



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA
APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A.**

Eder Jorge Mario Maldonado Hernández

Asesorado por el Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma

Guatemala, mayo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA
APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

EDER JORGE MARIO MALDONADO HERNÁNDEZ
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANIBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

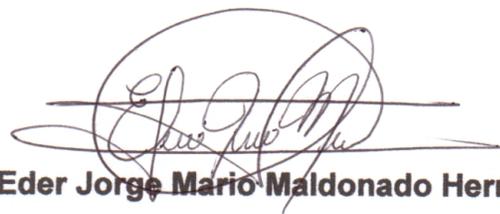
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Campos Paiz
EXAMINADOR	Ing. Carlos Anibal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Edwin Estuardo Sarceño Zepeda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha marzo de 2012



Eder Jorge Mario Maldonado Hernández



Guatemala, 11 de marzo de 2013
REF.EPS.DOC.225.03.13.

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León De de León.

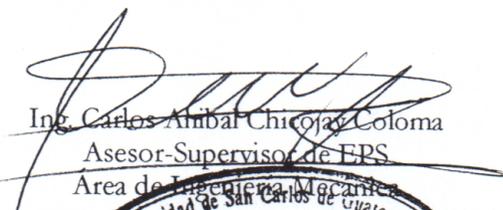
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Eder Jorge Mario Maldonado Hernández** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200714552, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A.”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Carlos Anibal Chicojaj Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Area de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
CACC/ra



Guatemala, 11 de marzo de 2013
REF.EPS.D.318.03.13

Ing. Julio César Campos Paiz
Director Escuela de Ingeniería Mecánica
Facultad de Ingeniería
Presente

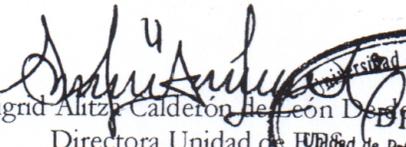
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Eder Jorge Mario Maldonado Hernández** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Carlos Anibal Chicojay Coloma.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Sigrid Alitz Calderón de León
Directora Unidad de EPS


SACde LDdL/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del asesor, con la aprobación de la Directora del Ejercicio Profesional Supervisado, E.P.S., al Trabajo de Graduación, DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S.A. del estudiante **Eder Jorge Mario Maldonado Hernández**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, marzo de 2013

JCCP/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 323 .2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISMINUCIÓN DEL DESGASTE Y FALLAS, POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LUBRICACIÓN EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE TUBERÍA DE ACERO EN LA PLANTA TUBAC, S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Eder Jorge Mario Maldonado Hernández**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 13 de mayo de 2013



/gdech

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Escuela de Ingeniería Mecánica, por acogerme y realizar mis estudios en tan prestigioso recinto.
Tubac, S.A.	Por brindarme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Y aprender de los procesos en la industria.
Ing. Werner Méndez	Por el apoyo dentro de la planta, y compartir sus conocimientos.
Sr. Julio Juárez	Por su paciencia y enseñanzas, gracias por ser mi guía, con su ayuda fue posible realizar este trabajo de graduación.
Taller mecánico	Por brindarme toda su ayuda y consejos para realizar mi EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Generalidades de la empresa.....	1
1.2. Reseña histórica.....	1
1.2.1. Visión.....	1
1.2.2. Misión	1
1.3. Actividades y producción	2
1.4. Estructura organizacional	3
1.5. Ubicación.....	4
1.6. Conceptos generales.....	5
1.6.1. Mantenimiento	5
1.6.1.1. Mantenimiento preventivo.....	5
1.6.1.2. Mantenimiento correctivo.....	6
1.6.2. Lubricación	6
1.6.2.1. Tipos de lubricación.....	8
1.6.2.2. Cojinetes.....	9
1.6.2.3. Regímenes de lubricación	10
1.6.2.4. Viscosidad	12
1.6.2.5. Aceites multigrado	13

	1.6.2.6.	Untuosidad	13
	1.6.2.7.	Grasas.....	14
2.	FASE DE INVESTIGACIÓN.....		17
2.1.	Situación actual		17
2.2.	Descripción del proceso de producción de tubería de acero....		17
	2.2.1.	Área de corte (<i>Slitter</i>)	17
	2.2.1.1.	Revisión inicial.....	19
	2.2.1.2.	Carga y enhebrado de bobina en <i>slitter</i>	20
	2.2.1.3.	Ciclo de operación de corte	22
	2.2.2.	Línea de molinos	24
	2.2.2.1.	Operación de aspa o devanadera	24
	2.2.2.2.	Operación de empalmadora	26
	2.2.2.3.	Operación <i>floop</i>	28
	2.2.2.4.	Operación soldadura de alta frecuencia.....	29
	2.2.2.5.	Formado y calibrado.....	33
	2.2.2.6.	Operación <i>sizing</i>	34
	2.2.2.7.	Cabezas turcas.....	37
	2.2.2.8.	Cortadora de tubos.....	39
	2.2.3.	Prueba hidrostática	43
	2.2.3.1.	Cabezales	44
	2.2.3.2.	Mordazas.....	44
	2.2.3.3.	Cilindro de alta presión.....	45
	2.2.3.4.	Cadena de desplazamiento	45
	2.2.3.5.	Rodillos de alineación.....	46
	2.2.3.6.	Válvula <i>relief</i>	46
	2.2.3.7.	Tanque acumulador hidroneumático	46

2.2.3.8.	Evacuador de agua.....	47
2.3.	Ahorro energético	47
2.3.1.	Motores eléctricos en torre de enfriamiento.....	48
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	51
3.1.	Plan de lubricación para disminución de fallas y desgaste en la producción de la tubería de acero.....	51
3.1.1.	Herramienta para lubricación de maquinaria	51
3.1.2.	Procedimiento para lubricación en general.....	52
3.1.3.	Lubricación de chumaceras.....	54
3.1.4.	Lubricación de eje de transmisiones.....	55
3.1.5.	Lubricación de acoplamientos	56
3.1.6.	Lubricación en central hidráulica	57
3.1.7.	Lubricación caja reductora.....	58
3.1.8.	Lubricación en reductores.....	59
3.2.	Lubricación en las líneas de producción de tubería.....	60
3.2.1.	Engrase área de <i>Slitter</i> (corte).....	60
3.2.1.1.	Entrada	61
3.2.1.2.	Intermedio línea de corte	67
3.2.1.3.	Salida de línea de corte	74
3.2.2.	Engrase en línea de molinos	76
3.2.2.1.	Aspa o devanadera.....	77
3.2.2.2.	<i>Pinch roll</i> y allanadora.....	81
3.2.2.3.	Empalmadora	83
3.2.2.4.	<i>Floop</i>	85
3.2.2.5.	Lubricación de molinos formado y acabado.....	87
3.2.2.6.	Lubricación de molinos calibrado y <i>sizing</i>	97

3.2.3.	Engrase de cortadora de tubos TCC 150	105
3.2.3.1.	Acelerador	105
3.2.3.2.	Lubricación carro	106
3.2.3.3.	Lubricación cortadora hidráulica de fresa veloz y mordazas.....	107
3.2.3.4.	Lubricación caja reductora fresa lenta.....	109
3.2.4.	Lubricación banda transportadora.....	111
3.2.5.	Lubricación en prueba hidrostática molino 483	113
3.2.6.	Lubricación en prueba hidrostática molino 604	117
4.	FASE DE DOCENCIA.....	119
4.1.	Capacitación al personal	119
4.2.	Importancia de lubricación para disminución del desgaste	119
4.3.	Mejoras al plan de mantenimiento.....	121
4.4.	Conciencia ambiental al personal.....	123
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	127
	BIBLIOGRAFÍA.....	129
	APÉNDICES.....	131

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama general de la empresa Tubac, S.A.	3
2.	Plano de ubicación Tubac, S.A. y sus niveles de ruido	4
3.	Lubricación perfecta, imperfecta y seca	9
4.	Funcionamiento de la lubricación hidrostática.....	11
5.	Bastidor motorizado	36
6.	Partes de <i>clusters</i>	37
7.	Grasera manual con extensión flexible	53
8.	Grasera automática.....	54
9.	Chumacera tipo brida y tipo puente.....	55
10.	Eje de transmisión.....	56
11.	Acoplamiento.....	57
12.	Central hidráulica	58
13.	Caja reductora.....	59
14.	Motor reductor.....	60
15.	Puntos de lubricación del <i>Coil Car</i>	61
16.	Puntos de lubricación <i>uncoiler</i>	62
17.	Puntos de lubricación <i>Peeler y Hold down roll</i>	64
18.	Distribución de puntos de lubricación en base de mandril	65
19.	Puntos de engrase en la cadena del mandril	66
20.	Puntos de lubricación entrada de cizalla	67
21.	Puntos de lubricación en mesa de entrada	68
22.	Puntos de lubricación guía lateral y alineación de bobina.....	69
23.	Puntos de lubricación de <i>pinch roll</i>	71

24.	Puntos de lubricación de <i>pinch roll</i> instalada con cuchillas.....	71
25.	Enrollador de orilla derecho	72
26.	Puntos de lubricación en fosa y rodos	73
27.	Punto de lubricación en una de las chumaceras, final de fosa	74
28.	Salida línea de corte	75
29.	Lubricación en la parte trasera de <i>coil car</i> de salida	76
30.	Punto de lubricación mandril del aspa	78
31.	Punto de lubricación mandril de la devanadera desenrolladora.....	79
32.	Puntos de lubricación mamparo.....	80
33.	Ubicación de engrase <i>pinch roll</i> allanadora	82
34.	Puntos de lubricación <i>pinch roll</i> allanadora.....	82
35.	Punto de lubricación de tampón de soldadura	83
36.	Puntos de lubricación de cizalla.....	84
37.	Puntos de lubricación mordaza móvil	85
38.	Puntos de lubricación del <i>Floop</i> (parte trasera)	87
39.	Puntos de engrase en bastidor allanadora.....	89
40.	Puntos de engrase de bastidor motorizado.....	90
41.	Señalización de puntos de lubricación de <i>clusters</i>	92
42.	Puntos de lubricación de guía de tubo	93
43.	Puntos de lubricación mordaza de soldadura	95
44.	Señalización de puntos de lubricación de bastidor descoronador	96
45.	Bastidor soporte de tubo horizontal depósito de enfriamiento	98
46.	Punto de lubricación rodillos cabeza turca.....	99
47.	Puntos de lubricación cabeza de turco	100
48.	Señalización de ejes de transmisión.....	102
49.	Puntos de lubricación en acoplamientos.....	103
50.	Señalización de central hidráulica y cajas reductoras.....	104
51.	Puntos de engrase acelerador	106
52.	Puntos de lubricación carro.....	107

53.	Puntos de lubricación cortadora hidráulica de fresa veloz y mordazas.....	108
54.	Señalización de graseras en la tronchadora	109
55.	Lubricación en caja reductora fresa lenta.....	110
56.	Puntos de lubricación bajo la caja reductora fresa lenta	111
57.	Señalización en uno de los puntos de engrase de la banda transportadora	112
58.	Puntos de lubricación en cadenas de la prueba hidrostática.....	113
59.	Puntos de lubricación en rodos de la prueba hidrostática	114
60.	Punto de lubricación a la salida de la prueba hidrostática.....	115
61.	Puntos de lubricación aleta al final de la prueba hidrostática.	116
62.	Puntos de lubricación en prueba hidrostática línea 604	118

TABLAS

I.	Lubricantes para maquinaria	120
II.	Mejoras al control de lubricación en las líneas de producción.....	121

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
c.c.	Corriente continua
ϕ	Diámetro
kw	Kilovatio
psi	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
\pm	Más/menos
mm	Milímetro
NPT	<i>National Pipe Thread</i>
“	Pulgada
%	Porcentaje

GLOSARIO

ASTM	Organismo de normalización de los Estados Unidos de América.
Acople	Son elementos de máquina que permite unir o acopla para comunicar el movimiento entre dos ejes.
Biela	Elemento mecánico que sometido a esfuerzos de tracción o compresión, transmite el movimiento articulando a otras partes de la máquina.
Caja reductora	Mecanismo que consiste, generalmente, en un grupo de engranajes, con el que se consigue mantener la velocidad de salida.
Central hidráulica	Depósito hidráulico con componentes añadido, Se utilizan para la alimentación de aceite a presión.
Chapa	Lámina delgada de metal que se utiliza para construcciones mecánicas.
Chumacera	Pieza de metal o madera con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.
Cilindro	Son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal.

Cizallable	Resistencia de los lubricantes a los esfuerzos mecánicos que tienden a provocar la ruptura de las moléculas de ciertos componentes.
Coil car	Diseñado para el transporte de bobinas (es decir, rollos) de chapa metálica, particularmente de acero.
Cola corona	Herramientas manuales que se utilizan para apretar elementos atornillados mediante tornillos o tuercas con cabezas hexagonales principalmente.
Cremallera	Barra dentada plana que avanza en línea recta funciona como una rueda dentada de radio infinito.
Devanadera	Instrumento giratorio donde se colocan las madejas para devanarlas.
Eje	Es un elemento constructivo destinado a guiar el movimiento de rotación a una pieza o de un conjunto de piezas, como una rueda o un engranaje.
Ferrita	Es una solución sólida intersticial de carbono en una red cúbica centrada en el cuerpo de hierro. Es una de las estructuras cristalinas del hierro.
Guías	Diseñado para guiar las diferentes máquinas corredizas.

Grasa tipo grafito	Formada a base de bisulfuro de molibdeno como agente de extrema presión con inhibidores contra la corrosión y oxidación, no se derrite a altas temperaturas.
Grasera	Pequeños dispositivos roscados que se ubican en los lugares a lubricar, y que permiten que se inyecte externamente grasa.
Hidrostática	Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia los fluidos en estado de reposo; es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición.
<i>Impider</i>	Aumenta la impedancia de la trayectoria de la corriente parásita alrededor de la circunferencia interior del tubo, desviando así más de la energía disponible en la soldadura V.
Jabón metálico	Se crea mediante la reacción de una sustancia alcalina y un ácido graso, utilizada como espesante
Lámina caliente	Producto primario del proceso productivo, en el cual se recalienta el planchón para producir rollos de acero con diferentes espesores.
Lámina fría	Se obtiene a partir de la lámina rodada en frío cruda, que se somete a un tratamiento térmico de recocido, la cual después es templada.

Leva	Es un elemento mecánico que va sujeto a un eje y tiene un contorno con forma especial.
Llave inglesa	Herramienta manual utilizada para aflojar o ajustar tuercas y tornillos. La abertura de la llave inglesa es ajustable (posee una cabeza móvil).
Lubricación	Técnica empleada para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra.
Machuelo	Herramienta de corte recto o helicoidal, y se utiliza para elaborar cuerdas roscadas en diferentes materiales.
Mandril	Dispositivo que sujeta una pieza de trabajo en una posición fija mientras esta gira, suele tener tres o cuatro bocas que pueden ser ajustadas para dar cabida a distintos tamaños.
Mantenimiento	Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal y la eficiencia en la maquinaria.
Mordaza	Herramienta que mediante un mecanismo de husillo o de otro tipo permite sujetar por fricción una pieza presionándola de forma continua.

Oleodinámico	En las aplicaciones industriales, es la utilización de la potencia hidráulica.
Ovalación	Diferencia entre los diámetros exteriores máximo y mínimo medidos en la misma sección transversal de un tubo o extremo macho.
Palpador	Es un vástago que mediante el contacto con una pieza se utiliza como detector, un instrumento de medición.
<i>Pinch roll</i>	Sistema de rodillo de alimentación. Mantienen una presión constante entre los dos extremos del rodillo inferior para mantener una alimentación recta.
Piñón	Rueda de un mecanismo de cremallera o a la rueda más pequeña de un par de ruedas dentadas.
Transmisión	Mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina.
Zapata	Cuentan con proceso de electro estañado para baja resistencia y protección a la corrosión.

RESUMEN

En la planta Tubac, S.A., se encuentra ubicada una gran cantidad de maquinaria para la producción de tubería de acero. Para mantener estos equipos operando en óptimas condiciones y bajo los requerimientos productivos de la planta, es necesario realizar una constante rutina de mantenimiento preventivo a los mismos, dentro de la cual, se encuentra, lubricar cada uno de sus componentes mecánicos móviles.

La rutina de mantenimiento específicamente la lubricación, está orientada a los operarios de cada línea de producción, ya que actualmente el taller mecánico no cuenta con el suficiente personal para llevar a cabo cada uno de las actividades que se proponen, las rutinas de engrases son sencillas, pero consumen tiempo, por lo que es necesario realizarlos con ayuda del personal de las diferentes líneas de producción.

En el informe de graduación se da a conocer una breve descripción de los procesos de producción de tubería. Empezando en el área de corte hasta el de evacuación, esto con el fin de habituar al personal nuevo y reforzar al antiguo.

Para poder realizar esta tarea correctamente, se hace necesario conocer los procedimientos de lubricación. Existen muchos mecanismos similares, como también únicos. De esta cuenta, se hace necesario tener un programa de lubricación que incluye una lista detallada de la maquinaria, sus puntos de lubricación, así como el lubricante requerido, cantidad de lubricante, frecuencia de aplicación, etc.

Para que no exista ningún tipo de confusión se presentan imágenes señalizando los puntos de lubricación a lo largo de toda la maquinaria.

Las máquinas que se encuentran señalizadas con los puntos de engrase son la línea: de *slitter*, encargada de realizar el corte a las bovinas para formar tiras, se divide en: entrada, intermedio y salida, cuando se tiene las tiras están son llevadas a la segunda línea molinos, la cual se compone de: aspa, empalmadora, *floop*, formado acabado y *sizing*. El área de molinos es la encargada de darle la forma al tubo. Por último se encuentra la prueba hidrostática, que verifica el soporte de la presión y que no exista ningún tipo de fisura en el tubo.

También se encuentra una propuesta de Producción más Limpia, para lograr un ahorro en energía eléctrica generada por motores en el área de la torre de enfriamiento. La propuesta, muestra la importancia de mantener los motores lo más actualizados posibles, para que estos permanezcan con una alta eficiencia.

OBJETIVOS

General

Proponer un plan de lubricación orientada al personal de operación. Ubicando y señalizando cada uno de los puntos básicos de engrase en las líneas de producción de tubería de acero, para así disminuir el desgaste y las fallas en la maquinaria de la planta Tubac, S.A.

Específicos

1. Mantener la maquinaria en óptimas condiciones.
2. Dar a conocer la importancia de aplicar grasas y aceites lubricantes de una forma constante a las partes mecánicas móviles.
3. Evitar paros de producción, generados por mantenimientos correctivos ocasionados por una lubricación seca o imperfecta, para reducir costos en mantenimientos correctivos.
4. Capacitar al personal para que realicen una correcta aplicación de lubricación en cada una línea de producción por lo menos una vez al mes.
5. Velar por el ahorro energético de motores eléctricos con factores de potencia bajos, funcionamiento innecesario y antigüedad de los mismos.

INTRODUCCIÓN

Actualmente TUBAC, S.A., es una industria dedicada a la fabricación y distribución de tubería de acero en Guatemala y Centroamérica. En la dirección: final Avenida Petapa, kilómetro 11,5 finca El Frutal, San Miguel Petapa, Guatemala, C.A.

Para la fabricación de tubería existen varios parámetros bajo estándares de Normas Internacionales de Calidad, por lo que en la fabricación de tubería la maquinaria debe de estar en óptimas condiciones para poder cumplir los requerimientos y exigencias de las mismas. Es importante la disminución de paros ocasionados por fallas en la maquinaria.

Se presenta un plan para la disminución del desgaste y fallas por medio de la aplicación de grasas y aceites lubricantes en puntos ubicados y señalizados en cada maquinara, accesibles tanto para operarios, como para el resto de del personal que se encuentran en la línea de producción.

La lubricación es importante y fundamental ya que se encarga de reducir la fricción y el desgaste, amortigua los choques, enfría los elementos en movimiento. Previene la corrosión e impide la entrada de polvo ferroso. Por lo que las partes mecánicas correctamente lubricadas se mueven más eficientemente y duran más.

Los aceites que enfrían los componentes de las máquinas vienen fácilmente erogados desde una fuente de abastecimiento, lavan el polvo, absorben un poco el esfuerzo de torsión y puede lubricar otros elementos tales

como los engranajes. Las grasas aíslan mejor contra el polvo que los aceites. Son más fáciles de retener en un recipiente, permite períodos más prolongados entre aplicaciones y que los diseños de los cojinetes sean más simples.

Para lograr la disminución y desgaste será utilizado el plan de lubricación dos veces al mes o cada 100 horas, ejecutados por operarios siguiendo las indicaciones que se presentan, en las siguientes líneas de producción de tubería: empezando por el área de *Slitter*, para luego continuar con la línea de molinos y finalizando en la Prueba Hidrostática.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Generalidades de la empresa

A continuación se presenta la información de la empresa Tubac, S.A., tiene como objeto establecer las generalidades de la empresa y las dependencias con que cuenta para presentar sus servicios en la fabricación de acero. Se presenta una breve descripción a continuación.

1.2. Reseña histórica

Tubac, S.A., inició sus operaciones en 1995, logrando posicionarse en el mercado centroamericano, norteamericano y del Caribe. Tubac, S.A., conlleva un fuerte esfuerzo administrativo y financiero del grupo CADINSA, para su creación fue establecida como sociedad anónima el 27 de agosto de 1993. A mediados de 1990, Tubac, S.A., fue adquirida por el grupo Duferco.

1.2.1. Visión

“Ser líderes en innovación y diferenciación de productos en la región Centroamericana, México y el Caribe en tubería y otros productos de acero, con el mejor servicio y alta calidad”.

1.2.2. Misión

“Satisfacer las necesidades de nuestros clientes a través de la fabricación de tubería y comercialización de productos derivados de acero, ofreciendo el

mejor servicio, realizando nuestros procesos con calidad y buscando la rentabilidad que proporcione una fuente de trabajo estable para nuestros empleados, dentro de un marco de desarrollo sostenible”.

1.3. Actividades y producción

Tubac, es la fábrica de tubería de acero más grande de Centroamérica y el Caribe con servicio a toda la región extendiéndose cada día a otros países, poseen la más alta tecnología que permite fabricar productos de acero con el compromiso de la mejor calidad y productividad, enmarcados en normas y estándares internacionales, partiendo de un riguroso proceso continuo que garantiza la rápida respuesta y que permite acoplarnos a las necesidades de sus clientes.

Ante la necesidad de la satisfacción de sus clientes y la mejora continua de la calidad de sus productos, Tubac, implementó un Sistema de Gestión de Calidad. Es una de las empresas con doble certificación, la cual fue certificada bajo la Norma ISO 9001:2008 y desde abril de 2012 fue certificada con la Norma ISO 14001:2004.

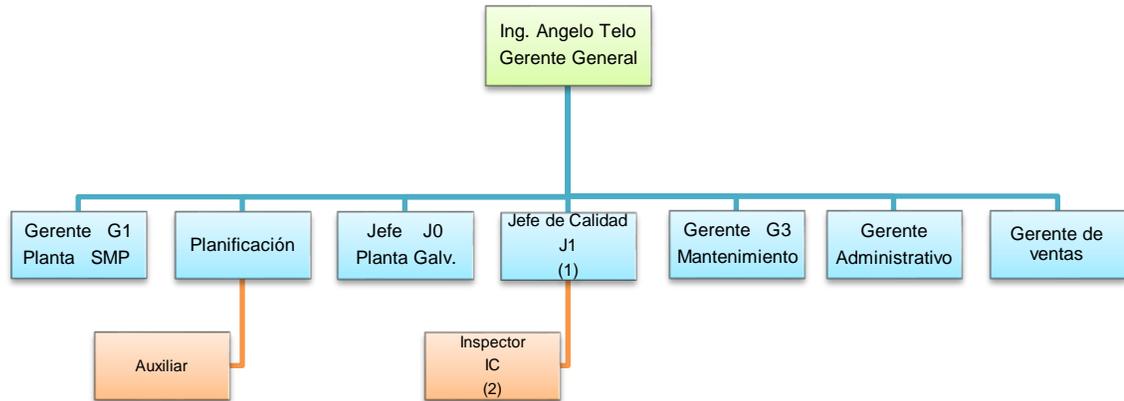
Los productos fabricados e incluidos en el alcance de la Certificación, son fabricados bajo estándares de las Normas Internacionales ASTM A-53, ASTM A-500 y BS 1387. También están incluidos productos fabricados con base a estándares proporcionados por los clientes, de acuerdo a sus necesidades específicas.

1.4. Estructura organizacional

La empresa Tubac, S.A., cuenta con una estructura organizacional bastante rígida y vertical, con líneas de mando bien definidas, es un sistema formal que permite a los administradores asignar trabajo, coordinar tareas y delegar autoridad y responsabilidad para conseguir el eficiente cumplimiento de las metas organizacionales, Tubac, es una organización grande, en la cual su estructura es jerárquica, de tipo vertical.

Figura 1. Organigrama general de la empresa Tubac, S.A.

