

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**MONTAJE DE UN MOLINO BOLAS DE 26´X 40.5´ PARA EL
PROYECTO ANTAPACCAY**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

ROJAS CORDOVA, JUAN JOSE

PROMOCION 2009 - II

**LIMA-PERU
2013**

CONTENIDO

	Pág.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 2	
DESCRIPCIÓN DE MOLINOS	5
2.1 CLASIFICACIÓN DE MOLINOS	5
2.1.1 <u>Según la molienda</u>	5
2.1.2 <u>Según el tipo de procedimiento de elementos de molienda</u>	6
2.1.3 <u>Según los medios de molienda</u>	10
2.2 PARÁMETROS DE LOS SISTEMA DE MOLIENDA	13
CAPÍTULO 3	
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO	25

CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MONTAJE DE

MOLINOS 26

4.1 PERNOS SPC-4 26

4.1.1 Componentes del equipo de elongación de pernos SPC-4 27

4.1.2 Cuidado de los pernos SPC-4 27

4.2 CABESTRANTES 28

4.2.1 Montaje de cabestrantes 28

4.2.2 Instalación de cable metálico 30

4.2.3 Suministro de aire 32

4.2.4 Comprobaciones iniciales de funcionamiento del cabestrante 36

4.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA EL MONTAJE DE

COMPONENTES DE UN MOLINO 38

4.3.1 Vernier o pie de rey 38

4.3.2 Micrómetro 41

4.3.3 Comparador 47

4.3.4 Nivel de precisión 51

CAPÍTULO 5

INSTALACIÓN DE COMPONENTES DE UN MOLINO BOLAS 53

5.1 INSTALACIÓN DE COMPONENTES FL SMIDTH 53

5.1.1	<u>Instalación de placas de nivelación</u>	53
5.1.2	<u>Instalación de soleplates</u>	59
5.1.3	<u>Instalación de cojinetes principales</u>	71
5.1.4	<u>Cunas o estructura de levantamiento del molino</u>	84
5.1.5	<u>Instalación de shell o casco del molino</u>	87
5.1.6	<u>Instalación de ensamble Tapa-Trunnion</u>	97
5.1.7	<u>Bajada o descenso del molino</u>	110
5.1.8	<u>Giro del molino</u>	117
5.1.9	<u>Instalación del sistema de freno</u>	120
5.1.10	<u>Instalación del sistema de lubricación</u>	128
5.1.11	<u>Instalación de corazas o liner</u>	131
5.1.12	<u>Instalación de trunnion liner</u>	141
5.1.13	<u>Instalación de trunnion magnético</u>	149
5.2	INSTALACIÓN DE COMPONENTES SIEMENS	152
5.2.1	<u>Instalación de soleplate de estator</u>	152
5.2.2	<u>Instalación de estator</u>	164
5.2.3	<u>Instalación de polos</u>	178
5.2.4	<u>Instalación de anillo rozante y anillo sello</u>	186
5.2.5	<u>Instalación de tapas de bobinas</u>	193
5.2.6	<u>Instalación de sellos de estator</u>	200

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

PROTOCOLOS

ANEXOS

PRÓLOGO

La estructura del Informe se adecua sin mayores problemas a todas las personas que trabajen en el rubro minero, pues hablamos de todos los componentes FLSMIDTH, el cual es el proveedor principal, y de los componentes SIEMENS, los cuales son los proveedores del sistema motriz.

También he creído pertinente mencionar los sistemas auxiliares al molino, como el sistema de lubricación y el sistema de freno, pues estos sistemas operan durante la fase de montaje del molino, claro que la energía de alimentación a estos sistemas no son las permanentes, son sólo provisionales.

El propósito de este Informe de Suficiencia, es presentar la secuencia de montaje de los componentes FLSMIDTH y SIEMENS, de un Molino Bolas, pues a pesar que existen molinos de distintos diámetros y largos, los componentes serán similares.

No encontrará el lector en las páginas que siguen ningún procedimiento rígido a la maniobras utilizadas para el montaje de los componentes, sólo mencionaremos las maniobras que utilizamos en el proyecto Antapaccay, pues existen gran variedad de elementos de izaje que podemos utilizar.

El Informe resultará especialmente apropiado para aquellos que se inician en este tipo de labores, aunque seguramente resolverá muchas dudas y dificultades de

personas con experiencia en estos trabajos que no están habituadas a la tarea de escribir sobre sus labores. Porque no es fácil escribir, ni aún para quienes ya tienen una considerable experiencia acumulada. Charles Darwin, que tanto ha influido con sus libros, confesaba al final de su vida: “Todavía tengo la misma dificultad que antes en expresarme clara y concisamente...” [Darwin, Charles, Recuerdos del Desarrollo de mis Ideas y Carácter, Ed. El Laberinto, Barcelona, 1983, pág. 125.]

La secuencia de montaje presentada, es la que realizamos durante la fase de Construcción, no hemos mencionado actividades como calibraciones y pruebas, debido a que dichos trabajos no están contemplados en la fase de construcción, están contempladas en la fase de Pre-operaciones.

No mencionaremos en el presente Informe los costos asociados a todas las actividades ejecutadas durante el montaje de un molino bolas, pues el control que realizamos fue en base a las HH gastadas, teniendo en cuenta que se nos asignaron 30 500 HH, para efectuar todas las actividades asociadas al montaje de un molino bolas.

Muchas son las personas que me han apoyado a lo largo del proyecto Antapaccay, no es posible mencionarlas a todas, por lo extenso que resultaría, así que agradeceremos a todo aquel que haya participado en el Montaje de los Molinos para el Proyecto Antapaccay, pero de manera muy especial, a mi menor hijo Leonardo Rojas, el cual es el motor de mi vida y a mi adorada familia Rojas Córdova.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En este Informe de Suficiencia se presentan los conocimientos adquiridos a lo largo del proyecto Antapaccay (mina a cielo abierto y cuya planta de procesamiento se encuentran a 4.100 metros sobre el nivel del mar, en el distrito de Yauri de la Provincia de Espinar, en la Región Cusco, emplazada en el sur del Perú), siendo el objetivo principal, presentar la secuencia de montaje de los componentes FLSMIDTH y SIEMENS de un molino bolas de 26' x 40.5'.

A partir de este objetivo, se divide la fase de montaje en componentes FLSMIDTH y componentes SIEMENS, los cuales tienen una interrelación, pues hay casos en los cuales que no se puede continuar con el montaje de componentes FLSMIDTH hasta que no se haya culminado el montaje de componentes SIEMENS, o viceversa.

Nuestro alcance dentro del Proyecto Antapaccay fue realizar todos los trabajos asociados al montaje de los componentes mecánicos de un Molino Bolas durante la fase de Construcción, y para el caso de los sistemas auxiliares, sólo cuando estos operaron con energía temporal.

La principal limitación que tenemos es que no se puede continuar con la siguiente etapa hasta que el vendor no haya verificado y aprobado la anterior, la cual se registra en los diferentes protocolos emitidos.

En el segundo capítulo, titulado “Descripción de Molinos Bolas”, mostramos los diferentes tipos de molinos, y los principales parámetros para su funcionamiento, como el nivel de llenado y la velocidad crítica, los cuales son determinantes para el porcentaje de trabajo con respecto a la capacidad, es decir si estamos trabajando a un 50% de capacidad o a un 100%.

En el cuarto capítulo, procuramos que el lector se familiarice con, los pernos SPC-4, los cuales trabajan por elongación y no por torque; con los cabestrantes, equipos muy importantes para los giros del molino, y finalmente los instrumentos de medición más utilizados para el alineamiento y nivelación de los componentes del molino.

Siendo el quinto capítulo, la parte principal de este Informe de Suficiencia, pues detallamos los componentes mecánicos principales del molino, pues no mencionamos componentes relacionados al área eléctrica, instrumentación y al área de tuberías.

Es importante recalcar que los protocolos mencionados, son sólo los principales, como son los protocolos de torque o elongación de pernos, y los protocolos de alineamiento y nivelación, y que hemos dejado de lado los protocolos de lubricación y protocolos de check-list de los equipos, así como los protocolos que se realizan durante la etapa de Pre-operaciones.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE MOLINOS

Los procesos de chancado entregan un tamaño de partículas de 3/8", las cuales deben reducirse aun mas de tamaño hasta alcanzar aproximadamente los 100[μm]. Los aspectos o razones que hacen necesaria esta etapa son:

- Para alcanzar la adecuada liberación del mineral útil.
- Incrementar el área superficial por unidad de masa, de tal forma de acelerar algunos procesos fisicoquímicos.

Dependiendo de la fineza del producto final, la molienda se dividirá a su vez en sub-etapas llamadas primaria, secundaria y terciaria. El equipo más utilizado en molienda es el molino rotatorio, los cuales se especifican en función del Diámetro y Largo en pies (D x L).

2.1 CLASIFICACIÓN DE MOLINOS:

2.1.1 Según la molienda:

a) Molienda Seca:

Genera granos más finos.

Produce un menor desgaste de los revestimientos y medios de molienda.

Adecuada cuando no se quiere alterar el mineral (Ejemplo: sal).

b) Molienda Húmeda:

Menor consumo de energía por tonelada de mineral tratado.

Mejor capacidad de equipo.

Elimina el problema del polvo y el ruido.

Hace posible el uso de ciclones, espirales, harneros para clasificar por tamaño y lograr un adecuado control del proceso.

Hace posible el uso de técnicas simples de manejo y transporte de la corriente de interés en equipos como bombas, tuberías, canaletas, etc.

2.1.2 Según el tipo de procedimiento de elementos de molienda:

- a) Molino de Barras:** Este tipo de molino tiene un casco cilíndrico cuya longitud fluctúa entre 1-1/3 a 3 veces su diámetro. Se utiliza por lo general cuando se desea un producto grueso con muy poco de lama (impurezas). Para tener una adecuada carga de las barras, este contendrá barras de diversos diámetros, desde diámetros grandes hasta aquellas barras que se desgastaron lo suficiente como para ser reemplazadas. Lo usual es cargar inicialmente un molino con barras de diámetros seleccionados. La mayoría de las cargas iniciales contiene barras de 1 ½" a 4" (3,8 a 10,2 cm.) de diámetro, en proporción aproximada a las cantidades estimadas de las partículas más gruesas de la alimentación. En la **Figura 2.1** se aprecia una vista en corte de un molino de barras en posición horizontal, donde además se detalla cada parte de este.

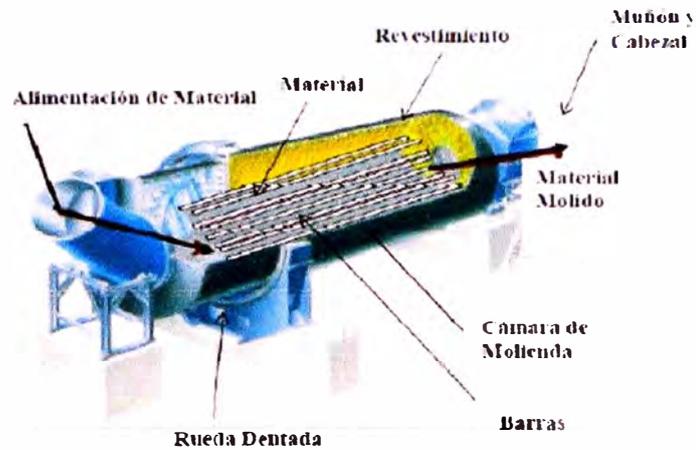


Fig. 2.1 Molino de Barras (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

b) **Molino de Bolas:** El molino de bolas en posición horizontal (ver **Figura 2.2**), análogamente al de barras, está formado por un cuerpo cilíndrico de eje horizontal, que en su interior tiene bolas libres. El cuerpo gira merced al accionamiento de un motor, el cual mueve un piñón que engrana con una corona que tiene el cuerpo cilíndrico.

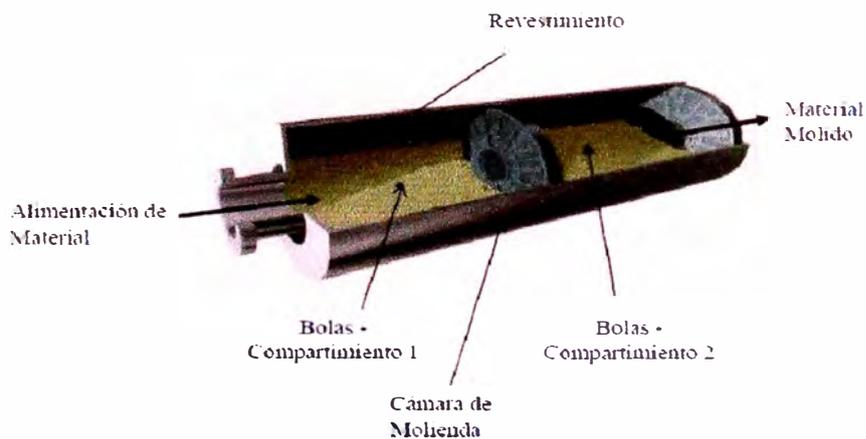


Fig. 2.2 Molino de Bolas (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010)

Las bolas se mueven haciendo el efecto “de cascada” rompiendo el material que se encuentra en la cámara de molienda mediante fricción y percusión. El material a moler ingresa por un extremo y sale por el opuesto. Existen dos formas de descarga: por rebalse (se utiliza para molienda húmeda) y por diafragma (se utiliza para molienda húmeda y molienda seca).

La relación longitud/diámetro se encuentra acotada entre 1/1 y 5/1, los diámetros mayores oscilan entre 3 y 4 metros. La velocidad usual se encuentra entre el 65% y 75% de la crítica, la máxima puede alcanzar hasta el 90%.

El tamaño del material de alimentación (a moler) es función de la dureza del mismo; para material duro, el 80% de la alimentación debe ser menor a 1”. El tamaño de salida es inferior a la malla N° 35.

En lo que respecta a los materiales de recubrimiento interior de la cámara de molienda, y de las bolas, corresponden análogas consideraciones a las de los molinos de barras.

En la Figura 3 se puede ver un molino de bolas instalado y en operación en la Planta Minera de Antamina



Fig. 2.3 Molino de Bolas en operación, Planta Minera Antamina.

c) **Molino de rodillos:** Este tipo de molino en posición vertical., ver **Figura 2.4**, es muy utilizado en las plantas de molienda de cemento (vía seca). El molino consta de tres rodillos moledores grandes, que son mantenidos a presión por medio de cilindros hidráulicos, sobre un mecanismo giratorio con forma de huella. El material a moler se introduce a través de una boca de alimentación ubicada al costado de la estructura principal, y cae directamente en las huellas de molido (pistas).

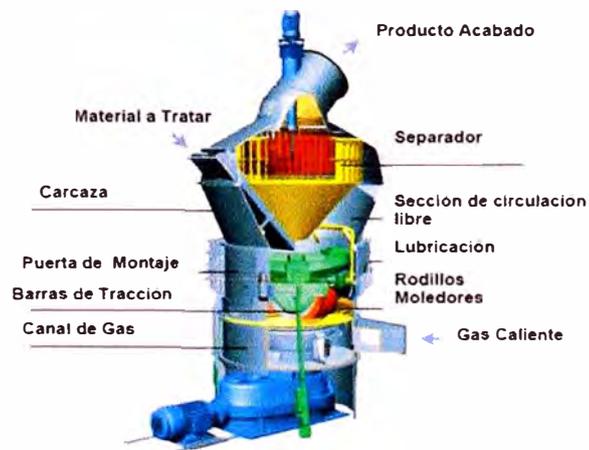


Fig. 2.4 Molino de rodillos (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010)

A medida que el material es molido, se va desplazando por fuerza centrífuga, hacia los bordes del sistema giratorio, ubicándose en el perímetro. Simultáneamente, una corriente lateral de gas caliente entra fuertemente a la zona de molido a través de un anillo que la rodea; por su acción, el material molido es levantado hacia la zona superior de la caja y el producto de medida aceptable pasa a través de un clasificador hacia una puerta de descarga. El material con medida superior, cae nuevamente a la zona de molido para un molido “adicional” y así lograr la reducción requerida. Este molino admite materiales de alimentación de hasta 50 mm (2”). Tiene una capacidad de molienda entre 50 y 100 ton/hora; sin embargo, existen unidades que admiten tamaños de alimentación mayores y por ende tienen mayores capacidades de producción.

El consumo de energía es de alrededor del 50% de la energía consumida por un molino de bolas que realice un trabajo equivalente.

2.1.3 Según los medios de molienda:

a) Molienda AG o autógena: Es la molienda del material por sí mismo.

En minas adecuadas, esta técnica elimina los costosos medios de molienda y puede producir menor porcentaje de finos que la molienda convencional.

Este tipo de molienda reduce en gran forma el consumo de acero ya que se produce el desgaste sólo del revestimiento.

También reduce las etapas de chancado y molienda con respecto a los circuitos convencionales.

En la molienda AG se presenta un tamaño que es demasiado pequeño para ser medio de molienda pero muy grande para ser fracturado por otras rocas. Este es el llamado tamaño crítico y normalmente varía entre $\frac{3}{4}$ " a 2". A este tamaño se le llama Pebbles.

Si este rango de tamaño, es decir; si este material es difícil de fracturar, se empezara a acumular en el interior del molino disminuyendo la capacidad de molienda del equipo, por ende este material deberá pasar por otro proceso de chancado, llamado chancado Pebbles.

b) Molienda SAG ó semi-autógena: El proceso de molienda de mineral está diseñado para reducir el tamaño del mineral chancado/triturado en preparación para el proceso de flotación de concentrado. El proceso de molienda consume energía eléctrica en cantidades extremadamente altas. El molino Primario (SAG) es una fase del proceso de trituración (reducción del tamaño de mineral).

El molino SAG está diseñado como un sistema de circuito cerrado de molienda. Esto significa que las partículas de mineral no pueden abandonar el molino SAG hasta que su tamaño haya sido reducido lo suficiente para permitirles atravesar las parrillas de descarga y los harneros ubicados en el extremo de descarga del molino.

La clasificación de la descarga del molino es realizada por el harnero rotatorio del trómel, Todo el material de mayor tamaño que las

aberturas del harnero se retornan al molino SAG a través de transportadores de retorno (y luego por un chancador de cono o chancador Pebbles) para mayor trituración. Al material que es regresado a un molino de molienda se le llama carga circulante. En la Fig. 2.5 se observa un esquema de funcionamiento del Molino SAG.

El término SAG es un acrónimo para “semiautogenous grinding mill” que significa molino semiautógeno de molienda. El término “autógeno” significa que toda la acción de molienda es realizada por la frotación de mineral en sí. El tamaño de reducción se logra por la acción de la trituración de mineral y molienda de otras partículas de mineral. En los molinos completamente autógenos no existen bolas de molienda de acero. En lo molinos semiautógenos una porción de la molienda es autógena y otra es realizada por las bolas de molienda; de ahí el término “semiautógeno”. Es decir es una combinación de Molienda AG más una carga reducida de bolas (de 6% a 11% del volumen interno del molino).

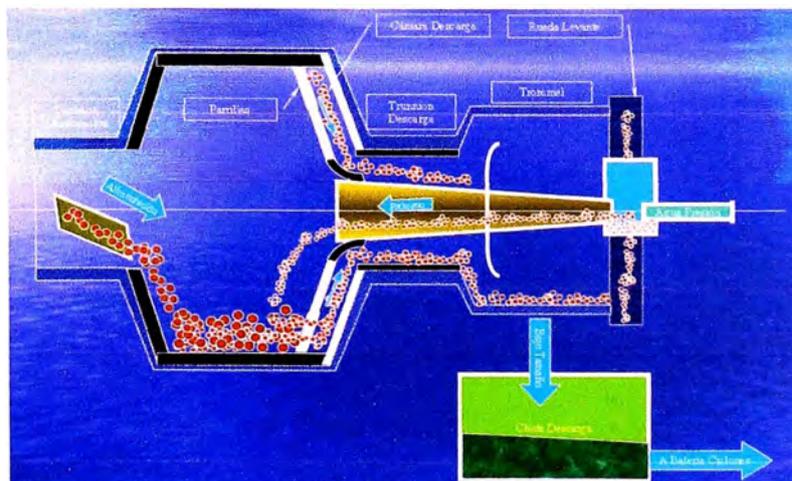


Fig. 2.5 Funcionamiento Molino SAG.

2.2 PARÁMETROS DE LOS SISTEMAS DE MOLIENDA:

a) **Movimiento de la carga de los medios de Molienda en un Molino Horizontal:** Al girar el molino la carga de mineral y medios de molienda son elevados hasta que se logra un equilibrio desde el cual los medios de molienda caen en cascada y catarata sobre la superficie libre de los otros cuerpos (**ver Figura 2.6**).

Los medios de molienda tienen 3 tipos de movimiento:

Rotación alrededor de su propio eje.

Caída en catarata en donde los medios de molienda caen rodando por la superficie de los otros cuerpos.

Caída en cascada que es la caída libre de los medios de molienda sobre el pie de la carga.

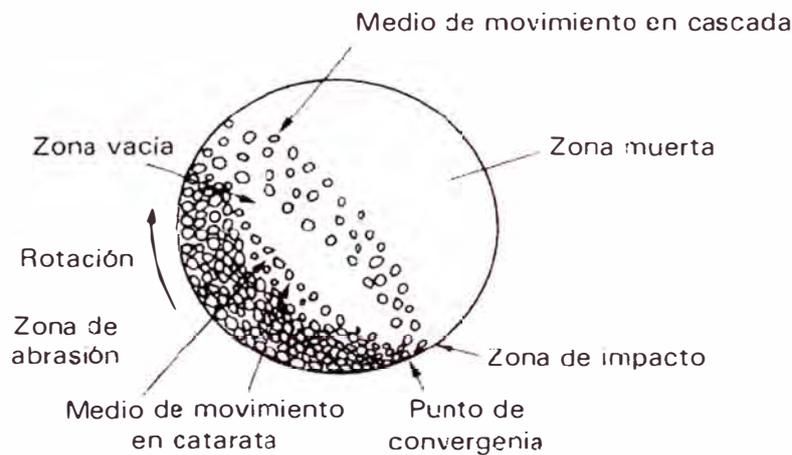


Fig. 2.6 Movimientos de la carga de un Molino de bolas (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010)

- b) **Velocidad Crítica (Nc):** La velocidad crítica es la velocidad mínima a la cual los medios de molienda y la carga centrifugan, es decir, no tienen un movimiento relativo entre sí. La velocidad crítica (Nc) se determina con la siguiente ecuación:

$$N_c = \frac{4.38}{\sqrt{D-d}} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Donde:

Nc: Velocidad Crítica (RPM).

D: Diámetro interno del molino (mm).

d': Diámetro del medio de molienda (mm).

A nivel industrial, los molinos operan a una fracción de la velocidad crítica. Esta fracción se denota por φ_c , y se escribe como:

$$\varphi_c = \frac{\text{Velocidad del molino}}{N_c} \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

El rango común de φ_c a nivel operacional varía entre un 60% a 80%.

Normalmente el efecto de los tamaños de los medios de molienda se puede despreciar para efectos de cálculo de la velocidad crítica.

De acuerdo a la velocidad de giro podemos clasificar la operación del molino bolas en:

Modo normal: El modo de operación normal del Molino sin frenos y sin interlocks externos activos, con o sin sensor de velocidad, con una velocidad variable entre 3.0 y 10.1 RPM, desde un MLCP en Modo local con Selección de velocidad o desde un DCS en Modo remoto.

Modo de avance lento (inching mode): Modo de operación de mantenimiento de Molino, sin frenos, interlocks externos no activos, con o sin sensor de velocidad, con una velocidad fija de 1.0 RPM, únicamente desde un MLCP en Modo local.

Modo de avance muy lento (creeping mode): Modo de operación de mantenimiento de Molino, con frenos, interlocks externos no activos, posible únicamente con sensor de velocidad, con una velocidad fija de 0.3 RPM, únicamente desde un MLCP en Modo local

Modo de balance: Modo de operación especial para poner en balance el Molino luego de operar el Molino en un modo con frenos. El sistema libera el freno y hace que el molino automáticamente entre a una posición balanceada, únicamente desde un MCLP en Modo local.

- c) **Nivel de llenado de Molino (J):** A nivel operacional el grado en que se alimenta la carga de los medios de molienda y de mineral, está definida por el nivel de llenado (J). Este se entiende como: la fracción de volumen interno útil del molino ocupado por el lecho de bolas y mineral (ver **Figura 2.7**).

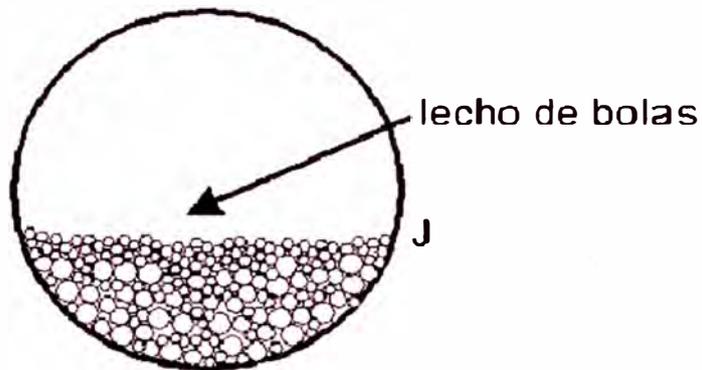


Fig. 2.7 Representación del nivel de llenado de un Molino de bolas (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

El nivel de llenado J se determina a través de la siguiente ecuación:

$$J = \frac{H^2}{D^2} \dots \dots \dots (2.3)$$

Donde:

H: Altura por llenar del molino, ver Figura 2.8 (mm).

D: Diámetro interno de Molino (mm).

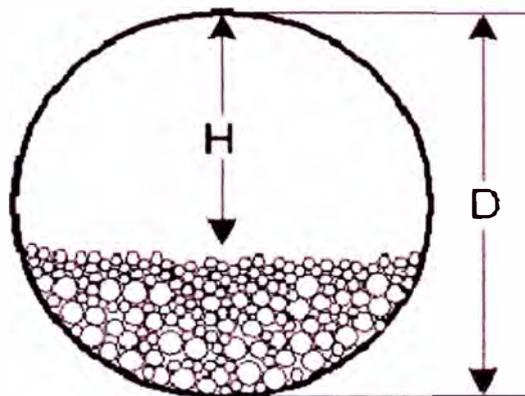


Fig. 2.8 Representación de H y D en un Molino de bolas (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

Comúnmente a nivel industrial, J varía entre 0,25 – 0,45. A nivel operacional en molienda convencional las densidades de pulpa varían entre un 50% a un 70% de sólidos en peso.

- d) Tamaño apropiado de Medios de Molienda (B):** El tamaño del medio de molienda es una variable importante para asegurar un rompimiento de las partículas más grandes. En general, el tamaño de los medios de molienda debe ser estrictamente necesario para realizar la fractura, es decir, mientras mayor sea la partícula, mayor será el tamaño del medio de molienda.

Para el caso en que el medio de molienda sea bolas, el tamaño se determina a través de la siguiente ecuación:

$$B = 0.08579 \left(\frac{F_{80}}{k_b} \right)^{1/2} \left(\frac{\rho_s \times W_I}{\varphi_c \times \sqrt{D}} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Donde:

B: Diámetro del medio de molienda (bolas) (mm).

ρ_s : Gravedad específica del mineral (adimensional).

W_I : Índice de trabajo del mineral (KWh / Ton).

φ_c : Fracción de la velocidad crítica (%).

D: Diámetro del Molino (mm).

F_{80} : Tamaño en micrones del 80% acumulado pasante en la alimentación (μm).

k_b : Constante empírica adimensional.

350 para molino con descarga por rebalse.

330 para molino con descarga por rejilla.

335 para molienda seca y descarga por rejilla.

El tamaño óptimo en la alimentación a un molino de bolas se puede calcular desde la siguiente ecuación:

$$F = \frac{K}{\sqrt{W}} \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Donde:

F: Tamaño óptimo de la alimentación (mm).

K: Índice de trabajo del mineral (KWh / Ton).

Después de un periodo largo de operación, la distribución de tamaño de los medios de molienda abarcara un amplio rango desde el tamaño máximo al tamaño más pequeño. A esta distribución de tamaño se le denomina Carga en Equilibrio, en la práctica esto se encuentra tabulado.

e) **Angulo de levantamiento de la carga (α):** También llamado ángulo dinámico o de apoyo es de gran utilidad para determinar la potencia necesaria para operar el molino. Este se muestra en Figura 2.9:

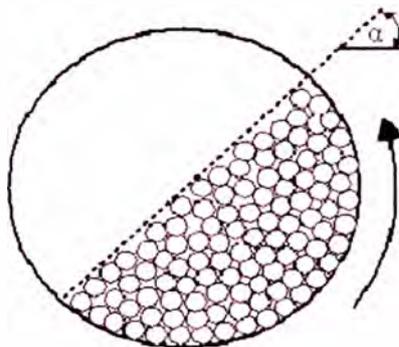


Fig. 2.9 Esquema de ángulo de levantamiento de la carga (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

Donde:

α: corresponde al ángulo de levantamiento de la carga (sexagesimales).

Este ángulo está determinado por las condiciones de operación del molino como son:

Densidad de la pulpa: Lo ideal es que se tenga una alta densidad de la pulpa de alimentación pero que a la vez garantice un flujo fácil a través del molino para que se logren altos ángulos de levantamiento.

Velocidad de Rotación del Molino: A velocidades relativamente bajas o con revestimientos lisos, los medios de molienda tienden a rodar hacia el pie del molino, por lo cual el ángulo de levantamiento de la carga disminuye. Por lo contrario, a velocidades mayores, los medios de molienda tienden a lograr mayores alturas y así el ángulo de levantamiento de la carga aumenta.

Geometría Interna del Molino: El diámetro del molino determina la presión que puede ejercer el medio en las partículas de mena, por eso a una mayor carga se necesita mayor diámetro, para que así aumente el ángulo de levantamiento de la carga.

- f) Demanda de Potencia en los Molinos (P):** Determinar la potencia P necesaria para rotar un molino es una de las variables operacionales de mayor importancia en molienda autógena y se determinara una expresión a partir de la Figura 2.10:

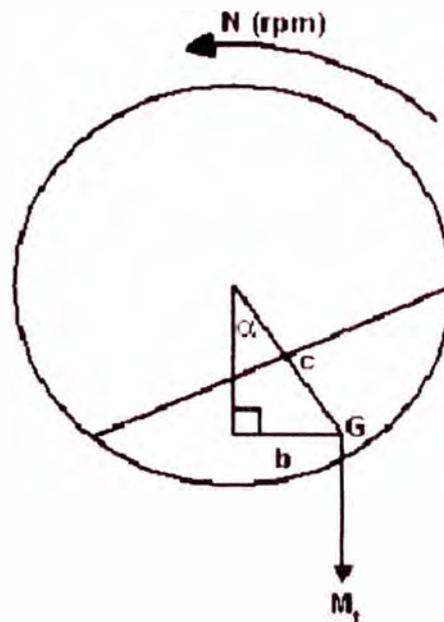


Fig. 10 Esquema de rotación de un molino (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

Para mantener el molino rodando se debe ejercer un torque proporcional al producto entre el peso y la distancia . El punto G es el centro de masa de la carga. El brazo es la distancia entre el centro de masas G y el eje vertical de simetría del molino. Conociendo como varían estas cantidades con las condiciones de operación, se puede saber cómo es afectada la potencia. Se puede establecer lo siguiente:

El producto de entrega el torque necesario para mantener el molino en movimiento.

El brazo aumenta con el ángulo de reposo. En consecuencia cualquier factor que afecta al ángulo alfa afectará del mismo modo a la potencia.

A medida que aumenta el nivel del molino, J_B aumenta y J disminuye. Si el molino se encuentra en vacío, el factor J_B es cero, y si está completamente lleno entonces J es cero, es decir en ambos casos el torque T es cero. Por lo tanto, debe existir entre estos dos extremos un nivel de llenado del molino para el cual la potencia tiene un valor máximo, tal como se muestra en la Figura 2.11:

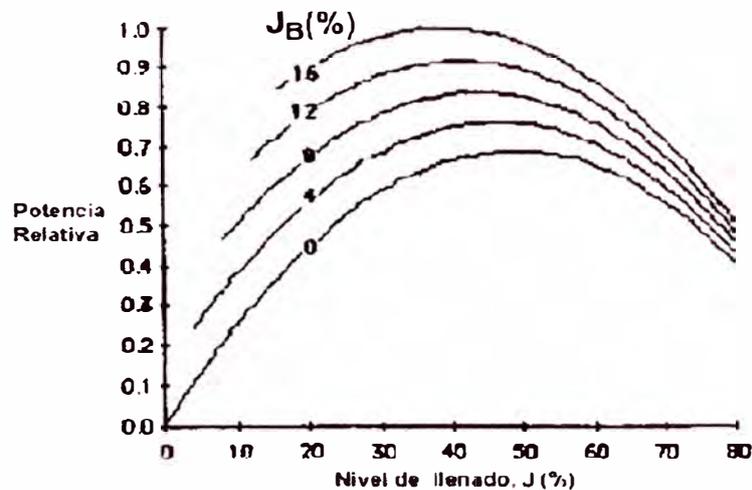


Fig. 2.11 Demanda de potencia de un molino SAG en función del llenado (J) para distintos niveles de carga de bolas () (Guía de asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamiento de Materiales, 2010).

Para un peso W constante, si la carga tiene una mayor densidad ocupará menos volumen y J aumenta con lo cual la potencia se hace mayor.

Para un volumen de llenado constante, si la carga tiene una mayor densidad, J_B aumenta y la potencia crece.

Es importante notar que pequeñas variaciones en la capacidad de levantar la carga, afectaran considerablemente la potencia de molino.

En los dos últimos puntos mencionados, se aprecia la importancia de la densidad de la carga para determinar la potencia del molino (para una carga fija de bolas, la densidad varía con el nivel de llenado).

La potencia relativa se expresa como:

$$Potencia\ relativa = \frac{Potencia\ demandada}{Potencia\ máxima\ con\ J_B=16\%} \dots\dots\dots (2.6)$$

g) **Densidad aparente de la Carga en Molienda SAG (d_c):** Para calcular el peso total de la carga contenida en el molino, se requiere de la densidad aparente de la carga, la que se determina desde la siguiente expresión:

$$d_c = \frac{Masa\ mineral + Masa\ Bolas + Masa\ de\ agua}{Volumen\ aparente\ de\ carga\ en\ molino} \dots\dots\dots (2.7)$$

Se deben establecer las siguientes suposiciones:

- Volumen de la carga es igual al volumen de bolas más el volumen de mineral grueso (mineral grueso > 1/2”).
- El agua y el mineral fino es decir, la pulpa, ocupa una fracción del volumen de intersticios de la carga de bolas y mineral grueso. Esto se debe a que el agua y los finos tienen una baja incidencia pero tienen una alta dificultad para medirse en el interior del molino.

Al obtener el valor de la densidad aparente de una carga en un molino, se puede entonces, determinar el peso de la carga contenida a través de la siguiente ecuación:

$$M_t = d_c \times g \times J_T \times V \dots\dots\dots (2.8)$$

Donde:

M_t : Peso de la carga (N).

d_c : Densidad aparente de la carga (kg/m³).

g : Aceleración de la gravedad ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$).

J_T : Nivel de llenado de molino (%).

V : Volumen útil del molino (m³).

h) Parámetros de operación de un Molino Bolas: La relación de reducción fluctúa entre 2 y 340. La densidad de pulpa varía entre 60% a 85% de sólidos. Valores por debajo de 65% de sólidos son excepcionales.

El tiempo perdido no debe exceder del 1%, la causa principal es el cambio de soleras. Los ítems principales del costo son la energía eléctrica y las soleras. El consumo de energía depende del diámetro del molino, de la carga de bolas, de la velocidad de rotación y del estado de las soleras.

Si la velocidad de operación (rotación) está entre el 75% y el 80% de la velocidad crítica, la potencia requerida puede calcularse en base al peso de la carga de bolas y al diámetro del molino, de acuerdo a las siguientes relaciones aproximadas:

10 Hp por tonelada de bolas para molinos con diámetro de 1.828 m
(6 pies).

11 Hp por tonelada de bolas para molinos con diámetro de 2.438 m
(8 pies).

12 Hp por tonelada de bolas para molinos con diámetro de 3.048 m
(10 pies).

Características:

La alimentación que procesan es de un 80% - 5 [mm] a 80% - 2 [mm].

El producto que entregan es de un 80% -0.5 [mm] a 80% -75 [μ m].

Trabajan generalmente en húmedo con pulpas entre 65% y 80% de sólidos.

El tamaño de las Bolas varía entre 2" - 5" y en la etapa de remolienda entre 1" - 2"

Su razón L/D varía entre 1 - 2 (cuando L/D varía entre 3 - 5, corresponde a molino de tubo, en ese caso se pueden dividir en varios compartimientos con distintos medios de molienda).

El nivel de llenado (J) es de 40% - 45% con un máximo permisible de 50%.

Consumo de acero varia de 0.1 - 1[kg/ton] de mineral.

Su Velocidad de Rotación suele estar entre 70% - 80% de la velocidad crítica.

CAPÍTULO 3

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

Con el desarrollo de la minería en el Perú observamos que mucho personal extranjero llega a nuestro país pues cuenta con mayor experiencia en el rubro minero especialmente en lo referente al montaje de molinos, por ende presentando la secuencia de montaje de los componentes FLSMIDTH y SIEMENS de un Molino, así como explicando cada trabajo asociado a todas las actividades, tendremos una base teórica para realizar dichas actividades.

CAPÍTULO 4

DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MONTAJE DE MOLINOS

4.1 PERNOS SPC-4:

Son pernos con indicador de tensión que permite al operador instalar o ensamblar con confianza y seguridad. Por medio de un monitor digital de batería y una sonda conectada al disco ubicado en la cabeza del tornillo, el operador puede monitorear constantemente la tensión del tornillo sin importar si el ensamble es estático o dinámico, ver figura 4.1.

Es decir es un perno inteligente, capaz de medir en forma instantánea, a través del estiramiento, el porcentaje del límite elástico al cual está trabajando éste.

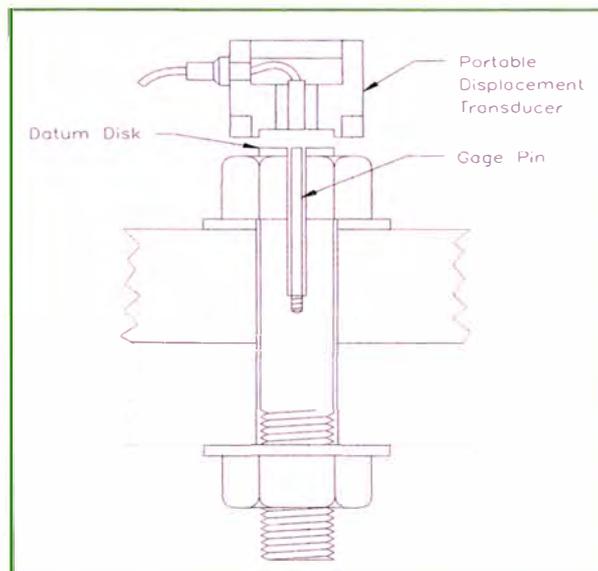


Fig. 4.1 Perno SPC-4 (Uniones apernadas críticas PROTORQ).

