

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“MONTAJE DE LA PLANTA DE TRITURACIÓN DE RODILLOS  
ABRASIVOS A ALTA PRESIÓN (HPGR) PARA LA PLANTA  
CONCENTRADORA DE SOUTHERN PERU COPPER  
CORPORATION EN LA MINA CUAJONE”**

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

**PRESENTADO POR**  
***JORGE ALBERTO CAVASSA GUZMÁN***

***PROMOCIÓN 2011-I***

**LIMA-PERU**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mis padres y muy en especial a mi madre Lilian Guzmán Gutiérrez quien estuvo conmigo en todo momento, a mi abuelita Rene Gutiérrez Chilet que con su cariño me dio fuerzas para cumplir mi meta, a mis hermanos Vanessa y Bruno quienes son mis mejores amigos, a ese gran grupo de compañeros y a las personas que ya no están a mi lado por cosas del destino pero siempre estarán en mi corazón mi tío Leonardo Guzmán Gutiérrez y mi mejor amigo Josué Hernández Espinoza, finalmente un eterno agradecimiento a mi Alma Mater la UNI.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 UBICACIÓN.....	8
1.3 ALTITUD Y CLIMA .....	8
1.4 OBJETIVO PRINCIPAL.....	9
1.5 OBJETIVOS SECUNDARIOS .....	9
1.6 ALCANCES .....	9
1.6.1 Estructuras.....	10
1.6.2 Obras Mecánicas .....	10
1.6.3 Obras Eléctricas .....	10
1.6.4 Obras de Instrumentación .....	10
1.7 LIMITACIONES .....	11
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>12</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA TRITURACIÓN CON RODILLOS A ALTA PRESIÓN .....	13
2.2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO HPGR.....	17
2.2.1 Unidad de cilindro.....	19
2.2.2 Unidad de cilindro móvil .....	19
2.2.3 Unidad de cilindro fijo.....	21
2.2.4 Distanciadores .....	22
2.2.5 Carcasa del cilindro.....	24
2.2.6 Instalación de engrase central.....	26
2.2.7 Sistema de engrase con calefacción .....	27
2.2.8 Accionamiento.....	28
2.2.9 Instalación hidráulica.....	28
2.2.10 Aparato de medición de desgaste .....	30
2.3 ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO HPGR.....	30
2.4 DESCRIPCIÓN DEL TRANSPORTE DE MINERAL MEDIANTE FAJAS TRANSPORTADORAS .....	32
2.4.1 Polea motriz.....	34
2.4.2 Polea no motriz.....	35
2.4.3 Tensores de Cinta.....	35
2.4.4 Rodillos.....	35
2.4.5 Cinta Transportadora.....	36
2.4.6 Bastidor de soporte de rodillos .....	38
2.4.7 Equipos de limpieza .....	38
2.5 ESPECIFICACIONES DE LAS FAJAS TRANSPORTADORAS.....	38
<b>CAPITULO III</b>	
<b>PLAN DE EJECUCIÓN DEL MONTAJE</b> .....	<b>45</b>
3.1 PLAZO DE OBRA.....	46

3.2	JORNADA DE TRABAJO.....	46
3.3	ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS.....	46
3.4	RESPONSABILIDADES .....	49
3.5	CONTROL Y SEGUIMIENTO DE OBRA .....	51
3.6	MONTAJE DEL MOLINO DE RODILLOS ABRASIVOS DE ALTA PRESIÓN. ....	52
3.6.1	<i>Documentos de referencia.</i> .....	52
3.6.2	<i>Recursos</i> .....	53
3.6.3	<i>Trabajos Previos al Montaje.</i> .....	55
3.6.4	<i>Montaje de estructura de mantenimiento</i> .....	56
3.6.5	<i>Montaje bastidor de fijación del equipo HPGR.</i> .....	57
3.6.6	<i>Montaje de Bloque de presión.</i> .....	58
3.6.7	<i>Montaje de rodillo móvil y fijo</i> .....	59
3.6.8	<i>Montaje tapas laterales y tapa superior.</i> .....	60
3.6.9	<i>Montaje Tolvas de descarga</i> .....	61
3.6.10	<i>Montaje de sistemas de accionamiento</i> .....	61
3.6.11	<i>Montaje de sistemas hidráulico-lubricación-refrigeración</i> .....	63
3.7	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	64
3.7.1	<i>Documentos de referencias.</i> .....	64
3.7.2	<i>Recursos</i> .....	65
3.7.3	<i>Trabajos Previos al Montaje.</i> .....	66
3.7.4	<i>Montaje de Pórticos</i> .....	68
3.7.5	<i>Montaje de vigas y arriostres</i> .....	69
3.7.6	<i>Montaje de galerías de fajas transportadoras</i> .....	69
3.7.7	<i>Montaje de plataformas y barandas</i> .....	74
3.7.8	<i>Touch up de pintura</i> .....	75
3.8	MONTAJE DE FAJAS TRANSPORTADORAS.....	75
3.8.1	<i>Documentos de referencias.</i> .....	75
3.8.2	<i>Recursos</i> .....	75
3.8.3	<i>Trabajos previos al montaje.</i> .....	77
3.8.4	<i>Montaje</i> .....	77
3.9	MONTAJE DE SILO DE ALMACENAMIENTO .....	81
3.9.1	<i>Documentos de referencia</i> .....	81
3.9.2	<i>Recursos</i> .....	82
3.9.3	<i>Trabajos Previos al Montaje.</i> .....	83
3.9.4	<i>Montaje del ensamble inferior</i> .....	85
3.9.5	<i>Montaje del anillo de refuerzo intermedio</i> .....	89
3.9.6	<i>Montaje del ensamble de la Tapa</i> .....	90
3.9.7	<i>Montaje de plataformas y barandas</i> .....	93
3.9.8	<i>Touch up de pintura</i> .....	93
3.10	SISTEMA DE ATERRAMIENTO .....	94
3.10.1	<i>Documentos de referencia</i> .....	94
3.10.2	<i>Recursos</i> .....	94
3.10.3	<i>Trabajos Previos</i> .....	96
3.10.4	<i>Replanteo</i> .....	96
3.10.5	<i>Tendido y Conexión de la red malla a tierra.</i> .....	97
3.10.6	<i>Construcciones de Pozos a Tierra</i> .....	98



3.10.7	<i>Soldaduras Exotérmicas</i> .....	99
3.10.8	<i>Pruebas de Resistencia de Puesta a Tierra</i> .....	101
3.11	<b>MONTAJE ELÉCTRICO E INSTRUMENTACIÓN</b> .....	103
3.11.1	<i>Documentos de referencia</i> .....	104
3.11.2	<i>Recursos</i> .....	104
3.11.3	<i>Requisitos Previos</i> .....	106
3.11.4	<i>Replanteo</i> .....	106
3.11.5	<i>Instalación de Soportes</i> .....	106
3.11.6	<i>Instalación de Bandejas</i> .....	107
3.11.7	<i>Instalación de conduit RGS</i> .....	110
3.11.8	<i>Tendido de cables de control e instrumentación</i> .....	111
3.11.9	<i>Tendido de cables de fuerza en media y baja tensión</i> .....	113
3.11.10	<i>Instalación de cables de fibra óptica y UTP</i> .....	119
3.11.11	<i>Instalación de tableros</i> .....	120
3.11.12	<i>Instalación de Luminarias y Tomacorrientes</i> .....	120
3.11.13	<i>Montaje de equipos electromecánicos</i> .....	121
3.11.14	<i>Montaje de instrumentos</i> .....	122

## CAPITULO IV

### **PLAN DE SEGURIDAD..... 124**

4.1	<b>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES</b> .....	124
4.2	<b>PLANIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR Y CONTROLAR LOS RIESGOS.</b> .....	127
4.2.1	<i>Análisis y control del riesgo.</i> .....	127
4.2.2	<i>Evaluación de riesgos</i> .....	128
4.2.3	<i>Elaboración de la matriz de riesgos.</i> .....	128
4.2.4	<i>Inventario de actividades críticas.</i> .....	128
4.2.5	<i>Análisis Seguro de Trabajo (AST).</i> .....	128
4.3	<b>IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE SEGURIDAD</b> .....	129
4.3.1	<i>Control de la documentación</i> .....	129
4.3.2	<i>Respuesta ante Emergencias.</i> .....	130
4.3.3	<i>Reporte de Actos y Condiciones Subestándares.</i> .....	133
4.3.4	<i>Inspecciones.</i> .....	133
4.3.5	<i>Observación de las tareas.</i> .....	135
4.3.6	<i>Calificación de la conducta preventiva</i> .....	135
4.3.7	<i>No Conformidades y Acciones Correctivas.</i> .....	136

## CAPITULO V

### **PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ..... 137**

5.1	<b>SISTEMA DE CONTROL DE DOCUMENTOS</b> .....	137
5.2	<b>GESTIÓN DE LOS RECURSOS</b> .....	138
5.2.1	<i>Recursos humanos</i> .....	138
5.2.2	<i>Equipos de producción directa</i> .....	140
5.2.3	<i>Equipos de inspección, medición y ensayo</i> .....	141
5.3	<b>REALIZACIÓN DEL PRODUCTO</b> .....	141
5.3.1	<i>Revisión del contrato</i> .....	141
5.3.2	<i>Compras</i> .....	142

5.3.3	<i>Manipulación, almacenamiento, embalaje, preservación y entrega</i> .....	142
5.3.4	<i>Desarrollo del proyecto / construcción</i> .....	143
5.3.5	<i>Control de calidad</i> .....	146
5.3.6	<i>Planes de puntos de inspección (PPI'S)</i> .....	147
5.4	<b>MEJORA CONTINUA</b> .....	147
5.4.1	<i>No conformidades</i> .....	147
5.4.2	<i>Acciones preventivas y correctivas</i> .....	147
5.4.3	<i>Auditorías internas</i> .....	148
5.4.4	<i>Medición de los procesos</i> .....	148
5.4.5	<i>Satisfacción del cliente</i> .....	149

## **CAPITULO VI**

<b>COSTO DE MONTAJE</b> .....	<b>150</b>
6.1 PRESUPUESTO .....	151
6.1.1 <i>Costos Directos</i> .....	151
6.1.2 <i>Costos Indirectos</i> .....	152
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>155</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>157</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>159</b>
<b>PLANOS</b> .....	<b>160</b>
<b>APÉNDICE</b> .....	<b>163</b>

## FIGURAS

<b>Figura 1.1:</b> Vista de planta del área de trabajo .....	6
<b>Figura 1.2:</b> Ubicación de áreas de trabajo en 3D-1.....	7
<b>Figura 1.3 :</b> Ubicación de áreas de trabajo en 3D-2.....	7
<b>Figura 1.4:</b> Ubicación de concentradora de mineral Cuajone.....	8
<b>Figura 2.1:</b> Esquema de funcionamiento del HPGR .....	14
<b>Figura 2.2:</b> Fragmentación de alta presión y proceso de rotura entre rodillos .....	15
<b>Figura 2.3:</b> Fragmentación entre partículas.....	16
<b>Figura 2.4:</b> Equipo de rodillos abrasivos de alta presión - HPGR.....	17
<b>Figura 2.5:</b> Vista frontal del equipo HPGR.....	18
<b>Figura 2.6:</b> Vista de perfil del equipo HPGR.....	18
<b>Figura 2.7:</b> Unidad de cilindro móvil.....	20
<b>Figura 2.8:</b> Unidad de cilindro fijo.....	21
<b>Figura 2.9:</b> Bastidor de cilindros .....	23
<b>Figura 2.10:</b> Carcasa del cilindro.....	25
<b>Figura 2.11:</b> Instalación hidráulica.....	29
<b>Figura 2.12:</b> Dimensiones iniciales del equipo.....	31
<b>Figura 2.13:</b> Partes de la faja transportadora.....	32
<b>Figura 2.14:</b> Perfil de faja CV-5A.....	39
<b>Figura 2.15:</b> Perfil de faja CV-5B.....	40
<b>Figura 2.16:</b> Perfil de faja CV-5C.....	41
<b>Figura 2.17:</b> Perfil de faja CV-5D.....	42
<b>Figura 2.18:</b> Perfil de faja CV-5E.....	43
<b>Figura 3.1 :</b> Frente 01 – Edificio de Chancado.....	47
<b>Figura 3.2 :</b> Frente 02 – Sistema de fajas y tolva de almacenamiento .....	48
<b>Figura 3.3 :</b> Frente 03 – Acometida eléctrica.....	49
<b>Figura 3.4:</b> Faja transportadora CV-5A .....	71
<b>Figura 3.5:</b> Faja transportadora CV-5B .....	72
<b>Figura 3.6:</b> Faja transportadora CV-5D .....	73
<b>Figura 3.7:</b> Faja transportadora CV-5E .....	74
<b>Figura 3.8 :</b> Silo de almacenamiento de 600 toneladas.....	84
<b>Figura 3.9:</b> Desarrollo de cono inferior .....	86
<b>Figura 3.10:</b> Desarrollo de casco.....	87
<b>Figura 3.11 :</b> Izaje del primer paquete – Silo de almacenamiento.....	88
<b>Figura 3.12:</b> Isométrico de transición.....	89
<b>Figura 3.13:</b> Anillo de refuerzo soldado al 1er paquete .....	90
<b>Figura 3.14:</b> Refuerzo de techo del silo .....	91
<b>Figura 3.15 :</b> Izaje del segundo paquete – Silo de almacenamiento.....	93
<b>Figura 3.16 :</b> Prueba de resistencia de puesta a tierra .....	103
<b>Figura 3.17 :</b> Orden de los cables en función a la ubicación del destino.....	117
<b>Figura 3.18 :</b> Ingreso típico de cables de una bandeja vertical a una horizontal..	117

## TABLAS

<b>Tabla 2.1</b> : Partes del equipo HPGR .....	19
<b>Tabla 2.2</b> : Partes de la unidad de cilindro móvil.....	21
<b>Tabla 2.3</b> : Partes de la unidad de cilindro fijo .....	21
<b>Tabla 2.4</b> : Partes del bastidor de cilindros .....	24
<b>Tabla 2.5</b> : Partes de la carcasa del cilindro .....	25
<b>Tabla 2.6</b> : Partes de la instalación hidráulica .....	30
<b>Tabla 2.7</b> : Estado nuevo de los cilindros .....	31
<b>Tabla 2.8:</b> Especificaciones de diseño Faja CV-5A .....	39
<b>Tabla 2.9:</b> Especificaciones de diseño Faja CV-5B .....	40
<b>Tabla 2.10:</b> Especificaciones de diseño Faja CV-5C .....	41
<b>Tabla 2.11:</b> Especificaciones de diseño Faja CV-5D.....	42
<b>Tabla 2.12:</b> Especificaciones de diseño Faja CV-5E .....	43
<b>Tabla 3.1:</b> Partes de cono inferior según Figura 3.9.....	85
<b>Tabla 3.2:</b> Partes del casco según Figura 3.10 .....	87
<b>Tabla 3.3</b> : Colores para identificación de fases.....	113
<b>Tabla 4.1</b> : Matriz de riesgos .....	128
<b>Tabla 5.1</b> : Procedimientos Generales.....	143
<b>Tabla 5.2</b> : Procedimientos de Mecánica y Estructuras .....	143
<b>Tabla 5.3:</b> Procedimientos de Electricidad .....	144
<b>Tabla 5.4</b> : Procedimientos de Instrumentación .....	146
<b>Tabla 6.1</b> : Resumen de presupuesto .....	154

## PRÓLOGO

En el capítulo I, se desarrolla la introducción al presente informe, describiendo los antecedentes, ubicación, altitud y clima del proyecto, se detalla el objetivo principal y objetivos secundarios, luego se definen los alcances por especialidad involucrada y las limitaciones.

En el capítulo II, se describe el proceso de molienda con rodillos a alta presión, luego se describe al equipo HPGR detallando sus componentes y funcionamiento, se indican las especificaciones del equipo HPGR principal a montar, luego se describe el transporte del mineral mediante fajas transportadoras detallando los componentes principales y finalmente se detallan las especificaciones de las fajas transportadoras a montar.

En el capítulo III, se describe el plan de ejecución del montaje señalando el plazo de obra, jornada de trabajo, la estrategia para la ejecución de trabajos por frentes, responsabilidades, el control y seguimiento de obra. Luego se describen los procedimientos para el montaje de la planta de molienda de rodillos abrasivos de alta presión, detallando en estos los documentos de referencia, recursos, trabajos previos y los propios trabajos de montaje.

En el capítulo IV, se desarrolla el plan de seguridad a implementar en el proyecto indicando las funciones y responsabilidades, la planificación para la identificación y control de riesgos y finalmente describe la implementación y operación del sistema de seguridad.

En el capítulo V, se describe el plan de gestión de la calidad aplicado al proyecto según la norma ISO-9001:2008, indicando el sistema de control de documentos, la gestión de recursos, la realización del producto y la mejora continua.

En el capítulo VI, se describen los costos del montaje detallando las partidas del proyecto, luego se desarrolla el detalle de los costos directos e indirectos, finalmente se presenta el resumen de la propuesta económica.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Cuajone es la principal mina de cobre del departamento de Moquegua y una de las más grandes del país, consta de una mina a tajo abierto y una concentradora. La mina está ubicada a 30 kilómetros al Nor-Este de Moquegua y a 840 kilómetros de Lima. El depósito está localizado en la franja oeste de la Cordillera Occidental en la parte sur de los Andes Montañosos del Perú, en el Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto entre las elevaciones 3395 - 3416 m.s.n.m.

La empresa minera Southern Copper Corporation posee los derechos sobre el yacimiento de Cuajone, operada a tajo abierto, además de dos depósitos adicionales conocidos, Toquepala y Quellaveco. En 1970 se inició la remoción del material de recubrimiento y en 1976 se inició la producción del mineral en la planta concentradora. La concentradora posee una capacidad de producción de 87,000 toneladas por día; las operaciones son controladas por sistemas de monitoreo computarizado de última generación. Cuenta con los siguientes equipos principales: Una chancadora primaria, tres chancadoras secundarias, siete chancadoras

terciarias, once molinos de bola primarios, cuatro molinos de bola para el retriturado del concentrado grueso, un molino vertical para retriturado de concentrado grueso, treinta celdas de 100 pies cúbicos para flotación gruesa, cuatro celdas de 160 pies cúbicos para flotación gruesa, cinco celdas de 60 pies cúbicos para el circuito de barrido y limpieza, seis celdas de 1,350 pies cúbicos para el circuito de barrido y limpieza, catorce celdas de 300 pies cúbicos para el circuito de barrido y limpieza, ochos celdas columna, una filtro de prensa Larox, una filtro de prensa FLS Smith, dos espesadores de concentrados de cobre-molibdeno y de cobre, tres espesadores de relaves, un espesador de relaves de alta capacidad, y seis bombas para reciclar el agua recuperada.

El proceso productivo de la concentradora se inicia con el arribo del material con una ley de cobre de más de 0.35% transportado en vagones y se envía al circuito de molienda, donde gigantescas chancadoras rotatorias reducen el tamaño de las rocas a aproximadamente media pulgada. El mineral es luego enviado a los molinos de bolas, que muelen la roca hasta la consistencia de un polvo fino. El polvo finamente molido se agita en una solución de agua y reactivos y luego se transporta a las celdas de flotación. Se bombea aire hacia las celdas para producir espuma que hace flotar los minerales de cobre y molibdeno, pero separando el material residual, llamado relave. Luego, este concentrado de cobre y molibdeno es tratado mediante flotación inversa, que hace que el molibdeno flote y que el cobre se hunda. Luego el concentrado de cobre es enviado por ferrocarril a la fundición de Ilo y el concentrado de molibdeno es empacado para ser enviado a nuestros clientes. Los sulfuros que tienen un contenido de cobre menor que 0.35% se consideran desmonte. Los relaves se envían a los espesadores donde se recupera el agua. Los relaves restantes se envían a la represa Quebrada Honda que es la



instalación principal de almacenamiento de relaves de Southern Perú Copper Corporation (En adelante SPCC).

A partir del 2011 el mineral producido en la mina Cuajone muestra incrementos de dureza y decrementos de ley de cobre (bajo porcentaje de cobre en la roca) generando la reducción paulatina en la producción de la Concentradora Botiflaca en los próximos 15 años.

La producción de cobre se verá afectada por el menor tonelaje diario por lo cual la empresa minera como solución al problema desarrolló el proyecto para optimizar el proceso de chancado mejorando la recuperación de cobre con un material triturado más fino a fin alcanzar una capacidad de producción de 90 000 toneladas por día generando ahorros en costos de producción y reducción en el consumo de energía en el proceso de trituración, para ello se requiere instalar un equipo de Rodillos Abrasivos de Trituración a Alta Presión (HPGR), estructuras auxiliares y sistema de fajas transportadoras adyacentes al actual Edificio de Chancado Secundario y Terciario, para luego acoplarlo al sistema actual de chancado como nuevo circuito según Figura 1.1, formando parte del Proyecto "Obras Civiles y Montaje Electromecánico para la Instalación del Equipo HPGR y Sistema de Fajas para la Planta Concentradora de Cuajone", actualmente ejecutado por la empresa Cosapi S.A. y en etapa de pruebas por parte de SPCC.

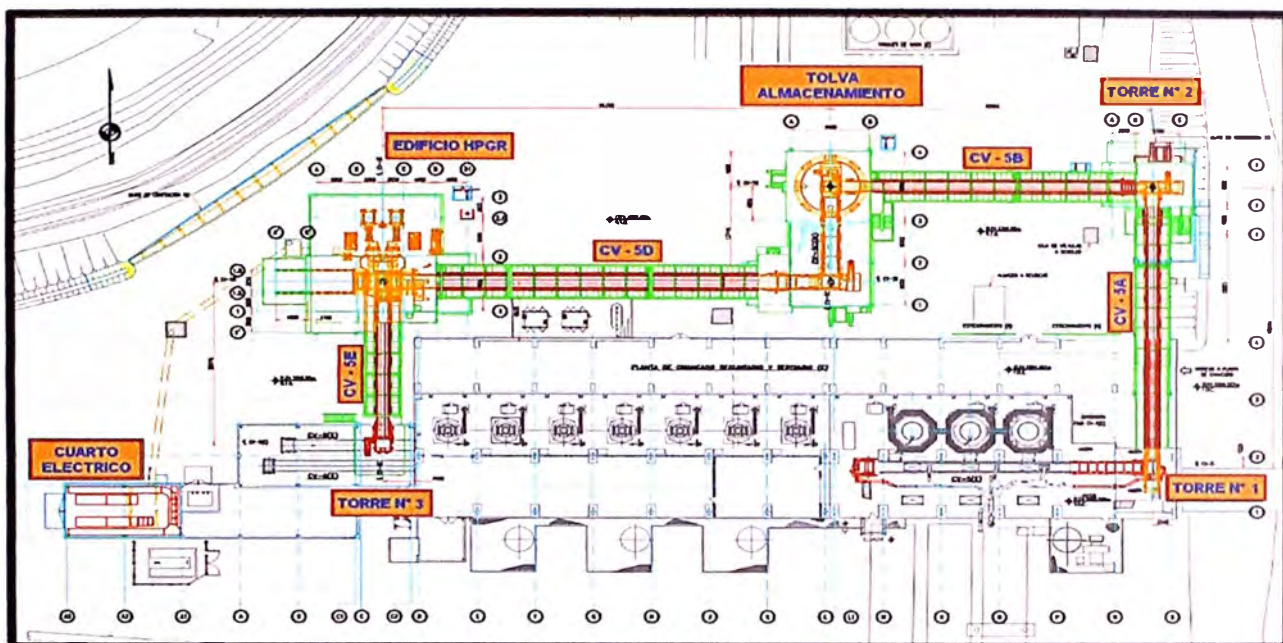


Figura 1.1: Vista de planta del área de trabajo

La alimentación del nuevo circuito de trituración se inicia en la faja transportadora existente CV-5, según Figura 1.2; continúa por la faja transportadora CV-5A, para lo cual es necesario la construcción de la Torre de Transferencia N°1 y Torre de Transferencia N°2; la transferencia es a la faja transportadora CV-5B que alimenta la Tolva de almacenamiento de 600 toneladas, que es soportado por un edificio y a su vez incluye el alimentador CV-5C; según la Figura 1.3, continúa por la faja transportadora CV-5D el cual alimenta al equipo HPGR y el producto es entregado a través de la faja transportadora CV-5E a la faja transportadora CV-9 existente continuando el proceso productivo.

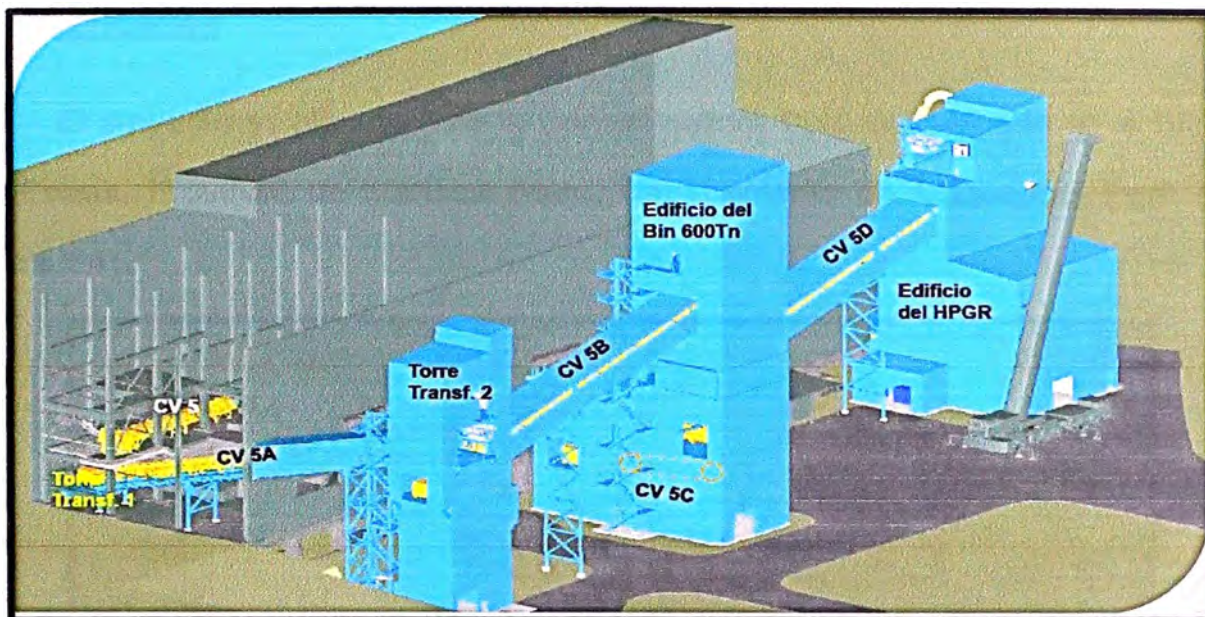


Figura 1.2: Ubicación de áreas de trabajo en 3D-1

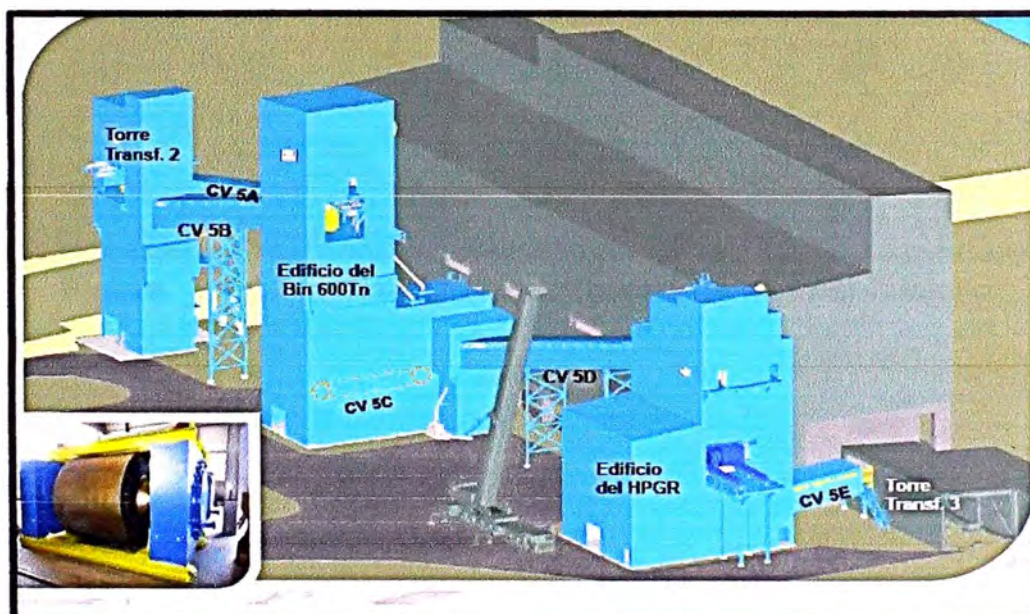


Figura 1.3 : Ubicación de áreas de trabajo en 3D-2



## 1.2 Ubicación

El proyecto se ejecutará en la Concentradora Cuajone, ubicado en el Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Departamento de Moquegua, Perú (Ver figura 1.4).



**Figura 1.4:** Ubicación de concentradora de mineral Cuajone

## 1.3 Altitud y clima

### Datos de la Zona

Ubicación	:	Cuajone, Perú
Elevación	:	3416 m.s.n.m (promedio)
Zona Sísmica	:	4 UBC

### Clima (Periodo: Diciembre a Marzo)

Temperatura del Aire	:	-2 a 26 Rango °C
----------------------	---	------------------

Humedad Relativa	44%
Velocidad del Aire Máxima	27 km/h
Precipitación Anual Promedio	127 mm

#### **1.4 Objetivo principal**

El objetivo principal del presente informe de competencia profesional es realizar el montaje de la planta de trituración de rodillos abrasivos a alta presión (HPGR) para la planta concentradora de Southern Perú Copper Corporation en la mina Cuajone.

#### **1.5 Objetivos secundarios**

- Definir los procedimientos del montaje del equipo HPGR, estructuras, fajas transportadoras, silo de almacenamiento, montaje eléctrico e instrumentación.
- Establecer el plan de seguridad
- Establecer el plan de calidad.
- Establecer los costos del montaje.

#### **1.6 Alcances**

El presente informe de suficiencia comprende trabajos de montaje de estructuras, mecánico, eléctrico y de instrumentación los cuales comprende las siguientes actividades detalladas a continuación:

### **1.6.1 Estructuras**

Comprende los montajes del edificio HPGR, edificio de silo de almacenamiento, torre de transferencia N°1, torre de transferencia N°2, torre de transferencia N°3 y galerías de las fajas transportadoras CV-5A, CV-5B, CV-5C, CV-5D y CV-5E.

### **1.6.2 Obras Mecánicas**

Comprende el montaje del Equipo HPGR y la instalación del equipo propiamente y sus sub-sistemas; esto se realizará con la supervisión permanente del proveedor del equipo. Montaje del sistema de fajas transportadoras, alimentador de fajas y silo de almacenamiento.

### **1.6.3 Obras Eléctricas**

Comprende el montaje e instalación de equipos eléctricos en media y baja tensión como son motores, variadores de frecuencia (VFD), centro de control de motores (MCC), tableros de distribución de 480/220-110 VAC, transformadores de 30 KVA, botoneras, luminarias 480/120 VAC y tomacorrientes 480/220/120 VAC. Montaje de bandejas eléctricas y tuberías (PVC y R.G.S.) incluyendo accesorios. Cableado de conductores de fuerza y control incluyendo accesorios. Instalación del sistema de aterramiento con la construcción de la malla y pozo a tierra (cemento conductor).

### **1.6.4 Obras de Instrumentación**

Comprende el montaje de todos los instrumentos sin incluir los del sistema de lubricación e hidráulico en el equipo HPGR. Tendido de tubería conduit,

cableado y conexionado de cables de control, alimentación de todos los instrumentos y equipos del HPGR hacia el gabinete de control. Montaje de instrumentación para las fajas transportadoras CV 5A, CV 5B, CV 5C, CV 5D, CV 5E y tolva de almacenamiento. En el área de subestación eléctrica Botiflaca incluye el tendido de cable para la comunicación de datos por Ethernet hacia el gabinete de comunicación. En la sala de control CP2 comprende el tendido de tubería conduit y cableado de fibra óptica desde el gabinete de comunicación hasta el gabinete ubicado en CP2 (sala de control de chancado secundario y terciario), por las bandejas existentes.

### **1.7 Limitaciones**

- El informe no considera la ingeniería ni la fabricación de las partes.
- No se consideran las obras civiles.
- No se considera el montaje del sistema de colectores de polvos, sistema contra incendios, sistema de aire de instrumentación y aire acondicionado en la sala eléctrica.
- Se considera que el suministro de materiales es del mismo SPCC.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

El proceso de trituración es una operación unitaria que se encarga de reducir el tamaño de partículas hasta un tamaño deseado para un proceso específico en el caso de trituración se prepara el material para el proceso de molienda. Para la obtención de la máxima eficiencia en el proceso de trituración se requiere aplicar la energía de la forma más directa sobre las partículas buscando reducir el consumo de energía y costos de operación. Por ello surge como alternativa la tecnología de rodillos de trituración de alta presión a inicios del siglo XX estudiado por el profesor Klaus Schonert.

La aplicación de esta tecnología se dio inicialmente en la industria del cemento (1985-1986), luego en la industria del diamante (1987) obteniendo resultados positivos. Con los estudios realizados se desarrollaron nuevos materiales para el revestimiento de los rodillos permitiendo su aplicación en la industria de los minerales de hierro, del oro y cobre (a partir de 1994).

Actualmente en el Perú se viene aplicando esta tecnología en la industria de los minerales del cobre iniciando en Cerro Verde (2006) con el montaje de cuatro equipos HPGR en la etapa de chancado terciario y actualmente en el proyecto de



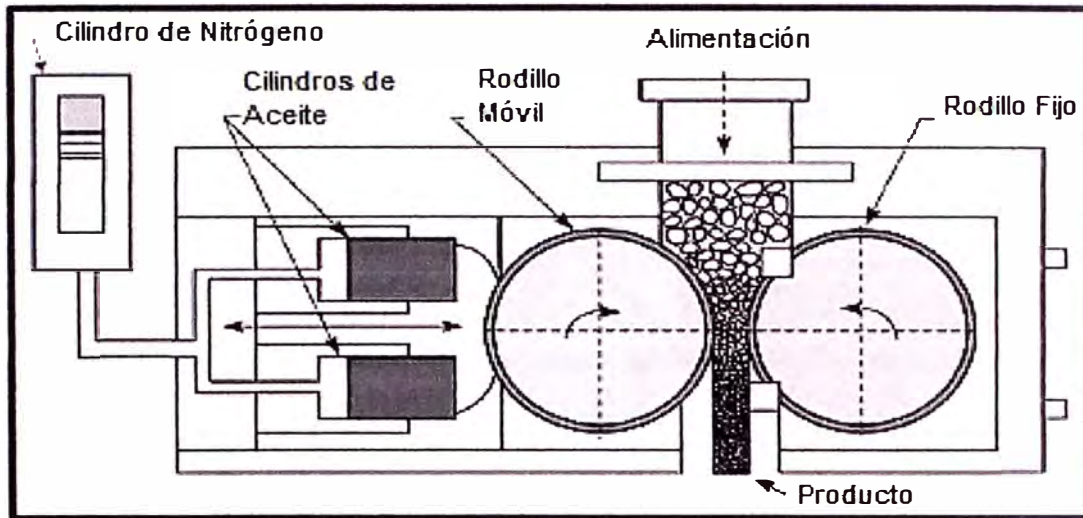
optimización del proceso productivo en la mina Cuajone de SPCC instalando un equipo HPGR.

## **2.1 Descripción de la trituración con rodillos a alta presión**

El material triturado a alta presión se obtiene por medio de un tipo avanzado de rodillo abrasivo. Contrariamente a los rodillos convencionales para triturado las partículas se rompen por compresión en un lecho de partículas relleno y por medio del prensado directo de las partículas entre los dos rodillos.

Este lecho de partículas se crea por presión entre dos rodillos de rotación opuesta. La presión es aplicada sólo a uno de los rodillos mediante un sistema hidro-neumático mientras que el otro se mantiene en una posición fija dentro del marco. El marco del rodillo libre, sobre el cual se aplica la presión, desliza sobre una superficie de teflón y su movimiento está gobernado por las fuerzas que actúan tanto desde la superficie del mineral como del sistema de aplicación de presión ver Figura 2.1.

La alimentación se realiza por medio de un chute ubicado en la parte superior de los rodillos, el cual se encuentra revestido con materiales de alta resistencia a la abrasión, y que además está equipado con un sistema de control de nivel, de modo de asegurar la formación de un lecho de partículas continuo en la zona de trituración ver Figura 2.1.



**Figura 2.1:** Esquema de funcionamiento del HPGR

Entre estos rodillos, se presiona un lecho de partículas a una densidad de hasta aproximadamente el 85% de la densidad real del material. Esta compactación se obtiene por medio de la aplicación de una alta presión hasta casi 300 MPa; un proceso que excede la fuerza de compresión del material de alimentación. Durante este proceso de compactación el material se tritura con una distribución de amplio tamaño de partículas y con una gran proporción de materiales finos, compactados en escamas.

El proceso de rotura se puede contemplar en dos etapas diferentes ver Figura 2.2. En la primera etapa Zona A, el material que ingresa al espacio ubicado entre los rodillos se somete a una aceleración para alcanzar la velocidad de rodillo periférica. Como resultado del estrechamiento entre los rodillos, el material se compacta en forma gradual y las piezas y partículas más grandes se someten a un proceso de triturado previo. Además, se manifiesta un cierto grado de reordenamiento de partículas, que llenan los espacios libres presentes entre partículas. En la siguiente

etapa el material sometido a un triturado previo ingresa a una zona de compactación (Zona C).

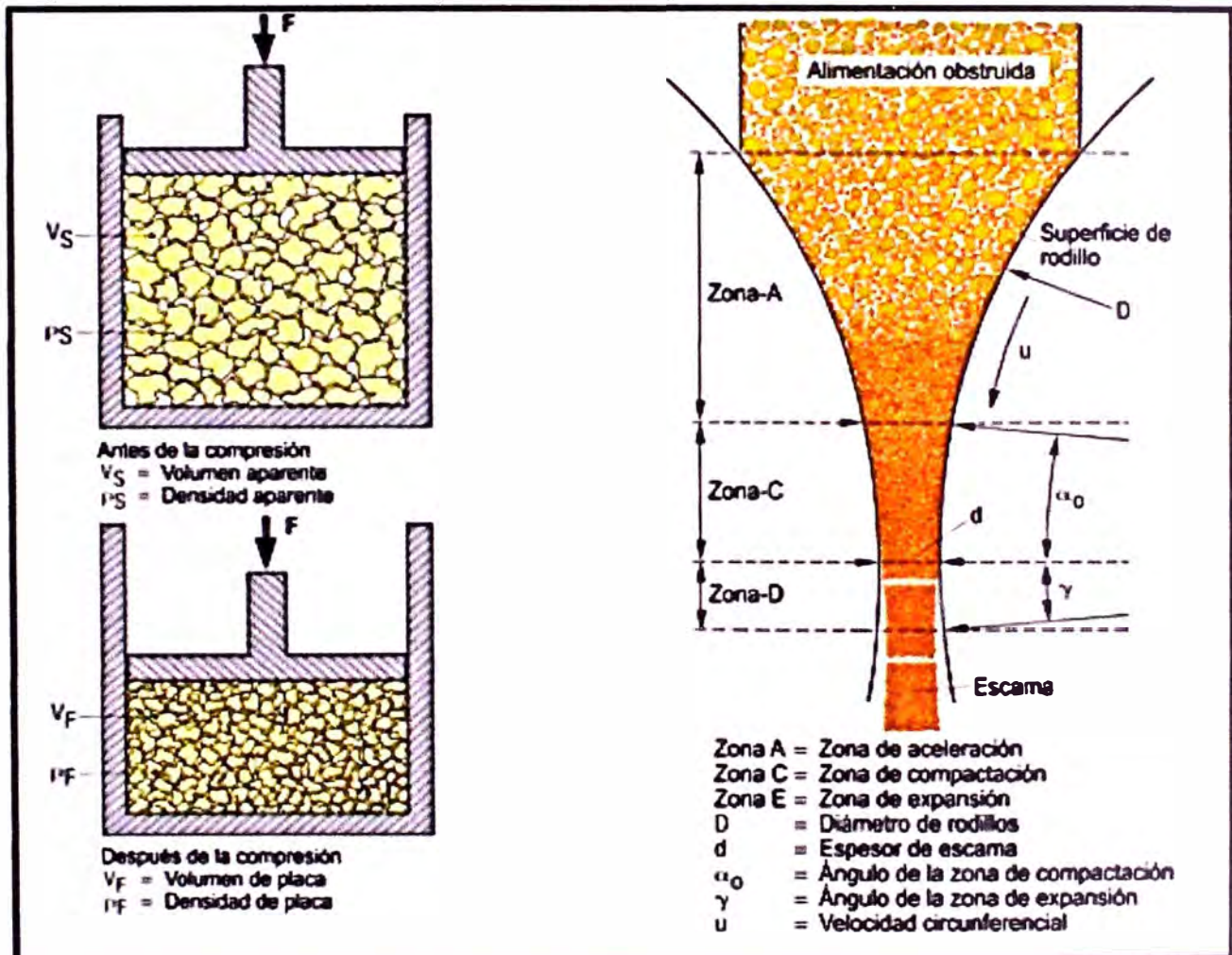
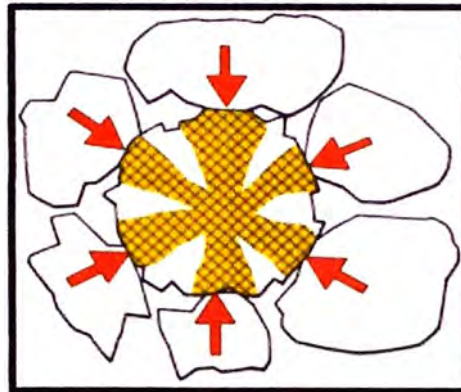


Figura 2.2: Fragmentación de alta presión y proceso de rotura entre rodillos

La zona de compactación involucra un espacio entre los rodillos definida por un sector que posee un ángulo de aproximadamente  $7^\circ$ . En esta zona de compactación se aplica la presión. La fuerza de presión actúa principalmente sobre todas las partículas que atraviesan la zona de compactación, a través de contactos de puntos múltiples entre las partículas en el lecho de compactación. Esto da como resultado la desintegración de la mayor parte de las partículas ver Figura 2.3.



**Figura 2.3:** Fragmentación entre partículas

Durante el proceso, se generan microfisuras dentro de las partículas y esto da como resultado el debilitamiento de dichas partículas para la siguiente etapa de molienda. La presión que se ejerce sobre un lecho de partículas reduce el desgaste debido a que el procedimiento principal de molienda no se produce entre la superficie del rodillo y el material, sino que tiene lugar entre las partículas de material dentro del lecho de partículas.

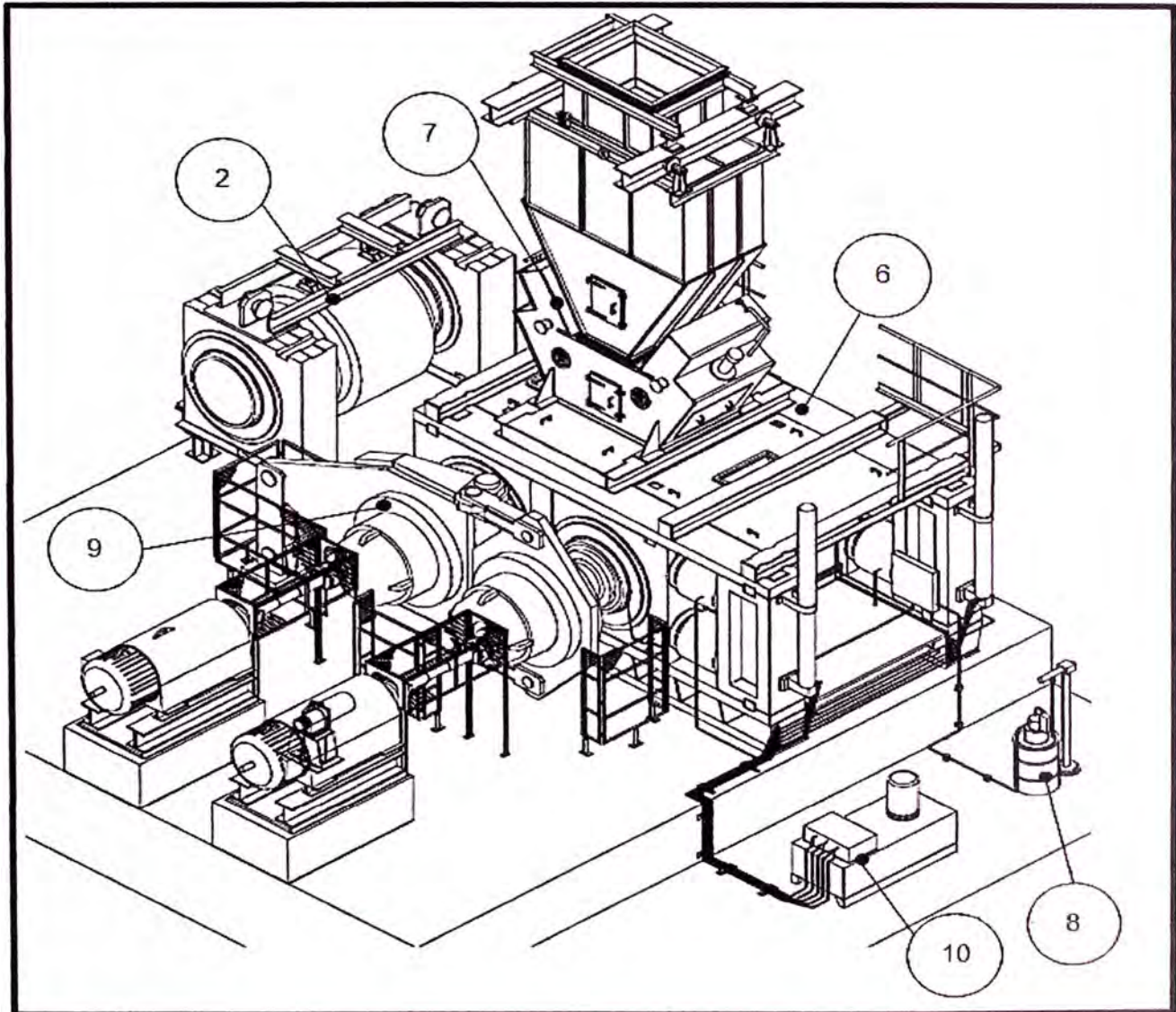
El rendimiento de un HPGR depende de la capacidad de los rodillos de arrastrar el material de alimentación hacia el espacio ubicado entre los rodillos (fricción de la superficie de rodillo), de las características del material de alimentación (por ejemplo, cohesión interna, humedad) y de las condiciones de funcionamiento (por ejemplo la velocidad del rodillo, condiciones de la alimentación obstruida).

La fricción de la superficie de rodillo se puede incrementar por medio de la aplicación de una textura de superficie articulada a los rodillos, tal como patrones en forma de V invertida o bien estoperoles insertados de metal duro que sobresalen algunos milímetros por encima de la superficie del rodillo.



## 2.2 Descripción del equipo HPGR

A continuación se describen las partes fundamentales del equipo HPGR.



**Figura 2.4:** Equipo de rodillos abrasivos de alta presión - HPGR

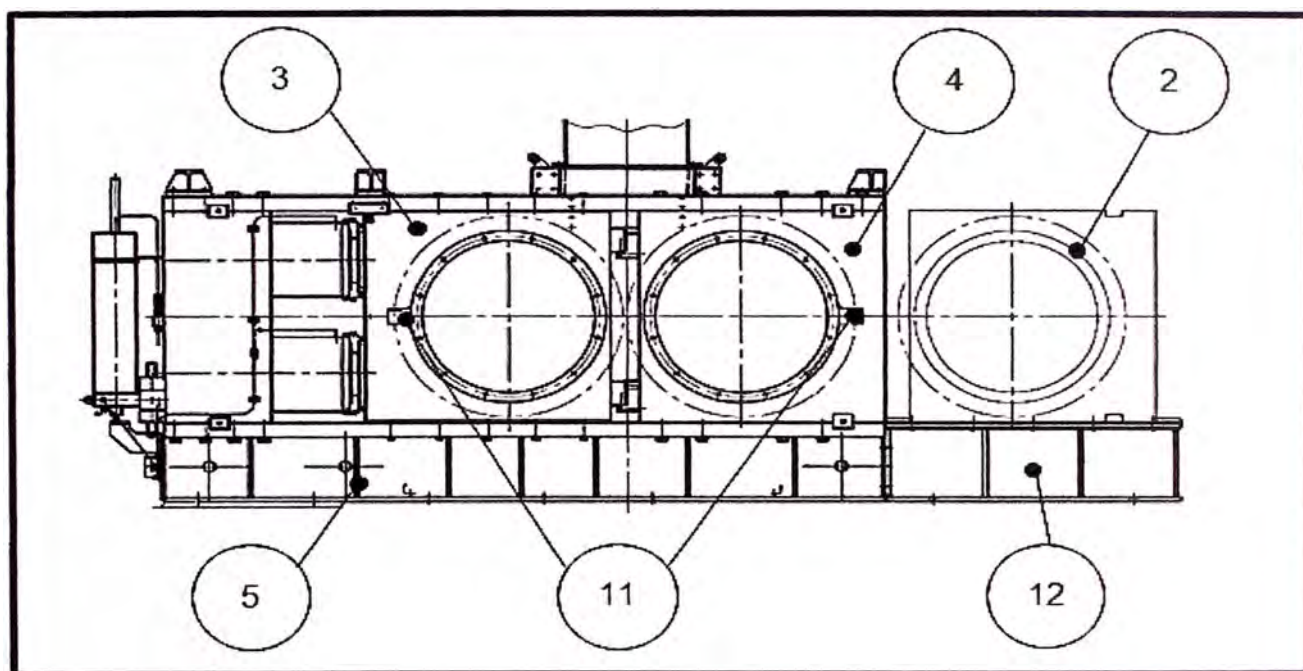


Figura 2.5: Vista frontal del equipo HPGR

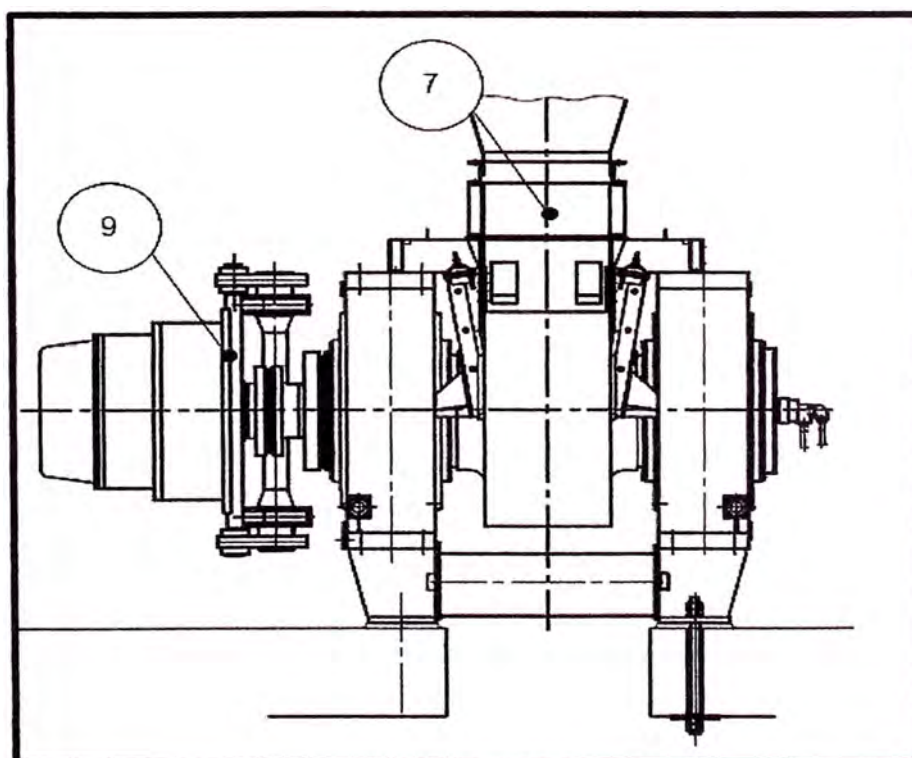


Figura 2.6: Vista de perfil del equipo HPGR

**Tabla 2.1 : Partes del equipo HPGR**

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>
2	Unidad de cilindro
3	Unidad de cilindro móvil
4	Unidad de cilindro fijo
5	Bastidor de cilindros
6	Carcasa del cilindro
7	Alimentación de material a moler
8	Instalación de engrase central
9	Accionamiento
10	Instalación hidráulica
11	Aparato de medición de desgaste
12	Dispositivo de montaje
13	Dispositivo de transporte y de depósito

### **2.2.1 Unidad de cilindro**

La unidad de cilindro se compone del cilindro, del apoyo, de los bloques de cojinete y de las juntas de cojinete. La unidad de cilindro está concebida de forma que se puede emplear como unidad de cilindro móvil o como unidad de cilindro fijo.

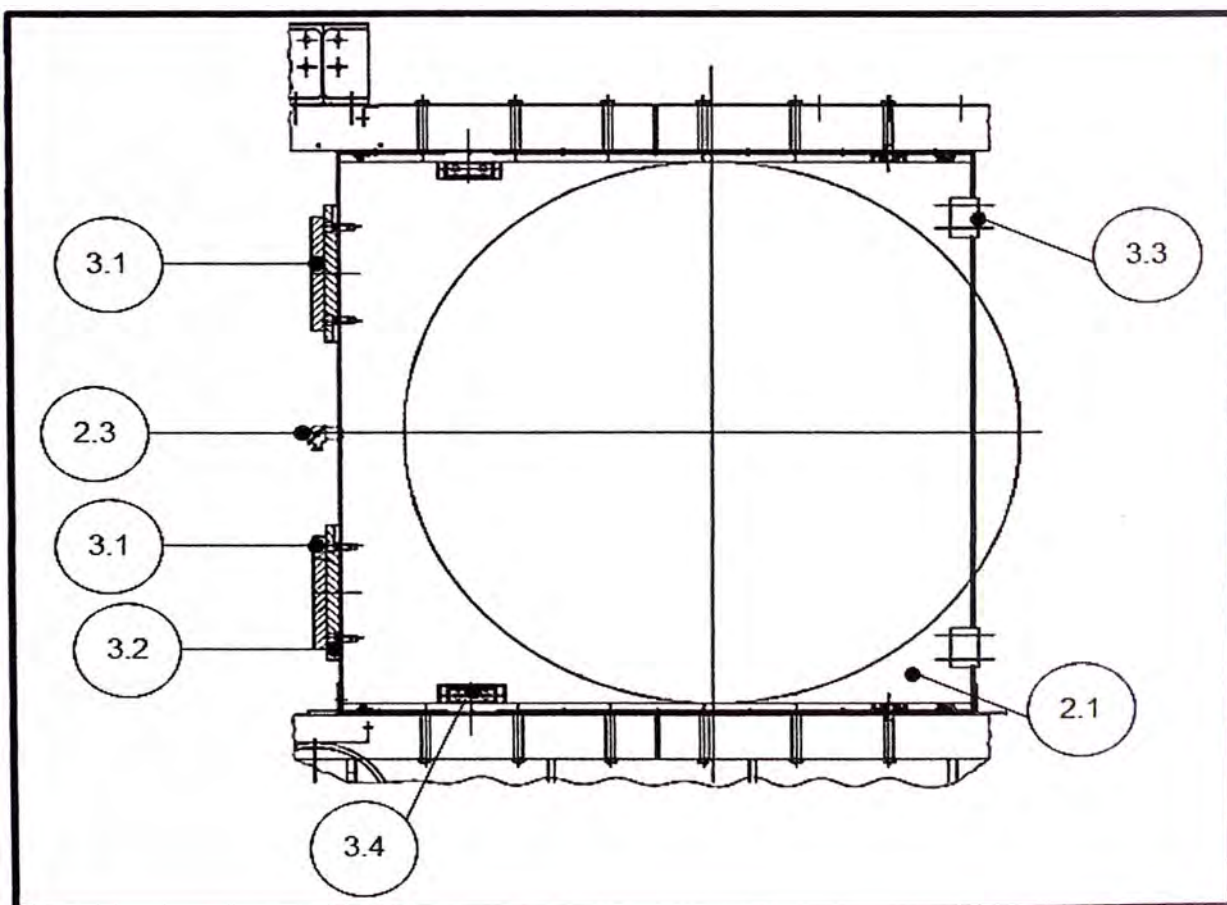
### **2.2.2 Unidad de cilindro móvil**

En la unidad de cilindro móvil (Ver figura 2.7 y tabla 2.2) los bloques de cojinete se deslizan sobre los carriles de guía en el bastidor de cilindros (Ver figura 2.9 y tabla 2.4). Los carriles de guía son de un material con buenas propiedades deslizantes y están protegidos contra la entrada de polvo por la junta. Mediante las placas de presión, con sus superficies bonificadas, la fuerza de molienda se transmite desde el cilindro de émbolo buzo (Ver figura 2.11 y tabla 2.6) a los bloques de cojinete y, con ello, al cilindro.



Al aumentar el desgaste en los cilindros, las placas de presión (Ver figura 2.7 y tabla 2.2) deben calzarse con placas de compensación (Ver figura 2.7 y tabla 2.2), para poder aprovechar de nuevo la carrera completa de los cilindros de émbolo buzo sólo en desplazamientos por desgaste mayor a 10 mm.

Al mismo tiempo, deben extraerse placas de separación (Ver figura 2.7 y tabla 2.2) de la misma altura de debajo de los cilindros de retroceso (Ver figura 2.10 y tabla 2.5).