Título:	Organigrama Tubac, S. A.	Fecha de Emisión:	11.02.02
Código:	ET-AP-01	No. Revisión:	5
Autorizado Por:	Gerente General	Fecha de Revisión:	21.02.12

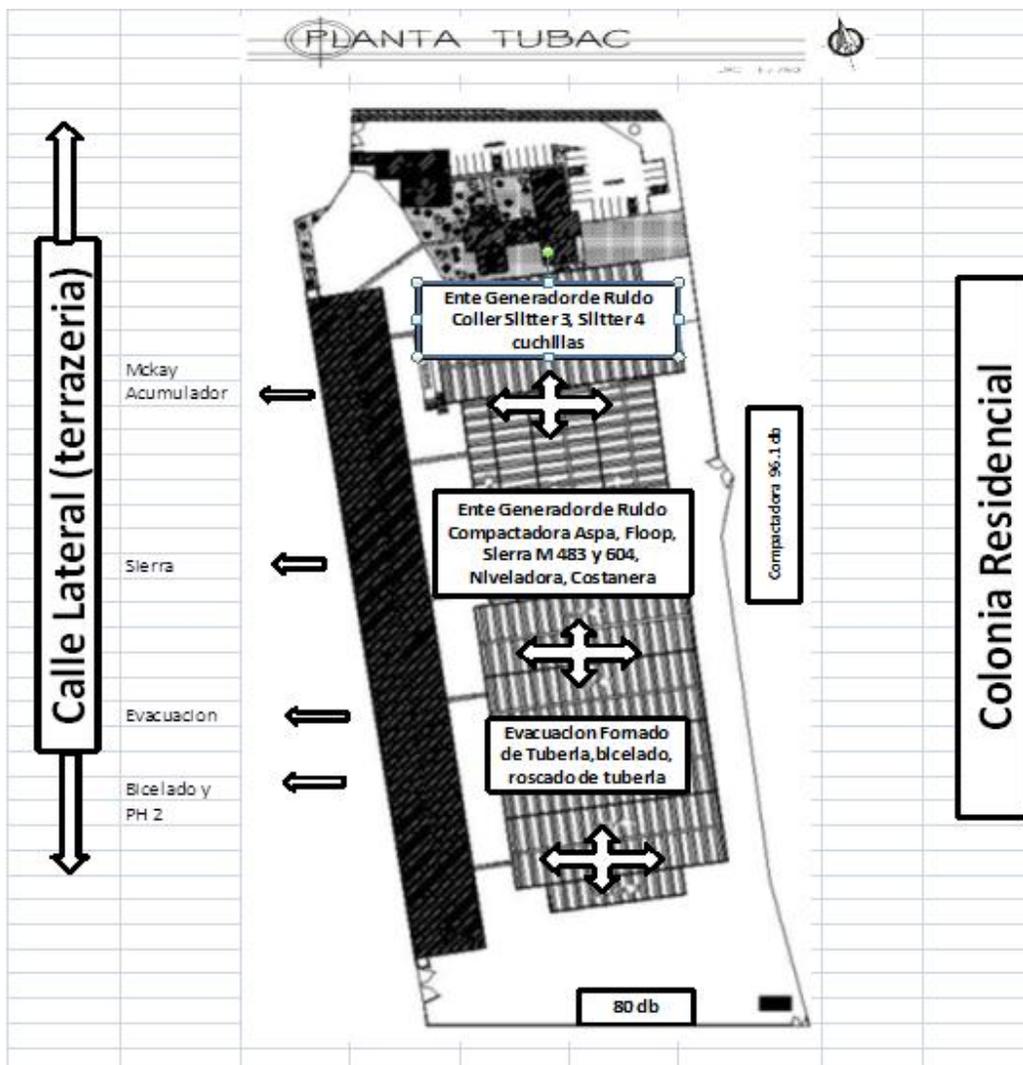


Fuente: Tubac, S.A.

1.5. Ubicación

Actualmente las instalaciones de Tubac, S.A., se encuentra ubicada al final de la Avenida Petapa, kilómetro 11,5 finca El Frutal, San Miguel Petapa, Guatemala C.A.

Figura 2. Plano de ubicación Tubac, S.A. y sus niveles de ruido



Fuente: Tubac, S.A.

1.6. Conceptos generales

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

1.6.1. Mantenimiento

Actualmente el mantenimiento busca aumentar la vida útil de la maquinaria. Existen varios tipos de mantenimiento los cuales son: mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento correctivo, la gestión de mantenimiento asistido por computadora y el mantenimiento basado en la confiabilidad.

El mantenimiento total de una línea de producción se define como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actualizaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea automática de producción pueden desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado plan de producción en constante evolución.

1.6.1.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo; se basa en la confiabilidad de los equipos.

1.6.1.2. Mantenimiento correctivo

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. Se clasifica en:

- No planificado

Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- Planificado

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

1.6.2. Lubricación

La tribología es la ciencia y tecnología de los sistemas en movimiento y contacto mutuo. Comprende la fricción, lubricación, desgaste y otros aspectos relacionados con la ingeniería, física, química, metalurgia, fisiología, etc. Es por tanto una ciencia interdisciplinar. Las resistencias pasivas debidas al rozamiento tienen dos orígenes:

- Rugosidades de las superficies de los cuerpos en contacto.
- Atracciones producidas por las afinidades moleculares que se manifiestan superficialmente.

Para minimizar el rozamiento debido al estado superficial, se debe controlar los procesos de acabado durante la fabricación de las piezas en contacto, mientras que para evitar las atracciones moleculares, es necesario interponer entre ambas algún cuerpo cuyo rozamiento interno sustituya al directo entre los dos cuerpos.

El propósito de la lubricación o engrase es el de interponer una película de un material fácilmente cizallable entre órganos con movimiento relativo, de modo que el deslizamiento se realice en su seno, entre elementos de máquinas con movimientos relativos y cargados. La sustancia fácilmente cizallable es lo que se conoce como lubricante.

Existen varios tipos de rozamiento. Si las dos superficies en contacto se separan por la interposición permanente de una sustancia lubricante, el rozamiento será de tipo fluido o húmedo, mientras que si no existe ninguna sustancia intermedia, se está en el caso de rozamiento sólido o seco.

En buena parte de las aplicaciones mecánicas, la fricción y el desgaste tiene efectos negativos que se debe de evitar:

Desgaste: es la mayor causa de pérdida de materiales, por lo que cualquier reducción del mismo puede aportar grandes beneficios.

Fricción o rozamiento: es una de las principales causas de disipación de energía, por lo que su control puede traducirse en un importante ahorro energético.

La sustancia fácilmente cizallable puede ser:

- Gaseosa: por ejemplo el aire
- Líquida: generalmente aceite
- Pastosa: grasa
- Sólida: grafito, bronce poroso, teflón.

Las funciones de los lubricantes son:

- Reducir la fricción
- Protección contra el desgaste y corrosión
- Contribuir a la estanqueidad
- Contribuir a la refrigeración
- Facilitar la evacuación de impurezas

1.6.2.1. Tipos de lubricación

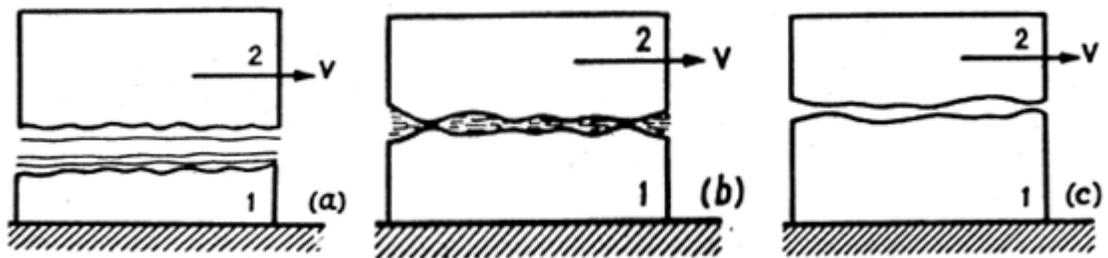
Es el proceso o técnica empleada para reducir el rozamiento entre 2 superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, interponiendo para ello una sustancia entre ambas denominada lubricante que soporta o ayuda a soportar la carga entre las superficies enfrentadas

- Lubricación perfecta: las dos superficies se separan por la interposición permanente de una película lubricante de forma que no se toquen los dos cuerpos con movimientos relativos en ningún punto.
- Lubricación mixta: la película lubricante no impide totalmente el contacto entre rugosidades, produciéndose este en algunas zonas la carga es

soportada en parte por el contacto sólido-sólido y en otras par el lubricante, siendo la lubricación imperfecta.

- Lubricación límite o seca: la película de lubricante desaparece completamente o este se queda entre las rugosidades, siendo soportada toda la carga por el contacto sólido-sólido.

Figura 3. Lubricación perfecta, imperfecta y seca



Fuente: <http://www.nebrija.es/~alopezro/Lubricacion.pdf>. Consulta: 03 de octubre de 2012.

1.6.2.2. Cojinetes

En las máquinas es frecuente encontrar interacciones entre piezas con deslizamiento relativo en las que es necesario reducir la fricción y minimizar el desgaste para ellos se utilizan los cojinetes.

Un cojinete es un dispositivo que permite el movimiento relativo en uno o dos grados de libertad impidiéndolo en los restantes, de forma que se minimice la pérdida de energía y el desgaste de los elementos.

1.6.2.3. Regímenes de lubricación

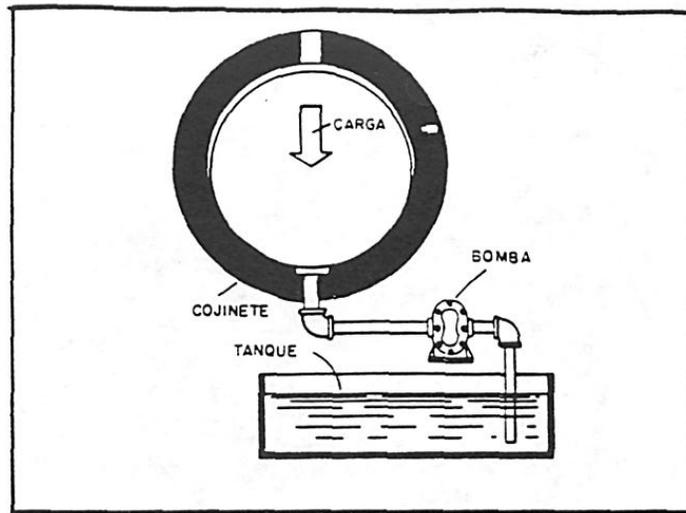
Una adecuada lubricación permite un funcionamiento continuo y suave de los equipos mecánicos, con un ligero desgaste, y sin excesivo estrés o ataque a las partes móviles tales como cojinetes y engranajes.

- Lubricación hidrostática

En la lubricación hidrostática la capa de lubricante se garantiza gracias al suministro de un fluido a presión en la zona de contacto. Será esa presión exterior la encargada de mantener la separación de los dos cuerpos. Es muy apropiada para velocidades relativas de deslizamiento bajas o, incluso, para los momentos de arranque en las diferentes máquinas o mecanismos. El nivel de rozamiento es muy bajo en este régimen de lubricación.

Si las cargas son excéntrica, el gradiente o caída de presión no es constante. Para evitar excentricidad se recurre a varios apoyos con bombas distintas. Este tipo de cojinete puede funcionar con o sin velocidad relativa entre miembros y mantener en cualquier condición una película de lubricante uniforme, gracias a las características de los elementos de control de suministro de lubricante.

Figura 4. **Funcionamiento de la lubricación hidrostática**



Fuente: <http://ingesaerospace-mechanicalengineering.blogspot.com/2011/07/tribologia-lubricacion-hidrostatica.html>. Consulta: 08 de octubre de 2012.

- **Lubricación hidrodinámica**

La lubricación hidrodinámica aparece entre dos superficies en movimiento relativo que arrastrando un fluido a un espacio convergente, son capaces de crear una cuña de fluido a presión capaz de soportar la carga a la que están sometidos.

La formación de la cuña hidrodinámica depende fundamentalmente de los siguientes factores:

- Viscosidad del lubricante.
- Velocidad en el movimiento relativo entre los elementos.
- Holgura entre las superficies sea mayor que las rugosidades.
- Superficies no se encuentren paralelas.

- Lubricación elastohidrodinámica

Es el tipo de lubricación que ocurre en elementos altamente cargados donde la presión es tal que la deformación elástica de las superficies metálicas influye considerablemente en la formación del espesor de película.

La lubricación elastohidrodinámica se presenta en mecanismos en los cuales las rugosidades de las superficies de fricción trabajan siempre entrelazadas y nunca llegan a separarse. En este caso el lubricante se solidifica y las crestas permanentemente se están deformando elásticamente.

El control del desgaste y el consumo de energía dependen de la película adherida a las rugosidades.

1.6.2.4. Viscosidad

Propiedad de los fluidos para ofrecer resistencia al esfuerzo tangencial o cortante, o lo que es lo mismo, resistencia a deformarse. La libertad de los enlaces moleculares están asociados con la temperatura y la presión, por lo que la viscosidad depende en gran medida de la temperatura y en menor medida de la presión.

La viscosidad solo se manifiesta si hay movimiento. En reposo no existe esfuerzo cortante, por lo tanto no hay efecto de resistencia al mismo.

- Índice de viscosidad

El índice de viscosidad es la magnitud que mide la mayor o menor variaciones sufrida por la viscosidad de un aceite al modificar su temperatura.

Cuanto más alto es el índice de viscosidad de un aceite, menor es la pérdida de viscosidad con la temperatura.

1.6.2.5. Aceites multigrado

Se caracterizan por tener un índice de viscosidad muy elevado, luego mantiene una viscosidad estable con la temperatura. Esto se consigue gracias a los aditivos espesantes que se incorporan a una base de un aceite muy ligero.

Estos aditivos espesantes no intervienen a baja temperatura y la densidad se mantiene entonces en valores normales, comparándose como un monogrado. A medida que la temperatura sube, el aditivo se va disolviendo cada vez más en el aceite bases modificando su viscosidad, aumentándola, y compensando así el descenso de la misma debido al aumento de temperatura.

1.6.2.6. Untuosidad

Cuando la película de lubricante desaparece por alguna razón, la única función del lubricante entre dos superficies es la debida la película de aceite que queda adherida a las superficies a lubricar. Esta propiedad de los aceites para pegarse a las superficies a lubricar, denominada untuosidad, se debe a las moléculas con fuerte grupo polar (alcoholes o ácidos).

Algunos aditivos mejoran las propiedades de untuosidad por absorción química. Son los aditivos EP (extrema presión), especialmente recomendables en aplicaciones donde no sea fácil garantizar continuamente el aporte de lubricante como es el caso de los engranajes.

Los aditivos EP mantienen siempre una capa de aceite de espesor molecular adherida a las superficies metálicas, aún en los casos de lubricación límite cuando ha desaparecido las capas fluidas de lubricante en presencia de cargas puntuales o lineales intensas. En general, los aceites sintéticos poseen mucha mayor untuosidad que los minerales.

Atendiendo al comportamiento de los aceites frente a la temperatura, éstos se pueden clasificar en:

- Monogrado
- Multigrado

Los aceites monogrado eran los más usuales, se caracterizan de tener índices de viscosidad relativamente bajos. En cuanto a los aceites multigrados, poseen un alto índice de viscosidad.

Estos aceites se consiguen partiendo de una base muy ligera (de muy baja viscosidad) a la que se le añaden una serie de aditivos espesantes, que se encargan de proporcionar al aceite una viscosidad adecuada a medida que se eleva la temperatura.

1.6.2.7. Grasas

La tendencia actual de los fabricantes de maquinaria es la de tratar de reducir al máximo las tareas de mantenimiento periódico que requieren, habiéndose eliminado casi por completo los puntos de engrase rutinario. Esto ocasionado un aumento de la importancia de lubricación por grasa.

Una grasa es una sustancia que resulta de mezclar convenientemente un jabón con un aceite apropiado. El aceite sigue cumpliendo su misión de fluido lubricante y el jabón actúa como agente espesante.

La grasa es un compuesto obtenido por espesamiento de aceites minerales, mediante la aportación de un jabón.

- Ventajas

El empleo de las mismas viene obligado siempre que el mecanismo a lubricar ofrezca dificultades importantes en cuanto a la posibilidad de retener consigo el aceite (rodamientos, y otros). La mayor adherencia y consistencia de las grasas, las hace indispensables en tales casos.

De igual modo son muy recomendables en ambientes de trabajo muy nocivos (polvo, humedad y demás).

También cuando sea difícil el acceso al punto a lubricar y sea conveniente dilatar al máximos los períodos de mantenimiento.

- Desventajas

Como inconveniente principal de las grasas se puede citar su extraordinaria sensibilidad al exceso de calor, Salvo grasas muy especiales, las corrientes no suelen soportar adecuadamente las temperaturas elevadas.

Además la acción refrigerante del lubricante se pierde por completo si se utilizan grasas. Todavía en la actualidad no se ha conseguido eliminar la necesidad del engrase periódico sobre todo en las máquinas pesadas. Este es

el cuerpo del trabajo. De aquí en adelante comienza el desarrollo de los conocimientos que se desean presentar en el trabajo de graduación.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Situación actual

Tubac, actualmente no cuenta con una guía de lubricación, en las áreas de producción de tubería, y se desconoce la importancia de aplicar aceites lubricantes a la maquinaria por parte de los operadores.

En el área de mantenimiento se cuenta con un limitado grupo de personas que llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento correctivo y preventivo, pero por ser muy poco el personal, se necesita la colaboración del personal operario para llevar a cabo el engrase y limpieza de la maquinaria.

Se debe de mantener un mutuo acuerdo tanto con el departamento de mantenimiento como el de producción, para conocer los tiempos muertos para realizar los procedimientos de lubricación.

2.2. Descripción del proceso de producción de tubería de acero

Las tuberías de acero inoxidable han sido, por muchos años, un material de construcción indispensable para una amplia variedad de productos incluyendo productos de petróleo, químicos, papel, y alimentos de todo tipo.

2.2.1. Área de corte (*Slitter*)

Esta área es la encargada de realizar cortes a las diferentes bobinas de acero almacenadas dentro de la planta, el procedimiento para realizar el corte

es de forma longitudinal de la bobina, a manera de transformarla en tiras apropiadas al diámetro y calibre de tubo que se quiere producir. Para ser trasladadas a la siguiente línea de producción.

La máquina encargada de realizar los cortes es la denominada *Slitter* que se utiliza para el corte de lámina fría y caliente en un rango de 0,5 a 3,5 milímetros de espesor, siempre que la combinación de cortes no exceda 27 milímetros, y con un peso máximo de bobina de 14 toneladas métricas utilizando los contrapuntos del *uncoiler* y *recoiler*. Exceder los rangos descritos anteriormente puede ocasionar daños a las partes de la máquina y también al producto.

El equipo está dividido en tres partes fundamentales: entrada, intermedio y salida.

- Entrada

Uncoiler Desbobinador: es la parte del equipo que sirve para desenrollar la bobina que se desea cortar.

- Intermedio

Mesa de entrada de cuchillas: es donde se realiza el corte a la bobina, para generar tiras apropiadas al diámetro y calibre del tubo y/o costanera que se desea producir.

- Salida

Recoiler o Rebobinador: parte de la línea en donde se embobinan o enrollan las tiras cortadas. La máquina cuenta con diferentes tableros de mando ubicados en cada una de las partes anteriormente mencionadas.

2.2.1.1. Revisión inicial

Al iniciar una orden de corte, en el lote de bobinas a procesar se debe verificar lo siguiente: diámetro interno de bobina, ancho de bobina, ovalación de bobina, estado general.

Medición del diámetro interno de bobina: esta medición le servirá para definir si es necesario colocar alzas al mandril de *uncoiler*, así como el espesor de las alzas que se necesitan.

Ancho de bobina: el ancho de bobina debe ser igual o mayor al especificado en la etiqueta o en la orden de producción. Un ancho de bobina menor le puede ocasionar problema de falta de orilla de corte.

Ovalación de la bobina. Una bobina muy ovalada provoca varios problemas: el primero es que no se pueda colocar en el mandril del *uncoiler*, otro es que al rotar durante la operación produce daños al mandril del *uncoiler* o al eje del mismo, etc.

Estado general: es importante verificar aspectos generales de bobina tales como oxidación, agujeros en la lámina, bobina desenrollada, etc. El criterio es verificar todo aquello que pueda causar problemas de calidad del producto o bien daños a la maquinaria o equipo.

2.2.1.2. Carga y enhebrado de bobina en *slitter*

Las bobinas se transportan con grúa hasta el área de corte. Utilizando para ello una cadena o un cargador especial. Nota: es importante verificar el estado general de la grúa y la cadena o cargador, recuerde que de ello depende la seguridad de las personas, de la maquinaria y equipo de planta.

- La bobina a cortar se levanta con la grúa y se coloca sobre el *coil car* de ingreso al *uncoiler*.
- Correr el *coil car* y encajar la bobina en el mandril del *uncoiler* (que debe estar cerrado) de la *slitter* cuidando de no golpear el mismo.
- Con la bobina centrada en el mandril del *uncoiler*, abrir el mismo.
- Bajar el *coil car* y sacarlo.
- Rotar la bobina hasta que la punta externa quede en la parte superior, bajar el brazo desenrollador y cortar los flejes de la bobina.
- Avanzar la punta externa de la bobina hasta la cizalla. Para ello debe ayudarse del motor del *recoiler*, el brazo desenrollador y de la espada hidráulica.
- Cortar la punta de la bobina con la cizalla, a manera de obtener un borde parejo a lo largo de toda la punta.
- Abrir los rodos guía laterales hasta unos 5 a 10 milímetros más del ancho de bobina.

- Ingresar la punta de la bobina hasta llegar a la entrada de las cuchillas. Utilizando de nuevo los mecanismos desenrolladores.
- Centrar la punta de la bobina ajustando los rodos guía laterales a efecto de compartir la orilla en los dos extremos.
- Ingresar la lámina a las cuchillas y verificar la calidad del corte. Utilizar motor de la cortadora (*slitter*).
- Avanzar las puntas de las tiras sobre la rampa de salida hasta llegar al *recoiler*. Enhebrar las orillas de corte a los enrolladores.
- Colocar la mordaza de sujeción del mandril del *recoiler* en posición correcta para introducir las puntas de las tiras. Cerrar el mandril para que a su vez se abra la mordaza de sujeción. (El brazo del *recoiler* debe permanecer levantado).
- Bajar el brazo del *recoiler* e introducir la punta de las tiras en la mordaza de sujeción, y luego abrir el mandril del *recoiler* que a su vez cierra la mordaza de sujeción, para presionar las puntas de las tiras y mantenerlas sujetas firmemente durante la operación de corte.
- Rotar lentamente el mandril en sentido anti-horario a efecto de enrollar las tiras en el mismo, asegurándose que los platos guía del brazo no permitan que las tiras se traslapen.
- Cuando se tienen de 10 a 15 vueltas enrolladas en el mandril, la *slitter* está lista para trabajar en modo automático.

- Bajar la rampa de salida de la slitter.

2.2.1.3. Ciclo de operación de corte

La máquina encargada de realizar los cortes, es la denominada *Slitter* que se utiliza para el corte de lámina fría y caliente en un rango de 0,5 a 3,5 milímetros de espesor.

- Hacer mediciones de verificación de espesor y ancho de bobina. Anotar si es necesario.
- Colocar la posición del freno del *uncoiler* en la posición de freno regulado, antes de empezar a trabajar.
- Colocar en posición de automático
- Empezar el corte a una velocidad lenta hasta que el brazo del *recoiler* asiente bien sobre las tiras, de modo que no se salgan los platos separadores cuando se esté trabajando a velocidad normal.
- Controlar la velocidad del *recoiler*, ya que a medida que aumenta el diámetro en el *recoiler*, aumentará la velocidad tangencial de la tira.
- Mantener compartida la orilla de corte a cada lado, procurando en lo posible que la misma no se reviente. Si llegase a reventar, se debe detener la máquina y corregir en modo manual, luego de corregido, volver a arrancar en automático.

- En un punto intermedio del corte, y también antes de terminar la bobina, hacer otra medición del espesor y ancho de la bobina. Anotar si es necesario.
- Terminar de enrollar la bobina en el *recoiler*, de modo que queden los extremos en el punto apropiado para amarrar las tiras, al mismo tiempo que se meta una espátula de metal debajo del brazo para levantar éste, y poder efectuar el amarrado.

Luego de amarradas las tiras, levantar el brazo del *recoiler* hasta su posición superior.

- Girar el eje del *recoiler*, hasta quedar en posición superior del eje, la ranura en la que inicialmente se fijan las tiras al *recoiler*.
- Avanzar *coil car* de descarga hasta su posición de descarga de tiras.
- Subir *coil car* hasta que haga contacto con la parte inferior de las tiras.
- Cerrar mandril del *recoiler* y subir un poco más *coil car* a manera de que cargue completamente las tiras.
- Regresar el *coil car* y colocar todas las tiras cortadas, a manera de realizar la descarga del mandril del *recoiler*. (Nota: al salir la última tira del mandril del *recoiler*, bajar el *coilcar* a su posición inferior).
- Levantar las tiras cortadas de encima del *coil car* con la ayuda del puente grúa y almacenarlas en área respectiva.

- Abrir los enrolladores de orilla, y evacuar la orilla amarrándola previamente.
- Pesar orilla, pesar las tiras y hacer el reporte respectivo.

