



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

**ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL
DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA
INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO**

José Francisco Cuyán Culajay

Asesorado por el Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma

Guatemala, julio de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL
DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA
INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ FRANCISCO CUYÁN CULAJAY
ASESORADO POR EL ING. CARLOS ANÍBAL CHICOJAY COLOMA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, JULIO 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	Ing. 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. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Ramírez Ortiz
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:

ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO

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


José Francisco Cuyán Culajay



Guatemala, 20 de mayo de 2013
REF.EPS.DOC.578.05.13.

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.

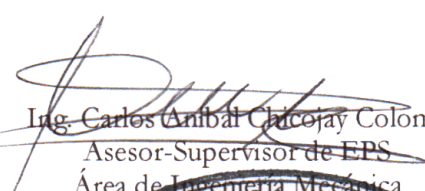
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **José Francisco Cuyán Culajay** de la Carrera de Ingeniería Mecánica, con carné No. 200715220, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO”**.

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 Chicojay Coloma
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica



c.c. Archivo
CACC/ra



Guatemala, 20 de mayo de 2013
REF.EPS.D.383.05.13

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

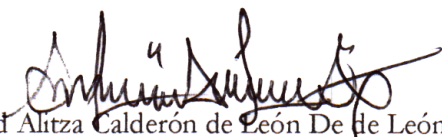
Estimado Ingeniero Campos Paiz:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **José Francisco Cuyán Culajay** 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 Alitza Calderón de León De 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, **ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO** del estudiante **José Francisco Cuyán Culajay**, procede a la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR



Guatemala, mayo de 2013

JCCP/behdei

Universidad de San Carlos
de Guatemala

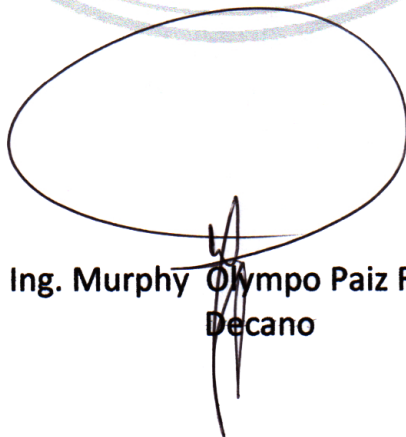


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 503 .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, al Trabajo de Graduación titulado: **ACTUALIZACIÓN DE LOS PERFILES DE OPERACIÓN, FUNCIONAMIENTO TÉCNICO E HISTORIAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN EN LA PLANTA INTUPERSA, PARA APOYO EN LA PROGRAMACIÓN DE SU MANTENIMIENTO,** presentado por el estudiante universitario: **José Francisco Cuyán Culajay,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 16 de julio de 2013

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por acompañarme en todo momento a lo largo de mi vida personal y profesional, enseñándome siempre el mejor camino para superar las adversidades.
- Mis padres** Pablo Cuyán y María Anita Culajay, sepan que este logro no es mío es suyo, es un premio a todos los esfuerzos y sacrificios que ustedes realizaron para que yo estudiara y pudiese llegar hasta donde estoy en este momento.
- Mis hermanos** Ana Lucia, Luis Fernando y Bayron Armando Cuyán Culajay, nunca olvidaré que cuando necesité de su apoyo siempre me lo dieron, algunas veces de mala gana pero nunca me abandonaron.
- Mis amigos** A todos mis amigos que siempre estuvieron en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por permitir formarme como profesional en el área de ingeniería, con sólidos conocimientos y principios morales.

**Industria de Tubos y
Perfiles S.A.**

Por haber permitido realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado en sus instalaciones, brindándome todas las herramientas e información necesaria sin recelo alguno.

**Departamento de
Ingeniería de Intupersa**

Especialmente al Ing. Carlos Steiger V. y el Ing. Oscar Morales C., por haber confiado en mí, brindarme todo su apoyo y abrir la primera puerta en mi desarrollo profesional. Esa escuela nunca se olvida. ¡Gracias por todo!

**Taller Eléctrico y
Mecánico de Intupersa**

A Jorge Cosigua, Carlos Arriola, José Morales, Erik Ortiz, Billy Solís y Octavio López por haber compartido sus conocimientos y permitirme ser parte de su equipo de trabajo en el mantenimiento de los equipos.

Pueblo de Guatemala

Sus impuestos permitieron que recibiera una educación de calidad a bajo costo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación de la empresa	1
1.1.2. Misión de la empresa.....	2
1.1.3. Visión de la empresa	2
1.1.4. Valores de la empresa	2
1.2. Organigrama de área de mantenimiento	3
1.3. Descripción del problema	4
2. FASE DE INVESTIGACIÓN	7
2.1. Descripción del proceso de producción	7
2.1.1. Corte de bobinas	7
2.1.1.1. Colocado de bobinas	7
2.1.1.2. Desembobinador	8
2.1.1.3. Prealineadores de corte.....	8
2.1.1.4. Corte de lámina	9
2.1.1.5. Postalineadores de tiras cortadas.....	9
2.1.1.6. Enrollador de tiras.....	10

2.1.2.	Creación de tubería	10
2.1.2.1.	Alimentación de la materia prima (lámina)	11
2.1.2.2.	Codificación de la tubería	13
2.1.2.3.	Proceso de formación	14
2.1.2.4.	Soldadura	16
2.1.2.5.	Proceso de rectificación	17
2.1.2.6.	Corte de tubos.....	18
2.1.3.	Creación de costanera	20
2.1.3.1.	Desembobinador de tiras	20
2.1.3.2.	Área de formación	21
2.1.3.3.	Guillotina	21
2.2.	Utilización del agua en el proceso de enfriamiento del formado y rectificado de los productos de la planta	22
2.2.1.	Forma de recuperación y recirculación del agua	22
2.2.1.1.	Línea American y Yoder 20	23
2.2.1.2.	Línea Yoder 35-1, Yoder 35-2 y costanera.....	23
2.2.2.	Análisis del problema	23
2.2.3.	Puntos de mejora para el uso eficiente del agua.....	24
2.2.4.	Utilización de lubricantes industriales solubles en agua	25
2.2.4.1.	Lubricante soluble Dromus B	26
2.2.5.	Medidas de precaución por contaminación ambiental de lubricantes industriales.....	26
2.2.5.1.	Utilización de lubricante industrial soluble Fluid 408 (biodegradable)	26
2.2.6.	Tratamiento final de agua desechada en la planta	27
2.2.6.1.	Ciclo de uso del agua en la planta	27

	2.2.6.2.	Agua desechada al ambiente	28
3.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL		31
	3.1.	Características técnicas de la maquinaria involucrada en el proceso de producción	31
	3.1.1.	Equipos mecánicos.....	31
	3.1.2.	Sistemas hidráulicos	31
	3.1.2.1.	Sistemas neumáticos.....	33
	3.1.2.2.	Sistema de enfriamiento	36
	3.1.2.3.	Cajas reductoras.....	42
	3.1.2.4.	Cajas de velocidades.....	43
	3.1.2.5.	Diferenciales (catarinas)	44
	3.1.2.6.	Cilindros hidráulicos y neumáticos.....	45
	3.1.2.7.	Ejes de transmisión	45
	3.1.3.	Equipos eléctricos.....	46
	3.1.3.1.	Soldadoras de inducción de alta frecuencia	46
	3.1.3.2.	Soldadura por anillo de cobre	48
	3.1.3.3.	Electroválvulas.....	49
	3.1.3.4.	Motores eléctricos.....	50
	3.1.3.5.	Variadores de frecuencia	52
	3.1.3.6.	Interruptores de límite (micros de emergencia).....	53
	3.1.3.7.	Contactores	53
	3.1.3.8.	Contactores termoeléctrico (guardamotores)	53
	3.2.	Codificación del área cubierta por mantenimiento	54
	3.2.1.	Clasificación de las zonas de la planta cubiertas por mantenimiento	56

3.2.1.1.	Zona de formado de costanera	56
3.2.1.2.	Zona de formado de tubería	56
3.2.1.3.	Zona de corte de lámina	56
3.2.1.4.	Zona de galvanizado	56
3.2.1.5.	Zona de roscado de tubería	57
3.2.1.6.	Zona de calderas.....	57
3.2.1.7.	Zona de compresores y torre de enfriamiento.....	57
3.2.2.	Zona de transporte de producto y materia prima.....	59
3.2.3.	Cobertura de actividades de los talleres en la planta.....	62
3.2.3.1.	Taller mecánico	62
3.2.3.2.	Taller eléctrico	62
3.2.3.3.	Taller de tornos	62
3.2.3.4.	Taller de herrería	63
3.3.	Clasificación del tipo de maquinaria y equipos de las líneas de producción.....	63
3.4.	Sistemas de lubricación en la maquinaria	69
3.4.1.	Herramientas de lubricación	69
3.5.	Detalles de arranques paros y cambios de presentación.....	72
3.5.1.	Arranques de la maquinaria (inicio de turno laboral) .	72
3.5.2.	Paros de la maquinaria (fin de turno laboral).....	73
3.5.3.	Cambios de presentación de producto	74
3.5.3.1.	Tiempo	75
3.5.3.2.	Rodos formadores	75
3.5.3.3.	Desmontaje de rodos	77
3.5.3.4.	Cambio de cabezas turcas y rodos alineadores.....	77
3.5.3.5.	Alineación de rodos	77

3.5.3.6.	Máquinas de corte de producto	78
3.5.3.7.	Parámetros eléctricos de los equipos ..	78
3.5.3.8.	Apoyo del Departamento de Mantenimiento	79
3.5.3.9.	Pruebas de funcionamiento	79
3.5.3.10.	Control de calidad.....	80
3.6.	Detalles de fallas comunes cubiertas	80
3.6.1.	Fallas eléctricas	80
3.6.2.	Fallas mecánicas	83
3.7.	Creación de formatos de mantenimiento preventivo.....	86
3.7.1.	Identificación de equipos para la creación de formatos de mantenimiento	86
3.7.2.	Clasificación de equipos para la creación de formato de mantenimiento	87
3.7.3.	Clasificación del tipo de formato de mantenimiento que tendrá los equipos seleccionados.....	89
4.	FASE DE DOCENCIA	99
4.1.	Planificación de los mantenimientos preventivos	99
4.2.	Importancia de los historiales de mantenimiento correctivos...	101
4.3.	Importancia de la recolección de datos de los proyectos realizados	103
4.4.	Definición de mantenimiento autónomo.....	104
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES.....	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del área de mantenimiento Intupersa	3
2.	Desembobinador	8
3.	Corte de lámina	9
4.	Enrollador de tiras	10
5.	Reguilete	12
6.	<i>Winch</i> y carro halador de tiras.....	13
7.	Molinos de formación, American	15
8.	Molinos de formación, Yoder 35-2	16
9.	Etapa de rectificación	17
10.	Carro cortador de tubería	19
11.	Desembobinador de tiras	20
12.	Molinos de formación máquina costanera.....	21
13.	Guillotina de máquina costanera.....	22
14.	Distribución de agua a Yoder 35-2 y Yoder 20.....	38
15.	Distribución de agua a American y Yoder 35-1	39
16.	Distribución de agua a compresores	40
17.	Electrodo de soldadura de máquina American.....	49
18.	Plano del área productiva de la planta (todo en metros).....	55
19.	Zonas de la planta.....	58
20.	Plano de localización de puentes grúa en la planta	61
21.	Rodo de formación	76
22.	Esquema de rodos de formación y rectificación	76
23.	Formato de mantenimiento preventivo mecánico de compresor	91

24.	Formato de mantenimiento preventivo mecánico de puentes grúa.....	92
25.	Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de puentes grúa.....	93
26.	Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de equipos de soldadura de alta frecuencia ThermoTool.....	94
27.	Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de rodo de soldadura de máquina American	95
28.	Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de motores de formación y rectificación de las líneas de producción	96
29.	Formato de mantenimiento preventivo mecánico-eléctrico de la máquina de pruebas hidrostáticas	97
30.	Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de los variadores de frecuencia	98
31.	Formato de planificación de mantenimientos preventivos mecánico y/o eléctricos a equipos de la planta	100
32.	Formato de historial de mantenimientos correctivos mecánicos y/o eléctricos a equipos de la planta.....	102

TABLAS

I.	Límites de los parámetros de descarga de aguas residuales.....	29
II.	Lubricación en las líneas de producción.....	71
III.	Creación de formato de mantenimiento según evaluación de equipo.....	88
IV.	Equipos no tomados en cuenta para la realización de formato de mantenimiento	89
V.	Tipo de formato de mantenimiento para equipos seleccionados.....	90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
hp	Caballo de fuerza, unidad de medida de la potencia de los motores.
ph	Concentración de iones de hidronio, unidad de medida de acidez o alcalinidad de una disolución.
plc	Control lógico programable, son unidades electrónicas de control de procesos.
ac	Corriente alterna
dc	Corriente directa
fdm	Formato de mantenimiento
khz	Mil ciclos por segundo, unidad de medida de la frecuencia.
mm	Milímetros
ppm	Partes por millón, unidad de medida con la que se evalúa la concentración.

cfm	Pies cúbicos por minuto, es la capacidad de flujo de aire que tiene un compresor.
vac	Voltaje de corriente alterna
vcd	Voltaje de corriente directa

GLOSARIO

Aceite soluble	Aceites especialmente formulados para soportar mezclas con agua sin perder sus características lubricantes.
Bobinas de lámina	Rollos de lámina utilizada para la producción de tubería y costanera, pueden ser del tipo rolado en frío o rolado en caliente.
Buriles	Barra de acero templado, utilizado para desbastar el exceso del cordón de soldadura de los tubos.
Cable de alma de acero	Cable mecánico formado por un conjunto de alambres de acero enrollados helicoidalmente alrededor de un núcleo o alma de acero.
Cédula	Es la relación entre el espesor de la lámina que forma un tubo de acero y su diámetro. Indicando la presión y esfuerzo que soporta la tubería.
Corriente inducida	Es la corriente que se produce por la variación de corriente en un circuito primario.
Desembobinador	Elemento electro-mecánico encargado de hacer rotar un rollo o una bobina de lámina, para ser desenrollada.

EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala
<i>Encoder</i>	Es un transductor rotativo que transforma un movimiento angular en una serie de pulsos digitales.
Factor de potencia	Índice que indica el porcentaje de energía consumida que es convertida en trabajo mecánico.
Gusanos de galvanizado	Pieza de acero en forma de tornillo sin fin, encargado de sumergir el tubo en la paila de galvanizado.
Molinos	Se le llama a todos los elementos mecánicos que tienen las líneas de producción. En ellas van montados los rodos de formación.
Paila de galvanizado	Recipiente de acero donde se colocan en su interior las planchas de zinc para ser fundidas y recubrir los tubos.
Pasteca	Son los ganchos que utilizan los polipastos para acoplar los balancines o eslingas y levantar la carga.
Rebaba	Son todos los residuos de lámina que queda del proceso de corte de las bobinas de lámina.

Solvente dieléctrico

Para realizar limpieza y desengrase en sistemas y equipos eléctricos. Son no conductivos de secado rápido, sin causar humedad.

Tacómetro

Dispositivo que mide la velocidad de giro de un eje.

RESUMEN

En la actualidad las industrias están invirtiendo en las nuevas tecnologías para la automatización de sus procesos lo que les permite ser competitivas en el mercado nacional. Por este motivo en Intupersa se hace necesario implementar herramientas de control tecnológicas que ayuden a optimizar los procesos de producción. Para llevar acabo esto es necesario contar con un registro preciso de la maquinaria y equipos auxiliares que integran las líneas de producción, esto fue la base que llevo a realizar este proyecto.

Como primer paso fue necesario conocer a fondo el proceso de producción desde el punto de vista técnico, siendo incluidos los datos de los equipos y el funcionamiento mecánico-eléctrico de cada uno de ellos, con esto se conseguiría la base para una futura automatización del proceso. Fue necesario detallar de igual manera la forma como los equipos auxiliares apoyaban la producción de la planta, tales como: compresores de aire, torre de enfriamiento, generadores y calderas.

Como segundo paso y con mayor énfasis se procedió a apoyar al Departamento de Mantenimiento de la planta, donde era necesario un pequeño cambio en las funciones que se desempeñaban, ya que al ser introducidas nuevas tecnologías de producción, el Departamento de Mantenimiento debe conocer y tener una base de datos precisa y ordenada de los equipos que se utilizan para producir. Por lo anterior fueron detallados los elementos mecánicos y eléctricos de cada equipo, así como sus principales datos técnicos de funcionamiento.

Se dio comienzo a la digitalización de la mayor cantidad posible de información de los equipos, ordenando manuales de fabricante, creando hojas técnicas de los equipos y mejorando las hojas de mantenimiento preventivos que ya existían. Como trabajo de campo se participó activamente en mantenimientos tanto preventivos como correctivos, los datos recabados durante esta práctica fueron la base para la creación de formatos de mantenimiento preventivos de los equipos. Toda esta información fue digitalizada y entregada al departamento de mantenimiento de la planta, para ser consultada en los momentos que fuera necesario.

Finalmente para que el objetivo del presente proyecto fuera cumplido, el personal del área de mantenimiento fue informado de los beneficios de tener un orden en las labores de mantenimiento que los distintos talleres realizaban y la forma como debían de continuar posterior a la entrega de la información recabada durante la realización del presente proyecto.

OBJETIVOS

General

Crear una base de datos técnica en la que se incluyan la mayor cantidad de información de la maquinaria y equipos auxiliares de las líneas de producción de la planta Intupersa, la cual servirá de base para una futura automatización de la producción de tubería y costanera.

Específicos

1. Detallar de forma técnica los procesos de producción que tiene la planta
2. Hacer un levantado general de datos y especificaciones técnicas de los equipos que tiene cada línea de producción, incluyendo la parte mecánica y eléctrica de cada equipo.
3. Crear un plano del área cubierta por el Departamento de Mantenimiento, creando zonas de menor tamaño las cuales serán tratadas según el proceso de producción que ocupa cada una de ellas.
4. Definir los equipos que deben ser tratados con prioridad en el mantenimiento a cargo de los talleres de la planta.
5. Informar a los miembros del Departamento de Mantenimiento de la importancia del orden en las labores de mantenimiento y los principales medios que se pueden utilizar para cumplir esta tarea.

INTRODUCCIÓN

La industria dedicada al formado de metales es una de las de mayor crecimiento en el mercado guatemalteco, siendo uno de los principales productos consumidos la tubería de acero en sus distintas presentaciones. La planta Intupersa dedicada a la producción de tubería de acero y costanera ha estado en el mercado nacional desde 1961, desde este tiempo la innovación en las técnicas de producción y la calidad de sus productos le han permitido competir en el mercado nacional. Siguiendo el camino de la innovación la plantada un paso más hacia el camino de la automatización, necesitando para esto crear una base de datos que contengan la información técnica de todos los equipos involucrados en la producción, es así como nace el siguiente proyecto.

Para que un proceso sea mejorado por medio de la aplicación de nuevos equipos electrónicos, es necesario conocer el proceso realizado desde un punto de vista técnico, detallando ampliamente el funcionamiento de los equipos involucrados en las diferentes líneas de producción de la planta. Conociendo el proceso y la función que desarrolla cada equipo se puede hacer una nueva subdivisión, donde se identifiquen los elementos mecánicos y eléctricos que integran cada equipo en la línea de producción, este registro servirá para el conocimiento del departamento de mantenimiento de las principales funciones o posibles defectos que presentan los equipos en el instante se ser puestos en funcionamiento.

Al tener conocimiento pleno de lo que se tiene en la planta y lo que el departamento de mantenimiento debe cubrir, se puede hacer uso de la información que fue recogida durante la realización del proyecto, ser analizada

e identificar los equipos que son prioritarios en la producción, los que deben ser cuidados celosamente respecto al mantenimiento que se les brinda, ya que la introducción de nuevas tecnología no implica cambiar al cien por ciento todo la maquinaria de la planta, muchos de los equipos que se utilizan actualmente cumplen con buenas características de fabricación y deben de ser mantenidos en condiciones óptimas brindándoles el mantenimiento preventivo adecuado.

Finalmente la información recabada, llevó a la creación de hojas técnicas de los equipos auxiliares como compresores, polipastos, calderas entre otros. Fueron creados formatos de mantenimiento para equipos críticos y de alto valor para la producción. Todo lo concerniente a la información vital para la producción y de importancia para el departamento de mantenimiento encontrada y tabulada durante el desarrollo del proyecto como la ya existente debe ser almacenada en una base de datos físicos y virtuales la cual es accesible para todo el personal de mantenimiento que así lo requiera.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

Industria de Tubos y Perfiles S.A., (INTUPERSA), es una planta dedicada al formado de metales, específicamente a la producción de tubería de acero y costanera. La planta fue creada en 1951, tiempo en que se ha mantenido como una de las más competitivas dentro del mercado guatemalteco. La planta tiene una capacidad de producción de 4 100 toneladas métricas, proveyendo al mercado guatemalteco de tubería galvanizada, tubería industrial, tubería mecánica, tubería negra y costanera.

La capacidad de producción de la planta proviene de sus dos líneas corte de lámina, estas líneas son las que proveen materia prima a las cuatro líneas de producción de tubería y la línea de producción de costanera. Los métodos de producción son altamente efectivos y controlados por personal de gran experiencia, logrando productos de calidad. Se destaca de la planta la capacidad de galvanizar su propio producto, controlando según los estándares internacionales el recubrimiento de zinc que tiene cada tubo que sale del horno de galvanizado.

1.1.1. Ubicación de la empresa

Desde la creación de la empresa, su ubicación geográfica ha sido la misma, los cambios solo han sido por expansión de operaciones aumentando o disminuyendo su área física. Se encuentra ubicada en la 9ª. Avenida 3-17 zona 2 de la ciudad de Mixco, colonia Alvarado.

1.1.2. Misión de la empresa

“Fabricar y producir productos de acero con calidad certificada en un ambiente seguro, con equipo humano especializado y motivado; comprometido con nuestros clientes, la sociedad y el cuidado del medio ambiente.”

1.1.3. Visión de la empresa

“Mantener el liderazgo en Guatemala y el resto de Centro América en la fabricación y distribución de productos de acero para la construcción y otros sectores; identificados y comprometidos con los altos estándares de la siderurgia a nivel internacional.”

1.1.4. Valores de la empresa

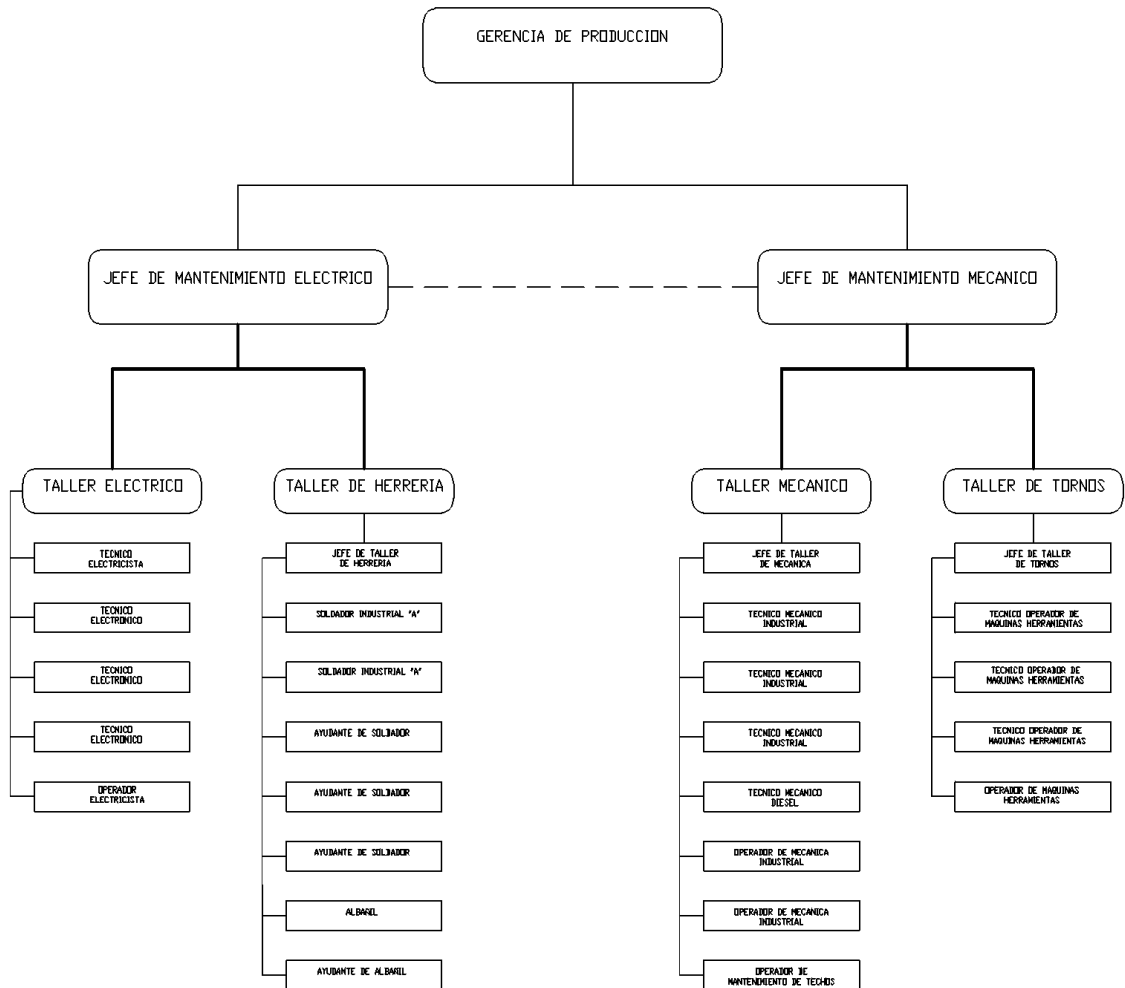
“Los valores son aquellos juicios éticos sobre situaciones imaginarias o reales a los cuales nos sentimos más inclinados por su grado de utilidad personal y social.”

