE 1"x1"x1/8"	SUMINISTRADO POR EL FABRICANTE
17	CONDULET "T" DE 1.1/4"	APPLETON CAT. N° T125-M o SIMILAR
18	CONDULET "T" DE 3/4"	APPLETON CAT. N° T75-M o SIMILAR
19	PRENSA ESTOPA	
20	CONDUIT FLEXIBLE CON CHAQUETA EXTERIOR DE PVC DE 1/2"	
21	LUMINARIA FLTR-GARD H2	HPS
22	BUSHINGS 3/4"	
23	TUERCA Y CONTRA TUERCA 3/4"	
24	COLGADOR DE SUSPENSION, PARA CONDUIT DE 3/4"	APPLETON CAT. N° FHSN-75 o SIMILAR
25	CONDULET TIPO "T"	
26	ABRAZADERA PARA TUBO FLEXIBLE	

SIMBOLO Y TIPO DE LA LUMINARIA	TIPO POTENCIA DE LA LAMPARA	DESCRIPCION DE LA LUMINARIA	DATOS DE LA LAMPARA	
			VANOS	TIPO
[Symbol]	H2 2x30W	LUMINARIA CON CASCO DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO Y TAPA DIFUSORA DE MATERIAL PLASTICO ACRILICO TRASLUCIDO A PRUEBA DE POLVO Y CHORRO DE AGUA PARA MONTAJE SUSPENDIDO DE CADENA, SIMILAR AL SENTRY - 2 DE ALP.	2x30W	FLUORESCENTE
[Symbol]	H2 2x30W	LUMINARIA CON CASCO DE POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO Y TAPA DIFUSORA DE MATERIAL PLASTICO ACRILICO TRASLUCIDO A PRUEBA DE POLVO Y CHORRO DE AGUA PARA MONTAJE ADOSADO, SIMILAR AL SENTRY - 2 DE ALP.	2x30W	FLUORESCENTE
[Symbol]	H2 175W	LUMINARIA CON EQUIPO Y LAMPARA DE 175W DE HALOGENURO METALICO, CON PROTECCION NEMA Ix (IP65), PARA USO PESADO Y AL EXTERIOR, SIMILAR AL H2 DE GENERAL ELECTRIC, INCLUYE BRAZO ANGULAR PARA MONTAJE EN TOPE DE POSTE DE 1 1/4" DIAM.	175W	ALODIARIO METALICO
[Symbol]	H2 175W	LUMINARIA CON EQUIPO Y LAMPARA DE 175W DE HALOGENURO METALICO, CON PROTECCION NEMA Ix (IP65), PARA USO PESADO Y AL EXTERIOR, SIMILAR AL H2 DE GENERAL ELECTRIC, INCLUYE BRAZO PARA MONTAJE EN PARED.	175W	ALODIARIO METALICO
[Symbol]	H2 175W	LUMINARIA CON EQUIPO Y LAMPARA DE 175W DE HALOGENURO METALICO, CON PROTECCION NEMA Ix (IP65), PARA USO PESADO Y AL EXTERIOR, SIMILAR AL H2 DE GENERAL ELECTRIC, INCLUYE ACCESORIO PARA MONTAJE COLGADO A TUBO CONDUIT DE 3/4"	175W	ALODIARIO METALICO
[Symbol]	M11 2x30W	UNIDAD DE LUCES DE EMERGENCIA CON BATERIA DE NICHEL-CADMIO DE 12V Y CARGADOR AUTOMATICO A PRUEBA DE AGUA PARA MONTAJE EN PLATAFORMA Y CON BRACQUETE ADICIONAL, SIMILAR AL M11 DE HOLLOWAY.	2x30W	HALOGENO

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE CON ESPIGA DE TIERRA A PRUEBA DE AGUA, 15A EN CAJA CONDULET TIPO FS.
[Symbol]	CAJA DE PASE TIPO CONDULET CON TAPA A PRUEBA DE POLVO Y AGUA.
[Symbol]	INTERRUPTOR UNIPOLAR 10A, 220VAC EN CAJA CONDULET TIPO FS CON CUBIERTA DE PVC.
[Symbol]	TUBERIA DE Fc. Gc. 25mm, CON DOS CONDUCTORES TIPO THW, 4mm <sup>2</sup> (S.L.C.)

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	OCT-98		
B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	NOV-98		
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98		
1	AS BULT	BHP	JUL-98		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : INDICADA		
DESENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO :	PLANO :	REVISION :
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	ESTANDARES DETALLES DE INSTALACION DE ALUMBRADO	1
FILE ACAD V13	CAD FILE : 0\ACAD\TM	PLANO N° EL-G-005

LISTA DE CABLES DE FUERZA

ALIMENTADOR				LONG. (m)	DE		RUTA	A		OBSERVACIONES
COORD	TENSION NOMINAL (V)	TIPO	SECCION (MM <sup>2</sup> /MCM)		EQ. N°	DESCRIPCION		EQ. N°	DESCRIPCION	
F-H4201	10000	XLPE	2(3-1X500 MCM)	82	MVS-42-2A	CELDA 10KV, CON DISYUNTOR DE POTENCIA	CAÑALETA	36TRFD08	TRANSFORMADOR 4MVA, 10/4.15KV	
F-H4202	4160	XLPE	2(3-1X500 MCM)	47	MVS-42-1A	CELDA 4.15KV, CON DISYUNTOR DE POTENCIA	BANDEJA CAÑALETA	36TRFD08	TRANSFORMADOR 4MVA, 10/4.15KV	
F-H4203	4160	XLPE	2(3-1X500 MCM)	20	MVS-42-1A	CELDA 4.15KV, CON DISYUNTOR DE POTENCIA	BANDEJA	MVS-42-1	TABL. DE DIST. EXISTENTE 4150V, 3000A, 34,80Hz, 350MVA	
F-H4204	4160	XLPE	3(3-1X500 MCM)	10	MVS-42-1	TAB. DE DIST. EXISTENTE 4150V, 3000A, 34,80Hz, 350MVA	BANDEJA	MVS-42-1B	TABLERO DE DISTRIBUCION 4150V, 3000A, 34,80Hz, 350MVA	
F-H4205	4160	XLPE	2(3-1X500 MCM)	172	MVS-42-1B	TABLERO DE DISTRIBUCION 4150V, 3000A, 34,80Hz, 350MVA	BANDEJA, DUCTO, BANDEJA	MA-4000-1-A01	ARRANCADOR DE MOLINO 4.15KV, Y SERVICIOS AUXILIARES	
F-H4206	4160	XLPE	3-114/0 AWG	172	MVS-42-1B	TABLERO DE DISTRIBUCION 4150V, 3000A, 34,80Hz, 350MVA	BANDEJA, DUCTO, BANDEJA	36TRFD07	SUBESTACION DE TRANSF. TIPO INTEGRAL 1250KVA, 4150/480V, 34,80Hz	
F-H3301	4160	XLPE Du	2(3-1X500 MCM) + 1#2/0 AWG	40	MA-4000-1-A01	ARRANCADOR DE MOLINO 4.15KV, Y SERVICIOS AUXILIARES	BANDEJA	EQ.36MBL003	MOLINO DE BOLAS 4000HP	
F-A3301	480	XLPE	4(3-1X500 MCM)	18	36TRFD07	SUBESTACION DE TRANSF. TIPO INTEGRAL 1250KVA, 4150/480V, 34,80Hz	BANDEJA	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	
F-M037A	480	XLPE	2(3-1X500 MCM)	10	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	MB-450-1-04	VARIADOR DE VELOCIDAD 400HP, 0.48KV	
F-M037B	480	XLPE	2(3-1X500 MCM)	20	MB-450-1-04	VARIADOR DE VELOCIDAD 400HP, 0.48KV	BANDEJA, CONDUIT	EQ.36MBH-007	BOMBA DE ALIMENTACION CICLONES 400HP	
F-M038A	480	XLPE	2(3-1X500 MCM)	10	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	MB-450-1-05	VARIADOR DE VELOCIDAD 400HP, 0.48KV	
F-M038B	480	XLPE	2(3-1X500 MCM)	24	MB-450-1-05	VARIADOR DE VELOCIDAD 400HP, 0.48KV	BANDEJA, CONDUIT	EQ.36MBH-008	BOMBA DE ALIMENTACION CICLONES 400 HP	
F-M010	480	XLPE	3X4 / 0 / 4(G) AWG	28	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ. 36FAJ001	FAJA #14 100HP	
F-M048	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	18	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ. 36MAY001	BOMBA DE SUMIDERO 20HP	
F-M020A	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	54	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	MB-10-1-A07	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	
F-M020B	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	5	MB-10-1-A07	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	CONDUIT	EQ.36FA-J002	ALIMENTADOR DE FAJA 7A	
F-M030A	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	78	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	MB-10-1-A08	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	
F-M030B	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	5	MB-10-1-A08	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	CONDUIT	EQ.36FA-J003	ALIMENTADOR DE FAJA 8A	
F-M040A	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	58	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	MB-10-1-A09	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	
F-M040B	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	5	MB-10-1-A09	VARIADOR DE VELOCIDAD 10HP, 0.48KV	CONDUIT	EQ.36FA-J004	ALIMENTADOR DE FAJA 9C	
F-M053	480	XLPE	3X2/0 / 5(G) AWG	101	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ.36GLP001	COLECTOR DE POLVO 80HP	
F-M051	480	XLPE	3X8 / 5(G) AWG	98	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ.36BMH008	BOMBA DEL COLECTOR DE POLVO	
F-5601A	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	78	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	DS-001	DESCONECTOR LOCAL	
F-5601B	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	5	DS-001	DESCONECTOR LOCAL	CONDUIT	EQ.36MLH001	MANIPULADOR DE FORROS	
F-5602	480	XLPE	3X8 / 10(G) AWG	74	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	TRA-01	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO	
F-5603	580/220	XLPE	3X8 / 10(G) AWG	5	TRA-01	TRANSFORMADOR DE ALUMBRADO	CONDUIT	TA-01	TABLERO DE ALUMBRADO	
F-5604	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	74	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	CONDUIT	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	
F-5605	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	10	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	CONDUIT	TD#-03	TAB. INSTRUM. DE CAMPO	
F-5606	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	74	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	CONDUIT	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	
F-5607	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	10	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	CONDUIT	TD#-02	TAB. SISTEMA DE CONTROL	
F-5608	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	28	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ.#	SALIDA PARA MAQUINA DE SOLDAR	
F-5609	480	XLPE	3X4 / 5(G) AWG	74	36MCC001	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA, CONDUIT	EQ.#	SALIDA PARA MAQUINA DE SOLDAR	

LISTA DE CABLES DE FUERZA

ALIMENTADOR				LONG. (m)	DE		RUTA	A		OBSERVACIONES
COORD	TENSION NOMINAL (V)	TIPO	SECCION (MM <sup>2</sup> /MCM)		EQ. N°	DESCRIPCION		EQ. N°	DESCRIPCION	
F-A3302	480	XLPE	3X8 / 8(G) AWG	8	MA-4000-1-A01	ARRANCADOR DE MOLINO 4.15KV, Y SERVICIOS AUXILIARES	BANDEJA	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	
F-M111	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	25	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003A	UNIDAD LUBRICACION DE PINON SHAFT W1	
F-M112	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	25	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003A	UNIDAD LUBRICACION DE PINON SHAFT W2	
F-M113	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	25	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003A	UNIDAD LUBRICACION DE PINON SHAFT W3	
F-M114	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	25	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003A	UNIDAD LUBRICACION DE PINON SHAFT W4	
F-S110	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	25	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003A	UNIDAD LUBRICACION DE PINON SHAFT CALENTADOR	
F-M092	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	18	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003B	UNIDAD DE LUBRICACION DEL TRUNNICH M21	
F-M093	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	18	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003B	UNIDAD DE LUBRICACION DEL TRUNNICH M22	
F-S090	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	18	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	BANDEJA	EQ.36MBL003B	UNIDAD DE LUBRICACION DEL TRUNNICH CALENTADOR	
F-S070	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	10	36MCC002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 480V	CONDUIT	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	
F-S071	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	10	EQ.#	ESTABILIZADOR DE VOLTAJE	CONDUIT	TD#-01	TAB. INSTRUM. DE CAMPO	
F-M090	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	40	36-MCC-001	MAESTREADOR PRIMARIO	CONDUIT	TD#-01	TAB. INSTRUM. DE CAMPO	
F-M080	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	40	36-MCC-001	MAESTREADOR SECUNDARIO	CONDUIT	TD#-01	TAB. INSTRUM. DE CAMPO	
F-M111	480	XLPE	3X12 / 12(G) AWG	30	36-MCC-001	COMPRESORA	CONDUIT	TD#-01	TAB. INSTRUM. DE CAMPO	

IDENTIFICACION GENERAL DE CABLES HACIA EL CAMPO

XXX-Y-WZZZS

**BAJA TENSION**

DONDE:

XXX: NUMERO DE AREA (NO SE INDICA PARA UN MISMO AREA)

ZZZ: NUMERO DE IDENTIFICACION DEL BUCLE DEL MOTOR

Y: INDICA EL TIPO DE CABLE SEGUN EL SIGUIENTE CODIGO:

C: CABLE DE CONTROL (120VAC) SI HAY MAS DE UNO, SE DENOMINARAN C1, C2, C3, ETC.

F: CABLE DE FUERZA (120 VDC, 220 VAC, 480 VAC, 4.15KV, 10KV)

L: ALUMBRADO (220 VAC)

I: INSTRUMENTACION (MA, MV)

W: INDICA LA FUNCION DEL CABLE SEGUN EL SIGUIENTE CODIGO:

M: CIRCUITO DE MOTOR

A: ALIMENTADOR A MCC (CENTRO DE CONTROL DE MOTORES)

K: CIRCUITO DE ALARMAS

S: CABLE SECUNDARIO

S: SUFIO SECUENCIAL (A,B,C, ETC) PARA DIFERENCIAR CABLES DEL MISMO BUCLE.

Y-HPPZZ

**MEDIA TENSION**

DONDE:

PP: AREA DE PROCESO

ZZ: CORRELATIVO

H: ALIMENT. MEDIA TENSION

ORD.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP		
1	AS. DUT	BHP		

PROPIETARIO: BHP TINTAYA S.A.

UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FECHA
ESCALA : S/E	
DISENADO : KSL	
DESEÑADO : KSL	
REVISADO : BHP	
APROBADO : BHP	

PROYECTO: AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE

PLANO: LISTA DE CABLES DE FUERZA

FILE ACAD V13  
CAD FILE : 02/PAGE/TM  
REVISION : 0  
PLANO N° EL-G-006

LISTA DE CABLES DE CONTROL DE MOTORES

ALIMENTADOR				LONG. (m)	DE	RUTA	A	WIRING DIAGRAM	OBSERVACIONES
CODIGO	TENSION NOMINAL (V)	TIPO	SECCION (AWG)						
C1-M037	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36AFD 008	BANDEJA	PB M037 LOCAL PUSH BUTTON	3304757A	
C2-M037	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36AFD 006	BANDEJA	36MCC 001	3304757A	
C3-M037	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36AFD 006	BANDEJA	MOTOR J.BOX	3304757A	
C4-M037	120V	ARM. CABLE	5 - TRADS #16AWG SHIELDED		36AFD 006	BANDEJA	MOTOR RTD J.BOX	3304757A	
C1-M038	120V	ARM. CABLE	4x14AWG		36AFD 007	BANDEJA	P3 M038	3304757B	
C2-M038	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36AFD 007	BANDEJA	36MCC 001	3304757B	
C3-M038	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36AFD 006	BANDEJA	MOTOR J.BOX	3304757B	
C4-M038	120V	ARM. CABLE	5 - TRADS #16AWG SHIELDED		36AFD 006	BANDEJA	MOTOR RTD J.BOX	3304754	
C1-M010	120V	ARM. CABLE	18C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	JUNCTION BOX 1 36FAJ 001	3304754	
C2-M010	120V	ARM. CABLE	3C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	SPEED SWITCH MFA-4	3304754	
C3-M010	120V	XLPE	18C # 14AWG		JUNCTION BOX 1 36FAJ 001	CONDUIT	PB M010	3304754	
C4-M010	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		JUNCTION BOX 1 36FAJ 001	BANDEJA CONDUIT	HORN/PULL CORD / SIDE TRAVEL SWITCHES	3304754	
C5-M010	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		SPEED SWITCH MFA-4	BANDEJA	SPEED SWITCH PROBE	3304759	
C2-M020	120V	XLPE	8x14AWG-1°C		36AFD 002	CONDUIT	J.BOX M020/M030/M040	3304759	
C3-M020	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36AFD 002		MOTOR M020 THERMISTER	3304759	
C4,C5,C6-M020	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J.BOX M020/M030/M040	CONDUIT	PULL CORD SWITCHES	3304759	
C7-M020	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J. BOX	CONDUIT	SPEED SWITCH MFA-4	3304759	
C8-M020	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		SPEED SWITCH MFA-4		SPEED SWITCH PROBE	3304759	
C2-M030	120V	XLPE	8x14AWG-1°C		36AFD 003	CONDUIT	J.BOX M020/M030/M040	3304759	
C3-M030	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		J.BOX M020/M030/M040		MOTOR M020 THERMISTER	3304759	
C4,C5,C6-M030	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J.BOX M020/M030/M040	CONDUIT	PULL CORD SWITCHES	3304759	
C7-M030	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J.BOX M020/M030/M040	CONDUIT	SPEED SWITCH MFA-4	3304759	
C8-M030	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		SPEED SWITCH MFA-4 (M040)		SPEED SWITCH PROBE	3304759	
C2-M040	120V	XLPE	8x14AWG-1°C		36AFD 004	CONDUIT	J.BOX M020/M030/M040	3304759	
C3-M040	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		J.BOX M020/M030/M040		MOTOR M030 THERMISTER	3304759	
C4,C5,C6-M040	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J.BOX M020/M030/M040	CONDUIT	PULL CORD SWITCHES	3304759	
C7-M040	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		J.BOX M020/M030/M040	CONDUIT	SPEED SWITCH MFA-4	3304759	
C8-M040	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		SPEED SWITCH MFA-4 (M040)		SPEED SWITCH PROBE	3304759	
C1-M020/M030/M040	120V	ARM. CABLE	1x40C # 14AWG		DCS I/O	BANDEJA	J.BOX M020/M030/M040	3304759	
C1-M048	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB M040	3304751G	
C1-M050	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MSV 001A	BANDEJA	PANEL PRIMERO 36MSV 001A	3304755	
C2-M050	120V	XLPE	4x14AWG-3/4°C		36MSV 001A	CONDUIT	LIMIT SWITCH LS-1	3304755	
C3-M050	120V	XLPE	2x14AWG-3/4°C		36MCC 001	CONDUIT	36MSV 001B	3304755	

LISTA DE CABLES DE CONTROL DE MOTORES

ALIMENTADOR				LONG. (m)	DE	RUTA	A	WIRING DIAGRAM	OBSERVACIONES
CODIGO	TENSION NOMINAL (V)	TIPO	SECCION (AWG)						
C1-M060	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PANEL SECUNDARIO 36MSV 001B	3304756	
C2-M060	120V	XLPE	4C # 14AWG-3/4"		36MSV 001B	CONDUIT	PANEL SECUNDARIO 36MSV 001B	3304756	
C1-M111	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MSV 001	BANDEJA	PB - M111	3304751A	
C1-M112	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB - M112	3304751B	
C1-M113	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB - M113	3304751C	
C1-M114	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB - M114	3304751D	
C1-M092	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB - M092	3304751E	
C1-M093	120V	ARM. CABLE	8C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PB - M093	3304751F	
C1-S110	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PILOT LIGHT	3304752A	
C1-S090	120V	ARM. CABLE	2C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	PILOT LIGHT	3304752B	
C1-DCS	120V	ARM. CABLE	30C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	DCS I/O	3304751A, B, C	
C2-DCS	120V	ARM. CABLE	30C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	DCS I/O	3304751D, E, F	
C3-DCS	120V	ARM. CABLE	30C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	DCS I/O	3304751G, 3304752A, B	
C4-DCS	120V	XLPE	30C # 14AWG		36MCC 001	BANDEJA	DCS I/O	3304754, 3304759	
C5-DCS	120V	ARM. CABLE	18C # 14AWG		36AFD 007	BANDEJA	DCS I/O	3304757A	
C6-DCS	120V	ARM. CABLE	18C # 14AWG		36AFD 007	BANDEJA	DCS I/O	3304757B	
C1-M001	120V	TECK CABLE	8C # 14AWG		36ARR 003	BANDEJA	4.18KV MILL MOT. STARTER	3304760	
C2-M001	120V	TECK CABLE	4C # 8AWG		36ARR 003	BANDEJA	4.18KV MILL MOT. STARTER	3304760	
C3-M001	120V	TECK CABLE	2C # 10AWG		36ARR 003	BANDEJA	4.18KV MILL MOT. STARTER	3304760	
C4-M001	120V	TECK CABLE	10 TRADS 3C # 18AWG SHIELDED		36ARR 003	BANDEJA	4.18KV MILL MOT. STARTER	3304760	
C7-DCS	120V	TECK CABLE	18C # 14AWG		36ARR 003	BANDEJA	4.18KV MILL MOT. STARTER	3304760	

SECCION :		ESCALA : 5/E		DISEÑADO : KSL		DIBUJADO : KSL		REVISADO : KSL		APROBADO : BHP	
CLIENTE :  BHP TINTAYA S.A.				UBICACION: CUSCO - PERU				TITULO : AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE			
ARCH/DESIG :				PROYECTO N° :				DIVISION N° :			
PLANO N° :				REV. :				EL-G-007			

PLANOS DE REFERENCIA

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

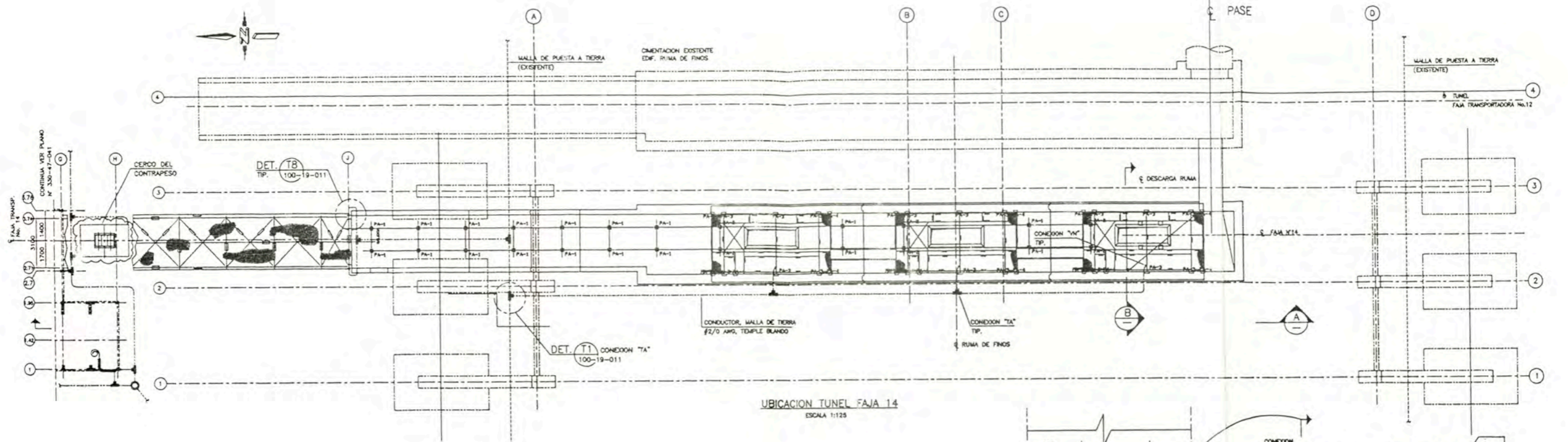
CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

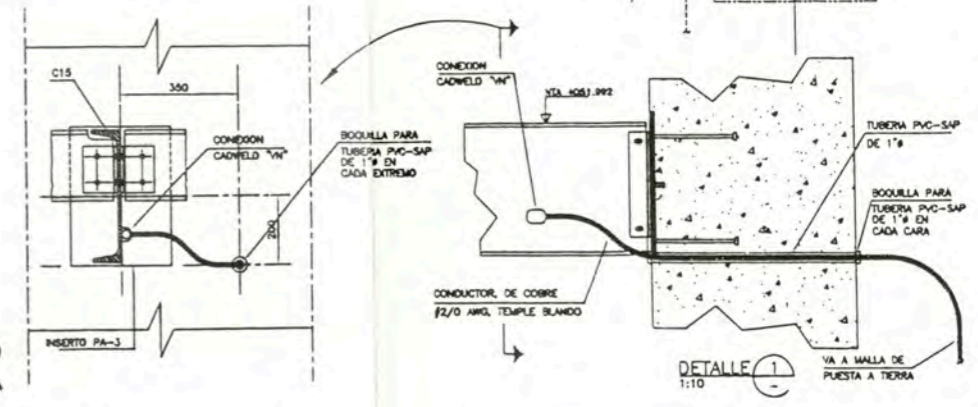
CLIENTE PROYECTO

CLIENTE PROYECTO

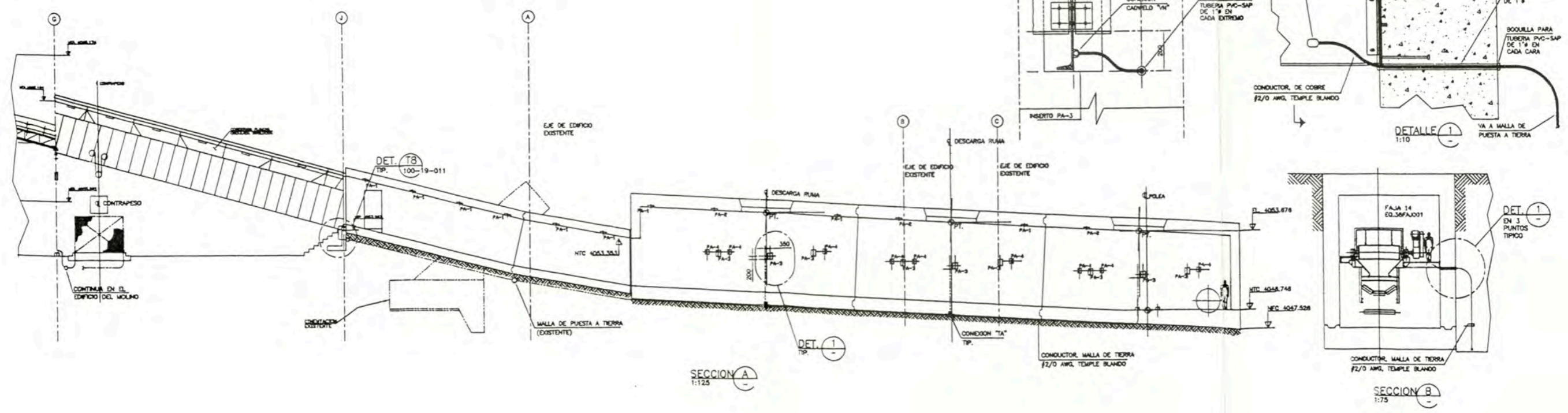




UBICACION TUNEL FAJA 14  
ESCALA 1:125



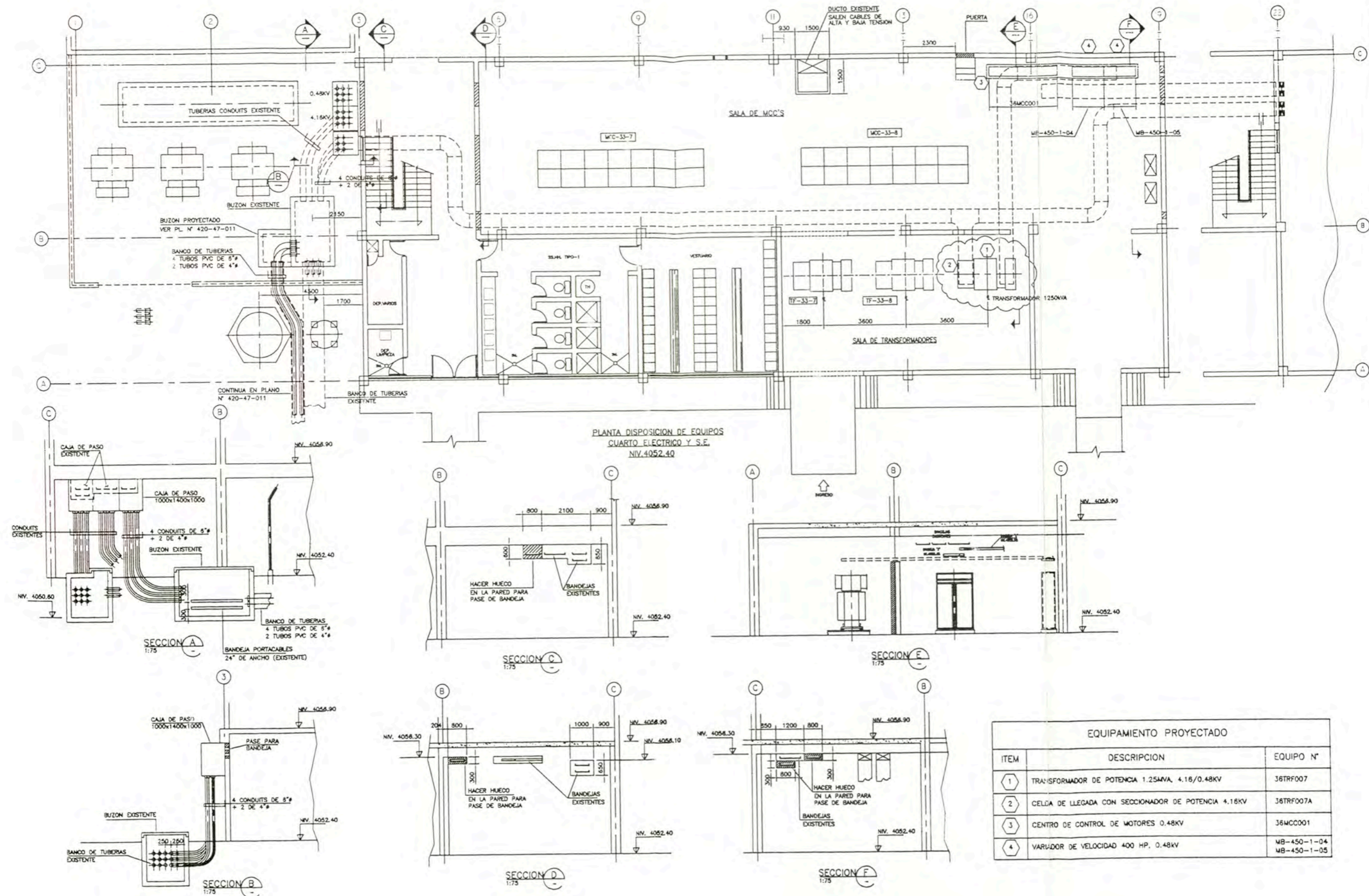
DETALLE 1  
1:10



SECCION A  
1:125

SECCION B  
1:75

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	OCT-98	EL-G-002	SIST. GENERAL DE PUESTA A TIERRA	 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 01/INGE/TM
B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	OCT-98	EL-G-003	ESTANGARES DET. DE INST. PUESTA A TIERRA		DISCHADO :	KSL			REVISION : 1
C	REVISION GENERAL	BHP	NOV-98				DIBUJADO :	KSL			PLANO N°
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98				REVISADO :	BHP			EL-G-009
E	AS BUILT	BHP	JUL-99				APROBADO :	BHP			



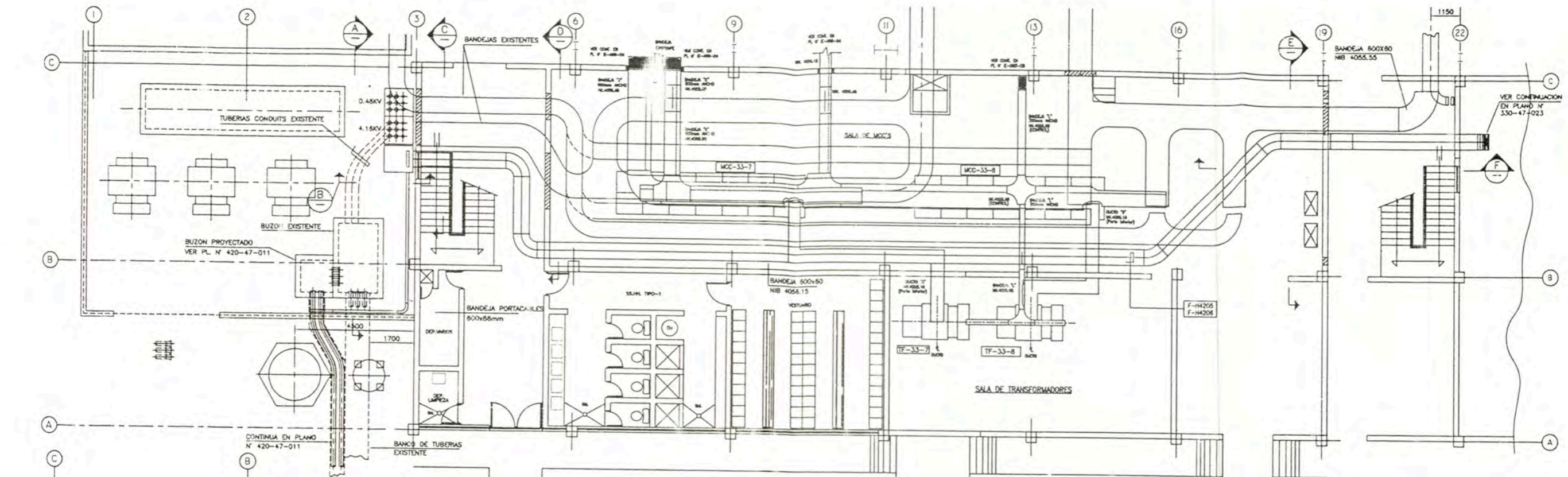
EQUIPAMIENTO PROYECTADO		
ITEM	DESCRIPCION	EQUIPO N°
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1.25MVA, 4.16/0.48KV	36TRF007
2	CELDA DE LLEGADA CON SECCIONADOR DE POTENCIA 4.16KV	36TRF007A
3	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES 0.48KV	36MCC001
4	VARADOR DE VELOCIDAD 400 HP, 0.48KV	MB-450-1-04 MB-450-1-05

NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA DESCRIPCION	BHP	DIC-98		
1	EMITIDA PARA CONSTRUCCION	BHP	ENR-99		
2	AS BUILT	BHP	MAY-99		

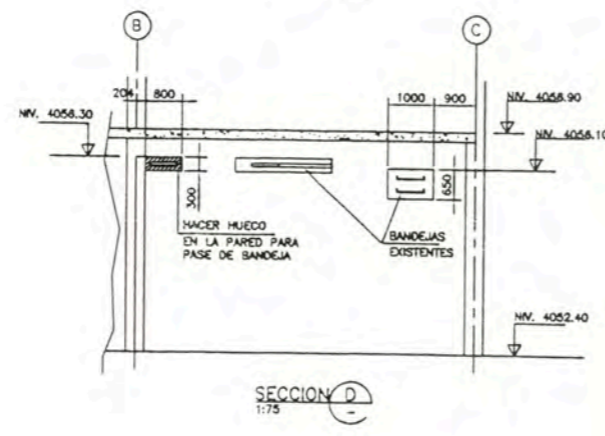
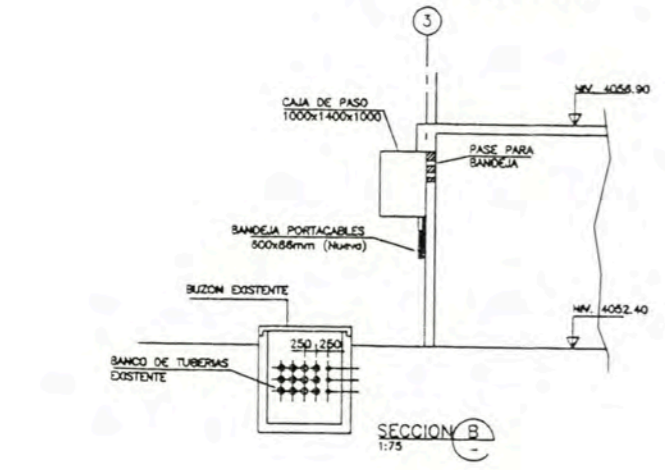
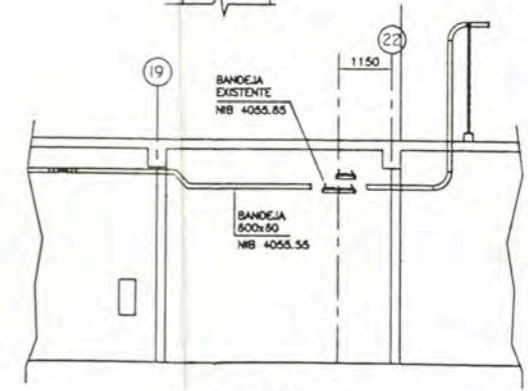
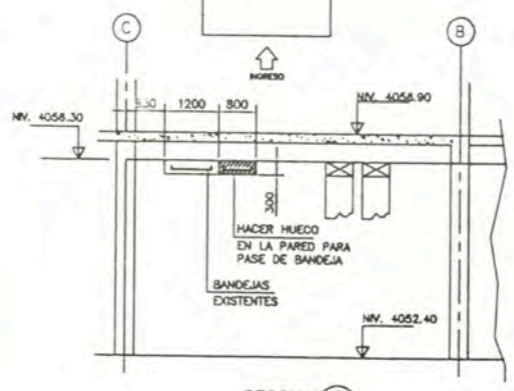
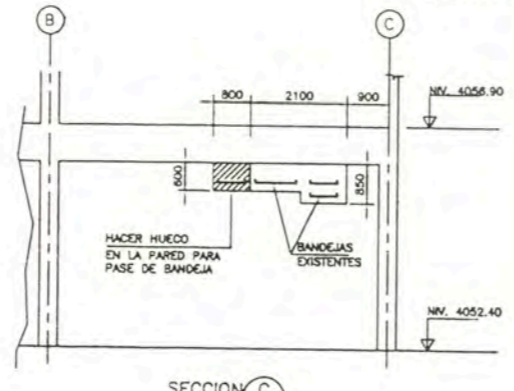
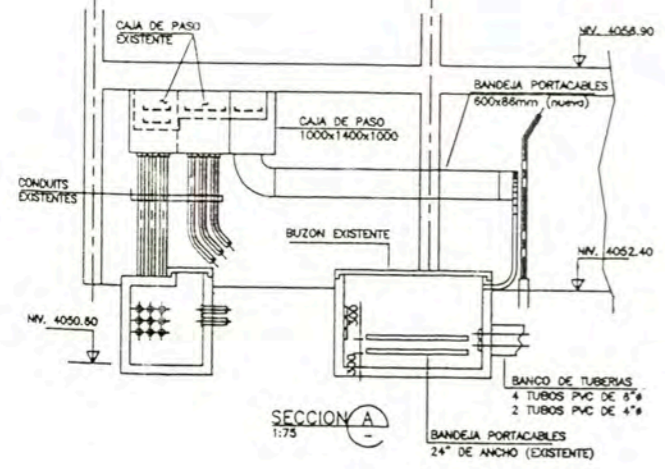
PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : INDICADA		
DESIGNADO : KSL		
DESEÑADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

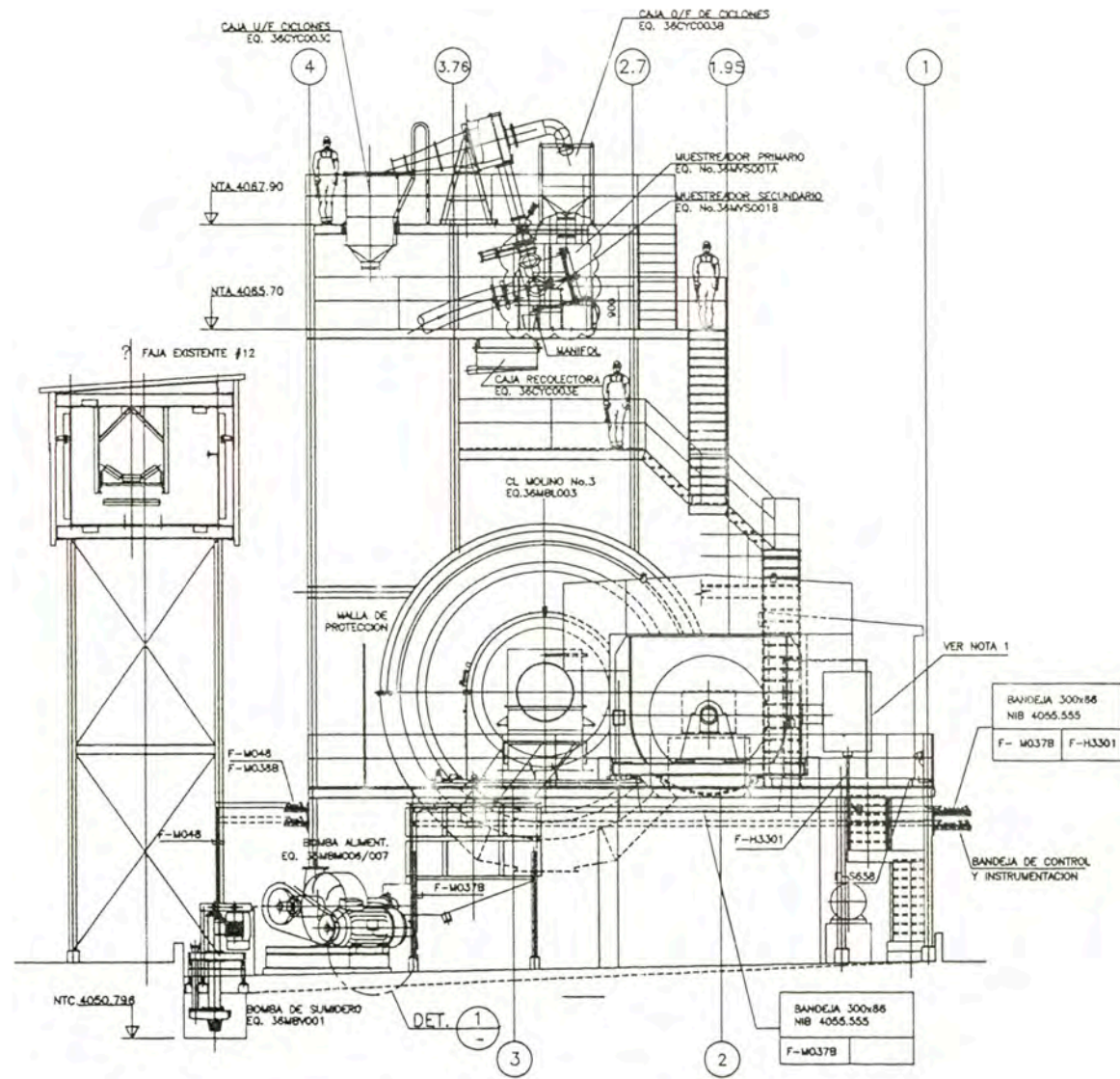
PROYECTO :	PLANO :
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	SALA ELECTRICA CONCENTRADORA DISPOSICION DE EQUIPOS (ALTERANTIVA)
FILE ACAD V13 CAD FILE : 2\BNGE\TM REVISION : 1 PLANO N°	EL-G-010



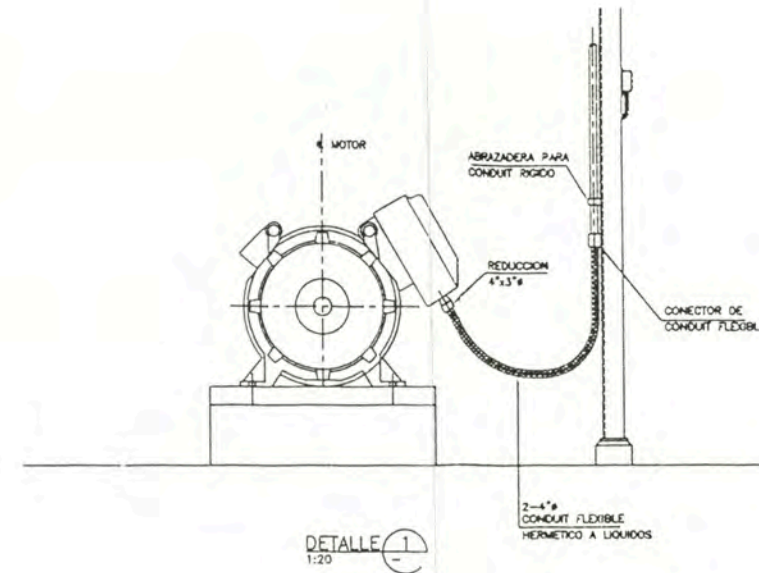
PLANTA DISPOSICION DE EQUIPOS  
CUARTO ELECTRICO Y S.E.  
NIV. 4052.40



NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13	
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98			 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE  PLANO : SALA ELECTRICA CONCENTRADORA NIVEL 4052.4 DISP. DE BANDEJAS Y ALIMENTADORES (ALTERNATIVA DEFINITIVA)	CAD FILE : 01\BHP\EL-G-011	
B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	OCT-99				DISCENADO :	ESL				REVISION : 1
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99				DIBUJADO :	ESL				PLANO N°
1	AS BULT	BHP	SET-98				REVISADO :	BHP				EL-G-011
							APROBADO :	BHP				



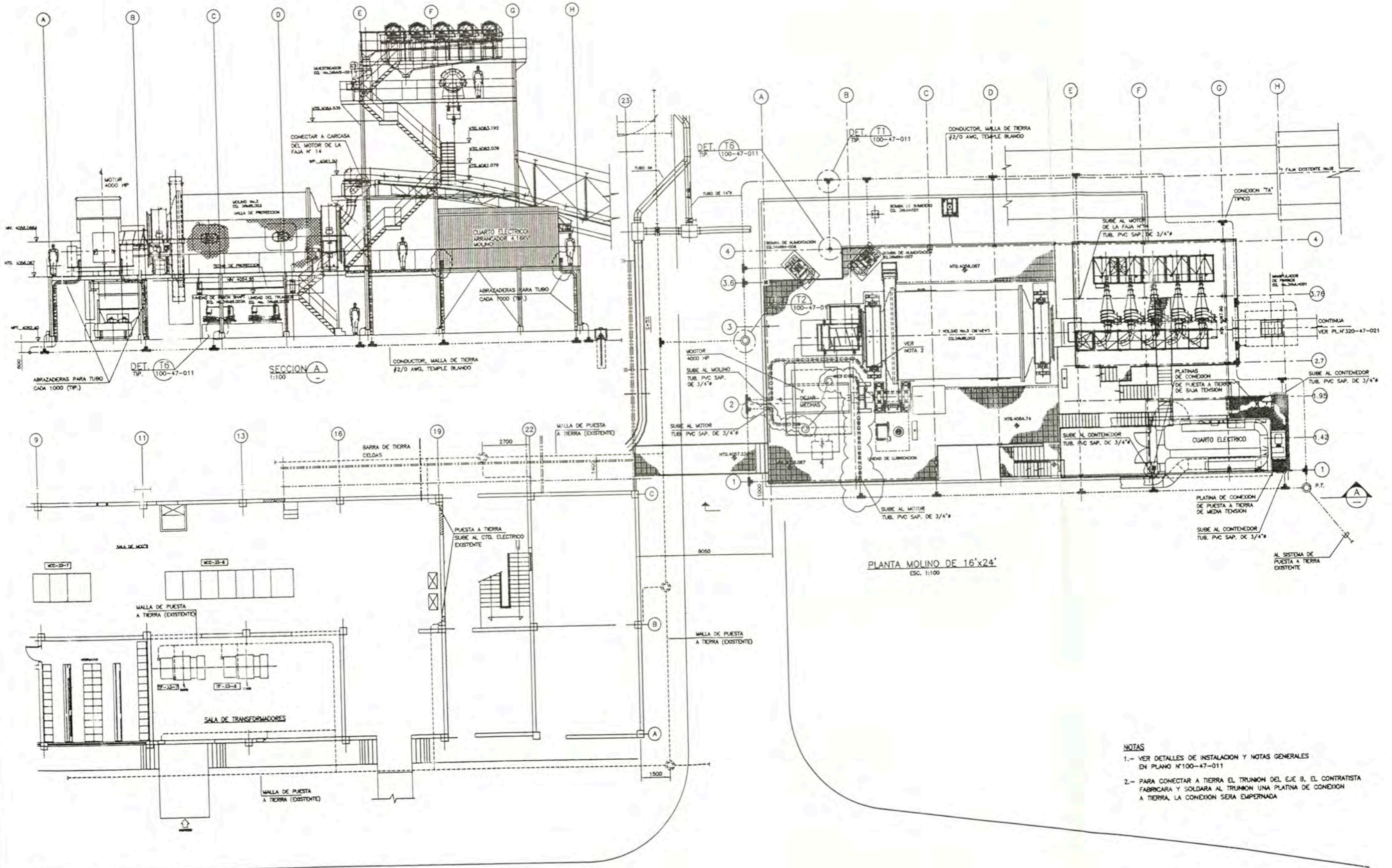
SECCION B  
1:75 (330-47-023)



NOTAS

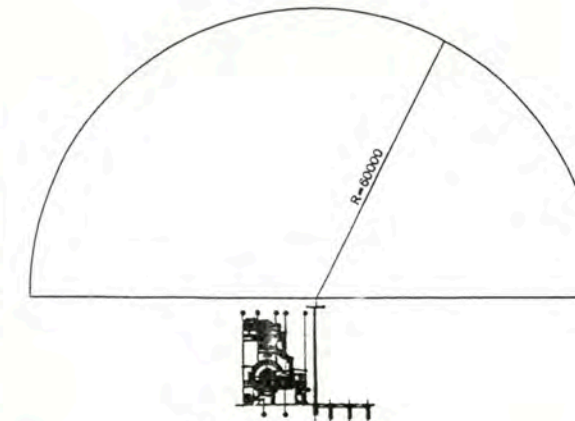
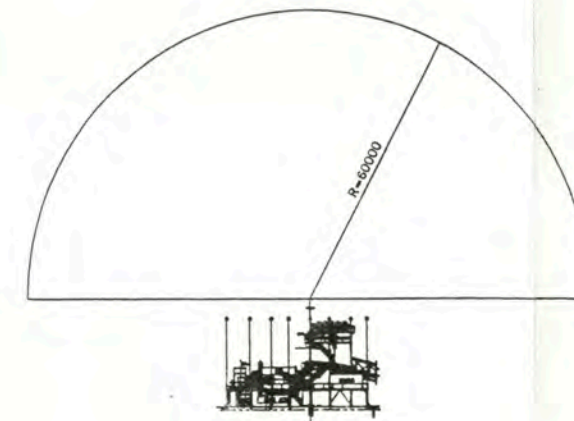
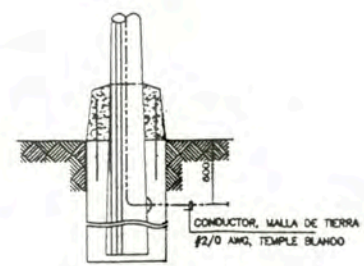
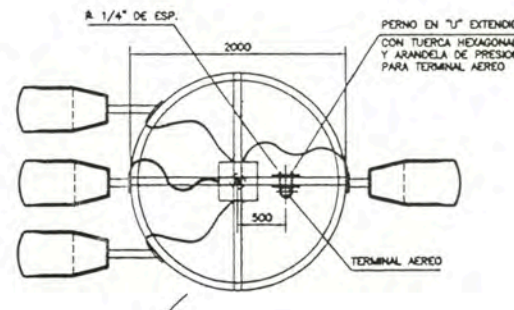
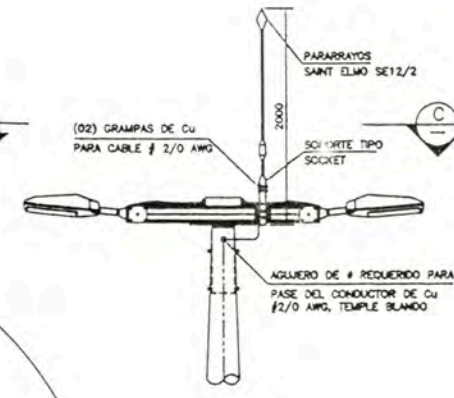
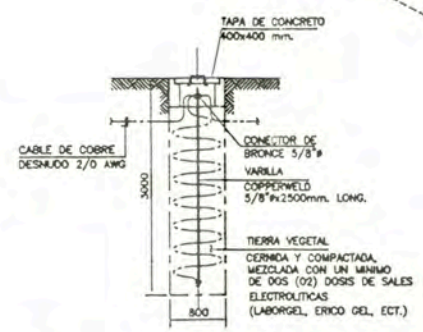
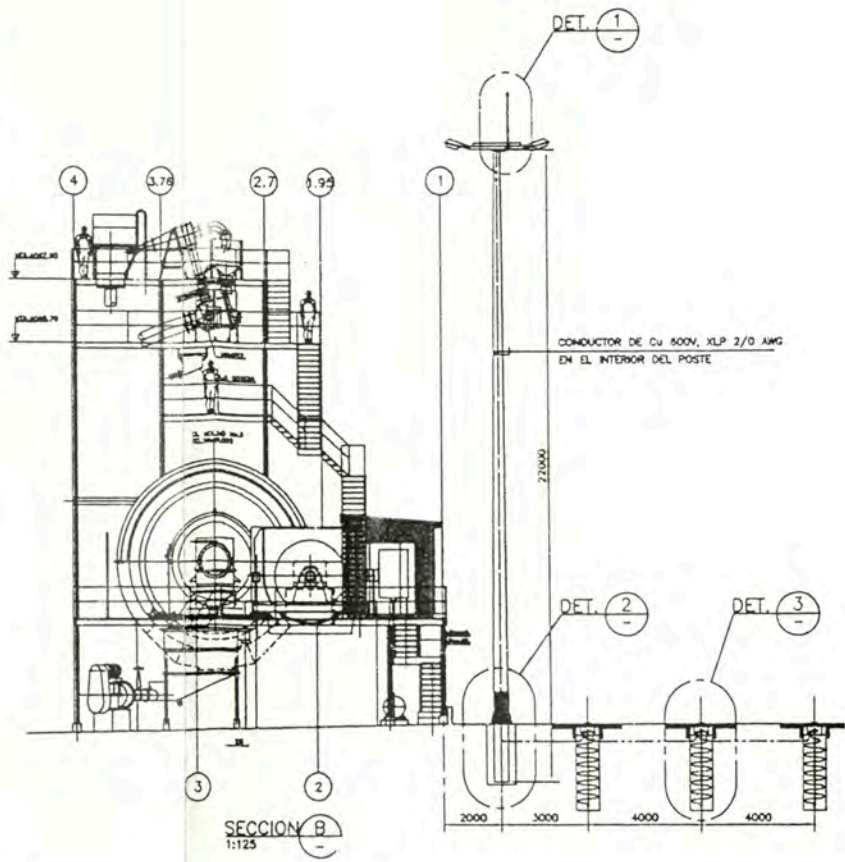
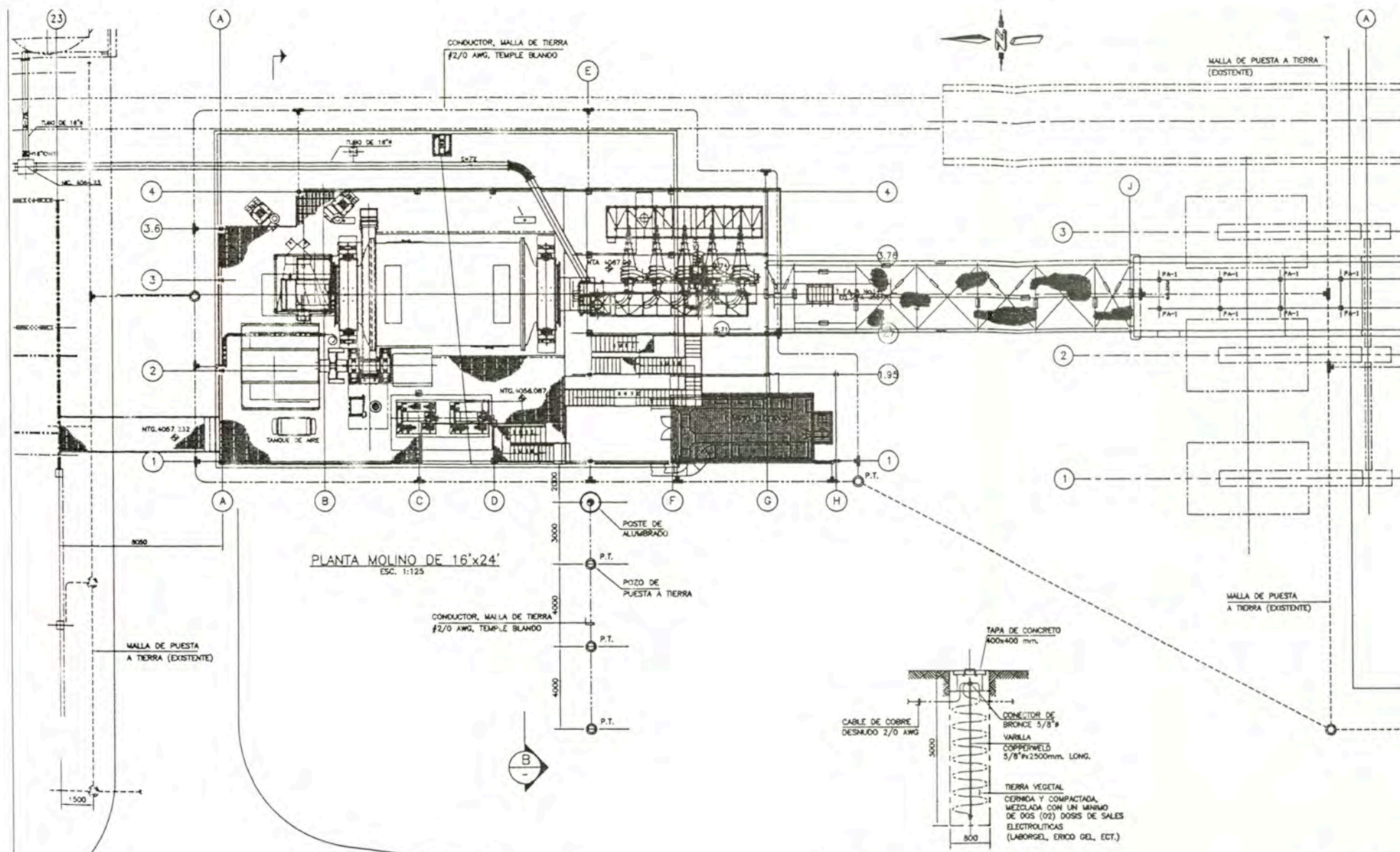
- 1.- PARA CONEXION DEL ALIMENTADOR EN 4.16 KV AL MOTOR DEL MOLINO, VER PLANO N° 132D364 DE DRESSER RAND
- 2.- VER NOTAS DEL PANO N° 330-47-023

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	NOV. 98	EL-G-008	LISTA DE CABLES DE FUERZA	<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b>	CAO FILE : 04/BMG/TM
	B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	DIC-98	EL-G-004	ESTANDARES DETALLIS DE INST. DE FUERZA		DISEÑADO : KSL				REVISION : 1
	C	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98	EL-G-014	DISPOSICION DE BANDEJAS Y ALIMENT. - PLANTA		DIBUJADO : KSL				PLANO N°
	D	AS BUILT	BHP	JUL-99	EL-G-015	DISPOS. BANDEJAS Y ALIMENT. - SECCION Y DETALL		REVISADO : BHP				EL-G-012
								APROBADO : BHP				



- NOTAS**
- 1.- VER DETALLES DE INSTALACION Y NOTAS GENERALES EN PLANO N°100-47-011
  - 2.- PARA CONECTAR A TIERRA EL TRUNION DEL EJE B, EL CONTRATISTA FABRICARA Y SOLDARA AL TRUNION UNA PLATINA DE CONEXION A TIERRA, LA CONEXION SERA EMPERNADA

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13	
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	OCT-99	EL-G-003	ESTANDARES DET. DE INST. DE PUESTA A TIERRA	<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b>	CAD FILE :	
	B	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	OCT-99	EL-G-002	SIST. GENERALES DE PUESTA A TIERRA		DESENADO :	KSL			REVISION :	1
	C	REVISION GENERAL	BHP	NOV-99				DIBUJADO :	KSL			PLANO N°	EL-G-013
	D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-99				REVISADO :	BHP				
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99				APROBADO :	BHP				



GROQUIS DE ZONA DE PROTECCION

- NOTAS
- 1.- LA PUESTA A TIERRA DEL PARARRAYOS SERA INDEPENDIENTE DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL DE LA PLANTA INDUSTRIAL.
  - 2.- LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DEL CONJUNTO NO DEBERA SER MENOR A 05 OHMOS.

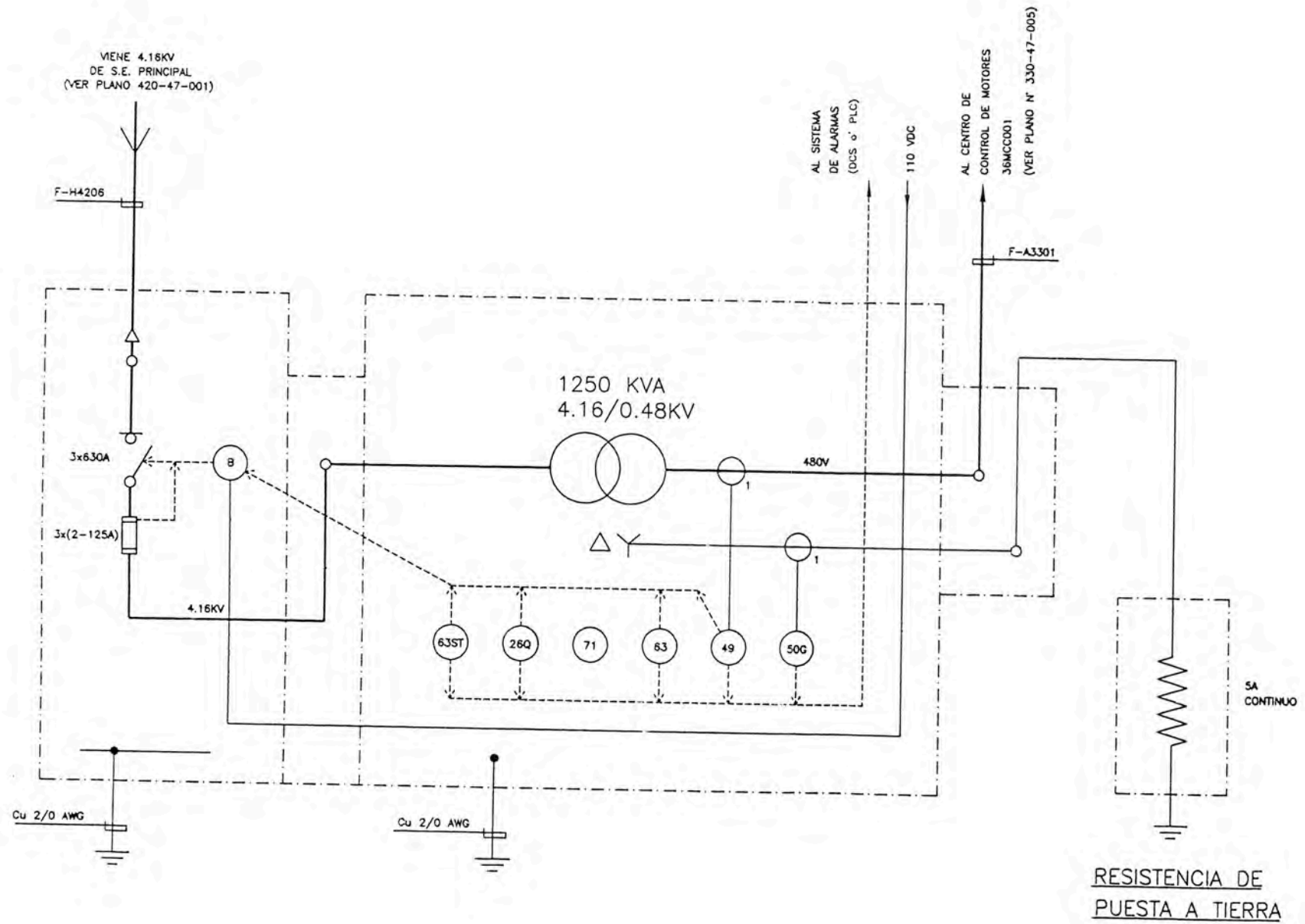
PLANO NUMERO	PLANOS DE REFERENCIA	DESCRIPCION	FECHA	REVISION	GERENTE PROYECTO	CLIENTE	INGENIERO EN CHARGE	REVISADO	FECHA	POR

SECCION :  
 ESCALA :  
 DISEÑADO : KSL  
 DIBUJADO : KSL  
 REVISADO : KSL/BHP  
 APROBADO : BHP

FECHA :  
 CLIENTE : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION : CUSCO - PERU

TITULO  
**AMPLIACION MOLIENDA**  
**INGENIERIA DE DETALLE**  
**SISTEMA DE PROTECCION CONTRA**  
**DESCARGAS ATMOSFERICAS**