2.2.2. Línea de molinos

En la línea de molinos se realizan los siguientes procesos, después de que la lámina ya haya sido cortada en la máquina *Slitter*. El molino se utiliza para darle forma a las tiras de lámina para convertirlas en tres distintos tipos de tubería, las cuales son de forma: redonda, cuadrada y rectangular, dependiendo de solicitud que se tenga. La máquina es capaz de moldear lámina caliente y lámina fría. El molino está compuesto por varias partes principales que ejecutan la formación de la lámina en tubería. Estas partes principales son:

2.2.2.1. Operación de aspa o devanadera

La unidad desenrolladora con mamparo de retención se encuentra incluida en una línea cuya alimentación de *coils* (tiras), desde el almacén se efectúa mediante un puente grúa y cadena. La alimentación a la perfiladora es garantizada eliminando la mayor parte de pausas de carga, desenrollando el *coil* en modo constante y continuo.

El sistema desenrollador o aspa está compuesto por las siguientes unidades principales:

- Devanaderadesenrolladora

Desenrolla el *coil* alimentando un acumulador de cinta u otras máquinas. Simultáneamente permite cargar un nuevo *coil* en el mandril libre. Una vez desenrollado el *coil*, la devanadera gira 180 grados para quedar en condiciones de desenrollar el *coil* sucesivo.

- Mamparo de retención

Es la unidad que impide a la cinta salir lateralmente durante la operación de desenrollamiento y determina el borde fijo de la cinta. Retiene el *coil* durante el desenrollamiento y dispone el eje fijo de la línea respecto de los diferentes anchos del *coil*. Una vez que el *coil* se ha agotado el mamparo se aleja permitiendo la rotación de la desenrolladora y la colocación de un nuevo *coil* en línea. El mamparo debe ser luego re aproximado a fin de mantener en guía el nuevo *coil* a desenrollar.

- Abridor de rollo

Separa el cabezal del *coil* mediante una cuña y lo desenrolla por medio de un rodillo de goma desenrollador.

- Centralita oleodinámica a bordo de la máquina

Es el órgano que alimenta y gobierna los cilindros y los motores hidráulicos de la desenrolladora.

- Tablero de mando

Es el panel de mando desde el cual el operador gobierna el ciclo de la máquina. Además le permite controlar todas las funciones de la misma mediante pilotos con las respectivas indicaciones.

- Armario eléctrico

Es el cuadro eléctrico que alimenta la unidad y los diferentes órganos eléctricos dirigidos desde el tablero de mando.

- Banco neumático de frenado

Es el órgano que controla el frenado de la cinta durante la fase de desenrollamiento con una presión proporcional al diámetro externo del *coil*, a fin de mantener una adecuada tensión incluso en caso de variación de velocidad.

2.2.2.2. Operación de empalmadora

El proceso de empalme o encabezamiento sirve para unir la cola de una tira con la punta de otra. La unión de los dos *coils* se efectúa cortando en primer lugar la cola del *coil* concluido, después de lo cual el operador introduce la parte inicial del nuevo *coil*, cortándola; finalmente la máquina aproxima los dos bordes de la chapa y el soplete los suelda.

Para garantizar una carga uniforme sobre las cuchillas de encabezamiento el cilindro actúa indirectamente sobre las cuchillas mismas mediante un vástago de conexión y pares de bielas. Se trata de un mecanismo que funciona en modo análogo a un pantógrafo. Además, el soporte de las citadas cuchillas

durante la bajada es guiado por tres columnas, con lo cual se obtiene un perfecto cizallado de la cinta. La máquina consta de tres partes principales las cuales son:

- Mordaza fija

Es el grupo mordaza fija es la encargada de bloquear la cinta a la salida del encabezamiento y la sitúa para el corte y unión con la parte inicial del nuevo *coil* que debe ser colocado en línea.

Este grupo es fijado al terreno mediante tornillos de anclaje y se encuentra unido a la máquina. La cinta es retenida por una mordaza horizontal que la bloquea durante el cizallado; una vez concluidas las operaciones de empalme y soldadura las mordazas se abren y la cinta soldada puede ser dispuesta en línea, guiada por rodillos horizontales y guía regulable para cantos.

- Mordaza móvil

El grupo mordaza móvil bloquea la punta del nuevo *coil* y la sitúa para el cizallado simultáneo junto a la cola de la cinta en salida. Una vez efectuada esta operación el grupo mordaza móvil aproxima la punta del nuevo *coil* a la cinta en salida, dejándola en posición para la ejecución de la operación de soldadura. En esta fase, la estructura se desplazada por un cilindro oleodinámico que se aproxima a la otra cinta empalmada arrastrando la punta del nuevo *coil*.

Una vez efectuada la soldadura, la estructura retorna a su posición inicial y las mordazas se abren, para guiar la cinta a cargo de los rodillos horizontales y de las guías laterales.

- Porta soplete

Está compuesto por un porta soplete regulable sobre tres ejes mediante guías. El grupo es trasladado velozmente hasta el punto de inicio de soldadura y comienza a soldar con velocidad predispuesta en el tablero de mando.

El moto reductor traslada el soplete modificando la velocidad de marcha del mismo en función de las levas que accionan los diferentes palpadores del final de carrera múltiple durante el ciclo de soldadura.

En el tablero de mando se encuentran todos los dispositivos necesarios para que el operador pueda dirigir las diferentes fases del empalme.

2.2.2.3. Operación *floop*

El *floop* es una máquina proyectada para acumular una gran cantidad de chapa en un espacio reducido. La cantidad de chapa acumulada debe ser tal que permita una soldadura entre cabeza y cola de los *coils* en tiempo más que suficiente sin necesidad de detener la línea de tubos.

Concretamente el *floop* está formado por dos grupos de rodillos que forma respectivamente un cesto interno y un cesto externo, montados en modo de formar dos círculos concéntricos.

La chapa es empujada en la máquina por un *pinch-roll* en el espacio anular entre los dos cestos, a una velocidad mayor que aquella requerida por la línea en modo de formar un anillo libre; mientras el anillo libre gira entre los dos cestos del *floop*, la chapa es depositada sobre los rodillos del cesto interno y del cesto externo.

La perfiladora extrae la cinta desde el interior del cesto interno y la enrolla en torno al eje central para superar la desviación entre entrada y salida. El paso se produce sin resbalamiento o fricciones y con una resistencia mínima en la línea misma.

La salida de la chapa desde el *Floop* provoca la rotación del anillo libre en sentido contrario a aquél de la fase de carga. De este modo se desplaza la chapa desde el interior del cesto externo hacia el exterior del cesto interno, obteniendo con ello el vaciado completo del *Floop*.

Las variaciones de ancho y de espesor dan lugar en la máquina a regulaciones de las guías laterales.

2.2.2.4. Operación soldadura de alta frecuencia

Las piezas a soldar no se calientan hasta el punto de fusión, sino que se sueldan mediante la aplicación de presión y vibraciones mecánicas de alta frecuencia.

- Configuración de los rodos de soldadura

La corriente inducida debe solo calentar el borde de la tira en el punto de soldadura. La soldadura ocurre como resultado de la presión aplicada en los rodos de soldadura y de la fusión del metal generada por la soldadura de alta frecuencia. Esta parte del molino puede tener diferentes formas de diseño.

La unidad de presión de soldadura (caja de soldadura) no solo tiene que proveer un alto grado de precisión, sino también tiene que ser lo suficientemente fuerte para soportar la presión del tubo cuando pasa a través

de ella. Esta parte del molino está sujeta a altas temperaturas y choque térmico, y además, otro aspecto importante es que la geometría de la soldadura de inducción requiere que los rodos y soportes sean lo más pequeños posibles.

- Calibración de los rodos de soldadura

La función de los rodos de soldadura, es muy importante en el proceso de producción de tubo con costura, ya que de su correcta calibración depende el obtener una buena soldadura en el tubo.

Lo primero es obtener un tubo lo más redondo posible antes de entrar al paso de soldadura, calibrando adecuadamente los pasos de formado, acabado y TG.

- Controlando el cordón interno

El cordón interno puede minimizarse ingresando la tira al molino de tal manera que el filo de corte quede debajo de la tira. De esta forma, éste sale sobre el tubo y no en lado interno del tubo.

La altura del cordón interno también puede ser afectada por un incorrecto ajuste de los rodos de soldadura. Los rodos deben siempre ser ajustados con un calibrador y entonces ya se pueden usar.

Es sumamente importante que los bordes de la tira estén paralelos cuando ingresan a los rodos de soldadura. El propósito es preparar esos bordes, para establecer la orientación correcta; pero un ajuste incorrecto o daño en los rodos pueden hacer que eso no ocurra.

Si la tira no es trabajada suficientemente, las esquinas internas se encontrarán primero, y la mayoría de corriente de soldadura fluirá a través del primer punto de contacto.

En orden a obtener que la soldadura penetre hasta el lado externo del tubo, las esquinas internas tienen que ser sobrecalentadas arriba del punto de fusión, causando fallas prematuras en el *impeder*, un cordón interno rugoso, y en caso extremo, *birdshot* (cagada de pájaro) dentro del tubo.

- Colocación de la ferrita

La ferrita o *impeder* sirve para concentrar la energía de fusión en el punto de soldadura. La colocación de la ferrita dentro del tubo es importante, y lo ideal es lo más cerca posible a las paredes a soldar, pero es más vulnerable a sufrir daños allí. Una buena práctica es mantener el *impeder* una distancia del espesor de tira abajo del tope de la superficie interna del tubo. La punta de la ferrita debe colocarse a una distancia de 10 a 20 milímetros del centro de los rodos de soldadura.

- Requerimientos de enfriamiento

Muchos *impeders* son enfriados con agua o con refrigerante, el cual ingresa a través de un acople roscado y descarga dentro del tubo soldado después de haber enfriado la ferrita. Algunos *impeders* pueden tener una varilla interna de acero inoxidable, para la colocación de un descordonador interno y su cabeza de soporte con rodos. *Impeders* perforados están disponibles para las aplicaciones donde requiere llevar el descordonador interno.

- Fallas en los *impeders* (ferritas)

Todos los *impeders* fallan eventualmente y tienen que ser reparados o reemplazados. El ambiente es tan hostil que deben ser considerados componentes gastables. Teniendo esto claro, es obviamente deseable obtener la mayor vida útil posible de cada uno.

La principal causa de daño a los *impeders* es por paredes de tira en mal estado. No solo requiere excesivo calor para obtener una buena soldadura, sino también incrementa el tamaño del cordón interno. El enfriamiento insuficiente puede hacer que la ferrita se quiebre, y la vibración o golpes mecánicos tienen el mismo efecto.

- Posición de la bobina inductora

La bobina es la encargada de inducir en el punto de fusión, la energía necesaria para soldar los bordes del tubo. La bobina debe normalmente ser posicionada tan cerca de los rodos de soldadura como sea posible sin sobrecalentarlos a ellos o a su estructura de soporte.

La bobina es siempre centrada axialmente alrededor del tubo, aunque algunos operadores la colocan un poco hacia arriba, entonces se tiene mayor separación en la parte de arriba. Esto tiene un mínimo efecto en el funcionamiento.

Las soldadoras tienen que acomodarse a un amplio rango de tamaños de tubo. Cuando disminuye el diámetro del tubo, debe disminuir el diámetro de bobina.

- Solución emulsiva

La solución emulsiva o emulsión tiene 2 funciones: proporcionar enfriamiento al tubo y a los componentes de la máquina, y proporcionar lubricación en los puntos de fricción durante el proceso de fabricación.

La concentración de la emulsión de los molinos no debe bajar de un valor del 5 por ciento, puesto que esto provocaría un daño al producto por causa de óxido, así también, debe verificarse que las mangueras o tubos de aplicación de emulsión del molino estén en buen estado y bien dirigidos al área donde deben trabajar, especialmente en el área de soldadura, que es donde se tiene la mayor temperatura dentro del proceso.

El exceso de emulsión sobre el producto debe ser eliminado con *wipe* ya sea manualmente o bien colocando *wipe* alrededor del producto en la caja de limpieza que se encuentra entre el *encóder* y la cortadora.

2.2.2.5. Formado y calibrado

Es el sistema por el cual, mediante secuencias y graduales de deformación en frío, la cinta asume forma circular. Una vez que han sido unidos los bordes de la cinta mediante soldadura inductiva, la misma se convierte en tubo. Después de la remoción de los residuos de soldadura, el tubo es enfriado y calibrado según la dimensión preestablecida.

- Guía entrada cinta y guía lateral

Los rodillos fijos de eje horizontal sostienen la cinta mientras las tres guías laterales la guían hacia el primer paso del formado motorizado mediante rodillos

estriados. Las estructuras de carpintería son de acero compuesto; los rodillos son de especial acero templado.

Los rodillos estriados de eje vertical de la guía lateral cinta pueden ser regulados manualmente en apertura auto centrada; además pueden guiar lateralmente la cinta para centrarla respecto a los rodillos del formado.

- Bastidor allanadora

El bastidor allanadora está formado por estructuras de acero compuesto tratado térmicamente a normalización; estas estructuras sostienen tres rodillos inferiores de acero templado; en la parte superior comprenden las cajas de los activadores mecánicos para la regulación de los rodillos superiores.

- Depósito de enfriamiento de tubo

La etapa de enfriamiento del tubo en el molino es necesaria para obtener disminuir el porcentaje de tubo torcido. Esta etapa consiste en dos depósitos de enfriamiento, a través de los cuales pasa el tubo recién soldado, el cual es rociado con una solución emulsiva como medio de enfriamiento, la cual desagua a través de unos tubos de descarga

2.2.2.6. Operación *sizing*

El proceso de fabricación de tubo transforma una cinta o tira en un tubo redondo, el tubo es formado y soldado longitudinalmente, pasando luego a la etapa de calibrado, que es el sistema por el cual, mediante una serie de rodos calibrados a la medida requerida, el tubo adquiere el diámetro externo que se necesita según especificaciones.

Lo recomendable es que el tubo llegue lo más redondo posible al *sizing*, definiendo de 0,020 pulgadas (0,51 milímetros) a 0,030 pulgadas (0,76 milímetros) de ovalación como un rango de referencia aceptable. El calibrado del molino está compuesto por 4 estaciones de rodos laterales (*clusters*) y 4 estaciones de rodos verticales (torres verticales).

Se debe procurar que el tubo lleve en promedio un máximo de 0,030 pulgadas (0,76 milímetros) mayor del diámetro final requerido antes de ingresar al *sizing*. El trabajo de disminución de diámetro debe ser uniformemente distribuido en la serie de rodos del *sizing*, a fin de obtener a la salida del *sizing* el diámetro final requerido.

Es posible obtener pequeñas correcciones del diámetro (0,008 pulgadas máx.) con los rodos de las cabezas turcas para los tubos redondos. Para los tubos cuadrados y rectangulares, las cabezas turcas hacen también la labor del *sizing* en cuanto a lograr que el tubo alcance las dimensiones requeridas.

- Bastidor motorizado

Los bastidores motorizados para calibrado se encuentran fijados a la bancada de la máquina. Cada bastidor motorizado está formado por una estructura móvil, por una estructura fija y por dos mandriles motorizados sostenidos por correderas.

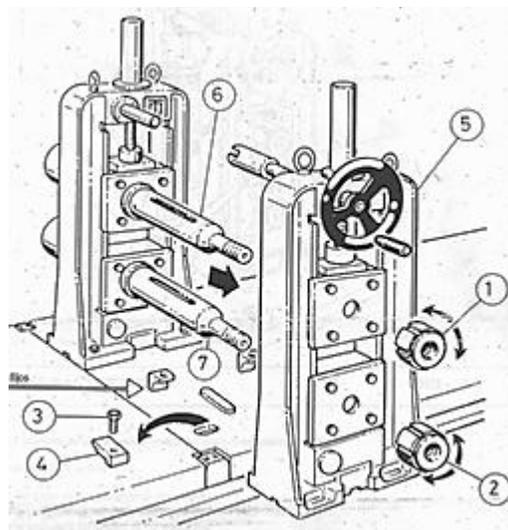
Deben ser regulados en función del diámetro del tubo. El mandril inferior es fijo y establece la altura del fondo garganta del tubo desde el plano de base. El mandril superior puede ser regulado haciendo girar los activadores mecánicos mediante accionamiento del volante hasta aproximar el rodillo superior al tubo.

- Sustitución de rodillos de los bastidores

Para sustituir los rodillos de los bastidores para calibrado es necesario destornillar las virolas, aflojar los tornillos y remover las zapatas.

A continuación sacar la estructura desde los mandriles y efectuar la sustitución de los rodillos. Una vez ejecutada esta operación, para armar efectuar en orden inverso las respectivas operaciones de montaje.

Figura 5. **Bastidor motorizado**



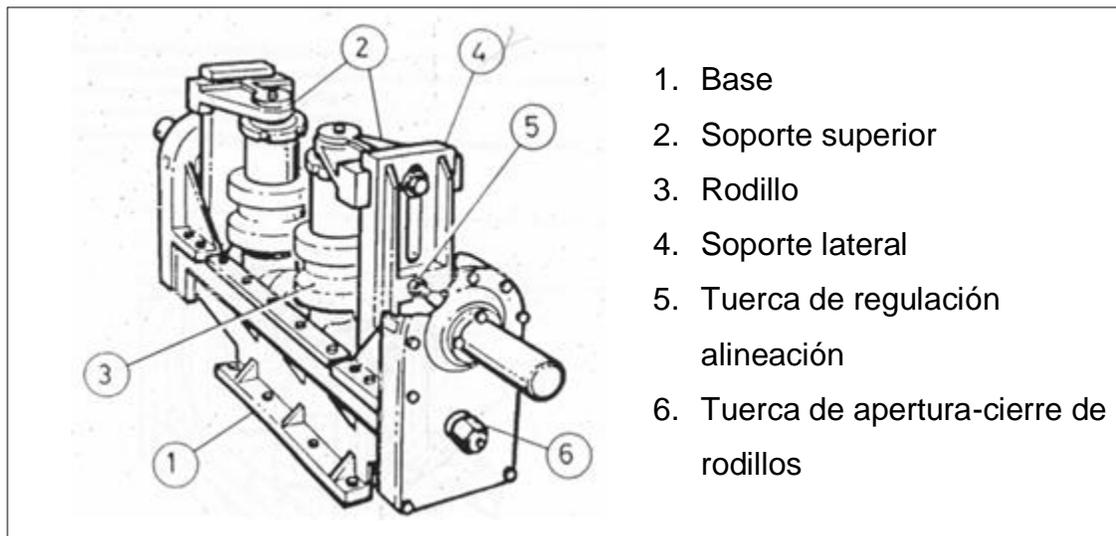
Fuente: Tubac, S.A.

- *Clusters*

Los *clusters* deben ser regulados en función del diámetro del tubo. Para centrar los rodillos respecto del *pass-line* es necesario aflojar las tuercas y atornillar o destornillar el perno roscado de desplazamiento tornillo.

La operación debe ser efectuada en relación a ambos tornillos. Una vez centrados exactamente los rodillos, la aproximación o el alejamiento se obtienen operando con la tuerca.

Figura 6. **Partes de *clusters***



Fuente: Tubac, S.A.

2.2.2.7. **Cabezas turcas**

La sección de línea en la cual el tubo asume su forma definitiva (redonda, cuadrada, rectangular, etcétera), está formada por las cabezas turcas. Los rodillos de la cabeza turca son neutros y actúan también como enderezadores de tubo.

La cabeza turca consiste en una caja de acero soldado que sostiene la corredera del disco radial. El disco radial, enteramente ensamblado, deberá ser sustituido al cambiar la medida del producto a formar.

El eje del tubo puede ser regulado lateralmente en cada cabeza turca mediante el tornillo; su altura es regulada mediante el volante conectado al activador mecánico que, a su vez, opera sobre la corredera. Además el disco radial puede girar en 360 grados operando sobre el tornillo que acciona la corona dentada, la que se encuentra conectada mediante brida al disco radial mismo.

El disco radial está unido a la brida de la cabeza turca mediante cuatro tornillos de fijación y está compuesto por cuatro pernos porta-rodillos que pueden ser ajustados mediante los respectivos tornillos de regulación.

Sobre los pernos están montados los rodillos, adecuadamente moldeados en función de la sección de tubos que se desea producir. El cojinete debe ser del tipo de rodillos cónicos (no suministrados) de alta capacidad de carga, lubricado con grasa.

- Regulación cabezas turcas

Las regulaciones deben ser efectuadas en función del diámetro del tubo o del perfil, de la posición del eje de la línea y del centrado del eje de soldadura. La regulación del diámetro del tubo debe ser efectuada operando con los tornillos hasta obtener la presión deseada sobre el tubo. La regulación del eje del tubo debe ser efectuada lateralmente operando con la tuerca hexagonal; la altura se regula operando con el volante conectado al activador mecánico.

- Alineación de cabezas turcas

La alineación de las cabezas turcas en el molino, es muy importante en el molino, ya que, de la correcta posición de cabezas turcas depende que el tubo

salga finalmente recto o torcido, y más importante aún para la producción de perfiles cuadrados o rectangulares, ya que este tubo torcido, es muy difícil recuperarlo como tubo de primera.

La alineación, no es la posición final de la cabeza turca durante la operación del molino, ya que según como salga el tubo de las cabezas turcas, así se deberá regular la posición de la mismas manera que enderecen el tubo. Sin embargo, la alineación inicial es de gran ayuda en la disminución del tiempo para conseguir la posición antes mencionada, disminuyendo también la cantidad de tubo torcido producido.

La alineación de las cabezas turcas se hace por medio de un método sencillo y de uso frecuente, que es el uso de un hilo plástico, el cual se tensa en dos puntos de referencia, los cuales están alineados previamente, y de esta manera alinear el resto de puntos sobre la trayectoria del hilo.

En el caso de las cabezas turcas, se toma como puntos de referencia el último rodo inferior de *sizing* (calibrado) y la parte inferior de las mordazas de la cortadora, las cuales están alineadas desde el montaje del acelerador del carro de la cortadora o bancada del mismo.

2.2.2.8. Cortadora de tubos

El sistema TCC 150 es la máquina cortadora volante de fresa veloz que puede cortar indistintamente tubos redondos y perfiles cuadrados, rectangulares o moldeados en otras formas.

El sistema TCC 150 puede operar a una velocidad máxima continua a 150 metros por minuto y a la máxima velocidad la tolerancia de longitud es garantizada en $\pm 2,5$ milímetros (es posible obtener prestaciones incluso superiores).

- Ciclo de la máquina

Considerando el sentido de marcha de la línea de tubos igual al de la flecha, al inicio del ciclo el carro se encuentra en la zona Y. Desde esta posición el carro acelera alcanzando en poco tiempo la velocidad del tubo o perfil a cortar.

Una vez alcanzada esta velocidad las mordazas sujetan el tubo o perfil y la sierra desciende efectuando el corte. Después de esta operación la sierra sube, las mordazas liberan el tubo o perfil y el carro decelera (esto sucede en la zona X), invirtiendo el movimiento para situarse en su posición original a fin de poder repetir el ciclo.

- Acelerador

El acelerador cumple la función de accionar, sostener y guiar el carro; está constituido por un basamento. A este basamento están atornilladas dos pistas, que son una superficie sobre la cual el carro puede desplazarse.

Al interior del basamento se encuentran dos piñones que transmiten el movimiento a las cremalleras unidas al carro; la distancia entre piñones y cremalleras es mantenida constante gracias a 6 rodillos regulables, que guían las cremalleras. Para conectar los piñones al reductor de la motorización se emplea una junta rígida con casquillos cónicos.

Al extremo del basamento se encuentran cuatro soportes que cumplen la tarea de sostener los deceleradores y las pinzas de bloqueo. Estos dispositivos entran en funcionamiento sólo cuando el carro escapa al control del motor en corriente continua. En caso de que ello suceda, los deceleradores amortiguan la detención y, gracias a dos cuñas unidas a ellos, el carro es bloqueado en posición mediante las pinzas.

Sobre el basamento se encuentran dos guías para el posicionamiento de los sensores inductivos y una caja eléctrica para todas las conexiones eléctricas del banco y del carro. La cadena porta cables sostenida y mantenida en guía gracias a un soporte cumple la función de sostener, durante la carrera del carro, los cables eléctricos y los tubos flexibles destinados a la alimentación eléctrica y oleodinámica del carro mismo.

- Carro de la cortadora

El carro está constituido por un bastidor de hacer de acero. En los planos trabajados del bastidor están atornillados todos los órganos de guía y de corte. En los cuatro ángulos se encuentran las bridas de soporte para los cuatro rodillos regulables de contraste.

Las cuatro ruedas de apoyo del carro son construidas en material plástico recubierto con goma vulcanizada a fin de reducir las vibraciones y el desgaste de las pistas. Las cremalleras que reciben el movimiento de parte de los piñones del acelerador, son fijadas al bastidor mediante el soporte de acero.

Las cuñas tienen por objeto bloquear el carro introduciéndose en las pinzas del acelerador en caso de que éste escape al control del motor de corriente alterna. La cadena porta cables es fijada al carro mediante el soporte.

Para mantener limpias las guías del acelerador se emplean las unidades raspa-pistas. Los raspa-pista mantienen por muy largo tiempo sus características gracias al sistema de autorregulación mediante muelle.

- La cortadora hidráulica de fresa veloz

La tronchadora hidráulica está unida al carro mediante soporte de subida-bajada; este soporte está unido en forma articulada al brazo de subida-bajada que, mediante cilindro hidráulico, permite la ejecución de la carrera de corte.