**Figura 2.7:** Unidad de cilindro móvil

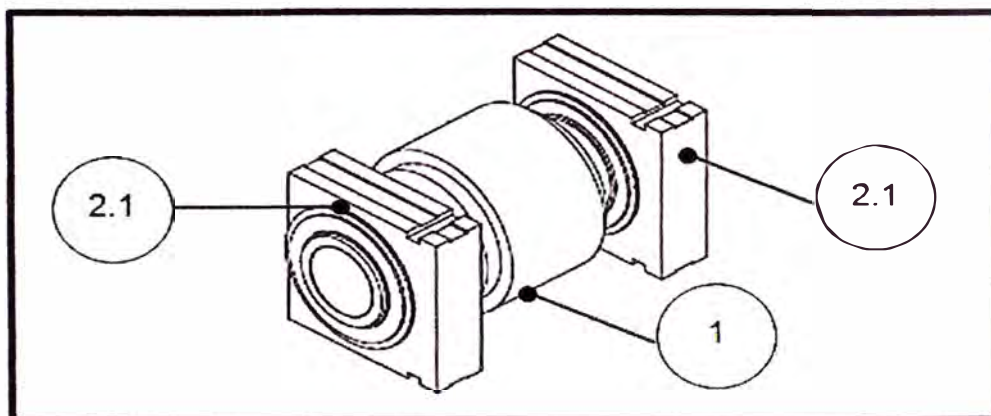


**Tabla 2.2 : Partes de la unidad de cilindro móvil**

N°	Nombre
2.1	Bloque de cojinete
2.3	Detector de temperatura
3.1	Placa de presión Bloque de cojinete
3.2	Placa de compensación
3.3	Placa de separación
3.4	Cuña de llenado

### 2.2.3 Unidad de cilindro fijo

La unidad de cilindro fijo (Ver figura 2.8 y tabla 2.3) se encuentra atornillado con listones de compensación, antes de introducir la unidad de cilindro, al bastidor de cilindros. Las chavetas de fijación constituyen una unión positiva entre la unidad de cilindro y el bastidor de cilindros, mediante la cual las fuerzas de molienda son conducidas directamente al bastidor de cilindros (Ver figura 2.9 y tabla 2.4).

**Figura 2.8: Unidad de cilindro fijo****Tabla 2.3 : Partes de la unidad de cilindro fijo**

N°	Nombre
1	Cuerpo de cilindro
2.1	Bloque de cojinete

#### **2.2.4 Distanciadores**

La ranura entre el cilindro fijo y el cilindro móvil depende del comportamiento de agarre de los cilindros, de la velocidad de rotación de los mismos y de la densidad del material moler.

Para que los cilindros no se toquen, se ajusta una ranura básica con ayuda de los distanciadores en la primera puesta en marcha (Ver figura 2.9 y tabla 2.4).

Durante el servicio, las pistas de molienda de los cilindros se desgastan y la ranura básica se desplaza en dirección al cilindro fijo y se agranda. Para mantener la ranura básica, deben reajustarse los distanciadores.

Se deberán observar necesariamente los siguientes puntos:

- La prensa de cilindros no debe trabajar nunca sin distanciadores.
- Después del montaje de cilindros nuevos o recuperación de las superficies de los cilindros, deben ajustarse de nuevo los distanciadores, para evitar el contacto de las pistas de molienda del cilindro móvil y fijo.

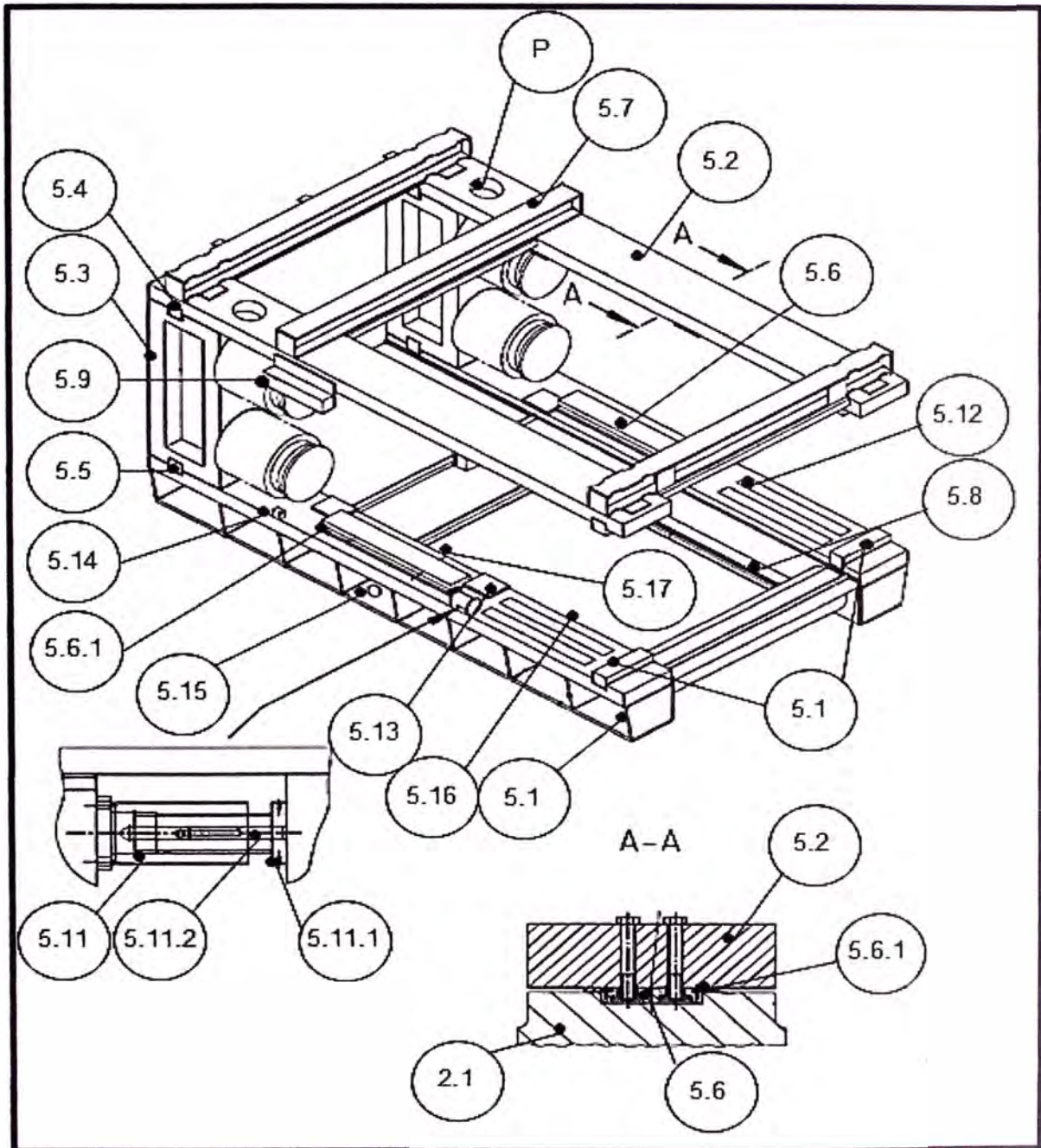


Figura 2.9: Bastidor de cilindros

**Tabla 2.4 : Partes del bastidor de cilindros**

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>
5.1	Bastidor de fijación
5.2	Platabanda superior
5.3	Bloque de presión
5.4	Chaveta de ajuste
5.5	Chaveta de fijación
5.6	Carril de guía
5.6.1	Junta - Carril de guía
5.7	Travesaño
5.8	Salida
5.9	Sistema de lectura del recorrido
5.11	Distanciador, completo
5.11.1	Tornillo de ajuste
5.11.2	Chapa de seguridad
5.12	Listón de compensación
5.13	Regleta de obturación para bloque de cojinete
5.14	Interruptor de fin de
5.15	Controlador de vibraciones
5.16	Interruptor de fin de carrera, posición del cilindro fijo
5.17	Interruptor de fin de carrera, posición del cilindro móvil
P	Taladro para el montaje de los cilindros de émbolo buzo

### **2.2.5 Carcasa del cilindro**

El interior de la prensa de cilindros se mantiene bajo una ligera depresión. Las paredes de la carcasa están atomilladas con los travesaños y el bastidor de fijación. Hacia los bloques de cojinete, las paredes de la carcasa tienen una junta ajustable de espuma de silicona (Ver figura 2.10 y tabla 2.5).

El espacio libre entre los bloques de cojinete de la unidad de cilindro fijo y de la unidad de cilindro móvil se cierra mediante la junta (Ver figura 2.10 y tabla 2.5).



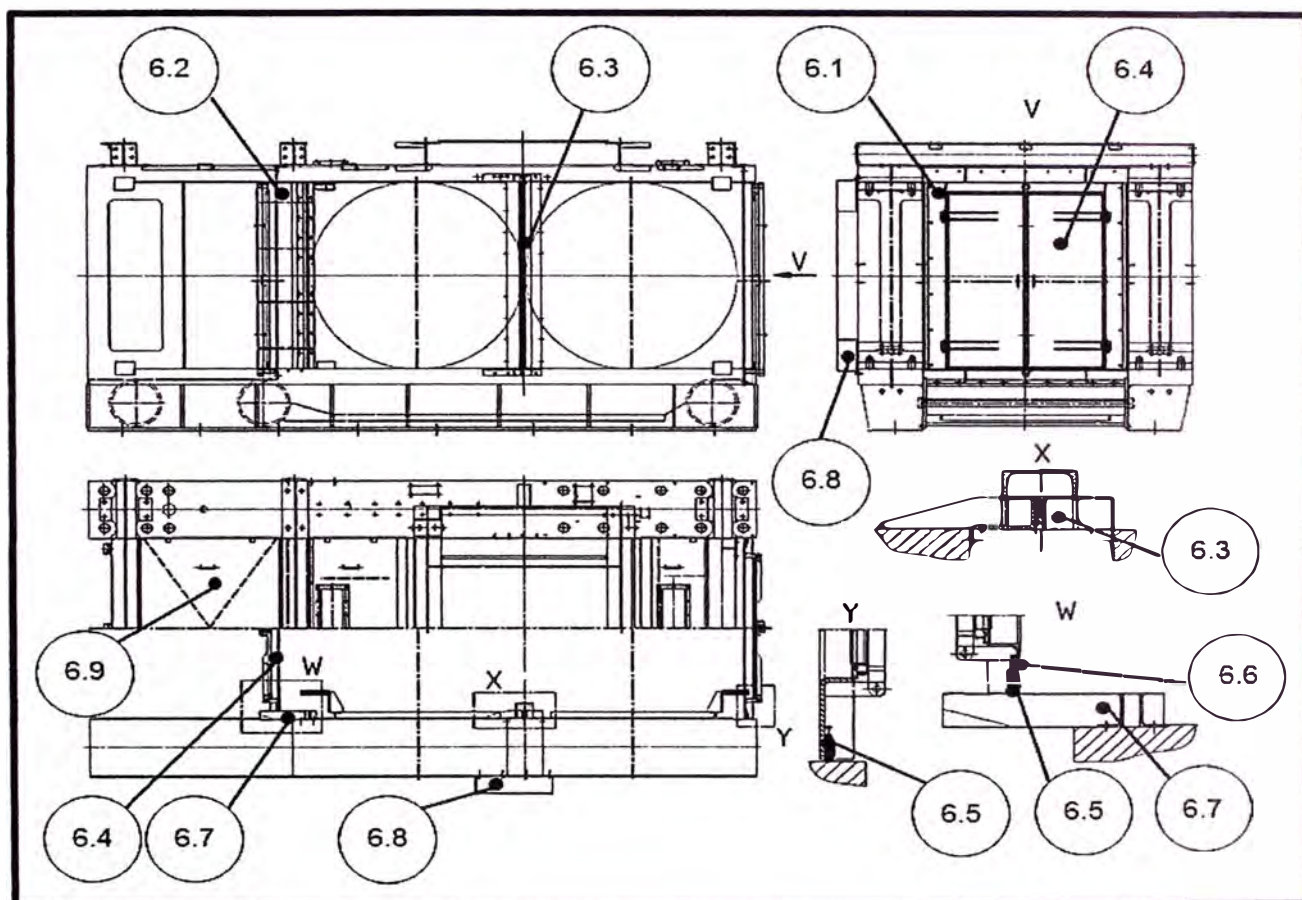


Figura 2.10: Carcasa del cilindro

Tabla 2.5 : Partes de la carcasa del cilindro

N°	Nombre
6.1	Pared de la carcasa, cilindro fijo
6.2	Pared de la carcasa, cilindro móvil
6.3	Junta - Bloque de cojinete
6.4	Puerta de inspección
6.5	Junta - Pared de la carcasa
6.6	Tornillo de ajuste
6.7	Prolongación al bloque de cojinete
6.8	Rejilla protectora
6.9	Cubierta de bastidor de cilindros

### **2.2.6 Instalación de engrase central**

La instalación de engrase central abastece con lubricante a los rodamientos de rodillos a rótula (Ver figura 2.4 y tabla 2.1) y dependiendo de la ejecución del carril de guía, éste también será abastecido por la instalación de engrase central.

El engrase tiene lugar en ciclos de engrase, cuyo número depende del tamaño constructivo de la máquina.

Se diferencia entre dos sistemas de engrase:

1. Instalación de un conducto sin engrase de los carriles de guía o de los anillos exteriores de cojinete que consiste en un ciclo de engrase que comienza al ponerse en marcha la bomba. De esta forma, la grasa puede ser transportada por la bomba a través del filtro y la válvula solenoide y el distribuidor de lubricante a los puntos de engrase.

El distribuidor, es un distribuidor progresivo esto significa que los puntos de engrase conectados al distribuidor de lubricante no se abastecen de grasa al mismo tiempo, sino consecutivamente a lo largo del ciclo. Durante un ciclo del distribuidor, se presiona hacia afuera del mismo un perno de contacto, que al mismo tiempo acciona un interruptor de fin de carrera eléctrico.

La señal que parte del interruptor de fin de carrera se emplea en el mando de la máquina para el control y el mando de funciones. Los puntos de engrase conectados a un distribuidor reciben las mismas cantidades de lubricante (dosificación volumétrica), independientemente de la contrapresión respectiva.

Cuando el interruptor de fin de carrera del distribuidor de lubricante ha dado los impulsos requeridos, ha concluido el ciclo de engrase, y la válvula solenoide correspondiente, quedará sin corriente. Si el número de impulsos requerido no se alcanza dentro de un tiempo determinado, se dará una alarma.

2. Instalación de dos conductos con engrase de los carriles de guía o de los anillos exteriores de cojinete que consiste en un ciclo es similar al sistema de engrase sin incluir los carriles guías, en este se adiciona el cambio de los puntos de engrase de los rodamientos de rodillos a rótula a los puntos de engrase de los carriles de guía o anillos exteriores de cojinete mediante las válvulas solenoide.

Dependiendo de la temperatura ambiente existente, se pueden ejecutar también ambos sistemas con calentamiento.

El accionamiento de la bomba de engrase puede ser neumático o eléctrico. Dependiendo del campo de empleo de la prensa de cilindros, la alimentación de lubricante tiene lugar por el lado exterior o por el lado interior de la junta.

### **2.2.7 Sistema de engrase con calefacción**

Para asegurar el flujo de lubricante incluso con temperaturas ambientales  $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , es necesario el calentamiento de la instalación de engrase central en estos rangos de temperatura.

Este equipo está compuesto esencialmente por los componentes

- Unidad de inversión dispuesta en un armario aislado
- Calentamiento de tonel/depósito

- Radiador, unidad de inversión
- Calefacción accesoria, tubería

Todos los componentes se pueden ajustar libremente in situ mediante un termostato.

### **2.2.8 Accionamiento**

La construcción y el funcionamiento del accionamiento están descritos en un manual de la máquina aparte.

La energía para accionar las prensas de rodillos se transite en forma exclusiva por medio de reductores planetarios estándar. Las unidades reductoras se deslizan sobre el eje del rodillo de prensa en forma directa y confiable y se encuentran sujetas de manera simple por medio de un disco hidráulico de contracción.

El par de reacción se inicia por medio de un soporte específico de par de torsión compuesto por soportes laterales y verticales y un eje de torsión. Un eje de cardán establece la conexión con el motor sobre el lado correspondiente a la entrada del reductor (Ver figura 2.6 y tabla 2.1).

### **2.2.9 Instalación hidráulica**

La instalación hidráulica está compuesta esencialmente por los cuatro cilindros de émbolo buzo y los acumuladores hidráulicos, los cuatro cilindros de retroceso así como de la instalación de abastecimiento de aceite con la bomba y los dispositivos de mando y de control (Ver figura 2.11 y tabla 2.6).

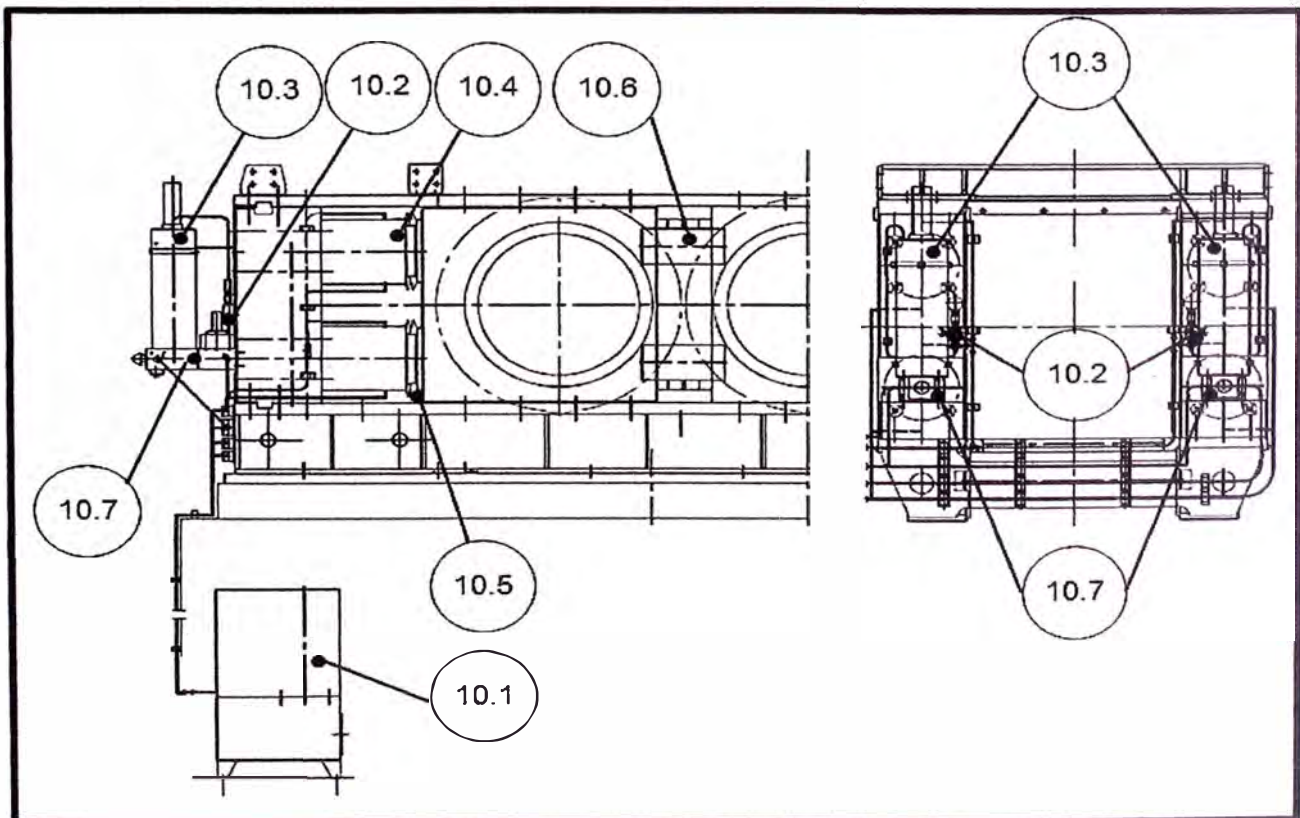


Con la instalación de abastecimiento de aceite se constituye la presión de trabajo. Los émbolos de los cilindros de émbolo buzo presionan, a través de las placas de presión, la unidad de cilindro móvil en dirección a la unidad de cilindro fijo.

El establecimiento de presión tiene lugar en dos etapas:

- Primera etapa: Establecimiento rápido de presión para desplazar hacia adelante la unidad de cilindro móvil.
- Segunda etapa: Establecimiento lento de presión hasta alcanzar la presión de arranque (presión de molienda)

El cambio de establecimiento rápido a lento de la presión tiene lugar automáticamente.



**Figura 2.11:** Instalación hidráulica

**Tabla 2.6 : Partes de la instalación hidráulica**

<b>N°</b>	<b>Nombre</b>
10.1	Instalación de abastecimiento de aceite
10.2	Dispositivo de carga de nitrógeno
10.3	Acumulador hidráulico
10.4	Cilindro de émbolo buzo
10.5	Fuelle
10.6	Cilindro de retroceso
10.7	Bloque de valvulería de seguridad

### **2.2.10 Aparato de medición de desgaste**

Los soportes para la regleta de medición están instalados fijos en las tapas de cojinete interiores o bloques de cojinete. La regleta de medición se monta sólo como ayuda para la medición del desgaste en los soportes. Con ayuda de un calibre de profundidad se puede medir la distancia entre la regleta de medición y la pista de molienda. En la puesta en marcha deberá elaborarse un protocolo de medición (Ver figura 2.5 y tabla 2.1).

Para realizar la medición del desgaste de los rodillos, deberán abrirse las puertas de inspección en las paredes de la carcasa (Ver figura 2.10 y tabla 2.5).

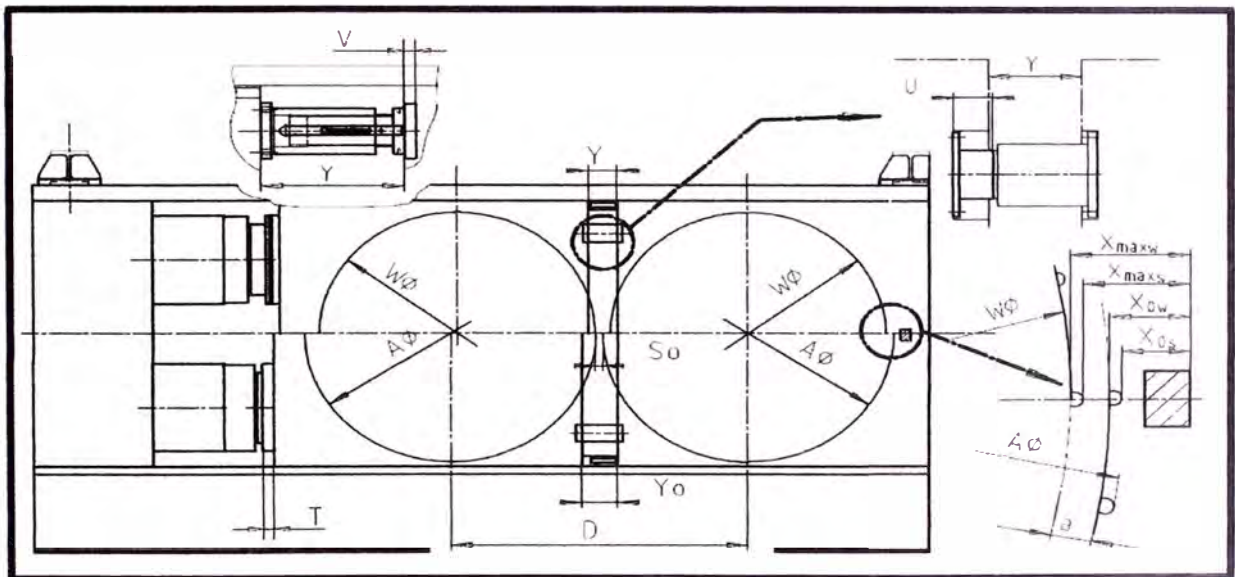
### **2.3 Especificaciones del Equipo HPGR**

#### **Datos básicos del equipo HPGR**

Fabricante	:	POLYSIUS
Tipo	:	PM8-24/17M
Año de construcción	:	2012
Producción	:	2450 t/h

### Especificaciones para el uso conforme a la finalidad prevista

Material a moler	:	Mineral de cobre
Densidad aparente del material a moler	:	1600 kg/m <sup>3</sup>
Granometría máx. del material a moler	:	37 mm
Temperatura máx. del material a moler	:	Temperatura ambiente



**Figura 2.12:** Dimensiones iniciales del equipo

**Tabla 2.7 :** Estado nuevo de los cilindros

Estado nuevo de los cilindros (medidas en mm)										
$X_{0s}$	$X_{0w}$	A	Anchura	$S_0$	$Y_0$	D	M	U	T	V
45	50	2400	1650	5	740	2405	3414	110	40	498

M = Distancia entre ejes de los motores de accionamiento en estado nuevo de los cilindros  
D = Distancia entre ejes de los ejes motrices de engranaje para el montaje de los reductores  
 $X_{0w}$  = Distancia desde la regleta de medición hasta la superficie del cilindro en estado nuevo de los cilindros  
 $S_0$  = Ranura básica mínima entre los cilindros, medida entre las superficies de los perfilados

## 2.4 Descripción del transporte de mineral mediante fajas transportadoras

Para el transporte de materiales ya sea minerales o diversos productos se han creado diversas formas siendo una de las más eficientes el transporte mediante fajas transportadoras debido a su sencillez de funcionamiento, variada aplicación a los diferentes requerimientos y su alta confiabilidad.

La faja transportadora consiste en una cinta que se mueve continuamente entre poleas, esta cinta es arrastrada por la fricción producida por la polea motriz mediante un sistema de accionamiento y las demás poleas (no motriz) giran libremente teniendo como función cambiar la dirección de la cinta. A lo largo del recorrido también se cuenta con rodillos que soportan la cinta en el trayecto de carga y retorno, controlando el desalineamiento y pérdida de material ver Figura 2.13.

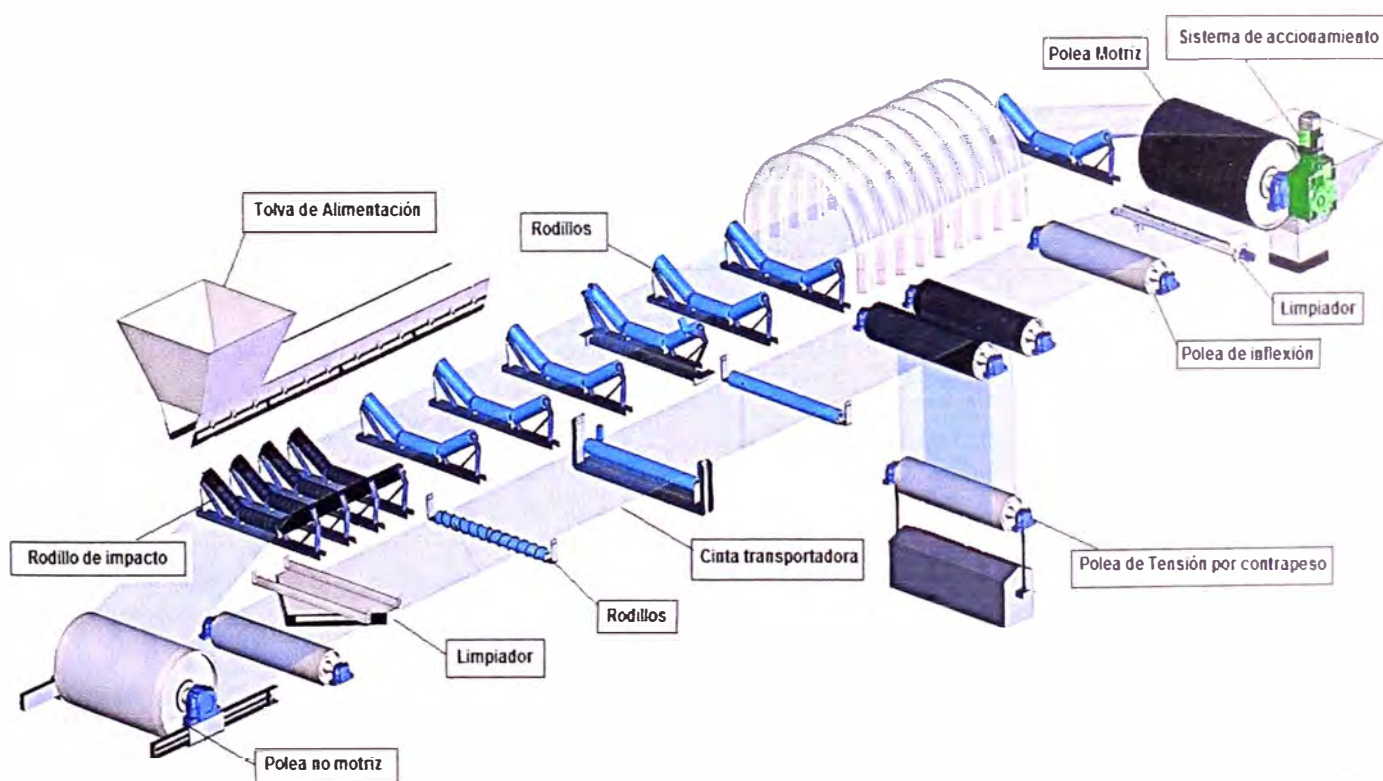


Figura 2.13: Partes de la faja transportadora

Las fajas transportadoras son elementos auxiliares que funcionan en su gran mayoría automatizados, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada.

Estas se pueden clasificar dependiendo del tipo de cinta:

- Cintas de caucho
- Cintas termoplásticas
- Cintas modulares
- Cintas de malla metálica
- Cintas de teflón
- Cintas plásticas con refuerzo interior metálico
- Cintas tipo tubo

Según el tipo de tejido:

- De algodón.
- De tejidos sintéticos.
- De cables de acero.

Según la disposición del tejido:

- De varias telas o capas.
- De tejido sólido.

Según el aspecto de la superficie portante de la carga:

- Lisas (aspecto más corriente).
- Rugosas.

- Con nervios, tacos o bordes laterales vulcanizados.

Según su movilidad:

- Fijas.
- Móviles.

Según su posición:

- Horizontal.
- Inclínada.
- Horizontal - Inclínada.

A continuación se describen los componentes fundamentales de las fajas transportadoras según la Figura 2.13.

#### **2.4.1 Polea motriz**

Esta transmite la fuerza tangencial a la cinta transportadora mediante un sistema de accionamiento constituido en nuestro caso constituido por un motor eléctrico, acoplamiento de alta y baja velocidad y reductor de velocidad.

Los principales componentes de las poleas son:

- Envoltente cilíndrica y discos laterales, formando un solo cuerpo.
- Eje de acero.
- Elementos de Unión.
- Recubrimientos.



### **2.4.2 Polea no motriz**

Este realiza la función de cambio de trayectoria de la cinta transportadora y los cuales puede dividirse en poleas de reenvió, tensores, de desvíos y presión.

Los componentes son similares a los de la polea motriz.

### **2.4.3 Tensores de Cinta**

Las funciones principales de los tensores son lograr el adecuado contacto entre la banda y el tambor motriz, evitar derrames de material en las proximidades de los puntos de carga, motivados por falta de tensión en la banda, compensar las variaciones de longitud producidas en la banda, estas variaciones son debidas a cambios de tensión en la banda y mantener la tensión adecuada en el ramal de retorno durante el arranque.

### **2.4.4 Rodillos**

Los rodillos soportar la cinta y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la cinta en el ramal inferior; los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga, deben soportar además el impacto producido por la caída del material.

Los rodillos también centran la faja transportadora que por razones diversas tiende a desalinearse, el centrado de la misma se logra en parte mediante la adecuada disposición de los rodillos, tanto de carga como de retorno.

Ayudan a la limpieza de la cinta, aunque es limpiada por los rascadores, cuando el material es pegajoso pueden quedar adheridos restos del mismo, que al entrar en contacto con los rodillos inferiores pueden originar desvíos de la misma; para

facilitar el desprendimiento de este material se emplean rodillos con discos de goma (rodillos autolimpiadores).

A continuación se detallan los tipos de rodillos:

**Rodillos de Alineación:** Sirven para alinear la banda dentro de la propia instalación.

**Rodillos de Impacto:** Recubiertos de discos de goma para absorber los golpes provocados por la caída de bloques en las tolvas de recepción.

**Rodillos de Retorno:** Los cuales están formados con discos de goma.

**Rodillo cilíndrico:** Con la superficie exterior lisa, tal como la obtenida mediante el empleo de tubos de acero; es el más empleado.

**Rodillo cilíndrico con aros de goma:** Son adecuados para soportar los fuertes impactos del material en las zonas de carga, mientras que si se montan en los rodillos de retorno, deben ser adecuados para facilitar la limpieza de la cinta.

#### **2.4.5 Cinta Transportadora**

La cinta transportadora es el elemento más importante de una faja, su principal función es soportar directamente el material a transportar y desplazarlo desde el punto de carga hasta la zona de descarga.

En el presente informe solo se considera la cinta transportada de caucho, esta consiste en un tejido de alambre o textil que es la encargada de absorber las fuerzas de tracción generadas.

La cinta transportadora de caucho está compuesta por dos componentes fundamentales:

### **Carcasa**

La carcasa es el esqueleto de la cinta quien resiste las tensiones generadas, esta puede construirse con varias capas dependiendo el requerimiento.

El tejido consta de hilos longitudinales y transversales. Los hilos longitudinales que soporta los esfuerzos de tracción longitudinales, es en general bastante más resistente que los hilos transversales, la cual solo soporta esfuerzos transversales secundarios, derivados de la adaptación a la forma y de los producidos por los impactos. La rigidez transversal, no debe ser excesiva, con el fin de que la banda pueda adaptarse bien a la forma por la terna de rodillos.

Los materiales más comunes para la fabricación de la carcasa son:

**Algodón:** Entre los tejidos naturales, el algodón ha venido empleándose durante muchos años pero en la actualidad está siendo desplazado por tejidos sintéticos.

**Polyester:** Los tejidos de polyester tienen la característica de que no son influenciados por la humedad o microorganismos, siendo esos muy flexibles, estables en su longitud y resistentes a los ácidos.

**Polyamida:** Son fibras sintéticas de Nylon y Perlon, teniendo buena resistencia a la humedad, excelente resistencia al abuso y al impacto, siendo este material muy apropiado para todo tipo de servicio.

**Algodón-Nylon:** Compuesta de algodón y nylon en las diferentes capas, la resistencia transversal es mucho más grande que en los tejidos de algodón y a menudo incrementan la resistencia longitudinal.

**Polyester-Polyamida:** Estas poseen alta resistencia en proporción al peso, alta resistencia al impacto, elongación despreciable, gran flexibilidad, excelente adaptación a la forma y no son susceptibles a la humedad y micro-organismos.

### **Cobertura**

Esta se encarga de soportar los impactos, erosiones y cualquier otra condición que afecte la integridad de la cinta transportadora y constan de dos partes superior e inferior. Para la cobertura se toma en consideración las propiedades mecánicas de resistencia, alargamiento y abrasión.

#### **2.4.6 Bastidor de soporte de rodillos**

Los bastidores son estructuras metálicas que constituyen el soporte de la faja transportadora y demás elementos de la instalación entre el punto de alimentación y el de descarga del material.

#### **2.4.7 Equipos de limpieza**

Se utilizan rascadores para realizar la limpieza.

### **2.5 Especificaciones de las Fajas Transportadoras**

#### **Faja CV-5A**

La faja transportadora CV-5A recibe el mineral de la faja existente CV-5. La faja CV-5A tiene un ancho de 54 pulgadas y un largo de 43.844 metros y el material

transportado se desplazará a una velocidad de 2,3 m/s a razón de 2400 toneladas por hora.

A continuación se detalla el perfil de la faja (Figura 2.14) y las especificaciones técnicas de diseño (Tabla 2.8).

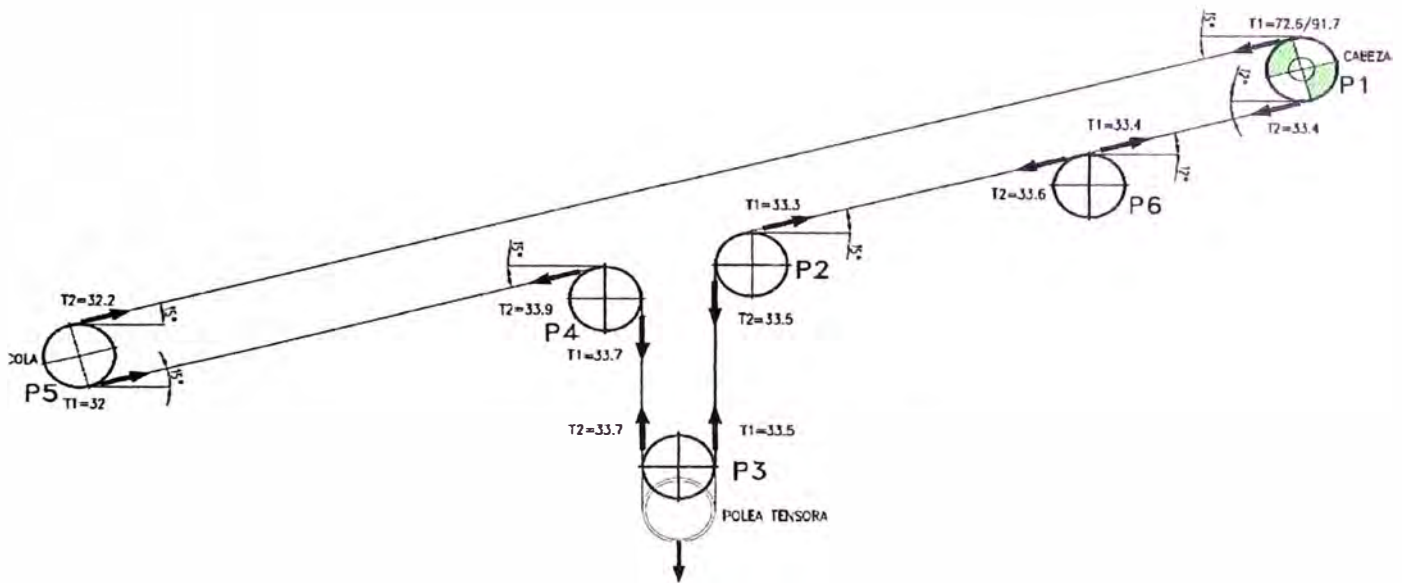


Figura 2.14: Perfil de faja CV-5A

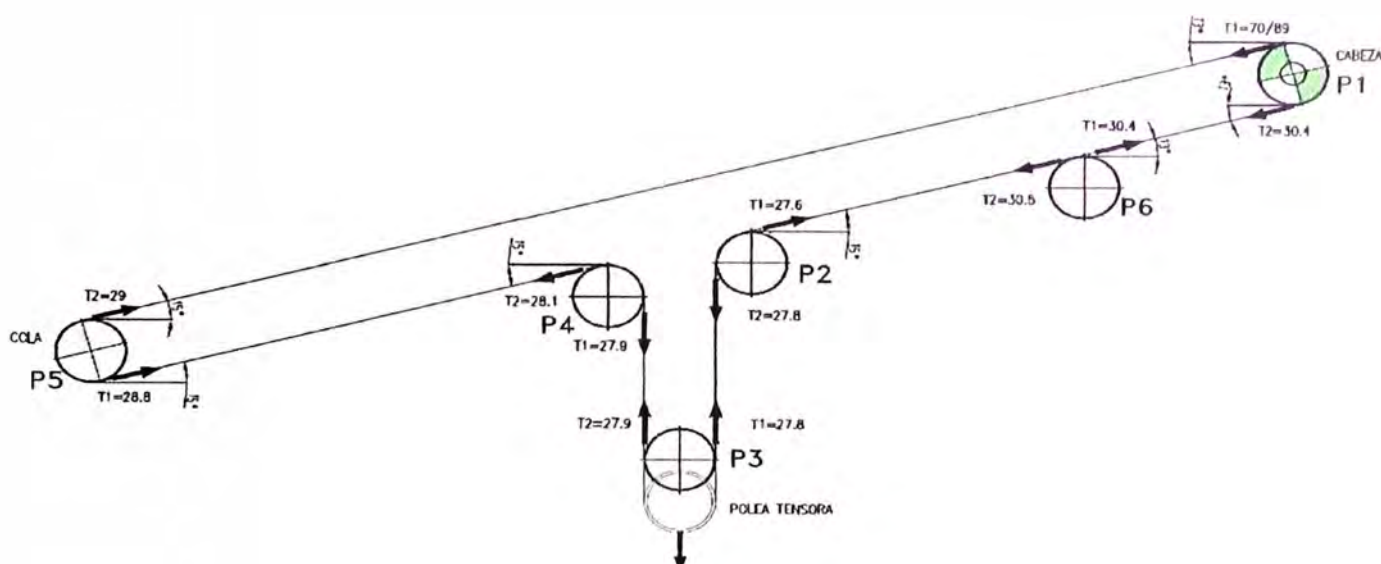
Tabla 2.8: Especificaciones de diseño Faja CV-5A

<b>Faja</b>	Correa CV-5A
<b>Alimentado por</b>	Correa CV-5
<b>Alimenta a</b>	Correa CV-5B
<b>Capacidad de Diseño</b>	2400 tn/h
<b>Velocidad de Diseño</b>	2.3 m/s
<b>Servicio</b>	Continua
<b>Material de la Cinta</b>	Poliester-Nylon
<b>Ancho de la Cinta</b>	1371.6 mm (54")
<b>Longitud de la Correa</b>	43.844 m
<b>Elevación</b>	11.349 m
<b>Potencia Instalada</b>	150 kW
<b>Tensor</b>	Tensor gravitacional
<b>Torque de Partida</b>	120% (% potencia nominal del motor)

## Faja CV-5B

La faja transportadora CV-5B recibe el mineral de la faja CV-5A. La faja CV-5B tiene un ancho de 54 pulgadas y un largo de 44.718 metros y el material transportado se desplazará a una velocidad de 2,3 m/s a razón de 2400 toneladas por hora.

A continuación se detalla el perfil de la faja (Figura 2.15) y las especificaciones técnicas de diseño (Tabla 2.9).



**Figura 2.15:** Perfil de faja CV-5B

**Tabla 2.9:** Especificaciones de diseño Faja CV-5B

<b>Faja</b>	Correa CV-5B
<b>Alimentado por</b>	Correa CV-5A
<b>Alimenta a</b>	Silo de Almacenamiento
<b>Capacidad de Diseño</b>	2400 tn/h
<b>Velocidad de Diseño</b>	2.3 m/s
<b>Servicio</b>	Continua
<b>Material de la Cinta</b>	Poliéster-Nylon
<b>Ancho de la Cinta</b>	1371.6 mm (54")
<b>Longitud de la Correa</b>	44.718 m
<b>Elevación</b>	11.576 m
<b>Potencia Instalada</b>	150 kW
<b>Tensor</b>	Tensor gravitacional

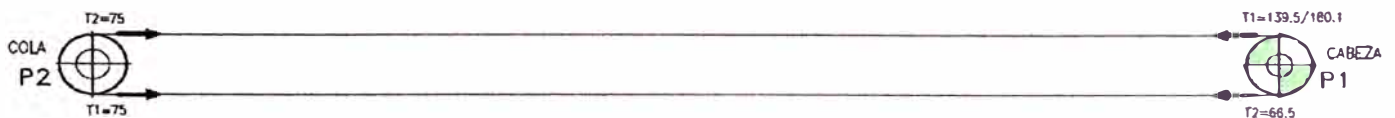


<b>Torque de Partida</b>	120% (% potencia nominal del motor)
--------------------------	-------------------------------------

### Faja CV-5C

La faja transportadora CV-5C recibe el mineral del silo de almacenamiento. La faja CV-5C tiene un ancho de 72 pulgadas y un largo de 15.500 metros y el material transportado se desplazará a una velocidad de 0,45 m/s a razón de 2400 toneladas por hora.

A continuación se detalla el perfil de la faja (Figura 2.16) y las especificaciones técnicas de diseño (Tabla 2.10).



**Figura 2.16:** Perfil de faja CV-5C

**Tabla 2.10:** Especificaciones de diseño Faja CV-5C

<b>Faja</b>	Correa CV-5C
<b>Alimentado por</b>	Silo de Almacenamiento
<b>Alimenta a</b>	Correa CV-5D
<b>Capacidad de Diseño</b>	2400 tn/h
<b>Velocidad de Diseño</b>	0.45 m/s
<b>Servicio</b>	Continua
<b>Material de la Cinta</b>	Poliéster-Nylon
<b>Ancho de la Cinta</b>	1828.8 mm (72")
<b>Longitud de la Correa</b>	15.50 m
<b>Elevación</b>	0 m
<b>Potencia Instalada</b>	56 kW
<b>Tensor</b>	Tornillo Mecánico
<b>Torque de Partida</b>	120% (% potencia nominal del motor)

### Faja CV-5D

La faja transportadora CV-5D recibe el mineral de la faja CV-5C. La faja CV-5D tiene un ancho de 72 pulgadas y un largo de 61.877 metros y el material transportado se desplazará a una velocidad de 2,3 m/s a razón de 2400 toneladas por hora.

A continuación se detalla el perfil de la faja (Figura 2.17) y las especificaciones técnicas de diseño (Tabla 2.11).

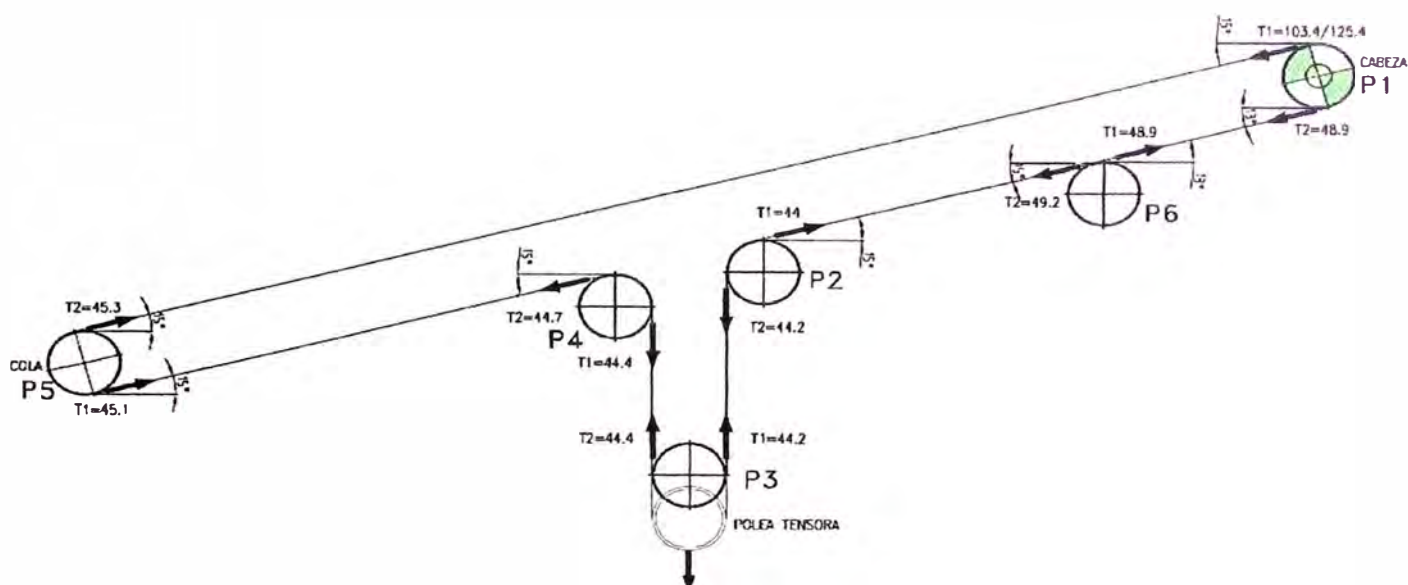


Figura 2.17: Perfil de faja CV-5D

Tabla 2.11: Especificaciones de diseño Faja CV-5D

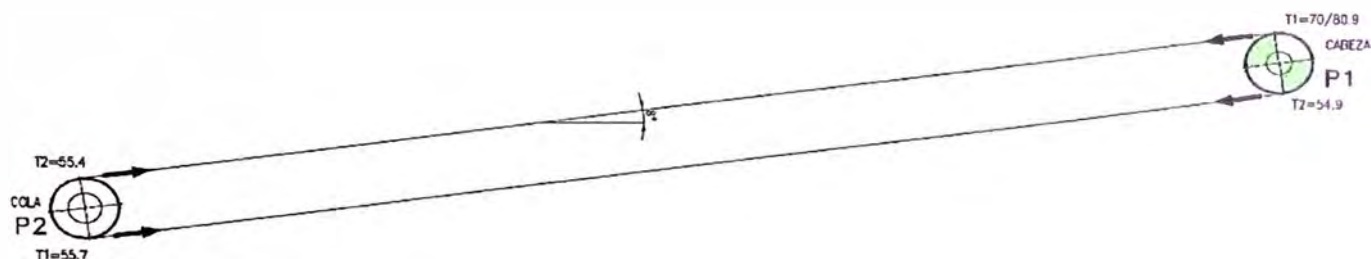
<b>Faja</b>	Correa CV-5D
<b>Alimentado por</b>	Correa CV-5C
<b>Alimenta a</b>	HPGR
<b>Capacidad de Diseño</b>	2400 tn/h
<b>Velocidad de Diseño</b>	2.3 m/s
<b>Servicio</b>	Continua
<b>Material de la Cinta</b>	Poliéster-Nylon
<b>Ancho de la Cinta</b>	1828.8 mm (72")
<b>Longitud de la Correa</b>	61.877 m

<b>Elevación</b>	16 m
<b>Potencia Instalada</b>	186 kW
<b>Tensor</b>	Tensor gravitacional
<b>Torque de Partida</b>	120% (% potencia nominal del motor)

### Faja CV-5E

La faja transportadora CV-5E recibe el mineral desde el equipo HPGR. La faja CV-5E tiene un ancho de 60 pulgadas y un largo de 25.015 metros y el material transportado se desplazará a una velocidad de 2,3 m/s a razón de 2800 toneladas por hora.

A continuación se detalla el perfil de la faja (Figura 2.18) y las especificaciones técnicas de diseño (Tabla 2.12).



**Figura 2.18:** Perfil de faja CV-5E

**Tabla 2.12:** Especificaciones de diseño Faja CV-5E

<b>Faja</b>	Correa CV-5E
<b>Alimentado por</b>	HPGR
<b>Alimenta a</b>	Correa CV-9
<b>Capacidad de Diseño</b>	2800 tn/h
<b>Velocidad de Diseño</b>	2.3 m/s
<b>Servicio</b>	Continua
<b>Material de la Cinta</b>	Poliéster-Nylon
<b>Ancho de la Cinta</b>	1524 mm (60")
<b>Longitud de la Correa</b>	25.015 m
<b>Elevación</b>	3 m

<b>Potencia Instalada</b>	56 kW
<b>Tensor</b>	Tomillo Mecánico
<b>Torque de Partida</b>	120% (% potencia nominal del motor)

## CAPÍTULO III

### PLAN DE EJECUCIÓN DEL MONTAJE

El plan de ejecución del montaje se ha desarrollado teniendo en cuenta los lineamientos de Gestión de Proyectos (PMBOK), Calidad, Medio Ambiente, Seguridad y Salud.

El proyecto consta básicamente de tres áreas detalladas a continuación:

- Área 1 : Edificio HPGR.
- Área 2 : Sistema de fajas Transportadoras y Tolva de Almacenamiento.
- Área 3 : Sub estación Botiflaca, cuarto eléctrico de chancadora secundaria y ampliación cuarto eléctrico terciarias.

El montaje mecánico, estructuras metálicas, instalaciones eléctricas y de instrumentación se ejecutará teniendo en cuenta el plan descrito en el presente capítulo.

A continuación se describen en términos específicos de los trabajos a ser efectuados los cuales estarán divididos en áreas con sus respectivos frentes, las que han sido identificadas teniendo en cuenta las dificultades de terreno,

culminación de la especialidad civil, montaje mecánico, montaje de estructuras, conexionado eléctrico, conexionado de instrumentación y el plazo estimado.

### **3.1 Plazo de obra**

El plazo de ejecución de trabajos del presente proyecto según contrato es de 255 días calendarios, el cual considera 30 días de comisionado y arranque. El inicio del proyecto fue el 01 Junio del 2012 y el término el 20 de Octubre del 2013, totalizándose 506 días de ejecución, el que considera una ampliación de plazo de 251 días. En el Anexo A se detalla el cronograma inicial del proyecto.

### **3.2 Jornada de trabajo.**

La jornada de trabajo propuesta será de 60 horas semanales iniciándose las labores a las 7:00 a.m. y concluye a las 6:00 p.m., con una hora de refrigerio de 12:00m a 1:00 p.m., de lunes a sábado, completando una jornada de 10 horas diarias. Este horario será modificado para afrontar las particularidades de los trabajos en cada frente. La programación de horarios extendidos será comunicada oportunamente.

### **3.3 Estrategia para la ejecución de trabajos**

Para el desarrollo del proyecto se ha planificado dividir la obra en tres frentes iniciales, cada frente con sus respectivas áreas de trabajo, los cuales involucran actividades propias de la especialidad eléctrica e instrumentación, estructuras y mecánico.



Se detalla en la distribución de las áreas tal cual forma parte del análisis como estrategia para la ejecución de los trabajos en cumplimiento del cronograma programado (ver Anexo A).

### Frente 01- Edificio de Chancado

Este frente de trabajo (Ver figura 3.1) está dividido en los siguientes subfrentes específicos de trabajo:

**Edificio de chancado:** Cubre todos los trabajos de estructuras del edificio (no se incluyen la cimentación del HPGR), y todas las instalaciones de electricidad e instrumentación que se encuentren en este edificio.

**HPGR:** Cubre las obras de montaje mecánico de este equipo HPGR y de los chutes asociados.

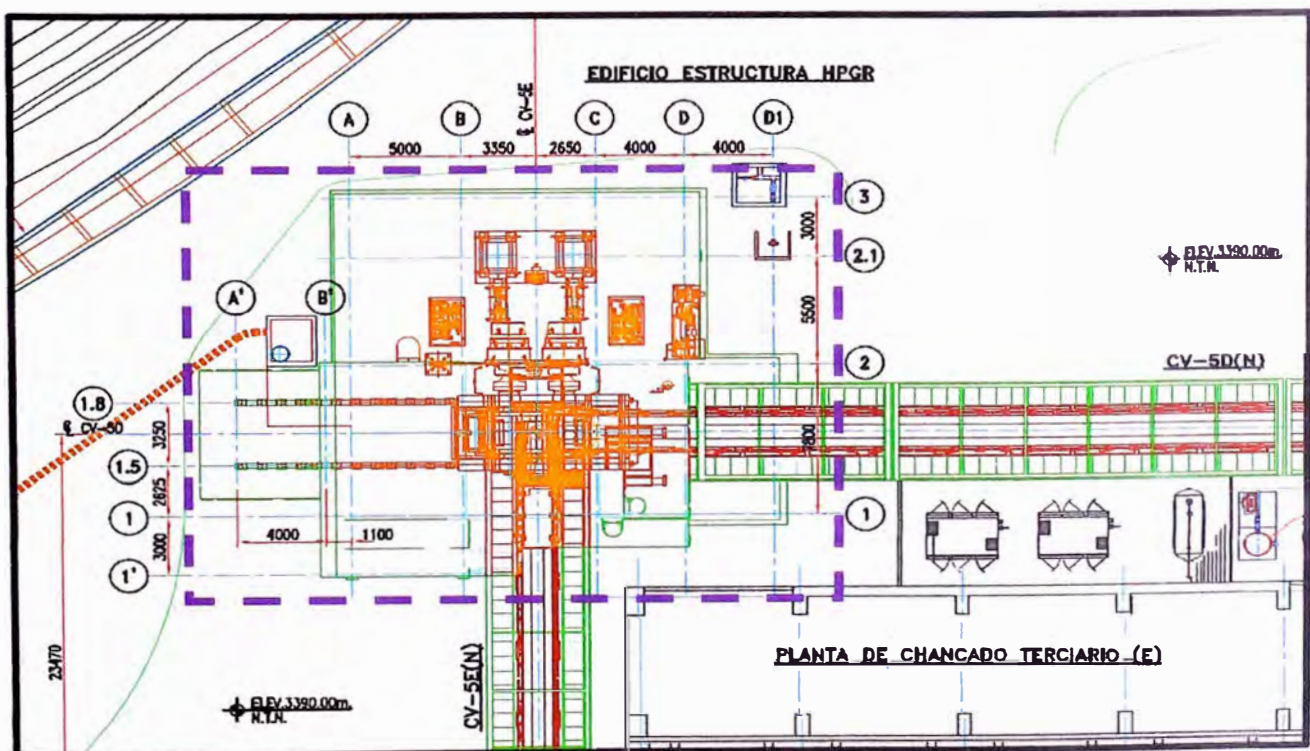


Figura 3.1 : Frente 01 – Edificio de Chancado

## Frente 02 - Sistema de Fajas Transportadoras y Tolva de Almacenamiento

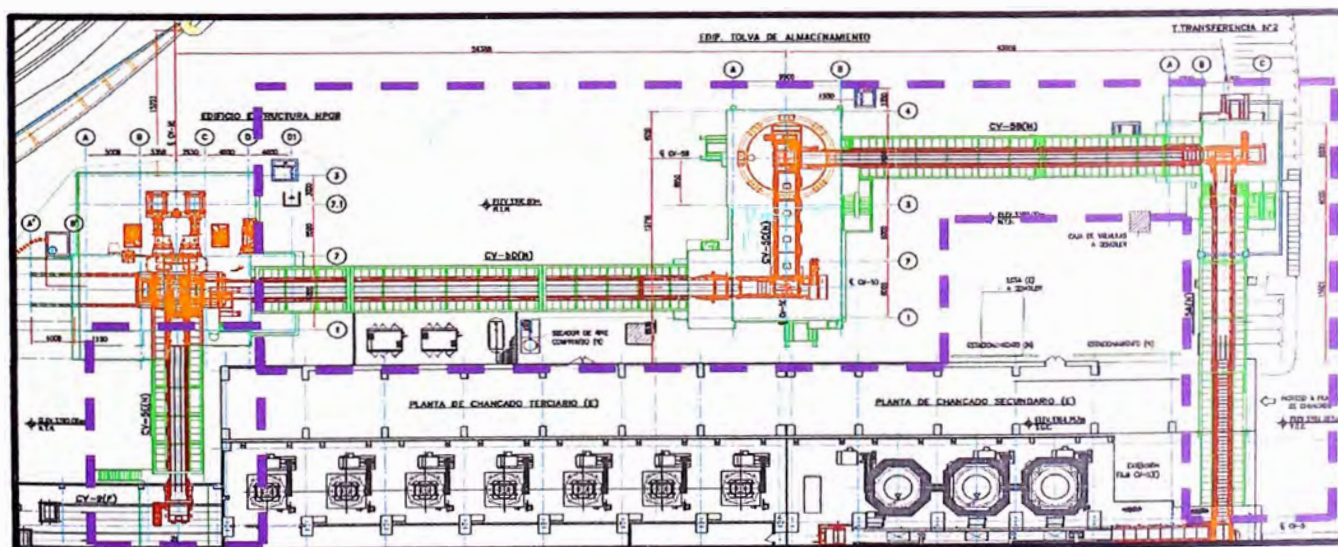
En este frente (Ver figura 3.2) se tiene los siguientes subfrentes específicos de trabajo:

**Edificio de tolva de almacenamiento:** Se incluyen los trabajos de estructuras del edificio y soporte y la instalación de la tolva de almacenamiento.