- Honestidad y rectitud
- Actitud responsable
- Calidad en todo lo que se hace
- Personas leales, comprometidas y realizadas
- Seguridad en el ambiente de trabajo
- Cliente satisfecho

1.2. Organigrama de área de mantenimiento

Intupersa cuenta con una estructura organizacional bien establecida, donde se definen clivamente las líneas de autoridad y relaciones de apoyo entre los trabajadores de la planta. Para un mejor acercamiento al área de interés cubierta por el proyecto, se definirá las líneas de mando y puestos desempeñados por el personal de mantenimiento.

Figura 1. Organigrama del área de mantenimiento Intupersa



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

1.3. Descripción del problema

Por proceso de modernización, para Industria de Tubos y Perfiles S. A., es de vital importancia que todas sus áreas tanto administrativas como productivas cumplan con los estándares actuales en materia de producción. Esta revisión hace necesario que la planta cuente con ciertas características que agreguen un valor adicional en el proceso de competencia dentro del mercado nacional e internacional. La planta actualmente cuenta con varias características que la ponen por encima de otras plantas que se dedican a la producción del mismo tipo de producto; el control de calidad, la seguridad industrial y los programas de producción y mantenimiento de los equipos cumplen el requerimiento para producir con alta calidad.

Para seguir con el proceso de mejora, todas las áreas serán analizadas por sus respectivos directivos. Por parte del área de mantenimiento la mejora incluye la introducción de más tecnología en los procesos de producción, la migración del mantenimiento a uno totalmente preventivo y no correctivo, aunque se sabe que esto nunca se podría conseguir ya que las máquinas siempre tenderán a fallar por antigüedad o efectos del medio en que funcionan. Por esta razón es que la planta necesita de reorganizar sus archivos y bases de datos que posee en la actualidad, formar un departamento donde toda la información de los equipos esté disponible al instante y apropiadamente ordenada, siendo este el objetivo que llevo a desarrollar el presente proyecto.

Para la introducción de tecnología en los procesos, es necesario conocer el funcionamiento técnico de cada equipo montado en las líneas de producción, por lo que se tiene que crear una descripción del proceso en la que se detalle cada acción que realiza el equipo, los datos técnicos de funcionamiento y el tipo de operación que puede brindar según sea el uso del operador.

Toda la información con que cuenta la planta acerca de los equipos debe ser reorganizada y digitalizada si es posible. Los documentos físicos como manuales, planos eléctricos y mecánicos, hojas técnicas, programas de mantenimiento proveídos por el fabricante, modificaciones y proyectos futuros deben ser recopilados y almacenados. Se debe saber específicamente el área que es cubierta por el departamento de mantenimiento, debe existir un plano que lo identifique y se subdivide en secciones más pequeñas que integren determinados procesos y los equipos involucrados en cada uno de ellos. De esta manera se podrá codificar los equipos y su información correspondiente para destinarla en un determinado lugar tanto físico como digital.

La mayoría de los equipos importantes o críticos poseen sus respectivos formatos de mantenimiento preventivo y hojas de técnicas, sin embargo quedan muchos equipos que no son cubiertos. Para migrar del mantenimiento correctivo al preventivo, todo equipo dentro de la planta debe tener un respectivo formato de mantenimiento preventivo, para garantizar la disminución de fallas o que ante una eventualidad o falla del equipo pueda ponerse en funcionamiento en el menor tiempo posible, ya que se conocen que partes son las críticas y cuales son cubiertas por mantenimientos preventivos.

Finalmente se deben de dar a conocer las distintas variantes que se tienen de mantenimiento y cual podría generar un beneficio a la planta para mejorar los índices de producción.

2. FASE DE INVESTIGACIÓN

2.1. Descripción del proceso de producción

El acero que sale del alto horno de colada de la siderurgia, es convertido en acero bruto fundido en lingotes de gran peso y tamaño que posteriormente hay que laminar para poder convertir el acero en los múltiples tipos de perfiles comerciales que existen de acuerdo al uso que vaya a darse del mismo.

2.1.1. Corte de bobinas

El producto original para la creación de tubería, cañería y costanera son bobinas de lámina con peso de 9 a 10 toneladas, en la planta son usadas dos tipos principales de lámina (lámina caliente y fría) las cuales se pueden tener en distintos espesores según sean los requerimientos de producción. El proceso es ejecutado por dos líneas, el ancho de la tira varía en cada bobina para mayor aprovechamiento de la materia prima.

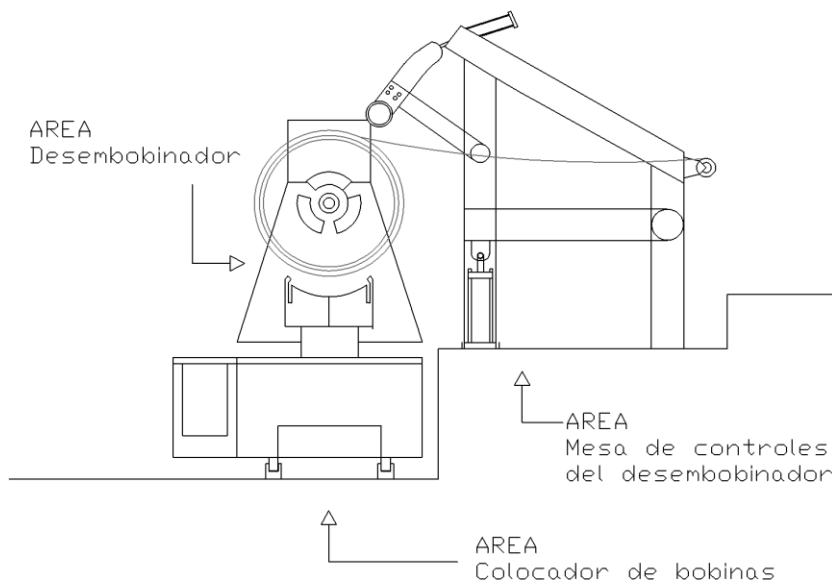
2.1.1.1. Colocado de bobinas

Cada bobina es colocada en el desembobinador por medio de un polipasto de 10 toneladas. Cada bobina es pesada antes de cortarla para tener un control de la materia prima usada y lo que se pierde en rebaba de lámina.

2.1.1.2. Desembobinador

El desembobinador es la máquina encargada de hacer rotar la bobina para alimenta a la máquina cortadora, es accionada por un motor eléctrico principal que rota el eje, los dispositivos extra (mordazas, movimiento lineal del carro y elevación) son accionados hidráulicamente. El desembobinador se encarga de regular la velocidad con que la lámina entra en la máquina de corte.

Figura 2. Desembobinador



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.1.3. Prealineadores de corte

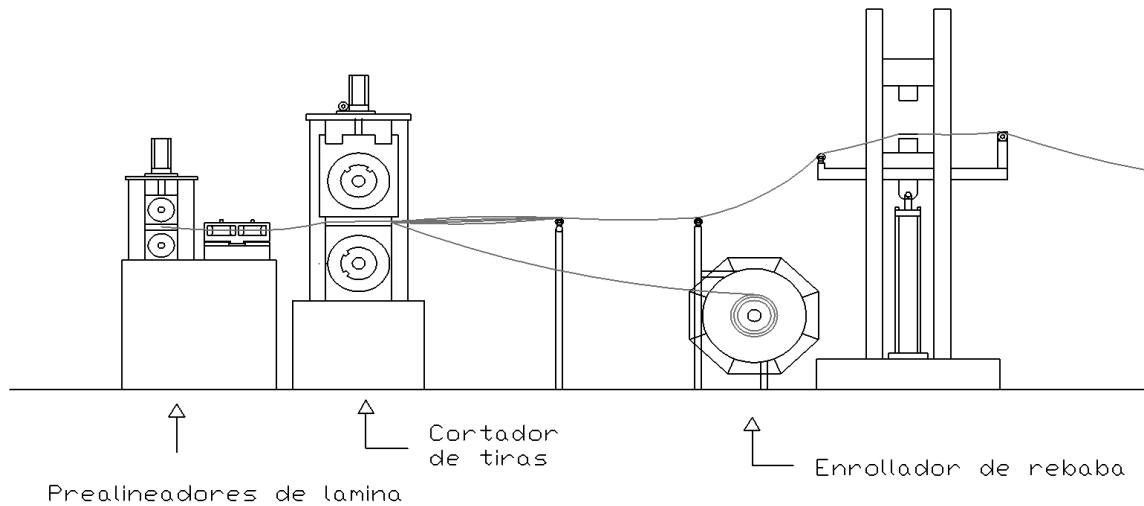
Entre estos elementos se encuentran la mesa primaria que recibe la lámina del desembobinador haciendo que la lámina entre lo más recta posible en los rodos de alineación, así mismo regula la ondulación de la lámina para evitar el esfuerzo sobre las cuchillas de corte. Antes que la lámina entre a las

cuchillas se hace pasar por una serie de rodillos que apisonan para eliminar ondulaciones que afecten el corte.

2.1.1.4. Corte de lámina

El proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado, mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos hasta formar una lámina. La lámina es cortada por cuchillas de acero con forma circular.

Figura 3. Corte de lámina



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

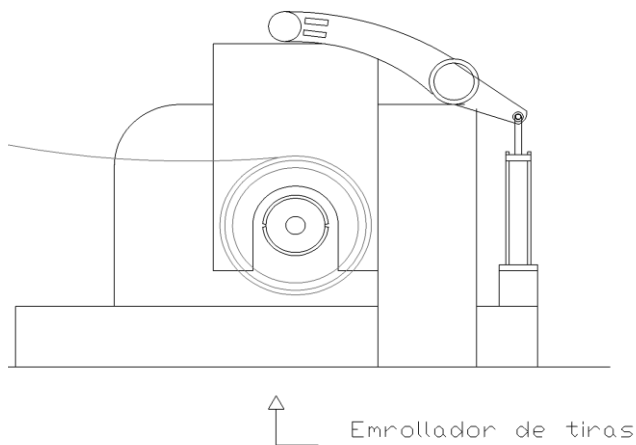
2.1.1.5. Postalineadores de tiras cortadas

Al momento de salir las tiras ya cortadas son recibidas por un rodillo y posteriormente por una torre que alinea todas las tiras para que puedan ser enrolladas. En esta parte también es recogida la rebaba de la lámina que es enrollada por reguiletos acoplados a un diferencial mecánico.

2.1.1.6. Enrollador de tiras

El último paso es enrollar las tiras ya cortadas, lo cual es realizado por una máquina similar al desembobinador, la velocidad de esta es independiente del resto del sistema, siendo manejada por el operario que maneja la caja de velocidades según sea el diámetro que tiene la tira que es enrollada. Para mantener alineadas las tiras se cuenta con un brazo que presiona neumáticamente la tira logrando un enrollado compacto. Al terminar el corte de la bobina son pesadas todas las tiras y la rebaba para tener un registro.

Figura 4. Enrollador de tiras



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.2. Creación de tubería

Para la producción de los distintos tipos de tubería que se hacen en la planta se cuentan con 4 líneas, las cuales tienen una mínima diferencia en el proceso como el método de la soldadura del producto, la forma de proveer la materia

prima (lámina) a la línea de producción, el tipo de corte del corte de tubo, el tipo de accionamiento de los mecanismos (neumático o hidráulico) y las dimensiones del producto que se pueden conseguir.

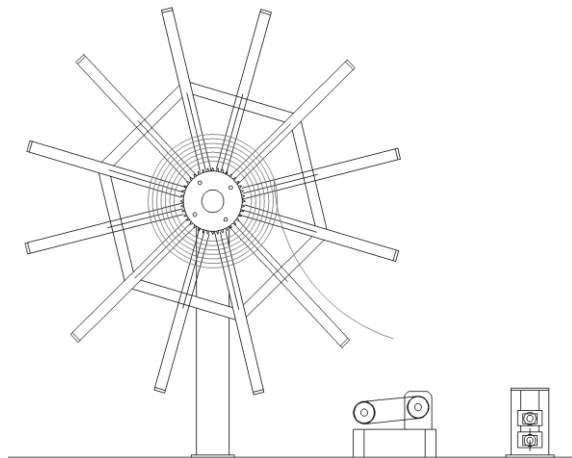
2.1.2.1. Alimentación de la materia prima (lámina)

Al convertir las bobinas en un conjunto de rollos de tiras de distintos espesores y dimensiones según sea el material original; son marcadas y trasladadas al lugar de almacenamiento, para posterior uso en las líneas de producción. La longitud de cada rollo varía según el espesor de la lámina, pero se pueden estimar en 50 metros siendo una longitud demasiado pequeña para ser trabajada en las líneas de producción, provocando una producción poco constante y con paros forzados para cada colocación de rollo de lámina en el desembobinador de tiras. Para evitar este problema cada línea cuenta con un sistema que provee un flujo más constante de lámina a la línea, siendo estos:

- Reguilete

Dos líneas trabajan con este sistema, en el cual cada tira es desenrollado y enrollado sobre el eje del reguilete, al terminar un rollo se pone el siguiente y es unido el final de la tira anterior con el principio de la nueva tira utilizando soldadura oxiacetilénica. Por las dimensiones de los brazos de reguilete se logra enrollar entre 15 a 20 tiras alargando el intervalo de tiempo por paros para cargar lámina. El sistema completo consta de una torre principal y dos soportes rotativos para enrollado de tiras, cada uno rota independiente permitiendo enrollar tiras con un reguilete y distribuir lámina a la línea con el otro cabezal.

Figura 5. **Reguilete**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

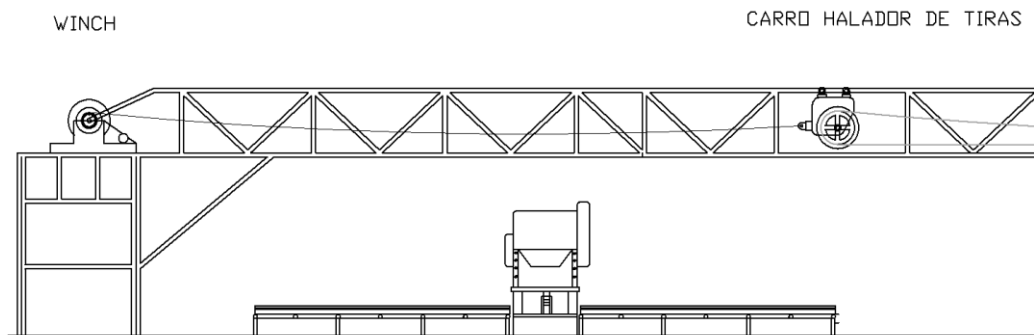
- **Winch y carro halador de tiras**

Dos líneas utilizan este método, varía en la capacidad de carga pero el funcionamiento es básicamente el mismo. Es un carro que camina sobre rieles a lo largo de la parte superior de toda la línea de producción. Su objeto es halar tiras desde el inicio hacia el final de la carrera que realiza. En el inicio de la producción de tubo la tira es desenrollada por desembobinador de tiras, la tira es puesta alrededor del cilindro que posee el carro halador de tiras enlazado por un cable de acero al *winch* y este en su carrera para el final de la línea de producción jala la tira una longitud aproximada de 50 metros en una línea y 40 metros en la otra línea.

Durante el desenrollado de la tira el carro se mantiene inmóvil. Cuando la tira es desenrollada completamente el carro comienza su recorrido hacia el inicio de la línea tiempo en el cual el provee de lámina a la línea mientras en el

otro extremo el nuevo rollo de lámina es puesto y soldado con el extremo de lámina que tiene el carro del *winch*, cuando la tira es unida el *winch* hala el carro de regreso, repitiendo el proceso durante la producción. Se consigue así eliminar tiempos perdidos por carga de materia prima.

Figura 6. **Winch y carro halador de tiras**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.2.2. Codificación de la tubería

Por norma de calidad cada tubo que sale de la planta debe contar con impresión donde se detalle las principales características que clasifiquen su uso. En la actualidad las 4 líneas poseen impresora de código, difieren en el tipo de tinta que utilizan (común o negra y pigmentada o blanca), el tipo de tinta varía por el tipo de lámina que es impresa. Los datos que son impresos son:

- Tipo
- Cédula (cuando aplica)
- Chapa (cuando aplica)
- Dimensiones
- Turno de producción (para seguimiento del producto)

Dos líneas utilizan máquinas americanas marca Videojet con tinta negra normal donde la impresión se da antes del formado de la lámina, la tinta brinda nitidez y secado instantáneo pudiendo ser formada la lámina sin perder el mensaje impreso, el mantenimiento de estas codificadoras son espacios de tiempo largos (limpieza de cabezal).

Las otras dos líneas utilizan máquinas italianas marca Zanasi con tinta pigmentada blanca, por el tipo de tinta, la impresión debe hacerse al final del proceso de formado para evitar que el mensaje se borre, por el período más largo de secado de la impresión, el funcionamiento continuo de la máquina hace necesario que el mantenimiento del cabezal de impresión sea sometido a limpieza diaria para evitar acumulación de residuos de tinta que impiden la buena impresión.

2.1.2.3. Proceso de formación

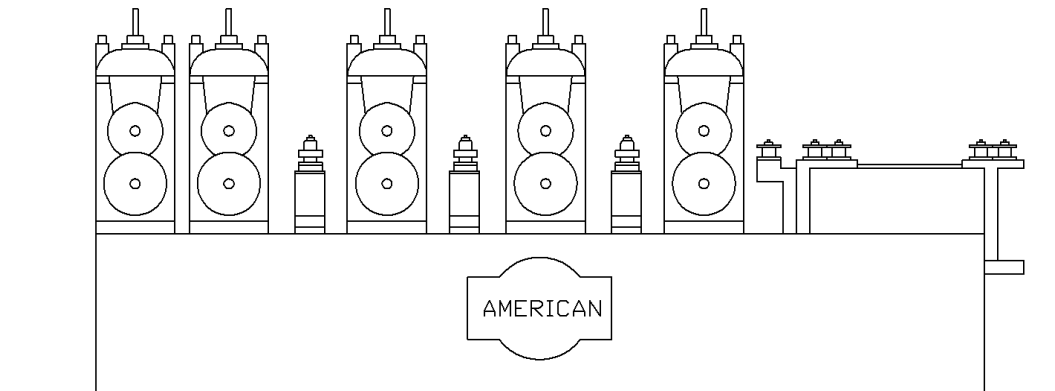
Los molinos de formación son los encargados de ondular la lámina hasta la medida necesaria antes de ser soldado por soldadoras de alta frecuencia (para tres líneas de producción) o anillo de cobre (una sola línea lo maneja), procesos donde los extremos de la lámina son fundidos entre sí para formar el tubo. Al paso de la lámina por cada torre se va reduciendo la distancia entre rodos, logrando cerrar paulatinamente la lámina para darle forma redonda.

- Línea American

Utiliza cinco torres principales de formación donde son montados los rodos de formación, cada par de rodos rota sobre ejes horizontales que son movidos por una misma caja reductora de transmisión directa, el paso entre cada caja

reductora es apoyado por rodos de alineación rotando alrededor de un eje vertical.

Figura 7. **Molinos de formación, American**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

- Línea Yoder 20 y Yoder 35-1

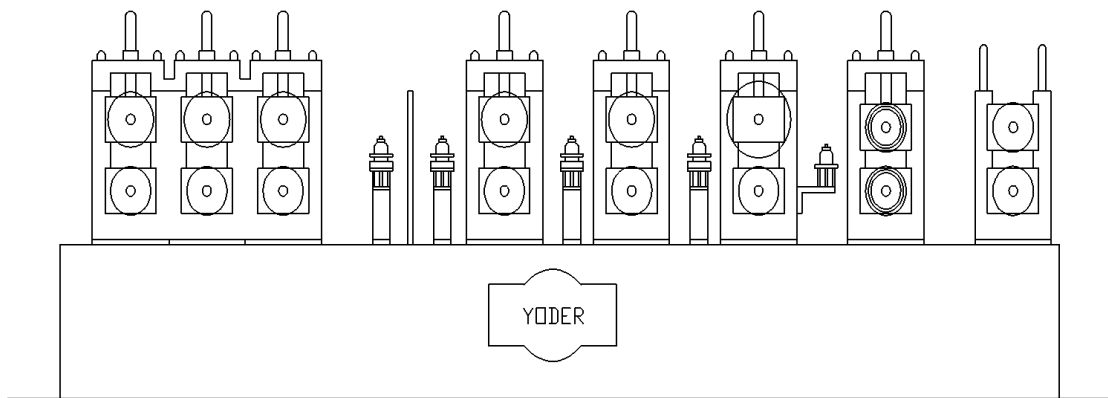
Utiliza seis torres de formación la potencia aplicada a los rodos es transmitida por medio de ejes cardan desde las torres reductoras. Cada una de las torres de formación posee un par de rodos que rotan sobre ejes horizontales. Entre cada torre van el par de rodos de alineación que rotan sobre ejes verticales

- Línea Yoder 35-2

Utiliza ocho torres de formación antes del proceso de soldadura. Todas las torres usan transmisión por medio de ejes cardan que van de la caja reductora a la torre de formación, con diferencia de que las primeras 5 son separadas por el conjunto de rodillos de alineación y las últimas tres son un solo conjunto de

torres siempre con transmisión independiente, para cada par de rodos de formado.

Figura 8. **Molinos de formación, Yoder 35-2**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.2.4. Soldadura

En la planta se utilizan un mismo método de soldadura y dos procesos distintos. La línea Yoder 20 / Yoder 35-1 / Yoder 35-2 utilizan soldadoras industriales de alta frecuencia marca Thermatool. La línea American utiliza soldadura por medio un anillo de cobre. Ambos procesos inducen corriente sobre el material el cual se comporta como una resistencia, se calientan los extremos pudiendo ser fundidos. El proceso de soldadura será más ampliado en el capítulo 3.

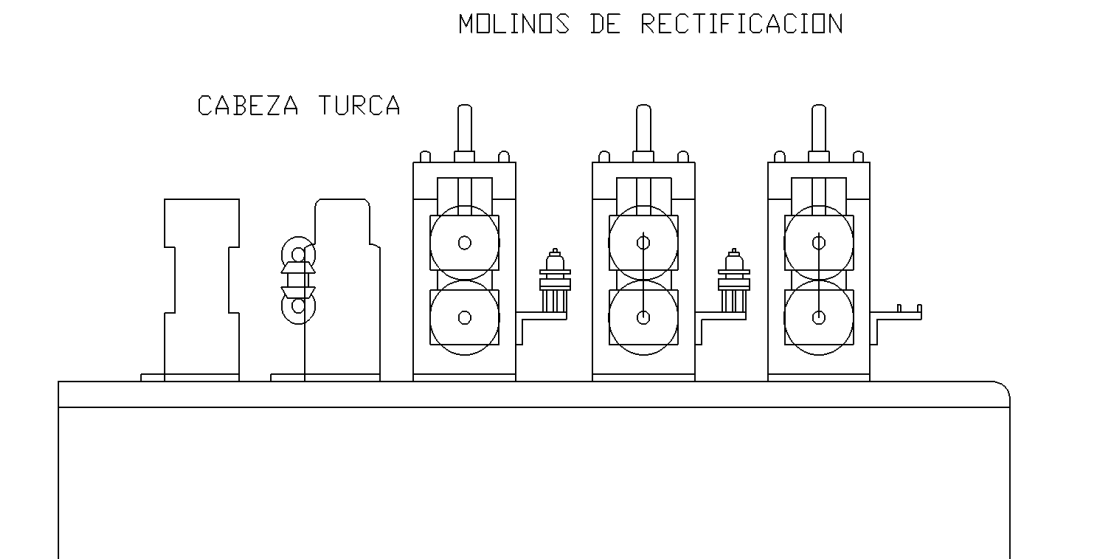
Al terminar de unir los extremos de la lámina se tiene un tubo redondo (siempre es redondo la forma final la da la cabeza turca) se procede a retirar la rebaba del cordón de soldadura por medio de buriles dejando una superficie lisa pero no al 100 por ciento. En todas las líneas de producción se da un posterior

enfriamiento del tubo antes de entrar a los molinos de rectificación, para esto el tubo pasa por canales donde es rociado con agua de enfriamiento (agua + aceite soluble).