ARCH/DESK :  
 PROYECTO N° :  
 DIVISION N° :  
 PLANO N° :  
 REV. :  
**EL-G-017**

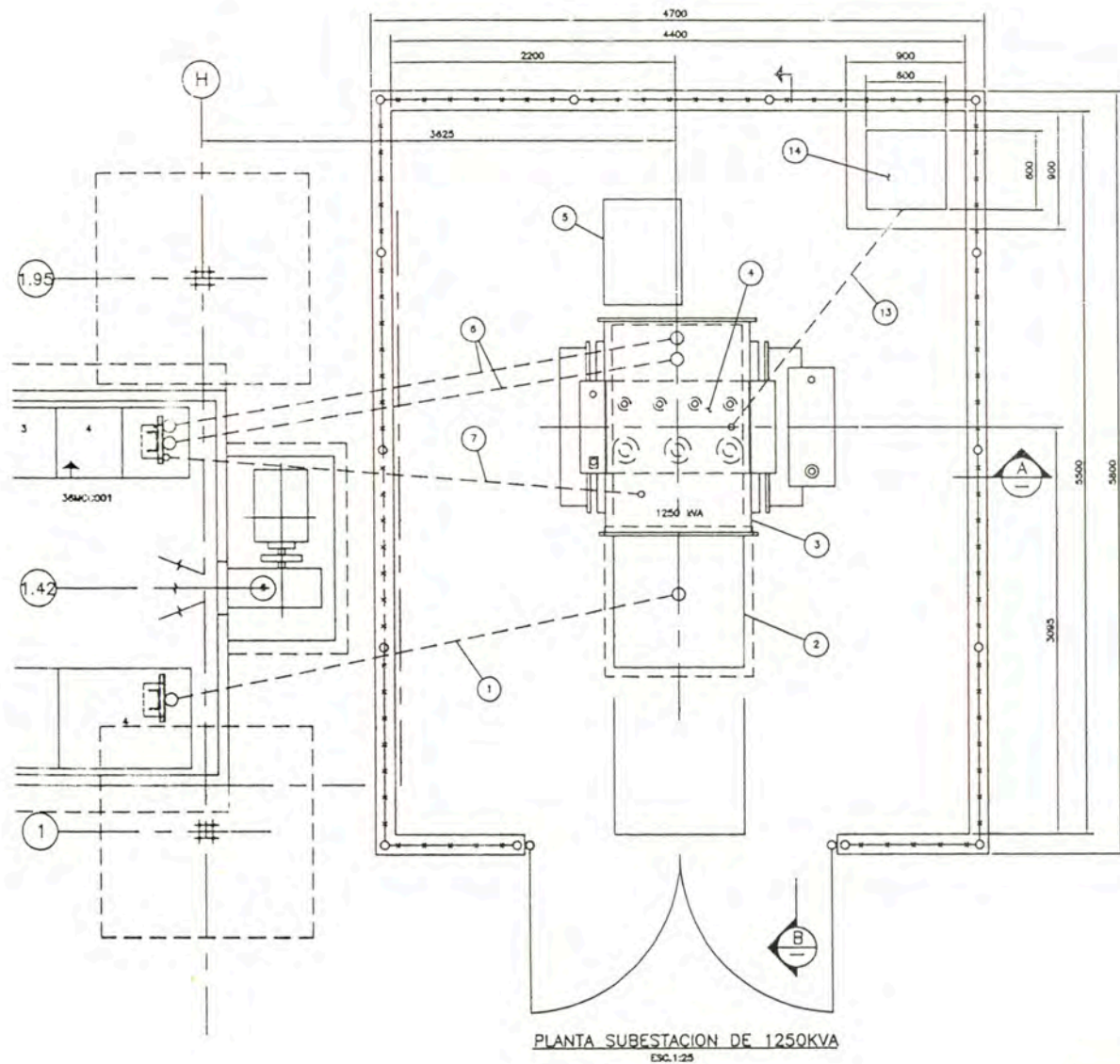


SUBESTACION UNITARIA 1250 KVA

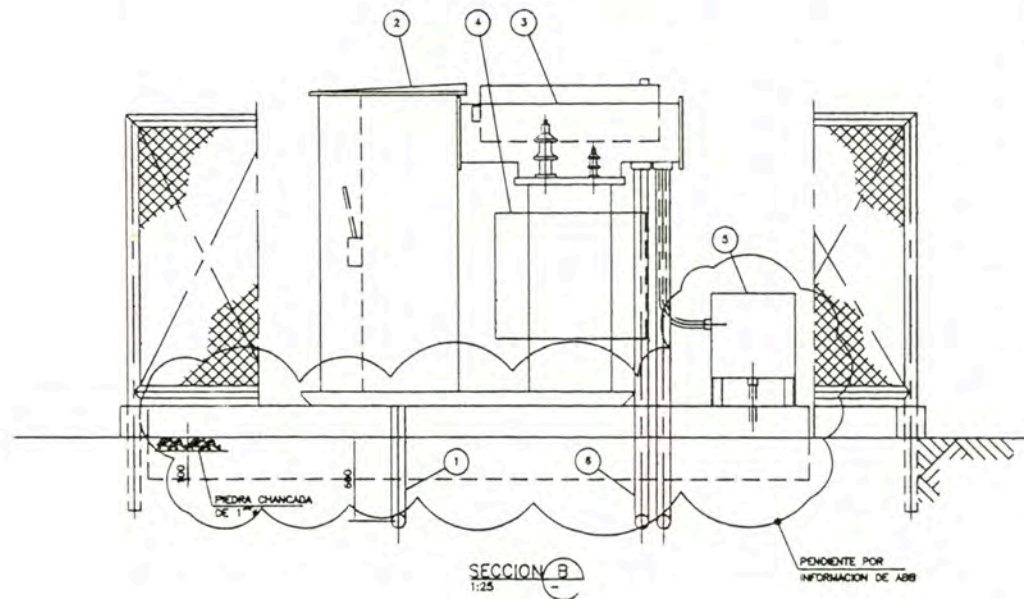
LEYENDA

- 26Q TEMPERATURA DE ACEITE
- 49 RELE DE IMAGEN TERMICA
- 50G RELE INSTANTANEO DE SOBRECORRIENTE DE TIERRA
- 63 RELE BUCCHOLZ
- 63ST VALVULA DE SOBREPRESION
- 71 NIVEL DE ACEITE
- 8 BOBINA DE DISPARO DE SECCIONADOR DE POTENCIA

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
		A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	NOV-99	ELEC-MCC-001		CENTRO CONTROL DE MOTORES-DIAG. UNIFILAR	<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :		ESCALA
	1	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-99	ELEC-SE-001	SS.EE. PRINCIPAL-AMPL. 10 y 4.16KV-DIAG. UNIFILAR	DISEÑADO :	KSL			REVISION : 1	
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99			DIBUJADO :	KSL			PLANO N°	ELEC-SE-001
								REVISADO :	BHP			
								APROBADO :	BHP			

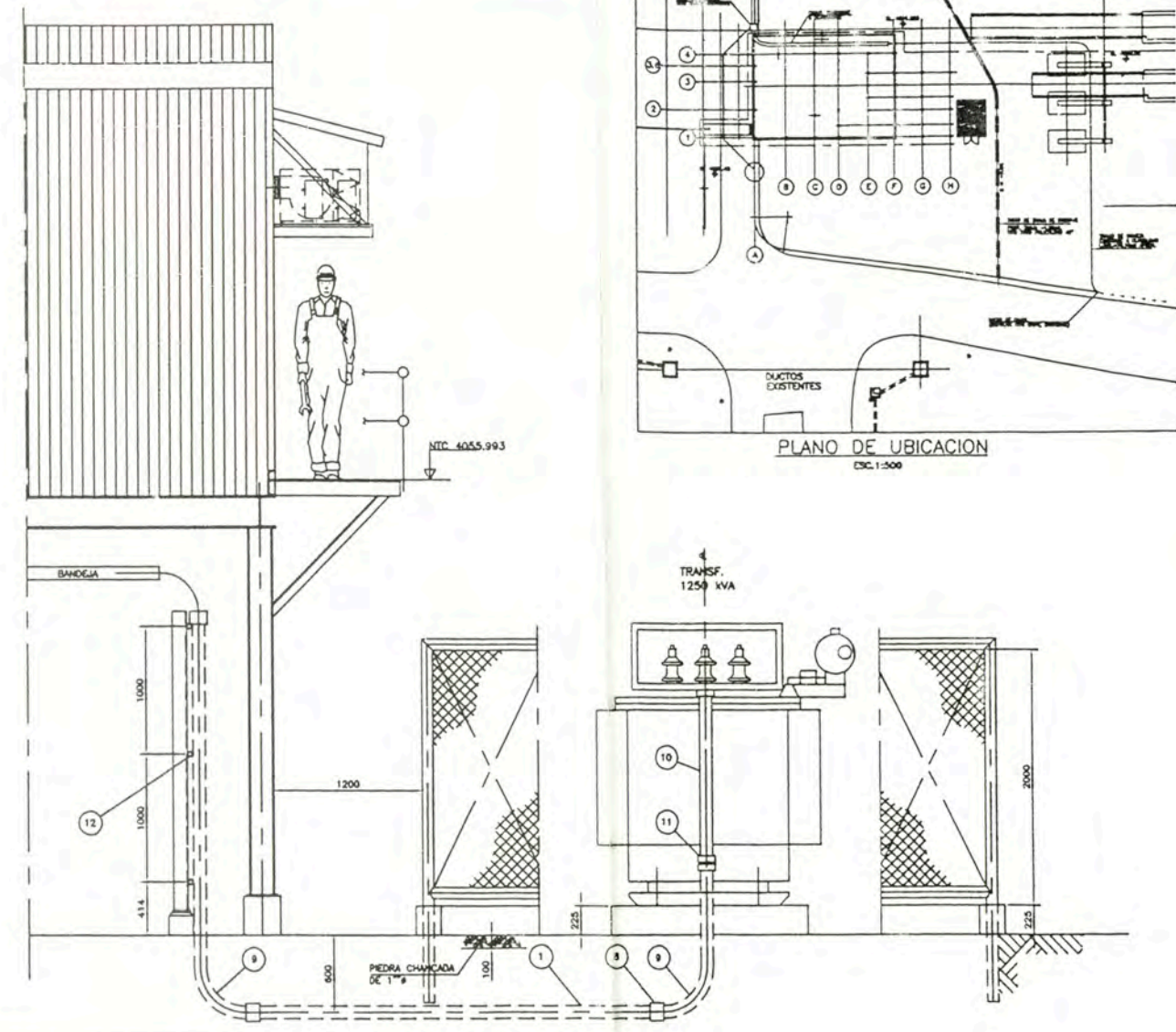


PLANTA SUBESTACION DE 1250KVA  
ESC. 1:25

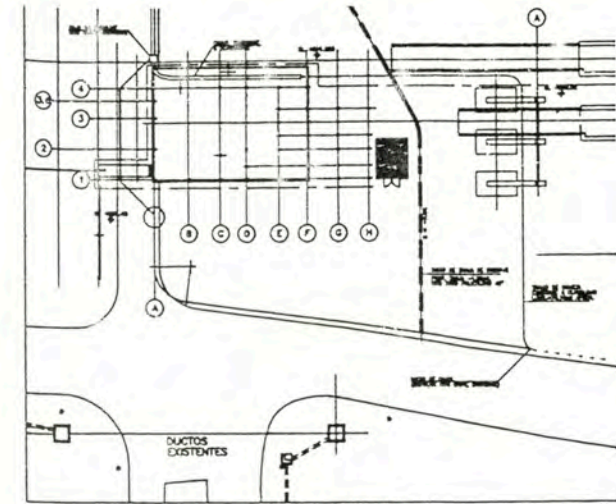


SECCION B  
1:25

PENDIENTE POR  
INFORMACION DE ABB



SECCION A  
1:25



PLANO DE UBICACION  
ESC. 1:500

ITEM	DESCRIPCION
1	TUBERIA PVC-SAP DE 4" PARA CABLES XLPE 3-1x4/0 AWG
2	CELDA CON SECCIONADOR DE POTENCIA Y FUSIBLE
3	CAJUELA DE PROTECCION DE A.T. Y B.T.
4	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1250 KVA 4.16/0.48KV EQUIPO N° 36TRF007
5	RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
6	TUBERIA PVC-SAP DE 4" PARA
7	TUBERIA PVC-SAP DE 3" PARA
8	UNION ENTRE TUBOS PVC-F"'
9	CURVA DE 90° DE FIERRO GALVANIZADO DE 4"*
10	TUBERIA FLEXIBLE HERMETICO A LIQUIDOS 4"*
11	CONECTOR PARA TUBERIA FLEXIBLE, 4"*
12	SOPORTE PARA TUBERIAS, PERFIL UNISTRUT P1000
13	TUBERIA F" N° DE 3" : DERRAME DE ACEITE
14	POZO RECOLECTOR DERRAME DE ACEITE DE 600x600x1200mm.

NOTA

- 1.- TODAS LAS SALIDAS DE TUBOS AL TRANSFORMADOR DEBERAN SER CON TUBERIA DE F" G' (SE UTILIZARA UNA TRANSICION PVC-F" G')
- 2.- PARA DISPOSICION DE BANDEJAS VER PLANO N° 330-47-023

NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	DIC-99	ELEC-SE-001	SUBEST. UNITARIA 1250KVA 36TRF007-OVAG. UNIFILAR
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99		
1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

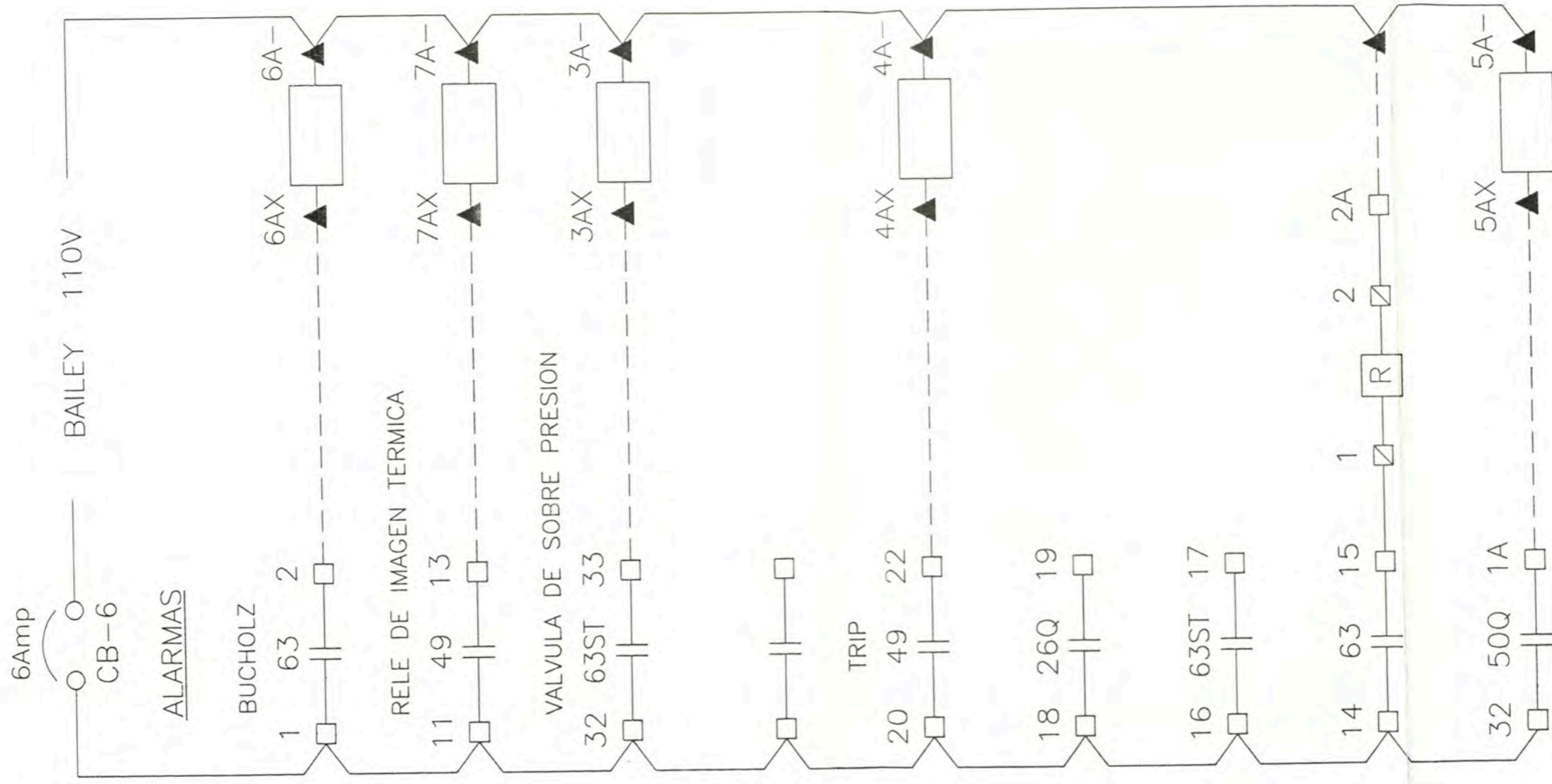
PROPIETARIO :



UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
ESCALA : INDICADA			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAO FILE : 04\INGE\TM
DESIGNADO : KSL			PLANO : SUBESTACION UNITARIA 1250KVA DISPOSICION DE EQUIPOS PLANTA Y SECCIONES	REVISION : 1
DIBUJADO : KSL				PLANO N° ELEC-SE-003
REVISADO : BHP				
APROBADO : BHP				





- TRAFIO
- ▣ C.B.
- ▲ DCS

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	ABR-99		
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ABR-99		
	1	AS BUILT	BHP	MAY-99		

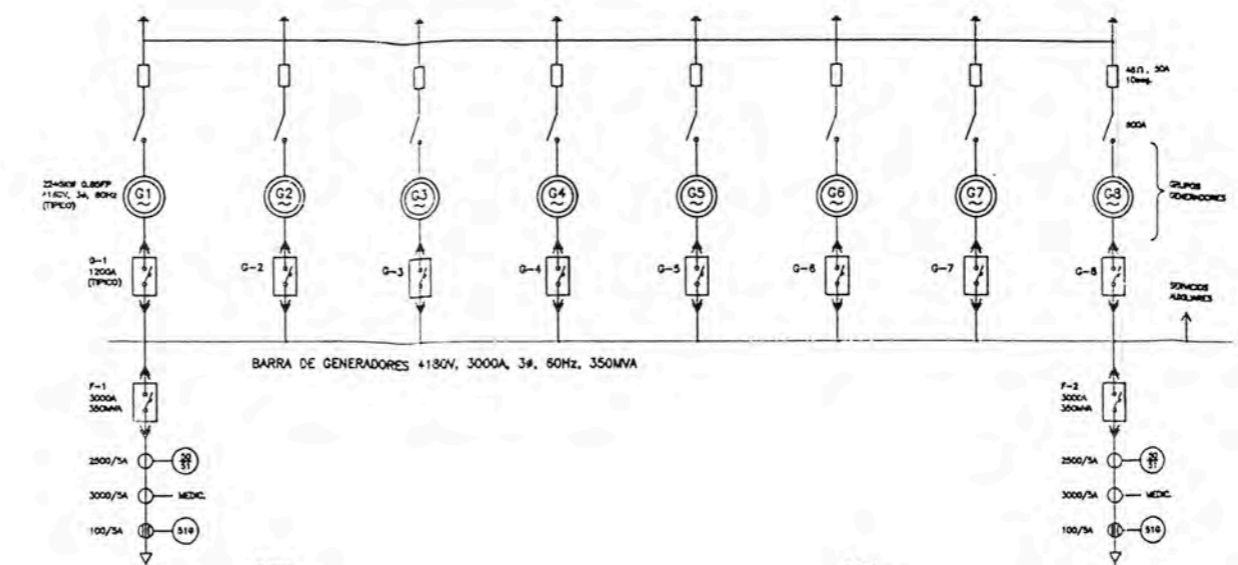
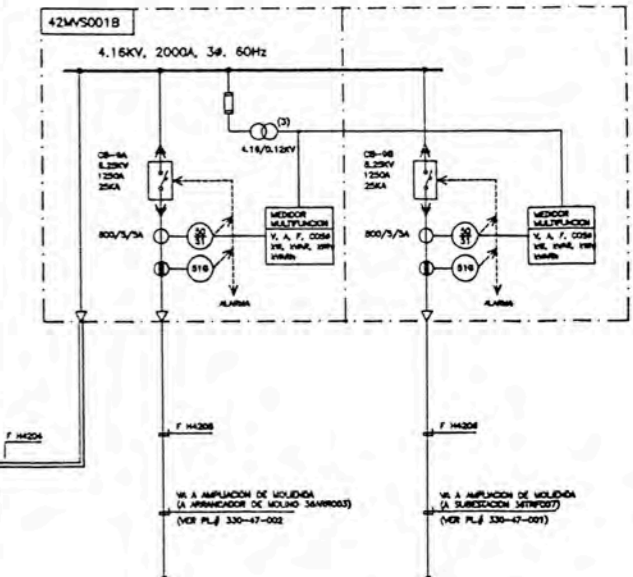
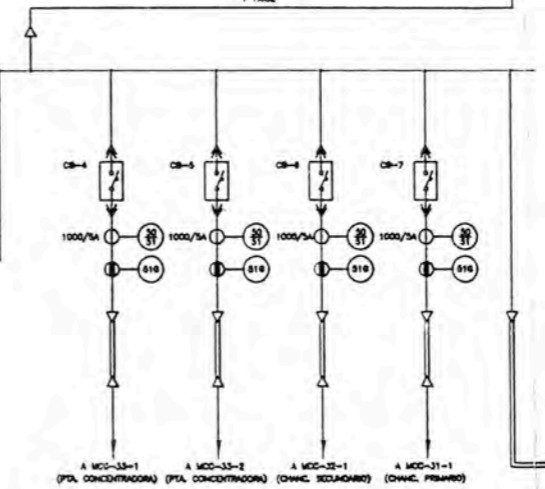
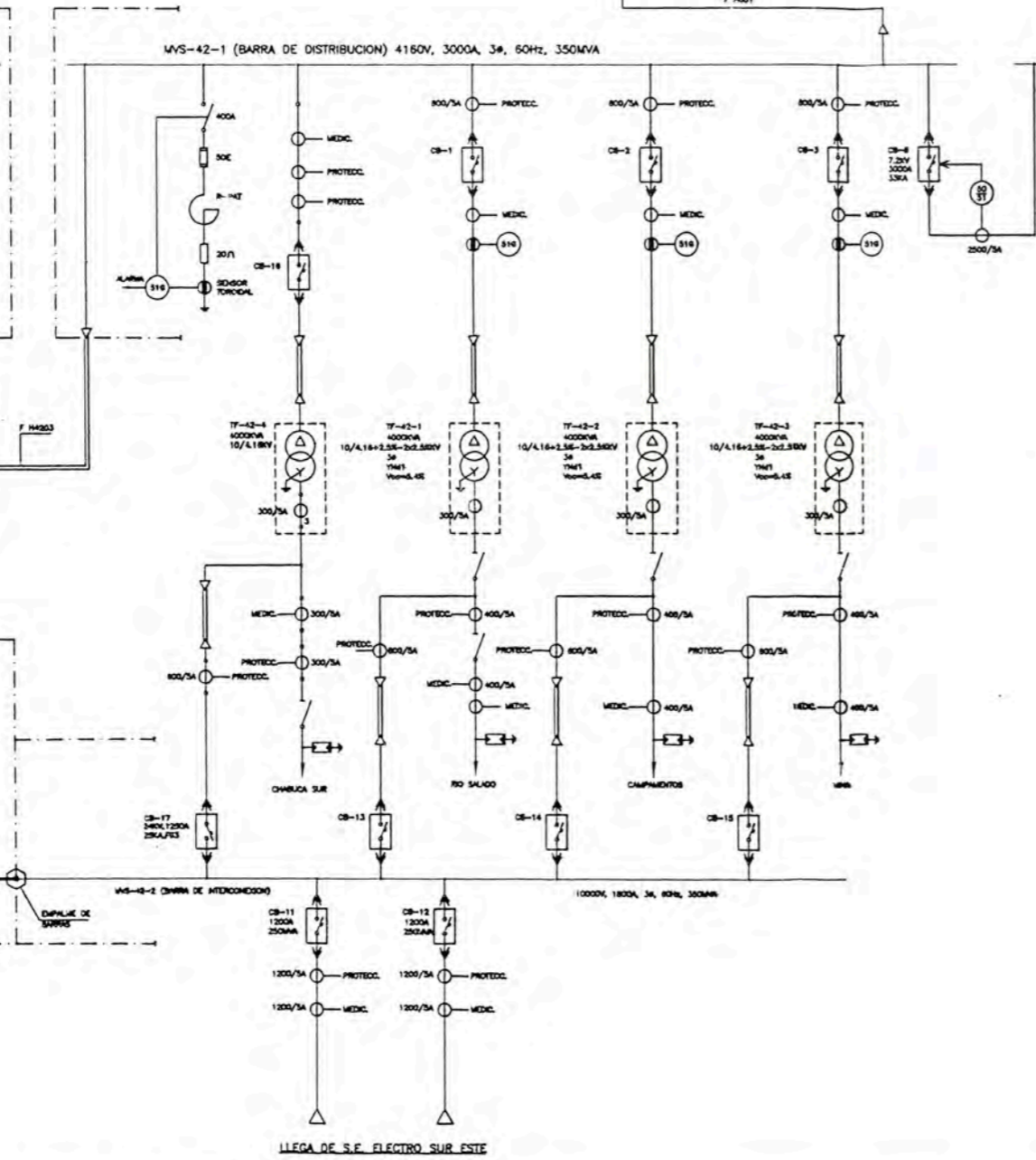
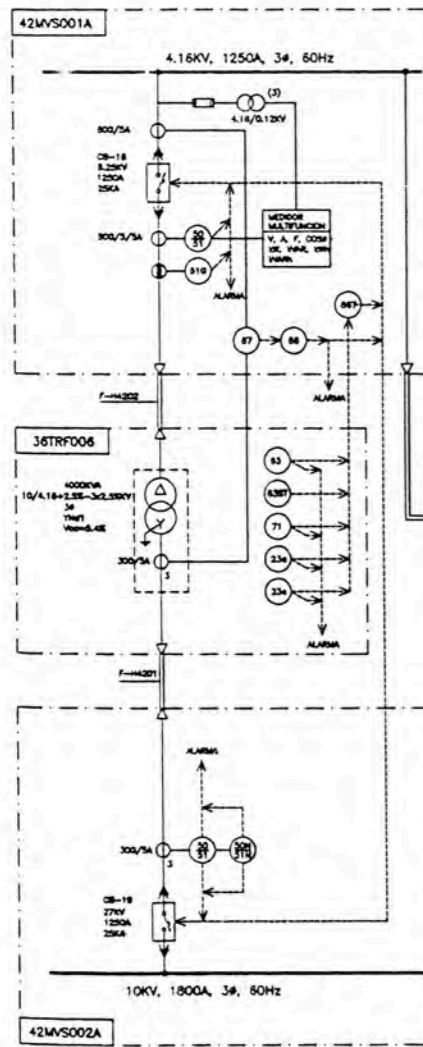
PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : ESCALA		
DESENADO : BHP		
DIBUJADO : BHP		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO : **AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE**  
 PLANO : **TRANSFORMADOR 1250KVA, 4.16/0.48KV CONEXION CON EL DCS**

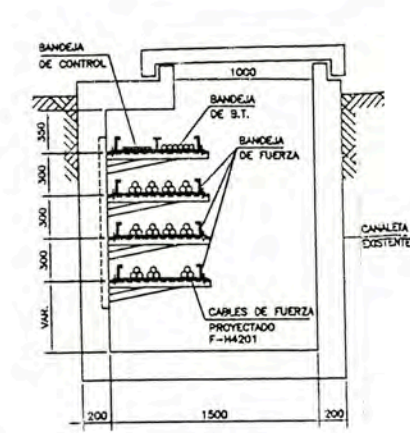
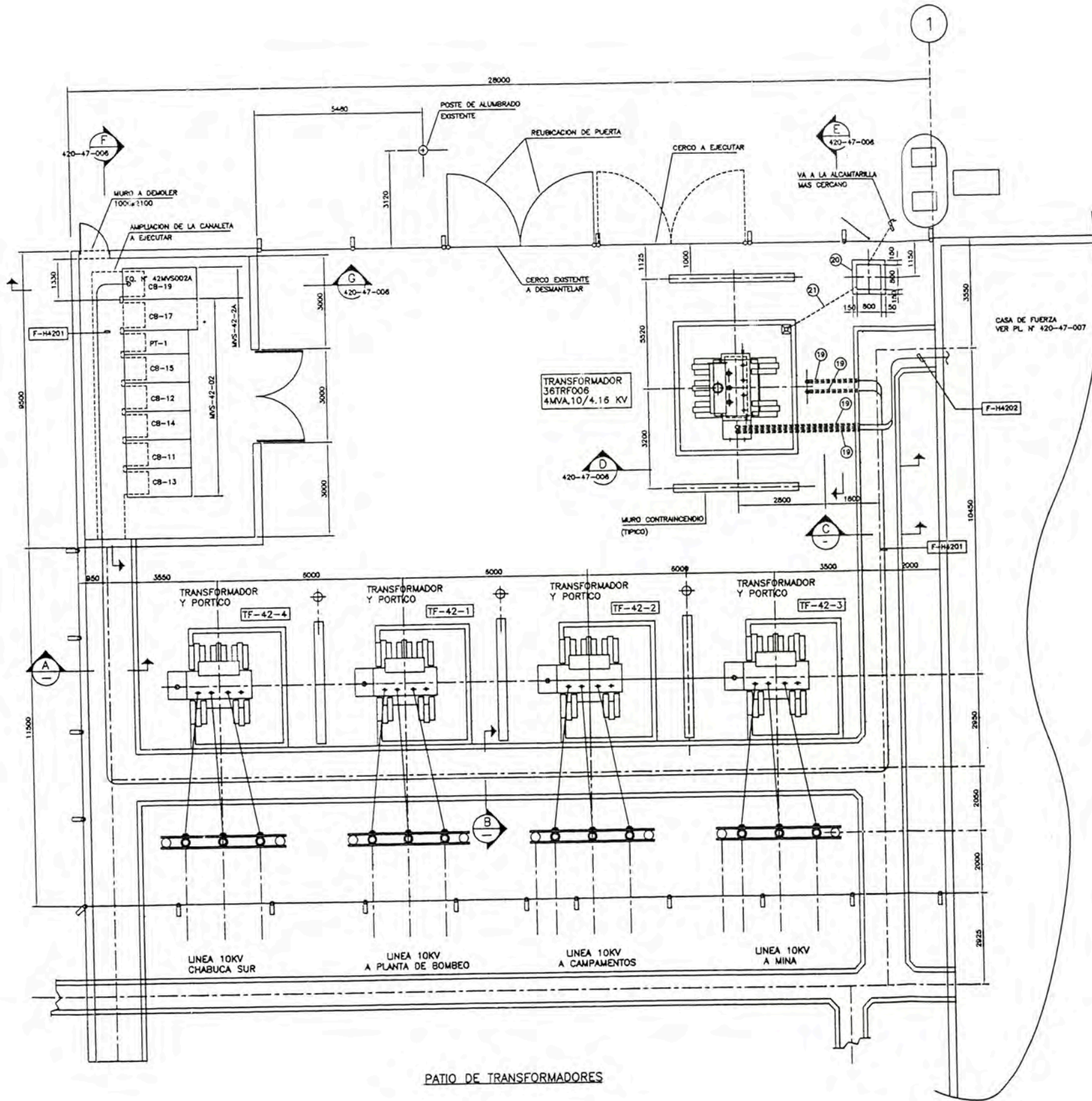
FILE ACAD V13
CAO FILE : 04/08/99/TM
REVISION : 1
PLANO N° <b>ELEC-SE-004</b>

AMPLIACION SUBESTACION 4.0 MVA, 10/4.16KV

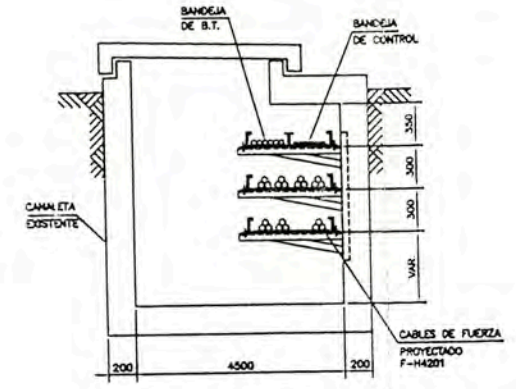


AMPLIACION CELDAS 4.16 KV

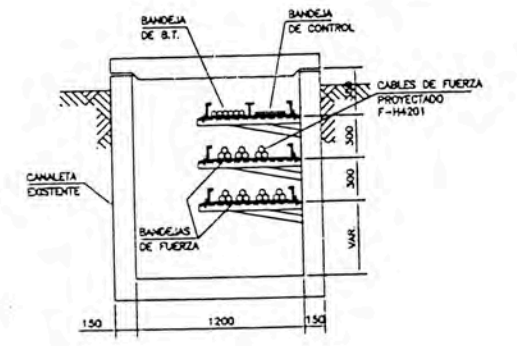
REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98			BHP TINTAYA S.A. UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA		AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAO FILE : 04/08/98/TM
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99		DISEÑADO :		KSL		REVISION : 1		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99		DIBUJADO :		KSL		PLANO N°		
						REVISADO :		BHP		ELEC-SE-005		
								APROBADO :	BHP		SUBSTACION PRINCIPAL AMPLIACION 10 Y 4.16KV DIAGRAMA UNIFILAR	



SECCION A  
1:25

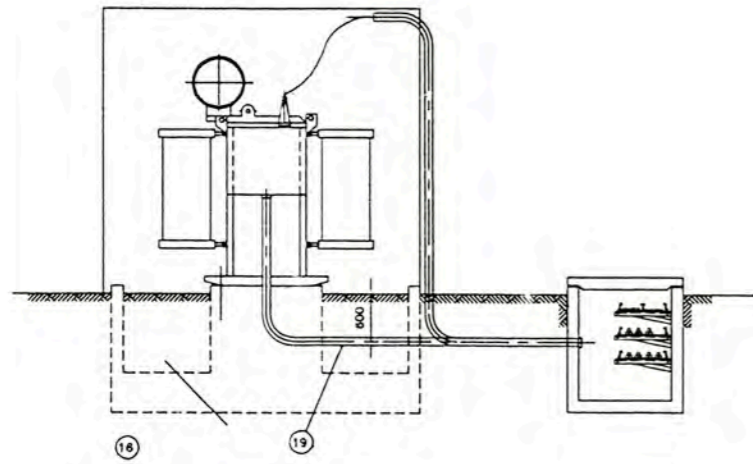


SECCION B  
1:25

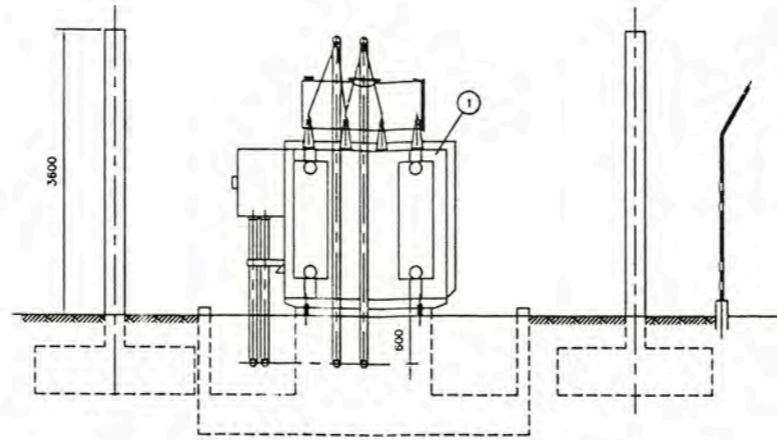


SECCION C  
1:25

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	ESCALA :	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13	
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98			<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 06LH06LTM	
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99				DESIGNADO :	KSL				SUBSTACION PRINCIPAL CASETA TABLERO 10KV PATIO TRANSFORMADORES-PLANTA	REVISION : 1
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL					PLANO N°
								REVISADO :	BHP					ELEC-SE-006
								APROBADO :	BHP					