4.1.1 Componentes del equipo de elongación de pernos SPC-4: Se debe tener conocimiento que los componentes que se utilizaran durante el trabajo, son los siguientes:

Caja control de alimentación modelo SPC 4-424^a.

Cable de comunicación.

Lectores modelo SPC 4-424^a.

Bombas hidráulicas.

Llaves de torque hidráulica.

Transductor.

Pernos Valley Forge SPC 4.

Patrón de verificación Valley Forge.

4.1.2 Cuidado de los pernos SPC-4:

- Las cajas de origen contenedoras de los pernos no deben estar a la intemperie, en el caso de que esto pueda cumplirse, deberán estar sobre pallets y tapadas con cubiertas impermeables por arriba y abajo, evitando así que les entre humedad en caso de lluvia y/o viento.
- Los pernos debe mantenerse dentro de lo posible en sus cajas contenedoras de origen sin abrir hasta el momento de su uso.
- En el caso de que se abran las cajas de origen, los pernos deben mantenerse en un lugar cerrado climatizado y libre de humedad para así evitar la oxidación de sus elementos.

4.2 CABESTRANTES:

4.2.1 **Montaje de cabestrantes:** Se debe tener cuidado durante el transporte, la posición o el montaje del cabestrante. En la mayoría de los casos, las argollas de elevación se proporcionan para ayudar en la manipulación del cabestrante. Si la ubicación de las argollas no es correcta para su instalación específica, se debe prestar especial atención para garantizar que el cabestrante, cuando se eleve, se equilibrará correctamente. Para determinar el peso de su cabestrante, consulte al proveedor. Añada el peso del cable metálico y otras opciones instaladas según necesite. Eleve el cabestrante 3 o 4 pulg. (75 a 100 mm) del suelo. Compruebe que el cabestrante está equilibrado y asegúrese antes de continuar elevándolo. Monte el cabestrante de manera que el eje del tambor esté en posición horizontal (Ver Fig. 4.2), y la tapa de ventilación del motor quede a más de 15° del centro vertical superior. Si el cabestrante se tiene que montar en posición invertida, la carcasa del motor se debe girar para colocar la tapa de ventilación en la parte superior.



Fig. 4.2 Montaje de cabestrante (Proyecto Antapaccay).

- La superficie de montaje del cabestrante debe ser plana y lo suficientemente resistente para soportar la carga nominal más el peso del cabestrante y el equipo conectado. Una base inadecuada puede provocar la deformación o torsión de los soportes y largueros laterales del cabestrante, lo que produciría daños en éste.
- Asegúrese de que la superficie de montaje es plana entre 0,005 pulg. (0,127 mm) por pulgada de longitud de tambor. Añada una cuña si es necesario. Consulte Tabla 4.1 'Tolerancia de superficie de montaje'.

Tabla 4.1 Tolerancia de superficie de montaje (Información de Producto Force 5i Winch series, Ingersoll Rand, Diciembre 2011).

Longitud de tambor	Planitud mínima de superficie de montaje	
	pulgada	mm
8	0.04	1.02
12	0.06	1.52
16	0.08	2.03
20	0.10	2.54
24	0.12	3.05
30	0.15	3.81
36	0.18	4.57

- Los pernos de montaje deben ser de calidad 8 o superior. Utilice tuercas de auto bloqueo o tuercas con arandelas de presión. Consulte Tabla 2 'Pernos de montaje'.

Tabla 4.2 Pernos de montaje (Información de Producto Force 5i Winch series, Ingersoll Rand, Diciembre 2011).

Modelo	Pernos de montaje	
	pulg	mm
FA2.5i/FA2.5i-CE	5/8	16
FA5i/FA5i-CE	3/4	18
FA5Ti/FA5Ti-CE		

- Apriete los pernos de montaje uniformemente y ajústelos conforme a las especificaciones de la tabla de par de torsión. Consulte la tabla de par de torsión del manual de mantenimiento del producto.
- Mantenga un ángulo de desviación entre la polea de carga y el cabestrante de no más de 1-1/2°. La polea de carga debe estar en una línea central con el tambor y, por cada pulgada (25 mm) de longitud del tambor, debe estar al menos a 1,6 pies (0,5 metros) del tambor. Consulte el manual de información de seguridad del producto.
- No suelde ninguna pieza del cabestrante.

4.2.2 Instalación de cable metálico:

- Conserve al menos tres envolturas herméticas del cable metálico en el tambor en todo momento.
- No utilice el cable metálico como masa para soldadura.
- No conecte un electrodo de soldadura al cabestrante o cable metálico.
- Instale el cable metálico para evitar que el tambor sobrepase el fin de carrera.

- a) **Selección del cable metálico:** Consulte a un fabricante o distribuidor de cables metálicos con renombre para obtener ayuda a la hora de seleccionar el tipo y tamaño adecuados de cable metálico y, en caso necesario, un revestimiento protector. Utilice un cable metálico que ofrezca un factor de seguridad adecuado para procesar la carga de trabajo real y que cumpla con todas las regulaciones aplicables locales, estatales, federales del sector y las asociaciones comerciales.

Al considerar los requisitos de un cable metálico la carga de trabajo real debe incluir no sólo la carga estática o muerta, sino también las cargas resultantes de la aceleración, el retardo y la carga de choque. También se debe considerar el tamaño del cable metálico del cabestrante, las poleas y el método de polipasto. El diámetro máximo del cable metálico se limita al anclaje del cable metálico. Se recomienda que la construcción del cable metálico sea 6 X 19 o 6 X 37 IWRC trenzado a la derecha.

Consulte Tabla 3 'Tamaño máximo y mínimo de cable metálico' para obtener los tamaños recomendados.

Tabla 4.3 Tamaño máximo y mínimo de cable metálico (Información de Producto Force 5i Winch series, Ingersoll Rand, Diciembre 2011).

Modelo	Mínimo		Máximo	
	pulg	mm	pulg	mm
FA2.5i/FA2.5i-CE	5/8	16	5/8	16
FA5i/FA5i-CE			7/8	22
FA5Ti/FA5Ti-CE	3/4	20		

b) Instalación de cable metálico:

- Al instalar el cable metálico, presurice el freno de disco con un mínimo de aire de 45 psi (3.1 bares) desde una fuente auxiliar.
- Corte el cable metálico con la longitud indicada en las instrucciones del fabricante del cable metálico.
- Introduzca un extremo del cable metálico por el orificio de la cavidad de anclaje del tambor.
- Cree un lazo y envuélvalo alrededor del anclaje, con aproximadamente 22 pulgadas (559 mm) de cable metálico.
- Coloque el anclaje del cable metálico en la cavidad del anclaje del tambor. Asegúrese de que no sobresalga ningún extremo extra de cable metálico de la cavidad de anclaje del tambor.

4.2.3 **Suministro de aire:** La entrada de aire debe estar limpia, no presentar humedad y estar lubricada para garantizar un rendimiento óptimo del motor. Las partículas extrañas, la humedad y la falta de lubricación son las causas principales del desgaste prematuro del motor y de su avería. El uso de un filtro de aire, lubricante y separador de humedad mejorará el rendimiento general del producto y reducirá el tiempo de inutilización por avería no programado. Consulte la Figura 4.3, A. Salida de aire; B. Lubricante; C. Regulador; D. Entrada de aire; E. Filtro.

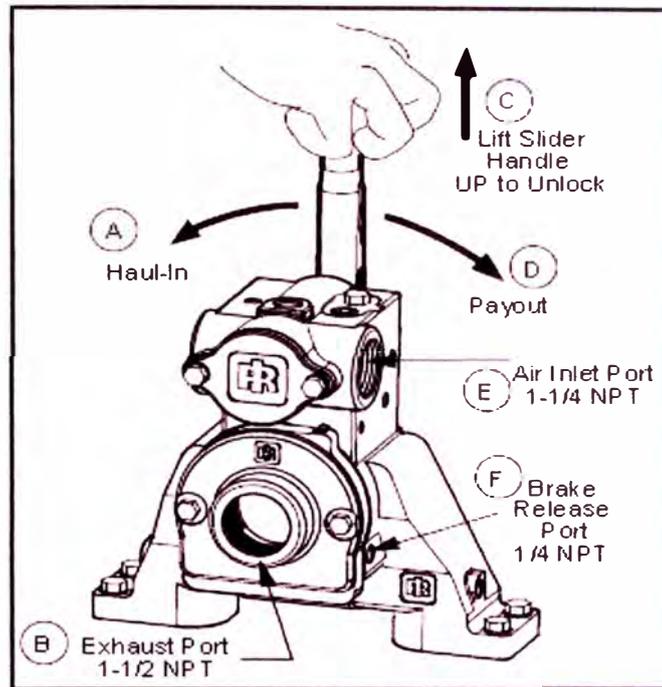


Fig. 4.3 Suministro de aire para cabestrante (Información de Producto Force 5i Winch series, Ingersoll Rand, Diciembre 2011).

Consulte Tabla 4.4 'Especificaciones' para ver el consumo de aire del motor y la presión de funcionamiento nominal. Si la entrada de aire es diferente de la recomendada, el rendimiento del producto cambiará. Instale el lubricador de tubos de suministro de aire, el filtro y el regulador lo más cerca posible de la entrada de aire del motor. El lubricador debe estar situado a no más de 10 pies (3 m.) del motor. El paquete de accesorios de tubos de suministro de aire también se puede montar en el panel de defensa del cabestrante en el lado del operador o en el lado opuesto.

Tabla 4 Especificaciones (Información de Producto Force 5i Winch series, Ingersoll Rand, Diciembre 2011).

Modelos	Sistema de aire		Rendimiento nominal (en presión/volumen nominal)													
	Presión nominal en funcionamiento	Consumo de aire (en presión y carga nominales)		Fuerza de tracción del cable de tambor completo		Velocidad del cable de tambor completo		Medidas de Velocidad de Línea de Tambor		Tracción máxima, Primera capa		Factor de límite de fuerza	Francobordo máximo		Peso neto **	
		scfm	cu.m/min	lbs	kgs	fpm	m/min	fpm	m/min	lbs	kgs		inch	mm	lbs	kgs
FA2.5i	90 psig (630 kPs/6.3 bares)	700	20	5,000	2,273	132	40	145	44	10,500	4,763	N/A	0.5	13	1,190	540
FA2.5i-CE	70 psig (480 kPs/6.3 bares)					98	30					1.6	1.3	32	1,265	574
FA5i	90 psig (630 kPs/6.3 bares)			11,000	5,000	54	16	65	20	29,000	13,154	N/A	0.5	13	1,895	860
FA5Ti	8,400			3,818	98	30	80	24	2,170			984				
FA5i-CE	80 psig (550 kPs/5.5 bares)			11,000	5,000	52	16	65	20	25,900	11,748	1.6	1.6	40	1,985	900
FA5Ti-CE	8,400			3,818	98	30	80	24	2,300						1,043	

- a) **Tuberías de suministro de aire:** El diámetro interior de los tubos de suministro de aire no puede ser menor del especificado en Tabla 4 'Especificaciones'. Antes de realizar las correcciones finales, todos los tubos de suministro de aire se deben purgar con aire o nitrógeno limpio y no deben presentar humedad antes de conectarse a la entrada de aire principal. Los tubos de suministro de aire deben ser cortos y rectos, según lo permitan las condiciones de la instalación. Los tubos de transmisión largos y el uso excesivo de empalmes, codos, acoples, válvulas esféricas, etc. provocan una reducción de presión debido a restricciones y a la fricción de la superficie en los tubos.
- b) **Lubricador de tubo de suministro de aire:** Utilice siempre un lubricador de tubo de suministro de aire con estos motores. El

lubricador debe tener una entrada y salida de al menos el mismo tamaño que la entrada del motor. El lubricador del tubo de suministro se debe rellenar a diario y se debe ajustar para que proporcione de 6 a 9 gotas por minuto de aceite ISO VG 32 (SAE 10W). La válvula de control expulsará una fina niebla cuando el lubricador del tubo de suministro de aire funcione correctamente.

- c) **Filtro de tubo de suministro de aire:** Se recomienda tener instalado un filtro o tamiz de tubo de suministro de aire delante del lubricador para impedir que entre polvo en el motor. El filtro o tamiz debe ofrecer una capacidad de filtrado de 20 micras e incluir un colector de humedad. Limpie con regularidad el filtro o tamiz para mantener su eficacia operativa.
- d) **Regulador de presión de aire:** Si se utiliza un regulador de presión de aire, instálelo entre el lubricador y el filtro.
- e) **Humedad en los tubos de suministro de aire:** La humedad que llega al motor de aire por medio de los tubos de suministro de aire es un factor principal a la hora de determinar el intervalo de tiempo entre las revisiones de mantenimiento. Las trampas de humedad pueden ayudar a eliminarla. Otros métodos que también resultan útiles son un receptor de aire que recoja la humedad antes de que ésta llegue al motor, o un refrigerador en el compresor que enfríe el aire para condensar y recuperar la humedad antes de la distribución por los tubos de suministro de aire.

- f) **Silenciadores:** Asegúrese de que se instalan silenciadores en el colector de escape del cabestrante y en el puerto de escape de la válvula de control. Revise periódicamente los silenciadores para garantizar su funcionamiento correcto.

4.2.4 **Comprobaciones iniciales de funcionamiento del cabestrante:** Los cabestrantes se someten a pruebas sobre su correcto funcionamiento antes de salir de la fábrica. Antes de que se ponga en funcionamiento el cabestrante, se deben realizar las siguientes comprobaciones de funcionamiento iniciales.

- Al activar por primera vez el motor, inyecte una pequeña cantidad de aceite ligero en la conexión de entrada para proporcionar lubricación inicial.
- Compruebe el nivel de aceite en el motor, el conjunto de engranaje de reducción y el freno de disco es el correcto. Rellene los niveles según sea necesario antes de su funcionamiento.
- Haga funcionar el cabestrante en ambas direcciones sin ninguna carga de uno a dos minutos.
- Procedimiento de rodamiento de guarniciones nuevas de cintas de freno: Todas las nuevas guarniciones de cintas de freno requieren un período de 'rodamiento'. Haga funcionar el cabestrante sin carga en la dirección de tiro mientras se aplica gradualmente el freno. Permita que el freno se deslice durante aproximadamente un minuto. El motor del cabestrante puede calarse cuando se active

completamente la guarnición de cinta del freno de tambor. No deje que se sobrecaliente el freno.

- Compruebe el funcionamiento de los frenos. Realice los ajustes que considere necesarios.
- Compruebe el funcionamiento de los interruptores de límite, los mecanismos de bloqueo y todos los dispositivos de seguridad que se incluyan.
- Compruebe que las fijaciones de montaje de los cimientos están aseguradas.
- Instale la protección del tambor, si se incluye.

Para cabestrantes que han estado guardados, es necesario realizar los siguientes procedimientos de inicio:

- Realice una inspección del cabestrante.
- Vacíe una pequeña cantidad de aceite ISO VG 32 (SAE 10W) en el puerto de entrada del motor.
- Haga funcionar el motor durante 15 segundos en ambas direcciones para retirar todas las impurezas.
- El cabestrante estará listo para su uso normal.

4.3 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN:

En nuestro trabajo diario dentro de la industria mecánica (podemos verlo en planos y hojas de operaciones), la unidad fundamental es el milímetro (0.001 m). Los submúltiplos son los mismos que se aplican a la unidad fundamental del sistema métrico que es el metro: deci, centi y mili; por lo tanto, aplicados estos submúltiplos al milímetro, debemos expresarnos de la siguiente forma:

- Décimas de mm = 0.1 mm.
- Centésimas de mm = 0.01mm.
- Milésimas de mm = 0.001 mm, también conocido como micro metro ($\mu\text{m} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$), que es la millonésima parte de la unidad de medida (m).

4.3.1 **Vernier o pie de rey:** El calibre, también denominado pie de rey, pie de metro, pie a coliza o vernier (ver Fig. 4.4), es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta centésimas de milímetros (1/10 de milímetro = 0.1 mm, 1/20 de milímetro = 0.05mm, 1/50 de milímetro = 0.02mm). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a 1/16 de pulgada y en su nonio, de 1/128 de pulgadas.

Es un instrumento sumamente delicado y debe maniobrarse con habilidad, cuidado y delicadeza, con precaución de no rayarlo ni doblarlo (en especial, la coliza de profundidad).

a) **Componentes:** Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades, Posee 2 escalas, la inferior es milimétrica y la superior en pulgadas.

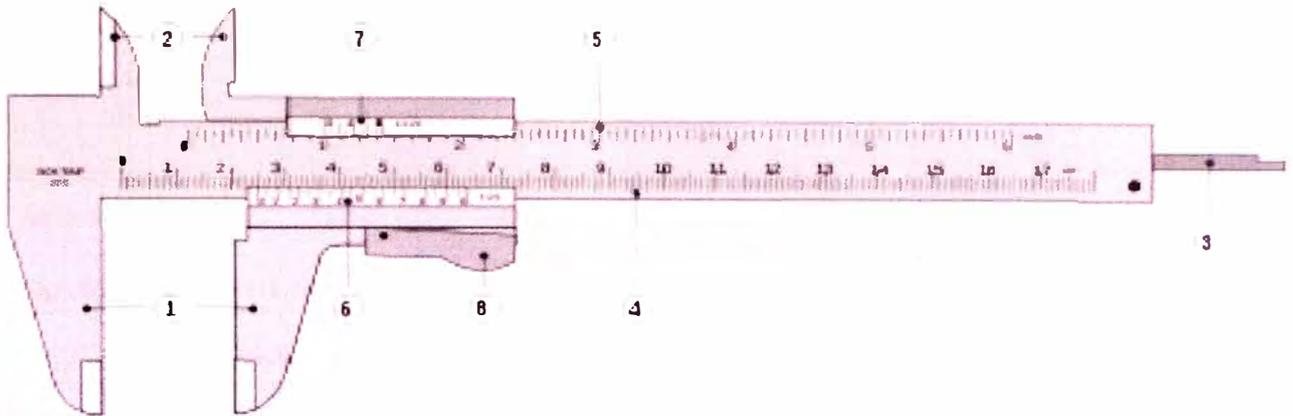


Fig. 4.4 Vernier (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

b) **Aplicación:** Las medidas que toma pueden ser las exteriores, interiores y de profundidad (ver Fig. 4.5).

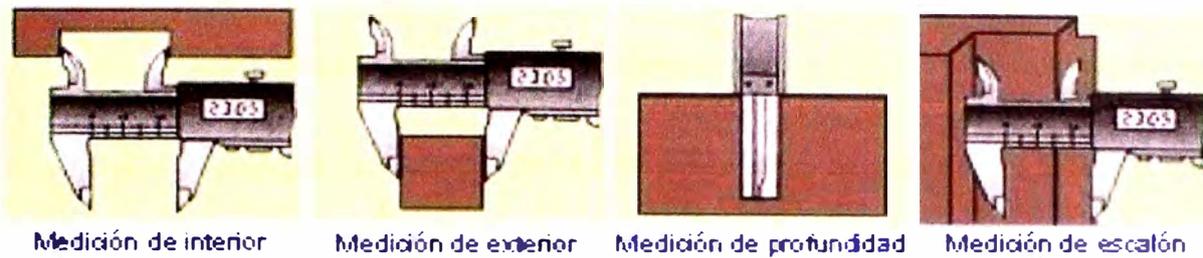


Fig. 4.5 Formas de medición (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

- c) **Modo de uso:** La regla del instrumento es graduada en 1mm. La escala del nonio está dividida en 50 partes de 0.02mm y cada quinta está numerada del 1 al 10, que significan decimales.

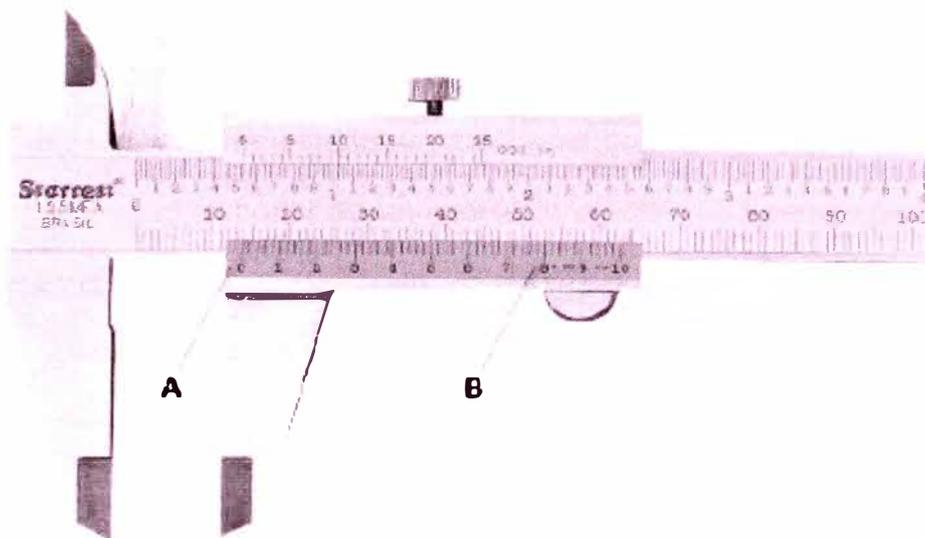


Fig. 4.6 Modo de uso (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

Examinando el ejemplo de arriba constatamos que el cero de la escala móvil "pasó" de la graduación 13mm. Recorriendo con los ojos la extensión de la escala móvil vemos que la graduación que coincide con una graduación cualquiera de la escala fija es de 72 (primera graduación no numerada después del 7), por lo tanto debemos

agregar a los 13mm, 0.72mm, totalizando 13.72mm que es la lectura del calibre. $A=13\text{mm}$; $B=0.72\text{mm}$.

4.3.2 **Micrómetro:** El micrómetro, también llamado Tornillo de Palmer, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, de orden de centésimas de milímetros (0.01mm) y de milésimas de milímetros (0.001mm).

Para ello cuenta con 2 puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores normalmente es de 25mm, por lo que es necesario disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar (0-25mm, 25-50mm, 50-75mm, etc.).

a) **Componentes:** Ver Figura 4.7.

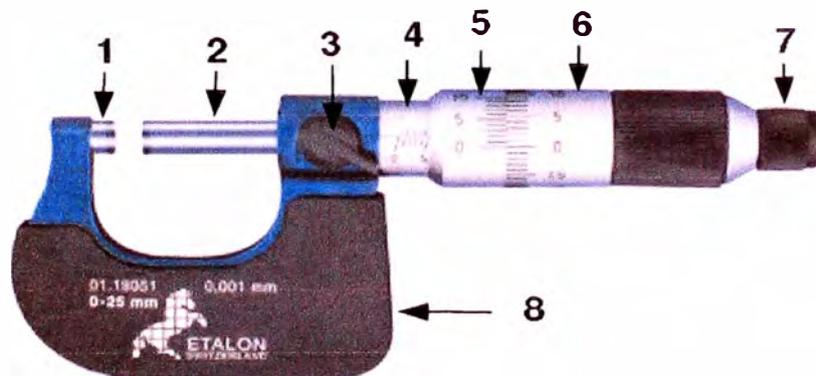


Fig.4.7 Micrómetro para exteriores milésimal (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

1. Tope de medición.
2. Husillo con tope.
3. Freno de husillo.
4. Cilindro.
5. Nonio.
6. Tambor.
7. Trinquete.
8. Arco con aislante térmico.

b) **Principio de funcionamiento:** El principio de funcionamiento o de operación de un micrómetro se basa en que, si un tornillo montado en una tuerca fija se hace girar, el desplazamiento de éste en el sentido longitudinal, es proporcional al giro dado. Todos los tornillos micrométricos empleados en el sistema métrico decimal tienen una longitud de 25 mm, con un paso de rosca de 0,5 mm, de modo que girando el tambor una vuelta completa el palpador avanza o retrocede 0,5 mm.

El micrómetro tiene una escala longitudinal, sobre la línea longitudinal que sirve de referencia, y que presenta las divisiones de milímetros enteros y las de los medios milímetros. Cuando el tambor gira deja ver estas divisiones. En la superficie del tambor, tiene grabado en toda su circunferencia 50 divisiones iguales, indicando la fracción de vuelta que ha realizado, una división equivale a 0,01 mm.

- c) **Modo de uso:** Para realizar una lectura, nos fijamos en la escala longitudinal, sabiendo así la medida con una apreciación de 0,5 mm, el exceso sobre esta medida se ve en la escala del tambor con una precisión de 0,01 mm. En la Fig. 18 se ve un micrómetro que en la parte inferior de la escala longitudinal tiene grabada la división de 5 mm, y en la parte superior se aprecia la división del medio milímetro. En la escala del tambor la división 28 coincide con la línea central de la escala longitudinal, por lo tanto la medida realizada por el micrómetro es:

$$5 + 0,5 + 0,28 = 5,78 \text{ mm.}$$

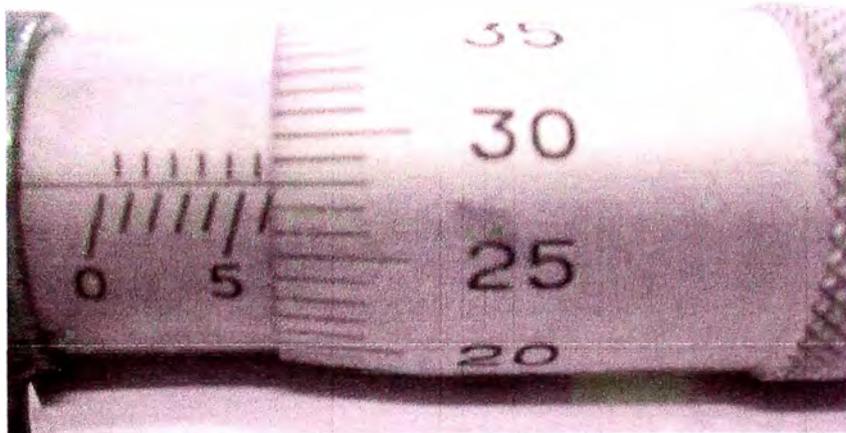


Fig.4.8 Micrómetro centesimal (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

Una variante de micrómetro un poco más sofisticado, además de tener las dos escalas de la Fig. 4.8, presenta un nonio. En la Fig. 4.9, pueden verse en detalle las escalas de este modelo; la escala longitudinal presenta las divisiones de los milímetros y de los medios mm en el lado inferior de la línea del cilindro, la escala del tambor tiene 50 divisiones, y

sobre la línea del cilindro presenta una escala nonio de 10 divisiones numerada cada dos.

En la Fig.4.9, la tercera división del nonio coincide con una división de la escala del tambor, lo que indica que la medida excede en $\frac{3}{10}$ de las unidades del tambor. En este micrómetro se aprecia: en la escala longitudinal la división de 5 mm, la subdivisión de medio milímetro, en el tambor la línea longitudinal del cilindro excede la división 28, y en el nonio su tercera división está alineada con una división del tambor, por lo tanto la medida es: $5 + 0,50 + 0,28 + 0,003 = 5,783$ mm.



Fig. 4.9 Micrómetro milésimal (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

El micrómetro es un dispositivo ampliamente usado en ingeniería mecánica, para medir con precisión el espesor de bloques, medidas internas y externas de ejes, y profundidades de ranuras. Los micrómetros tienen varias ventajas respecto a otros instrumentos de

medida como el vernier y el calibre: son fáciles de usar y sus lecturas son consistentes.

En los procesos de fabricación mecánica de precisión, especialmente en el campo de rectificadas se utilizan varios tipos de micrómetros de acuerdo a las características que tenga la pieza que se está mecanizando.

- d) **Tipos:** Existen varias clases de micrómetros basados en su aplicación, ver las siguientes figuras:



Fig.4.10 Micrómetro para interiores con 2 puntos de contacto (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

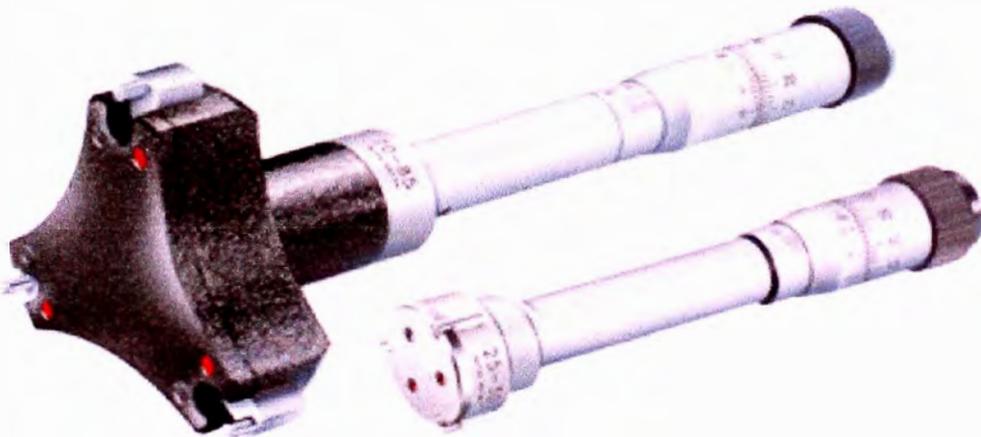


Fig. 4.11 Micrómetro para interiores con tres puntos de contacto (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

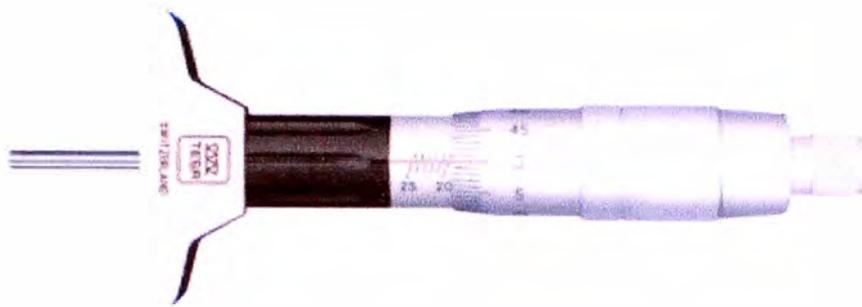


Fig. 4.12 Micrómetro para profundidades (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).



Fig. 4.13 Micrómetro digital para exteriores (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).



Fig. 4.14 Micrómetro para exteriores con platillo para verificar engranajes (espesor cordal), (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

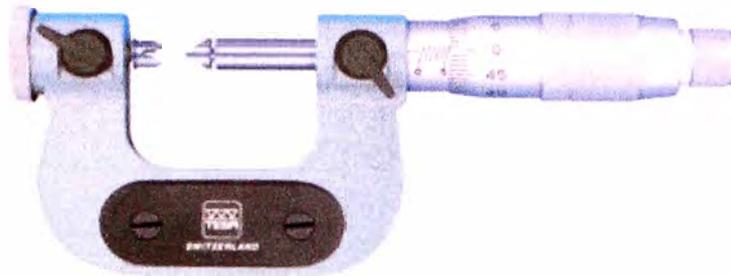


Fig. 4.15 Micrómetros de puntas para la medición de roscas externas (medición directa de diámetro efectivo), (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

4.3.3 Comparador: Este instrumento no entrega valores de mediciones, sino que entrega variaciones de mediciones (de ahí su nombre). Su exactitud está relacionada con el tipo de medidas que se desea comparar, existiendo con resoluciones de 0,01 y 0,001 mm.

Su construcción es similar a un reloj. Consta de una barra central en la que está ubicado el palpador en un extremo y en el otro posee una cremallera que está conectada a un tren de engranajes que amplifican el movimiento; finalmente este movimiento es transmitido a una aguja que se desplaza en un dial graduado. La ventaja de este instrumento es que sirve para un gran número de mediciones como por ejemplo: planitud, circularidad, cilindridad, esfericidad, concetricidad, desviación, desplazamiento, etcétera. Para fijar un comparador de carátula se emplea generalmente un brazo articulado con base magnética ó un soporte especial diseñado para tal fin, por Ej.: soporte para medición de carrera de bielas en cigüeñales.

a) Componentes: Ver la siguiente figura:

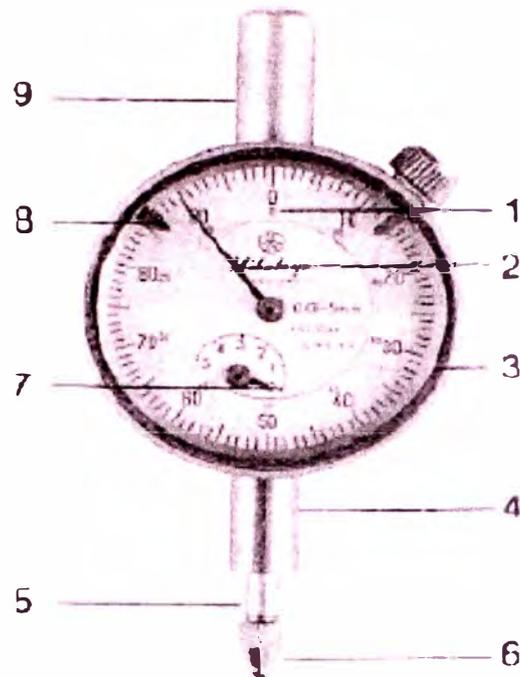


Fig. 4.16 Componentes del comparador, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

1. Caratula.
2. Aguja principal.
3. Arillo.
4. Vástago.
5. Husillo.
6. Punta de contacto.
7. Aguja cuentavueltas.
8. Indicadores pasa / no pasa.
9. Capuchón.

b) **Verificación:** En los relojes comparadores con escala giratoria con división por líneas hay que hacer coincidir exactamente el punto cero con el comienzo de la zona de medición.

En los relojes comparadores de la forma F se elige el valor del comienzo de la zona de medición como punto de partida. Es conveniente que al hacer la verificación se superpongan la manilla y la línea de división de la escala, y leer en un aparato de verificación la desviación de la posición del perno de medición, porque al leer en el reloj comparador la diferencia entre el valor indicado y el nominal, hay que valorar fracciones del valor de división de la escala.

- c) **Tipos:** Existen varias clases de comparadores, ver las siguientes figuras:



Fig. 4.17 Mecánico cuadrante completo apreciación 0,01 mm rango 10 mm, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

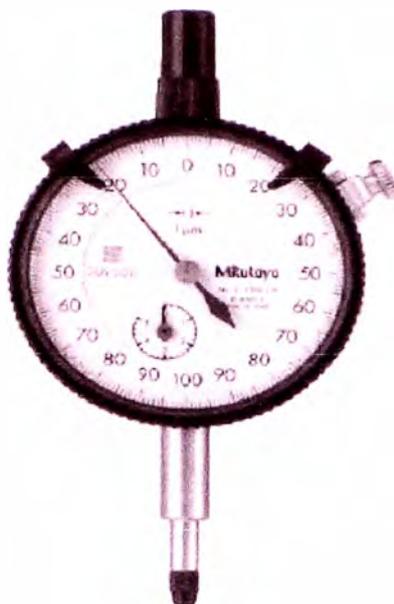


Fig. 4.18 Mecánico cuadrante completo apreciación 0,001 mm rango 1 mm, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).



Fig. 4.19 Digital apreciación 0,001 mm rango 1 mm, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

4.3.4 **Nivel de precisión:** Los niveles de precisión (denominados así para diferenciarlos claramente de los niveles de horizontalidad), son instrumentos para la medida directa de ángulos con elevada precisión, que se pueden clasificar en 2 grandes grupos de acuerdo con el tipo de transductor que incorporen:

- a) **Niveles de burbuja:** Su índice de lectura o posicionamiento es una burbuja de vapor, móvil dentro de un tubo transparente curvado y parcialmente lleno de un líquido apropiado. El sistema de medición, de tipo mecánico, puede ser un tornillo micrométrico o un comparador y para la lectura puede disponer de algún sistema de amplificación óptica más o menos complejo. Los niveles de sensibilidad de 0.02 mm/m van provistos con sujetadores aislantes térmicos. Son construidos en fundición en alta resistencia, tratados para eliminar tensiones residuales y deformaciones. Las superficies de apoyo son rectificadas o rasqueteadas teniendo una entalla en "V", (Ver Fig. 4.20).

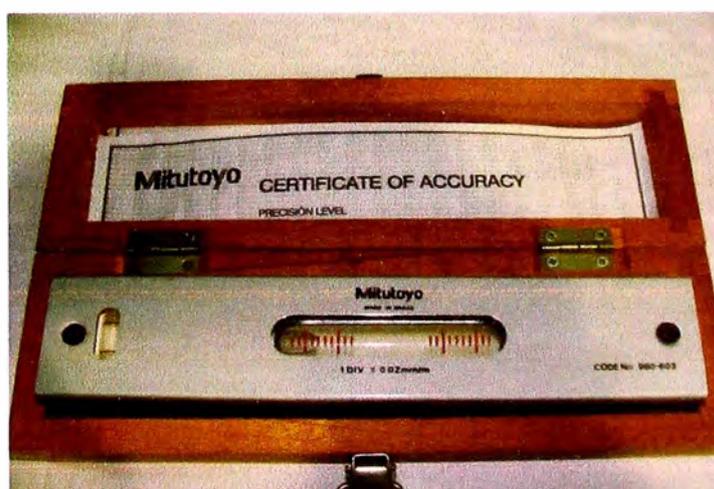


Fig. 4.20 Nivel de precisión marca Mitutoyo, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

- b) **Niveles electrónicos:** Su índice es un péndulo o disco, ligado a la base de apoyo que actúa sobre un sistema electrónico inductivo o capacitivo, generalmente de forma diferencial, dando lugar a una señal que debidamente tratada, marca la posición angular del nivel. Los niveles electrónicos suelen disponer de 2 elementos sensores ligados a una misma escala de medida para trabajar con la diferencia entre sus indicaciones, eliminando así los errores procedentes de vibraciones o alteraciones de otro tipo, (ver Fig. 4.21).



Fig. 4.21 Nivel de precisión electrónico, (Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño).

CAPÍTULO 5

INSTALACIÓN DE COMPONENTES DE UN MOLINO BOLAS

5.1 INSTALACIÓN DE COMPONENTES FLSMIDTH:

5.1.1 Instalación de placas de nivelación:

- a) **Actividades previas:** Para realizar la instalación de las placas de nivelación, debemos verificar que la altura de la fundación, liberada por el personal del área civil, se aproxime a la altura que indica el proyecto, esta verificación se realizará sólo en la zona en la cual se montará el soleplate o placa base. Terminada la verificación de la altura de la fundación, procederemos al escarificado de la fundación (ver Fig. 5.1), y en las zonas en las cuales la altura de la fundación sea mayor a la que indica el proyecto, reduciremos dicho nivel a lo requerido por proyecto. El escarificado se realiza pues mejora la adherencia del Grout, luego de alineadas y niveladas las placas de nivelación.



Fig. 5.1 Escarificado de la fundación del molino bolas, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Instalación de placas de nivelación:** Las placas de nivelación o de relleno, deben de ser de 1" (25 mm) de espesor, las cuales deben ubicarse a ambos lados de cada perno de fundación y a intervalos de 305 mm (12") a 406 mm (16") entre ellas. La placas de nivelación deben estar ubicadas dentro del perímetro de la placa base o soleplate, (ver Fig. 5.2).