2.1.2.5. Proceso de rectificación

Como su nombre lo indica en esta parte del proceso se le da la forma final de la tubería, la distancia entre cada rodo es menor ajustando paulatinamente el tubo a la medida requerida por el cliente. La rectificación se da por el apoyo de las torres de rectificación y la cabeza turca.

Figura 9. Etapa de rectificación



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

- Línea American

Utiliza tres torres de rectificación con rodos acoplados directamente a la caja reductora, entre cada caja reductora se sigue contando con rodos de alineación.

- Línea Yoder 20, Yoder 35-1 y Yoder 35-2

Las tres líneas de producción funcionan de forma similar, el motor principal que hace rotar el eje común de las tres cajas reductoras a su vez cada una transmite la rotación a las torres de rectificación por medio de ejes cardan. En las 3 líneas se cuenta con 3 torres de rectificación cada una con su par de rodos para rectificar, entre cada torre de rectificación van los rodos de alineación.

2.1.2.6. Corte de tubos

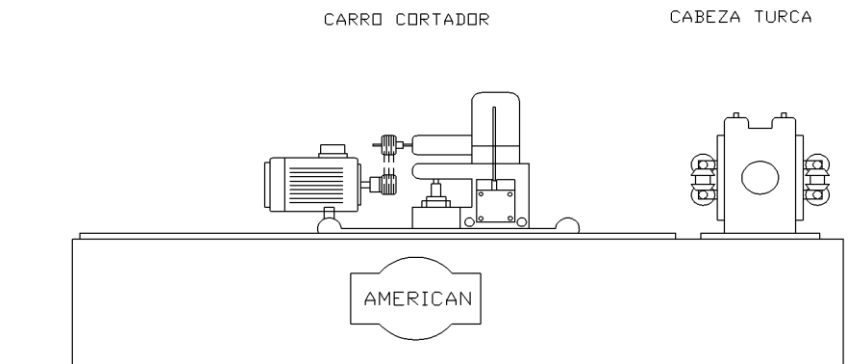
El proceso de corte de tubería utiliza dos medios: el carro cortador (4 líneas de producción) y guillotina (1 línea de producción). El método de corte varía dependiendo del producto que saca cada línea según dimensiones, espesores de lámina y la antigüedad de los equipos.

- Corte por carro

El funcionamiento del carro es básicamente moverse a una velocidad cercana a la que se mueve el tubo que sale de la máquina, para así lograr que el corte de la sierra sea parejo en el tubo (si el carro fuese estático, el impulso con que sale el tubo de la máquina rompería la sierra de corte). El sistema completo está integrado por 1 motor principal que hace girar la sierra de corte,

cilindros de accionamiento de la sierra de corte, 1 cilindro principal hidráulico que mueve el ensamble completo del carro y micros de accionamiento eléctricos que indicaban el inicio o retorno del carro a su lugar inicial.

Figura 10. **Carro cortador de tubería**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

- **Corte por guillotina**

La guillotina a diferencia del carro de corte, brinda un corte rústico el cual depende de la velocidad con que baje la guillotina. La guillotina es un conjunto de volante acoplado a un balancín que genera movimiento oscilante de corte de la guillotina. En la línea Yoder 35-2 se tiene 1 carro cortador y la guillotina, el primero se utiliza para corte de productos de no más de 2 pulgadas de diámetro y el segundo para productos de dimensiones superiores a las 2 pulgadas (redondo o cuadrado) y espesores de lámina de hasta 0,322 pulgadas. (cédula 40). La guillotina para este caso es necesaria por la antigüedad de la línea de producción donde el carro no tiene la capacidad para el corte de ese producto.

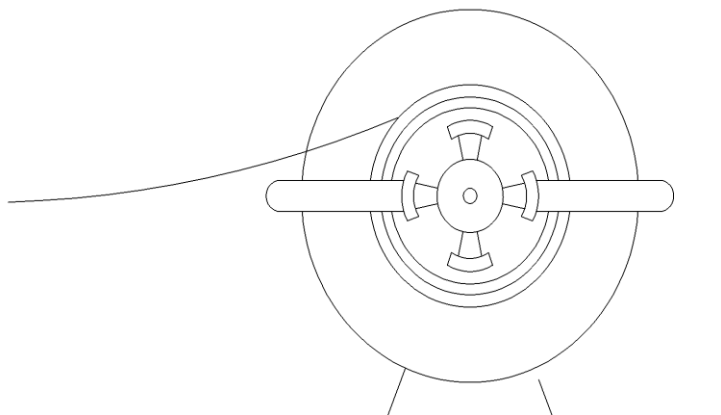
2.1.3. Creación de costanera

El proceso de producción de costanera es más simple ya que la ausencia de costura elimina la utilización de un equipo de soldadura y por ende la rectificación para eliminar la rebaba producida. A continuación se describe de mejor manera el proceso.

2.1.3.1. Desembobinador de tiras

La alimentación de lámina a la máquina de formado es por medio de un desembobinador donde es colocado el rollo de lámina que será utilizado. A diferencia de la producción de tubería y cañería en la costanera la ausencia de soldado hace que el proceso pueda ser pausado por cada rollo de lámina que es colocado eliminando un sistema para brindar flujo continuo de tiras de lámina a la máquina (más de una tira) y 1 pega cintas.

Figura 11. **Desembobinador de tiras**

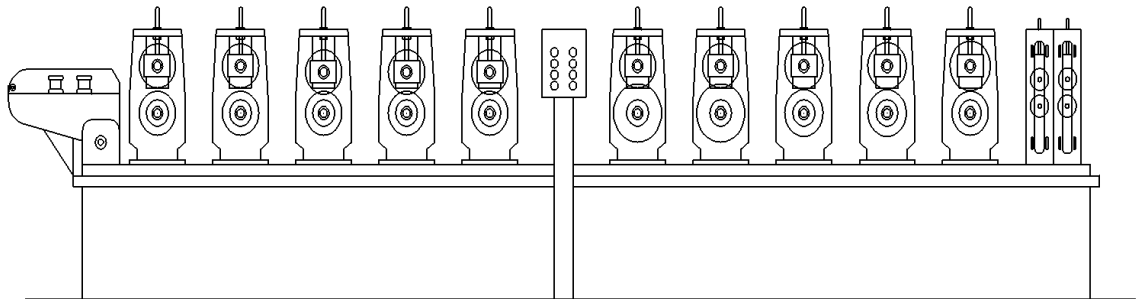


Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.3.2. Área de formación

Para el formado de la costanera, la lámina es pasada por 10 pares de rodos los cuales están montados en torres de formación. Un solo motor eléctrico DC mueve las 10 torres de formación. Después de pasar las 10 torres de formación, la costanera pasa por una última torre con el mismo funcionamiento que cabeza turca de las líneas de producción de tubería, dar las medidas finales a la costanera, esta torre ya no posee tracción externa, los rodos actúan por si mismos por el impulso que lleva la costanera.

Figura 12. Molinos de formación máquina costanera

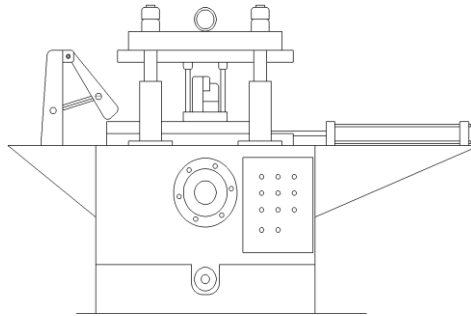


Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.1.3.3. Guillotina

La costanera es cortada en una sola longitud de 6 metros, el espesor de la lámina de 1, 1,2, 1,4 y 1,5 milímetros. El corte es por medio de guillotina, el sistema funciona con un motor eléctrico que hace girar un volante acoplado a un cigüeñal. Los micros de inicio y final de carrera de la guillotina accionan para acoplar mediante neumática el volante al giro del cigüeñal.

Figura 13. **Guillotina de máquina costanera**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

2.2. Utilización del agua en el proceso de enfriamiento del formado y rectificado de los productos de la planta

El agua es un elemento primordial en el formado de metales, ya que sin ser mezclada con otros aditivos industriales, puede ser utilizada para enfriar y lubricar enormemente el contacto entre la lámina y los rodos formadores. Sin embargo al utilizar solamente agua afecta el material produciendo corrosión y óxido, para evitar esto se aplican aditivos industriales que mejoren las características del formado de metales, brindando más efectividad que el agua, y eliminando efectos nocivos que produce esta en el metal.

2.2.1. Forma de recuperación y recirculación del agua

No todo el agua que se utiliza es desechada inmediatamente, cada línea de producción cuenta con tanques de reserva donde el agua se bombea para enviarla a las torres de formado y después regresa hacia el tanque para comenzar el ciclo nuevamente. Entre las cinco líneas de producción, hay dos tipos de tanques de reserva diferentes.

2.2.1.1. Línea American y Yoder 20

Las bases donde descansan los molinos de formación y rectificación, a su vez son tanques donde se acumula el agua de enfriamiento. Las dimensiones de dichos tanques son: 0,5 metros (alto) x 0,7 metros (ancho) x 2,5 metros (largo) teniendo una capacidad total entre los 2 tanques de 1,75 metros cúbicos de agua de enfriamiento. El sistema de distribución es por medio de una bomba para toda la línea de producción.

2.2.1.2. Línea Yoder 35-1, Yoder 35-2 y costanera

Estas líneas de producción utilizan un tanque externo para almacenar el agua de enfriamiento. El tanque es de tipo subterráneo con dimensiones para las líneas Yoder de 1,5 metros (ancho) x 1,5 metros (largo) x 1,5 metros (alto) dando un volumen total de 3,38 metros cúbicos, el tanque de la línea de costanera tiene dimensiones de 1 metro (ancho) x 1 metro (largo) x 1,5 metro (alto) dando un volumen total de 1,5 metros cúbicos. El sistema de distribución para las líneas Yoder es de 1 bomba para los molinos de formación y 1 para los molinos de rectificación. La línea de costanera utiliza una sola bomba para distribuir a toda la línea de producción.

2.2.2. Análisis del problema

Conociendo el sistema de recirculación de agua de enfriamiento que se tiene actualmente, se sabe que efectivamente el sistema no es eficiente a un 100 por ciento, porque no todo el agua que es bombeada del tanque regresa de nuevamente a este después de cumplir su fin primordial. Aunque las pérdidas siempre deben ser consideradas, para este caso las 5 líneas de producción retornan a los tanques solo el 60 por ciento del agua que bombean, perdiendo

30 por ciento de agua en filtraciones hacia drenajes, el restante 10 por ciento es permisible por evaporación y consumo en los molinos de formado.

La pérdida de agua de enfriamiento en el proceso de recirculación, debe tomarse con importancia, ya que aparte que el vital líquido se pierde en gran cantidad, hay pérdidas económicas para la empresa debidas a que también se pierde aceite soluble disuelto con el agua y costo energético por la necesidad de bombear más agua limpia hacia los tanques de reserva.

2.2.3. Puntos de mejora para el uso eficiente del agua

En todas las líneas de producción tanto de tubería como de costanera, los sistemas de distribución son similares, bomba de agua, tubería galvanizada, tubería de cobre y accesorios para cada tipo de tubería. Las características que cambian son el modo de recepción del agua de enfriamiento después que realiza su función. Los puntos de mejora encontrados para mejorar la eficiencia del sistema de recirculación de agua de enfriamiento son:

- Renovar la tubería de cobre que lleva el agua de enfriamiento a las torres de formado. Por el tipo de material, el cobre no soporta dobleces y muchas de las líneas de alimentación poseen fugas.
- Colocar boquillas adecuadas para cada salida del fluido en las torres de formado. Actualmente las salidas de agua son solo el tubo de cobre cortado, provocando pérdidas de fluido por dispersar demasiado el chorro de agua.

- Renovar teflón en uniones de tubería de cobre con tubería galvanizada. Existen constantes fugas en esos tramos por el cambio de material utilizado.
- En todas la líneas exceptuando la de costanera existe un canal de unos 2 metros entre la etapa de rectificado y soldado del tubo, es aquí donde se requiere de máximo flujo de agua sobre el tubo para disminuir la temperatura que se alcanzó mientras se soldaba. Este canal está en malas condiciones en todas las líneas, las fugas son constantes durante todo el proceso y el flujo de agua perdido es de gran consideración.
- El punto máximo de pérdida de agua es en la mesa donde termina el tubo ya cortado. Durante el proceso de formación antes que el tubo sea soldado, los extremos de la lámina forman un canal que se va cerrando hasta ser soldado, todo ese tiempo dentro del tubo se acumula el agua que recibe para formase. Cuando el tubo es pasado por los operadores hacia las carretas, es levantarlo para eliminar el agua del interior, esta agua va directo a los drenajes perdiéndose completamente. Para evitar esa pérdida se recomienda colocar una mesa con forma de balde para recibir el agua interior del tubo y redirigirla a los tanques por medio de canales.

2.2.4. Utilización de lubricantes industriales solubles en agua

En las cuatro líneas de producción de tubería y la línea de producción de costanera se utilizan lubricantes solubles para el formado de la lámina. El lubricante utilizado es Dromus B del fabricante Shell.

2.2.4.1. Lubricante soluble Dromus B

Es un lubricante estable soluble ideal para hacer emulsiones para uso en corte y trabajo con metales que necesitan de adecuado enfriamiento. Se recomienda que al mezclarse con agua, esta tenga una dureza arriba de 400 partes por millón.

2.2.5. Medidas de precaución por contaminación ambiental de lubricantes industriales

A pesar que el aceite soluble Dromus B se ha utilizado por largo tiempo en la producción de tubería y costanera, presentando un mayor desempeño respecto a otros lubricantes industriales, su origen sigue siendo mineral lo que conlleva un tratamiento más complejo para desechar al ambiente la solución con agua que sale de las líneas de producción. En los últimos meses se comenzaron las pruebas con Fluid 408 un lubricante sintético biodegradable que cumple las mismas funciones que el Dromus B pero con la característica de degradarse con el tiempo.

2.2.5.1. Utilización de lubricante industrial soluble Fluid 408 (biodegradable)

Fluid 408, es una fórmula sintética, para operaciones de corte y mecanizado de metales ferrosos y no ferrosos. Esta formulación especial le infiere excelentes propiedades en las operaciones de mecanizado en frío y caliente, es el último avance en desarrollos de fluidos solubles de tipo sintético de larga vida y condiciones severas de operación, disminuyen la fricción (lubricación excelente) y controlan la generación de calor (propiedad refrigerante), formulado de compuestos inhibidores de corrosión provenientes

de derivados de oxidación orgánicos que dejan una película firme, seca, adhesiva y transparente del producto.

Al ser Fluid 408 un lubricante sintético biodegradable, este se degrada con el tiempo de uso, básicamente por la acción de la bacteria y contaminación con aceites, materias orgánicas, finos de los materiales trabajados y contaminación ambiental.

2.2.6. Tratamiento final de agua desechada en la planta

El estado de Guatemala, regula la forma que las industrias desechan el agua que han utilizado para sus actividades de producción, sin embargo el proceso de mezclarla con aceite soluble hace necesario que al momento de ser desechada al medio ambiente tenga que pasar por procesos que bajen su contenido de sustancias químicas.

2.2.6.1. Ciclo de uso del agua en la planta

La planta cuenta con sus propios pozos de agua, extraída por medio de bombas sumergibles, es llevada al tanque de captación y de allí es distribuida a la red de agua interna de la planta para uso en sanitarios, llaves de lavado, llaves de alimentación de agua para producción y la torre de enfriamiento donde se distribuye para intercambiadores de calor. Las aguas residuales especiales (aguas con químicos) son enviadas al área de tratamiento al igual que agua utilizada en limpieza y llaves de lavado, las aguas negras son descargadas en conductos de aguas negras de la Municipalidad de Mixco.

2.2.6.2. Agua desechada al ambiente

Antes que la planta deseche definitivamente el agua al ambiente el departamento de control de calidad se encarga de cuidar los parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. En dicho reglamento se mencionan varios parámetros que tienen que regularse antes de desechar el agua, sin embargo son los siguientes parámetros a los cuales se le ponen mayor énfasis por la alta variación que pueden tener después de usar el agua en la producción de tubería y costanera.

- Temperatura

La mayor cantidad de agua que es utilizada en la planta es para uso de enfriamiento por lo que la temperatura es uno de los parámetros que más se tiene que controlar.

- Grasa y aceites, material flotante, sólidos suspendidos totales

Durante el enfriamiento del formado se crean gran cantidad de residuos de metal los cuales son arrastrados por el agua.

- Fosforo total, cianuro total, cobre total y zinc

El proceso de galvanizado utiliza ácido sulfúrico y soda cáustica para la limpieza del tubo antes que se galvanice. El cobre está presente en la soldadura de tubería en una de las líneas y finalmente el zinc es el elemento principal de galvanizado de tubo. Estos son los principales causantes de alteraciones en el agua.

- Color

El color que generalmente arrastra el agua de enfriamiento es blanco, indicando también la presencia de químicos.

Tabla I. **Límites de los parámetros de descarga de aguas residuales**

PARÁMETROS	DIMENSIONALES	VALORES INICIALES PERMITIDOS
Temperatura	Grados Celsius	+/- 7 de la temperatura del cuerpo receptor
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500
Materia flotante	Ausencia presencia	Presente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500
Fosforo total	Miligramos por litro	700
Cianuro total	Miligramos por litro	6
Cobre	Miligramos por litro	4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	1500

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (Guatemala)

3. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

3.1. Características técnicas de la maquinaria involucrada en el proceso de producción

En la fábrica de perfiles Intupersa, se usan 2 tipos de maquinaria, las cuales hacen posible surtir a las diferentes industrias el material adecuado. A continuación se mencionan.

3.1.1. Equipos mecánicos

Los sistemas mecánicos son aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

3.1.2. Sistemas hidráulicos

Las cualidades que brinda el uso de la hidráulica en la industria hacen de ella uso común donde es necesario mover grandes cargas con elementos básicamente pequeños como los cilindros hidráulicos. La hidráulica tiene cualidades que la caracterizan como: la potencia que genera, es mayor que la de un sistema neumático, a su vez el accionamiento de componentes es más lento y manejable que el proporcionado por aire comprimido. También debe considerarse que al ser aceite la fuente principal del sistema hidráulico, la variación de las características del aceite con el tiempo de uso, hace variar el funcionamiento de los dispositivos del sistema hidráulico.

La producción de tubería cuenta en 3 de sus líneas con sistemas hidráulicas. El uso de la hidráulica es en la etapa de corte del tubo, realizado los carros cortadores. Para que el carro cortador se traslade a velocidad cercana a la del tubo que va ser cortado, este se apoya en el uso de 1 cilindro hidráulico de doble efecto que hala el carro en dirección en la que sale el tubo (contrayendo el vástago del cilindro dentro del mismo), al momento de cortar el tubo, la electroválvula recibe la señal de retorno del carro y el vástago del cilindro sale nuevamente devolviendo al carro a su posición original para empezar el ciclo nuevamente. El movimiento de bajada y subida de la sierra de corte es por medio de cilindros hidráulicos de menor tamaño.

Por las dimensiones del carro y los elementos que contiene, el peso es considerable haciendo la hidráulica más eficiente que la potencia generada por un motor eléctrico o la provista por un compresor de aire.

El sistema hidráulico es similar en las tres líneas de producción, variando únicamente en la potencia del mismo. Los elementos principales son:

- Depósito.
- Motor principal.
- Bomba principal.
- Motor de bomba de recirculación.
- Intercambiadores de calor.
- Manómetros.
- Tuberías de conducción.
- Acumuladores, mantienen presión constante en el circuito, utilizando la presión que tiene una membrana por medio de un gas.

- Electroválvulas, son las que controlan el flujo y la dirección del aceite en el circuito, estas reciben la señal de accionamiento de micros eléctricos colocados en el carro cortador.
- Bomba de recirculación, utilizada para mantener en movimiento del aceite en el depósito, cuando el aceite es recirculado también es obligado a pasar por intercambiadores de calor para reducir su temperatura, logrando densidad adecuada para su operación.

3.1.2.1. Sistemas neumáticos

La utilización de aire a presión es utilizada ampliamente por ser el fluido principal de bajo costo (aire del ambiente), a diferencia de los sistemas hidráulicos que necesitan de un fluido externo generalmente de alto costo para su conservación. Sin embargo los costos al utilizar aire comprimido vienen dados por los accesorios extras que son necesarios para que se pueda brindar aire con buena calidad. Por el tipo de fluido las fugas deben ser minimizadas totalmente ya que el costo de elevar la presión del aire por medio de un compresor es alto.

La neumática brinda mayor velocidad de respuesta en los actuadores, pero menor potencia, si en una red de aire compartida por varios equipos, se hace necesario que en una sección el aire mueva una gran carga (peso), puede que sea logrado según el compresor que tengamos instalado pero esto afectaría la presión de manera considerable en el resto del circuito provocando variación de respuesta.

Los principales usos que se le dan al aire comprimido en la planta son:

- Soplado del tubo al abandonar el horno de galvanizado

El tubo recién galvanizado es sometido a una mezcla de aire a presión y vapor de agua proveído por la caldera con el fin de eliminar los residuos de zinc que se encuentra en el interior del tubo después de salir del horno de galvanizado.

- Atomización de combustible en los quemadores del horno

Durante el período que el horno de galvanizado se encuentra encendido (1 a 2 meses dependiendo de la producción) necesita que los quemadores se encuentren encendidos y proveyendo una llama constante para mantener la temperatura interior del horno (814 grados Fahrenheit), temperatura a la cual el zinc se encuentra en estado líquido. Para lograr esto los quemadores están proveídos de dos conductos, en el primero sale aire comprimido y el segundo diesel con lo que se atomiza la mezcla en la boquilla del quemador.

- Líneas de producción a base de aire comprimido

Al igual que los sistemas hidráulicos con que cuentan tres líneas de producción, una de las líneas producción de tubería y la línea de producción de costanera sustituyen el uso de hidráulica por neumática en el proceso. La máquina American utiliza el aire comprimido en el carro de corte y los actuadores que se encuentran en el mismo. La máquina Yoder 35-2 aparte de usar sistema hidráulico en el carro de corte, la guillotina utilizada para el corte de tubería es movida por aire comprimido. La producción de costanera hace uso de aire comprimido en la etapa de corte, donde la costanera es también cortada por guillotina.

- Herramientas neumáticas

Los talleres utilizan gran cantidad de herramienta neumática como roto-martillos y prensas, pistolas de aire. La limpieza de equipos como soldadoras de alta frecuencia, motores, paneles eléctricos y otros utilizan el aire comprimido mezclado con solventes dieléctricos para el mantenimiento al que son sometidos por los técnicos de la planta.

- Elementos principales del sistema de aire comprimido de la planta

El sistema de aire comprimido en la planta es bastante completo, se cuenta con los elementos necesarios para brindar aire seco, evitando la corrosión en los equipos neumáticos. Los elementos utilizados son:

- Compresor

La planta cuenta con 1 compresor de movimiento alternativo (marca Worthington, capacidad de 275 CFM reales) y uno de tornillos (marca Ingersoll Rand, capacidad de 250 CFM), los 2 compresores tienen capacidad individual para suministrar aire con la máxima carga que exige la planta en temporada alta de producción (todas las líneas de producción funcionando). El sistema está diseñado para que los 2 compresores trabajen al mismo tiempo, pero generalmente trabajan alternándose por motivos de consumo de energía.

- Acumulador

Un único acumulador para los dos compresores.

- Secador de aire
El secador de aire tiene dos funciones principales: bajar la temperatura del aire y eliminar la humedad del aire que es producida al momento que este eleva su presión. El sistema cuenta con 2 drenadores automáticos, 2 filtros, el primero para condensado y el segundo para partículas extra finas.

- Unidades de mantenimiento
Las unidades de mantenimiento están instaladas antes que el aire comprimido sea utilizado en los equipos, como carro cortador de la máquina American o la guillotina de la máquina de costanera o la máquina Yoder 35-2. Están integrados por una válvula reguladora, un filtro y un lubricador.

- Tubería y conductos

- Válvulas y electroválvulas

- Actuadores

3.1.2.2. Sistema de enfriamiento

Al tener los equipos sistemas hidráulicos se hace necesario que existan sistemas que ayuden a bajar o mantener la temperatura del aceite hidráulico. Es por esto que la planta cuenta con torre de enfriamiento la cual distribuye agua a intercambiadores de calor que se encuentran cercanos a las líneas de producción.