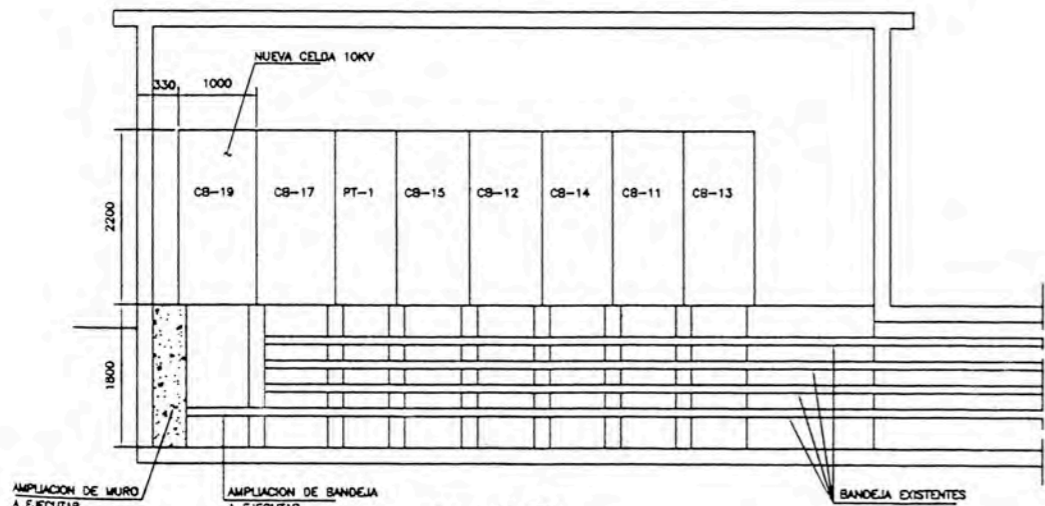


SECCION D  
1:50 420-47-005

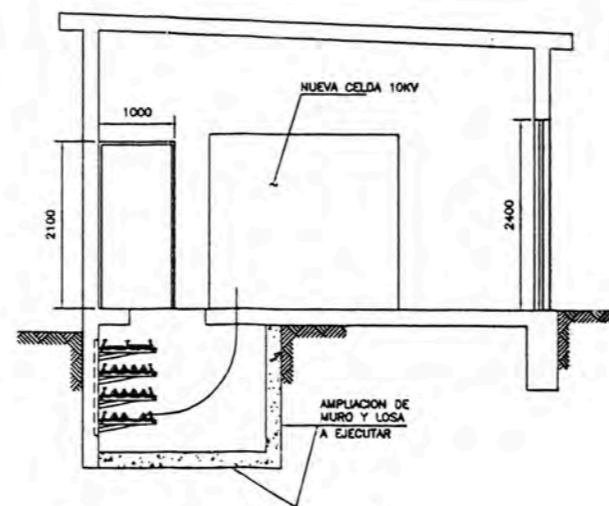


SECCION E  
1:50 420-47-005

LISTA DE MATERIALES		
ITEM	DESCRIPCION	REF./CAT.
1	TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 4 MVA, 10/4.16KV, EQUIPO N° 36TRF006	
17	TERMINAL DE CABLE TERMORETRACTIL MONTAJE AL EXT., PARA CABLE UNIPOLAR 500MCM, 10KV	
18	CABLE DE ENERGIA TIPO XLPE DE SECCION 2(3-1x500 MCM)	
19	TUBERIA DE PVC DE 4"	
20	POZO RECOLECTOR DERRAME DE ACEITE DE 800x800x1200mm.	
21	TUBERIA DE 6"Ø PVC PARA DERRAME DE ACEITE	
22	CONDUCTOR DE COBRE BLANDO 4/0 AWG	



SECCION F  
1:50 420-47-005

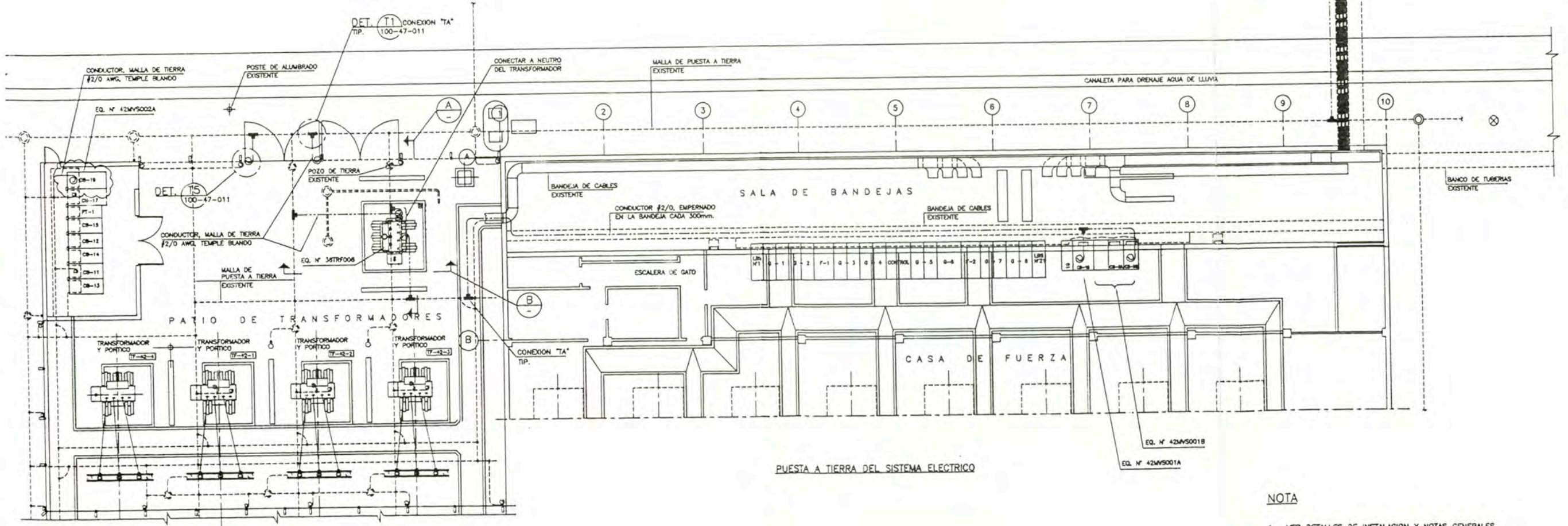
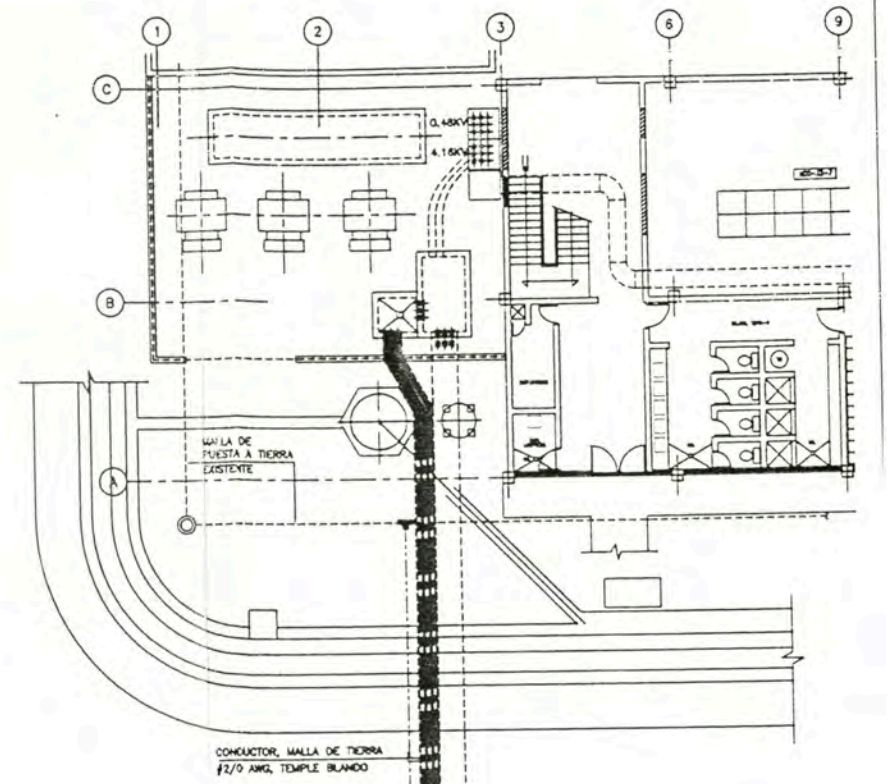
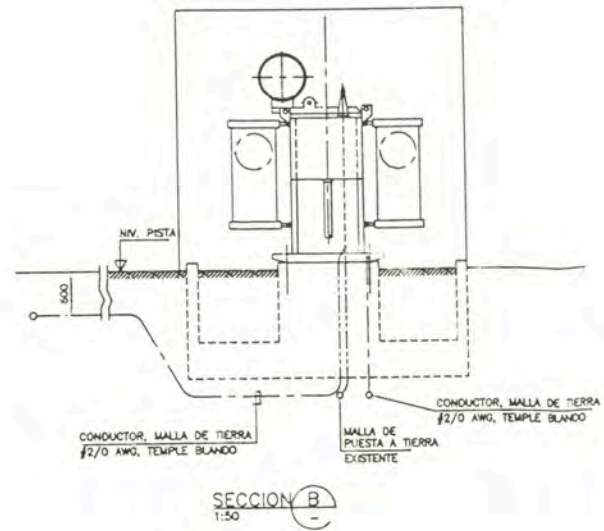
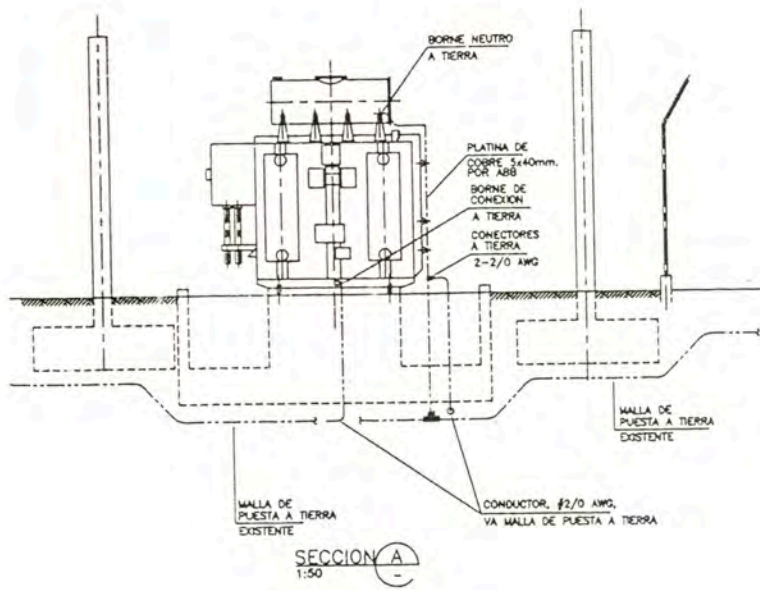


SECCION G  
1:50 420-47-005

NOTAS

1.- TODOS LOS ELEMENTOS METALICOS NO ACTIVOS MONTADOS SOBRE LA ESTRUCTURA DE MADERA, SERAN PUESTAS A TIERRA

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO	RECORD	ESCALA	FECHA	PROYECTO	FILE ACAD V13
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98			 UBICACION: CUSCO - PERU	RECORD	ESCALA : INDICADA		AMPLIACION MOLINERIA INGENIERIA DE DETALLE	FILE ACAD V13
	D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99		DISEÑADO : KSL DIBUJADO : KSL REVISADO : BHP APROBADO : BHP				CAD FILE : 02\INGE\TM REVISION : 1		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99								PLANO N° CASETA TABLEROS 10KV PATIO TRANSFORMADORES-SECCIONES



NOTA  
1.- VER DETALLES DE INSTALACION Y NOTAS GENERALES EN PLANO N°100-47-011

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO : <b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO : <b>AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE</b>  PLANO : S.E. 4.0 MVA CONEXION DE PUESTA A TIERRA AL CABLE DE TIERRA EXISTENTE	FILE ACAD Y13	
	0	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-99	EL-G-003	ESTANDARES DETALLES DE INST. PUESTA A TIERRA		ESCALA : ESCALA					CAD FILE : 04/06/02/13
	1	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	OCT-99	EL-G-002	SISTEMA GENERAL DE PUESTA A TIERRA		DISEÑADO : KSL					REVISION : 0
	1	REVISION GENERAL	BHP	NOV-99				DIBUJADO : KSL					PLANO N°
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-99				REVISADO : BHP					<b>ELEC-SE-010</b>
						APROBADO : BHP							

**CODIGO DE LETRAS PARA DENOMINACION DE APARATOS**  
(Según DIN 40719)

CLASIFICACION DE APARATOS	LETRA	EJEMPLOS
INTERRUPTORES	a	Seccionadores, interruptores, disyuntores, conmutadores, arrancadores, reconectores.
INTERRUPTORES AUXILIARES	b	Interruptores y conmutadores de mando, control, selectores, botones pulsadores, fines de carrera.
CONTACTORES	c	Contactores de fuerza, discontactores.
CONTACTORES AUXILIARES	d	Contactores auxiliares, reles auxiliares, reles de tiempo, interruptores auxiliares con mando remoto.
PROTECCION	e	Fusibles, reles térmicos, magnéticos, de proteccion buchholz, elementos de vigilancia, pararrayos.
TRANSFORMADORES DE MEDIDA	f	Transformadores de tensión, de intensidad, intermedios, reostatos de ajuste, transmisores para instrumentos y relés(p.e. elementos térmicos y resistivos para medición de temperatura).
INSTRUMENTOS	g	Voltímetros, Amperímetros, Watímetros, Frecuencímetros, Cosímetros, Velocímetros, contadores de Wh y VARh, relojes.
SEÑALIZACION OPTICA Y ACUSTICA	h	Lámparas, anunciadores, indicadores de posición, sirenas, bocinas, timbres, zumbadores, contactores.
REACTANCIAS Y CONDENSADORES	k	Condensadores, reactancias, bobinas de filtro.
MAQUINAS	m	Generadores, motores y convertidores.
RECTIFICADORES Y BATERIAS	n	Rectificadores y convertidores c.a., acumuladores, baterías.
VALVULAS ELECTRONICAS Y AMPLIFICADORES	p	Tubos electrónicos, amplificadores electrónicos, amplificadores magnéticos, transistores.
RESISTENCIA Y REGULADORES	r	Resistencias, reostatos de campo y reguladores.
TRANSFORMADORES	t	Transformadores de potencia, autotransformadores.
COMBINACIONES DE APARATOS	u	Combinaciones de aparatos de grupos "a" a "s", como aparatos de prueba, cargadores, sistema de control y todos los otros componentes que no pueden ser clasificados en uno de los grupos "a" a "s".

**LISTA DE SIMBOLOS**

1		Conexión de conductores
2		Borne terminal p. ej. 14
3		Borne enchufable
4		Resistencia
5		Condensador
6		Inductancia
7		Batería de acumuladores o pilas
8		Pararrayos
9		Conexión a tierra
10		Contacto normalmente abierto (en reposo)
11		Contacto normalmente cerrado (en reposo)
12		Contacto de conmutación
13		Tomacorriente
14		Interruptor manual
15		Bornes de aparatos eléctricos
16		Interruptor de potencia
17		Interruptor seccionador
18		Seccionador
19		Barra de seccionamiento
20		Fusible
21		Bobina de mando con 1 arrollamiento
22		Bobina de mando con 2 arrollamientos opuestos
23		Lámpara de señalización
24		Transformador de corriente
25		Transformador de tensión
26		Motor

**LISTA DE ESQUEMAS**

N° ESQ.	DESCRIPCION	HOJA
0-1	LISTA DE SIMBOLOS Y ESQUEMAS	1
0-2	DIAGRAMA UNIFILAR	2
1-1	SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION	3
1-2	SISTEMA DE MANDO DEL INTERRUPTOR-SALIDA 10KV	4
1-3	SISTEMA DE ILUMINACION Y CALEFACCION INTERIOR-SALIDA 10KV	5
2-1	ESQUEMA DE CONEXIONES, INTERRUPTOR-SALIDA 10KV	6
2-2	ESQUEMA DE CONEXIONES-CELDA DE SALIDA 10KV	7
3-1	ESQUEMA DE CONEXIONES-PANEL DE CONTROL/LADO FRONTAL	8
3-2	SISTEMA DE ILUMINACION Y CALEFACCION INTERIOR-PANEL DE CONTROL	9
3-3	SISTEMA DE SEÑALIZACION-INTERRUPTOR DESCONECTADO	10
3-4	ESQUEMA DE CONEXIONES-PANEL DE CONTROL/LADO POSTERIOR	11

**NOTAS :**

- 1.- Todos los aparatos han sido dibujados mecánica y eléctricamente desenergizados
- 2.- La designación de aparatos corresponde al LAS: 3938
- 3.- La denominación de aparatos corresponde a la norma DIN 40719.  
Ejemplo: 1a1 (la primera cifra corresponde al N°. de circuito, la letra según norma y la cifra siguiente es correlativa).
- 4.- Indicación de bornes de paso:
- 5.- Circuito de tensión: cable 14 AWG.
- 6.- Circuito de corriente: cable 12 AWG.

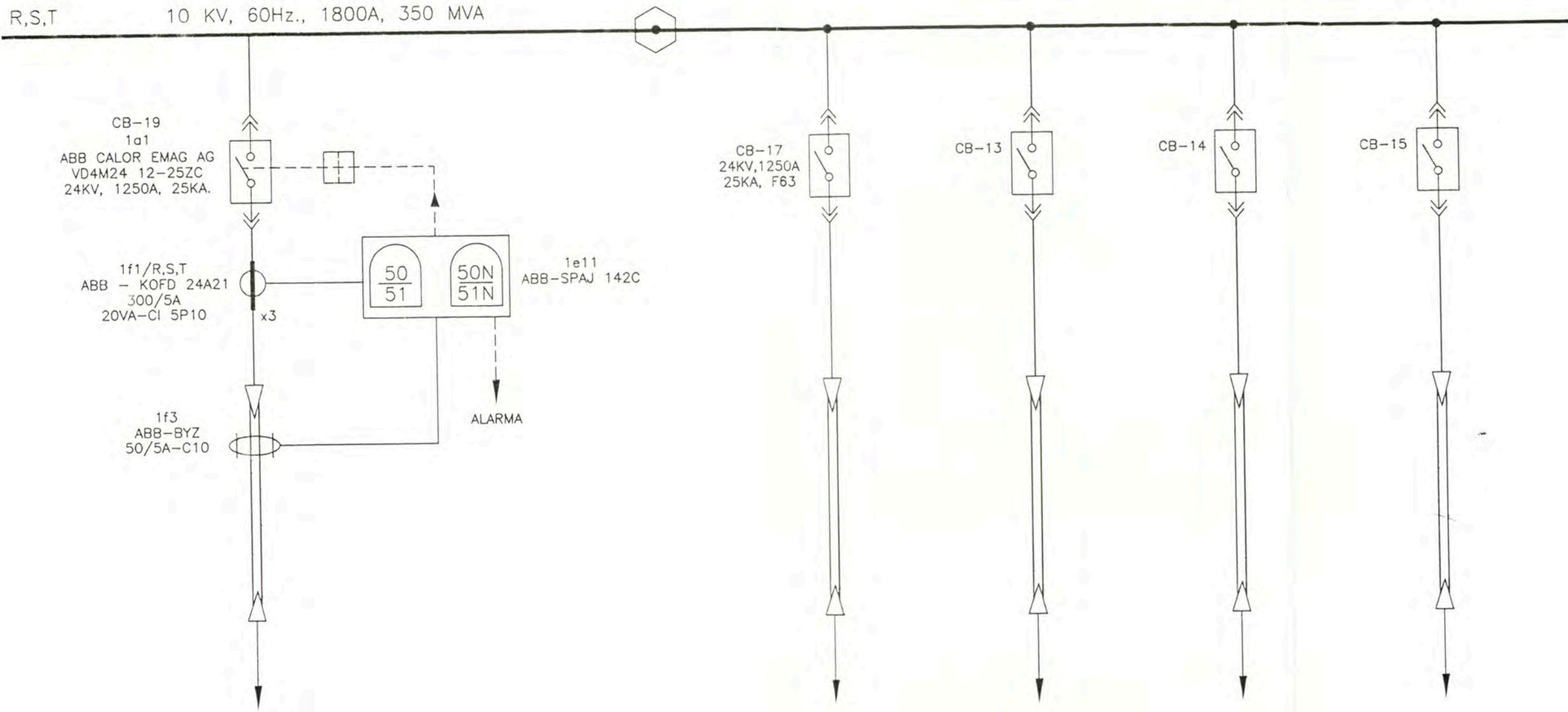
REVISION	REVISION				PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA						
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98						AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 01_00001.TM
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99						PLANO : CELDA DESALIDA 10KV, 50HZ 42MVSS002A	REVISION : 1
1	AS BUILT								CLASIFICACION DE APARATOS Y SIMBOLOGIA	PLANO N° ELEC-TMT-001

**BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

# DIAGRAMA UNIFILAR

CELDA DE SALIDA 10KV. (42MSV002A)      CELDAS EXISTENTES

1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13    14    15    16    17    18    19



1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13    14    15    16    17    18    19

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98		
D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99		
1	AS BUILT	BHP	MAY-99		

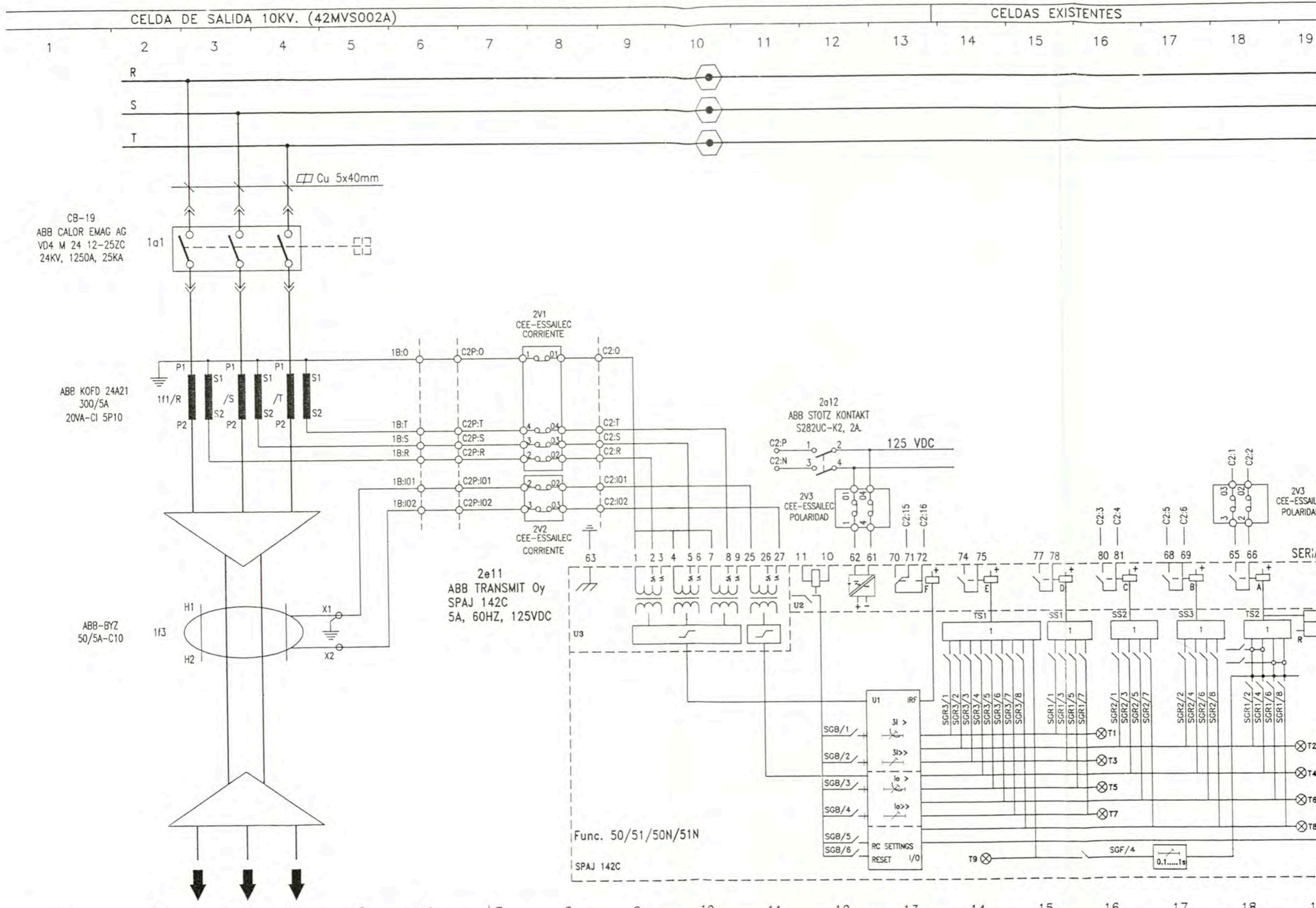
PROPIETARIO :	<b>BHP TINTAYA S.A.</b>	RECORD	FIRMA	FECHA
UBICACION:	CUSCO - PERU	ESCALA :		
		DISENADO :		
		DIBUJADO :		
		REVISADO :		
		APROBADO :		

PROYECTO :	AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	FILE ACAD Y13
PLANO :	CELDA SALIDA 10KV, 60HZ - 42MSV002A AMPLIACION 10KV, 60HZ DIAGRAMA UNIFILAR	CAD FILE : 04\BHP\TM
		REVISION : 1
		PLANO N°

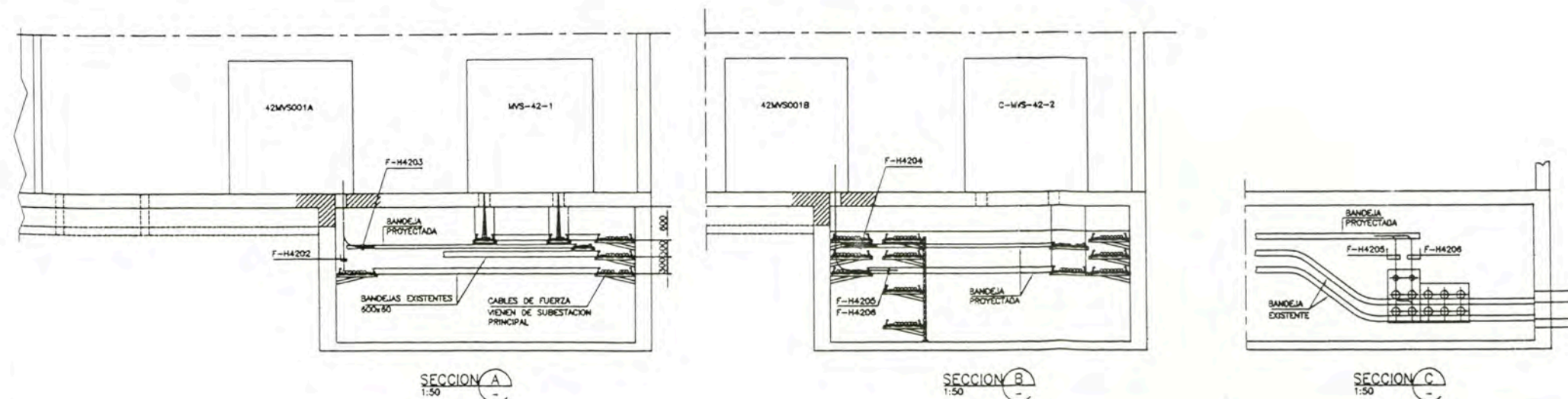
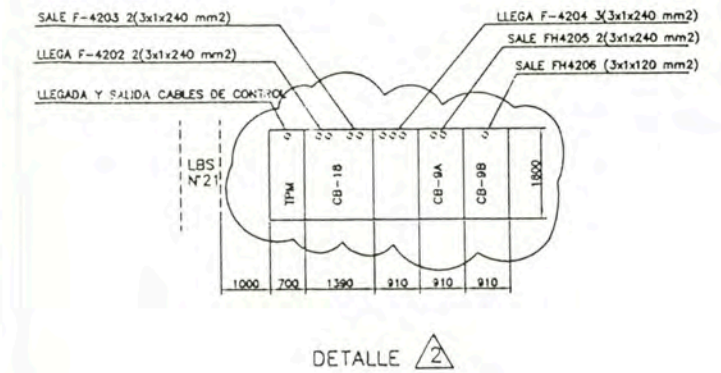
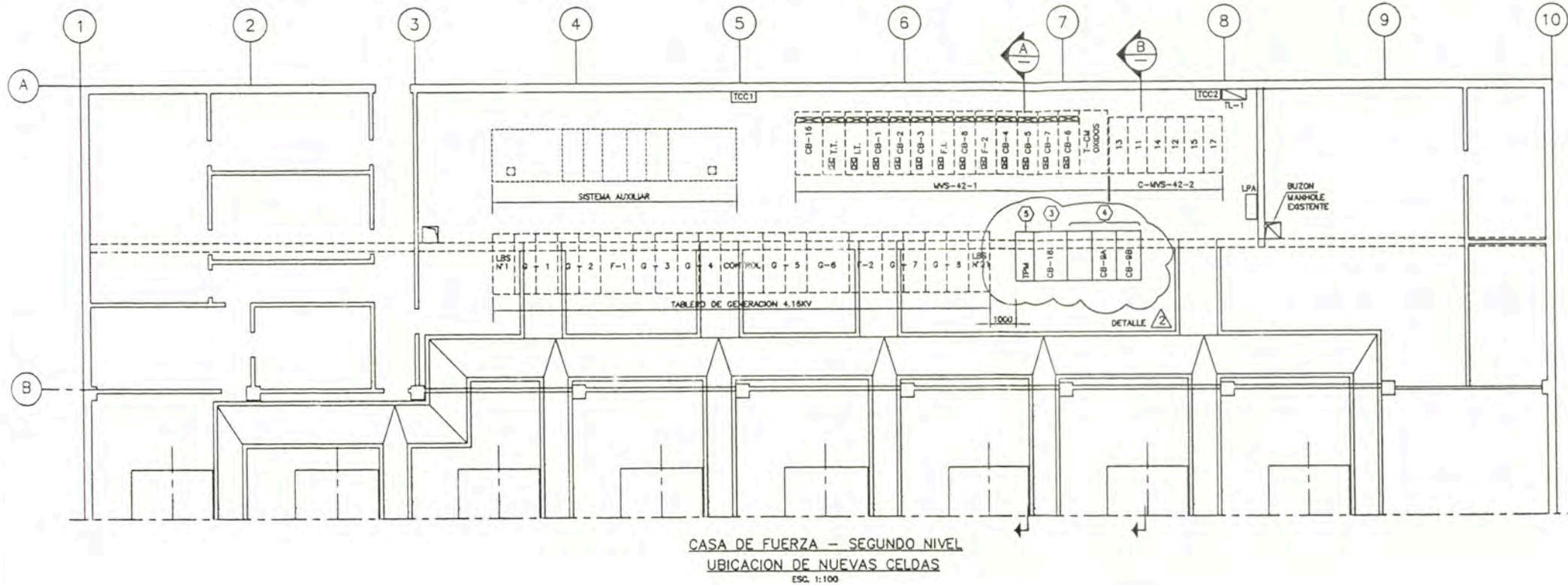
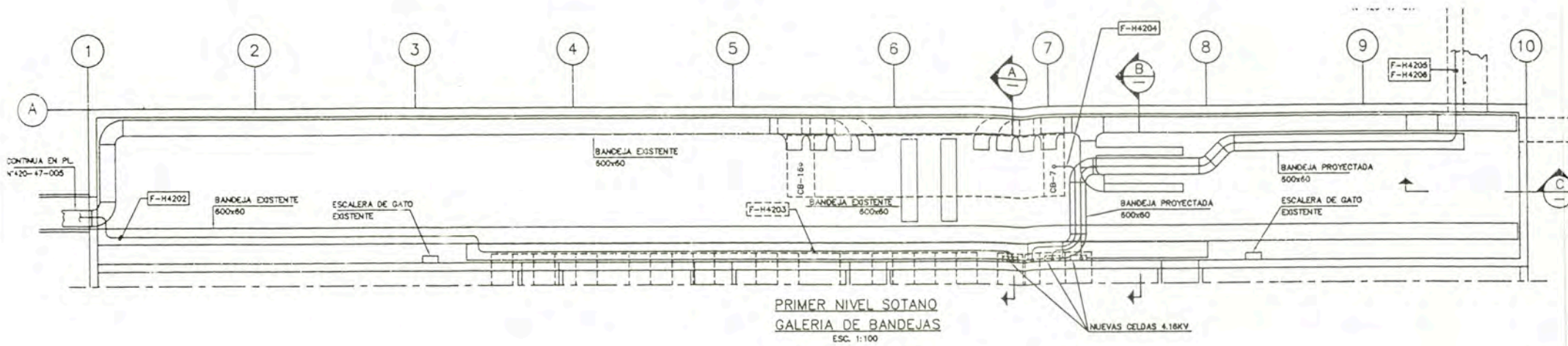
ELEC-TMT-002

# SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98			<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : 5/E			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> INGENIERIA DE DETALLE PLANO : CELDA SALIDA 10KV, 60HZ - 42MVS002A SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION	CAD FILE : 04\DMGE.TM
O	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DNE-99				DESDIBUADO : ABB				REVISION : 1
1	AS BUILT	BHP	MAY-99				DIBUJADO : ABB				PLANO N°
							REVISADO : BHP				ELEC-TMT-003
						APROBADO : BHP					



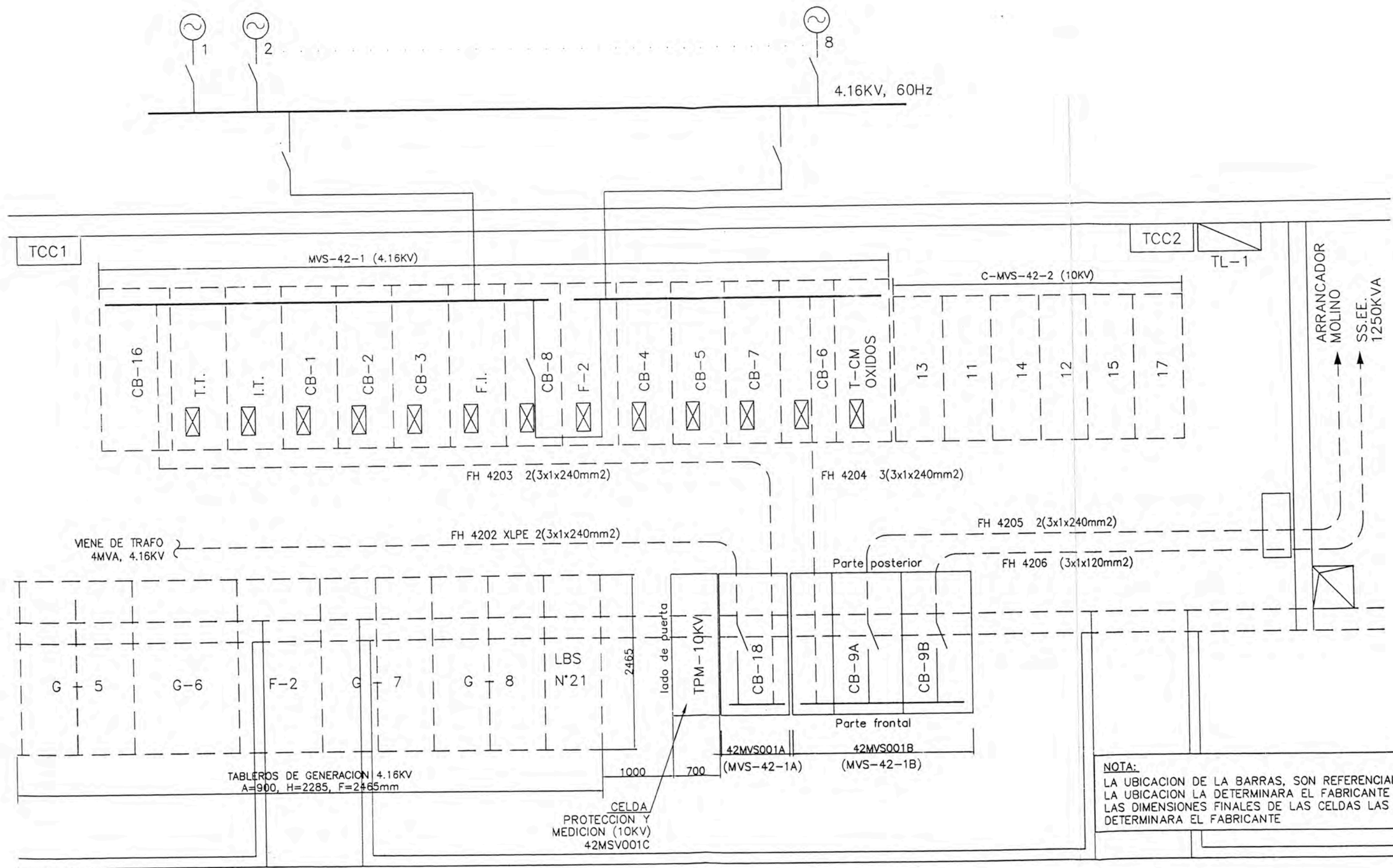


EQUIPAMIENTO A IMPLEMENTAR			
ITEM	CELDA	DESCRIPCION	EQUIPO N°
3	CB-18	CELDA DE LLEGADA 4.18 KV.	42MVS001A
4	CB-9A CB-9B	CELDA DE SALIDA 4.18 KV (ARRANCADOR MOLINO Y S.E. 1250 KVA.)	42MVS001B
5	19	CELDA DE PROTECCION Y MEDICION EN 10KV	42MVS001C

**NOTAS**

- LOS ACCESOS EN EL PISO DE LA SALA DE TABLEROS PARA EL INGRESO DE LAS ACOMETIDAS HACIA LAS NUEVAS CELDAS 4.18KV, SERAN DE DIMENSIONES SUFICIENTES DE WOOD QUE PERMITAN SU ADECUADO MONTAJE.
- LA UBICACION DE LAS BANDEJAS SERAN AJUSTADOS EN EL SITIO, DE WOOD DE EVITAR INTERFERENCIAS.

