



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**INSTALACIÓN DE MAQUINA COMPACTADORA PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DE  
RESIDUOS METÁLICOS, PROMASA**

**PRESENTADO POR:**

**MARCO ANTONIO CARRANZA MARTÍNEZ 21141125**

**ASESOR: ING. MARTA REYES**

**CAMPUS: UNITEC-SPS**

**ABRIL 2019**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El objetivo principal de esta tesis es la creación de una propuesta para la optimización de la gestión de residuos metálicos. Este proyecto se llevó a cabo en el departamento de mantenimiento y proyectos, de la empresa Promasa bajo el cargo de supervisor de mantenimiento. De esta manera se busca incursionar a Grupo Promasa en una mejor gestión de residuos, mostrando así las ventajas en la parte de seguridad industrial e imagen corporativa.

Con la evidente necesidad de mejora, se procedió a la recolección de datos, se dio a conocer una propuesta frente a Grupo Promasa, con el fin de construir una mejor imagen y organización del área de despacho para nuestros colaboradores internos y externos. La propuesta acierta a la instalación de una máquina compactadora, así como la creación de la logística para mejorar la gestión de los residuos de metal.

Para lograr lo anterior descrito se gestionó el recurso humano y económico por parte de la empresa.

Este proyecto se llevó a cabo de la mano de las actividades cotidianas que se realizan en el área de mantenimiento como ser ejecución de mantenimiento correctivo a las maquinas por cualquier tipo de fallo técnico y la restauración de una máquina de corte de lámina perteneciente al área de producción manual.

El proyecto de graduación fase I se realizará durante el periodo académico contemplado entre el 14 de enero y el 22 de marzo del 2019.

## TABLA DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del problema	2
2.1	Antecedentes	2
2.2	Preguntas de investigación	3
2.3	Objetivos	3
2.3.1	Objetivo general	4
2.3.2	Objetivos específicos	4
2.4	Justificación	5
III.	Marco teórico	6
3.1	Historia del metal	6
3.2	Procesos del metal	6
3.3	Proceso y operación	6
3.4	Seguridad industrial	7
3.5	El proceso del formado del metal	8
3.5.1	Proceso de forjado	9
3.5.2	Proceso de doblado	9
3.5.3	Proceso de estirado	9
3.5.4	Proceso de corte	9
3.6	Trabajo de láminas metálicas	10
3.7	La magneto hechura	11
3.7.1	Fundamentos	11
3.7.2	Técnica	13
3.8	Soldadura	13
3.8.1	TIG	14

3.8.2	MIG	14
3.8.3	MAG	14
3.8.4	Soldadura por resistencia	15
3.9	Propiedades del material	15
3.9.1	Trabajo en frío	15
3.10	Materia prima	16
3.11	Una máquina	16
3.11.1	Una máquina eléctrica	17
3.12	Mecanismos de cadena	18
3.13	Mecanismos de engranaje	18
3.14	Trenes de engranajes	20
3.15	El transformador	21
3.16	Los motores trifásicos	22
3.17	Conexiones de motor	23
3.17.1	Características de los motores	23
3.18	Fluidos	24
3.18.1	Definición de fluido	25
3.18.2	Densidad de un fluido	25
3.18.3	máquinas de fluido o maquinas hidráulicas	25
3.19	Primera ley de la termodinámica	26
3.20	Mantenimiento de maquinaria	27
3.21	Mantenimiento predictivo	29
3.22	El mantenimiento correctivo	30
3.22.1	Definición del mantenimiento correctivo	30
3.22.2	Asignación de prioridades	30

3.23	Tipos de fallas	32
3.24	Tipos de fallos en engranajes	35
IV.	Metodología	38
4.1	Hipótesis y variables de investigación	38
4.2	Variable independiente	38
4.2.1	Variables dependientes	38
4.3	Enfoque y Métodos	39
4.3.1	Enfoque cualitativo	39
4.3.2	Enfoque cuantitativo	40
4.4	Técnicas e instrumentación	41
4.4.1	La observación	41
4.4.2	Observación Directa y la Indirecta	41
4.4.3	Observación Participante y no Participante	42
4.4.4	Observación Estructurada y No Estructurada	42
4.4.5	Observación de Campo y de Laboratorio	42
4.4.6	Observación Individual y de Equipo	43
4.4.7	La entrevista	43
4.4.8	Tipos de entrevista	43
4.5	Unidad de análisis y respuesta	44
4.6	Materiales	45
4.7	Fuentes de información	46
4.7.1	Fuentes primarias	46
4.7.2	Fuentes secundarias	46
4.8	Cronograma de actividades	47
V.	Análisis y Resultados	51

5.1	Primera observación de la planta	51
5.2	Observación del área sur oeste de la planta	52
5.3	Acumulación de residuo en maquina slitter	53
5.4	Análisis de datos	54
5.4.1	Estudio de la cantidad de viajes realizados	55
5.4.2	Accidentes de planta a causa de residuos de metal	55
5.4.3	Horas de personal de carga	56
5.4.4	Costos	56
5.4.5	Atraso en el área de despacho	57
5.4.6	Generalidades de la maquina	58
5.5	Aportaciones a la empresa	59
5.5.1	Proyecto restauración de maquina cortadora	60
5.5.2	Restauración de sistema eléctrico de maquina cortadora	62
5.5.3	Restauración estética	63
5.5.4	Instalación de máquina de varilla	64
VI.	Conclusiones	67
VII.	Recomendaciones	68
VIII.	Bibliografía	69

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Los ocho elementos esenciales para establecerse eficazmente objetivos.....	4
Ilustración 2	Enfoque global.....	7
Ilustración 3	Puntos de vista de proyectos .....	8
Ilustración 4	Procesos realizados por plantas procesadoras.....	9
Ilustración 5	Proceso de lámina metálica .....	10
Ilustración 6	Funcionamiento de un proceso de inducción magnética .....	11
Ilustración 7	Bobinas utilizadas en la magnetohechura.....	12
Ilustración 8	Proceso de magnetohechura .....	12
Ilustración 9	Esquema soldadura MAG.....	14
Ilustración 10	Tipos de engranes .....	19
Ilustración 11	Tracción por cadena.....	20
Ilustración 12	Transmisión de Fuerza .....	21
Ilustración 13	Transformador ideal.....	21
Ilustración 14	Conexión de motor tipo estrella .....	23
Ilustración 15	Conexión de motor tipo delta.....	23
Ilustración 16	Formula de la densidad.....	25
Ilustración 17	Desarrollo del mantenimiento .....	27
Ilustración 18	Código para más información del sistema.....	30
Ilustración 19	Asignación de prioridades del mantenimiento correctivo .....	31
Ilustración 20	Desgaste por sobre carga.....	36
Ilustración 21	Fallo por sobrecarga.....	37
Ilustración 22	Actividades del Proyecto .....	47
Ilustración 23	Diagrama de Gantt .....	49
Ilustración 24	Área de despacho Promasa Choloma.....	51

Ilustración 25	Anden del Área de despacho 2.....	52
Ilustración 26	Vista general del Área de Despacho.....	53
Ilustración 27	Vista lateral del Área Slitter.....	54
Ilustración 28	Transformador instalado.....	58
Ilustración 29	Mostrador Fabricado.....	59
Ilustración 30	Transmisión de Maquina de Corte desmontada.....	60
Ilustración 31	Selectora de la transmisión Maquina de Corte.....	61
Ilustración 32	Vista de parte Instalada.....	62
Ilustración 33	Sistema eléctrico a restaurar.....	62
Ilustración 34	Sistema Eléctrico restaurado.....	63
Ilustración 35	Vista de Maquina en proceso de envasado.....	64
Ilustración 36	Vista de Maquina en el proceso de pintado.....	64
Ilustración 37	Instalación máquina de varilla.....	65
Ilustración 38	Instalación de motor eléctrico.....	66
Ilustración 39	Instalación de servomotor.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Congruencia metodológica.....	39
Tabla 2 Enfoque.....	40
Tabla 3 Herramientas de Investigación .....	44
Tabla 4 Herramientas.....	45
Tabla 5 Herramientas.....	46
Tabla 6 Viajes mensuales de residuos.....	55
Tabla 7 Accidentes por residuos .....	55
Tabla 8 Horas de personal.....	56
Tabla 9 Costo del personal.....	56
Tabla 10 Despachos atrasados.....	57
Tabla 11 Datos de planta .....	57

## I. INTRODUCCIÓN

La industria metalmecánica es una de las más antiguas y una de las industrias menos trabajada dentro del territorio nacional, en los últimos años ha surgido un gran interés de inversión en este sector lo cual colaboró a la creación de plantas dedicadas a la elaboración de productos ferreteros. Esto ha llevado a la detección de hitos importantes de evolución tecnológica, en los que destaca la ingeniería como base de innovación y de soluciones.

“En las empresas manufactureras, la presión competitiva actual exige mayores desempeños en múltiples factores, y eso hace necesario desarrollar una estrategia de manufactura coherente con la estrategia empresarial” (Castro & William, 2007, p. 104).

A su vez esta nueva inversión ha colaborado con nuevos empleos directos e indirectos para muchos hondureños.

La planta Promasa ubicada en Choloma es una de las partes que conforman el Grupo Promasa C.A., en esta planta se trabaja lo que es el Aluzinc y el hierro galvanizado. La planta consta de maquinaria de corte de bobina de hierro galvanizado siendo esta una industria metalmecánica es imposible no tener residuos y productos con defectos.

A lo cual se procederá al diseño de la gestión de los residuos de material que ayudará en gran manera la planta en su fluidez de producción y orden en planta

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 ANTECEDENTES**

La planta Promasa ubicada en Choloma pertenece al grupo Promasa, esta planta cuenta con 15 procesos de troquelado dentro de estos esta la manufactura de diversos tipos de productos (bufallo zinc, technoteja, technotubo, caballete, capote, canaleta galvanizada, techo, teja italiana, lamina post cosecha, technoteja romana, lamina technoalum y perfilería ferretera para tabla yeso) que luego son distribuidos en los diferentes puntos

La planta se divide en cuatro partes importantes que es el área de bodega, el área de producción, el área de despacho, el área de manufactura manual estando las primeras dos en una nave industrial y separando el área de despacho con el área de manufactura manual.

Estos procesos de troquelado y/o formado del metal generan desperdicio de material metálico, por lo cual se generó la necesidad de implementar una gestión del trato de residuos dentro de la planta. Simultáneamente para alcanzar estas metas de producción altas se necesita una buena gestión de mantenimiento, actuando de forma inmediata ante averías. Producción y Mantenimiento son dos elementos igualmente importantes del proceso productivo, dos ruedas del mismo carro que deben trabajar de la mano. Definición del problema.

El principal problema detectado en la planta Promasa es la falta de gestión de residuos dentro de la misma, la acumulación excesiva de material en el área de producción genera lo que es un ambiente de inseguridad para los miembros de la empresa, ya que los desperdicios de la industria metalmecánica tienden a ser corto punzante. En acumulaciones excesivas y a falta de manejo se convierten en posibles accidentes laborales.

La acumulación de desperdicio en los alrededores del área de despacho causa bloqueo en el pasillo principal y en el portón del área de entrega, lo cual genera un entorpecimiento en el traslado de producto, de bodega hacia el área de despacho. Al mismo tiempo situaciones

como estas en empresas tan prestigiosas como Promasa, causan una mala impresión con nuestros clientes y distribuidores.

Esto a su vez genera un gasto excesivo, por el traslado del desperdicio a la recicladora INVEMA ya que el material no es compactado, por el hecho de tener grandes volúmenes y poco peso.

La primera fase se enfocará en la eliminación del problema antes mencionado y en el mantenimiento de todas las máquinas de producción, manteniendo estas en óptimas condiciones y realizando intervenciones de mantenimiento correctivo de ser necesario para obtener mejores resultados.

## **2.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuál será la mejor manera de almacenar localmente en el área de producción el desperdicio metálico?