Fig. 33 Distribución de placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).

Después de realizar la distribución de las placas de nivelación, se procede a realizar 4 perforaciones por placa de nivelación, en las cuales se instalarán 4 espárragos de 3/8" de diámetro, para fijarlos aplicar epóxico HILTI HRE – 500. Una vez fijados los espárragos se procede a instalar las placas de nivelación, las cuales serán niveladas con 2 tuercas por espárrago, (ver Fig. 5.3). Es muy importante corroborar la planicidad de cada placa de nivelación antes de ser instalada (utilizando regla de pelo). Con la ayuda del topógrafo se nivelará las placas de acuerdo a la altura que indica el proyecto (ver Fig. 5.4), quedando plasmada dicha medición en un protocolo (ver Protocolo 1), dicha nivelación será corroborada por otro topógrafo, el cual emitirá un protocolo de contra-chequeo. El vendor corroborará que las placas están correctamente niveladas, mediante el uso de un nivel de precisión, (ver Fig. 5.5).



Fig. 34 Instalación de placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).

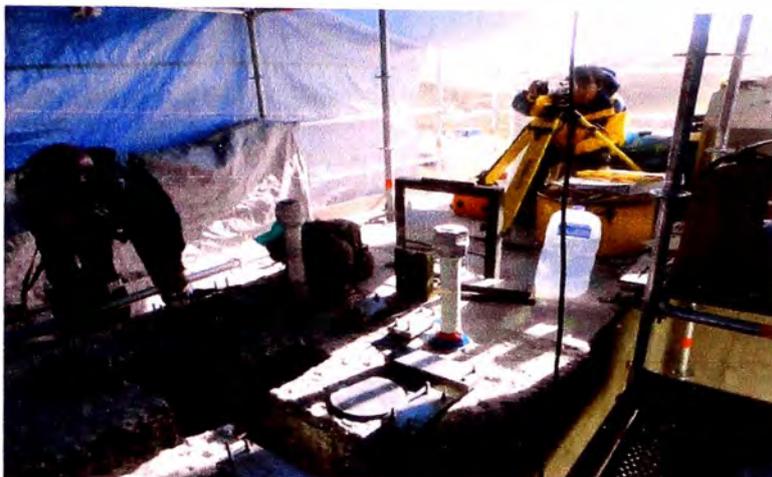


Fig. 35 Nivelación de placas por topógrafo, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 36 Verificación de nivelación de placas, mediante el uso de nivel de precisión, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Grout placas de nivelación:** Terminada la protocolización de las placas de nivelación, se procede a preparar las superficies de trabajo, la cual debe estar limpia, rugosa, húmeda, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros, los metales deben estar exentos de óxidos, grasa, aceites entre otros. Previo a la colocación del Grout, la superficie de hormigón debe saturarse de agua por un periodo de 8 a 24 horas. Inmediatamente

antes de la aplicación del Grout, el agua remanente deberá ser retirada de las superficies y huecos en las que éste deba ser aplicado. El encofrado (ver Fig. 5.6), debe estar de acuerdo a las instrucciones del fabricante y especificaciones técnicas (ver anexo 1 Hoja Técnica de Sika Grout 212).

Verificar la preparación del Grout siguiendo las instrucciones del fabricante. Se debe mezclar 3.6 litros de agua por bolsa de 30 Kg agregando inicialmente el 80% del agua de amasado, luego agregue el resto de agua. El mezclado deberá prolongarse durante 4 minutos. Durante el vaciado se utilizará mezcladoras mecánicas o taladro de baja revolución para la obtención del mortero. Durante la aplicación del Grout se debe vaciar por un solo punto y de forma continua, esto con la finalidad que desaloje el aire y evite el atrapamiento de burbujas (ver Fig. 5.8). Se sacarán 6 probetas de 2" x 2" x 2" (según norma ASTM 579), en el primer vaciado y luego en forma aleatoria (ver Fig. 5.7). Las probetas de Grout cementicio (Sika Grout 212), se romperán a los 3, 5, 7 y 28 días, o de acuerdo a la hoja técnica. Después de la aplicación de Grout, es necesario conservar la superficie húmeda, para lo cual se debe cubrir con membrana de curado, polietileno o revestimientos húmedos y generar un microclima a una temperatura de 18 a 25 grados por un tiempo mínimo de 3 días, evitando las rajaduras del material. Este trabajo quedará plasmado en un protocolo (ver protocolo 2). Luego del tiempo de curado se procederá a retirar el encofrado (ver Fig. 5.9).



Fig. 5.6 Encofrado de placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.7 Probetas de Grout, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.8 Grout en placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.9 Retiro de encofrado, (Proyecto Antapaccay).

5.1.2 **Instalación de soleplates:** a continuación presentaremos todos los trabajos realizados en los soleplates, principalmente los soleplates de los cojinetes principales.

- a) **Actividades previas:** Culminado el Grout de las placas de nivelación, se procede a medir el nivel de las placas de nivelación (ver Fig. 5.10), protocolo post-vaciado (ver Protocolo 3), con ayuda del topógrafo, y verificar la planitud de la placa de nivelación mediante el uso de un nivel de precisión, en aquellas placas que tengan demasiada pendiente (mayor a 0.0083mm/m) debemos rectificarlas con piedra de asentar y regla de pelo.



Fig. 5.10 Placas de nivelación luego de protocolo de post-vaciado, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Limpieza de Soleplate:** Para iniciar la limpieza del soleplate debemos verificar que el área de Ingeniería y Procura hayan inspeccionado el Soleplate, pues durante el transporte de dicho material, puede haber sufrido daños. Posteriormente procederemos a retirar la grasa protectora ubicada en la zona de la llave (zona que será embebida en el Grout epóxico, ver Fig. 5.11) del soleplate, la grasa protectora la retiraremos mediante el uso de esmeril angular y en las perforaciones usaremos esmeril recto o turbineta), culminado el retiro de la grasa protectora, procederemos a limpiar el soleplate químicamente mediante varsol (ver anexo 2). Finalizada la limpieza de la zona de la llave del soleplate, procederemos a girar 180° el soleplate (ver Fig. 5.12), con apoyo de una grúa, quedando así la zona maquinada en la parte superior, en esta posición se le quitará la grasa protectora sólo con el uso de varsol (ver Fig. 5.13), si fuese necesario, se repasará la base con piedra de asentar para eliminar cualquier defecto que se detecte

mediante el uso de una regla de pelo. Culminada la limpieza de la zona maquinada, se procederá a chequear dicha zona con regla de pelo en presencia del vendor, y finalmente verificaremos la planitud de la zona maquinada del soleplate mediante el uso de una regla paralela (mínimo 2m de largo), y un feeler gauge (ver Fig. 5.14), dichas mediciones quedarán evidencias en un protocolo (ver protocolo 4).



Fig. 5.11 Limpieza de la zona de la llave del soleplate, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.12 Giro del soleplate, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.13 Limpieza de zona maquinada de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

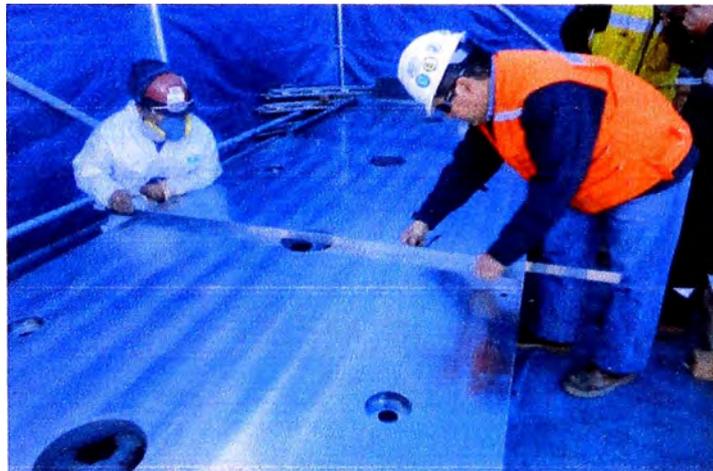


Fig. 5.14 Chequeo de planitud de soleplate en presencia del vendor, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Montaje de soleplate:** Culminada la protocolización de la planitud del soleplate, se puede iniciar el montaje del soleplate (ver Fig. 5.15 y Fig. 5.16), para lo cual debemos verificar en el manual del fabricante el peso del soleplate (aproximadamente 8 Ton), se recomienda utilizar eslingas pues los estrobos podrían dañar la zona maquinada del soleplate, la cual fue protocolizada.

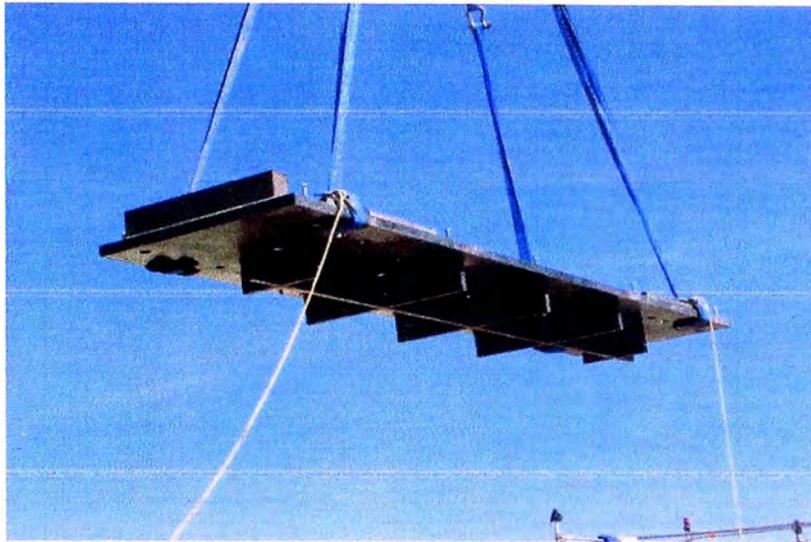


Fig. 5.15 Izaje de soleplate, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.16 Montaje de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

- d) **Alineamiento y nivelación de soleplate:** Culminado el montaje del soleplate, se procede a trazar los ejes transversales y longitudinales de los soleplates en las fundaciones, posteriormente se procederá a coincidir los ejes marcados en las fundaciones con los ejes marcados en los soleplates. La nivelación del soleplate se realizará utilizando laines (shims), los cuales deberán ser de 1", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{1}{16}$ ", 0.030", 0.020", 0.010", 0.006" y 0.004"; estas laines se colocarán entre las placas de

nivelación y los soleplates, y de esta manera el soleplate se encuentre en el nivel definido por el Proyecto, el fabricante recomienda que la luz aproximada entre el soleplate y las placas de nivelación sea aproximadamente de $\frac{1}{4}$ ", ver Fig. 5.17.

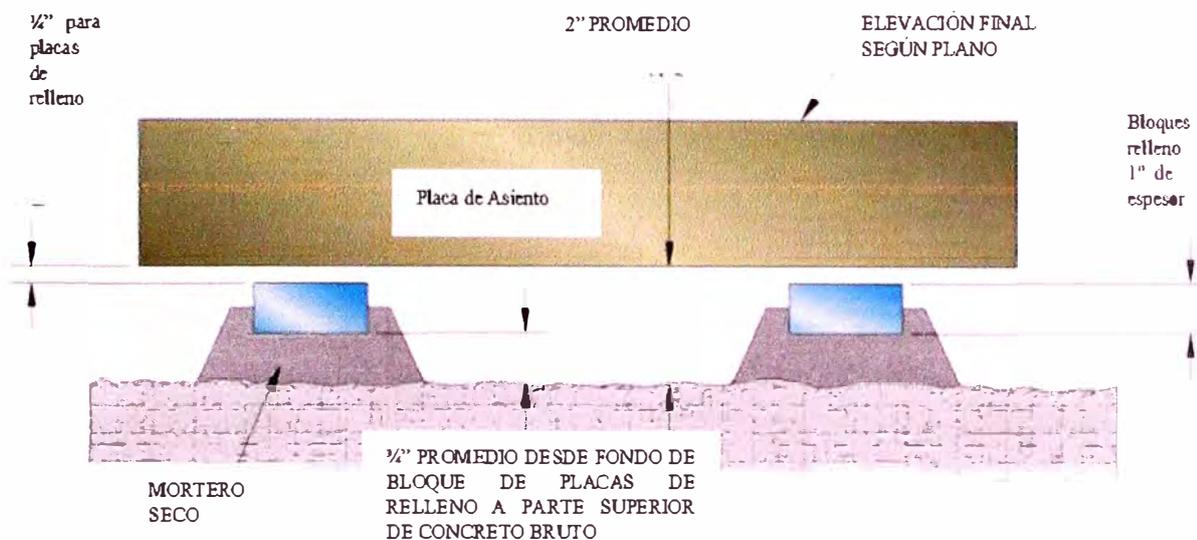


Fig. 5.17 Soleplate y placas de nivelación, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26'x 40.5' Proyecto Antapaccay).

La tolerancia que indica el fabricante para cada soleplate es de 0.083 mm/m (0.001 pulgada/pie) tanto en dirección transversal como longitudinal, por ello es recomendable tomar una muestra en varios puntos (14 en nuestro caso, ver Protocolo 5), y tomar la elevación de cada punto, los cuales deben cumplir la tolerancia indicada por el fabricante.

Culminada la nivelación de los soleplates de los descansos principales (lado de alimentación y lado de descarga), se procederá al alineamiento, para lo cual utilizaremos gatas hidráulicas y unos soportes anclados al concreto, los cuales nos servirán para alinear los soleplates, para ello tomaremos 2 puntos equidistantes del eje transversal de cada soleplate y pertenecientes al eje longitudinal del soleplate (ver Fig. 5.18), y con ello procederemos a tomar las siguientes medidas con ayuda de un topógrafo:

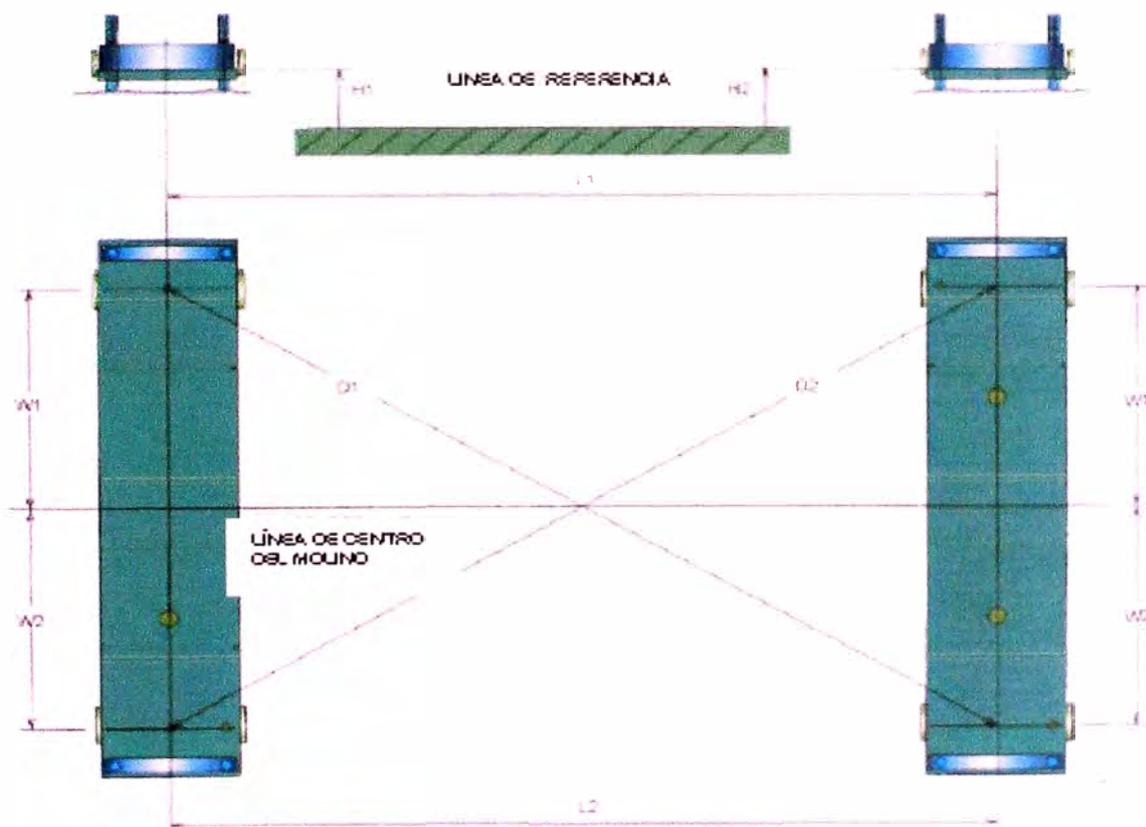


Fig. 5.18 Puntos de medición de cada soleplate (lado de alimentación y lado de descarga), (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26' x 40.5' Proyecto antapaccay).

Estas mediciones deberán encontrarse dentro de las siguientes tolerancias:

$$L1 = L2 \pm 0.8 \text{ mm (1/32")}$$

$$D1 = D2 \pm 0.8 \text{ mm (1/32")}$$

$$H1 = H2 \pm [L \text{ (metros)} \times 0.083 \text{ mm/m}] \text{ o } H2 \pm [L \text{ (pies)} \times 0.01 \text{ pulg/pie}]$$

$$W1 = W2 \pm 0.8 \text{ mm (1/32")}$$

En caso contrario continuaremos utilizando las gatas hidráulicas, hasta que nuestras mediciones se encuentren dentro de la tolerancia ya mencionada (ver Fig. 5.19, Fig. 5.20 y Fig. 5.21), y finalmente proceder con la respectiva protocolización (ver Protocolo 6).



Fig. 5.19 Nivelación de soleplate y soporte para alineamiento de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

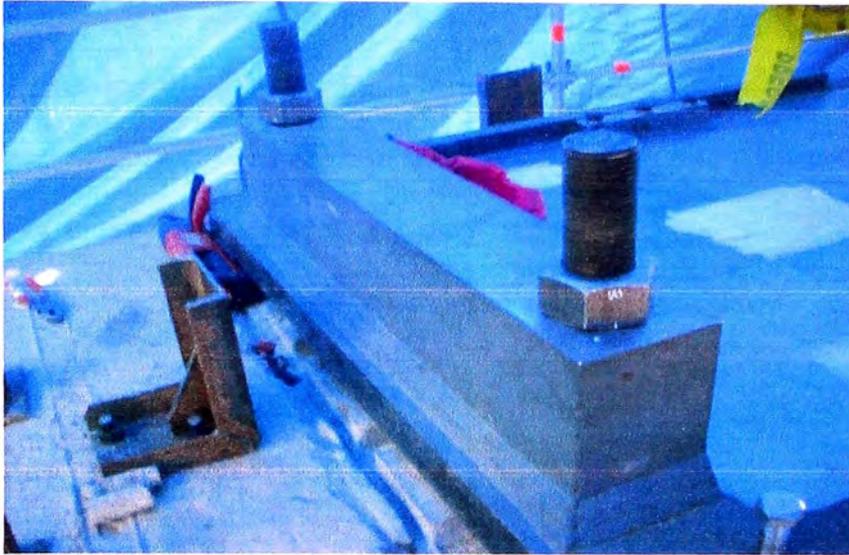


Fig. 5.20 Soporte para alineamiento de Soleplate, (Proyecto Antapaccay).

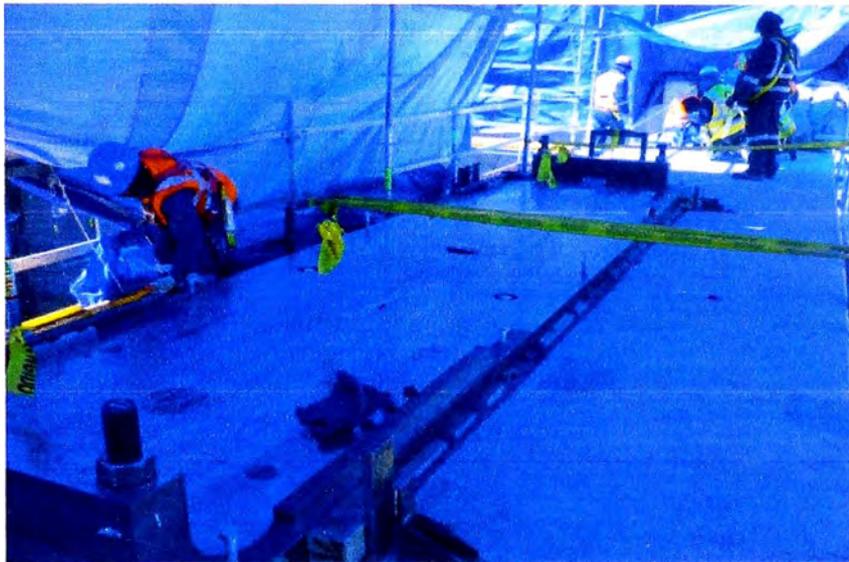


Fig. 5.21 Alineamiento de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

- e) **Grout epóxico en soleplates de descansos principales:** Culminada la protocolización de la nivelación y alineamiento de los soleplates, se procederá a verificar que la superficie de concreto se encuentre rugosa, seca y limpia.

El encofrado (ver Fig. 5.22) debe estar de acuerdo a las instrucciones del fabricante y especificaciones técnicas (ver Anexo 3), para nuestro caso el Grout epóxico que utilizamos fue el **Five Star DP Epoxy Grout**, el cual es un mortero epóxico expandible de 3 componentes (resina, endurecedor y agregados), con 100% de sólidos y exento de solventes. No sufre retracción y tiene expansión positiva. Lo recomendable es acondicionar los 3 componentes a una temperatura entre 21°C y 27°C antes de realizar la mezcla, Posteriormente procederemos a realizar la mezcla, para lo cual vertimos el componente B (endurecedor), en el recipiente que contiene el componente A (resina). Mezcle cuidadosamente en forma manual con una paleta o con un mezclador de bajas revoluciones, para evitar formación de burbujas de aire. Una vez homogenizados los componentes A y B, vaciar gradualmente la bolsa del componente C (agregado natural), hasta obtener una mezcla homogénea, el tiempo de trabajabilidad es de 60 min a una temperatura de 23°C. Luego procederemos a colocar el Grout epóxico desde un solo lado para evitar que quede aire atrapado (ver Fig. 5.24), procurando que el recorrido que deba hacer la mezcla sea la distancia mínima posible de la mezcla. El vaciado debe ser continuo y de una cantidad tal que el Grout mantenga siempre contacto con la placa base (ver Fig. 5.25 y Fig. 5.26). Se sacaran 12 probetas de 2" x 2" x 2", para cada vaciado de Grout epóxico (ver Fig. 5.23), el retiro de las probetas se realizaran culminado el curado del Grout epóxico de los soleplates. Las probetas se romperán a los 3, 5, 7 y 28 días.

Para el Grout epóxico, es necesario conservar a una temperatura de de alrededor de 25°C por espacio de 24 a 48 horas, Este Grout será protegido de los rayos solares un mínimo de 48 horas.

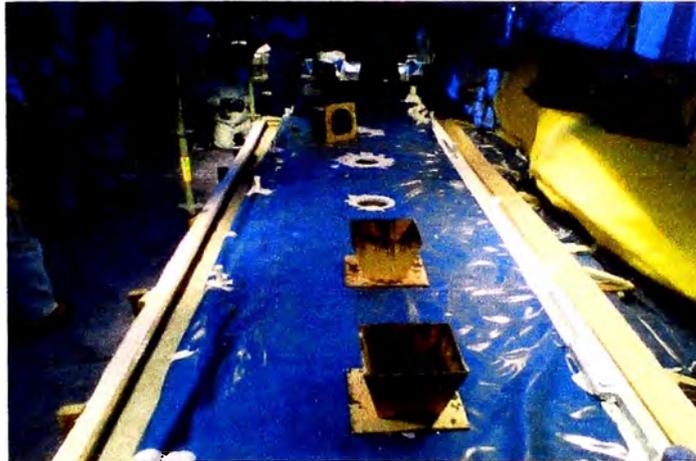


Fig. 5.22 Encofrado y protección de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

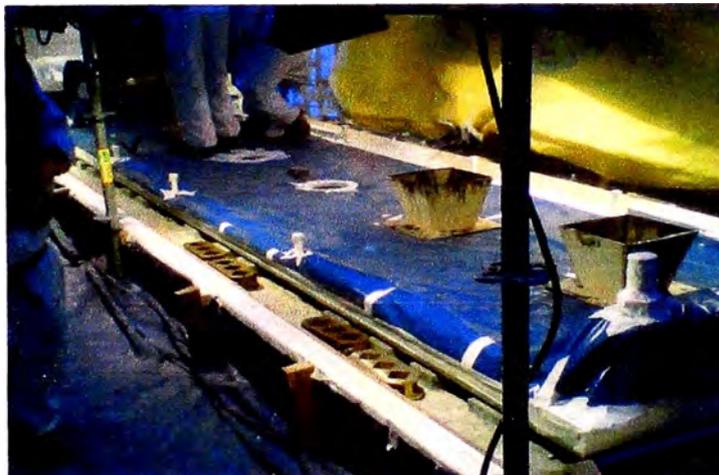


Fig. 5.23 Probetas para Grout epóxico. (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.24 Vaciado de Grout epóxico, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.25 Grout epóxico en Solplate, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.26 Termino de vaciado de grout epóxico, (Proyecto Antapaccay).

5.1.3 **Instalación de Cojinetes Principales:** A continuación mostraremos todos los trabajos asociados a los cojinetes principales.

- a) **Definición:** Dos cojinetes principales (descansos principales), uno fijo y uno libre, soportan el molino. Cada descanso consiste de cuatro cojines (Pads) lubricados hidrostáticamente, radialmente ajustables, que soportan el molino por sus muñones (trunnions). Además, el descanso fijo tiene dos ensambles de empuje (Thrust Pad) lubricados hidrostáticamente que ubican el molino axialmente y resisten cualquier fuerza de empuje.

Cada ensamble de cojín de levantamiento consiste de un cojín de bronce empernado a un bloque de soporte de acero, una lámina aisladora y banda, una golilla esférica de acero endurecido sobre una golilla plana de acero, un anillo fenólico de retención y un ensamble de soporte consistente en una base, pistón y tuerca de seguridad. Se puede agregar al ensamble de soporte una celda de carga tipo golilla, ver Fig. 5.27.

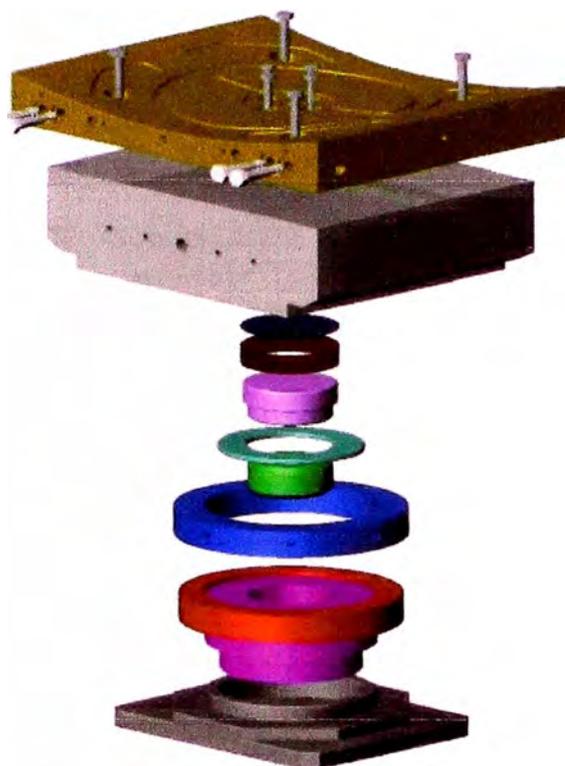


Fig. 5.27 Ensamble de cojinete, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26'x 40.5' Proyecto antapaccay).

Los cojines de levantamiento están contruidos en bronce fundido con alto contenido de plomo. El aceite se alimenta a alta presión a un rebaje central en cada cojín para proporcionar levantamiento hidrostático. Además, las cavidades de cuatro esquinas que rodean el rebaje central se suministran con aceite obtenido del mismo rebaje por medio de restrictores de flujo de tipo capilar. Cualquier desalineación del cojín de levantamiento con respecto del trunnion causará una diferencial de presión entre las cavidades de esquinas. La presión diferencial creará un momento de restauración que, a su vez, volverá a alinear el cojín con el trunnion o muñón.

Los bloques de acero proveen soporte rígido a los cojines de bronce y la golilla esférica. La combinación de una golilla esférica de acero endurecido sobre una golilla plana endurecida provoca un breve pivote para permitir que el cojín de levantamiento vuelva a alinearse con el trunnion según se requiera.

La posición radial de cada cojín de levantamiento puede ser ajustada durante la instalación del molino o mantención utilizando los gatos hidráulicos incorporados. Cada gato hidráulico es suministrado con una tuerca de seguridad roscada para permitir un paso de carga metal-metal desde el cojín a la base del cojinete durante la operación normal.

El cojín de levantamiento y el bloque de soporte se aíslan eléctricamente de la base del cojinete para evitar la creación de arco a través del cojinete por causa de voltaje inducido en el molino por el sistema de accionamiento sin caja reductora. Para conseguir esta condición se usa el material de aislación instalado entre la golilla esférica y el bloque de soporte, así como el anillo fenólico de retención.

- b) **Trabajos previos.** Primero realizaremos la limpieza de los 2 cojinetes principales, utilizaremos varsol para realizar la limpieza de las zonas maquinadas. La zona de contacto con el soleplate y las 4 zonas en la cuales se montaran los cojines (Pads) ver Fig. 5.28. Si en estas zonas existiesen imperfecciones se utilizará piedra de asentar, y se verificará la planitud de dichas zonas con el uso de regla de pelo, regla paralela y feeler gauge, ver Fig. 5.29.

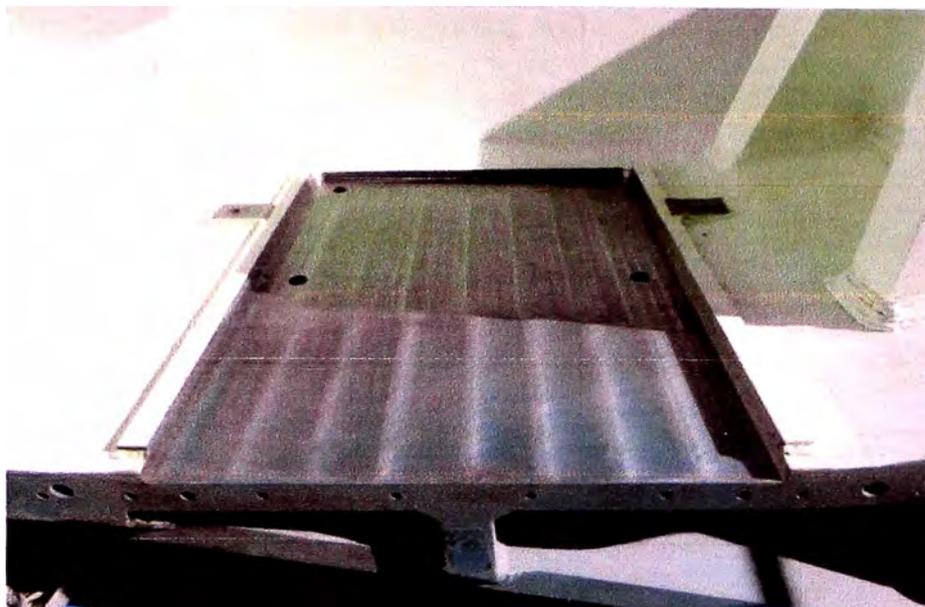


Fig. 5.28 Limpieza de la base de los cojines (Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.29 Verificación de planicidad utilizando regla de pelo, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Armado de cojinetes principales:** En el Proyecto Antapaccay, los gatos hidráulicos (Fig. 5.30) y los cojines o Pads, fueron suministrados en cajas diferentes, ambos componentes llegaron con una grasa anticorrosiva, la cual es fácil de retirar utilizando Varsol (Fig. 5.31).

Se pararemos todos los gatos hidráulicos para realizar la respectiva limpieza, para ello retiraremos la tuerca y la arandela del pistón del gato hidráulico, y limpiaremos separadamente estos 3 componentes, debemos asegurarnos que los hilos tanto en la tuerca como en el pistón estén en correcto estado, si tienen algún daño, utilizando una lima rectificaremos los hilos de ambos componentes, posterior a la limpieza con Varsol, ensamblaremos el gato hidráulico, colocando primero la arandela (Fig. 5.32), y posterior a ello la tuerca (Fig. 5.33), durante el ajuste de la tuerca, esta debe girar sin mucho esfuerzo alrededor del pistón, verificando así el correcto estado de los hilos tanto del pistón como de la tuerca. Culminado el ensamble del gato hidráulico, procederemos a montar cada uno sobre los cojinetes principales (Fig. 5.34), con ayuda de los cáncamos giratorios suministrados por Flsmidth.



Fig. 5.30 Gatos hidráulicos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.31 Limpieza de gatos hidráulicos, (Proyecto Antapaccay).

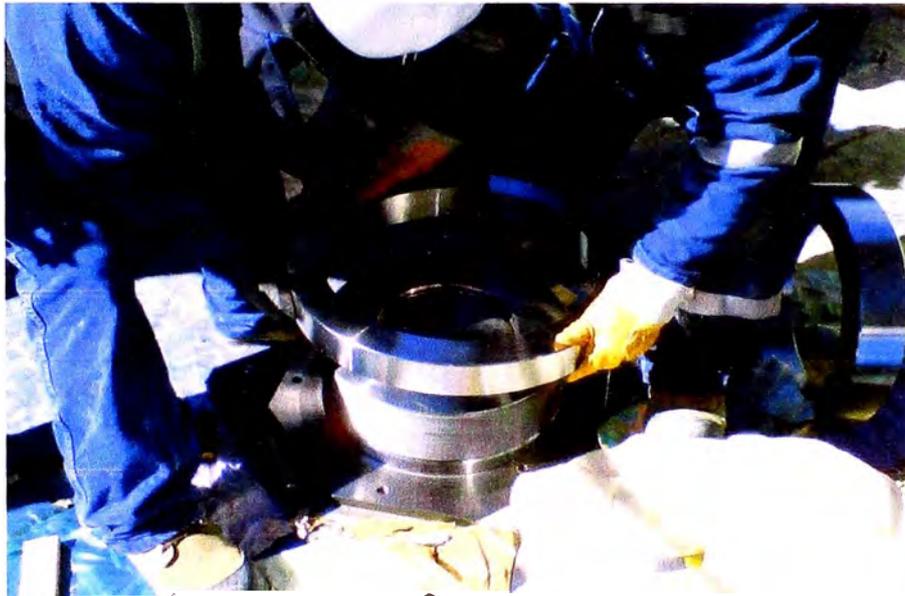


Fig. 5.32 Instalación de arandela en gatos hidráulicos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.33 Instalación de tuerca en gatos hidráulicos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.34 Montaje de gatos hidráulicos, (Proyecto Antapaccay).

Con la instalación de los gatos hidráulicos, realizaremos la limpieza de los cojines o Pads (Fig. 5.35), los cuales son suministrados en posición vertical, iniciaremos el retiro de la grasa protectora utilizando Varsol (Fig. 5.36), luego giraremos el Pad 90° con apoyo de una grúa, tomando todas las precauciones del caso para evitar que el Pad sea golpeado, y es en esta posición horizontal en la cual culminaremos la limpieza con Varsol.

Antes de realizar el montaje de cada Pad sobre los gatos hidráulicos, retiraremos un perno de la parte lateral del Pads y otro de la parte superior, y mediante el apoyo de un compresor que nos suministre aire seco, haremos circular un flujo de aire a través de todas las perforaciones, posterior a ello ajustaremos todos los pernos, y con ello iniciaremos el montaje de los Pads (Fig. 5.37), y con ello instalaremos todos los soportes de mantención amarillos en cada Pad (Fig. 5.38), y como precaución adicional colocaremos tacos de madera para evitar que el Pads se incline más de lo necesario, pues cada cojinete contiene 4 Pads.



Fig. 5.35 Cojines (Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.36 Limpieza de cojines (Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.37 Montaje de cojines (Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.38 Armado de cojinetes principales, (Proyecto Antapaccay).

Posterior al montaje de los Pads y garos hidráulicos, realizaremos la instalación y el conexionado de todas las mangueras en el interior de los cojinetes, ver Fig. 5.39.



Fig. 5.39 Instalación de mangueras, (Proyecto Antapaccay).

- d) **Instalación de rieles de empuje (Thrust Pads):** Mida el ancho de la ranura de empuje en el muñón, el espesor del carril de empuje y el espesor de los dos cojines de empuje, Fig. 5.40. Calcule el espesor de las placas de relleno de los cojines de empuje (laminas de bronce) requeridas para obtener una distancia axial total de $0,35 + 0,05$ mm en el sistema de empuje.

Fije los cojines de empuje y las placas de relleno al soporte del carril de empuje, asegurándose de que las placas de relleno de los dos brazos de empuje queden instaladas en el mismo lado de los soportes. Aplique una capa de aceite lubricante sobre las superficies del cojín y monte el soporte del carril de empuje sobre la base del cojinete (Fig. 5.41 y Fig. 5.42).

Cuando esté en su posición final debería haber una holgura de 20 ± 5 mm entre la parte superior del carril de empuje y el fondo de la ranura de empuje.



Fig. 5.40 Rieles de empuje (Thrust Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.41 Limpieza de rieles de empuje (Thrust Pads), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.42 Instalación de rieles de empuje, (Proyecto Antapaccay).

- e) **Montaje de cojinetes principales:** Culminado el armado de los cojinetes principales, nos encontramos en condiciones de realizar el respectivo montaje (Fig. 5.43 y Fig. 5.44), este montaje se realizará culminado el Grout epóxico de los soleplates de alimentación y descarga (Fig. 5.45). Debemos considerar que un cojinete completamente armado tiene un peso aproximado de 30 Ton, y en base a ello realizar el plan de izaje respectivo. Los cojinetes deben estar bien protegidos para evitar que el agua (clima lluviosa en la zona), pueda ingresar a los cojines (Pads) y se oxiden los cojines.



Fig. 5.43 Montaje de cojinetes principales, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.44 Superficie inferior maquinada de cojinetes principales, (Proyecto Antapaccay).