**Torres de transferencia 1 a 3:** Se incluyen los trabajos de estructuras de las torres de transferencia.

**Fajas transportadoras 5A, 5B, 5C, 5D Y 5E:** Cubre los trabajos de estructuras de galerías de para las fajas transportadoras, así como la instalación de mecanismos de las mismas.

**General:** Corresponden a las instalaciones de electricidad e instrumentación para todo el frente.



**Figura 3.2 : Frente 02 – Sistema de fajas y tolva de almacenamiento**



- Supervisar el tratamiento, la distribución y cumplimiento de los presentes procedimientos.
- Dar todas las facilidades y recursos para el normal cumplimiento de la tarea.
- Coordinar con la supervisión de SPCC los permisos necesarios para la ejecución de los trabajos.

### **Supervisor de Campo**

- Es responsabilidad del Supervisor de campo asignado para realizar los trabajos de montaje, cumplir con los lineamientos indicados en este procedimiento.

### **Control de Calidad**

- Responsable de verificar el cumplimiento de los presentes procedimientos.
- El Ingeniero QC, es responsable de la aplicación de este procedimiento, verificando el cumplimiento en toda su extensión.
- Coordinar con la supervisión de Polysius (fabricante del equipo HPGR) para la inspección de estas actividades y la liberación de las mismas.

### **Seguridad**

- Es responsabilidad del Jefe de Seguridad y medio Ambiente: Asesorar, auditar y monitorear el cumplimiento de lo dispuesto en el plan.
- Es responsabilidad del jefe de Seguridad verificar las áreas de trabajo estén completamente delimitadas con cintas de señalización, verificación de andamios, accesos u otros medios adecuados para este tipo de actividades,



Así como que se cumpla con todos los estándares y exigencias del proyecto.

### **3.5 Control y seguimiento de obra**

En el transcurso de la obra se realizará el control y seguimiento de trabajos según el cronograma de ejecución.

Con respecto al control de avances y costos, pueden resumirse las siguientes actividades:

- Control del presupuesto oficial de la obra, tanto para la venta como para los costos.
- Medición del avance de la obra.
- Elaboración y emisión de los estados de pago al cliente.
- Revisión y emisión de los estados de pago de los subcontratistas.
- Elaboración y emisión de los informes de venta y costos requeridos por la obra como por la oficina central (entre ellos el flujo de caja del proyecto).
- Elaboración de los estados de contrato: pronóstico de venta y de costos.

La periodicidad y la oportunidad de emisión de los informes que tales funciones requieran emitir se fijarán de común acuerdo durante la reunión de inicio del proyecto, pero, como criterio general, se puede establecer que:

- Semanalmente, se emitirán informes de avance, de rendimientos y de dotación de personal.
- Mensualmente, se emitirán informes relativos a la venta, costos y a la actualización de la programación.

Cuando el avance del proyecto registre un 80% se convocara a una reunión interna en la Oficina Técnica, liderada por el Jefe de Proyecto y jefe de Construcción, donde se evaluará con las distintas especialidades los hitos faltantes para llegar a un 100% de término general, luego se procederá a hacer un recorrido para ratificar lo expuesto en la reunión Interna. Durante esta etapa la supervisión actualizará la base de datos del punch List dentro de las 48 horas de realizada la caminata.

### **Punch list / caminata naranja**

Cuando se registre un avance del 80% del término general del proyecto se convocara a un recorrido oficial, informando a la Supervisión SPCC en este recorrido participaran personal del contratista (especialidades involucradas) para hacer un recorrido de construcción y levantar todas las categorías del Punch List y el sistema esté listo para empezar a realizar las pruebas de precomisionado.

Cuando el sistema se encuentre en Tarjeta Naranja, se transfiere al cuidado, control y custodia de pre-Comisionado, cualquier trabajo adicional que deba ser realizado por construcción durante la tarjeta naranja, requerirá de un permiso de trabajo autorizado por el líder del área de precomisionado.

## **3.6 Montaje del molino de rodillos abrasivos de alta presión**

El presente procedimiento define los lineamientos y secuencias a seguir durante el montaje del Molino de Rodillos Abrasivos de Alta Presión (HPGR).

### **3.6.1 Documentos de referencia**

- Planos de Arreglos Generales del Edificio HPGR.
- Planos de Arreglos Generales del Equipo POLYSIUS.



- Planos civiles del edificio HPGR.
- Manual del HPGR-POLYSIUS
- Procedimiento de Control Topográfico.
- Plan de calidad

### 3.6.2 **Recursos**

#### **Equipos mayores**

- Grúa 300Ton (Grúa para maniobra de rodillos).
- Grúa 60Ton (Maniobras menores).
- Camión Grúa de 18Ton.
- Camión Plataforma 30 Ton.

#### **Elementos de maniobra**

- Grilletes y cáncamos según planeamiento de maniobra.
- Estrobos según planeamiento de maniobra.
- Eslingas según planeamiento de maniobra.
- Vientos (Sogas de nylon 5/8").
- Tablones de madera dura.

#### **Equipos menores**

- Equipo de Topografía / Nivel Óptico con micrómetro.
- Esmeriles de 4 ½" y 7".
- Maletines de Herramientas.
- Tecla Ratchet.
- Tecla de cadena 10 Ton.
- Tirfor 5-3-1.5 Ton.

- Torquímetros.
- High Torque.
- Niveles de precisión.
- Reloj comparador.
- Barretas de 1".
- Calibrador de láminas.
- Micrómetros
- Vernier.
- Tornas Hilti.
- Gatas tipo botella 10-50 Ton.
- Gatas tipo pastilla 5-20Ton.
- Combas.
- Equipos de Oxícorte.
- Máquinas de Soldar.
- Toldo de protección.
- Radios Portátiles.
- Andamios.

### **Personal**

- Supervisor.
- Jefe de Grupo.
- Operarios Mecánicos.
- Oficiales Mecánicos.
- Operadores de grúas.
- Operador de camión grúa.
- Chofer camión modular.

- Rigger.
- Soldadores Calificados.

### **3.6.3 Trabajos Previos al Montaje**

Una vez culminados los trabajos civiles se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles en el edificio del HPGR, para contrastar los planos civiles emitidos por SPCC, paralelamente se realizará el control dimensional y Check List (físico-documentario) del equipo, pernos y grout según planos de diseño, y manuales del vendor identificando que los equipos cuenten con protocolos de liberación de calidad, para su traslado al área de montaje e instalación, caso contrario (detección de anomalías o defectos-NCR) se procederá a informar a la supervisión de SPCC para su acción y disposición final.

Se revisan los planos de fabricación, montaje y de marcas en su última revisión aprobados por SPCC y oficina técnica.

Se determina y despeja el área para almacén temporal de componentes, o en su defecto todos los elementos menores del HPGR se tendrán almacenados en un container especialmente equipado. El transporte de los materiales se realizara desde el almacén hacia la zona de montaje (almacén temporal).

Se elaboran los permisos de seguridad necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern-Perú y seguir los procedimientos según el plan de seguridad.

En las maniobras de izaje de deberá habilitar y señalizar el área donde se colocará la grúa para las maniobras, se realizará la inspección y registro de los elementos de

maniobra (estrobos, grilletes, eslingas, tablonés de madera dura) y la inspección y check list de las grúas involucradas.

Se realizará el monitoreo de la velocidad del viento constantemente estableciendo las medidas de seguridad adecuadas.

#### **3.6.4 Montaje de estructura de mantenimiento**

Se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos de anclaje, para contrastar con los protocolos civiles existentes. Luego se realizará el escarificado de los pedestales para colocación de lánas de nivelación, se procederá a verificar la limpieza y picado del escarificado de pedestales de concreto hasta dejar expuesto el agregado grueso de las bases previas a la colocación de lánas de nivelación.

La colocación de lánas de acero en cada base de concreto se realizará en el nivel especificado en el plano y presentarán los respectivos protocolos para aprobación de la supervisión de SPCC, previos al izaje de la estructura de mantenimiento.

Se procede a transportar los elementos a la zona de izaje identificado en los previos al trabajo, se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa, desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos estructurales.

Se procederá al armado andamios para facilitar el montaje antes inspeccionados y con los permisos requeridos.

La grúa de 60Ton levantará los elementos de la estructura de mantenimiento, iniciando con las columnas principales y las plataformas completas piso por piso, para el izaje se colocarán vientos de soga de nylon 5/8" para estabilizar los elementos.

Luego la secuencia de alineamiento y verticalización, será ejecutado por ejes de columnas y vigas usando el tirfor y cables de acero, se procederá a la verticalidad de la estructura en el área, con las vigas instaladas hasta el segundo nivel, y se procederá con el soldeo respectivo.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

### **3.6.5 Montaje bastidor de fijación del equipo HPGR**

Se inician los trabajos con el levantamiento topográfico de ejes y niveles de la loza para contrastar con los protocolos civiles existentes. Luego se realizará el escarificado de la loza de concreto y se verifica la limpieza y picado hasta dejar expuesto el agregado grueso de las bases.

Se procede a transportar los elementos a la zona de izaje identificado en los previos al trabajo, se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa, desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos estructurales.

Antes del izaje se realizará la limpieza manual de la parte inferior del frame del HPGR con un dieléctrico consultando con el cliente SPCC, luego la grúa 300Ton

levantará el bastidor de fijación hasta dejarlo en su posición final, para el izaje se colocarán vientos de sogas de nylon 5/8" para estabilizar los elementos.

Una vez en la posición final se instalarán espárragos de anclaje con tuercas y arandelas para fijarlo, luego se limpiarán las chapas de asientos junto a los espárragos de anclaje, entre el bastidor y la cimentación.

Luego la secuencia de nivelación y alineamiento será ejecutado por ejes y según las elevaciones indicadas en el manual y planos de referencia, para luego efectuar el tensionado de los pernos de anclaje mediante un high torque.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

### **3.6.6 Montaje de Bloque de presión**

Se transportan los elementos a la zona de izaje. Luego, en la zona de izaje se procede a aplicar grasa libre de ácidos a las chavetas de retención correspondientes a la viga de absorción de presión y se instalarán en el bastidor de fijación.

Antes del izaje se protegerán las válvulas de seguridad y cilindros de émbolo buzo del bloque; se aseguran los émbolos de los cilindros para evitar que se salgan de su posición.

Se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos a montar.



Luego la grúa de 300Ton levantará el bloque columna-pistones, hasta dejarlo en su posición final, para el izaje se colocarán vientos de soga de nylon 5/8" para estabilizar.

Montado el equipo la secuencia de alineamiento será ejecutado por ejes, según lo indicado en planos.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

La instalación de los sistemas de enfriamiento, sistemas de lubricación, y demás se realizará al completar los trabajos de montaje mecánico (evita dañar instrumentos).

### **3.6.7 Montaje de rodillo móvil y fijo**

Antes de iniciar los trabajos de montaje se solicitará al cliente los protocolos de giro del rodillo móvil, ya que si el almacenamiento es prolongado polysius indica que deben girarse los rodillos aproximadamente cada 30 días para evitar que se formen marcas de paradas en los rodamientos.

Luego se procede con el alineamiento de los carriles guía con respecto al obturador, todo sobre el bastidor de fijación o frame.

Se procede a instalar la baquelita (engrasada) sobre las vigas de mantenimiento para movilizar el conjunto rodillo-chumaceras.

Se transportarán los elementos a la zona de izaje, se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa, desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos a montar.

Se colocarán vientos de nylon 5/8" para estabilizar los elementos a izar. Para el izaje se tendrá en cuenta el cuidado de la oblicuidad del bloque para no dañar las obturaciones. No se retirará la estructura de transporte con la que fue enviada de fábrica para su movilización, y para el montaje se prevé fabricar distanciadores para la base.

Luego la grúa de 300Ton levantará el primer rodillo (móvil), posicionándolo sobre las vigas de mantenimiento. El conjunto rodillo-chumaceras serán movilizadas a través de las vigas de mantenimiento hasta el bastidor principal y luego sobre este hacia su posición final (se usarán tecles de cadena larga para tirar de ellos).

Se trabajará en el alineamiento del rodillo y su posición respecto a los pistones.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

### **3.6.8 Montaje tapas laterales y tapa superior**

Culminados los trabajos en los rodillos y previa liberación se movilizarán la tapa superior y lateral al sitio de montaje.

Se instalarán las chavetas superiores y se realizarán los ajustes finales de estas. El torque de los pernos se realizará según el manual.

Finalmente se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

### **3.6.9 Montaje Tolvas de descarga**

Se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos de anclaje, para contrastar con los protocolos civiles existentes.

Se transportarán los elementos a la zona de izaje luego se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos a montar.

El izaje se realizará en dos etapas, utilizando la grúa de 300 Ton se levantará el tramo uno de las tolvas hasta dejarlo en la posición final, luego se procede a montar el tramo dos sobre el tramo uno, se colocará vientos de nylon 5/8" para estabilizar los elementos a izar.

Luego la secuencia de nivelación y alineamiento será ejecutado por ejes y según las elevaciones indicadas en el manual y planos de referencia.

Por último, nivelado y alineado, el tensionado de pernos de anclaje se realizará con llaves y torquímetro calibrado.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

### **3.6.10 Montaje de sistemas de accionamiento**

Se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos de anclaje, para contrastar con los protocolos civiles existentes. Luego se realizará el escarificado de los pedestales para colocación de lanas de nivelación, se

procederá a verificar la limpieza y picado del escarificado de pedestales de concreto hasta dejar expuesto el agregado grueso de las bases previas a la colocación de lanas de nivelación.

La colocación de lanas de acero en cada base de concreto se realizará en el nivel especificado en el plano para el frame del reductor y motor respectivamente y presentarán los respectivos protocolos para aprobación de la supervisión de SPCC, previos al izaje de la estructura de mantenimiento.

Se procede a transportar los elementos (frame motor soporte reductor-motor-reductor) a la zona de izaje identificado en los previos al trabajo, se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos estructurales.

La grúa de 300Ton levantará los componentes del sistema de accionamiento de la prensa hasta dejarlo en la posición final, para el izaje se colocarán vientos de sogas de nylon 5/8" para estabilizar los elementos.

Con los componentes en posición se instalará el conjunto frame-motor principal, luego el consunto soporte-reductor.

Se realizará las pruebas de sentido de giro del motor principal. Luego se instalarán el cardán que une el motor principal con el reductor y se instalará el acoplamiento que une el rodillo y el reductor.

Se completa el montaje con el alineamiento del sistema de motor-reductor.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

Finalmente se realizará las pruebas en vacío y se instalarán las guardas de seguridad.

### **3.6.11 Montaje de sistemas hidráulico-lubricación-refrigeración**

Como alcance comprende el montaje de una unidad hidráulica compuesta por dos motores eléctricos y tuberías (kit de unidad hidráulica), dos sistemas de lubricación (dos kits de lubricación) compuesta cada uno por tres motores eléctricos, una bomba, tuberías y unidad de enfriamiento (radiadores), y la instalación de un sistema de engrase centralizado que incluye un barril de grasa, una bomba neumática y tuberías.

Se nivela la fundación o apoyos sobre los cuales irá montado el equipo, colocando laines embebidas en concreto cuyo nivel superior sea 0.25 de pulgada o 6 mm más que la cota final (inferior) de la base o asiento del equipo, con el objeto de adicionar laines desde 0.25 de pulgada o 6mm de espesor a espesores menores y de esta forma obtener un alineamiento y nivelación correctos del equipo.

Se procede a transportar los kits y elementos a la zona de izaje identificado en los previos al trabajo, se verificará el radio de giro, la pluma de izaje y partes mecánicas antes de iniciar los trabajos con la grúa, desde el punto físico de posicionamiento hacia el punto de izaje de los elementos estructurales.

La grúa de 60Ton levantará los kits ubicándolos en la posición final, para el izaje se colocarán vientos de soga de nylon 5/8" para estabilizar los elementos.

Mediante regla y calibrador de linternas se efectúa la alineación dentro de las tolerancias especificadas. Esta alineación deberá ser efectuada dependiendo de las condiciones ambientales, las cuales pueden afectar el alineamiento final.

Culminado el montaje se presentarán los respectivos protocolos para aprobación de QA/QC y supervisión de SPCC.

Los trabajos de instalación se ejecutarán según lo indicado en el manual del equipo estos trabajos serán realizados por el proveedor luego de finalizar las maniobras de montaje para evitar daños en los instrumentos.

### **3.7 Montaje de estructuras metálicas**

En el procedimiento se define la secuencia para el montaje de estructuras metálicas del proyecto en las áreas detalladas:

- Edificio HPGR.
- Edificio de Silo e Almacenamiento.
- Torre de Transferencia N°1.
- Torre de Transferencia N°2.
- Torre de Transferencia N°3.
- Galerías de fajas Transportadoras CV-5A/5B/5C/5D/5E.

#### **3.7.1 Documentos de referencias**

- Planos de Fabricación y Montaje en su última revisión.
- Planos de marca del fabricante.
- Especificaciones Técnicas de Montaje Estructuras Metálicas.
- AISC S302 Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.



- ASTM A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.
- AWS D1.1-2010 American Welding Code.

### **3.7.2 Recursos**

#### **Equipos**

- Equipos de izaje (Grúas de 30/60/160 ton ó similar).
- Camión grúa de 15 ton.
- Manlift de 60 y 120 pies.
- Camión plataforma de 30 ton.

#### **Elementos de maniobra**

- Grilletes, estrobos, eslingas, vientos, balancines.
- Canastillos.
- Andamios.

#### **Herramientas y equipos menores**

- Equipo oxicorte.
- Máquina de soldar.
- Esmeriles de 4 ½" y de 7".
- Maletines de herramientas.
- Juego de llaves de golpe.
- Tecles ratchet y tecles de cadena de 1.5 y 3 ton.
- Tirfors.
- Radios portátiles.
- Barretas.
- Pasadores cónicos.

### **Equipos de inspección, medición y ensayo**

- Equipo de topografía / nivel óptico.

### **Personal**

- Supervisor mecánico.
- Rigger certificado.
- Capataz.
- Operario montajista.
- Oficial montajista.
- Operario mecánico.
- Oficial mecánico.
- Operadores de grúa, manlift, camión plataforma y camión grúa.
- Operario topógrafo.
- Ayudantes.

### **3.7.3 Trabajos Previos al Montaje**

Se revisarán los planos de fabricación, montaje y marcas en su última revisión entregados y aprobados por SPCC. Luego se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles de los pernos embebidos en los pedestales y losas por la especialidad civil, de encontrarse incongruencias en los planos civiles y planos de estructuras por lo que el pedestales posiblemente queden inferior o superior a las cotas estructurales se procederá a verter grout a las bases hasta llegar al nivel especificado en los planos, los registros de control serán emitidos por QA/QC y aprobados por la supervisión SPCC.

Luego se procede a realizar el escarificado de los pedestales de concreto para la colocación de lanas de acero en el nivel indicado en planos utilizando mortero tipo cementicio, se emiten los respectivos protocolos para aprobación de SPCC.

Se verificarán que los elementos estructurales estén libres de daños y estén de acuerdo a los planos de fabricación, luego de ser verificados estos se clasificarán con el objetivo de mantener un ritmo de montaje acelerado. Luego se transportan los elementos estructurales para el pre-armado y armado hacia la zona de montaje se hará con dos camiones hiab que a su vez apoyarán en el pre-armado de pórticos, las estructuras se ubicarán en áreas circundantes a la zona de montaje optimizando el espacio sin interrumpir los trabajos adyacentes.

Se verificará que los pórticos pre-armados se encuentren tensionados. El tensionado de pernos se hará con pistolas (llaves) o torquímetro calibrado y certificado luego se efectuará la limpieza de bases metálicas y uniones críticas.

Se inspeccionarán los equipos de maniobra (grúa o camión grúa, manlift y canastillo de izaje) y herramientas. Se utilizarán elementos de izaje como estobos de acero o eslingas para la capacidad requerida.

Se realizará el monitoreo de la velocidad del viento constantemente estableciendo las medidas de seguridad adecuadas.

Se elaboran los permisos de seguridad que sean necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern, se habilita y señala el área donde se colocará la grúa para las maniobras.

Se procederá al armado andamios para facilitar el montaje antes inspeccionados y con los permisos requeridos según sea necesario.

#### **3.7.4 Montaje de Pórticos**

El montaje de las estructuras se realizará en pórticos arriostrados y con parte de cobertura pre-armados en la zona de trabajo, este principio de montaje se considera para los 3 edificios y bend de las fajas transportadoras.

Para la maniobra de estructuras se utilizará grúas con las capacidades requeridas para izaje de las estructuras hasta dejar en su posición final.

Se verificará el radio de giro y pluma de izaje y partes mecánicas del equipo antes de iniciar los trabajos de izaje.

Luego la grúa con la carga en posición vertical, girará hasta colocarla en posición sobre el pedestal de concreto, donde bajará la carga y la pondrá en los ejes correspondientes. Luego se colocarán los pernos para fijar las vigas y columnas con pre ajuste manual.

Se procederá a tensionar los pernos concluida el montaje en los niveles correspondientes.

Para los trabajos de montaje en niveles superiores a los 30 m solo se realizará con la grúa de 130 Ton debido a su capacidad de montaje y las grúas restantes apoyaran en la colocación de arriostres y coberturas en los tres edificios.

### **3.7.5 Montaje de vigas y arriostres**

Para esta maniobra se utilizará una grúa de la capacidad necesaria. Se levantará la carga hasta ubicarla en su posición definitiva. Previamente se instalarán planchas (cartelas) a las columnas, en donde se apoyaran las vigas. Luego se colocarán los pernos para fijar las vigas y columnas con pre ajuste manual.

Se procederá a tensionar los pernos concluida el montaje en los niveles correspondientes.

Para los trabajos de montaje en niveles superiores a los 30 m solo se realizara con la grúa de 130 Ton debido a su capacidad de montaje y las grúas restantes apoyaran en la colocación de arriostres y coberturas en los tres edificios.

### **3.7.6 Montaje de galerías de fajas transportadoras**

#### **Montaje de faja CV-5A**

El montaje de la faja CV-5A se realizará en tres tramos según la Figura 3.4, estos se ensamblarán cerca del punto de ubicación y colocado con una grúa de 30 Ton, este primer tramo se apoyará en el primer pórtico bend 1. Luego el segundo tramo será colocado sobre sus dos pórticos bend 1 y bend 2, una vez armada la estructura a nivel de suelo, debidamente empernada y con conformidad del cliente se dará inicio a la ubicación de las grúas que participarán en el tándem (grúa de 90 y 130 Ton) y montaje para lo cual se ha previsto por estudio de que la ubicación de las grúas se haga al lado norte del edificio existente, ya al encontrarse elevada la estructura a una altura considerada se procederá a la liberación de la grúa menor (90Ton) muy lentamente para esto la grúa de 130Ton estará sujetando la estructura

en cuatro puntos de los cuales dos estrobos están sujetos desde la estructura hasta el gancho y los otros dos a tecles de nivelación de esta manera se permitirá la liberación de la grúa de 90Ton y que la carga se encuentre sostenida solo con la grúa de 130 Ton y con un ángulo de 15°.

Se considera dos estrobos fijos con capacidad de sostener desde el gancho de grúa hasta la estructura y dos estrobos fijos desde el gancho hasta los tecles que a su vez estarán sosteniendo la estructura.

Luego la grúa girará lentamente hasta posicionar la estructura cerca a la abertura del edificio, la hará ingresar muy lentamente y con el apoyo de los vientos impedirán que la estructura roce o golpee las columnas del edificio ya habiendo ingresado un cierto tramo se procede a alinear el puente grúa al eje de la faja CV-5A, luego se realizará el estrobado de la estructura en un extremo con la ayuda de dos operarios elevados con un manlift ya habiendo sido debidamente sujeta se procederá a la liberación de los tecles muy lentamente hasta que la estructura quede completamente sujeta con dos grúas en cada extremo, luego se realizará el posicionamiento de la estructura hasta el bend 1 y 2 donde será debidamente sujeta, el montaje del tercer tramo lo realizará solo con la grúa de 130 Ton manteniéndose en la misma ubicación del montaje del segundo tramo.

Estando elevada la estructura y muy cerca de su punto de fijación en sus respectivos pórticos (bend), se posicionará un manlift para realizar el empernado de la estructura con los bend y la liberación de los elementos de izaje una vez nivelado.



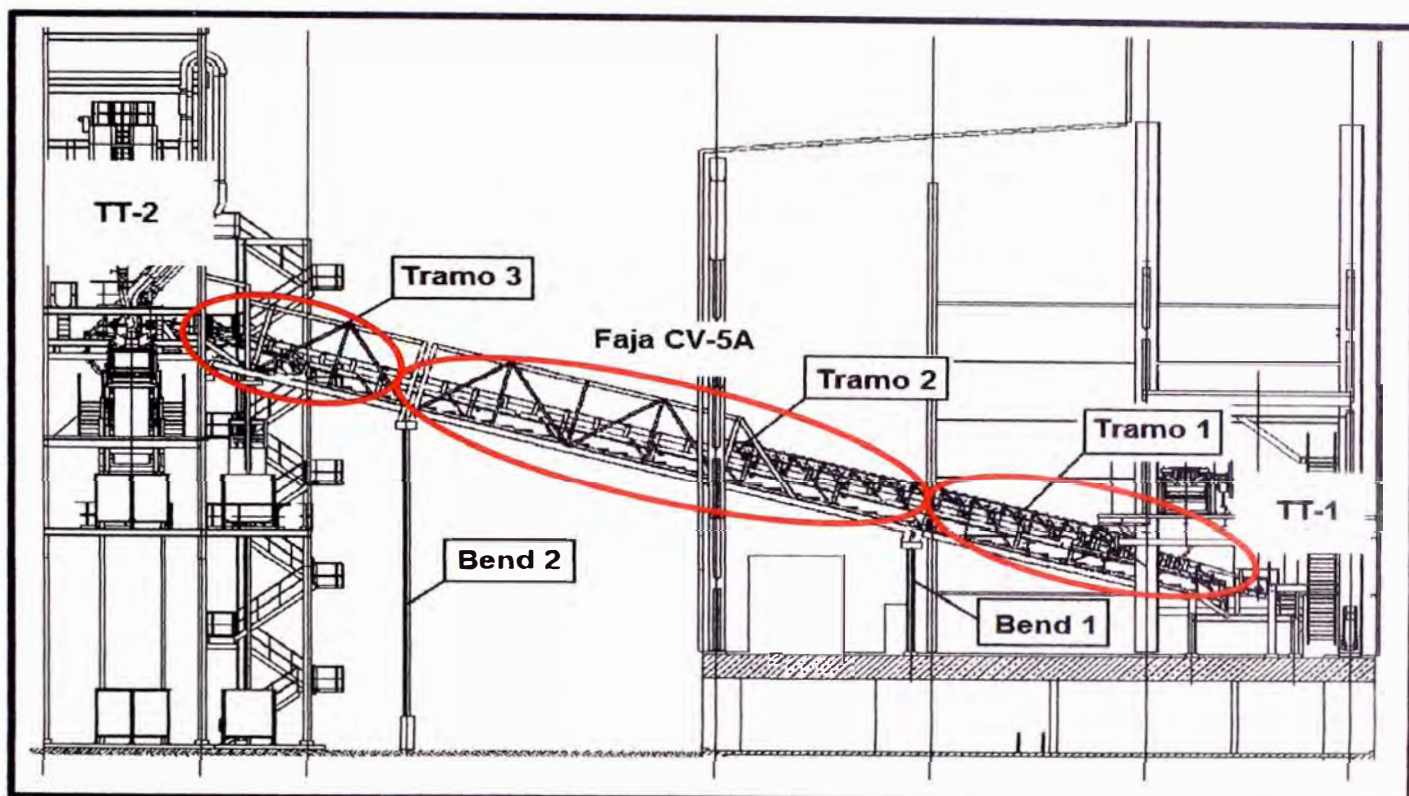


Figura 3.4: Faja transportadora CV-5A

### Montaje de faja CV-5B.

El montaje se realizará en tándem con el uso de grúas de 90 Ton y 130 Ton. Para la correcta ejecución del montaje es necesario de que el armado de la estructura de la faja se realice muy cerca del punto de montaje y a una distancia donde los radios de izaje de las dos grúas coincidan con los puntos de izaje.

Estando elevada la estructura y muy cerca de su punto de fijación en sus respectivos pórticos (bend), se posicionará un manlift para realizar el empernado de la estructura con el bend y la liberación de los elementos de izaje una vez nivelado.

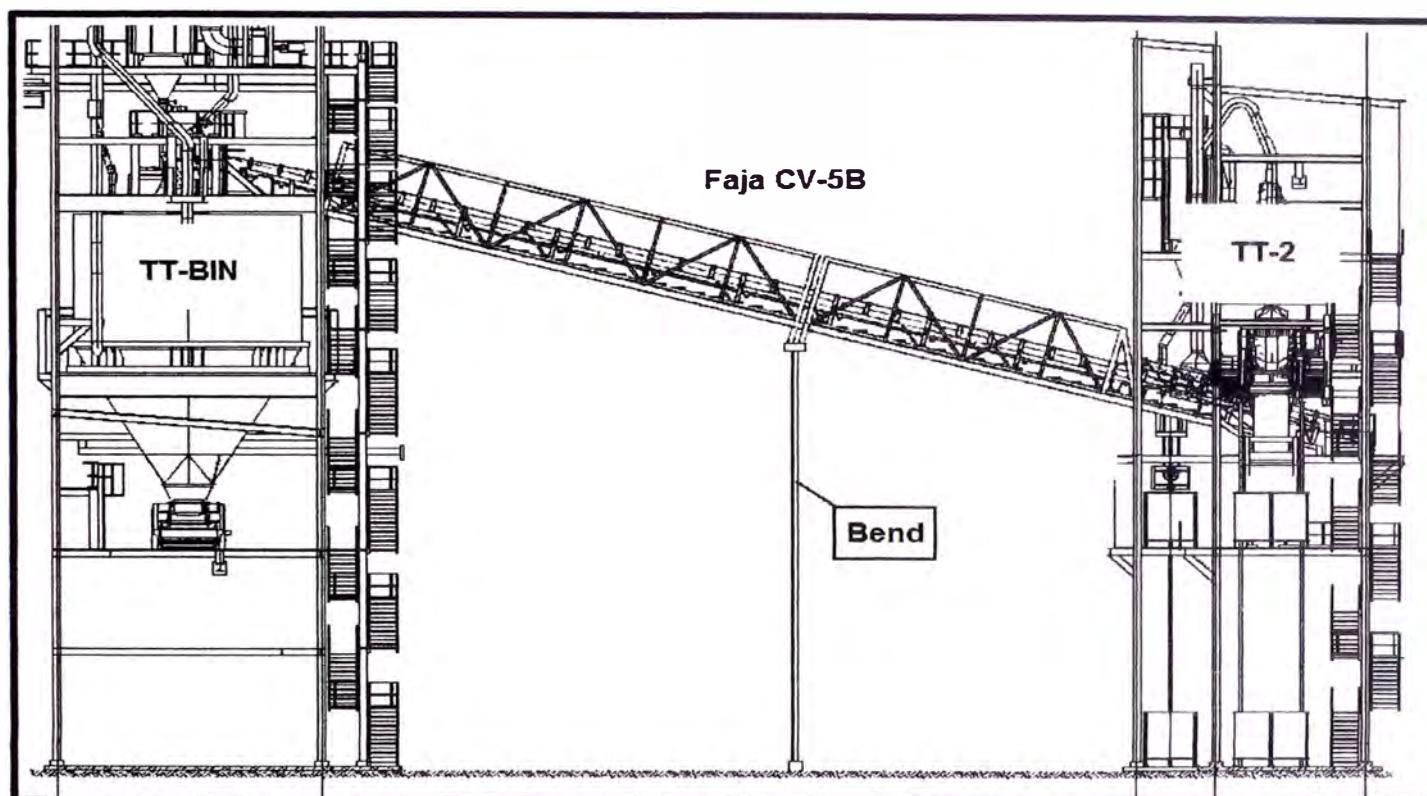


Figura 3.5: Faja transportadora CV-5B

### Montaje de faja CV-5D.

Para lograr el montaje de las fajas transportadoras CV-5D es necesario haber avanzado con el montaje de las estructuras de los edificios hasta llegar al nivel de apoyo de la faja, el montaje de estas estructuras se realizará en 03 tramos según la Figura 3.6.

El primer tramo será montado completo cuando el avance de la estructura del edificio se encuentre en el nivel superior al de los apoyos.

El segundo tramo se ensamblará cerca del punto de ubicación y se colocará con una grúa de 30 Ton, este segundo tramo se apoyará en el primer pórtico bend 1.

El montaje del tercer tramo se realizará en tándem con el uso de la grúa de 90 Ton y 130 Ton ubicándolo en sus bases bend 1 y bend 2, para lograr ubicar las grúas en posición de montaje se trazará el área a las medidas dadas por el ingeniero de maniobra quien elaborará un procedimiento donde adjuntará los cálculos y pesos estimados de la carga (faja).

Para la correcta ejecución del montaje es necesario de que el armado de la estructura de la faja se realice muy cerca del punto de montaje y a una distancia donde los radios de izaje de las dos grúas coincidan con los puntos de izaje, durante la maniobra en tándem se tendrá cuidado ya que la estructura se encuentra demasiado cerca del cuarto de compresores.

Estando elevada la estructura y muy cerca de su punto de fijación en sus respectivos pórticos (bend), se posicionara un manlift para realizar el empernado de la estructura con el bend 1 y 2 y la liberación de los elementos de izaje.

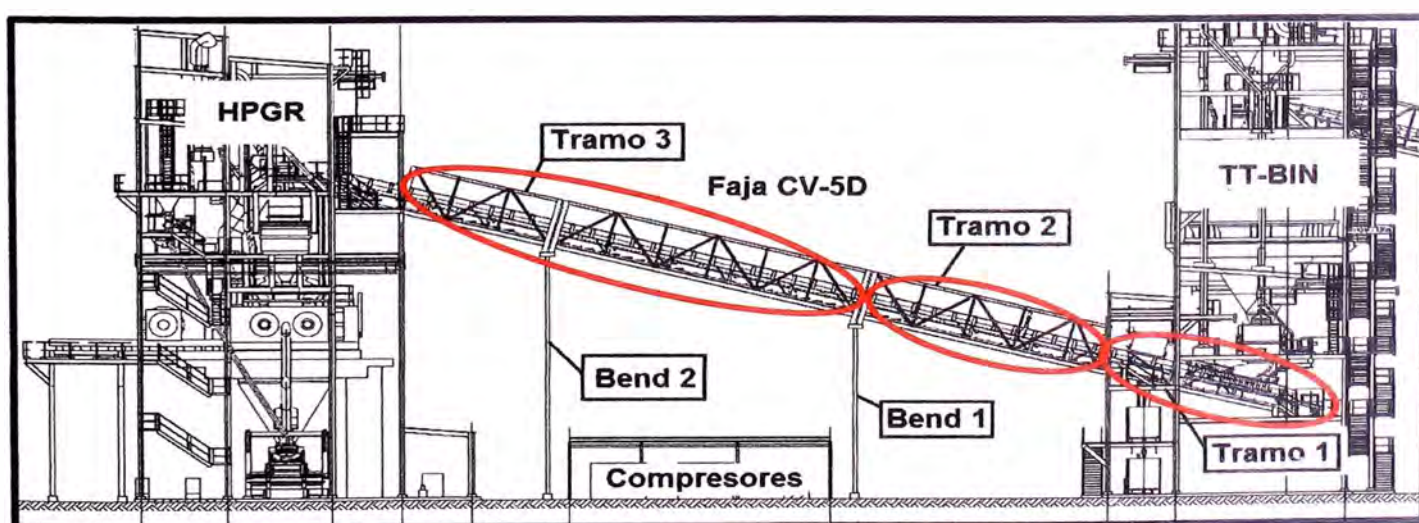


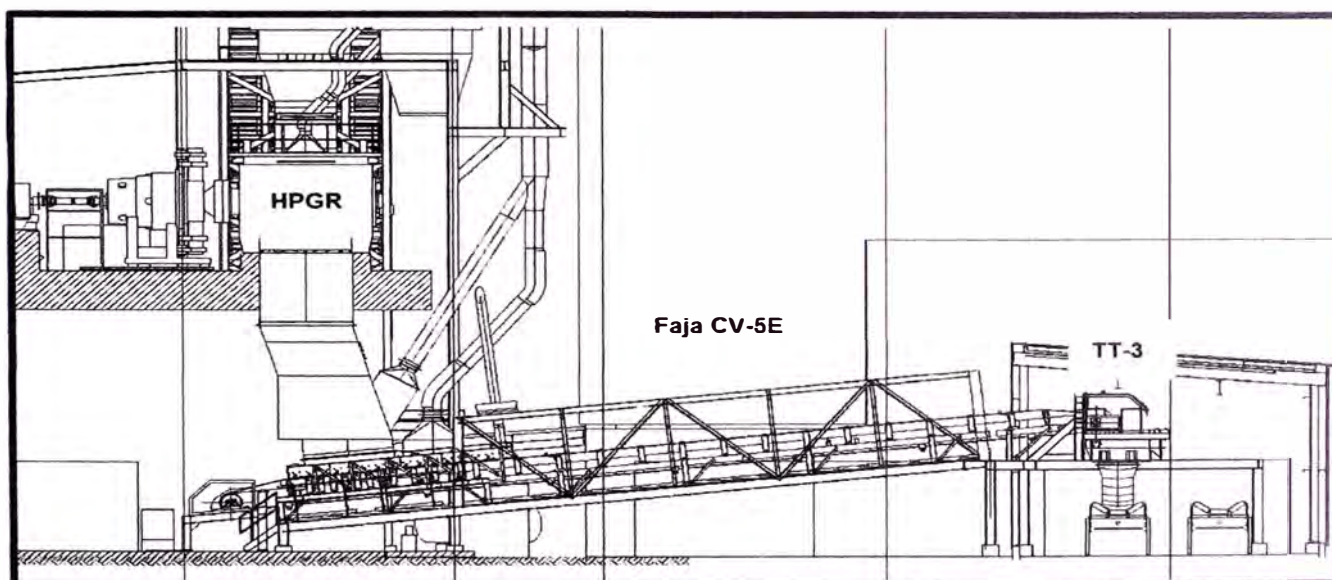
Figura 3.6: Faja transportadora CV-5D



### **Montaje de faja CV-5E.**

El montaje de la faja CV-5E se realizará utilizando una grúa de 30 Ton, esta será ensamblada cerca del punto de ubicación debidamente empernada, con la conformidad del cliente se dará inicio a la ubicación.

Una vez ubicada en la posición final se procede a realizar la nivelación y empernado de la estructura luego se liberarán los elementos de izaje.



**Figura 3.7:** Faja transportadora CV-5E

#### **3.7.7 Montaje de plataformas y barandas**

Se procederá a montar las plataformas y barandas una vez posicionadas las vigas y columnas con pernos pre-ajustados.

Finalizado el montaje se nivelarán de plataformas y alinearán las barandas.

### **3.7.8 Touch up de pintura**

Concluido el proceso de montaje y tensionado de pernos de amarre de las estructuras metálicas se procederá a retocar con pintura aquellas estructuras dañadas, según las especificaciones técnicas de pintura.

### **3.8 Montaje de fajas transportadoras**

Mediante este procedimiento se define la secuencia a seguir en el montaje de las nuevas fajas transportadoras CV-5A, CV-5B, CV-5C, CV-5D y CV-5E y cuyo propósito es alimentar a la trituradora de rodillos de alta presión para luego alimentar a una faja existente CV-9.

#### **3.8.1 Documentos de referencias.**

- Especificaciones Técnicas de Montaje Estructuras Metálicas.
- Especificación Técnica-Montaje mecánico.
- Arreglo general Planta-HPGR y sistema de fajas.

#### **3.8.2 Recursos**

##### **Equipos**

- Equipos de izaje (Grúas de 50/60/160 ton ó similar).
- Camión grúa de 15 ton.
- Manlift de 60 pies y 01 manlift de 120 pies.
- Camión plataforma de 30 Ton.

##### **Elementos de maniobra**

- Grilletes, estrobos, eslingas, vientos, balancines.
- Canastillos.

- Andamios.
- Herramientas y equipos menores.
- Equipo oxicorte.
- Máquina de soldar.
- Esmeriles de 4 ½" y de 7".
- Maletines de herramientas.
- Juego de llaves de golpe.
- Tecles ratchet y tecles de cadena de 1.5 y 3 ton.
- Tirfors.
- Radios portátiles.
- Barretas.
- Pasadores cónicos.

#### **Equipos de inspección, medición y ensayo**

- Calibradores y regla.
- Relojes comparadores.
- Estación total.
- Equipo de topografía / nivel óptico.

#### **Personal**

- Supervisor mecánico.
- Rigger certificado.
- Capataz.
- Operario montajista.
- Operario mecánico.
- Oficial mecánico.

- Operadores de grúa, manlift, camión plataforma y camión grúa.
- Operario topógrafo y ayudantes.

### **3.8.3 Trabajos previos al montaje**

Se realizará el levantamiento topográfico de ejes y niveles, paralelamente se verificarán que los elementos que conforman las fajas estén libres de daños y estén de acuerdo a los planos de fabricación.

Se revisan los planos de fabricación, montaje y de marcas en su última revisión aprobados por SPCC y oficina técnica.

Se elaboran los permisos de seguridad necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern-Perú y seguir los procedimientos según el plan de seguridad.

En las maniobras de izaje de deberá habilitar y señalizar el área donde se colocará la grúa, el camión plataforma y el manlift para las maniobras, se realizará la inspección y registro de los elementos de maniobra (estrobos, grilletes, eslingas, tablones de madera dura) y la inspección y check list de los equipos involucrados (grúas, camión grúa, camión plataforma, manlift, etc.).

Se realizará el monitoreo de la velocidad del viento constantemente estableciendo las medidas de seguridad adecuadas.

### **3.8.4 Montaje**

Se inician los trabajos trasladando los componentes estructurales y mecánicos de la faja transportadora desde el almacén de materiales permanentes



hasta el área de trabajo; las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje, camión grúa y camión plataforma.

Luego se procede a la instalación de la estructura de soporte para la polea de cola de acuerdo a los detalles alcanzados en los planos, verificando que el nivel sea el correcto; las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje, el uso de estos equipos está en función a la ubicación de la estructura soporte. Se verificará el alineamiento y nivelación de todos los elementos que constituyen la estructura del soporte luego se procederá a la fijación de la estructura.

Se instalarán los bastidores de la faja transportadora procediendo de acuerdo a los planos de montaje, las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje. Se verificará alineamiento y nivelación de todos los elementos que constituyen las estructuras de los bastidores y los elementos de fijación (registros y protocolos). Posteriormente se procederá con el tensionado de los pernos, el valor del tensionado se verificará con un torquímetro calibrado.

Luego se procede a la instalación de estructura soporte para polea motriz (de mando) de acuerdo a los planos; las maniobras serán ejecutadas con el apoyo de equipos de izaje. Se verificará alineamiento y nivelación de todos los elementos que constituyen la estructura del soporte (registros y protocolos).

Se procede a montar de bastidor para polines de carga y de retorno, las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje. Se verificará el alineamiento, la nivelación y las diagonales entre apoyos de bastidores (registros y protocolos) y se procederá a la instalación de los polines.

Con los soportes montados se instalarán las poleas de mando y de cola según los planos, las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje. Se verificará el alineamiento y la nivelación de las chumaceras además del alineamiento axial y radial de los ejes respecto de las poleas (registros y protocolos). Terminado esto, se procederá con el ajuste inicial de los pernos de anclaje de las chumaceras.

Luego de los montajes se realizará el levantamiento topográfico mecánico, una vez verificado el alineamiento y nivelación de la polea de mando, polines, polea de cola (registros y protocolos), se procederá con el ajuste inicial al 70% de la capacidad de tensionado de los pernos de todas las conexiones de los componentes mecánicos de la faja, el valor del pretensionado se controlará con un torquímetro calibrado.

Se procede a realizar el lanzamiento y vulcanizado de junta de banda (pega). La banda en su bobina será levantada por el gancho principal del equipo de izaje, empleando para ello una porta bobina (eje/barra de acero) sobre el cual gira y en un extremo se coloca una grampa en la cual se fija el cable del tirfor para la maniobra respectiva. La banda se irá jalando por tramos e inicialmente el tirfor estará colocado cerca de la polea de cola hasta que la punta de jalado (grampa) pase de la polea de cola, luego se reubica el tirfor cerca de la polea de mando (parte inferior o retorno), se procederá con la segunda etapa del jalado de la banda, hasta que el extremo con la grampa este lo más cerca posible de la polea de mando. Finalmente, se libera la banda de la bobina, fijando inicialmente uno de sus extremos cerca/sobre de la mesa de empalme. Luego, el extremo se jala hasta que quede sobre la mesa de empalme. Con ambos extremos de la faja sobre la mesa de empalme se procederá con la unión/vulcanizado en caliente de la misma. Para esta actividad crítica se emitirá un instructivo detallado donde se describe paso a

paso cada etapa y control que se lleve a cabo, incluso el control debido a la exposición a altas temperaturas.

Terminado los trabajos con la faja flexible y despejada el área se procede a la instalación de motor y reductor de acuerdo a los detalles alcanzados en los planos de montaje y la especificación para el equipo; las maniobras serán ejecutadas con el apoyo del equipo de izaje. Se verificará el alineamiento y nivelación del bastidor de apoyo; el alineamiento radial y axial del eje de salida del reductor respecto de la polea de mando (registros), se procede al tensionado de los pernos en las uniones del bastidor de apoyo y los pernos en las uniones del motor. Se procederá con el conexionado del motor para realizar su prueba de giro en vacío, verificando tipo y niveles de grasa, el amperaje, la temperatura y la vibración en los rodamientos.

Se procede a la instalación de acoplamientos flexibles y rígidos, se instalará el acoplamiento flexible entre el eje motor y el eje de entrada del reductor así como del acoplamiento mecánico rígido entre el eje de polea de mando y el eje de salida del reductor, para ello se usarán regletas, plomadas y el reloj comparador hasta lograr la tolerancia indicada por el fabricante.

Luego se instarán los de instrumentos y conexionado, se verificará la calibración de todos los instrumentos (pullcord, velocidad cero, etc.) previo a su instalación, se seguirá el procedimiento de montaje y conexionado de instrumentos descrito en el presente capítulo.

Se inicia los trabajos de pruebas de arranque de la faja en vacío, previamente se habrá realizado el tensado inicial de la faja.

Se lleva a cabo el engrase y llenado de aceite a los distintos puntos de lubricación (chumaceras o descansos de poleas, motor, acoplamientos y reductor de velocidad) los que se registrarán en un protocolo de calidad, donde se indica el tipo, la cantidad y la frecuencia.

Se realizarán los ajustes de alineamiento de la faja transportadora y se instalarán los chutes y limpiadores correspondientes según los planos de montaje.

Por último se instalarán las guardas de seguridad.

### **3.9 Montaje de silo de almacenamiento**

Mediante el siguiente procedimiento definimos la secuencia a seguir en el montaje del silo de almacenamiento de 600 toneladas, incluyendo el armado, soldadura entre elementos, la colocación de las planchas antidesgaste y el retoque de pintura en las costuras.

#### **3.9.1 Documentos de referencia**

- Planos de Fabricación y Montaje en su última revisión.
- Planos de Marca del Fabricante.
- Especificación Técnicas de Fabricación de Estructuras Metálicas.
- Especificaciones Técnicas de Montaje Estructuras Metálicas.
- ASTM A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.
- AWS D1.1-2010 American Welding Code.

### **3.9.2 Recursos**

#### **Equipos de Maniobra**

- Equipo de izaje (Grúa de 90 ton).
- Camión grúa de 15 ton.
- Manlift de 60 y 120 pies.
- Camión plataforma de 30 ton.

#### **Elementos de maniobra**

- Grilletes, estobos, eslingas, vientos, balancines.
- Canastillos.
- Andamios.

#### **Herramientas y equipos menores**

- Equipo oxicorte.
- Máquina de soldar.
- Esmeriles de 4 ½" y de 7".
- Maletines de herramientas.
- Juego de llaves de golpe.
- Tecles ratchet y tecles de cadena de 1.5 y 3 ton.
- Tirfors.
- Radios portátiles.
- Barretas.

#### **Equipos de inspección, medición y ensayo**

- Equipo de topografía / nivel óptico.

### **Personal**

- Capataz.
- Operarios Soldadores Calificados de acuerdo a WPS.
- Operarios Montajistas.
- Oficiales Montajistas.
- Rigger certificado.
- Vigias Señaleros.
- Ayudantes.
- Operadores de grúa, manlift, camión plataforma y camión grúa.
- Operario topógrafo.

#### **3.9.3 Trabajos Previos al Montaje.**

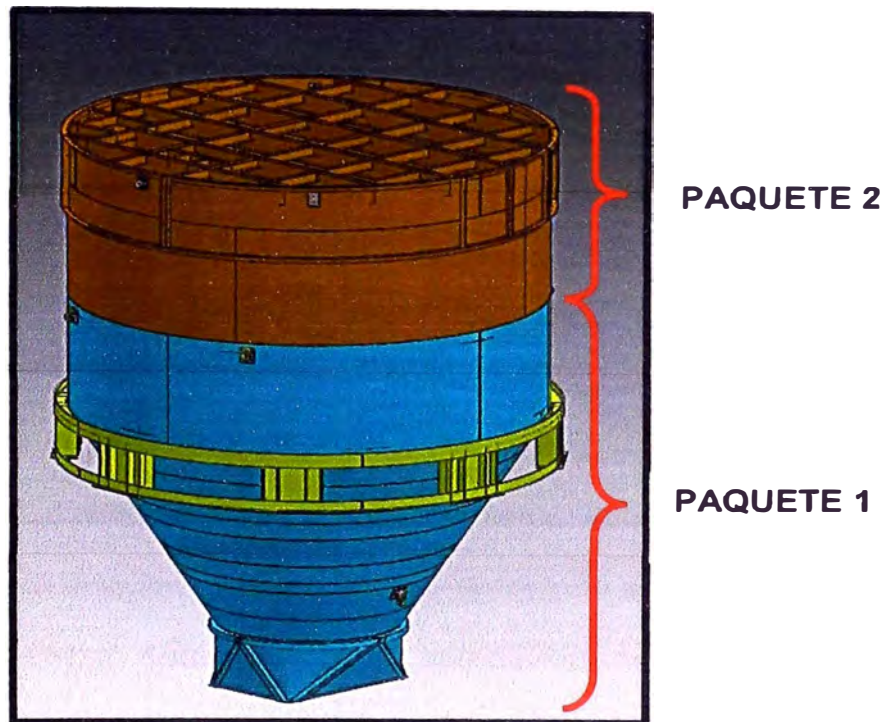
Se realizará el levantamiento topográfico de ejes, y niveles de las vigas a la cual se amarrará el anillo de refuerzo inferior del silo, cuyos registros de control serán emitidos por QA/QC y aprobados por la supervisión SPCC, paralelamente se verificarán que los elementos constituyentes (virolas, segmentos, anillos de refuerzo, planchas metálicas roladas, etc.) estén libres de daños y estén de acuerdo a los planos de fabricación.

Se revisan los planos de fabricación, montaje y de marcas en su última revisión aprobados por SPCC y oficina técnica.

Se implementará un espacio para el armado y el soldeo de las partes frente al edificio del silo (entre los edificios del HPGR y del silo, frente a los compresores existentes) y el transporte de las partes constitutivas se realizará desde el almacén hasta la zona de armado.

Se elaborará el permiso de izajes principales, se realizarán dos izajes principales:

- Primero del conjunto Transición - Cuerpo Cónico - Anillo de Refuerzo Inferior
- Segundo de la Tapa del Silo.



**Figura 3.8 :** Silo de almacenamiento de 600 toneladas

Se coordinará con SPCC, para el inicio del proceso de armado, soldeo y montaje, en las áreas ya definidas.

Se elaboran los permisos de seguridad necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern-Perú y seguir los procedimientos según el plan de seguridad.

Se realizará el armado de andamios para los procesos de apuntalamiento y soldadura de las planchas metálicas roladas en el interior del silo.



En las maniobras de izaje de deberá habilitar y señalizar el área donde se colocará la grúa y el manlift para las maniobras, se realizará la inspección y registro de los elementos de maniobra (estrobos, grilletes, eslingas, tablones de madera dura) y la inspección y check list de los equipos involucrados (camión grúa, manlift, canastillo de izaje, etc.).

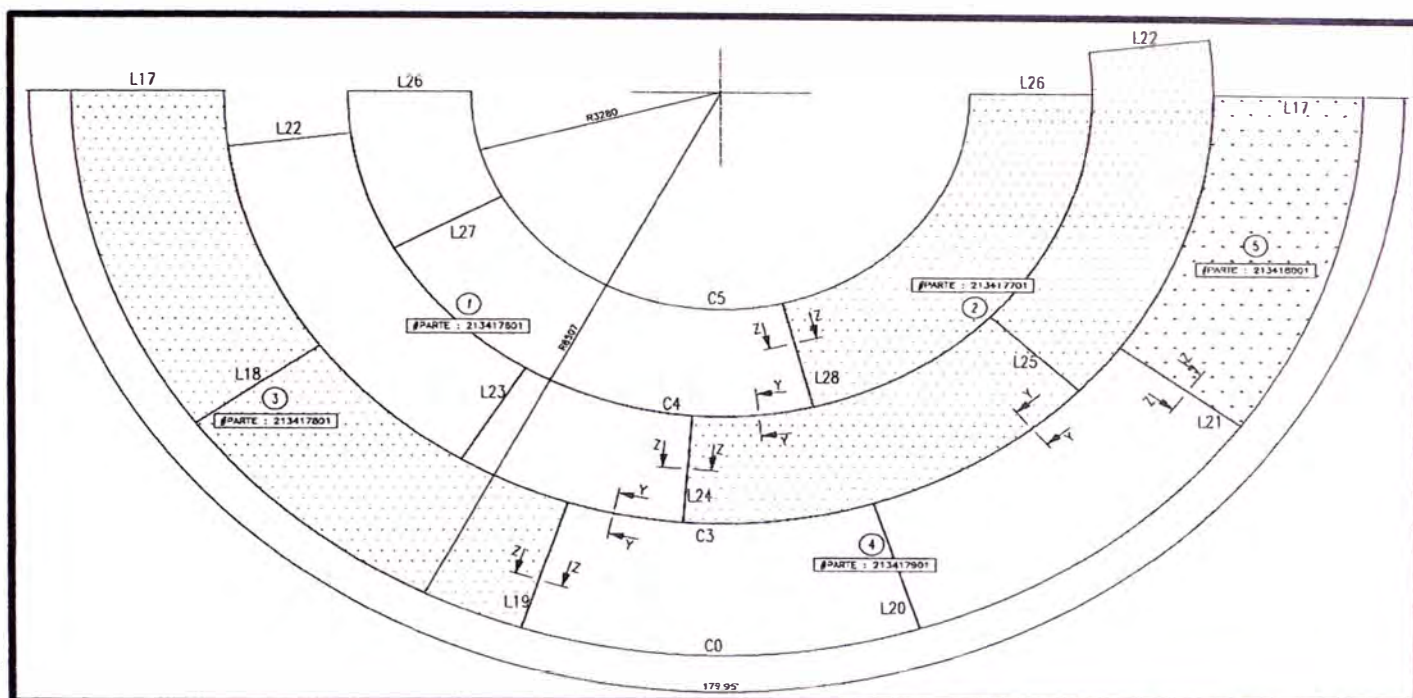
Se realizará el monitoreo de la velocidad del viento constantemente estableciendo las medidas de seguridad adecuadas.

#### **3.9.4 Montaje del ensamble inferior**

Para el montaje del cono inferior en la zona dispuesta para el armado (frente a compresores) se realizará la construcción de unos soportes provisionales al diámetro del cono y con ángulos que crucen por dentro de esta estructura hacia el centro (arriostres tubulares), esto permitirá la colocación de las planchas roladas formando el cono y su fácil unión con soldadura (Ver figura 3.9 y tabla 3.1).