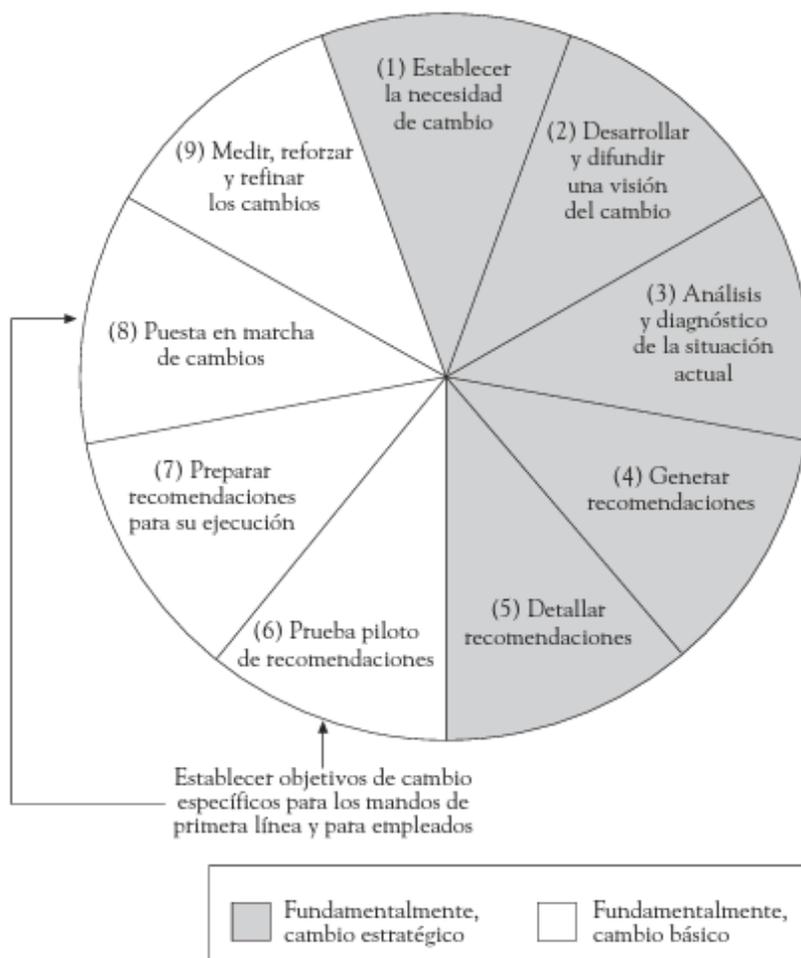
¿Cuál sería la gestión de transporte y acumulación interna de los desperdicios de metal?

¿Cómo se podrían evitar gastos por viajes semanales y horas de trabajo de personal?

## **2.3 OBJETIVOS**

Galpin (2013) afirma: "El establecimiento de objetivos es la explicación clara y sucinta de lo que se espera que las personas alcancen en un período de tiempo dado"(p. 95).

En la ilustración 1 se muestran los 8 principales elementos para el establecimiento de objetivos.



**Ilustración 1 Los ocho elementos esenciales para establecerse eficazmente objetivos**

Fuente: Libro Fijando Objetivos

### 2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un proceso para optimizar la gestión de residuos metálicos con el fin de mejorar la seguridad industrial mediante la instalación de una compactadora.

### 2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinación de área estratégica de acumulación de residuos metálicos

Reducir la cantidad de viajes por residuos metálicos

Instalar maquinaria compactadora de residuos industriales.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN**

Observando la problemática de una falta de gestión de residuos metálicos y luego de unas entrevistas y conferencias de parte del Ing. Carlos Portillo que tiene el puesto de administración y con Ing. Jaime Cárdenas encargado de la Gerencia en planta de Promasa, Choloma. Dado al caso de acumulación de desperdicio dentro de la planta al ver que esto afectaba la movilización interna se llevó al plan de diseño de gestión de residuos e instalación de una maquina compactadora para poder reducir el volumen de este y así la acumulación de manera directa. Otra observación de vital importancia para la justificación de este proyecto es la seguridad industrial y la incidencia de accidentes en el transporte interno del producto por falta de gestiones y un debido proceso interno haciendo casi obligatorio para una mejora importante para la planta Promasa Choloma.

### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 HISTORIA DEL METAL**

Durante miles de años la humanidad utilizó la piedra, la madera, el hueso y la concha para fabricar herramientas, utensilios o adornos. Otras materias orgánicas, como el cuero, fibras vegetales o plumas, sin duda también fueron aprovechadas, pero su conservación no es habitual en el registro arqueológico. Todos esos materiales eran manipulados para obtener la forma del objeto deseado. En el caso de la industria lítica las técnicas de talla permitían conformar el tamaño, la forma y preparar filos produciendo una gran variedad de útiles. Estas diferencias en la forma no representaban ningún cambio en la naturaleza o propiedades físicas del material utilizado.

Con la metalurgia la humanidad da un paso más; no solo podemos modificar la naturaleza, sino que por primera vez somos capaces de transformarla de manera voluntaria. (Montero, 2014, p. 13)

#### **3.2 PROCESOS DEL METAL**

Groover (2007) afirma:

Un metal es una categoría de materiales que se caracterizan generalmente por tener propiedades de ductilidad, maleabilidad, lustre y conductividad eléctrica y térmica elevadas. La categoría incluye tanto a elementos metálicos como sus aleaciones. Los metales tienen propiedades que satisfacen variedad amplia de requerimientos de diseño. Los procesos de manufactura con los que se les transforma en productos han sido creados y mejorados a lo largo de los años. (p. 90)

Según la RAE, el metal es cada uno de los elementos químicos buenos conductores del calor y de la electricidad.

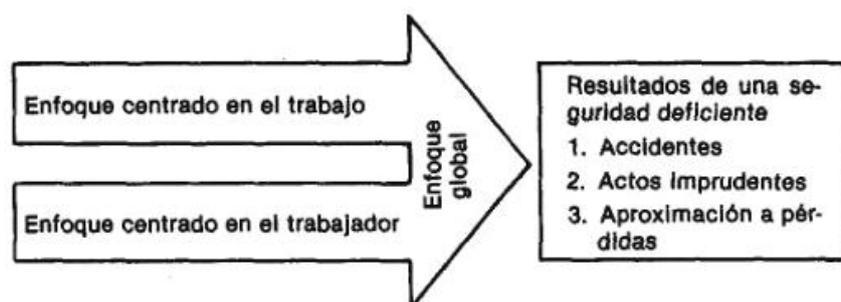
#### **3.3 PROCESO Y OPERACIÓN**

Una de las cuestiones más polémicas que se presentan dentro del estudio de procesos, es la diferencia entre proceso y operación. Distinguir dónde termina el proceso y dónde comienza la operación, puede resultar más difícil de lo que parece a simple vista. Son bastantes los

autores que se afanan en encontrar definiciones para proceso, método, y operación. Sin embargo, el resultado siempre es el mismo: resulta casi imposible diferenciarlos tomando únicamente la definición. En mi opinión, el secreto se encuentra tan sólo en el tamaño de la unidad analítica que se tome. En verdad, hablar de proceso y de operación es exactamente lo mismo, además de que todo lo relativo a la mejora de procesos es perfectamente aplicable a la mejora de operaciones. No obstante, suele ser normal que cuando se habla de proceso se piense en unidades analíticas mayores que cuando se habla de operación. (Alonso García, 1998, p. 30)

### 3.4 SEGURIDAD INDUSTRIAL

Un programa de seguridad consiste en numerosos individuos que llevan a cabo muchas actividades con el fin de crear un medio seguro dentro de una organización, como estas actividades tiene que ver la protección al trabajador, cualquier cambio con respecto a él puede afectar grandemente la operación de un programa de seguridad. En nuestra sociedad se están efectuando cambios que influyen sobre una forma como se lleva organiza y dirige un programa de seguridad



**Ilustración 2 Enfoque global**

Fuente: (Denton, 1993)

Como ambos son parte de un programa de seguridad más amplio y global, probablemente ninguna forma de manejo de la seguridad existe en forma pura, aunque cualquier programa de seguridad puede clasificarse como favorable a una de las dos opciones o a las dos los dos modelos pueden clasificarse así: uno como un enfoque centrado en el trabajo el otro como un enfoque centrado en el trabajador. Como en ambos se busca controlar los factores negativos que afectan los programas de seguridad (principalmente accidentes y otros

resultados inseguros). El punto de vista que el profesional de la seguridad y una organización dada tenga sobre las causas de las deficiencias de la seguridad determinara el enfoque que debe ponerse en práctica (Denton, 1993, p. 3).

<b>Punto de vista centrado en el Ingeniero y en el trabajo</b>	<b>Enfoque centrado en el trabajador y en el personal</b>
1. Identificación de los riesgos fuera del lugar de trabajo	1. Mejora del desempeño seguro del personal
2. Especificación del trabajo y estándares de higiene	2. Estándares del desempeño del trabajo
3. Consideración de la seguridad deficiente como un problema de ingeniería	3. Consideración de la inseguridad como un problema del personal
4. Las condiciones de inseguridad son la causa principal de los accidentes	4. Los actos inseguros son la causa principal de los accidentes
5. Primordial atención al cuidado de máquinas, herramientas y problemas de espacio	5. Atención prioritaria a las actitudes, deseos y problemas morales
6. Administración científica y autocrática	6. Administración democrática y conductual
7. Conciencia del costo	7. Obligación moral
8. Condiciones físicas del trabajo	8. Condiciones psicológicas del trabajo
9. Especialización/automatización	9. Trabajo por tareas/enriquecimiento del trabajo
10. Cumplimiento de las leyes sobre seguridad e higiene en el trabajo	10. Motivación y educación de los trabajadores
11. Comunicación de arriba hacia abajo	11. Comunicación de abajo hacia arriba
12. Los empleados trabajan porque tienen que hacerlo	12. Básicamente, los empleados desean participar en el trabajo

**Ilustración 3 Puntos de vista de proyectos**

Fuente: (Denton, 1993)

### **3.5 EL PROCESO DEL FORMADO DEL METAL**

El formado de metal incluye varios procesos en los cuales se utiliza la deformación plástica para cambiar la forma esta deformación se logra con rodos llamados troqueles que ejercen un esfuerzo que ala fluencia del metal en general en los procesos se aplica el esfuerzo de compresión para deformar plásticamente la materia prima.



**Ilustración 4 Procesos realizados por plantas procesadoras**

Fuente:(Molera Solá, 1991)

### 3.5.1 PROCESO DE FORJADO

Este es el proceso en que una pieza se somete con un troquel a otro opuesto para imprimir la forma deseada en la lámina este proceso se hace en frio en la planta Promasa.

### 3.5.2 PROCESO DE DOBLADO

Es un proceso de formado que se hace cuando se necesita que la lámina tome un ángulo en específico

### 3.5.3 PROCESO DE ESTIRADO

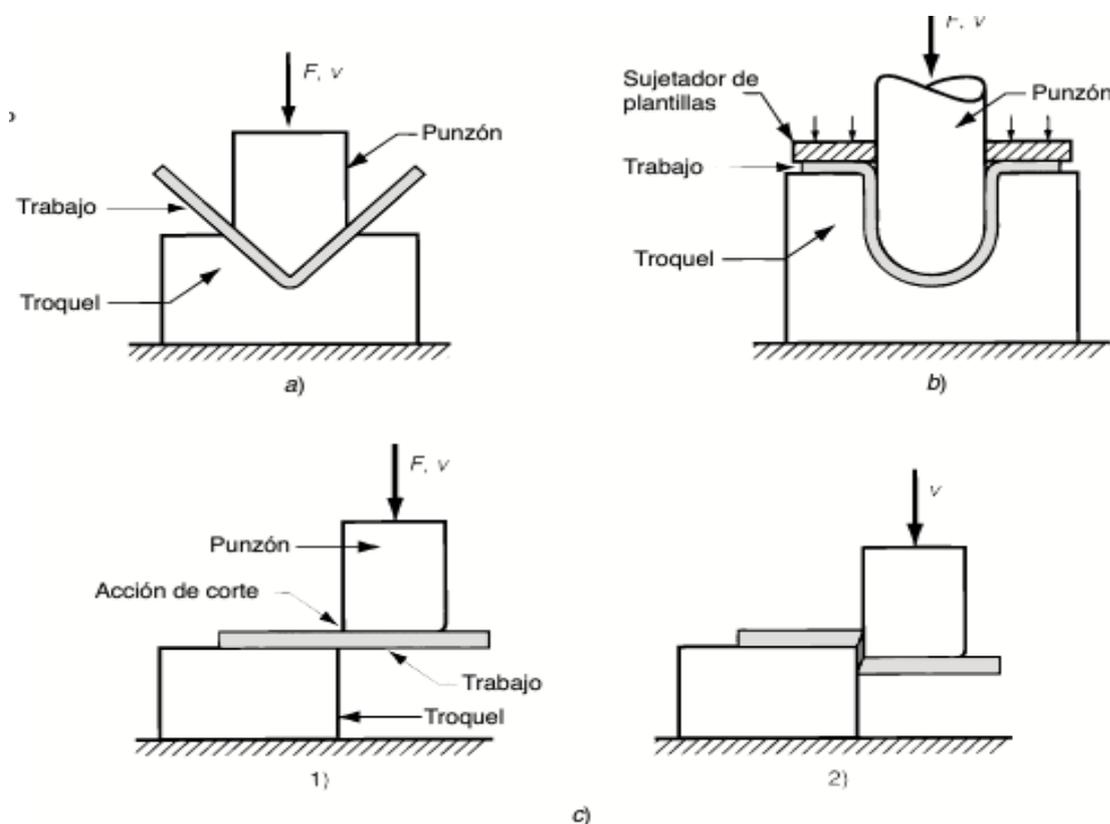
Este es un proceso de formado que el diámetro se reduce cuando se tira de la barra o de la materia prima.

### 3.5.4 PROCESO DE CORTE

Es un proceso de formado que los permite hacer cortes de cualquier tipo ya sea recto o con diseño en específico.