REVISION	NO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	PLANO :
	0	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	3HP	SET-98			 UBICACION: CUSCO - PERU	RECORD			AMPLIACION MOLINERA INGENIERIA DE DETALLE	FILE ACAD V13
	1	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	3HP	ENE-99				ESCALA : ESCALA				CAD FILE : Q:\INGE\TM
	1	AS BUILT	3HP	JUL-99				DESIGNADO : KSL				REVISION : 1
								DIBUJADO : KSL				PLANO N°
								REVISADO : 3HP				ELEC-SE-008
								APROBADO : 3HP				



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99		
1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : ESCALA		
DISEÑADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO : **AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE**

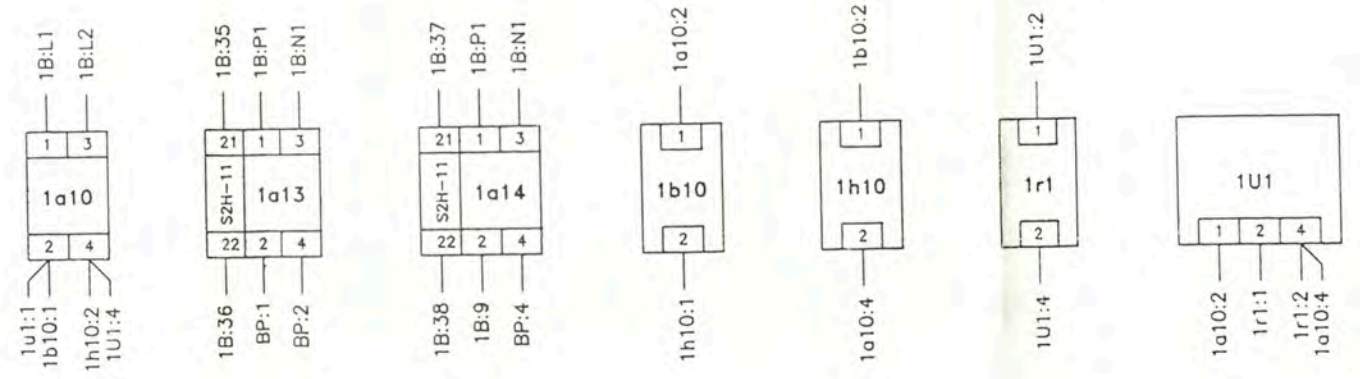
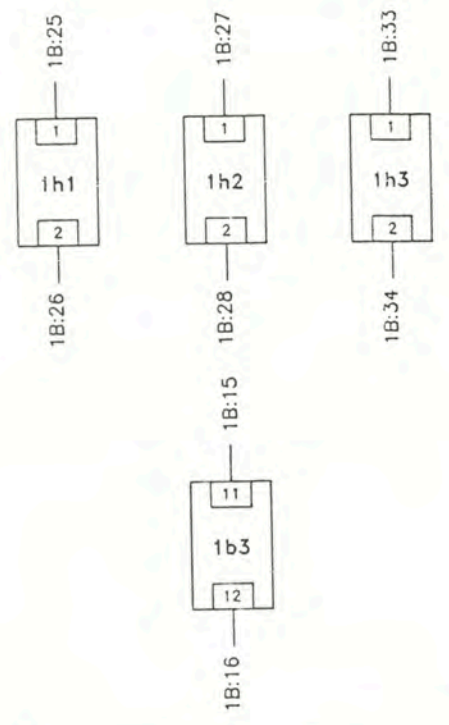
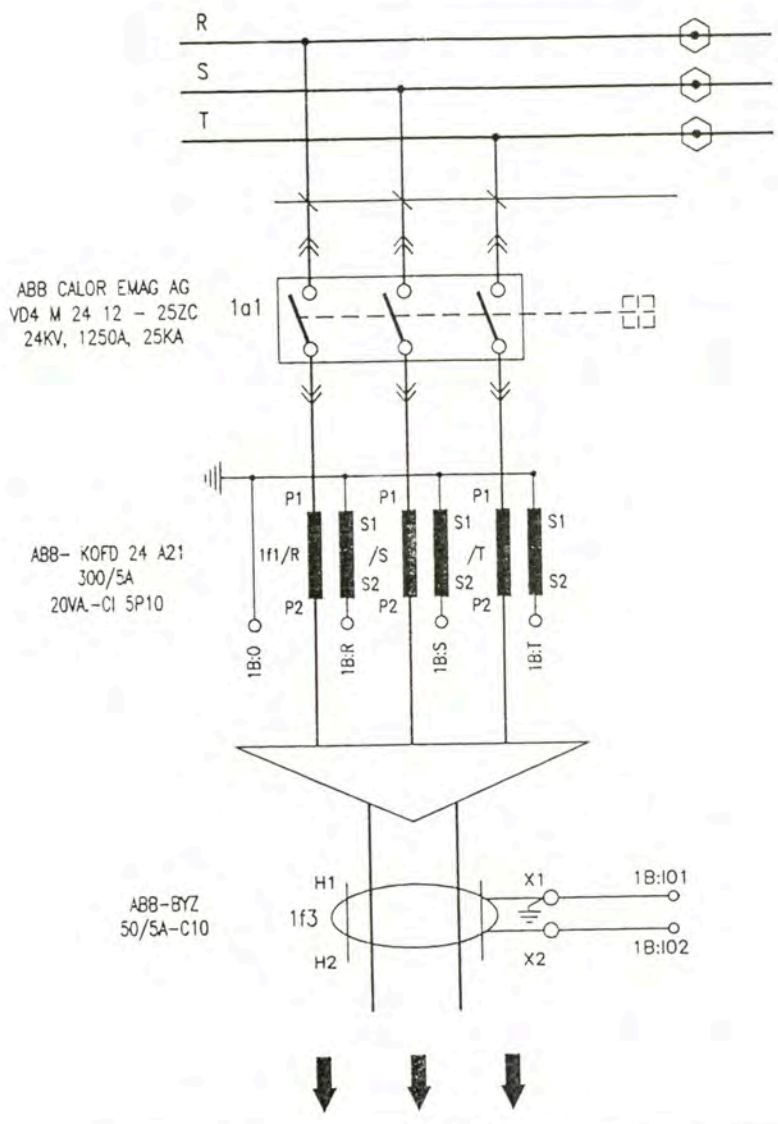
PLANO : **SUBESTACION PRINCIPAL CONEXIONES Y ACOMETIDA EN 4.16KV**

FILE ACAD V13
CAD FILE : 9\BHP\ETM
REVISION : 1
PLANO N° <b>ELEC-SE-009</b>

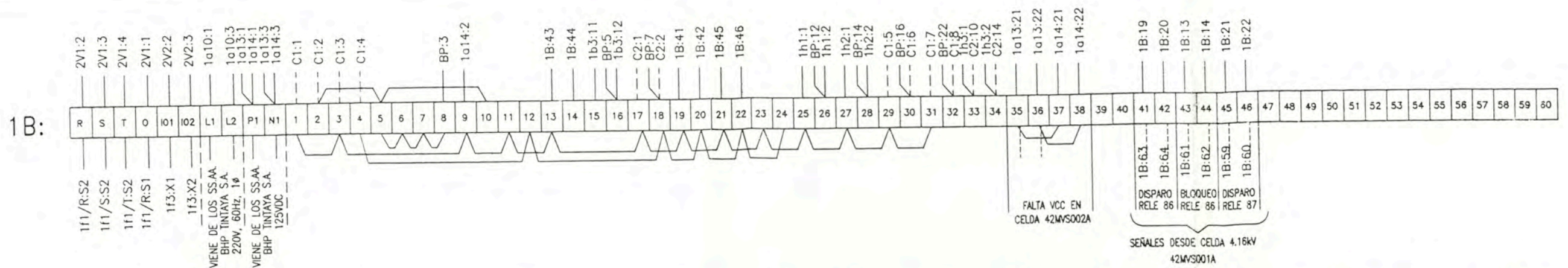
# SISTEMA DE FUERZA

# ESQUEMA DE CONEXIONES-SISTEMA DE CONTROL

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



PUERTA  
PANEL INTERIOR



REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	ESCALA :	DISCHADO :	DIBUJADO :	REVISADO :	APROBADO :	FORMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13
	A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98			BHP TINTAYA S.A.	ESCALA :	S/E	ABB	ABB	BHP	BHP			AMPLIACION MOLINERA	
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99			UBICACION: CUSCO - PERU	DISCHADO :								INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 041MVE.TM
	1	AS BUILT	BHP	MAY-99				DIBUJADO :								PLANO : CELDA SALIDA 10KV, 60HZ - 42MVS002A	REVISION : 1
								REVISADO :								ESQUEMA DE CONEXIONES	PLANO N°
								APROBADO :								SISTEMA DE CONTROL	ELEC-TMT-007

# CODIGO DE LETRAS PARA DENOMINACION DE APARATOS (Según DIN 40719)

CLASIFICACION DE APARATOS	LETRA	EJEMPLOS
INTERRUPTORES	a	Seccionadores, interruptores, disyuntores, conmutadores, arrancadores, reconectores.
INTERRUPTORES AUXILIARES	b	Interruptores y conmutadores de mando, control, selectores, botones pulsadores, fines de carrera.
CONTACTORES	c	Contactores de fuerza, discontactores.
CONTACTORES AUXILIARES	d	Contactores auxiliares, reles auxiliares, reles de tiempo, interruptores auxiliares con mando remoto.
PROTECCION	e	Fusibles, reles térmicos, magnéticos, de proteccion buchholz, elementos de vigilancia, pararrayos.
TRANSFORMADORES DE MEDIDA	f	Transformadores de tensión, de intensidad, intermedios, reostatos de ajuste, transmisores para instrumentos y relés(p.e. elementos térmicos y resistivos para medición de temperatura).
INSTRUMENTOS	g	Voltímetros, Amperímetros, Watímetros, Frecuencímetros, Cosfímetros, Velocímetros, contadores de Wh y VARh, relojes.
SEÑALIZACION OPTICA Y ACUSTICA	h	Lámparas, anunciadores, indicadores de posición, sirenas, bocinas, timbres, zumbadores, contactores.
REACTANCIAS Y CONDENSADORES	k	Condensadores, reactancias, bobinas de filtro.
MAQUINAS	m	Generadores, motores y convertidores.
RECTIFICADORES Y BATERIAS	n	Rectificadores y convertidores c.a., acumuladores, baterías.
VALVULAS ELECTRONICAS Y AMPLIFICADORES	p	Tubos electrónicos, amplificadores electrónicos, amplificadores magnéticos, transistores.
RESISTENCIA Y REGULADORES	r	Resistencias, reostatos de campo y reguladores.
TRANSFORMADORES	t	Transformadores de potencia, autotransformadores.
COMBINACIONES DE APARATOS	u	Combinaciones de aparatos de grupos "a" a "s", como aparatos de prueba, cargadores, sistema de control y todos los otros componentes que no pueden ser clasificados en uno de los grupos "a" a "s".

## LISTA DE SIMBOLOS

1		Conexión de conductores
2		Borne terminal p. ej. 14
3		Borne enchufable
4		Resistencia
5		Condensador
6		Inductancia
7		Batería de acumuladores o pilas
8		Pararrayos
9		Conexión a tierra
10		Contacto normalmente abierto (en reposo)
11		Contacto normalmente cerrado (en reposo)
12		Contacto de conmutación
13		Tomacorriente
14		Interruptor manual
15		Bornes de aparatos eléctricos
16		Interruptor de potencia
17		Interruptor seccionador
18		Seccionador
19		Barra de seccionamiento
20		Fusible
21		Bobina de mando con 1 arrollamiento
22		Bobina de mando con 2 arrollamientos opuestos
23		Lámpara de señalización
24		Transformador de corriente
25		Transformador de tensión
26		Motor

## LISTA DE ESQUEMAS

N° ESQ.	DESCRIPCION	HOJA
0-1	LISTA DE SIMBOLOS Y ESQUEMAS	1
0-2	DIAGRAMA UNIFILAR	2
1-1	CELDA DE ACOMETIDA 4.16 KV	3
2-1	SISTEMA DE ALARMAS - CELDAS 42MSV001B	4
2-2	SISTEMA DE ALARMAS - CELDAS 42MSV001B	5
2-3	SISTEMA DE ILUMINACION Y CALEFACCION INTERIOR-ACOMETIDA 4.16KV	6
3-1	ESQUEMA DE CONEXIONES-CELDA DE ACOMETIDA 4.16KV	7
4-1	SISTEMA DE MEDICION SALIDA 1 - 4.16KV	8
4-2	SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION SALIDA 1 - 4.16KV	9
4-3	SISTEMA DE MANDO DEL INTERRUPTOR 1 - 4.16KV	10
4-4	SISTEMA DE ILUMINACION Y CALEFACCION INTERIOR - SALIDA 1, 4.16KV	11
5-1	ESQUEMA DE CONEXIONES, INTERRUPTOR - SALIDA 1, 4.16KV	12
5-2	ESQUEMA DE CONEXIONES - SALIDA 1, 4.16KV	13
5-3	ESQUEMA DE CONEXIONES - SALIDA 1, 4.16KV	14
6-1	SISTEMA DE MEDICION - SALIDA 2, 4.16KV	15
6-2	SISTEMA DE FUERZA Y PROTECCION - SALIDA 2, 4.16KV	16
6-3	SISTEMA DE MANDO DEL INTERRUPTOR - SALIDA 2, 4.16KV	17
6-4	SISTEMA DE ILUMINACION Y CALEFACCION INTERIOR - SALIDA 2, 4.16KV	18
7-1	ESQUEMA DE CONEXIONES - INTERRUPTOR - SALIDA 2, 4.16KV	19
7-2	ESQUEMA DE CONEXIONES - SALIDA 2, 4.16KV	20
7-1	ESQUEMA DE CONEXIONES - SALIDA 2, 4.16KV	21

### NOTAS :

- Todos los aparatos han sido dibujados mecánica y eléctricamente desenergizados
- La designación de aparatos corresponde al LAS: 3938
- La denominación de aparatos corresponde a la norma DIN 40719.  
Ejemplo: 1a1 (la primera cifra corresponde al N°. de circuito, la letra según norma y la cifra siguiente es correlativa).
- Indicación de bornes de paso: B:
- Circuito de tensión: cable 14 AWG.
- Circuito de corriente: cable 12 AWG.

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98		
O	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DNE-99		
I	AS BUILT	BHP	MAY-99		

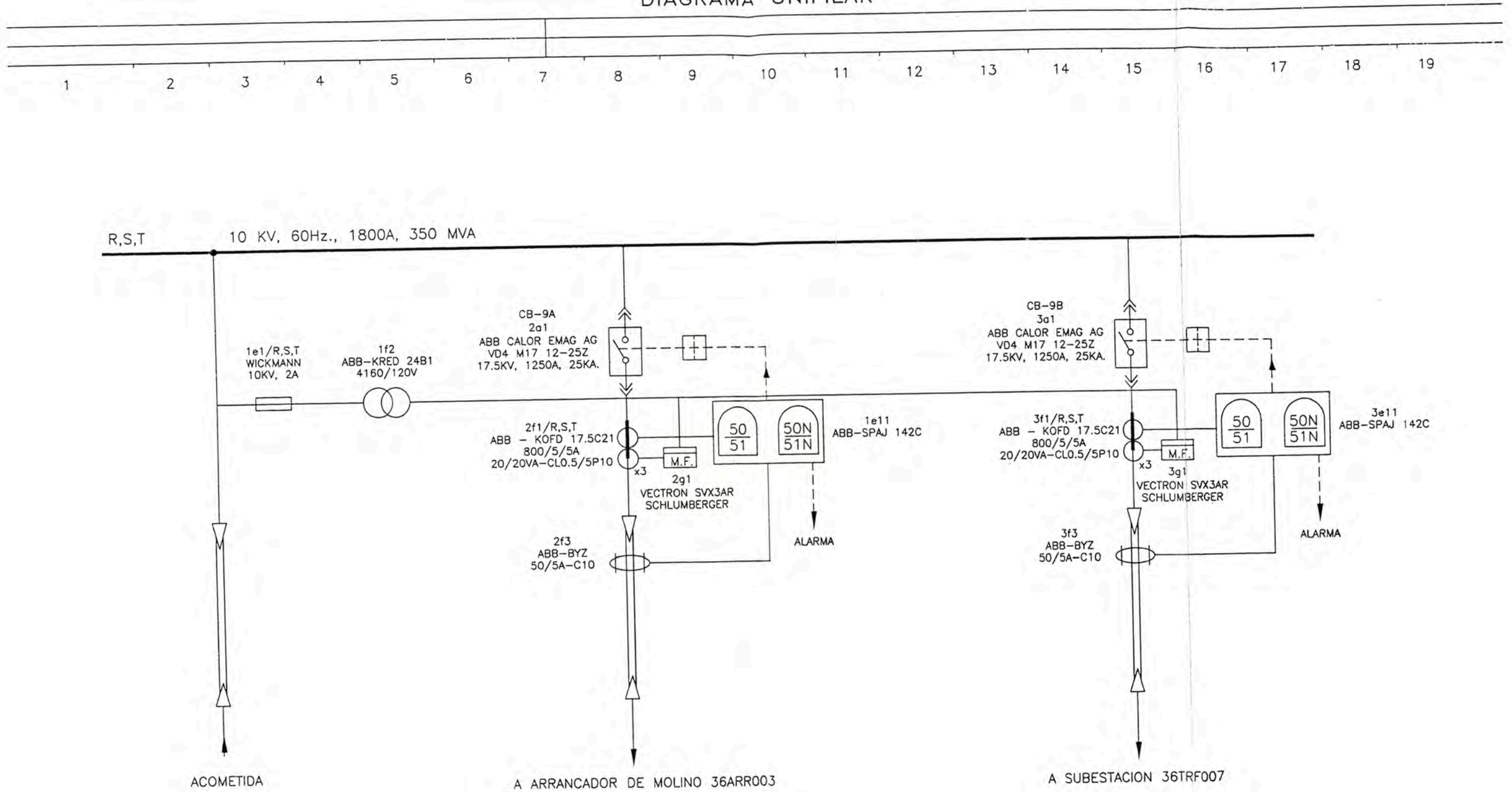
PROPIETARIO :

**BHP TINTAYA S.A.**

UBICACION: CUSCO - PERU

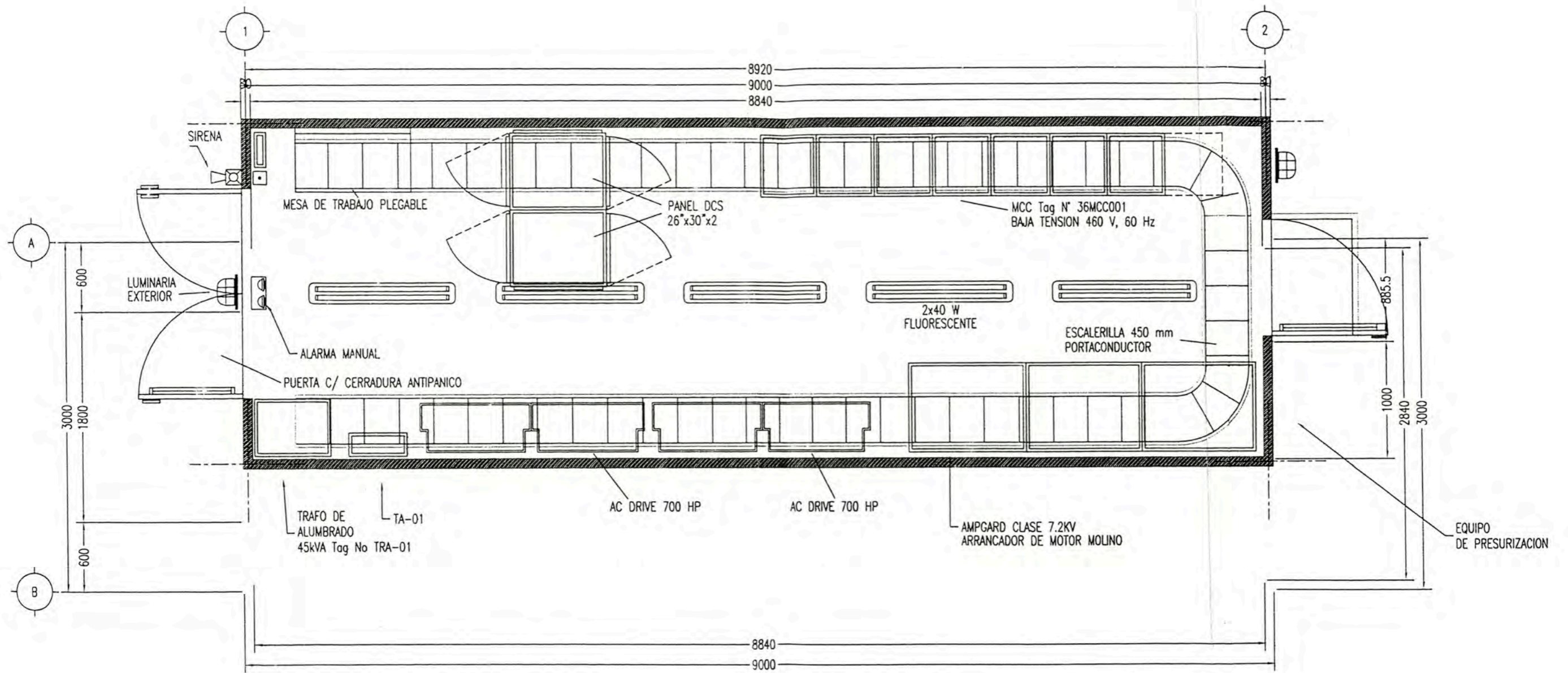
RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :
ESCALA : 5/E			AMPLIACION MOLIENDA
DISHADO : ABB			INGENIERIA DE DETALLE
DIBUJADO : ABB			FILE ACAD V13
REVISADO : BHP			CAO FILE : 01\BHP\TM
APROBADO : BHP			REVISION : 1
			PLANO : CONJUNTO DE CELDAS 4.16KV, 60Hz
			42MVS001B
			DENOMINACION - SIMBOLOS
			PLANC N° CICA_TUT 019

# DIAGRAMA UNIFILAR



1    2    3    4    5    6    7    8    9    10    11    12    13    14    15    16    17    18    19

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98			<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : S/E			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> INGENIERIA DE DETALLE  PLANO : CONJUNTO DE CELDAS 4.16KV, 60HZ. 42MVS001B DIAGRAMA UNIFILAR	CAD FILE : Q13.DWG
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99				DISEÑADO : ABB				REVISION : 1
1	AS BUILT	BHP	MAY-99				DIBUJADO : ABB				PLANO Nº
							REVISADO : BHP				<b>ELEC-TMT-013</b>
							APROBADO : BHP				



**PLANTA GENERAL Y DISPOSICION DE EQUIPOS**  
 ESC 1:40

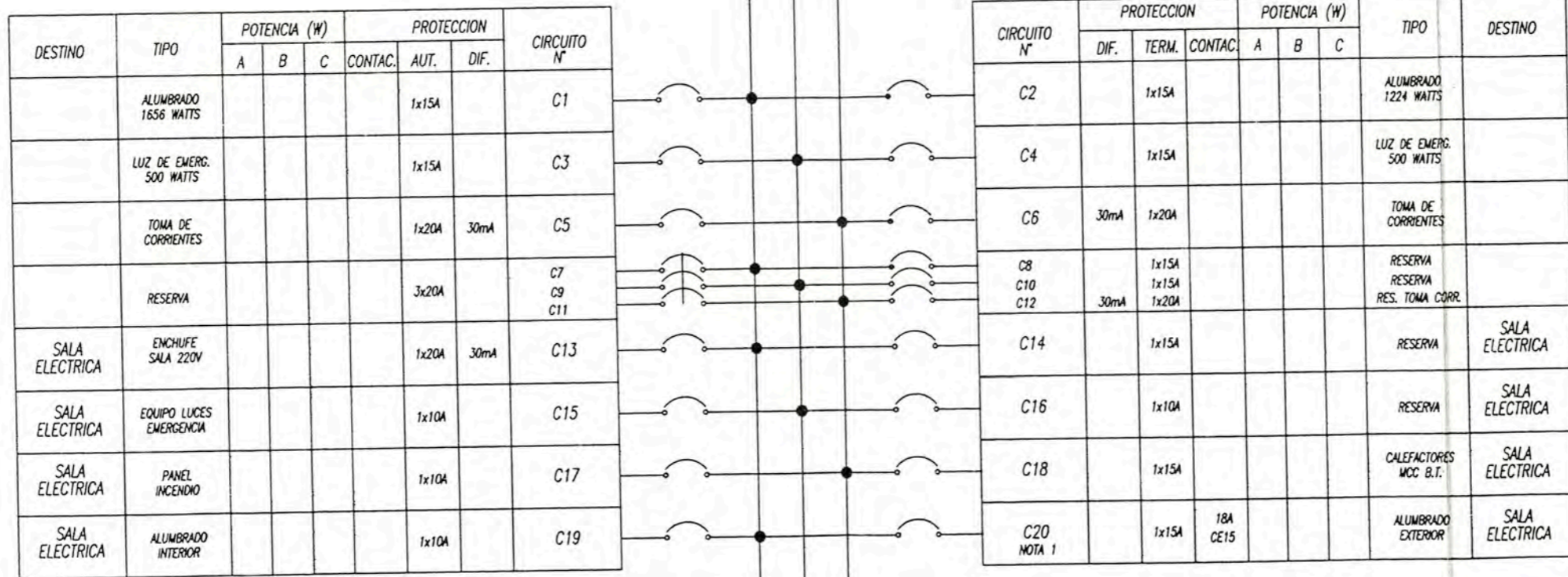
NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	DC	DIC-98			 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> INGENIERIA DE DETALLE  PLANO : SALA ELECTRICA PREFABRICADA DISPOSICION DE EQUIPOS VISTA GENERAL DE PLANTA	CAD FILE : 04/INGE.TM
1	AS BUILT	DC	JUL-99				DESIGNADO :	KSL			REVISION : 1
							DIBUJADO :	KSL			
							REVISADO :	BHP			
							APROBADO :	BHP			
										PLANO N°	ELEC-SP-002

SERVICIO : TABLERO DISTRIBUCION DE FUERZA Y ALUMBRADO

MONTAJE : TIPO SOBREPUESTO A MURO

TAG N° TDF y A.

400/231 VCA: 60Hz  
INTERRUPTOR GENERAL AUTOMATICO 3x60A



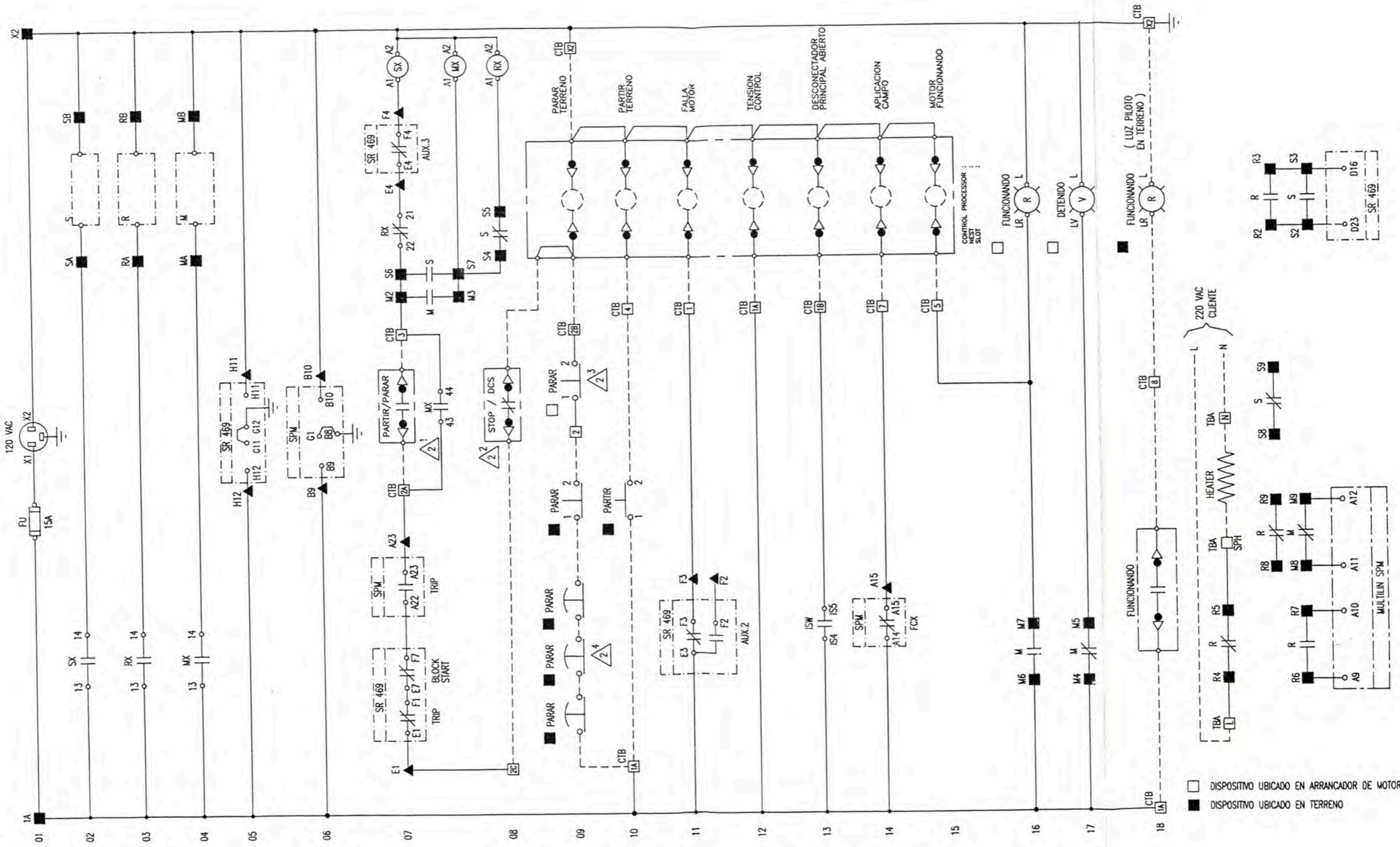
NOTA 1: COMANDO CON SWITCH SELECTOR DE 3 POSICIONES M-0-A  
(AUTOMATICO CON FOTOCELDA)



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V1.3
							ESCALA : ESCALA				AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	NOV-99			 UBICACION: CUSCO - PERU	DISEÑADO : KSL			PLANO : TABLERO DISTRIB. FUERZA Y ALUMBRADO SALA ELECTRICA CONTAINER CUADRO DE CARGAS	REVISION : 1
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99				DIBUJADO : KSL				PLANO N°
1	REVISION AS BUILT	BHP	JUL-99				REVISADO : BHP				
							APROBADO : BHP				