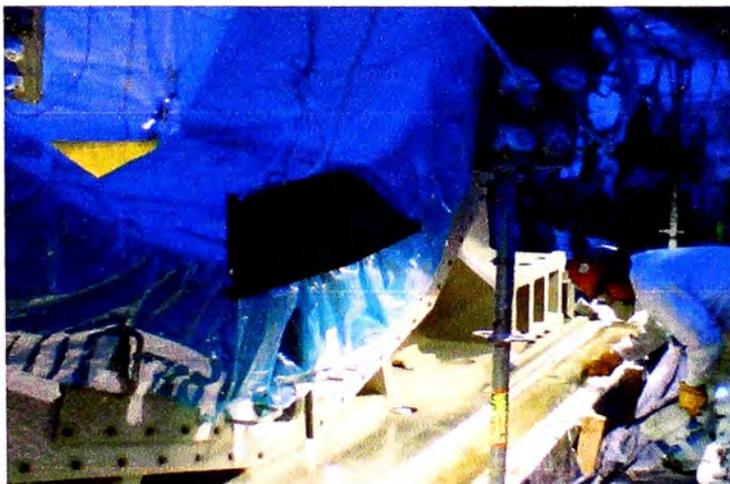


Fig. 5.44 Montaje de cojinetes principales, culminado el grout epóxico, (Proyecto Antapaccay).

- f) **Alineamiento de cojinetes principales:** Culinado el curado del grout epóxico, procederemos a realizar el alineamiento de los cojinetes principales, aplicado el mismo procedimiento para el alineamiento de los soleplates de alimentación y descarga, tomaremos 2 puntos por cojinete, y realizaremos la medición de las trochas y diagonales respectivas, las cuales deberán cumplir:

$$L1 = L2 \pm 0.8 \text{ mm (1/32")}$$

$$D1 = D2 \pm 0.8 \text{ mm (1/32")}$$

Es muy importante realizar el alineamiento de los cojinetes principales, pues sin ello no podrá realizar el montaje de los shells o cascos del molino, estas mediciones deben ser protocolizadas (ver Protocolo 7).

- 5.1.4 **Cunas o estructura de levantamiento del molino:** Son un ensamble para el alzamiento de las secciones inferiores del casco o Shell del molino. La secuencia exacta y el aparejo de levantamiento del ensamble variará dependiendo de la geometría del casco y el número de secciones a ser ensambladas. Debemos verificar el nivel sobre el cual armaremos las cunas, la elevación final, su ubicación axial y su alineación, debido a que son estructuras temporales se realizarán todos los trabajos con ayuda de un topógrafo pero estos no quedaran protocolizados, sólo serán revisados por el supervisor directo del trabajo.

Los soportes de levantamiento deben estar ubicados de tal manera que la elevación de la primera sección del casco, mientras descansa en las cunas sea de 100mm a 150 mm sobre su elevación final en la línea de centro del molino. Es recomendable que la elevación sea de 140mm pues cuando se realice el montaje del trunnion o muñón tengamos más espacio para realizar la maniobra y de esta manera evitemos golpear los cojines de los cojinetes principales (pues para esta etapa los cojinetes están montados y alienados). Se recomienda verificar que las uniones empernadas sean debidamente torqueadas, y que las cunas estén debidamente soldadas a sus soportes de fijación, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.45 Soportes de fijación de cunas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.46 Distribución de soportes de cunas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.47 Montaje de cunas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.48 Ensamble de cunas, (Proyecto Antapaccay).

5.1.5 **Instalación de Shell o cascos del molino:** A continuación mostraremos los trabajos realizados en el caso o Shell del molino.

- a) **Actividades previas:** La limpieza de los shells, es la primera actividad que debemos realizar, esta limpieza se realizará utilizando varsol, piedra de asentar, turbineta o esmeril recto y regla de pelo.

Debemos verificar que todas las zonas maquinadas se encuentren en perfecto estado (Fig. 5.49 y Fig. 5.50), pues podrían estar dañados, producto de golpes durante el traslado. Es importante ubicar las marcas que tiene cada Shell del molino pues de acuerdo a estas marcas realizaremos el ensamble de los 3 shells o cascos (para nuestro caso son 3 shells, esta cantidad puede variar en función del diámetro y longitud del molino).



Fig. 5.49 Verificación de limpieza en flanges de shells, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.50 Verificación de limpieza por Vendor, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Tandem de Shell:** Culminada la verificación de la limpieza del Shell, se procederá a realizar el tándem (se puede verificar la limpieza en algunas zonas del flange luego de realizado el tándem), debemos considerar la distribución de las orejas de izaje suministradas por el fabricante para realizar el plan de izaje respectivo.

Para el caso del 1er Shell (cercano al lado de alimentación), se debe ubicar las marcas de acuerdo al plano suministrado por el fabricante (ver Anexo 4), teniendo especial cuidado que la marca correspondiente a la unión casco-tapa, permanezca en la posición inferior, ver las siguientes figuras.

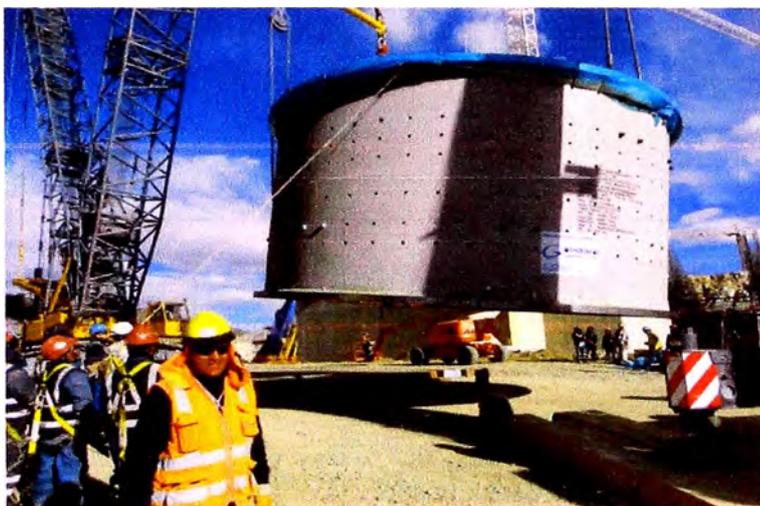


Fig. 5.51 Inicio Tandem de Shell, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.52 Tandem de Shell, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.53 Tandem de Shell, verticalización, (Proyecto Antapaccay).

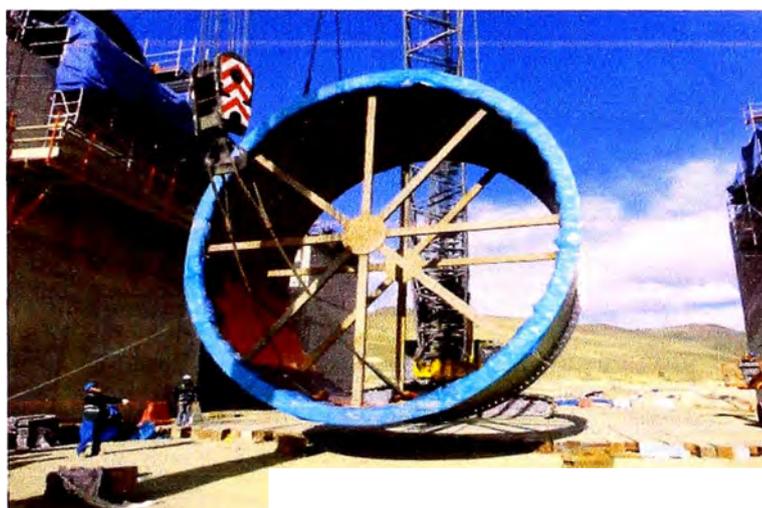


Fig. 5.54 Final del tándem, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Montaje de Shell:** Culminado el tandem, debemos verificar el estado de los elementos de izaje (estrobos, eslingas, grilletes, roldanas o poleas, etc.), pues estos mismos elementos serán utilizados para realizar el montaje del Shell (Fig. 5.55, Fig. 5.56 y Fig. 5.57). Debemos verificar que tope instalado en el lado de alimentación de la fundación este terminado, pues dicho tope, nos indicará la posición en la cual empieza el 1er Shell, y evitar así que el molino este desplazado axialmente.

Debemos tener preparados los punzones o pasadores cónicos (Fig. 5.58), los cuales serán instalados en cada unión Shell-shell, estos pasadores los utilizaremos para centrar un shell con respecto a otro. Instalados los pasadores procederemos a instalar algunos pernos SPC-4.



Fig. 5.55 Izaje de shell, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.56 Descenso de shell, (Proyecto Antapaccay).

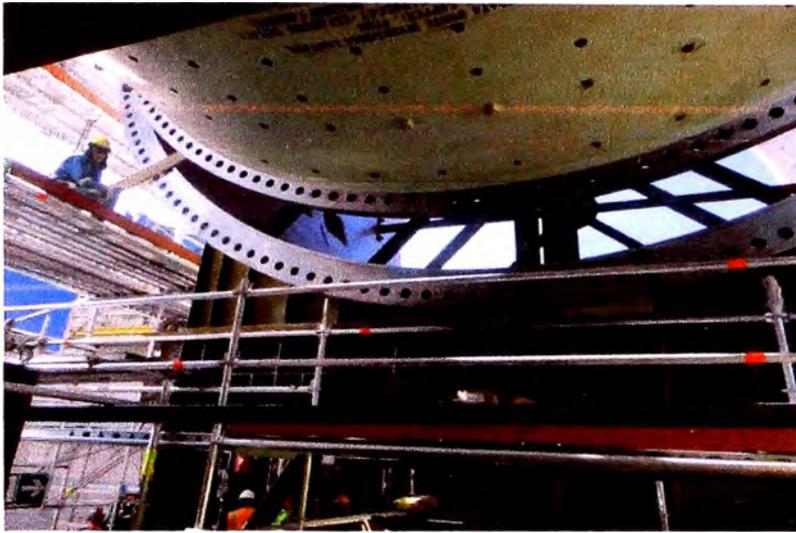


Fig. 5.57 Empalme shell-shell, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.58 Instalación de pasador cónico y pernos SPC-4, (Proyecto Antapaccay).

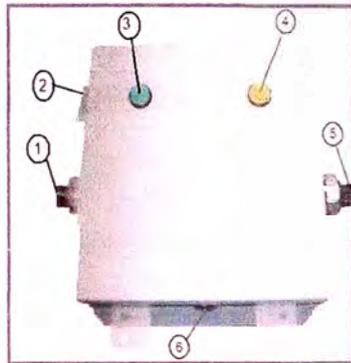
- d) **Tensionado de pernos SPC-4:** Concluido el montaje de los shells, y verificando la adecuada limpieza y condición de los pernos SPC-4, procederemos a iniciar el tensionado de dichos pernos, este torque se realizará en 3 pases, el 1er pase será la elongación al 33% de carga, el 2do pase la elongación al 67% de carga y el 3er pase al 75% de carga.

Para ello debemos enumerar todos los pernos secuencialmente del 1 a N, siendo N el número correspondiente al total de pernos requeridos por empalme, para nuestro caso cada unión shell-shell contiene 168 pernos (ver Protocolo 8). Antes de iniciar el tensionado de los pernos, debemos verificar con el lector (Fig. 5.59), la elongación inicial que tienen los pernos y de acuerdo a ello, tensionar el perno a lo indicado.

Debemos seguir los siguientes pasos para el tensionado de los pernos SPC-4:

- Enchufar la caja de control (Fig. 5.60) de alimentación mientras se encuentra en off con el cable que va al lector y el cable que va a la bomba desconectados.
- Encender la caja de control de alimentación con el botón on/off y verificar que se prenda la luz verde, luego apagarla.
- Conectar el equipo de lectura con la caja de control de alimentación.
- Encender la caja de control de alimentación con el botón on/off.
- Encender el lector (Fig. 5.61) con el botón rojo power, esto debe mostrar error en la pantalla.
- Conectar el transductor al patrón y verificar lectura 0 y 100 en ambos lados del patrón, con un margen permitido de un +/- 5.
- Dependiendo de la unión a intervenir seleccionar el hexágono a utilizar con la llave hidráulica.
- Conectar la llave hidráulica a la bomba (Fig. 5.62) usando mangueras.

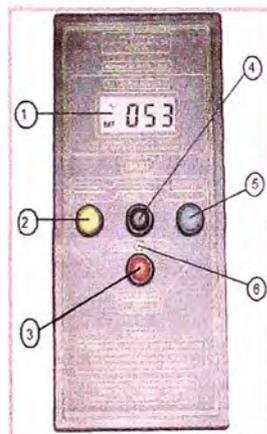
Figura 2 - Power Switching Unit - top View



- 1 - "POWER IN" CABLE
- 2 - "POWER ON/OFF" BREAKER
- 3 - "POWER ON" INDICATOR
- 4 - "READY" INDICATOR
- 5 - "POWER OUT" CABLE
- 6 - "POWER" CONNECTOR

Fig. 5.60 Caja de control de alimentación modelo SPC 4-424, (Uniones Apernadas críticas, PROTORQ).

Figura 1 - Hand - Held Unit - Top View



- 1 - "LCD" - LIQUID CRYSTAL DISPLAY
- 2 - "POWER ON/OFF | RESET" BUTTON
- 3 - "MANUAL | DOWN" BUTTON
- 4 - "PROGRAM | BACKLIGHT" BUTTON
- 5 - "START/STOP | UP" BUTTON
- 6 - "POWER | READY" INDICATOR

Fig. 5.61 Lector SPC 4 modelo 424, (Uniones Apernadas críticas, PROTORQ).

- Estando conectada la llave hidráulica a la bomba y antes de montarla en el perno, regular la presión de la bomba según torque indicados por el mandante.
- Instalar la llave hidráulica sobre la tuerca.
- Retirar tapa plástica del perno y guardarla.
- Conectar el transductor sobre la cabeza del perno (la lectura debería ser +/- 5).
- Iniciar el apriete usando el control remoto de la bomba (Fig. 5.63), hasta que la caja de control de alimentación detenga la bomba y apague la luz naranja.
- Retirar el transductor y reinstalar la tapa protectora plástica del perno.
- Sacar la llave hidráulica.



Fig. 5.59 Lectura de elongación de pernos SPC-4, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.62 Bomba hidráulica, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.63 Elongación de pernos SPC-4, (Proyecto Antapaccay).

Sólo en el caso del último pase del torque, debemos tener una plataforma de trabajo que permita acceso seguro al área requerida aproximadamente a 70° del centro del fondo de los empalmes en cualquiera de sus lados (ver Fig. 5.64), para este último pase es necesario tener operativos los cabestrantes y poder realizar con ellos el giro del molino.

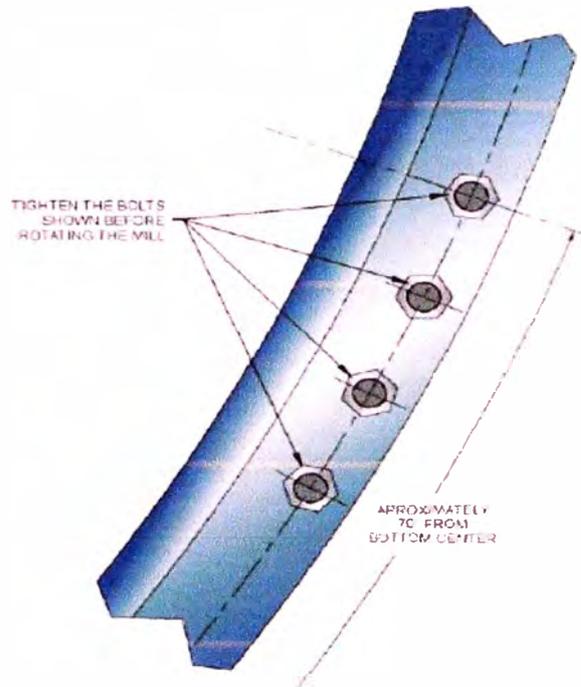


Fig. 5.64 Elongación de pernos SPC-4 al 75% de carga de trabajo, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26'x 40.5' Proyecto antapaccay).

5.1.6 Instalación de Ensamble Tapa – Trunnion: A continuación mostraremos el montaje de la unión tapa-trunnion, pues debido al diámetro y a la longitud del molino, dicho ensamble pesa aproximadamente 120 Ton, y la grúa que contamos es de 400 Ton de capacidad, por este motivo se realiza dicho ensamble.

- a) **Trabajos Previos:** Debemos realizar la limpieza de las 2 mitades de una tapa (Fig. 5.65), así como la del trunnion, para lo cual utilizaremos varsol, piedra de asentar, regla de pelo, turbineta o esmeril recto. Se debe verificar que todas las perforaciones que unirán el trunnion y la tapa estén correctamente limpias y que los hilos de dichas perforaciones se encuentren en correcto estado, para ello debemos asegurarnos pasando machos en dichas perforaciones, Fig. 5.66.

Si durante la limpieza encontramos imperfecciones que no puedan repararse utilizando piedra de asentar, así como golpes, tanto en la tapa como en el trunnion, debemos informar al vendor y al área de calidad.



Fig. 5.65 Limpieza de media tapa, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.66 Pasado de macho en perforaciones, (Proyecto Antapaccay).

b) **Tandem de trunnion:** Culminada la limpieza del trunnion o muñón, procederemos a realizar el volteo o tandem del mismo, es decir debemos girarlo 180° , para lo cual inicialmente colocaremos una eslinga alrededor del trunnion, esta eslinga será colocada longitudinalmente al trunnion, y colocaremos inicialmente 02 orejas de izaje en la parte superior del trunnion, en las cuales colocaremos 02 estrobos con sus respectivos grilletes, luego levantaremos el trunnion de ambos puntos con 02 grúas, cuando el trunnion se encuentre aproximadamente a 02 metros procederemos a bajar el gancho de la grúa que tiene la maniobra de los estrobos y con ello vertical izaremos el trunnion. Ya en posición vertical el trunnion y tomado sólo por eslinga procederemos a girarlo 180° , y en ese momento colocaremos nuevamente los estrobos pero en las orejas ubicadas en la parte inferior del trunnion, luego levantaremos aproximadamente 0.5m el trunnion con la eslinga, y luego levantaremos el gancho de la grúa que tiene instalados los estrobos, y finalmente habremos terminado el tandem del trunnion, ver las siguientes figuras.

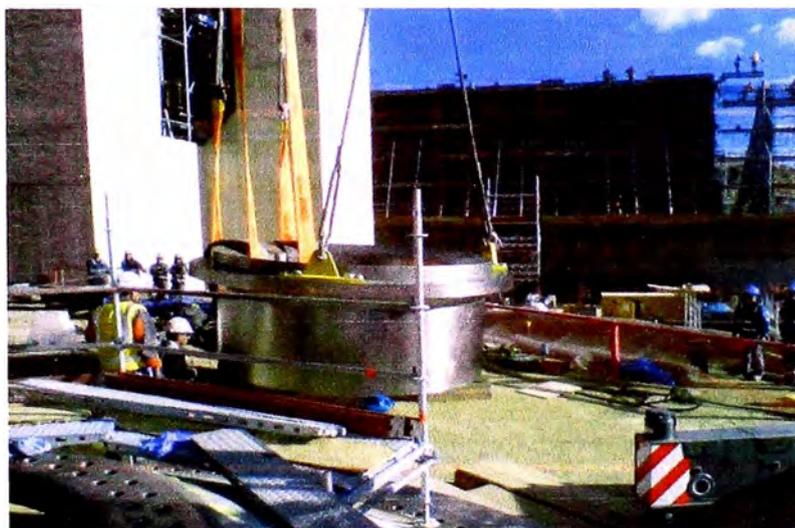


Fig. 5.67 Inicio tandem del trunnion, (Proyecto Antapaccay).

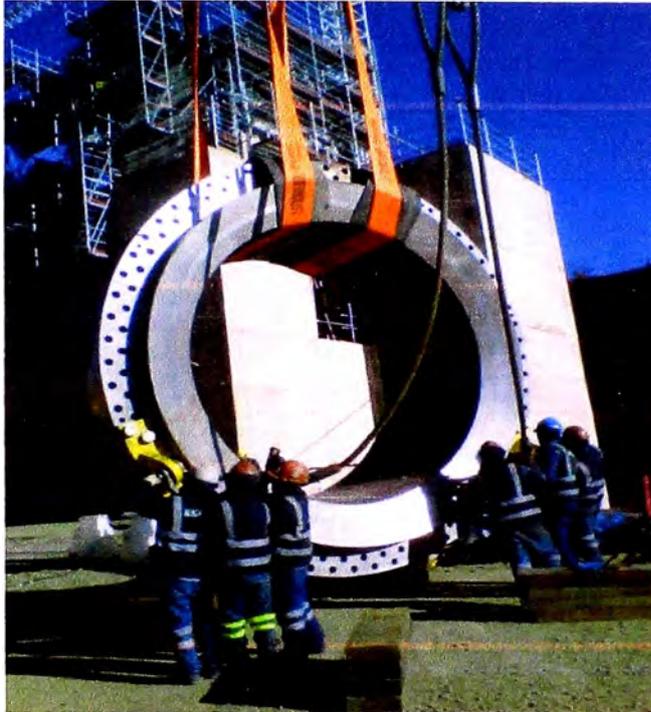


Fig. 5.68 Verticalización de trunnion y retiro de estrobo en oreja de izaje, (Proyecto Antapaccay).

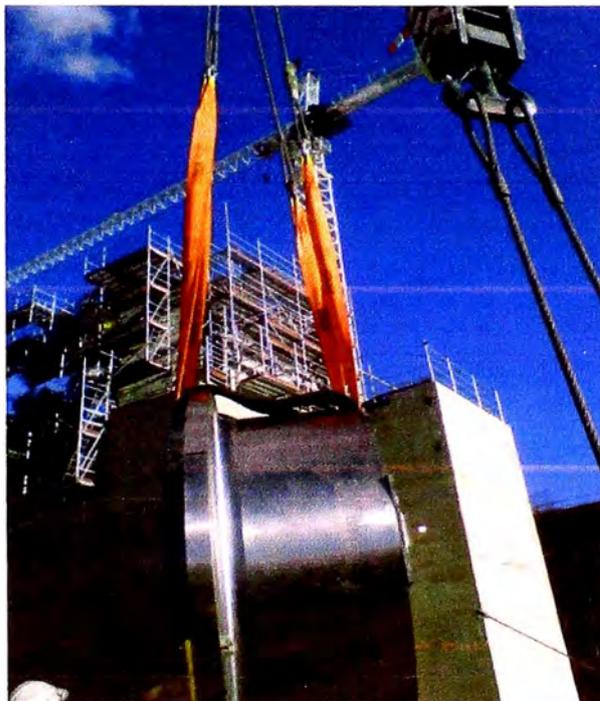


Fig. 5.59 Giro de 180° de trunnion en posición vertical, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.60 Instalación de estrobos en orejas de izaje, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.61 Izaje de trunnion, e inicio del levantamiento del gancho en el cual están colocados los estrobos, (Proyecto Antapaccay).

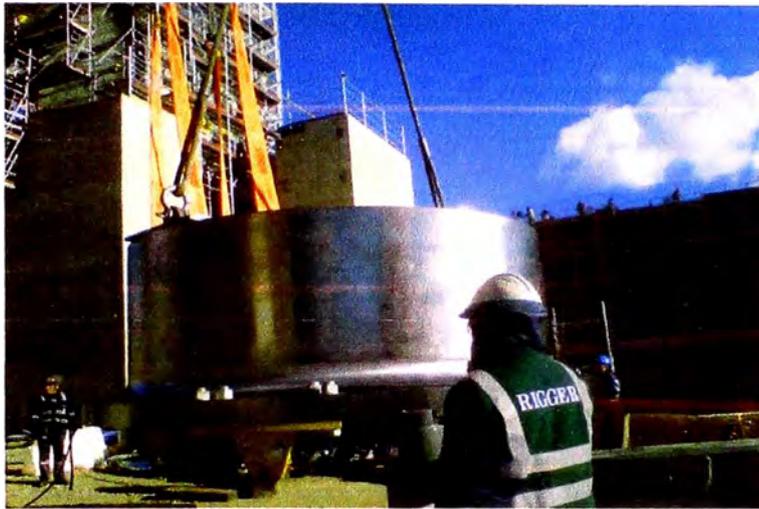


Fig. 5.63 Término de tandem de trunnion, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Ensamble tapa – trunnion:** Culminada la limpieza de las 02 mitades de la tapa, procederemos a ensamblar dicha mitades, para lo cual colocaremos sobre tacos de madera cada mitad de tapa, y mediante el uso de gatas hidráulicas, procederemos a nivelar cada tapa (ver Fig. 5.64), lo verificaremos mediante un nivel mecánico.



Fig. 5.64 Nivelación de mitades de tapa, (Proyecto Antapaccay).

Una vez niveladas las 02 mitades de una tapa, procederemos a alinear, mediante el uso de pasadores cónicos o punzones, y también colocando los pernos SPC-4, ver Fig. 5.65.

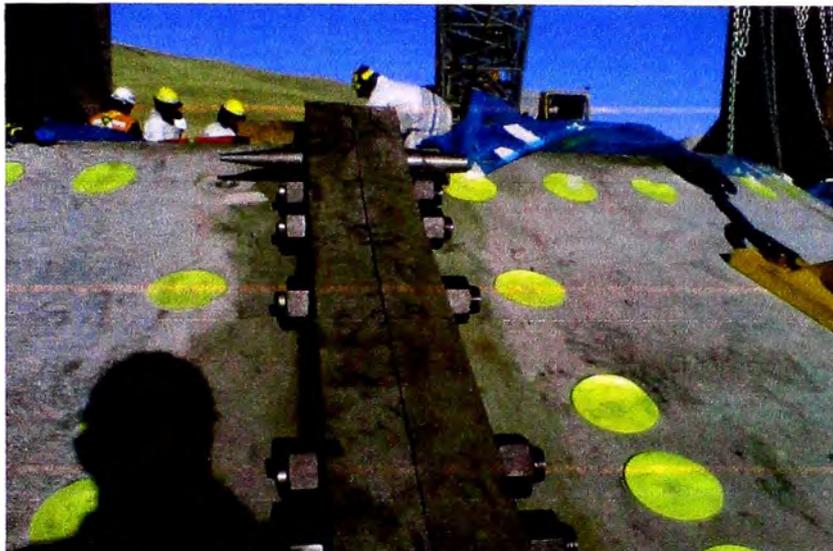


Fig. 5.65 Alineamiento de tapas utilizando un pasador cónico, (Proyecto Antapaccay).

Realizaremos un ajuste inicial a los pernos SPC-4, y cuando en el empalme de las 02 mitades de la tapa, hayamos completado todos los pernos realizaremos el mismo procedimiento de elongado para los empales de los shells, con una excepción, que para el montaje de la unión tapa trunnion, los pernos deben ser elongados hasta el 67% de su carga de trabajo, ver Fig. 5.66.



Fig. 5.66 Término de ensamble de las 02 mitades de la tapa, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el ensamble de las 02 mitades de la tapa, procederemos a realizar el montaje del trunnion, para lo cual instalaremos los espárragos guías, los cuales son 4 y son distribuidos simétricamente, debemos verificar durante el montaje de trunnion, que la distancia entre el trunnion y la tapa se mantenga sea casi igual en los 4 puntos donde están instalados los espárragos, pues si dichas distancias varían el trunnion podría romper alguno de los espárragos. Culminado el montaje del trunnion instalaremos los respectivos pernos SPC-4, en la unión tapa-trunnion, y elongaremos los pernos hasta el 67% de su carga de trabajo, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.67 Montaje de trunnion, (Proyecto Antapaccay).

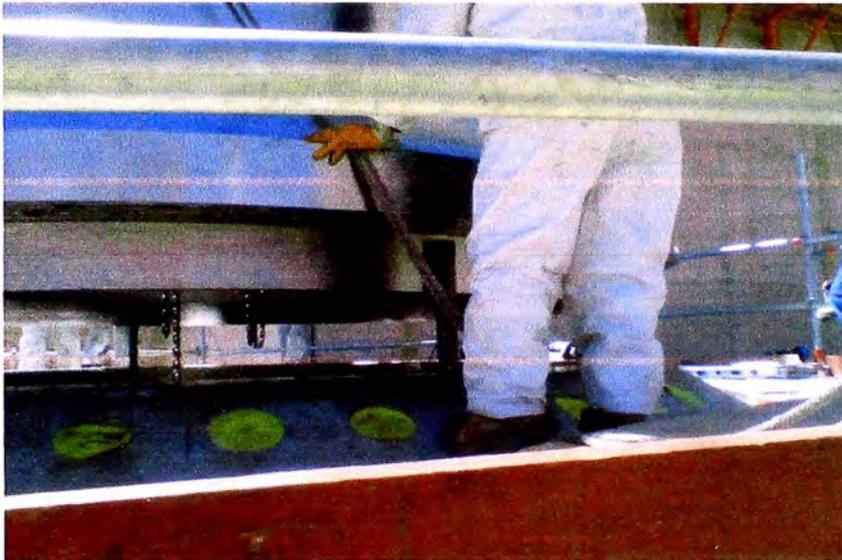


Fig. 5.68 Descenso de trunnion, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.69 Término del montaje de trunnion, (Proyecto Antapaccay).

- d) **Montaje unión tapa-trunnion:** Culminada la elongación de los pernos tanto en los empalmes de la tapa, como en el empalme tapa-trunnion, procederemos a realizar el montaje de la unión tapa-trunnion, para lo cual debemos asegurarnos que los cojines están correctamente protegidos, pues sólo contaremos con un gap entre 100 a 150 mm. Antes de iniciar el izaje de la unión tapa-trunnion, debemos verificar que los elementos de izaje estén en correcto estado, pues ya estos elementos de izaje han sido utilizados en el tandem del trunnion así como en el ensamble de la tapa. Verificaremos que las marcas correspondan a lo indicado por el plano, pues el ensamble es similar tanto para el lado de alimentación como descarga. Antes del izaje verificar que contemos con los pasadores cónicos necesarios para dicho montaje así como los pernos SPC-4, la maniobra deberá retirarse si todos los pernos SPC-4 han sido instalados y ajustado manualmente.

Cuando se liberé la maniobra procederemos a elongar los pernos en la unión tapa-shell hasta el 67% de su carga de trabajo, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.70 Colocación de maniobras para tandem de tapa-trunnion, (Proyecto Antapaccay).

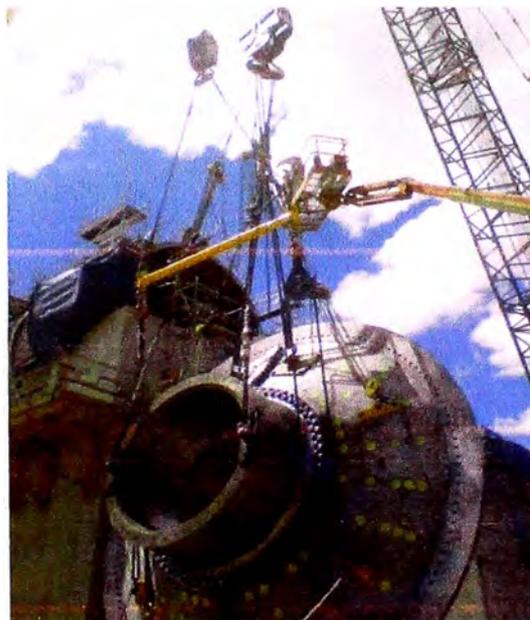


Fig. 5.71 Tandem de tapa-trunnion, (Proyecto Antapaccay).

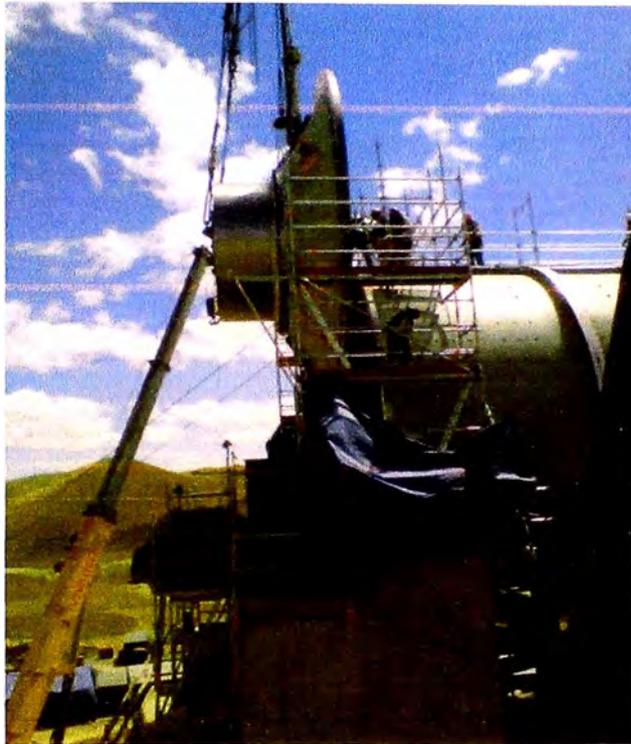


Fig. 5.72 Izaje de tapa-trunnion, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.73 Instalación de pernos y pasador cónico, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.74 Instalación de pasador cónico, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.75 Montaje de tapa-trunnion, (Proyecto Antapaccay).

5.1.7 **Bajada o descenso del Molino:** Culminado el montaje de la unión tapa trunnion y el torque de todos los pernos SPC-4, al 67% de su carga de trabajo, iniciaremos los trabajos para bajar el molino hasta sus cojines (no olvidar que las cunas del molino, elevan al ensamble shell-tapas y trunnion hasta 150mm de su eje).

- a) **Trabajos previos:** Instalación de 04 gatas hidráulicas de 500Ton (Fig. 5.76), sobre la mesa soporte de gatas, así como todo el sistema hidráulico para el correcto funcionamiento de estas gatas. Lo primero será poner en funcionamiento la bomba hidráulica (Fig. 5.77), para ello debemos realizar al anclaje respectivo, de acuerdo a lo que indica el fabricante, luego verificar el voltaje al cual trabajará (datos en placa de bomba), así como el suministro de energía eléctrica, y finalmente el nivel de fluido, para este equipo utilizaremos aceite hidráulico SAE 10W. Luego realizaremos el conexionado de las mangueras hidráulicas (verificar estado de mangueras antes de su uso), así como del manifold el cual distribuirá el aceite hidráulico hacia las 4 gatas, (Fig. 5.78 y Fig. 5.79).



Fig. 5.76 Montaje de gata hidráulica de 500 Ton, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.77 Bomba hidráulica, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.78 Manifold y manómetros (control de presión en gatas), (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.79 Conexión de mangueras en gatas, (Proyecto Antapaccay).

Otra de las actividades a realizar será la instalación del sistema de lubricación temporal (Fig. 5.80), para ello debemos de realizar el llenado del aceite lubricante que para nuestro caso fue el SHC 630 de Mobil, luego debemos verificar el conexionado de las mangueras hacia los cojinetes principales (Fig. 5.81), así como el conexionado de las mangueras hacia los cojines. Sólo desconectaremos el extremo de la manguera que ingresa hacia cada cojín (Pad), pues pondremos en funcionamiento el sistema de lubricación temporal para poder recircular el aceite por espacio de 02 horas, debido a que en el sistema podrían existir impurezas las cuales dañarían el cojín, por ello recirculamos el aceite pues contamos con un filtro para poder retener las impurezas y evitar que estas ingresen a los cojines.

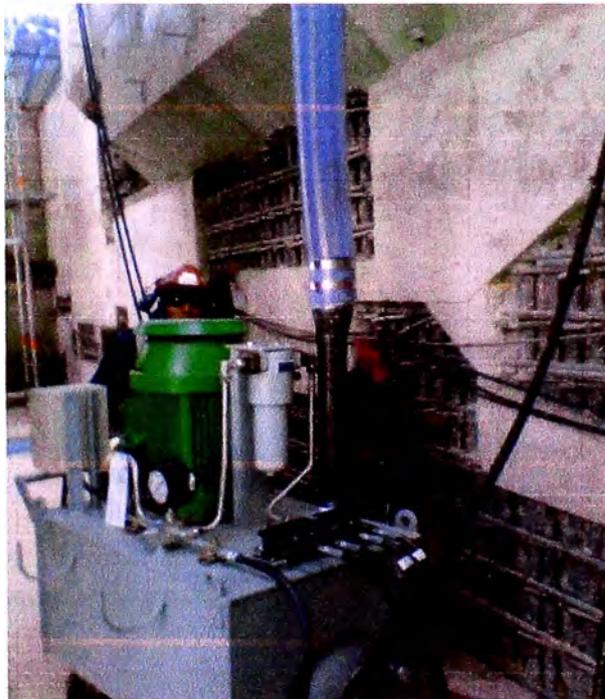


Fig. 5.80 Sistema de lubricación temporal, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.81 Conexión de mangueras hacia cojinete principal, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.82 Tubería de retorno desde cojinete principal hacia tanque en unidad de lubricación temporal, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Bajada de Molino:** Teniendo el sistema de lubricación temporal y el sistema hidráulico de gatas operativo, procederemos a realizar el descenso del molino sobre sus cojinetes principales, para ello colocaremos gatas hidráulicas entre 10 a 20 Ton, en las bases de las otras cunas (recordemos que las 4 gatas de 500 Ton han sido instaladas en las cunas de los extremos), y culminado el chequeo de la altura de los 4 cojines, para nuestro caso, el fabricante indica que los cojines deben tener una altura nominal de 450 mm.

Luego procederemos a realizar el descenso del molino, para ello accionaremos las 4 gatas hidráulicas, elevando el pistón de cada una de ellas aproximadamente 50 mm (debemos controlar la elevación del pistón de cada gata pues podría tener unos puntos más altos con otros, ver Fig. 5.83), luego procederemos a retirar las lanas de cada soporte de cuna, sólo podemos retirar como máximo la longitud del pistón por medidas de seguridad, culminado el retiro de las lanas descenderemos los pistones de las gatas, luego volveremos a levantar el molino con las 4 gatas y retiraremos otra cantidad de lanas, este proceso lo repetiremos hasta que el molino haya descendido sobre sus cojines. El mismo proceso utilizaremos para las cunas en la zona central (Fig. 5.84), retiraremos las lanas ubicadas en el inferior de los soportes, este proceso repetiremos hasta retirar el total de las lanas. Antes de descender el molino debemos colocar 01 reloj comparador en cada soleplate (Fig. 5.87) y asegurarnos así que no haya descendido el soleplate por el peso del molino, y verificar que no se produzcan grietas en el grout epóxico. No olvidar que en todo momento durante el descenso o bajada del molino, debemos tener en operación el sistema de lubricación temporal (Fig. 5.85) y debemos verificar que el gap entre el muñón y los cojines se aproximadamente iguales, ver Fig. 5.88.



Fig. 5.83 Control de elevación del pistón de las gatas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.84 Elevación de cunas centrales y retiro de laines, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.85 Aceite en cojines, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.86 Elevación de molino mediante gatas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.87 Instalación de reloj comparador, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.88 Control del descenso del molino sobre los cojines, (Proyecto Antapaccay).

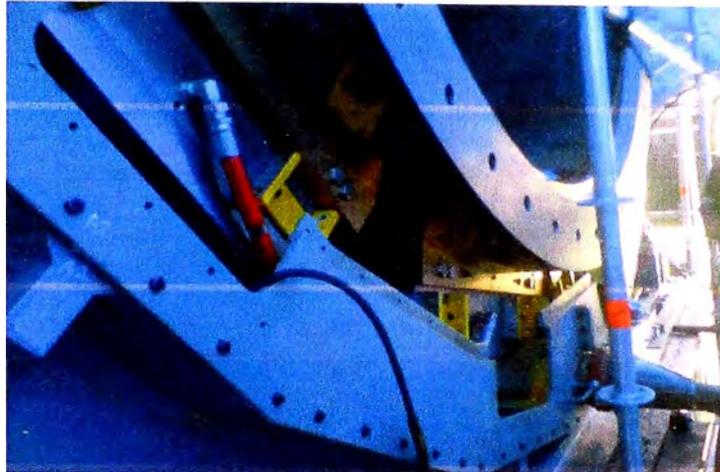


Fig. 5.89 Descenso de molino sobre cojinetes principales, (Proyecto Antapaccay).