### 3.6 TRABAJO DE LÁMINAS METÁLICAS

Los procesos de trabajo de láminas metálicas son operaciones de formado o preformado de láminas, tiras y rollos de metal. La razón entre el área superficial y el volumen del material inicial es alta; por lo que esta relación es un medio útil para distinguir la deformación volumétrica de los procesos de láminas metálicas. Prensado es el término que se aplica frecuentemente a las operaciones de láminas metálicas, debido a que las máquinas utilizadas para desempeñar estas operaciones son prensas (se usan también prensas de varios tipos en otros procesos de manufactura). La pieza producida en una operación de laminado metálico se llama frecuentemente estampado. Las operaciones de láminas metálicas se ejecutan siempre en frío y se utiliza un juego de herramientas llamadas punzón y troquel. El punzón es la porción positiva y el troquel es la porción negativa del juego de herramientas. Las operaciones básicas de láminas metálicas se describen en la figura se muestra y se definen como sigue:

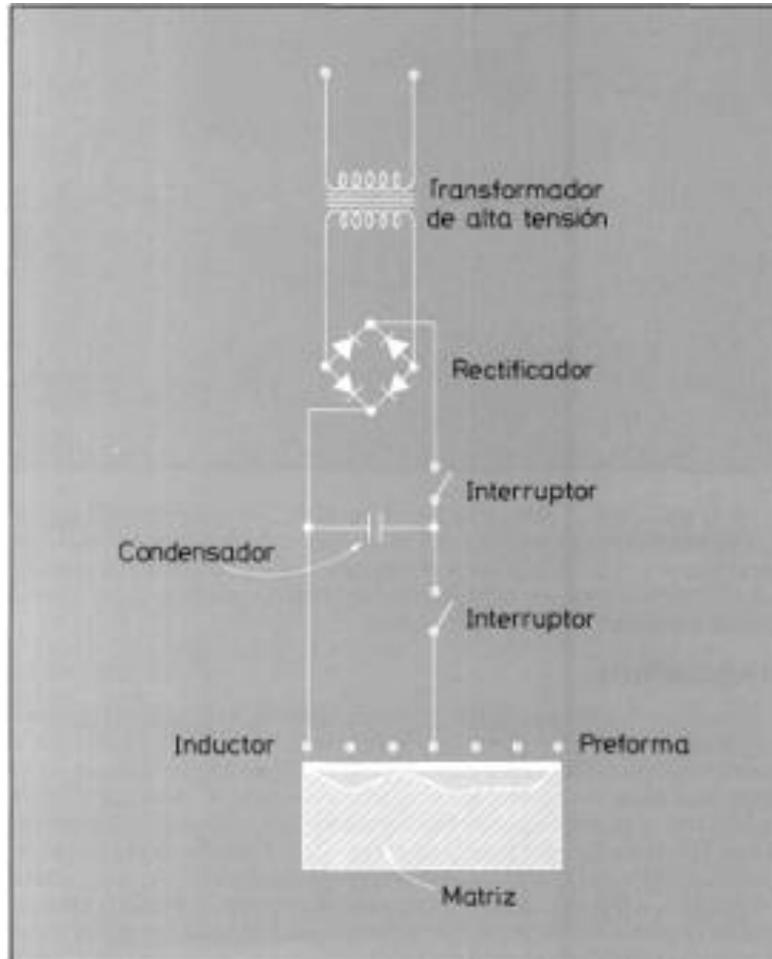


**Ilustración 5 Proceso de lámina metálica**

Fuente:(Molera Solá, 1991)

### 3.7 LA MAGNETO HECHURA

La magneto hechura es la conformación instantánea, en frío, de los metales no magnéticos, mediante impulsos electromagnéticos de gran intensidad. El procedimiento de conformado por impulsos electromagnéticos es relativamente nuevo y en general casi desconocido.



**Ilustración 6 Funcionamiento de un proceso de inducción magnética**

Fuente:(Molera Solá, 1991)

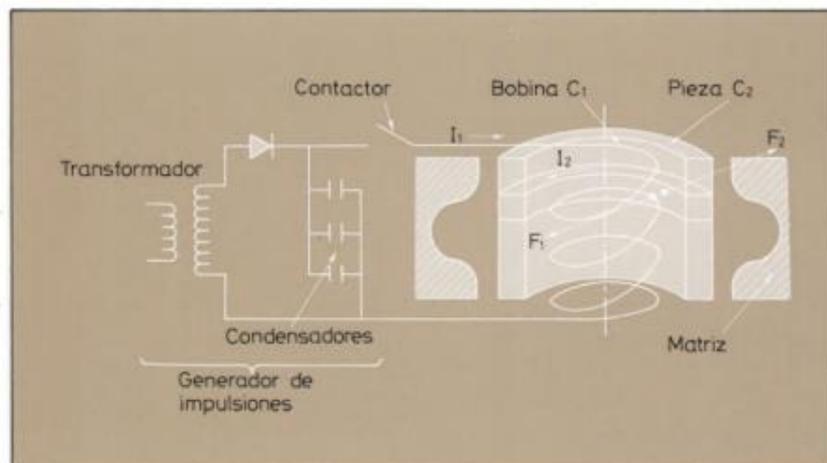
#### 3.7.1 FUNDAMENTOS

El proceso de magnetohechura se fundamenta en la fuerza que ejerce una bobina conectada a un generador de impulsos. Las bobinas pueden ser de compresión y de expansión. En la ilustración 7 se aprecia el esquema general del proceso. El generador de impulsos está constituido por el transformador, un conjunto de condensadores, un contacto, una bobina de cobre por donde circula la intensidad; situada en el interior y en el exterior de la pieza tubular.



**Ilustración 7 Bobinas utilizadas en la magnetohechura**

Fuente:(Molera Solá, 1991)



**Ilustración 8 Proceso de magnetohechura**

Fuente:(Molera Solá, 1991)

### 3.7.2 TÉCNICA

La posibilidad de deformar una pieza por a través del proceso de magnetohechura depende básicamente de la materia en la que está construida. Normalmente, se trabaja con los siguientes metales: Aluminio y sus aleaciones. Cobre y sus aleaciones (latón, bronce, etc.). Aceros inoxidables de muy bajo contenido en carbono. Plata, oro, platino. Las características de alargamiento del metal a deformar definirán los límites de deformación de la pieza, antes de llegar al límite de rotura. No obstante, hay que tener en cuenta, que las deformaciones por magnetohechura se efectúan a velocidades muy elevadas y el metal pasa por un estado plástico-viscoso, lo que explica que los límites de alargamiento de la mecánica clásica pueden sobrepasarse, en algunos casos, del 10 hasta el 25 %.

Los factores básicos que caracterizan las piezas a conformar son: la conductividad eléctrica, la forma de deformación, el límite de alargamiento, la densidad. Los metales férreos y con poca conductividad eléctrica, no son aptos para la magnetohechura ya que se producen pérdidas por el efecto de Joule (Molera Solá, 1991, p. 90).

### 3.8 SOLDADURA

La soldadura es un procedimiento de conformación metálica que se utiliza cuando los otros procedimientos son imposibles de aplicar. Un ejemplo típico de la soldadura es el ensamblaje de partes de una pieza compleja o de una instalación: estructura metálica de un edificio, puente, etc. En el argot de la conformación metálica suele pronunciarse la frase "soldar es bueno, pero no soldar es mejor", que, en el fondo, se cumple para cualquier metal o aleación. Este aforismo viene a decir que sólo se suelda cuando no existe más remedio. De lo contrario se prefieren los otros procedimientos de conformación metálica. No obstante, la soldadura, como procedimiento de unión entre partes de objetos metálicos, constituye un procedimiento de conformación metálica muy versátil, aplicable a prototipos y pequeñas series. Se entiende por soldabilidad la facilidad con que un metal se puede conformar por soldadura de sus partes, así como la habilidad de la unión soldada para resistir las condiciones de servicio. Los procedimientos utilizados para soldar son: soldadura al arco con electrodo de tungsteno protegido por gas inerte (TIG: tungster inert gas), soldadura al arco con electrodo metálico consumible protegido por gas inerte (MIG: metal inert gas), soldadura al arco con electrodo revestido, soldadura de arco sumergido y soldadura al plasma.

### 3.8.1 TIG

En el procedimiento TIG se emplea una corriente de gas inerte para proteger la soldadura. El arco se hace saltar entre un electrodo de tungsteno y el material base y, por una boquilla que rodea al electrodo, se hace llegar helio o argón, de modo que envuelva completamente al electrodo, al arco y a la masa fundida del metal y elimine toda atmósfera oxidante.

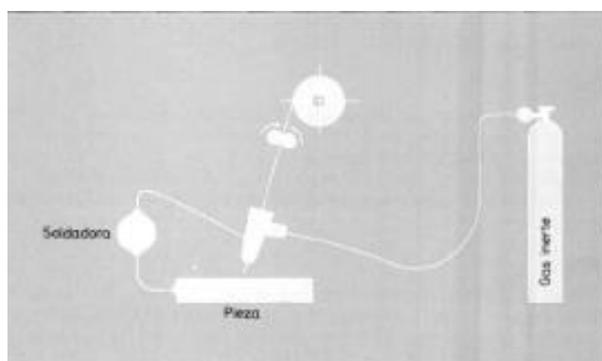
### 3.8.2 MIG

Si se utilizan una atmósfera protectora de gas inerte y una varilla de metal de aportación, y se hace saltar el arco entre éste y el material a soldar, se tiene el muy conocido proceso de soldadura con arco de electrodo metálico: MIG. El arco no sólo funde el metal a unir sino también el metal del electrodo, alimentando así la soldadura con el metal de aportación. Los electrodos metálicos se consumen rápidamente y hay que interrumpir la operación para reemplazarlos.

### 3.8.3 MAG

Durante los últimos años el proceso MAG (metal y gas activo, tal como el dióxido de carbono) ha ido aumentando en la industria. El MAG en realidad es el MIG con una atmósfera de argón y cantidades del orden del 2 % de oxígeno, porcentaje suficiente para crear una atmósfera protectora con cierto carácter oxidante. (Molera Solá, 1991, p. 89)

En la siguiente imagen se observa el esquema de soldadura MAG.



**Ilustración 9 Esquema soldadura MAG**

Fuente:(Molera Solá, 1991)

### 3.8.4 SOLDADURA POR RESISTENCIA

Soldar por resistencia consiste en unir varias piezas por medio de fusión, producida por la energía calorífica generada por el paso de corriente eléctrica de alta intensidad durante un corto tiempo, sometiendo al mismo tiempo las piezas a un esfuerzo de compresión. De este modo se genera una fusión puntual y muy concentrada, debido a una cierta cantidad de calor (Q), proporcional a la resistencia eléctrica del circuito (R) y al cuadrado de la intensidad de la corriente (I), que circula por él durante un tiempo (t):  $Q=R.I^2.t$ . Entre las soldaduras por resistencia destacamos las siguientes: Soldadura por puntos. Los dos electrodos se van aplicando en distintos puntos o, mejor, zonas de la chapa a soldar. Se utiliza para unir chapas de espesores mínimos de 0,05 mm y espesores máximos de 8 mm cada chapa. Soldadura por protuberancias. En las piezas a unir se diseña un abultamiento superficial de modo que represente la resistencia y en la etapa de fusión desaparece. Este tipo de soldadura tiene la misma aplicación que en el caso de por puntos, pero con una gama más estrecha, pues no abundan las soldaduras en espesores menores de 0,2 mm, ni mayores de 3 mm. Soldadura por roldanas. Los dos electrodos son círculos de cobre que se desplazan a lo largo de la línea a soldar. En realidad, representa un conjunto de soldaduras por puntos. Se aplica en láminas muy finas (0,05 mm), mientras que no suele utilizarse por encima de 2 mm (Molera Solá, 1991, p. 115).

## 3.9 PROPIEDADES DEL MATERIAL

### 3.9.1 TRABAJO EN FRÍO

El trabajo en frío, también conocido como formado en frío, es el formado de metal que se realiza a temperatura ambiente o ligeramente arriba. Las ventajas significativas del formado en frío comparado con el trabajo en caliente son:

- Proporcionar mejor precisión, lo que significa tolerancias más estrechas
- Mejorar el acabado de la superficie
- El endurecimiento por deformación aumenta la resistencia y la dureza de la pieza
- El flujo de granos durante la deformación brinda la oportunidad de obtener propiedades direccionales convenientes en el producto resultante y

- Al no requerir calentamiento del trabajo, se ahorran costos de horno y combustible y se logran mayores velocidades de producción.

Debido a esta combinación de ventajas, se han creado muchos procedimientos de formado en frío para operaciones importantes de producción en masa. Estos procedimientos proporcionan tolerancias estrechas y buenas superficies.

Hay ciertas desventajas o limitaciones asociadas con las operaciones de formado en frío:

- 1) Se requiere mayores potencia y fuerzas para desempeñar las operaciones.
- 2) Se debe tener cuidado para asegurar que las superficies de la pieza de trabajo inicial están libres de incrustaciones y suciedad.
- 3) La ductilidad y el endurecimiento por deformación del metal de trabajo limitan la cantidad de formado que se puede hacer sobre la pieza. En algunas operaciones debe recocerse el metal para permitir la realización de formados posteriores. En otros casos el metal no es lo suficientemente dúctil para ser trabajado. (Groover, 2007, p. 385)

### **3.10 MATERIA PRIMA**

La naturaleza, la forma, el porcentaje y la distribución de los constituyentes de los metales y aleaciones conforman la microestructura del material metálico considerado. La microestructura, consecuencia de las reacciones en estado sólido generadas entre las fases existentes a lo largo de los tratamientos térmicos, es responsable de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del metal.