DISPOSITIVO UBICADO EN ARRANCADOR DE MOTOR  
 DISPOSITIVO UBICADO EN TERRENO

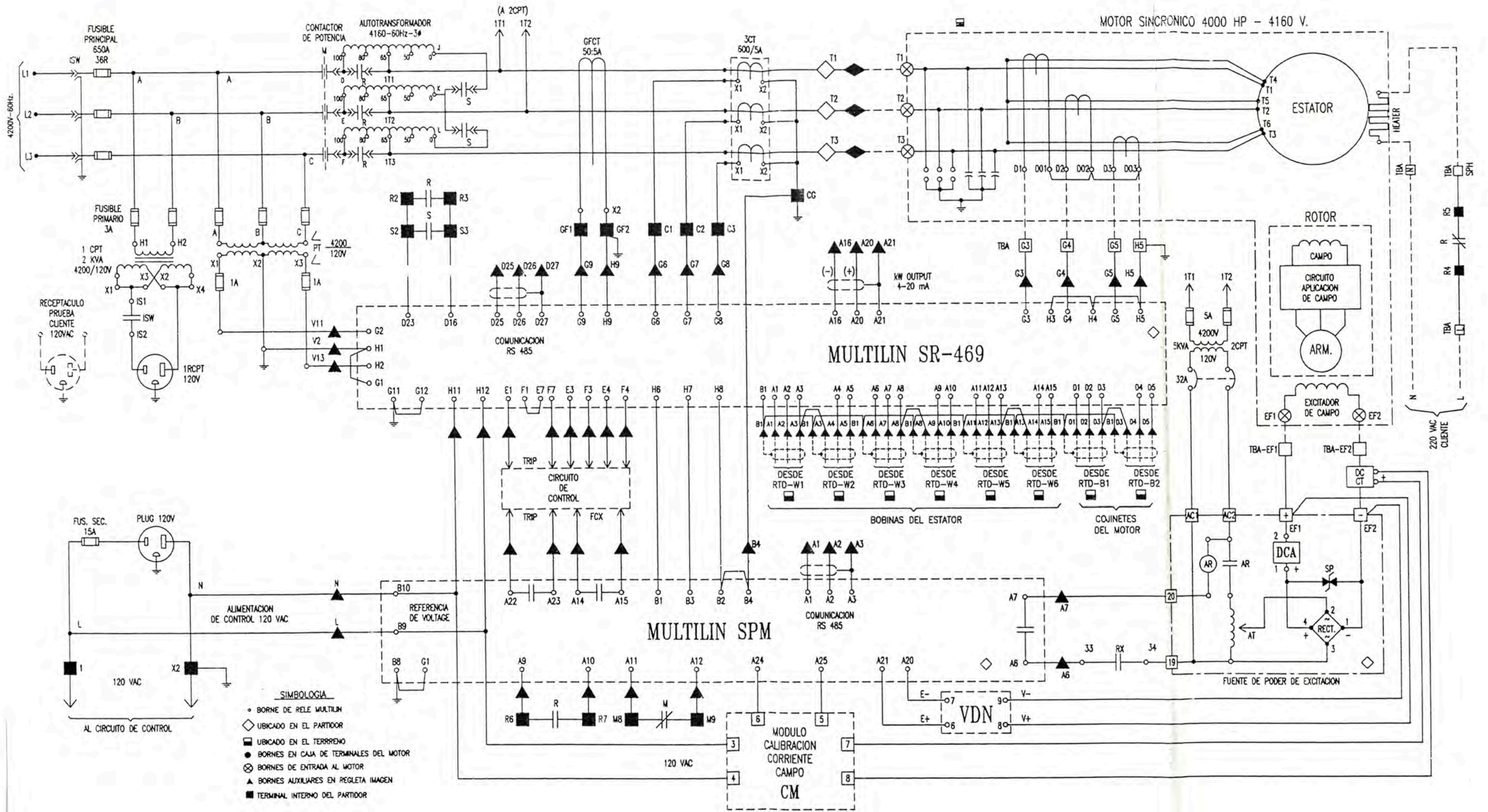
NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	DIC-98		
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98		
1	REVISION AS BUILT	BHP	ENR-99		
2	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION : CUSCO - PERU

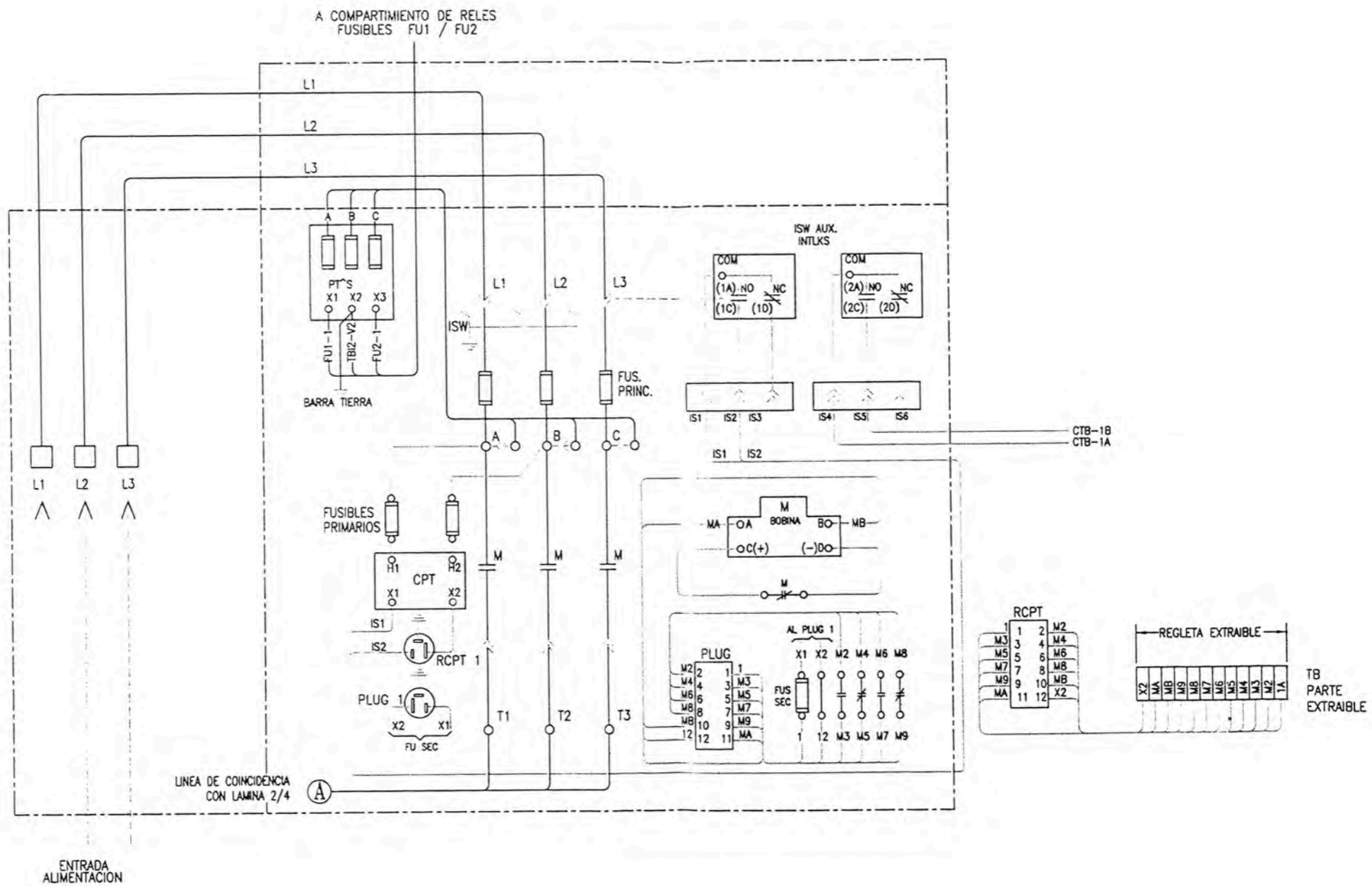
RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : S/E		
DISEÑADO : KSL		
DEBUCADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO : **AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE**  
 PLANO : **ARRANCADOR TENSION REDUCIDA MOTOR SINCRONO 4000HP-4160V DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL**

FILE ACAD V13
CAD FILE : GAUNGETM
REVISION : 2
PLANO N° <b>ELEC-AR-001</b>



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	NOV-99			<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b>  <b>ARRANCADOR TENSION REDUCIDA</b> <b>MOTOR SINCRONO 4000HP-4160V</b> <b>DIAGRAMA TRIFILAR</b>	CAD FILE : BHP/AR-002
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99				DESENADO :	KSL			REVISION : 1
1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL			PLANO N°
							REVISADO :	BHP			
							APROBADO :	BHP			

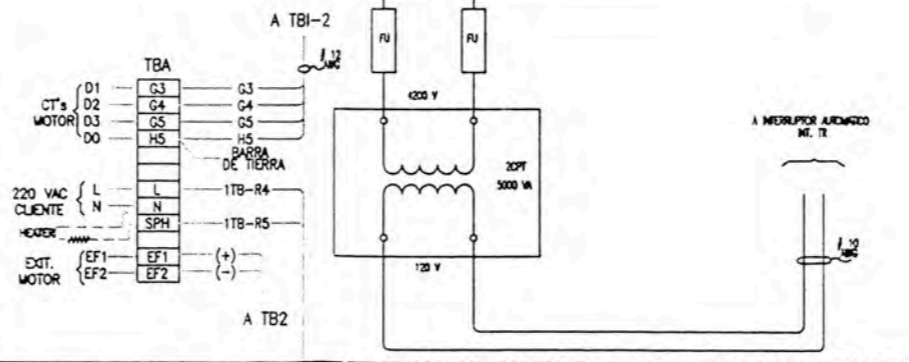
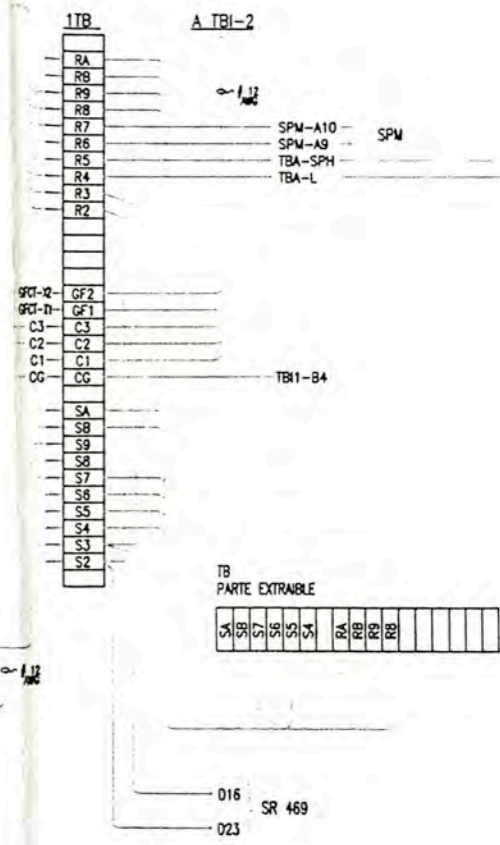
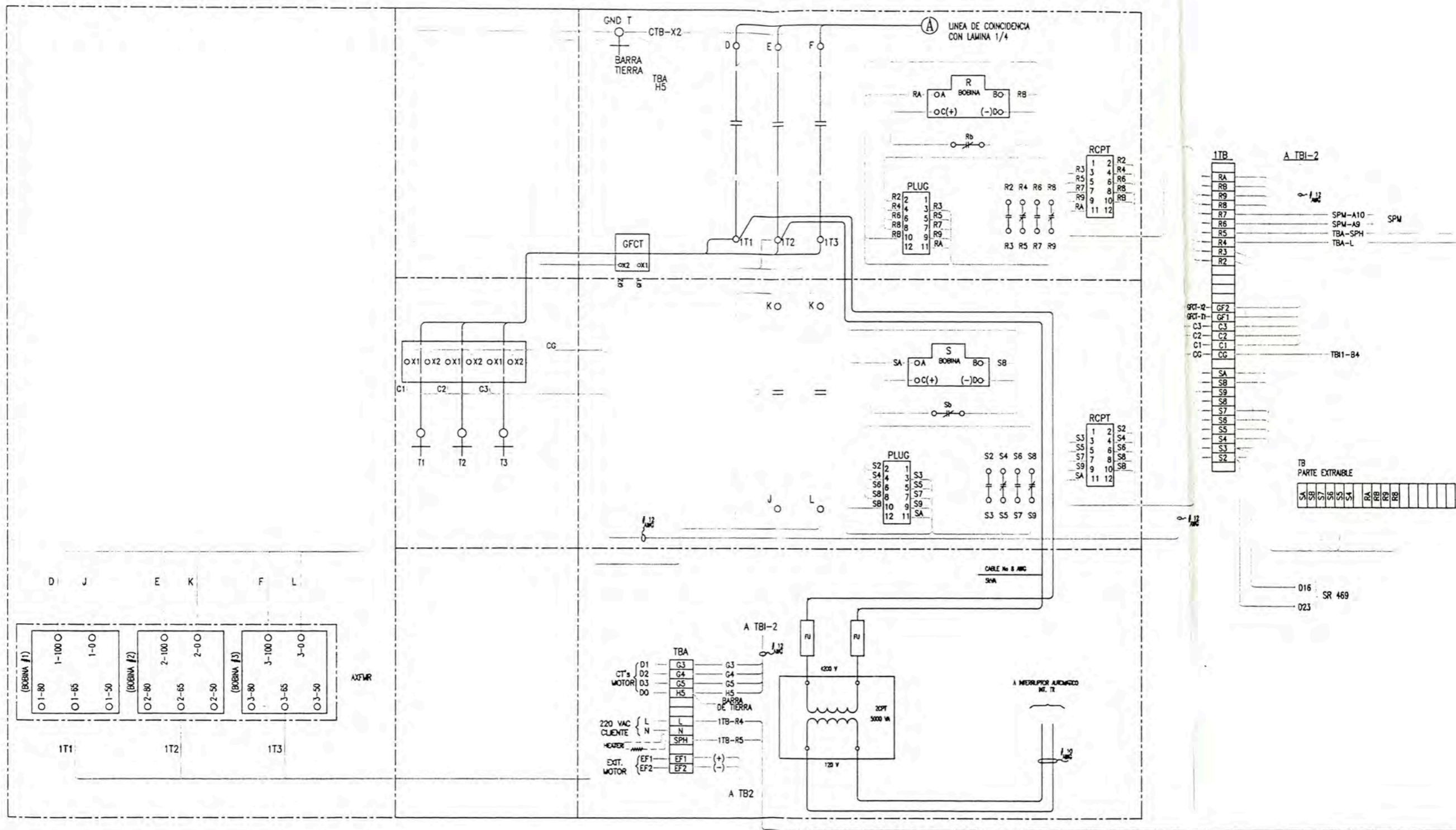


REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 3/E		
DESIGNADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

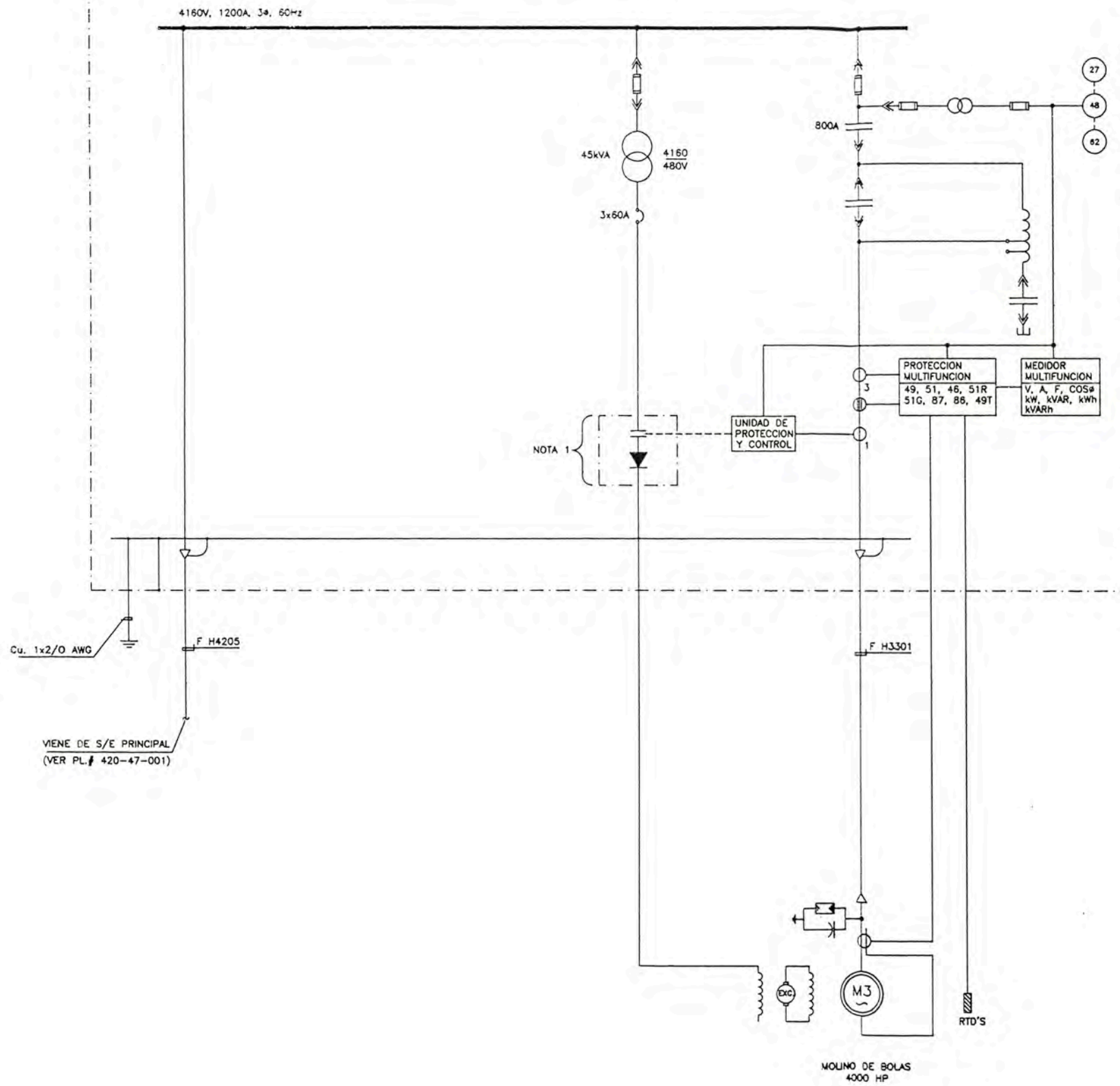
PROYECTO :	FILE ACAD V13
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : G:\INGE\TM
PLANO :	REVISION : 1
ARRANCADOR MEDIA TENSION CONTACTOR M DIAGRAMA ALAMBRADO PARTIDORES	PLANO N° <b>ELEC-AR-0</b>



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FECHA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99			BHP TINTAYA S.A. UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : 3/E			AMPLIACION MOLINERIA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 01\BNGE\TM
1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DISCADO : KSL				PLANO : ARRANCADOR MEDIA TENSION CONTACTORES R/S y AXFMR DIAGRAMA ALAMBRADO PARTIDORES
							DIBUJADO : KSL				
							REVISADO : BHP				
							APROBADO : BHP				

36ARR003

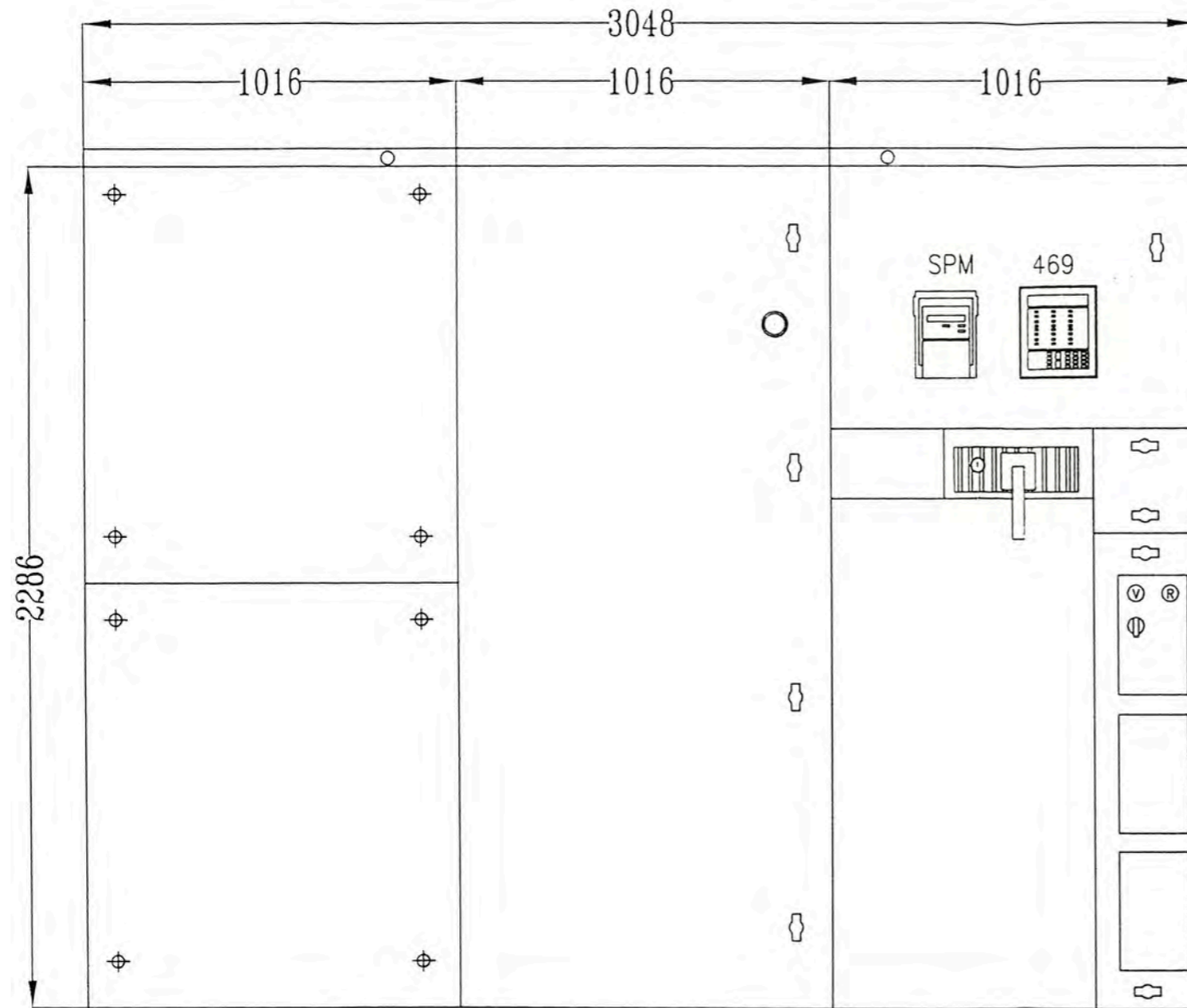
ARRANCADOR DE MOLINO 4.16KV Y SERVICIOS AUXILIARES



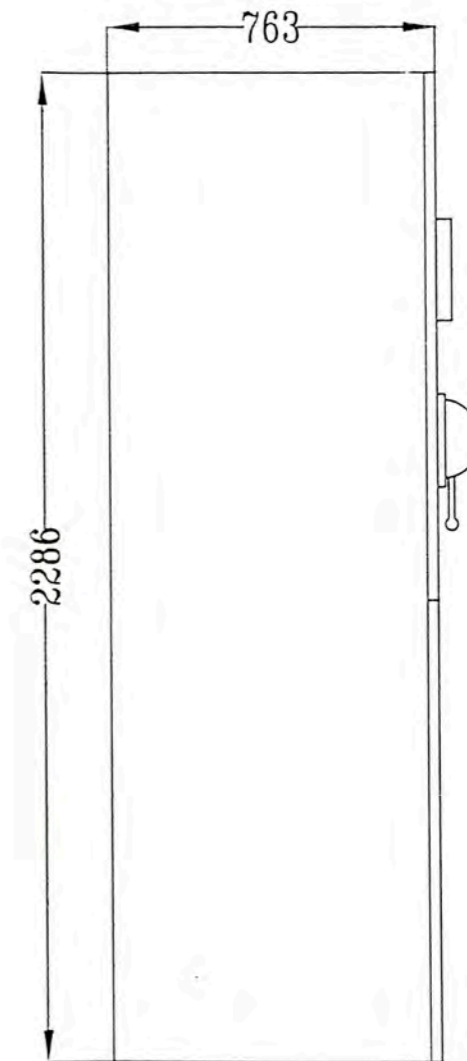
NOTA

1.- LA FUENTE DE CORRIENTE CONTINUA INDICADA EN EL DIAGRAMA SERA SUMINISTRADA POR LA EMPRESA DRESSER-RAND

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13	
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98	EL-0-008	LISTA DE CABLES DE FUERZA	<p>UBICACION: CUSCO - PERU</p>	ESCALA :			<p>AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE</p>	CAD FILE : 01\BHP\ELV	
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98				DESENADO :	KSL				REVISION : 1
1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL				PLANO N°
							REVISADO :	BHP				ELEC-AR-007
							APROBADO :	BHP				



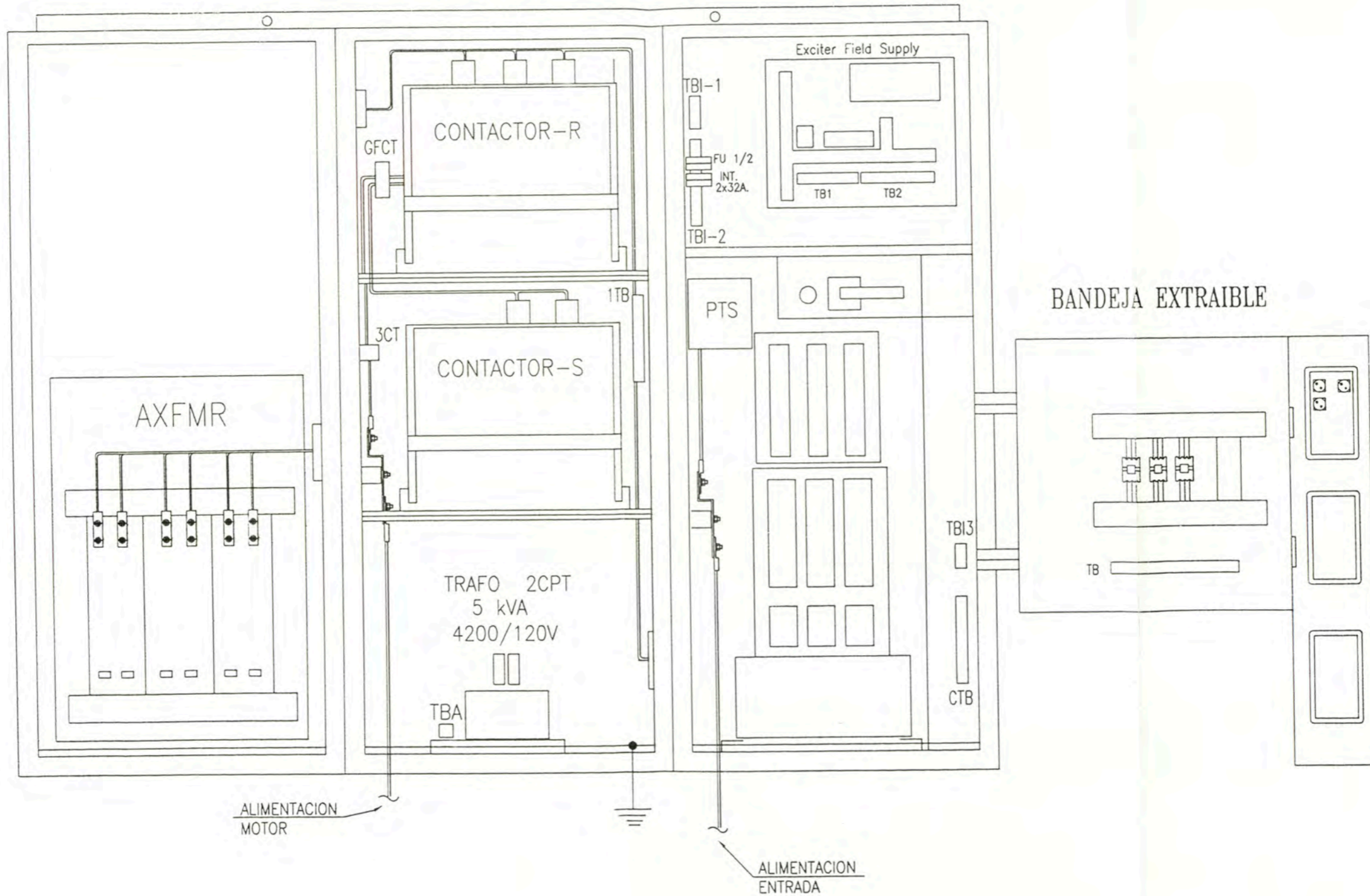
ELEVACION FRONTAL



PERFIL

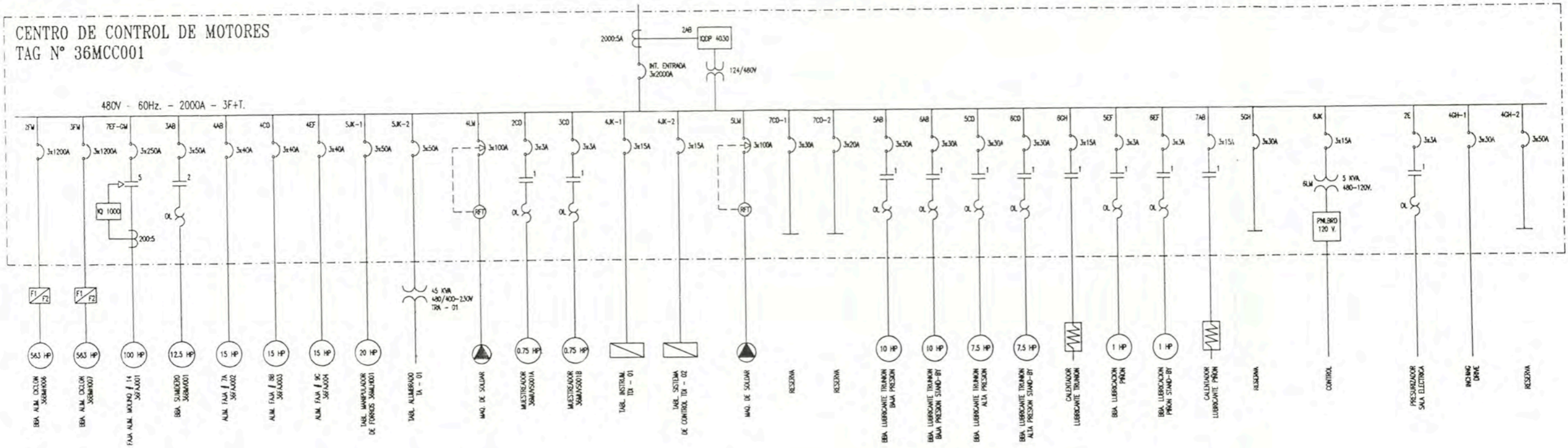
NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
A	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	DIC-98			 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : 1/1E			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : GR\INGE\TM
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98				DESIGNADO : KSL				PLANO :
1	REVISION AS BUILT	BHP	ENR-99				DESIGNADO : KSL			TABLERO ARRANCADOR TENSION REDUCIDA	PLANO N°
2	AS BUILT	BHP	JUL-99				REVISADO : BHP			MOTOR SINCRONO 4000HP-4160V	ELEC-AR-008
							APROBADO : BHP				

ELEVACION FRONTAL  
(Sin puerta)



REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
		A	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	DIC-98			<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> INGENIERIA DE DETALLE
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98			DISEÑADO :		KSL			
	1	REVISION AS BUILT	BHP	ENR-99				DIBUJADO :	KSL		PLANO :	TABLERO ARRANCADOR
	2	AS BUILT	BHP	JUL-99				REVISADO :	BHP		MOTOR SINCRONO 4000HP-4160V	PLANO N°
								APROBADO :	BHP		DISPOSICION DE EQUIPOS	<b>ELEC-AR-009</b>

CENTRO DE CONTROL DE MOTORES  
TAG N° 36MCC001



REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBADO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
	A	EMITIDO PARA REVISION	BHP	NOV-98	ELEC-MCC-002	CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60HZ
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-98		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO :



UBICACION: CUSCO - PERU

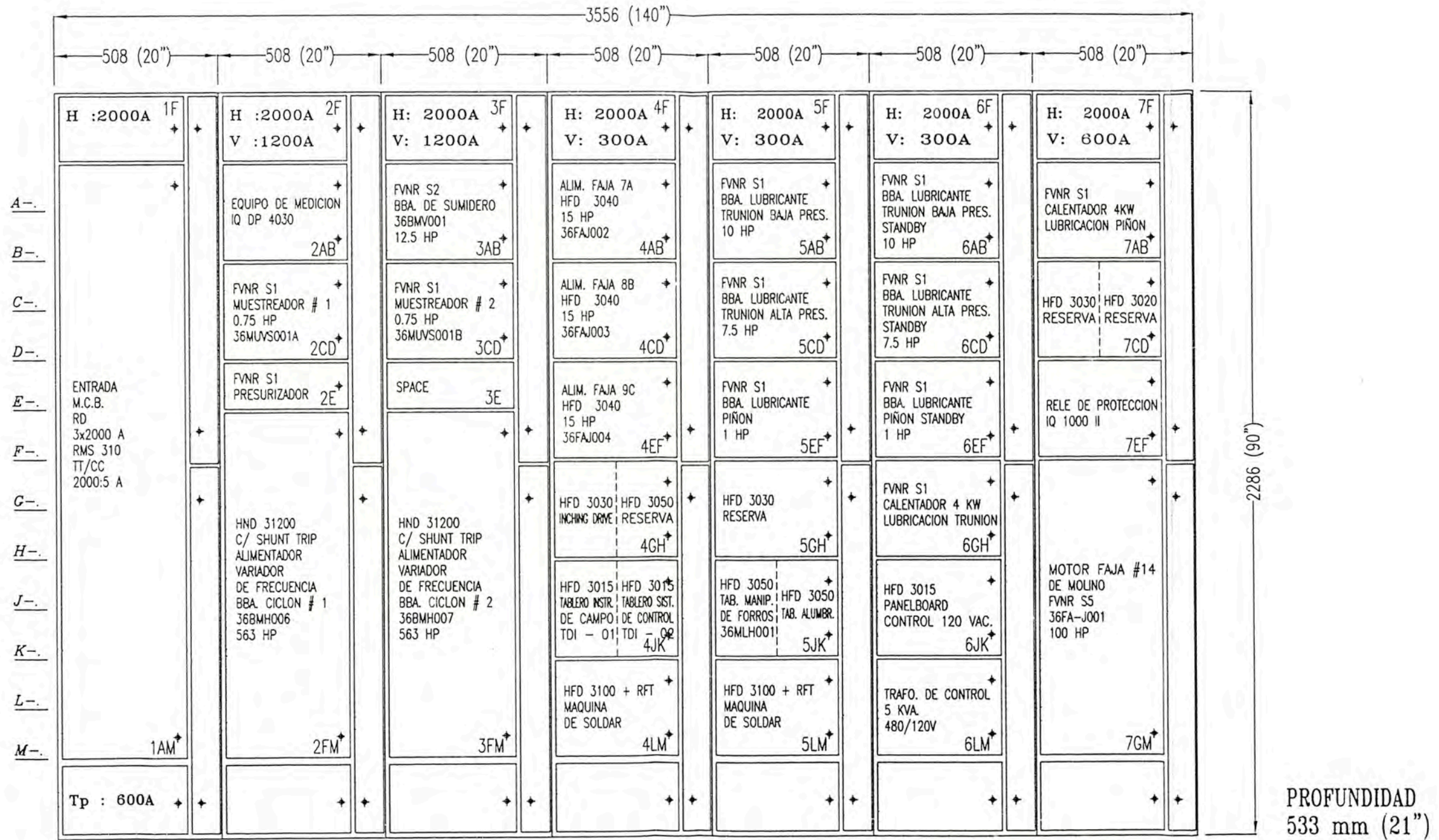
RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 1/1		
DISEÑADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO :  
**AMPLIACION MOLIENDA**  
INGENIERIA DE DETALLE