- Torre de enfriamiento

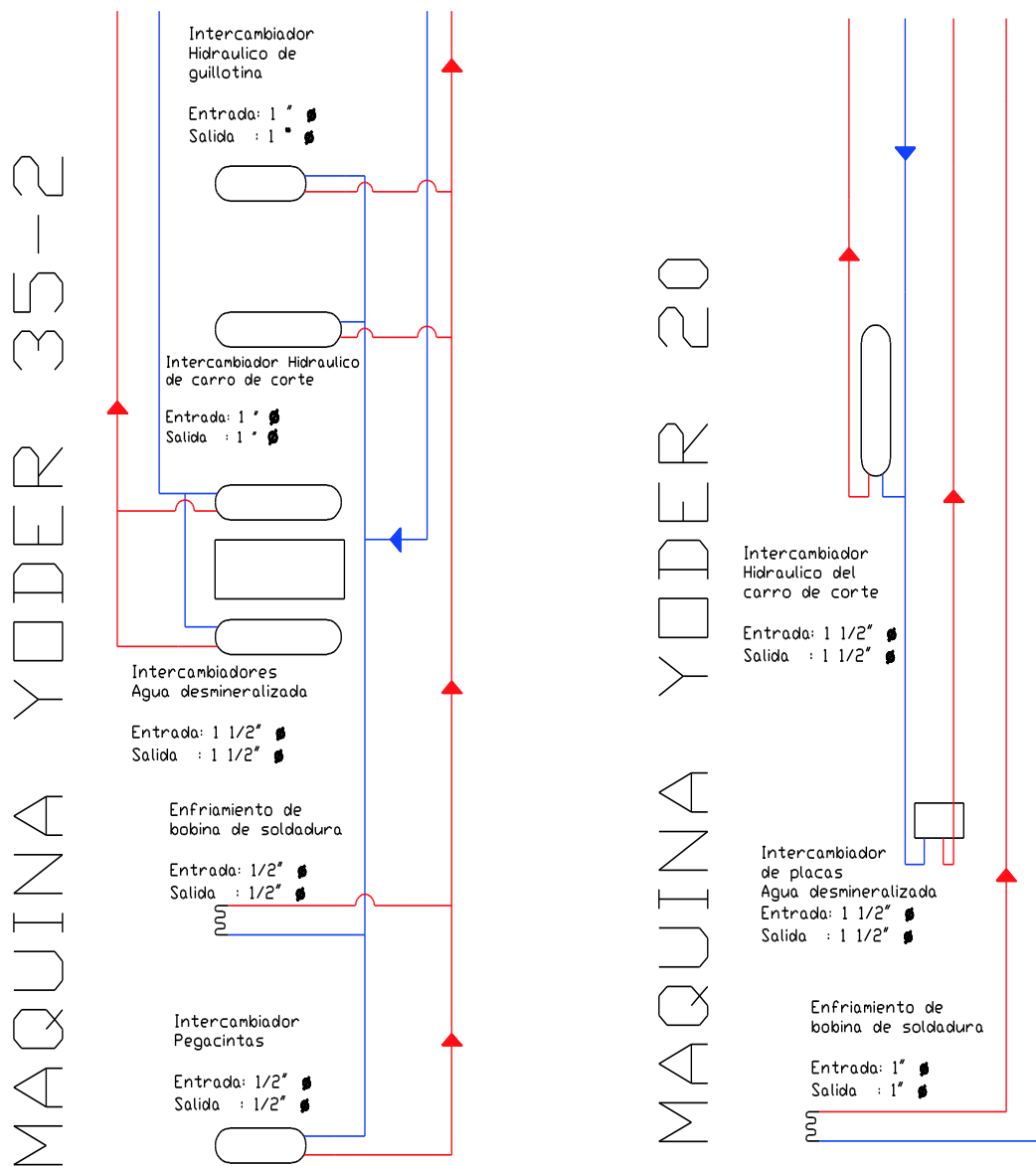
El funcionamiento es básicamente recircular agua de la pila principal (temperatura ambiente) hacia los intercambiadores de calor (temperatura mayor a la del ambiente) instalados en cada línea de producción. El agua de la pila es succionada por bombas y llevada hacia cada intercambiador de calor por medio de tuberías de acero galvanizado.

Dentro del intercambiador de calor existen dos tipos de conductos uno que lleva aceite del sistema hidráulico que está siendo recirculado, el cual se encuentra a temperaturas arriba de 40 grados centígrados y los otros conductos es donde pasa el agua de la torre de enfriamiento que se encuentra a temperatura ambiente (menor a 30 grados centígrados), por la segunda ley de termodinámica los la temperatura de cuerpos en contacto tiende a igualarse por lo que la temperatura de la torre toma calor de los conductos de aceite y eleva su temperatura al mismo tiempo que hace bajar la temperatura del aceite.

Posteriormente el agua de la torre retorna por tuberías de acero hasta la parte superior de la torre de enfriamiento (6 metros de altura), el agua sale por tubería que tienen agujeros haciendo efecto tipo aerosol sobre rejillas que parten la gota de agua en partes más pequeñas, durante este proceso el agua genera vapor el cual es extraído por un ventilador situado en la parte superior de la torre. El agua cae por 15 secciones de lámina de 1,20 metros con 10 grados de inclinación, situadas una sobre otra para simular el efecto cascada. Al final el agua que cae en la pila ha bajada su temperatura de 35 grados centígrados con que entra a la torre a una temperatura de 23 a 27 grados centígrados y nuevamente comienza el ciclo de enfriamiento.

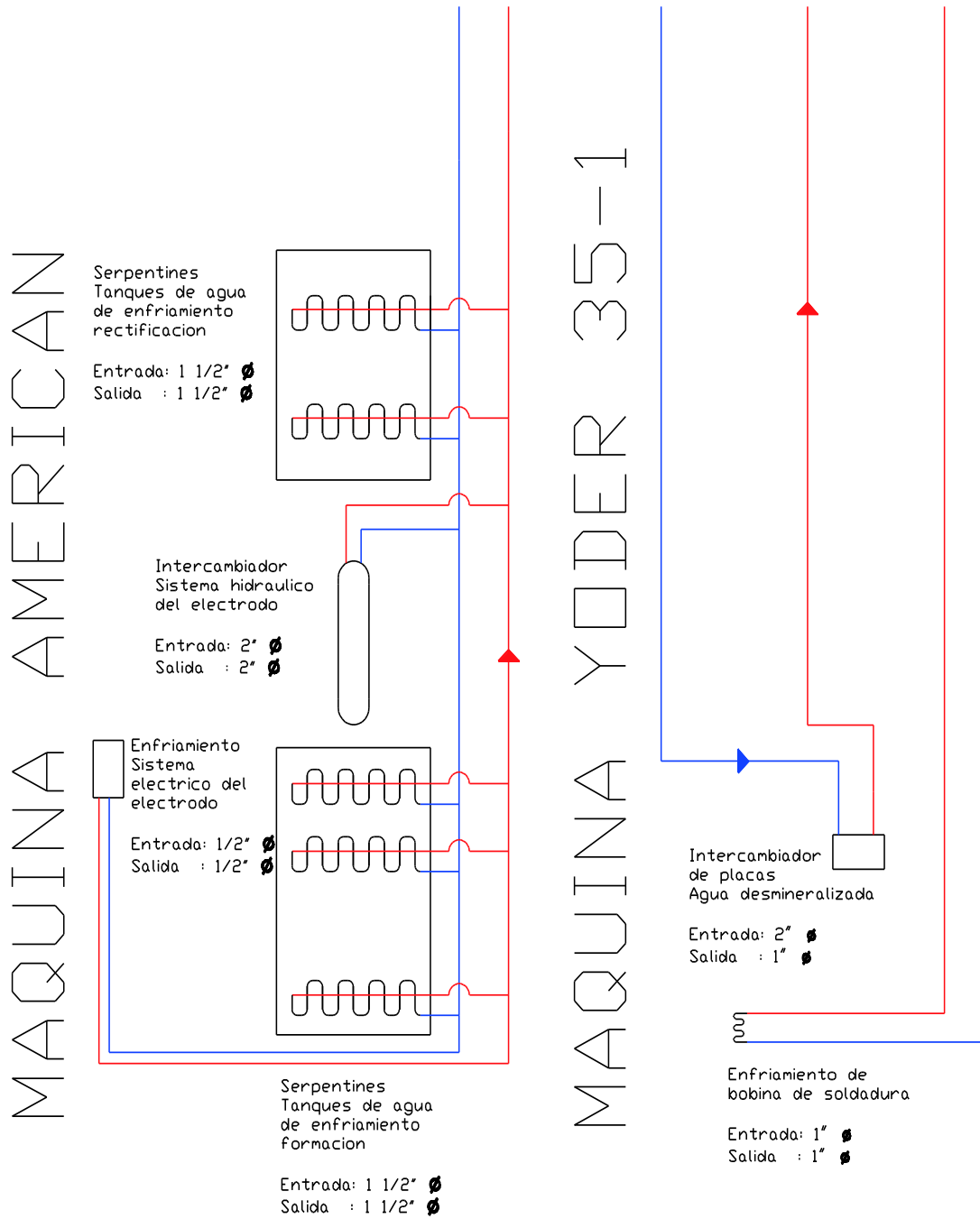
En el siguiente diagrama se muestra como se distribuye el agua de la torre de enfriamiento en los equipos de la planta.

Figura 14. **Distribución de agua a Yoder 35-2 y Yoder 20**



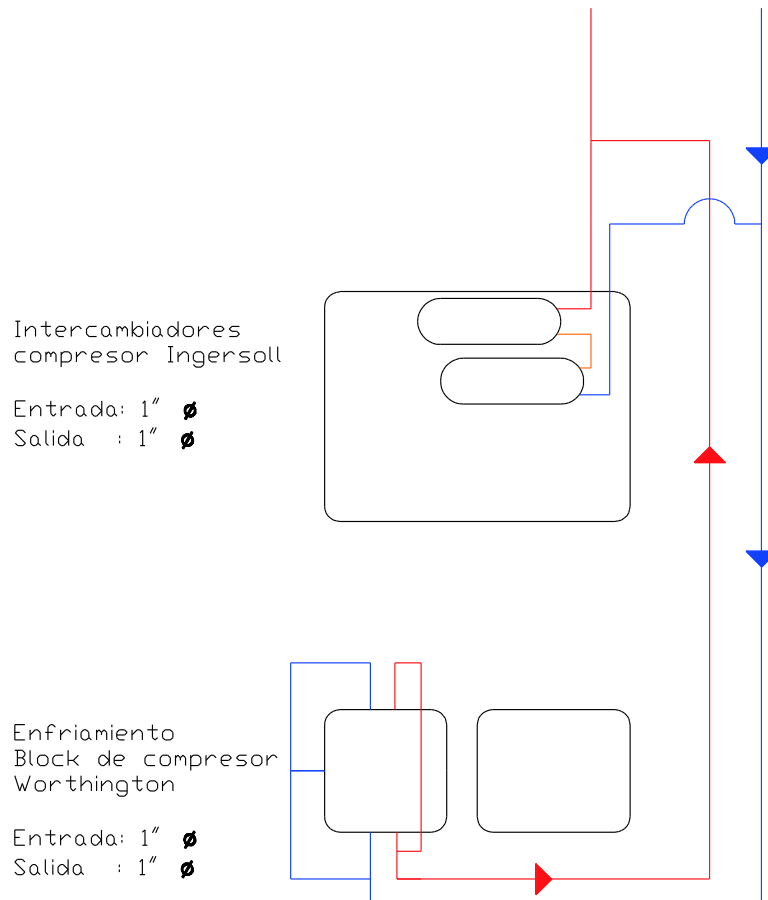
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad

Figura 15. Distribución de agua a American and Yoder 35-1



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Figura 16. **Distribución de agua a compresores**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

- **Intercambiadores de calor**

En la planta se utilizan 2 tipos de intercambiadores de calor. Para el enfriamiento de sistema hidráulico se utilizan intercambiadores de calor tipo carcasa y tubos. Para el enfriamiento del agua desmineralizada que utiliza los equipos de soldadura se utilizan intercambiadores de placas.

- Intercambiador de calor tipo carcasa y tubos

Este tipo de intercambiadores cuentan con varios tubos en el interior de una carcasa cilíndrica, los tubos están hechos de cobre para facilitar la conducción de temperatura. Se manejan dos corrientes de fluido, la que proviene de la torre de enfriamiento y la del depósito de aceite del sistema hidráulico.

La estructura del intercambiador está diseñada para que un fluido pase por los tubos de cobre, y la otra corriente pase entre la carcasa y los tubos. La temperatura del fluido es transferida a las paredes que lo contienen, al existir una diferencial de temperatura entre fluidos, el de menor temperatura (agua de la torre de enfriamiento) abandona el intercambiador de calor llevándose el exceso de calor del fluido de mayor temperatura (aceite hidráulico). Este tipo de intercambiadores tiene inconvenientes cuando el fluido de alta temperatura posee más presión que el de menor temperatura, provocando que el intercambio de temperatura no tenga suficiente tiempo para ceder temperatura al agua que proviene de la torre de enfriamiento.

- Intercambiador de calor tipo placas

Existen 2 de este tipo de intercambiadores en la planta. Son utilizados para el enfriamiento del agua desmineralizada de los equipos de soldadura. Las placas son de acero inoxidable, garantizan hermeticidad del agua desmineralizada al mismo tiempo que evitan mezcla de fluidos por filtraciones entre placas. Las placas de transferencia están diseñadas con estrías que crean flujo turbulento de agua, en todo su contorno tienen empaques que sellan el espacio entre placas. Al igual que los intercambiadores de tubos y carcasa, utilizan dos flujos de agua, el de agua fría que fluye desde la base de

intercambiados hacia arriba y el flujo caliente (agua desmineralizada) que fluye hacia abajo, funcionando así por contra flujo.

La efectividad de estos intercambiadores es alta ya que el intercambiador debe bajar la temperatura del agua desmineralizada de los 60 grados centígrados o más con los que abandona el equipo de soldadura a uno 36 grados centígrados permitidos por el fabricante para volver a ser recirculada. El agua desmineralizada al salir del intercambiador pasa por una válvula de a base de gas que verifica que la temperatura se encuentre en rango permitido para el equipo, si no es así el equipo se dispara por alarma de exceso de calentamiento.

3.1.2.3. Cajas reductoras

Las cajas reductora son un conjunto de engranes ensamblados en una carcasa que al ser acoplada a un motor eléctrico reducen el régimen de revoluciones que proporciona el motor, manteniendo el torque del mismo. Las cajas reductoras también son utilizadas para invertir el sentido de rotación que provee el motor.

En la planta son dos métodos de utilización de cajas reductoras, el primero es acoplando la caja reductora directamente al eje del motor, como la tiene los motores de los reguiletes de las línea de producción de tubería o el motor principal de la máquina formadora de costanera. Su función para este caso es solamente regular las revoluciones del motor.

Para los motores de mayor capacidad (150 a 250 caballos de fuerza) como los instalados en molinos de las cuatro máquinas de formación de tubería, cada motor transmite potencia a través de faja hacia un eje central

interconectado con las cajas reductoras por medio del conjunto de corona y tornillo sin fin. Toda la potencia del motor es distribuida en las 3 o 5 cajas reductoras (según sea la máquina). Para estos casos las cajas reductoras hacen la función de reducir las revoluciones del motor e invierten el sentido de rotación (si es necesario). El proceso no termina aquí ya que después que las revoluciones son bajadas, según el requerimiento de producción, todavía la potencia se transmite a los rodos de formación por medio de ejes cardan por cada rodo.

3.1.2.4. Cajas de velocidades

La planta cuenta con el apoyo de dos de estos dispositivos mecánicos, encargados de controlar las revoluciones por minuto de los embobinadores de tiras de las cortadoras de bobinas.

Las cajas de velocidades cuentan con 2 ejes (tren fijo y tren móvil), cada uno cuenta con un conjunto de engranes de distintas dimensiones que al ser acoplados secuencialmente, transmiten la potencia del eje fijo al tren móvil. El acople de las velocidades es apoyado por la varilla selectora (controlada por el operador), las horquillas (controladas por la varilla selectora) mueven el sincronizador que es el encargado de acoplar los engranes entre ejes. El tren fijo recibe la potencia de un motor eléctrico, el eje gira libremente hasta que el operador acopla las velocidades (generalmente la segunda velocidad). Cuando el operador acciona la caja de velocidades la potencia del tren fijo se transmite al tren móvil acoplado al eje que mueve al embobinador de tiras.

La necesidad de una caja de velocidades en el embobinador de tiras es porque todas las secciones de la cortadora funcionan independientemente, no existiendo control automático de las velocidades del desembobinador con la del

embobinador de tiras. Como se conoce la velocidad tangencial de un sistema en rotación alrededor de un eje, varía mediante el cambio de radio de referencia, por ese motivo la velocidad aumenta a medida que la bobina de lámina es desenrollada. Al mismo tiempo en el embobinador de tiras, la velocidad tangencial de la tira disminuye a medida que aumenta el radio de la tira. Para minimizar el problema de acumulación de lámina en el proceso de corte, la caja de velocidades es utilizada para aumentar o reducir la velocidad final del enrollado de tiras según sea requerido.

3.1.2.5. Diferenciales (catarinas)

Este dispositivo viene del uso en mecánica automotriz, es el que posee todo vehículo tanto liviano como pesado, su función es permitir funcionamiento independiente de las ruedas traseras en la curvas. El sistema más simple constan de 4 engranes pequeños, una corona y un piñón que es el que provee la tracción del motor. Cuando los vehículos caminan en línea recta el piñón recibe la tracción del motor, la corona está alineada y los cuatro engranes pequeños acoplan perfectamente, al tomar una curva dos de los 4 engranes pequeños se desplazan ligeramente, las ruedas giran a distintas revoluciones pero mantenimiento la estabilidad del vehículo.

En la planta los diferenciales son usados por la cortadora de tiras, durante el proceso de enrolladla de la rebaba cuando la lámina es cortada. La rebaba o extremos sobrantes de la lámina son enrollado por reguiletes uno por cada extremo de un diferencial. Por no ser un sistema continuo de enrollado de sobrantes cada extremo giran independiente, pudiendo ser manejado fácilmente.

3.1.2.6. Cilindros hidráulicos y neumáticos

Los cilindros son ampliamente utilizados en los procesos de producción de tubería y costanera en la planta. Los cilindros son actuadores que convierten la energía hidráulica y neumática en energía mecánica, tanto los cilindros hidráulicos como neumáticos son similares en su construcción con la diferencia del tipo de sellos y retenedores que utilizan para mantener la hermeticidad, esto debido a las características del fluido que van a manejar.

En las líneas de producción se encuentran 2 tipos básicos de cilindros: de pistón de simple efecto (pequeños) y los de pistón de doble efecto (grandes). Se enfocará en pistones de doble efecto, debido a su importancia. Cada carro cortador de tubería posee 1 de estos cilindros, 3 de ellos son hidráulicos y 1 neumático. La carrera del pistón varía entre 1 a 2 metros, espacio que se mueve los carros cortadores.

El funcionamiento es simple, el cilindro tiene 2 conductos por los que puede ingresar el flujo de aceite o aire, uno sobre la cabeza del pistón y otro en la parte posterior de esta. El movimiento del cilindro es gobernado por electroválvulas de 4 vías, las cual redirige el fluido en una vía mientras bloquea la otra e inversamente. De esta manera se logra el movimiento de ida y retorno del carro de corte de las máquinas formadoras.

3.1.2.7. Ejes de transmisión

Los ejes de transmisión son todas las secciones mecánicas de acero que sirven para transmitir potencia. La planta al estar dedicada a la formación del acero hace uso de los ejes de transmisión para poder accionar los molinos de formación con un solo motor eléctrico. Un solo motor se acopla a los ejes de

transmisión que mueve las cajas reductoras, al alcanzar las revoluciones por minuto necesarias, un segundo par de ejes transmiten la potencia a la torre de formación. El eje que va de la caja reductora a la torre de formación se une en sus extremos por juntas cardan. En la torre de formación cada rodo está montado sobre una flecha, la cual se acopla a las transmisiones que salen de la caja reductora.

3.1.3. Equipos eléctricos

Un aparato o dispositivo eléctrico es un aparato que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea por transformación, amplificación/reducción o interrupción.

3.1.3.1. Soldadoras de inducción de alta frecuencia

Tres equipos de este tipo, posee la planta para soldar la lámina que forma los tubos. Su principio de funcionamiento, es el de soldadura por inducción en donde se aprovecha el calor generado por una material que sirve de resistencia ante la inducción de corriente a alta frecuencia, calentándose sus extremos.

Como se conoce al someter una resistencia a un flujo de corriente esta funcionara eficientemente si disipa el calor al ambiente. Cuando la resistencia sobrepasa su límite para el que ha sido creado, esta sobrepasa el calor que puede disipar terminando en un proceso de fundición del material. Este efecto es el que utilizan las soldadoras de alta frecuencia, donde una bobina conectada al sistema de soldadura por donde pasa el tubo, induce corriente sobre el material, la resistencia que ofrece la lámina es inferior a la que soporta calentando los extremos de la lámina, al mismo tiempo que los rodos de

formación y rectificación unen la lámina fundiendo los extremos y soldando el tubo.

- Partes elementales de las soldadoras de alta frecuencia

Los 3 equipos de la planta funcionan bajo el mismo principio y sus características son similares con la diferencia de la antigüedad de cada uno de ellos. Se pueden mencionar las siguientes características:

- Banco de condensadores de alta potencia y alta frecuencia (capacitores tipo tanque), los cuales son diseñados para entregar alta potencia utilizando bajo voltaje, minimizando los arcos de corriente. Disponible en los tres equipos.
- Módulos de potencia de transistor de efecto de campo (FET) de alta frecuencia, son la base del funcionamiento de las máquinas soldadoras, es donde se eleva la frecuencia de operación hasta los 400 kilo hertz. Estos módulos o tarjetas electrónicas existen en el equipo más moderno, los otros dos usan tubos osciladores para hacer la misma función.
- Regulador de potencia de rectificadores controlados de silicio (SCR), proporciona potencia de salida constante para garantizar la calidad uniforme en la soldadura. Disponible en los 3 equipos.
- Red de filtración contra baja ondulación, utilizado para minimizar los armónicos en la línea de corriente alterna, los cuales ocasionan soldaduras irregulares.

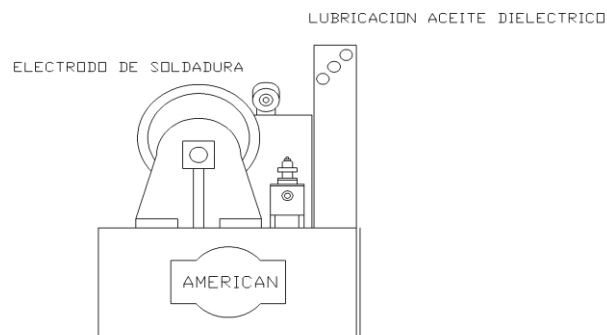
- Controlador lógico programable (PLC) con interfaz gráfica utilizado para el control de las señales de funcionamiento del equipo y diagnosticarían de fallas. Disponible solo en uno de los equipos, los otros dos solo cuentan con instrumentación básica del funcionamiento.
- Bobinas de choque, estas bobinas impiden que las corrientes perturbadoras de alta frecuencia penetren en el equipo, para aumentar su eficacia se conectan condensadores supresores antes y después de la bobinas de choque. Disponible en los tres equipos por su apoyo en el proceso de la máquina.
- Sistema de enfriamiento por agua desmineralizada, disponible en los tres equipos, dos de ellos con intercambiadores de placas y otro de carcasa y tubos para intercambiar calor con el agua de la torre de enfriamiento.

3.1.3.2. Soldadura por anillo de cobre

Este tipo de soldadura es conocido como soldadura por resistencia, es un proceso termoeléctrico por el calentamiento que experimentan los metales hasta el punto de forja. Para que el proceso sea realizado, es necesario de 2 elementos que hagan la función de electrodos que sean colocados 1 a cada extremo de la pieza a unir, haciendo pasar por ellos una corriente eléctrica intensa, al someter la lámina que forma el tubo a esta corriente y la resistencia que posee hace que los extremos se calienten, es en este punto que la lámina se une por medio de la presión que ejercen los rodos, soldando los extremos que se encuentran al rojo vivo.

La planta utiliza este método en una línea de producción de tubería, limitada a tubos de hasta 1 pulgada de diámetro. Como electrodos se utilizan anillos de cobre sometidos a voltajes de 480 voltios, los cuales unidos forman un rodo que rota a la velocidad que están los molinos de formación. El tubo a soldar pasa por abajo del anillo de cobre siendo sometido a la corriente, aunque el anillo de cobre sufre desgaste, este no funciona como material de aporte, por lo que no se altera la estructura de la soldadura.