En el brazo de subida-bajada (subdividido en dos partes) se encuentran alojados los órganos de transmisión conectados a la sierra de la cortadora. La sierra es movida por el mandril conectado al motor hidráulico Volvo. Para garantizar una velocidad de corte prácticamente constante, en el mandril de movimiento ha sido instalado el volante.

El cárter orienta contra el mamparo colector de escorias las partículas incandescentes despedidas durante la operación de corte; evita además que estas escorias caigan sobre la cadena porta cables. En el carro se encuentra alojada, protegida por un cárter, la unidad de gobierno de corte que controla el cilindro hidráulico.

Esta unidad está compuesta por la subbase de aluminio, la servo válvula, las válvulas de retención y el distribuidor eléctrico. La servo válvula es alimentada por el cable con conector mientras que los dos solenoides gobiernan el distribuidor eléctrico.

La carrera del cilindro necesaria para efectuar el corte es delimitada por dos sensores inductivos. Esta misma función puede ser cumplida por el

encóder. La carrera restante, llamada carrera extra, es utilizada para efectuar el cambio de la sierra.

En el brazo de subida-bajada es colocado y fijado el cárter, reforzado con el plato de acero, que envía las escorias incandescentes hacia la zona posterior de la máquina como así también eventuales fragmentos en caso de rotura de la sierra. El cárter puede ser abierto fácilmente a fin de poder ejecutar un cambio rápido de la sierra.

2.2.3. Prueba hidrostática

Esta es una prueba que se le hace al tubo para verificar si soporta la presión hidrostática según la norma que se esté trabajando. En Tubac, solamente se realiza esta prueba a los tubos fabricados bajo especificaciones de la norma ASTM, y en algunas ocasiones se somete a esta prueba (solo que a presiones por debajo de la norma ASTM) a producto retenido por haber fallado en prueba de aplastamiento o con defectos visuales en el cordón de soldadura que pueda llevar a alguna duda sobre su calidad.

La prueba hidrostática consiste básicamente en llenar el tubo de agua, y luego aplicarle una presión hidrostática mediante un cilindro accionado hidráulicamente durante un tiempo determinado, luego se libera la presión, y si el tubo no presenta fugas, se da por bueno. El tubo que por algún motivo no soporte la presión de norma se abrirá seguramente en la soldadura y obviamente se dará como tubo de segunda. Con esta prueba se agrega una mayor garantía al tubo de su calidad y resistencia.

2.2.3.1. Cabezales

Existe un juego de 2 cabezales (uno para cada extremo del tubo), para cada medida de tubo. Estos cabezales está provisto de 6 agujeros cada uno, dentro de los cuales se introduce el tubo al momento de efectuar un ciclo de la máquina. Su función es canalizar el agua hacia el tubo y por medio de unos sellos de hule hechos a la medida del tubo sellar cualquier fuga que impida que la presión se eleve mientras se realiza la prueba.

El movimiento de los cabezales es independiente uno del otro cuando se trabaja en modo manual, y se realiza por medio de un cilindro hidráulico situado en la parte posterior de cada cabezal. Estos cilindros son alimentados independientemente cada uno con su propia centralita hidráulica, situada en la parte superior del cilindro y acciona desde el panel de control.

El movimiento del cilindro está limitado por micros que definen su posición inicial y final durante el ciclo de la máquina, según sea el largo del tubo a trabajar.

2.2.3.2. Mordazas

Las mordazas sirven para fijar el tubo y evitar que no se muevan durante la entrada de los mismos a las cavidades del cabezal y son accionadas desde el panel de control y su movimiento de cierre y apertura se realiza mediante un sistema de cilindro neumático y cremallera. Para que los cabezales puedan moverse hacia adentro es necesario que las mordazas estén cerradas.

2.2.3.3. Cilindro de alta presión

La función del cilindro de alta presión es de aplicar la presión hidrostática una vez el tubo se encuentre lleno por completo de agua. Es accionado desde el panel y es alimentado por su propia centralita hidráulica, y su presión es controlada según lo requiera la norma, por medio de un regulador de presión situado sobre la centralita, y su lectura se hace a través de un manómetro situado a un costado del cilindro.

También se puede regular el tiempo durante el cual se aplicará la presión hidrostática, por medio de un temporizador situado en el panel; esto para lograr que se alcance la presión requerida, ya que a mayor presión requerirá mayor tiempo de aplicación. Los movimientos de entrada y salida del cilindro son controlados desde el panel de operación.

2.2.3.4. Cadena de desplazamiento

La cadena transportadora o de desplazamiento, es la que se encarga de mover los tubos desde la mesa de entrada a lo largo de la mesa de la prueba hidrostática; cada vez que se acciona el movimiento de la cadena, ésta lo hace siempre de seis posiciones, ya que como se mencionó la máquina es capaz de realizar prueba hidrostática a seis tubos simultáneamente, por lo que este movimiento es requerido de esta manera.

El accionamiento se realiza desde el panel de control, y a pesar de que el movimiento se realiza en seis posiciones, es posible detenerlo en cualquier momento con el botón de *stop* situado en el panel.

2.2.3.5. Rodillos de alineación

Los rodillos de alineación se encuentran situados inmediatamente después de la mesa de entrada, y cubre justamente las primeras seis posiciones de la cadena, de manera de alinear los tubos de manera que los extremos queden a una distancia adecuada de los cabezales por medio de unos topes graduables según el largo del tubo; la distancia se gradúa al iniciar el proceso, conjuntamente con los finales de carrera de los cabezales, y se recomienda una distancia de 15 centímetros.

2.2.3.6. Válvula *relief*

Esta válvula se encuentra localizada sobre el cabezal de salida del agua, y por medio de ésta se detiene o se abre el paso del agua durante el ciclo de operación de la máquina; la misma tiene alimentación neumática y accionamiento automático de cierre al terminar el ciclo de llenado de tubo y de apertura al terminar el ciclo de presión hidrostática.

2.2.3.7. Tanque acumulador hidroneumático

Este es un tanque cilíndrico que se encuentra entre la bomba de agua y la tubería que alimenta de agua los cabezales. Su función es la de acumular suficiente agua a presión en el tanque para que al momento de iniciar el ciclo de llenado, éste se realice en el menor tiempo posible.

El tanque posee una alimentación de aire comprimido en un costado de aproximadamente 80 libras por pulgada cuadrada, y en la parte inferior la alimentación de agua proveniente de la bomba.

2.2.3.8. Evacuador de agua

Consiste en un soporte situado en un extremo de los tubos que los eleva por medio de un cilindro para vaciar el agua que pudiera haber quedado dentro del tubo durante el proceso, y es accionado desde el panel de control.

2.3. Ahorro energético

La energía es un insumo básico para nuestra vida. Hay dos tipos de fuentes de energía en el mundo, renovable y no renovable.

Energía renovable: como la solar, hidráulica, eólica, geotérmica, entre otras, la ventaja de este tipo de energía es que son: limpias, sin residuos e inagotables.

Energía no renovable: estas son la que provienen del petróleo, carbón, gas natural y nuclear, la característica de este tipo de energía es: contaminan, generaran emisiones de gases de efecto invernadero y residuos, son limitadas y provocan dependencia exterior.

El buen uso de la energía eléctrica, permite a la empresa ser cada vez más competitiva, en una economía que tiende a la globalización. Por lo tanto, el ahorro de energía es una alternativa viable para reducir costos de operación y mejorar los niveles de competitividad dentro del mundo industrial.

2.3.1. Motores eléctricos en torre de enfriamiento

Los mejores ahorros de energía eléctrica se obtienen cuando el motor y su carga operan a su máxima eficiencia. Algunas recomendaciones sobre eficiencia energética en motores son las siguientes:

- Corregir la caída de tensión o voltaje en los alimentadores a la tensión nominal de operación. Las normas permiten una caída máxima del 3 por ciento (o del 5 por ciento para la combinación de alimentador y circuito derivado) pero es recomendable que no rebase el 15 por ciento.
- Busque crear un balance en la tensión de alimentación de los motores trifásicos de corriente alterna. El desequilibrio entre fases no debe excederse en ningún caso del 5 por ciento.
- Utilizar arrancadores a tensión reducida en aquellos motores que realicen un número elevado de arranques.
- Elegir correctamente la potencia del motor. El rendimiento máximo se obtiene cuando éste opera entre el 75 y el 95 por ciento de su potencia nominal.
- Seleccionar el motor de acuerdo con su ciclo de trabajo. Operar un motor para servicio continuo, en accionamientos de operación intermitente, con frecuentes arranques y paradas, ocasiona una depreciación de sus características de operación y eficiencia. Además de que se puede dañar el aislamiento de los devanados por la elevación de la temperatura.

- No opere los motores a frecuencias nominales distintas a las indicadas en la placa del fabricante.
- Determine si el equipo está generando vibraciones o ruidos excesivos; busque suciedad en el motor que pueda causar un mal funcionamiento, aumentar la fricción o dañar el motor.
- No someta el motor a ciclos de trabajo para los cuales no está diseñado. Generalmente, éstos se basan en los tipos de aislamiento del motor y la potencia de disipación.

También considerar el consumo energético en el momento de la compra. Fomentar la reducción de los costes de explotación mediante sustitución de los equipos antiguos, por equipos modernos de bajo consume. Comprar equipos con cumplan con la normativa *Energy Star* de la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) o alguna similar. Solicitar a los proveedores o fabricantes de equipos nuevos que le faciliten información sobre el consumo de energía medio en condiciones normales de funcionamiento y de consumo en estado de espera o bajo consumo.

El factor de potencia que se aprecia en las placas de los motores es de 0,86, esto debe de mejorarse ya que a menor factor de potencia mayor intensidad, lo que genera un mayor consumo de energía eléctrica. El total de motores eléctricos en esta área es de seis.

Evitar el rebobinado, generalmente un motor rebobinado pierde eficiencia. Rebobinar un motor de más de 30 kilo *watts* reduce la eficiencia nominal en cerca de 1 por ciento y en motores más pequeños en hasta 2 por ciento.

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Plan de lubricación para disminución de fallas y desgaste en la producción de la tubería de acero

El presente plan de lubricación fue diseñado para aumentar la vida útil, disminuyendo fallas y reducir el desgaste de la maquinaria por medio de una constante aplicación de grasas y aceites lubricantes en las diferentes líneas de producción de tubería de acero.

Este tipo de mantenimiento preventivo logra la reducción de paros ocasionados por lubricación seca en partes mecánicas móviles.

Para una correcta lubricación en las líneas de producción de tubería, se debe de realizar cada uno de los procedimientos de lubricación al menos una vez al mes. Con el fin de que las piezas mecánicas se encuentren con una continua lubricación perfecta.

3.1.1. Herramienta para lubricación de maquinaria

Antes de lubricar o realizar cualquier tipo de mantenimiento a la maquinaria verificar que la máquina se encuentra en paro o apagada completamente.

Para lubricar cada una de las piezas mecánicas es necesario:

- Paño (*wipe*)
- Graseras, las tres medidas estándares en Tubac, son: 1/4"NPT, 1/8" NPT y 1/16" NPT
- Engrasadora manual o automática
- Llaves cola corona de: 7mm, 9mm y 11mm
- Llave inglesa (cangrejo)
- Machuelos 1/4"NPT, 1/8" NPT y 1/16" NPT

3.1.2. Procedimiento para lubricación en general

En cada una de las áreas señaladas se encuentra un punto de lubricación, donde se encuentra colocadas las graseras o en su defecto un pequeño agujero roscado donde va insertada la graseras.

Antes de proceder a lubricar, limpiar la superficie con un paño (*wipe*) quitando la suciedad que sea posible, recordar que el polvo ferroso puede ocasionar taponamientos y obstrucciones para que circule la grasa. Utilizando la graseras manual o automática proceder a inyectar la grasa tipo grafito o grasa genera EP-2 (molibdeno) y grasa de alta temperatura en rodos de soldadura.

La forma de utilizar la graseras manual de extensión flexible accionado por palanca para bombear la grasa es necesario realizar un movimiento a la palanca de arriba y abajo; esto con el fin de absorber la grasa dentro del cilindro, de no salir grasa destapar el cilindro para verificar que contiene grasa, al no contener utilizar la válvula de llenado fácil para recargarla nuevamente.

Figura 7. **Grasera manual con extensión flexible**



Fuente: <http://emec.mx/tienda/index>. Consulta: 1 de octubre de 2012.

Si se utiliza la grasera automática, la manera de funcionamiento de esta es por medio de aire comprimido, este dispositivo rellenable ahorra tiempo en paralización y mano de obra en re lubricación, para una correcta utilización de la grasera automática conectar la manguera de succión de aire a un suministro de aire comprimido para que esta empiece a generar presión dentro del contenedor de grasa. Con la pistola de inyección acciónela para que suministre la grasa a lo largo de las piezas mecánicas a lubricar.

La cantidad de grasa o aceite necesaria es cuando las piezas mecánicas se encuentren uniformemente lubricadas a lo largo de la pieza mecánica (hasta que se escape un poco de grasa o aceite a un lado de los costados), proceder a retirar y limpiar.

Figura 8. **Grasera automática**



Fuente: IMG_1136Tubac, S.A.

3.1.3. Lubricación de chumaceras

Encargada de soporte de ejes en rotación, compuesto por una parte fija y una rotativa. Existen varias clases de chumaceras, en Tubac, las más comunes son las de puente y las de tipo brida

Para lubricar este tipo de chumaceras se sigue el procedimiento de engrase en general, las graseras que utilizan pueden ser de 1/16 de pulgada NPT o 1/8 de pulgada NPT ya sean rectas, de 45 y 90 grados. Las chumaceras tipo puente y tipo brida tiene una mayor facilidad al momento de lubricar ya que la grasera se ubica en la parte superior de la chumaceras, fácilmente visibles. Algunas de estas chumaceras todavía contienen su tapón en la grasera.

Figura 9. **Chumacera tipo brida y tipo puente**



Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/>. Consulta: 1 de octubre de 2012.

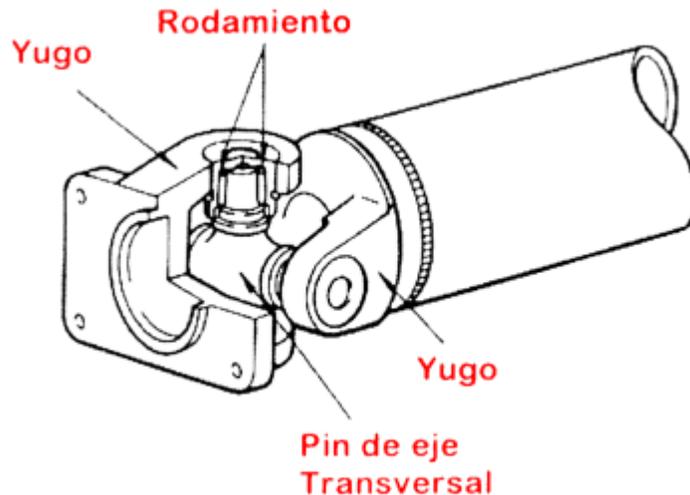
3.1.4. Lubricación de eje de transmisiones

Encargado de la transferencia de potencia dentro de dos o más elementos de una máquina.

Para la lubricación de este tipo de mecanismo ubique las graseras o agujeros, en la parte central de la transmisión se ubica una grasera de medida de 1/16 de pulgada NPT o de 1/8 de pulgada NPT rectos o curvos, otro punto de lubricación se encuentra en el pin de eje transversal se encuentra una grasera de medida 1/16 de pulgada NPT, realizar los procedimientos de lubricación en general.

El total de puntos de lubricación son 3 que se encuentran a lo largo de las transmisiones. Recordar siempre limpiar las superficies para que no exista ningún tipo de atasco ocasionado por polvo ferroso o algún otro tipo de desecho industrial.

Figura 10. Eje de transmisión



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

3.1.5. Lubricación de acoplamientos

Son los designados para acoplar el árbol del motor con una máquina o una transmisión intermedia, los acoples tiene una entrada, y producen una salida, alterando el movimiento, velocidad y aceleración.

Para la lubricación del mecanismo realizar los procedimientos de lubricación en general, ubique las graseras o agujeros, alrededor del acoplamiento la medida de la graseras es normalmente de 1/8 de pulgada NPT, pero existen unos que pueden llegar a medir 1/4 de pulgada NPT rectos.

Existen acoplamientos que únicamente tienen un punto de lubricación, y otros exceden a los seis puntos de lubricación o graseras distribuidas alrededor del mismo.

Figura 11. **Acoplamiento**



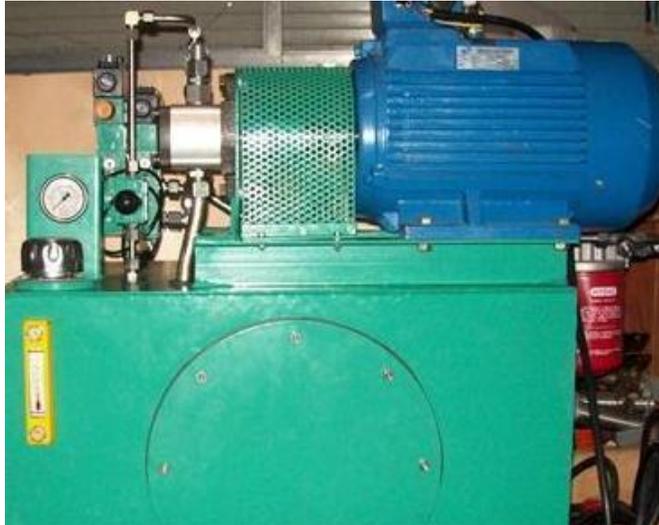
Fuente: <http://www.sargent.biz/industrial>. Consulta: 2 de octubre de 2012.

3.1.6. Lubricación en central hidráulica

Es un depósito con varios componentes que distribuyen el aceite hidráulico a lo largo de las máquinas conectados a él. Haciendo que toda la máquina se encuentre con una lubricación perfecta, la central hidráulica contiene un visor donde se observa el nivel de aceite este tiene que estar siempre por encima del nivel bajo, para que la maquinaria siempre se mantenga lubricada y refrigerada.

Cuando el nivel se encuentre bajo quitar el tapón y agregar aceite ya estipulado hasta alcanzar el nivel adecuado. El tipo de aceite que debe de suministrarse es Randon 46 o 68.

Figura 12. **Central hidráulica**



Fuente: <http://www.norbertorisaro.com.ar>. Consulta: 02 de octubre de 2012.

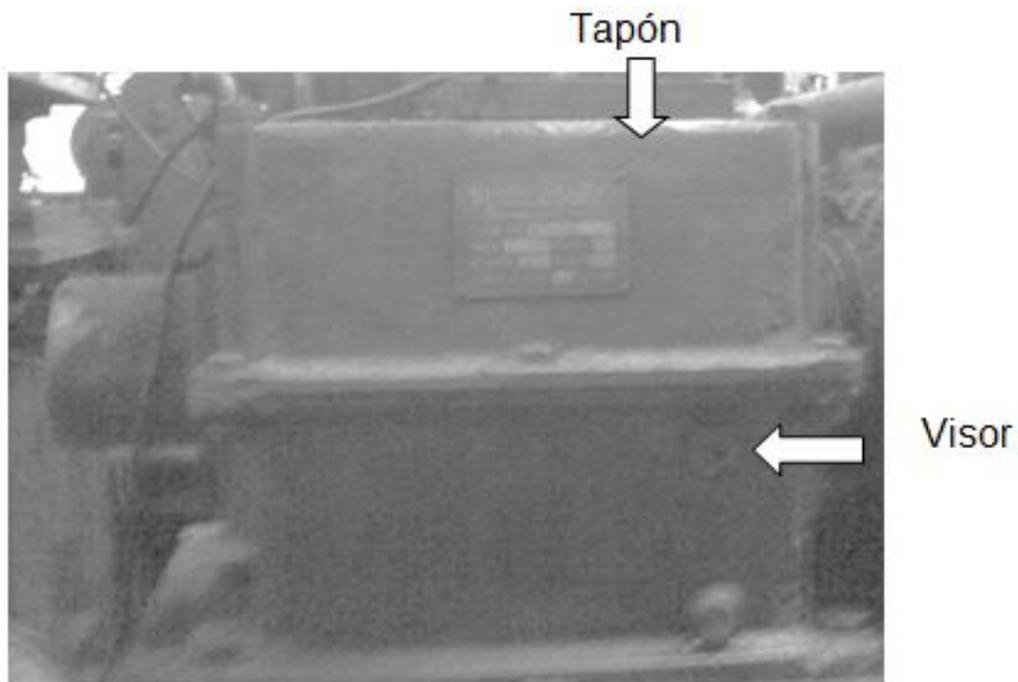
3.1.7. Lubricación caja reductora

Las cajas de engranajes (o cajas reductoras) están compuestas de trenes de engranajes que poseen ejes intermedios con diferentes etapas de reducción. Se utilizan para transmitir potencia cuando se requiere relaciones de transmisión o relaciones de par mayores que las logradas con engranajes simples. También se utilizan cuando se requiere una relación de transmisión variable, un cambio en el sentido de giro de los ejes o un ángulo de salida diferente.

Para lograr una correcta lubricación revisar y limpiar periódicamente el visor ubicado en uno de los costados de cada uno de las cajas reductoras, si estas se encuentran por debajo del nivel máximo agregar aceite hidráulico

Rango 46 o 68 hasta lograr alcanzar el nivel máximo. Esto debe de hacerse periódicamente ya que los engranes deben de estar siempre lubricados.

Figura 13. **Caja reductora**



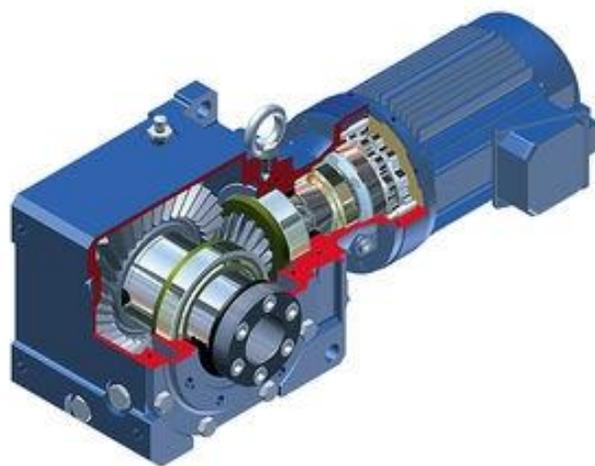
Fuente:IMG_1118Tubac, S.A.

3.1.8. Lubricación en reductores

Los reductores o motor reductor son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Se suministran normalmente acoplado a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60Hertz.

Para lograr una correcta lubricación revisar y limpiar periódicamente el visor ubicado en uno de los costados de cada uno de los reductores, si estas se encuentran por debajo del nivel máximo agregar aceite Regal 220 o Teresso 220, hasta lograr alcanzar el nivel máximo. Esto debe de hacerse periódicamente ya que los engranes deben de estar siempre lubricados.

Figura 14. **Motor reductor**



Fuente: <http://www.optimaindustrial.cl/Motorreductores.html>. Consulta: 25 de octubre de 2012.

3.2. Lubricación en las líneas de producción de tubería

La fricción y el desgaste se encuentran siempre presentes en los sistemas y las máquinas. El rozamiento crea una pérdida de energía mecánica (potencia) perjudicial para el mecanismo.

3.2.1. Engrase área de *Slitter* (corte)

Máquina encargada de generar tiras, que suministran el área de molinos para luego convertirse en tubos de diferentes formas.

3.2.1.1. Entrada

Encargado del transporte de bobinas para el corte. Para lubricar correctamente el *coil car* utilizar la herramienta general el tipo de graseras a utilizar es la de ¼ de pulgada NPT recto.

- *Coil Car*

La distribución de las graseras son: colocadas 2 en la parte lateral y 2 en la parte de las ruedas, en la parte posterior de la máquina van colocadas de la misma manera 4 graseras únicamente se muestra la parte frontal, siendo un total de ocho graseras.

Figura 15. Puntos de lubricación del *Coil Car*



Fuente: IMG_1048Tubac, S.A.

- Uncoiler

Es la parte que carga y desenrolla la bobina a cortar también conocida como mandril. Para este tipo de maquinaria se utiliza la herramienta para lubricación, y el tipo de graseras es la de 1/8 de pulgada NPT rectas.

Los puntos de lubricación alrededor de la máquina son: veinte puntos alrededor del mandril, estos están divididos en cuatro aletas rectangulares, con cinco graseras en la parte central de cada aleta.

Para lograr un engrase correcto se debe de limpiar intensamente con un paño (*wipe*) o con aire comprimido, ya que las graseras se encuentran en lo profundo de los agujeros y se dificulta el acceso.

Figura 16. **Puntos de lubricación *uncoiler***



Fuente: propia IMG_1050Tubac, S.A.

- *Peeler*

Conocida en Tubac, como de espada se utiliza para ayudar a ingresar la punta de la bobina hasta la cizalla. Para lubricar esta parte de la maquinaria se necesita la herramienta para lubricación, el tipo de graseras será 1/8 de pulgada NPT rectas. La distribución de las graseras son las que se encuentran ubicadas en la parte superior de las chumaceras, sosteniendo el rodillo de la espada.