5.1.8 **Giro del Molino:** Culminado el descenso del molino sobre sus cojinetes principales y retirando toda la estructura de las cunas y la mesa soporte de gatas, procederemos a iniciar los trabajos para realizar el giro del molino.

a) **Trabajos previos:** Instalaremos los cabestrantes, para nuestro caso serán 2 los cuales serán instalados a cada extremo del molino (lado norte y sur) en la zona de descarga. Instalaremos 02 orejas de izaje en el shell de descarga (Fig. 5.90 y Fig. 5.91), en el cual instalaremos la maniobra a utilizar para realizar el giro del molino, esta maniobra constará del cable metálico, el cual está enrollado en el cabestrante (Fig. 5.92) y un grillete, colocado en la oreja de izaje. Para realizar el giro del molino debemos verificar que las presiones en los cojinetes principales sean similares o tengan una variación de un 10%.



Fig. 5.90 Maniobra para giro de molino, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.91 Oreja de izaje en shells, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.92 Instalación de cabestrante, (Proyecto Antapaccay).

b) **Giro de molino:** Culminada la instalación de los cabestrantes y la maniobra respectiva para el giro del molino procederemos a dar inicio a este trabajo, identificaremos las cabestrantes en función a su ubicación lado norte y lado sur. Primero accionaremos el sistema de lubricación temporal, posterior a ello verificaremos que no exista ningún personal alrededor del molino, es muy importante tener un sistema sonoro, para indicar que se iniciará el giro del molino, para ello liberaremos por ejemplo el cable del cabestrante del lado norte y tensionaremos el cable del cabestrante del lado sur, con ello obtendremos que el molino gire en sentido horario (mirando desde el lado de alimentación), no debemos trabajar con los 02 cabestrantes de manera simultánea pues ante alguna descoordinación podríamos tensar demasiado los cables originando la ruptura de los mismo, por ello es de suma importancia liberar el cable de un cabestrante y tensar el cable del otro, pues de esta manera el cabestrante que libero el cable funcionará como freno. Este trabajo es de suma importancia pues hará posible, que realicemos el tensionado al 75% de su carga de trabajo de los pernos SPC-4, que realicemos el montaje de las corazas en el interior del molino, que realicemos en engomado de la superficie en el interior del molino, así como el alineamiento de los polos, anillos sellos, anillos rozantes los cuales son componentes del motor.

5.1.9 **Instalación del Sistema de freno:** A continuación mostraremos todos los trabajos relacionados a los frenos Svendborg.

- a) **Soleplate de frenos:** Debemos escarificar la zona donde montaremos el soleplate, posteriormente instalaremos las respectivas placas de nivelación así como el grout cementicio en dichas placas, y posterior al curado del grout realizaremos el montaje del soleplate, debemos de tener sumo cuidado con la superficie maquinada del soleplate, por tal motivo este soleplate se montará empleando 4 cáncamos (Fig. 5.96), culminado el montaje (Fig. 5.97) realizaremos la nivelación y alineamiento utilizando el mismo criterio para los soleplates de los descansos principales y finalmente realizaremos el vaciado de grout epóxico en la base del soleplate de frenos (ver en detalle en los puntos 5.1.1 y 5.1.2).



Fig. 5.93 Instalación de placas de nivelación de frenos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.94 Grout cementicio en placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.95 Placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.96 Izaje de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

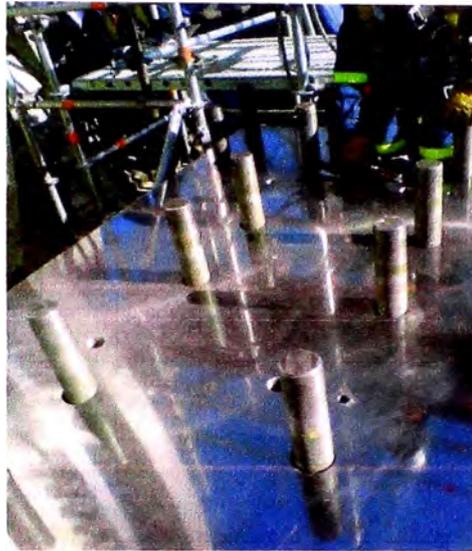


Fig. 5.97 Montaje de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Sistema de freno:** El freno está diseñado para transferir una fuerza de sujeción, mediante un torque de frenado desde el caliper (Fig. 5.98) del freno hacia el disco a frenar, que para nuestro caso será la superficie de la tapa de descarga, esto con el fin de detener la rotación del molino o para evitar que gire cuando este parado. La parte activa del caliper está unido a la parte pasiva del caliper a través de un espaciador y pernos. Este ensamble se monta en 2 ejes que están fijados al soporte del freno. Cojinetes deslizantes colocados dentro de la parte pasiva y parte activa, permite que el caliper se mueva hacia los lados.

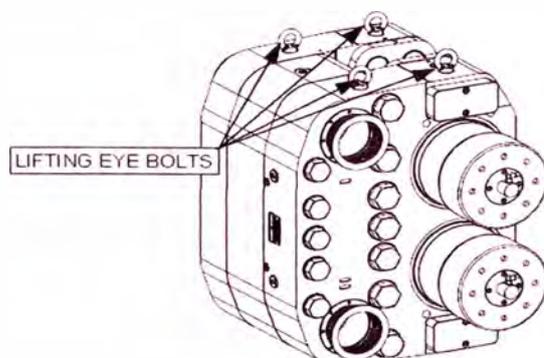


Fig. 5.98 Caliper, perforaciones para montaje de eje, y cáncamos para izaje, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26´x 40.5´Proyecto antapaccay).

Cuando se activa el freno, los resortes colocados en el interior del tornillo de ajuste de la parte activa del caliper, puede mover el pistón y la pastilla de freno N°1 hacia el disco de freno. Como las pastillas de freno N°2 se fija a la parte pasiva del caliper, se puede mover hacia el disco de freno y ambos proporcionan la fuerza de sujeción que actúa sobre ambos lados del disco de freno, (Fig. 5.99).

Debemos tener en cuenta que la longitud total de movimiento de las placas laterales es de 40 mm. El límite real en cada uno depende de la dirección inicial/ posición del freno/ soporte.

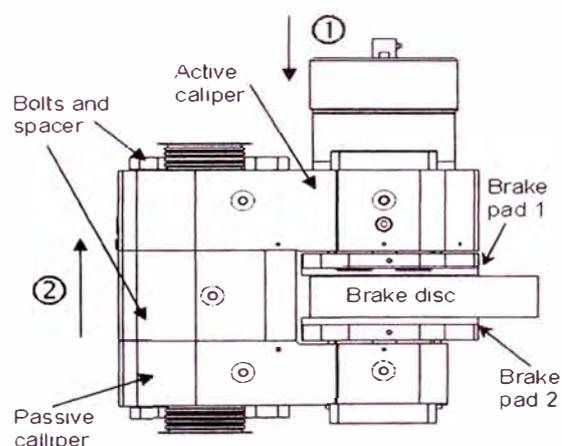


Fig. 5.99 Caliper del freno, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26´x 40.5´Proyecto antapaccay).

Cuando se aplica presión hidráulica hacia los caliper el freno se encuentra abierto. El freno aplica la fuerza de sujeción cuando la presión de aceite hidráulico se reduce o cuando se retira aceite de la cámara hidráulica, provocando el movimiento de los caliper hacia el disco de freno, Fig. 5.100.

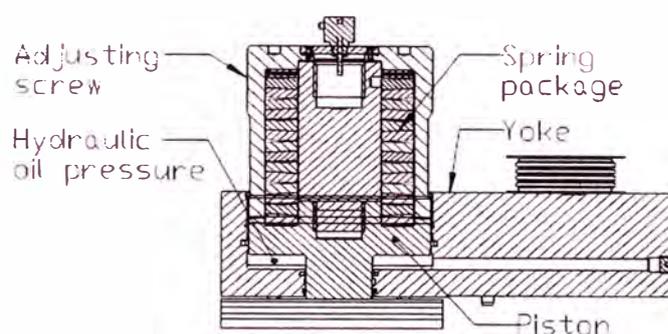


Fig. 5.100 Cámara hidráulica en caliper de freno, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26' x 40.5' Proyecto antapaccay).

El espacio de aire es el espacio entre la almohadilla y el disco de freno, este espacio de aire debe de ajustarse en las siguientes situaciones:

- Antes de poner en operación los calipers del freno.
- En caso de desgaste de las zapatas de freno.
- Cuando el desgaste es demasiado y se envía una señal desde el indicador.

Para calibrar el air gap entre las almohadillas de freno realizaremos lo siguiente:

- Ajustaremos el air gap mediante una herramienta de mano, vea la posición de la manija. Para ello inyectaremos presión hidráulica al sistema, Fig. 5.101.

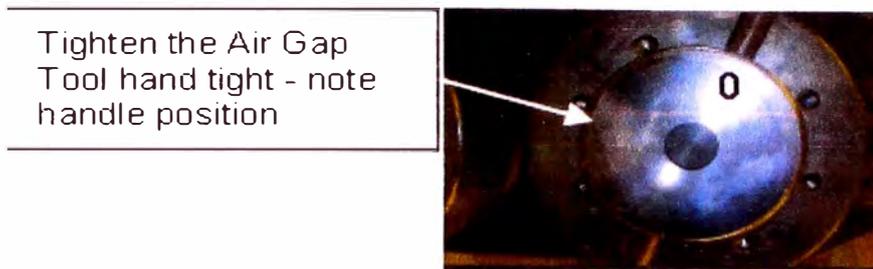


Fig. 5.101 Posición inicial de la manija, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26'x 40.5' Proyecto antapaccay).

- Gire la herramienta aproximadamente 2 agujeros en sentido anti horario (cada agujero nos dará un gap de 1mm adicional), Fig. 5.102.



Fig. 5.102 Gire 2 agujeros en sentido anti horario, (Manual Instalación, Operación y Mantenimiento de Molino Bolas de 26'x 40.5' Proyecto antapaccay).

- Retire la manija y coloque la llave de ajuste alrededor del tambor del caliper (no olvidar colocar el pasador de la llave de ajuste), Fig. 5.103.
- Eliminar la presión hidráulica del sistema y los pistones estarán firmemente bloqueados.



Fig. 5.103 Colocar llave de ajuste, (Proyecto Antapaccay).

Gire la llave de ajuste en sentido horario hasta que las zapatas de freno se presionan contra el disco de freno (air gap igual cero).

Aplicar presión hidráulica al sistema y retire la llave de ajuste, compruebe que la total ha aumentado en 2mm y finalmente liberar presión de nuevo.

Debemos tener en cuenta que para el montaje del freno (Fig. 5.104), el air gap debe ser mayor al espesor de la tapa del molino, pues durante el montaje podríamos dañar las zapatas del freno (Fig. 5.105), por tal motivo realizamos una calibración inicial sólo para el montaje (Fig. 5.106 y Fig. 5.107) y posteriormente una calibración final para la operación.



Fig. 5.104 Freno del molino, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.105 Calibración de air gap para el montaje del freno, (Proyecto Antapaccay).

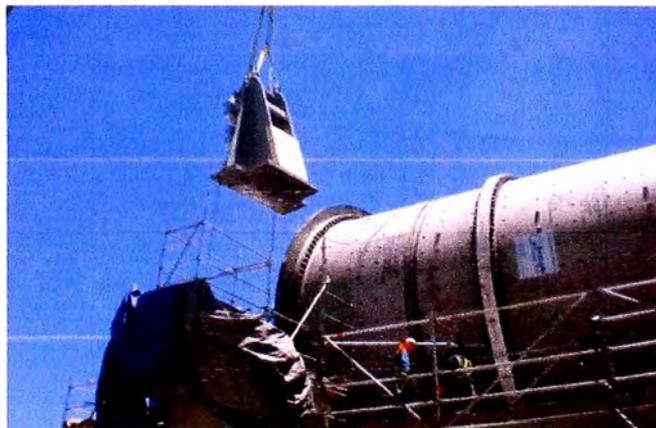


Fig. 5.106 Izaje de freno, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.107 Montaje de freno, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje de freno, procederemos a realizar el alineamiento de dicho equipo, para lo cual debemos considerar el plano suministrado por el fabricante (ver Anexo 6), y finalmente proceder a realizar el grout epóxico del soleplate del freno para el cual aplicaremos el procedimiento utilizado en los soleplates de cojinetes principales (ver 5.1.2 apartado e).

5.1.10 Instalación del sistema de lubricación: El sistema de lubricación de los cojinetes principales es de capacidad suficiente para proporcionar la alta presión de aceite necesaria hacia los cojines y los rieles de empuje. El sistema también incluye un circuito para el enfriamiento y la filtración de aceite antes de bombearlo hacia los cojines. Un sistema de resumen de copia de seguridad (back-up rundown) también se incluye para el deterioro y paradas de emergencia.

El sistema requiere que tanto la bomba de alta presión como la de baja presión funcione de forma continua durante la operación de la planta. El sistema retorna el aceite por gravedad hacia el depósito. El montaje de skid principal (Fig. 5.110) debe estar situado en un lugar ventilado y limpio. La placa de protección del depósito o bandeja de contención debe estar firmemente sujeta al suelo mediante espárragos. Todas las tuberías a utilizar en el sistema serán de acero inoxidable, y sólo se usaran mangueras hidráulicas (para absorber vibración), entre los filtros y las conexiones a los cojinetes principales (Fig. 5.109), así como desde el manifold (ubicado a la salida del sistema de lubricación) y las respectivas tuberías inoxidables (Fig. 5.108).



Fig. 5.108 Conexiones flexibles desde manifold hacia tuberías inoxidables, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.109 Conexiones flexibles desde filtros hacia cojinetes, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.110 Sala de lubricación, a la izquierda intercambiador de calor, a la derecha skid principal, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.111 Acumuladores, en sistema de lubricación, (Proyecto Antapaccay).

5.1.11 **Instalación de corazas o liner:** Para realizar el montaje de las corazas del molino, debemos verificar el estado de los pernos de anclaje de los cabestrantes, pues al inicio fue sometido a giros en vacío, y ahora empezaremos a añadir peso al molino.

a) **Sellado de molino:** Utilizaremos Sikadur 52 (ver Anexo 7) resina epóxica y limpiador Sika Colma para el sellado de los empalmes. Debemos verificar que la temperatura ambiente y la temperatura del equipo se encuentren dentro del rango dado por el fabricante del epóxico. Verificar que las pistolas de engrase para este epóxico se encuentren en óptimas condiciones, pues el Sikadur 52 se seca en 30 minutos a 25°C. Luego seguiremos los siguientes pasos:

Coloque un empalme de la tapa en posición vertical y proceda a bloquear el molino.

Coloque los reductores con niples para el engrase tanto en la parte superior como inferior, Fig. 5.112 y Fig. 5.113.



Fig. 5.112 Niple de engrase inferior, (Proyecto Antapaccay).

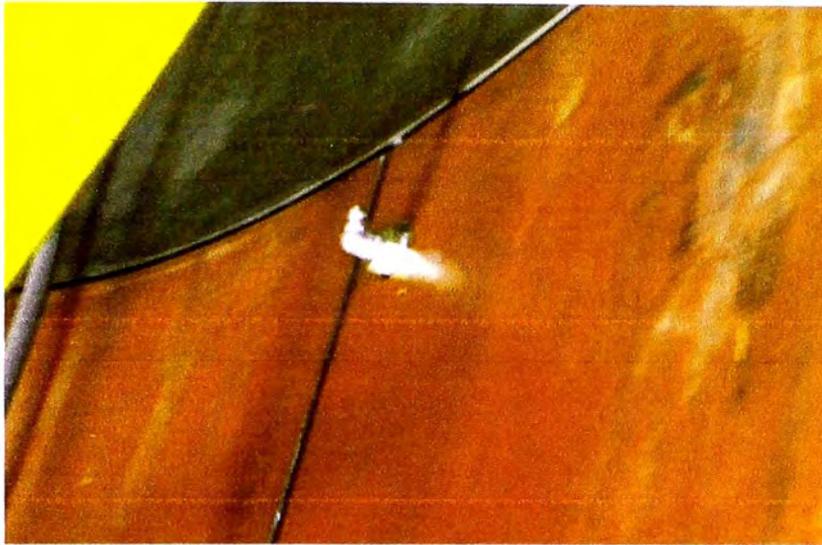


Fig. 5.113 Niple de engrase superior, (Proyecto Antapaccay).

Llene la bomba de engrase con el limpiador Sika Colma al 25%.

Instalar la pistola la engrase en el puerto de inyección superior y bombear todo el limpiador en la articulación (Fig. 5.114), Esto eliminará cualquier aceite o grasa en el interior de las superficies articulares, y luego repetir este paso en el puerto de inyección inferior, y dejar secar las superficies por espacio de 2 horas.



Fig. 5.114 Conexión de pistola de engrase en el puerto de inyección inferior, (Proyecto Antapaccay).

Abrir la pistola de engrase y verter el producto epóxico aproximadamente al 50%, luego cierre la pistola de engrase, hacer esto en no más de 5 minutos.

Instalar la pistola de engrase en el puerto de inyección superior y bombear hasta que se utiliza la mitad del volumen de epóxico cargado o hasta que la presión llega a ser muy alta. Comprobar si hay fugas en la parte frontal y posterior del puerto de inyección. Hacer esta actividad en no más de 10 minutos. Repetir este paso en el puerto de inyección inferior.

Limpie la pistola, guantes y otras herramientas inmediatamente, deje curar el epóxico aproximadamente 4 horas y luego retire las boquillas de engrase.

Repetir este proceso de inyección hasta completar todas las juntas.

En el caso de las uniones entre shells, se deberá limpiar esas zonas y se procederá a aplicar Silicona Devcon (sellador), con una pistola para silicona, Fig. 5.115.



Fig. 5.115 Aplicación de silicona en empalmes de shells, (Proyecto Antapaccay).

b) **Instalación de rubber backing o goma en molino:** Revisar que la superficie esté libre de humedad y/o proteger contra la lluvia. Luego realizar el esmerilado de la superficie metálica interior del molino y realizar una limpieza utilizando brochas o trapo industrial con solvente (Varsol), ya que el interior debe estar libre de residuos de aceites, grasas u otros contaminantes. Una vez esmerilado se verificará que este libre de humedad, caso contrario se procederá a calentarlo con equipo oxicorte y su antorcha, a fin de eliminar la humedad y luego se protegerá con plástico para evitar el contacto con otros agentes húmedos y/o lluvia. Luego iniciaremos el trazado de la goma, este se debe hacer según el área a revestir, haciendo uso de un cuchillo con hoja retráctil, y proceder con el raspado de la goma, mediante el uso de una pulidora de mango flexible y realizar la limpieza de la goma con solvente (Varsol) si es necesario, para remover las partículas generadas por el pulido. Posterior a ello procederemos a la aplicación del pegamento Vulcopren (primera mano) en la superficie metálica, empleando brochas y lo aplicaremos en forma circular uniformemente, el tiempo de secado de la primera mano debe ser entre 20 a 30 minutos. La aplicación de segunda mano de pegamento se realizará primero en la superficie metálica y luego a la goma para realizar una efectiva adherencia de ambas superficies. Se debe realizar en forma circular uniformemente, y verificar con la parte superior del dedo si el pegamento no se adhiere sobre el dedo, entonces se procede al pegado de la goma en la superficie metálica, el tiempo de secado será de 5 a 10 minutos.

Luego se procede a aplicar presión a la superficie revestida con una rulina, este proceso se debe realizar de forma ordenada con el propósito de sacar el aire, burbujas y/o globos entre la goma y la superficie metálica para una mejor adherencia. La unión de gomas serán lo más pegados posibles para un mejor acabado, este proceso se repite una y otra vez hasta culminar el revestimiento total del molino, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.116 Engomado de molino, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.117 Colocación de goma, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Montaje de corazas:** El montaje de las corazas para el molino bolas, lo realizaremos de acuerdo al plano de montaje suministrado por el fabricante (ver anexo 8), iniciaremos el montaje con las corazas de los shells, luego con las corazas de las tapas y finalmente con la de los trunnion liner. Antes de iniciar el montaje de las corazas debemos posicionar la unión de las tapas en posición vertical y de acuerdo a ello iniciar el montaje de las corazas de los shells, mediante una viga monorriel que debe ser montada y probada previamente (Fig. 5.118). Culminado el montaje de toda una fila de corazas en los shells (Fig. 5.119 y Fig. 5.120), procederemos a realizar un giro de 180° y montar 2 filas de corazas, y luego realizar otro giro de 180° y montar 2 filas de corazas con ello siempre tendremos la diferencia de 1 fila en cada zona de montaje, no olvidar que siempre debemos buscar equilibrar los pesos de las corazas a montar. A continuación mostraremos la cantidad y pesos de las corazas en el molino bolas:

Tabla 5.1 Peso y cantidades de corazas, (Proyecto Antapaccay).

ITEM	DESCRIPCION	REF	Peso (Kg)	Cantidad Suministrada
1	FEED AND DISCHARGE PLATE TRUNNION LINER	517-461	210	20
2	FEED AND DISCHARGE INNER HEAD LINER	517-462	1630	24
3	FEED AND DISCHARGE OUTER HEAD ILNER	517-463	910	48
4	FEE AND DISCHARGE FILLER RING	517-464	165	52
5	FEED SHELL LINER	517-465	1535	26
6	DISCHARGE SHELL LINER	517-466	765	52
7	MIDDLE SHELL LINER	517-467	750	208

Tabla 5.2 Cantidad y diámetro de pernos, (Proyecto Antapaccay).

BOLT LOCATION	NOMINAL SIZE	QTY
H1	2"	48
H2	2"	48
H3	2"	48
H4	2"	48
S1	2"	832
S2	2"	52

**Fig. 5.118 Prueba de carga, (Proyecto Antapaccay).**



Fig. 5.119 Montaje de corazas en shells, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.120 Montaje de última fila de corazas en shells, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje de corazas en shells, procederemos a colocar las corazas filler ring (esquineros, Fig. 5.121), y luego iniciar el montaje de las corazas en las tapas del molino, montaremos 2 corazas outer head liner (Fig. 5.122) y 1 coraza inner head (Fig. 5.123), tanto en el lado de alimentación como descarga, y posterior a ello realizar un giro de 180°, y continuar el mismo procedimiento hasta completar el montaje de las corazas en las tapas del molino, Fig. 5.124.



Fig. 5.121 Montaje de 02 corazas filler ring, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.122 Montaje de 02 corazas outer head, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.123 Montaje de 01 coraza inner head, (Proyecto Antapaccay).

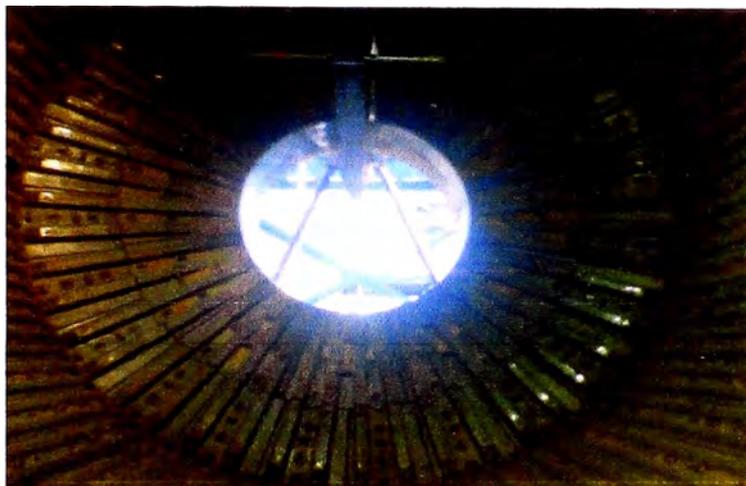


Fig. 5.124 Montaje de corazas, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje de las corazas en los shells y tapas, procederemos a retirar la viga monorriel, pues las corazas restantes se montaran cuando se culmine el montaje de los trunnions liners. El torque de los pernos de las corazas se realizaran utilizando pistolas neumáticas, ver Fig. 5.125.



Fig. 5.125 Torque de pernos en corazas, (Proyecto Antapaccay).

5.1.12 **Instalación de trunnion liner:** Terminado el retiro de la viga monorriel procederemos a iniciar el montaje del trunnion liner tanto del lado de alimentación como del lado de descarga:

- a) **Montaje de trunnion liner:** La primera actividad a realizar será reconocer a cada trunnion liner, pues cada trunnion tiene diferente forma, el trunnion liner de alimentación (Fig. 5.126) tiene forma cilíndrica y el trunnion liner de descarga (Fig. 5.127) tiene forma de carrete. Identificados los trunnion liner procederemos a realizar la limpieza y ubicar las marcas de montaje (ver Plano de marcas anexo 4), la limpieza se realizará utilizando piedra de asentar y varsol, y el respectivo chequeo mediante regla de pelo, tener en cuenta la ubicación de las marcas de montaje de y de acuerdo a ello posicionar el molino para el montaje.



Fig. 5.126 Trunnion liner de alimentación, (Proyecto Antapaccay).

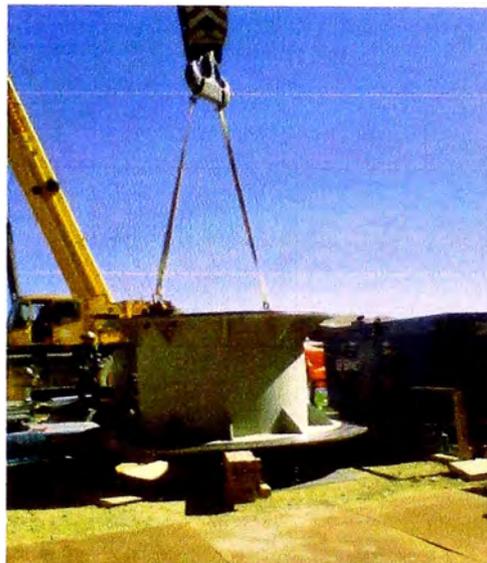


Fig. 5.127 Trunnion liner de descarga, (Proyecto Antapaccay).

Debido a que en el lado de alimentación no contamos con grúa puente o cualquier otro equipo de izaje, realizaremos el tandem del trunnion liner empleando 03 tecles, 02 tecles serán colocados en las orejas de izaje colocadas en la zona que empalma el trunnion con el trunnion liner, y el otro tecla será colocado en la otra oreja de izaje ubicada en la zona más próxima al molino.

Colocadas las maniobras procederemos a levantar el trunnion liner con los 02 tecles hasta una alta aproximada de 1m, posterior a ello trabajaremos con el otro tecele provocando así el giro o tandem del trunnion liner. Culminado el tandem cambiaremos la maniobra utilizando 02 tilfor los cuales irán aproximando el trunnion liner hacia el interior del molino, realizado el empalme entre el trunnion y el trunnion liner de alimentación procederemos a colocar los pernos respectivos, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.128 Izaje con 2 tecles del trunnion liner de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.129 Tandem de trunnion liner de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.130 Aproximación de trunnion liner al interior del molino, (Proyecto Antapaccay).

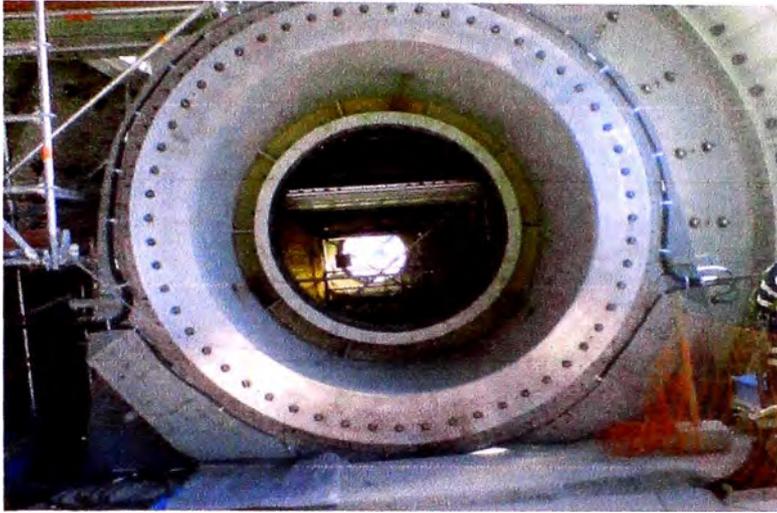


Fig. 5.131 Montaje de trunnion liner de alimentación, (Proyecto Antapaccay).

Para el caso del trunnion liner de descarga, podemos utilizar puente grúa o grúa telescópica pues a dicha zona es más fácil el acceso. Realizaremos el mismo procedimiento que en el trunnion de alimentación. Sólo debemos tener en cuenta que el chute del lado de descarga no debe estar montado pues interferiría con el montaje del trunnion liner de descarga, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.132 Tandem trunnion liner de descarga, (Proyecto Antapaccay).

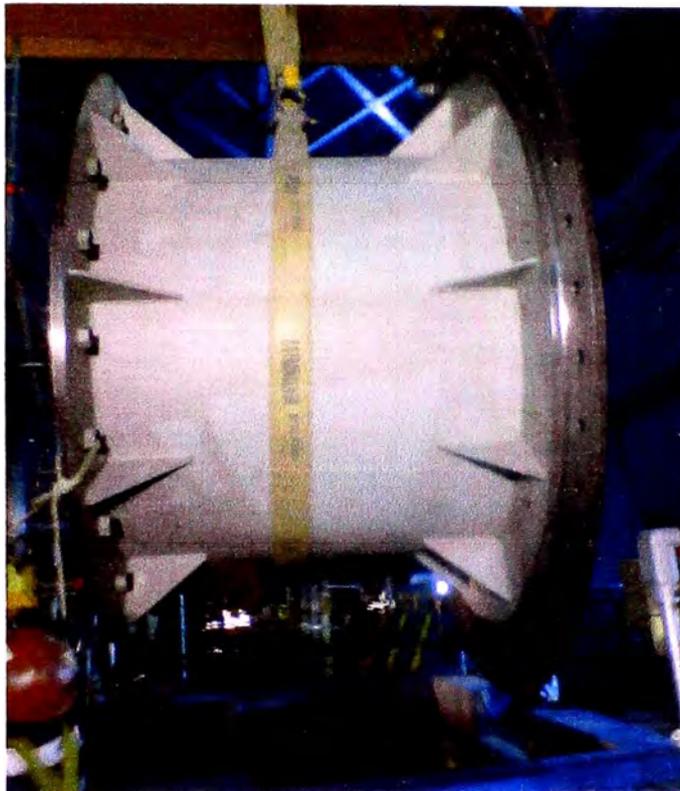


Fig. 5.133 Izaje de trunnion liner de descarga, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.134 Montaje de trunnion liner, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje procederemos al alineamiento del trunnion liner (Fig. 5.135), y su fijación utilizando laines, las cuales serán ubicadas en 8 puntos en el gap existente entre el trunnion y trunnion liner, y finalmente proceder a instalar el sello en dicho gap (Fig. 5.136), con sus respectivas pletinas (Fig. 5.137), para cubrir dicho sello.



Fig. 5.135 Colocación de shims o laines, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.136 Instalación de sello, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.137 Instalación de pletinas en sello, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Montaje de corazas en trunnion liner:** Culminado el torque de los pernos de las pletinas de los sellos, procederemos a instalar goma en la superficie maquinada, debido a que en dicha zona realizaremos el montaje de las corazas. Culminado el engomado iniciaremos el montaje de las corazas “plate trunnion liner” (Fig. 5.138), las cuales tienen un peso aproximado de 210 Kg, montaremos 10 corazas en el lado de alimentación y en el lado de descarga (Fig. 5.139). Debemos tener en cuenta que existirá un gap ente coraza y coraza lo recomendable, es que este gap sea similar en toda la zona de montaje.



Fig. 5.138 Montaje de corazas en trunnion liner, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.139 Montaje de corazas tipo plate, (Proyecto Antapaccay).

5.1.13 Instalación trunnion magnético: Culminado el torque de los pernos de unión entre el trunnion y el trunnion liner de descarga, así como el montaje del chute de descarga procederemos con los trabajos relativos al trunnion magnético. Para ello debemos solicitar el protocolo de alineamiento y nivelación del chute de descarga, y así poder realizar el montaje del soporte del magneto, Fig. 5.140.



Fig. 5.140 Montaje soporte de magneto (Trunnion Magnet System).

Culminado el montaje del soporte del magneto realizaremos el tandem del trunnion magnético (Fig. 5.141), de una manera similar al trunnion liner de descarga, culminado el tandem, procederemos a realizar el montaje del trunnion magnético (Fig. 5.142 y Fig. 5.143), teniendo en cuenta que el soporte del magneto debe estar emperrado al chute de descarga, pues durante el montaje el trunnion magnético podría aproximarse demasiado a los imanes ubicados en el soporte del magneto. Considerar que se tendrá un gap máximo de 25mm.



Fig. 5.141 Trunnion magnético, (Proyecto Antapaccay).

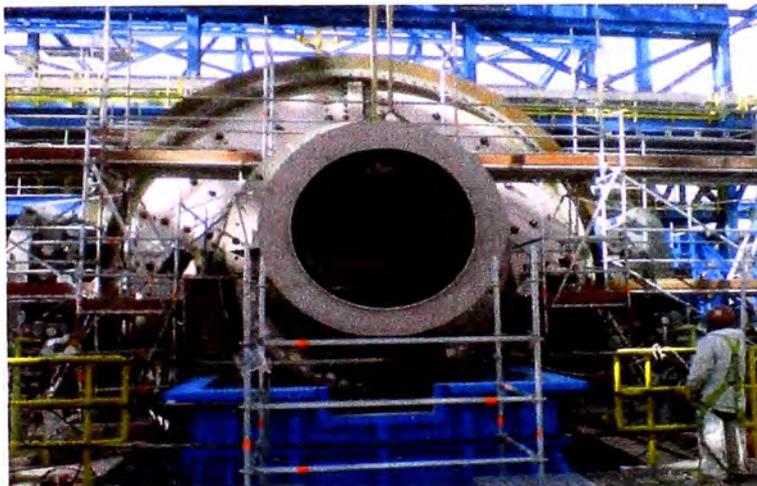


Fig. 5.142 Izaje de trunnion magnético, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.143 Montaje de trunnion magnético, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje del trunnion magnético, procederemos a realizar el montaje del arco del soporte magneto (Fig. 5.144), considerando que debemos tener un gap máximo de 25 mm. Culminado el torque de los pernos del trunnion magnético debemos verificar, que el arco y el soporte del magneto se encuentren alineados y nivelados.

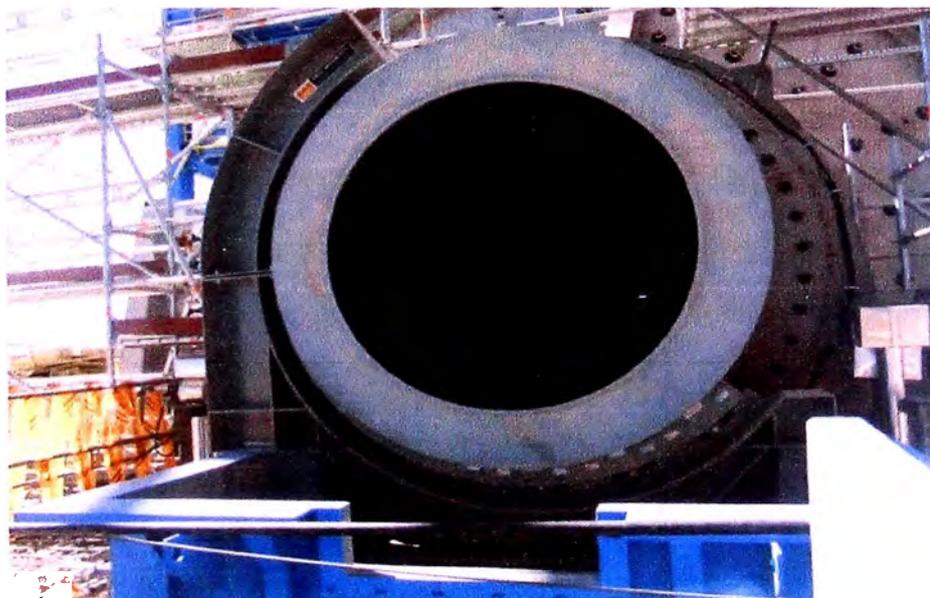
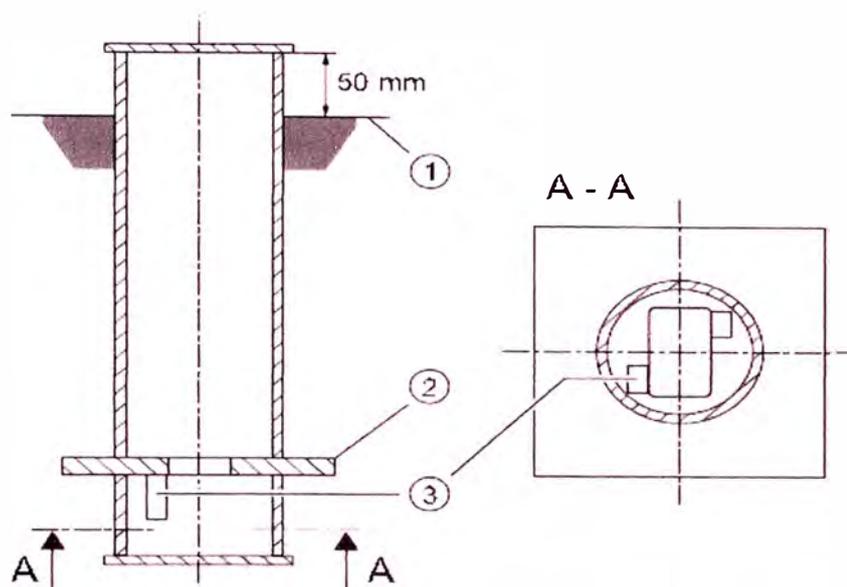


Fig. 5.144 Trunnion magnético, arco y soporte de magneto, (Proyecto Antapaccay).

5.2 INSTALACIÓN DE COMPONENTES SIEMENS: El suministro por parte de Siemens comprende componentes para un motor síncrono con rotor de polos salientes, desarrollado especialmente para el accionamiento de molinos.