### **3.11 UNA MÁQUINA**

Se puede definir como un objeto fabricado y compuesto por un conjunto de piezas ajustadas entre sí que se usa para facilitar o realizar un trabajo determinado, generalmente transformando una forma de energía en movimiento o trabajo. Un mecanismo es una combinación de cuerpos rígidos o resistentes, conectados entre sí de modo que el movimiento relativo entre los elementos individuales está restringido.

### 3.11.1 UNA MÁQUINA ELÉCTRICA

Es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en otra energía, o bien, en energía eléctrica, pero con una presentación distinta, pasando esta energía por una etapa de almacenamiento en un campo magnético. Se clasifican en tres grandes grupos:

- Generadores.
- Motores.
- Transformadores.

Los generadores transforman energía mecánica en eléctrica, y lo inverso sucede en los motores. El motor se puede clasificar en motor de corriente continua o motor de corriente alterna. Los transformadores y convertidores conservan la forma de la energía, pero transforman sus características. Una máquina eléctrica tiene un circuito magnético y dos circuitos eléctricos. Normalmente uno de los circuitos eléctricos se llama excitación, porque al ser recorrido por una corriente eléctrica produce las ampervueltas necesarias para crear el flujo establecido en el conjunto de la máquina. Desde una visión mecánica, las máquinas eléctricas se pueden clasificar en:

- Rotativas (Generadores y Motores).
- Estáticas (Transformadores).

Las máquinas rotativas están provistas de partes giratorias, como las dinamos, alternadores, motores. Las máquinas estáticas no disponen de partes móviles, como los transformadores. Para el estudio a realizar a continuación se clasificarán las máquinas como lo anteriormente visto: rotativas y estáticas. («Newsfronts», 2000, p. 8)

La potencia de una máquina eléctrica es la energía desarrollada en la unidad de tiempo. La potencia de un motor es la que se suministra por su eje. Una dinamo absorbe energía mecánica y suministra energía eléctrica, y un motor absorbe energía eléctrica y suministra energía mecánica. La potencia que da una máquina en un instante determinado depende de las condiciones externas a ella; en una dinamo del circuito exterior de utilización y en un motor de la resistencia mecánica de los mecanismos que mueve. Entre todos los valores de potencia posibles hay uno que da las características de la máquina, es la potencia nominal, que se define como la que puede suministrar sin que la temperatura llegue a los límites admitidos por los materiales aislantes empleados. Cuando la máquina trabaja en esta potencia se dice que está

a plena carga. Cuando una máquina trabaja durante breves instantes a una potencia superior a la nominal se dice que está trabajando en sobrecarga («Newsfronts», 2000, p. 9).

Según el tipo de movimiento pueden ser:

1. Manivelas: Cuando están unidas a la barra fija y pueden dar vueltas completas alrededor de la misma.
2. Balancines: Cuando están unidas a la barra fija y describen un movimiento de oscilación.
3. Acopladoras o bielaz: Son barras no unidas directamente a la barra fija y suelen describir un movimiento combinado de traslación y rotación.
4. Deslizaderas: Son barras que describen un movimiento de traslación a lo largo de una guía.

### **3.12 MECANISMOS DE CADENA**

Características los mecanismos de cadena y rueda dentada se encargan de transmitir un movimiento de rotación entre ejes paralelos, por medio del empuje generado entre los dientes de las ruedas y los eslabones de la cadena. Frente a los mecanismos de correa, los mecanismos de cadena no presentan limitación de potencia transmitida por aparición de deslizamiento. Con el fin de poder aumentar la potencia transmitida existen en el mercado cadenas dobles y triples. La distancia entre ejes que permiten salvar los mecanismos de cadena nunca podrá superar a la cubierta por los mecanismos de correa debido, fundamentalmente, a la mayor masa de las cadenas y los problemas que ello supone, sobre todo los relacionados con las fuerzas de inercia.

En estos sistemas, aunque no juega un papel importante la tensión de la cadena, es necesario que no se produzcan muchas fluctuaciones, sobre todo en el ramal conducido, debidas fundamentalmente a alargamientos permanentes de la cadena sometida a las cargas de funcionamiento (Alejandro, Amela, & Albelda Vitoria, 2016, p. 287).

### **3.13 MECANISMOS DE ENGRANAJE**

Tipos y características los engranajes, en la figura se muestran algunos ejemplos, constituyen el tipo de transmisión más utilizado, tanto entre árboles paralelos como entre árboles cruzados

o que se corten, y sirven para una gama de potencias, velocidades y relaciones de transmisión muy amplia.

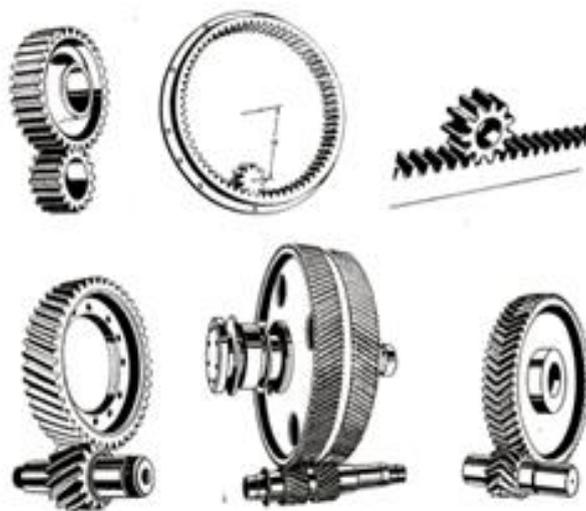
Se pueden destacar las siguientes ventajas de las transmisiones por engranajes:

1. Relación de transmisión constante.
2. Elevada fiabilidad y larga duración.
3. Dimensiones reducidas.
4. Elevado rendimiento.
5. Mantenimiento reducido.
6. Capacidad para soportar sobrecargas.

Por contra, son destacables los inconvenientes siguientes:

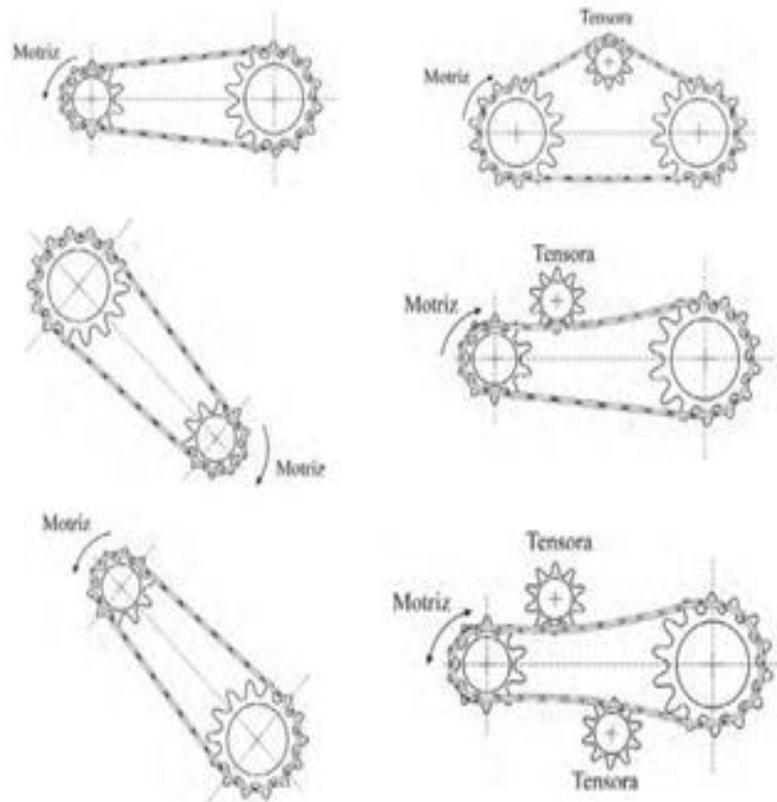
1. Coste elevado.
2. Generación de ruidos durante el funcionamiento.
3. Transmisión muy rígida.
4. Se requiere en la mayoría de las aplicaciones un acoplamiento elástico para la absorción de choques y vibraciones.

En la ilustración 10 se muestran los tipos de engranes y en la ilustración 11 la tracción por cadena.



**Ilustración 10** Tipos de engranes

Fuente:(Alejandro, Amela, & Albelda Vitoria, 2016)



**Ilustración 11 Tracción por cadena**

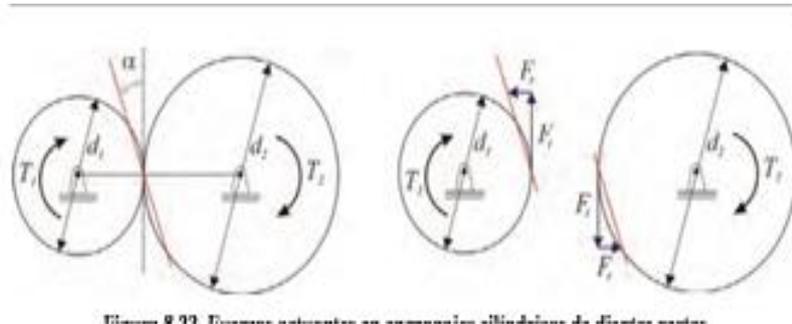
Fuente:(Alejandro, Amela, & Albelda Vitoria, 2016)

### **3.14 TRENES DE ENGRANAJES**

Un tren de engranajes es un sistema de ejes y ruedas dentadas que incluye más de dos ruedas. Esto se puede observar en la ilustración 12.

Las principales razones para su uso son:

1. Transmisión de movimiento entre ejes distantes.
2. Obtención de relaciones de transmisión no posibles con dos ruedas.
3. Obtención de elevadas relaciones de transmisión con un buen rendimiento. Cuando sólo existe un engranaje por eje, es decir, no existe una misma barra con más de un engranaje, se denominan trenes simples y en caso contrario trenes compuestos. A los trenes de ejes fijos se les denomina trenes ordinarios y a los de ejes móviles trenes planetarios o epiciclo dales (Alejandro et al., 2016, p. 319).

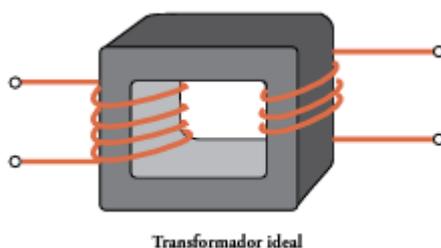


**Ilustración 12 Transmisión de Fuerza**

Fuente:( Alejandro et al., 2016)

### 3.15 EL TRANSFORMADOR

El transformador es una máquina estática cuyos principios de funcionamiento están basados en el electromagnetismo, es decir, en las relaciones existentes entre los campos y corrientes eléctricas y los campos magnéticos. Su función genérica es modificar las características de la corriente eléctrica alterna que suministramos a la entrada, o también llamado (devanado) primario, para obtener otra corriente eléctrica, con características diferentes en la salida del transformador, también llamado (devanado) secundario en la ilustración 13 podemos observar un transformador ideal.



**Ilustración 13 Transformador ideal**

Fuente:( Alejandro et al., 2016)

Tomando como referencia un transformador de potencia ideal, en el que no tenemos pérdidas de potencia de ningún tipo, estaría formado por un núcleo de hierro, que es un material ferromagnético, y dos bobinados de diferente sección y número de espiras, según figura anterior. Su funcionamiento estaría basado en los siguientes principios:

Toda corriente eléctrica crea un campo magnético. Los campos magnéticos variables inducen una fuerza electromotriz (fem) en los conductores eléctricos que estén dentro de la zona de influencia del campo magnético. Según se deduce de estos principios del electromagnetismo

un transformador solo puede funcionar con corriente alterna. Veamos su funcionamiento: Por el devanado primario circula una corriente alterna, que crea un campo magnético en el interior de lo que sería el solenoide formado por el arrollamiento alrededor del núcleo ferromagnético. Dado que el valor de la intensidad de la corriente alterna es variable, el flujo magnético del campo eléctrico creado también lo es. Así, este flujo variable inducirá una fuerza electromotriz en el secundario, que al cerrarse este circuito a través de una carga se establecerá una corriente, que, con la misma potencia (solo en el transformador ideal, en el real existen pérdidas que veremos más adelante) tendrá unas características de tensión e intensidad diferentes a las de la corriente que circula por el circuito primario.