**Tabla 3.1:** Partes de cono inferior según Figura 3.9

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>
5	CONO – PARTE 5B
4	CONO – PARTE 4B
3	CONO – PARTE 3B
2	CONO – PARTE 2B
1	CONO – PARTE 1B



**Figura 3.9:** Desarrollo de cono inferior

Se procederá con el armado y soldadura de las partes 1B y 2B del cuerpo cónico, manteniendo los arriostres de tubos (Ver figura 3.9 y tabla 3.1).

Se continuará con el armado y soldeo del anillo superior del cuerpo cónico (Transición-1B-2B), 3B y 4B según la Figura 3.9, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

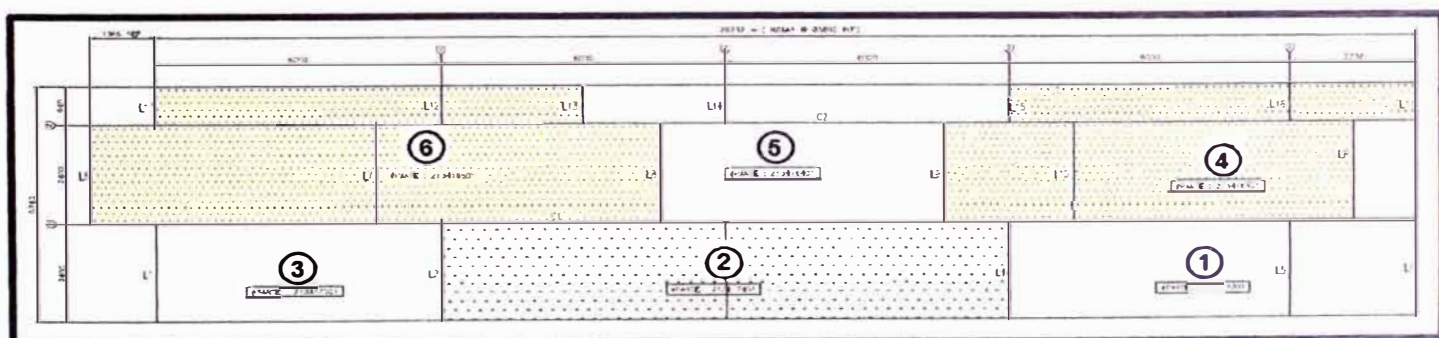
Se procederá luego a completar todo el cuerpo cónico del silo armando y soldando la parte 5B al ensamble (Transición-1B-2B-3B-4B) según la Figura 3.9, se inspeccionara la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

Se continuará con el armado y soldadura de las partes de cuerpo inferior (Transición-Cuerpo Cónico) y 2A del casco cilíndrico de la Figura 3.10 según la

Tabla 3.2, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

**Tabla 3.2:** Partes del casco según Figura 3.10

Item	Descripción
6	CASCO-PARTE 6A- ARRIOSTRADO
5	CASCO-PARTE 5A- ARRIOSTRADO
4	CASCO-PARTE 4A- ARRIOSTRADO
3	CASCO-PARTE 3A- ARRIOSTRADO
2	CASCO-PARTE 2A- ARRIOSTRADO
1	CASCO-PARTE 1A- ARRIOSTRADO



**Figura 3.10:** Desarrollo de casco

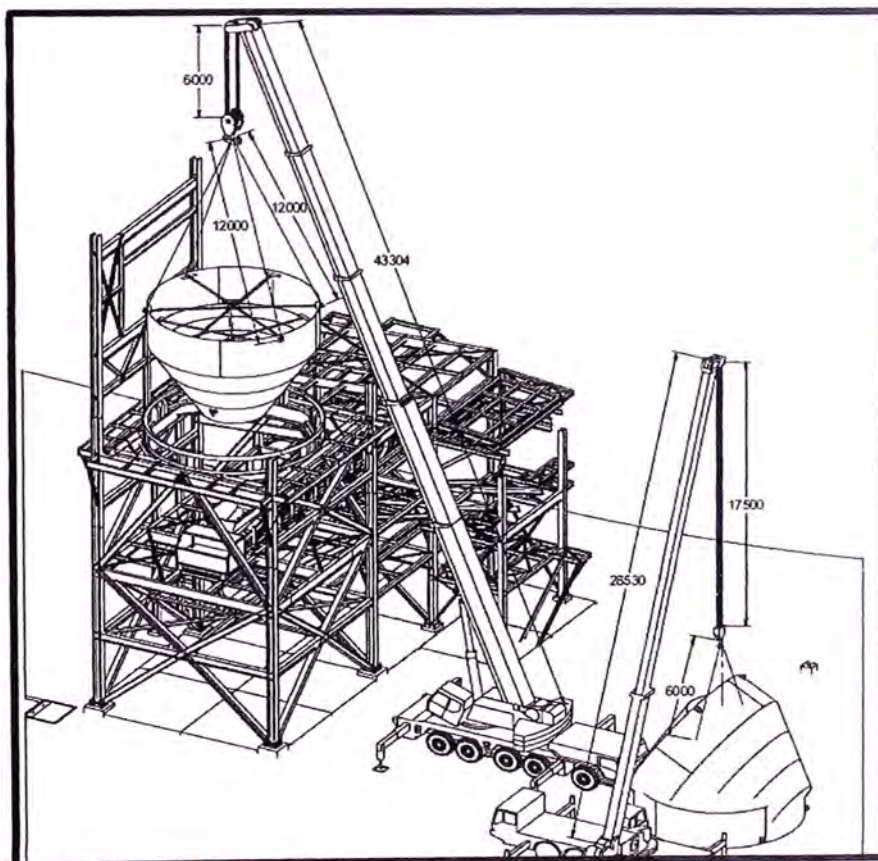
Se completará el primer paquete de izaje armando y soldando las partes 1A, 3A y (Transición-Cuerpo cónico) según la Figura 3.10 y Tabla 3.2, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

A continuación se procederá con los ensayos no destructivos (20% de ensayos de líquidos penetrantes), finalizado ello se procederá a realizar la pintura de retoque de las costuras y cuerpo del paquete (transición-cuerpo cónico-anillo inferior del casco cilíndrico).

Seguidamente se procederá a acondicionar la maniobra de izaje, consistiendo en el retiro de arriostres de los anillos del cuerpo cónico, soldadura de pernos sobre la parte externa del anillo para el empalme de este 1er paquete de izaje al 2do paquete de izaje (a realizarse en posición final) y soldadura de orejas de izaje.

La maniobra se realizará en el momento que el anillo de refuerzo intermedio del silo esté montado y los pernos de amarre del anillo al edificio estén tensionados.

Se procederá a realizar la maniobra de izaje del 1er paquete según la Figura 3.11, el cual descansará sobre el anillo de refuerzo (sobre las cartelas internas del anillo). Liberando la maniobra de izaje se apuntalará en el cuerpo cilíndrico y luego en el cuerpo cónico, esto se realizará con apoyo de topografía para verificar la verticalidad del silo.

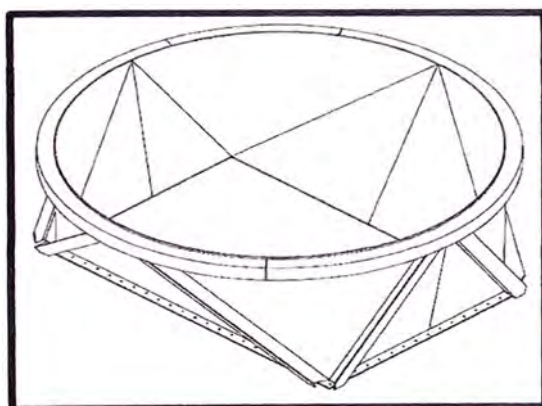


**Figura 3.11 : Izaje del primer paquete – Silo de almacenamiento**

Luego se realizará la soldadura de filete para fijar el ensamble inferior del silo al anillo de refuerzo, tanto en el anillo cilíndrico como en el anillo cónico indicado en planos, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

Se realizará la soldadura de las planchas metálicas roladas de cuerpo cónico utilizando andamios, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

Se continuará con el armado y soldadura de las partes del anillo inferior del cuerpo cónico (1B-2B) y la transición mostrada en la Figura 3.12, se inspeccionara la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.



**Figura 3.12:** Isométrico de transición

### **3.9.5 Montaje del anillo de refuerzo intermedio**

Se realizará en paralelo con el proceso de armado y soldeo del primer paquete de izaje, para ello se deberá tener armado y liberado el edificio del silo hasta el nivel.

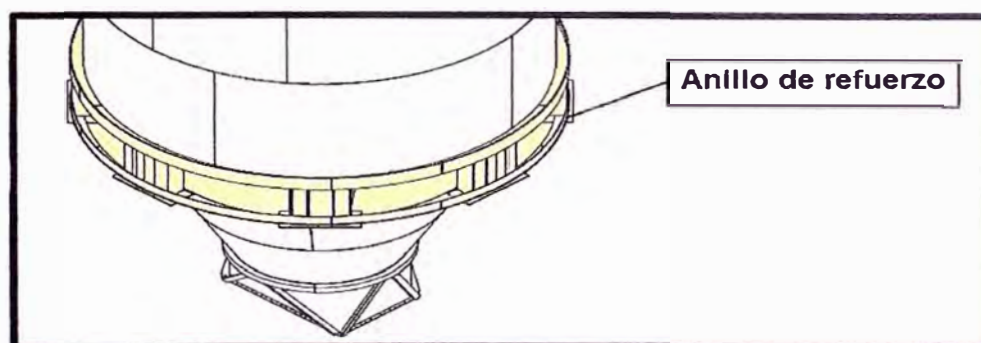


Se procederá al izaje y posicionamiento de cada segmento del anillo sobre la estructura del edificio.

En su posición se procederá a armar y soldar los 04 segmentos del anillo de refuerzo. Antes de la soldadura se procederá a replantear las posiciones relativas de los agujeros para el amarre del anillo de refuerzo a la estructura del edificio.

Se continuará con el torque de los pernos que amarran el anillo de refuerzo a la estructura del edificio del Silo.

Se esperará la maniobra del 1er paquete de izaje del silo para poder unirse a este por soldadura de filete según la Figura 3.13.



**Figura 3.13:** Anillo de refuerzo soldado al 1er paquete

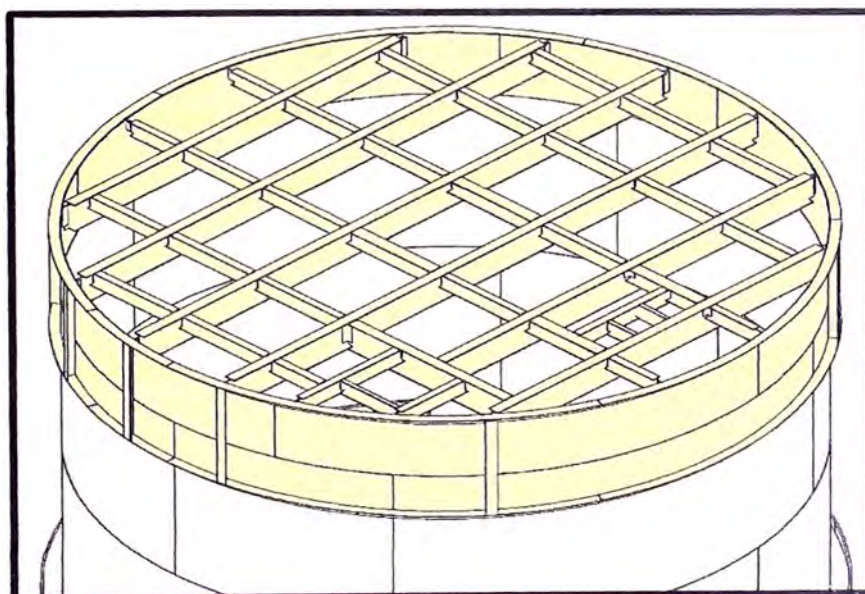
### **3.9.6 Montaje del ensamble de la Tapa**

El armado del 2do paquete de izaje se iniciará una vez que se haya montado el 1er paquete de izaje y se realizará a nivel de piso frente a los compresores existentes. Durante este período también se trabajará en paralelo al 1er paquete ya montado y fijado, apuntalando y soldando las planchas metálicas roladas de refuerzo en este ensamble.

Se procederá con el armado y la soldadura de los elementos que conforman la tapa superior del casco cilíndrico, partes 4A, 5A y 6A del casco cilíndrico (Ver figura 3.10 y tabla 3.2), se inspeccionara la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

Se continuará con la soldadura de las cartelas de amarre de vigas de refuerzo de techo según la Figura 3.14, se inspeccionará la soldadura de acuerdo a normas, especificaciones indicadas y requerimientos de la Sec. 6 del AWS y del AISC D.1.1.

Se procederá con el montaje de la malla de vigas de refuerzo del techo según la Figura 3.14 y seguidamente se realizan los ensayos no destructivos (20% de ensayo de líquidos penetrantes) en las uniones soldadas en sitio.



**Figura 3.14:** Refuerzo de techo del silo

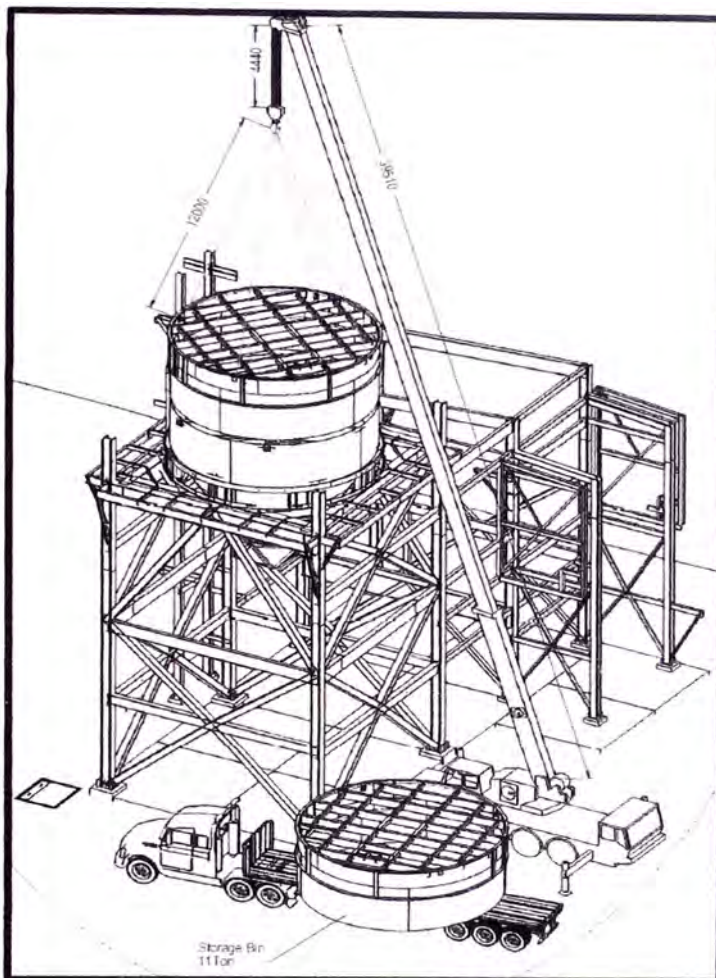
Luego se aplicará el retoque de pintura en las uniones soldadas y en algunos puntos del cuerpo de la tapa que presentes arañones.



Se procederá a preparar la maniobra de izaje del 2do paquete iniciando con la distribución y ubicación de orejas de izaje, armado de andamio para lograr el acceso a la junta que unirá los dos paquetes principales del silo. La maniobra de izaje del 2do paquete se realizará una vez que se haya completado la soldadura de las planchas metálicas roladas tanto de la transición como del cuerpo cónico del silo.

Se procederá al montaje de la tapa del silo, éste 2do paquete se presentará encima del 1er paquete ya fijo y se procederá a armar las dos secciones, usando a la misma grúa del izaje como retenida hasta completar la soldadura de la junta. Para completar la soldadura de la junta se usarán 04 soldadores a la vez para acelerar y poder luego liberar la maniobra.

Se levantará la carga hasta ubicarla en su posición definitiva según la Figura 3.15., previamente se instalarán planchas (cartelas) a las columnas, en donde se apoyaran las vigas, estas se colocarán con pernos con pre-ajuste manual. Concluido el montaje en los niveles correspondientes procederá a tensionar los pernos.



**Figura 3.15 : Izaje del segundo paquete – Silo de almacenamiento**

### **3.9.7 Montaje de plataformas y barandas**

Se procederá a montar las plataformas y barandas una vez posicionadas las vigas y columnas con pernos pre-ajustados.

Finalizado el montaje se nivelarán de plataformas y alinearán las barandas.

### **3.9.8 Touch up de pintura**

Concluido el proceso de montaje y tensionado de pernos de amarre de las estructuras metálicas se procederá a retocar con pintura aquellas estructuras dañadas, según las especificaciones técnicas de pintura.

### **3.10 Sistema de aterramiento**

Este procedimiento aplica a los trabajos de instalaciones eléctricas e instrumentación del proyecto en las siguientes áreas:

- Edificio HPGR.
- Edificio de Silo de Almacenamiento.
- Torre de Transferencia N°01.
- Torre de Transferencia N°02.
- Torre de Transferencia N°03.
- Galerías para Fajas Transportadoras CV-5A/5B/5C/5D/5E/5 (modificación).
- Cuarto Eléctrico HPGR.

#### **3.10.1 Documentos de referencia**

- Plan de Calidad.
- Código Nacional de Electricidad.
- Especificaciones de Construcciones Eléctricas.
- Alcance del Proyecto.
- Criterio de Diseño Eléctrico.

#### **3.10.2 Recursos**

##### **Equipos y otros**

- Camión grúa.
- Retroexcavadora (Dependiendo del terreno).
- Máquina compactadora.
- Taladros, torna y prensa terminal.

- Compresora.
- Martillo neumático.

### **Inspección, medición y ensayo.**

- Telurómetro digital, multímetro, estos equipos o instrumentos deberán contar con su certificado de calibración vigente.

### **Herramientas.**

- Palas, picos, barretas, carretillas y sierras.
- Maletín de herramientas para electricistas.
- Elementos para la soldadura cadweld.
- Soporte de moldes.
- Moldes.
- Chisperos para la ignición.
- Cartuchos de soldadura y cebado.
- Discos de obturación.
- Rasqueta para limpieza del molde.
- Pincel de limpieza.
- Soplete con boquilla de calentamiento.
- Balón de gas propano.
- Limas planas y redondas para limpieza de rebabas de las juntas soldadas.

### **Personal.**

- Jefe Supervisor Eléctrico.
- Jefe de Grupo de Electricidad.
- Capataz.

- Topógrafo.
- Supervisor de Seguridad.

### **3.10.3 Trabajos Previos**

Antes del inicio de los trabajos se revisarán los planos de la malla a tierra y se verificará que estén en la última revisión aprobados por SPCC y oficina técnica.

Se verificará que los materiales suministrados estén conforme a las especificaciones técnicas de caso contrario se procederá a informar a la supervisión de SPCC para su acción y disposición final.

Se tendrá en cuenta el estado de las obras civiles para evitar las interferencias con la realización de los trabajos de la malla a tierra.

Se elaboran los permisos de seguridad necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern-Perú y seguir los procedimientos según el plan de seguridad.

### **3.10.4 Replanteo**

Previamente al montaje se procede a un replanteo inicial de acuerdo con los planos y tomando como referencia puntos concretos o fijos de la obra ya realizada.

El trazado se realiza con la ayuda del topógrafo (según requerimiento), marcando las líneas rectas con cuerdas tizadas con cal y/o yeso, procurando en los tramos visibles conservar al máximo la verticalidad y horizontalidad de las líneas.

Si se observa interferencias con obras o instalaciones no recogidas en los planos facilitados por SPCC, se deben detener los trabajos y comunicar sobre este aspecto, quien indicará las acciones a tomar emitiéndose una propuesta de modificación de diseño.

### **3.10.5 Tendido y Conexión de la red malla a tierra.**

El método o combinación de métodos elegidos va a depender de varios factores tales como el tamaño de la malla, el tipo de terreno, profundidad de enterramiento, disponibilidad de equipo, restricciones de seguridad por la existencia de equipos energizados en las instalaciones existentes (en caso de tratarse de la ampliación de una instalación existente).

La profundidad y la ubicación de la malla deben estar en conformidad con los planos y al replanteo efectuado en terreno.

Una vez realizada la zanja de acuerdo a los planos se verificará que el fondo de la zanja debe estar libre de piedras cortantes que pudiesen generar deterioros en el cable desnudo. Luego se colocará 10 cm de cama de tierra de cultivo o tierra de cultivo para la instalación del cable de cobre desnudo.

Una vez tendido el cable en la zanja se hace el soldeo exotérmico de las derivaciones, luego se procede con la colocación de cemento conductor o tierra de cultivo con bentonita a lo largo del cable de cobre desnudo y se prosigue con la colocación de 20 cm de capa de tierra de cultivo la cual debe estar limpia de posibles basuras y se cernirá con una malla no mayor a 1" y esta se mezclará con la bentonita, para luego ser compactada. El material de relleno no debe tener piedras

mayores a 3" para bajar los valores de resistencia al momento de hacer la correspondiente medición.

Antes de proceder con el relleno de la zanja se debe dejar las derivaciones de cable para conexión de equipos en conformidad con los planos. Estas derivaciones deben ser forradas con plástico o tubería de PVC hasta su conexión final.

Luego de la correcta instalación de los pozos se realizará un esquema de disposición final de los diferentes elementos del pozo, esto será anotado en el protocolo para su aprobación por SPCC.

Se tendrá en cuenta que todas las mechas y/o acometidas de aterramiento tendrán que colocarse tubo PVC SAP y sellarse con silicona transparente, de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Los cables de la red de tierra se unen a las jabalinas mediante un conector tipo burndy o similar, de acuerdo a lo indicado en planos. Las derivaciones y empalmes deben realizarse con soldadura exotérmica tipo cadweld.

Se verificará a medida que avanza el montaje, la continuidad eléctrica de los circuitos.

### **3.10.6 Construcciones de Pozos a Tierra**

Se procederá con las excavaciones, rellenos y compactación de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto. Se tendrá un plano a mano alzada firmado por un ingeniero civil para el sostenimiento de la pared de la excavación de cada pozo a tierra.



La dosificación se realizará con tierra de cultivo, cemento conductivo y bentonita sódica, para obtener una buena resistencia del pozo a tierra. La compactación del pozo a tierra será cada 30 cm.

Una vez concluido el pozo a tierra se realizará la medición de resistencia.

### **3.10.7 Soldaduras Exotérmicas**

#### **Preparación de conductores**

Los conductores de cobre deben estar desengrasados, limpios y sin trazas de corrosión, aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasa o estuvieran manchados con estos productos, deben desengrasarse con un disolvente no graso tipo xileno o gasolina. Siempre que existan indicios de oxidación o suciedad en las zonas de unión de los conductores, se procede a su limpieza utilizando cepillos de acero o lima.

Los extremos de los conductores de cobre a soldar se secan si están húmedos mediante calentamiento con soplete, a fin de evitar se obtengan porosidades en la soldadura.

Las puntas de los conductores a soldar se enderezan perfectamente.

#### **Ejecución de la soldadura**

Para la ejecución de la soldadura, el molde debe encontrarse completamente seco y sano. En caso de presentarse humedad se procede a su secado, mediante la llama de un soplete de gas propano o bien mediante la ignición de un cartucho.

Los cables deben presentar las puntas a soldar bien cortadas y conformadas para permitir el buen cierre de los moldes.

Se coloca el conductor en el molde tal como indiquen las instrucciones del fabricante del molde, teniendo la precaución de marcarlo con tiza o rotulado por la entrada y al nivel de la superficie exterior del molde, de forma que si al cerrar el molde se produjese un desplazamiento de los conductores se pueda tener una referencia para corregir su posición y evitar así una incorrecta ejecución de la soldadura.

Luego se cierra el molde con las tenazas soporte y se coloca el disco metálico de obturación de la tobera de bajada a la cámara de soldadura con la conicidad hacia abajo.

Se vacía el polvo fundente del cartucho de componente aluminio-térmico en el molde (se selecciona el cartucho a utilizar verificando el peso de acuerdo a la unión y al calibre de los conductores) y se añade seguidamente el polvo de cebado o pólvora (en el caso de cartuchos cadweld se golpea el fondo del cartucho para desprender el polvo de cebado o pólvora). En caso de requerir más de un cartucho de mezcla exotérmica, solamente se utilizará el polvo de cebado o pólvora de uno de ellos (tener en cuenta que los cartuchos vienen dosificados para la soldadura particular a realizar y por lo tanto no se debería utilizar mezcla exotérmica de otro cartucho).

Se cierra la tapa del molde y se efectúa el encendido con la pistola de chispa, que se retirará tan rápidamente como sea posible para evitar que se ensucie.

Se abre el molde 30 segundos después. Seguidamente se quita la escoria y se limpia la soldadura con cepillo metálico.

### **3.10.8 Pruebas de Resistencia de Puesta a Tierra**

La prueba resistencia de la red a tierra se efectuará utilizando el método de los tres electrodos (método de caída de potencial).

Primero se desconectan todos los equipos y estructuras de la malla luego se mide la resistencia de cada uno de los electrodos de la malla, luego se conectan los electrodos a la malla y se realiza una prueba final del nuevo sistema. Si el nuevo sistema tiene que ser conectado a un sistema existente, la conexión no se hará hasta concluir las pruebas en la nueva malla.

Los electrodos de medida deben ser colocados fuera del perímetro de la malla de tierra y se elige un eje de medición en una dirección en la que no haya obstáculos que impidan el clavado de los electrodos, de preferencia este eje debe coincidir con los ejes cardinales.

En la medida de la resistencia de un solo electrodo, la distancia de separación entre el electrodo de corriente y el electrodo a prueba debe ser de 40 metros mientras que el electrodo de potencial estará ubicado a 20 metros del electrodo a prueba, teniéndose que realizar la prueba desplazando dicho electrodo en la dirección del eje que forman los electrodos 02 metros acercándose al electrodo a prueba y 02 metros alejándose, luego repetir pero alejándose nuevamente 02 metros de las posiciones finales alcanzadas (Datos y recomendaciones presentes en las instrucciones del fabricante del equipo).

Los valores de medición no deberán ser mayores a 5 ohm, los cuales serán registrados en el protocolo del registro de pruebas de resistencia de la malla de tierra.

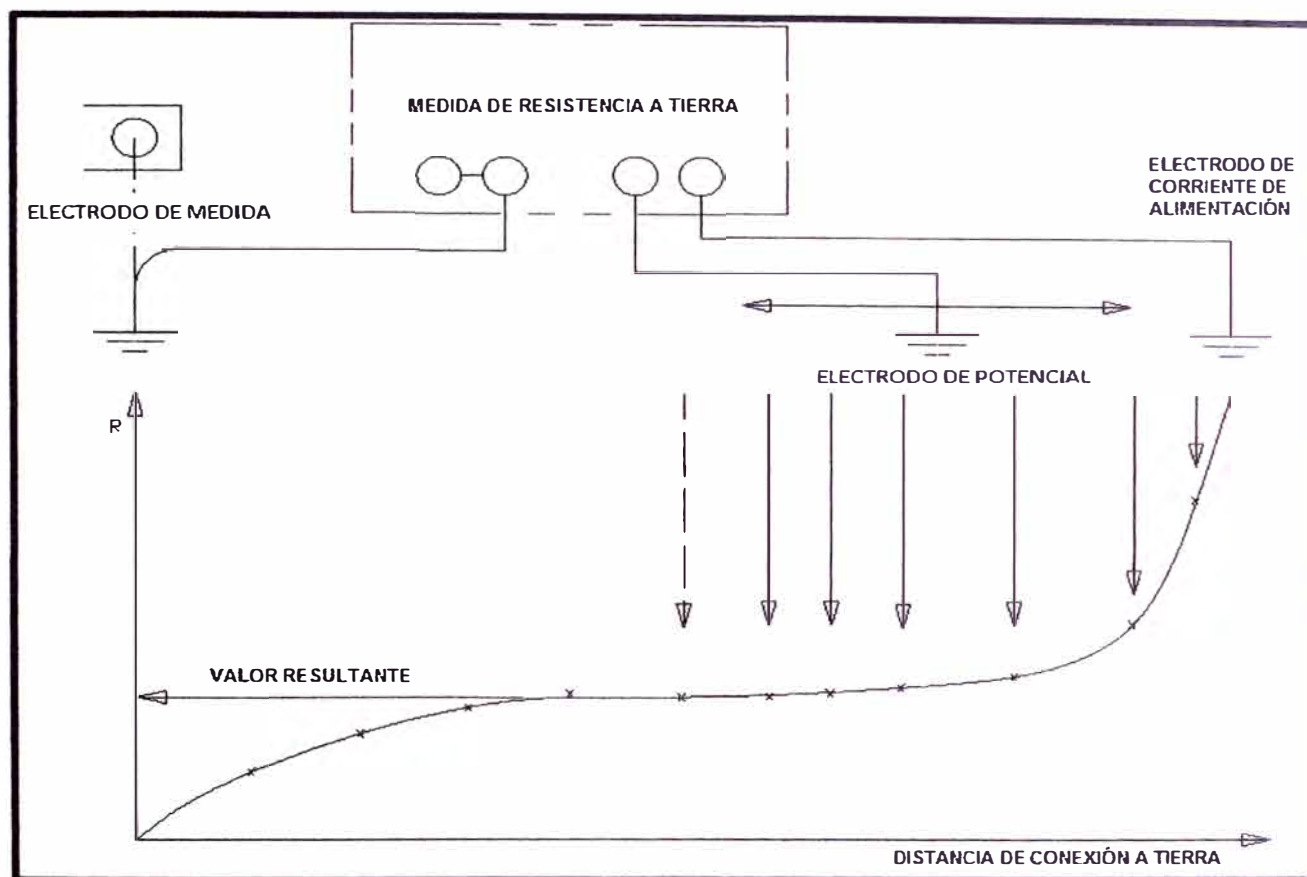
Una vez concluidas las pruebas con cada uno de los electrodos, se conectan todos a la malla y se procede a la prueba con la malla completa. Para ello en la medida de lo posible se determinan dos puntos diagonalmente opuestos del perímetro de la malla y se les escoge como puntos de medida, se verifica que la malla no se haya conectado aún con los equipos y estructuras de las instalaciones luego se ubica el equipo, conectándolo de acuerdo a las instrucciones del fabricante (igual a lo indicado anteriormente).

Se toman hasta 7 medidas para diferentes distancias entre electrodos y se anotan los resultados en el protocolo.

Una forma de interpretación de los resultados obtenidos en la prueba implica obtener el promedio de los tres valores seguidos que no difieran entre si más del 5%. Otra es obtener la curva que forman las lecturas obtenidas con las distancias entre electrodos, de la cual el valor de resistencia de la malla será el punto de la curva cuya tangente más se aproxime a una recta horizontal.

Con respecto a la comprobación de la correcta instalación y la continuidad de las mechas de la malla de tierra, esta se debe realizar probando continuidad a lo largo de la malla entre dichas mechas.

Una vez concluidas las pruebas y aceptados sus resultados se puede proceder con la conexión de los equipos y estructuras a la red de tierra.



**Figura 3.16 :** Prueba de resistencia de puesta a tierra

### 3.11 Montaje eléctrico e instrumentación

La siguiente relación de trabajos a realizar corresponde al alcance de las disciplinas de electricidad e instrumentación.

- Canalizaciones.
- Tendido de conductores.
- Instalación de equipos eléctricos.
- Sistema de iluminación y tomacorrientes.

En las siguientes áreas:

- Edificio HPGR.

- Edificio de Silo de Almacenamiento.
- Torre de Transferencia N°01.
- Torre de Transferencia N°02.
- Torre de Transferencia N°03.
- Galerías para Fajas Transportadoras CV-5A/5B/5C/5D/5E.
- Cuarto Eléctrico HPGR.

### **3.11.1 Documentos de referencia**

- Plan de Calidad.
- Código Nacional de Electricidad.
- Especificaciones de Construcciones Eléctricas.
- Especificaciones técnicas.
- Planos de construcción.
- Criterio de Diseño Eléctrico.

### **3.11.2 Recursos**

#### **Equipos**

- Camión grúa.
- Portabobinas.

#### **Inspección, medición y ensayo.**

- Equipos de medición eléctrica: Vatímetros, Amperímetros, Multímetros, Telurómetro, Megómetro, etc.
- Pinza amperimétrica.
- Teodolito y nivel óptico con sus respectivos accesorios complementarios.

**Herramientas.**

- Maletín de herramientas de electricista.
- Regla.
- Nivel y escuadra.
- Transportadores de ángulos.
- Esmeril Angular.
- Taladros y juego de brocas.
- Pintura en Spray Galvanox – Aluminio.
- Pintura acabado – Aluminio.
- Brochas de nylon para pintura de retoque.
- Tarraja manual, maquina roscadora.
- Máquina de soldar, equipos de corte, esmeriles, taladros, estoca, gata hidráulica tipo pastilla.
- Prensa terminales.
- Trípode de cadena.
- Escaleras telescópicas.
- Andamios o plataforma hidráulica.

**Personal.**

- Jefe Supervisor Eléctrico.
- Jefe de Grupo de Electricidad.
- Supervisor de Seguridad.
- Operarios Electricistas.
- Oficiales Electricistas.
- Ayudantes Electricistas.
- Operario Soldador de soportaría.



### **3.11.3 Requisitos Previos**

Antes del inicio de los trabajos, se debe disponer de los planos de montaje aprobados para construcción en última revisión y verificar que los materiales se encuentren disponibles y en perfecto estado cumpliendo con las especificaciones técnicas.

Se elaboran los permisos de seguridad necesarios, según el manual de Seguridad e Higiene Ambiental de Southern-Perú y seguir los procedimientos según el plan de seguridad.

### **3.11.4 Replanteo**

Previamente al montaje se procede a un replanteo inicial de acuerdo con los planos.

Si se observa interferencias con obras o instalaciones no recogidas en los planos facilitados por SPCC, se deben detener los trabajos y comunicar sobre este aspecto, quien indicará las acciones a tomar emitiéndose una propuesta de modificación de diseño.

### **3.11.5 Instalación de Soportes**

Estos aplican para las canalizaciones, iluminación y tomacorrientes. Los soportes pueden ser de tipo ménsula para fijación a las estructuras o paredes bien directamente o a través de un larguero, de tipo puente para fijación de tramos verticales adosados a las paredes, de tipo montante con ménsulas laterales para fijación al techo o estructura de cubierta y en forma de patas para fijación al suelo.

Si los soportes se ubican elevados según planos se disponen los andamios o plataformas elevadas adecuados para efectuar los trabajos con toda seguridad (revisar instrucciones de seguridad para el armado de andamios por personal especializado), así mismo se disponen los medios de elevación necesarios para el manejo de materiales sin el riesgo de que sufran desperfectos durante la operación.

Los soportes deben ser capaces de soportar la carga con un factor de seguridad adecuado.

#### **3.11.6 Instalación de Bandejas**

Se inician los trabajos trasladando los tramos de bandejas a obra en camión hiab o similar, evitando que sufran caídas, golpes o cualquier tipo de daño. Si el tiempo de espera en el emplazamiento de montaje va a ser prolongado, las bandejas y accesorios se deben apilar cuidadosamente y cubrirse con plásticos para protegerlos de la intemperie o polución ambiental, las bandejas abolladas, rajadas o rotas no serán instaladas.

Antes de colocar las bandejas, se deben retirar las etiquetas y marcas temporales y retocarse los posibles daños y abrasiones, luego se verificará que el peso y cantidad de cables que contendrá la bandeja no excede con la capacidad de diseño de la misma.

Si los soportes quedan elevados se disponen los andamios o plataformas elevadas adecuados para efectuar los trabajos con toda seguridad (revisar instrucciones de seguridad para el armado de andamios), así mismo se disponen los medios de elevación necesarios para el manejo de materiales sin el riesgo de que sufran desperfectos durante la operación.

Se tiene en cuenta que los miembros estructurales no deben de ser perforados con el fin de instalar soportes para bandejas a menos que los planos de ingeniería lo aprueben, o lo indique por escrito la supervisión. En caso de modificación alguno por necesidad de obra o terreno, estas se podrán soldar y los cantos vivos limar (bolear), a fin de evitar que causen daño al cable durante el proceso de cableado en las bandejas. Finalmente se debe aplicar galvanizar en frío (spray galvanox).

Las bandejas se empalmarán para formar tramos de longitud superior a la distancia entre soportes de forma que se facilite su colocación. Estos tramos se van colocando sobre los soportes fijándose a ellos provisionalmente mediante tornillos sin realizar el apriete definitivo, cuidando que la cabeza de los mismos, que será preferentemente redondeada tipo "cabeza de coche", quede por la parte interior de la bandeja de forma que no puedan dañar a los cables durante el tendido.

En aquellos casos que por necesidad de replanteo sea necesario colocar tramos de bandejas de menor longitud que los normalizados por el fabricante, se marcan las líneas de corte mediante reglas, escuadras y transportadores de ángulo asegurando el correcto trazado del corte. Los tramos especiales de bandeja se cortan mediante sierra manual o disco de corte, de acuerdo con las marcas trazadas conforme indica el punto anterior previo permiso de trabajos en caliente y empleando el EPP específico para la tarea.

Luego se procede al desbarbado de las aristas cortadas con el cuidado del caso y a su retoque aplicando spray galvanizado.

Para las uniones de los tramos se emplean placas perforadas, de preferencia del mismo fabricante que las bandejas, colocadas exteriormente. Las perforaciones de

las placas en uno de los lados serán ranuradas para permitir la dilatación de los tramos.

Luego el atornillado se efectúa con tornillos de cabeza redonda (perno coche), quedando siempre la cabeza de los mismos en la parte interna de la bandeja. Los tornillos del lado ranurado de la placa de unión se colocan centrados con la ranura y con apriete deslizante. Los restantes tornillos se disponen con su par normal de apriete.

Una vez ensamblados los tramos rectos, se procede a la alineación y nivelación final, seguidamente se procede al apriete definitivo de los tornillos de sujeción.

A continuación se monta, si procede, los tramos especiales tales como curvas, desviaciones, etc., siguiendo las directrices especificadas que sean de aplicación, así como las instrucciones del fabricante.

Si está especificada la utilización de tapas, estas serán del mismo fabricante de las bandejas y se montarán una vez finalizado el tendido de los cables. Las tapas se fijarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La bandeja estará recorrida en su interior o exterior por un cable de tierra desnudo al cual deberán unirse los diferentes tramos mediante bornes pasantes y grapas de sección adecuada. El cable de tierra va convenientemente conectado a los anillos de la red general de tierra de las estructuras. Los tramos discontinuos, tramos pivotantes y juntas de expansión singulares se conectan a tierra mediante puentes flexibles de sección adecuadas.

Los conduits, ductos o vías de cables que alimenten o tomen cables de las bandejas deben de ser montados de modo tal que mantengan la continuidad del sistema de tierra.

Finalmente se deberá inscribir en la cara lateral de la bandeja el número de TAG asignado.

### **3.11.7 Instalación de conduit RGS**

Se considera la instalación de todos los conduits o cañerías de acero galvanizado desde las escalerillas o ductos hasta los equipos ubicados en terreno y que son requeridas para completar las canalizaciones de los cables de fuerza, control e instrumentación. El último tramo deberá considerar conduit flexible de acuerdo a los detalles del montaje si en caso aplicase.

Se deberá verificar el trazado en campo el trazado de las canalizaciones y verificara las posibles interferencias de la ruta tanto en terreno como en los planos de otras especialidades.

Previo a la instalación de los conduits, se deberá verificar el cumplimiento de las condiciones de instalación, tales como ubicación de terreno, acceso, limpieza de las áreas de trabajo, demarcaciones de seguridad, tipo, calidad y diámetros de canalizaciones y verificación de suportación.

Se deberá tener en cuenta, antes de instalar los conduits RGS, que en el recorrido de un conduit único, la suma de las curvas no excedan lo indicado en normas o estándares del proyecto.

Se verificará en el caso de conduit galvanizado, al momento de realizar hilos, se cumpla con pasar la lima en los cortes para eliminar aristas, a la vez que se preocuparan de retocar con pintura galvanizado en frío las terminaciones y uniones en general. Incluido el touch up a las estructuras afectadas por la instalación de conduit.

Se deberán instalar las canalizaciones supervisando que estas tengan una ordenada y buena presentación, corriendo en forma paralela o en ángulos rectos con los muros, estructuras o cielos. Se debe tener en consideración la adecuada separación entre los conduits instalados y los equipos, especialmente en el caso de los instrumentos.

Los conduits RGS deberán ser limpiados, además se sellaran o taparan las entradas de los ductos de reserva para evitar el ingreso de humedad, polvo o piedras.

En los extremos de las tuberías se colocara el número de TAG asignado, de acuerdo a la ingeniería del proyecto.

### **3.11.8 Tendido de cables de control e instrumentación**

Antes de proceder inicialmente con la instalación de los cables de control e instrumentación, revisar las condiciones constructivas y de instalación de las bandejas o de los conduit (vías para cables), no tengan filos cortantes que puedan causar abrasión al aislamiento.

Luego se revisará que el tipo y calibre del cable a instalar es el apropiado según diseño, así como verificar que se encuentra libre de daños.

Se procede con el tendido del cable de control y/o instrumentación el cual se efectuará manualmente siguiendo las instrucciones del fabricante para tal efecto en el nivel de bandeja adecuado.

Se verificará que no exista ningún tipo de exceso en los esfuerzos mecánicos aplicados al cable durante la instalación, verificando además las recomendaciones del fabricante respecto de la tensión máxima aplicable al cable durante la tracción. Por ningún motivo se deberá retorcer el cable. Mientras se efectúa la instalación, se revisará las distancias entre cables y la disposición de su tendido.

Tener en cuenta que para los cables de control se permite un radio de curvatura de por lo menos diez veces el diámetro exterior del cable o en su defecto verificar este dato de los catálogos.

Culminado el tendido se procede con los terminales y las conexiones finales del cable de control y/o instrumentación en los equipos, verificar que estas conexiones sean firmes y seguras y que correspondan a los tipos de materiales especificados ya sea por el diseño o por los fabricantes; se deberá tener cuidado con la cubierta de los cables multipares del equipo sobre todo de aquellos que se encuentran demasiado cerca de la terminal. El terminal será aislada con materiales diferentes al PVC y usando las herramientas aprobadas por el fabricante.

Realizar la prueba de continuidad después del tendido del cable y sus conexiones; verificar que todas las pruebas realizadas estén completas y conformes.



### 3.11.9 Tendido de cables de fuerza en media y baja tensión

Antes de iniciar el tendido de los cables elaborar la lista de cables en la que se debe indicar el tipo de cable, la marca, la longitud, número de bobina, longitud de tendido del cable proyectado en metros (descontando los trozos que tengan que cortarse para el montaje de terminaciones). Hay que tener en cuenta además las siguientes observaciones respecto a los cables:

- Para los cables de medio voltaje hay que tener especial cuidado con la tensión de tracción a que son sometidos durante su instalación.
- Todos los cables en las áreas peligrosas deben ser sellados de acuerdo al NEC artículo 501-5.
- En cables unipolares y multipolares con cubierta común con tensión  $E_0/E= 0,6/1$  kV la cubierta será de color negro.
- En cables multipolares con cubierta individual con tensión  $E_0/E= 0,6/1$  kV, los colores de la cubierta que servirán como identificación de las fases serán las siguientes:

**Tabla 3.3 :** Colores para identificación de fases

<b>Cables de fuerza</b>	<b>Neutro</b>	<b>Fase A</b>	<b>Fase B</b>	<b>Fase C</b>	<b>Tierra</b>
Cables de distribución	Blanco	Negro	Rojo	Azul	Verde

- De no poseer dicha cubierta, se solicitara la respectiva autorización a Supervisión de SPCC para colocar cintas plásticas con el color indicado en la tabla anterior.

Una vez que se hayan quitado las tablas de protección de las bobinas o abierto el embalaje de protección de los rollos de cables, examinarlos para comprobar si han sufrido daños externos. Comprobar también si se encuentran en perfecto estado las cubiertas de protección de los extremos de los cables. Si existiera peligro de entrada de humedad en un cable, se efectuará inmediatamente una medición del aislamiento.

El cable deberá desenrollarse por la parte superior de la bobina. La bobina deberá apoyarse con un eje sobre los caballetes o sobre gatos hidráulicos. Al extraer el cable se deberá evitar en todo caso de tratar de hacerlo jalando el cable, para ello se deberá hacer girar la bobina con la mano, con el fin de no producir esfuerzos de tracción inadmisibles que son particularmente peligrosos para cables delgados sin armadura.

Para evitar el daño al cable ya sea en su cubierta, su aislamiento o en sus fibras, el tendido del mismo se hará de tal manera que se pueda lograr el mayor radio de curvatura posible mientras las condiciones de instalación así lo permitan. El radio de curvatura mínimo se determinará de acuerdo a catálogo del fabricante.

### **Tracción del Cable.**

La tracción de un cable generalmente, deberá efectuarse a pulso. Los cables de control por ningún motivo deben traccionarse.

Se deberá tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Para el caso de tracción dentro de los conduits se deben utilizar compuestos lubricantes, sólo si es requerido, para prevenir excesivas cargas de tracción. Estos compuestos deben ser compatibles con la envoltura del cable.
- Durante la instalación en conduit se deberá evitar por todos los medios el hacer tracción en un cable por más de una vez.

### **Tendido en ductos**

Los tubos deberán tener un diámetro como mínimo 1.5 veces el diámetro exterior del cable. Las curvas o radios en el tubo tendrán los radios mínimos indicados en la tabla correspondiente para el caso de los cables, para poder introducir posteriormente los cables. Si los cables unipolares usados en sistemas trifásicos están encaminados mediante un tubo de acero, entonces todos los cables que pertenecen a un sistema separado deben ser encaminados mediante un tubo común.

### **Tendido de cables sobre bandejas**

Para el tendido, en forma general, se utilizan polines con la finalidad de desplazar los cables de forma paralela desde el extremo de la bandeja.

Para el proceso de tendido de cables sobre las bandejas en diferentes niveles se toma en cuenta la presencia de cables de control (señal analógica o digital) y cables de fuerza que determinarán las distancias mínimas entre niveles indicado en planos por SPCC.

Los cables deben ser sujetados a la bandeja con cintillos plásticos una vez se haya concluido con el ordenamiento de cables (peinado); se debe de evitar en lo posible realizar doble trabajo amarrando previamente los cables con pabito, sólo se debe

de hacer esto para mantener el orden en la bandeja especialmente en las verticales. La distancia de separación de los cintillos es cada tres metros para bandejas horizontales y cada metro para bandejas verticales.

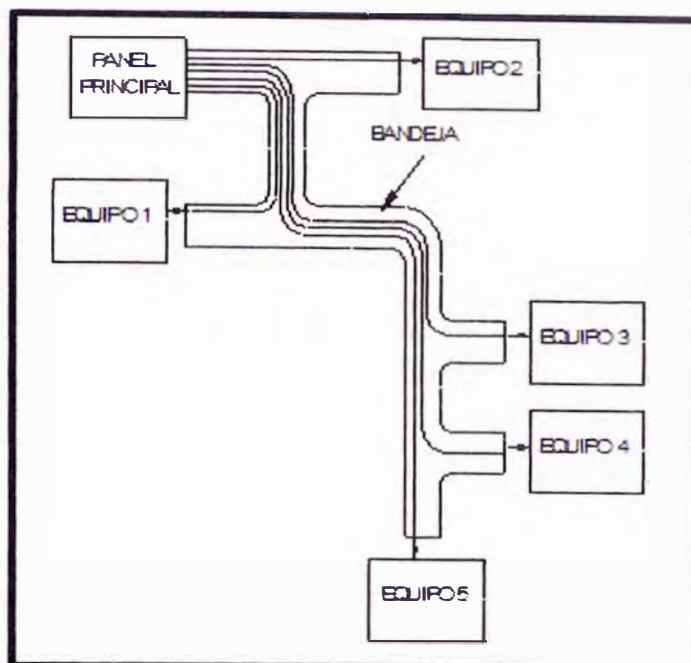
Los cables unipolares pueden colocarse solos o juntos agrupados en sistemas. Los cables unipolares que se han agrupado juntos en sistemas pueden tratarse del mismo modo como cables multipolares para propósitos de fijación. Para fijar estos cables debe usarse atadores hechos de material aislante o metal no magnético o sujetadores similares que no se comporten como un circuito ferromagnético.

Los cables unipolares que conforman sistemas trifásicos de baja tensión (BT) y mediana tensión (MT), deben alojarse en la bandeja en forma de trébol y fuertemente amarrados cada 1 m a lo largo del recorrido contra la bandeja.

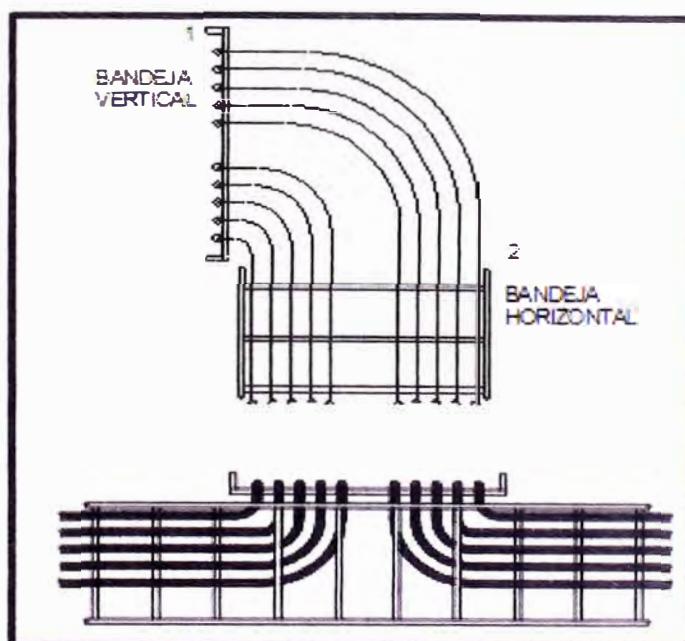
La armadura de metal (blindaje, fundas o apantallamientos) de los cables debe ser conectada a tierra en concordancia con los requerimientos de DIN 57141 / VDE 0141. Estas cubiertas metálicas deben conectarse con otras partes metálicas de tal forma que se produzca una excelente conductividad en los puntos de conexión.

En la instalación de terminales después del tendido en una bandeja para cables de baja tensión, se tiene en cuenta que cuando los conductores son de aluminio y las terminales de cobre ó viceversa, se debe emplear un equipo especial (Cu-Al) compatible con ambos metales.

Las Figuras 3.17 y 3.18 nos muestran el orden en el tendido de los cables cuando pasan de una bandeja vertical a una horizontal y el orden cuando está en función a la ubicación de su destino.



**Figura 3.17 :** Orden de los cables en función a la ubicación del destino



**Figura 3.18 :** Ingreso típico de cables de una bandeja vertical a una horizontal

### Conexión de Circuitos

Antes del conexión de cables se procederá a los ensayos de continuidad, aislamiento y verificación punto a punto de cada conductor según las especificaciones del proyecto.

Para la conexión de los cables de fuerza de baja tensión tanto en los tableros como en las cargas se debe utilizar cintas aislantes de calidad listadas por UL, primero con una cinta aislante de vinilo de 1000 voltios y luego con cinta autofundente.

Para la terminación de las puntas de los cables eléctricos se debe hacer lo siguiente:

- Antes de la colocación de terminales, se procederá a etiquetar según corresponda a los cables de cada circuito.
- Se deberá utilizar terminales de compresión, de acuerdo al tipo de bornera para los cables eléctricos de control, y su instalación será hecha con herramienta diseñada para tal fin.
- Utilizar terminales de acuerdo al punto de conexión, para la terminación de cables eléctricos de potencia.
- Cuando se utilicen terminales de compresión éstos deben ser de acuerdo al calibre del cable; y su instalación será hecha con prensa terminal manual o hidráulica dependiendo del calibre del cable.
- Para cables eléctricos de media tensión, se debe seguir las instrucciones del fabricante del cable y las instrucciones del fabricante de los elementos utilizados para el alivio de esfuerzos.
- Para el caso de circuitos de iluminación y tomacorrientes se utilizarán conectores roscados tipo sombrero; las conexiones serán efectuadas en el interior de las cajas correspondientes.

### **3.11.10 Instalación de cables de fibra óptica y UTP**

Previo a la instalación del cable se verifica la continuidad de señal, longitud adecuada para el tramo, se consideran 10 metros más, por lado del cable (el cable debe ser ordenado con acceso de ambos topes en toda la longitud del riel, sin ensambles). Para realizar estas pruebas se deberá coordinar con el área la supervisión directa del proyecto.

Se instala el conducto protector flexible y/o conduit rígido según aplique para cable de fibra óptica. Se puede eliminar este paso siempre y cuando por el conducto pase solamente cable de fibra óptica. Sin embargo este conducto protector es recomendado cuando existan canaletas y/o cuando el cable pase expuesto al medio ambiente.

El 30% del recorrido de fibra óptica se realizará por ductos y bandejas de comunicación existentes.

Se instalan todos los cables de fibra con capacidad para el conducto, tomando en cuenta que:

- El extremo del cable de fibra óptica deberá estar protegido para evitar el ingreso de partículas y daño físico.
- No se tira de los cables directamente, se une con alguna cinta u otro objeto y tira de la cinta con cuidado.
- Si existe atascamiento, se regresa, desatasca, y luego continúa. Por ningún motivo se sobrefuerzan los cables.
- Se aseguran con grapas.



### **3.11.11 Instalación de tableros**

Se realizará la inspección de los tableros eléctricos comprobando que las dimensiones generales estén conforme a los planos de diseño; evaluando el aspecto final de la pintura y su correspondiente espesor; el aspecto de juntas, bisagras y cerraduras; la colocación de chapas y tubos de salida de cable según diseño; aspectos físicos de los elementos de maniobra y rotación. Se verificará que el equipamiento del tablero corresponda a lo indicado en los planos y se dará conformidad por calidad.

Se realizará una limpieza general y se montará el tablero en la ubicación de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas, luego se realizará la prueba de aislamiento de barras y se registran los valores en el respectivo protocolo para aprobación por SPCC.

Luego se realizará el conexionado de los cables de fuerza y de control según el procedimiento y se conecta el aterramiento, por último se realizará una limpieza final y se colocaran los TAG y señalización correspondiente.

### **3.11.12 Instalación de Luminarias y Tomacorrientes**

Antes de iniciar los trabajos se revisará la presencia de interferencias obvias u obstrucciones que impidan la efectividad o provecho adecuado de un artefacto.

Se revisará que los artefactos no sean montados muy cerca de tuberías que se dilaten por la transmisión de calor, verificando que éstas sean adecuadamente aisladas para que no perjudique el sistema de iluminación.

Se arman andamios metálicos, para instalar los equipos de iluminación cuya ubicación final esté a una altura mayor a 2 m, para facilitar el acceso y brindar la seguridad adecuada del personal encargado de la instalación.

Se comprobarán en una mesa de trabajo, dispuesta cerca al almacén, que las luminarias funcionen (enciendan) antes de llevarlas al campo.

Luego las luminarias y tomacorrientes se montarán con todos sus accesorios correspondientes y se verificará visualmente que estén aseguradas mediante un apriete correcto de los tornillos y seguros. Se verificará la nivelación y alineamiento de las luminarias con respecto al techo y las paredes.

Con los equipos montados se energizará la instalación y prueban circuito por circuito si las luminarias y tomas funcionan adecuadamente. Luego de encontrarse anomalías se desenergizará y realizan las últimas correcciones a la instalación.

Finalmente se energiza y prueba el funcionamiento de todas las luminarias y tomas en conjunto. Al terminar la instalación de los equipos y culminadas las pruebas se deben registrar los datos en los respectivos protocolos y presentar para aprobación por SPCC.

### **3.11.13 Montaje de equipos electromecánicos**

Antes del inicio de los trabajos, se verificará que el área de trabajo esté liberada por el cliente y/o su representante autorizado, estando lista y apta para realizar las actividades que permitan la instalación del equipo. Luego se verificará la correcta ubicación, nivelación y altura de las fundaciones y apoyos, mediante replanteo topográfico.

Luego se trazan o replantean los ejes longitudinales y transversales del equipo eléctrico a instalar.

En el caso la base sea de concreto se nivela la fundación o apoyos sobre los cuales ira montado el equipo eléctrico, colocando lanas embebidas en concreto cuyo nivel superior sea 0.25 de pulgada o 6 mm más que la cota final (inferior) de la base o asiento del equipo eléctrico, con el objeto de adicionar lanas desde 0.25 de pulgada o 6mm de espesor a espesores menores y de esta forma obtener un alineamiento y nivelación correctos del equipo.

En el caso la base sea estructura metálica mediante regla y calibrador de lanas se efectúa la alineación dentro de las tolerancias especificadas. Esta alineación deberá ser efectuada dependiendo de las condiciones ambientales, las cuales pueden afectar el alineamiento final.

Luego se llena o revisa que el equipo tiene la grasa o aceites de lubricación en cantidad y calidad suficientes. Se chequean los niveles de los mismos. Se ajustan los pernos de anclaje con el valor de torque indicado.

Una vez montado se conecta el marco metálico a líneas de tierra.

#### **3.11.14 Montaje de instrumentos**

La instalación de equipos y sistemas de instrumentación y control es verificada durante el proceso de calibración e instalación, de manera que esté acorde con los requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto, estos instrumentos son instalados conforme lo indicado en el P&ID y los planos de diseño y montaje previamente aceptados por el cliente.

Se realizará un replanteo si es necesario, previa verificación de campo de las dimensiones y localizaciones.