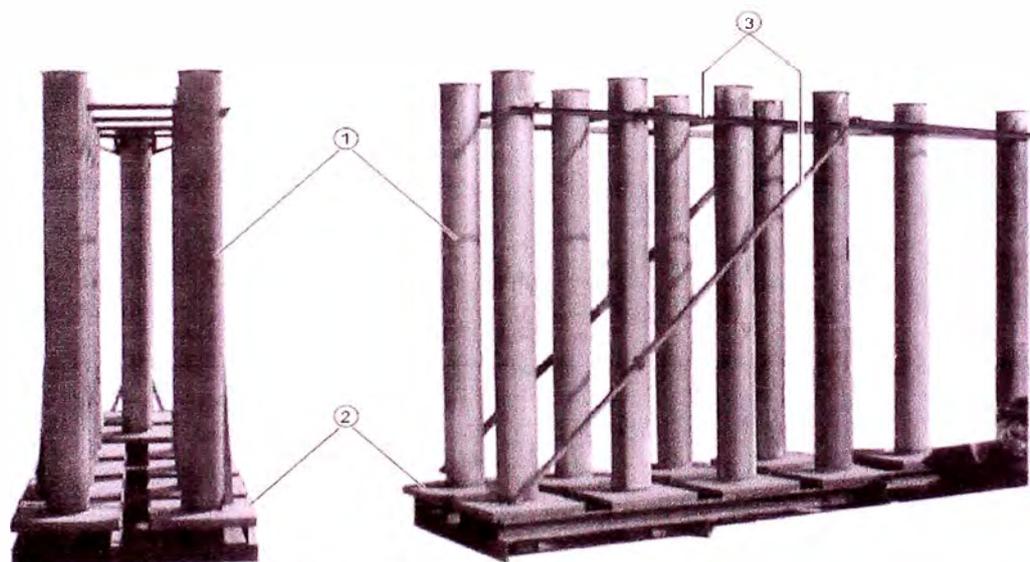
5.2.1 Instalación de soleplates de estator: El estator se apoyará sobre 2 soleplates o placas base situadas en el lado de alimentación del molino, a continuación mostraremos los trabajos relacionados a la instalación de los soleplates.

- a) **Trabajos Previos:** El primer trabajo a realizar será instalar los tubos de anclaje (Fig. 5.145) para la fijación de los soleplates. Para proteger los tubos de anclaje, estos son suministrados cerrados. Lo primero es limpiar de suciedad y herrumbre suelta adherida a los tubos de anclaje, luego proceda con el soldeo de los tubos de anclaje a perfiles de acero hasta formar una jaula (Fig. 5.146). Conservar los tubos de anclaje con un agente anticorrosivo apropiado por ejemplo pintura asfáltica de curado en frío. Luego proceda con el montaje de los tubos de anclaje, tener en cuenta que los tubos de anclaje deben sobresalir por encima del borde superior del hormigón. Posteriormente se abren cortando la placa de cierre aproximadamente 50mm por encima del borde superior del hormigón.



- 1 Borde superior del hormigón
- 2 Placa de anclaje
- 3 Topes para tornillo con cabeza de martillo

Fig. 5.145 Tubo de anclaje, (Instrucciones de Servicio Siemens 2010).



- 1 Tubo de anclaje
- 2 Placa de anclaje
- 3 Perfil de acero plano o angular

Fig. 5.146 Jaula de tubos de anclaje, (Instrucciones de Servicio Siemens 2010).

- b) **Colocación de placas de nivelación:** Posterior al vaciado de hormigón en los tubos de anclaje, procederemos a realizar la instalación de las placas de nivelación para ello, debemos limpiar la superficie de los cimientos (Fig. 5.147), pues debe estar exenta de grasa y polvo. Trace las superficies sobre las cuales colocaremos las placas de nivelación (Fig. 5.148), y luego coloque las placas de nivelación (40 mm de espesor), en un lecho de grout cementicio sobre las superficies ya trazadas (Fig. 5.149). Considerar que en el punto más fino, el espesor del grout debe ser como mínimo 20mm, asegúrese que toda la superficie de apoyo sea resistente (especialmente contra el desplazamiento horizontal), compruebe la nivelación horizontal de las placas de nivelación mediante un nivel mecánico (nivel de burbuja) y finalmente proceder con el curado del grout (Fig. 5.150).



Fig. 5.147 Limpieza de zona de soleplate, (Proyecto Antapaccay).



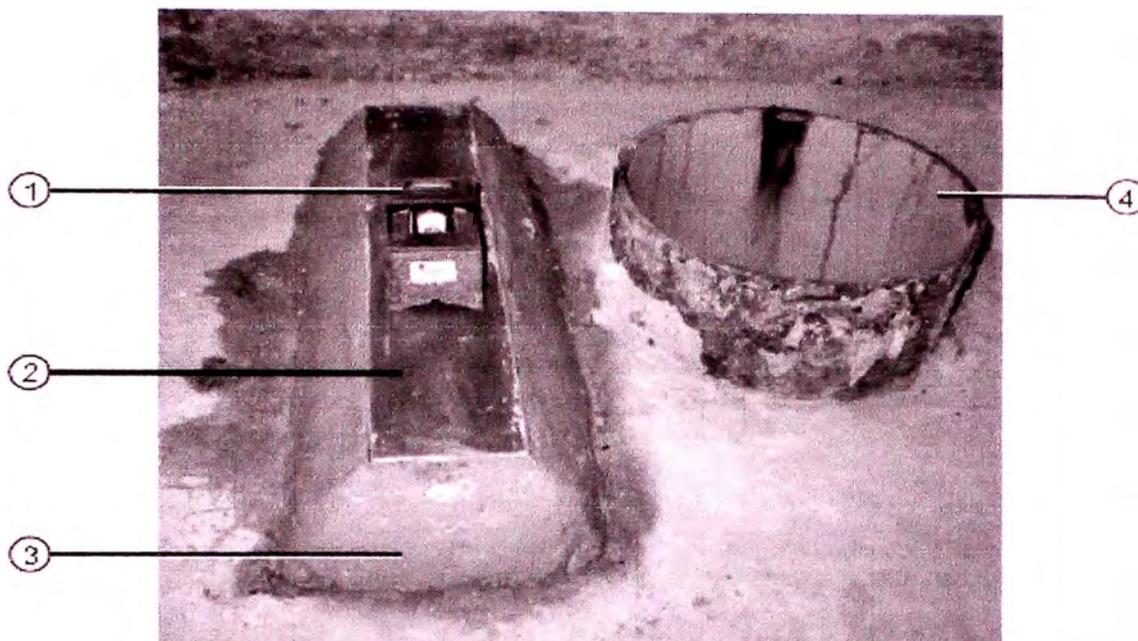
Fig. 5.148 Distribución de placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.149 Grout cementicio placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.150 Curado de grout en placas de nivelación, (Proyecto Antapaccay).



- | | | | |
|---|------------------------|---|---|
| 1 | Nivel de burbuja | 3 | Lecho de mortero |
| 2 | Pletinas de nivelación | 4 | Tubo de anclaje con la tapa de cierre cortada |

Fig. 5.151 Colocación de placas de nivelación con grout, (Instrucciones de Servicio Siemens 2010).

c) **Montaje de soleplate:** Culminada la instalación de las placas de nivelación, procederemos con el montaje del soleplate antes de ello verificar la limpieza del soleplate con solvente (varsol). Colocar las protecciones respectivas en la maniobra de izaje para evitar daños en la superficie maquinada. Posterior a ello iniciaremos la nivelación del soleplate teniendo en cuenta que de no debemos tener discrepancias de planitud mayores a 0.5 mm, en caso hayan discrepancias mayores a 0.5 mm procederemos a instalar laines entre las placas de nivelación y el soleplate, ver las siguientes figuras.

Culminado el montaje realizaremos la instalación de los pernos cabeza de martillo, siguiendo los siguientes pasos:

Marque la posición de la cabeza en el lado frontal superior del tornillo de cabeza de martillo.

Compruebe la rosca del tornillo de cabeza de martillo. Debe estar intacta y permitir una atornillada suave.

Proteja los tornillos de cabeza de martillo de la corrosión aplicando un agente anticorrosivo adecuado.

Coloque la tuerca alta M72 y la arandela en el cáncamo largo.

Enrosque el cáncamo en la rosca frontal del tornillo de cabeza de martillo.

Eleve el tornillo de cabeza de martillo por el cáncamo con ayuda de una grúa.

Introduzca el tornillo de cabeza de martillo en los tubos de anclaje a través de los orificios de fijación de las placas de apoyo. Asegúrese de que la cabeza pase a través del orificio de la placa de anclaje.

Gire el tornillo de cabeza de martillo unos 45° en sentido horario.

Tire del tornillo de cabeza de martillo lentamente hacia arriba hasta que la cabeza toque la placa de anclaje.

Gire el tornillo de cabeza de martillo otros 45° hasta que la cabeza quede pegada a los topes.

Enrosque la tuerca alta M72 en la rosca del tornillo de cabeza de martillo. Apriete la tuerca levemente para garantizar que el tornillo de cabeza de martillo no se caiga.



Fig. 5.152 Maniobra de izaje de soleplate de estator, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.153 Izaje de soleplate de estator, (Proyecto Antapaccay).

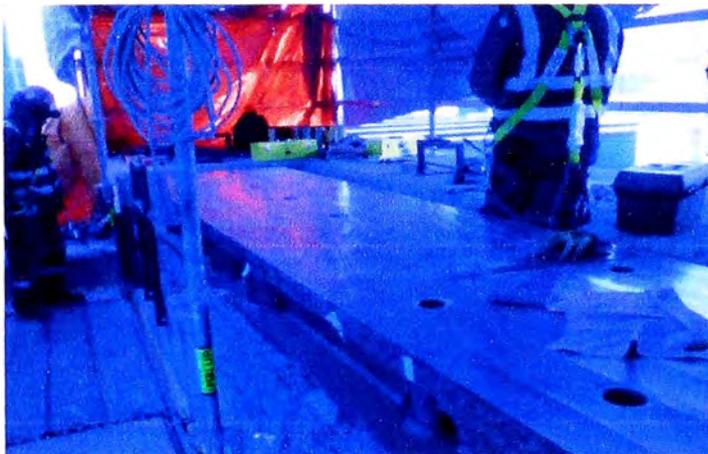


Fig. 5.154 Montaje y nivelación de soleplate, (Proyecto Antapaccay).

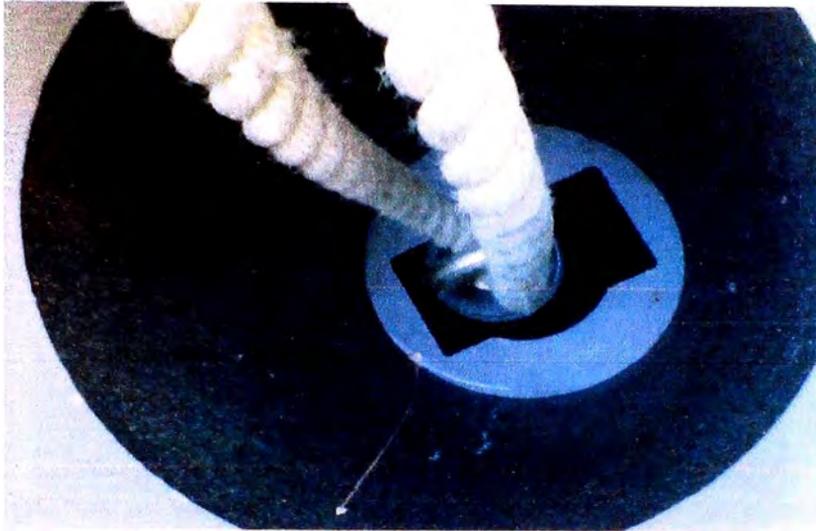


Fig. 5.157 Descenso de perno cabeza de martillo, (Proyecto Antapaccay).

- d) **Montaje de pistas de rodadura:** Antes de montar los segmentos del estator, debemos de haber colocado las pistas de rodadura y haberlas fijado mediante vertido de grout. Realizaremos lo siguiente:

Limpie la superficie de las perforaciones en la cimentación, la superficie debe estar exenta de grasa y polvo.

Trace las superficies de apoyo de las placas de soporte.

Coloque las placas de soporte o de nivelación (40 mm de espesor) en las superficies trazadas, Fig. 5.158.

Calce las placas de soporte hasta alcanzar la altura necesaria.

Atornille y fije con pasadores las mitades de la pista de rodadura.

Coloque las pistas de rodadura sobre las placas de soporte, Fig. 5.159 y Fig. 5.159.

Asegúrese que las pistas de rodadura estén posición horizontal, Fig. 5.161.

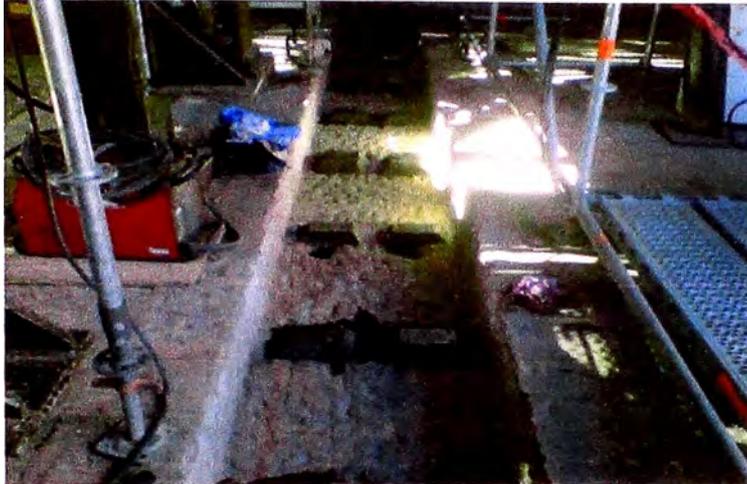


Fig. 5.158 Grout placas de nivelación en pistas de rodadura, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.159 Limpieza de pistas de rodadura, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.160 Izaje de pista de rodadura, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.161 Montaje de pista de rodadura, (Proyecto Antapaccay).

Proceder con el alineamiento y nivelación de la pista de rodadura, considerar una tolerancia de ± 0.5 mm (Fig. 5.163).

Procederemos a fijar la pista de rodadura, para ello distribuya las escuadras de fijación en torno a la pista de rodadura con una distancia de separación uniforme, Fig. 5.162.

Realice los taladros de fijación para los tacos de expansión.

Atornille las escuadras de fijación.

Suelde las escuadras de fijación a las pistas de rodadura.



- ① Cordón de soldadura
- ② Tornillo de fijación
- ③ Escuadras de fijación

Fig. 5.162 Fijación de pista de rodadura, (Instrucciones de Servicio Siemens 2010).



Fig. 5.163 Alineamiento de pista de rodadura, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el alineamiento, nivelación y fijación de las pistas de rodadura, procederemos con el vertido de grout cementicio, Fig. 5.164.

Deje que el grout se endurezca completamente antes de montar los segmentos del estator, mediante el proceso de curado, (Fig. 5.165).



Fig. 5.164 Preparación de pista de rodadura para el grout, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.165 Curado de grout en pista de rodadura, (Proyecto Antapaccay).

5.2.2 **Instalación de estator:** Antes de realizar el montaje del estator, el cual está constituido por 4 segmentos, 2 segmentos inferiores y 2 segmentos superiores, debemos asegurarnos que en cada segmento se haya montado los coolers del sistema de enfriamiento.

Los segmentos del estator se ensamblan in situ y en cada una de las juntas divisorias se colocan, conectan y aíslan 7 bobinas. El bobinado está provisto del acreditado aislamiento MICALASTIC-.

La supervisión de la temperatura del bobinado del estator se realiza mediante termómetros de resistencia integrados en las ranuras. Los segmentos son de construcción soldada. Se componen de dos placas de presión entre las cuales se encuentra aprisionado el paquete de chapas del estator. Las aletas, soldadas a las placas de presión y al paquete de chapas del estator, aseguran el yugo del estator contra la torsión y el desplazamiento. En las esquinas de los segmentos se encuentran puntos o argollas de izado apropiados para eslingar los segmentos para el transporte y el montaje.

- a) **Montaje de segmentos inferiores de estator:** Para realizar el montaje de los segmentos inferiores debemos colocar planchas de $\frac{3}{4}$ " de espesor en toda la zona por la cual desplazaremos el estator, otras de las consideraciones es la instalación de 4 orejas ancladas al suelo, 2 orejas la instalaremos en la parte inferior del shell central al lado norte y sur del molino, y las otras 2 orejas en el lado de alimentación y descarga. Cada oreja tendrá su apuesta pues utilizaremos una oreja para jalar y la otra para realizar una retenida; y finalmente debemos tener 4 tanquetas las cuales son suministradas por Siemens. Con todo lo mencionado anteriormente procederemos a realizar el tandem de los segmentos inferiores, para ello debemos considerar que el segmento se traslada en posición horizontal (Fig. 5.166).



Fig. 5.166 Traslado de estator, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.167 Descarga de estator, (Proyecto Antapaccay).

Culminada la descarga del estator procederemos a colocar los elementos de izaje para realizar el 1er tandem, para ello colocaremos la maniobra en los extremos o en la zona de empalmes de los segmentos del estator, y la otra maniobra en la zona exterior de la carcasa es decir la zona más alejada al molino durante el montaje, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.168 Colocación de maniobra de izaje para 1er tandem, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.169 Inicio de volteo de segmento inferior de estator, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.170 Fin del 1er tandem, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el 1er tandem, cambiaremos la maniobra pues debemos realizar el 2do tandem (Fig. 5.171), en este caso es para colocar el segmento inferior en posición vertical (Fig. 5.172), para ello una maniobra colocaremos en la zona superior de este segmento y la otra maniobra en la parte inferior y con ello obtener un giro de 90° del segmento inferior.



Fig. 5.171 Inicio de 2do tandem, (Proyecto Antapaccay).

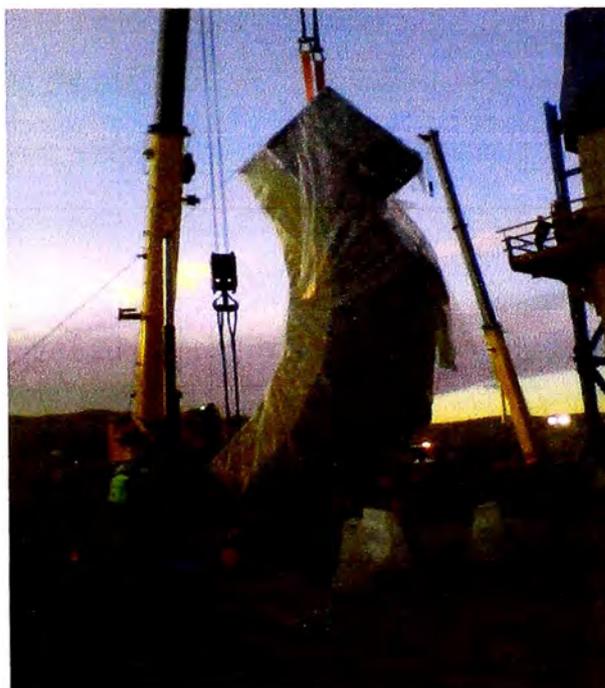


Fig. 5.172 Fin de 2do tandem, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el 2do tandem procederemos a realizar el montaje (Fig. 5.173), para ello izaremos el segmento inferior del estator y lo bajaremos por la zona del shell central del molino, pues en esta zona no hay fundación facilitando así el montaje de este segmento.



Fig. 5.173 Inicio de montaje de segmento inferior, (Proyecto Antapaccay).

Cuando descienda el segmento hasta una zona cercana a la fundación, colocaremos las tanquetas y la respectiva maniobra para proceder jalar este segmento con respecto al eje transversal al molino, Fig. 5.174.



Fig. 5.174 Colocación de maniobra para jalar el segmento inferior del estator, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.175 Montaje de los segmentos inferiores del estator, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Montaje de segmentos superiores:** Para este montaje realizaremos 2 tandem, el 1er tandem es idéntico a lo ya mencionado en los segmentos inferiores, esto debido a la posición en la cual se traslada los segmentos del estator, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.176 Maniobra para 1er tandem de segmento superior, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.177 Fin de 1er tandem de segmento superior, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el 1er tandem procederemos cambiar la maniobra para realizar el 2do tandem, las maniobras se colocarán en cada extremo del segmento del estator, cuando se haya realizado el giro se procederá a bajar el segmento hasta que descansa sobre unos tacos de madera, y procederemos a retirar la maniobra de la zona inferior, pues se colocará una nueva maniobra para realizar el montaje las cuales se colocarán en la zona exterior de la carcasa del segmento, y tomado el segmento desde esa zona se procederá a realizar el montaje de los segmentos superiores, cabe resaltar que antes que se realice el montaje de un segmento superior, debemos colocar una estructura soporte con 2 gatas hidráulicas, este soporte será colocado en la parte superior del shell de alimentación pues en esta zona es donde empalmaran los segmentos superiores. Las gatas hidráulicas realizaran el alineamiento de los segmentos superiores, y de esta manera coincidan las perforaciones en dicho empalme y poder colocar los pernos respectivos en dicho empalme, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.178 Inicio de 2do tandem de segmento superior, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.179 Retiro de maniobra, para culminar el 2do tandem, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.180 Instalación de nueva maniobra, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.181 Fin de 2do tandem, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.182 Izaje de segmento superior, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.183 Soporte y montaje de 01 segmento superior, (Proyecto Antapaccay).

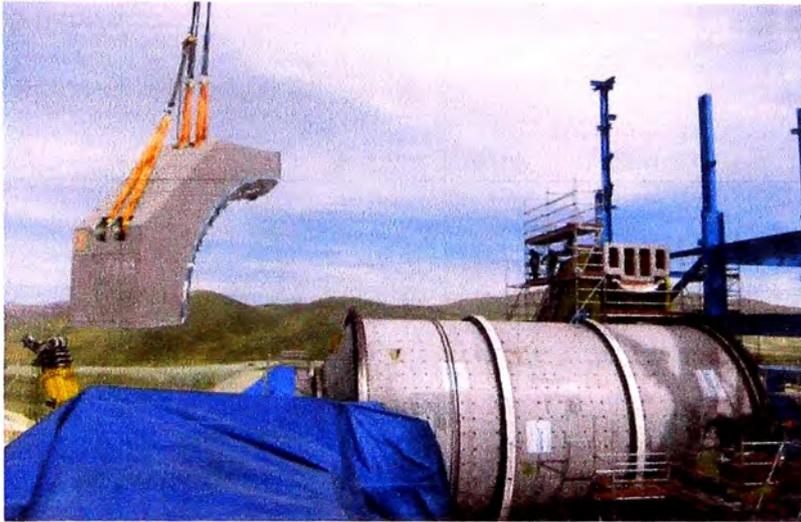


Fig. 5.184 Izaje de segundo segmento superior, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.185 Montaje de segundo segmento superior, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.186 Montaje de estator, (Proyecto Antapaccay).

c) **Desplazamiento de estator:** Culinado el montaje de los segmentos del estator procederemos a realizar el soldeo de 4 ménsulas (Fig. 5.187), pues en ellas empernaremos 4 tanquetas (Fig. 5.189) y para colocar las tanquetas debemos elevar el estator para lo cual utilizaremos 4 gatas hidráulicas de 100 Ton de capacidad (Fig. 5.188), estas gatas serán colocadas, y por medio de una maniobra en dirección longitudinal al molino, realizaremos el desplazamiento del estator en la dirección desde el lado de alimentación hacia el lado de descarga.



Fig. 5.187 Soldero de ménsulas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.188 Colocación de gatas hidráulicas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.189 Colocación de tanquetas en ménsulas, (Proyecto Antapaccay).

Colocando las maniobras tanto hacia el lado norte como hacia el lado sur, procederemos a colocar un flexómetro sobre cada pista de rodadura y una regla pegada a cada ménsula, esto para poder controlar el avance del estator tanto en el lado norte como sur, es muy importante realizar este control pues podría atravesarse el estator provocando daños en las bobinas, por tal motivo es de suma importancia que el avance sea parejo. Este desplazamiento del estator se realiza para poder realizar el montaje de los polos. El estator se desplazará hasta su posición de mantenimiento es decir aproximadamente 1800 mm y luego de ello se colocaran los pernos de amarre entre el estator y el soleplate así como el cambio de las tanquetas por soportes, ver Fig. 5.190 y Fig. 5.191.

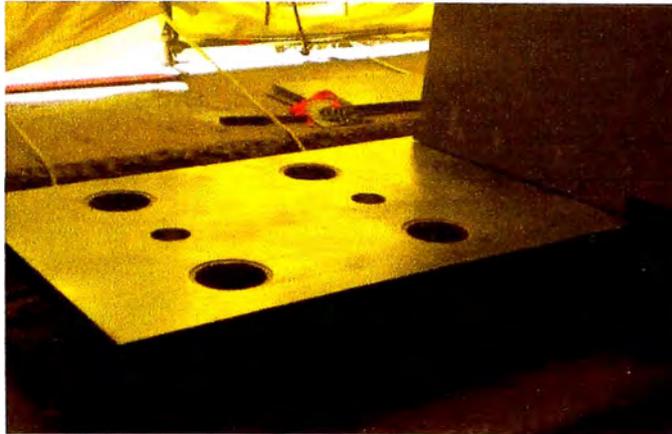


Fig. 5.190 Desplazamiento de estator, (Proyecto Antapaccay).

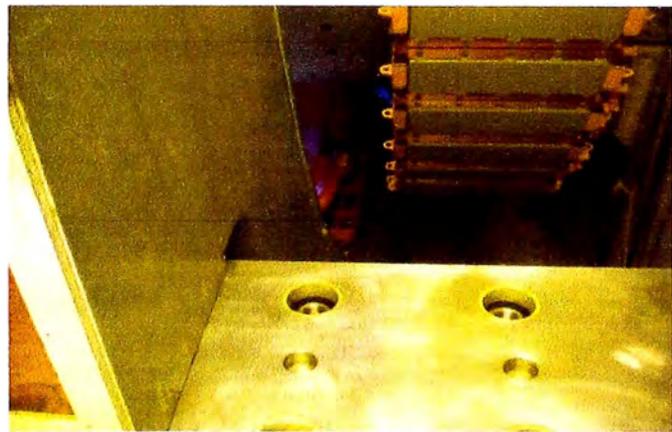


Fig. 5.191 Estator en posición de mantenimiento, (Proyecto Antapaccay).

5.2.3 **Montaje de segmentos polares:** Culminado el desplazamiento del estator hacia la posición de mantenimiento, procederemos a realizar los trabajos previos al montaje de segmentos polares, como el run-out del perímetro de la tapa de alimentación, este trabajo con el fin de verificar la que dicho perímetro tenga la forma de una circunferencia o detectar aquellos puntos en los cuales dicho perímetro se comporta de forma elíptica, pues estos datos iniciales nos servirán para el alineamiento de los polos.

- a) **Limpieza de segmentos polares:** Retiraremos el embalaje de todo el contorno así como de la parte superior, luego procederemos con el izaje de los segmentos polares hasta que la zona que se emperna a la superficie de la tapa de alimentación sea visible, luego colocaremos tacos de madera y descenderemos el segmento polar sobre los tacos de madera y así poder limpiar la zona que se emperna al molino (Fig. 5.192 y Fig. 5.193), verificar que los tacos estén correctamente colocados para evitar el volteo del segmento polar, mantener en todo momento el segmento polar izado por la grúa. La limpieza se realizará mediante el solvente Varsol, así como con piedra de asentar. En el caso de las perforaciones, se realizará la limpieza con Varsol y se colocará una bocina excéntrica en las perforaciones (Fig. 5.194) y en aquellos casos en los cuales no ingrese suavemente la bocina procederemos a desgastar sólo con lija.



Fig. 5.192 Izaje de segmento polar, (Proyecto Antapaccay).

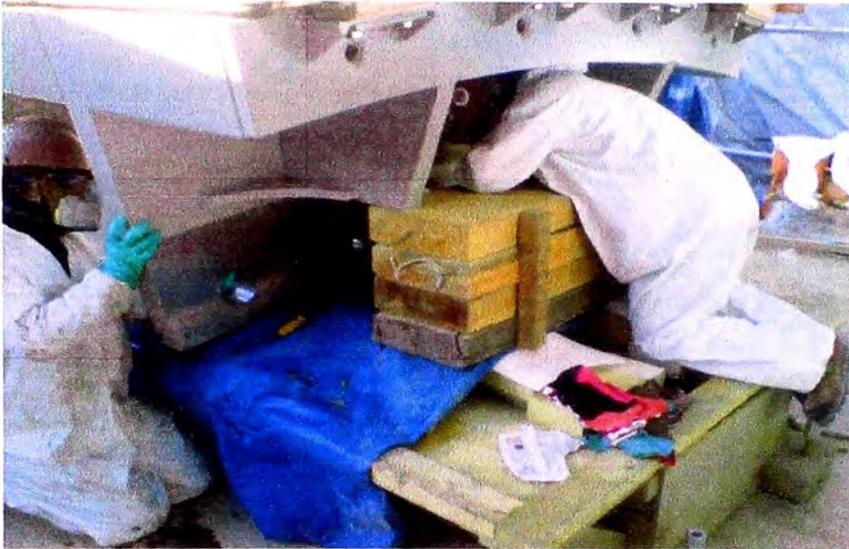


Fig. 5.193 Colocación de tacos de madera y limpieza de segmento polar, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.194 Colocación de bocina, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Montaje de segmento polar:** Cuando se culmine la limpieza de los segmentos polares debemos de haber ubicado cada segmento polar pues llevan una enumeración que para el caso del molino bolas es desde el 1 al 16, es decir son 64 polos pues cada segmento polar está compuesto por 4 polos.

Todos los segmentos polares serán izados con sus 4 pernos, con sus tuercas y arandelas correspondientes, hacia el lado de descarga irán tuerca y arandela y hacia el lado de alimentación sólo tuerca, pues cuando se culmine el alineamiento de los polos retiraremos la tuerca del lado de alimentación y colocaremos la bocina excéntrica respectiva (Fig. 5.195). Colocaremos el molino en la posición indicada por el Vendor Siemens con el respectivo bloqueo, luego izaremos el 1er polo (Fig. 5.196), procurando que los pernos sean colocados lo más céntricos posibles para ello la maniobra constará de 2 tecles (no olvidar que colocaremos una bocina excéntrica) y procederemos a ajustar los pernos mediante el equipo de torque suministrado por Siemens (Fig. 5.199), y finalmente procederemos a liberar la maniobra (Fig. 5.197 y Fig. 5.198). Luego giraremos el molino 180° para realizar el montaje de 2 segmentos polares, aplicando lo mencionado anteriormente, culminado el montaje giraremos nuevamente 180° para poder montar 2 segmentos polares más, aplicaremos el mismo procedimiento hasta completar el montaje de todos los segmentos polares.



Fig. 5.195 Colocación de pernos para montaje de segmento polar, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.196 Izaje de segmento polar, (Proyecto Antapaccay).

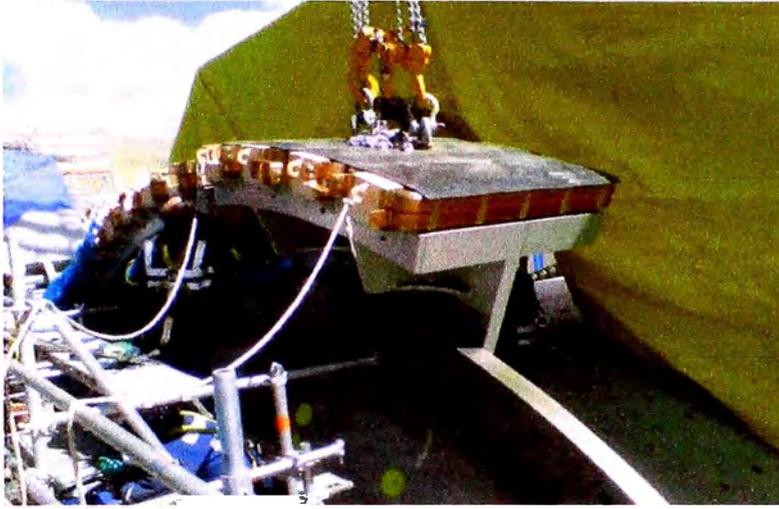


Fig. 5.197 Descenso de segmento polar, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.198 Colocación de pernos, (Proyecto Antapaccay).

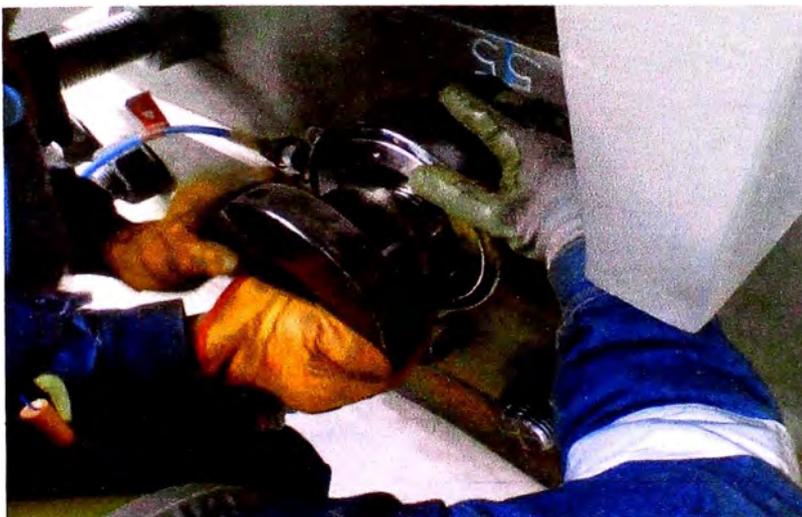


Fig. 5.199 Torque de pernos, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje de todos los segmentos polares procederemos a realizar el alineamiento de los polos, para ello realizaremos un run-out colocando 2 relojes comparadores uno a cada extremo del polo, y realizaremos la medición en el eje de cada polo (Fig. 5.200), y de acuerdo a las mediciones realizadas en los 64 polos el vendor Siemens nos indicará cual es el segmento polar patrón, es decir aquel segmento que está alineado y nivelado y con respecto a este segmento polar alinearemos todos los segmentos polares restantes. Para el alineamiento soltaremos el perno correspondiente a cada polo y de acuerdo a ello subiremos o bajaremos el polo, utilizando gatas hidráulicas (Fig. 5.201) y el equipo de torque. Culminado el alineamiento y nivelación con las gatas hidráulicas realizaremos otro run-out y de acuerdo a las mediciones, aplicaremos el procedimiento ya mencionado.



Fig. 5.200 Run-out inicial, (Proyecto Antapaccay).

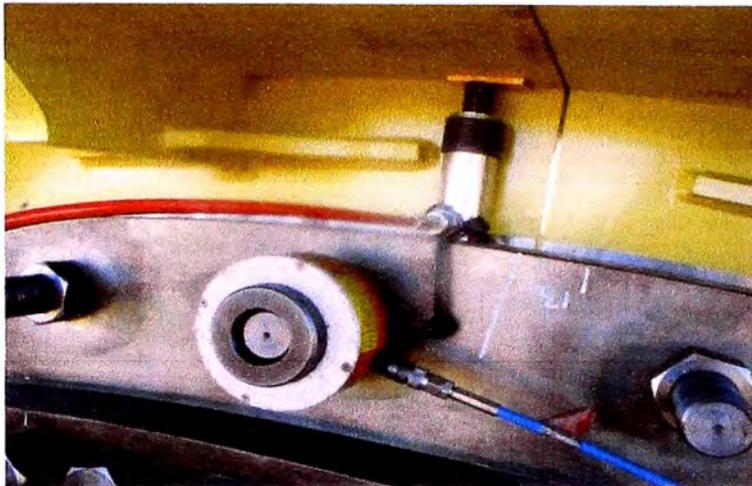


Fig. 5.201 Alineamiento con gatas hidráulicas, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el alineamiento y nivelación de los polos procederemos a colocar las bocinas excéntricas, para ello soltaremos las tuercas del polo del lado de alimentación y colocaremos la bocina con su respectiva excéntrica, luego realizaremos 2 perforaciones entre la bocina y la excéntrica (Fig. 5.202), para poder colocar los pines de fijación correspondientes (Fig. 5.203), y finalmente aplicaremos silicona entre cada segmento polar y de esta manera sellar el anillo polar, y con ello habremos culminado los trabajos relacionados a los segmentos polares.



Fig. 5.202 Perforación en bocina y excéntrica, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.203 Colocación de pines de fijación, (Proyecto Antapaccay).

5.2.4 Instalación de anillo rozante y anillo sello: Culminado el montado de los polos y su respectivo alineamiento y nivelación así como la protocolización del torque de los pernos de los polos, procederemos a iniciar los trabajos para el montaje de los anillos rozantes y anillo sellos.

- a) **Trabajos previos:** Lo primero a realizar es el run-out de las tuercas de los segmentos polares (Fig. 5.204), el run-out de las tuercas del lado de alimentación nos servirá para el montaje de los anillos rozantes, y el run-out de las tuercas del lado de descarga para el montaje de los anillos sellos. Este run-out se realiza para asegurarnos que todas las tuercas estén ubicadas en un mismo plano y de esta manera asegurar que los anillos rozantes y anillos sellos no queden traslapados, se colocaran laines de bronce (Fig. 5.205) en aquellas tuercas que estén en planos distintos. Se realizará la limpieza de los anillos sellos y rozantes mediante el empleo de Varsol, piedra de asentar y la respectiva verificación con regla de pelo.

Todas las perforaciones deberán ser limpiadas (Fig. 5.207), y en los casos que tengan hilo se deberá pasar macho (Fig. 5.206), para asegurarnos que los hilos sean los correctos y estén limpios.



Fig. 5.205 Run-out de tuercas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.206 Colocación de laines de bronce, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.207 Pasado de macho, (Proyecto Antapaccay).