Para un correcto engrase seguir las instrucciones de engrase en general, si es posible realizar movimientos giratorios a los ejes que conectan a las dos chumaceras para poder lograr una mayor uniformidad de grasa a las piezas mecánicas.

- *Holddown roll*

Sujeta la periferia de la bobina al desenrollar, también tiene tracción y ayuda a desenrollar (llamado brazo del *uncoiler*).

Está compuesta por dos graseras en la parte superior o en su defecto por dos agujeros roscados ¼ de pulgada NPT curvos de 90 grados. Por estar ubicadas en la parte superior del brazo, tener una mayor precaución preferiblemente utilizar la engrasadora automática.

Figura 17. **Puntos de lubricación *Peeler* y *Holddown roll***



Fuente: Propia IMG_1063Tubac, S.A.

- Soporte del mandril

En la base del mandril se encuentran cuatro graseras de forma uniforme, de 1/8 de pulgada NPT rectas. Para engrase seguir los procedimientos de lubricación.

La ubicación de cada una de las graseras se encuentra en la base que sostiene el mandril.

Algunos motores eléctricos cuentan con graseras en la parte superior con medida de 1/8 de pulgada NPT. En la parte de la entrada de la *Slitter*, por encima de la base del mandril se encuentra un motor eléctrico. Para lubricar seguir instrucciones generales, por encontrarse en parte alta tener mayor precaución.

Figura 18. **Distribución de puntos de lubricación en base de mandril**



Fuente: propia IMG_1051Tubac, S.A.

En la imagen únicamente posible mostrar 2 puntos de lubricación en la base del mandril, los otro se encuentra en la parte de atrás simétricos a la posición de los anteriores.

Cadenas de transmisión: encargada de transmitir de movimiento del motor al mandril, el uso de la cadena como elemento trasmisor de potencia y movimiento es generalizado en la industria. Aplicar aceite en los bujes que reciben movimiento respecto al pin en el momento en que son tocadas por los *sprockets*. Por lo que es necesario aplicar un aceite que logre penetrar en esta parte y logre permanecer allí realizando su función.

Figura 19. **Puntos de engrase en la cadena del mandril**



Fuente: propia IMG_1052Tubac, S.A.

- **Cizalla**

Se usa para el despunte de la bobina a cortar. Cuenta con un rodillo superior colocado sobre unas bases. Par proceder a lubricar realice los procedimientos de lubricación, existen varios tipos de graseras a lo largo de esta máquina siendo estos de 1/8 de pulgada NPT y de ¼ de pulgada NPT rectas.

Los otros puntos de lubricación están distribuidos en dos graseros o agujeros en los laterales de 1/8 de pulgada NPT y una ubicada en la distribución de grasa de ¼ de pulgada NPT rectos.

En la misma sección se encuentra una transmisión encargada de transferir la potencia al rodo superior donde entra la lámina. Siguiendo con el mismo procedimiento de lubricación de eje de transmisiones, realizarlo de forma cuidadosa; el tipo de graseras es de 1/8 de pulgada NPT y dos graseras de 1/16 de pulgada NPT rectas.

Figura 20. **Puntos de lubricación entrada de cizalla**



Fuente: IMG_1053Tubac, S.A.

En esta área se encuentra una central hidráulica, realizar un cheque para que el nivel de aceite sea el correcto Rando H-46. Realizar los procedimientos de central hidráulica.

3.2.1.2. Intermedio línea de corte

Es la encargada del soporte de la lámina. En la mesa intermedia se encuentra un distribuidor de grasa con graseras de 1/4 de pulgada NPT ubicada en manera frontal al operario bajo al panel de mando, así como dos graseras a los costados de la misma mesa en la parte interna.

- Mesa de entrada

Es la encargada del soporte de la lámina. En la mesa intermedia se encuentra un distribuidor de grasa con graseras de $\frac{1}{4}$ de pulgada NPT ubicada en manera frontal al operario bajo al panel de mando, así como dos graseras a los costados de la misma mesa en la parte interna.

Figura 21. **Puntos de lubricación en mesa de entrada**



Fuente: propia IMG_1055 Tubac, S.A.

- Base con rodos guía lateral

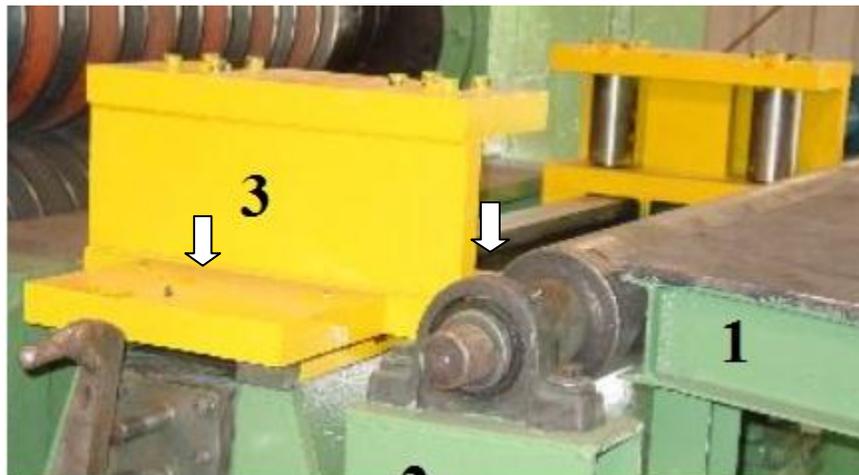
Estos rodos sirven para mantener la lámina en su guía logrando que entre de manera recta al momento de pasar al mecanismo de alineación.

Los rodos consta de dos chumaceras de tamaño de graseras $\frac{1}{8}$ de pulgada NPT, en los extremos sujetando el rodo, la forma de lubricar es ubicar la graseras en la parte superior de las dos chumaceras en los extremos; lubricar según lo estipulado en lubricación de chumaceras.

- Mecanismo para alineación de bobina al ingresar a corte

Logra que la lámina entre alineadamente antes de proceder al corte. En los costados se encuentran dos rodos laterales en posición vertical donde se observa una grasera de 1/8 de pulgada NPT rectas. Un total de dos graseras en la guía de los rodillos proceder a lubricar.

Figura 22. **Puntos de lubricación guía lateral y alineación de bobina**



Fuente: Tubac, S.A.

- *Pinch Roll*

Soporte donde se encuentran las cuchillas que realizan el corte de la lámina. Esta máquina está cubierta por varios puntos de lubricación, los cuales están distribuidos de la siguiente manera:

Dos Acoples con una grasera cada uno de 1/8 de pulgada NPT se encuentran ubicados por un costado de los ejes que transmite en movimiento giratorio.

También se ubican al costado dos graseras uno en el distribuidor y otro en la parte baja con tipo de graseras 1/8 de pulgada NPT recta y codo de 90 grados respectivamente. Seguir procedimientos de lubricación general y de lubricación de acoples. En la parte superior de la base del *pinch roll* se encuentran dos graseras de 1/8 de pulgada NPT ubicadas en los extremos. En los cilindros rectos de la parte superior se debe de engrasar constantemente ya sea con la engrasadora o la mano; en la parte del operario se aprecia una chumacera con una graseras de 1/8 de pulgada NPT en la parte baja del *pinch roll*. Para una correcta lubricación realizar los procedimientos de lubricación en general y de chumaceras.

Los ejes de las cuchillas giran por medio de 2 transmisiones con graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas, para lubricar seguir con los procedimientos de lubricación de eje de transmisiones.

La forma de lubricar es ubicando las diferentes graseras y proceder al lubricado en general a lo largo de cada una de estas.

Figura 23. Puntos de lubricación de *pinch roll*



Fuente: IMG_1056Tubac, S.A.

Figura 24. Puntos de lubricación de *pinch roll* instalada con cuchillas

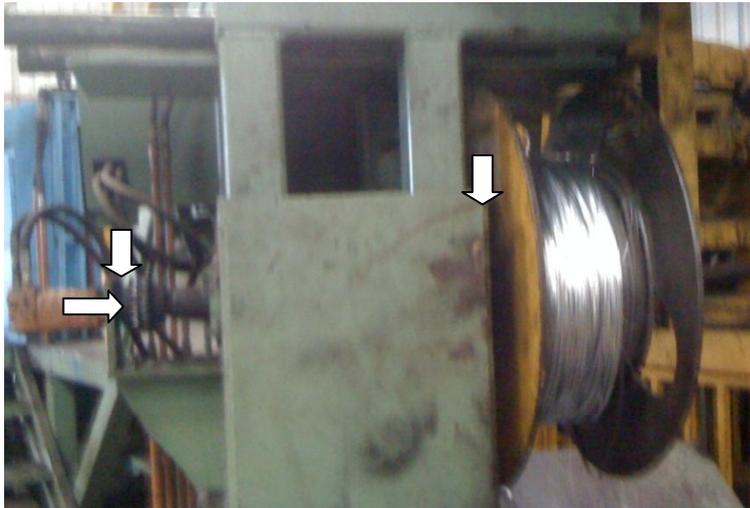


Fuente: IMG_1061Tubac, S.A.

- Enrolladores de orilla

La *Slitter* cuenta con dos enrolladores de orillas en los extremos, derecho e izquierdo; encargadas de almacenar las tiras producidas por el corte. Estas cuentan con dos graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas y una cadena en cada uno de los enrolladores de orillas. Para lubricar realizar los procedimientos de lubricación de chumaceras, la chumacera que se encuentra en esta área es de tipo brida. La lubricación de la cadena se realiza agregando aceites lubricantes uniformemente a lo largo de toda la cadena. Principalmente en el pin y *strockers*.

Figura 25. **Enrollador de orilla derecho**



Fuente: IMG_1061Tubac, S.A.

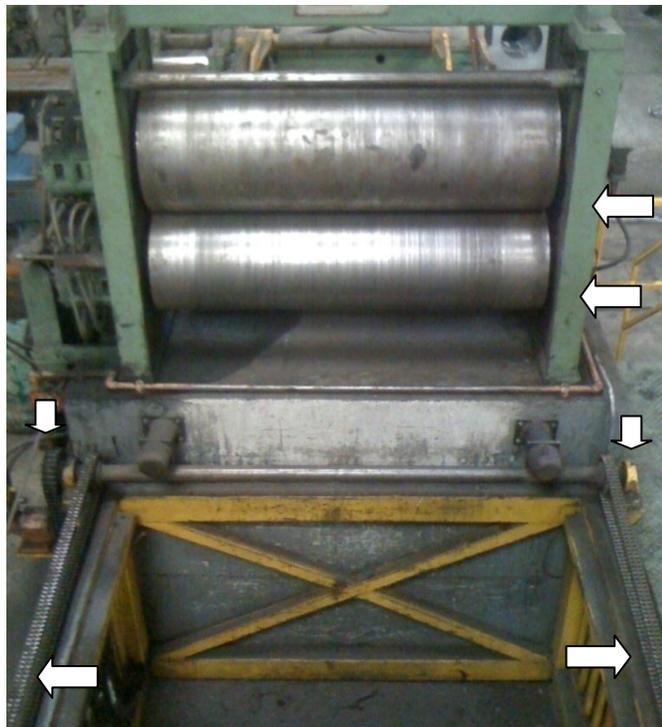
- Fosa

Encargada de lograr enderezar y estirar las tiras metálicas finales para luego ser enrolladas en el *recoiler*. Alrededor de la fosa se encuentran dos cadenas y dos chumaceras tipo puente a lo largo de la fosa.

La forma de lubricar es a través del procedimiento de lubricación general y lubricación de chumaceras; las graseras se encuentran en las chumaceras al final de la fosa con número de graseras 1/8 de pulgada NPT rectas o de 90 grados; el total de graseras son 2. Recordar el engrasar de la cadena uniformemente en los dos extremos.

Al pasar por la fosa las tiras son pasadas por dos rodos para tener un correcto enderezado, para realizar la lubricación se localizan las graseras en las dos chumaceras tipo brida en la parte del costado una arriba y la otra en la parte baja en lado del operario. La forma de lubricar es la mencionada en lubricación de chumaceras.

Figura 26. **Puntos de lubricación en fosa y rodos**



Fuente: propia IMG_1059Tubac, S.A.

Figura 27. **Punto de lubricación en una de las chumaceras, final de fosa**



Fuente: propia IMG_1062Tubac, S.A.

En esta área se encuentra una central hidráulica realizar una constante revisión al visor, para que este se encuentre por encima del nivel mínimo.

3.2.1.3. Salida de línea de corte

Esta área cuenta con una central hidráulica que suministra aceite rando 46 a cada una de las partes mencionadas. El único punto de lubricación es el del motor eléctrico que se encarga del movimiento del *recoiler*. Este motor contiene una grasera en la parte superior de 1/8 de pulgada NPT recta y una grasera de 1/16 de pulgada NPT de 90 grados ubicada en el acople, la forma de lubricación es la ya mencionada anteriormente.

Por no contener puntos de lubricación revisar constantemente la central hidráulica y cajas reductoras para que permanezcan en el nivel por encima del mínimo de aceite. La máquina consta de las siguientes partes:

- Tambor del *recoiler*
- *Overarmseparator*
- *Coil car* de salida
- *Turnstile*. (torniquete) para descargar *coilcar* de salida
- Base para armar brazo separador de tiras

Esta área cuenta con una central hidráulica que suministra aceite rando 46 a cada una de las partes mencionadas. El único punto de lubricación es el del motor eléctrico que se encarga del movimiento del *recoiler*. Este motor contiene una grasera en la parte superior de 1/8 de pulgada NPT recta y una grasera de 1/16 de pulgada NPT de 90 grados ubicada en el acople, la forma de lubricación es la ya mencionada anteriormente.

Por no contener puntos de lubricación revisar constantemente la central hidráulica y cajas reductoras para que permanezcan en el nivel por encima del mínimo de aceite.

Figura 28. **Salida línea de corte**



Fuente: IMG_1060Tubac,, S.A.

El *coil car* de salida no se puede observar ninguna grasera, la forma de lubricación es agregando aceite en la central hidráulica, ubicada en la parte posterior del *coil car*. Realizar los procedimientos de central hidráulica respetando el tipo de aceite que se utiliza en esta área.

Figura 29. **Lubricación en la parte trasera de *coil car* de salida**



Fuente: IMG_1082Tubac, S.A.

3.2.2. Engrase en línea de molinos

Este sistema aporta perfectamente las cantidades de grasa o aceite especificadas por los fabricantes de maquinaria. Todos los puntos de lubricación alcanzados reciben el suministro óptimo de lubricante, reduciendo el desgaste.

3.2.2.1. Aspa o devanadera

Es la línea de alimentador de tiras provenientes de la máquina *Slitter*, existes dos de estas maquinarias una que alimenta a el molino 483 y el otro al molino 604, los procedimientos para lubricación son los mismos para este tipo de máquina.

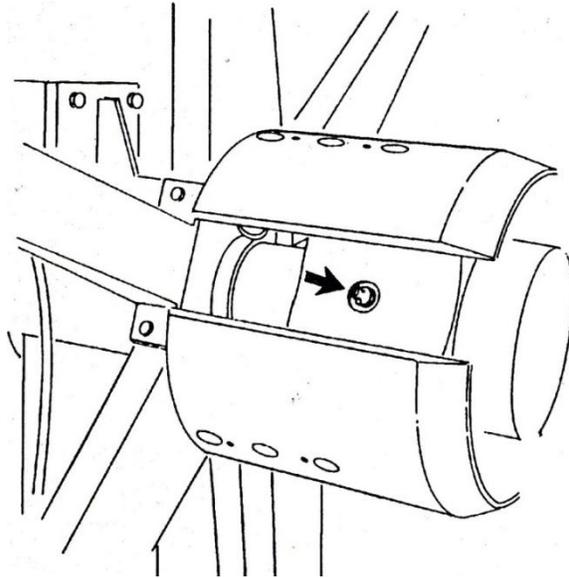
- Devanadera desenrolladora

Para lubricar correctamente esta máquina se utilizará la herramienta general, el tipo de graseras a utilizar es la de 1/8 de pulgada NPT rectas.

El punto de lubricación se encuentra en el mandril, ubicado en la parte frontal de la maquinaria, donde son colocados los rollos de tiras; cerca de las aletas del mandril o espesores de zapas, se encuentra una graseras o en su defecto un pequeño agujero de ¼ de pulgada NPT, para lubricar proceder a realizar el procedimiento de lubricación general.

Recordar que esta máquina puede girar 180 grados, por lo que existen dos mandriles uno enfrente y otro atrás. Por lo que el número de graseras a lubricar son dos.

Figura 30. **Punto de lubricación mandril del aspa**



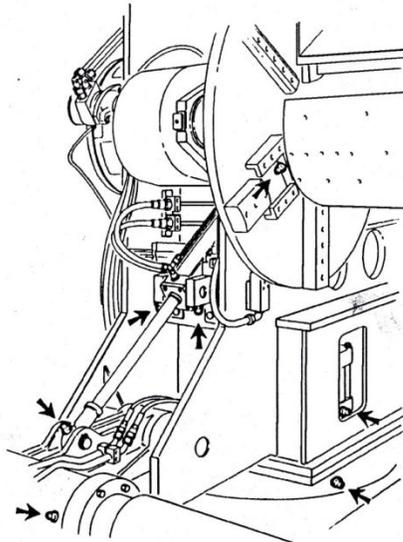
Fuente: Tubac, S.A.

Distribuidos a lo largo de la maquinaria se encuentran otros puntos de lubricación en la placa de apoyo contención lateral *coils* (rollo de tiras), se ubica una graseira de 1/8 de pulgada NPT rectas. En el rodillo deserrrollador se ubica una graseira en la parte central de graseira 1/8 de pulgada NPT curva de 90 grados. Total de puntos de lubricación dos. Para lubricar seguir con los procedimientos de engrase en general.

En la parte baja del mandril se ubica otro punto de lubricación, ubicado en la parte interna de la maquina se encuentra un cilindro hidráulico de bloqueo rotación donde en la parte baja se encuentra ubicada una graseira de 1/8 de pulgada NPT curvo de 90 grados, de igual forma en la base se ubica otro punto de graseira de igual tamaño, para engrasar realizar los procedimientos de lubricación en general, el total de graseras son cuatro, por ser la máquina de forma simétrica.

En la parte central de la máquina se encuentran tres puntos de lubricación, a lo largo de los anclajes de las mangueras y distribuidores hidráulicas, se encuentran dos graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas, en la parte baja en el extremo de uno de los cilindros se encuentra de igual tamaño una grasera de 1/8 de pulgada NPT rectas. El procedimiento de lubricación es el general.

Figura 31. **Punto de lubricación mandril de la devanadera desenrolladora**



Fuente: Tubac, S.A.

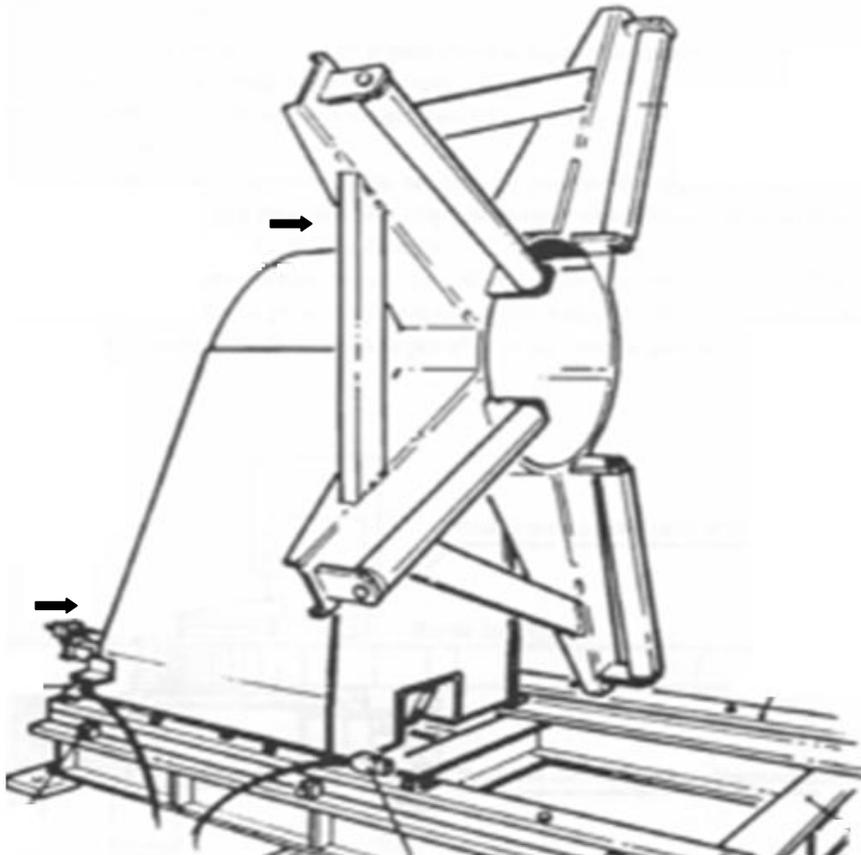
- Mamparo

Es la unidad que impide a la cinta salir lateralmente durante la operación de desenrollamiento y determina el borde fijo de la cinta. Para lubricar este tipo de máquina es utilizando la herramienta de lubricación, y ubicar cada uno de los puntos de lubricación a lo largo de la maquinaria.

En la parte trasera y en las bases se encuentran ubicadas los puntos de lubricación, sobre la parte superior de la caja se encuentra una grasea de 1/16 de pulgada NPT rectas y en la parte baja de la caja también se ubica otra grasea cerca del cilindro de traslación con tamaño 1/8 de pulgada NPT. Para la lubricación seguir los procedimientos de lubricación en general.

Verificar en guías de desplazamiento y centralinas que se encuentre el aceite lubricantes por encima del nivel mínimo, en los cilindros hidráulicos revisar si no existe algún tipo de fuga.

Figura 32. **Puntos de lubricación mamparo**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.2.2. *Pinch roll* y allanadora

Este proceso sirve para verificar y eliminar algunas deformidades que pudiera tener la tira. Son dos las máquinas que se encuentran en la planta una que realiza operaciones para el molino 483 y la otra para el molino 604, la forma de lubricación así como los puntos de lubricación son los mismos para ambas líneas de producción.

Para proceder a lubricar correctamente este tipo de máquina, se utilizará la herramienta general el tipo de graseras a utilizar es la de 1/16 de pulgada NPT rectas y las de 1/8 de pulgada NPT rectas.

Es importante efectuar una limpieza cotidiana de *pinch roll* ya allanadora en proximidad de las guías de desplazamiento rodillos y en los tornillos de regulación de los cilindros, utilizando para ellos aire comprimido. Para lubricar ubicar los puntos de lubricación o graseras se encuentran distribuidos a lo largo de la máquina a uno de sus costados señalizados por una flecha.

En la parte superior ubicado en unas de las bridas, la graseras es de tipo 1/16 de pulgada NPT rectas, el resto de estas son de 1/8 de pulgada NPT rectas y de codo de 90 grados.

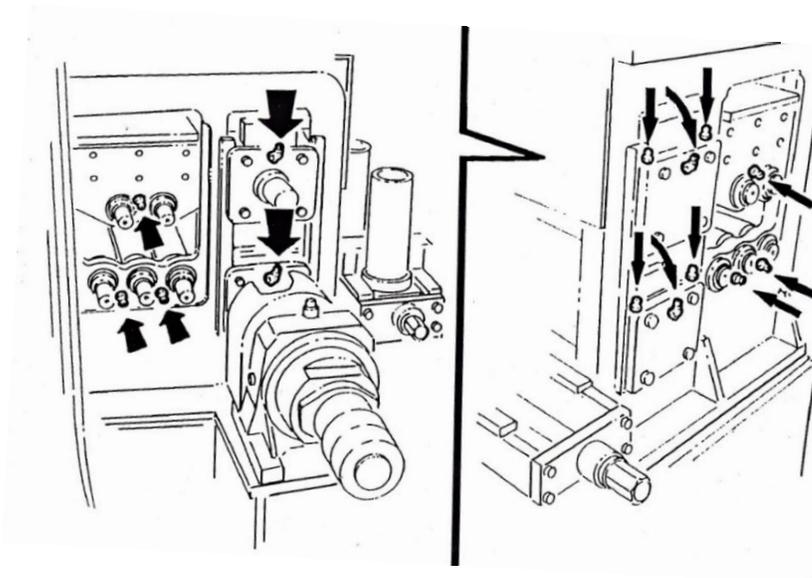
En esta sección se encuentra ubicada en las partes de atrás la central hidráulica, verificar que siempre se encuentren al nivel por arriba del mínimo y limpieza en las guías de desplazamiento.

Figura 33. **Ubicación de engrase *pinch roll* allanadora**



Fuente: propia IMG_1107Tubac, S.A.

Figura 34. **Puntos de lubricación *pinch roll* allanadora**



Fuente:Tubac, S.A.