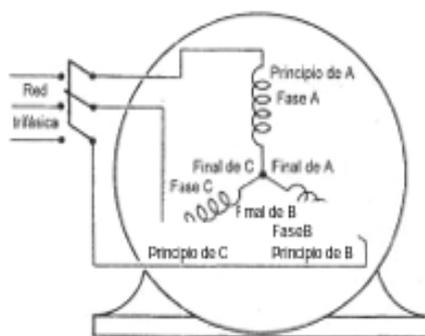
Cabe señalar, que, aunque el transformador de potencia es una máquina reversible, es decir, si lo alimentamos por el secundario obtendremos tensión en el primario, son diseñados para una función específica, diferenciando entre los que elevan la tensión y los que la reducen. Transformadores de potencia elevadores. El primario es el lado de menor tensión. Se utilizan en los parques elevadores anexos a las centrales eléctricas para elevar la tensión generada en los alternadores para que sea adecuada para el transporte de la energía. Transformadores de potencia reductores. El secundario es el lado de menor tensión. Se utilizan en la distribución de la corriente eléctrica, tanto de alta a media tensión, como de media a baja tensión. Se reducen las tensiones con forme la red eléctrica se aproxima a las zonas de consumo (Serrano Sánchez & Martí Prieto, 2015, p. 14).

### **3.16 LOS MOTORES TRIFÁSICOS**

Los motores de inducción. Se fabrican de las más diversas potencias, desde una fracción hasta varios miles de caballos. Tienen una característica de velocidad constante y una característica de par que varía ampliamente según los diseños. Hay motores trifásicos diseñados para que absorban una corriente de arranque bien moderada y otros que están previstos para absorber una corriente de arranque elevada. Se les construye para todas las tensiones y frecuencias de servicio normalizadas y muy a menudo están conectadas para trabajar a dos tensiones nominales distintas. Se emplean para accionar máquinas, herramientas y bombas.

### 3.17 CONEXIONES DE MOTOR

El devanado del estator trifásico puede estar conectado en delta (D) y estrella (u) o en sus variantes, delta-serie, delta-paralelo, estrella-serie y estrella-paralelo. Las fases de un motor trifásico están conectadas en estrella o en delta separadas  $120^\circ$  entre sí. En la conexión en estrella, los finales de las fases están unidos en un punto común (centro de la estrella), y cada principio de fase va conectado a una de las líneas de alimentación de la red. En la conexión en delta, el final de cada fase está unido al principio de la siguiente (véase la Ilustración 14 y 15), el final de la fase A (Guzmán Rodríguez, Serrano Salazar, & Bustos, 2002, p. 52).



**Ilustración 14** Conexión de motor tipo estrella

Fuente: (Guzmán Rodríguez, Serrano Salazar, & Bustos)



**Ilustración 15** Conexión de motor tipo delta

Fuente: (Guzmán Rodríguez, Serrano Salazar, & Bustos)

#### 3.17.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES

Las características de los motores indican las propiedades asociadas con el diseño del motor y los requerimientos de la carga. Las características de rendimiento del motor deben detallarse en las especificaciones para adecuar los requerimientos de carga y para asegurar una operación exitosa y económica del motor y el aparato en cuestión todos los datos de

funcionamiento y rendimiento se basan en los valores de voltaje y frecuencia nominal de placa a ser que se especifique otra cosa.

La capacidad nominal de un motor o su especificación consiste en la salida de este junto con cualquier otra característica de mismo cómo la velocidad, el voltaje o la corriente que asigne el fabricante (Sánchez Domínguez, 2014, p. 411).

Las marcas en la placa de identificación contienen la siguiente cantidad mínima de información:

1. Nombre del fabricante
2. Potencia de salida
3. Velocidad con carga nominal
4. Frecuencia
5. Numero de fase
6. Corriente secundaria en plena carga
7. Voltaje secundario
8. Especificación de tiempo
9. Elevación de temperatura

### **3.18 FLUIDOS**

“La resistencia que se observa debida a la falta de lubricación en las partes de un fluido es, siendo iguales las demás cosas, proporcional a la velocidad con la que se separan dichas partes una de otra” (I. Newton). Aunque Arquímedes de Siracusa (287-212 a. C.) introdujo algunas ideas básicas de la estática de fluidos y Leonardo da Vinci (1452-1519) observó y dibujó esquemas de flujos complejos sobre objetos inmersos en corrientes, hubo que esperar hasta Isaac Newton (1642-1727) para que empezara la descripción cuantitativa a nivel físico y matemático de la Mecánica de Fluidos con el Libro II de sus Principia Mathematica (1687). Durante el siguiente siglo a la publicación de los Principia se realizaron muchos esfuerzos en la formulación matemática del flujo de los fluidos con las contribuciones de Daniel Bernoulli (1700-1782), Jean le Rond d’Alembert (1717-1783) y Leonhard Euler (1707-1783). Aplicando los principios básicos de la conservación de masa y la segunda ley de Newton, Euler obtuvo un par de ecuaciones en derivadas parciales no lineales y acopladas que involucraban tanto la presión como el flujo del fluido (González Santander & Castellano Estornell, 2014, p. 1).

### 3.18.1 DEFINICIÓN DE FLUIDO

Un fluido es una sustancia (considerada como un medio continuo) que carece de forma propia, por lo que adopta la forma del recipiente que lo contiene. De esta manera, los diferentes elementos de un fluido homogéneo pueden reordenarse libremente sin afectar a las propiedades macroscópicas del fluido, es decir, hay un movimiento relativo entre los distintos elementos del fluido. Existen principalmente tres clases de fluidos:

1. Los líquidos (p. ej. el agua) son fluidos de muy baja compresibilidad.
2. Los gases (p. ej. el aire) son fluidos de una alta compresibilidad
3. Los plasmas (p. ej. de la atmósfera solar) son fluidos en los que una determinada proporción de sus partículas está cargada eléctricamente, de tal manera que responden a la interacción electromagnética (González Santander & Castellano Estornell, 2014, p. 113).

### 3.18.2 DENSIDAD DE UN FLUIDO

La densidad de una sustancia se define como la cantidad de masa unidad de volumen que ocupa, la formula se muestra en la ilustración 16.

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

#### **Ilustración 16 Formula de la densidad**

Fuente: (González Santander & Castellano Estornell, 2014)

Si el fluido es una sustancia pura, la densidad puede variar con la temperatura y la presión. La ecuación que relaciona las distintas variables del estado de un sistema se denomina ecuación de estado. Cuando las variables que definen un fluido son la densidad, la presión y la temperatura, la ecuación de estado se puede escribir como una cierta función de la presión y la temperatura que define la densidad del sistema (González Santander & Castellano Estornell, 2014, p. 3).

### 3.18.3 MÁQUINAS DE FLUIDO O MAQUINAS HIDRÁULICAS

Las máquinas hidráulicas o máquinas de fluido son aquellas que intercambian energía con el fluido que está contenido o que circula por su interior, es decir, el fluido comunica la energía

que absorbe la máquina, o bien el fluido es el que recibe la energía que la máquina le transmite. Las máquinas hidráulicas constituyen una de las aplicaciones fundamentales de la Mecánica de Fluidos y se encuentran presentes en todo tipo de instalaciones y maquinaria industrial (Sánchez Domínguez, 2014, p. 13).

Las máquinas hidráulicas pueden clasificarse según diversos criterios. Una primera clasificación surge de considerar la dirección en que tiene lugar el intercambio de energía: si el fluido tiene una energía disponible, puede cederla a la máquina a su paso por ella produciendo un trabajo: máquina productora de energía mecánica o generadora (por ejemplo, las turbinas hidráulicas, los generadores eólicos, los motores hidráulicos y neumáticos, etc.). Por el contrario, se puede aumentar la energía de un fluido aplicando una energía mecánica exterior: máquina consumidora de energía mecánica o motora (por ejemplo, las bombas, los ventiladores y los compresores). Según la compresibilidad del fluido se distingue entre: máquinas de fluido compresible o térmicas (turbinas de vapor, turbinas de gas y turbocompresores).

Máquinas de fluido incompresible o hidráulicas (turbinas hidráulicas, bombas y ventiladores), en las que el fluido no experimenta cambios apreciables de densidad a su paso a través de la máquina, y que constituyen el objeto de este texto.

La presión que ejerce el líquido es la presión termodinámica que interviene en la ecuación constitutiva y en la ecuación de movimiento del fluido.

Una consecuencia de que la presión en un fluido permanece constante en la dirección horizontal consiste en que la presión aplicada a un fluido confinado aumenta la presión en toda la extensión de este en la misma cantidad esto se conoce como ley de pascal en honor a Blaise Pascal (1623-1662), pascal también sabía que la fuerza aplicada por un fluido es proporcional al área (Spurk, 1997, p. 128).

### **3.19 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA**

Esta ley es una consecuencia del principio de la conservación de la energía y puede establecerse diciendo que: " El calor puede ser transformado en trabajo mecánico, el trabajo mecánico puede ser transformado en calor, existiendo una relación constante entre la cantidad de calorías suministrada y el trabajo producido y viceversa". Esta relación constante es el

equivalente mecánico del calor al cambiar un sistema de un estado a otro se dice que experimenta un proceso o una transformación(Alvarado García, 2008, p. 28).

### 3.20 MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

El mantenimiento industrial surgió ante la necesidad del ser humano de preservar la funcionalidad de sus herramientas primarias. Después evoluciono debido al interés de conservar los dispositivos y equipos utilizados en la fabricación de productos.

Durante 1914 las técnicas de mantenimiento fueron orientadas al cuidado físico de la maquinaria. Solo el mantenimiento correctivo se aplicaba, cuando se presentaba una falla o se tenía que suspender la producción ente 1950 y 1970 las técnicas de mantenimiento se enfocaron al cuidado del servicio que proporcionaba la maquina en este periodo se reconoció su relevancia, lo que era proporcionar un buen servicio o producto para el cliente.

A partir de la década de los 1970 surgió el manteniendo productivo total que impulso la participación de los empleados en la producción y el mantenimiento en busca de la eficiencia.

En la Ilustración 17 se muestra una pequeña cronología de la evolución del mantenimiento, dese 1780 cuando se comenzó a utilizar el mantenimiento correctivo, hasta el año 2005 donde surgió la filosofía de conservación industrial. Ilustración 4 Historia y evolución del mantenimiento industrial.

Año	Descripción
1780	Mantenimiento correctivo
1798	Uso de partes intercambiables
1903	Producción industrial masiva
1910	Cuadrillas de mantenimiento correctivo
1914	Mantenimiento preventivo
1931	Control de calidad del producto manufacturado
1950	Control estadístico de calidad
1960	Desarrollo del mantenimiento centrado en la confiabilidad
1971	Desarrollo del mantenimiento productivo total
1995	Desarrollo del proceso de las 5 S
2005	Surgimiento de la filosofía de conservación industrial

**Ilustración 17 Desarrollo del mantenimiento**

Fuente: (Medrano Márquez & González Ajuech ,2017)

Medrano Márquez & González Ajuech (2017) afirman que: "La historia del mantenimiento se relaciona con el desarrollo técnico industrial" (p. 4).

Actualmente un inconveniente detectado durante la implementación y aplicación del mantenimiento en las empresas es el uso de un lenguaje común, no especificado, entre los operadores de los equipos o maquinaria y otro de los problemas es la falta de conocimiento en la aplicación y admiración del mantenimiento.

Prando (1996) afirma que: Es el medio que tiene toda empresa para conservar operable con el debido grado de eficiencia y eficacia su activo fijo. Engloba en conjunto de actividades necesarias para:

1. Mantener una instalación o equipo en funcionamiento.
2. Reestablecer el funcionamiento del equipo en condiciones predeterminadas. El mantenimiento incide, por lo tanto, en la cantidad y calidad de la producción. (p. 27)

Esto nos lleva a un mismo coincidir con Medrano Márquez & González Ajuech (2017) quien afirma que : Las plantas de producción crean sus propias técnicas , terminología e histograma de las maquinas que crea una fortaleza si esta es de manera clara y ordenada para crear una terminología colectiva, involucrando a todos en el proceso para la comunicación efectiva y asertiva, con el objetivo de parar tiempos muertos o paros de producción. No es el caso de Promasa Choloma.

"La mejor maquina no trabajará satisfactoriamente si no se le tiene cuidado, y el costo de una avería puede ser muy elevado, no solo en términos financieros sino también en baja moral del personal y malas relaciones con los clientes" (Lockyer, García Díaz, & Rocha Domínguez, 1995, p. 151).

A lo largo de la evolución industrial el mantenimiento ha pasado por diferentes cambios, debido a las necesidades que se han observado. Debemos tener en cuenta la gran importancia que tiene el mantenimiento en la actualidad, el costo y la remuneración hacia la empresa puede llegar a ser satisfactorio. Existen diferentes tipos de mantenimiento, entre los cuales se puede mencionar:

1. Mantenimiento correctivo
2. Mantenimiento preventivo
3. Mantenimiento predictivo

Cada uno de estos mantenimientos tienen sus ventajas y desventajas, en algunas ocasiones se utilizan 2 o más en conjunto, esto para lograr una mayor rentabilidad de producción.

### **3.21 MANTENIMIENTO PREDICTIVO**

Por "predecir" se entiende la idea de conocer de antemano un hecho futuro, si dicho término se relaciona con el término "mantenimiento", conservación de un elemento o situación en un buen estado, se obtiene el significado de mantenimiento predictivo que consiste en una serie de técnicas y operaciones que se adoptan para detectar una falla o problema en un elemento o instalación antes de que suceda, con el objeto de poder corregirla sin que se produzcan detecciones de producción, averías mayores, accidentes, etc.