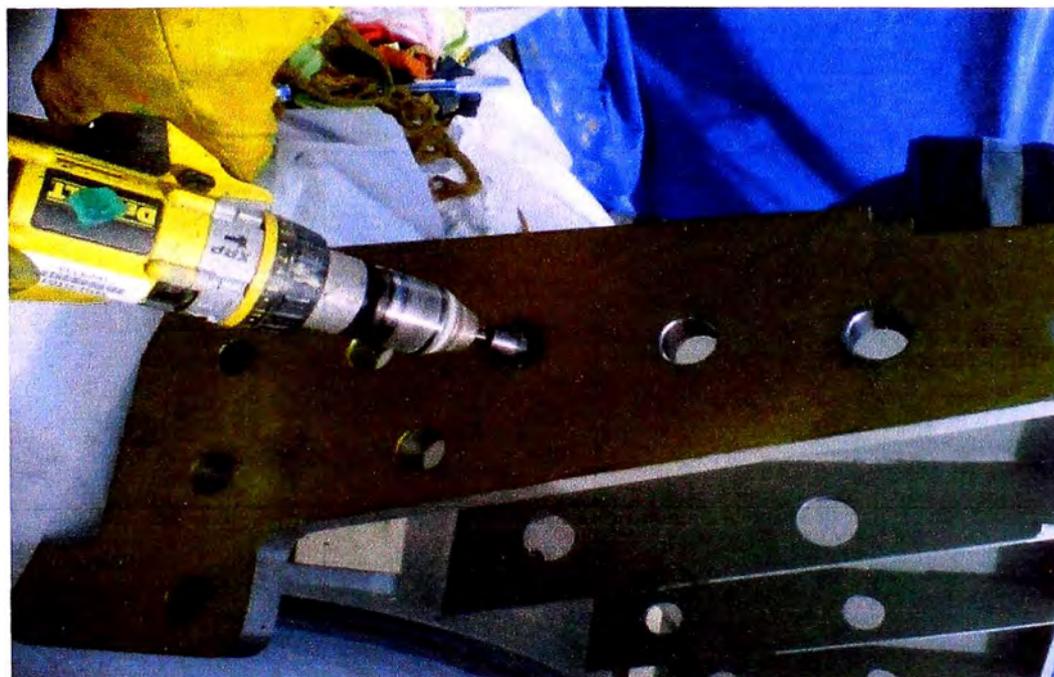


Fig. 5.208 Limpieza de perforaciones, (Proyecto Antapaccay).

b) **Montaje de anillos sellos y anillos rozantes:** Culminada la limpieza de los anillos rozantes y anillos sellos, así como la colocación de laines de bronce según corresponda, procederemos a iniciar el montaje de los anillos sellos y rozantes, posicionaremos de tal manera el molino de tal manera que cada anillo amarre a 2 segmentos polares, esto se realiza con el fin de que en un posible mantenimiento sólo retiremos un anillo para retirar un segmento polar. La maniobra a utilizar dependerá del espacio que tengamos para el montaje pues para el anillo sello no disponemos de mucho espacio para ello utilizaremos cáncamos y orejas de izaje y para el anillo rozante utilizaremos el soporte suministrado por Siemens. Culminado el montaje del primer anillo giraremos el molino para proceder con el siguiente y así sucesivamente hasta completar todos los anillos, no se aplicará el procedimiento utilizado para el montaje de polos pues el peso de cada anillo tiene un máximo de 1.5 Ton lo cual no generaría desbalance en el molino (peso aproximado de cada segmento polar 10 Ton). En cada empalme de anillo aplicaremos la silicona suministrada por Siemens, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.209 Izaje de anillo sello, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.210 Descenso de anillo sello, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.211 Izaje de anillo rozante, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.212 Montaje de anillo rozante, (Proyecto Antapaccay).

Culminado el montaje de los anillos ya sea el rozante o el de sello, procederemos a completar todos los pernos en cada empalme (Fig. 5.213), y realizar el run-out en la superficie de estos anillos para poder realizar el alineamiento (Fig. 5.214) y nivelación de los mismos, es decir aplicaremos el mismo procedimiento utilizado para el alineamiento de los polos. Culminado el alineamiento procederemos a realizar el torque

de los pernos del anillo sello, cabe resaltar que estos pernos son los mismos que sujetan los segmentos polares al molino.



Fig. 5.213 Pernos en empalmes de anillos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.214 Run-out en anillos, (Proyecto Antapaccay).

5.2.5 **Instalación de Tapas de bobinas:** Culminado el montaje de los anillos sellos, anillos rozantes procederemos a colocar las tapas de las bobinas, con lo cual iniciamos el cierre y protección definitiva del estator.

- a) **Trabajos previos:** Debemos tener en cuenta que las tapas de las bobinas tanto las ubicadas hacia el lado de alimentación (Fig. 5.215) como las del lado de descarga (Fig. 5.216) son diferentes, por tal motivo es necesario saber identificarlas. Las tapas de bobinas del lado de alimentación es en forma de "L", tal como se indica en la **Fig. 237**, y las tapas de bobinas del lado de descarga es un perfil que cuenta con una diagonal, tal como se observa en la **Fig. 238**. También tener en cuenta las marcas en cada tapa, las cuales son números desde el 1 al 8, la marca número 1 irá en la parte superior del estator.



Fig. 5.215 Perfil de tapa de bobina lado de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.216 Perfil de tapa de bobina lado de descarga, (Proyecto Antapaccay).

Luego procederemos a ensamblar 2 tapas para facilitar el montaje (Fig. 5.218), es decir para el caso de las tapas de bobina del lado de alimentación realizaremos 3 ensambles de 2 tapas, y para el caso de las tapas de bobina del lado de descarga realizaremos 4 ensambles de 2 tapas. Para realizar el ensamblado de las tapas debemos colocar en una tapa una goma de 1/8" de espesor (Fig. 5.217) y luego alinear las tapas mediante punzones, y poder así colocar los pines respectivos (Fig. 5.219). Sólo cuando se coloquen los pines en cada empalme de tapa, ya sea durante el ensamblado o el montaje, se procederá a colocar sus pernos.

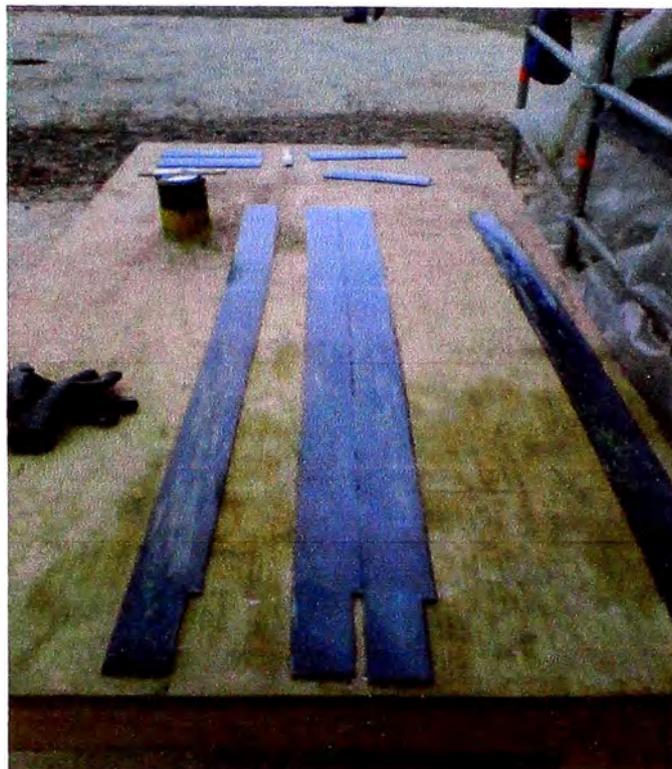


Fig. 5.217 Goma para empalme de tapas, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.218 Ensamblado de tapa, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.219 Colocación de pin y pernos, (Proyecto Antapaccay).

- b) **Montaje de tapas de bobina:** Para el montaje de las tapas de bobina debemos tener en cuenta el perfil de las tapas y de acuerdo ello, poder colocar un grillete, con una eslinga larga, para las tapas en la parte inferior, y para las tapas superiores se adicionará un tecele, pues debido al espacio que contamos y la cercanía de estas tapas a las bobinas, la maniobra debe ser lo más simple posible, y asegurar durante el izaje la verticalidad de la tapa. Durante el montaje tener en cuenta lo mencionado anteriormente, sólo colocar los pernos cuando se hayan colocado los pines, y sólo en los casos en los cuales las perforaciones de las tapas y del estator no coincidan no se colocara la goma y se aplicará silicona, ver las siguientes figuras.



Fig. 5.220 Izaje de tapa inferior de bobina lado de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.221 Izaje de tapa superior de bobina lado de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.222 Montaje de tapa superior de bobina lado de alimentación, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.223 Izaje de tapa inferior de bobina lado de descarga, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.224 Montaje de tapa de bobina, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.225 Aplicación de silicona, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.226 Izaje de tapa superior de bobina lado de descarga, (Proyecto Antapaccay).

5.2.6 **Instalación de sellos:** Culminada la instalación de las tapas de bobina, con su respectivo sellado con silicona, procederemos a instalar las respectivas protecciones al estator o como lo llamaremos en nuestro caso “sellos”.

- a) **Sello de grasa:** Es una goma que se coloca entre la tapa de bobina y el anillo rozante (para el lado de alimentación), y entre la tapa de bobina y anillo sello (para el lado de descarga). Se realizará 4 perforaciones a la goma, pues a través de estas perforaciones colocaremos los tubing de grasa (Fig. 5.228), 2 perforaciones hacia el lado de descarga y 2 perforaciones hacia el lado de alimentación, estos tubing tendrán puntos de alimentación en la periferia del estator, pues el engrase se realizará manualmente debemos evitar que el personal se encuentre cerca al radio de giro del molino.

Debemos dejar una luz aproximada de 5mm entre la goma y el anillo sello o el anillo rozante según sea el caso (Fig. 5.227). Esta distancia es para evitar que la goma se recaliente durante la operación del molino.

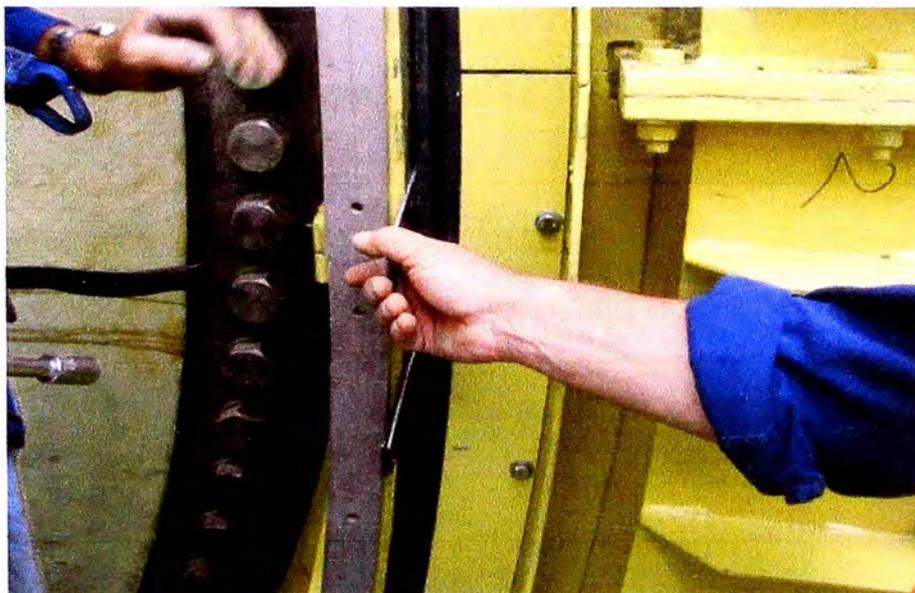


Fig. 5.227 Colocación de goma y luz de 5mm, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.228 Perforación de goma para colocar tubing, (Proyecto Antapaccay).

b) **Sello de polvo:** A ambos lados del estator, se colocaran cepillos (Fig. 5.229), los cuales cumplirán la función de evitar que el polvo o partículas ingresen al estator, y dañen las bobinas. Estos cepillos serán empernados a los anillos sellos y anillos rozantes según corresponda, se colocaran los pernos en los mencionados anillos dejando una perforación (Fig. 5.230 y Fig. 5.231). Los cepillos deben rozar la superficie de contacto con la tapa de bobina, en aquellos cepillos que no cumplan tan condición proceder con la regulación respectiva.



Fig. 5.229 Cepillos para proteger del polvo el interior del estator, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.230 Colocación de cepillos, (Proyecto Antapaccay).



Fig. 5.231 Instalación de sello de polvo, (Proyecto Antapaccay).

- c) **Protectores de lluvia:** Culminada la instalación de los cepillos, procederemos a soldar el primer protector de lluvia el cual tiene un perfil en “T”, el cual será soldado a la superficie de la tapa de bobina a una distancia aproximada de 20mm (Fig. 5.232).

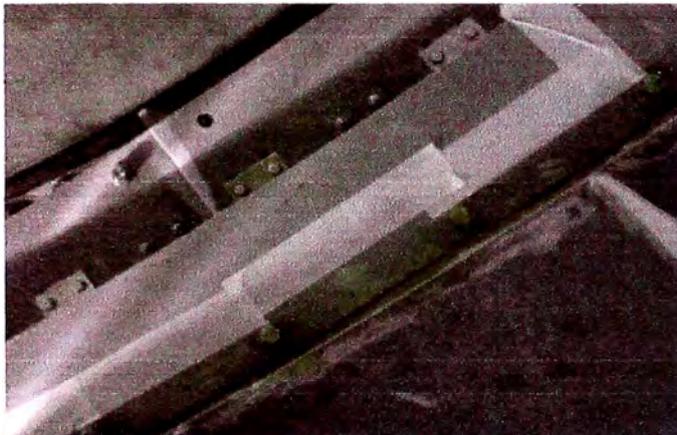


Fig. 5.232 Instalación de protector de lluvia de perfil “T”, (Proyecto Antapaccay).

Procederemos a colocar los protectores de lluvia siendo el segundo de perfil “Z”, el cual se emperna al anillo sello y rozante, se empernará en aquella perforación dejada, pues a estos anillos también se emperno los cepillos (Fig. 5.233).



Fig. 5.233 Instalación de protector de lluvia de perfil “Z”, (Proyecto Antapaccay).

Y finalmente soldaremos el tercer protector de lluvia, el cual tiene un perfil en “L”, este protector se suelda aproximadamente a 5mm del borde de la superficie de la tapa de bobina (Fig. 5.234).



Fig. 5.234 Instalación de protector de lluvia de perfil “L”, (Proyecto Antapaccay).



Fig 5.235 Vista de los 3 protectores de lluvia, (Proyecto Antapaccay).

CONCLUSIONES

1. Se logró utilizar con éxito elementos de unión de última generación (pernos inteligentes o SPC-4) y materiales conexos al montaje, los que servirán como referencia y consulta para futuros montajes de equipos mecánicos en minería.
2. Como resultado de la capacitación del personal involucrado en el montaje de los componentes del molino en temas de seguridad, permitió realizar los montajes con cero accidentes.

RECOMENDACIONES

1. Proteger en todo momento los componentes del molino de la corrosión, a través de pintura, o telas que absorben la humedad.
2. El seguimiento de las recomendaciones de los fabricantes de FLSMIDTH y SIEMENS durante el montaje de los componentes del molino, como la limpieza de las superficies maquinadas y respetar las distancias en los sellos del estator, garantiza el adecuado montaje del Molino.
3. Las diferencias encontradas entre las mediciones realizadas por el topógrafo y la nivelación de los componentes del molino utilizando nivel de precisión, permite concluir que existe la necesidad de realizar VERIFICACIONES que garanticen el grado de precisión requerido por el equipo, en la nivelación y alineamiento.

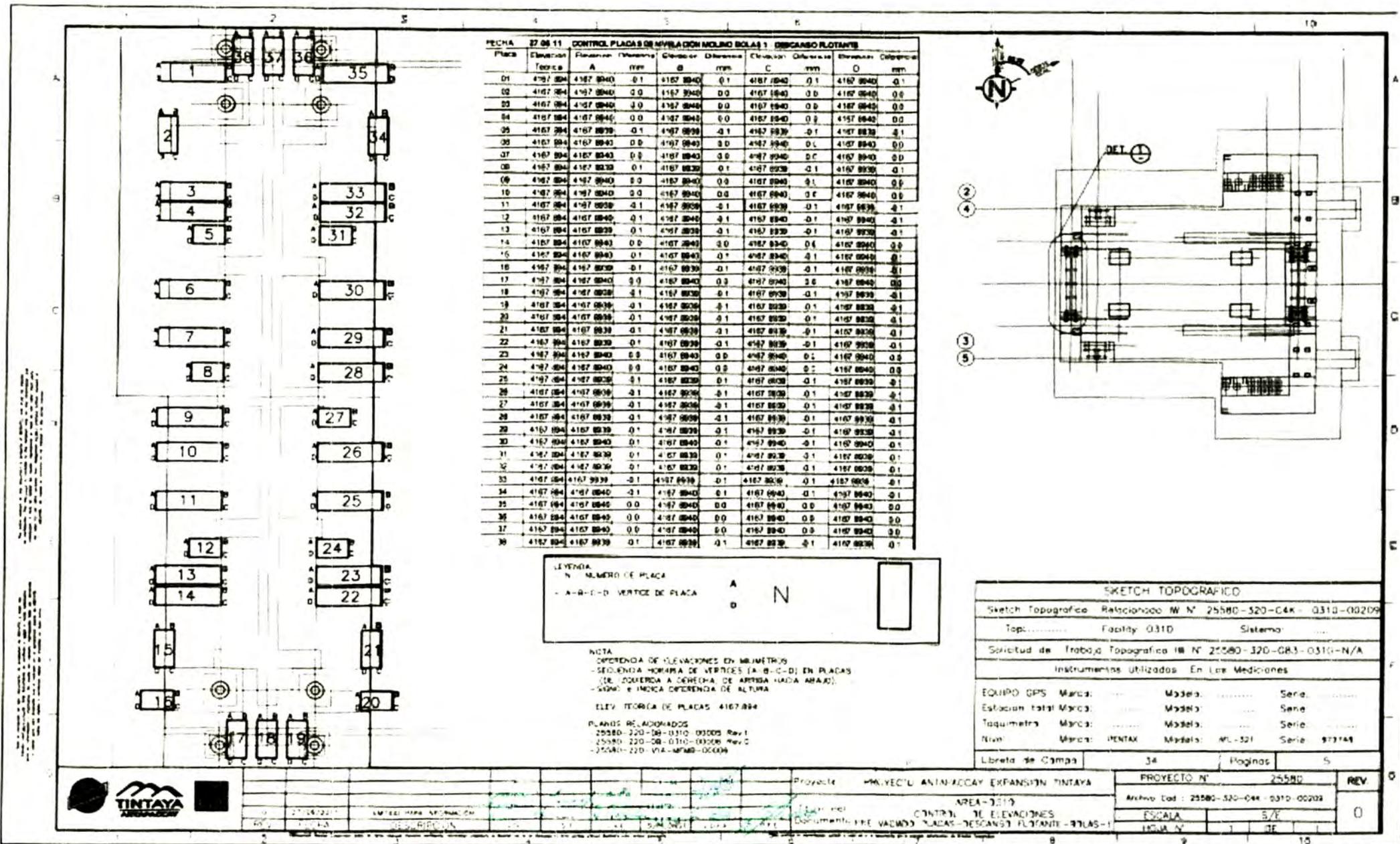
4. Realizar la recepción de todos los materiales, herramientas y componentes del molino, en conjunto con las áreas de Adquisiciones, Ingeniería, Construcción y el representante del proveedor, asegura que se cumplan las características técnicas y cantidades así como se puedan detectar oportunamente cualquier falla o defecto.

BIBLIOGRAFIA

1. Guía de Asistencia Técnica de EE en Sistema de Tratamientos de Materiales, Ministerio de Energía de Chile, 2010.
2. Curso de Instrumentos de medición, Carlos Miño.
3. Instrumentos de medidas mecánicas I y II, Santiago Ramírez de la Piscina Millán, Francisco Sierra Gómez, Francisco Javier Sánchez Torres.
4. Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de FLSMIDTH, Molino Bolas 26´x 40.5´, Proyecto Antapaccay, 2010.
5. Instrucciones de Servicio / Montaje SIEMENS 2010.
6. Manual SPC4 Model 424^a Electronic Load Indicating Fastener System Rev 1.0
7. <http://www.femto.es/nivel-de-precision-cms-1-50-96/#1>, última visita 25-Febrero-2013.
8. <http://www.catalogometalurgico.com/rubros/index/>, última visita 25-Febrero-2013.
9. <http://www.mitutoyo.com/>, última visita 25-Febrero-2013.
10. <http://www.irtechpubs.com/index.cfm?fuseaction=view.main&type=Lifting%20and%20Material%20Handling&cat=179&sub=859>, última visita 25-Febrero-2013.

PROCOLOS

1. Protocolo pre-vaciado placas de nivelación:



2. Protocolo de grout de placas de nivelación:

Instructivo de Trabajo Seguro Para Aplicación de Grout Espuma en Terrazo
 25580-320-218-GHX-00100 Rev 1

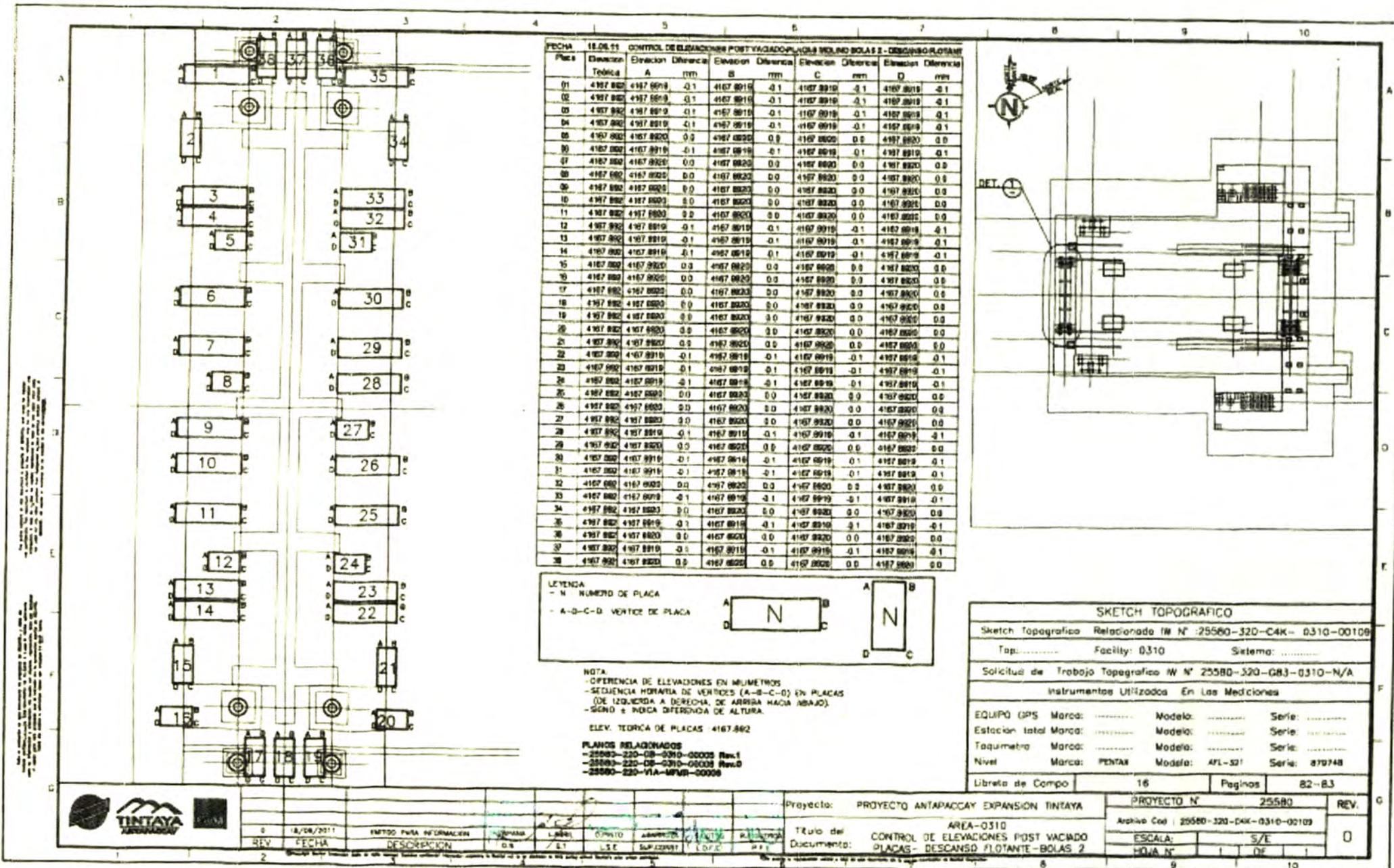
ANEXO C

INFORME DE SOLICITUD/AUTORIZACIÓN/INSPECCIÓN DE GROUTEO

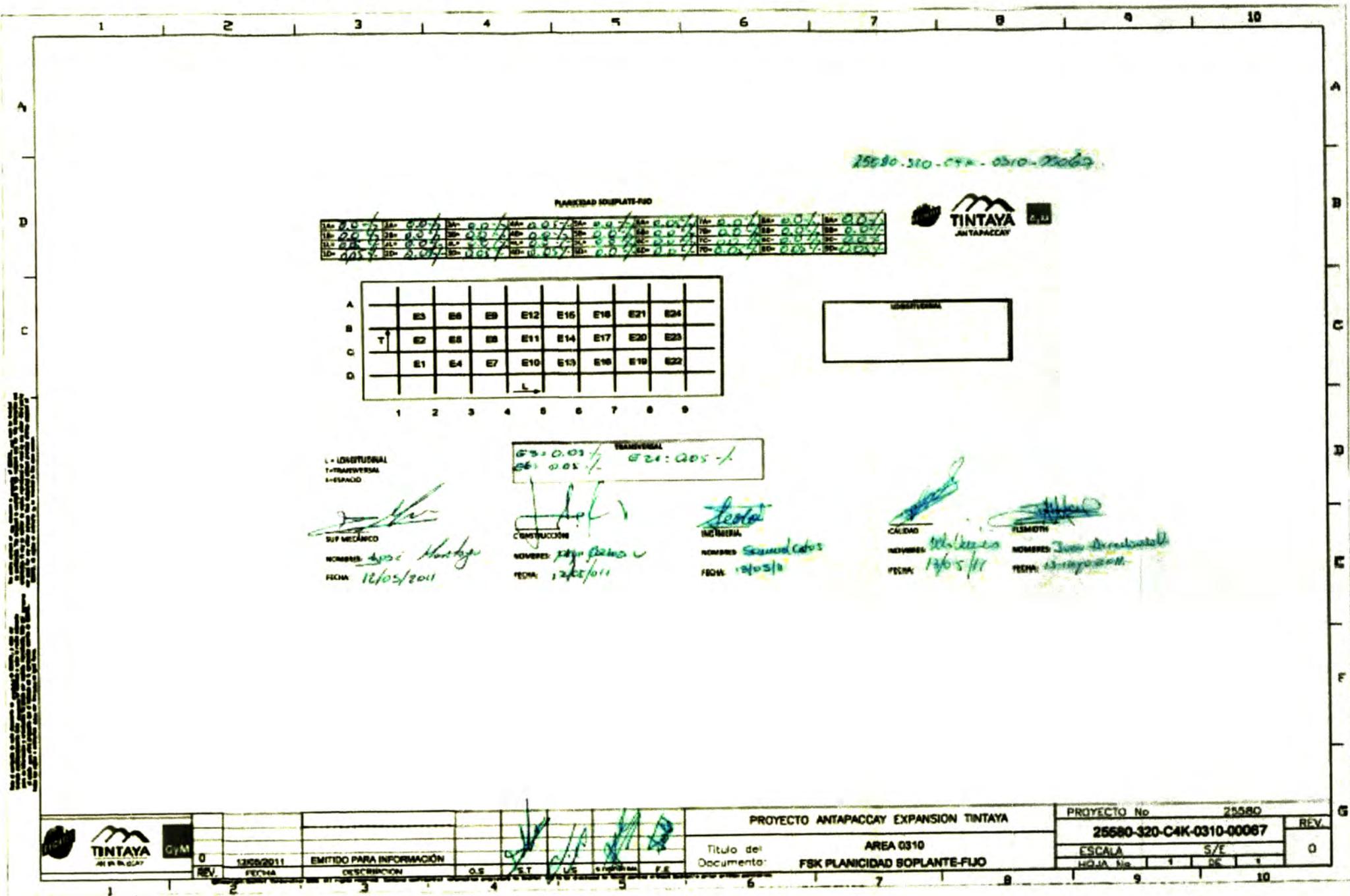
N° DE SOLICITUD/AUTORIZACIÓN/INSPECCIÓN: 00052580-320-118-030-7000		FECHA: 15/06/2011			
N° DE PROYECTO: 25580		NOMBRE PROYECTO: ANTAPACAY			
UNIDAD AREA: MANTAPACAY 7310		IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO: JORGE RIVERA FERRER - BUENOS			
SISTEMA: 0310-1186-006		PAQUETS DE TRABAJO:			
N° DE DECLARANTE DE REFERENCIA:	N° DE CUV:	CATEGORÍA DE CUV:			
65580	001	C			
NOMBRE DE EMPRESA:	UBICACIÓN:	EL PAQUETE:	COMENTARIOS:		
Local de Nivelación	Plaza de Armas	4122.542			
SOLICITANTE: HERRERA ESPINOZA		DATE PRECIS: 15/06/11			
BOQUELLO DE UBICACIÓN (OPCIONAL):					
VISTA DE PLANTA					
12.0 AUTORIZACIÓN PARA GROUTEO (MARGE SI APLICA PALES Y FERRA)					
<input checked="" type="checkbox"/> Ocas	<input type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Intermedias	<input type="checkbox"/>		
<input type="checkbox"/> Cables	<input checked="" type="checkbox"/> Siempre	<input type="checkbox"/> Puesta en marcha	<input type="checkbox"/>		
AUTORIZADO PARA GROUTEO: <i>Jorge Rivera</i>		DATE: 15/06/11			
NOMBRE DE INSPECCIÓN:		ACEPTAR	RECUSAR	NO	COMENTARIOS
1. Inspección preliminar de fondo abastecido		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Verificar que el groutado sea adecuado (cantidad y espesor)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Laminas de fibra: <input checked="" type="checkbox"/> Planchado en el lugar <input type="checkbox"/> Fibra de		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Estado de la estructura para groutado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Presencia de humedad		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Grout aplicado en un promedio apropiado (Tipo de grout: <i>Grout 212</i>)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Nivel mantenido apropiado durante		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Tiempo de espera de 15 minutos apropiado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. <i>Agua: 250 Grout: 250</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	PREPARADO POR: <i>Jorge Rivera</i> FECHA: <i>15/06/11</i>
10. Tipo de grout: <i>Grout 212</i> N° de MSTE: <i>15/06/11</i> Fecha de Expiración:		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. Método de colocación de grout: <i>Planchado</i> Fecha: <i>15/06/11</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. Método de Curado: <i>Planchado</i> Fecha: <i>15/06/11</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. Curado completo, suficiente, uniforme, permitiendo que pueda ser controlado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Limpieza completa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
15. Verificar de grout completo y suficiente		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
REGLAS: LOS DE CUBOS DE GRUOTEO (Referencia a la especificación)					
Dia 1: <i>15/06/11</i>		Dia 2: <i>16/06/11</i>		Dia 3: <i>17/06/11</i>	
COMENTARIOS: <i>Se hizo groutado a las 14:05 y se termina a las 14:30</i>					
EJECUTADO POR: <i>Jorge Rivera</i>		FECHA: <i>15/06/11</i>			
REVISADO POR: <i>Herrera Espinoza</i>		FECHA: <i>15/06/11</i>			

Obras electrificadas, una vez terminadas, son consideradas como NO CONTROLADAS y pueden estar abiertas.
 Consulte en instructivo ST (ANTAPACAY) para la revisión actual.
 Condiciones del ITCM © INATEL 2011. Todos los derechos reservados.

3. Protocolo de post-vaciado placas de nivelación:



4. Protocolo de planicidad de soleplate:



5. Protocolo de nivelación de Soleplate:



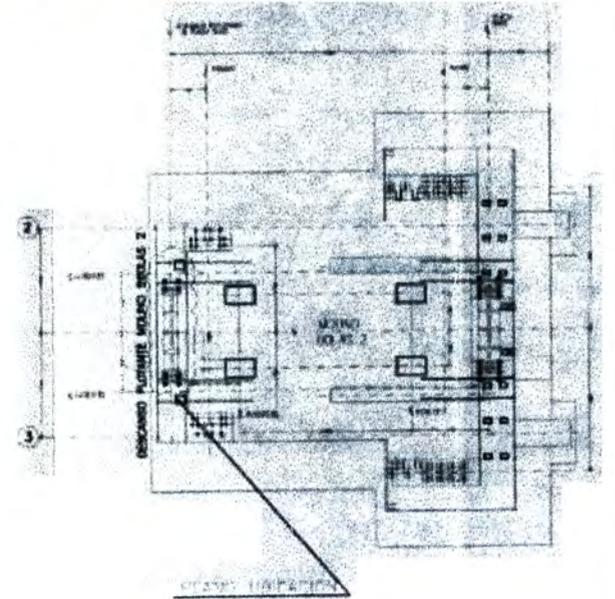
COTA A B RUL T SOLEPLATE EN CLAS 2 PMS Y CARGO DESCANSO FLOTANTE

Pto.	Cta. Proyect.	Cta. real	Dif. cota (mm)
1	4167.970	4167.9697	-0.03
2	4167.970	4167.9698	-0.02
3	4167.970	4167.9704	0.04
4	4167.970	4167.9704	0.04
5	4167.970	4167.9700	0.00
6	4167.970	4167.9701	0.01
7	4167.970	4167.9703	0.03
8	4167.970	4167.9702	0.02
9	4167.970	4167.9700	0.00
10	4167.970	4167.9700	0.00
11	4167.970	4167.9704	0.04
12	4167.970	4167.9704	0.04
13	4167.970	4167.9705	0.05
14	4167.970	4167.9704	0.04

NOTA:
 1. COTA EN METROS EN METROS
 2. COTA EN METROS EN METROS
 3. COTA EN METROS EN METROS
 4. COTA EN METROS EN METROS

UNIDAD DE MEDIDA:
 () EN METROS (EN METROS)
 () EN METROS EN METROS

PLANO DE NIVELACION:
 () EN METROS EN METROS



TOLERANCIAS (según manual)

PLANICIDAD	0.25 mm/m
DET. MÁXIMA ENTRE Ejes	0.8 mm

ENCUENTRO TÉCNICO

Equipo GPS	Marca: Trimble	Modelo: R10	Serie: 123456789
Estación Total	Marca: Sokkia	Modelo: AT-5	Serie: 987654321
Instrumentos	Marca: Sokkia	Modelo: AT-5	Serie: 987654321
Alfileres	Marca: Sokkia	Modelo: AT-5	Serie: 987654321
Alfileres de Campo	Marca: Sokkia	Modelo: AT-5	Serie: 987654321

TINTAYA

Proyecto: PROYECTO ANILAS DE EXPANSION TINTAYA

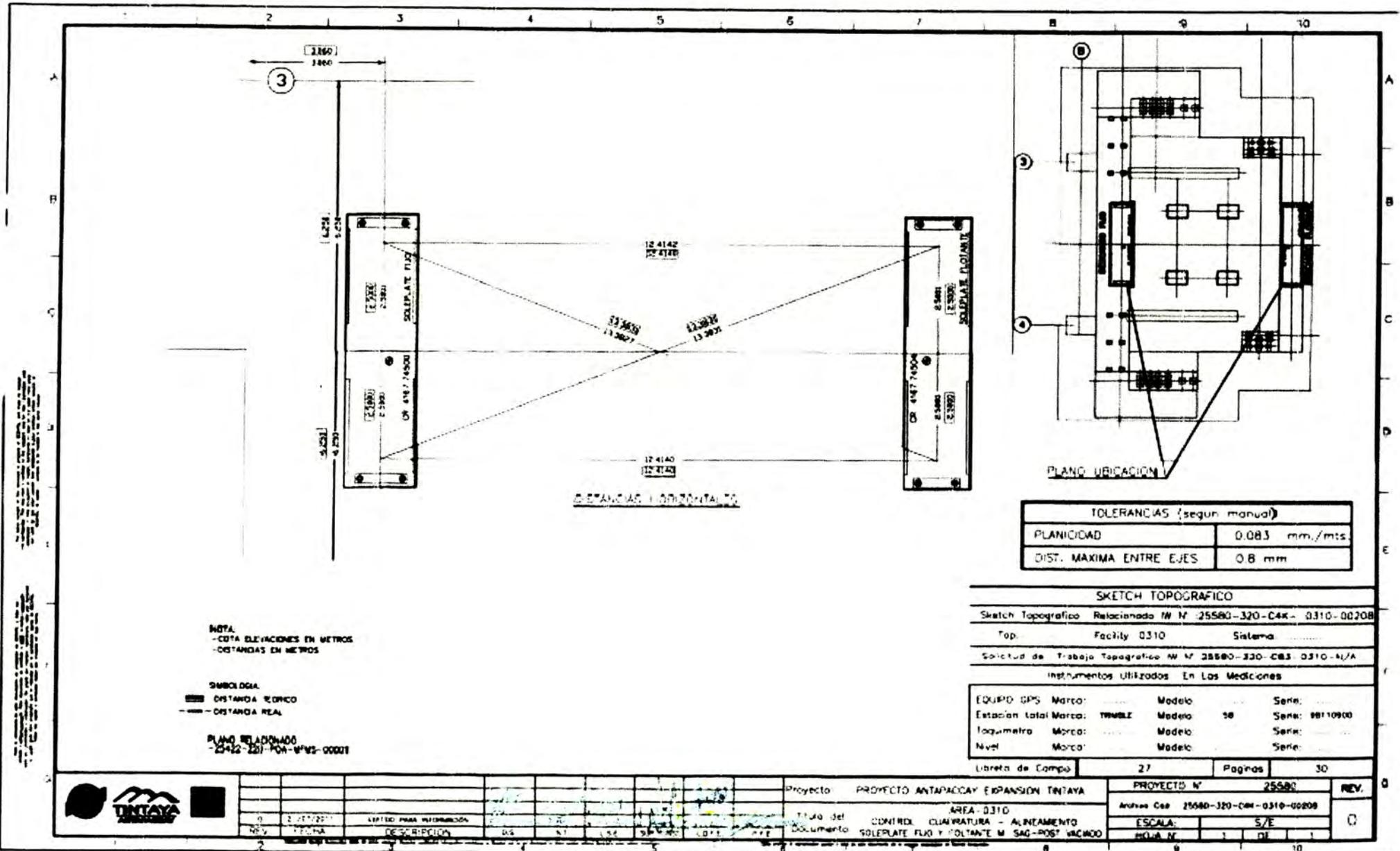
Documento: PLANO DE NIVELACION

Fecha: 2024-01-15

Escala: 1:50

Rev: 0

7. Protocolo de alineamiento de cojinetes principales:



8. Protocolo de torque de pernos SPC-4:

IW 25580-220. MUB. NMS - 10095

PROTORQ **CONTROL TENSIONADO DE PERNOS CRITICOS.**

Módulo TAC: Módulo de Datos 100-48 R 6071 - 100-48 R 6071 - 100-48 R 6071 - 100-48 R 6071
 Proyecto: 2
 Fecha: 07 Octubre 2011
 Lugar de trabajo: Linder SPC-4 Museo 424A
 Tipo de torque utilizado: HYTORC STEALTH 25

Quantidade: 1347
 Cantidad de Pernos: 1359
 Nº de Parte: 05 01 01 00

Elongación inicial: 33% Elongación Mínima: 87% Elongación Máxima: 83% Elongación Límite: 97%

Cantidad de pernos	Nº de pernos	Modelo de MHT	Elongación al 33% de carga	Elongación al 83% de carga	Tensión de Elongación al 83% de carga	Tensión de Elongación al 97% de carga	Ingeniero	Responsable de la carga	Observaciones
1	99-1	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
2	99-2	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
3	99-3	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
4	99-4	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
5	99-5	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
6	99-6	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
7	99-7	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
8	99-8	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
9	99-9	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
10	99-10	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
11	99-11	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
12	99-12	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
13	99-13	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
14	99-14	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
15	99-15	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
16	99-16	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
17	99-17	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
18	99-18	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
19	99-19	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
20	99-20	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
21	99-21	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
22	99-22	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
23	99-23	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
24	99-24	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
25	99-25	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
26	99-26	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
27	99-27	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
28	99-28	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
29	99-29	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
30	99-30	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
31	99-31	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
32	99-32	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
33	99-33	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
34	99-34	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
35	99-35	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
36	99-36	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
37	99-37	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
38	99-38	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
39	99-39	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
40	99-40	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
41	99-41	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
42	99-42	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
43	99-43	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
44	99-44	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
45	99-45	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
46	99-46	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
47	99-47	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
48	99-48	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
49	99-49	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
50	99-50	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
51	99-51	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
52	99-52	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
53	99-53	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
54	99-54	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
55	99-55	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
56	99-56	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
57	99-57	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
58	99-58	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
59	99-59	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
60	99-60	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
61	99-61	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
62	99-62	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
63	99-63	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
64	99-64	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
65	99-65	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
66	99-66	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
67	99-67	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
68	99-68	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
69	99-69	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
70	99-70	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
71	99-71	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
72	99-72	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
73	99-73	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
74	99-74	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				
75	99-75	M12 x 3 x 250	25%	25%	17%				

Nota: El torque se controla mediante el sistema de control de torque. El torque se controla mediante el sistema de control de torque. El torque se controla mediante el sistema de control de torque.