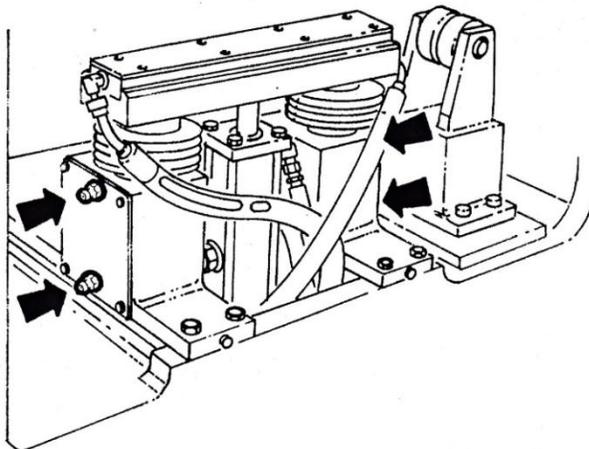
3.2.2.3. Empalmadora

El proceso de empalme o encabezamiento sirve para unir la cola de una tira con la punta de otra. En el molino 483 se encuentra este tipo de maquinaria al igual que en el molino 604, los procedimientos son los mismos para ambas líneas.

La máquina está dividida por varias secciones, empezando por el tampón de soldadura, para lubricar esta sección de la maquinaria será necesario la herramienta de lubricación genera. Señalizadas por flechas se ubican cada uno de los puntos de lubricación, ubicados en los costados del cilindro neumático realizar los procedimientos de lubricación en general.

El tamaño de las graseras es de 1/8 de pulgada NPT rectas, con un total de cuatro graseras. La maquinaria cuenta con mangueras distribuidoras de aceite, revisar periódicamente para poder identificar fugas en estas áreas.

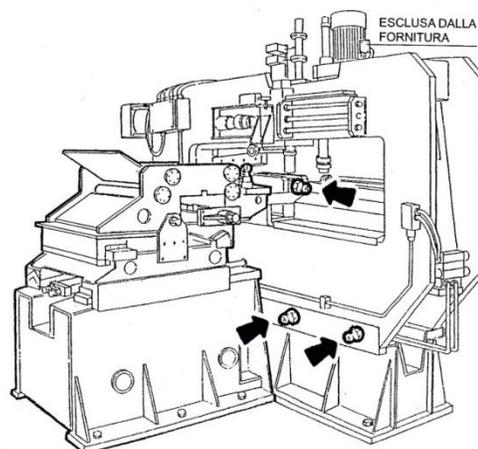
Figura 35. Punto de lubricación de tampón de soldadura



Fuente: Tubac, S.A.

En la parte baja del tampón de soldadura se encuentra la cizalla, para la lubricación de esta área de la maquinaria será necesario utilizar la herramienta en general de lubricación. A lo largo de la maquinaria se encuentran tres puntos de lubricación, en la parte baja se encuentran dos graseras y en la parte de la soldadura se ubica una, de igual manera que las máquinas anteriores proceder a la lubricación en general. El tipo de grasera que se encuentra en esta máquina es de 1/8 de pulgada NPT rectas.

Figura 36. **Puntos de lubricación de cizalla**



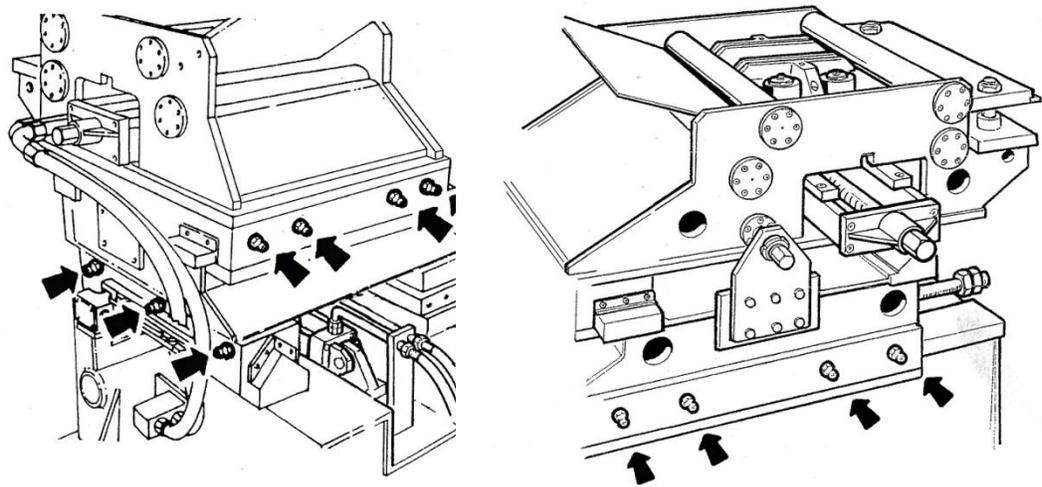
Fuente: Tubac, S.A.

En la parte frontal se encuentra ubicada la mordaza móvil, que permite el bloqueo a la punta del nuevo *coil* y la sitúa para el cizallado simultáneo junto a la cola de la cinta en salida. Para lubricar se utiliza la herramienta general de engrase.

Los puntos de lubricación son once ubicados a lo largo de la maquinaria, las graseras se encuentran ubicadas en una especie de barras de manera simétrica, señalizados por las flechas, el tipo de graseras que se utilizan son las de 1/8 de pulgada NPT rectas.

Ubicado en la parte de atrás se encuentra la central hidráulica, revisar y proseguir con las instrucciones en centrales hidráulicas, mantener siempre el nivel de aceite por encima del nivel bajo, realizar un cheque en las mangueras periódicamente para mantener un control de fugas hidráulicas.

Figura 37. **Puntos de lubricación mordaza móvil**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.2.4. **Floop**

Es una máquina proyectada para acumular una gran cantidad de chapa en un espacio reducido. Permitiendo una continuidad al momento de forma el tubo. En la planta actualmente se cuenta con dos *floop*, uno de estos es el del molino 483, que tiene un menor tamaño a comparación del *floop* del molino 604, la forma de lubricación así como cada uno de los puntos a lubricar son los mismos para ambos molinos, únicamente en la parte de atrás del molino 483 no se encuentra los rodos con ninguna grasera solamente en el molino 604.

Para la lubricación del *floop* utilizar la herramienta en general de lubricación, los puntos de lubricación están distribuidos a lo largo de la maquinaria en la parte de atrás es donde se encuentra una mayor cantidad de puntos de lubricación.

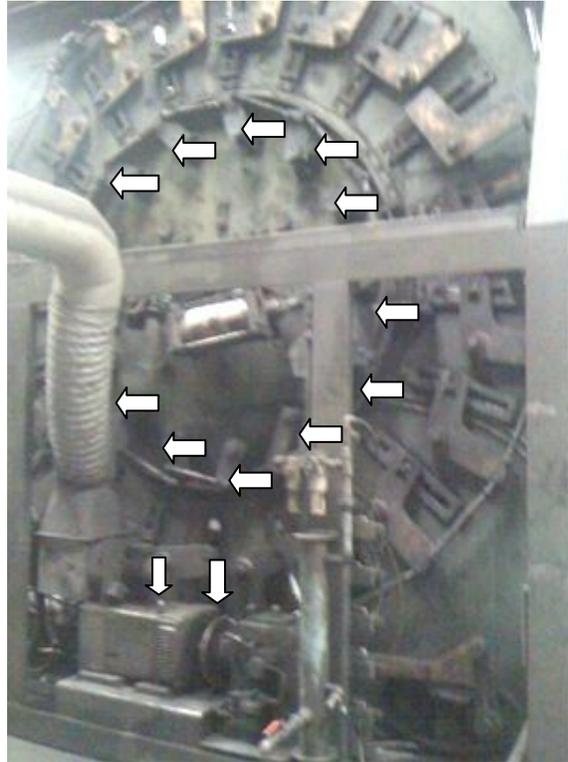
En la parte de atrás de la fotocélula de ausencia de chapa, se encuentra una serie de rodos distribuidos de forma radial en la parte lateral de estos rodos se encuentra una graseras de 1/8 de pulgada NPT curvo 90 grados.

Para la lubricación seguir el procedimiento de engrase en general, para este tipo de maquinaria se debe de coordinar con el operario para hacer girar el *floop* para lograr lubricar cada uno de los rodos. Las graseras que se encuentra en esta sección son catorce.

Ubicado en la parte baja se encuentra un motor eléctrico que cuenta con su respectiva graseras de 1/8 de pulgada NPT recta, al igual que un acoplamiento que conecta con la caja reductora. Realizar los procedimientos de engrase en general y lubricación de acoplamientos el número de graseras del acoplamiento es de uno solo de 1/8 de pulgada NPT recto.

En el desdoblador se encuentra dos transmisiones, para lubricar utilizar la herramienta en general y proceder a lubricar con la guía de lubricación de eje de transmisiones, el tipo de graseras que se encuentran en la transmisión son de 1/16 de pulgada NPT rectas a lo largo de los dos ejes de transmisión, el total de puntos a lubricar son seis. Revisar periódicamente el aceite del lubricador neumático, el nivel de aceite de los reductores, el nivel de aceite del cilindro cesto externo, según la tabla de aceites o indicaciones de centrales hidráulicas. Seguir la guía de centrales hidráulicos al momento de realizar cada una de estas operaciones.

Figura 38. **Puntos de lubricación del *Floop* (parte trasera)**



Fuente: IMG_1109Tubac, S.A.

3.2.2.5. Lubricación de molinos formado y acabado

Es el sistema por el cual, mediante secuencias graduales de deformación en frío, la cinta asume forma ya sea redonda, cuadrada o rectangular, en medidas ya estandarizadas. Las distribuciones así como los puntos de lubricación para el molino 483 como para el molino 604, son las mismas, con algunas diferencias mínimas en las transmisiones.

El área de formado y acabado se conforman de varias mecanismos o dispositivos de que se utilizan al momento del formado y acabado.

- Bastidor allanadora

El bastidor allanadora está formado por estructuras de acero compuesto tratado térmicamente, está ubicado en la entrada de ambos molinos, este se encarga de enderezar la lámina, en los dos molinos se cuentan con un solo bastidor en la entrada.

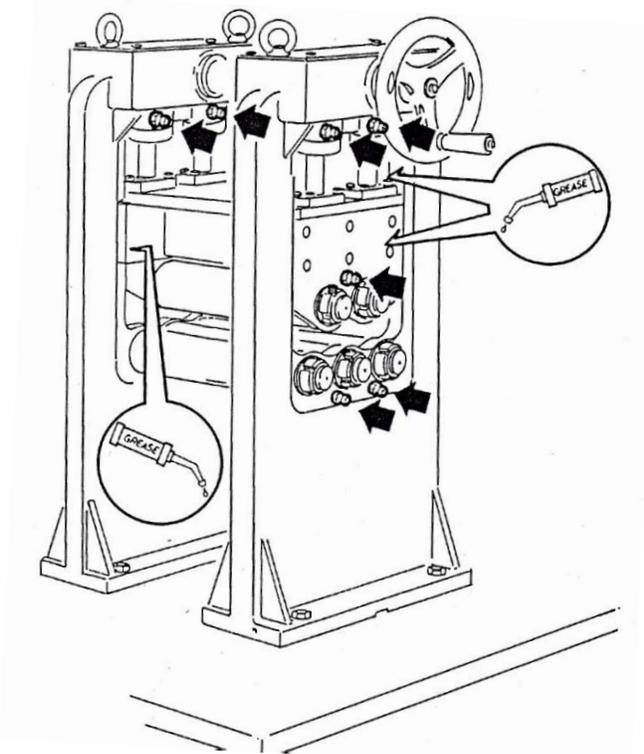
Para realizar un adecuado mantenimiento se utilizará la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido del bastidor allanadora en la proximidad de la guía de desplazamiento y en los tornillos de regulación de los activadores mecánicos.

Las graseras o engrasadores se encuentran distribuidos en el costado de los rodillos allanadores superiores e inferiores, con número de grase de 1/8 de pulgada NPT rectas el número de grase en este costado es de tres, al otro costado del mismo mecanismo también se encuentra el mismo número de graseras, por lo que en total son seis puntos de lubricación.

En la parte superior del bastidor allanadora se encuentran otros puntos de lubricación, situados en el volante de regulación de rodillos superiores de número de grase de 1/16 de pulgada NPT rectos o curvos de 90 grados, el total de puntos a lubricar es de cuatro. Para en engrase adecuado realizar los procedimientos de lubricación en general.

Revisar periódicamente el nivel de aceite en la central hidráulica, así como en las cajas reductoras que se encuentran en esta línea.

Figura 39. **Puntos de engrase en bastidor allanadora**



Fuente: Tubac, S.A.

- **Bastidor motorizado**

Formado por una estructura móvil, por una estructura fija y por dos mandriles motorizados sostenidos por correderas. Este se encarga de formar el tubo, doblando la lámina por varios tramos a lo largo de la línea de formado y acabado. Conocidas en Tubac, como torres.

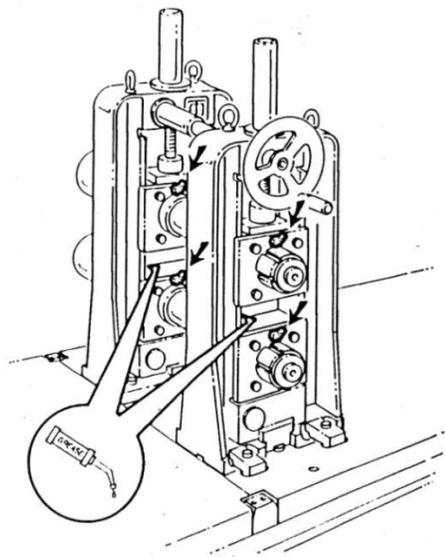
Para lubricar este tipo de mecanismo será necesario utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido o agua caliente en la estructura motorizada en la proximidad de la guía de desplazamiento de mandriles, en los tornillos de regulación de los activadores mecánicos, limpiar roscado y virolas de mandriles.

Las graseras o engrasadores se encuentran distribuidos en el costado, ubicados en la parte superior de las virolas; con número de grase de 1/8 de pulgada NPT curvas de 45 grados, el total de puntos cuatro puntos a lo largo de este mecanismo.

En el mandril se encuentra los otros puntos de lubricación, siendo estos de número de graseras 1/8 de pulgada NPT curvos de 45 grados, ubicados en bridas cuadradas donde van colocados los ejes que sostienen los rodos formadores, el número total de graseras es de cuatro.

El número total de bastidores mecánicos en el molino 483 es de seis, y en el molino 604 son un total de ocho torres, el total de puntos de lubricación para los bastidores motorizados son 48 en el molino 483 y 64 en el molino 604. Para lubricar cada uno de estos puntos realizar el procedimiento de lubricación en general.

Figura 40. **Puntos de engrase de bastidor motorizado**



Fuente: Tubac, S.A.

- *Clusters*

Los *clusters* deben ser regulados en función del ancho de la cinta o del diámetro del tubo. Encargados de la continuidad de formado del tubo, en la línea de producción van colocados en medio de los bastidores.

Para el engrase adecuado de este tipo de mecanismo, utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza constante con agua caliente o aire comprimido en las guías sobre las cuales se desplazan los rodillos y limpiar los tornillos de regulación.

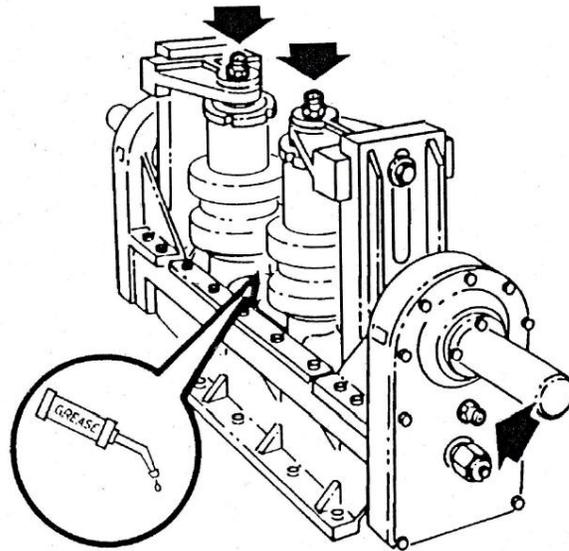
Los puntos de lubricación se encuentran dos en los laterales, por encima de la tuerca de apertura-cierre de rodillos, el tipo de grasea es de 1/8 de pulgada NPT rectas, para realizar el correcto mantenimiento de engrase realizar el procedimiento de lubricación en general en los puntos señalizados.

Los otros puntos de engrase se encuentran en los soportes superiores, el total de graseras en estos puntos son dos con grasea 1/8 de pulgada NPT rectas, para lubricar seguir el procedimiento de lubricación en general.

Los *clusters* están ubicados en la línea de formado y calibrado siendo primero una torre luego un *clusters*, sucesivamente. En el molino 483 se encuentran 10, por lo que en el molino 483 son 40 los puntos de lubricación.

En el molino 604 son 13 los *clusters* por lo que en total son 52 las graseras. Estos se encuentra en la línea de calibrado y *sizing*.

Figura 41. Señalización de puntos de lubricación de *clusters*



Fuente: Tubac, S.A.

- Guía de tubo

La unidad sirve para guiar adecuadamente los bordes de la cinta antes de efectuar la soldadura.

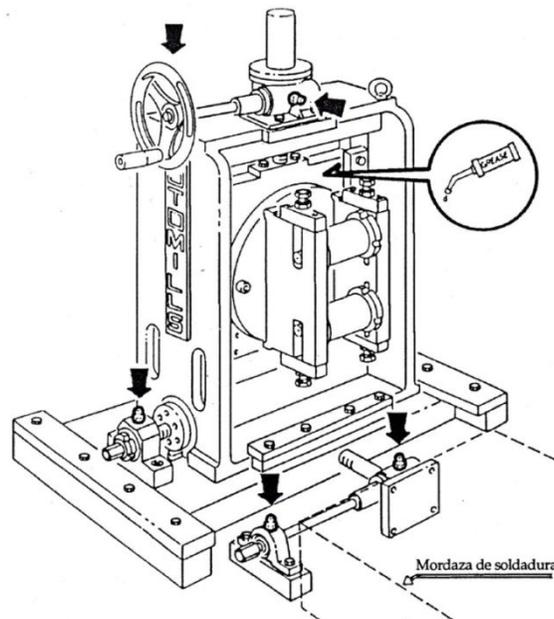
Para el engrase adecuado, utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza constante con agua caliente o aire comprimido en las guías y listones mecánicos de desplazamiento. Efectuar puntualmente las operaciones de limpieza de guías de desplazamiento, limpiar tornillos de regulación, engrasar las guías y tornillos de regulación.

Los puntos de lubricación en este mecanismo se encuentran en la parte superior exactamente, en el activador mecánico de regulación de altura, en la

base se encuentra otra grasera, ubicado en el activador mecánico longitudinal. El tipo de grasera en estas áreas es de 1/8 de pulgada NPT recta, únicamente se encuentra una grasera en cada punto. Realizar procedimiento de lubricación en general para un correcto engrase. En las bases de la guía de tubo se encuentran dos chumaceras, ubicados cerca del listón metálico longitudinal, en la parte frontal de los tornillos de regulación, el total de chumaceras a lo largo del mecanismo es de dos, el tipo de grasera es de 1/16 de pulgada NPT rectas. Para realizar el engrase realice el procedimiento de lubricación de chumaceras.

Las guías de tubo se encuentran al final de formado, sucesivamente una de la otra, el total de guías de tubos en ambos molinos tanto el 483 como el 604, es de tres en cada uno, por lo que el total de puntos de lubricación en ambos molinos es de 12.

Figura 42. **Puntos de lubricación de guía de tubo**



Fuente: Tubac, S.A.

- Mordaza de soldadura

La mordaza de soldadura es utilizada para trabajar tubos de diferentes diámetros.

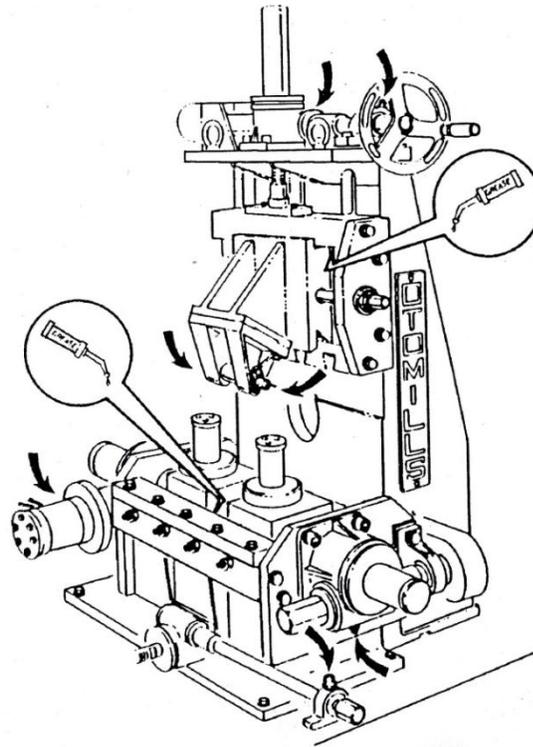
Para el engrase adecuado, utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza constante con agua caliente o aire comprimido en las guías y listones de regulación. Efectuar puntualmente las operaciones de limpieza de guías de desplazamiento, limpiar tornillos de regulación, engrasar las guías y tornillos de regulación. Regular el juego de las corredera y eventualmente restablecerlo operando con los tornillos si cabeza y contratueras.

Las graseras se encuentran distribuidas en las partes mecánicas de la siguiente forma: dos graseras ubicadas en las chumaceras una de estas se encuentra por el volante y la otra en la base de la máquina, el tipo de graseras es de 1/16 de pulgada NPT rectas, otros dos puntos que se encuentran es en eje porta-rodillo superior con graseras de tipo 1/8 de pulgada NPT rectas, por debajo del activador mecánico se ubica otras dos puntos de lubricación con graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas, muy próximo al motor hidráulico en la parte superior se encuentra otra graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas.

Para la lubricación realizar el procedimiento de engrase en general en las flechas que señalizan los puntos de lubricación.

Este mecanismo se utiliza en el molino 483 como el molino 604 únicamente se encuentra uno en cada una de las líneas de producción de tubería.

Figura 43. **Puntos de lubricación mordaza de soldadura**



Fuente: Tubac, S.A.

- Bastidor descoronador

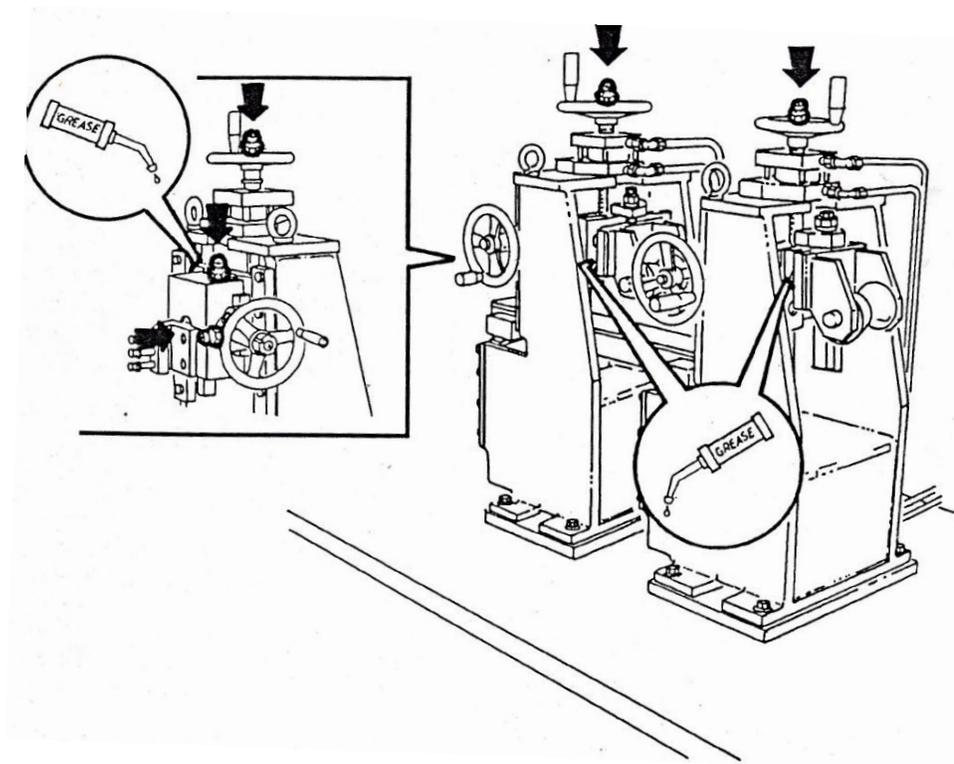
Es el órgano que remueve el cordón producido por la soldadura. Opera mediante herramienta moldeada en función del diámetro del tubo.

Para la disminución del desgaste en este tipo de mecanismo es necesario realizar a la maquinaria una lubricación constante, es importante efectuar una limpieza con aire comprimido de las guías y listones de regulación. Limpiar los tornillos de regulación y engrase de guías de regulación. Para lubricar utilizar la herramienta de lubricación en general.

Los puntos de lubricación se distribuyen uno en la parte superior exactamente por encima del volante superior, en la parte posterior de mecanismo se encuentra nuevamente otra grasea en la parte frontal de la corredera lateral y otro punto de lubricación en el volante lateral. El tipo de grasea en los tres puntos es de 1/8 de pulgada NPT rectas.

En la línea de molinos se encuentran dos de estos mecanismos, en ambos molinos tanto en el molino 483 como en el 604. En total son seis los puntos a lubricar en este tipo de mecanismo.