Los instrumentos serán montados en campo de acuerdo con los planos de instrumentación. Los instrumentos serán rígidamente fijados en pedestales o soportes de material de resistencia suficiente para evitar vibraciones o movimientos excesivos. Todos los instrumentos, a menos que se especifique lo contrario en los planos de instrumentación, serán ubicados de manera tal y a una altura tal que permitan el acceso adecuado para su calibración y mantenimiento. Los soportes se construirán de acero estructural ASTM A-36 por lo general con planchas de 1/4", 1/8" y ángulos de 2" x 2" x 1/4".

Los instrumentos serán montados e interconectados estrictamente de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, la calibración final se realizará en el comisionamiento por SPCC.

## **CAPÍTULO IV**

### **PLAN DE SEGURIDAD**

El plan de seguridad tiene como objetivo prevenir, identificar, controlar o minimizar los riesgos directos o indirectos de accidente que puedan originar daños a personas, instalaciones y al medio ambiente relacionadas con las actividades de montaje de una planta de trituración de rodillos abrasivos a alta presión detalladas en el presente informe de suficiencia.

#### **4.1 Funciones y Responsabilidades**

##### **El Gerente de Proyecto**

Establece mecanismos de gestión que aseguran la efectividad del plan de seguridad. Dichos mecanismos tienen los siguientes alcances:

- Liderar la implementación de un alto nivel de conciencia en seguridad entre todos los componentes del proyecto, verificando que se cumplan las responsabilidades referidas a la planificación en prevención y control de riesgos en las actividades.
- Definición del plan de seguridad para el proyecto, asignando el personal y los recursos necesarios para que pueda cumplir con su política de seguridad.

- Acceso a los suficientes conocimientos, habilidades y experiencias para gestionar las actividades de seguridad en concordancia con los requerimientos legales y nuestros propios estándares.
- Implementación de acciones preventivas donde sean necesarias.
- Monitorear permanentemente el desempeño y avance de los planes de gestión en seguridad.
- Indicadores para medición del desempeño, acciones correctivas y auditorias.

### **El Jefe de Seguridad**

Es responsable de la emisión de la planificación del sistema seguridad, consistente en:

- Definición de las actividades para cada requisito del sistema, conforme a los procedimientos relacionados con éste documento.
- Definición de la secuencia de la implementación, plazos, responsables y recursos.
- Control del avance de la implementación y análisis de las correcciones necesarias.
- Coordina las reuniones de los comités de seguridad.

### **Jefe de Construcción**

- Participa en la revisión del plan de seguridad para redireccionar las actividades.
- Participa en las inspecciones mensuales.
- Participa en las reuniones de los comités de seguridad.
- Lleva acabo las investigaciones de accidentes e incidentes.

- Efectúa observaciones de las tareas en el campo.
- Promueve el cumplimiento de las cuotas asignadas a los diferentes responsables de campo.

### **Los Ingenieros de Campo y Supervisores**

- Participa en las inspecciones mensuales.
- Participa en las reuniones de los comités de seguridad.
- Lleva a cabo la investigación de incidentes.
- Participan activamente en la elaboración de los AST.
- Instruir y ayudar al personal a realizar las observaciones preventivas correctamente.
- Asegurarse que los trabajadores cumplan con el reglamento interno, liderando y predicando con el ejemplo.
- Tomar toda precaución razonable para proteger a los trabajadores, identificando los peligros, evaluando y minimizando los riesgos.
- Asegurarse que los trabajadores cumplan con los estándares, procedimientos escritos y prácticas de trabajo seguro y usen adecuadamente el equipo de protección personal apropiado.
- Informar a los trabajadores acerca de los peligros en el lugar de trabajo.
- Facilitar los primeros auxilios y la evacuación del trabajador(es) lesionado(s), o que esté en peligro.
- Asegurarse que se empleen los procedimientos de bloqueo de maquinaria que no esté segura.
- Capacitar al personal en la utilización adecuada de los estándares, procedimientos y prácticas de trabajo seguro.



## **Trabajadores**

- Cumplir con los estándares, procedimientos y prácticas de trabajo seguro establecidos dentro del plan de seguridad.
- Participan activamente en la elaboración de los AST.
- Realizar observaciones preventivas en campo.
- Ser responsables por su seguridad personal y la de sus compañeros de trabajo.
- Reportar de forma inmediata cualquier incidente que se suscite en el proyecto.
- Participar en la investigación de los incidentes.
- Cumplir estrictamente las instrucciones y reglamentos internos de seguridad establecidos.
- Participar activamente en la capacitación programada.

### **4.2 Planificación para identificar y controlar los riesgos.**

#### **4.2.1 Análisis y control del riesgo.**

Se realizan identificando los procesos de construcción a ejecutarse en el proyecto y los riesgos (probabilidad que ocurra un accidente) que conlleva ejecutar las actividades de éstos.

Se plantea desarrollar hojas de registro de control de riesgos los cuales tengan como finalidad servir como guía para el personal de obra.

#### 4.2.2 Evaluación de riesgos.

Al inicio del proyecto se efectuará una evaluación de riesgos para determinar el grado de criticidad de los diferentes riesgos identificados, con el fin de reconocer cuales riesgos deben tener prioridad en el control.

#### 4.2.3 Elaboración de la matriz de riesgos.

Se utilizará la metodología del Cliente.

**Tabla 4.1 : Matriz de riesgos**

	Consecuencia				
	1	2	3	4	5
Probabilidad	Insignificante	Menor	Moderada	Mayor	Catastrófica
Siempre (5)	Alto (A)	Alto (A)	Extremo ( E )	Extremo ( E )	Extremo ( E )
Muy Probablemente (4)	Moderado ( M )	Alto (A)	Alto (A)	Extremo ( E )	Extremo ( E )
Probablemente (3)	Bajo (B)	Moderado ( M )	Alto (A)	Alto (A)	Extremo ( E )
Poco Probable (2)	Bajo (B)	Bajo (B)	Moderado ( M )	Alto (A)	Alto (A)
Rara Vez (1)	Bajo (B)	Bajo (B)	Moderado ( M )	Moderado ( M )	Alto (A)

#### 4.2.4 Inventario de actividades críticas.

Se elaborará un inventario de las actividades críticas, que consistirá en la identificación, evaluación y control de los riesgos asociados a sus actividades, equipos, maquinarias y áreas asociadas. Se elaborarán procedimientos escritos de trabajo seguro que involucren las actividades críticas.

#### 4.2.5 Análisis Seguro de Trabajo (AST).

Este procedimiento se empleará para identificar de manera sistemática los peligros asociados a la ejecución de una tarea y establecer los mecanismos de

control apropiados para minimizar las posibles pérdidas, se realizará de forma diaria para toda tarea con la participación de todos los trabajadores involucrados dentro de cada tarea y será registrado en el formato correspondiente.

### **Procedimiento.**

- Identificación del trabajo a analizar.
- Descomposición del trabajo.
- Identificar los riesgos y los peligros presentes.
- Desarrollo soluciones o medidas de control.
- Establecer un compromiso con los trabajadores.
- Registrar y Firmar.

### **Responsabilidad.**

- El supervisor a cargo del trabajo es responsable del cumplimiento de este procedimiento, verificando que se efectúe en forma diaria en todas sus áreas de trabajo, así como firmen todo el personal involucrado.
- El jefe de seguridad es responsable por su implementación y verificación del cumplimiento.

## **4.3 Implementación y operación del Sistema de Seguridad**

### **4.3.1 Control de la documentación**

El proyecto controla la revisión y la aprobación de los documentos del sistema de seguridad. Su emisión es automáticamente considerada, después de sus respectivas aprobaciones.

Asegura que la documentación del sistema de seguridad:

- Sea revisada periódicamente y actualizada cuando sea necesario.
- Esté disponible en los sitios necesarios y pueda ser ubicada.
- La documentación obsoleta sea retirada de los puntos de emisión para asegurar que no se haga uso indebido de ella.

#### **4.3.2 Respuesta ante Emergencias.**

##### **Propósito.**

Detallar las medidas básicas que se deben tomar para dar una respuesta efectiva a los posibles casos de emergencia que podrían ocurrir durante el desarrollo de las obras.

Implementar la organización y los procedimientos que permitan brindar una respuesta adecuada y oportuna, ante una situación de emergencia; utilizando, del modo más eficiente, los recursos internos del proyecto así como coordinar adecuadamente los apoyos externos que se requieran.

##### **Alcance.**

Este plan cubre las emergencias con potencial de daño a personas, ambiente o bienes que pudieran generarse en las operaciones de construcción encuadrado en las exigencias legales del sector así como de las exigencias del cliente.

Se ha identificado las situaciones de emergencia que pudieran afectar el normal desarrollo del proyecto, y para las cuales se han establecido sus procedimientos:

- Procedimiento de emergencia para casos de incendios.
- Procedimiento de emergencia para casos de derrame.

- Procedimiento de emergencia para casos de accidentes.
- Procedimiento de emergencia para casos de caída o desplome de estructura.

### **Procedimiento.**

El sistema de comunicaciones y declaración de una emergencia estará en función a la secuencia establecida por el plan que involucrara, a su vez, una secuencia y niveles de afectación así como los medios de transmisión del mismo acorde con el planeamiento y las facilidades que sobre el particular se encuentren disponibles. Se integrarán al equipo de emergencias y de manera permanente: 01 paramédico, 01 chofer con entrenamiento en RCP y 01 ambulancia. Todo este equipo estará destinado para la obra.

### **Declaración.**

La declaración de una situación de emergencia en un proyecto puede ser realizada por el gerente del proyecto, el jefe de obra y el jefe de seguridad.

### **Notificación.**

Es responsabilidad de todos los miembros del staff y contratistas de notificar a las personas, por cualquier forma directa o vía del supervisor, de cualquier situación potencial de emergencia. Las emergencias sólo pueden ser declaradas por los referidos anteriormente.

### **Evaluación y clasificación de una emergencia.**

Los factores que influyen en la determinación del nivel de emergencia, son los siguientes:

- El número de contingencias (víctimas) y la extensión de sus daños (lesiones).
- El potencial de agravamiento de la situación.
- La habilidad de manejar la situación usando recursos propios de la empresa.
- La probabilidad de atraer interés externo.
- El tiempo necesario para el reinicio de actividades.

### **Planeamiento.**

La efectiva respuesta a la emergencia depende del grado de planificación y entrenamiento realizados.

El plan de emergencias es realizado para la localidad y es lo suficientemente amplio como para enfrentar todo tipo de emergencias específicas para ese sitio.

El plan incluye los siguientes elementos:

- Casos potenciales de emergencia que sea posible anticipar en el lugar de trabajo.
- Uso de planos de pisos o mapas del lugar de trabajo, que identifiquen claramente las rutas de escape de emergencia, las áreas de refugio y de seguridad.
- Información a todos los trabajadores sobre acciones que deben tomar en aquellas situaciones de emergencia que puedan ocurrir en el lugar de trabajo (Ubicación del área designada de reunión luego de la evacuación).
- Procedimiento de manejo de incendios.
- Procedimientos de Primeros Auxilios.
- Procedimiento para manejo de derrames peligrosos.

- Procedimiento para evacuación de emergencia.
- Comunicación para reportar incendios y otros tipos de emergencias:

#### **4.3.3 Reporte de Actos y Condiciones Subestándares.**

Es una herramienta empleada en la detección de las causas inmediatas de los accidentes, actos y condiciones subestándares. Permite tomar acciones de manera inmediata, que permitan reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes en el proyecto.

Todos los integrantes del proyecto son responsables de reportar condiciones subestándares al jefe de seguridad. El jefe del proceso involucrado juntamente con el jefe de seguridad son los responsables de eliminar las condiciones inseguras.

#### **4.3.4 Inspecciones.**

El objetivo de esta actividad es detectar oportunamente los actos y/o condiciones subestandar, para corregirlos antes de que se produzcan accidentes, y para actuar evitando la reaparición de esos peligros.

El área de seguridad del proyecto realizará inspecciones en forma constante, los resultados de las mismas serán registrados y se harán de conocimiento al gerente del proyecto y jefe de obra, cualquiera sea su resultado.

En forma permanente se efectuará el monitoreo de las observaciones efectuadas durante las inspecciones.

Es responsabilidad de todos los niveles levantar las observaciones efectuadas durante las inspecciones y establecer mecanismos para que las condiciones y/o



actos subestándares no se repitan, caso contrario tomar las medidas correctivas de acuerdo al presente plan antes que estos actos causen lesiones, afecten la salud de los trabajadores o dañen el medio ambiente.

### **Inspecciones Diarias.**

Cada supervisor de área realizará en forma diaria al inicio de las actividades inspecciones a toda su zona de trabajo, dando énfasis a todo trabajo nuevo que implique condiciones de riesgo diversas, con la finalidad de advertir de estos a su personal. Como labor preventiva el supervisor de seguridad se adelanta a los tramos a recorrer y mantiene las coordinaciones con el supervisor de área, para evitar conflictos o inconformidades durante la ejecución de los trabajos.

Serán realizadas cada 15 días por el jefe de seguridad con el gerente del proyecto, jefe de operaciones y jefe de campo o sus respectivos representantes en cada frente de trabajo con la finalidad de levantar todas las observaciones de todas las instalaciones de la obra (almacén y zonas de trabajo) en cuanto a aspectos de seguridad y salud ocupacional se refiere.

Los supervisores de línea deberán realizar inspecciones planificadas de las áreas de trabajo usando para ello el formato de inspecciones.

Serán realizadas de acuerdo a un programa de inspecciones y al tipo de actividad, con la finalidad de mantener el control de las condiciones subestándares; en este aspecto se consideran las siguientes inspecciones:

- Inspecciones de herramientas.
- Inspecciones de pre – uso de equipos móviles.

- Inspecciones de EPP.
- Inspecciones de medio ambiente.

#### **4.3.5 Observación de las tareas.**

Tiene como finalidad proporcionar un área de trabajo seguro y saludable para el personal involucrado, exigiendo que las observaciones planificadas de las tareas sean conducidas de manera rutinaria.

Estas observaciones permiten detectar y corregir actos, procedimientos subestándares antes de que originen un accidente

#### **4.3.6 Calificación de la conducta preventiva**

Tiene por finalidad calificar la conducta preventiva del personal durante el desarrollo de los trabajos y contar con información adicional para extender los certificados de trabajo.

#### **Periodicidad**

Durante las inspecciones de rutina. Eventualmente, cualquier representante de la línea de mando, durante su recorrido por la obra, puede hacer uso de dicho instrumento para evaluar al personal.

#### **Participantes**

Inspector (Capataz / Maestro de obra / Supervisor / Supervisor SSOMA / Jefe de Obra).

#### **4.3.7 No Conformidades y Acciones Correctivas.**

Se tendrá un sistema de reporte de no conformidades que se basa en el reporte de actos y condiciones subestándares, ya que los eventos reportado se refieren al incumplimiento de las normas y estándares de seguridad, contemplados contractualmente con el cliente.

Todas las no conformidades de seguridad remitidas por el cliente, serán corregidas de forma inmediata, inicialmente eliminando o corrigiendo la causa inmediata del evento; dentro las 72 horas deberá tomarse acción sobre las causas básicas y la falta de control detectados en la investigación del evento.

Todo reporte al levantamiento de las no conformidades deberá efectuarse dentro de las 72 horas y será documentado con las acciones correctivas tomadas.

## **CAPÍTULO V**

### **PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD**

El propósito del presente plan de gestión de la calidad es asegurar el cumplimiento adecuado de los procesos de gestión y operación con el objetivo de cumplir con los requisitos de SPCC para el proyecto establecidos como requisitos legales y contractuales según la norma ISO 9001:2008.

#### **5.1 Sistema de control de documentos**

El plan de gestión de la calidad cuenta con procedimientos documentados y formatos, tanto para la gestión procesos como para la operación y control, según el detalle siguiente:

##### **Gestión de los procesos:**

- Recursos Humanos.
- Equipos de Inspección, Medición y Ensayo (IME).
- Mantenimiento de Equipos de Producción Directa (EPD).
- Revisión del Contrato.
- Compras.
- Almacén.

**Operación y Control:**

- Procedimientos Constructivos.
- Instructivos de Trabajo.
- Formatos.

**5.2 Gestión de los recursos****5.2.1 Recursos humanos**

Se deberá integrar personal competente con los requisitos establecidos para el proyecto y capacidad orientada a mejorar los resultados planificados, se deberá asegurar que el personal entienda la importancia y el impacto que tienen sus funciones en la organización. La difusión es realizada en forma constante y permite lograr un compromiso en el logro de las metas del proyecto.

**Gerente de Proyecto**

Es el responsable de todas las actividades en el sitio de construcción. Encargado de aprobar el plan de gestión de calidad del proyecto y velar por su cumplimiento. Aprueba los procedimientos constructivos e instrucciones de trabajo, así como los formatos de control de las actividades a realizar en el proyecto. Supervisa, controla y documenta los cambios de condiciones contratadas (alcance, cantidades, plazos, especificaciones, rendimientos, otros). Asegura la acción correctiva con problemas relacionados con la calidad. Verifica que se mide la satisfacción del cliente, haciendo uso de la "Evaluación de la satisfacción del cliente" con la entrega de las encuestas al cliente y en las fechas pre-definidas.

### **Jefe de Obra**

Deberá aplicar y difundir el plan de gestión de calidad. Encargado de revisar los procedimientos, instructivos y formatos de calidad. Realizará el seguimiento y tomará acción sobre las no conformidades dirigiendo las reuniones de coordinación con SPCC o representantes y subcontratistas.

### **Jefe de Calidad**

Es el encargado de difundir y velar por el cumplimiento del plan de gestión de calidad comunicando la importancia de satisfacer los requisitos del cliente, requisitos legales y reglamentos a todos los integrantes del proyecto.

Deberá verificar siempre el uso de versiones vigentes de planos, procedimientos instructivos y formatos llevando el control documentario.

Deberá documentar las no conformidades y realizar el seguimiento a cada una de ellas coordinando con las áreas implicadas, y brindando asesoría para el tratamiento de estas.

Vela por la satisfacción del cliente haciendo uso de la "Evaluación de la satisfacción del cliente" con la entrega de las encuestas al cliente y en las fechas pre-definidas.

### **Jefe de Área**

Deberá conocer, aplicar y difundir el plan de gestión de calidad, poniendo en práctica los procedimientos e instructivos específicos de la obra incluyendo los formatos de control definidos vigentes de no estarlo informará al jefe de calidad.

Distribuye a los supervisores de especialidad, documentación tal como planos, procedimientos constructivos, instructivos de trabajo, formatos, etc. Verificando siempre el uso de las versiones vigentes.

Deberá reportar al área de calidad, la ocurrencia de no conformidades, para el tratamiento y seguimiento.

### **Jefe de Grupo o Jefe de Cuadrilla**

Organizar y coordinar los trabajos del grupo o cuadrilla a su cargo aplicando y difundiendo el plan de gestión de calidad. Seguir los planos, procedimientos e instructivos vigentes de trabajo de las tareas a realizar, de no estar vigentes se informará al jefe de calidad. Reportará al área de calidad, la ocurrencia de no conformidades, para el tratamiento y seguimiento.

### **5.2.2 Equipos de producción directa**

Se contará en este proyecto con equipos de producción directa para satisfacer los requisitos del proyecto. Se garantizará el mantenimiento mediante la aplicación de programas de mantenimiento preventivo, acciones de mantenimiento correctivo y uso de parámetros de gestión de mantenimiento, con la finalidad de mantener la disponibilidad de estos para los trabajos a desarrollar.

En el proyecto se utilizarán las fichas técnicas de los equipos, cartillas de mantenimiento y se monitorean los horómetros de tal manera que los servicios se hagan con la frecuencia preestablecida. Además se desplegará un sistema de inspecciones que permite detectar las desviaciones de funcionamiento con la suficiente anticipación para que los correctivos puedan ejecutarse sin comprometer la disponibilidad del equipo.



### **5.2.3 Equipos de inspección, medición y ensayo**

Todos los productos fabricados pasan por inspecciones y ensayos (tantos como se establezcan o sean necesarios) de forma que se compruebe que cumplen con la función para la que han sido fabricados. Durante la ejecución del proyecto se elaboran procedimientos específicos que indican paso a paso cómo se efectúa la inspección de los productos y qué ensayos se realizan.

Los equipos de inspección, medición y ensayo cuentan con fechas planeadas de calibración y servicio para asegurar que los parámetros que midan sean exactos y podamos así cumplir con las especificaciones del diseño.

La inspección y ensayo también se extiende a los productos que se reciban. No se utiliza un producto o lote hasta que no haya superado las correspondientes etapas de inspección y los ensayos pertinentes (esto se reflejará en los registros correspondientes). Los productos que no superen las fases de inspección y ensayo son "no conformes" y se les aplicará el procedimiento correspondiente a este tipo de productos.

## **5.3 Realización del producto**

### **5.3.1 Revisión del contrato**

Durante la ejecución del proyecto se documentarán los pedidos de información, órdenes de cambio, adicionales y en general todos los acontecimientos que sean relevantes a la relación contractual con el cliente, lo que permitirá fijar el alcance y definir cambios de especificaciones de tal manera de sostener una relación transparente con el cliente y que finalmente esté satisfecho con el producto final.

### **5.3.2 Compras**

Las compras del proyecto están planificadas en el proceso de procura, donde se enfatizan los materiales y servicios críticos que se utilizarán. Los documentos de compra que se generan contienen toda la información técnica que se requiere para garantizar que se tendrá a disposición los planos necesarios de los equipos y/o sistemas y subsistemas y toda información técnica necesaria para todos y cada uno de los elementos que componen los sistemas y/o equipos, incluido los informes de control de calidad y manuales de operación.

Con la finalidad de contar con los materiales y subcontratistas de la mejor calidad, estos son evaluados y seleccionados permanentemente sobre la base de sus habilidades para cumplir con los requerimientos en cuanto a cumplimiento de plazo, condiciones económicas, calidad del servicio, seguridad en obra y otros criterios que se consideren importantes.

### **5.3.3 Manipulación, almacenamiento, embalaje, preservación y entrega**

Se implementarán métodos adecuados para la correcta manipulación de los productos con los que se trabajará, la forma de uso de los almacenes de productos y control de las entradas y salidas, control del embalado, formas de conservación de los productos para que se mantengan en buen estado y entrega del producto a los clientes en las condiciones adecuadas.

Los almacenes tendrán una distribución estándar y deberán contar con los procedimientos para el manipuleo, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega de materiales y equipos.

### 5.3.4 Desarrollo del proyecto / construcción

Se implementará en el proyecto procedimientos de construcción que permitan estandarizar las operaciones y garantizar a SPCC que la ejecución en el lugar de trabajo es independiente de la mano de obra. Los procedimientos constructivos generales y registros que se aplicarán al presente proyecto se detallan a continuación:

**Tabla 5.1 : Procedimientos Generales**

PROCEDIMIENTO	REGISTRO
Procedimiento de Topografía y Georreferenciación para el montaje de estructuras metálicas, equipos e instrumentos	Registro de Control Topográfico
Procedimiento para la recepción, despacho y control de materiales críticos en almacén	Registro de Recepción de Material Critico

**Tabla 5.2 : Procedimientos de Mecánica y Estructuras**

PROCEDIMIENTO	REGISTRO
Procedimiento para Montaje de Estructuras Metálicas	Colocación de Grout
	Registro de torque tensionado de pernos
	Inspección de montaje estructuras metálicas
	Registro de espesor de pintura
Procedimiento para la fabricación y transporte de estructuras metálicas	Registro de Control dimensional
	Registro de inspección visual de soldadura
	Registro de inspección por líquidos penetrantes
	Registro de control de espesor de película seca
Procedimiento de Montaje de Faja transportadoras	Registro de torque tensionado de pernos
	Registro de alineamiento de equipos por acople
Procedimiento de montaje de silo de almacenamiento	Registro de Control dimensional
	Registro de inspección por líquidos penetrantes
	Registro de Control Topográfico

	Registro de torque tensionado de pernos
	Lista de Inspección de montaje
	Registro de inspección visual de soldadura
Procedimiento para soldadura de tubería de acero al carbono	Registro de inspección visual de soldadura
	Registro de inspección por líquidos penetrantes
Procedimiento para el montaje del equipo HPGR - POLYSIUS	Registro de Control Topográfico
	Registro de Control dimensional
	Chek list de inspección para el montaje e instalación de equipos estacionarios
	Chek list de inspección para el montaje de equipos rotatorios
	Registro de giro de rodillos del HPGR
	Registro de inspección visual soldadura
	Registro de colocación de grout
	Registro de torque tensionado de pernos
	Registro de alineamiento de equipos por acople
	Permiso de levante
Procedimiento para la preparación de superficies y aplicación de pintura	Registro de control de espesor de película seca
	Registro de Control de Preparación Superficial
	Registro de Control Touch- Up
Procedimiento para la inspección de soldadura por liquido penetrante	Registro de inspección por líquidos penetrantes
Procedimiento para la inspección visual de soldadura	Registro de inspección visual de soldadura

**Tabla 5.3: Procedimientos de Electricidad**

PROCEDIMIENTO	REGISTRO
Procedimiento para la instalación de bandejas, tuberías PVC, RGS y accesorios	Lista de inspección para la instalación de bandejas y accesorios
	Lista de inspección para la instalación de conduits y accesorios
	Reporte de inspección de material crítico
Procedimiento para la instalación y prueba del pozo y de la malla a tierra	Registro De Pruebas de resistencia de malla a tierra
	Registro de inspección de continuidad puesta a tierra

	Lista de Inspección para instalación conduits y accesorios
	Registro de inspección de sistemas de red de puesta a tierra
	Registro de instalación de pozo de tierra
	Registro de Inspección de material critico
	Registro de Inspección de soldadura exotérmica
Procedimiento para el tendido de cables, conexionado de circuitos de fuerza, control e instrumentación	Lista de inspección para instalación de terminaciones en media tensión;
	Inspección del tendido de cables de fuerza
	Inspección del tendido de cables de control
	Inspección del tendido de cables de instrumentación
	Inspección del conexionado de cables de fuerza
	Inspección del conexionado de cables de control
	Inspección del conexionado de cables de instrumentación
	Registro de inspección de la prueba de continuidad
	Prueba de resistencia de aislamiento para cables de fuerza
	Registro de la prueba de alto potencial AC para cables de media tensión (Hi-pot)
	Registro de prueba de resistencia de aislamiento de cables de control
	Registro de Inspección de material critico
	Procedimiento para la instalación de equipos electricos
Chek list de inspección de centro de control de motores MCC	
Chek Liist de inspección de paneles de distribución	
Chek list de inspección de paneles de iluminación	
Chek list de inspección de motores eléctricos	
Chek list de inspección de tomacorrientes y paneles de distribución de instrumentos	
Registro de Inspección de material critico	
Procedimiento para la instalación de sistema de iluminación y toma de corrientes	Inspección de fabricación e instalación de soportaría
	Inspección de montaje de luminarias y tomacorrientes
	Chek list de inspección de paneles de



	distribución
	Chek list de inspección de paneles de iluminación
	Registro de Inspección de material crítico
Procedimientos para pruebas eléctricas de construcción	Chek list de inspección de paneles de distribución
	Chek list de inspección de paneles de iluminación
	Reg. De prueba de aislamiento de barras
	Registro de material crítico
Procedimiento para la instalación de instrumentos	Registro de instalación de instrumentos
	Registro de Inspección de material crítico
Procedimiento de fabricación, montaje e instalación de soportes	Control de espesor de película seca
	Registro de inspección visual de soldadura
	Inspección de fabricación e instalación de soportaría
	Registro de control dimensional

**Tabla 5.4 : Procedimientos de Instrumentación**

PROCEDIMIENTO	REGISTRO
Procedimiento para instalación de cable de fibra optica y UTP	Inspección de la instalación de cables de fibra óptica
	Registro de pruebas reflectométricas de fibra óptica
	Inspección de la instalación de cable UTP
	Registro de Pruebas de continuidad de cable UTP

### 5.3.5 Control de calidad

Para garantizar la calidad de los productos obtenidos se realizará un control de calidad con actividades de inspección y prueba en los procesos de construcción con la finalidad de evitar no conformidades del producto. La inspección y prueba final garantizará a SPCC un producto de la mejor calidad acorde con las especificaciones contractuales.

### **5.3.6 Planes de puntos de inspección (PPI'S)**

Se elaborará y entregará al supervisor de la obra los planes de puntos de inspección para su aprobación. Las pruebas, ensayos y chequeos deberán hacerse cuando los protocolos así lo definan.

## **5.4 Mejora continua**

### **5.4.1 No conformidades**

El plan de calidad sigue un círculo de mejora continua, documentando no conformidades en la gestión y en la operación, eliminando la(s) causa(s) desde su raíz. Las actividades incluyen:

- Controlar los productos no conformes.
- Identificar y registrar de inmediato los productos no conformes.
- Describir la no conformidad y analizar las causas.
- Proponer acciones correctivas para eliminar su ocurrencia.
- Proponer acciones preventivas para prevenir su ocurrencia.

### **5.4.2 Acciones preventivas y correctivas**

Estas herramientas son implementadas con la finalidad de atacar las causas raíces de las no conformidades (acciones correctivas) o no conformidades potenciales (acciones preventivas). Para identificar las causas raíces de estas no conformidades, el proyecto utiliza el diagrama causa-efecto (Ishikawa) en reuniones multidisciplinarias donde se asignan fechas y responsables para las acciones de mejora.



Las acciones de mejora pueden implicar cambios en los procedimientos, documentos del proceso, instrucciones de trabajo, especificaciones de productos, etc. Luego de la implementación de tales acciones se medirá la eficacia.

### **5.4.3 Auditorías internas**

El proyecto es objeto de procesos de auditorías Internas llevadas a cabo por auditores calificados. Estas auditorías determinan si el plan de calidad se ha implementado y se mantiene de manera eficaz. El procedimiento para la planificación y ejecución de auditorías internas define:

- Que los que realizan las auditorias sean auditores calificados.
- Que las auditorías deberán aplicarse para obtener evidencias y evaluarlas objetivamente.
- Que se documenten las auditorias con registros e informes.
- Que se implementen acciones correctivas / acciones preventivas para eliminar las no conformidades en sus causas raíces y la medición de la eficacia de las mismas.

### **5.4.4 Medición de los procesos**

Se aplicarán técnicas de medición en el proyecto con el fin de controlar o mejorar cualquier proceso, producto o actividad que se realice.

El uso de las técnicas de medición está enfocado en mejorar la toma de decisiones al estudiar la eficacia de los procesos. Los principales resultados del desempeño del proyecto estarán contenidos en los siguientes indicadores:

- TNC : Tratamiento de No Conformidades.

- CPE : Capacitación Programada Ejecutada.
- AIE : Auditorías Internas Ejecutadas.
- HHC : Horas Hombre Capacitación / Mes x Trabajador.
- PCA : Procedimientos Constructivos Aprobados Internamente.
- PFC : Protocolos Validados por el cliente.
- SAT : Satisfacción del cliente.
- IMP : Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad.
- SPI : Índice de Rendimiento del Plazo.
- CPI : Índice de Rendimiento del Costo.

#### **5.4.5 Satisfacción del cliente**

El plan de calidad está orientado a conseguir la satisfacción del cliente, y para ello realiza mediciones permanentes para adoptar acciones orientadas a su consecución. Durante la ejecución del proyecto se ejecutan como mínimo dos “Encuestas de Satisfacción del cliente”.

En estas encuestas se solicita la apreciación de SPCC acerca del desempeño, respecto a los siguientes temas: Plazo, costo, condiciones de calidad, seguridad y prácticas ambientales, personal clave, equipos de construcción e instalaciones (campamento). También se contempla un campo para la formulación de observaciones libres.

## **CAPÍTULO VI**

### **COSTO DE MONTAJE**

El proyecto “Obras Civiles y Montaje Electromecánico para la Instalación del Equipo HPGR y Sistema de Fajas para la Planta Concentradora de Cuajone” desarrollado por SPCC tiene un presupuesto total inicial de US\$ 11 308 979,88.

En el presente informe se resumen las partidas involucradas en los procedimientos de montaje descritos en el Capítulo III, el costo asciende en US\$ 8 847 025,21 (Ver tabla 6.1) correspondientes a las siguientes partidas:

#### **Partidas Generales**

Corresponde a costos de movilización y desmovilización de equipos, almacenes temporales, oficinas y talleres de las disciplinas involucradas.

#### **Estructuras**

Comprende el montaje estructural del edificio HPGR, edificio del Silo de Almacenamiento, Torre de Transferencia N°1, Torre de Transferencia N°2, Torre de Transferencia N°3 y Galerías de fajas Transportadoras CV-5A/5B/5C/5D/5E.

### **Obras Mecánicas**

Comprende el montaje del equipo HPGR, fajas transportadoras CV-5A/5B/5C/5D/5E y silo de almacenamiento.

### **Obras Eléctricas**

Comprende el montaje de equipos eléctricos, montaje de equipos de iluminación, canalizaciones, tendido de conductores y sistema de aterramiento correspondientes a las tres áreas definidas.

### **Obras Instrumentación**

Comprende el montaje de equipos de instrumentación, canalizaciones, tendido de conductores de fuerza, control y tendido de cables de comunicación correspondientes a las tres áreas definidas.

## **6.1 Presupuesto**

El presupuesto detallado (Ver Anexo F) se elaboró teniendo en cuenta lo siguiente:

### **6.1.1 Costos Directos**

Los costos directos son aquellos que están vinculados directamente con el proyecto. Los costos directos incluyen los subcontratistas, la mano de obra contratada, materiales, suministros, equipos, bonos y permisos.

En la tabla 6.1 se detallan los costos directos comprendiendo:

### **Mano de obra**

La mano de obra directa es el costo de mano de obra directamente atribuible a las unidades de los productos elaborados por la organización.

### **Equipos de construcción**

Representan los materiales utilizados para la fabricación de bienes. Estos son los materiales que utilizan la mano de obra directa para producir el proceso fabricado y acabado.

### **Sub contratos**

Comprende trabajos realizados por terceros.

#### **6.1.2 Costos Indirectos**

Los costos indirectos son aquellos que no son identificables con un solo producto, por los que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación.

En la tabla 6.1 se detallan los costos indirectos comprendiendo:

#### **Supervisión**

Los costos de supervisión involucran al personal en las áreas de gerencia, SSOMA, calidad, control de proyectos, oficina técnica, construcción y administración.

**Seguridad**

Los costos de seguridad se atribuyen al área de SSOMA como son a las charlas de inducción, exámenes médicos de personal, EPP's, señalización, equipos de primeros auxilios, respuesta ante emergencias y medio ambiente.

**Gastos generales**

En los gastos generales se consideran vehículos (cisterna, camión de combustible, couster para traslado de personal, etc), equipos en obra (computadoras, impresoras, licencias de programas, etc) y gastos varios (útiles de escritorio, copias y útiles de limpieza)

**Utilidades**

Es el resultado de los ingresos menos los egresos del periodo.

**Financiamiento**

Se define como la inversión que realiza la empresa, generalmente, resultado de un préstamo en el sistema financiero nacional o a un grupo de inversionista.

Tabla 6.1 : Resumen de presupuesto

ITEM	DESCRIPCION		TOTAL
a)	Costo Total de la Mano de Obra		5,330,455.82
b)	Costo Total de Equipo		6,843,869.56
c)	Costo Subcontrato		853,850.05
	<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>S/.</b>	<b>13,028,175.43</b>
d)	Costo Total Supervisión	37.08%	4,831,001.21
e)	Costo de Seguridad	7.18%	935,737.51
f)	Gastos Generales	8.50%	1,107,463.66
g)	Financiamiento	1.49%	194,034.21
h)	Utilidad	10.00%	1,302,817.54
	<b>SUB TOTAL COSTO INDIRECTO</b>	<b>S/.</b>	<b>8,371,054.14</b>
i)	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>21,399,229.57</b>
j)	<b>Porcentaje del Costo Indirecto (CI/CD)</b>	<b>%</b>	<b>64.25%</b>
	<b>I.G.V.</b>	<b>S/.</b>	<b>3,851,861.32</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>S/.</b>	<b>25,251,090.89</b>
		<b>\$</b>	<b>8,847,025.21</b>



## **CONCLUSIONES**

- 1.** El montaje de la planta de trituración de rodillos abrasivos a alta presión (HPGR) para la planta concentradora de Southern Perú Copper Corporation en la mina Cuajone se concluyó satisfactoriamente habiendo empleado para ello los planes de ejecución del montaje, seguridad y gestión de la calidad programados previamente.
- 2.** Durante la ejecución del proyecto se originaron adicionales y ampliaciones de plazo debido básicamente a no tener claro el alcance del proyecto en las disciplinas involucradas (civil, estructuras, mecánica, electricidad e instrumentación).
- 3.** Durante el proceso de construcción hubieron desviaciones en el alcance, tiempo, costo y calidad debido a la falta de coordinación entre las disciplinas involucradas por lo que se tomaron acciones correctivas.
- 4.** Implementando el plan de seguridad se involucró a todos los participantes del proyecto de las diferentes áreas generando en ellos una conducta segura a fin de cumplir la meta de cero accidentes evitando los posibles retrasos.

5. La implementación del plan de gestión de calidad asegura el seguimiento y control de la calidad en el proyecto en búsqueda de la satisfacción del cliente cumpliendo con los lineamientos de la norma ISO 9001-2008.
  
6. El costo directo del proyecto representa el mayor porcentaje del costo total del montaje, en este, los costos de mano de obra y equipos fueron gestionados de forma eficiente y eficaz siguiendo los lineamientos del PMBOK.

## RECOMENDACIONES

1. El Alcance del Proyecto debe ser claro y específico para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario para su culminación satisfactoria sin adicionales y en el plazo establecido.
2. Durante el proceso de construcción se debe controlar el avance de las disciplinas involucradas debido a que los trabajos están relacionados, esto permite tomar acción en caso de desviaciones en alcance, tiempo, costo y calidad.
3. Elaborar las curvas S de tiempo y costo que servirán para el seguimiento y monitoreo durante la ejecución del proyecto, determinando con ello los atrasos o adelantos en el cronograma y presupuesto.
4. Antes del montaje de los equipos se deberá elaborar el plan de izaje de cargas para el rigger y operarios de equipos con las condiciones actuales del terreno debiendo ser aprobado por la seguridad y supervisión.
5. Realizar el montaje de los equipos con la autorización y presencia del Vendor ya que estos cuentan con garantía de fábrica.

6. Realizar el control de los materiales utilizados en el transcurso del proyecto para el sustento del cierre de metrados y devolución de materiales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1. Polycom high-pressure grinding roll, Manual de instalación, operación y mantenimiento del equipo HPGR.**
- 2. Project Management Institute, Inc., Guía de los Fundamentos para la dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), Cuarta Edición, 2008.**
- 3. American Welding Society, Structural Welding Code AWS D1.1, 2010.**
- 4. AISC S302 Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.**
- 5. ASTM A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints.**
- 6. Código Nacional de Electricidad del Perú, 2011.**
- 7. United States National Electrical Code (NEC) Article 501-5, 2011.**
- 8. Norma ISO 9001-2008, International Organization for Standardization, 2008.**

## PLANOS

- Arreglo General de la Planta.
- Equipo HPGR Montado.

## **APÉNDICE**

**Anexo A,** Cronograma inicial del Proyecto.

**Anexo B,** Especificaciones técnicas del montaje de estructuras.

**Anexo C,** Especificaciones de construcciones eléctricas.

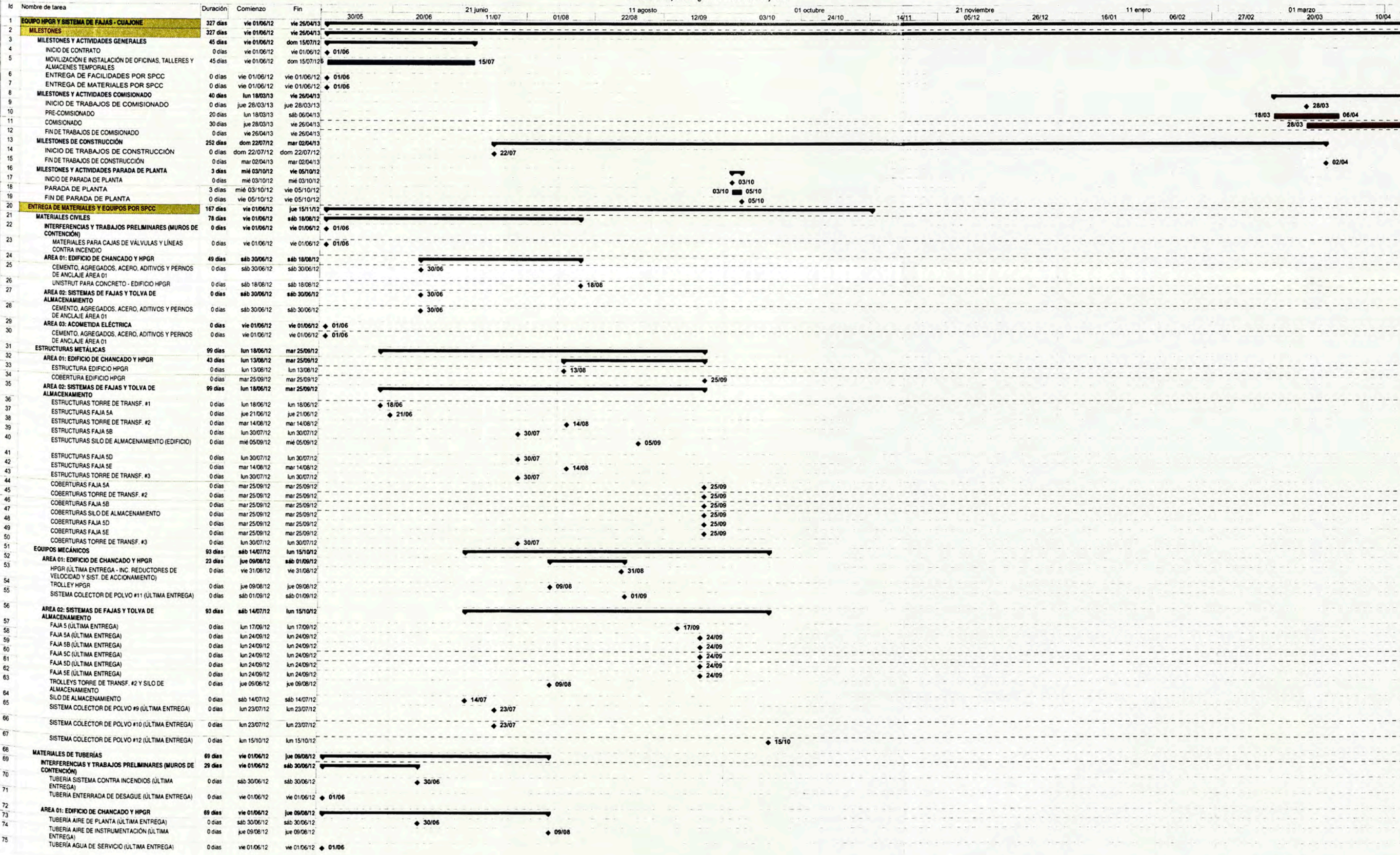
**Anexo D,** Especificaciones técnicas de instrumentación.

**Anexo E,** Identificación de peligros y evaluación de riesgos.

**Anexo F,** Presupuesto detallado.



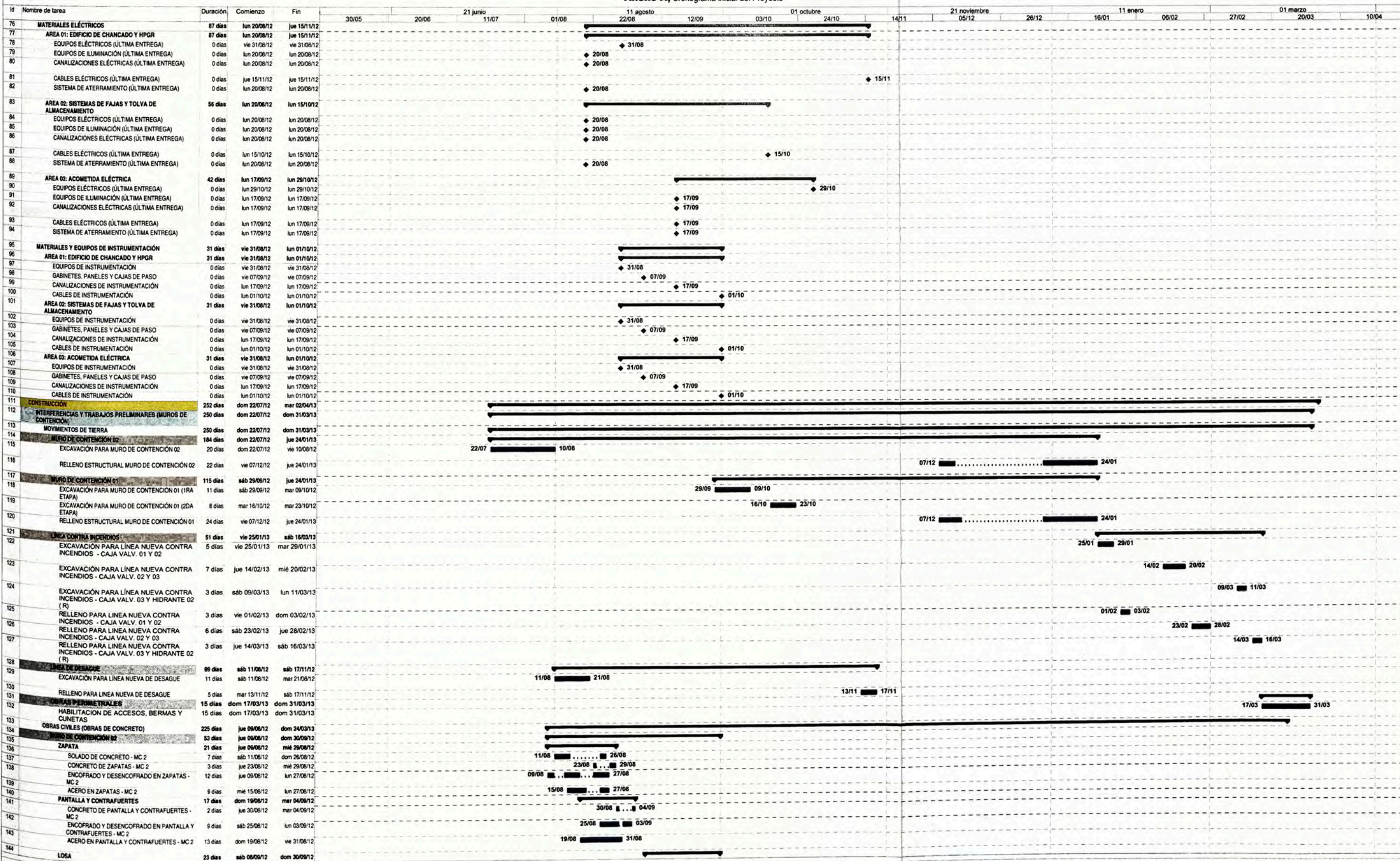
Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto "Obras Civiles y Montaje Ele Equipo HPGR y Sistema de Fajas"  
 a Tarea: Hito (línea negra), Resumen (línea roja), Tarea resumida (línea azul)  
 Tarea crítica: Resumen (línea roja), Tarea resumida (línea azul)  
 Progreso: Tarea resumida (línea azul)  
 Tarea crítica resumida: Línea roja con triángulo negro  
 Hito resumido: Línea roja con triángulo negro  
 Progreso resumido: Línea azul con triángulo negro  
 División: Línea roja con triángulo negro  
 Tareas externas: Línea roja con triángulo negro  
 Resumen del proyecto: Línea roja con triángulo negro  
 Tarea inactiva: Línea roja con triángulo negro  
 Hito inactivo: Línea roja con triángulo negro  
 Resumen inactivo: Línea azul con triángulo negro  
 Tarea manual: Línea roja con triángulo negro  
 Sólo duración: Línea roja con triángulo negro  
 Informe de resumen manual: Línea roja con triángulo negro  
 Resumen manual: Línea roja con triángulo negro  
 Sólo el comienzo: Línea roja con triángulo negro  
 Sólo fin: Línea roja con triángulo negro  
 Agrupar por síntesis: Línea roja con triángulo negro  
 Fecha límite: Línea roja con triángulo negro  
 L.B.: Línea roja con triángulo negro



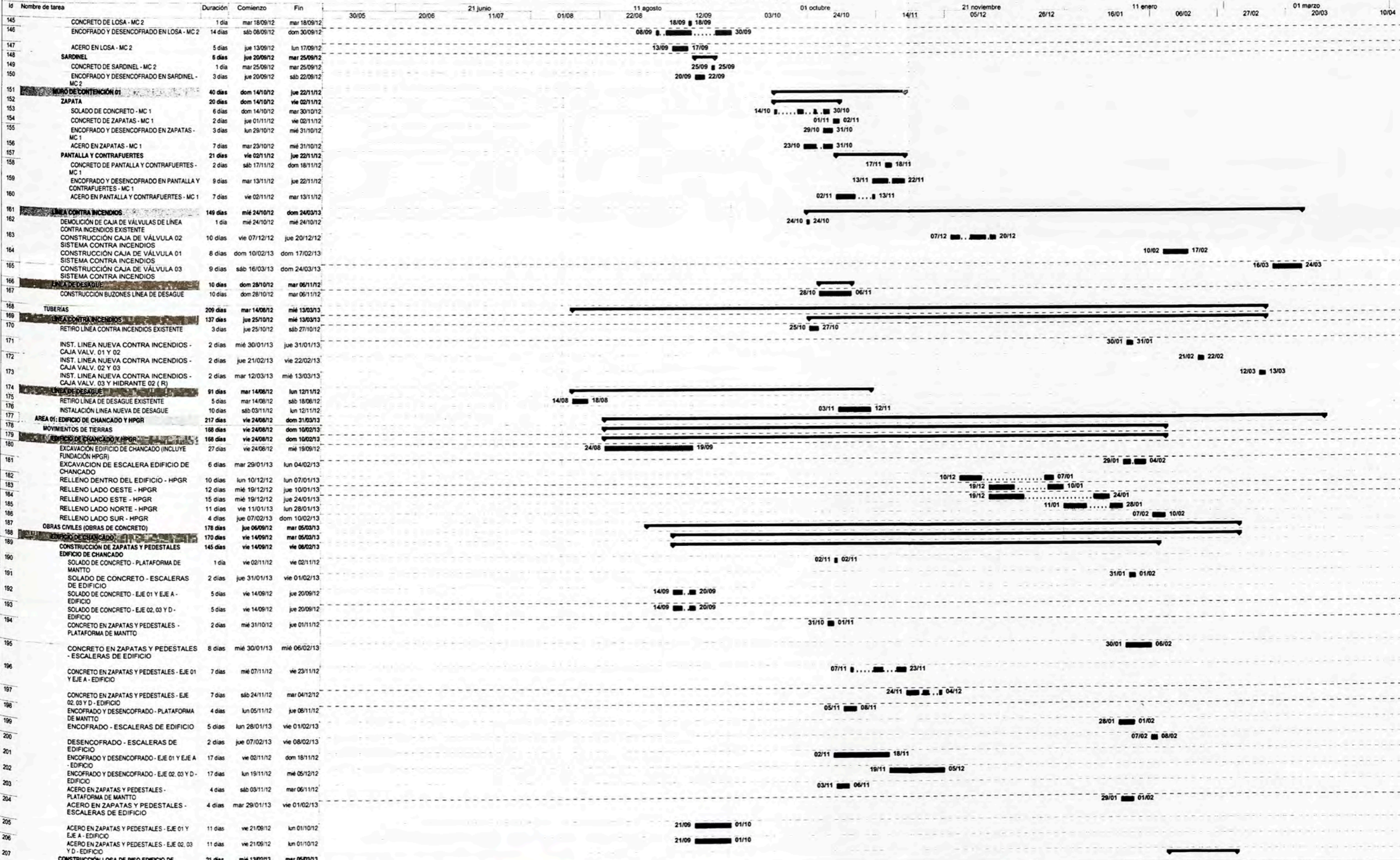
Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"  
 Tarea crítica: Tarea resumida: Hito: Tarea crítica resumida: Hito resumido: Progreso resumido: División: Tareas externas: Resumen del proyecto: Tarea inactiva: Hito inactivo: Resumen inactivo: Tarea manual: Sólo duración: Informe de resumen manual: Resumen manual: Sólo el comienzo: Sólo fin: Agrupar por síntesis: Fecha limite: L.B.:



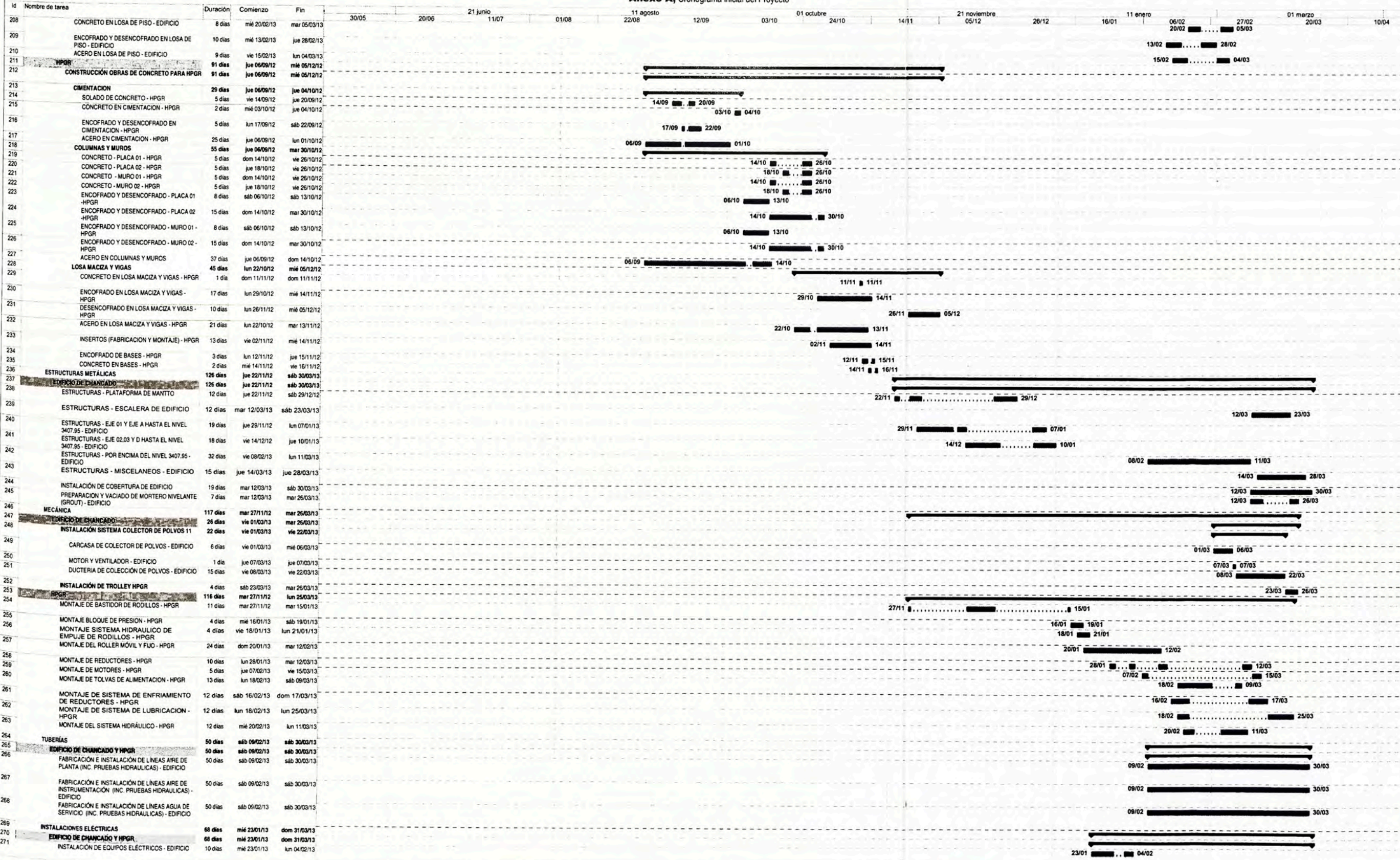
Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Eje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"  
 ■ Tarea  
 ■ Tarea crítica  
 ■ Progreso  
 ■ Hito  
 ■ Resumen  
 ■ Tarea resumida  
 ◆ Tarea crítica resumida  
 ◆ Hito resumido  
 ◆ Progreso resumido  
 ■ División  
 ○ Tareas externas  
 ■ Resumen del proyecto  
 ..... Tarea inactiva  
 ..... Hito inactivo  
 ..... Resumen inactivo  
 ■ Tarea manual  
 ■ Sólo duración  
 ■ Informe de resumen manual  
 ■ Resumen manual  
 ■ Sólo el comienzo  
 ■ Sólo fin  
 [ Agrupar por síntesis  
 [ Fecha limite  
 [ L.B.