Figura 17. **Electrodo de soldadura de máquina American**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.1.3.3. **Electroválvulas**

Las electroválvulas pueden ser neumáticas o hidráulicas, son elementos que utilizan la energía eléctrica para crear un movimiento mecánico, por medio del accionamiento de una pieza metálica que abre o cierra el paso del fluido que está conduciendo. Las electroválvulas cuentan con 2 piezas fundamentales, un solenoide y la válvula propiamente, el primero convierte la energía eléctrica en campo magnético que realiza un movimiento mecánico y la segunda es la que posee los conductos que libera o cierra el vástago del solenoide. En la planta se

utilizan generalmente las electroválvulas de 2 posiciones y 4 conexiones que son las utilizadas para accionar cilindros de vástago de doble efecto.

3.1.3.4. Motores eléctricos

Los motores son máquinas que convierten la energía eléctrica en energía mecánica de rotación por medio de un embobinado que al ser sometido a una corriente eléctrica crea un campo magnético que hace girar un rotor. La planta cuenta con gran cantidad de motores en las líneas de producción, sin embargo la siguiente descripción se enfoca en los ocho motores del tipo industrial por la potencia (100hp a 250hp) que se necesitan para accionar los molinos de formación y rectificación.

- Motores de corriente alterna

Son de uso más simple, solo necesitan una fuente de corriente alterna (la provista por la EEGSA). No necesitan de mantenimiento complejo más que limpieza de interior con solvente dieléctrico y cambio de filtro de aire del sistema de enfriamiento. Por el alto torque que generan necesitan ser encendidos con velocidad baja, utilizando para ello variadores de frecuencia.

- Motores de corriente continua

Necesitan de una fuente de corriente continua que convierta la corriente alterna. Son de construcción más compleja, ya que necesitan de piezas mecánicas que trasladan la corriente al rotor para generar un campo magnético, tienen un imán permanente en el estator y un conmutador para invertir periódicamente la tensión, todas estas piezas se desgastan con el tiempo por lo que necesitan de mantenimiento preventivo.

- Características de los motores instalados en la planta

Por el tipo de uso que tienen los motores industriales se diferencian de los de menor reglaje por los accesorios que incluyen o que son necesarios para ponerlos en operación, estas características son las siguientes:

- Ventilación forzada
Por los tiempos de trabajo y la potencia que generan estos motores, la temperatura es considerable deben tener un sistema de enfriamiento forzado utilizando un ventilador de $\frac{1}{4}$ de caballo de fuerza que ingresa aire del exterior pasándolo antes por un filtro de aire, para no ingresar partículas que dañen el embobinado y rotor del motor.
- Cimentación especial
Por la vibración provocada por el motor cuando está en funcionamiento, este debe de contar con una base que cumpla con características de nivelación y resistencia del material para no dañar el motor con ampliación de las vibraciones propias del motor.
- Identificadores de parámetros de funcionamiento
Por la importancia de estos motores en la producción, cada uno cuenta con elementos que registran su funcionamiento, ante cualquier eventualidad los operadores de las líneas informan a los técnicos para su inspección. Los parámetros que son controlados desde los paneles de mando son: amperaje consumido, voltaje consumido, y las revoluciones por minuto.

3.1.3.5. Variadores de frecuencia

El instante en que los motores eléctricos son arrancados es el punto cuando se tiene el máximo consumo de energía debido a que el par es máximo para sacar del reposo el motor, posteriormente el par va disminuyendo paulatinamente. Desde el punto de vista mecánico el instante de arranque del motor significa que las piezas mecánicas a las cuales está enlazado el motor reciben el torque máximo que este provee en un solo instante, lo cual puede causar daños a acoples, ejes, chumaceras y fajas.

Por este motivo es que se hace uso de los variadores de frecuencia instrumentos eléctricos que utilizan los motores de corriente alterna para controlar su velocidad de arranque. Como su nombre lo indica estos aparatos varían la frecuencia con que el motor funciona (ancho de onda) al mismo tiempo que controlan el voltaje para evitar que una saturación de flujo magnético y elevación de corriente dañe el motor. Al variar la frecuencia el motor se puede controlar su velocidad, consiguiendo un arranque suave que no afecte las piezas mecánicas a las cuales está acoplado el motor.

Otro punto importante del uso de variadores de frecuencia es el impacto en el factor de potencia que la empresa reporta a las distribuidoras de energía. El variador de frecuencia del motor evita los picos de consumo de energía que genera el arranque de motores de alta potencia.

3.1.3.6. Interruptores de límite (micros de emergencia)

Los micros de emergencia o mejor conocidos como interruptores de límite, son utilizados para detectar la posición en que se encuentra un elemento mecánico en movimiento. Son interruptores normalmente cerrados el cual genera una señal cuando este es accionado. Posee una cabeza que contiene un eje con movimiento de 90 grados tanto a la izquierda como a la derecha, si el eje es rotado de su posición original hacia algún sentido, este genera la señal que acciona el sistema eléctrico realizando las acciones programadas.

3.1.3.7. Contactores

Son dispositivos electromecánicos utilizados como interruptores en los sistemas eléctricos y electrónicos de control. Cuentan con una bobina que al ser sometida a tensión desplaza una pieza metálica que activa o desactiva los interruptores que posee. Controlan los circuitos de fuerza o potencia donde se encuentran instalados.

Los contactores son utilizados en la industria por su capacidad de funcionamiento ya que se pueden encontrarse para 120, 240 y 480 voltios, los básicos tienen 3 interruptores sin embargo se les pueden acoplar contactos auxiliares llegando hasta 6 interruptores útiles para el uso en el control eléctrico.

3.1.3.8. Contactores termoelectrónico (guardamotores)

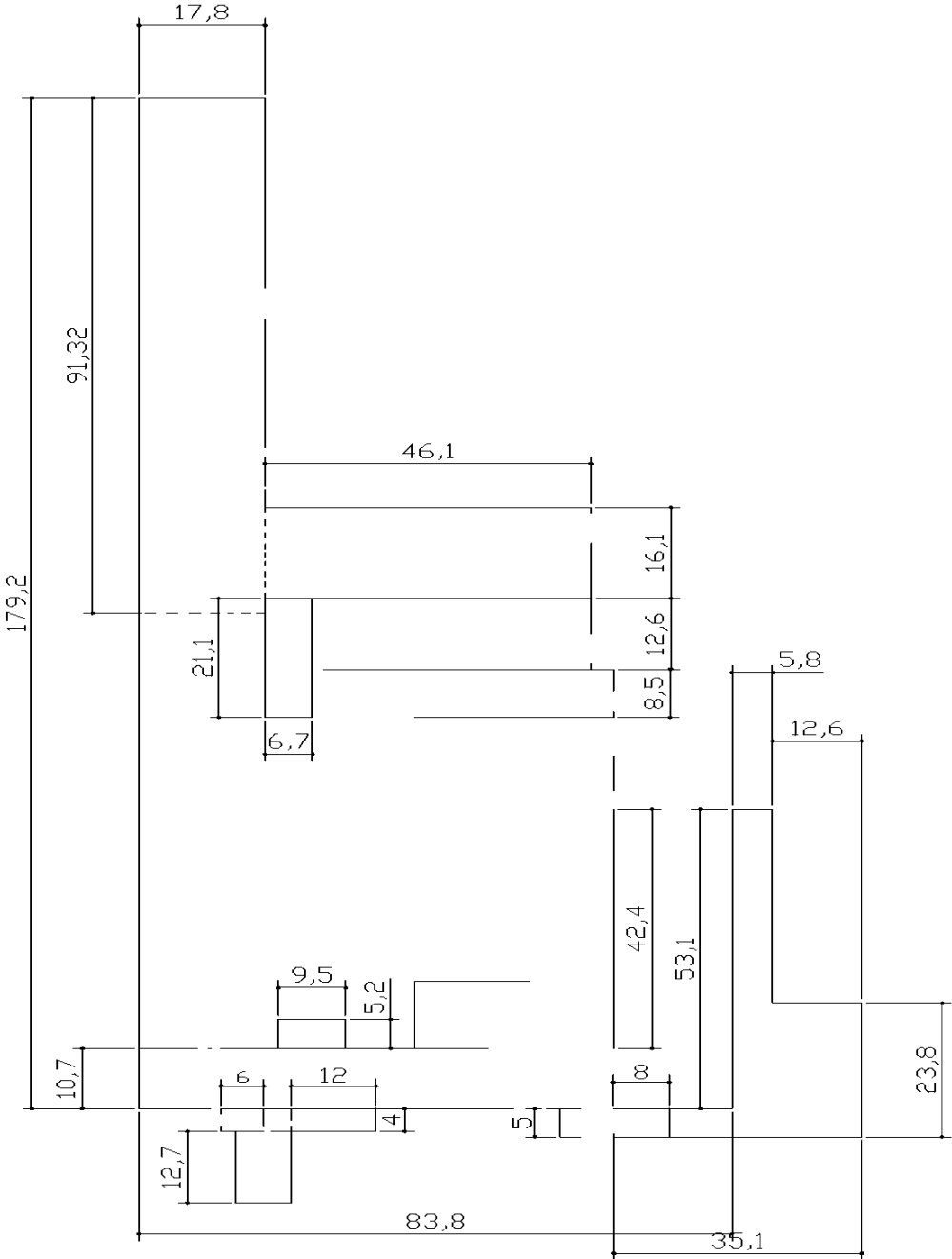
Son interruptores magnetotermicos automáticos, son colocados antes de activar un motor y su función es la de proteger al equipo de cualquier alteración

de la corriente que pasa por el circuito, provocada por cortocircuitos o sobrecargas de intensidad. Al instante que la intensidad sobrepasa la intensidad o la temperatura calibrada en el magnetotermicos, este abre el circuito de alimentación cortando la corriente al motor.

3.2. Codificación del área cubierta por mantenimiento

Como parte de la mejora del departamento de mantenimiento de la planta es necesario tener un mapa de las áreas que el departamento cubre, con lo cual se puede clasificar de mejor manera los trabajos que se son realizados. Se realizaron 4 planos completos del área productiva de planta, en el primero se muestra el área productiva la planta con sus respectivas dimensiones actuales , en el segundo plano se muestra la división en zonas del área productiva de la planta y con las que el departamento de mantenimiento trabajara posteriormente, en el tercer plano por la criticidad que representa los puentes grúa es necesario tratarlos por aparte en un plano individual, finalmente de forma más exacta como se distribuye la maquinaria en cada zona de la planta.

Figura 18. Plano del área productiva de la planta (todo en metros)



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.2.1. Clasificación de las zonas de la planta cubiertas por mantenimiento

Las diferentes áreas de la planta de producción que son cubiertas por el Departamento de Mantenimiento, se pueden clasificar por el tipo de proceso que realizan.

3.2.1.1. Zona de formado de costanera

Integrada por la línea de producción de costanera. Es la única de las 5 líneas de producción que se encuentra en un espacio independiente.

3.2.1.2. Zona de formado de tubería

Por ser el producto insignia de la empresa, es la mayor zona de la planta y con mayor maquinaria, constituye el espacio ocupado por las 4 líneas de producción de tubería.

3.2.1.3. Zona de corte de lámina

Dos máquinas para el corte de bobinas de lámina. Las bobinas son cortadas y son creados rollos de tiras que se utilizan para el formado de tubería y costanera.

3.2.1.4. Zona de galvanizado

Se incluye el área de tanques de limpieza de tubería (agua, soda cáustica, ácido sulfúrico) antes que esta entra al horno para galvanizado. Se incluye el área de transporte del tubo a la salida del horno hacia las máquinas de roscado.

3.2.1.5. Zona de roscado de tubería

La tubería que es roscada es solamente la que se galvaniza, se incluye el espacio ocupado por las 12 máquinas de roscado y las mesas donde se coloca el tubo.

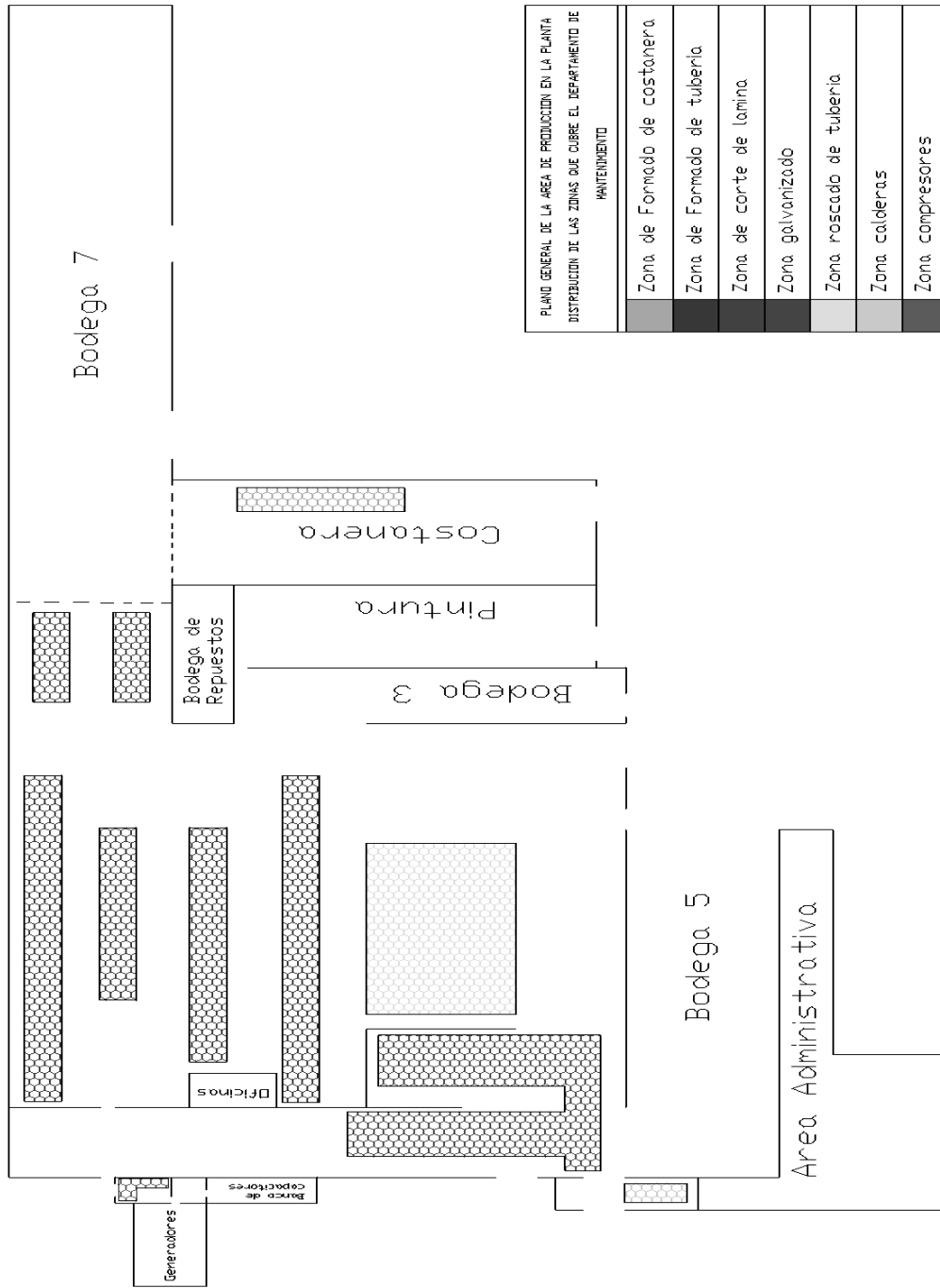
3.2.1.6. Zona de calderas

La planta cuenta con dos calderas instaladas y funcionando las cuales se alternan para cubrir la producción. El vapor es únicamente usado para el soplo con vapor del tubo cuando este sale del horno de galvanizado, sin embargo deben ser puestas en funcionamiento para mantener la presión de vapor.

3.2.1.7. Zona de compresores y torre de enfriamiento

El aire comprimido es utilizado en todas las líneas de producción por lo cual los compresores son de vital importancia. Existen dos compresores con capacidad suficiente cada uno para cubrir la demanda de aire en la producción.

Figura 19. Zonas de la planta



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.2.2. Zona de transporte de producto y materia prima

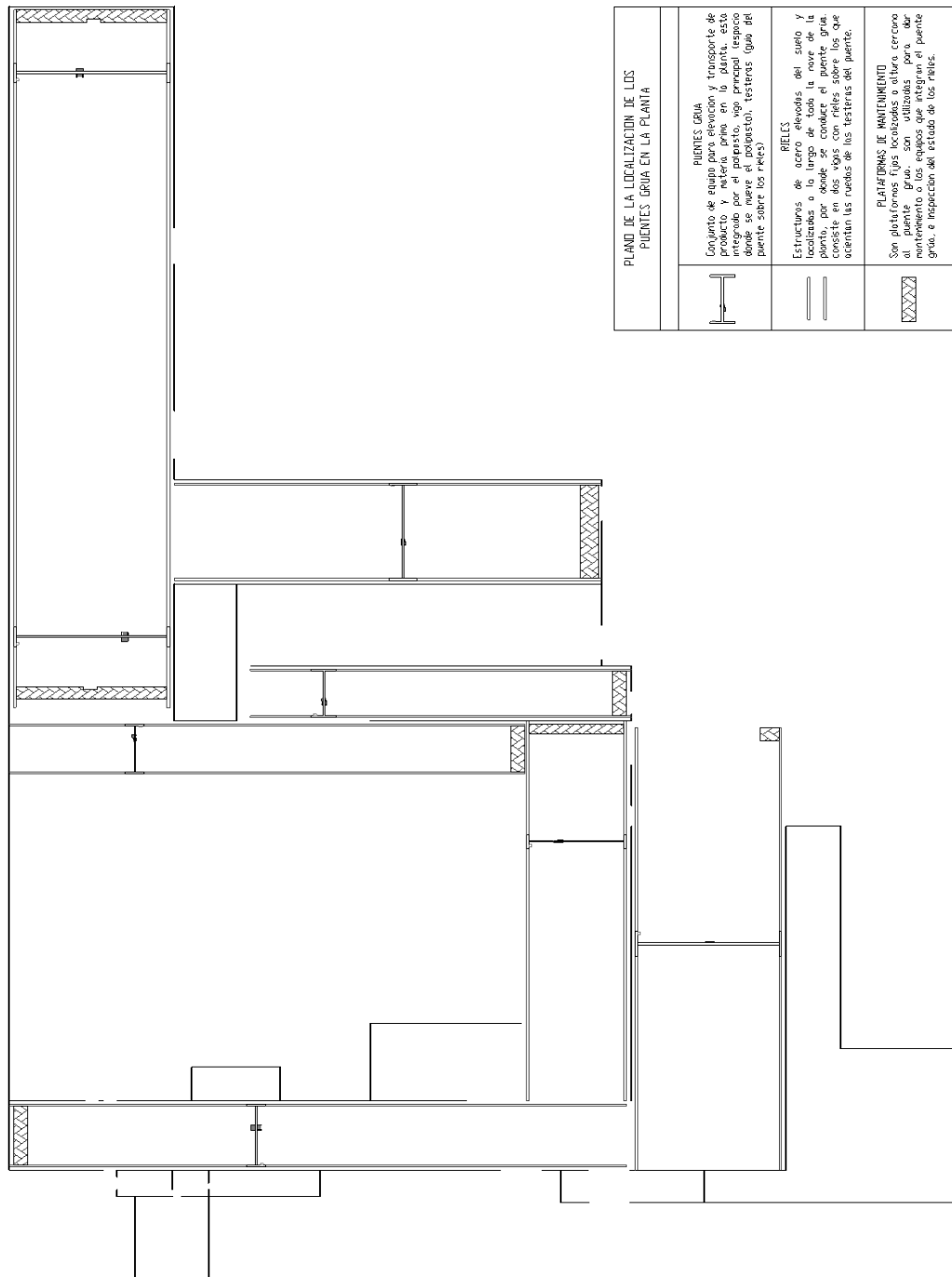
Los puentes grúa son el medio con el cual la materia prima y el producto final de la planta es trasladado dentro de la planta y a los lugares de despacho de producto. Por la importancia y criticidad de estos equipos es necesario que tratados independientemente. Cada puente grúa es un conjunto de 4 elementos principales:

- Polipasto: elemento mecánico/eléctrico encargado de elevar la carga, este cuenta con un gancho o pasteca con el que se sujeta el balancín que lleva la carga, un tambor en donde se enrolla y desenrolla el cable con alma de acero que sujeta la pasteca, un motor eléctrico que le brinda la potencia de carga del polipasto y finalmente un sistema de poleas para repartir la carga y que hacen posible elevar hasta 10 toneladas con un solo polipasto.
- Puente: es una viga (en forma de I o de cajón) a lo largo de ella es donde se mueve el polipasto. Tiene que estar capacitada para soportar los esfuerzos de corte y la deflexión causada por la elevación de cargas.
- Testeras: son los elementos que van en los extremos de cada puente. Está constituido por 4 ruedas de acero (2 por cada testera) las cuales por su perfil asientan sobre los rieles y hacen posible mover el conjunto de puente y polipasto a lo largo de los rieles; comúnmente los rieles están tendidos a lo largo de toda la nave en cada sección de la planta. En la planta existen dos tipos de testeras: las que tienen accionamiento directo de un moto reductor en cada c testera y las que poseen un motor principal para ambas testeras que va montado sobre el puente y

transmite el torque por medio de un eje principal y engranes con cadenas en cada testera.

- Rieles: son estructuras como las utilizadas para conducir trenes con la variante de ancho y perfil diferente según sean los requerimiento de las ruedas de los puentes grúas. En cada nave de la planta que tenga puente grúa va un riel de cada lado y se extiende a lo largo de toda la nave. Los rieles son los principales elementos de todo el conjunto de elevación de carga ya que estos son los encargados de soportar el peso del puente, testeras, polipasto y la carga transportada.

Figura 20. Plano de localización de puentes grúa en la planta



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.2.3. Cobertura de actividades de los talleres en la planta

Las diferentes áreas de la planta de producción que son cubiertas por el Departamento de Mantenimiento, también abarcan los talleres, A continuación se describe.

3.2.3.1. Taller mecánico

Es el encargado del mantenimiento mecánico de la maquinaria y equipos de la planta, al ser una planta industrial el equipo de mecánicos tienen participación activa en todas las áreas de la planta. Los mantenimientos mecánicos preventivos y correctivos de los equipos de cada línea de producción son realizados por el equipo de mecánicos.

3.2.3.2. Taller eléctrico

Por el tipo de función y control de los equipos de la planta, es 70 por ciento eléctrica y 30 por ciento electrónica, aunque actualmente se invierte en tecnología electrónica de control de los equipos (Plc, Relés Inteligentes, micros de control, *timers*, *encoders*, *variadores*). El equipo de electricistas y electrónicos tienen a su cargo el mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos de soldadura de la planta, codificadoras, instalaciones eléctricas, accionamiento de equipos, y servicios de alimentación de la planta en general.

3.2.3.3. Taller de tornos

Los torneros son los encargados de la rectificación de piezas mecánicas, elaboración de rodos de formación de tubería y costanera. Por tener un equipo

completo de trabajo (maquinaria y personal capacitado) dentro de la planta son realizados todos los trabajos de rectificado de ejes, engranes, cuchillas etc.