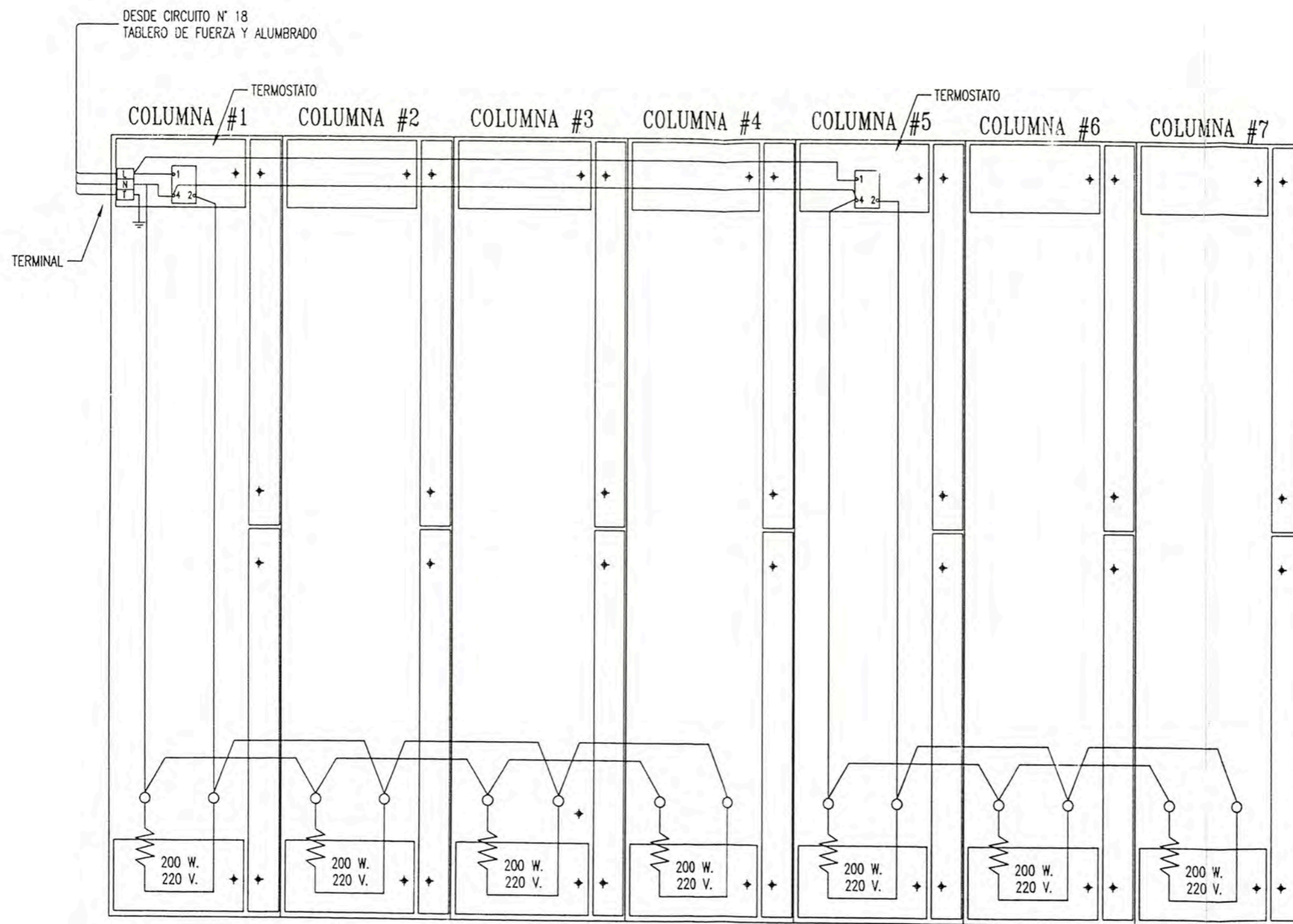
PLANO :  
CENTRO CONTROL DE MOTORES  
36MCC001  
DIAGRAMA UNIFILAR

FILE ACAD Y13
CAD FILE : G:\INGEN\TM
REVISION : 1
PLANO N° <b>ELEC-MCC-001</b>



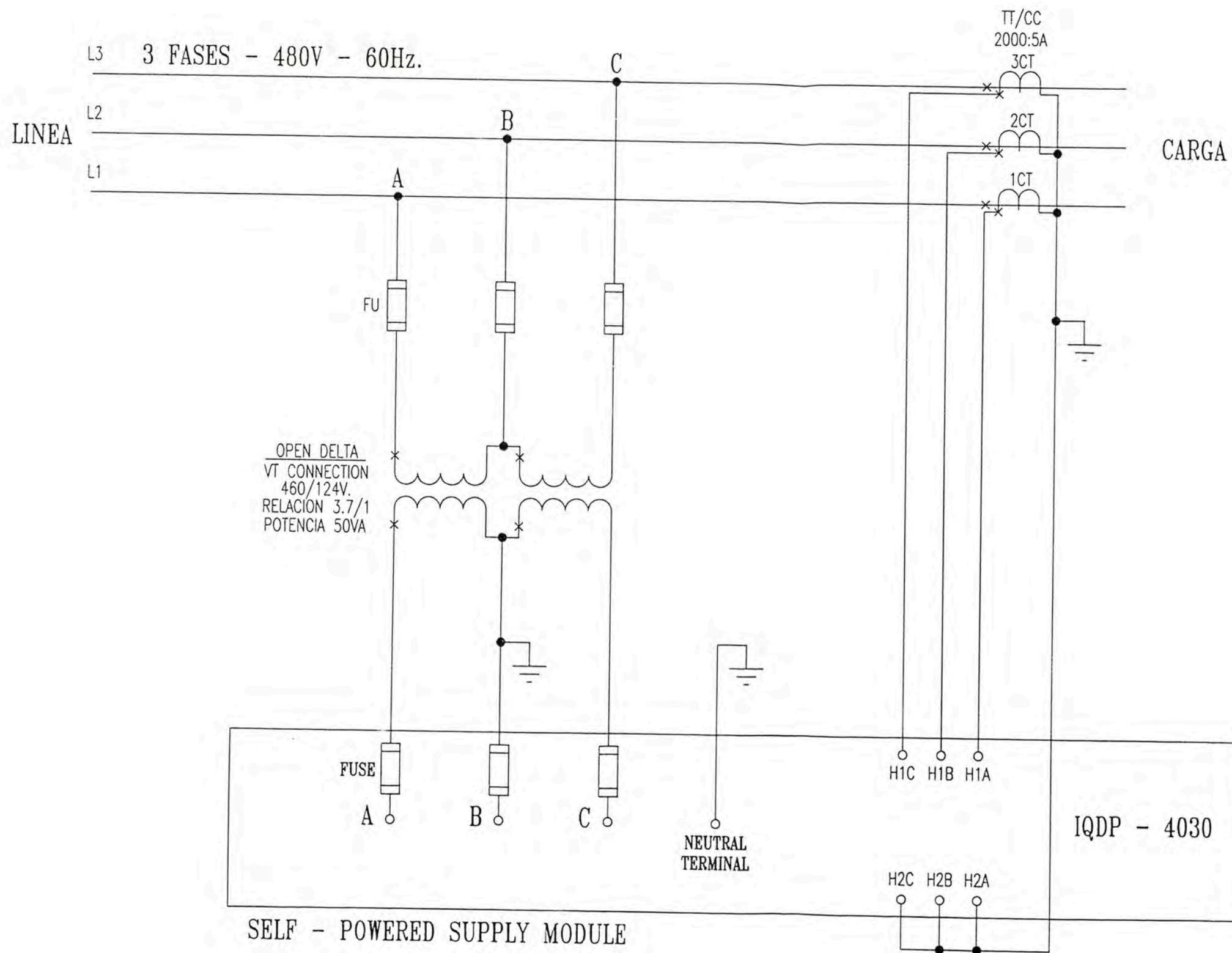


NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13	
0	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	NOV-99	ELEC-MCC-001	CENTRO CONTROL DE MOTORES - DIAG. UNIFILAR	 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA		AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 04\INGE\TM	
1	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DIC-99				DISEÑADO :	KSL			PLANO :	REVISION : 1
1	REVISION AS ERIJLT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL			CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60HZ	PLANO N°
							REVISADO :	BHP			Nro. 36MCC001	ELEC-MCC-002
							APROBADO :	BHP		VISTA FRONTAL		



CENTRO CONTROL DE MOTORES DISPOSICION DE CALEFACTORES

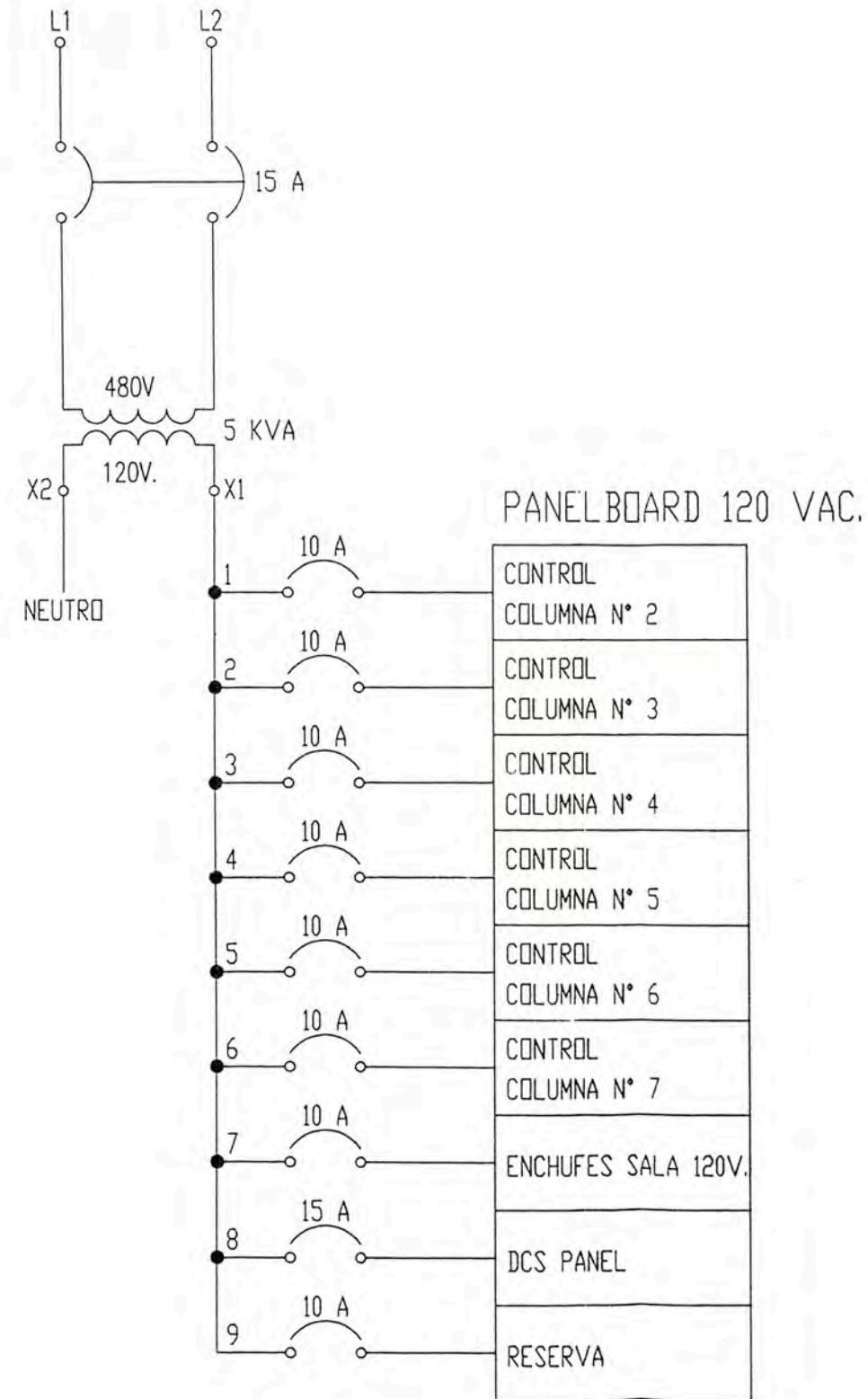
NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13	
A	EMITIDO PARA APROBACION	BHP	NOV-98	ELEC-MCC-002	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES - VISTA FRONTAL	 <b>BHP</b> TINTAYA S.A. UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b>	CAD FILE : 01\BHP\TM	
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	NOV-98				DISEÑADO :	KSL			PLANO :	REVISION : 1
1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL			CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V	PLANO N°
							REVISADO :	BHP			36MCC001	ELEC-MCC-003
							APROBADO :	BHP		DIAGRAMA ALAMBRADO Y CALEFACTORES		



GAV. 2AB

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V13
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99	ELEC-MCC-002	CENTRO DE CONTROL MOTORES 480V	 UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : ESCALA			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE  EQUIPO DE MEDICION IQDP-4030 DIAGRAMA DE ALAMBRADO	CAD FILE : G:\BHP\TM
1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DISEÑADO : KSL				REVISION : 1
							DIBUJADO : KSL				PLANO N°
							REVISADO : BHP				ELEC-MCC-004
							APROBADO : BHP				

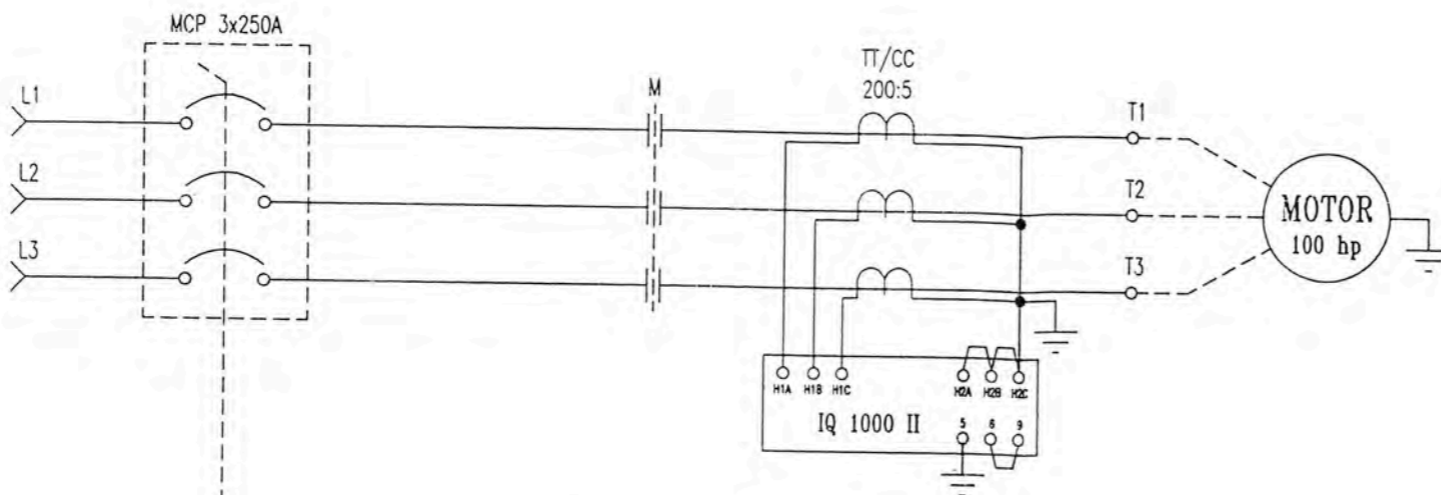
480V - 60Hz.



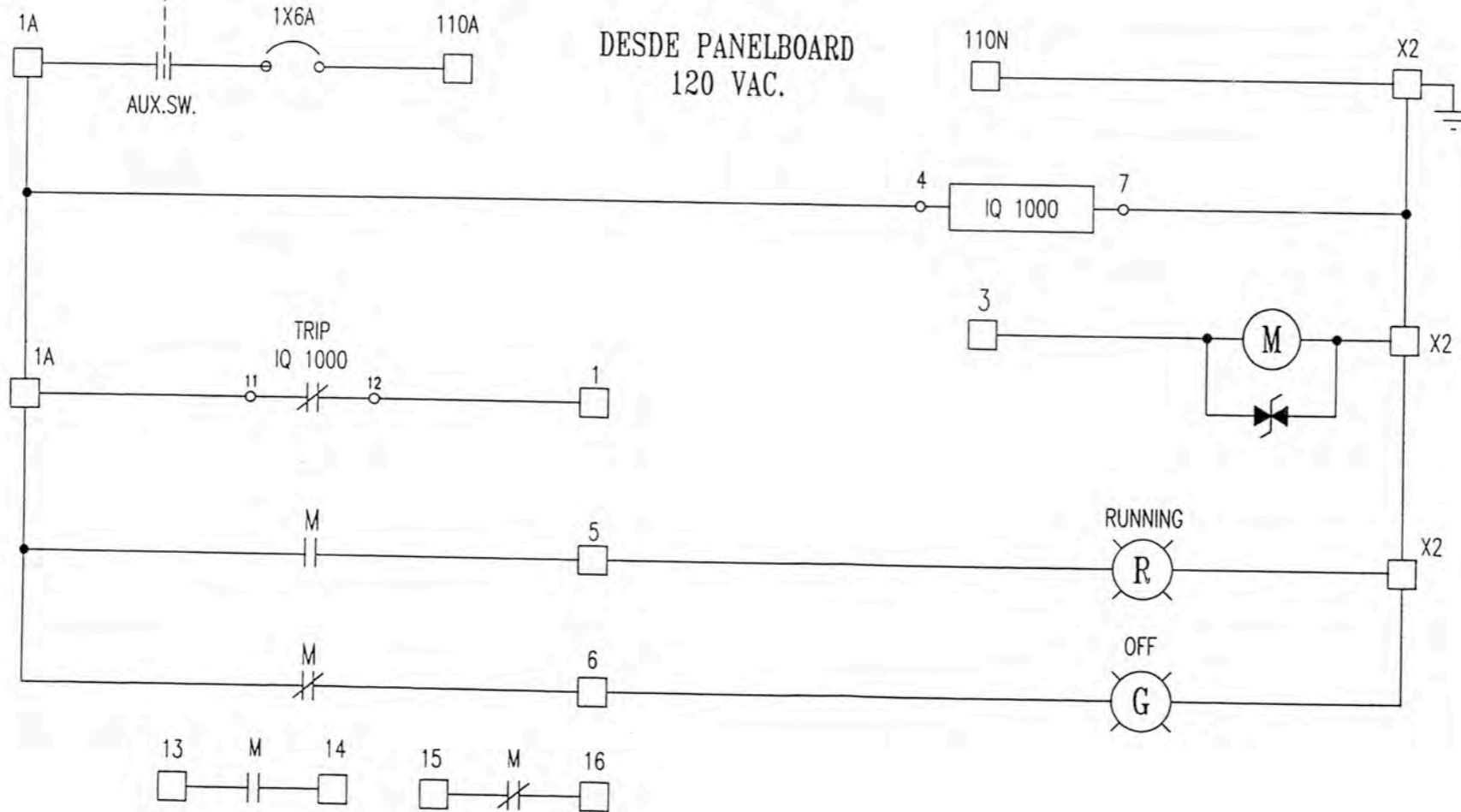
GAV. 6JK - 6LM.

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	 UBICACION: CUSCO - PERU	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO : AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	FILE ACAD V13
		0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99	ELEC-MCC-002			CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V		ESCALA : ESCALA		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DISEÑADO : KSL DIBUJADO : KSL REVISADO : BHP APROBADO : BHP				PLANO : CENTRO CONTROL DE MOTORES CIRCUITO INTERCONEXION TRAF0 5KVA PANELBOARD 120VAC	REVISION : 1
													PLANO N° ELEC-MCC-005

480V.-3φ-60Hz.



DESDE PANELBOARD  
120 VAC.



REGLETA DE CONTROL

- 110A
- 110N
- X2
- X2
- X2
- 1A
- 1A
- SP
- 1
- 2
- 2
- 2A
- 2A
- 3
- 4
- 4
- 5
- 5
- 6
- 7
- 7
- 9
- 9
- 10
- 10
- 11
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16

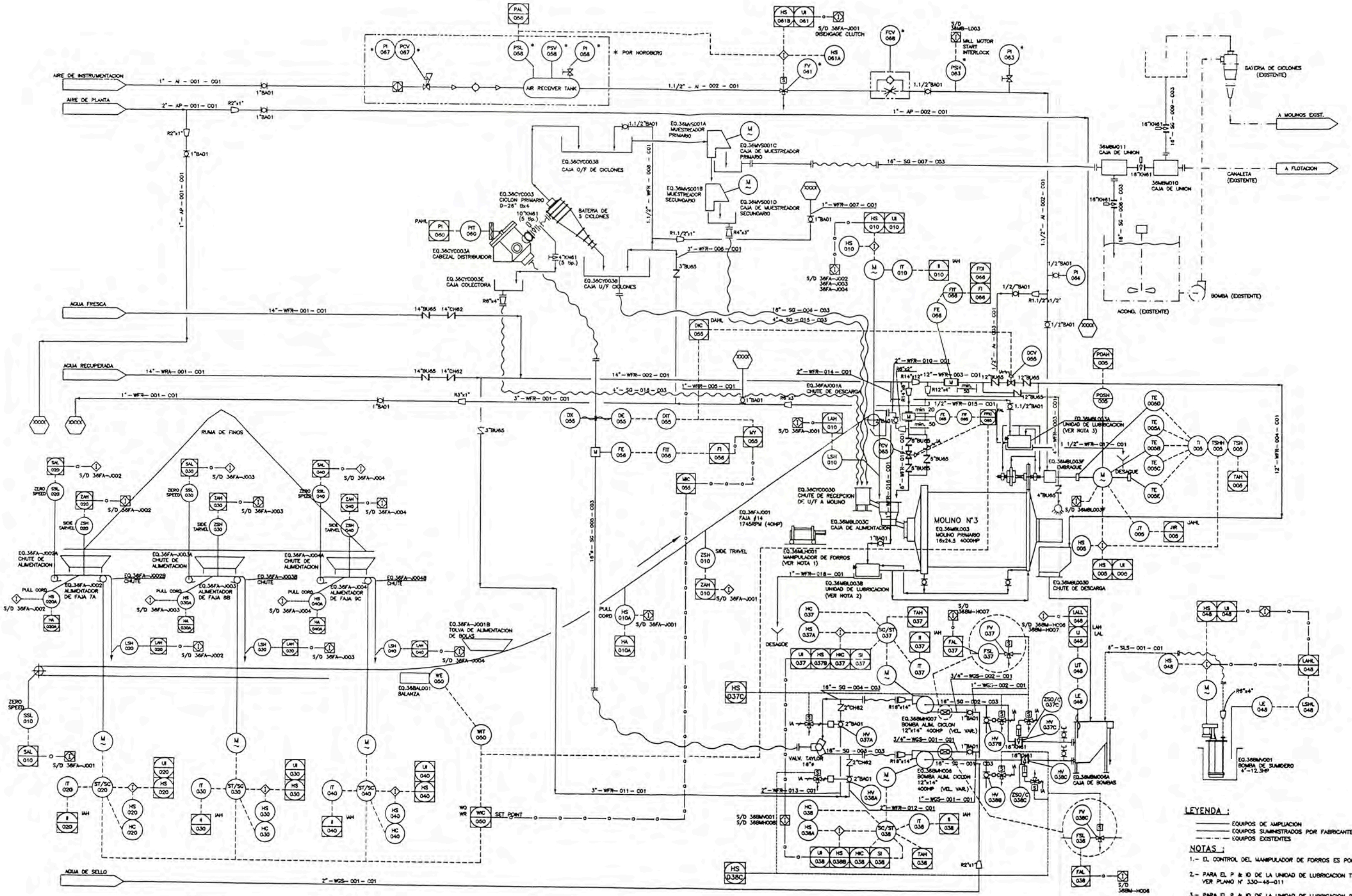
GAV. 7EM.

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99	ELEC-MCC-002	CENTRO CONTROL DE MOTORES 480V, 60Hz
1	AS BUILT	BHP	MAR-99	ELEC-MOT-008	CONTROL DE MOTOR FAJA ALIMENTADORA DEL MOLINO
				ELEC-MOT-009	DIAG. INST. ALAMBRIKA MOTOR FAJA ALIM. MOLINO

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : S/E		
DESENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO :	PLANO :	FILE ACAD Y13
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	PARTIDOR DE MOTOR MILL FEED CONVEYOR DIAGRAMA ELEMENTAL DE CONTROL	
		FILE ACAD Y13
		CAD FILE : GAVINCE.TM
		REVISION : 1
		PLANO N° ELEC-MCC-006



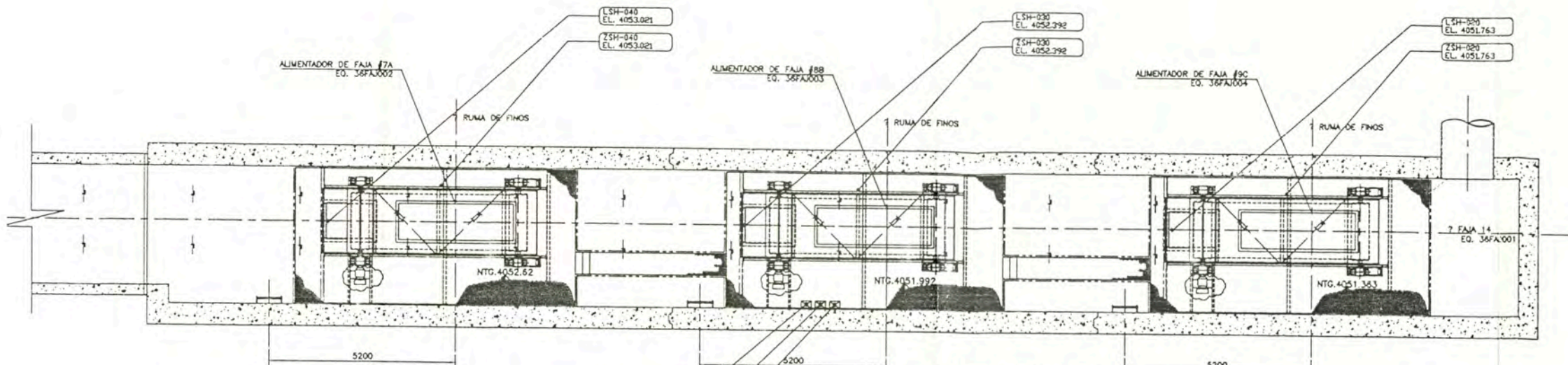
- LEYENDA:**
- EQUIPOS DE AMPLIACION
  - EQUIPOS SUMINISTRADOS POR FABRICANTE
  - - - EQUIPOS EXISTENTES
- NOTAS:**
- 1.- EL CONTROL DEL MANIPULADOR DE FORROS ES POR NORBERG
  - 2.- PARA EL P & ID DE LA UNIDAD DE LUBRICACION TRUNNONS VER PLANO N° 330-45-011
  - 3.- PARA EL P & ID DE LA UNIDAD DE LUBRICACION PIROX VER PLANO N° 330-45-012

NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
0	EMITIDO PARA REVISION	BHP	DIC-98	INS-SLP1	P & ID SISTEMA DE LUBRICACION PIROX
1	EMITIDA PARA CONSTRUCCION	BHP	ENR-99	INS-SLTR	P & ID SISTEMA DE LUBRICACION TRUNNONS
2	AS BUILT	BHP	MAY-99		

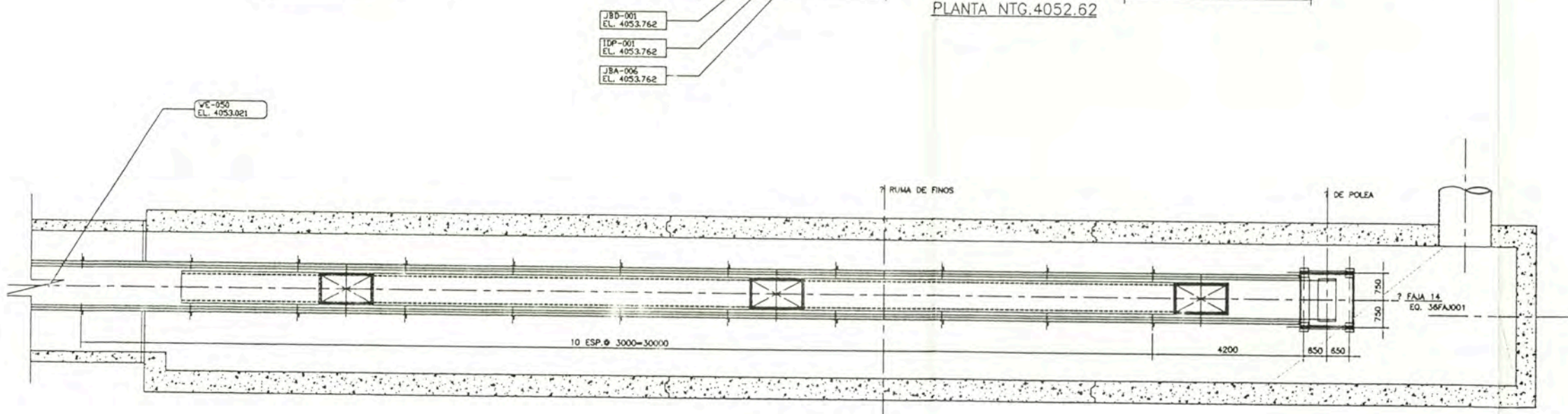
PROPIETARIO: **BHP TINTAYA S.A.**  
 UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FECHA
ESCALA: S/E	
DISENADO: KSL	
DIBUJADO: KSL	
REVISADO: BHP	
APROBADO: BHP	

PROYECTO:	FECHA:
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	
PLANO:	
MOLIENDA PRIMARIA P & ID	
FILE ACAD V13	
CAD FILE: Q:\BHP\TM	
REVISION: 1	
PLANO N°	
ELEC-INS-001	



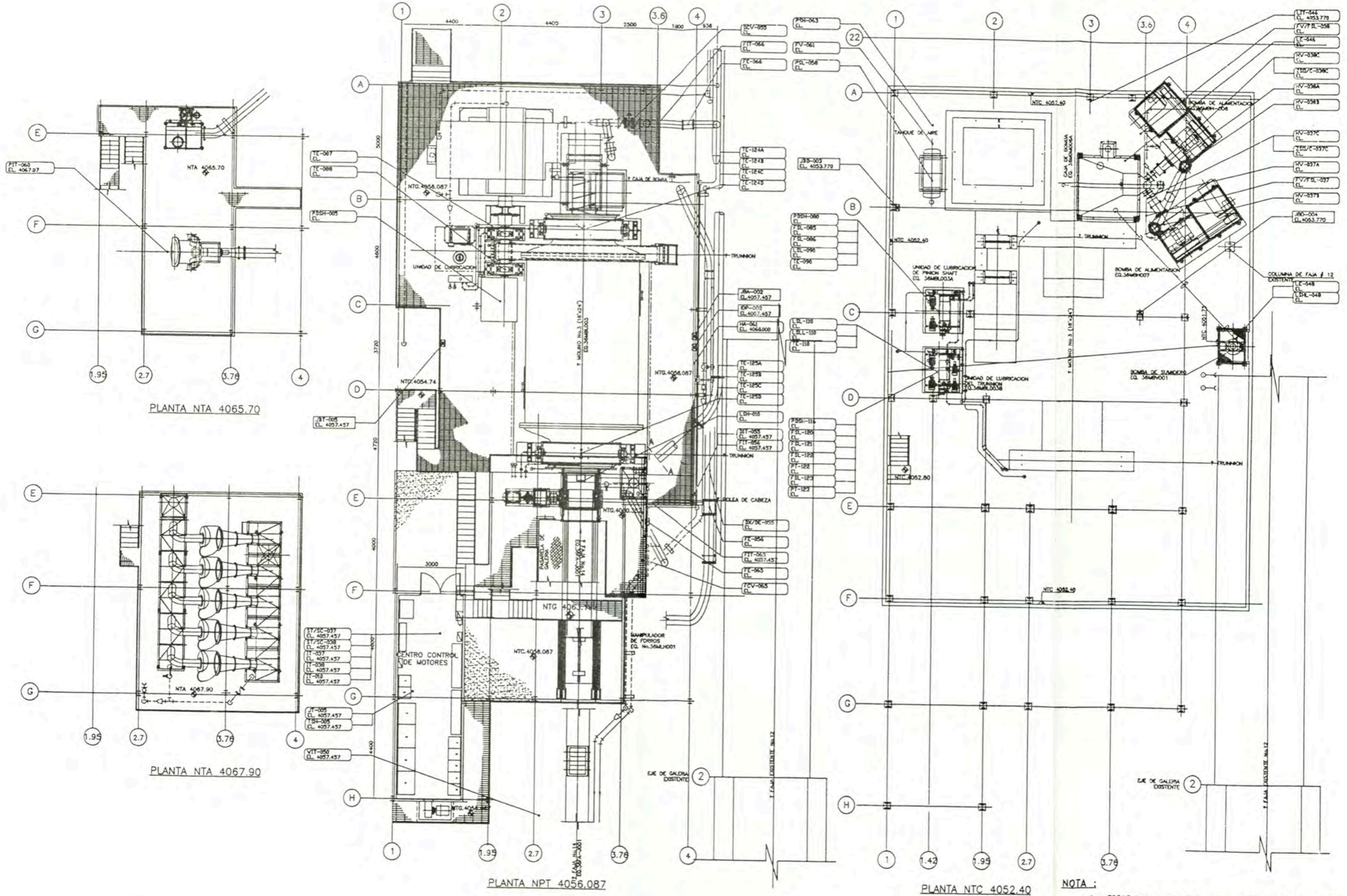
PLANTA NTG.4052.62



PLANTA NPT.4048.483

**NOTAS :**  
 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO  
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS.