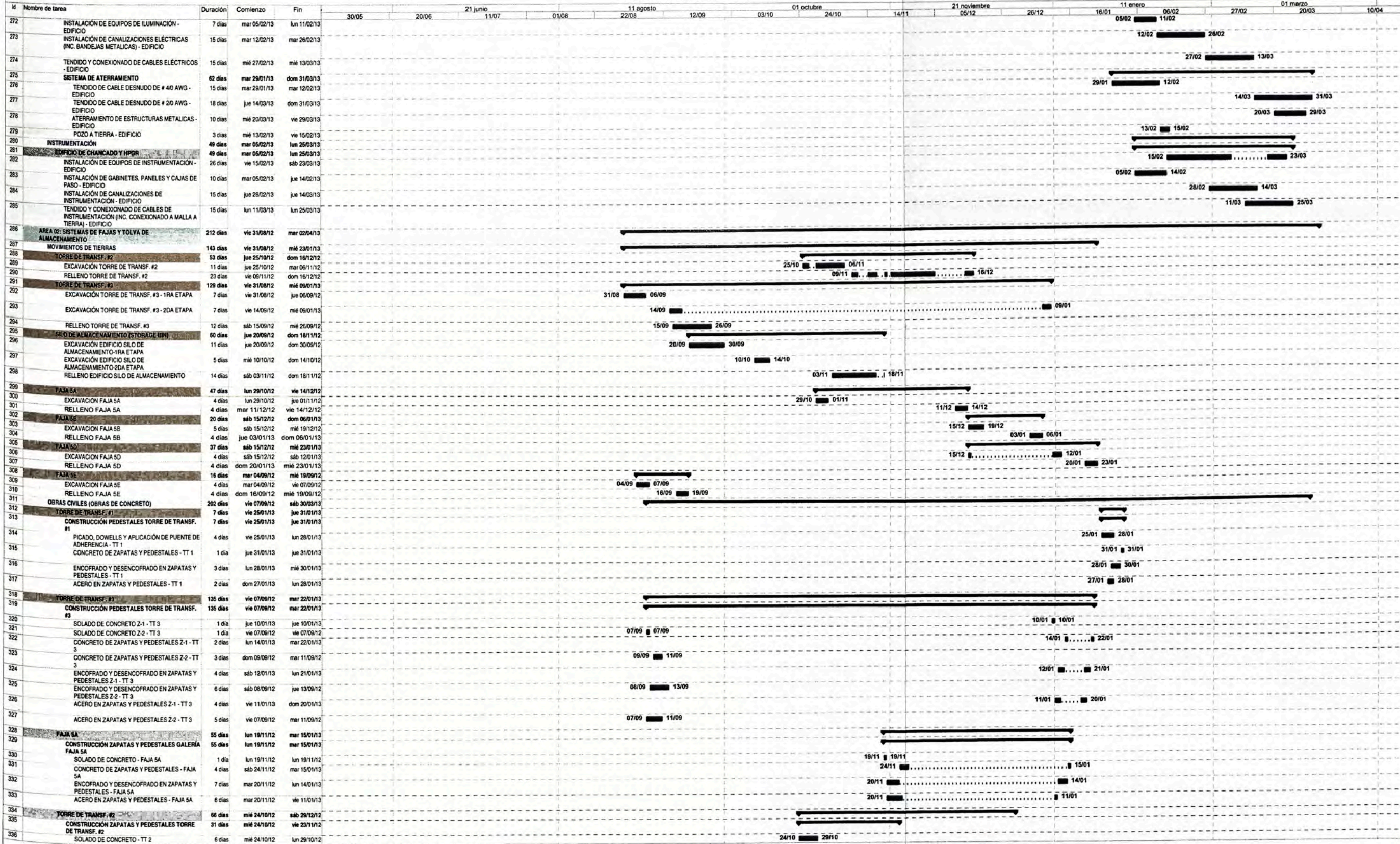
Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Ele Equipo HPGR y Sistema de Fajas"
   
 @Tarea Hito
   
 Tarea crítica Resumen
   
 Progreso Tarea resumida
   
 Tarea crítica resumida Hito resumido
   
 Progreso resumido Resumen del proyecto
   
 División Tareas externas Resumen del proyecto
   
 Tarea inactiva Hito inactivo Resumen inactivo
   
 Tarea manual Sólo duración Informe de resumen manual
   
 Resumen manual Sólo el comienzo Sólo fin
   
 Agrupar por síntesis Fecha límite L.B.



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto

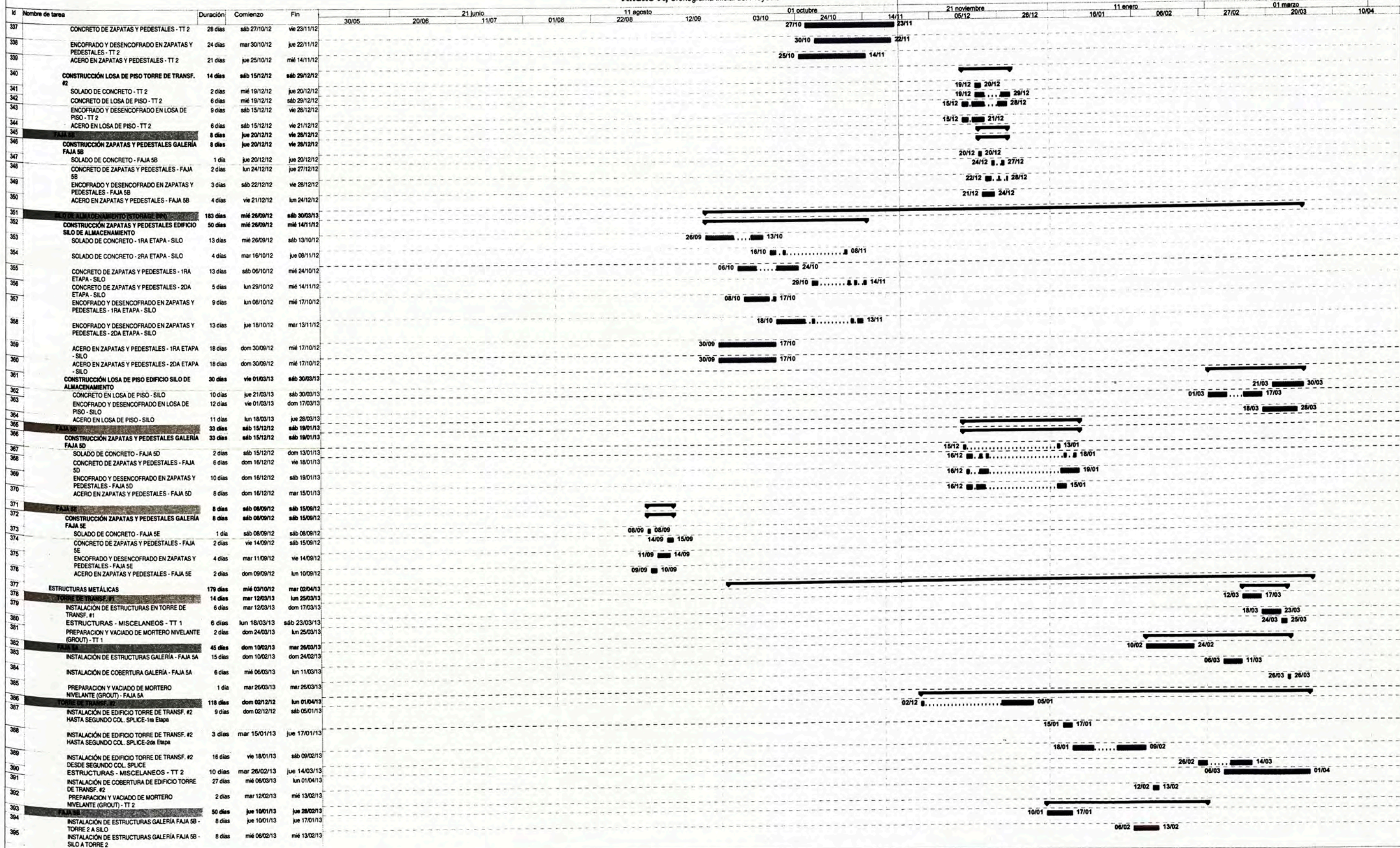


Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"

• Tarea	▬ Hito	◆ Tarea crítica resumida	▬ División	⋯ Tarea inactiva	▬ Tarea manual	▬ Resumen manual	➤ Agrupar por síntesis
▬ Tarea crítica	▬ Resumen	▬ Hito resumido	◆ Tareas externas	▬ Hito inactivo	▬ Sólo duración	▬ Sólo el comienzo	C Fecha límite
▬ Progreso	▬ Tarea resumida	▬ Progreso resumido	▬ Resumen del proyecto	▬ Resumen inactivo	▬ Informe de resumen manual	▬ Sólo fin	□ L.B.



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"  
 &Tarea Hito  
 Tarea crítica Resumen  
 Progreso Tarea resumida

Tarea crítica resumida Hito resumido  
 Progreso resumido

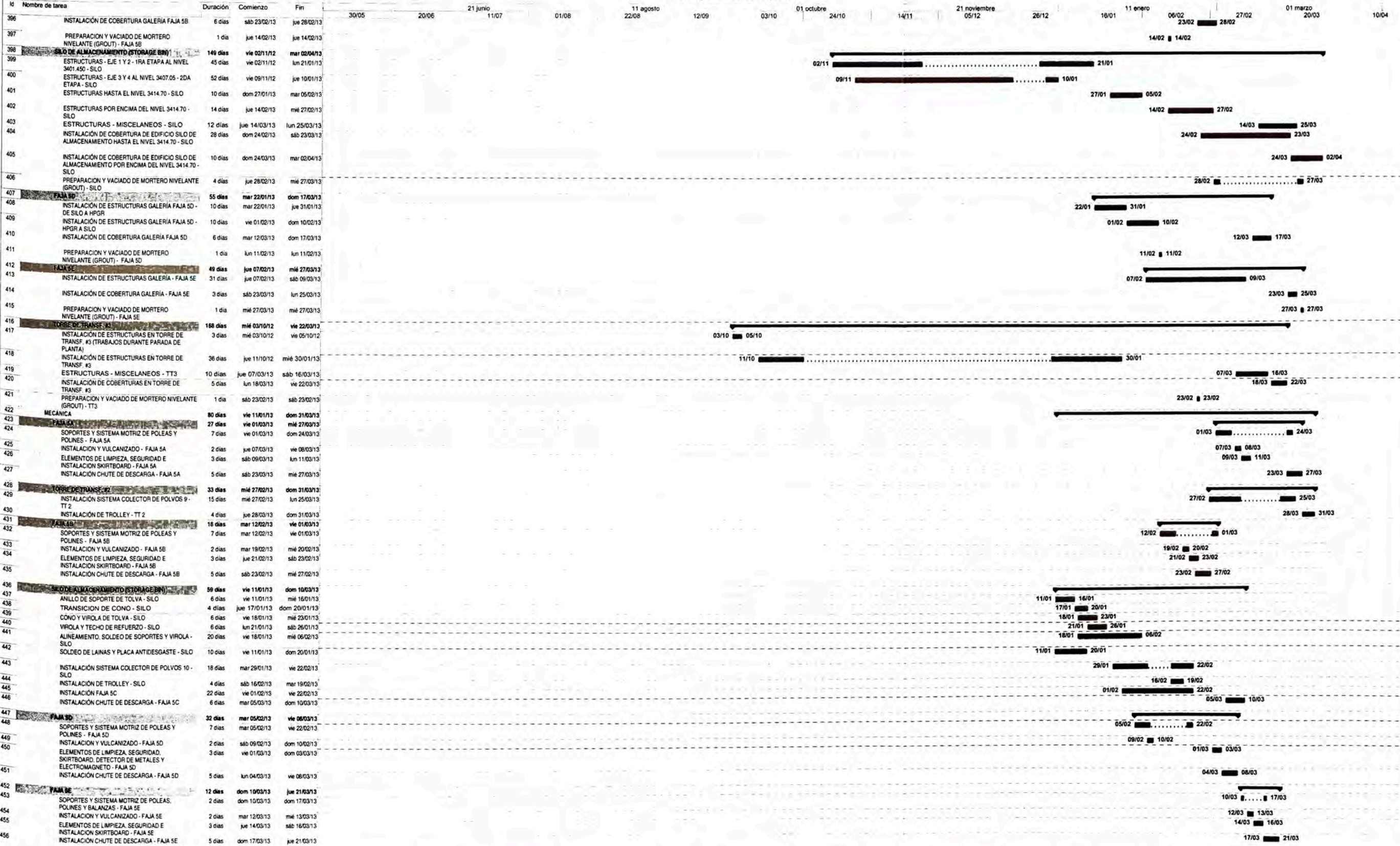
División Tareas externas Resumen del proyecto  
 Tarea inactiva Hito inactivo Resumen inactivo  
 Tarea manual Sólo duración Informe de resumen manual  
 Resumen manual Sólo el comienzo Sólo fin

Agrupar por síntesis Fecha limite L.B.

Página 6



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



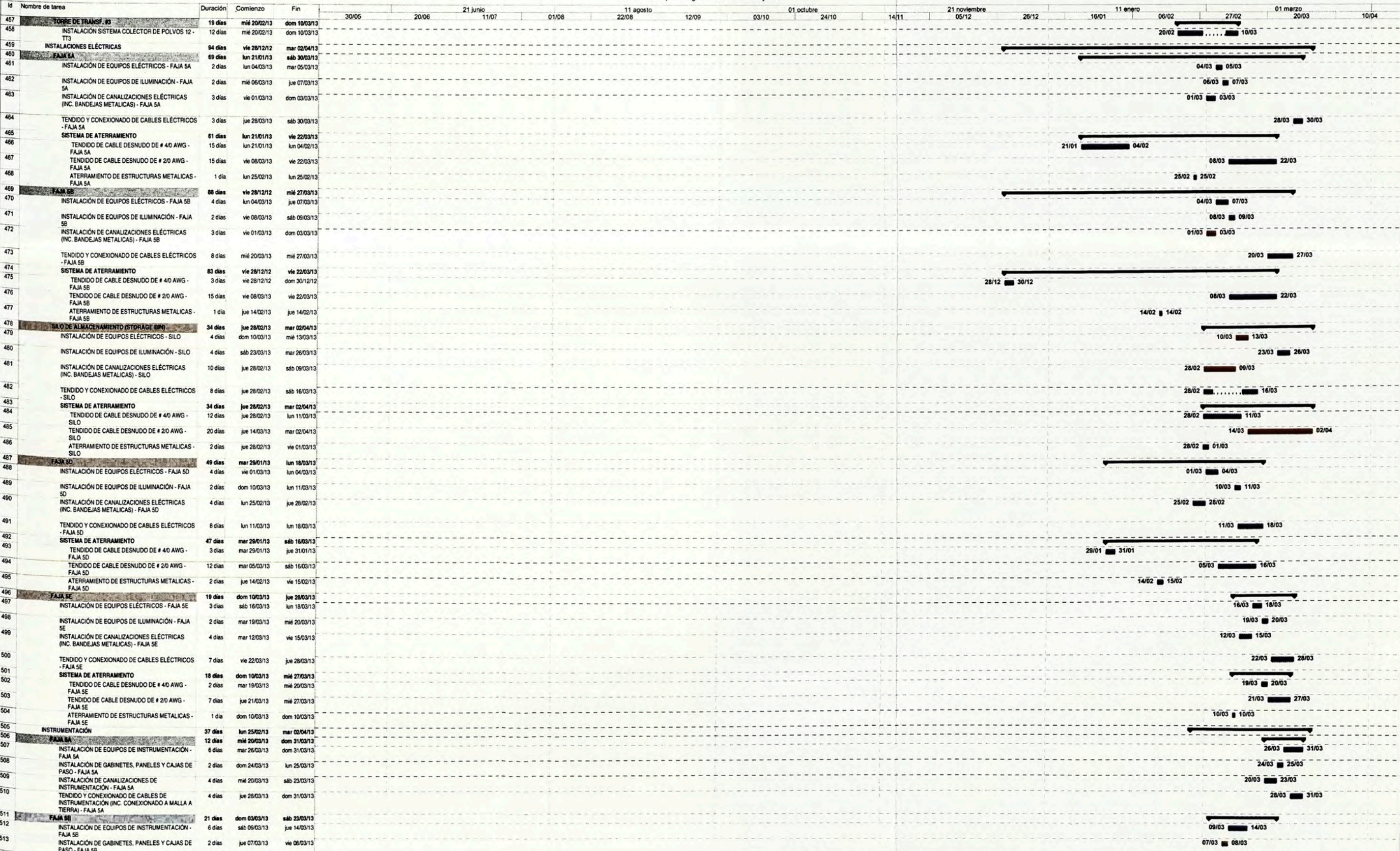
Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"     
 **▲** Tarea     
 **■** Hitos     
 **◆** Tarea crítica resumida     
 **▬** División     
 **⋯** Tarea inactiva     
 **■** Tarea manual     
 **▬** Resumen manual     
 **⌈** Agrupar por síntesis     
 **⌋** Fecha limite     
 **⌌** L.B.

**▬** Tarea crítica     
**▬** Resumen     
**▬** Hitos resumidos     
**▬** Tareas externas     
**▬** Hitos inactivos     
**▬** Sólo duración     
**▬** Sólo el comienzo     
**▬** Fechas límite     
**▬** Sólo fin

**▬** Progreso     
**▬** Tarea resumida     
**▬** Progreso resumido     
**▬** Resumen del proyecto     
**▬** Resumen inactivo     
**▬** Informe de resumen manual



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Equipo HPGR y Sistema de Fajas"  
 a Tarea  
 Tarea crítica  
 Progreso

Hitos  
 Resumen  
 Tarea resumida

Tarea crítica resumida  
 Hitos resumidos  
 Progreso resumido

División  
 Tareas externas  
 Resumen del proyecto

Tarea inactiva  
 Hitos inactivos  
 Resúmenes inactivos

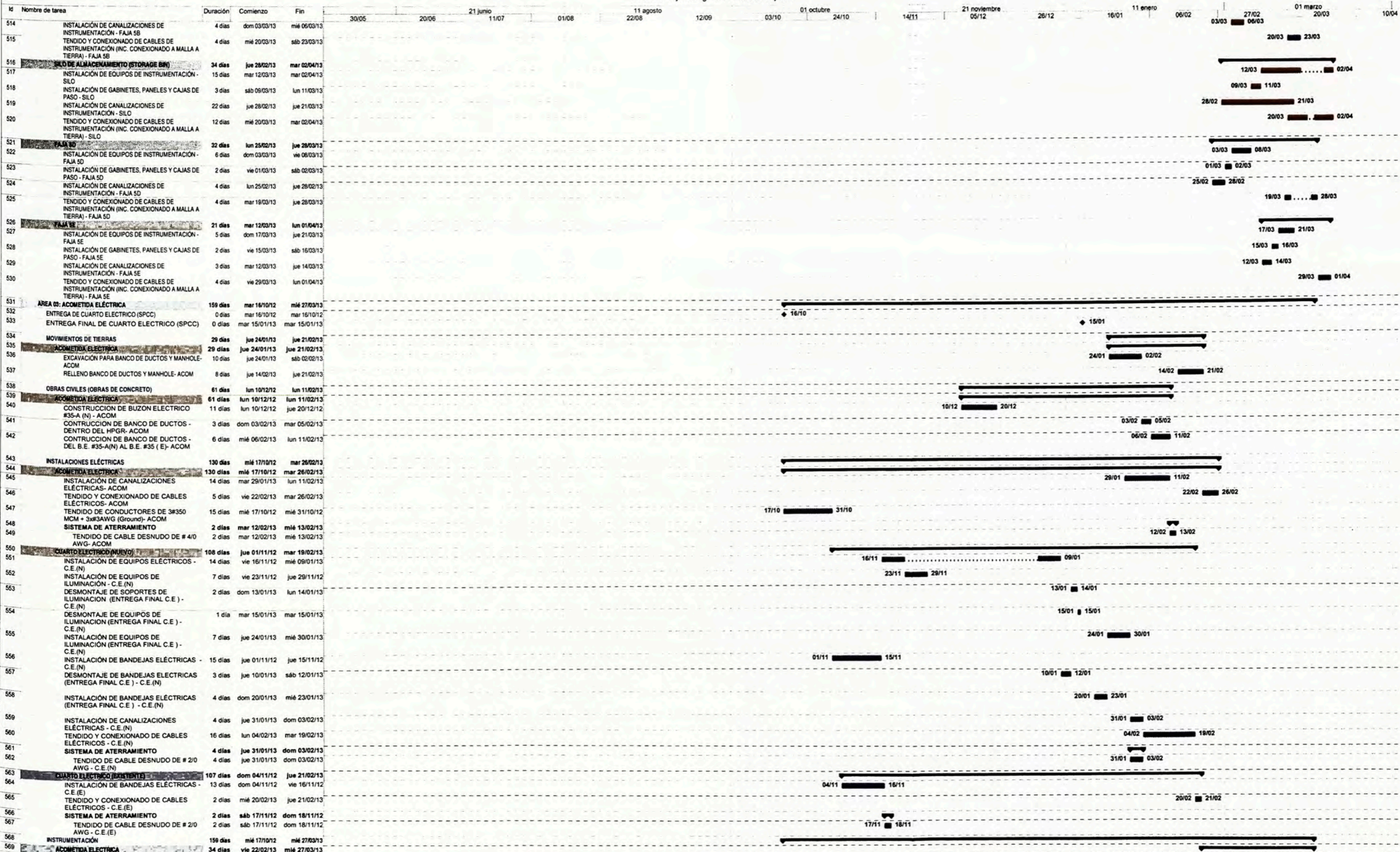
Tarea manual  
 Sólo duración  
 Informe de resumen manual

Resumen manual  
 Sólo el comienzo  
 Sólo fin

Agrupar por síntesis  
 Fecha límite  
 L.B.



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto

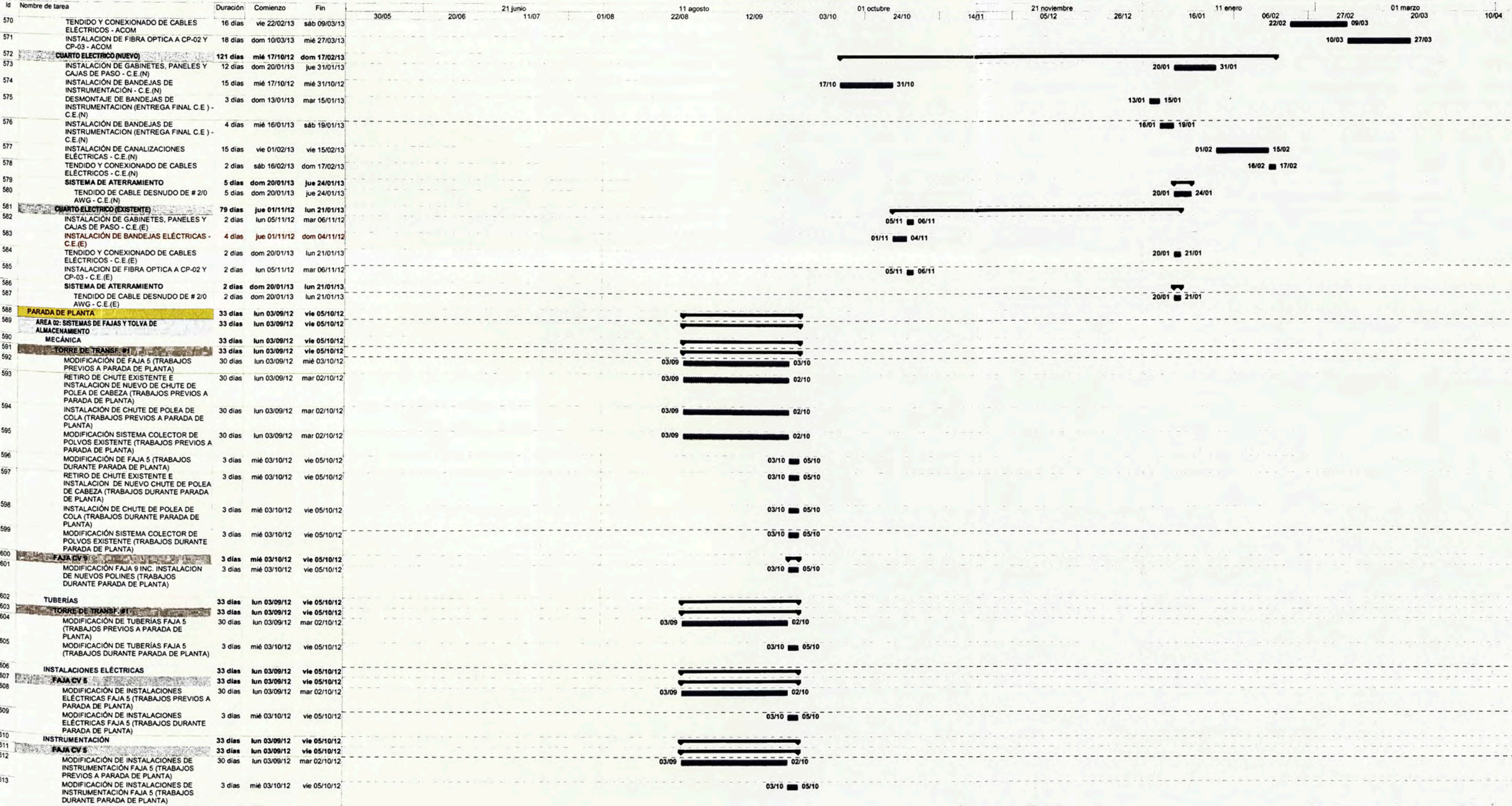


Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Ele Equipo HPGR y Sistema de Fajas"

▲ Tarea Hito  
 ◆ Tarea crítica resumida Hito resumido  
 ◊ Tareas externas Resumen del proyecto  
 ..... Tarea inactiva Hito inactivo  
 - Tarea manual Sólo duración  
 - Informe de resumen manual  
 - Resumen manual Sólo el comienzo  
 - Sólo fin  
 [ Agrupar por síntesis Fecha límite  
 ] L.B.



Anexo A, Cronograma inicial del Proyecto



Proyecto: "Obras Civiles y Montaje Ele Equipo HPGR y Sistema de Fajas"

▲Tarea	■ Hito	◆ Tarea critica resumida	◊ División	..... Tarea inactiva	Tarea manual	■ Resumen manual	⌋ Agrupar por sintesis
Tarea critica	■ Resumen	▶ Hito resumido	◊ Tareas externas	■ Hito inactivo	Sólo duración	■ Sólo el comienzo	⌈ Fecha límite
Progreso	■ Tarea resumida	■ Progreso resumido	■ Resumen del proyecto	■ Resumen inactivo	Informe de resumen manual	■ Sólo fin	⌋ L.B.



## **Anexo B, Especificaciones técnicas del montaje de estructuras.**

### **CONTENIDO**

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA .....	2
2.1	Códigos y Estándares.....	2
2.2	Conflictos.....	2
3	FABRICACIÓN .....	2
4	SOLDADURAS EN EL TERRENO .....	2
5	MONTAJE .....	3
5.1	Generalidades .....	3
5.2	Materiales.....	3
5.3	Manipuleo del Material.....	3
5.4	Erección .....	3
5.4.1	Procedimientos para Erección: .....	3
5.4.2	Conexiones Empernadas: .....	4
5.4.3	Alineamiento de Huecos:.....	4
5.4.4	Enderezamiento de Material Doblado:.....	4
5.4.5	Corrección de Trabajos Defectuosos:.....	4
6	RETOQUES DE LA PINTURA .....	5
7	APLICACIÓN DE MORTERO A LAS PLACAS BASE .....	5
8	INSPECCIÓN.....	6
9	MEDICIÓN Y PAGO.....	6

## **1 INTRODUCCIÓN**

Los requerimientos técnicos contenidos en las presentes especificaciones tratan sobre la calidad de materiales y montaje de las estructuras metálicas diseñados por CPO para el proyecto "Obras Civiles y Montaje Electromecánico para la Instalación del Equipo HPGR y Sistema de Fajas para la Planta Concentradora de Cuajone".

## **2 CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA**

### **2.1 Códigos y Estándares**

Las publicaciones que a continuación se detallan forman parte de las presentes especificaciones técnicas en la medida en que se haga referencia a ellas:

- ANSI American National Standard Institute
- AISC American Institute of Steel Construction
- AISI American Iron and Steel Institute
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- ASTM American Society for Testing of Materials
- AWS American Welding Society
- SAE Society of Automotive Engineers
- SSPC Steel Structures Painting Council

Las conclusiones, interpretaciones, deducciones y otras afirmaciones derivadas de la opinión contenida en la información referencial se basan en el conocimiento que se tiene del proyecto y es garantía de representación en cuanto a la precisión debido a la amplitud de las mismas.

### **2.2 Conflictos**

Cuando existe un conflicto entre estas especificaciones, los códigos aplicables, los planos de diseño y las recomendaciones del Fabricante, se deberán aplicar los criterios más estrictos a menos que SPCC indique lo contrario.

## **3 FABRICACIÓN**

Todas las fabricaciones a efectuarse en obra serán conforme a la Especificación, en su última revisión, esto incluye los trabajos de pintado.

## **4 SOLDADURAS EN EL TERRENO**

Los métodos de soldadura en terreno serán efectuados de acuerdo con la Norma AWS D1.1 Structural Welding Code. Salvo indicación contraria en los planos, no se requieren ensayos no destructivos aparte de la inspección visual. Donde sea aplicable, los planos indicarán las soldaduras a las que se les hará pruebas no destructivas, el alcance de cada prueba y el método de ensayo.

Los procedimientos de soldadura de los pernos de anclaje en corte tipo Nelson, deberán cumplir con AWS D1.1, Sección 7.0 y las recomendaciones del fabricante. Los pernos tipo Nelson serán soldados a través de la placa de metal a la parte superior, de los flanges de las vigas de soporte.



## **5 MONTAJE**

### **5.1 Generalidades**

El trabajo deberá incluir pero no necesariamente estará limitado a los siguientes ítems:

- a. Erección de acero estructural.
- b. Retocado y pre-pintado al acero durante y después de la erección.
- c. Aprovechamiento e instalación de todos los anclajes necesarios en perforaciones en concreto.
- d. Mortero nivelante (Grouting) cuando sea necesario.
- e. Recepción, descarga, almacenamiento y remanipuleo del acero estructural y otros ítems conforme se requieran.

### **5.2 Materiales**

- a. Electrodo para soldadura: Los electrodos para soldadura eléctrica serán conformes a la última edición del ASTM A-233, se utilizarán el tipo E 70xx.
- b. Pernos: Serán de acero ASTM A-325, se instalarán con arandela y tuerca hexagonal.
- c. Mortero de montaje (Grout): Se usará mortero nivelante (grout) sin contracción de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.

### **5.3 Manipuleo del Material**

- a. El equipo requerido para la erección será proporcionado por el Contratista en el tamaño y tipo correcto, y estará en buenas condiciones de trabajo.
- b. Para minimizar posibles daños en el acero a causa del manipuleo, el Contratista moverá los componentes lo menos posible y se esforzará por protegerlos antes y después que sean puestos en los cimientos.

### **5.4 Erección**

- a. Generalidades  
El Contratista deberá proporcionar el equipo de tamaño y tipo correctos y en buenas condiciones para ejecutar el trabajo. En general, el acero estructural será suministrado y ensamblado en unidades de tamaño que son consideradas más económicas para el transporte y erección.
- c. Tolerancia  
Las limitaciones de tolerancia en la erección de aquellas permitidas en el A.I.S.C. Código de Prácticas Estándar de Acero Estructural para Edificios, Edición 1989.

#### **5.4.1 Procedimientos para Erección:**

EL Contratista deberá, en la fecha más temprana posible antes de la erección de cualquier trabajo, verificar todas las elevaciones de los cimientos, localización y colocación de pernos de anclaje. Todos los aumentos serán aceptados por escrito por el Contratista y todos los errores serán reportados inmediatamente a la Supervisión de SPCC.

En caso de que errores que no han sido reportados causen alguna demora, cualquier costo adicional será por cuenta del Contratista.

Toda obra de acero será erigida, aplomada y alineada, y se utilizarán puntales y soportes provisionales para sostener cargas temporales, incluyendo las causadas por el equipo de erección.

Todos dichos soportes provisionales, se dejarán en posición hasta que las cargas temporales hayan sido eliminadas.

Todas las planchas de base serán colocadas al nivel adecuado y empotradas con el mortero nivelante (grout). El Contratista es responsable de todo el material y trabajo abarcado en montaje de bases (grout). Una vez que el grout ha adquirido su fraguado inicial y no se deforme, los bordes serán recortados y acabados con mortero simple consistente en una parte de cemento y dos partes de arena de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del Fabricante.

#### **5.4.2 Conexiones Empernadas:**

Los pernos serán de tal longitud que la tuerca, al ajuste final, no llegue al fin de la rosca, y tampoco debe proyectarse el hilo más allá de superficies que no toquen. No deben usarse voladuras para corregir esto, a menos que lo autorice la Supervisión de SPCC.

Todas las roscas de los tornillos deberán hacer un ajuste apretado en las tuercas. Toda rosca deteriorada, pernos cortos o cualquier otro elemento de ajuste inadecuado deberán ser reemplazados.

#### **5.4.3 Alineamiento de Huecos:**

Todo alineamiento por punzón será hecho únicamente para colocar las partes con posición y no deberá ser tal que ensanche los huecos o deteriore el metal. Si es que algún hueco necesita ser agrandado debe ser escariado.

#### **5.4.4 Enderezamiento de Material Doblado:**

El enderezamiento de planchas y ángulos o cualquier otro perfil será hecho por métodos que no produzcan fractura u otro daño. Ningún metal será calentado, a no ser que sea permitido por la Supervisión de SPCC. El calentamiento no se efectuará a una temperatura mayor de la que produzca color "rojo cereza". Después del calentamiento y enderezamiento, el metal será enfriado lo más despacio que sea posible y después será sujeto de una cuidadosa inspección para determinar si existe alguna evidencia de fractura. En caso de presentarse alguna evidencia de fractura, el miembro será rechazado.

#### **5.4.5 Corrección de Trabajos Defectuosos:**

La corrección de defectos menores y cantidades razonables de corte y escariado serán considerada como parte de la erección.

Si el ensamblaje adecuado y ajuste de partes no pueden ser hecha mediante el uso moderado de punzones de alineamiento o una cantidad moderada de escariado, cincelado, o cortes a juicio de SPCC, el trabajo será considerada defectuoso.

Todo trabajo defectuoso deberá ser nuevamente efectuado o reparado como lo disponga SPCC en el lugar de la obra.

## **6 RETOQUES DE LA PINTURA**

Después de terminado el montaje, todas aquellas superficies en las cuales la pintura fue omitida para permitir soldaduras o apernaduras en terreno y todas aquellas áreas en que la pintura de fábrica fuera dañada durante el montaje, serán reparadas, limpiadas y retocadas con el mismo color, de manera que toda la superficie del acero estructural quede cubierta con una capa pareja de revestimiento como se indica en las Especificaciones Técnicas de Fabricación. Así mismo se incluye la pintura en los pernos, tuercas y arandelas previa limpieza y eliminación de grasas y aceites, el sistema de pintura en los pernos será el mismo existente en las estructuras montadas.

Grasas y aceites deberán ser eliminados en su totalidad mediante detergentes industriales líquidos. Este trabajo se deberá efectuar de acuerdo a las instrucciones dadas al respecto por los fabricantes de estos productos.

Las superficies que recibirán pintura de retoque serán limpiadas mediante herramientas electromotrices tales como gratas giratorias, esmeriles, lijadoras portátiles, etc. Las superficies deberán alcanzar una terminación en conformidad con la especificación de la "Steel Structures Painting Council", y lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Pintura.

Sobre las superficies preparadas según párrafo anterior se aplicará anticorrosivo epóxico del mismo tipo y espesor que el usado en el resto del elemento, según las Especificaciones Técnicas de Pintura. Cabe advertir que la zona por pintar debe estar completamente seca, la temperatura del metal debe estar sobre los 5°C y las condiciones ambientales deben cumplir con las recomendaciones del fabricante de la pintura.

Cualquier daño causado a las superficies de acero galvanizado durante la entrega y/o el montaje deberá ser corregido según especificaciones. Las superficies que reciban la pintura de retoque deberán ser limpiadas y preparadas. Posteriormente, la pintura será aplicada según las instrucciones impresas del fabricante debiendo quedar bien colocada en todas las áreas que reciban pintura de retoque.

## **7 APLICACIÓN DE MORTERO A LAS PLACAS BASE**

Cuando lo requieran los documentos del contrato y una vez que la Supervisión de SPCC haya aceptado el alineamiento y el aplome de las mismas, el Contratista aplicará mortero de nivelación a las placas base de las columnas. El tipo de mortero deberá cumplir con lo indicado en la especificación. El mortero no deberá decolorar y será adecuado para el objetivo propuesto.

Previo a la colocación de la placa base, todo hormigón o lechada defectuosa deberán ser retirados de la superficie donde se aplicará el mortero, mediante cincel u otros medios aprobados. La superficie resultante será rugosa y libre de aceite, grasa, suciedad y partículas sueltas.

Previo a la colocación del mortero, la superficie de concreto deberá saturarse de agua por un mínimo de 6 horas. Inmediatamente antes de la aplicación del mortero, el agua libre deberá ser retirada de las superficies, chavetas y camisas en las que éste deba ser aplicado. Durante el tiempo frío se tomarán medidas para asegurar que las superficies de hormigón se vean libres de escarcha o hielo. De ser necesario, el Contratista deberá suministrar equipos de calefacción para mantener la temperatura de fraguado según indique el Fabricante del mortero nivelante (grout).

Los procedimientos para la aplicación de mortero nivelante (grout) estarán sujetos a aprobación de la Supervisión de SPCC.

## **8 INSPECCIÓN**

SPCC verificará permanentemente, que el trabajo se ejecute de acuerdo a las normas, planos y especificaciones. El Contratista dará todas las facilidades necesarias.

La inspección cubrirá, al menos, las siguientes fases:

- a. Dimensiones y posición de pernos de anclaje o insertos donde se apoye la estructura metálica y probables daños.
- b. Recepción de la colocación de placas base.
- c. Verificación topográfica de la estructura de acero en relación al aplome, ejes, elevaciones, etc.
- d. Revisar montaje de estructura de acuerdo a planos de diseño.
- e. Asegurar que exista suficiente apuntalamiento y pernos colocados para prevenir cargas por efecto del viento, peso propio y montaje del resto de la estructura.
- f. Asegurar que se ejecuten soldaduras de acuerdo a esta especificación. Revisar pernos de conexión en cuanto al tipo, calidad y longitud.
- g. Inspeccionar, durante cada montaje, que estén disponibles en obra los equipos apropiados, estado y calidad de estrobos y/o eslingas, puntos de amarre, modo de amarre, elementos de seguridad y equipo humano con autorización al día para trabajos en altura.

La inspección y/o recepción por parte de SPCC, no eximirá al Contratista de su responsabilidad por el cumplimiento de las normas, planos y especificaciones.

La inspección del montaje, deberá asesorarse con visitas de los Ingenieros Calculistas, cuando las decisiones impliquen modificar recomendaciones generales.

## **9 MEDICIÓN Y PAGO**

El acero estructural deberá ser medido por peso, en función del número teórico de kilogramos de material colocado completo en la obra, de conformidad con los planos del Proyecto y del fabricante, las presentes especificaciones y lo ordenado por SPCC. Las cantidades de materiales proporcionados y colocados se obtendrán multiplicando la suma de longitudes de los elementos estructurales medidas en los planos, por el peso unitario teórico del elemento.

El acero estructural, medido en la forma estipulada y colocada de acuerdo con esta especificación y a entera satisfacción de la Supervisión de SPCC, se pagará por kilogramo (kg) colocado al precio unitario del Contrato para la Partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, almacenamiento, corte, soldadura y colocación de los elementos, las mermas, desperdicios, empalmes y soportes empleados en su colocación y sujeción, limpieza y por toda mano de obra, leyes sociales, herramientas, equipo, ensayos de calidad de requerirse e imprevistos necesarios para completar el trabajo.

La pintura del acero estructural que el Contratista fabrique será medida y pagada por kilogramo de estructura a entera satisfacción de la Supervisión de SPCC. Incluye los trabajos de limpieza de grasas, arenado, preparación de la superficie y aplicación de pintura con el número de capas estipulado del elemento a pintar.

## **Anexo C, Especificaciones de construcciones eléctricas.**

### **CONTENIDO**

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	UBICACIÓN Y CONDICIONES .....	2
3	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES .....	2
4	DIAGRAMAS Y/O PLANOS.....	3
5	TRABAJOS INCLUIDOS .....	3
6	CRITERIOS DE INSTALACIÓN.....	3
6.1	Conduit Expuestos .....	3
6.2	Conduit Embebidos en Concreto .....	4
6.3	Conduit Embebidos en techo o pared.....	4
6.4	Soportes .....	4
6.5	Cajas de paso y accesorios.....	4
6.6	Cables de Energía y Accesorios Armor .....	5
6.7	Cables de Fuerza 600V / THW / THHW.....	5
6.8	Cables de Fuerza 600V / XLP / XHHW-2.....	5
6.9	Sistema de Puesta a Tierra .....	5
6.10	Conectores .....	6
6.11	Miscelaneos .....	6
6.12	Instalacion de Equipos.....	6
6.13	Pruebas, planos y As-Built.....	7



## **1 INTRODUCCIÓN**

Estas Especificaciones Técnicas establecen las condiciones requeridas para el montaje de equipos y características de las Instalaciones Eléctricas para realizar trabajos en el montaje del HPGR, en la concentradora de Cuajone.

## **2 UBICACIÓN Y CONDICIONES**

- Los trabajos preliminares se desarrollarán en la Planta Concentradora de Chancado Secundario (Sala Eléctrica) y Terciaria (Sala Eléctrica), con equipos en funcionamiento. Los trabajos de alto riesgo se ejecutarán en Paradas de Planta Programadas.
- Los Cuartos Eléctricos y/o tomas de energía operan las 24 horas del día, por lo que en el momento de instalar un instrumento, equipo u otro accesorio eléctrico, que requiera desenergizar, el Contratista coordinará con el Supervisor de SPCC asignado para tal fin para su respectiva desenergización por parte de SPCC.
- El Contratista se ceñirá estrictamente a las Normas y Reglas de Seguridad
- Industrial, y entre otras, particularmente al Reglamento Interno de Seguridad de SPCC.
- El Contratista será responsable por la Seguridad de su personal y por los daños y/o perjuicios que un accidente pudiera ocasionar en sus equipos y/o personal.
- El Contratista acreditará debidamente a su personal ante el Departamento de Protección Interna de SPCC, condicionando su desplazamiento en el área industrial, a las Normas y regulaciones de dicho Departamento.
- El Contratista acreditará un Ingeniero Electricista Residente Colegiado con experiencia en trabajos similares en Minería o Áreas Industriales, el cual será el directo representante de la contratista en la obra.

## **3 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES**

Las Instalaciones Eléctricas deberán ser realizadas en concordancia con los siguientes estándares:

NEC	National Electric Code
NEMA :	National Electrical Manufactures Association
NESC	National Electrical Safety Code
ASTM	American Society for Testing and Materials
ICEA	Insulated Cable Engineering Association
UL	Underwriters Laboratories
ASME	American Society of Mechanical Engineers
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
ISA	Instrument Society of America.
NFPA	National Fire Protection Association.

OSHA :	Occupational Safety and Health Administration.
NRA	Nuclear Regulatory Commission.
CNE	Código Nacional de Electricidad MEM Peru.

#### **4 DIAGRAMAS Y/O PLANOS**

- Los diagramas y/o planos de montaje de equipos, instalaciones eléctricas y el listado de materiales; que serán usados por el Contratista a esta especificación, muestran el propósito y la intención de los sistemas eléctricos considerados.
- La omisión de cualquier detalle en los planos o la interferencia por estructuras o detalles mecánicos que no puedan ser mostrados, no será motivo o causa para que el Contratista omita cualquier ítem necesario que asegure una instalación completa del sistema.
- Los planos que servirán de guía para la ejecución de la obra, muestran la disposición de equipos, tuberías conduit y otros, pero las condiciones del campo regirán la exacta ubicación de los mismos. Queda entendido que la responsabilidad de EL CONTRATISTA abarca hasta las pruebas y puesta en marcha del Proyecto.

#### **5 TRABAJOS INCLUIDOS**

- El Contratista suministrará todo el personal, materiales no suministrados por SPCC, herramientas certificadas en buen estado, y supervisión necesaria para ejecutar las Instalaciones Eléctricas y conexiones; como se indican en los planos, que aseguren un funcionamiento apropiado de todas las instalaciones.
- El trabajo del Contratista estará basado de acuerdo a los alcances presentados, pero no necesariamente limitados.
- Todos los materiales deberán ser revisados por la Contratista, antes de formular su propuesta, aquellos materiales no indicados como materiales suministrados por SPCC, serán de entera responsabilidad de la Contratista

#### **6 CRITERIOS DE INSTALACIÓN**

##### **6.1 Conduit Expuestos**

- Todos los conduit expuestos para alimentación eléctrica de Fuerza y control, será del tipo Rigid Galvanized Steel (R.G.S.).
- Todos los conduit expuestos serán instalados en forma paralela o perpendicular a las principales estructuras del edificio.
- Todos los conduit serán cortados en escuadra, escariados, con los equipos apropiados a fin de evitar rebabas y bordes afilados, que puedan dañar los cables.
- Todos los conduit deben tener rosca de nueve (09) hilos, los conduit no serán soldados ni calentados.
- Todos los conduit serán rígidamente soportados por grapas de fierro fundido u otro tipo de sujetadores. Los espacios máximos de soporte será

de 5 pies para conduit  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, 7 pies para conduit 1" de diámetro y 10 pies para conduit  $2\frac{1}{2}$ ", 3", etc.

- Conduit  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, será la sección mínima usada en todas las instalaciones expuestas.
- Todas las terminaciones abiertas de los conduit, incluyendo terminaciones en cajas, gabinetes, etc. se dejará con sus bushing respectivos y serán encapuchadas inmediatamente después de la instalación, con el material adecuado, para así prevenir la entrada de suciedad, humedad, etc. al conduit.
- Todos los conduit serán instalados de tal manera que tenga drenaje de condensación.
- Todos los conduit terminados en cajas, gabinetes, tableros, etc. serán asegurados por medio de contratueras y bushing aislados a menos que se indique lo contrario.
- Todos los conduits deberán estar identificados con pintura anticorrosiva de acuerdo a la norma DS 055, anexo 11

## **6.2 Conduit Embebidos en Concreto**

- Todos los conduit embebidos en concreto para Alimentación de Fuerza y Control, serán del tipo Rigid Galvanized Steel (R.G.S.).
- Conduit de acero galvanizado de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, será la sección mínima usada en todas las instalaciones embebidas.

## **6.3 Conduit Embebidos en techo o pared**

- Todos los conduit embebidos en techo o pared para el sistema de iluminación y tomacorrientes, serán del tipo PVC-SAP.
- Conduit PVC-SAP de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, será la sección mínima usada en todas las instalaciones embebidas en techo o pared.

## **6.4 Soportes**

- Los soportes para las tuberías eléctricas; tales como grapas, canal unistrut, deberán ser del tipo galvanizado en caliente, con terminaciones de zinc plateado, los pernos y tuercas deberán ser electrogalvanizadas, como alternativa podrá usarse acero con doble mano de pintura anticorrosiva del tipo Amercoat de 3 mm., de película.

## **6.5 Cajas de paso y accesorios**

- Las cajas de paso como accesorios serán de acero o aleación de hierro fundido, con su respectiva tapa, tendrán un grado de encerramiento NEMA 3R, respectivamente. Estos accesorios serán tipo Crouse Hinds o similar.
- Doble mano de pintura anticorrosiva del tipo Amercoat de 3 mm., de película.

## 6.6 Cables de Energía y Accesorios Armor

- Los Cables XLP/PVC TC Armor a utilizar serán en diferentes niveles de tensión; en 15 kV, 1 Kv , en 600 V y 300 V, vendrán tres conductores más conductor de tierra, el cableado será de cobre, clase B con hilos, con chaqueta de PVC, aislamiento de XLP..
- Se usarán los siguientes cables de Control:  
Cable XLP/PVC TC Armor Control, 600 V, multiconductor más conductor de tierra, conductor de cobre, clase B con hilos, con chaqueta de PVC, aislamiento de XLP.

## 6.7 Cables de Fuerza 600V / THW / THHW

- Todos los cables aislados del tipo THW / THHW, deberán ser conductores de cobre, clase B recomendado por la ASTM B3, ASTM B8 y UL, serán de diámetros y tipos indicados en los planos.
- Todos los circuitos de 600 VAC o menos deberán ser codificados. Blanco reservado exclusivamente para el neutro, negro, rojo, azul para líneas vivas y el verde o Amarillo será para circuitos a tierra.
- La sección mínima del conductor de fuerza, será N° 12 AWG.
- Los conectores del tipo compresión serán usados en todo, serán del tipo 3M, Burndy o similar.
- Todos los cables serán identificados con números o letras de acuerdo a como se muestren en los planos. Estas identificaciones estarán a una o tres pulgadas del borde del cable.

## 6.8 Cables de Fuerza 600V / XLP / XHHW-2

- Todos los cables aislados del tipo XLP / PVC, son tripulares más cable de tierra, deberán ser conductores de cobre, clase B recomendado por la ASTM B-3, ASTM B-8 y UL, cubierta de PVC resistente a la luz solar, serán de diámetros y tipos indicados en los planos.
- Todos los circuitos de 600 VAC o menos deben ser codificados. El verde será para circuitos a tierra.
- La sección mínima del conductor de fuerza, será N° 12 AWG.
- Los conectores del tipo compresión serán usados en todo, serán del tipo 3M, Burndy o similar.
- Todos los cables serán identificados con números o letras de acuerdo a como se muestren en los planos. Estas identificaciones estarán a una o tres pulgadas del borde del cable.

## 6.9 Sistema de Puesta a Tierra

- El sistema de aterramiento es considerado para el sistema eléctrico distribuido: AC safety ground y Building and structure grounding.

- El AC safety ground, es el sistema de aterramiento existente en la planta de fuerza, el cual debe conectarse los conduits, carcasas de los motores, tableros, transformadores de distribución, etc.
- Cada pozo de tierra (AC ó de instrumentación) tendrá de 3 m. de profundidad, con electrodo de cobre sólido electrolítico al 99.99 % de pureza, punta cónica, de 5/8" o 3/4 Ø y 10' de longitud. Pozo a Tierra de cemento conductivo.
- La malla de tierra profunda será con cable de cobre desnudo # 4/0 AWG, temple blando y aplicación de cemento conductivo, tierra de cultivo cernida mezclada con bentonita.
- La malla superficial (mechas) o salidas a tableros y estructuras metálicas será con cable de cobre desnudo # 2/0 AWG, temple blando.
- El cable de conexión entre el electrodo y la barra de tierra neutro del transformador de aislamiento 120 Vac y el Panel de Distribución 120 Vac, deberá ser del tipo THW, calibre mínimo # 2 AWG.
- Todos los accesorios, conexiones y juntas de puesta a tierra de estructuras metálicas y tuberías de proceso deberán ser del tipo GBM29, tales como los fabricados por Burndy ó similar.

#### **6.10 Conectores**

- Para la conexión de todos los cables de fuerza de 600 VAC, deberá usarse conectores de compresión del tipo 3M ó Burndy-Hylug o similar.
- Se usarán conectores del tipo Cadweld para el sistema de tierra ó del tipo compresión donde se indique.

#### **6.11 Miscelaneos**

- Marcado y sujeción de cables.- Cada cable de fuerza, Control e Instrumentación deberá ser identificado en cada punto terminal y en las cajas de distribución con el tag o código que figura en los planos respectivos, usando T&B TY-RAP tipo polyester resistente al tiempo ó similar.
- Todos los cables serán identificados con números o letras de acuerdo a como se muestren en los planos. Estas identificaciones estarán entre uno y tres pulgadas del borde del cable.

#### **6.12 Instalacion de Equipos.**

- El montaje y sujeción de equipos deberá hacerse con soportes CHANNEL UNISTRUT ó de acuerdo a lo indicado en planos, con el fin de asegurar una correcta instalación.
- La fijación de los equipos eléctricos (cajas, conduits, etc) en muros o columnas de concreto, deberán ser hechos con pernos de sujeción tipo hilti.
- EL CONTRATISTA será responsable del uso apropiado de pernos, tuercas y demás accesorios de ferretería eléctrica necesario para garantizar un



correcto montaje de los equipos eléctricos de acuerdo a normas de construcción.

### **6.13 Pruebas, planos y As-Built.**

El CONTRATISTA realizará las pruebas de la resistencia de las puestas a tierra de instrumentación, se verificará el valor obtenido, debiendo de obtener valores de al menos de 3 ohms.

Las pruebas y protocolos de operación y funcionamiento de las Instalaciones Electricas, de equipos, de los motores eléctricos y otros en la parte industrial se ceñirá a lo establecido en las Normas, Códigos y manuales de fábrica indicados en la presente. La Contratista es responsable de la revisión del cableado desarrollado, en cuanto a verificaciones y pruebas de continuidad y aislamiento de los cables.

**EL CONTRATISTA será responsable de elaborar los planos Electricos e instrumentación finales "AS BUILT" al término de la Obra. Así mismo proporcionará un set completo de diagramas con las modificaciones efectuadas durante el desarrollo de las obras, tanto en copia dura como en archivo electrónico (AutoCad).**

**Anexo D, Especificaciones técnicas de instrumentación.**

**CONTENIDO**

1	GENERAL .....	2
2	CÓDIGOS Y ESTÁNDARES .....	2
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS .....	3
4	CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y COMUNICACIONES .....	4
5	SISTEMA DE TIERRA.....	4
6	ALAMBRADO Y CABLEADO .....	5
7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE .....	5
7.1	Estándares y códigos aplicables .....	5
7.2	Cableado de instrumentación.....	6
7.3	Sistema de puesta a tierra .....	6
7.4	Unidades de Medición .....	6
7.5	Alambrado y cableado .....	7
7.6	Instalación de equipos .....	7
7.7	Conectores, misceláneos.....	7
7.8	Pruebas, planos y diagramas “AS BUILT” .....	8

## **1 GENERAL**

- El servicio solicitado cubre el suministro de materiales que no estén incluidos en la lista de materiales a proporcionar por SOUTHERN PERU, aprovisionamiento de mano de obra, supervisión y herramientas para la ejecución de los trabajos de Montaje e Instalaciones de Instrumentación del Proyecto Optimización de la Planta de Chancado en la Concentradora de Cuajone. EL CONTRATISTA, transportará todos los equipos, herramientas y Personal que sean requeridos en obra, así como el retorno a su lugar de origen.
- EL CONTRATISTA será responsable que los trabajos se efectúen de acuerdo a Códigos y Normas americanas y peruanas, y a requerimientos de SOUTHERN PERU. Asimismo, EL CONTRATISTA se ceñirá a las Normas y Reglas de Seguridad Industrial DS-055 y al Reglamento de Seguridad de SOUTHERN PERU, siendo responsable por la seguridad de su personal y por los daños y perjuicios que un accidente pudiera ocasionar en sus equipos y/o personal.
- EL CONTRATISTA acreditará debidamente a su personal ante el Departamento de Protección Interna de SOUTHERN PERU, condicionando su desplazamiento en el área industrial, a las Normas y regulaciones de dicho Departamento.
- EL CONTRATISTA no está autorizado a energizar equipos y/o circuito eléctrico alguno sin el conocimiento y aprobación de la Supervisión de SOUTHERN PERU.
- Los trabajos se desarrollarán en la Planta Concentradora zona de Chancado Secundario, Terciario y sala eléctrica, con equipos funcionando en su entorno.
- Los detalles menores de trabajos y materiales no usualmente mostrados en los planos o en las especificaciones, pero necesarios para la instalación deben ser incluidos en el trabajo de EL CONTRATISTA, de igual manera que si se hubiese mostrado en los documentos mencionados.
- Los planos que servirán de guía para la ejecución de la obra, muestran la disposición de equipos, tuberías conduit y otros, pero las condiciones del campo regirán la exacta ubicación de los mismos. Queda entendido que la responsabilidad de EL CONTRATISTA abarca hasta las pruebas y puesta en marcha del Proyecto.

## **2 CÓDIGOS Y ESTÁNDARES**

Las Instalaciones de Control e Instrumentación deberán ser efectuadas en concordancia con los siguientes estándares:

NEC	National Electric Code
NEMA :	National Electrical Manufactures Association
NESC	National Electrical Safety Code
ASTM :	American Society for Testing and Materials

ICEA	Insulated Cable Engineering Association
UL	Underwriters Laboratories
ASME :	American Society of Mechanical Engineers
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
ISA	Instrument Society of America.
NFPA	National Fire Protection Association.
OSHA :	Occupational Safety and Health Administration.
NRA	Nuclear Regulatory Commission.
CNE	Codigo Nacional de Electricidad MEM Peru.

### **3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **a. Conduits expuestos**

- Todos los conduit expuestos para Alimentación eléctrica de Fuerza, Control e Iluminación, será del tipo Rigid Steel Galvanized (R.S.G).
- Todos los conduit expuestos serán instalados en forma paralela o perpendicular a las principales estructuras del edificio.
- Todos los conduit serán cortados en escuadra, escariados, con los equipos apropiados a fin de evitar rebabas y bordes afilados, que puedan dañar los cables.
- Todos los conduit deben tener rosca de nueve (09) hilos, los conduit no serán soldados ni calentados.
- Todos los conduit serán rígidamente soportados por grapas de fierro fundido u otro tipo de sujetadores. Los espacios máximos de soporte será de 5 pies para conduit  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, 7 pies para conduit 1" de diámetro y 10 pies para conduit  $2\frac{1}{2}$ ", 3", etc.
- Conduit  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, será la sección mínima usada en todas las instalaciones expuestas.
- Todas las terminaciones abiertas de los conduit, incluyendo terminaciones en cajas, gabinetes, etc. se dejará con sus bushing respectivos y serán encapuchadas inmediatamente después de la instalación, con el material adecuado, para así prevenir la entrada de suciedad y humedad, al conduit.
- Todos los conduit serán instalados de tal manera que tengan drenaje de condensación.
- Todos los conduit terminados en cajas, gabinetes, tableros, etc. serán asegurados por medio de contratuerkas y bushing aislados a menos que se indique lo contrario.
- Todos los conduits deberán estar identificados con pintura anticorrosiva de acuerdo a la norma DS 055, anexo 11.

#### **b. Conduits embebidos en concreto**

- Todos los conduit embebidos en concreto para Fuerza, Iluminación y Tomacorrientes, serán del tipo Rigid Steel Galvanized (R.S.G).
- Conduit de acero galvanizado de ¾" de diámetro, será la sección mínima usada en todas las instalaciones embebidas.