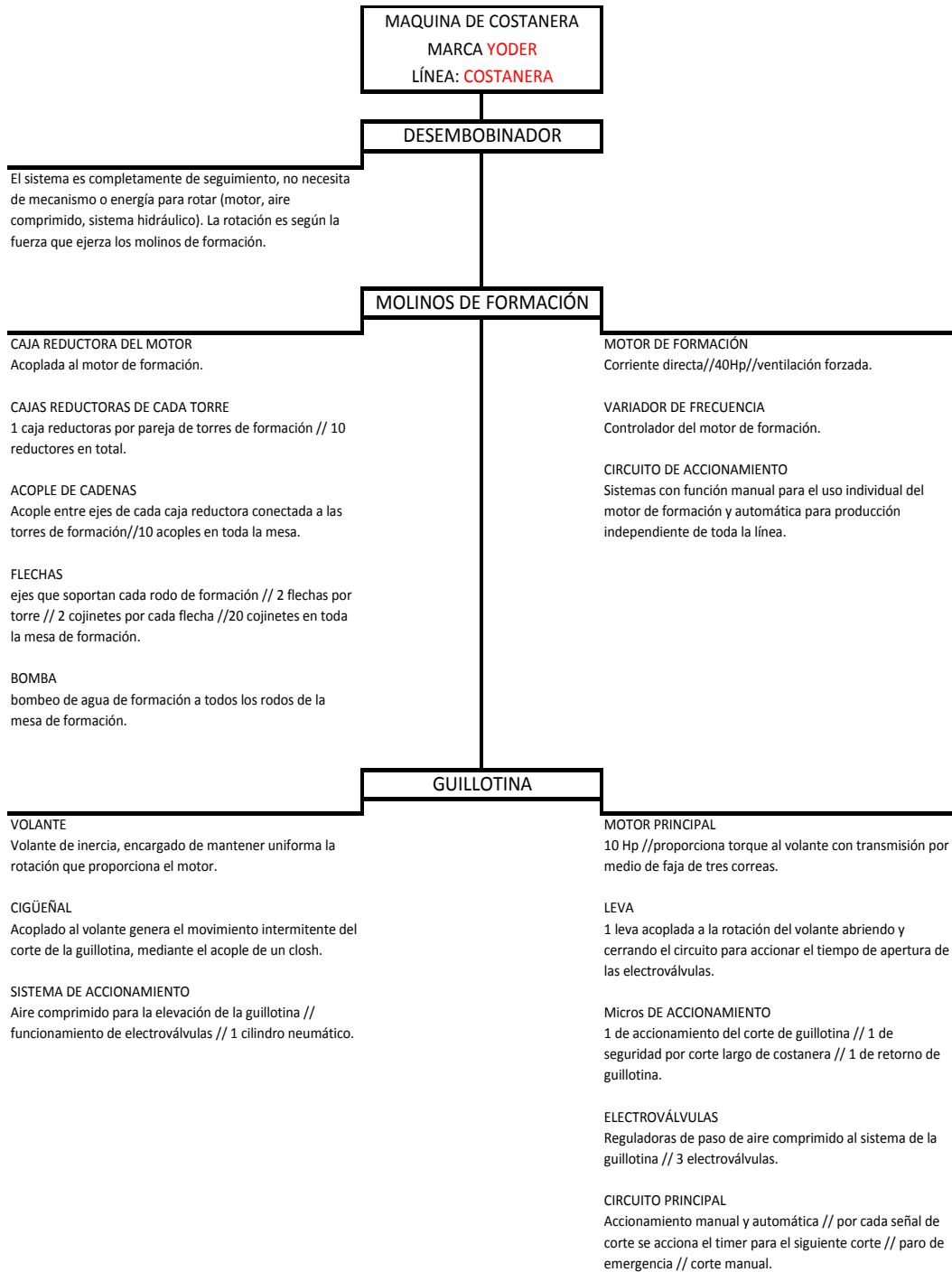
3.2.3.4. Taller de herrería

Las actividades asignadas al taller de herrería son en su mayoría de mejora de instalaciones o modificaciones de estructuras dentro de toda la planta. La única área en que se tiene un servicio de mantenimiento asignado es el área de galvanizado donde los herreros son los encargados del mantenimiento de los gusanos que sumergen los tubos dentro del horno, mantenimiento del puente que sujeta los gusanos sobre el horno de galvanizado, paila del horno, depósitos de ácido sulfúrico y soda cáustica del proceso de limpieza de tubería para galvanizar.

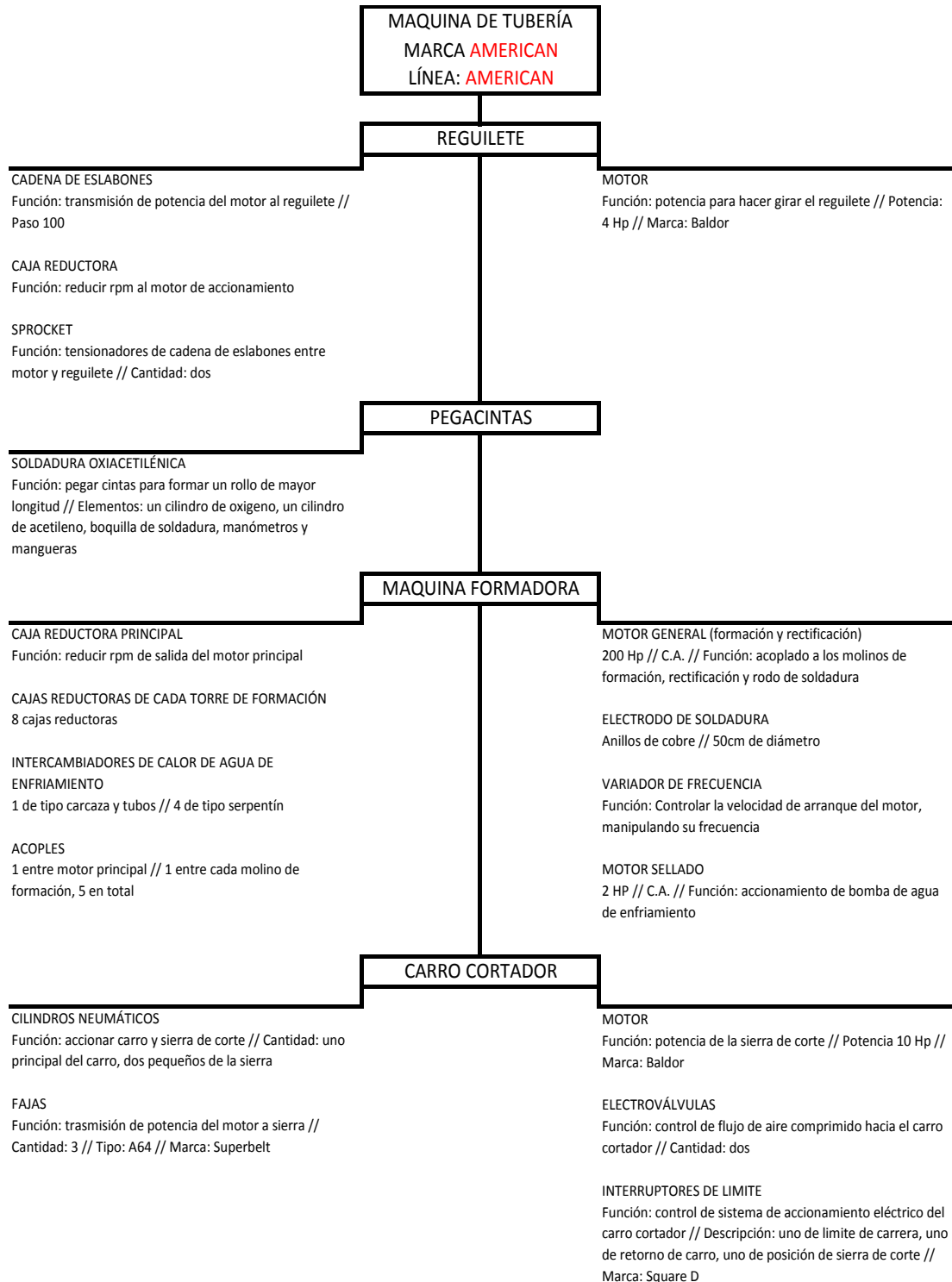
3.3. Clasificación del tipo de maquinaria y equipos de las líneas de producción

La clasificación de la maquinaria está basada en 2 tipos: los elementos mecánicos y los elementos eléctricos de cada equipo, los esquemas que se presentan a continuación presentan los elementos mecánicos listados en la izquierda y los elementos eléctricos listados a la derecha.

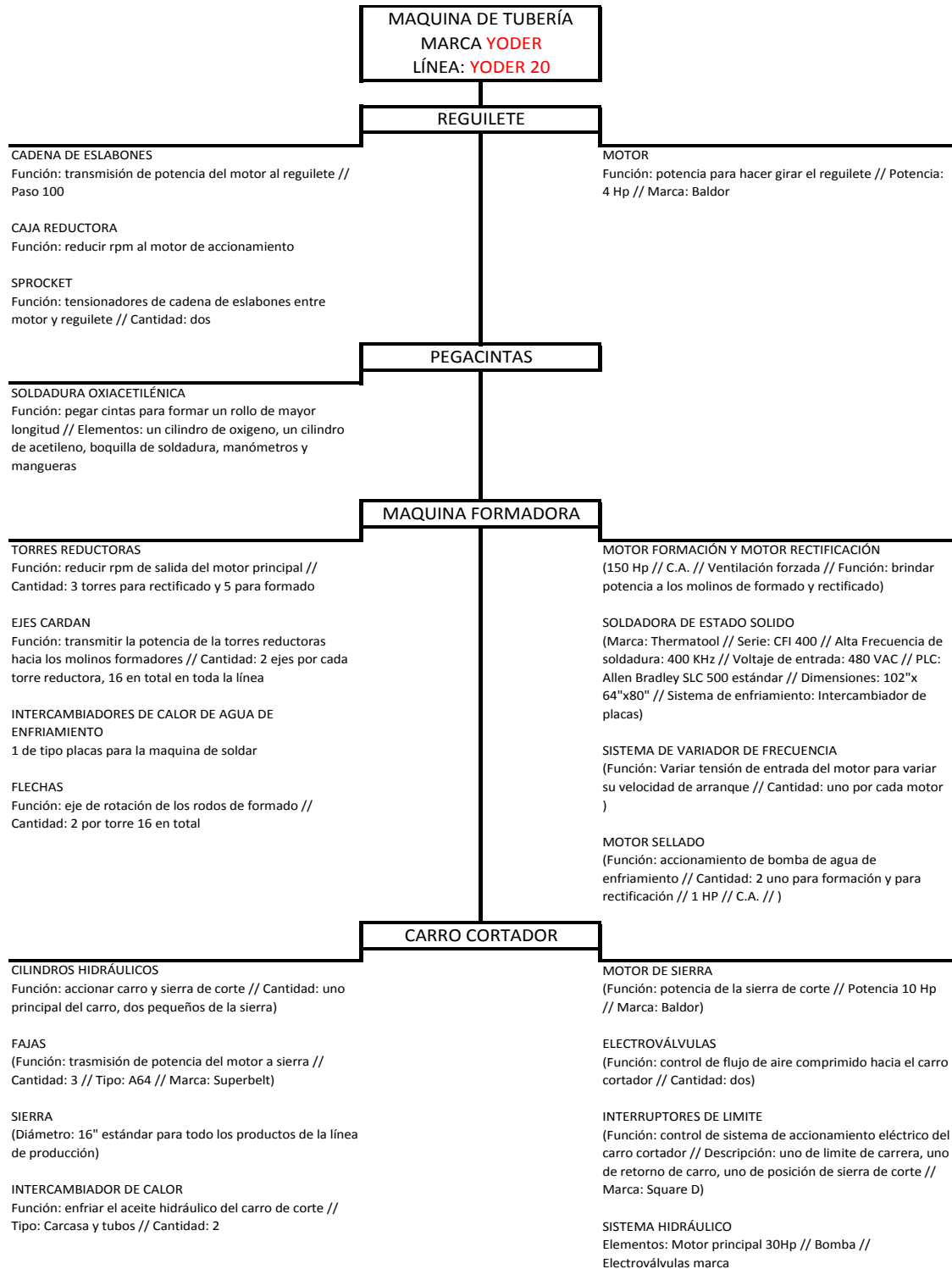
- Línea de producción de costanera Yoder



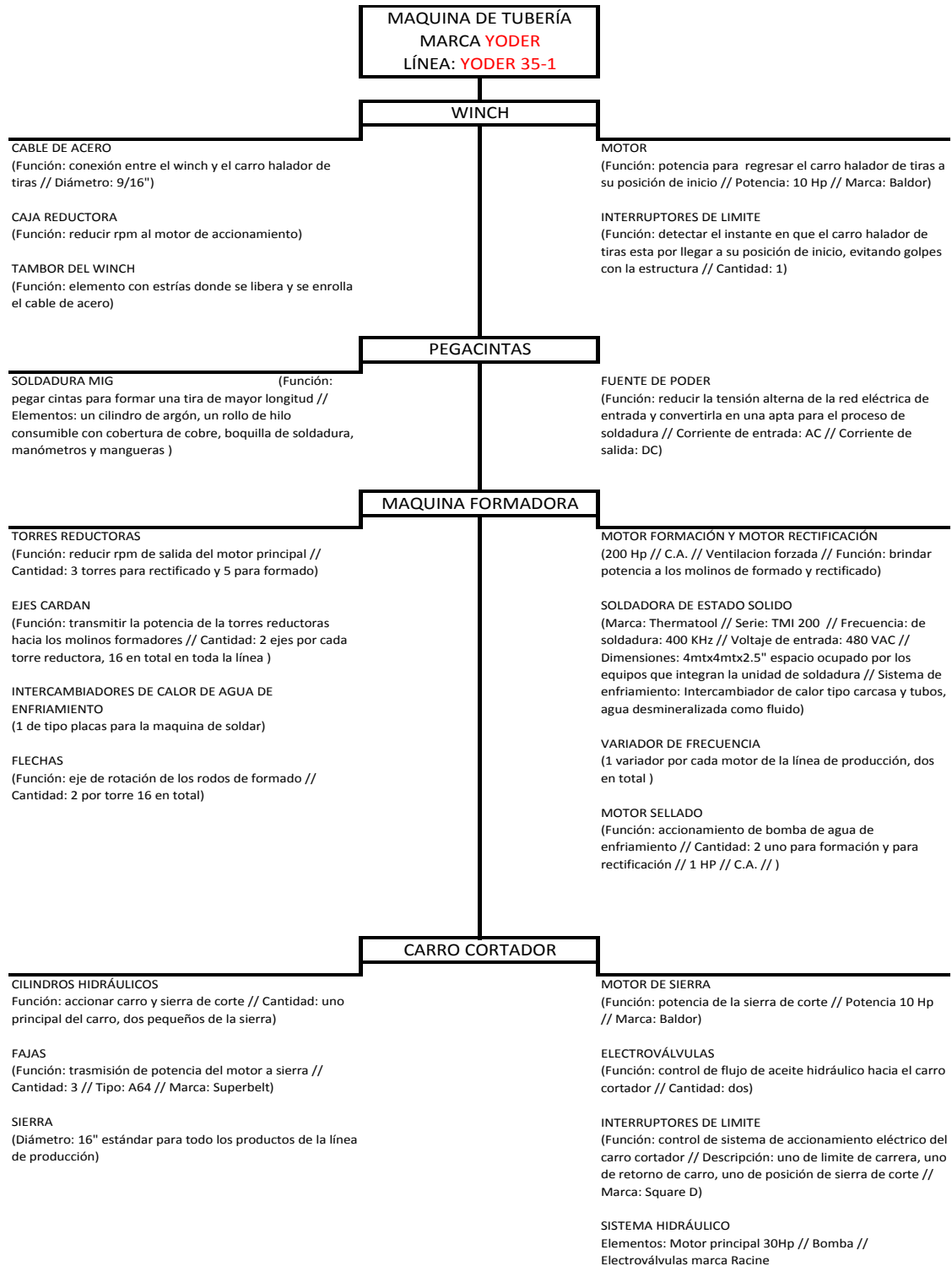
- Línea de producción de tubería American



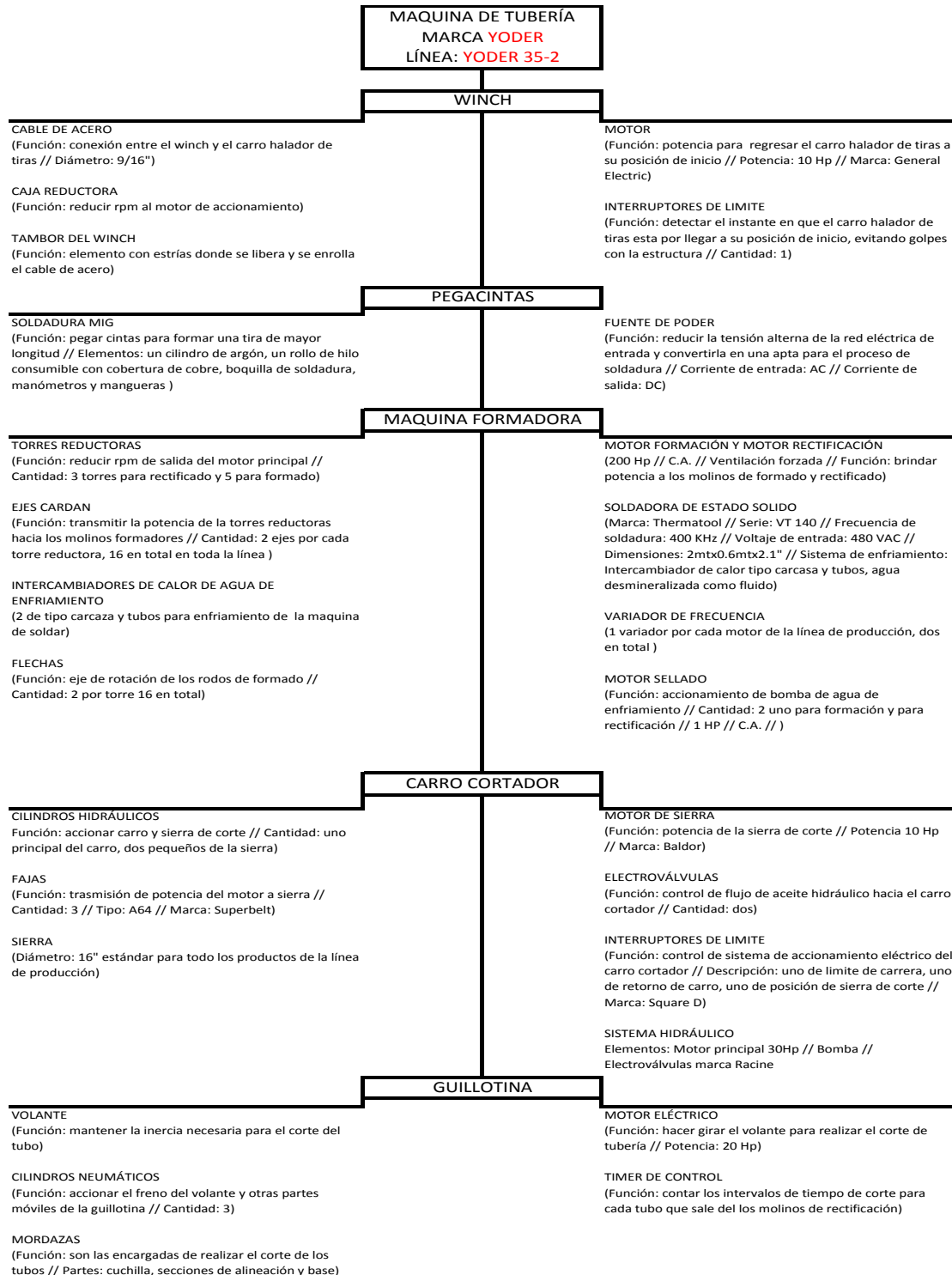
- Línea de producción de tubería Yoder 20



- Línea de producción de tubería Yoder 35-1



- Línea de producción de tubería Yoder 35-2



3.4. Sistemas de lubricación en la maquinaria

La lubricación de la maquinaria es uno de los elementos más importantes dentro del mantenimiento, sin esta el mantenimiento correctivo sería más recurrente debido al exceso de fricción entre piezas, lo que provoca calentamiento, fracturas, mala calibración, ruido excesivo y otros efectos. Por ser la planta dedicada al formado de metales, los equipos están sometidos a mayores fuerzas y cargas de funcionamiento, siendo necesario que la maquinaria lleve un control estricto de la lubricación de los equipos para que estos no sean dañados por exceso de fricción entre piezas mecánicas.

3.4.1. Herramientas de lubricación

La lubricación de piezas mecánicas en la planta se realiza manualmente, utilizando como herramientas bombas neumáticas de engrase, graseras manuales, embudos para nivelar aceite. Cada una de las herramientas anteriores tiene un propósito en particular como los siguientes.

- Bombas neumáticas de engrase
 - Caja reductoras de las torres de formado
 - Chumaceras de mayor dimensión (maquina cortadora de bobinas)
 - Equipos en lugares de difícil acceso
 - Elementos mecánicos de puentes grúa

- Graseras manuales
 - Chumaceras pequeñas y medianas
 - Cojinetes de rodos de formación y alineación de líneas de producción
 - Cojinetes de ejes de motores eléctricos

- Embudos para nivela aceite
 - Nivelación de sistema hidráulico de carros cortadores
 - Nivelación de aceite soluble de agua de enfriamiento
 - Nivelación de aceite de corte posterior a cabezas turcas
 - Nivelación de diesel para corte en guillotina de costanera
 - Nivelación de aceite de cajas reductoras
 - Nivelación de aceite de cajas de velocidades

- Engrase manual
 - Cadenas de transmisión de reguiletes
 - Cables de acero de polipastos
 - Sprocket de winch
 - Cunas de cojinetes de motores al momento de ser instalados

Tabla II. **Lubricación en las líneas de producción**

MAQUINA AMERICAN			
No	LUBRICANTE	LUGAR DE APLICACIÓN	INTERVALO DE USO
1	Aceite Dromus B	Agua de enfriamiento en formado	
2	Aceite Dialax AX	Electrodo de soldadura	
3	Aceite Tellus # 32	Vasos lubricadores (aire comprimido)	Una vez al mes
4	Aceite Valvata 680	Cajas reductoras (coronas de bronce)	Nivelación cada 20 días
5	Grasa Multifax EP-2	Engranés de torres de formación	Cada 15 días
6	Grasa Darina EP=2	Rodos de formación y rectificación	
MAQUINA YODER 35-1 Y YODER 35-2			
No	LUBRICANTE	LUGAR DE APLICACIÓN	INTERVALO DE USO
1	Aceite Dromus B	Agua de enfriamiento en formado	
2	Aceite Tellus # 32	Vasos lubricadores (aire comprimido)	Una vez al mes
3	Aceite Valvata 680	Cajas reductoras (coronas de bronce)	Nivelación cada 20 días
4	Aceite Tellus 100	Sistema hidráulico	Nivelación semanal
5	Grasa Multifax EP-2	Engranés de torres de formación	Cada 15 días
6	Grasa Darina EP=2	Rodos de formación y rectificación	
7	Grasa LGT - SKF	Cojinetes pequeños y chumaceras	
MAQUINA YODER 20			
No	LUBRICANTE	LUGAR DE APLICACIÓN	INTERVALO DE USO
1	Aceite Dromus B	Agua de enfriamiento en formado	
2	Aceite Tellus # 32	Vasos lubricadores (aire comprimido)	Una vez al mes
3	Aceite Tellus # 68	Sistema hidráulico	
4	Grasa Multifax EP-2	Engranés de torres de formación	Cada 15 días
5	Grasa Darina EP=2	Rodos de formación y rectificación	
MAQUINAS CORTADORAS			
No	LUBRICANTE	LUGAR DE APLICACIÓN	INTERVALO DE USO
1	Aceite Tellus 100	Sistema hidráulico	Nivelación semanal
2	Grasa MobilTac 375.NC	Engranés expuestos	
3	Grasa Multifax EP-2	Engranés de torres de formación	Cada 15 días
4	Grasa Darina EP=2	Rodos de formación y rectificación	

Fuente: Intupersa.

3.5. Detalles de arranques paros y cambios de presentación

A continuación se detallan los diferentes pasos a seguir para cuando se pare la maquinaria, se haga cambio de presentación del producto y arranques, ya sean programados o por falla.

3.5.1. Arranques de la maquinaria (inicio de turno laboral)

Los técnicos operadores de las líneas de producción son los encargados de velar por el buen funcionamiento de los equipos al momento de comenzar una jornada de trabajo. En cada arranque de las líneas de producción realizan los siguientes pasos:

- Verificar que el compresor de aire se encuentre trabajando, de lo contrario dar aviso al taller eléctrico para que sea encendido, esperar un tiempo prudente para que el proceso de carga de aire en toda la planta sea constante.
- Activar los flipones de energía eléctrica correspondientes a cada línea de producción.
- Verificar que los ventiladores de la torre de enfriamiento se encuentren funcionando, generalmente en horario de 8:00 a 17:00, antes y después de ese horario la torre de enfriamiento funciona eficientemente sin necesidad de ventilación forzada.
- Encender las bombas de circulación de agua de la torre a los intercambiadores de calor de a cada línea de producción.

- Poner en funcionamiento los sistemas hidráulicos, antes de encender el resto de equipos. Esto es válido para las líneas Yoder 35-1, Yoder 35-2 y Yoder 20 que utilizan carros cortadores activados por hidráulica.
- Verificar que exista aire comprimido constante en los dispositivos neumáticos de la línea de producción. Esto es importante para las líneas Yoder 35-2, American y máquina costanera que utilizan carro cortador y guillotina activados por aire comprimido.
- Verificar que exista materia prima introducida en la máquina formadora.
- Verificar que no exista obstáculos que dificulten el funcionamiento de los equipos tanto eléctricos como mecánicos.
- Poner en marcha las máquinas codificadoras, verificar que el código a imprimir corresponda a la producción que va a sacar la línea.
- Verificar que los equipos tanto eléctricos como mecánicos no presenten, ruidos extraños o funcionamientos anormales, de lo contrario parar la máquina y avisar al taller para su inspección.
- Anotar datos de variables necesarias que presentan los instrumentos de los equipos para presentar reportes de producción.

3.5.2. Paros de la maquinaria (fin de turno laboral)

Al terminar el turno de labores cada grupo de operadores debe realizar sus respectivas tareas antes de entregar la maquinaria al turno siguiente o para

el próximo día de trabajo. Las tareas que realizan los operadores al final de su respectivo turno son las siguientes.