Figura 44. **Señalización de puntos de lubricación de bastidor descoronador**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.2.6. Lubricación de molinos calibrado y *sizing*

Es el sistema por el cual, mediante una serie de rodos calibrados a la medida requerida, el tubo adquiere el diámetro externo que se necesita según especificaciones.

- Bastidor soporte de tubo horizontal depósito de enfriamiento

Formado por una estructura móvil, por una estructura fija y por dos mandriles motorizados sostenidos por correderas. Este se encarga de formar el tubo, doblando la lámina por varios tramos a lo largo de la línea de calibrado y *sizing*.

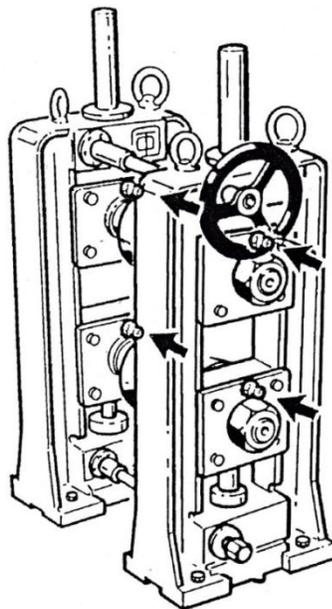
Para lubricar este tipo de mecanismo será necesario utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido o agua caliente en la estructura motorizada en la proximidad de la guía de desplazamiento de mandriles, en los tornillos de regulación de los activadores mecánicos, limpiar roscado y virolas de mandriles.

Las graseras o engrasadores se encuentran distribuidos en el costado, ubicados en la parte superior de las virolas; con número de grase de 1/8 de pulgada NPT curvas de 45 grados, el total de puntos son cuatro a lo largo de este mecanismo.

En el mandril se encuentra los otros puntos de lubricación, siendo estos de número de grase 1/8 de pulgada NPT curvos de 45 grados, ubicados en bridas cuadradas donde van colocados los ejes que sostienen los rodos formadores, el número total de graseras es de cuatro.

El número total de bastidores mecánicos en el molino 483 es de tres, y en el molino 604 son un total de cuatro torres, el total de puntos de lubricación para los bastidores motorizados son 18 en el molino 483 y 24 en el molino 604. Para lubricar cada uno de estos puntos realizar el procedimiento de lubricación en general.

Figura 45. **Bastidor soporte de tubo horizontal depósito de enfriamiento**



Fuente:Tubac, S.A.

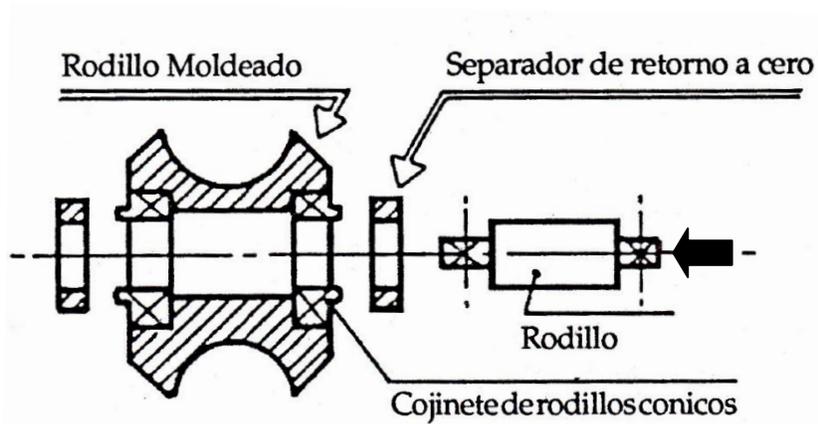
- Rodillos cabeza de turco

La sección de línea en la cual el tubo asume su forma definitiva (redonda, cuadrada, rectangular, etc.), está formada por las cabezas turcas.

Este mecanismo está compuesto por cuatro rodillos puestos arriba, abajo, lateral izquierdo y lateral derecho. Estos rodos de acero contiene su grasera en uno de sus laterales con tipo de grasera 1/8 de pulgadas NPT rectas, para

lubricar realizar los procedimientos de engrase en general. Tanto en el molino 483 y el molino 604, cuenta con tres mecanismos de rodillos de cabeza turca. El total de puntos de engrase en cada molino es de doce.

Figura 46. Punto de lubricación rodillos cabeza turca



Fuente: Tubac, S.A.

- Cabeza de turco

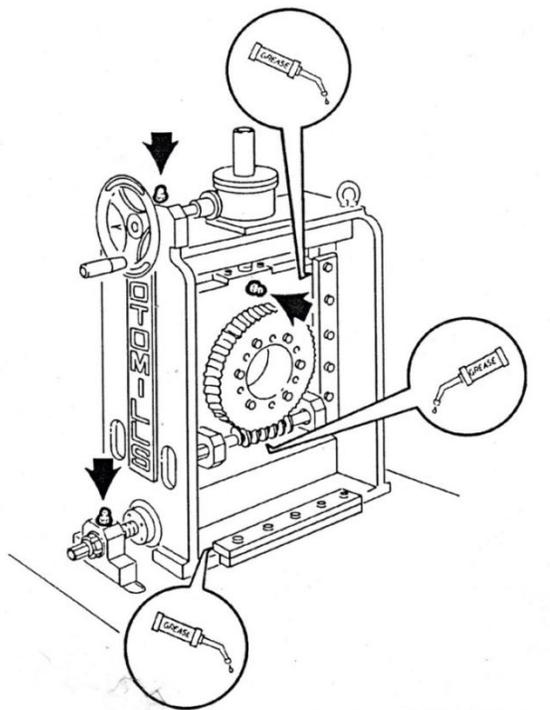
Es el encargado de soportar los rodillos de cabeza turca, la alineación de estos mecanismos las cabezas turcas en el molino, es muy importante en el molino, ya que, de la correcta posición de cabezas turcas depende que el tubo salga finalmente recto o torcido.

Para lubricar este tipo de mecanismo será necesario utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido o agua caliente en las guías y de los listones metálicos de desplazamiento. Efectuar periódicamente el engrase de guías y tornillos de regulación, cada vez que sustituyen los rodillos engrasar los cojinetes y controlar las condiciones de la máquina.

Las graseras o engrasadores se encuentran distribuidos en la base, donde se encuentra una chumacera con número de grasería 1/16 de pulgada NPT rectas. Otro punto se encuentra en la parte superior de la rueda dentada, en la parte frontal de la corredera; con número de grase de 1/8 de pulgada NPT rectas. La última grasería se encuentra en la parte superior cerca del volante de regulación de altura. El total de graserías a engrasar es de tres. Recordar engrasar el tornillo sinfín.

En ambos molinos, constan de tres mecanismos de cabeza turco por lo que será necesario engrasar un total de 9 puntos en ambos molinos. Realizar los procedimientos de engrase en general para una correcta lubricación.

Figura 47. **Puntos de lubricación cabeza de turco**



Fuente: Tubac, S.A.

- Lubricación en eje de transmisiones en la línea de los molinos 483 y 604

Las transmisiones son las encargadas de transferir la potencia desde los motores eléctricos a los rodos haciéndolos girar y así darle la forma deseada a los tubos.

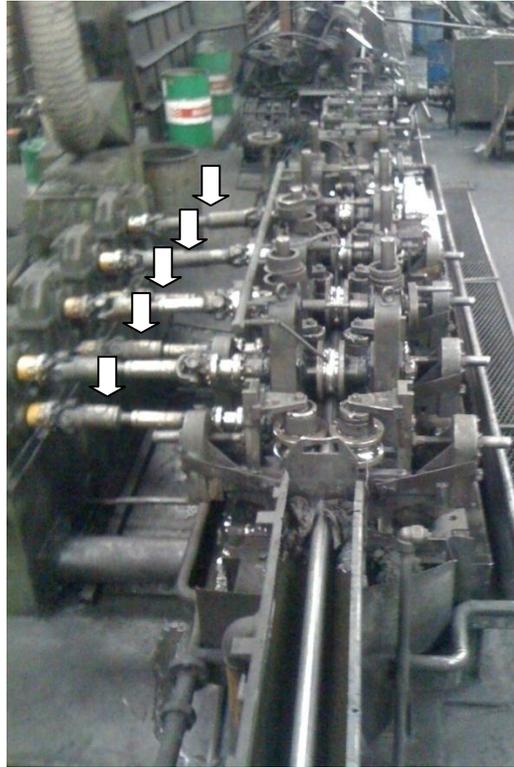
Para el engrase en esta parte utilizar la herramienta de lubricación en general, en el área de formado y acabado se encuentra distribuidas 9 transmisiones en el molino 483 y en el molino 604 se encuentra un número de 10 transmisiones, ambas con número de graseras 1/8 de pulgada NPT rectas en la parte central y en la una en las dos de sus cruces con número de 1/16 de pulgada NPT rectas.

Seguir con los procedimientos de engrase de eje de transmisiones para lograr un engrase perfecto.

El área de *sizing* y calibrado está constituido de el mismo tipo de graseras contando con un total de 8 en el molino 483 y en el molino 604 cuenta con las mismas 10, realizar los procedimientos de engrase en general.

El total de puntos de lubricación por parte de los ejes de transmisiones en ambos molinos es de 51 en el molino 483 y un total de 60 en el molino 604.

Figura 48. Señalización de ejes de transmisión



Fuente: Tubac, S.A.

- Lubricación en acoplamientos en la línea de los molinos 483 y 604

Para proceder engrasar utilizar la herramienta de lubricación en general, los acoplamientos se encuentran distribuidos a lo largo de los molinos en caja reductora-motor, la distribución de acoples en el molino 483 y 604 es de 10 en el área de formado y acabado, con una grasera en la parte superior de cada acople, el tipo de grasera es de 1/8 de pulgada NPT rectas. En el área de calibrado y *sizing* el número de acoples es reducido, con tres acoples con seis graseras cada uno, el tipo de grasera es de 1/8 de pulgada NPT codo de 45 grados.

Algunos de los acoples se encuentra protegidos por una rejilla, retirarla. Para lograr un engrase perfecto realice los procedimientos de lubricación general de acoplamientos.

Figura 49. **Puntos de lubricación en acoplamientos**



Fuente:IMG_1119Tubac, S.A.

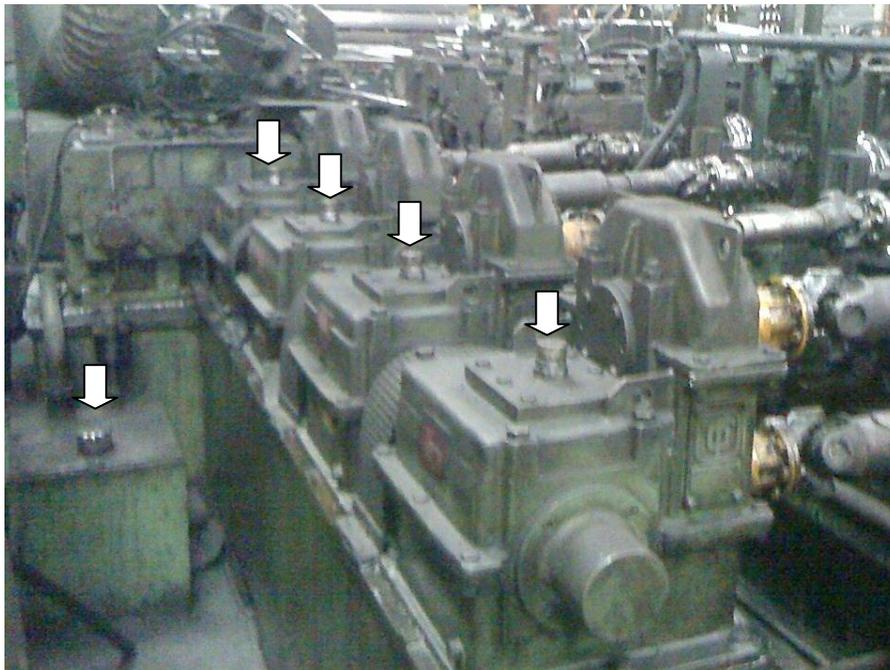
- Lubricación en caja reductora y centrales hidráulicas en los molinos 483 y 604

A lo largo del área de acabado y formado se encuentra un total de ocho cajas reductoras y una central hidráulica en el molino 483. En el molino 604 el total de cajas reductoras es de siete y dos centrales hidráulicas, revisar periódicamente el nivel de aceite en el visor, para que este se mantenga por encima del nivel mínimo.

En el área de acabado y *sizing* se encuentra distribuidas cinco cajas reductoras y una central hidráulica ubicada al final del molino 483. Mientas en el molino 604 se distribuyen, cuatro cajas reductoras y dos centrales hidráulicas, revisar periódicamente para mantener el nivel de aceite alto. Normalmente las centrales hidráulicas se encuentran en los cimientos.

El tipo de aceite que se tiene que debe de agregar a cada una de las centrales hidráulicas y cajas reductoras es el aceite Rando 46 o 48. Realizar los procedimientos de lubricación en cajas reductoras y centrales hidráulicas, para una correcta lubricación.

Figura 50. **Señalización de central hidráulica y cajas reductoras**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.3. Engrase de cortadora de tubos TCC 150

El sistema TCC 150 es la máquina cortadora volante de fresa veloz que puede cortar indistintamente tubos redondos y perfiles cuadrados, rectangulares o moldeados en otras formas. Está compuesta de una serie de partes mecánicas que se mencionan a continuación.

3.2.3.1. Acelerador

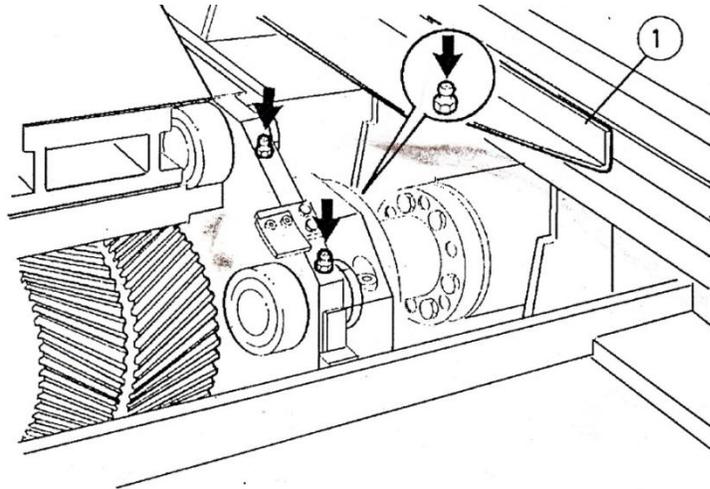
El acelerador cumple la función de accionar, sostener y guiar el carro. Para lubricar esta parte de la maquinaria utilizar la herramienta de lubricación en general.

Efectuar una limpieza general de la máquina para remover escorias y suciedad, especialmente en las mordazas en las pistas de deslizamiento del acelerador y en la zona de los piñones.

El total de puntos de lubricación es de tres, engrasar todos los puntos indicados con las flechas el tipo de graser es de 1/8 de pulgada NPT rectas. Realizar el procedimiento de lubricación en general para un adecuado engrase a lo largo de la máquina.

Este tipo de máquina se encuentra tanto en el molino 483 como el 604 con algunas diferencias de tamaño, que no afectan en nada los puntos de lubricación o engrase que se encuentra a lo largo de este tipo de mecanismo.

Figura 51. **Puntos de engrase acelerador**



Fuente: Tubac, S.A.

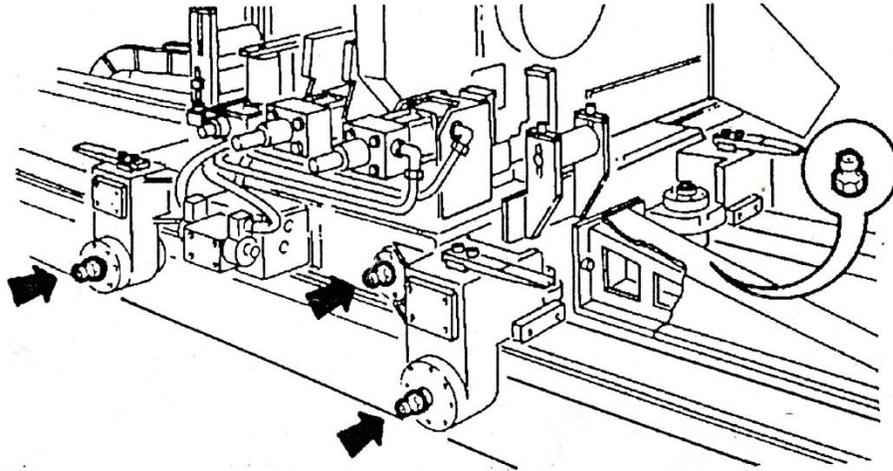
3.2.3.2. Lubricación carro

Está constituido por un bastidor acero, encargado de dar el movimiento longitudinal, por lo que esta constante contacto dentro de las guías generando un mayor desgaste, por fricción entre piezas.

Para lubricar esta parte de la máquina cortadora será necesario utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido o agua caliente en las guías.

Los puntos de lubricación se encuentran distribuidos en las siguientes áreas cuatro ruedas en la base, las cuatro ruedas se distribuyen en los laterales. En la rueda de soporte se ubica otra grasera, el tipo de estas graseras de 1/8 de pulgada NPT rectas. El total de puntos de lubricación es de tres, en ambos molinos.

Figura 52. **Puntos de lubricación carro**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.3.3. Lubricación cortadora hidráulica de fresa veloz y mordazas

Antes de efectuar el siguiente mantenimiento es obligatorio desactivar la centralita oleodinámica. La tronchadora hidráulica está unida al carro mediante soporte de subida-bajada; este soporte está unido en forma articulada al brazo de subida-bajada que, mediante cilindro hidráulico.

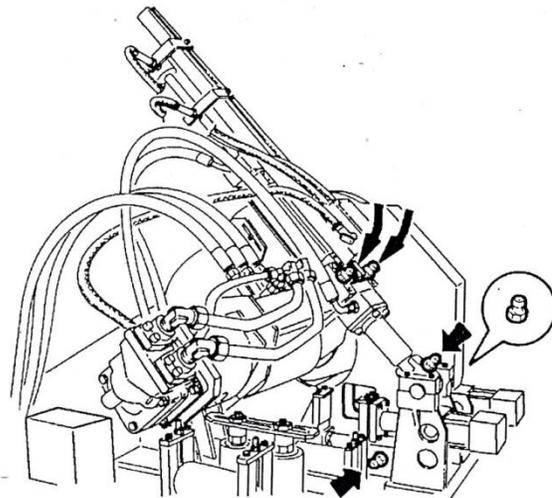
Para lubricar este tipo de mecanismo será necesario utilizar la herramienta de lubricación en general, es importante efectuar una limpieza cotidiana con aire comprimido o agua caliente en la estructura motorizada en la proximidad de la guía de desplazamiento de mandriles.

Las graseras o engrasadores se encuentran distribuidos en el cilindro oleo dinámico, dos se encuentra casi al final; con número de grase de 1/8 de

pulgada NPT rectas, los otros dos tres puntos de lubricación se encuentra en la dos en la base y uno al final sujetando el cilindro hidráulico. El total de graseras es de cinco en esta parte del mecanismo. Realizar el procedimiento de lubricación en general para un engrase perfecto en este tipo de máquina.

En el molino 483 y 604 se encuentran los mismos puntos con la diferencia del tamaño de la máquina ya que una es empleada para cortes con diámetros pequeños y la otra con diámetros más grandes.

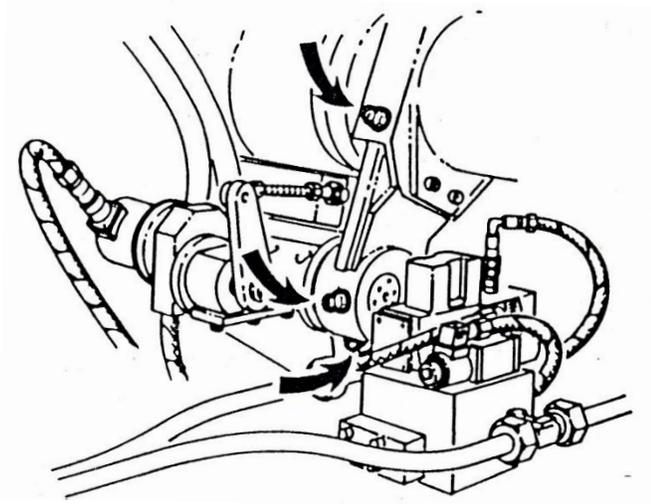
Figura 53. **Puntos de lubricación cortadora hidráulica de fresa veloz y mordazas**



Fuente:Tubac, S.A.

En la parte posterior de la tronchadora se ubican otras tres graseras de igual tamaño que las mencionadas anteriormente de 1/8 de pulgada NPT rectas. Realizar los procedimientos de lubricación en general a lo largo de los puntos señalizados por la flechas. Tanto en el molino 483 como el molino 604 los puntos de lubricación son los mismos.

Figura 54. **Señalización de graseras en latronchadora**

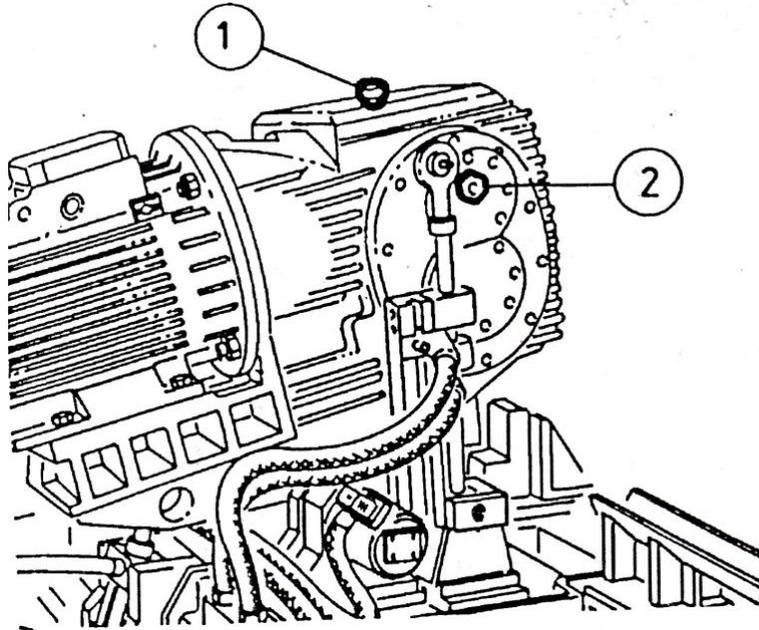


Fuente: Tubac, S.A.

3.2.3.4. Lubricación caja reductora fresa lenta

Revisar constantemente el nivel de aceite en la parte lateral, en la caja reductora fresa lenta, se encuentra el visor. Al momento de encontrarse en el nivel mínimo, en la parte superior se encuentra un tapón de suministro de aceite, agregar aceite 220 ó 150 según tabla, si es posible llegar al nivel máximo de aceite. Realizar este procedimiento en los dos molinos.

Figura 55. **Lubricación en caja reductora fresa lenta**

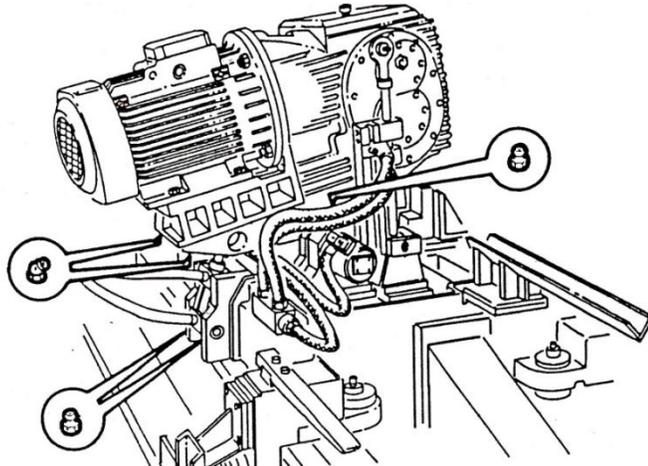


Fuente: Tubac, S.A.

La parte baja de la caja reductora se encuentran varios puntos ha lubricar, utilizar la herramienta en general para proceder a un engrase adecuado, señalizados se encuentras cinco de estas grasera, dos de estas de 1/8 de pulgada NPT curvos de 45 grados en la base del motor eléctrico, en la parte baja se encuentra otras dos de estas de 1/8 de pulgada NPT rectas y la última en uno de sus costados.

Realizar el procedimiento de lubricación en ambas partes de la máquina tanto en la línea de molino 483, como la del molino 604, el total de puntos de lubricación en ambos molinos es de cinco.

Figura 56. **Puntos de lubricación bajo la caja reductora fresa lenta**



Fuente: Tubac, S.A.

3.2.4. Lubricación banda transportadora

Consiste en una corre anchoa que se mueve sobre rodillos. La instalación puede ser simple, como el caso de una correa deslizándose sobre un plano horizontal o inclinado y dos rodillos finales o puede ser una instalación más compleja montada sobre rodillos con cojinetes de fricción.

Sirve para transportar la tubería desde la cortadora hasta la prueba hidrostática. En Tubac la banda transportadora está compuesta de una serie de rodillos de acero de tipo reloj de arena, sostenido por una serie de ejes.