Realizado por:	Verificado por:	Aprobado por:	Fecha:
H. G. Lopez	[Firma]	[Firma]	07/10/2011

ANEXOS

1. Ficha Técnica de Sikagrout 212:

SikaGrout-212

Mortero para anclaje y nivelación de maquinarias y estructuras



HOJA PROVISIONAL

DESCRIPCION

SikaGrout 212 es un mortero expansivo y fluido base cemento

USOS

Como mortero: fluidos, sobre concreto, piedra, mortero, acero, hierro, etc:

- Grout para copotes, bases de máquinas, columnas en pasadizos
- Grout para todo tipo de anclajes en el concreto
- Grout para rellenar de cavidades, fisuras y juntas en el concreto

VENTAJAS

- Fácil de usar (mortero en polvo, listo para usar)
- Fácil de mezclar, solo adicionar agua
- Consistencia ajustable
- Muy buenas características de fluidos
- Rápido desarrollo de resistencia
- Altas resistencias finales
- Expansión por generación de gas, mientras está en estado plástico
- Resistente al impacto y vibración
- No es corrosivo
- No es inflamable ni tóxico
- Compensa la pérdida de volumen

DATOS TECNICOS

Aspecto	Polvoroso
Granulometría	1mm
(Temple Mexicano)	
Densidad (20°C)	Aprox 2.3 Kg/l (densidad del mortero fresco)
Resistencia	Compresión (todos los tipos): Aprox 50 MPa
(28 días; 20°C)	Flexión tensión (todos los tipos): Aprox 5 MPa
Módulo de elasticidad	Aprox 200000 N/mm ² (estática)
Almacenamiento	6 meses en su empaque original bien sellado, bajo techo
Presentación	Sacos de 30 Kg (palets 40 x 25 Kg = 1000 Kg)
Cumple norma	ASTM C1107

APLICACION

Relación de mezcla

SikaGrout-212

Para un mortero con buenas propiedades de fluidos (6 - 6.5 litros de agua por saco de 30 Kg).

Tiempo de retardo a la fraguado (20°C) Aprox. 40 min.

Limitaciones

- Solo puede utilizarse en trabajos de anclaje o rellenar
- Usa solamente sobre sustratos limpios y frescos
- Espesor mínimo por capa de aplicación: 3 veces el tamaño máximo del grano
- Espesor máximo por capa de aplicación: 10 veces el tamaño máximo del grano
- Rango de temperatura para la aplicación: 0 a 30°C

Substrato

- El concreto, mortero o piedra debe estar limpio, fuerte, libre de grasas y aceites, eliminar las partes sueltas. Sustratos absorbentes: sacos de cemento saturados, pero superficialmente sacos.
- Acero y hierro debe estar limpios, libres de aceites, grasa, óxido y escamas

Menchado

Mesclar el mortero en polvo, con la correcta relación de agua por lo menos durante 3 minutos, utilizando un taladr eléctrico de bajas revoluciones (máx. 300rpm) evitando incorporar mucho aire. Los equipos de mezclado más convenientes, son los tipo canasta con uno o dos as per tipo conmutar.

Dependiendo de la consistencia deseada la relación de mezcla, pueda ser ajustada.

Aplicación

Verter el mortero, inmediatamente después del mezclado, dentro del lugar preparado, sea guense que el aire que desplace el mortero pueda escapar fácilmente, de otra manera el aire atrapado creará un concreto malizado. El sustrato debe estar poroso, mojado o saturado pero superficialmente seco.

Cuando se llene bases planas, asegúrese que una continua y suficiente cabeza de presión sea mantenida, mediante un mortero fluido. Haga un óptimo uso de la expansión aplicando el mortero tan rápido como sea posible (dentro de 15 minutos).

Mantenga la superficie del mortero protegida del secado prematuro, tan pronto como sea posible mediante medidas de protección adecuadas (mantenga húmedo, cubriendo con paños mojados, etc.).

Limpieza

Limpie el mezclador y las herramientas de aplicación con agua, inmediatamente de haber terminado el trabajo. Una vez endurecida la mezcla, la limpieza solamente se la pueda realizar por medios mecánicos.

Consumos

Pezas por cm² de 1mm

SilaGruut-212: Aprox 2.2 Kg de polvo/litro de mortero

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**Primeros auxilios**

Usar guantes y gafas de seguridad. El producto en contacto con los ojos y piel pueda causar irritación.

Ecología

No verter directamente sobre vertientes de agua dulce o saladas, actuar de acuerdo a las regulaciones locales.

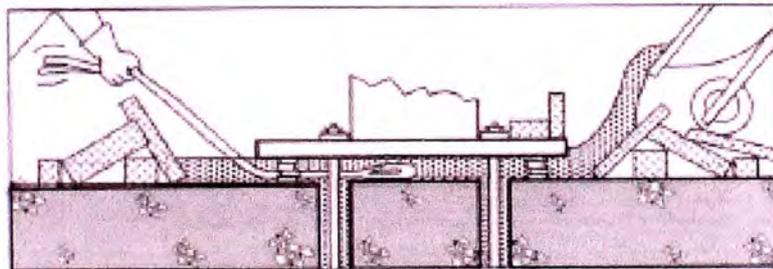
Toxicidad

No tóxico

Transporte

No peligroso

Aplicación SilaGruut 212



Sila Construcción S.A.

Carapaguá

Era 15 Yta. Durán - Turibó Pte. en la Pta. Internacional de Durán

Teléfono: 417900

Si necesita mayor información adicional consulte al Departamento Técnico de Sila Construcción S.A.

ADVERTENCIA

La información y en particular, las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sila son proporcionadas de buena fe, basadas en el conocimiento y experiencia acumulada de Sila, respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean utilizados en las condiciones y manipulados, así como aplicados en condiciones normales. Sin embargo, las diferencias en los materiales, substratos y condiciones de la obra, son en particular que de esa información, cualquier recomendación acerca de cualquier otro concepto, no se puede obtener garantía alguna, respecto a la construcción o adecuación del producto a una finalidad en particular, así como responsabilidad alguna que surja de cualquier relación legal. Se deben respetar los derechos de propiedad de derechos. Todos los pedidos de compra son aceptados de acuerdo con las condiciones actuales vigentes de venta y despacho. Las unidades deben referirse siempre a la edición más reciente de la Hoja Técnica, cuya copia serán proporcionada a solicitud del cliente.

DTC-4T-06-07

2. Ficha Técnica Varsol:



FICHA TECNICA		P-P-012
VAR SOL		VERSIÓN N1
		Página 1 de 1
DESCRIPCIÓN	DISOLVENTE ALFÁTICO, ES UN HIDROCARBURO VOLÁTIL PRODUCTO DE DESTILACIÓN DE NAFTA O DE GASOLINA NATURAL PRODUCTO DE GRAN PODER SOLVENTE PARA DIVERSOS USOS	
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ QUÍMICAMENTE ESTABLE ▪ NO CORROSIVO ▪ ES UN EFECTIVO QUITAMANCHAS EN TEJIDOS DE ALGODÓN, NYLON, FIBRAS SINTÉTICAS, PISOS, ALFOMBRAS, MUEBLES, ETC ▪ DESMANCHA, DESEMORASA, LIMPIA Y DESPERCUTE 	
APLICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MULTUSOS IDEAL PARA LA LIMPIEZA EN EL Hogar Y LA OFICINA ▪ LIMPIEZA GENERAL DE INSTALACIONES Y MAQUINARIA ▪ AYUDA EN EL DESEMORASADO DE SUPERFICIES Y EQUIPOS ▪ DESEMORASANTES DE METALES, ▪ DILUYENTE DE ESMALTES Y BARNICES ▪ REMOVEDOR DE GRASAS, RESIDUOS DE CERAS Y TINTAS ▪ EN LA INDUSTRIA TEXTIL COMO SOLVENTE DE LIMPIEZA EN SECO, ETC 	
INSTRUCCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IMPREGNAR UN PAÑO LIMPIO Y SECO CON EL PRODUCTO Y FROTAR VIGOROSAMENTE LA SUPERFICIE O PRENDA A LIMPIAR O DESMANCHAR ▪ UTILICE COMPOSTELA, ROCIADO, BROCHA O ESTOPA 	
PROPIEDADES FÍSICAS	COLOR OLORES INFLAMABILIDAD PH GRAVEDAD ESPECIFICA ESTABILIDAD	INCOLORO - LIGERO AMARILLO CARACTERÍSTICO INFLAMABLE 5.5 ± 0.5 0.8 ± 0.05 12 MESES EN CONDICIONES NORMALES DE ALMACENAMIENTO
PRECAUCIONES	<ul style="list-style-type: none"> ▪ USE GUANTES DE NITRIL ▪ USE MÁSCARA DE VAPORES PARA EXPOSICIONES CONTINUAS EN ÁREAS CON BUENA VENTILACIÓN NO SE REQUIERE EL USO DE RESPIRADORES O MASCARILLAS ▪ EVITAR AGENTES OXIDANTES, FUENTES IONIZACIÓN Y CALOR ▪ USAR EN LUGARES BIEN VENTILADOS ▪ MANTENER LOS ENVASES DONDE SE ALMACENA LIMPIOS Y BIEN TAPADOS ▪ MANTENER FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS 	
PRESENTACIÓN	ENVASE METÁLICO DE 20, 60 Y 208 LITROS	
<p>LA INFORMACIÓN QUE ESTA FICHA CONTIENE, SE HA ELABORADO CON EL FIN DE PROPORCIONAR UNA GUÍA ADECUADA PARA LA UTILIZACIÓN DEL PRODUCTO, SIN EMBAURO, YA QUE EXISTEN DIFERENTES CONDICIONES DE TRABAJO, NO NOS HACEMOS RESPONSABLES POR APLICACIONES NO RECOMENDADAS POR NOSOTROS.</p>		

ÚLTIMA REVISIÓN N: 13-12-2010

Oficinas: Calle 25 C. Bto. No 99 - 33 Telefax: 415 7469
 C: 267 1656 - 267 1657 - 267 1662 - 267 1664 - 267 1585
 Florida: Calle 19 No. 105 - 07 C: 415 97 56 - 415 97 53
 Bogotá D.C. Colombia: E-mail: praxis@praxislaboratorios.com
 www.praxislaboratorios.com



Fabricación y comercialización de productos químicos para
 mantenimiento preventivo y correctivo a nivel industrial e institucional

3. Ficha Técnica Five Star DP Epoxy Grout:

BAUTEK

Five Star DP Epoxy Grout

Grout Epóxico de Alta Precisión para Vaciados de Alto Volumen

DESCRIPCIÓN

Five Star DP Epoxy Grout es un mortero epóxico expandible de 3 componentes (resina, endurecedor y agregados), con 100% de sólidos y exento de solventes. No sufre retracción y tiene expansión positiva.

PROPIEDADES

- 0% de retracción según Norma ASTM C - 827
- Se puede aplicar en un único vaciado en altos espesores, hasta 450 mm
- Excelente resistencia a la deformación bajo tensión
- Resistencia al derame de productos químicos
- Excelente fluidez sin reducción de agregados
- 95 % EBA

CAMPO DE APLICACIÓN

- Placas base de maquinaria pesada de bajo espesor
- Usos comunes: base de molinos, chancadores, turbinas, compresores, estaciones de bombeo, prensas, generadores y, en general, equipos sometidos a fuertes vibraciones

FORMA DE APLICACIÓN

- Preparación de la superficie:
 - Todas las superficies que vayan a estar en contacto con Five Star DP Epoxy Grout deberán estar completamente libres de polvo, aceite, grasa u otra sustancia extraña que pueda actuar como desmoldante o impida una buena adherencia. El hormigón deberá estar limpio, estructuralmente sano, seco y con superficies ásperas
 - Los elementos metálicos no deberán tener superficies pulidas. Por el contrario, mientras más rugosas, sean mejor será la adherencia
- Moldes y juntas de aislación:
 - Los moldajes deberán ser confeccionados con materiales rígidos y no absorbentes,

bien fijados y sellados, de manera que no permitan la fuga de líquidos, y suficientemente resistentes para soportar los esfuerzos a los que serán sometido durante la colocación del grout

- La distancia entre el moldaje y los lados de la placa base deberá ser de 25 a 50 mm. Las áreas en las que no se requiera adhesión deberán ser tratadas con cera en pasta o polietileno. Juntas de aislamiento pueden ser necesarias dependiendo de las dimensiones del vaciado

- Cantidad de agregado (Componente C): La cantidad de agregado a usar puede ser disminuida para conseguir una mayor fluidez, o cuando el grout deba recorrer una larga distancia (sobre 2.5 mt). En estos casos, se puede disminuir el agregado aproximadamente un 20%, nunca más de un 25%
- Mezclado:

- Para un óptimo resultado se recomienda acondicionar los componentes a una temperatura entre 21°C y 27°C antes de realizar la mezcla

- Vierta todo el contenido del componente B (endurecedor) en el recipiente que contiene el componente A (resina). Mezcle cuidadosamente en forma manual con una paleta o con un mezclador de bajas revoluciones, para evitar la formación de burbujas de aire. Una vez homogeneizados los componentes A y B, vaciar gradualmente la bolsa del componente C (agregado natural) hasta obtener una mezcla homogénea.

El tiempo de trabajabilidad es de 60 minutos a una temperatura de 23°C

- Colocación:
 - Proceda a la colocación de Five Star DP Epoxy Grout desde un solo lado para evitar que quede aire atrapado, procurando que el recorrido que deba hacer la mezcla sea la distancia mínima de la placa. El vaciado debe ser continuo y de una cantidad

10

tal que el grout mantenga siempre contacto con la placa base.

- Curado: Five Star DP Epoxy Grout es un producto que cura químicamente, por lo que no es necesario mojarlo o mantenerlo húmedo

OBSERVACIONES

- La fluidez y el desarrollo de resistencias se ven afectados por las bajas temperaturas. Para aplicaciones con menos de 21°C y más de 32°C consulte con nuestro Departamento Técnico
- Para obtener una buena adherencia al hormigón no debe existir humedad en éste
- En aplicaciones menores de 15 mm o mayores de 450 mm consulte a nuestro Departamento Técnico
- No incorpore solventes para aumentar la fluidez
- Mezcle los componentes sólo al momento de usar
- Se recomienda utilizar elementos de seguridad como guantes de goma, camisa de mangas largas, lentes de seguridad y mascarilla
- Este producto puede causar irritación en la piel. Contiene resina epóxica. Se recomienda a no inhalar sus vapores. Procure que exista una buena ventilación al momento de usarlo. Evite el contacto directo

con la piel y los ojos, en caso de ocurrir, lave inmediatamente la zona con agua en forma abundante y repetida

- No toque el producto y envase en su interior
- Mantenga fuera del alcance de los niños.

ALMACENAMIENTO UTIL

- Almacena el producto en su envase original, cerrado y bajo techo. Bajo estas condiciones, dura 2 años

CONSUMO

- Kit de 28 kg da un volumen de 12,5 lts. En consistencia fluida, 10,5 lts
- Kit de 112 kg da un volumen de 50 lts. En consistencia fluida, 43 lts

UNIDADES DE SUMINISTRO

Five Star DP Epoxy Grout es un sistema de tres componentes presentado en recipientes separados que contienen la resina y el endurecedor y 1 ó 4 sacos de agregados

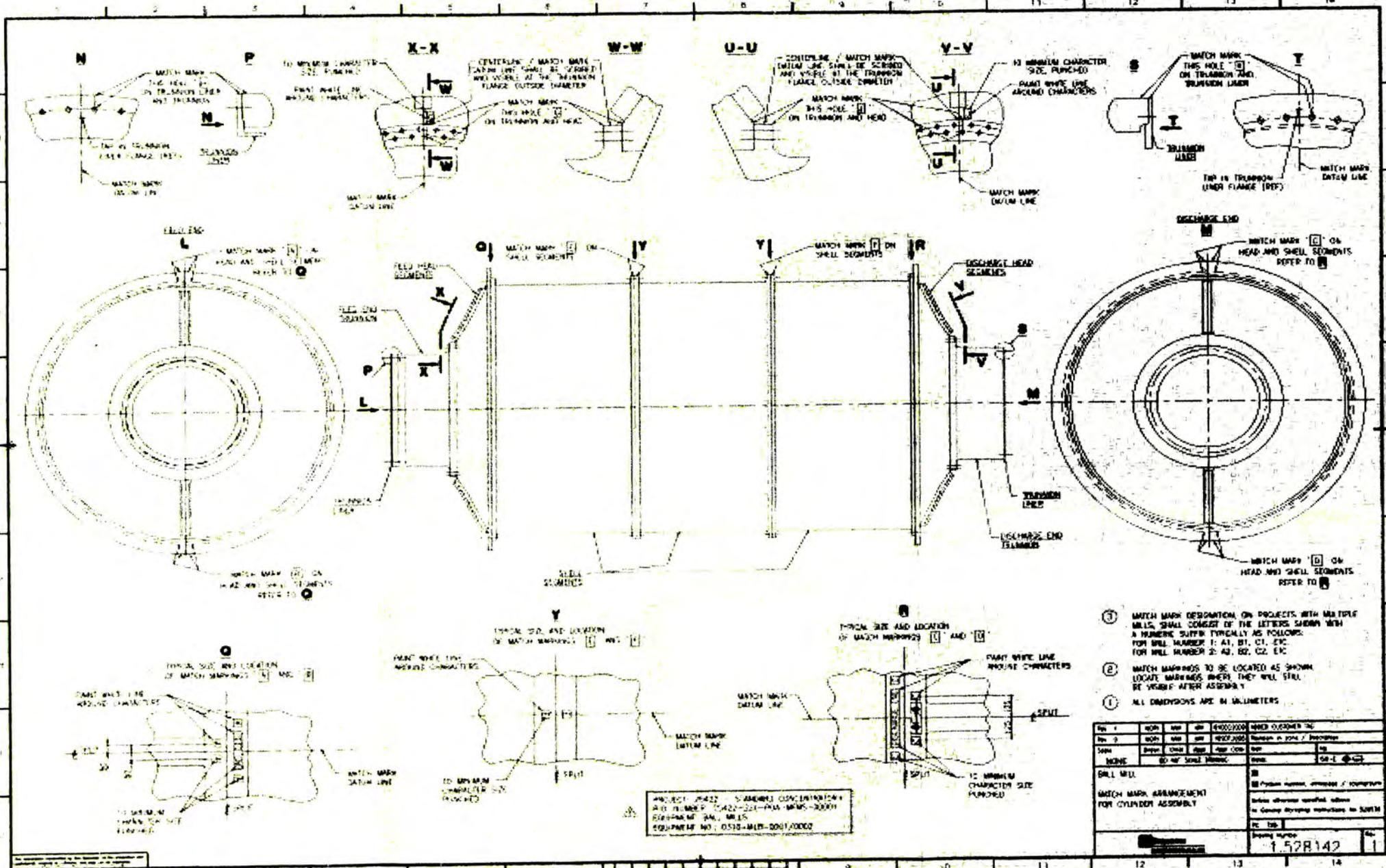
VENTAJAS

Por su alta resistencia a la deformación permanente bajo tensión (creep), es el producto indicado para la instalación de maquinaria y equipos que requieran un alineamiento de precisión. Cumple con los requerimientos del Instituto de Petróleo Americano Standard 610 Apéndice L

ANTECEDENTES TECNICOS (Ensayos en Laboratorio a 23°C)

	Estándar	Alta fluidez (20% menos de agregado)
Espesor de aplicación	25 - 450 mm	15 - 230 mm
Cambio de altura, ASTM C 827	Expansión Positiva	Expansión Positiva
Área efectiva de contacto (EBA)	95%	95%
Creep, ASTM C 1181, 1 año:		
400 psi (2.8 Mpa) a 60°C	1.5×10^{-3} (mm/mm)	2.2×10^{-3} (mm/mm)
600 psi (4.1 Mpa) a 60°C	3.7×10^{-3} (mm/mm)	4.5×10^{-3} (mm/mm)
Resistencia a la lesión, ASTM C 580	267 kg/cm ²	282 kg/cm ²
Adhesión concreto, ASTM C 882	Rotura concreto	Rotura concreto
Adhesión acero, ASTM A541	Falla de Cohesión	Falla de Cohesión
Resistencia Compresión, ASTM C 579		
24 horas	774 kg/cm ²	634 kg/cm ²
7 días	1.056 kg/cm ²	986 kg/cm ²
100% curado	1.337 kg/cm ²	1.197 kg/cm ²

4. Plano de marcas en componentes del molino:



5. Ficha Técnica de aceite hidráulico Sae 10W:



R.T.F. 0790317-1

VENOCO HIDRAULICO SAE 10W

VENOCO HIDRAULICO SAE 10W



HOJA TECNICA DE SEGURIDAD (MSDS)

1. IDENTIFICACION DEL PRODUCTO Y LA COMPAÑIA

Nombre :	VENOCO HIDRAULICO SAE 10W	Nombre Químico :	No Aplica
Fabricante :	C.A. Nacional Grasas Lubrificantes	Nombre Comercial :	VENOCO HIDRAULICO SAE 10W
Tel. de emergencias :	+58 (241) 8504211	Dirección :	Cametera Anapá, Casare Edif. Carabobo Apartado 144, Valencia 2001 A Venezuela
Fax :	+58 (241) 8504200	e-mail :	plantaguicaro@venoco.com
		Web :	www.venoco.com

2. COMPOSICION / INFORMACION SOBRE LOS INGREDIENTES

Componentes:

Aceite Mineral Básico, CAS: 64742-85-0 (75-98%), Aditivos (1-15%). Este producto (ND) contiene componentes superiores a 0,1% que sean considerados carcinógenos por la OSHA, IARC o NTP. Tampoco exhibe riesgo según está definido en la Norma OSHA de clasificación de Riesgo (29 CFR 1910.1200).

3. IDENTIFICACION DE RIESGOS

RIESGOS PARA LA SALUD

Contacto con los Ojos :	Este producto puede causar irritación leve transitoria, debido al contacto por periodos cortos con el líquido aerosol o neblinas.
Contacto con la Piel :	El contacto repetido o prolongado con la piel, puede causar una leve irritación caracterizada por resequeced, resquebrajamiento, (dermatitis) o acné.
Inhalación :	La inhalación de aceites minerales a base de petróleo puede causar irritación respiratoria u otros efectos pulmonares luego de la inhalación repetida o prolongada de neblinas por encima de los niveles autorizados de exposición.
Ingestión :	Si es ingerido en cantidades mayores a 5 ml, este material puede causar un efecto laxante.

4. PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los Ojos :	Verificar y retirar lentes de contacto. Lavar los ojos con agua fresca, limpia y a baja presión. Buscar atención médica si persiste el lagrimeo, enrojecimiento o dolor severo.
Contacto con la Piel :	Quitar la ropa y zapatos contaminados. Limpiar el exceso de material. Lavar la piel expuesta con agua y jabón. Solicitar atención médica si hay irritación. Lavar completamente la ropa contaminada antes de utilizarla nuevamente. Describir prendas de cuero contaminadas. Si el material es inyectado debajo de la piel, en los músculos o en el flujo sanguíneo, busque atención médica inmediatamente. El personal con antecedentes de problemas con la piel debe evitar el contacto repetido o prolongado con este producto.
Inhalación :	No se espera vaporización a temperatura ambiente. No se espera que este producto cause trastornos respiratorios con la inhalación bajo estas condiciones. En caso de sobreexposición, mueva la persona al aire fresco.
Ingestión :	Inducir vómito sólo cuando lo indique el médico. No debe suministrarse nada para beber salvo lo que indique el médico. Nunca debe suministrarse nada por vía oral a una persona que no está completamente consciente. Buscar atención médica inmediatamente.

Fecha de Revisión : 16/07/2009
Fecha de Elaboración : 16/07/2009

VENOCO HIDRAULICO SAE 10W

1/3

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medio de extinción: Utilizar solo zumbo seco, espuma, dióxido de carbono o neblina de agua. (Clasificación de inflamabilidad: Combustible material clase III de acuerdo a la NFPA. Levemente combustible)

Extinción del incendio: Los bomberos deben utilizar equipo y ropa de protección completa, incluyendo aparatos de aire autocontenidos de presión positiva aprobados por la NFPA, para proteger contra posibles productos de la combustión o descomposición y la radiación de calor. PROPIEDADES: Este material puede quemarse pero no encenderá fácilmente. Emite gases tóxicos cuando está quemado sobre la temperatura del punto de inflamabilidad, pudiendo encenderse cuando está expuesto a una fuente de ignición. En los espacios cerrados, el vapor caliente puede expandirse con fuerza explosiva. Las neblinas o rocíos pueden alcanzar a temperaturas por debajo del límite de inflamabilidad.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones Personales: Tome las precauciones adecuadas para asegurar su propia salud y seguridad antes de intentar un levantamiento de vertido accidental, o realizar un rescate y proveer primeros auxilios. Para mayor información más específica, consulte con el fabricante de exposición y protección personal en la Sección 08 y Consideraciones sobre el etiquetado en la Sección 10 de esta Ficha de Datos de Seguridad.

MÉTODOS DE LIMPIEZA

Pequeños derrames: No toque los envases dañados o material dañado, a menos que use el equipo de protección apropiado. Agregue un neutralizante, no caliente a menos de material derramado cuando se retire sin que tenga que cubrirse. Para derrames mínimos absorba o cubra con tierra seca, arena u otro material absorbente no combustible, y colóquelo en los recipientes de resaca para disposición posterior.

Grandes derrames: Continga los derramamientos grandes, para minimizar la recuperación o la disposición del producto, previniendo que entre a los canales y desagües en las alcantarillas. En áreas urbanas, realice la remoción del derrame tan rápido como sea posible. En ambientes naturales, busque ayuda de especialistas para minimizar el daño físico del hábitat. Este material flotará en el agua. Los conos absorbentes y los materiales absorbentes pueden ser utilizados. Cumpla con todas las leyes y regulaciones.

7. MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Manipulación: Evite la contaminación del agua y las temperaturas extremas para reducir al mínimo la degradación del producto. Los envases vacíos pueden contener residuos del producto que pueden encenderse con la fuerza explosiva. No produzca, no caliente, no toque, no perforo, no debe amolar, ni exponer los contenidos a las llamas, a chispas, al calor o a otras fuentes de ignición potenciales. Consulte con las autoridades nacionales, estatales y locales antes de reciclar, de recondicionar, de recuperar, de reciclar o de desechar los contenidos en vacíos y/o los residuos de desecho de este producto.

Almacenamiento: Manténgalo dentro los contenedores. No almacenar con agentes oxidantes fuertes. No almacenar a temperaturas superiores a 48.33 °C o a la luz directa del sol por largos períodos de tiempo. Consultar con las autoridades Nacionales, estatales y locales antes de reutilizar, recondicionar, recuperar, reciclar o desechar los contenedores vacíos o residuos de desechos de este producto.

8. CONTROLES DE EXPOSICION / PROTECCION PERSONAL

Medidas de Ingeniería: Ventilación en donde las concentraciones de vapores o neblinas en el ambiente se mantengan por debajo de TLV: ACCIH (USA) TWA 5 mg/m³; STEL 10mg/m³; OSHA(USA)(TWA: 5 mg/m³; COVENIN(VEN) 5 mg / m³ pHH

EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL

Protección para la Piel: MANOS: Usar guantes de neopreno o de caucho de nitrilo pesado si el contacto es frecuente. Si es manejado a temperatura elevada, usar guantes resistentes al calor. CUERPO: Evite el contacto prolongado con la piel; usar ropa ligera e impermeable.

Protección para los ojos: Usar anteojos de seguridad con pantallas laterales. Si hay salpicaduras o rociado, o si el producto está caliente >51°C, usar anteojos con pantalla facial. Mantenga agua disponible para un enjuague y adecuado lavado de los ojos.

Protección respiratoria: Condiciones normales y ventilación adecuada no se requiere. Si se sospecha concentraciones de aire por encima del TLV, se debe utilizar respirador para vapores orgánicos aprobados por la NIOSH, con perfil de protección de OSHA 29CFR 1910.134.

9. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS

Estado físico	Color	Textura	Olor	PH	Rango de ebullición	Punto de inflamación	Gravedad específica a 15°C	Viscosidad a 41°C	Stabilidad en agua a 20°C
Líquido	Amarillo	Asesivo	Característico	Neutro	No aplica	280 °C	0.875	20 cSt	No aplicable

Fecha de Revisión: 16/07/2009

VENOCO HIDRAULICO SAE 10W

2/3

Fecha de Elaboración: 16/07/2009

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad:	ES ESTABLE. Aunque se debe mantener alejado del calor extremo, chispas, flamas abiertas y de las condiciones que fuertemente calden (Oxalantes Fuertes.)
Polimerización peligrosa:	NO SE ESPERA QUE OCURRA sin embargo usando en condiciones desprende CO ₂ , CO, humo, trazas de SO ₂ , P, Zn, y H ₂ y muy bajas concentraciones de H ₂ S

11. INFORMACION TOXICOLOGICA

Toxicidad oral:	Aceites lubricantes de petróleo: ORAL (LD50) Agudo >5000 mg/kg [Ratas]
Toxicidad dérmica:	Aceites lubricantes de petróleo: DERMICO (LD50) Agudo >2000 mg/kg [Conejo]
Toxicidad ocular:	El producto puede causar irritación al contacto con la mucosa ocular
Toxicidad Inhalación:	Se ha reportado que la neblina del aceite mineral presenta baja toxicidad aguda en animales.

12. INFORMACION ECOLOGICA

Información Ecotoxicológica:	No se han realizado análisis de efectos ecológicos en este producto. Ahora, si es derramado en tierra o agua, quedan contaminados pudiendo ser dañino para la vida humana, fauna terrestre y acuática.
-------------------------------------	--

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACION

Es responsabilidad del usuario el determinar si el material es un "desecho peligroso", al momento de su disposición final. El transporte, almacenamiento y disposición final del material de desecho debe ser llevado a cabo de acuerdo a las Leyes, Reglamentos y Normas correspondientes en jurisdicciones Nacionales, Estatales y Locales.

14. INFORMACION RELATIVA AL TRANSPORTE

Consideraciones:	El personal de operaciones, recolección, llenado de contenedores, mantenimiento, transporte deben estar entrenados sobre el correcto manejo de este producto. No se ha conseguido información DOT (USA) En Venezuela se han presentados los recursos necesarios, a fin de estar autorizado para transportar este producto, satisfaciendo los requerimientos de la Resolución 040 "REQUISITOS PARA EL REGISTRO Y AUTORIZACION DE MANEJADORES DE SUSTANCIAS, MATERIALES Y DESECHOS PELIGROSOS"
-------------------------	--

15. INFORMACION REGLAMENTARIA

Asegurarse de cumplir las normas gubernamentales en materia de disposición de contenedores, desechos, residuos.

16. OTRA INFORMACION

ABREVIACIONES: Venezuela (COVENIN) Comisión Nacional de Normas Industriales, USA (OSHA) Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, (IARC) Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer, (NTP) Programa Nacional de Toxicología, (INPA) Asociación Nacional de Protección contra Incendios, (NIOSH) Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, (ACGIH) Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales.

"La información contenida en este documento se presume que es precisa según las fuentes consultadas a la fecha de la emisión. La compañía no se hace responsable por la mala interpretación o mal uso de la información contenida en esta hoja. El uso de esta información, así como las consecuencias de utilización del producto, recae del control de la Compañía, por lo tanto el usuario está en la obligación de determinar si se cumplen las condiciones de seguridad necesarias para el uso del producto."

Fecha de Revisión: 16/07/2009

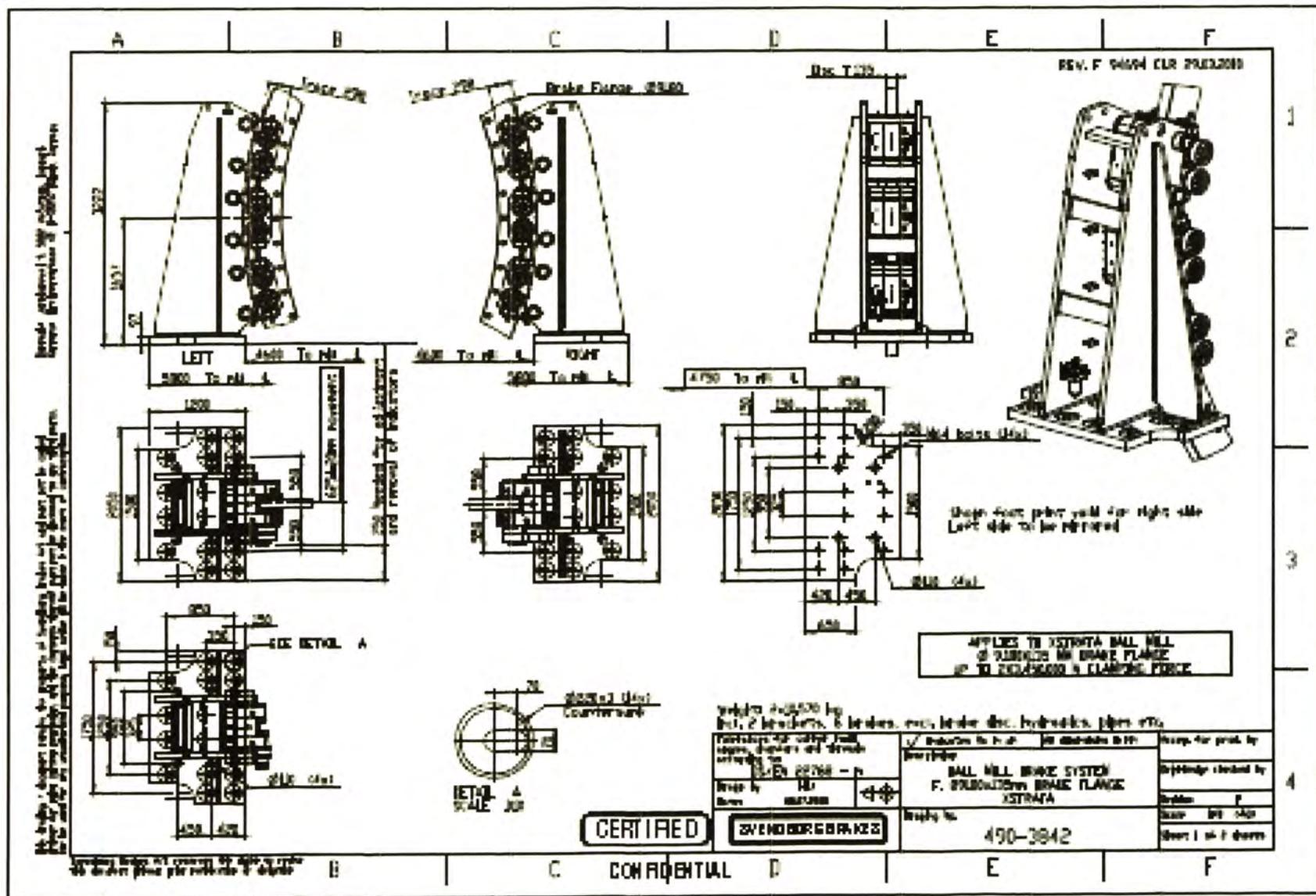
VENOCO HDRAJL100 SAF 15W

3/5

Fecha de Elaboración: 16/07/2009

6. Plano de alineamiento para el alineamiento del freno:

Appendix H - Dimension drawing, brakes & bracket



CERTIFIED

SWENDBERG BRAKES

CONFIDENTIAL

7. Ficha Técnica de Sikadur 52:



Construcción

Hoja Técnica
Edición N° 4: 06-2012
Identificación: 50550
Versión: 01
Sikadur 52 Inyección

Sikadur®52 Inyección

Sistema para inyección de grietas estructurales

Descripción	Sikadur 52 Inyección es un sistema de dos componentes con base en resinas epóxicas modificadas para obtener la baja viscosidad que permite la alta penetrabilidad en grietas y capilares. El Sikadur 52 Inyección es un sistema libre de solventes e insensible a la humedad. Es un sistema adhesivo de alta resistencia. Cumple norma ASTM C-88 y AASHTO-235, Tipo 1, Grado 1, Clase B y C.
Uso	En elementos o estructuras de hormigón originadas por contracción, de fragado, por cargas sísmicas, por asentamientos diferenciales, por exceso de carga uña o por sobrepeso.
Para inyección de grietas fracturadas	Una vez retiradas las causas que han originado una grieta en un elemento de hormigón, puede procederse a soldarlo con Sikadur 52 Inyección.
Como inyección adhesiva	En juntas impermeables de elementos en concreto de hormigón, piedra, mármol, acero, hierro y madera.
Como endurecedor de hormigón	En superficies altamente porosas y de muy pobre resistencia al desgaste puede ser selladas y endurecidas con Sikadur 52 Inyección, originando una superficie de alta resistencia, para uso de tráfico median o pesado en bodegas, talleres y rampas y todas las áreas exigidas en la industria.
Para impermeabilizar hormigón:	Que filtra por porosidad las características de baja viscosidad que tiene Sikadur 52 Inyección lo hace la solución ideal para sellar filtraciones por porosidad. Aprobado por la USDA.
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> ■ Baja viscosidad, permite con mucha facilidad en grietas muy delgadas. ■ No se contrae. ■ No tiene solventes volátiles. ■ Buena resistencia mecánica. ■ Alta adherencia a superficies secas, limpias y húmedas.
Datos Técnicos	
Proporción de mezcla:	en peso o volumen A : B = 2:1
Vida en el recipiente:	Una vez mezclados los componentes tienen una trabajabilidad aprox. de 10 minutos a 30°C, 20 minutos a 20°C y 40 minutos a 10°C.
Características técnicas:	aprox. a los 10 días a 20°C y 50% de la humedad relativa.
Resistencia a la compresión:	800 kg/cm ²
Flexión:	(ASTM D - 790) 980 kg/cm ²
Tensión directa:	(ASTM D - 638) 590 kg/cm ²
Adherencia:	(ASTM C - 882) 200 kg/cm ²
Módulo de elasticidad:	2.4 x 10 ⁴ kg/cm ² .

Sikadur 52 Inyección 02