#### **c. Soportes**

- Los soportes para las tuberías eléctricas; tales como grapas, canal unistrut, deberán ser del tipo galvanizado en caliente, con terminaciones de zinc plateado, los pernos y tuercas deberán ser electrogalvanizadas, como alternativa podrá usarse acero con doble mano de pintura anticorrosiva del tipo Amercoat de 3 mm., de película.

#### **d. Tablero de distribución**

- Será metálico a prueba de agua e intemperie, NEMA 3R, fijado a la estructura metálica por medio de pernos a una altura de 1.60 metros de la parte superior del tablero al nivel del terreno o piso terminado, una vez colocado este, se instalarán los conduits con sus respectivos cableados.
- Este Tablero será aterrado al sistema de puesta a tierra.

#### **e. Cajas de paso**

- Las cajas de paso como accesorios serán de acero o aleación de hierro fundido, con su respectiva tapa, tendrán un grado de encerramiento NEMA12, respectivamente. Estos accesorios serán del tipo Crouse Hinds o similar.

### **4 CABLES DE INSTRUMENTACIÓN Y COMUNICACIONES**

Todos los cables de instrumentación serán de 300V (ARMOR), del tipo multipar con shield individual por par y/o overall shielded. Para las señales del tipo analógico, los cables multipares deberán tener adicionalmente un shield general. Los conductores serán de cobre Clase B, recomendados por ASTM B3, ASTM B8 y UL. El aislamiento deberá ser de PVC de llama retardada, y tendrá un rango de temperatura de 105° C y código de color negro/blanco con numeración por par.

### **5 SISTEMA DE TIERRA**

- Se construirá un sistema de pozo de tierra de cemento conductor de 3 m. de profundidad, con electrodo de cobre sólido electrolítico Copperweld, punta cónica, de 5/8" Ø y 10' de longitud.



- El cable de conexión entre el electrodo y la barra de tierra - neutro del panel de tensión estabilizada 240/120 Vac deberá ser del tipo THW, calibre mínimo # 4 AWG.
- Todos los accesorios, conexiones y juntas de puesta a tierra de estructuras metálicas y tuberías de proceso deberán ser del tipo pesado, tales como los fabricados por Burndy o similar.
- En lo posible, los cables de las señales analógicas y digitales tendrán diferente ruta que los cables de fuerza 480/120Vac. Cuando esto sea inevitable, deben estar separados por una distancia mínima de 12", incluido dentro de las bandejas que deben estar provistas de separadores electromagnéticos EMI.

## **6 ALAMBRADO Y CABLEADO**

- Los cables y conductores a utilizar serán adecuados para operar en ambientes críticos, donde prevalece un ambiente corrosivo, con polvo y humedad entre otros agentes extraños. Los cables para las señales analógicas y digitales serán del tipo multipar, tanto de 2, 4, 8, 12, o más pares, siendo del tipo apantallado tanto individualmente (cada par), como apantallado en forma total. Siendo la calidad del cable muy importante, se está recomendando que el mencionado cable sea de la marca ANIXTER con las especificaciones que se detallan en las hojas técnicas del fabricante.
- Los cables para alimentación de transmisores en 120Vac será del tipo TWH, tamaño del conductor será mínimo # 14 AWG.

## **7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MONTAJE**

### **7.1 Estándares y códigos aplicables**

En Instrumentación, la identificación de los símbolos y códigos usados en el diagrama P&ID y planos de instrumentación, están basados en la Norma ISA.

- EL CONTRATISTA acreditará un Ingeniero Electrónico Colegiado con experiencia en Instalaciones Eléctricas Industriales y en Automatización de Plantas Industriales. El cargo a desempeñar por el Ingeniero Electrónico será el de Ingeniero Supervisor en el área de Instrumentación.
- EL CONTRATISTA deberá acreditar personal Electricista e Instrumentista calificado, con experiencia y que lea e interprete planos de control analógicos y digitales, planos eléctricos de sistemas de protección y de medición de transformadores y tableros de media tensión recomendándose por lo tanto la contratación de egresados de Institutos tales como TECSUP y/o SENATI.
- SOUTHERN PERU se reservará el derecho de asignar personal Supervisor Electricista o Instrumentista para apoyar ó inspeccionar los trabajos que efectuará EL CONTRATISTA, especialmente durante la

fase final de los trabajos, o al momento de efectuar el montaje de los equipos.

## 7.2 Cableado de instrumentación

- Todos los conductores para las señales analógicas y digitales serán multipares, con apantallamiento individual para cada par y/o apantallamiento total, con un nivel de aislamiento de 300V.
- Los cables de instrumentación podrán ir agrupados en bandejas y conduits, siempre y cuando no excedan los niveles siguientes:
  - + 24 VDC > 250 mA y < 3A
  - + 125 VAC < 50 mA
- EL código de colores para señales de 4-20mA y 24 VDC será negro/blanco. El apantallamiento de los cables solamente se conectará en la barra principal de tierra DC del gabinete del sistema PLC.
- En lo posible, los cables de las señales analógicas y digitales tendrán diferente ruta que los cables de fuerza 480/120Vac. Cuando esto sea inevitable, deben estar separados por una distancia mínima de 12", incluido dentro de las bandejas que deben estar provistas de separadores electromagnéticos EMI.

## 7.3 Sistema de puesta a tierra

- Tres sistemas de aterramiento son considerados para las Instalaciones del Sistema: uno del sistema eléctrico 480/208/120 Vac sin estabilizar, otra para el sistema 240/120 Vac estabilizado, y finalmente otra para el sistema de instrumentos PLC en DC.
- La puesta a tierra DC es el sistema de aterramiento aislado del AC, el mismo que debe tener menos de 5 ohmios y al cual deben conectarse todos los shields de las diferentes señales analógicas y digitales, y será ubicado de acuerdo a lo indicado en el plano respectivo.

## 7.4 Unidades de Medición

- Los siguientes voltajes serán usados en los equipos eléctricos y electrónicos:

◆ Transmisores de campo (2 conductores)	24 VDC
◆ Transmisores de campo (4 conductores)	24 VDC/120Vac
◆ Otros equipos de campo:	120V; 60 Hz
◆ Instrumentos de control de panel:	120V; 60 Hz
◆ Otros equipos de panel:	120V; 60 Hz

- El suministro de aire para instrumentación será para una presión de al menos de 6 Bars.
- Sistema de Medición y señales de control será como sigue:

◆ Salida de transmisores	4 - 20 mA
◆ Salida de Controladores:	4 - 20 mA
◆ Señales de alarma:	120Vac
◆ Luces de señalización:	120Vac
◆ Digital Inputs	120Vac
◆ Digital Outputs	120Vac

### 7.5 Alambrado y cableado

Los cables y conductores a utilizar serán adecuados para operar en ambientes críticos, donde prevalece un ambiente corrosivo, con polvo y humedad entre otros agentes extraños. Los cables para las señales analógicas y digitales serán del tipo multipar, tanto de 2, 4, 8, 12, o más pares, siendo del tipo apantallado tanto individualmente (cada par), como apantallado en forma total. Siendo la calidad del cable muy importante, se está recomendando que el mencionado cable sea de la marca ANIXTER con las especificaciones que se detallan en las hojas técnicas del fabricante.

### 7.6 Instalación de equipos

- El montaje y sujeción de equipos deberá hacerse con soportes CHANNEL UNISTRUT ó de acuerdo a lo indicado en planos, con el fin de asegurar una correcta instalación.
- La fijación de los equipos eléctricos (cajas, conduits, etc) en muros o columnas de concreto, deberán ser hechos con pernos de sujeción tipo expansión con adhesivo químico.
- EL CONTRATISTA será responsable del uso apropiado de pernos, tuercas y demás accesorios de ferretería eléctrica necesarios para garantizar un correcto montaje de los equipos eléctricos de acuerdo a Normas de Construcción.

### 7.7 Conectores, misceláneos

- La conexión de los conductores de control deberán finalizar en blocks de terminales, con grapas tipo tubular. Todas las terminaciones de los cables de instrumentación en cajas terminales, racks, etc., serán del tipo grapa de presión. Se usarán conectores del tipo de presión r.

marcado y sujeción de cables.- Cada cable multiconductor de Control e instrumentación deberá ser identificado en cada punto terminal y en las cajas de distribución con el tag o código que figura en los planos respectivos, usando T&B TY-RAP tipo polyester resistente al tiempo. Así mismo, cada conductor de control e instrumentación deberá ser identificado en ambos terminales del mismo con los códigos mostrados en los planos respectivos. La marca de los conductores serán del tipo Raychem TMS tipo envoltura o similar.

- Terminal Blocks.- Los terminal blocks usados en las cajas terminales y paneles de control serán del tipo pesado, base plana, de polipropileno, con grapas de presión tipo tubular tales como los fabricados por BUCHANAN CAT # 243 o similar para aplicaciones de fuerza y control, y CAT3P625 o similar para aplicaciones de instrumentación. Todos los terminal blocks deberán ser marcados de acuerdo a los códigos mostrados en los planos.
- Todos los cables serán identificados con números o letras de acuerdo a como se muestren en los planos. Estas identificaciones estarán entre uno y tres pulgadas del borde del cable.

## **7.8 Pruebas, planos y diagramas "AS BUILT"**

- El CONTRATISTA realizará la prueba de la resistencia de las puestas a tierra de instrumentación, se verificará el valor obtenido, debiendo de obtener valores de al menos de 5 ohms.
- Las pruebas de las Instalaciones de la parte industrial se ceñirá a lo establecido en las Normas y Códigos indicados en la presente.
- EL CONTRATISTA será responsable de elaborar los planos de instrumentación finales "AS BUILT" en formato CAD al término de la obra. Así mismo proporcionará un set completo de diagramas con las modificaciones efectuadas durante el desarrollo de las obras respetando los estándares de SPCC.



Escenario							Probabilidad sin controles establecidos	Consecuencia	Riesgo Actual
N°	Actividades	Evento Peligro / Riesgo	Impacto/Consecuencia	Medidas de Control establecidas					
<b>EXCAVACIONES</b>									
1	Excavaciones, Zanjas y Drenajes con Personal	Deslizamientos o derrumbes por fractura del terreno, movimiento telúrico o inundación (para trabajos mayores a 1.80 m) Presencia de sedimentos	Daño a las personas por aplastamiento. Daño a los equipos involucrados en la tarea y/o cercanos al área.	Procedimiento para excavaciones y zanjas, Charla de 5 minutos, Uso de EPP. Permiso para trabajos de excavaciones y zanjas. Permisos de trabajo vigente en área de trabajo. Inspección de sostenimiento de taludes de acuerdo a alternativa de diseño propuesta en permiso. Checklist de Inspección diaria de excavaciones.	3	2	Moderado		
		Interferencia con Instalaciones subterráneas	Contacto eléctrico: daño a la persona, shock eléctrico Contacto con materiales peligrosos: rotura de tubería Contacto con tuberías de agua y desagüe Daño al proceso Rotura de fibra óptica	Procedimiento para excavaciones y zanjas, charla de 5 minutos, Uso de EPP, Revisión de proyectos. Interruptores diferenciales. Planos del lugar (As built).	3	2	Moderado		
		Caidas a distinto nivel (personal y equipo)	Daño a las personas Daño a los equipos	Procedimiento de excavaciones y zanjas. Charla de 5 minutos. Revisión de proyectos.	2	2	Bajo		
		Proximidad a equipos	Lesiones al personal Daños a los equipos	Procedimiento para excavaciones y zanjas. Entrenamiento en Excavaciones y Zanjas. Señalizar la zona de trabajo.	2	3	Moderado		
		Trabajo en espacio confinado	Asfixia por material de la excavación o por introducir una herramienta o equipo que genere gases	Procedimiento, charla de 5 minutos de excavaciones y zanjas. Revisión de proyectos. Procedimiento para trabajos en espacios confinados.	2	3	Moderado		
		Golpes	Daños Materiales Daños Personales	Charlas de Seguridad. Inspecciones del Área de Trabajo. Inspección de herramientas.	2	2	Bajo		
2	RELLENO Y COMPACTACIÓN	Caida de personal a diferente nivel	Lesiones personales , incapacidad Pérdidas al proceso	Charlas de Seguridad. Señalización de área de trabajo. Seguir AST específico de la actividad. Uso de plataformas de trabajo. Uso de barandasde seguridad.	1	4	Moderado		
		Caida de personal a mismo nivel	Lesiones personales Pérdidas al proceso	Charlas de Seguridad. Inspeccionar el área de trabajo. Seguir procedimiento. Áreas limpias y ordenadas, mantener una cuadrilla de limpieza.	1	3	Moderado		
		Golpeado por equipo de compactación	Lesiones personales Daños al proceso.	Charlas específica de Seguridad. Inspección de área de trabajo. Inspección del equipo. Capacitación al operador de la compactadora.	1	3	Moderado		
		Ruido por máquina compactadora	Lesiones personales en la zona auditiva.	Uso de tapones auditivos u orejeras. Uso de EPP adecuado. Charlas de Seguridad.	4	1	Moderado		
		Contacto con polvo	Lesiones personales (lesión en ojos , nariz y pulmones)	Riego manual del área. Uso adecuado de respiradores con filtros para polvo. Check list de EPP (equipo de protección personal) . Curso de Protección respiratoria.	1	3	Moderado		
		Tormentas Eléctricas.	Lesiones personales / Fallecimiento Quemaduras Daños a los quipos (Sistema Eléctrico)	Uso de EPP. Identificación de áreas de refugio. Procedimiento ante tormentas eléctricas. Procedimiento de tormenta eléctrica. Seguir el procedimiento establecido dentro de la minera.	3	2	Moderado		
<b>TRABAJOS MECÁNICOS</b>									
3	TRABAJOS DE SOLDADURA	Chispas-escorias, rayos (luz) de soldadura	Ceguera permanente	Uso de implementos de implementos de seguridad (guantes, mandil, escarpines, casacas de cuero, etc.) colocación de barreras (biombos), personal experimentado y entrenado para realizar los trabajos, AST.	2	3	Moderado		
		Humos-partículas	Intoxicación	Uso de respirador para humos de soldadura, charla acerca de uso de respiradores.	2	3	Moderado		
		Material combustible e inflamable (incendio)	Incendios	Retiro de todo material combustible e inflamable, protección de los equipos y materiales.	3	2	Moderado		
		Contacto con energía eléctrica (cables en malas condiciones, lluvias)	Shock Eléctrico	Uso de equipo y cables en buenas condiciones, en caso de lluvias y/o granizadas se parara los trabajos, inspección previa de los equipos, conexión de la maquina de soldar a tierra. Procedimiento de trabajo para soldadura, equipos en buenas condiciones, instalación de diferenciales puesta a tierra, aislamiento del equipo.	3	2	Moderado		
		Tormenta Eléctrica (descarga eléctrica por rayo)	Descarga eléctrica por rayo	Cumplimiento del estándar del manual de SSOMA, difusión del estándar a todo el personal, paralización de los trabajos en áreas descubiertas y sin aterramiento. Procedimiento para tormentas eléctricas y su difusión a todo el personal, instalación de pararrayos, instalación de zonas de refugios, uso de detectores manuales.	4	1	Moderado		
4	POSICIONAMIENTO DE LA GRUA Y COLOCACION DE LOS TACOS PARA LOS APOYOS	Contacto con los apoyos de la grúa (golpe-aplastamiento de miembros).	Lesión al personal (miembros inferiores).	Cercamiento del área de trabajo, retiro del personal de la zona, una persona (rigger) dirigirá la maniobra.	3	2	Moderado		
		Manipulación de tacos de los apoyos (Sobresfuerzo muscular -carga pesada).	Lesión a la columna (lumbalgia).	Charla acerca de levantamiento correcto de cargas, los tacos serán levantados y transportados por dos personas, AST.	3	2	Moderado		
		Piso obstruido, desnivelado (caída de los tacos).	Lesión personal (golpe y/o aplastamiento de miembros).	Uso de implementos de seguridad, charla acerca de manejo de materiales, personal experimentado para hacer la tarea, AST.	3	2	Moderado		
5	ESTROBADO DE LAS ESTRUCTURAS (PIPE RACK) A MONTAR	Manipulación de grilletes y estrobos (golpe-incadura).	Lesión en las manos (golpe y/o incadura de dedos).	Uso de implementos de seguridad (guantes de cuero).	3	2	Moderado		
6	IZAJE DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE, ANCLAJES BARANDA, ESCALERAS Y GRATING	Carga suspendida (caída de la carga por mal aseguramiento maniobra inadecuada del operador, falla del equipo).	Lesión personal (muerte y/o incapacidad parcia o permanente), daño al material, daño a la instalación.	Charla de seguridad acerca de maniobra antes de izar la carga, cercamiento del área de trabajo, inspección de estrobos, solamente una persona (autorizada) dirigirá la maniobra, se colocarán vientos suficientemente largos para direccionar la carga, personal alejado de la carga suspendida, por ningún motivo el personal se situará debajo de la carga suspendida ni la carga pasará por encima del personal. AST. Procedimiento de izaje de carga y difusión del procedimiento, operador y rigger certificados, tabla de carga colocado en lugar visible. Uso de eslinga y/o estrobos certificados, uso de anemómetros para ver la velocidad del viento, análisis de riesgo en equipo.	3	2	Moderado		
		Caida a distinto nivel (trabajos en altura).	Fatalidad (fallecimiento), incapacidad permanente, fractura, coma.	Uso de amés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores, examen médico de altura. Instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anticaídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, uso de mallas de protección.	3	2	Moderado		
7	APERNAO, REMACHES, ENSAMBLE Y APLOMADO	Piso obstruido, área desordenada, falta de orden y limpieza.	Lesión (Golpe) por caída a un mismo nivel por piso obstruido, resbaladizo por uso incorrecto de las herramientas, manipulación inadecuada de los equipos, etc.	Accesos y pasadizos libres de obstáculos y limpios, áreas de trabajo limpios y ordenados.	3	2	Moderado		
		Manipulación de herramientas portátiles (golpe, aprisionamiento).	Golpe, corte, incadura, aplastamiento de dedos, manos.	Uso correcto de los implementos de seguridad (guantes, zapatos con punteras de acero, lentes, cascos), personal experimentado para realizar las inspecciones de las herramientas y equipos, AST. Uso de herramientas de fábricas y no hechas.	3	2	Moderado		
		Caida a distinto nivel (trabajos en altura).	Fatalidad (fallecimiento), incapacidad permanente, fractura, coma.	Uso de amés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores, examen médico de altura. Instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anticaídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, uso de mallas de protección.	3	2	Moderado		



Anexo E, Identificación de peligros y evaluación de riesgos

N°	Escenario			Medidas de Control establecidas	Probabilidad sin controles establecidos	Consecuencia	Riesgo Actual
	Actividades	Evento Peligro / Riesgo	Impacto/Consecuencia				
8	TORQUEO DE PERNOS CON PISTOLA DE IMPACTO Y USO DE COMPRESORA	Contacto con la pistola y/o manguera (golpe).	Lesión (Golpe y/o aplastamiento) de mano por uso inadecuado del equipo, por usar ropa inadecuada, mal aseguramiento de los dados, rotura de la manguera, aseguramiento inadecuado de las mangueras.	Personal experimentado para la tarea, uso correcto de la ropa de trabajo, charla de seguridad acerca del uso de pistola de impacto, uso de implementos de seguridad, inspección previa del equipo, aseguramiento de los acoples con cadena, AST. Procedimiento de trabajo seguro y difusión del procedimiento, análisis de riesgo en equipo, entrenamiento al personal en el uso de pistola neumática.	2	3	Moderado
		Caída a distinto nivel (trabajos en altura).	Fatalidad (fallecimiento), incapacidad permanente, fractura, coma.	Uso de arnés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores, examen médico de altura. Instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anticaídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, uso de mallas de protección.	3	2	Moderado
9	CORTE DE PLANCHAS VIGAS, ÁNGULOS, ETC. USANDO EQUIPO DE OXICOMBUSTIBLE	Chispas-esquirlas	Proyección de partículas, incendios	Uso de implementos de seguridad, personal experimentado, charla de seguridad.	2	3	Moderado
		Manejo inadecuado del equipo, equipo en malas condiciones (Explosión y/o incendio)	Explosión o incendio	Personal experimentado, charla de seguridad en el manejo de equipo oxicomcombustible, equipos en buenas condiciones, inspección previa del equipo, procedimiento estándar de tarea. Procedimiento de trabajo seguro y su difusión, instalación de válvulas anti retorno de llama, botellas de gases con pruebas hidrostáticas, análisis de riesgo en equipo.	4	1	Moderado
		Manejo inadecuado de las botellas (Caída de las botellas)	Caída de la botella	Charlas acerca de manejo de materiales, uso de EPP, procedimiento de manejo de botellas, Procedimiento Estándar de Tarea - PET.	2	3	Moderado
		Tormenta Eléctrica (descarga eléctrica por rayo)	Descarga eléctrica por rayo	Cumplimiento del estándar del manual de SSOMA, difusión del estándar a todo el personal, paralización de los trabajos en áreas descubiertas y sin aterramiento. Procedimiento para tormentas eléctricas y su difusión a todo el personal, instalación de pararrayos, instalación de zonas de refugios, uso de detectores manuales.	4	1	Moderado
10	CORTE, DESBASTE DE PLANCHAS, TUBOS, ÁNGULOS, ETC. USANDO ESMERIL ANGULAR	Manejo inadecuado del esmeril angular, no contar con guarda el esmeril angular	Cortes, amputación	Uso adecuado de EPP, charla de seguridad acerca del uso del esmeril, personal experimentado para realizar la tarea, discos en buenas condiciones, AST.	2	3	Moderado
		Chispas-esquirlas	Proyección de partículas, incendios	Uso de implementos de seguridad (guantes, mandil, escarpines, casacas de cuero, etc.) colocación de barreras (biombos), personal experimentado y entrenado para realizar los trabajos, AST.	2	3	Moderado
		Humos-partículas	Intoxicación	Uso de respirador para humos de soldadura, charla acerca de uso de respiradores.	2	3	Moderado
		Contacto con energía eléctrica (cables en malas condiciones, lluvias)	Shock eléctrico	Uso de equipo y cables en buenas condiciones, en caso de lluvias y/o granizadas se parara los trabajos, inspección previa de los equipos, AST. Procedimiento de trabajo para esmerilado, equipos en buenas condiciones, instalación de diferenciales puesta a tierra, aislamiento del equipo.	4	1	Moderado
		Material combustible e inflamable (incendio)	Incendios	Retiro de todo material combustible e inflamable, protección de los equipos y materiales, uso de extintores.	3	2	Moderado
		Tormenta Eléctrica (descarga eléctrica por rayo)	Descarga eléctrica por rayo	Cumplimiento del estándar del manual de SSOMA, difusión del estándar a todo el personal, paralización de los trabajos en áreas descubiertas y sin aterramiento. Procedimiento para tormentas eléctricas y su difusión a todo el personal, instalación de pararrayos, instalación de zonas de refugios, uso de detectores manuales.	4	1	Moderado
11	PERFORACIONES DE PLANCHAS VIGAS, ETC. USANDO TALADRO MAGNÉTICO PORTÁTIL O FIJO	Manipulación de materiales y herramientas	Cortes, golpes y atrapamientos	Uso de implementos de seguridad. Personal experimentado y entrenado para realizar la tarea, manipulación correcta de materiales, entrenamiento del personal, AST.	2	3	Moderado
		Giro de la broca	Luxaciones, fractura	Uso de ropa adecuada. Personal experimentado y entrenado para realizar la tarea, charla de entrenamiento en el uso del equipo, AST.	2	3	Moderado
		Contacto con energía eléctrica (cables en malas condiciones, lluvias)	Shock eléctrico	Inspección de los cables, verificación del sistema de aterramiento del equipo, uso de cables en buenas condiciones, en caso de lluvias y/o granizada parar el trabajo y/o trabajar en un área techada, AST. Difusión de procedimiento, instalación de líneas de vida, curso en altura, personal entrenado.	3	2	Moderado
12	INSTALACION DE PARANTES (TUBOS Y/O ANGULOS, ANCLAJES, INCERTOS, BARANDAS, GRATING, ESCALERAS, PERNOS PARA ESTRUCTURA).	Trabajos en altura (caída a distinto nivel).	Caída a distinto nivel de los trabajadores y/o equipos y herramientas.	Charla de seguridad, personal experimentado para armar andamios, aseguramiento correcto del andamio, personal con curso de altura, equipos anticaídas en buenas condiciones, inspección previa de los equipos anticaídas, AST, aseguramiento de los equipos y herramientas a utilizar. Capacitación al personal en trabajos en altura y construcción de andamios, certificado médico para trabajos en altura, diseño del cálculo para la línea de vida y aprobado.	3	2	Moderado
		Chispas-escorias, rayos (luz) de soldadura.	Conjuntivitis crónica, lesiones a la vista y a la piel, incrustaciones de las escorias a la vista y/o cuerpo.	Uso de implemetos de seguridad para trabajos en caliente, Personal entrenado y experimentado, permiso de trabajo en caliente, observador de fuego cerca del área de trabajo, retiro de todo material combustible del área de trabajo, uso de biombos.	3	2	Moderado
		Contacto con energía eléctrica (cables en malas condiciones, lluvias).	Shock Eléctrico, muerte, quemaduras, daño a los equipos.	Uso de equipo y cables en buenas condiciones, en caso de lluvias y/o granizadas se parara los trabajos, inspección previa de los equipos, conexión de la máquina de soldar a tierra, AST., instalación de cables aereos. Procedimiento de trabajo seguro y su difusión, instalación de diferenciales puesta a tierra, aislamiento del equipo, análisis de riesgos en equipo.	2	3	Moderado
		Caída de herramientas materiales pequeños.	Golpes, impacto a equipos, personal y herramientas. Incrustación de materiales punzo cortantes al cuerpo.	Aseguramiento de las herramientas de trabajo, cercamiento del área, se colocara una persona la parte inferior para que prohiba el pase, uso de implementos de seguridad	3	2	Moderado
13	COLOCACION( MONTAJE) DE LAS ESTRUCTURAS;	Caída de las coberturas por mal aseguramiento de las planchas.	Caída de las coberturas, aplastamiento de personal.	Procedimiento de trabajo, cercamiento del área de trabajo, aseguramiento correcto de las coberturas, levantamiento de una plancha., AST.	2	3	Moderado
		Caída de material, herramientas.	Golpes, contusiones, incrustación de herramientas punzo cortantes.	Aseguramiento correcto de las herramientas y materiales, charla acerca de manejo de materiales, cercamiento del área de trabajo, AST.	3	2	Moderado
		Trabajos en altura (caída a distinto nivel).	Caída a distinto nivel de los trabajadores y/o equipos y herramientas.	Charla de seguridad, personal experimentado para armar andamios, aseguramiento correcto del andamio, personal con curso de altura, equipos anticaídas en buenas condiciones, inspección previa de los equipos anticaídas, AST, aseguramiento de los equipos y herramientas a utilizar.Procedimiento de armado de andamio, procedimiento para trabajos en altura, personal entrenado para amar andamios, examen médico de altura.	3	2	Moderado
		Manejo inadecuado de la pistola de impacto al colocar los remaches, falta de experiencia.	Caída del equipos, golpes, luxaciones.	Uso de implementos de seguridad, personal experimentado para realizar la tarea. AST del trabajo, aseguramiento del equipo con sogá, posición adecuada.	3	2	Moderado
		Caída de la carga-aplastamiento.	Aplastamiento (muerte y/o invalidez) al personal , daño a los equipos, daño a los materiales por caída de la cargaocacionado por rotura del estrobo, estrobo en malas condiciones, mal estrobo de la carga, maniobra inadecuada, mala señalización, personal cercano al área de izaje.	Procedimiento de izaje de carga, Charla de seguridad acerca de maniobra antes de izar la carga, cercamiento del área de trabajo, inspección de estrobos, solamente una persona (autorizada) dirigirá la maniobra, se colocarán vientos para direccionar la carga, personal alejado de la carga suspendida, por ningún motivo el personal se situará debajo de la carga suspendida ni la carga pasará por encima del personal, AST. Procedimiento de trabajo, Personal experimentado para la maniobra (rigger), operador autorizado para operar, tabla de carga colocado en lugar visible. Uso de eslinga y/o estrobos certificados.	1	4	Moderado



Anexo E, Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Escenario				Medidas de Control establecidas	Probabilidad sin controles establecidos	Consecuencia	Riesgo Actual
N°	Actividades	Evento Peligro / Riesgo	Impacto/Consecuencia				
14	MONTAJE DE LOS SILOS DE ALMACENAMIENTO, DUCTOS DE DESCARGA, SEPARADOR MAGNETICO	Volcamiento de la grúa-aplastamiento.	Aplastamiento (invalidez y/o incapacidad permanente, fallecimiento) del operador y/o personal cercano a la maniobra. Daño al equipo, daño a los materiales, contaminación del suelo por derrame de combustible.	Procedimiento de izaje de carga, cercamiento del área de maniobra, solamente personal autorizado estará dentro del área de maniobra, operador experimentado y autorizado para operar la grúa, verificación de la carga, el radio de alcance y el ángulo antes del izaje de la carga, inspección previa del equipo, AST. Procedimiento de izaje de carga, señalización del área de trabajo, operador experimentado y autorizado, verificación de la tabla de carga.	2	3	Alto
		Caída a distinto nivel (trabajos en altura).	Fatalidad (fallecimiento), incapacidad permanente, fractura, coma.	Uso de arnés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores, examen médico de altura. Instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anticaídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, uso de mallas de protección.	3	2	Moderado
<b>MONTAJE DE CARGAS (ESTRUCTURAS, BOMBAS, TUBERÍAS, TANQUES, CONTAINER, TUBERÍAS, ETC.)</b>							
15	Trabajos de Montaje de cargas (estructuras, bombas, tuberías, tanques, container, tuberías, etc.) con grúas	Carga suspendida	Caída de la carga por mal aseguramiento maniobra inadecuada del operador, falla del equipo	Charla de seguridad acerca de maniobra antes de izar la carga, cercamiento del área de trabajo, inspección de estrobo, solamente una persona (autorizada) dirigirá la maniobra, se colocarán vientos para direccionar la carga, personal alejado de la carga suspendida, por ningún motivo el personal se situará debajo de la carga suspendida ni la carga pasará por encima del personal, AST. Procedimiento de izaje de carga, Personal experimentado para la maniobra (rigger), operador autorizado para operar, tabla de carga colocado en lugar visible. Uso de eslinga y/o estrobo certificados uso de anemómetro.	4	1	Moderado
		Maniobra inadecuada del operador, falla de la grúa, grúa en malas condiciones, mal direccionamiento por el cuadrador, personal cercano al área de maniobra, exceso de peso de la carga	Volcamiento de la grúa	Cercamiento del área de maniobra, solamente personal autorizado estará dentro del área de maniobra, operador experimentado y autorizado para operar la grúa, verificación de la carga, el radio de alcance y el ángulo antes del izaje de la carga, inspección previa del equipo, AST. Procedimiento de operación de vehículos, procedimiento de izaje de carga, señalización del área de trabajo, operador experimentado y autorizado, verificación de la tabla de carga, uso de anemómetro.	4	1	Moderado
		Trabajados en altura (caída a distinto nivel)	Golpes, muerte	Uso de arnés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores, instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anti caídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, análisis de riesgos en equipo.	4	1	Moderado
<b>PINTURA</b>							
16	Trabajos de pintado en piso y altura	Piso Obstruido, resbaladizo (caída a un mismo nivel), etc.	Caída a un mismo nivel	Acceso y pasadizos limpios y libre de obstáculos, uso de los implementos de seguridad. Habilitación de accesos y/o pases, habilitación de escaleras con barandas.	2	3	Moderado
		Trabajos en altura (caída a distinto nivel)	Caidas a distinto nivel	Uso de arnés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa de los equipos anti caídas, curso de altura de los trabajadores, instalación de línea de vida, AST. Procedimiento de trabajo seguro, Difusión de procedimiento, cálculo y diseño de las líneas de vida y de los anclajes personal entrenado, equipo de anti caídas certificados y homologados, personal con examen médico para altura, análisis de riesgos en equipo.	4	1	Moderado
		Gases y vapores	Intoxicación	Charla de seguridad acerca de manejo de materiales peligrosos, MSDS de los productos químicos, uso correcto de los epp, personal experimentado.	2	3	Moderado
<b>TRABAJOS ELÉCTRICOS</b>							
17	INSTALACIÓN DE BANDEJA PORTACABLES (ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN)	Prácticas inseguras y Manipulación inadecuada durante el montaje de bandejas	Cortes, abrasiones, caída a desnivel, golpeado por bandejas	La manipulación de las bandejas deberá efectuarse con guantes y camisa manga larga; esta prohibido apoyarse o subirse sobre las bandejas. Para la instalación de las bandejas en altura mayor a 1.50 m. usar plataformas o andamios armados de acuerdo a procedimiento para montaje de andamios. Las bandejas y soportes deberán quedar aseguradas durante el día, delimite el área de trabajo, así mismo estos deberán quedar ordenados y con corredores delimitados para el pase de personal. Uso de permisos de trabajo para en altura, difusión de los riesgos, supervisión permanente y procedimiento para el montaje de bandejas.	1	4	Moderado
		Falto de orden y limpieza	Caidas a nivel, golpes y resbalones	Durante el desmontaje de los andamios y plataformas, los materiales deberán ser retirados del área y mantener el área de trabajo limpia. Coordinar el descenso y retiro de materiales o tubos de andamios, estos pueden golpear al personal que se encuentra cerca, por lo que se deberá delimitar el área.	3	1	Bajo
18	JALADO DE CABLES EN DUCTOS	Maniobras inadecuadas durante la descarga y posicionamiento de bobinas	Aprisionamiento / lesiones personales	Durante la descarga del material tomar posición defensiva en caso al carga caiga o se deslice y pueda aprisionar al operador o rigger, así mismo tomar las precauciones para la colocación de la bobina sobre la porta bobina, puede presionarse los dedos.	2	3	Moderado
		Trabajos cerca a líneas energizadas	Contacto eléctrico, quemaduras, muerte	Verificar el estado del aislamiento de los cables, identificando posibles empates con cinta aislante, exposición del conductor que pueda producir una fuga a tierra o un cortocircuito. Proteger las líneas eléctricas existentes en buzones.	1	4	Moderado
		Descoordinación durante el jalado o rotura del cable guía	Golpes, caídas, escoriaciones	Las líneas guías deberán ser resistente para la fuerza de jalado, la rotura de estas puede causar la caída de espalda del personal. El personal deberá usar guantes de seguridad durante el jalado de los cables.	3	2	Moderado
19	CABLEADO SOBRE BANDEJA	Falla de aseguramiento, práctica insegura durante los trabajos en altura	Caída a diferente nivel, Lesiones personales, muerte	Montaje de Plataformas de acuerdo a procedimiento y por personal entrenado; desarrollar programa de concientización.	2	3	Moderado
		Falta de protección de cables	Daños a los cables	Los cables no deberán ser arrastrados deberán protegerse con plásticos.	1	2	Bajo
		Falto de orden y limpieza	Tropezones y caídas	Los residuos o forros de los cables deberán depositarse en cilindros en los colores que correspondan.	3	1	Bajo
		No uso de guantes, lentes, práctica peligrosa	Lesiones personales a las manos y ojos	Durante el pelado de cable tomar posición de corte hacia fuera del cuerpo, protegerse la vista con lentes. Las herramientas tales como desarmadores no deberán llevarse en los bolsillos. El pelado de cable se efectuara con herramientas adecuadas, esta prohibido el uso de cuchillos tipo casero o herramientas sin mango.	2	2	Bajo
		Falto de orden y limpieza	Daños materiales. Tropezones y caídas, generación de residuos	Los residuos o forros de los cables deberán depositarse en cilindros en los colores que correspondan.	3	1	Bajo



Anexo E, Identificación de peligros y evaluación de riesgos

N°	Actividades	Escenario		Medidas de Control establecidas	Probabilidad sin controles establecidos	Consecuencia	Riesgo Actual
		Evento Peligro / Riesgo	Impacto/Consecuencia				
20	CONEXIONADO EN GENERAL	Trabajar en caliente	Contacto eléctrico	Todo conexionado deberá efectuarse en frío, es decir sin tensión eléctrica. Se efectuará el bloqueo eléctrico en todo interruptor principal del circuito eléctrico, tablero de control, seccionador, cut out o equipo; aunque estos se encuentren sin tensión. El bloqueo en todo caso se efectuará con el circuito abierto. Si algún equipo o tablero no puede ser bloqueado, cierre con llave al final de la jornada y coloque su tarjeta roja de bloqueo. Asegúrese que se han instalado todas las conexiones a tierra de los equipos y tableros y que estas se encuentren firmemente ajustadas. Entrenamiento del personal para cumplimiento del procedimiento de bloqueo, uso de permisos de trabajo, mantener y controlar personal autorizado, supervisión constante y reuniones e coordinación de trabajo y comunicaciones de riesgo.	1	4	Alto
21	TRANSPORTE Y MANIOBRA DE EQUIPOS A INSTALAR (SUBESTACION, TRANSFORMADORES, SALAS ELECTRICAS, MCC)	Rotura de eslingas y/o estrobos, soltura de eslingas y/o estrobos (por mal estado, amarre o mal asegurada)	Lesiones graves y/o leves al personal y/o equipos por golpe de eslinga y/o estrobo Daños a las eslingas. Pérdida de producción. Pérdida de material(eslingas o estrobos rotos).	Check list de Equipos y Aparejos en general. Supervisión constante y adecuada siempre a los Equipos de Izaje antes de iniciar cualquier actividad. Inspección periódica de elementos de Izaje. Programa de mantenimiento preventivo a accesorios de las grúas por desgaste.	2	3	Alto
22	TRASLADO Y MANIOBRA DE GRUA Y/O CAMION HIAB (SUBESTACION, TRANSFORMADORES, MCC)	Atropello de personal	Daños personales Perdidas del proceso Fatalidad	Señalización adecuada del Área de Trabajo. Supervisión constante. Contar con permisos y autorizaciones. Orden y limpieza de la zona de trabajo. Aplicación de procedimiento de trabajo específico, AST, Análisis de Riesgos. Cumplir con la distancia de aproximación a equipos (50 m.). Charlas de 5 minutos. Inspección y llenado de check list de herramientas y equipos. Operado con experiencia, entrenado en manejo seguro.	3	2	Moderado
		Choque de grúa con otro equipo	Daños personales Perdidas del proceso Perdidas de Equipo y/o Herramienta Impacto Ambiental	Señalización adecuada del Área de Trabajo. Inspección y llenado de check list de herramientas y equipos. Curso de manejo a la defensiva. Cumplir con la distancia de aproximación a equipos (50 m.). Supervisión constante. Aplicación de procedimiento de trabajo específico, AST, Análisis de Riesgos. Operado con experiencia, entrenado en manejo seguro.	2	3	Moderado
		Inclinación y/o volteo de Grúa	Daños personales Perdidas de Equipo y/o Herramienta Perdidas del proceso Impacto Ambiental	Inspección del área antes que ingrese la grúa. Curso de manejo a la defensiva. Pre-uso de la grúa. Certificación de operador de grúa y rigger. Aplicación de procedimiento de trabajo específico, AST, Análisis de Riesgos. Operado con experiencia, entrenado en manejo seguro.	1	3	Moderado
23	SOLDADURA EXOTÉRMICA	Práctica inadecuada para soldadura exotérmica	Quemadura, incendios, exposición a gases	El soldeo de los empalmes y derivaciones será realizado por personal capacitado y bajo supervisión de personal experto. Para efectos de soldeo se deben retirar todos los materiales combustibles de las inmediaciones del área de afectación y se dispondrá de un extintor del tipo ABC. El soldador usará, aparte de su EPP básico, mandil de cuero, guantes de soldador, escarpines de cuero y careta de protección. Durante el soldeo exotérmico usar respiradores descartable para humos de soldadura. De utilizarse algún disolvente para la limpieza de los bornes del cable, estos deben estar en recipientes adecuados y debidamente rotulados; asimismo se debe contar con la "Hoja de Seguridad" del material en la zona de almacenaje y área de trabajo.	2	3	Alto
24	INSTALACION DE MALLA TIERRA (SOLDADURA EXOTÉRMICA CADWELD) / PARA LA INSTALACIÓN DEL EQUIPAMIENTO	Quemaduras	Daños personales moderados quemaduras leves, múltiples lesiones	Aplicación procedimientos trabajos en caliente. Trabajador con experiencia en trabajos en caliente.	1	4	Alto
		Inhalación humos metálicos	Daños personales moderados, pérdida del conocimiento	Aplicación procedimiento trabajos en caliente. Aplicación de procedimiento de trabajo específicos. Trabajador con experiencia en trabajos en caliente.	1	3	Moderado
		Caidas a un mismo nivel	Lesiones personales, caídas, golpes, atrapamientos	Aplicación de procedimiento de trabajo específico, AST, Análisis de Riesgos. Charlas de 5 minutos.	2	3	Moderado
		Uso de herramientas manuales	Lesiones personales, golpes, Chancaduras, cortes, atrapamientos.	Aplicación de procedimiento de trabajo específico, AST, Análisis de Riesgos. Charlas de 5 minutos.	2	3	Moderado
25	TRABAJOS EN AREAS CONFINADAS (SUBESTACION, TRANSFORMADORES, SALAS ELECTRICAS, MCC)	Caída de herramientas y/o equipos.	Lesiones a la persona. Daños a los Equipos	Inspección y Señalización adecuada del área de trabajo. Orden y limpieza. Capacitación al personal en espacios confinados, orden y limpieza y trabajos en altura. Cumplir el procedimiento de ingreso a SSEE Sala Eléctricas.	2	3	Alto
		Caída de personal al mismo nivel	Lesiones personales menores	Charlas de Seguridad. Orden y limpieza en el área de trabajo. Uso adecuado de EPP.	2	3	Alto
		Caída de personal a diferente nivel	Lesiones personales, incapacidades	Charlas de Seguridad. Procedimiento en trabajos en altura. Procedimiento de Trabajos cerca de cables eléctricos. Capacitación al personal en espacios confinados, orden y limpieza y trabajos en altura. Cumplir el procedimiento de ingreso a SSEE Sala Eléctricas.	1	4	Moderado
		Cables de energía dañados - Electrocuación	Lesiones personales. Quemaduras leves y múltiples. Fallecimiento	Inspección de los equipos. Procedimiento de Trabajos cerca de cables eléctricos. Uso adecuado de extintores.	2	3	Moderado
26	MONTAJE DE INSTRUMENTOS, EQUIPOS MECÁNICOS, ELÉCTRICOS E INSTRUMENTACIÓN	Falla de aseguramiento, práctica insegura durante los trabajos en altura	Caída a desnivel, lesiones personales, muerte	Si los instrumentos son instaladas a mas de 1.8 m. de altura, deberá disponerse de andamios o plataformas construida en conformidad a lo establecido en el Procedimiento de Andamios. Una persona calificada deberá inspeccionar cada andamio antes de su uso. Se deberá colocar tarjetas a los andamios o plataformas de trabajo. El acceso a la parte superior de las ubicaciones de los instrumentos deberá efectuarse mediante una escalera estándar o aprobada para el proyecto. El personal que trabaje en altura deberá usar arnés de seguridad con línea de vida doble y absorbedor de impacto. Cada usuario deberá revisar diariamente su equipo personal de protección contra caídas antes de usarlo. Uso de permisos de trabajos en altura, inspección de andamios. Concientización constante de los riesgos existente y supervisión constante.	1	4	Alto
		Falto de orden y limpieza	Resbalones, golpes y caídas a nivel	Las zonas de trabajo, pasillos, escaleras y todas las áreas deberán mantenerse libres de escombros y materiales, pernos y tuercas. Las cuerdas, alambres, cables eléctricos y otros materiales similares se deberán mantener alejados de las superficies por donde se camina. Se usarán cilindros identificado para depositar materiales de desecho y otros escombros producidos en Obra. Los cables eléctricos, mangueras y tuberías provisionales que crucen calzadas deberán protegerse contra daños.	3	2	Moderado



Anexo E, Identificación de peligros y evaluación de riesgos

Escenario				Medidas de Control establecidas	Probabilidad sin controles establecidos	Consecuencia	Riesgo Actual	
N°	Actividades	Evento Peligro / Riesgo	Impacto/Consecuencia					
		Maniobra o practica inadecuada	Caída de materiales, lesiones personales	Colocar malla contra caída de materiales o malla y carteles en la proyección de caída de objetos. Todo material deberá estar asegurado con soguillas o sobre plataforma. Esta prohibido subirse o apoyarse sobre los instrumentos, o colgarse de ellos. El transporte manual de los instrumentos y equipos deberá ser efectuado mediante una línea de servicio cuando estos sean instalados en alturas. Los soportes de los instrumentos deberán quedar aseguradas antes de pasar a otra área de instalación.	2	3	Moderado	
		Uso inadecuado o herramienta defectuosa	Cortes, contacto eléctrico	Pre uso de herramientas manuales y de poder, inspección de extensiones.	2	3	Moderado	
27	SUMINISTRO, TENDIDO, CONEXIONADO DE CABLES DE MEDIA TENSION	Uso y caldas de herramientas manuales	Lesiones personales golpes, chancaduras y cortes con herramientas	Aplicación de procedimiento de trabajo específico, Procedimiento, Análisis de Riesgos. Charlas de 5 minutos. Señalización adecuada del Área de Trabajo.	2	3	Moderado	
		Caidas a diferente nivel	Lesiones personales tropiezos, caídas, golpes	Aplicación de procedimiento de trabajos en altura. Aplicación de procedimiento de trabajo específico, Procedimiento, Análisis de Riesgos. Procedimientos para trabajos en altura. Equipos anticaídas en buenas condiciones. Inspección previa de los equipos anticaídas. Reinstrucción del personal en trabajos en altura.	2	3	Moderado	
28	TENDIDO DE CABLE DE FIBRA OPTICA, CONEXIONADO DE CABLE DE ENERGIA, CABLES DE MANDO Y CONTROL	Caida de equipos	Daños materiales Lesiones personales	Cumplir con procedimienrto de trabajo, Procedimiento, Análisis de Riesgos.	2	3	Moderado	
		Contacto con energía	Quemadura Electrocuación Daños al equipo Daños al proceso	Procedimiento de Aislamiento de equipos. Procedimiento de parada y conexión. Procedimiento de proximidad. Procedimiento para acceso a Estaciones y Subestaciones. Difusión y cumplimiento de los procedimientos. Coordinación previa de todas las áreas involucradas. Procedimientos estandar de tareas.	2	3	Moderado	
		Caidas a un mismo nivel	Lesiones personales tropiezos, resbalones, golpes, atrapamientos	Aplicación de procedimiento de trabajo específico, Procedimiento, Análisis de Riesgos. Charlas de 5 minutos.	1	3	Moderado	
<b>PARA TODOS LOS TRABAJOS EN GENERAL</b>								
29	MONTAJE Y DESMONTAJE DE ANDAMIOS	No usar arnés ni la línea de vida	Caidas, golpes, abolladuras, golpes con consecuencias fatales	Procedimiento estandar de trabajo. Observación de tareas. Capacitación. Supervisión en trabajos de altura. AST.	4	1	Moderado	
30	TRABAJOS EN ALTURA (INSTALACIONES DE EQUIPAMIENTO Y CABLEADO A DISTINTO NIVEL)	Caida del personal a diferente nivel	Daños personales(graves y/o leves). Pérdida del proceso, Pérdida de Herramientas y/o Equipos.	Procedimiento de Trabajos en Altura. Curso de entrenamiento Especifico. Supervisión constante. Señalización adecuada del Área de Trabajo. Montaje adecuado de Andamios. Sistema de protección contra caídas. Charlas de 5 minutos. Instalación de líneas de anclaje con 03 grapas crosby a cada extremo asegurados y con el cálculo de diseño.	2	3	Moderado	
		Caida de Herramientas y/o Equipos	Lesiones a la Persona, daños al equipo, pérdida de materiales,	Uso de Portaherramientas, usar soga para izaje de herramientas, inspección de herramientas y/o equipos, señalización del área, orden y limpieza. Trabajadores con experiencia en trabajos en altura, izaje de herramientas con drizas o baldes o poleas.	1	4	Moderado	
		Caida de Andamio	Daños y/o rotura de andamio	Uso de rodapiés, vientos, check list para andamios, procedimiento específico de trabajos en altura del personal, procedimiento específico para plataformas y andamios, Supervisión permanente en el Montaje de Andamios, Andamios en buen estado y/o condiciones. Personal experimentado y haber llevado el curso de armado de andamios y trabajos con andamios.	2	3	Moderado	
31	INSTALACIÓN DE LAS LÍNEAS DE VIDA		Caída a distinto nivel	Procedimiento de trabajo en altura, uso de arnés de seguridad en buenas condiciones, inspección previa, curso de altura de los trabajadores. Aseguramiento correcto del trabajador Capacitación a los trabajadores en trabajos en altura, evaluación médica de descarte de insuficiencia para trabajos en altura (vertigo, epilepsia, etc). Evaluación médica para trabajos en altura a partir de 1.8m.	2	3	Moderado	
		Desequilibrio, falta de atención						
		Caida de material, herramientas	Caída del material, daños al personal o equipos debajo de la zona de trabajo	Aseguramiento correcto de las herramientas y materiales, charla acerca de manejo de materiales, cercamiento del área de trabajo.	2	3	Moderado	
		Hincadura, golpes de manos dedos	Golpes	Uso de implementos de seguridad (guantes).	2	3	Moderado	
32	MANIPULACIÓN DE MATERIALES / QUÍMICOS PELIGROSOS	Derrames, sobreesfuerzos, caída a distinto nivel, manipulación indebida, uso inadecuado de EPP	Contaminación al medio ambiente, intoxicación por inhalación de gases, daños personales	Procedimiento para transporte de combustible en camionetas. Autorizaciones. MSDS. Kit de emergencia. HMIS III. Manual y estándares de Medio Ambiente.	3	2	Moderado	
		Abastecimiento al tanque de máquina	Derrames	Manual de Medio Ambiente. Procedimiento de trabajo.	3	1	Bajo	



Anexo F, Presupuesto detallado

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					COSTO TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL+FIN.	P.U.I. S/.			
			A		B	C	D	E	F=B+C+D+E	AxF	G	H	I	J	K=G+H+I+J	AxK	L=F+K	M=AxL
I	<b>PARTIDAS GENERALES</b>																	
1.1	<b>Obras Provisionales</b>																	
1.1.1	Movilización y Desmovilización de equipos	gib	1.00	1,597.50		32,441.24	2,112,887.92	22,288.50	2,167,617.66	2,167,617.66	803,769.74	155,685.64	184,257.00	249,042.40	1,392,754.77	1,392,754.77	3,560,372.43	3,560,372.43
1.1.2	Almacén Temporal, Oficinas y Taller	gib	1.00	3,395.24		138,071.53	1,483,121.91	3,839.73	1,625,033.17	1,625,033.17	602,626.05	116,725.25	138,146.61	186,719.44	1,044,217.36	1,044,217.36	2,669,250.53	2,669,250.53
II	<b>ESTRUCTURAS</b>																	
2.1	<b>AREA 1: HPGR y Edificio</b>																	
2.1.1	<b>Edificio</b>																	
2.1.1.1	<b>Estructura Metálica</b>																	
2.1.1.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Pesados (Mayor a 60 Kg/m)	kg	135,000.00	0.06		1.40	0.96		2.36	318,600.00	0.88	0.17	0.20	0.27	1.52	204,709.38	3.88	523,309.38
2.1.1.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	85,000.00	0.08		1.96	1.34		3.30	288,500.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	180,229.07	5.42	460,729.07
2.1.1.1.3	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	60,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	240,600.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	154,592.21	6.59	395,192.21
2.1.1.1.4	Piso de Grating (Habilitación y colocación)	m2	350.00	3.59		91.12	62.18		153.30	53,655.00	56.84	11.01	13.03	17.61	98.50	34,474.83	251.80	88,129.83
2.1.1.1.5	Montaje de Barandas	ml	65.00	2.29		58.14	39.68		97.82	6,358.30	36.27	7.03	8.32	11.24	62.85	4,085.38	160.67	10,443.68
2.1.1.1.6	Montaje de Puerta	m2	100.00	3.02		76.50	52.21		128.71	12,871.00	47.73	9.24	10.94	14.79	82.70	8,269.98	211.41	21,140.98
2.1.1.2	<b>Cobertura</b>																	
2.1.1.2.1	Montaje de Cobertura para techo y paredes (incluye flashing, compribanda y accesorios)	m2	1,930.00	1.99		50.49	34.46		84.95	163,953.50	31.50	6.10	7.22	9.76	54.58	105,344.69	139.53	269,298.19
2.2	<b>AREA 2: Sistema de Fajas y Tolva de Almacenamiento</b>																	
2.2.1	<b>Edificio Tolva de Almacenamiento (Storage BIN)</b>																	
2.2.1.1	<b>Estructura Metálica</b>																	
2.2.1.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Pesados (Mayor a 60 Kg/m)	kg	270,000.00	0.06		1.40	0.96		2.36	637,200.00	0.88	0.17	0.20	0.27	1.52	409,418.76	3.88	1,046,618.76
2.2.1.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	100,000.00	0.08		1.96	1.34		3.30	330,000.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	212,034.20	5.42	542,034.20
2.2.1.1.3	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	67,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	268,670.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	172,627.96	6.59	441,297.96
2.2.1.1.4	Insertos (Fabricación y Montaje)	kg	1,200.00	0.63		16.11	1.14		17.25	20,700.00	6.40	1.24	1.47	1.98	11.08	13,300.33	28.33	34,000.33
2.2.1.1.5	Piso de Grating (Habilitación y colocación)	m2	600.00	3.59		91.12	62.18		153.30	91,980.00	56.84	11.01	13.03	17.61	98.50	59,099.71	251.80	151,079.71
2.2.1.1.6	Montaje de Barandas	ml	145.00	2.52		63.95	43.65		107.60	15,602.00	39.90	7.73	9.15	12.36	69.14	10,024.72	176.74	25,626.72
2.2.1.1.7	Montaje de Puertas	m2	215.00	3.32		84.15	57.43		141.58	30,439.70	52.50	10.17	12.03	16.27	90.97	19,558.36	232.55	49,998.06
2.2.1.2	<b>Cobertura</b>																	
2.2.1.2.1	Montaje de Cobertura para techo y paredes (incluye flashing, compribanda y accesorios)	m2	2,400.00	1.99		50.49	34.46		84.95	203,880.00	31.50	6.10	7.22	9.76	54.58	130,998.58	139.53	334,878.58
2.2	<b>Torre de Transferencia 2</b>																	
2.2.1	<b>Estructura Metálica</b>																	
2.2.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Pesados (Mayor a 60 Kg/m)	kg	52,000.00	0.06		1.40	0.96		2.36	122,720.00	0.88	0.17	0.20	0.27	1.52	78,851.02	3.88	201,571.02
2.2.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	58,000.00	0.08		1.96	1.34		3.30	191,400.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	122,979.84	5.42	314,379.84
2.2.1.3	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	36,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	144,360.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	92,755.32	6.59	237,115.32
2.2.1.4	Insertos (Fabricación y Montaje)	kg	400.00	0.63		16.11	1.14		17.25	6,900.00	6.40	1.24	1.47	1.98	11.08	4,433.44	28.33	11,333.44
2.2.1.5	Piso de Grating (Habilitación y colocación)	m2	300.00	3.59		91.12	62.18		153.30	45,990.00	56.84	11.01	13.03	17.61	98.50	29,549.86	251.80	75,539.86
2.2.1.6	Montaje de Puertas	m2	80.00	3.32		84.15	57.43		141.58	11,326.40	52.50	10.17	12.03	16.27	90.97	7,277.53	232.55	18,603.93
2.2.2	<b>Cobertura</b>																	
2.2.2.1	Montaje de Cobertura para techo y paredes (incluye flashing, compribanda y accesorios)	m2	1,200.00	1.99		50.49	34.46		84.95	101,940.00	31.50	6.10	7.22	9.76	54.58	65,499.29	139.53	167,439.29
2.3	<b>Galerías para Sistema de Fajas Transportadoras CV-5A, CV-5B, CV-5D y CV-5E</b>																	
2.3.1	<b>Estructura Metálica Fajas CV-5A, CV-5B, CV-5D y CV-5E</b>																	
2.3.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Pesados (Mayor a 60 Kg/m)	kg	19,000.00	0.06		1.40	0.96		2.36	44,840.00	0.88	0.17	0.20	0.27	1.52	28,810.95	3.88	73,650.95
2.3.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	34,000.00	0.08		1.96	1.34		3.30	112,200.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	72,091.63	5.42	184,291.63
2.3.1.3	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	76,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	304,760.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	195,816.80	6.59	500,576.80
2.3.1.4	Insertos (Fabricación y Montaje)	kg	300.00	0.63		16.11	1.14		17.25	5,175.00	6.40	1.24	1.47	1.98	11.08	3,325.08	28.33	8,500.08
2.3.1.5	Piso de Plancha Estriada	m2	260.00	6.64		168.30	114.86		283.16	73,621.60	105.00	20.34	24.07	32.53	181.94	47,303.93	465.10	120,925.53
2.3.1.6	Montaje de Barandas	ml	280.00	2.52		63.95	43.65		107.60	30,128.00	39.90	7.73	9.15	12.36	69.14	19,358.08	176.74	49,486.08
2.3.2	<b>Cobertura</b>																	
2.3.2.1	Montaje de Cobertura para techo y paredes (incluye flashing, compribanda y accesorios)	m2	1,200.00	1.99		50.49	34.46		84.95	101,940.00	31.50	6.10	7.22	9.76	54.58	65,499.29	139.53	167,439.29
2.4	<b>Torre Transferencia 3</b>																	
2.4.1	<b>Estructura Metálica</b>																	
2.4.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Pesados (Mayor a 60 Kg/m)	kg	12,000.00	0.06		1.40	0.96		2.36	28,320.00	0.88	0.17	0.20	0.27	1.52	18,196.39	3.88	46,516.39
2.4.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	8,000.00	0.08		1.96	1.34		3.30	26,400.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	16,962.74	5.42	43,362.74
2.4.1.3	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	103,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	413,030.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	265,383.29	6.59	678,413.29
2.4.1.4	Insertos (Fabricación y Montaje)	kg	175.00	0.63		16.11	1.14		17.25	3,018.75	6.40	1.24	1.47	1.98	11.08	1,939.63	28.33	4,958.38
2.4.1.5	Piso de Grating (Habilitación y colocación)	m2	90.00	3.59		91.12	62.18		153.30	13,797.00	56.84	11.01	13.03	17.61	98.50	8,864.96	251.80	22,661.96
2.4.1.6	Montaje de Barandas	ml	30.00	2.52		63.95	43.65		107.60	3,228.00	39.90	7.73	9.15	12.36	69.14	2,074.08	176.74	5,302.08
2.4.1.7	Montaje de Puertas	m2	60.00	3.32		84.15	57.43		141.58	8,494.80	52.50	10.17	12.03	16.27	90.97	5,458.15	232.55	13,952.95
2.4.2	<b>Cobertura</b>																	
2.4.2.1	Montaje de Cobertura para techo y paredes (incluye flashing, compribanda y accesorios)	m2	225.00	1.99		50.49	34.46		84.95	19,113.75	31.50	6.10	7.22	9.76	54.58	12,281.12	139.53	31,394.87
2.5	<b>Torre Transferencia 1</b>																	
2.5.1	<b>Estructura Metálica</b>																	
2.5.1.1	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Medianos (Entre a 30 y 60 Kg/m)	kg	2,400.00	0.08		1.96	1.34		3.30	7,920.00	1.22	0.24	0.28	0.38	2.12	5,088.82	5.42	13,008.82
2.5.1.2	Montaje de estructuras metálicas - Perfiles Livianos se incluyen escaleras (Menor a 30 Kg/m)	kg	1,000.00	0.09		2.38	1.63		4.01	4,010.00	1.49	0.29	0.34	0.46	2.58	2,576.54	6.59	6