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13	
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		HOJA DE DATOS DE FAJA ALIMENTADORA	<b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :			<b>AMPLIACION MOLIENDA</b> <b>INGENIERIA DE DETALLE</b>	CAD FILE : 04/INGE/13	
	D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99		FORRO PARA CHUTE EMBEBIDO DE DESCARGA		DISENADO :	KSL			PLANO :	REVISION : 1
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99				DIBUJADO :	KSL			ARREGLO GENERAL	PLANO N°
						REVISADO :		BHP		INSTRUMENT LOCATION PLANTA		ELEC-INS-002	
								APROBADO :	BHP				



NOTA:  
1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS Y LOS NIVELES EN METROS S.I.C.

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		
	D	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO: **BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA: ESCALA		
DISEÑADO: KSL		
DIBUJADO: KSL		
REVISADO: BHP		
APROBADO: BHP		

PROYECTO:	PLANO:	FILE ACAD Y13
AMPLIACION MOLINERIA INGENIERIA DE DETALLE	INSTRUMENT LOCATIONS PLANTAS NPT 4052.4 - 4056.08 - 4056.7	CAO FILE: 04/INGE/13M
		REVISION: 1
		PLANO Nº: ELEC-INS-003



## INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL SCHEDULE

POWER SUPPLY 120 VOLTS 1PH. 2W.

MAINS 100 AMP.

MAIN LUGS ONLY

MAIN BREAKER N/A AMP.

FEEDER SIZE #     AWG

SHORT CIRCUIT RATING 10KA

SOLID NEUTRAL

TOP

BOTTOM

COPPER

ALUMINIUM

PANEL No. IDP-001

MOUNTING TYPE SURFACE

NUMBER OF CIRCUIT 18

LOCATION: GRINDING AREA  
COL C-8

DIRECTORY	WATTS PER CKT.	BKR AMP	CKT No.	PHASE	CKT No.	BKR AMP	WATTS PER CKT.	DIRECTORY
LSH-020		15	1	●	2	15		LSH-030
LSH-040		15	3	●	4	15		
		15	5	●	6	15		
		15	7	●	8	15		
		15	9	●	10	15		
		15	11	●	12	15		
		15	13	●	14	15		
		15	15	●	16	15		
		15	17	●	18	15		

TOTAL PHASE 'A'

TOTAL LOAD

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	<b>BHP</b> TINTAYA S.A.	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98				UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA : ESCALA			AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAO FILE : 04\BMOE\TM
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99					DISENADO : KSL			PLANO : INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL IDP 001	REVISION : 1
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99					DIBUJADO : KSL				PLANO N° ELEC-INS-0010
								REVISADO : BHP					
								APROBADO : BHP					

INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL SCHEDULE

POWER SUPPLY 120 VOLTS 1PH. 2W.  
 MAINS 100 AMP.  
 MAIN LUGS ONLY  
 MAIN BREAKER N/A AMP.  
 FEEDER SIZE #     AWG  
 SHORT CIRCUIT RATING 10KA

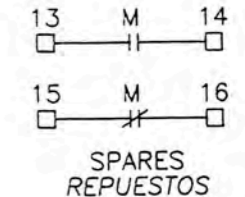
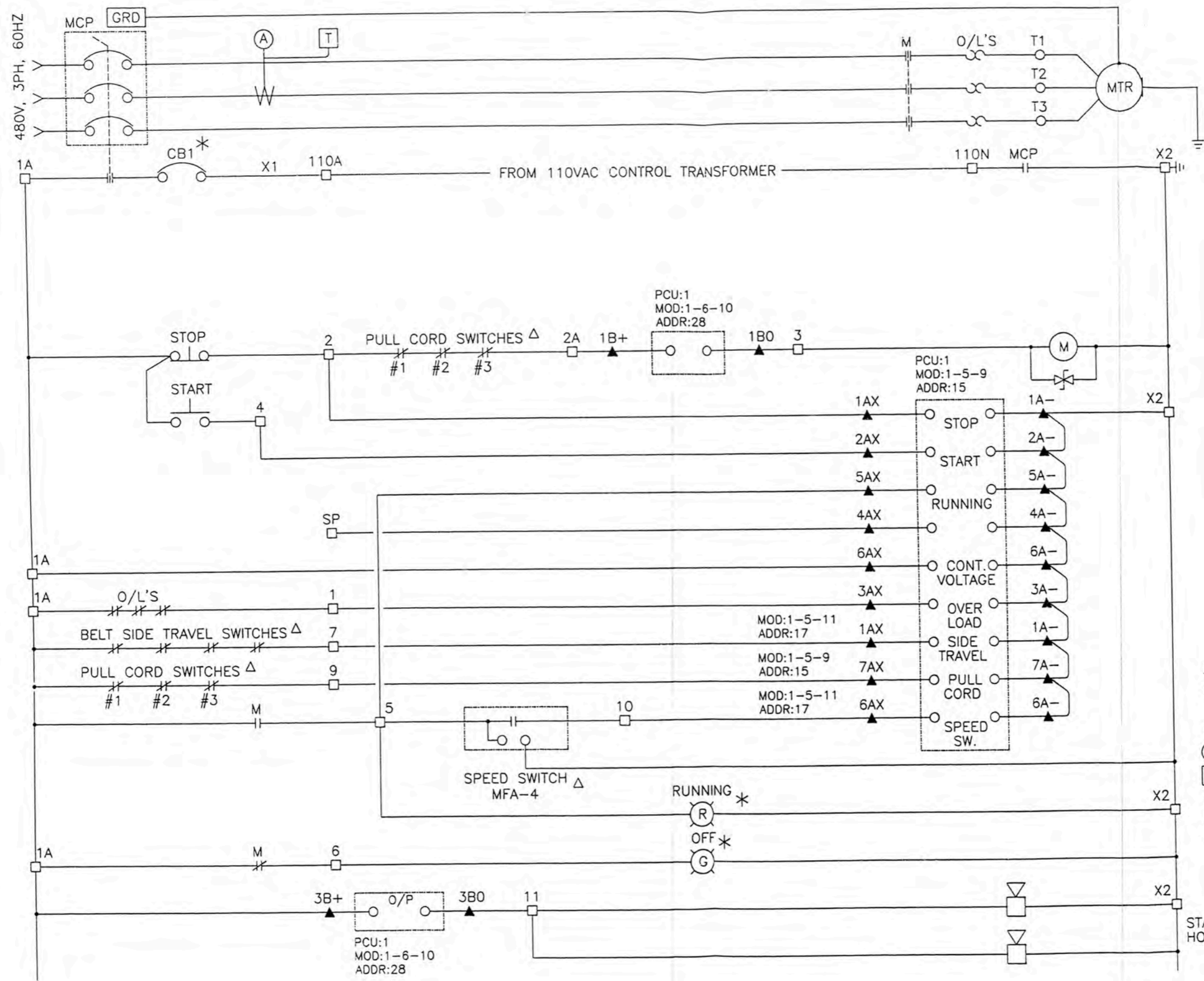
- SOLID NEUTRAL
- TOP
- BOTTOM
- COPPER
- ALUMINIUM

PANEL No. IDP-002  
 MOUNTING TYPE SURFACE  
 NUMBER OF CIRCUIT 18  
 LOCATION: GRINDING AREA  
COL C-8

DIRECTORY	WATTS PER CKT.	BKR AMP	CKT No.	PHASE	CKT No.	BKR AMP	WATTS PER CKT.	DIRECTORY
FIT-065		15	3	●	4	15		FIT-066
LSH-010		15	5	●	6	15		LIT-046
LSHL-048		15	7	●	8	15		WIT-050
		15	9	●	10	15		
		15	11	●	12	15		
		15	13	●	14	15		
		15	15	●	16	15		
		15	17	●	18	15		HA-061

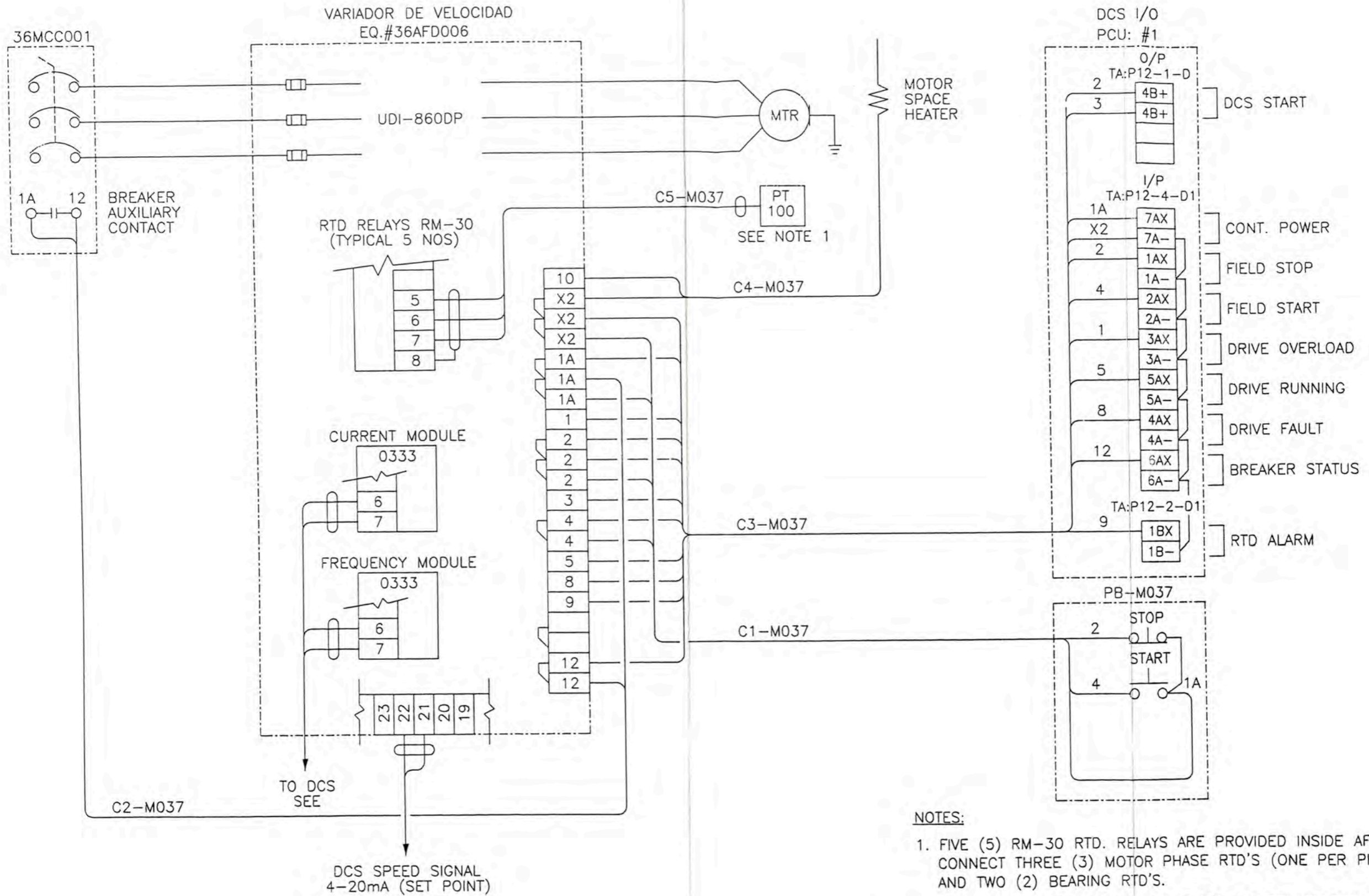
TOTAL PHASE 'A'
TOTAL LOAD

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD Y13	
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98			 <b>BHP TINTAYA S.A.</b> UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA		AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	CAD FILE : 04\DMG\ETM	
	0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	DHE-99				DISEÑADO :	KSL			REVISADO :	BHP
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99				REVISADO :	BHP		APROBADO :	BHP	PLANO N°
												INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL ID-002	



- LEGEND**
- \* DEVICE ON STARTER DOOR/ OR IN STARTER
  - Δ DEVICE IN FIELD
  - (A) AMMETER
  - (T) CURRENT TRANSDUCER 4-20mA OUTPUT
  - TERMINAL IN MCC
  - ▲ TERMINAL AT DCS CABINET

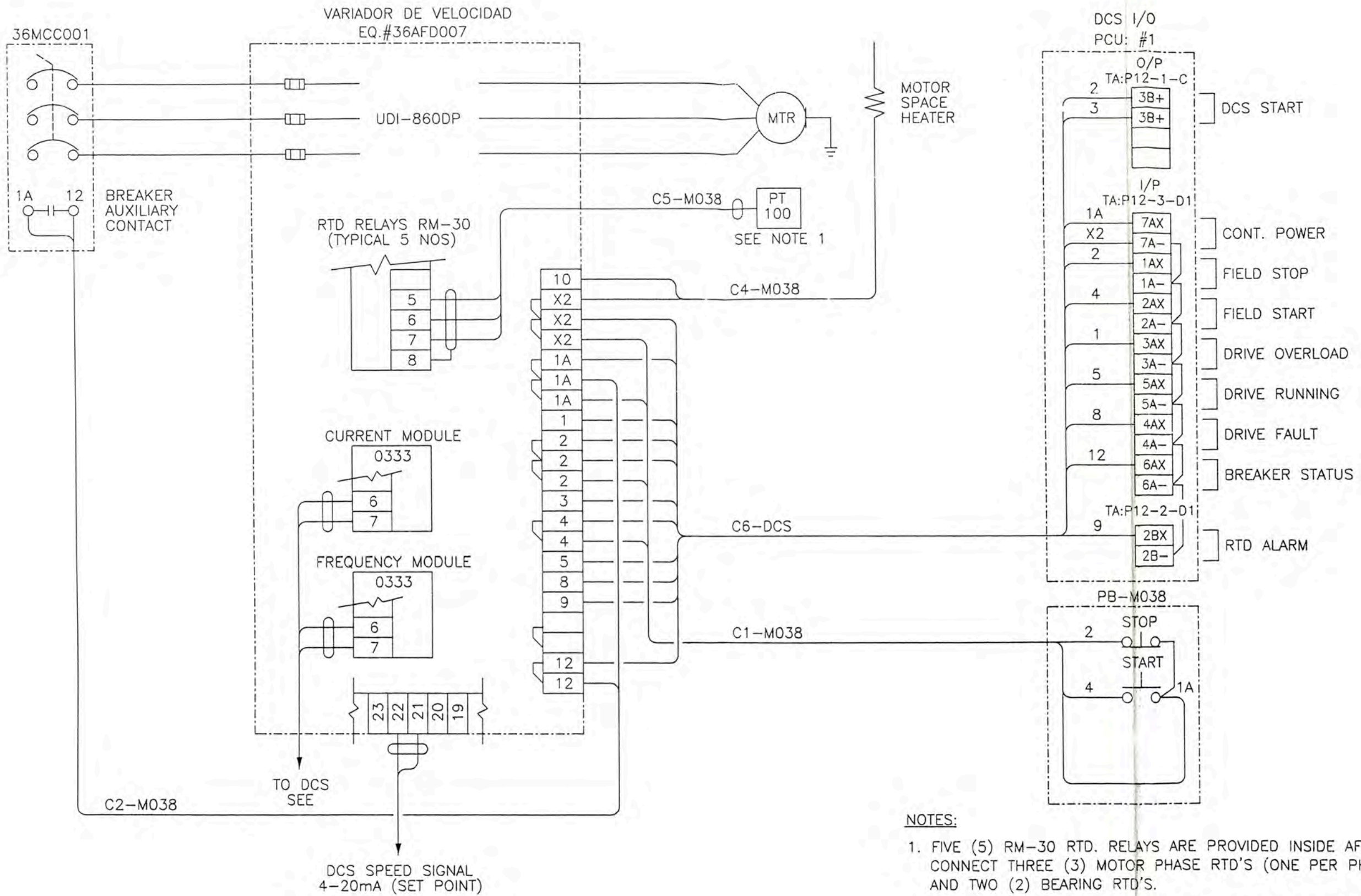
REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA	PROPIETARIO :	RECORD	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	FILE ACAD V1.3
		0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	FEB-99			BHP TINTAYA S.A. UBICACION: CUSCO - PERU	ESCALA :	ESCALA		AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99			DISEÑADO :		KSL		REVISION : 1	
								DIBUJADO :	KSL		PLANO Nº	ELEC-MOT-001
								REVISADO :	BHP			
								APROBADO :	BHP			



**NOTES:**

1. FIVE (5) RM-30 RTD. RELAYS ARE PROVIDED INSIDE AFD. CONNECT THREE (3) MOTOR PHASE RTD'S (ONE PER PHASE) AND TWO (2) BEARING RTD'S.
2. FOR AFD CONTROL SCHEMATIC REFER TO PDL ELECTRONIC DWG.#
3. TERMINATE ALL CABLE SHIELDS TO GROUND AT DRIVE END ONLY, OTHER END SHALL BE ISOLATED.

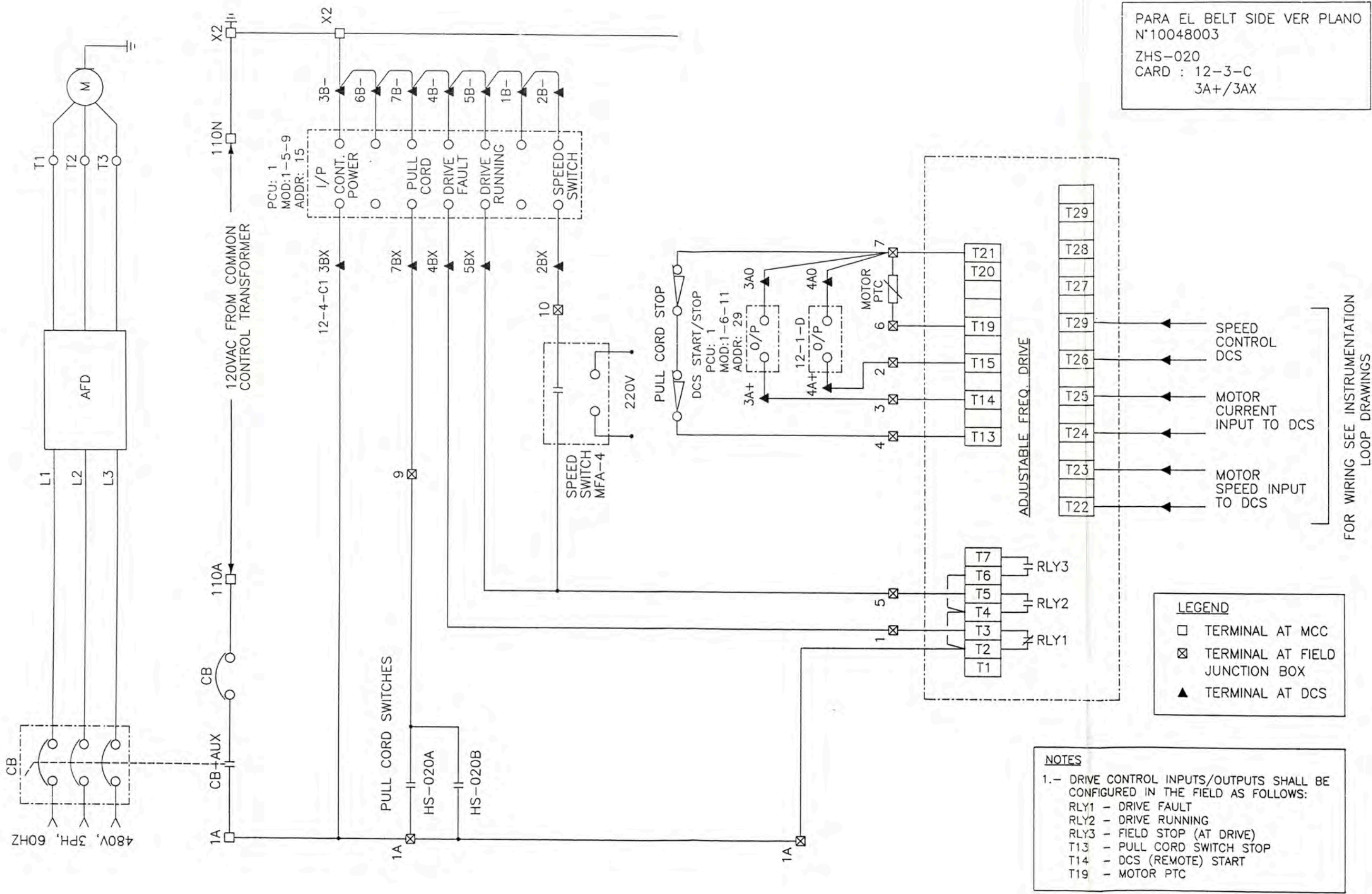
REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PROPIETARIO	RECORD DE INGENIERIA	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	ARCHIVO :	REV. :
									PLANO :	DIAG. INSTALACION ALAMBRICA BOMBA 1 - ALIMENTACION CICLON 36BMH006	ESCALA :
										PLANO No :	ELEC-MOT-016



**NOTES:**

1. FIVE (5) RM-30 RTD. RELAYS ARE PROVIDED INSIDE AFD. CONNECT THREE (3) MOTOR PHASE RTD'S (ONE PER PHASE) AND TWO (2) BEARING RTD'S.
2. FOR AFD CONTROL SCHEMATIC REFER TO PDL ELECTRONIC DWG.#
3. TERMINATE ALL CABLE SHIELDS TO GROUND AT DRIVE END ONLY, OTHER END SHALL BE ISOLATED.

REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PROPIETARIO	RECORD DE INGENIERIA	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	ARCHIVO :	REV. :
							DISEÑO :				FECHA :
						DIBUJO :			PLANO :	DIAG. E INSTALACION ALAMBRICA BOMJA 2 - ALIMENTACION CICLON 36BMH007	ESCALA :
						APROBACION :				PLANO No :	ELEC-MOT-017

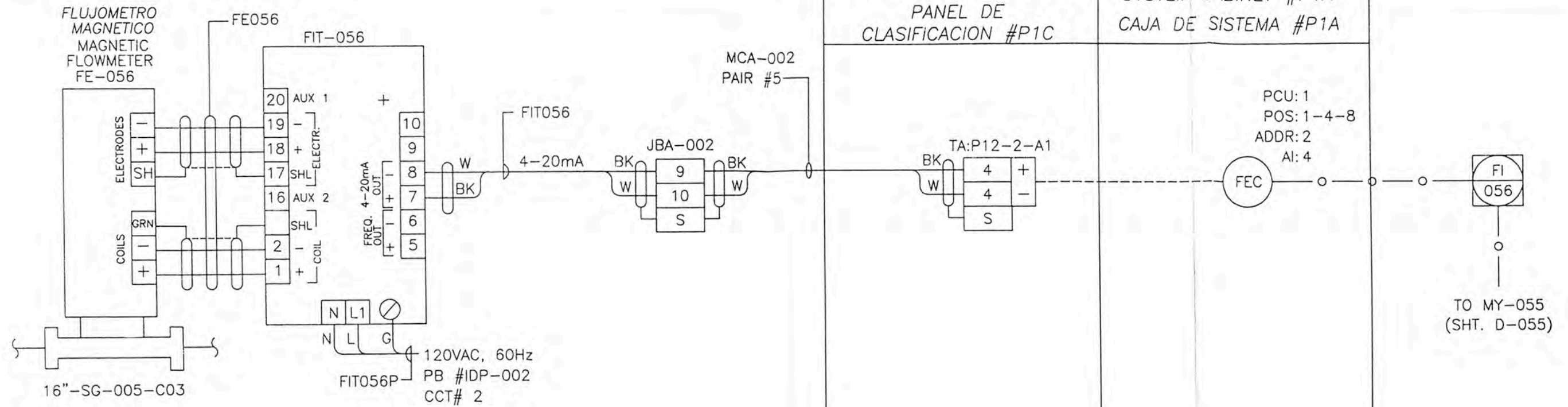


NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PROPIETARIO	RECORD DE INGENIERIA	FIRMA	FECHA	PROYECTO :	ARCHIVO :	REV. :	
					DISEÑO :						
					DIBUJO :						
					APROBACION :						
PLANO : DIAG. ESQUEMATICO TIPICO PARA ALIMENTADOR DE FAJA 7A 36FA-J002								ESCALA :	PLANO No : ELEC-MOT-018	0	

FIELD INSTRUMENTS  
INSTRUMENTOS DE CAMPO

ELECTRICAL ROOM  
CUARTO ELECTRICO

DCS  
SCD



NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	EHC-99		
1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO :

BHP TINTAYA S.A.

UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 1:1		
DISENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

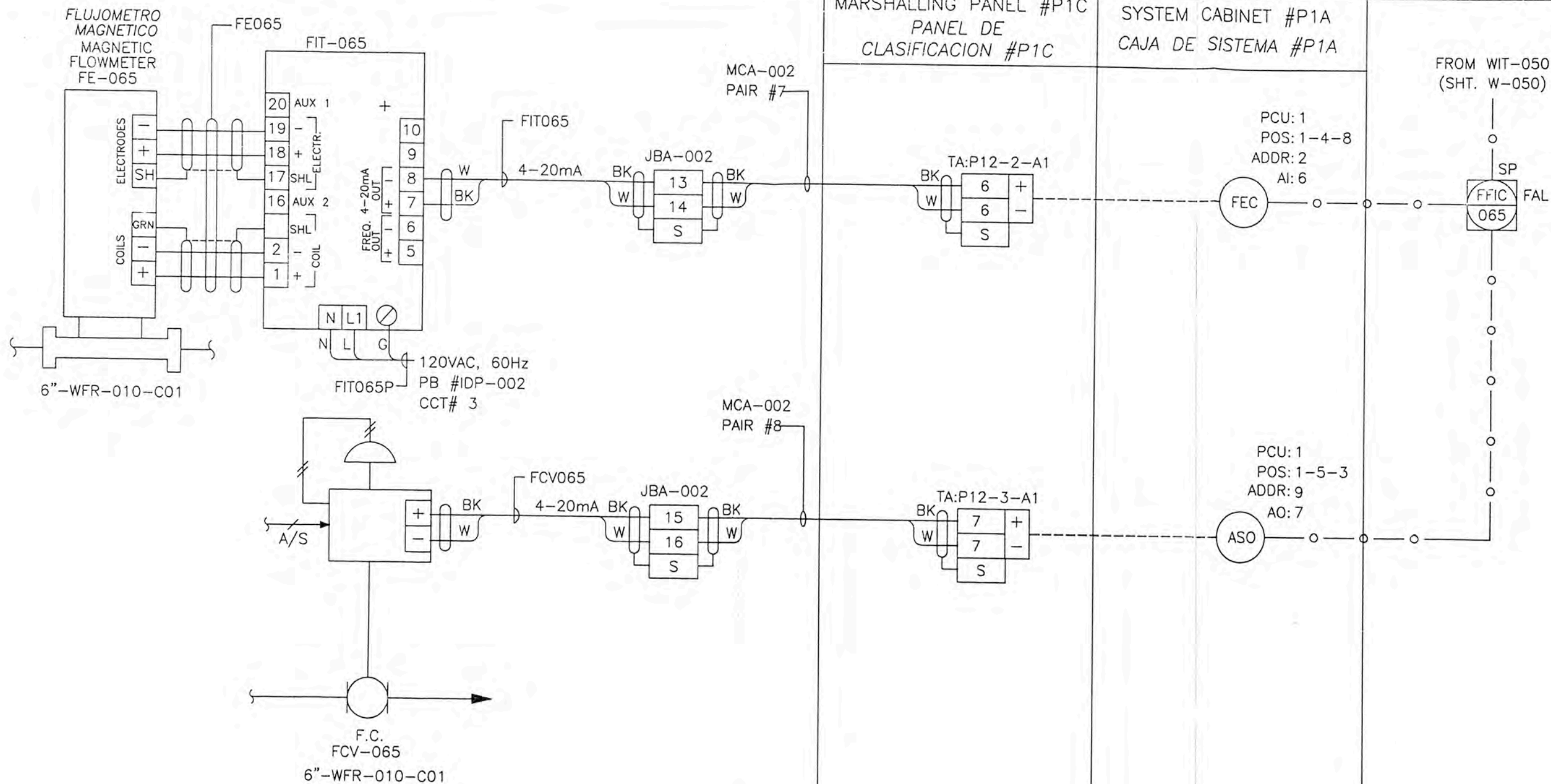
PROYECTO :	PLANO :
AMPLIACION MOLIENDA INGENIERIA DE DETALLE	INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL CICLONE FEED PUMPS DISCHARGE F-056

FILE ACAD V13
CAD FILE : 01/BHP/ETM
REVISION : 1
PLANO N° E-CINS-004

FIELD INSTRUMENTS  
INSTRUMENTOS DE CAMPO

ELECTRICAL ROOM  
CUARTO ELECTRICO

DCS  
SCD



REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
	A	EMITIDO PARA REVISION Y COMENTARIOS	BHP	SET-98		
	O	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	BHP	ENE-99		
	1	AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO :  
**BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 1:1		
DISENADO : KSL		
DIBUJADO : KSL		
REVISADO : BHP		
APROBADO : BHP		

PROYECTO :  
**AMPLIACION MOLIENDA  
INGENIERIA DE DETALLE**

PLANO :  
**INSTRUMENT DISTRIBUTION PANEL  
WATER TO BALL MILL  
F-065**

FILE ACAD V13
CAD FILE : 02\BHP\T.M
REVISION : 1
PLANO N° <b>E-CINS-005</b>



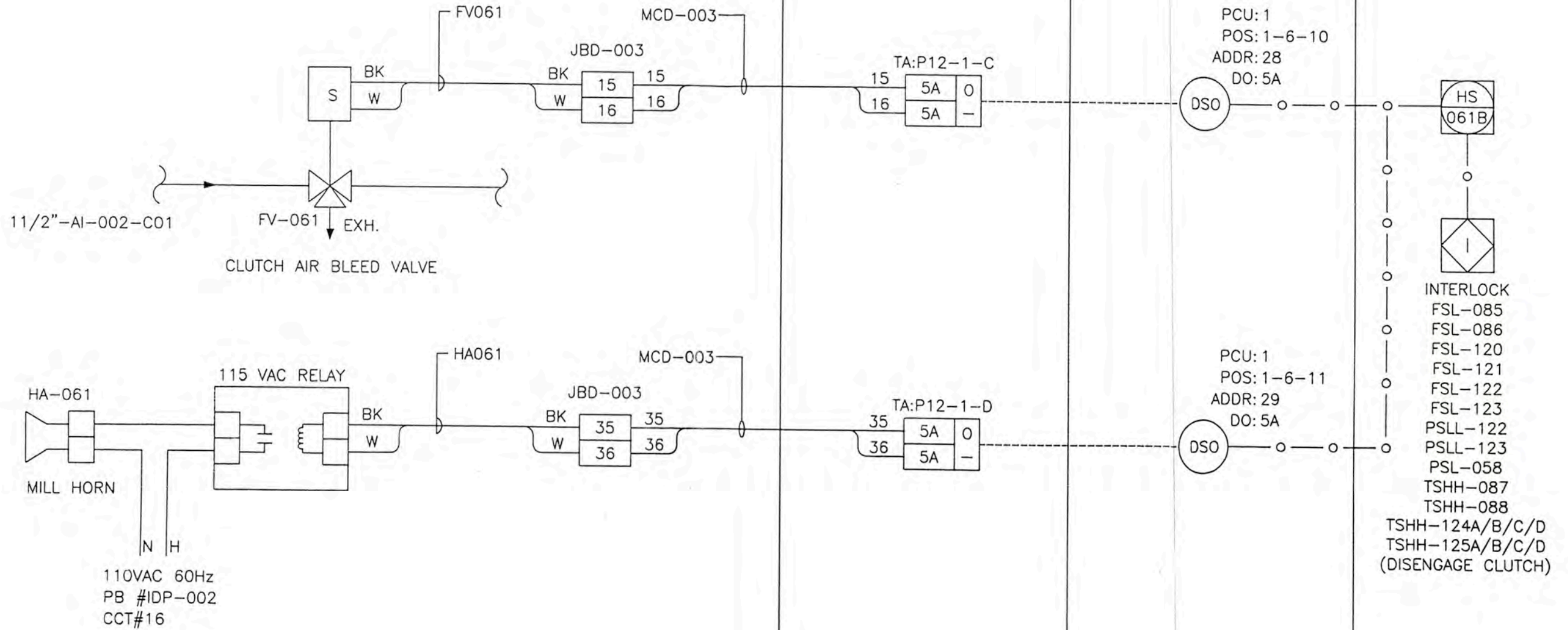
FIELD INSTRUMENTS  
INSTRUMENTOS DE CAMPO

ELECTRICAL ROOM  
CUARTO ELECTRICO

DCS  
SCD

MARSHALLING PANEL #P1C  
PANEL DE  
CLASIFICACION #P1C

SYSTEM CABINET #P1A  
CAJA DE SISTEMA #P1A



REVISION	NRO.	DESCRIPCION	APROBO	FECHA	PLANO	PLANOS DE REFERENCIA
1		AS BUILT	BHP	JUL-99		

PROPIETARIO : **BHP TINTAYA S.A.**  
UBICACION: CUSCO - PERU

RECORD	FIRMA	FECHA
ESCALA : 1:1		
DISENADO : KSL		NOV. 99
DIBUJADO : KSL		JAN. 99
REVISADO : BHP		JAN. 99
APROBADO : BHP		JAN. 99

PROYECTO : **AMPLIACION MOLIENDA  
INGENIERIA DE DETALLE**

PLANO : **AIR TO BALL MILL  
F-061**

FILE ACAD V13
CAD FILE : G:\DNGE\TM
REVISION : 1
PLANO N° <b>E-CINS-009</b>