- 10 minutos antes de finalizar el turno, se toman los respectivos datos de la producción que fue realizada durante el día.
- Parar motores principales que mueven los molinos de formación, un tacómetro registra las revoluciones por minuto de dichos motores y envía el dato a las máquinas soldadoras que al detectar que los motores fueron parados las máquinas dejan de soldar y comienzan su ciclo de suspensión.
- Parar manualmente desde el panel del operador los sistemas de recirculación de aceite hidráulico, máquinas de soldar, iluminación de la línea de producción y bomba de agua de enfriamiento de la torre de enfriamiento.
- Apagar máquinas codificadoras, válido para la línea American, Yoder 20 y máquina costanera, en las líneas Yoder 35-1 y Yoder 35-2 las codificadoras se ponen en estado de suspensión, no son apagadas.
- Se desactivan los flipones eléctricos respectivos a cada línea de producción.

3.5.3. Cambios de presentación de producto

Los técnicos operadores tienen a su cargo realizar los cambios del equipo para distintas variantes de producto. Se encargan del desmontar las piezas con

que se utilizan, montaje de las piezas necesarias para producir una nueva presentación y la calibración de las mismas.

Los cambios de presentación son similares en todas las líneas, sin embargo cada una posee algunas variantes que se mencionaran a continuación:

3.5.3.1. Tiempo

El cambio de presentación se lleva a cabo en 12 horas hábiles para todas las líneas de producción de tubería, para la línea de costanera se hace en 10 horas, en las máquinas cortadoras de tiras el proceso lleva 6 horas.

3.5.3.2. Rodos formadores

Cada línea de producción cuenta con sus respectivos juegos de rodos para cada presentación de producto, ya que la flecha que soporta el rodo no es similar en cada línea. Los rodos de la línea Yoder 35-1 y Yoder 35-2 son compatibles. Cada rodo está identificado de la siguiente manera:

- Línea de producción a la que pertenece (Yoder 20, American, Yoder 35-1, Yoder 35-2, Yoder 20 y Costanera).
- Lugar que ocupa según torre de formado (1, 2, 3,.....6).
- Lugar de montaje en torre (superior o inferior).
- Tipo de uso (formado, rectificado, cabeza turca, alineación)

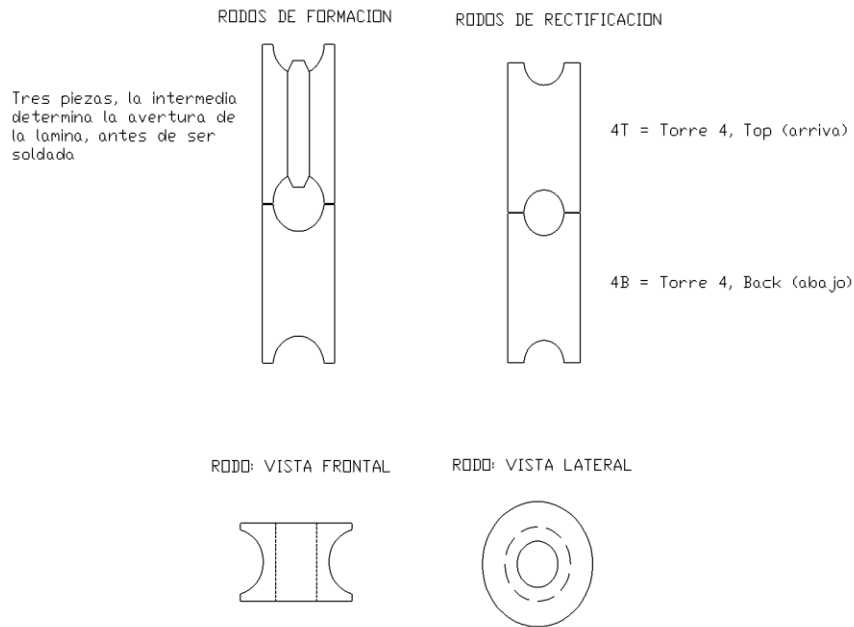
- Fecha de creación.
- Planta de producción (Intupersa).

Figura 21. **Rodo de formación**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

Figura 22. **Esquema de rodos de formación y rectificación**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad.

3.5.3.3. Desmontaje de rodos

El conjunto completo de una torre de formado incluye dos bases y dos flechas entre cada base las flechas son las encargadas de soportar los rodos. Para el cambio de rodos la base frontal es desmontada y de esta forma el conjunto de rodos se extraen y se colocan los rodos para una nueva presentación de producto. Esto aplica para todas la líneas de producción.

3.5.3.4. Cambio de cabezas turcas y rodos alineadores

Para el caso de los rodos de las cabezas turcas, no es necesario desmontar individualmente, porque la cabeza turca es cambiada completa por otra que tiene los rodos según sea el tipo de producto. Para el remplazo de los rodos verticales solo es necesario quitar el seguro y este sale hacia arriba con la aplicación de una pequeña fuerza.

3.5.3.5. Alineación de rodos

El paso del tubo entre los rodos tiene que estar alineado perfectamente, proceso que se realiza tendiendo una guía desde el carro cortador hasta la primera torre de formación, respecto a ella se mida el espacio entre cada pareja de rodos, que es el diámetro del tubo más la tolerancia permitida. Se utiliza el vernier como instrumento de medición. Los espacios medidos varían según el tipo de producto que se va producir.

3.5.3.6. Máquinas de corte de producto

Dependiendo de cada línea y el producto que se va producir el corte se realiza con distintas máquinas.

- Todo los tipos de costanera son cortados por una guillotina, para cambio de presentación, se cambia las cuchillas de la guillotina.
- La línea American, líneas Yoder 20 y línea Yoder 35-1 utilizan carro cortador, para cambio de presentación, se cambia el tipo de sierra utilizado.
- La línea Yoder 35-2 tiene guillotina y carro cortador, si el tubo a producir es de diámetro inferior (hasta 1 ½ pulgadas) se utiliza el carro cortador y solamente se cambia cierra si se cambia de presentación. Si se corta tubería de más de 1 ½ pulgadas se utiliza la guillotina, por lo que habría que cambiar cuchilla de la guillotina.

3.5.3.7. Parámetros eléctricos de los equipos

Por cada tipo de tubería o costanera que se produce los parámetros de funcionamiento de los equipos se deben cambiar como: la potencia de la soldadura, la velocidad de los motores, la impresión de los productos y la velocidad de corte. Sin embargo esto lo realiza cada técnico operador de la línea de producción, el departamento de mantenimiento no se involucra para realizar estas tareas.

3.5.3.8. Apoyo del Departamento de Mantenimiento

En todos los cambios de presentación los técnicos, no tiene mayor participación a menos que surjan imprevistos que ameriten su participación, la presencia de los técnicos puede ser requerida en los siguientes casos.

- Electricistas: cambio de carbones del rodo de soldadura de la máquina American (siempre), los cambios de bobinas de las máquinas soldadoras son realizadas por los operadores a menos que presenten problemas.
- Mecánicos: barrido de tornillos o tuercas de sujeción, desequilibrio de flechas o mal funcionamiento de los equipos.
- Torneros: alineación de rodos en producción de presentaciones poco comunes.

3.5.3.9. Pruebas de funcionamiento

Cada vez que se termina de montar los elementos de una nueva presentación, son realizadas pruebas para verificar que las características del producto se cumplan. Los principales parámetros que son verificados son: espacio de cierre de la lámina antes de ser soldada, diámetro del tubo después de pasar cada conjunto de rodos, calidad de soldadura, eficacia de los buriles para quitar la rebaba de la soldadura, calidad del corte del producto, largo del producto y sus respectivas dimensiones. Para la costanera aplica todo excepto por lo que incluye soldadura.

3.5.3.10. Control de calidad

Finalmente para empezar la producción del producto pedido se saca una unidad del producto es sometida a prueba hidrostática (tubo redondo), resistencia a la compresión (tubo cuadrado).

3.6. Detalles de fallas comunes cubiertas

En esta sección se hará mención de las fallas comunes presentes en la planta, muchas de ellas repetidas semanalmente, el objeto de esto es identificar el origen de la falla y evitar la aparición nuevamente de esta.

3.6.1. Fallas eléctricas

Toda instalación eléctrica ya sea del tipo residencial, comercial o industrial es susceptible de tener fallas, existen en el mercado diferentes equipos de medición de los cuales se pueden mencionar el multímetro

- Falla 1 Ausencia de impresión de codificadoras Zanasi
Tipo Eléctrica

Causa

El cabezal impresor se satura de tinta, el bloque de retorno no tiene succión y automáticamente la máquina genera el error falla de alto voltaje.

Solución

Tener un programa diario de limpieza del cabezal de estas impresoras, antes de comenzar el turno por las mañanas.

- Falla 2 Corte largo en líneas de producción
Tipo Eléctrica

Causa

Daño de continuidad de cableado eléctrico de los interruptores de límite y/o ruptura del brazo que acciona el interruptor de posición internamente.

Solución

Aumentar la distancia del brazo de la bandería que acciona el producto, para disminuir las vibraciones que se transmiten a la cabeza del interruptor de límite. Revisar periódicamente el cableado de los interruptores de límite, ya que la vibración a la que esta sometidos causa falsos contactos.

- Falla 3 Ausencia de corte en carros cortadores
Tipo Eléctrica

Causa

Bobina quemada de electroválvula de control de fluido hidráulico o neumático, provocando inhabilitación de los cilindros de accionamiento de la sierra.

Solución

Revisión periódica del estado del sistema eléctrico de las electroválvulas de los carros cortadores, siempre mantener reservas de bobinas para su cambio inmediato.

- Falla 4 Ausencia de funcionamiento en caldera kewanee
Tipo Eléctrica

Causa

Exceso de carbón en electrodos de encendido y/o polvo y ceniza en detector de flama, aunque exista flama el detector no la identifica e impide el encendido de la caldera.

Solución

Limpieza periódica del sistema de encendido de la caldera (electrodo, detector de flama), eliminación de ceniza y carbón por las secciones dispuesta para ello en la caldera.

- Falla 5 Paro repentino de funciones del polipasto
Tipo Eléctrico

Causa

Corto circuito en control de botonera, cables sueltos de las terminales de los interruptores de elevación o desplazamiento, provocando que guardamotores de pasteca y trolley dejaran de funcionar.

Solución

Realización de mantenimiento preventivo eléctrico de los equipos quincenalmente, verificando el correcto estado de cableado de botonera, contactores, guardamotores y borneras del tablero principal.

- Falla 6 Variación de corte en línea de producción Yoder 20
Tipo Eléctrica

Causa

Recalentamiento de los componentes que integran el sistema de variación de velocidad de los motores de molinos de formación y rectificación. Los motores presentan aceleraciones y frenados repentinos poco perceptibles pero significativos en los tiempos de accionamiento de los interruptores de límite del carro cortador.

Solución

Plantear como proyecto el cambio de motores con sus respectivos variadores de frecuencia para optimizar y tener mayor control de los parámetros de funcionamiento de los motores.

3.6.2. Fallas mecánicas

El diagnóstico se inicia con la causa más simple y probable, continúa con las menos probables hasta determinar el defecto y así, encontrar las causas con precisión y rapidez.

- Falla 1 Recalentamiento del compresor de tornillo
 Tipo Mecánica

Causa

Saturación de sedimentos de agua de la torre de enfriamiento en intercambiador de calor y/o alto período de funcionamiento del equipo.

Solución

Limpieza mensual de los intercambiadores de calor y crear intervalos de paro del equipo cuando la planta requiere su máxima capacidad de aire comprimido.

- Falla 2 Variación de longitud de corte de tubería
Tipo Mecánica

Causa

Variación de la presión del sistema hidráulico y/o elevación de temperatura del aceite hidráulico, provocando cambio en densidad del fluido.

Solución

Revisión periódica del nivel de carga de gas de los acumuladores del sistema hidráulico de los carros cortadores.

- Falla 3 Alta temperatura de equipo de soldadura Thermatool
Tipo Mecánica

Causa

El equipo de soldadura se dispara constantemente por alta temperatura, el sistema de agua de enfriamiento no logra disminuir la temperatura generada por el equipo.

Solución

Limpieza de los sedimentos de los intercambiadores de calor del sistema de enfriamiento, se debe plantear la posibilidad de colocar una sola bomba de distribución de agua de la torre de enfriamiento para el equipo de soldadura.

- Falla 4 Ausencia de funcionamiento de caldera kewanee
Tipo Mecánica

Causa

Si el sistema eléctrico de encendido ya ha sido revisado por el técnico y la caldera aun no enciende, es por cristalización del bunker en la tubería de ingreso de combustible de la caldera, impidiendo el flujo de combustible hacia los quemadores.

Solución

Con ligeros golpes a la tubería de ingreso de combustible se libera el flujo interno de combustible. Se debe mantener siempre en funcionamiento la bomba de recirculación de bunker de la caldera, evitando así que el combustible se solidifique dentro de las tuberías provocando tapones internos.

- Falla 5 Sobrecalentamiento de cajas reductoras de torres

Tipo Mecánica

Causa

Bajo nivel de aceite en cajas reductoras, producto de fugas en acoples

Solución

Programa de lubricación estricto de maquinaria y equipos de la planta. Se debe incluir al personal de producción en la detección de síntomas de mal funcionamiento de los equipos.

- Falla 6 Fuga de aceite hidráulico en montacargas

Tipo Mecánica

Causa

Aunque recientemente se cambió el paquete completo de los sellos de los cilindros de accionamiento del montacargas, exceso de fuerza en los giros del eje trasero del montacargas provocan golpes severos.

Solución

Nuevo cambio de sello y retenedores de los cilindros de dirección de eje trasero del montacargas. Se debe orientar al operador a un manejo más liviano en los cambios de dirección y rotación de 180 grados del montacargas.

3.7. Creación de formatos de mantenimiento preventivo

Los formatos de mantenimiento de equipos son de gran importancia en el departamento de mantenimiento, en ellos se detallan una secuencia de pasos con los cuales se da la forma correcta de brindarle mantenimiento preventivo a los equipos de la planta.

3.7.1. Identificación de equipos para la creación de formatos de mantenimiento

Aunque lo ideal es que todos los equipos de la planta posean un formato de mantenimiento, esto lleva un período de tiempo largo. Sin embargo se evaluaron los equipos bajo los siguientes puntos, y si al analizar cada equipo se cumplía con por lo menos 3 de ellos.

- Punto 1

La ausencia del equipo causa paro prolongado de producción por más de 5 horas consecutivas, al no poder prescindir del uso del mismo.

- Punto 2
El precio del equipo es relativamente elevado, según los precios actuales del mercado.
- Punto 3
El equipo proviene de importación y ante una falla el repuesto tardaría varios días en ser conseguido.
- Punto 4
La antigüedad del equipo es de más de 5 años, provocando posible discontinuación del modelo del equipo y de sus repuestos.
- Punto 5
La falla del equipo puede provocar lesiones o accidentes de gran magnitud del personal operativo y técnico.
- Punto 6
La reparación de alguna pieza del equipo aun con el repuesto disponible, llevaría más de 5 horas de instalación.
- Punto 7
La avería del equipo afecta más de una línea de producción.

3.7.2. Clasificación de equipos para la creación de formato de mantenimiento

En la siguiente tabla se muestra la forma en que se clasificaron los principales equipos de todas las líneas de producción tanto de tubería como de

costanera. La última casilla muestra si el equipo es o no considerado para la realización de un formato de mantenimiento.

Tabla III. **Creación de formato de mantenimiento según evaluación de equipo**

EQUIPO	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	FdM
Compresores	si	si	si	si	no	no	si	si
Polipastos	si	si	si	si	si	si	si	si
Soldadoras de alta frecuencia	si	si	si	si	no	si	no	si
Rodo de soldadura de maquina American	si	si	si	si	no	si	no	si
Motores de formado y rectificado de las líneas de producción	si	si	no	no	no	si	no	si
Bombas de agua de la torre de enfriamiento	no	no	no	no	no	no	no	no
Intercambiadores de calor tipo carcaza y tubos	no	no	no	si	no	no	no	no
Intercambiadores de calor tipo placas	no	si	si	no	no	no	no	no
Maquinas codificadoras	no	si	no	no	no	no	no	no
Secador de aire comprimido	no	si	si	no	no	no	si	no
Winch de líneas Yoder 35-1 y Yoder 35-2	si	no	no	si	no	no	no	no
Probadora hidrostática	no	si	si	si	si	si	si	si
Variadores de frecuencia	si	si	si	no	no	no	no	si

Fuente: elaboración propia.

Terminada la clasificación de los equipos que se consideran primordiales para la producción y a los cuales se les realizara su respectivo formato de mantenimiento o se actualizara el existente, se muestra en la siguiente tabla las razones por las que los equipos que no se les dará prioridad al momento de la realización del formato de mantenimiento.

Tabla IV. **Equipos no tomados en cuenta para la realización de formato de mantenimiento**

EQUIPO	RAZÓN
Bombas de agua de la torre de enfriamiento	Su ausencia paraliza la producción, pero siempre puede cambiarse la pieza dañada sin exceder las 5 horas límite.
Intercambiadores de calor tipo carcaza y tubos	Su ausencia paraliza la producción al no haber enfriamiento, pero las reparaciones no exceden las 5 horas límite
Intercambiadores de calor tipo placas	Su ausencia paraliza la producción al no haber enfriamiento, pero las reparaciones no exceden las 5 horas límite
Máquinas codificadoras	Puede considerarse la falta de código en los productos, siempre y cuando se mantenga el control para su localización en bodegas de la planta
Secador de aire comprimido	En su ausencia se puede direccionar el aire directamente, todas las líneas de producción tienen unidad de mantenimiento de aire antes de entrar a los equipos
Winch de líneas Yoder 35-1 y Yoder 35-2	Aunque la falla inhabilite el equipo, la producción puede seguir aunque pausadamente limitada al largo que tiene un rollo de lámina

Fuente: elaboración propia.

3.7.3. Clasificación del tipo de formato de mantenimiento que tendrá los equipos seleccionados


Teniendo los equipos que se le dará prioridad de realizar el formato de mantenimiento, se da paso a clasificar el formato que se trabajara, dividiendo en formato de mantenimiento preventivo mecánico o formato de mantenimiento preventivo eléctrico. La clasificación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V. Tipo de formato de mantenimiento para equipos seleccionados

EQUIPO	Preventivo eléctrico	Preventivo mecánico
Compresores	si	Si
Polipastos (Puentes Grúa)	si	Si
Soldadoras de alta frecuencia	si	No aplica
Rodo de soldadura de maquina American	si	No aplica
Motores de formado y rectificado de las líneas de producción	si	No aplica
Probadora hidrostática	si	Si
Variadores de frecuencia	si	No aplica


Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Formato de mantenimiento preventivo mecánico de compresor

 <p>Intupersa INDUSTRIA DE TUBOS Y FERRALLAS S.A.</p>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO DE COMPRESOR DE AIRE WORTHINGTON DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
EQUIPO	HORA	FECHA			
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo del compresor					
1 Solicitar apoyo a taller eléctrico para eliminar cualquier fuente de energía		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
2 Eliminar cualquier obstáculo en el lugar de trabajo (quitar guarda de las fajas del motor)		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
3 Verificar que bomba de agua de enfriamiento de la torre de enfriamiento a compresores este apagada		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
4 Desacoplar tubería de agua de enfriamiento en los extremos de la carcaza del compresor		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
5 Quitar tapa de pistón, se quitan cada una de las tuercas de los alrededores, insertar tornillos largos en las roscas de la tapadera uniformemente para extraer la tapadera la cual de estar sujeta antes.		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
6 Limpiar interior de la camisa del compresor, eliminara partículas de carbón u otras		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
7 Girar el volante principal moviendo el pistón del PMS al PMI unas 3 veces y repetir el paso anterior		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
8 Mediciones internas de camisa del pistón	1) Diámetro en PMS 2) Diámetro en PMI 3) Diámetro intermedio	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="width: 50px; height: 20px;"></td></tr> </table> El diámetro normal de la camisa es de 12" en todos los puntos			
9 Examinar detenidamente ralladuras en la camisa del pistón provocadas por los anillos		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
10 Examinar estado de los anillos que rodean la cabeza del pistón (si es posible)		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
11 Examinar estado de las válvulas de admisión y escape en la parte superior e inferior de la camisa		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
12 Colocar nuevamente la tapadera de la camisa del pistón		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
13 Limpiar los sedimentos formados en la cámara de enfriamiento del pistón y tuberías de conducción		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
14 Colocar nuevamente la tubería de agua de enfriamiento		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
15 Girar manualmente volante acoplado a motor verificando el estado de las tres fajas de transmisión		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
16 Apretar nuevamente todos los accesorios de tubería, tuercas y tornillos quitados		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
17 Colocar guarda de volante principal		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
18 Solicitar apoyo a taller eléctrico para energizar equipos (compresor, bomba) y probar funcionamiento		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
19 Eliminar cualquier fuga de agua y verificar ausencia de ruidos extraños que antes no existían.		<input style="width: 100%;" type="text"/>			
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO					
Técnico Mecánico Encargado:	Nombre: _____	Firma: _____			


Fuente: elaboración propia.

Figura 24. **Formato de mantenimiento preventivo mecánico de puentes grúa**

 Intupersa <small>INDUSTRIA DE TUBOS Y PERFILES, S.A.</small>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO DE Puentes GRÚA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	HORA	FECHA
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al puente grúa		
1 Desmontar balancín del gancho del polipasto		<input style="width: 100%;" type="text"/>
2 Indicar al operador el accionamiento de todas las funciones del puente grúa en presencia del equipo que dará mantenimiento (identificar ruidos extraños o roces de entre piezas mecánicas)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
3 Llevar el puente grúa a la plataforma para su mantenimiento preventivo		<input style="width: 100%;" type="text"/>
4 Verificar que nivel de aceite del polipasto se encuentre en los límites permitidos		<input style="width: 100%;" type="text"/>
5 Verificar que nivel de aceite de los reductores se encuentre en los límites permitidos		<input style="width: 100%;" type="text"/>
6 Verificar el estado físico de las roldanas de bronce y ruedas que conducen el trolley		<input style="width: 100%;" type="text"/>
7 Verificar cadenas de transmisión, poleas de izamiento y pastecas se encuentren en buenas condiciones		<input style="width: 100%;" type="text"/>
8 Engrasar chumaceras de pared y de banco en todo el puente grúa		<input style="width: 100%;" type="text"/>
9 Lubricar y chequear el cable de alma de acero		<input style="width: 100%;" type="text"/>
10 Revisar que los rieles del puente y la pista de rodadura del trolley se encuentren libres de obstáculos		<input style="width: 100%;" type="text"/>
11 Anotar los siguientes datos	1) Numero de hilos rotos del cable de elevación	<input style="width: 100%;" type="text"/>
	2) Espesor del riel de rodadura del trolley	<input style="width: 100%;" type="text"/>
12 Verificar que todos los tornillos del puente grúa y polipasto estén bien apretados		<input style="width: 100%;" type="text"/>
13 Realización de pruebas con intervención del operador		<input style="width: 100%;" type="text"/>
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO		
Técnico Mecánico Encargado: _____ Nombre: _____ Firma: _____		

Fuente: Intupersa

Figura 25. **Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de puentes grúa**

 <p>Intupersa MINISTERIO DE TRABAJO Y PROMOCIÓN S.A.</p>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DE PUNTES GRÚA <hr/> DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
--	--

EQUIPO	HORA	FECHA

Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al puente grúa


- 1 Verificar el funcionamiento de la llave de seguridad de control del puente.
- 2 Verificar el funcionamiento del paro de emergencia.
- 3 Verificar el funcionamiento de la sirena y la luz estroboscopia (Tamalera).
- 4 Verificar el funcionamiento de los reflectores del puente.
- 5 Mover el gancho y verificar el correcto funcionamiento del micro de seguridad del polipasto.
- 6 Revisar los cables y carrizos de alimentación 480VAC
- 7 Revisar los motores del puente (Ruidos, calentamiento, cables de alimentación).
- 8 Revisar el motor del polipasto (Ruidos, calentamiento, cables de alimentación)
- 9 Apretar bornes y revisar con multimetro la correcta operación del micro de seguridad, levas o fin de carrera del gancho del polipasto
- 10 Limpieza y apriete de borneras y contactores de mando (testera, trolley, polipasto)
- 11 Revisar físicamente el cable de alimentación desde acometida hasta el polipasto.
- 12 Revisión y limpieza de botoneras y switch de mando.

OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO

Técnico Electricista Encargado: Nombre: _____ Firma: _____

Fuente: Intupersa

Figura 26. **Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de equipos de soldadura de alta frecuencia Thermatool**

 <p>Intupersa INSTITUTO DE TRABAJO Y PROGRESO, S.A.</p>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DE PUENTES GRÚA <hr/> DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
---	---

EQUIPO	HORA	FECHA

Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al puente grúa


1 Verificar el funcionamiento de la llave de seguridad de control del puente.	<input style="width: 100%;" type="text"/>
2 Verificar el funcionamiento del paro de emergencia.	<input style="width: 100%;" type="text"/>
3 Verificar el funcionamiento de la sirena y la luz estroboscopia (Tamalera).	<input style="width: 100%;" type="text"/>
4 Verificar el funcionamiento de los reflectores del puente.	<input style="width: 100%;" type="text"/>
5 Mover el gancho y verificar el correcto funcionamiento del micro de seguridad del polipasto.	<input style="width: 100%;" type="text"/>
6 Revisar los cables y carrizos de alimentación 480VAC	<input style="width: 100%;" type="text"/>
7 Revisar los motores del puente (Ruidos, calentamiento, cables de alimentación).	<input style="width: 100%;" type="text"/>
8 Revisar el motor del polipasto (Ruidos, calentamiento, cables de alimentación)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
9 Apretar bornes y revisar con multímetro la correcta operación del micro de seguridad, levas o fin de carrera del gancho del polipasto	<input style="width: 100%;" type="text"/>
10 Limpieza y apriete de borneras y contactores de mando (testera, trolley, polipasto)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
11 Revisar físicamente el cable de alimentación desde acometida hasta el polipasto.	<input style="width: 100%;" type="text"/>
12 Revisión y limpieza de botoneras y switch de mando.	<input style="width: 100%;" type="text"/>

OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO

Técnico Electricista Encargado: Nombre: _____ Firma: _____


Fuente: Intupersa

Figura 27. **Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de rodo de soldadura de máquina American**

 Intupersa <small>INDUSTRIAL DE TUBOS Y PERFILES S.A.</small>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DEL ELECTRODO DE SOLDADURA DE MAQUINA AMERICAN					
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
EQUIPO	HORA	FECHA				
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al electrodo de soldadura de la maquina American						
1 Desenergizar panel de control principal de la línea de producción		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
2 Verificar ausencia de corriente en las líneas de entrada del electrodo de soldadura (480VCA)		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
3 Verificar que este apagada la bomba de recirculación de aceite dieléctrico de enfriamiento del electrodo de soldadura		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
4 Cerrar llave de paso de aceite dieléctrico		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
5 Quitar tapas donde se encuentran los carbones de las líneas de alimentación (una de cada lado)		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
6 Extraer carbones de ambos lados del electrodo con ayuda de pinza para halar cable que conecta los carbones		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
7 Revisar relación de consumo de carbón con el electrodo de soldadura (el carbón debe sufrir desgaste no la pista del electrodo)		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
8 Tomar datos	Largo del carbón (parte delantera) Largo del carbón (parte trasera)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; font-size: x-small;">1)</td> <td style="width: 50%; text-align: center; font-size: x-small;">2)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">1)</td> <td style="text-align: center; font-size: x-small;">2)</td> </tr> </table>	1)	2)	1)	2)
1)	2)					
1)	2)					
9 Colocar nuevamente los carbones en su lugar (colocando teflón entre cada línea de alimentación)		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
10 Revisar el estado de la cadena de transmisión del electrodo de soldadura		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
11 Revisar continuidad en líneas de alimentación del rodo de soldadura		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
12 Verificar ausencia de humedad, corrosión o sobrecalentamiento en cables de alimentación		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
13 Colocar tapas de ambos lados y probar funcionamiento del electrodo de soldadura		<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>				
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO						
Técnico Electricista Encargado:	Nombre: _____	Firma: _____				


Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de motores de formación y rectificación de las líneas de producción**

	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DE MOTORES DE FORMACIÓN Y RECTIFICACIÓN DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	HORA	FECHA
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos, es necesario de la toma ciertos parámetros con instrumento de medición, por lo que debe tener toda la herramienta disponible en el lugar. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al motor		
1 Desenergizar panel de control central de las líneas de producción		<input style="width: 100%;" type="text"/>
2 Desconectar el motor de su fuente de alimentación (todo las líneas deben quedar marcadas)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
3 Quitar acople del motor a caja reductora o eje de transmisión (cuidar que todo quede marcado)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
4 Quitar pernos de sujeción de base del motor (si es necesario trabajar en otra posición o es posible llevar motor al taller eléctrico)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
5 Marcar tapas con la carcaza de motor (debe entrar en la misma posición)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
6 Quitar tornillos que sellan tapas del motor		<input style="width: 100%;" type="text"/>
7 Sacar tapas cuidadosamente (una vez que sale una tapa la otra se saca con todo el rotor del motor)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
8 Sacar cojinetes con extractor hidráulico		<input style="width: 100%;" type="text"/>
9 Tomar nota	1) Datos de cojinete de tapadera frontal 2) Datos de cojinete de tapadera trasera 3) Diámetro del eje	<input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 15px;" type="text"/>
10 Limpiar con aire comprimido y solvente dieléctrico todas las piezas del motor		<input style="width: 100%;" type="text"/>
11 Examinar detenidamente si existen ralladuras notorias del rotor con el estator del motor		<input style="width: 100%;" type="text"/>
12 Cambio y colocación de nuevos cojinetes con herramienta de montaje de rodamiento SKF (el cojinete no debe entrar en seco, debe aplicarse una capa de grasa en el eje y cojinete)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
13 Colocar nuevamente la tapa frontal con el rotor e introducirlos entre el estator (se debe comprobar que las marcas que se colocaron antes de desarmar coincidan antes de armar)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
14 Colocar todos los tornillos que sujetan las tapas del motor (simétricamente)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
15 Apretar nuevamente todos las borneras, tuercas y tornillos quitados		<input style="width: 100%;" type="text"/>
16 Probar giro libre del rotor sin necesidad de conectar corriente (si el motor tiene roces o esta estancado es por mal forma de armar, debe repetirse proceso)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
17 Conectar el motor a la corriente y poner a funcionar durante 10 minutos (no deben existir sobrecalentamiento, ruidos secos, roces o rechinidos del eje)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
18 Colocar motor en lugar de uso, atornillar base y colocar acople perfectamente alineado probar a plena carga durante algún tiempo (20 min)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO		
Técnico Electricista Encargado:	Nombre: _____	Firma: _____

Fuente: elaboración propia.


Figura 29. **Formato de mantenimiento preventivo mecánico-eléctrico de la máquina de pruebas hidrostáticas**

 <p>Intupersa INDUSTRIA DE TUBOS Y PERFORACIÓN S.A</p>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECANICO-ELECTRICO DE MAQUINA PARA PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE TUBOS DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	HORA	FECHA
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado a la maquina de pruebas hidrostáticas		
1 Notificar a jefes de producción por el mantenimiento del equipo		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
2 Liberar agua de bomba de presión del equipo		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
3 Desenergizar equipo		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
4 Levantar tapa de controles de mando, limpiar superficialmente con ventilador o secadora de mano		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
5 Apretar tornillos de borneras, conectores y terminales de cables de los switch de control		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
6 Verificar que no existan cables sueltos en espacio de controles de mando y cerrar tapa		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
7 Quitar seguro del panel frontal para liberar tapa, traerla al frente		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
8 limpiar superficialmente con ventilador o secadora de mano		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
9 Apretar tornillos de borneras, conectores y terminales del plc		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
10 Limpiar con espray de limpia contactos las entradas y salidas de plc		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
11 Verificar ausencia de cables sueltos, humedad o sobrecalentamiento en cables de señales, cerrar panel frontal		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
12 Abrir compartimiento inferior de probadora hidrostática		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
13 Verificar ausencia de fugas de agua en los 4 cheques y demás accesorios de agua en entrada de las bombas de alta y baja presión, si existe fuga corregir con teflón las uniones		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
14 Limpiar con aire comprimido, bombas de alta y baja presión, cuidando que los elemento eléctricos no sean dañados		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
15 Limpiar con ventilador o secadora de mano elementos eléctricos (válvulas neumáticas, válvulas de control, sensores)		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
16 Quitar protectores de hule en conexiones de elementos eléctricos, proceder a limpiar con espray de limpia contactos apretar tornillos y tuercas de borneras, colocar nuevamente el protector de hule		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
17 Verificar ausencia de fugas en mangueras de aire comprimido (la llave de ingreso de la maquina esta atrás del equipo)		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
18 Hacer prueba de funcionamiento con tubo de 4" pesado, verificar conteo de reloj, desactivación predetermina por el operario, ausencia de fugas en compartimiento inferior y accionamiento de todos los controles		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
19 Cerrar panel inferior de maquina de pruebas hidrostáticas		<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO		

Técnico Electronico Encargado: _____ Nombre: _____ Firma: _____

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Formato de mantenimiento preventivo eléctrico de los variadores de frecuencia**

 Intupersa <small>INDUSTRIA DE TUBOS Y PERFILES, S.A.</small>	HOJA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ELÉCTRICO DE VARIADORES DE FRECUENCIA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
EQUIPO	HORA	FECHA
Instrucciones: Realice el mantenimiento preventivo del equipo llenando el siguiente formato, todos los datos o verificaciones de funcionamiento son requeridos. Si existiera alguna observación se debe escribir al final de esta hoja en el espacio correspondiente, para ser tomada como evidencia del mantenimiento preventivo realizado al variador de frecuencia		
1 Des energizar panel de control central de la línea de producción a la que corresponde el variador		<input style="width: 100%;" type="text"/>
2 identificar el tipo de variador de frecuencia	1) Ventilación natural 2) Ventilación forzada	<input style="width: 100%;" type="text"/>
3 Verificar la ausencia de corriente en las terminales de entrada del variador de frecuencia		<input style="width: 100%;" type="text"/>
4 Para variador con ventilación forzada, desconectar y remover el blower de ventilación antes de remover la carcasa del variador		<input style="width: 100%;" type="text"/>
5 Para variadores con ventilación natural (ventilas en los laterales de la tapa), se procede a quitar la tapa del variador		<input style="width: 100%;" type="text"/>
6 Limpiar el exceso de polvo y partículas que se encuentran dentro del variador, utilizando un ventilador o secadora de mano (no utilizar aire comprimido ni solventes dieléctricos)		<input style="width: 100%;" type="text"/>
7 Verifica ausencia de humedad en las tarjetas electrónicas del variador de frecuencia		<input style="width: 100%;" type="text"/>
8 Verificar ausencia de sobrecalentamientos en las tarjetas electrónicas		<input style="width: 100%;" type="text"/>
9 Verificar y ajustar conectores de tarjetas electrónicas, limpiar con spray de limpia contactos		<input style="width: 100%;" type="text"/>
10 Verificar y ajustar las terminales que conectan el variador de frecuencia a los motores de CA		<input style="width: 100%;" type="text"/>
11 Limpiar o cambiar los filtros de aire del variador si existieran		<input style="width: 100%;" type="text"/>
12 Limpiar y verificar funcionamiento de los blower de enfriamiento		<input style="width: 100%;" type="text"/>
13 Verificar ausencia de partículas de plástico, metales o cables sueltos antes de colocar la tapa del variador de frecuencia		<input style="width: 100%;" type="text"/>
14 Atornillar fijamente la tapa del variador y colocar el blower de enfriamiento con su respectivo filtro		<input style="width: 100%;" type="text"/>
15 inspeccionar los alrededores del variador, verificando la ausencia de humedad		<input style="width: 100%;" type="text"/>
OBSERVACIONES DEL MANTENIMIENTO REALIZADO		
Técnico Electronico Encargado:	Nombre: _____	Firma: _____

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA

Por medio de conferencias realizadas para los miembros de los talleres se informó de los beneficios que se obtienen al llevar una planificación de las labores de mantenimiento preventivo antes que estas sean realizadas, da como resultado un ahorro de tiempo y dinero, ya que las actividades no afectan con la producción, el personal de mantenimiento está bien distribuido en todas los lugares que es requerido, los equipos no sufren averías por falta de atención y aun incurriendo en costos de los repuestos utilizados estos son mínimos comparados con el costo que puede provocar un mantenimiento correctivo del equipo.


4.1. Planificación de los mantenimientos preventivos

Los mantenimientos preventivos deben ser realizados con planificación anticipada, dependiendo de la magnitud de los trabajos así deberá ser el tiempo de la planificación. Antes de realizar el mantenimiento de un equipo se deben cumplir con pasos que permitan orden y coordinación tanto del departamento de mantenimiento como el de producción esta pasos son los siguientes:

- Solicitar autorización al encargado de área para verificar de la disposición del equipo para la realización de su mantenimiento.
- Indicar tiempo estimado de realización de los trabajos de mantenimiento.
- Indicar si es necesario del operador del equipo.

Para cada mantenimiento preventivo que involucre más de 5 horas de trabajo y más de 3 técnicos para su realización debe ser planificado y llenando un formato que involucre su realización como el siguiente:

Figura 31. Formato de planificación de mantenimientos preventivos mecánico y/o eléctricos a equipos de la planta

 Intupersa <small>INDUSTRIA DE TUBOS Y PERFILES, S.A</small>	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVOS MECÁNICOS Y/O ELÉCTRICOS A EQUIPOS DE LA PLANTA																					
FECHA <input style="width: 100%;" type="text"/> HORA DE INICIO <input style="width: 100%;" type="text"/>																						
ÁREA <input style="width: 100%;" type="text"/> EQUIPO <input style="width: 100%;" type="text"/>	TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO <input style="width: 100%;" type="text"/> TIEMPO ESTIMADO DE PRUEBAS <input style="width: 100%;" type="text"/>																					
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 10%;">si/no</th> <th style="width: 50%;">DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Es necesario operador de la maquinaria o equipo</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Es necesario de la intervención de personal de otro taller</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Es necesario que otro equipo sea puesto en funcionamiento</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Es necesario de la disposición de bodega de repuestos</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Realización de mantenimiento eléctrico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Realización de mantenimiento mecánico</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		si/no	DESCRIPCIÓN	Es necesario operador de la maquinaria o equipo	<input type="checkbox"/>		Es necesario de la intervención de personal de otro taller	<input type="checkbox"/>		Es necesario que otro equipo sea puesto en funcionamiento	<input type="checkbox"/>		Es necesario de la disposición de bodega de repuestos	<input type="checkbox"/>		Realización de mantenimiento eléctrico	<input type="checkbox"/>		Realización de mantenimiento mecánico	<input type="checkbox"/>	
	si/no	DESCRIPCIÓN																				
Es necesario operador de la maquinaria o equipo	<input type="checkbox"/>																					
Es necesario de la intervención de personal de otro taller	<input type="checkbox"/>																					
Es necesario que otro equipo sea puesto en funcionamiento	<input type="checkbox"/>																					
Es necesario de la disposición de bodega de repuestos	<input type="checkbox"/>																					
Realización de mantenimiento eléctrico	<input type="checkbox"/>																					
Realización de mantenimiento mecánico	<input type="checkbox"/>																					
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																						
REPUESTOS A UTILIZAR <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/></td> <td style="width: 50%;"><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/></td> </tr> </table>		<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																					
PERSONAL INVOLUCRADO <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/></td> <td style="width: 50%;"><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/><hr/></td> </tr> </table>		<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																					
Firma Jefe de taller _____	Firma Jefe de Mantenimiento Mecánico/Eléctrico _____																					

Fuente: elaboración propia.


4.2. Importancia de los historiales de mantenimiento correctivos

Los mantenimientos en una planta industrial no siempre son del tipo preventivo, los equipos por la antigüedad o secuencia de uso sufren de averías que no siempre han sido cubiertas por los técnicos. Para estas eventualidades no es posible llevar una planificación ni mucho menos los repuestos necesarios o el tiempo que llevara dejar el equipo en funcionamiento nuevamente. Sin embargo los mantenimientos correctivos son una oportunidad que debe aprovecharse, dando paso a un nuevo planteamiento del mantenimiento preventivo del equipo para evitar eventualidades similares en el futuro.

Por esto los historiales de mantenimiento realizados son importantes porque dejan evidencia de las posibles causas que llevaron a que el equipo fallara, los repuestos que fueron necesarios, el tiempo promedio que se llevó en reparar el equipo, los daños colaterales causados por la avería, entre otros.

Es necesario que se construya un formato en el que los técnicos puedan detallar las actividades realizadas durante un mantenimiento correctivo. Estos informes deben ser revisados por el ingeniero a cargo del taller, para que los analice y posteriormente plantee la necesidad de realizar un nuevo formato de mantenimiento preventivo para el equipo o maquinaria que sufrió de falla.

Figura 32. **Formato de historial de mantenimientos correctivos mecánicos y/o eléctricos a equipos de la planta**

 <p>Intupersa INDUSTRIA DE TUBOS Y PERFILES S.A.</p>	HISTORIAL DE MANTENIMIENTO CORRECTIVOS MECÁNICOS Y/O ELÉCTRICOS A EQUIPOS DE LA PLANTA																											
FECHA DE FALLA <input style="width: 100%;" type="text"/> FECHA DE REPARACIÓN <input style="width: 100%;" type="text"/>	HORA DE PARO DEL EQUIPO <input style="width: 100%;" type="text"/> HORA DE INICIO DE ACTIVIDADES <input style="width: 100%;" type="text"/>																											
ÁREA <input style="width: 100%;" type="text"/> EQUIPO <input style="width: 100%;" type="text"/>																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">POSIBLES CAUSAS</th> <th style="width: 10%;">si/no</th> <th style="width: 30%;">DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Mal manejo del equipo por parte del operador</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Sobre carga de tiempo funcionamiento</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Falta de atención de síntomas de mal funcionamiento</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Mal mantenimiento preventivo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Condiciones ambientales</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Alteraciones de fuentes de energía (mecánicas/eléctricas)</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Antigüedad de las partes del equipo</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td>Primera ocasión que falla</td><td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> </tbody> </table>	POSIBLES CAUSAS	si/no	DESCRIPCIÓN	Mal manejo del equipo por parte del operador	<input type="checkbox"/>		Sobre carga de tiempo funcionamiento	<input type="checkbox"/>		Falta de atención de síntomas de mal funcionamiento	<input type="checkbox"/>		Mal mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>		Condiciones ambientales	<input type="checkbox"/>		Alteraciones de fuentes de energía (mecánicas/eléctricas)	<input type="checkbox"/>		Antigüedad de las partes del equipo	<input type="checkbox"/>		Primera ocasión que falla	<input type="checkbox"/>		
POSIBLES CAUSAS	si/no	DESCRIPCIÓN																										
Mal manejo del equipo por parte del operador	<input type="checkbox"/>																											
Sobre carga de tiempo funcionamiento	<input type="checkbox"/>																											
Falta de atención de síntomas de mal funcionamiento	<input type="checkbox"/>																											
Mal mantenimiento preventivo	<input type="checkbox"/>																											
Condiciones ambientales	<input type="checkbox"/>																											
Alteraciones de fuentes de energía (mecánicas/eléctricas)	<input type="checkbox"/>																											
Antigüedad de las partes del equipo	<input type="checkbox"/>																											
Primera ocasión que falla	<input type="checkbox"/>																											
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																												
REPUESTOS UTILIZADOS <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	PARTES DEL EQUIPO QUE SUFRIERON DAÑO <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																											
PERSONAL INVOLUCRADO <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>																												
Firma Jefe de taller _____	Firma Jefe de Mantenimiento Mecánico/Eléctrico _____																											

Fuente: elaboración propia.

4.3. Importancia de la recolección de datos de los proyectos realizados

Para contar con un orden completo del departamento de mantenimiento es necesario que todas las actividades que realizan los talleres sean almacenadas y que en un futuro puedan ser consultadas por cualquier persona que esté involucrada en las labores de mantenimiento y que necesite de alguna información de equipos o instalaciones que han sufrido modificaciones o reparación en años anteriores.

Por esta razón por cada modificación, nueva instalación, remoción de algún equipo fijo o auxiliar de las líneas de producción deben tomarse en cuenta recabar la siguiente información:

- Motivo del cambio o remoción del equipo o estructura.
- Realización de planos eléctricos/mecánicos/civiles del proyecto.
- Listado de los materiales utilizados.
- Tiempo del proyecto.
- Fotografías del antes y después del proyecto.
- Fotografía del equipo del personal involucrado en el proyecto y listado de nombres, firmas y puesto que ocupa cada persona en la planta.
- Fecha en que se realizó el proyecto y causas de haber elegido esa fecha.

- Planificación del proyecto.
- Cambios de la planificación durante la realización del proyecto.
- Problemas resueltos durante la realización del proyecto.
- Problemas encontrados después de poner el proyecto en funcionamiento

4.4. Definición de mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos con el apoyo de los operadores y encargados del equipo de cada línea de producción, con lo cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos. Las actividades de mantenimiento liviano o de cuidado básico deben asumirse como tareas de producción.

El Mantenimiento Autónomo Incluye:

- Limpieza diaria, que se tomará como un Proceso de Inspección.
- Inspección de los puntos claves del equipo, en busca de fugas, fuentes de contaminación, exceso o defecto de lubricación.
- Lubricación básica periódica de los puntos claves del equipo.
- Pequeños ajustes.
- Formación - capacitación técnica.

- Reportar todas las fallas que no puedan repararse en el momento de su detección y que requieren una programación para solucionarse.

Para llevar a cabo un mantenimiento autónomo, se debe pensar que el operario ha recibido entrenamiento-capacitación en los aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento del su equipo, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar cualquier anomalía en su funcionamiento, evitando que después se transformen en averías importantes o repetitivas, si no se les da un tratamiento oportuno.

Los trabajadores deben estar suficientemente formados para detectar de forma temprana esta clase de anomalías, y poder evitar así la presencia de fallos en su equipo y problemas de producción y/o calidad. El operario competente puede detectar las causas de la suciedad o desajustes y corregirlas oportunamente, con sus propias manos y herramienta, sin necesidad de actuar el Departamento de Mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Fue descrito el proceso de producción de la planta Intupersa, desarrollándose de manera técnica e involucrando la mayor cantidad de equipos posibles, cubriendo desde el corte de lámina hasta la creación de los productos.
2. Ordenamiento de los archivos físicos y creación de una base de datos digital, entendible y de fácil acceso para cualquier persona de mantenimiento que desee consultar sobre información técnica de los equipos de la planta.
3. Se definió un formato para catalogar los equipos de la planta según su relevancia para la producción, conforme a estos resultados fueron creados sus respectivos formatos de mantenimiento preventivo.
4. Fueron recopilados datos de importancia para el Departamento de Mantenimiento, mediante la cobertura de fallas, cambios de presentación en producción, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, estos datos fueron utilizados para la propuesta de planes de mantenimiento.
5. Fue presentado los resultados a los jefes del área de mantenimiento, se plantearon propuestas de mejora tanto en el Departamento de Mantenimiento como el ahorro de agua para una Producción más Limpia.

RECOMENDACIONES

1. Recopilar los datos generados por los técnicos de los talleres de la planta durante los servicios de mantenimiento, ya que estos suponen una ayuda para la creación de formatos de mantenimiento y ordenes de trabajo de cada equipo de la planta.
2. Cubrir en su totalidad los equipos de la planta con sus respectivos formatos de mantenimiento preventivo. Durante la realización de este proyecto se crearon puntos que definieron la prioridad que tendría cada equipo para la realización de su formato de mantenimiento, sin embargo en un futuro todos los equipos de las líneas de producción tanto principales como auxiliares deben ser cubiertos.
3. Proponer a la Gerencia de Producción la realización de las mejoras planteadas en el tema de Producción más Limpia, ya que si el problema no se minimiza, los costos de producción aumentarán notablemente con el pasar del tiempo.
4. Implementar un programa de mantenimiento autónomo, donde operarios de máquinas, identifiquen y erradiquen problemas mínimos de la maquinaria que evitarían averías de mayor envergadura, beneficiando al departamento de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abb. Power and productivity for a better word: *Mantenimiento y servicio de campo* [en línea]. Guatemala, 2013 <<http://www.abb.com/product/seitp322/647fbc4909deaa52c12579f30032a0ba.aspx>> [Consulta: 07 de febrero de 2013].
2. AVALONE, Eugene A.; BAUMEISTER III, Theodore, Marks. *Manual del ingeniero mecánico*. 9a. ed. México: McGraw-Hill, 1997. 180 p.
3. HABERLE, Heiz. *Electrónica industrial, radio y televisión* [en línea]. España, 2010 < http://books.google.com.gt/books?id=lbOFukoK-ulC&printsec=frontcover&dq=electronica+de+telecomunicaciones+heiz+haberlo&hl=es&sa=X&ei=uiAUdfIGqrRyQGF94HACQ&redir_esc=y#v=onepage&q=electronica%20de%20telecomunicaciones%20heiz%20haberlo&f=fa> [Consulta: 20 de febrero de 2012].
4. Guatemala. *Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de los lodos*. Acuerdo Gubernativo número 236-2006. 5 de mayo de 2006, núm. 26, pág. 18.
5. Trittech. *Lubricación de alto rendimiento: cajas reductoras* [en línea]. Guatemala, 2011 < <http://www.tritechoverseas.com/es/cajas-reductoras>> [Consulta: 20 de enero de 2012].