Anexo F, Presupuesto detallado

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					COSTO DIRECTO TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO INDIRECTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.	
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL. FIN.	P.U.I. S/.				
					B	C	D	E	F=B+C+D+E		G	H	I	J	K=G+H+I+J				
3.1.1.1.8	Equipo para inspección de rodillos (inching drive)	gib	1.00	73.26		1,935.28	1,468.90			3,404.18	3,404.18	1,262.30	244.50	289.37	391.11	2,187.28	2,187.28	5,591.46	5,591.46
3.1.1.1.9	Chute de descarga del HPGR	gib	1.00	665.76		18,424.27	18,136.41			36,560.68	36,560.68	13,556.99	2,625.91	3,107.82	4,200.54	23,491.26	23,491.26	60,051.94	60,051.94
3.1.1.1.10	Chute by-pass	gib	1.00	424.42		11,745.47	11,561.96			23,307.43	23,307.43	8,642.58	1,674.02	1,981.23	2,677.84	14,975.67	14,975.67	38,283.10	38,283.10
3.1.1.1.11	Unidad de lubricación de reductor	gib	2.00	252.27		6,664.18	5,058.19			11,722.37	23,444.74	4,346.75	841.94	996.45	1,346.81	7,531.95	15,063.90	19,254.32	38,508.64
3.1.1.1.12	Unidad de hidráulica	gib	1.00	726.87		19,201.36	14,574.06	153,870.00		187,645.42	187,645.42	69,580.40	13,477.33	15,950.68	21,559.00	120,567.41	120,567.41	308,212.83	308,212.83
3.1.1.1.13	Unidad de engrase	gib	1.00	277.50		7,330.59	5,564.01			12,894.60	12,894.60	4,781.42	926.13	1,096.10	1,481.49	8,285.14	8,285.14	21,179.74	21,179.74
3.2	<b>AREA 2: Sistema de Fajas y Tolva de Almacenamiento</b>																		
3.2.1	<b>Faja transportadora CV-5A</b>																		
3.2.1.1	<b>Montaje</b>																		
3.2.1.1.1	Sistema motriz de faja CV-5A	gib	1.00	331.87		8,725.83	6,949.16			15,674.99	15,674.99	5,812.41	1,125.83	1,332.44	1,800.93	10,071.62	10,071.62	25,746.61	25,746.61
3.2.1.1.2	Poleas	und	6.00	53.86		1,416.09	1,127.76			2,543.85	15,263.10	943.28	182.71	216.24	292.27	1,634.49	9,806.97	4,178.34	25,070.07
3.2.1.1.3	Estaciones de polines	und	58.00	11.08		291.22	231.93			523.15	30,342.70	193.99	37.57	44.47	60.11	336.14	19,496.03	859.29	49,838.73
3.2.1.1.4	Cinta EP 630/3	m	96.00	1.38		36.40	28.99	176.25		241.64	23,197.44	89.60	17.36	20.54	27.76	155.26	14,905.00	396.90	38,102.44
3.2.1.1.5	Elementos de limpieza	und	3.00	16.61		436.83	347.89			784.72	2,354.16	290.98	56.36	66.70	90.16	504.20	1,512.61	1,288.92	3,866.77
3.2.1.1.6	Soporte de componentes	kg	10,600.00	0.08		2.04	1.62			3.66	38,796.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	24,927.51	6.01	63,723.51
3.2.1.1.7	Soporte de contrapeso	kg	6,000.00	0.08		2.04	1.62			3.66	21,960.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	14,109.91	6.01	36,069.91
3.2.1.1.8	Skirtboard	m	35.00	3.32		87.36	69.58			156.94	5,492.90	58.19	11.27	13.34	18.03	100.84	3,529.34	257.78	9,022.24
3.2.1.1.9	Chute de descarga	kg	4,600.00	0.08		2.30	2.27			4.57	21,022.00	1.69	0.33	0.39	0.53	2.94	13,507.22	7.51	34,529.22
3.2.1.1.10	Guarda de seguridad grande	und	4.00	22.15		582.45	463.85			1,046.30	4,185.20	387.98	75.15	88.94	120.21	672.28	2,689.11	1,718.58	6,874.31
3.2.1.1.11	Guarda de seguridad pequeña	und	4.00	22.15		582.45	463.85			1,046.30	4,185.20	387.98	75.15	88.94	120.21	672.28	2,689.11	1,718.58	6,874.31
3.2.2	<b>Faja transportadora CV-5B</b>																		
3.2.2.1	<b>Montaje</b>																		
3.2.2.1.1	Sistema motriz de faja CV-5B	gib	1.00	331.87		8,725.83	6,949.16			15,674.99	15,674.99	5,812.41	1,125.83	1,332.44	1,800.93	10,071.62	10,071.62	25,746.61	25,746.61
3.2.2.1.2	Poleas	und	6.00	53.86		1,416.09	1,127.76			2,543.85	15,263.10	943.28	182.71	216.24	292.27	1,634.49	9,806.97	4,178.34	25,070.07
3.2.2.1.3	Estaciones de polines	und	55.00	11.08		291.22	231.93			523.15	28,773.25	193.99	37.57	44.47	60.11	336.14	18,487.62	859.29	47,260.87
3.2.2.1.4	Cinta EP 630/3	m	97.00	1.37		36.03	28.69	174.42		239.14	23,196.58	88.67	17.18	20.33	27.48	153.65	14,904.45	392.79	38,101.03
3.2.2.1.5	Elementos de limpieza	und	3.00	16.61		436.83	347.89			784.72	2,354.16	290.98	56.36	66.70	90.16	504.20	1,512.61	1,288.92	3,866.77
3.2.2.1.6	Soporte de componentes	kg	11,000.00	0.08		2.04	1.62			3.66	40,260.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	25,868.17	6.01	66,128.17
3.2.2.1.7	Soporte de contrapeso	kg	4,700.00	0.08		2.04	1.62			3.66	17,202.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	11,052.76	6.01	28,254.76
3.2.2.1.8	Skirtboard	m	13.00	5.11		134.41	107.04			241.45	3,138.85	89.53	17.34	20.52	27.74	155.14	2,016.80	396.59	5,155.65
3.2.2.1.9	Chute de descarga	kg	5,600.00	0.08		2.30	2.27			4.57	25,592.00	1.69	0.33	0.39	0.53	2.94	16,443.57	7.51	42,035.57
3.2.2.1.10	Guarda de seguridad grande	und	4.00	22.15		582.45	463.85			1,046.30	4,185.20	387.98	75.15	88.94	120.21	672.28	2,689.11	1,718.58	6,874.31
3.2.2.1.11	Guarda de seguridad pequeña	und	4.00	22.15		582.45	463.85			1,046.30	4,185.20	387.98	75.15	88.94	120.21	672.28	2,689.11	1,718.58	6,874.31
3.2.3	<b>Alimentador de Faja CV-5C</b>																		
3.2.3.1	<b>Montaje</b>																		
3.2.3.1.1	Sistema motriz de alimentador CV-5C	gib	1.00	365.18		9,601.61	7,646.63			17,248.24	17,248.24	6,395.78	1,238.83	1,466.18	1,981.69	11,082.48	11,082.48	28,330.72	28,330.72
3.2.3.1.2	Poleas	und	2.00	220.14		5,788.05	4,609.55			10,397.60	20,795.20	3,855.51	746.79	883.84	1,194.60	6,680.75	13,361.50	17,078.35	34,156.70
3.2.3.1.3	Estaciones de polines	und	30.00	11.08		291.22	231.93			523.15	15,694.50	193.99	37.57	44.47	60.11	336.14	10,084.15	859.29	25,778.65
3.2.3.1.4	Cinta EP 1250/4	m	37.00	2.01		52.95	42.17	781.26		876.38	32,426.06	324.97	62.94	74.50	100.69	563.10	20,834.65	1,439.48	53,260.71
3.2.3.1.5	Elementos de limpieza	und	3.00	16.61		436.83	347.89			784.72	2,354.16	290.98	56.36	66.70	90.16	504.20	1,512.61	1,288.92	3,866.77
3.2.3.1.6	Soporte de componentes	kg	5,800.00	0.08		2.04	1.62			3.66	21,228.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	13,639.58	6.01	34,867.58
3.2.3.1.7	Tolva de alimentación	kg	3,400.00	0.08		2.04	1.62			3.66	12,444.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	7,995.62	6.01	20,439.62
3.2.3.1.8	Skirtboard	m	30.00	2.95		77.66	61.85			139.51	4,185.30	51.73	10.02	11.86	16.03	89.64	2,689.17	229.15	6,874.47
3.2.3.1.9	Chute de descarga	kg	3,200.00	0.08		2.30	2.27			4.57	14,624.00	1.69	0.33	0.39	0.53	2.94	9,936.33	7.51	24,020.33
3.2.3.1.10	Guarda de seguridad grande	und	1.00	33.23		873.67	695.78			1,569.45	1,569.45	581.96	112.72	133.41	180.32	1,008.42	1,008.42	2,577.87	2,577.87
3.2.3.1.11	Guarda de seguridad pequeña	und	2.00	33.23		873.67	695.78			1,569.45	3,138.90	581.96	112.72	133.41	180.32	1,008.42	2,016.83	2,577.87	5,155.73
3.2.4	<b>Faja transportadora CV-5D</b>																		
3.2.4.1	<b>Montaje</b>																		
3.2.4.1.1	Sistema motriz de faja CV-5D	gib	1.00	439.86		11,565.25	9,210.45			20,775.70	20,775.70	7,703.79	1,492.18	1,766.03	2,386.97	13,348.97	13,348.97	34,124.67	34,124.67
3.2.4.1.2	Poleas	und	6.00	100.24		2,635.56	2,098.94			4,734.50	28,407.00	1,755.59	340.05	402.45	543.96	3,042.05	18,252.29	7,776.55	46,659.29
3.2.4.1.3	Estaciones de polines	und	72.00	11.08		291.22	231.93			523.15	37,666.80	193.99	37.57	44.47	60.11	336.14	24,201.97	859.29	61,868.77
3.2.4.1.4	Cinta EP 630/3	m	133.00	1.50		39.41	31.39	169.62		240.42	31,975.86	89.15	17.27	20.44	27.62	154.48	20,545.38	394.90	52,521.24
3.2.4.1.5	Elementos de limpieza	und	3.00	16.61		436.83	347.89			784.72	2,354.16	290.98	56.36	66.70	90.16	504.20	1,512.61	1,288.92	3,866.77
3.2.4.1.6	Soporte de componentes	kg	15,000.00	0.08		2.04	1.62			3.66	54,900.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	35,274.78	6.01	90,174.78
3.2.4.1.7	Soporte de contrapeso	kg	8,800.00	0.08		2.04	1.62			3.66	32,208.00	1.36	0.26	0.31	0.42	2.35	20,694.54	6.01	52,902.54
3.2.4.1.8	Skirtboard	m	6.00	8.06		211.80	168.67			380.47	2,282.82	141.08	27.33	32.34	43.71	244.46	1,466.78	624.93	3,749.



Anexo F, Presupuesto detallado

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO INDIRECTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.	
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL + FIN.	P.U.I. S/.				
					B	C	D	E	F=B+C+D+E		G	H	I	J	K=G+H+I+J				
3.2.6.1.2	Cuerpo cónico	kg	29,600.00	0.01						176,416.00	2.21	0.43	0.51	0.68	3.83	113,352.20	9.79	289,768.20	
3.2.6.1.3	Tapa superior	kg	7,000.00	0.01						158,130.00	8.36	1.62	1.92	2.60	14.51	101,602.93	37.10	259,732.93	
3.2.6.1.4	Transición (ENSAMBLE DE LAINER-TRANSICION)	kg	3,300.00	0.01						58,509.00	6.57	1.27	1.51	2.04	11.39	37,593.66	29.12	96,102.66	
<b>IV</b>	<b>OBRAS ELÉCTRICAS</b>																		
<b>4.1</b>	<b>AREA 1: HPGR y Edificio</b>																		
<b>4.1.1</b>	<b>Equipos Eléctricos</b>																		
4.1.1.1	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 3550 HP (Fixed y Movable Roll Drive)	und	2.00	40.00						1,132.26	2,264.52	419.85	81.32	96.25	130.09	727.51	1,455.02	1,859.77	3,719.54
4.1.1.2	Acondicionamiento de Kit de Terminaciones para Conductor #350 MCM	kit	12.00	16.50						467.06	5,604.72	173.19	33.55	39.70	53.66	300.10	3,601.19	767.16	9,205.91
4.1.1.3	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 250 HP (Belt Conveyor CV 5D)	und	1.00	35.00						990.73	990.73	367.37	71.16	84.22	113.83	636.57	636.57	1,627.30	1,627.30
4.1.1.4	Acondicionamiento de Kit de Terminaciones para Conductor #500 MCM	kit	2.00	16.50						467.06	934.12	173.19	33.55	39.70	53.66	300.10	600.20	767.16	1,534.32
4.1.1.5	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 75 HP (Belt Conveyor CV 5E)	und	1.00	10.00						258.81	289.05	107.18	20.76	24.57	33.21	185.72	185.72	474.77	474.77
4.1.1.6	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 40 HP (Hydraulic System)	und	2.00	7.00						181.17	404.68	75.03	14.53	17.20	23.25	130.01	260.02	332.35	664.70
4.1.1.7	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 20 HP (Fixed y Movable Cooling Roll Drive)	und	2.00	6.00						155.28	346.86	64.31	12.46	14.74	19.93	111.43	222.87	284.86	569.73
4.1.1.8	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 15 HP (Magnetic Separator, Auxiliary drive, Fixed Cooling Roll Drive, Movable Cooling Roll Drive y Calibración Pesometro)	und	3.00	5.00						129.41	433.59	53.59	10.38	12.29	16.61	92.86	278.59	237.39	712.18
4.1.1.9	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 5 HP (Fixed y Movable Roll Lubrication, Movable Roll Lubrication (Cooling Air Fan y Heater), Hydraulic y Lubrication System)	und	4.00	4.50						116.46	520.28	48.23	9.34	11.06	14.94	83.57	334.29	213.64	854.57
4.1.1.10	Montaje y conexionado de transformador de 30 KVA	und	1.00	42.00						1,037.29	1,439.45	533.76	103.39	122.36	165.38	924.89	924.89	2,364.34	2,364.34
4.1.1.11	Tablero de Distribución de 480 VAC	und	2.00	39.00						1,011.01	2,596.52	481.41	93.25	110.36	149.16	834.17	1,668.34	2,132.43	4,264.86
4.1.1.12	Tablero de Distribución de 220/110 VAC	und	1.00	36.00						933.24	1,198.39	444.37	86.07	101.87	137.69	770.00	770.00	1,968.39	1,968.39
4.1.1.13	Tablero de Control de Iluminación	und	1.00	36.00						933.24	1,198.39	444.37	86.07	101.87	137.69	770.00	770.00	1,968.39	1,968.39
4.1.1.14	Montaje y conexionado de Tomacorriente 440 AVC	und	9.00	7.20						185.36	1,805.22	74.38	14.41	17.05	23.05	128.88	1,159.90	329.46	2,965.12
4.1.1.15	Montaje y conexionado de Tomacorriente 220 AVC	und	7.00	6.00						154.47	1,170.05	61.98	12.01	14.21	19.20	107.40	751.79	274.55	1,921.84
4.1.1.16	Montaje y conexionado de Tomacorriente 110 AVC	und	7.00	6.00						154.47	1,170.05	61.98	12.01	14.21	19.20	107.40	751.79	274.55	1,921.84
4.1.1.17	Montaje y conexionado de Botoneras Start/E- Stop/Pilot Indication	und	2.00	11.00						283.19	612.90	113.63	22.01	26.05	35.21	196.90	393.81	503.35	1,006.71
4.1.1.18	Montaje y conexionado de Botoneras E- stop/Pilot Indication	und	4.00	11.00						283.19	1,225.80	113.63	22.01	26.05	35.21	196.90	787.61	503.35	2,013.41
<b>4.1.2</b>	<b>Separador de Magneto</b>																		
4.1.2.1	Acondicionamiento y conexionado en Tablero de Conexiones de Motor Eléctrico 15 HP	und	1.00	5.00						129.41	144.53	53.59	10.38	12.29	16.61	92.86	92.86	237.39	237.39
4.1.2.2	Montaje y conexionado de Tablero de Control	und	1.00	28.00						725.85	932.08	345.62	66.95	79.23	107.09	598.89	598.89	1,530.97	1,530.97
4.1.2.3	Montaje y conexionado de Botoneras E- stop/Pilot Indication	und	1.00	11.00						283.19	306.45	113.63	22.01	26.05	35.21	196.90	196.90	503.35	503.35
<b>4.1.3</b>	<b>Pesómetro</b>																		
4.1.3.1	Montaje y conexionado de Tablero de Control	und	1.00	28.00						725.85	932.08	345.62	66.95	79.23	107.09	598.89	598.89	1,530.97	1,530.97
<b>4.1.4</b>	<b>Equipos de Iluminación</b>																		
4.1.4.1	Montaje y conexionado de Luminaria montada en cielo de 250 W, 480 VAC	und	43.00	6.00						154.30	8,911.32	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	5,725.77	340.40	14,637.09
4.1.4.2	Montaje y conexionado de Luminaria montada en pared de 250 W, 480 VAC	und	28.00	5.00						128.58	4,835.60	64.04	12.40	14.68	19.84	110.96	3,107.01	283.66	7,942.61
4.1.4.3	Montaje y conexionado de Luminaria de barrido de 250 W, 480 VAC	und	7.00	5.00						128.58	1,208.90	64.04	12.40	14.68	19.84	110.96	776.75	283.66	1,985.65
4.1.4.4	Luz de Emergencia, 120 VAC	und	9.00	6.00						154.30	1,865.16	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	1,198.42	340.40	3,063.58
4.1.4.5	Luz de Emergencia Exit de 120 VAC	und	3.00	6.00						154.30	621.72	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	399.47	340.40	1,021.19
4.1.4.6	Montaje y conexionado de artefacto fluorescente rectangular 120 VAC	und	2.00	3.50						90.01	241.78	44.83	8.68	10.28	13.89	77.68	155.35	198.57	397.13
<b>4.1.5</b>	<b>Fabricación y Montaje de Soportes</b>																		
4.1.5.1	Fabricación de Estructura Liviana	kg	600.00	0.42						10.32	7,062.00	4.36	0.85	1.00	1.35	7.56	4,537.53	19.33	11,599.53
4.1.5.2	Montaje de Estructura Liviana	kg	600.00	0.08						1.96	1,344.00	0.83	0.16	0.19	0.26	1.44	863.56	3.68	2,207.56
<b>4.1.6</b>	<b>Bandejas Metálicas, Tuberías R.G.S., Cableados y Accesorios</b>																		
4.1.6.1	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 36"x6"x10"	m	80.00	5.20						128.34	13,892.80	64.39	12.47	14.76	19.95	111.58	8,926.51	285.24	22,819.31
4.1.6.2	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 24"x6"x10"	m	60.00	4.00						98.72	8,014.80	49.53	9.59	11.35	15.35	85.83	5,149.73	219.41	13,164.53
4.1.6.3	Tendido de cable de cobre desnudo #2/0 AWG	m	140.00	0.29						7.16	1,090.60	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	700.74	12.80	1,791.34
4.1.6.4	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 3/4"	m	450.00	1.25						30.85	18,265.50	15.05	2.92	3.45	4.66	26.08	11,736.09	66.67	30,001.59
4.1.6.5	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	310.00	1.33						32.82	13,385.80	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	8,600.75	70.92	21,986.55
4.1.6.6	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1-1/2"	m	40.00	1.43						35.29	1,857.20	17.22	3.33	3.95	5.33	29.83	1,193.30	76.26	3,050.50
4.1.6.7	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 2"	m	100.00	2.00						49.36	6,484.00	24.08	4.66	5.52	7.46	41.73	4,172.58	106.67	10,666.58
4.1.6.8	Tendido de Conductores de 3#500 MCM + 3#3AWG (Ground), EPR DURALOX, Power Shielded, Aluminium Armor	m	110.00	1.40						33.24	4,808.10	16.21	3.14	3.72	5.02	28.08	3,089.34	71.79	7,897.44
4.1.6.9	Tendido de Conductores de 3#1 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	80.00	0.48						11.40	1,199.20	5.56	1.08	1.27	1.72	9.63	770.52	24.62	1,969.72
4.1.6.10	Tendido de Conductores de 3#2 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	374.00	0.45						14.05	5,254.70	5.21	1.01	1.19	1.61	9.03	3,376.29	23.08	8,630.99
4.1.6.11	Tendido de Conductores de 3#4 AWG + 1#6AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	580.00	0.43						10.21	3,821.20	4.98	0.96	1.14	1.54	8.62	5,001.18	22.04	12,784.78
4.1.6.12	Tendido de Conductores de 3#6 AWG + 1#8AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	720.00	0.38						9.02	7,783.60	4.40	0.85	1.01	1.36	7.62	5,486.67	19.48	14,025.87
4.1.6.13	Tendido de Conductores de 3#8 AWG + 1#10AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	500.00	0.36						8.55	5,620.00	4.17	0.81	0.96	1.29	7.22	3,611.01	18.46	9,231.01
4.1.6.14	Tendido de Conductores de 3#10 AWG + 1#12AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	536.00	0.32						7.60	5,354.64	3.70	0.72	0.85	1.15	6.42	3,440.51	16.41	8,795.15
4.1.6.15	Tendido de Conductores de 3#12 AWG + 1#12AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	2,200.00	0.26						6.18	17,864.00	3.01	0.58	0.69	0.93	5.22	11,478.12	13.34	29,342.12
4.1.6.16	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#500 MCM	und	2.00	7.20						178.58	407.62	75.57	14.64	17.32	23.42	130.95	261.91	334.76	669.53
4.1.6.17	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#350 MCM	und	10.00	9.00						223.22	2,547.60	94.47	18.30	21.66	29.27	163.69	1,636.90	418.45	4,184.50
4.1.6.18	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed,																		



Anexo F, Presupuesto detallado

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					COSTO DIRECTO TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO INDIRECTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL + FIN.	P.U.I. S/.			
					B	C	D	E	F=B+C+D+E		G	H	I	J	K=G+H+I+J			
4.1.7.6	Tendido de cable de cobre desnudo #4/0 AWG	m	700.00	0.27		6.67	0.58		7.25	5,075.00	2.69	0.52	0.62	0.83	4.66	3,260.83	11.91	8,335.83
4.1.7.7	Tendido de cable de cobre desnudo #2/0 AWG	m	290.00	0.29		7.16	0.63		7.79	2,259.10	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	1,451.53	12.80	3,710.63
4.1.7.8	Tendido de cable de cobre aislado #2/0 AWG GREEN	m	700.00	0.24		5.92	0.52		6.44	4,508.00	2.39	0.46	0.55	0.74	4.14	2,896.52	10.58	7,404.52
4.1.7.9	Aterramiento de equipos eléctricos	und	70.00	1.50		37.02	3.25		40.27	2,818.90	14.93	2.89	3.42	4.63	25.87	1,811.22	66.14	4,630.12
<b>4.2</b>	<b>AREA 2: Sistema de Fajas y Tolva de Almacenamiento</b>																	
<b>4.2.1</b>	<b>Equipos Eléctricos</b>																	
4.2.1.1	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 200 HP (Belt Conveyor CV 5A y Belt Conveyor CV 5B)	und	2.00	34.00		879.96	102.82		982.78	1,965.56	364.42	70.59	83.54	112.91	631.46	1,262.93	1,614.24	3,228.49
4.2.1.2	Acondicionamiento y conexionado en caja de conexiones de Motor Eléctrico 75 HP (Belt Conveyor CV 5C)	und	1.00	10.00		258.81	30.24		289.05	289.05	107.18	20.76	24.57	33.21	185.72	185.72	474.77	474.77
4.2.1.3	Montaje y conexionado de transformador de 30 KVA	und	2.00	42.00		1,037.29	402.16		1,439.45	2,878.90	533.76	103.39	122.36	165.38	924.89	1,849.77	2,364.34	4,728.67
4.2.1.4	Tablero de Distribución de 480 VAC	und	4.00	39.00		1,011.01	287.25		1,298.26	5,193.04	481.41	93.25	110.36	149.16	834.17	3,336.67	2,132.43	8,529.71
4.2.1.5	Tablero de Distribución de 220/110 VAC	und	2.00	36.00		933.24	265.15		1,198.39	2,396.78	444.37	86.07	101.87	137.69	770.00	1,540.00	1,968.39	3,936.78
4.2.1.6	Tablero de Control de Iluminación	und	2.00	36.00		933.24	265.15		1,198.39	2,396.78	444.37	86.07	101.87	137.69	770.00	1,540.00	1,968.39	3,936.78
4.2.1.7	Montaje y conexionado de Tomacorriente 440 AVC	und	12.00	7.20		185.36	15.22		200.58	2,406.96	74.38	14.41	17.05	23.05	128.88	1,546.54	329.46	3,953.50
4.2.1.8	Montaje y conexionado de Tomacorriente 220 AVC	und	10.00	6.00		154.47	12.68		167.15	1,671.50	61.98	12.01	14.21	19.20	107.40	1,073.99	274.55	2,745.49
4.2.1.9	Montaje y conexionado de Tomacorriente 110 AVC	und	10.00	6.00		154.47	12.68		167.15	1,671.50	61.98	12.01	14.21	19.20	107.40	1,073.99	274.55	2,745.49
4.2.1.10	Montaje y conexionado de Botoneras Start/E- Stop/Pilot Indication	und	3.00	11.00		283.19	23.26		306.45	919.35	113.63	22.01	26.05	35.21	196.90	590.71	503.35	1,510.06
<b>4.2.2</b>	<b>Equipos de Iluminación</b>																	
4.2.2.1	Montaje y conexionado de Luminaria montada en cielo de 250 W, 480 VAC	und	63.00	6.00		154.30	52.94		207.24	13,056.12	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	8,388.92	340.40	21,445.04
4.2.2.2	Montaje y conexionado de Luminaria montada en pared de 250 W, 480 VAC	und	59.00	5.00		128.58	44.12		172.70	10,189.30	64.04	12.40	14.68	19.84	110.96	6,546.91	283.66	16,736.21
4.2.2.3	Montaje y conexionado de Luminaria de barrido de 250 W, 480 VAC	und	21.00	5.00		128.58	44.12		172.70	3,626.70	64.04	12.40	14.68	19.84	110.96	2,330.26	283.66	5,956.96
4.2.2.4	Montaje y conexionado de Luminaria montada en pedestal de 250 W, 480 VAC	und	18.00	9.00		231.45	79.40		310.85	5,595.30	115.27	22.33	26.42	35.71	199.73	3,595.14	510.58	9,190.44
4.2.2.5	Luz de Emergencia, 120 VAC	und	4.00	6.00		154.30	52.94		207.24	828.96	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	1,997.36	340.40	5,105.96
4.2.2.6	Luz de Emergencia Exit de 120 VAC	und	15.00	6.00		154.30	52.94		207.24	3,108.60	76.85	14.88	17.62	23.81	133.16	1,997.36	340.40	5,105.96
4.2.2.7	Montaje y conexionado de artefacto fluorescente rectangular 120 VAC	und	4.00	3.50		90.01	30.88		120.89	483.56	44.83	8.68	10.28	13.89	77.68	310.70	198.57	794.26
<b>4.2.3</b>	<b>Fabricación y Montaje de Soportes</b>																	
4.2.3.1	Fabricación de Estructura Liviana	kg	1,200.00	0.42		10.32	1.45		11.77	14,124.00	4.36	0.85	1.00	1.35	7.56	9,075.06	19.33	23,199.06
4.2.3.2	Montaje de Estructura Liviana	kg	1,200.00	0.08		1.96	0.28		2.24	2,688.00	0.83	0.16	0.19	0.26	1.44	1,727.11	3.68	4,415.11
<b>4.2.4</b>	<b>Bandejas Metálicas, Tuberías R.G.S., Cableados y Accesorios</b>																	
4.2.4.1	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalerilla de 24"x6"x10"	m	260.00	4.00		98.72	34.86		133.58	34,730.80	49.53	9.59	11.35	15.35	85.83	22,315.51	219.41	57,046.31
4.2.4.2	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalerilla de 12"x6"x10"	m	140.00	2.67		65.90	23.27		89.17	12,483.80	33.06	6.40	7.58	10.24	57.29	8,021.19	146.46	20,504.99
4.2.4.3	Tendido de cable de cobre desnudo #2/0 AWG	m	400.00	0.29		7.16	0.63		7.79	3,116.00	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	2,002.12	12.80	5,118.12
4.2.4.4	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 3/4"	m	980.00	1.25		30.85	9.74		40.59	39,778.20	15.05	2.92	3.45	4.66	26.08	25,558.60	66.67	65,336.80
4.2.4.5	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	220.00	1.33		32.82	10.36		43.18	9,499.60	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	6,103.76	70.92	15,603.36
4.2.4.6	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1-1/2"	m	190.00	1.43		35.29	11.14		46.43	8,821.70	17.22	3.33	3.95	5.33	29.83	5,668.19	76.26	14,489.89
4.2.4.7	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 2"	m	50.00	2.00		49.36	15.58		64.94	3,247.00	24.08	4.66	5.52	7.46	41.73	2,086.29	106.67	5,333.29
4.2.4.8	Tendido de Conductores de 3#350 MCM + 3#3AWG (Ground), EPR DURALOX, Power Shielded, Aluminium Armor	m	220.00	1.50		35.62	11.21		46.83	10,302.60	17.36	3.36	3.98	5.38	30.09	6,619.71	76.92	16,922.31
4.2.4.9	Tendido de Conductores de 3#2/0 AWG + 1#6AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	860.00	0.75		17.80	5.61		23.41	20,132.60	8.68	1.68	1.99	2.69	15.04	12,935.76	38.45	33,068.36
4.2.4.10	Tendido de Conductores de 3#1 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	210.00	0.48		11.40	3.59		14.99	3,147.90	5.56	1.08	1.27	1.72	9.63	2,022.61	24.62	5,170.51
4.2.4.11	Tendido de Conductores de 3#2 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	374.00	0.45		10.69	3.36		14.05	5,254.70	5.21	1.01	1.19	1.61	9.03	3,376.29	23.08	8,630.99
4.2.4.12	Tendido de Conductores de 3#4 AWG + 1#6AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	1,200.00	0.43		10.21	3.21		13.42	16,104.00	4.98	0.96	1.14	1.54	8.62	10,347.27	22.04	26,451.27
4.2.4.13	Tendido de Conductores de 3#12 AWG + 1#12AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	3,300.00	0.26		6.18	1.94		8.12	26,796.00	3.01	0.58	0.69	0.93	5.22	17,217.18	13.34	44,013.18
4.2.4.14	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#350 MCM	und	8.00	9.00		223.22	31.54		254.76	2,038.08	94.47	18.30	21.66	29.27	163.69	1,309.52	418.45	3,347.60
4.2.4.15	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#2/0 AWG+G	und	8.00	4.80		124.23	14.52		138.75	1,110.00	51.45	9.97	11.79	15.94	713.21	227.90	1,823.21	
4.2.4.16	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#1 AWG+G	und	6.00	3.60		93.17	10.89		104.06	624.36	38.59	7.47	8.85	11.42	63.89	255.55	163.32	653.27
4.2.4.17	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#2 AWG+G	und	4.00	3.44		89.03	10.40		99.43	397.72	36.87	7.14	8.45	11.42	63.89	255.55	163.32	653.27
4.2.4.18	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#4 AWG+G	und	32.00	3.20		82.82	9.68		92.50	2,960.00	34.30	6.64	7.86	10.63	59.43	1,901.88	151.93	4,861.88
4.2.4.19	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#12 AWG+G	und	180.00	1.60		41.41	4.84		46.25	8,325.00	17.15	3.32	3.93	5.31	29.72	5,349.04	75.97	13,674.04
4.2.4.20	Identificación, tagueado y pintado tuberías eléctricas (fuerza, control e instrumentación) según DS-055-2010	gib	1.00	54.04		1,333.75	420.92		1,754.67	1,754.67	650.65	126.03	149.15	201.60	1,127.42	1,127.42	2,882.09	2,882.09
<b>4.3</b>	<b>AREA 3: Acometida Eléctrica</b>																	
<b>4.3.1</b>	<b>Equipos Eléctricos</b>																	
4.3.1.1	Montaje y conexionado de Switch Gear NX PLUS C 7.2 KV - Siemens	und	1.00	230.00		6,004.19	1,942.40		7,946.59	7,946.59	2,946.66	570.75	675.49	913.00	5,105.91	5,105.91	13,052.50	13,052.50
4.3.1.2	Montaje y conexionado de Variadores de Frecuencia de 3550 HP, 6KV	und	2.00	110.00		2,871.57	928.97		3,800.54	7,601.08	1,409.27	272.97	323.06	436.65	2,441.95	4,883.91	6,242.49	12,484.99
4.3.1.3	Montaje y conexionado de Variadores de Frecuencia de 250 HP, 0.480KV	und	1.00	85.00		2,218.94	717.84		2,936.78	2,936.78	1,088.98	210.93	249.64	337.41	1,886.96	1,886.96	4,823.74	4,823.74
4.3.1.4	Montaje y conexionado de Variadores de Frecuencia de 75 HP, 0.480KV	und	1.00	55.00		1,435.78	464.49		1,900.27	1,900.27	704.64	136.48	161.53	218.33	1,220.98	1,220.98	3,121.25	3,121.25
4.3.1.5	Marshalling, tagueado y conexionado en Switch Gear Nuevo (VCBF-303)	und	1.00	12.00		313.26	101.34		414.60	414.60	153.74	29.78	35.24	47.63	266.39	266.39	680.99	680.99
4.3.1.6	Montaje, instalación y conexionado de Centro de Control de Motores 5820-MCC-03 y 5820-MCC-04	und																



Anexo F, Presupuesto detallado

ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					COSTO DIRECTO TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO INDIRECTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.	
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL + FIN.	P.U.I. S/.				
					B	C	D	E	F=B+C+D+E		G	H	I	J	K=G+H+I+J				
4.3.4.5	Tendido de cable de cobre desnudo #4/0 AWG	m	36.00	0.27		6.67	0.58			7.25	261.00	2.69	0.52	0.62	0.83	4.66	167.70	11.91	428.70
4.3.4.6	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 3/4"	m	50.00	1.25		30.85	9.74			40.59	2,029.50	15.05	2.92	3.45	4.66	26.08	1,304.01	66.67	3,333.51
4.3.4.7	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	15.00	1.33		32.82	10.36			43.18	647.70	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	416.17	70.92	1,063.87
4.3.4.8	Tendido de Conductores de 3#500 MCM + 3x#3AWG (Ground), EPR DURALOX, Power Shielded, Aluminium Armor	m	100.00	1.40		33.24	10.47			43.71	4,371.00	16.21	3.14	3.72	5.02	28.08	2,808.49	71.79	7,179.49
4.3.4.9	Tendido de Conductores de 3#350 MCM + 3x#3AWG (Ground), EPR DURALOX, Power Shielded, Aluminium Armor	m	1,650.00	1.50		36.77	15.23			52.00	85,800.00	19.28	3.73	4.42	5.97	33.41	55,128.89	85.41	140,928.89
4.3.4.10	Tendido de Conductores de 3#2/0 AWG + 1#6AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	40.00	0.75		17.80	5.61			23.41	936.40	8.68	1.68	1.99	2.69	15.04	601.66	38.45	1,538.06
4.3.4.11	Tendido de Conductores de 3#1 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	20.00	0.48		11.40	3.59			14.99	299.80	5.56	1.08	1.27	1.72	9.63	192.63	24.62	492.43
4.3.4.12	Tendido de Conductores de 3#2 AWG + 1#2AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	95.00	0.45		10.69	3.36			14.05	1,334.75	5.21	1.01	1.19	1.61	9.03	857.61	23.08	2,192.36
4.3.4.13	Tendido de Conductores de 3#4 AWG + 1#6AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	240.00	0.43		10.21	3.21			13.42	3,220.80	4.98	0.96	1.14	1.54	8.62	2,069.45	22.04	5,290.25
4.3.4.14	Tendido de Conductores de 3#12 AWG + 1#12AWG (Ground), TECK 90 (CSA) ARMOR	m	360.00	0.26		6.18	1.94			8.12	2,923.20	3.01	0.58	0.69	0.93	5.22	1,878.24	13.34	4,801.44
4.3.4.15	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#500 MCM	und	4.00	7.20		178.58	25.23			203.81	815.24	75.57	14.64	17.32	23.42	130.95	523.81	334.76	1,339.05
4.3.4.16	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#2/0 AWG+G	und	2.00	4.80		124.23	14.52			138.75	277.50	51.45	9.97	11.79	15.94	89.15	178.30	227.90	455.80
4.3.4.17	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#1 AWG+G	und	4.00	3.60		93.17	10.89			104.06	416.24	38.59	7.47	8.85	11.96	66.86	267.45	170.92	683.69
4.3.4.18	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#2 AWG+G	und	4.00	3.44		89.03	10.40			99.43	387.72	36.87	7.14	8.45	11.42	63.89	255.55	163.32	653.27
4.3.4.19	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#4 AWG+G	und	8.00	3.20		82.82	9.68			92.50	740.00	34.30	6.64	7.86	10.63	59.43	475.47	151.93	1,215.47
4.3.4.20	Montaje de Armored Cable Fitting - Type JAG (Jacketed, Armored, Gasketed) para 3#12 AWG+G	und	40.00	1.60		41.41	4.84			46.25	1,850.00	17.15	3.32	3.93	5.31	29.72	1,188.68	75.97	3,038.68
4.3.4.21	Identificación, tagueado y pintado tuberías eléctricas (fuerza, control e instrumentación) según DS-055-2010	glb	1.00	920.96		22,729.99	7,173.42			29,903.41	29,903.41	11,088.42	2,147.76	2,541.92	3,435.67	19,213.77	19,213.77	49,117.18	49,117.18
<b>V</b>	<b>OBRAS INSTRUMENTACIÓN</b>																		
<b>5.1</b>	<b>AREA 1: HPGR y Edificio</b>																		
<b>5.1.1</b>	<b>Equipos de Instrumentación</b>																		
5.1.1.1	Montaje, Instalación y Conexión de Switch de Proximidad	und	17.00	19.00		529.60	605.61			1,135.21	19,298.57	420.94	81.53	96.50	130.43	729.40	12,399.87	1,864.61	31,698.44
5.1.1.2	Montaje, Instalación y Conexión de Switch de Nivel	und	4.00	25.00		696.84	796.85			1,493.69	5,974.76	553.87	107.28	126.97	171.61	959.74	3,838.95	2,453.43	9,813.71
5.1.1.3	Montaje, Instalación y Conexión de Limit Switch	und	6.00	18.00		501.73	573.73			1,075.46	6,452.76	398.79	77.24	91.42	123.56	691.01	4,146.08	1,766.47	10,598.84
5.1.1.4	Montaje, Instalación y Conexión de Switch de Temperatura	und	2.00	18.00		501.73	573.73			1,075.46	2,150.92	398.79	77.24	91.42	123.56	691.01	1,382.03	1,766.47	3,532.95
5.1.1.5	Montaje, Instalación y Conexión de Switch de Presión	und	4.00	20.00		557.47	637.48			1,194.95	4,779.80	443.10	85.83	101.58	137.29	767.79	3,071.15	1,962.74	7,850.95
5.1.1.6	Montaje, Instalación y Conexión de Sensor de Vibración	und	5.00	22.00		613.22	701.23			1,314.45	6,572.25	487.41	94.41	111.73	151.02	844.57	4,222.85	2,159.02	10,795.10
5.1.1.7	Montaje, Instalación y Conexión de Sensor de Temperatura RTD	und	25.00	17.00		473.85	541.86			1,015.71	25,392.75	376.63	72.95	86.34	116.70	652.62	16,315.55	1,668.33	41,708.30
5.1.1.8	Montaje, Instalación y Conexión de Sensor de Velocidad	und	2.00	20.00		557.47	637.48			1,194.95	2,389.90	443.10	85.83	101.58	137.29	767.79	1,535.58	1,962.74	3,925.48
5.1.1.9	Montaje, Instalación y Conexión de Celda de Carga	und	2.00	30.00		836.21	956.22			1,792.43	3,584.86	664.65	128.74	152.36	205.94	1,151.69	2,303.37	2,944.12	5,888.23
5.1.1.10	Montaje, Instalación y Conexión de Valvula Solenoide	und	16.00	34.00		947.70	1,083.72			2,031.42	32,502.72	753.27	145.90	172.68	233.39	1,305.24	20,883.90	3,336.66	53,386.62
5.1.1.11	Montaje, Instalación y Conexión de Transmisor de Posición	und	4.00	35.00		975.58	1,115.59			2,091.17	8,364.68	775.42	150.19	177.76	240.26	1,343.64	5,374.54	3,434.81	13,739.22
5.1.1.12	Montaje, Instalación y Conexión de Transmisor de Vibración	und	3.00	28.00		780.47	892.47			1,672.94	5,018.82	620.34	120.16	142.21	192.21	1,074.91	3,224.73	2,747.85	8,243.55
5.1.1.13	Montaje, Instalación y Conexión de Transmisor de Presión	und	4.00	28.00		780.47	892.47			1,672.94	6,691.76	620.34	120.16	142.21	192.21	1,074.91	3,224.73	2,747.85	10,991.40
5.1.1.14	Montaje, Instalación y Conexión de Transmisor de Peso	und	2.00	34.00		947.70	1,083.72			2,031.42	4,062.84	753.27	145.90	172.68	233.39	1,305.24	2,610.49	3,336.66	6,673.33
5.1.1.15	Montaje, Instalación y Conexión de Heater	und	4.00	12.00		334.48	382.49			716.97	2,867.88	265.86	51.50	60.95	82.37	460.67	1,842.69	1,177.64	4,710.57
<b>5.1.2</b>	<b>Fabricación y Montaje de Soportes</b>																		
5.1.2.1	Fabricación de Estructura Liviana	kg	600.00	0.42		10.32	1.45			11.77	7,062.00	4.36	0.85	1.00	1.35	7.56	4,537.53	19.33	11,599.53
5.1.2.2	Montaje de Estructura Liviana	kg	600.00	0.08		1.96	0.28			2.24	1,344.00	0.83	0.16	0.19	0.26	1.44	863.56	3.68	2,207.56
<b>5.1.3</b>	<b>Gabinetes, Paneles y Cajas de Paso</b>																		
5.1.3.1	Montaje, Instalación y Conexión de Paneles de Operación	und	2.00	30.00		811.23	267.43			1,078.66	2,157.32	399.98	77.47	91.69	123.93	693.07	1,386.14	1,771.73	3,543.46
5.1.3.2	Montaje, Instalación y Conexión de Tablero de Instrumentación	und	10.00	40.00		1,081.64	356.58			1,438.22	14,382.20	533.30	103.30	122.26	165.24	924.10	9,240.96	2,362.32	23,623.16
<b>5.1.4</b>	<b>Bandejas Metálicas, Tuberías R.G.S., Conduit Flexible</b>																		
5.1.4.1	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 36"x6"x10"	m	80.00	5.20		128.34	45.32			173.66	13,892.80	64.39	12.47	14.76	19.95	111.58	8,926.51	285.24	22,819.31
5.1.4.2	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 24"x6"x10"	m	60.00	4.00		98.72	34.86			133.58	8,014.80	49.53	9.59	11.35	15.35	85.83	5,149.73	219.41	13,164.53
5.1.4.3	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 12"x6"x10"	m	140.00	2.67		65.90	23.27			89.17	12,483.80	33.06	6.40	7.58	10.24	57.29	8,021.19	146.46	20,504.99
5.1.4.4	Tendido de cable de cobre desnudo #2/0 AWG	m	140.00	0.29		7.16	0.63			7.79	1,090.60	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	700.74	12.80	1,791.34
5.1.4.5	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 3/4"	m	90.00	1.25		30.85	9.74			40.59	3,653.10	15.05	2.92	3.45	4.66	26.08	2,347.22	66.67	6,000.32
5.1.4.6	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	90.00	1.33		32.82	10.36			43.18	3,886.20	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	2,496.99	70.92	6,383.19
5.1.4.7	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1-1/2"	m	60.00	1.43		35.29	11.14			46.43	2,785.80	17.22	3.33	3.95	5.33	29.83	2,496.99	70.92	6,383.19
5.1.4.8	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 2"	m	90.00	2.00		49.36	15.58			64.94	5,844.60	24.08	4.66	5.52	7.46	41.73	3,755.32	106.67	9,599.92
5.1.4.9	Montaje de Conduit Flexible de 3/4"	m	60.00	0.50		12.53	2.30			14.83	889.80	5.50	1.07	1.26	1.70	9.53	571.72	24.36	1,461.52
5.1.4.10	Identificación, tagueado y pintado tuberías eléctricas (fuerza, control e instrumentación) según DS-055-2010	glb	1.00	221.49		5,466.54	1,725.20			7,191.74	7,191.74	2,666.75	516.54	611.33	826.27	4,620.89	4,620.89	11,812.63	11,812.63
<b>5.1.5</b>	<b>Cables de Instrumentación, Comunicación y Control y Accesorios</b>																		
5.1.5.1	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de control de 03/C # 14 AWG Tipo ARMOR	m	1,000.00	0.13		3.11	0.97			4.08	4,080.00	1.51	0.29	0.35	0.47	2.62	2,621.51	6.70	6,701.51
5.1.5.2	Tendido, cableado, conexión y																		



ITEM	PARTIDAS	UND	CANT	HH-Unit	COSTO UNITARIO DIRECTO S/.					COSTO DIRECTO TOTAL S/.	COSTO UNITARIO INDIRECTO S/.					COSTO INDIRECTO TOTAL S/.	PU S/.	PRECIO TOTAL S/.
					MATERIAL	LABOR	EQ. CONST.	SUBCONT.	P.U. S/.		SUPERV.	SEGUR.	G.G.	UTIL + FIN	P.U.I. S/.			
					B	C	D	E	F=B+C+D+E		G	H	I	J	K=G+H+I+J			
5.2.2.1	Fabricación de Estructura Liviana	kg	900.00	0.42		10.32	1.45		11.77	10,593.00	4.36	0.85	1.00	1.35	7.56	6,806.30	19.33	17,399.30
5.2.2.2	Montaje de Estructura Liviana	kg	900.00	0.08		1.96	0.28		2.24	2,016.00	0.83	0.16	0.19	0.26	1.44	1,295.34	3.68	3,311.34
5.2.3	<b>Gabinetes, Paneles y Cajas de Paso</b>																	
5.2.3.1	Montaje, Instalación y Conexión de Gabinete de Control	und	5.00	36.00		973.47	320.92		1,294.39	6,471.95	479.97	92.97	110.03	148.72	831.68	4,158.41	2,126.07	10,630.36
5.2.3.2	Montaje, Instalación y Conexión de Caja de Paso	und	20.00	8.00		207.05	44.41		251.46	5,029.20	93.24	18.06	21.38	28.89	161.57	3,231.40	413.03	8,260.60
5.2.3.3	Montaje, Instalación y Conexión de Tablero de Instrumentación	und	11.00	40.00		1,081.64	356.58		1,438.22	15,820.42	533.30	103.30	122.26	165.24	924.10	10,165.06	2,362.32	25,985.48
5.2.4	<b>Bandejas Metálicas, Tuberías R.G.S., Conduit Flexible</b>																	
5.2.4.1	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 24"x6"x10"	m	260.00	4.00		98.72	34.86		133.58	34,730.80	49.53	9.59	11.35	15.35	85.83	22,315.51	219.41	57,046.31
5.2.4.2	Tendido de Cable de Cobre Desnudo #2/0 AWG	m	400.00	0.29		7.16	0.63		7.79	3,116.00	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	2,002.12	12.80	5,118.12
5.2.4.3	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 3/4"	m	400.00	1.25		30.85	9.74		40.59	16,236.00	15.05	2.92	3.45	4.66	26.08	10,432.08	66.67	26,668.08
5.2.4.4	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	400.00	1.33		32.82	10.36		43.18	17,272.00	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	11,097.74	70.92	28,369.74
5.2.4.5	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1-1/2"	m	400.00	1.43		35.29	11.14		46.43	18,572.00	17.22	3.33	3.95	5.33	29.83	11,933.03	76.26	30,505.03
5.2.4.6	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 2"	m	400.00	2.00		49.36	15.58		64.94	25,976.00	24.08	4.66	5.52	7.46	41.73	16,690.30	106.67	42,666.30
5.2.4.7	Montaje de Conduit Flexible de 3/4"	m	400.00	0.50		12.53	2.30		14.83	5,932.00	5.50	1.07	1.26	1.70	9.53	3,811.48	24.36	9,743.48
5.2.4.8	Identificación, tagueado y pintado tuberías eléctricas (fuerza, control e instrumentación) según DS-055-2010	gib	1.00	1,076.80		26,576.24	8,387.27		34,963.51	34,963.51	12,964.75	2,511.20	2,972.05	4,017.04	22,465.03	22,465.03	57,428.54	57,428.54
5.2.5	<b>Cables de Instrumentación, Comunicación y Control y Accesorios</b>																	
5.2.5.1	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de control de 03/C # 14 AWG Tipo ARMOR	m	2,500.00	0.13		3.11	0.97		4.08	10,200.00	1.51	0.29	0.35	0.47	2.62	6,553.78	6.70	16,753.78
5.2.5.2	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de control de 05/C # 14 AWG Tipo ARMOR	m	1,000.00	0.13		3.11	0.97		4.08	4,080.00	1.51	0.29	0.35	0.47	2.62	2,621.51	6.70	6,701.51
5.2.5.3	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de control de 18/C # 14 AWG Tipo ARMOR	m	1,500.00	0.16		3.82	1.20		5.02	7,530.00	1.86	0.36	0.43	0.58	3.23	4,838.23	8.25	12,368.23
5.2.5.4	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de control de 8T # 16 AWG Tipo ARMOR	m	1,000.00	0.14		3.34	1.05		4.39	4,390.00	1.63	0.32	0.37	0.50	2.82	2,820.70	7.21	7,210.70
5.2.5.5	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de instrumentación de 2P # 16 AWG Tipo ARMOR	m	1,600.00	0.17		4.06	1.27		5.33	8,528.00	1.98	0.38	0.45	0.61	3.42	5,479.48	8.75	14,007.48
5.2.5.6	Tendido, cableado, conexión y tagueado de cable de fuerza 1-3/C#12AWG+G TECK90 ARMOR	m	1,000.00	0.13		3.11	0.97		4.08	4,080.00	1.51	0.29	0.35	0.47	2.62	2,621.51	6.70	6,701.51
5.3	<b>AREA 3: Acometida Eléctrica</b>																	
5.3.1	<b>Fabricación y Montaje de Soportes</b>																	
5.3.1.1	Fabricación de Estructura Liviana	kg	300.00	0.42		10.32	1.45		11.77	3,531.00	4.36	0.85	1.00	1.35	7.56	2,268.77	19.33	5,799.77
5.3.1.2	Montaje de Estructura Liviana	kg	300.00	0.08		1.96	0.28		2.24	672.00	0.83	0.16	0.19	0.26	1.44	431.78	3.68	1,103.78
5.3.2	<b>Gabinetes, Paneles y Cajas de Paso</b>																	
5.3.2.1	Montaje, Instalación y Conexión de Gabinete de Control (PLC)	und	2.00	140.00		3,785.73	1,248.03		5,033.76	10,067.52	1,866.56	361.54	427.89	578.34	3,234.33	6,468.66	8,268.09	16,536.18
5.3.2.2	Montaje, Instalación y Conexión de Panel de Distribución	und	2.00	70.00		1,892.86	624.02		2,516.88	5,033.76	933.28	180.77	213.95	289.17	1,617.17	3,234.33	4,134.05	8,268.09
5.3.2.3	Montaje, Instalación y Conexión de Tablero de Transferencia	und	1.00	50.00		1,352.05	445.72		1,797.77	1,797.77	666.63	129.12	152.82	206.55	1,155.12	1,155.12	2,952.89	2,952.89
5.3.2.4	Montaje, Instalación y Conexión de Transformador de 30 KVA	und	1.00	36.00		889.11	344.71		1,233.82	1,233.82	457.51	88.62	104.88	141.76	792.76	792.76	2,026.58	2,026.58
5.3.2.5	Montaje, Instalación y Conexión de Teléfono	und	1.00	3.00		78.32	27.16		105.48	105.48	39.11	7.58	8.97	12.12	67.77	67.77	173.25	173.25
5.3.2.6	Montaje, Instalación y Conexión de UPS, Banco de Baterías y Transformador de Aislamiento	und	1.00	48.00		1,253.05	405.37		1,658.42	1,658.42	614.96	119.11	140.97	190.54	1,065.58	1,065.58	2,724.00	2,724.00
5.3.3	<b>Bandejas Metálicas, Tubería R.G.S., Cableados y Accesorios</b>																	
5.3.3.1	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 36"x6"x10"	m	135.00	5.20		128.34	45.32		173.66	23,444.10	64.39	12.47	14.76	19.95	111.58	15,063.49	285.24	38,507.59
5.3.3.2	Montaje de Bandejas Metálicas Tipo Escalera de 24"x6"x10"	m	10.00	4.00		98.72	34.86		133.58	1,335.80	49.53	9.59	11.35	15.35	85.83	858.29	219.41	2,194.09
5.3.3.3	Tendido de cable de cobre desnudo #2/0 AWG	m	145.00	0.29		7.16	0.63		7.79	1,129.55	2.89	0.56	0.66	0.90	5.01	725.77	12.80	1,855.32
5.3.3.4	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 1"	m	180.00	1.33		32.82	10.36		43.18	7,772.40	16.01	3.10	3.67	4.96	27.74	4,993.98	70.92	12,766.38
5.3.3.5	Montaje de Tubería Conduit Rigid (R.G.S.) de 2"	m	180.00	2.00		49.36	15.58		64.94	11,689.20	24.08	4.66	5.52	7.46	41.73	7,510.64	106.67	19,199.84
5.3.3.6	Identificación, tagueado y pintado tuberías eléctricas (fuerza, control e instrumentación) según DS-055-2010	gib	1.00	83.16		2,155.78	612.51		2,768.29	2,768.29	1,026.50	198.83	235.32	318.05	1,778.70	1,778.70	4,546.99	4,546.99
5.3.4	<b>Cables de Instrumentación, Comunicación y Control y Accesorios</b>																	
5.3.4.1	Tendido, Cableado, Conexión y tagueado de Cable de Comunicación STP Categoría 6	m	500.00	0.12		2.87	0.90		3.77	1,885.00	1.40	0.27	0.32	0.43	2.42	1,211.17	6.19	3,096.17
5.3.4.2	Tendido, Cableado, Conexión y tagueado de Cable de Comunicación Modbus de 3 hilos Belden	m	500.00	0.12		2.87	0.90		3.77	1,885.00	1.40	0.27	0.32	0.43	2.42	1,211.17	6.19	3,096.17
5.3.4.3	Tendido, Cableado y Conexión y tagueado de Cable de Fibra Óptica Monomodo de 12 fibras para comunicación	m	2,000.00	0.19		4.54	1.42		5.96	11,920.00	2.21	0.43	0.51	0.68	3.83	7,658.93	9.79	19,578.93
5.3.4.4	Tendido, Cableado, Conexión y tagueado de Cable de Red Profibus-DP	m	500.00	0.11		2.63	0.82		3.45	1,725.00	1.28	0.25	0.29	0.40	2.22	1,108.36	5.67	2,833.36
5.3.4.5	Tendido, Cableado, Conexión y tagueado de cable de fuerza de 03/C # 2/0 AWG Tipo ARMOR	m	500.00	0.48		11.46	3.60		15.06	7,530.00	5.58	1.08	1.28	1.73	9.68	4,838.23	24.74	12,368.23
5.3.4.6	Tendido, Cableado, Conexión y tagueado de cable de fuerza de 03/C # 4/0 AWG Tipo ARMOR	m	1,000.00	0.80		19.10	6.00		25.10	25,100.00	9.31	1.80	2.13	2.88	16.13	16,127.45	41.23	41,227.45