Las ventajas más importantes para este tipo de mantenimiento serían:

Las fallas, al ser detectadas en sus fases más tempranas se pueden planear con suficiente antelación las acciones correctivas (reparaciones) más oportunas mediante paros programados con el fin de garantizar una buena calidad en la reparación, así como, minimizar el efecto negativo de esta produce en la producción. Permite seguir la evolución de la avería o falla a lo largo del tiempo, a partir de revisiones periódicas o rutinarias confeccionando un archivo histórico de averías para dicha máquina. Aumenta el rendimiento del personal de mantenimiento, ya que su trabajo consiste en la realización de tareas programadas y no en trabajos imprevistos. Facilita un estudio estadístico del sistema, facilitando los puntos de mejora. Por otro lado, las principales desventajas de este tipo de mantenimiento serían: Es necesario una mayor formación del equipo de mantenimiento. Alto coste de los elementos de instrumentación. Pueden existir averías no detectadas por el programa de vigilancia predictiva, ya que no se pueden monitorizar todos los parámetros. Las técnicas utilizadas en el mantenimiento predictivo consisten en medir la variación de alguna característica física o química de los elementos o máquinas. Por lo tanto, existen técnicas como:

1. Análisis de temperatura mediante cámaras infrarrojas.
2. Análisis de motores eléctricos.
3. Análisis de vibraciones producidas por elementos mecánicos.
4. Análisis del estado de aceites y lubricantes.
5. Análisis mediante corrientes de Eddy.
6. Análisis mediante ultrasonidos.

7. Análisis mediante métodos humanos, como, la vista, el oído, olfato, etc.
8. Análisis mediante rayos X, etc

### **3.22 EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Nos enfocaremos en la siguiente tesis en lo que es mantenimiento correctivo que es empleado en planta Promasa Choloma a esto nos referimos a el mantenimiento correctivo que es el conjunto de acciones encaminadas a reparar las averías o las fallas que se presentas en los equipos o en las instalaciones de la empresa cuando estas han perdido operatividad y es necesario detener la maquina o la instalación dañada.



**Ilustración 18**Código para más información del sistema

Fuente: (Computerized Maintenance Management System)

En la actualidad, algunas empresas sostienen que les resulta rentable reparar solo las averías que surgen; otras, al detectar que el número de tareas de mantenimiento correctivo se incrementan (implementan el CMMS que se presenta en la figura) como ejemplo de un software para realizar mantenimientos predictivos.

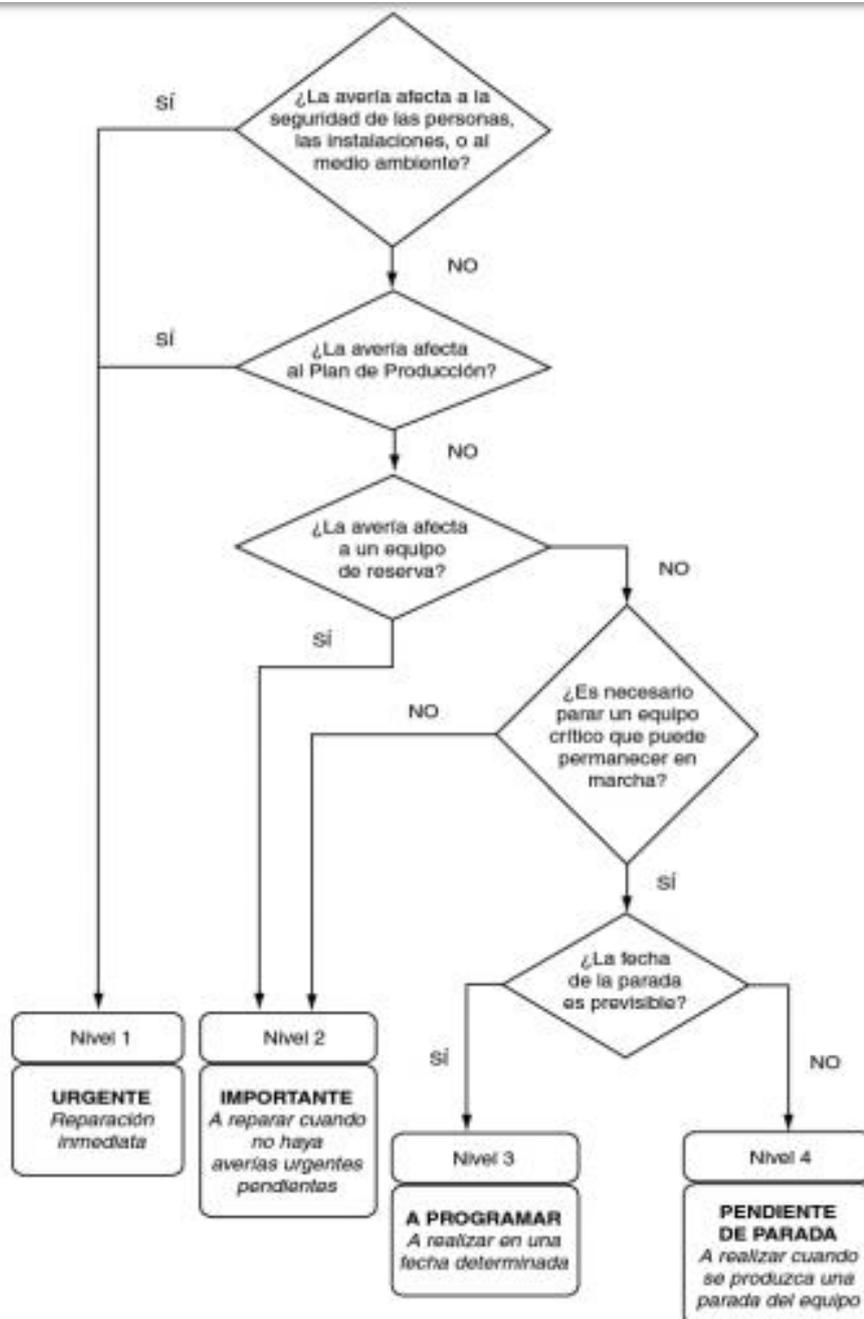
#### **3.22.1 DEFINICIÓN DEL MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo es la serie de actividades que se requieren efectuar en las propiedades o activos de una empresa cuando dejan de proporcionar el servicio para cual fueron diseñados este tipo de mantenimiento no implica una inspección previa al daño o reparación por desgaste de algún componente, sino hasta el momento que se produce la falla (Medrano Márquez & González Ajuech, 2017, p. 28).

#### **3.22.2 ASIGNACIÓN DE PRIORIDADES**

Unos de los principales problemas que se plantean a la hora de gestionar ordenes de trabajo correctivas es asignar prioridades. Cuando se produce una avería, el personal generalmente

está trabajando en otras, y tiene una cierta carga de trabajo acumulado, por esta razón se hace necesario determinar que avería se hace más urgente. (García Garrido, 2010, p. 103) Los niveles de prioridades pueden ser muchos y muy variados, pero en casi todas las empresas se establecen al menos tres niveles:



**Ilustración 19** Asignación de prioridades del mantenimiento correctivo

Fuente: (García Garrido, 2010)

### 3.23 TIPOS DE FALLAS

Fallos debidos a un mal diseño o a errores de cálculo del equipo. No conocer exactamente las condiciones en las que trabajará la máquina, despreciar efectos que luego resultan más importantes de lo que se esperaba o el exceso de simplificación en el aparato para obtener mejores precios, ocasiona errores de diseño que adquirimos con el equipo. El número de fallos atribuibles a este hecho son del orden del 12% del total de fallos. La solución a estos fallos resulta muy difícil si el planteamiento original difiere mucho de la realidad y posiblemente no nos quede otra opción que asumir una tasa de fallos elevada.

Fallos debidos a defectos durante la fabricación del equipo. Si se descuidan los controles de calidad de los materiales y piezas que componen el equipo, nos encontraremos con fallos potenciales incluidos en la máquina que no tardarán en aparecer. Las soluciones pasan por reemplazar las piezas defectuosas de origen. Este tipo de fallos representa el 10,45%.

Fallos producidos por el mal uso de la instalación. Porcentual mente son los más numerosos (el 40%); provienen de un desconocimiento del manejo del equipo, por emplearlo en aplicaciones para las que no está diseñado y, sobre todo, por utilizarlo en regímenes superiores a los especificados por el diseñador.

Fallos debidos al desgaste natural y al envejecimiento. Estos son los fallos que nos son más familiares. Se trata de roturas, desgastes, abrasiones, corrosión, fatiga, cavitación, etc.

Fallos debidos a fenómenos naturales y otras causas. Dentro de este grupo incluimos los que son debidos a fenómenos meteorológicos y causas exteriores al propio equipo. Suponen el 27%. Desde el punto de vista de mantenimiento existen dos clasificaciones interesantes. La primera en función de la capacidad de trabajo de la instalación y la segunda en función de la forma de aparecer.

En función de la capacidad de trabajo distinguiremos entre fallos totales y parciales. Un fallo total implica un paro de todo el sistema productivo. Un fallo parcial afecta sólo a una serie de elementos pudiendo continuar trabajando con el resto. La aparición de uno u otro tipo de fallo depende, en gran medida, de la complejidad de la instalación y de si los diferentes sistemas están unidos en serie o en paralelo (Navarro Elola, Pastor Tejedor, & Mugaburu Lacabrera, 1997, p. 13).

El tiempo necesario para la puesta a punto de un equipo tras una avería se distribuye de la siguiente manera:

1. Tiempo de detección. Es el tiempo que transcurre entre el origen del problema y su detección. Hay una relación entre el tiempo de detección y el tiempo de resolución total: cuanto antes se detecte la avería, en general, habrá causado menos daño y será más fácil y más económica su reparación. Es posible reducir este tiempo si se desarrollan sistemas que permitan detectar fallos en su fase inicial, como inspecciones rutinarias diarias, comprobación de parámetros de funcionamiento, y formación adecuada del personal de producción.

2. Tiempo de comunicación. Es el tiempo que transcurre entre la detección del problema y localización del equipo de mantenimiento. Este periodo se ve muy afectado por los sistemas de información y de comunicación con el personal de mantenimiento y con sus responsables. Una buena organización de mantenimiento hará que este tiempo sea muy corto, incluso despreciable en el total de tiempo transcurrido. Para reducir este tiempo, debe existir un sistema de comunicación ágil, que implique al menor número de personas posible, y debe disponerse de medios que permitan comunicarse con el personal de mantenimiento sin necesidad de buscarlo físicamente (teléfonos móviles, walki-talkies, mensáfonos o buscapersonas, etc.).

3. Tiempo de espera. Es el tiempo que transcurre desde la comunicación de la avería hasta el inicio de la reparación. Incluye el tiempo de espera hasta disponer de operarios que puedan atender la incidencia, los trámites burocráticos necesarios para poder intervenir (parada de los equipos, solicitud de órdenes de trabajo, obtención del Permiso de Trabajo, aislamiento del equipo, etc.) y el traslado del personal desde donde se encuentre hasta el lugar donde se ha producido el incidente. Este tiempo se ve afectado por varios factores: número de operarios de mantenimiento de que se disponga, complicación o simplicidad del sistema de gestión de órdenes de trabajo, medidas de seguridad que sea necesario adoptar, y distancia del taller de mantenimiento a la planta, entre otras. Es posible reducir este tiempo si se dispone de una plantilla adecuadamente dimensionada, si se dispone de un sistema ágil de gestión de órdenes y de obtención de permisos de trabajo, y si la distancia del taller hasta los equipos es mínima (la ubicación óptima del taller de mantenimiento es, por ello, el centro de la planta).

4. Diagnóstico de la avería. Es el tiempo necesario para que el operario de mantenimiento determine qué está ocurriendo en el equipo y cómo solucionarlo. Este tiempo se ve afectado por varios factores: formación y experiencia del personal, y por la calidad de la documentación técnica disponible (planos, históricos de averías, listas de averías y soluciones, etc.). Es posible reducir este tiempo si se dispone de planos y manuales en las proximidades de los equipos (no siempre es posible) y si se elaboran listas de averías en las que se detallen síntoma, causa y solución de las averías que se han producido en el pasado o que puedan producirse.

5. Acopio de herramientas y medios técnicos necesarios. Una vez determinado qué hay que hacer, el personal encargado de la reparación puede necesitar un tiempo para situar en el lugar de intervención los medios que necesite. Este tiempo suele verse afectado por la distancia de los talleres o lugares de almacenamiento de la herramienta al lugar de intervención, por la previsión de los operarios a la hora de llevar consigo el herramental que creen pueda necesitar cuando se les comunica la necesidad de intervención y por la cantidad de medios disponibles en planta. Para reducir este tiempo, es conveniente situar adecuadamente los talleres (ver punto anterior), adquirir costumbres saludables, como acudir a las averías portando una caja de herramientas estándar, y dotando el taller con los medios que puedan ser necesarias a tenor del tipo de equipos que tenga la planta.