Para lubricar este mecanismo se utilizará la herramienta de lubricación en general, en cada rodo se encuentra dos chumaceras sosteniendo cada uno de los ejes, ubicados en la parte baja de la mesa, para engrasar realice los procedimientos de lubricación en chumaceras, el número de graseras son de 1/16 de pulgada NPT rectas.

El total de rodos en el molino 483 es de 16, por lo que el total de puntos de lubricación o chumaceras es de 32 en total. Mientras en el molino 604 el total de rodos es de 29, por lo que el total de puntos de lubricación es de 58 a lo largo de este mecanismo.

Preferiblemente realice este procedimiento con la grasea automática. Revisar constantemente la central hidráulica para que se encuentre siempre en el nivel adecuado, realizar procedimiento de centrales hidráulicas.

Figura 57. **Señalización en uno de los puntos de engrase de la banda transportadora**



Fuente: IMG_1122Tubac, S.A.

3.2.5. Lubricación en prueba hidrostática molino 483

Esta es una prueba que se le hace al tubo para verificar si soporta la presión hidrostática según la norma que se esté trabajando. La máquina se encuentra al final de la banda transportadora, para un correcto engrase utilizar la herramienta de lubricación en general, la máquina está compuesta por cuatro cadenas que permiten el traslado de los tubos para hacia la prueba hidrostática.

Para el engrase de las cadenas únicamente es necesario limpiar y untar las cadenas con grasa tipo grafito, realizar este procedimiento uniforme a lo largo de las 4 cadenas.

Figura 58. Puntos de lubricación en cadenas de la prueba hidrostática

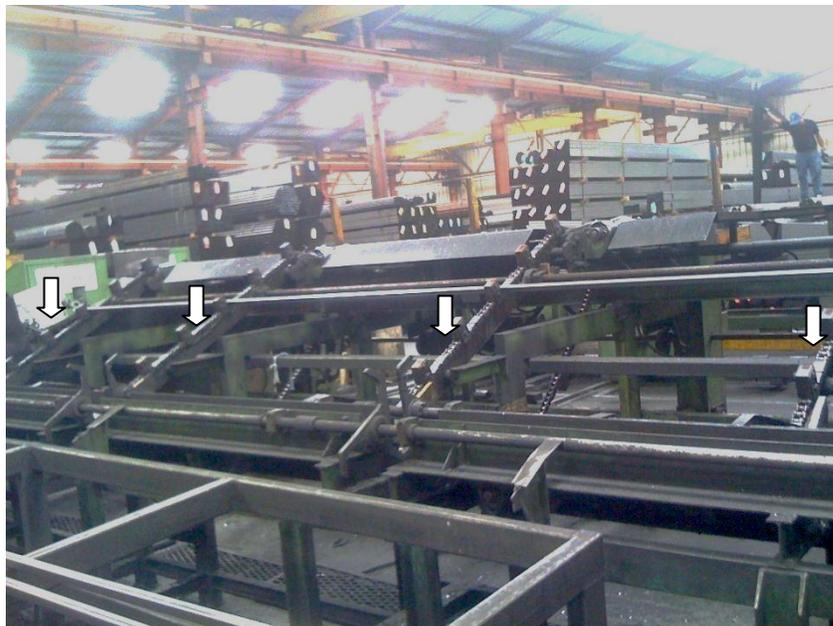


Figura: IMG_1128Tubac, S.A.

En la parte superior de la prueba hidrostática se encuentra ubicados 4 rodos a lo largo de la máquina; estos rodos se encuentra sujetos por chumaceras tipo puente, para realizar una engrase perfecto seguir con los procedimientos de chumaceras; el tipo de graseras que utilizan las chumaceras es de 1/16 de pulgada NPT rectas.

El total de puntos a lubricar a lo largo de la parte superior de la maquinaria es de 8.

Figura 59. **Puntos de lubricación en rodos de la prueba hidrostática**



Fuente: IMG_1129Tubac, S.A.

En la salida de la prueba se encuentran 3 ruedas pequeñas que permiten el desplazamiento de los tubos, al área de evacuación para luego ser almacenados en las diferentes bodegas. Al realizar el engrase se utiliza la herramienta de lubricación en general, los puntos de lubricación en estos rodos se encuentra en los costados, con tipo de grasea de 1/8 de pulgada NPT rectas.

En la parte baja de las ruedas se encuentra otros puntos de lubricación, con grasea de 1/8 de pulgada NPT rectas. Realice los procedimientos de lubricación en general para un adecuado engrase en esta ala de la máquina.

Figura 60. **Punto de lubricación a la salida de la prueba hidrostática**



Fuente: IMG_1132Tubac, S.A.

Para voltear los tubos se encuentra un mecanismo giratorio el cual consta de 4 aletas que son accionados neumáticamente, estos se ubican al final de la prueba hidrostática.

Para lubricar utilice la herramienta de engrase en general, la grasera se encuentra ubicada en la parte central de la aleta, con número de grasera 1/8 de pulgada NPT recta, el total de graseras que se debe de lubricar es de 4, Para lograr un engrase perfecto siga los procedimientos de engrase en general.

Figura 61. **Puntos de lubricación aleta al final de la prueba hidrostática**



Fuente: IMG_1134Tubac, S.A.

En la base de la prueba hidrostática consta de un eje, este está sujeta por una serie de chumaceras tipo brida, estas se encuentran ubicadas 2 en cada soporte, el total de soportes que existen en la maquinaria es de 4, la grasera se encuentran al final de cada soporte, ubicadas en la parte superior de las chumaceras tipo brida, estas se encuentra en los laterales del soporte.

Para engrasar utilizar la herramienta de lubricación en general, el tipo de graseras que se encuentra en esta área es de 1/8 de pulgada NPT recta, el total de puntos de lubricación es de 6. Para realizar un correcto engrase realizar los procedimientos de lubricación en general.

Revisar periódicamente los niveles de aceite en el área de alta presión y cabezales, para que estos permanezcan los niveles de aceite por encima del nivel mínimo, el total de centrales hidráulicas es de 3.

3.2.6. Lubricación en prueba hidrostática molino 604

Esta es una prueba que se le hace al tubo para verificar si soporta la presión hidrostática según la norma que se esté trabajando.

En la parte superior de la prueba hidrostática en la línea 604, se encuentra ubicados 5 rodos a lo largo de la máquina, los rodillos de alineación se encuentran situados inmediatamente después de la mesa de entrada, y cubre justamente las primeras 6 posiciones de la cadena, de manera de alinear los tubos; estos rodos se encuentra sujetos por chumaceras tipo puente, para realizar una engrase perfecto seguir con los procedimientos de chumaceras; el tipo de graseras es de 1/16 de pulgada NPT rectas. El total de puntos de lubricación en esta área es de 10.

En los laterales de la prueba hidrostática se encuentran dos bases de hierro encargadas de dar soporte a los tubos cuando se aplica la presión de agua, para lubricar utilizar la herramienta de lubricación en general, los puntos de lubricación se encuentran distribuidas 8 graseras a los costados, el tipo de graseras es de 1/8 de pulgada NPT rectas. Para aplicar un engrase perfecto seguir los procedimientos de engrase en general, el total de puntos de

lubricación en cada soporte es de 16, lo que nos da un total de 32 graseras a lo largo de esta máquina.

Figura 62. **Puntos de lubricación en prueba hidrostática línea 604**



Fuente: IMG_1143 Tubac, S.A.

4. FASE DE DOCENCIA

Esta fase conlleva a la capacitación y orientación del personal operativo en los procesos de producción de tubería, aumentando su capacidad y competencias en cada una de sus líneas de trabajo. Es importante la capacitación del personal operativo para aplicación de grasas y aceites lubricantes, así como una adecuada limpieza en cada línea de producción. Para obtener los beneficios de un adecuado mantenimiento.

4.1. Capacitación al personal

La capacitación fue en forma verbal y a través de documentos informativos, sobre la importancia de lubricación, así como de limpieza y seguridad industrial. Dentro la correspondiente a seguridad industrial se resaltaron los puntos de equipo de protección personal como lo son: zapato punta de acero, protectores auditivos, casco, lentes y en casos especiales utilización de mascarilla. Al personal se le proporciona un trifoliar, indicando mejoras en los procesos de producción, limpieza dentro de la planta y utilizar siempre el equipo de protección personal.

4.2. Importancia de lubricación para disminución del desgaste

En el proyecto se indican los tipos de aceites y/o lubricantes que se deben de utilizar en cada máquina para que los mantenimientos, específicamente la lubricación sea bien ejecutada por el personal operativo. Ya que la lubricación constituye una función importante dentro del mantenimiento que soporta el proceso productivo. Prácticamente todos los componentes mecánicos de

máquinas que están en movimiento ruedan o deslizan sobre otras superficies. Si estas superficies no están adecuadamente lubricadas pueden desgastarse con rapidez y consumir una gran cantidad de energía para el movimiento.

Se deben de realizar charlas, al personal para que se mantenga actualizados los procedimientos de lubricación, al igual que crear conciencia sobre los recursos naturales, empezando con un buen mantenimiento para que verifiquen los óptimos funcionamientos de la maquinaria y la existencia de fugas para ser controladas lo más rápido posible.

Tabla I. **Lubricantes para maquinaria**

APLICACIÓN	LUBRICANTE	FABRICANTE
Pétalos de mandril de desbobinador	Grasa Starplex	Texaco
Camisa y eje del mandril	Grasa Starplex	Texaco
Cadena de transmisión	Aceite ICO M.	Tritech
Cojinete del mandril	Grasa Triple 7 (777)	Tritech
Lubricación motor reductores	Aceite Omala 220	Shell
Lubricación de Deslizamiento	Aceite SAE 30	Shell
Lubricación de ejes de plataforma carro transportador	Grasa Starplex	Texaco
Chumaceras	Grasa Starplex	Texaco
Cremallera del rodillo de apriete	Grasa 936	Tritech
Guías de guillotina	Aceite SAE 30	Tritech
Tornillos sin fin y coronas	Aceite SAE 31	Tritech
Transmisiones	Grasa Starplex	Texaco
Enrollador de Orillas	Grasa 936	Tritech
Cremallera y rueda dentadas	Grasa 936	Tritech

Fuente: <http://bdigital.uao.edu.co>. Consulta: 8 de octubre de 2012.

Algunos de las grasas o aceites, no se encuentra por lo que pueden ser reemplazados con los mencionados en el capítulo 3, como lo son las grasas y aceites en cada una de las líneas de producción de aceite.

4.3. Mejoras al plan de mantenimiento

Las mejoras se realizaran utilizando el programa de mantenimiento ya existente, con la diferencia que serán aplicados al control de lubricación, para realizar este mantenimiento de forma constante.

Tabla II. **Mejoras al control de lubricación en las líneas de producción**

Área	Línea	Equipo	Infraestructura	Mensualmente	
				1er. Mes	2do. Mes
<u>Molinos</u>	604	Aspa	OTO AD - 2565		
	604	Empalmadora	OTO GG - 254		
	604	Soldadora	SAF-MIG 400 -DBL		
	604	Floop	OTO FR 42 L		
	604	Formado	OTO 604		
	604	Soldadura Alta Frecuencia	EMMEDI KW 350		
	604	Cortadora	TCC- 150		
	604	Eddie Check	LAB - 2		
	604	Mesa de Evacuación	OTO 8707301		
	604	Enderezadora			
<u>Molinos</u>	483	Aspa	OTO AD - 253		
	483	Empalmadora	OTO GG - 253		
	483	Soldadora	SAF-TIG 360		
	483	Floop	OTO FR 22 L		
	483	Formado	OTO 483		
	483	Soldadora Alta frecuencia	EMMEDI KW 250		

Continuación de la tabla II.

	483	Eddie Check	LAB-2				
	483	Cortadora	TCC-160				
	483	Mesa de Evacuación	OTO8707302				
	483	Empaquetadora Mair Reserch	SQ-HEX90/D/4F				
Molinos	Roladora	Aspa ALTOF	9900241				
	Roladora	Formado	TECNOMECANICA				
Área	Línea	Equipo	Infraestructura	Mensualmente			
				1er.Mes	2do.Mes		
	Roladora	Reductores	50-73500C-F				
	Roladora	Cortadora	TECNOMECANICA				
Corte	Slitter3	Desbobinador	Modelo8711-a				
	Slitter3	Cortadora	Modelo8617-a				
	Slitter3	Rebobinador	Modelo8718-a				
	Slitter3	CentralHydrau.	Modelo8708-h				
Corte	Slitter2	Desbobinador	ModeloUN-6,201-1				
	Slitter2	Cortadora	ModeloB-2683				
	Slitter2	Rebobinador	TCC-150				
	Slitter2	Central Hydrau.	Modelo50-623-59				
Pruebas	Prueba H.	Cabezal Izq.					
	Prueba H.	Cabezal der.					
	Prueba H.	Baja presión					
	Prueba H.	Alta presión					
Corte	Slitter4	Desbobinador					
	Slitter4	Cortadora					
	Slitter4	Rebobinador					
	Slitter4	Centraleshidráulicas					

Fuente: Tubac, S.A.

La tabla creada a partir del mantenimiento semestral, para ser aplicada en el control de la limpieza y aplicación de grasas y aceites lubricantes en las diferentes líneas de producción de tubería en la planta negra.

Marcar las casillas al momento de inspeccionar el área, si la máquina se encuentra según las indicaciones de lo contrario, ponerse en contacto con el jefe de producción. Realizarlo a lo largo del todo el año, las inspecciones deben de realizarse dos veces al mes, según lo que se tiene estipulado.

4.4. Conciencia ambiental al personal

Concientizar al personal para tirar los desechos generados por sus líneas de trabajo, en contenedores identificados a lo largo de la planta, esto con el fin de reciclar y ser amigables con el medio ambiente. Reflejando así una buena imagen de la planta.

CONCLUSIONES

1. Realizando un correcto programa de mantenimiento preventivo, y aplicando los aceites y grasas a la maquinaria, se reduce considerablemente el desgaste y las fallas, por lo que la maquinaria permanecerá funcionando de manera óptima.
2. Aplicando correctamente lubricación en la maquinaria se logra la disminución de la fricción, logrando que la máquina se mantenga refrigerada y facilita la evacuación de impurezas.
3. Al existir menos desgaste y fallas en las líneas de producción se reduce el coste, en paros innecesarios por mantenimientos correctivos por encontrarse la máquina seca.
4. El plan de lubricación es creado para que sea entendido por todo el personal de Tubac, estando representado por fotografías para una mayor comprensión al momento de realizar las actividades de lubricación.
5. Para un menor consumo de energía eléctrica en los motores del área de torre de enfriamiento, aplicar nuevas tecnologías, reemplazando los motores eléctricos por nuevos. Y concientizando al personal para utilizarlos de forma adecuada.

RECOMENDACIONES

1. Ejecutar el procedimiento de lubricación según lo estipulado, y verificar que realmente se esté realizando estos procedimientos en las líneas de producción de tubería, dirigido a Gerencia de Producción, para llevar un correcto engrase a todas las líneas de producción.
2. Crear estos mismo procedimiento a las demás maquinarias que se encuentran como lo es a la niveladora, biseladora, roscadora y otras maquinarias que se encuentran dentro de la planta, enfocado a Gerencia de Mantenimiento, para que toda la maquinaria de la planta obtenga los beneficios de una buena lubricación.
3. A Gerencia General, mantener siempre la herramienta que se sugiere para los procedimientos de lubricación, ya que actualmente cuentan con pocas unidades, por lo que se satisface realizar los mantenimientos de lubricación en cada una de las líneas de producción.
4. Capacitar al personal operativo de los roles que tiene que llevar a cabo para realizar la correcta lubricación, al igual que concientizar al personal sobre el ahorro energético. Las capacitaciones deben de ser constante y precisa en su área de trabajo, dirigido a Gerencia General, para lograr que el personal se mantenga informado sobre las políticas ambientales.

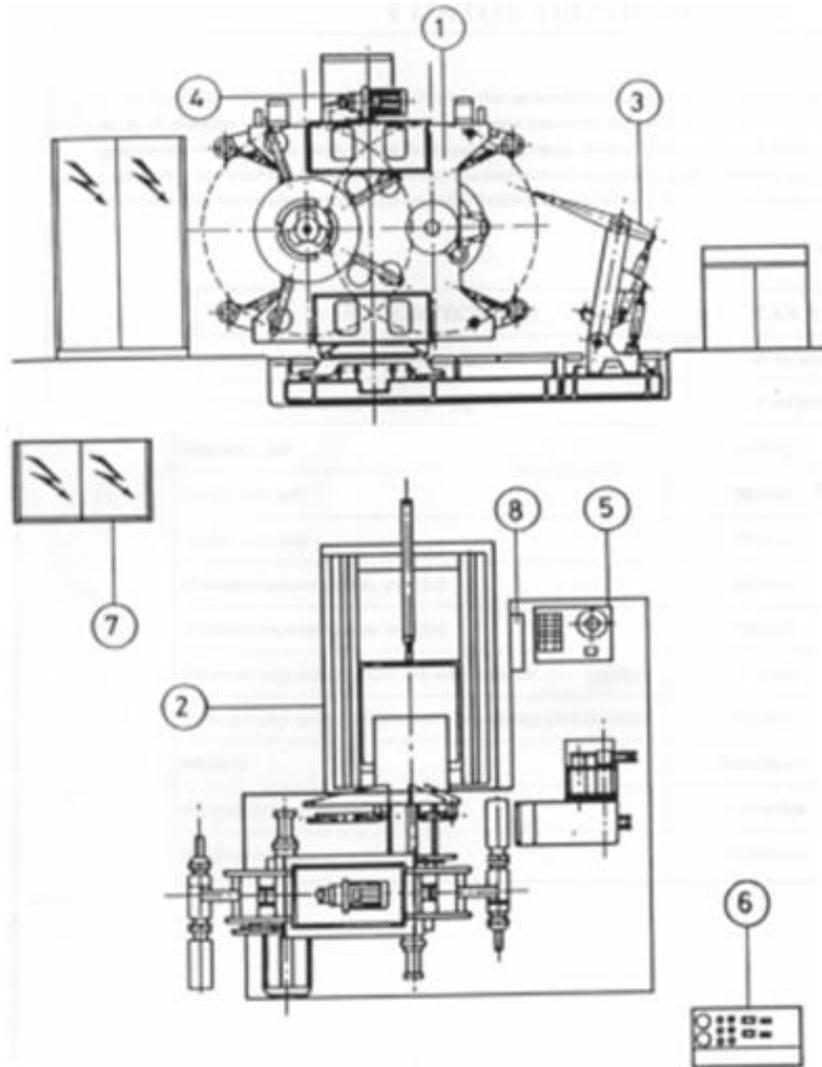
BIBLIOGRAFÍA

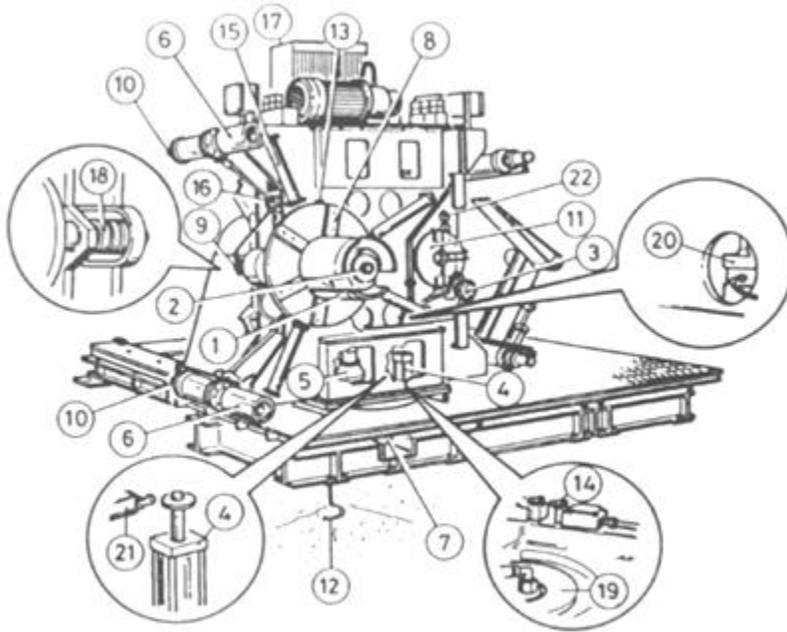
1. Audi Urban Future Initiative para. *Conocimientos básicos del automóvil*. [en línea]. Venezuela, 2011- <<http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-31.html>>. [Consulta: 07 de octubre de 2012].
2. DELGADO PÉREZ, Mynor Aníbal. Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para equipo industrial utilizado en la fabricación de tubería de Acero, en Planta TUBAC, S.A. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 102 p.
3. LINARES, Omar. *Generalidades de la Tribología: fundamentos de lubricación, fricción y el desgaste*. [en línea]. Bolivia [Santa Cruz], 2005- <<http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/histrib.pdf>>. [Consulta: 04 de octubre de 2012].
4. Lubokcs, S.H. *Grasas lubricantes industriales*. [en línea]. Argentina, 2010- <<http://www.luboks.com.ar/grasas.htm>>. [Consulta: 09 de octubre de 2012].
5. SANCHEZ MARIN, Francisco. *Mantenimiento mecánico de máquinas*. [en línea]. 2006, Colección no. 25 p. 55-63. <http://books.google.com.gt/books?id=4oZdks_uORsC&printsec=frontcover&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. [Consulta: 27 de septiembre de 2012].

6. WILLIAMS, D.; GRACEY, A. *Mantenimiento y funcionamiento de silos*. [en línea]. Roma, FAO 2006. No. 113. <<http://www.ebookdb.org/reading/GEG87EG36A46G02337157F69/Mantenimiento-Y-Funcionamiento-De-Silos>>. [Consulta: 02 de junio de 2012].

APÉNDICES

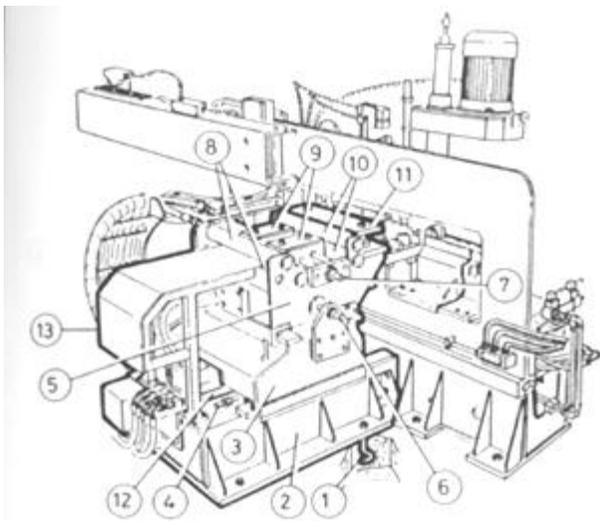
Aspa





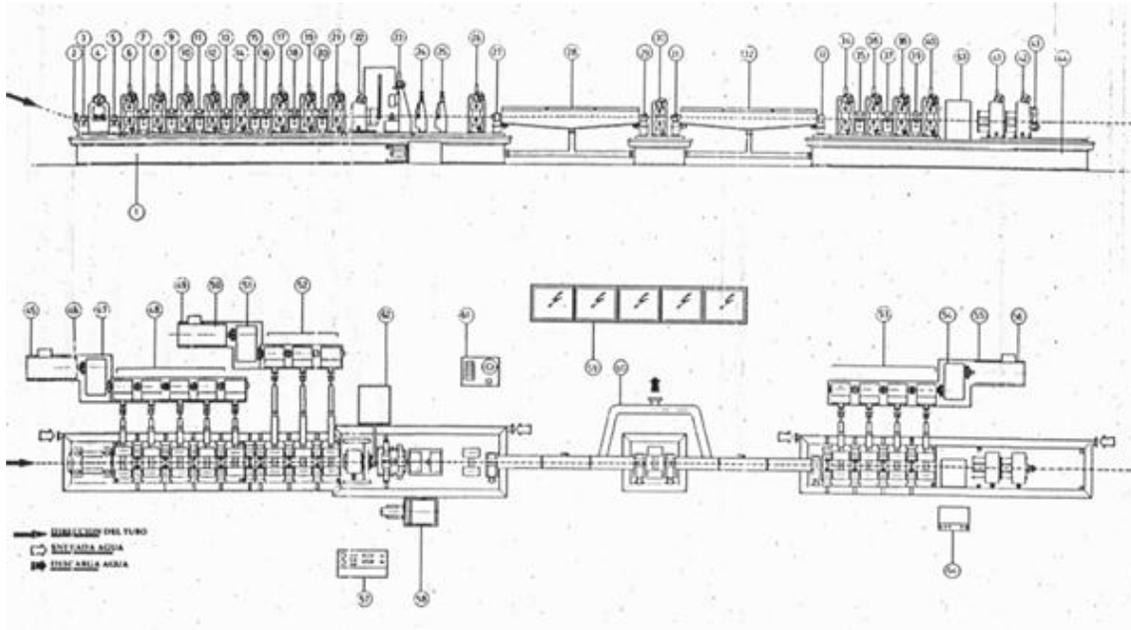
DEVANADERA DESEENROLLADORA

Empalmadora



MORDAZA MOVIL

Formado y Acabado



Cortadora