6. Acopio de repuestos y materiales. Es el tiempo que transcurre hasta la llegada del material que se necesita para realizar la intervención. Incluye el tiempo necesario para localizar el repuesto en el almacén (en el caso de tenerlo en stock), realizar los pedidos pertinentes (en caso de no tenerlo), para que el proveedor los sitúe en la planta, para acondicionarlos (en caso de que haya que realizar algún trabajo previo), para verificar que alcanzan sus especificaciones y para situarlos en el lugar de utilización. Este tiempo se ve afectado por la cantidad de material que haya en stock, por la organización del almacén, por la agilidad del departamento de compras, y por la calidad de los proveedores. Para optimizar este tiempo, se debe tener un almacén adecuadamente dimensionado, con una organización eficiente, un servicio de compras rápido, y contar con unos proveedores de calidad y vocación de servicio.

7. Reparación de la avería. Es el tiempo necesario para solucionar el problema surgido, de manera que el equipo quede en disposición para producir. Se ve muy afectado por el alcance del problema y por los conocimientos y habilidad del personal encargado de su resolución. Para optimizar este tiempo es necesario disponer de un sistema de mantenimiento preventivo

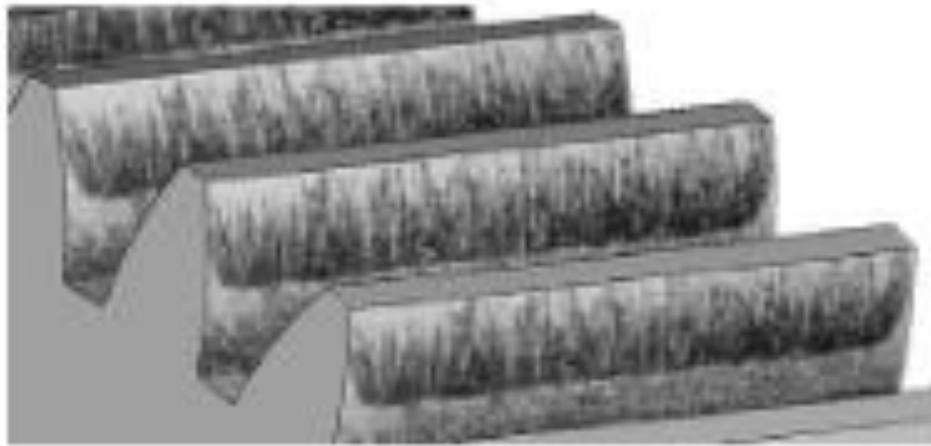
que evite averías de gran alcance, y disponer de un personal eficaz, motivado y muy bien formado.

### **3.24 TIPOS DE FALLOS EN ENGRANAJES**

Los engranajes son sistemas de transmisión de potencia por contacto directo de superficies rígidas (contacto tipo leva-seguidor). En este tipo de transmisiones se puede producir fallo.

La superficie del diente se deteriora hasta un nivel en el que las condiciones de funcionamiento resultan muy desfavorables. Existen varios tipos de fallo superficial, que son explicados a continuación.

- **Desgaste.** El desgaste hace referencia a la pérdida de material debido al rozamiento de las superficies en contacto. El desgaste excesivo puede prevenirse con un sistema de lubricación adecuado y con dispositivos limitadores de par de forma que éste no supere el par nominal de la caja reductora. La pérdida de material debido al funcionamiento normal del sistema de engrane, pese a la existencia de una lubricación adecuada, constituye el desgaste normal. Este desgaste es poco importante y no afecta al funcionamiento de la máquina dentro de su vida esperable. La situación de desgaste normal (o mínimo) no es completamente evitable.
- **Desgaste por sobrecarga.** Cuando se transmite un par excesivo a baja velocidad mediante un sistema de engranajes se puede producir un desgaste superficial. En esas condiciones, la velocidad no es suficiente para conseguir el efecto hidrodinámico que proporciona una película de lubricante adecuada, produciéndose el contacto directo entre los metales. El resultado es un notable desgaste en la parte exterior del flanco de los dientes. El remedio para este tipo de desgaste es evitar, en la medida que sea posible, las condiciones de funcionamiento tan desfavorables en las que se produce (en el caso de producirse sobrecargas puntuales, se pueden instalar elementos limitadores de par). Si no fuera posible evitarlas, otra alternativa consiste en utilizar lubricantes con aditivos anti-desgaste y de extrema presión como ejemplo en la ilustración 21.



**Ilustración 20 Desgaste por sobre carga**

Fuente:(Rodríguez Mattalía, 2011)

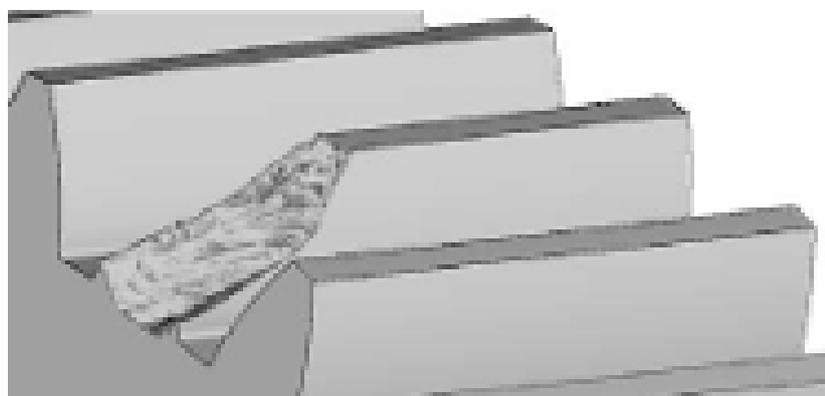
- Fluencia. Es el deterioro de la superficie como consecuencia de la fluencia del metal ante cargas elevadas. Aunque generalmente está asociada a metales blandos, también puede llegar a darse en metales endurecidos. El desgaste por fluencia se manifiesta de formas diferentes, dependiendo de las condiciones en las que se produce. Una de las formas más comunes consiste en el arrugado u ondulado de la superficie. Se observa este fenómeno, por ejemplo, en piñones helicoidales y tornillos sinfín sometidos a cargas excesivas y lubricación inadecuada y termina por producir el fallo total del elemento. Otra forma de manifestarse consiste en la aparición de rebabas en los filos externos de los dientes rectos y helicoidales. En ocasiones se observa no por la aparición de rebabas sino por el redondeo de los filos externos de los dientes o, incluso, por un hundimiento en la base de los dientes (donde comienza el contacto) de la rueda conductora (en general, la forma del perfil del diente es modificada por fluencia). Este tipo de desgaste por fluencia se produce ante cargas elevadas con impactos que hacen que los dientes en contacto se golpeen durante el movimiento.
- Fallo por rotura del diente. La rotura del diente es el resultado final de un proceso de deterioro continuado. Cuando se produce ya no es posible la realización de mantenimiento y se debe proceder a la sustitución de la pieza. Como en el caso del deterioro superficial, existen varias causas que pueden provocar la rotura parcial o completa de un diente:
  - Rotura por fatiga. Es el resultado de múltiples ciclos de carga en el diente, con tensiones variables que en algún punto superan el límite de fluencia del material, normalmente favorecidas por la concentración de tensiones. Estas tensiones elevadas y localizadas pueden

deberse a varias causas: sobrecarga, vibración excesiva, mal diseño, mala alineación, etc. El síntoma de este fallo es similar a otros mecanismos de fallo por fatiga. Comienza con la aparición de grietas en el lado cargado del diente, progresando dentro de la sección hasta provocar la rotura completa. Tras la rotura, la sección presenta el aspecto típico de fallo por fatiga: una zona brillante y pulida correspondiente al avance de la grieta, y otra zona mate y fibrosa correspondiente a la última sección resistente antes de la rotura.

- Rotura por sobrecarga. Es un tipo de fallo que se produce ante la aparición de una sobrecarga con aplicación brusca. La rotura es instantánea y sin necesidad de progresión de grieta, como ocurre en fatiga. La sección del corte presenta un aspecto fibroso, muy diferente del fallo por fatiga. Aparte de una sobrecarga súbita, otras condiciones pueden propiciar la aparición de este tipo de fallo: alineación deficiente (concentrando las cargas), lubricación deficiente (que puede llevar a los dientes a soldarse), etc.

- Rotura por desgaste excesivo. Algunos tipos de desgaste superficial pueden llevar a una eliminación drástica del material que reduzca la sección del diente hasta su rotura. Este es un tipo secundario de rotura que viene precedido por una fase más o menos larga de desgaste.

Otros. Además de los anteriores, existen otros tipos de causas que producen la rotura total o parcial del diente. Entre ellos cabe destacar el fallo debido a tensiones internas excesivas provocadas por tratamientos superficiales inadecuados. Fallo por ruptura de puede ver en la ilustración 22,(Rodríguez Mattalía, 2011, p. 66).



**Ilustración 21 Fallo por sobrecarga**

Fuente:(Rodríguez Mattalía, 2011)

## **IV. METODOLOGÍA**

En este capítulo se basa en la metodología de este documento la Metodología de la Investigación se considera y se define como la disciplina que elabora, sistematiza y evalúa el conjunto del aparato técnico procedimental del que dispone la Ciencia, para la búsqueda de datos y la construcción del conocimiento científico.

### **4.1 HIPÓTESIS Y VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

Con la propuesta para mejorar la gestión de residuos metálicos, la cual está orientada a mejorar la imagen corporativa, el flujo de producción y la seguridad industrial de planta Promasa, Choloma.

Con la presente tesis, cuyo principal objetivo es constatar la hipótesis, se presentan una lista de variables dependientes e independientes, las cuales son el pilar de esta investigación y serán estudiadas a fondo con la finalidad de alcanzar los objetivos planteados.

Maroto Alvarez & Alcaraz Soria (2011) afirma que: "Llamamos variables a las alternativas de acción o aspectos controlables del problema"( p. 20).

### **4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE**

"Es la que antecede a una variable dependiente, a la cual determina; o también, la variable cuyos cambios de valor se presume que son causa de variaciones en los valores de otra variable llamada dependiente" (Niño Rojas, 2011, p. 60).

- Generación de residuos metálicos
- Método de transporte de residuos metálicos

#### **4.2.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

Cuando se presume que sus valores son cambiados por el cambio de una variable independiente, miden el efecto de las variables independientes.

- Paros de Procesos
- Accidentes de Seguridad Industrial
- Imagen Corporativa

- Costo de mano de obra
- Gestión de residuos metálicos

**Tabla 1 Congruencia metodológica**

Título		INSTALACIÓN DE MAQUINA COMPACTADORA PARA OPTIMIZAR LA GESTION DE RESIDUOS METÁLICOS, PROMASA		
Problema	Preguntas de investigación	Objetivos		Variable
		General	Específicos	
El problema en la planta promasa Choloma se presenta a la falta de gestión de residuos metálicos que conlleva la instalación de una maquina compactadora además gestionar el mantenimiento correctivo de cualquier equipo	¿Cuál será la mejor manera de almacenar localmente en el área de producción el desperdicio metálico?	Diseñar un proceso óptimo de gestión de residuos metálicos dentro de la planta en la empresa Promasa	-Ejecutar el mantenimiento correctivo a las maquinas por cualquier tipo de fallo técnico.	Paros de procesos
	¿Cuál sería la gestión de transporte y acumulación interna de los desperdicios de metal?		Restaurar maquinaria de corte	Proceso interno de corte de lámina lisa
	3-Como se podrían evitar gastos por viajes semanales y horas de trabajo de personal		Instalar maquinaria compactadora de residuos industriales.	Gestión de residuos metálicos

Fuente: (Propia)

### 4.3 ENFOQUE Y MÉTODOS

#### 4.3.1 ENFOQUE CUALITATIVO

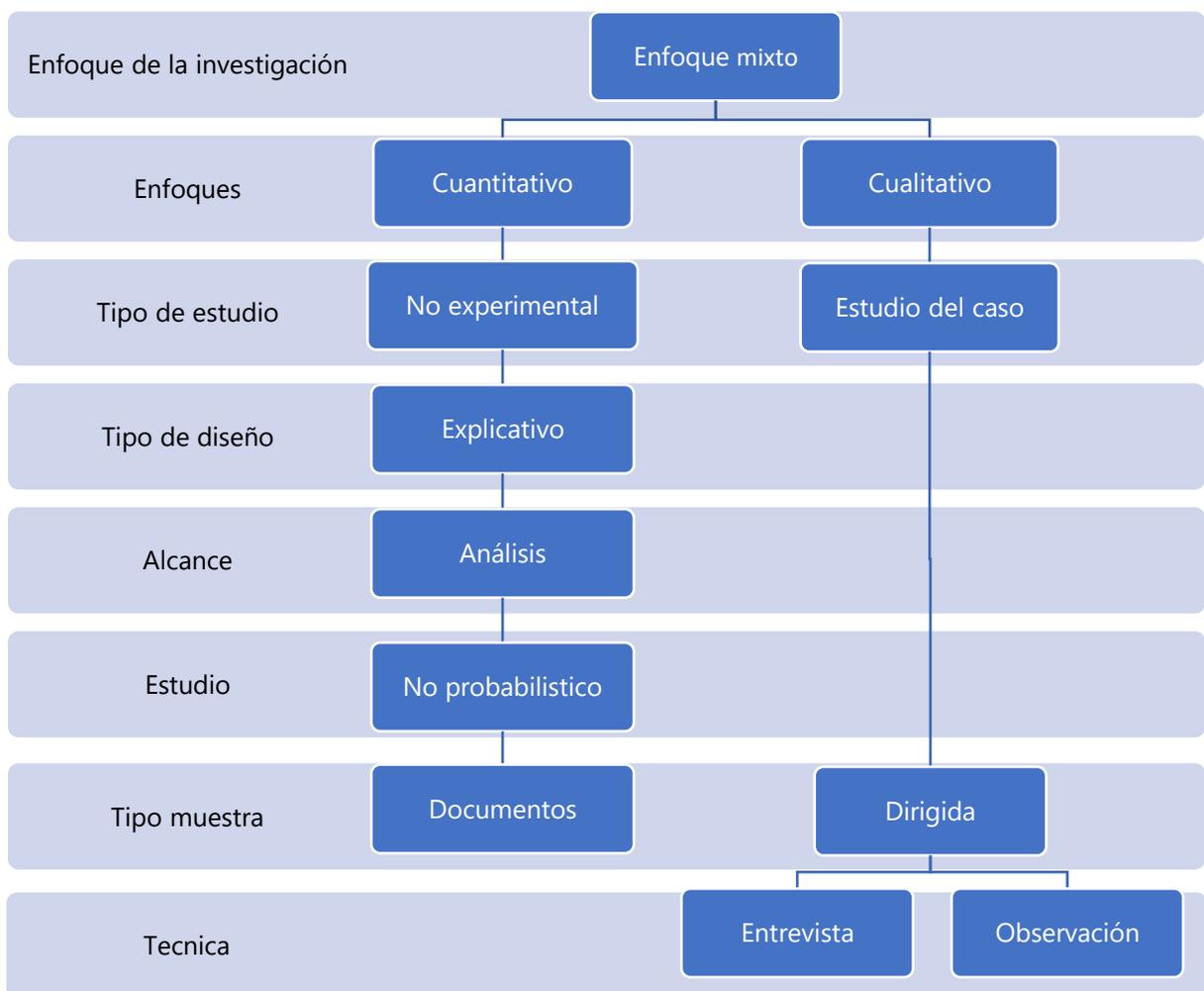
El enfoque cualitativo se guía por áreas o temas significativos de la investigación, sin embargo, en lugar de que la claridad sobre la pregunta de investigación e hipótesis preceda a la recolección y análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos) los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para

descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes y después, para refinarlas y responderlas.

#### 4.3.2 ENFOQUE CUANTITATIVO

El enfoque cuantitativo se basa en una investigación ordenada de datos medibles y análisis estadístico para poder comprobar la hipótesis planteada mediante sus patrones de comportamiento este tipo de enfoque pretende entender y predecir ciertos acontecimientos, sus análisis es estructurado y medible.

**Tabla 2 Enfoque**



Fuente: (Propia)

## **4.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN**

### **4.4.1 LA OBSERVACIÓN**

Observar es un acto mental bien complejo. Implica mirar atentamente una cosa, una persona o ser vivo, un fenómeno o una actividad, percibir e identificar sus características, formas y cualidades, registrarlas mediante algún instrumento (o al menos en la mente), organizarlas, analizarlas y sintetizarlas. No basta con “ver” las cosas, proceso fisiológico que se genera en los sentidos. Es necesario “mirar”, proceso cognitivo que, aunque se inicia como ver, exige una actividad de la mente. Con cierta razón, Cerda (2000) afirma que la observación científica “es fundamentalmente sistemática, objetiva y posee los mecanismos de control que impiden caer en algunos errores propios de la subjetividad, de la ambigüedad y de la confusión”. Esto exigiría el desprenderse al máximo de los influjos comunes que hacen que las personas tiendan a ver lo que conocen o lo que desean ver y no las cosas como son. Para evitar estos peligros se podría pensar en pedir que otro observe y comparar los resultados, para sacar una conclusión. Observar es un acto mental bien complejo. Implica mirar atentamente una cosa, una persona o ser vivo, un fenómeno o una actividad, percibir e identificar sus características, formas y cualidades, registrarlas mediante algún instrumento (o al menos en la mente), organizarlas, analizarlas y sintetizarlas. No basta con “ver” las cosas, proceso fisiológico que se genera en los sentidos. Es necesario “mirar”, proceso cognitivo que, aunque se inicia como ver, exige una actividad de la mente. Con cierta razón, Cerda (2000) afirma que la observación científica “es fundamentalmente sistemática, objetiva y posee los mecanismos de control que impiden caer en algunos errores propios de la subjetividad, de la ambigüedad y de la confusión”. Esto exigiría el desprenderse al máximo de los influjos comunes que hacen que las personas tiendan a ver lo que conocen o lo que desean ver y no las cosas como son. Para evitar estos peligros se podría pensar en pedir que otro observe y comparar los resultados, para sacar una conclusión.

### **4.4.2 OBSERVACIÓN DIRECTA Y LA INDIRECTA**

Es directa, cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar.

Es indirecta, cuando el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno observando a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona. Tal ocurre cuando nos valemos de libros, revistas, informes, grabaciones, fotografías, etc., relacionadas con lo que estamos investigando, los cuales han sido conseguidos o elaborados por personas que observaron antes lo mismo que nosotros.

#### 4.4.3 OBSERVACIÓN PARTICIPANTE Y NO PARTICIPANTE

La observación es participante cuando para obtener los datos el investigador se incluye en el grupo, hecho o fenómeno observado, para conseguir la información "desde adentro". Observación no participante es aquella la cual se recoge la información desde afuera, sin intervenir para nada en el grupo social, hecho o fenómeno investigado. Obviamente, La gran mayoría de las observaciones son no participantes.

#### 4.4.4 OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA Y NO ESTRUCTURADA

Observación no Estructurada llamada también simple o libre, es la que se realiza sin la ayuda de elementos técnicos especiales.

Observación estructurada es en cambio, la que se realiza con la ayuda de elementos técnicos apropiados, tales como: fichas, cuadros, tablas, etc., por lo cual se los la denomina observación sistemática.

#### 4.4.5 OBSERVACIÓN DE CAMPO Y DE LABORATORIO

La observación de campo es el recurso principal de la observación descriptiva; se realiza en los lugares donde ocurren los hechos o fenómenos investigados. La investigación social y la educativa recurren en gran medida a esta modalidad.

La observación de laboratorio se entiende de dos maneras: por un lado, es la que se realiza en lugares preestablecidos para el efecto tales como los museos, archivos, bibliotecas y, naturalmente los laboratorios; por otro lado, también es investigación de laboratorio la que se realiza con grupos humanos previamente determinados, para observar sus comportamientos y actitudes.

#### 4.4.6 OBSERVACIÓN INDIVIDUAL Y DE EQUIPO

Observación Individual, es la que hace una sola persona, sea porque es parte de una investigación igualmente individual, o porque, dentro de un grupo, se le ha encargado de una parte de la observación para que la realice sola.

Observación de Equipo o de grupo es, en cambio, la que se realiza por parte de varias personas que integran un equipo o grupo de trabajo que efectúa una misma investigación puede realizarse de varias maneras:

Observación individual, cada individuo observa una parte o aspecto de todo

Observación en equipo, todos observan lo mismo para cotejar luego sus datos (esto permite superar las operaciones subjetivas de cada una)

Todos asisten, pero algunos realizan otras tareas o aplican otras técnicas.

#### 4.4.7 LA ENTREVISTA

La entrevista es una técnica, fundamentalmente de tipo oral, basada en preguntas y respuestas entre investigador y participantes, que permite recoger las opiniones y puntos de vista de dichos participantes o, eventualmente, según objetivos, intercambiar con ellos en algún campo.

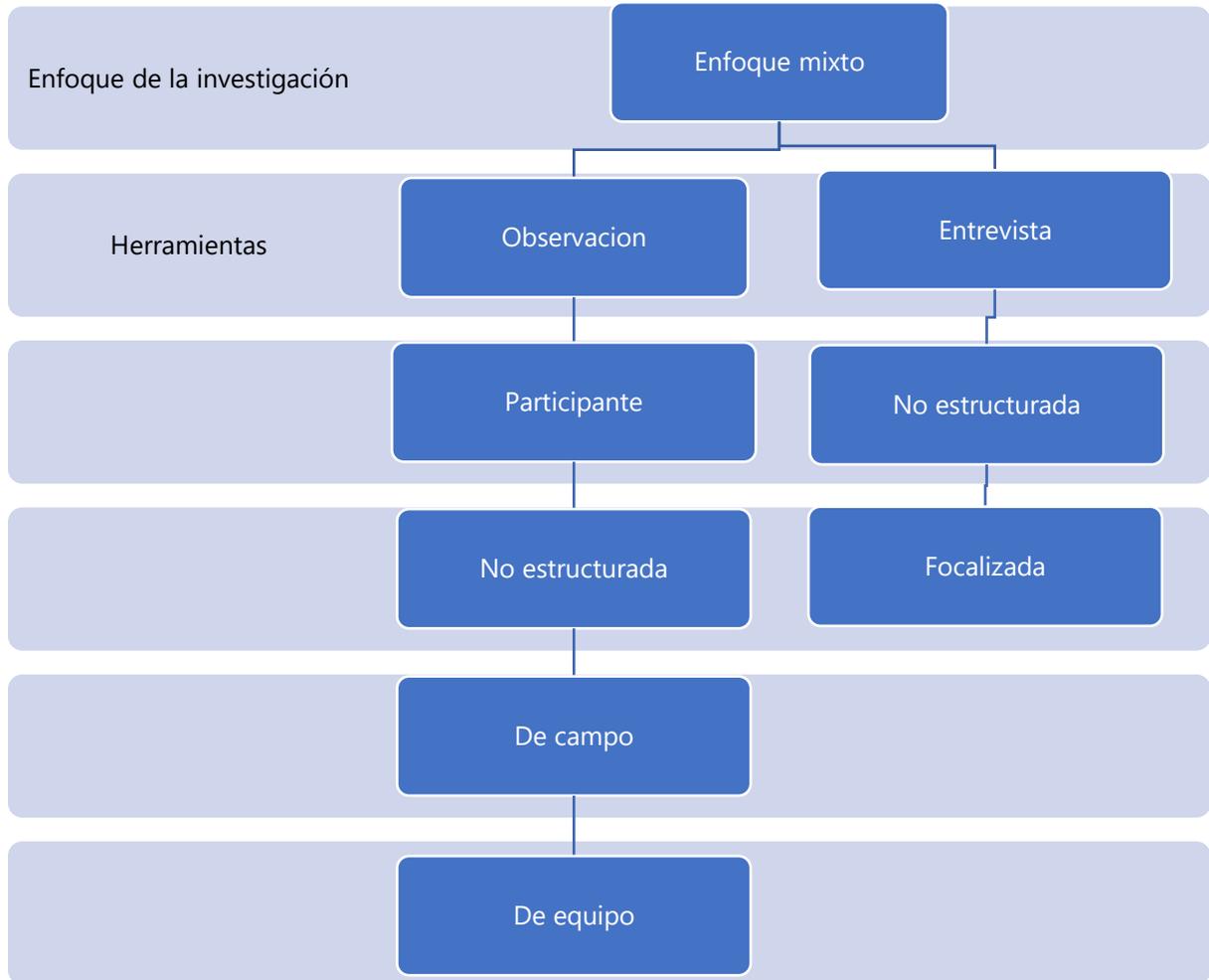
#### 4.4.8 TIPOS DE ENTREVISTA

Entrevista estructurada, que algunos llaman formal, dirigida, cerrada o estandarizada, casi que se parece a una encuesta, pero oral. Requiere un esquema y cuestionario previamente elaborados. Según conveniencias, se le puede adelantar al entrevistado algunas pistas sobre el tópico por tratar. Es la menos difícil de tabular.

La entrevista no estructurada, informal, abierta o no dirigida, implica más grados de libertad, flexibilidad y adaptabilidad; puede llegar a tener visos de conversación sobre un tema. De todas maneras, es muy importante respetar cierta libertad de responder o hablar del entrevistado, aún en la entrevista formal.

Entrevista focalizada es la que se realiza y orienta sobre un tema y contenido específico. Exige mucha habilidad y tacto de parte del entrevistador para orientar la actividad hacia el foco propuesto, evitando toda clase de susceptibilidades y molestias.

**Tabla 3 Herramientas de Investigación**



Fuente:(propia)

#### **4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS Y RESPUESTA**

Las unidades de análisis en este proyecto de investigación son:

- Gestión del manejo de residuos
- Instalación de maquina compactadora
- Reparación de máquina de corte

## 4.6 MATERIALES

**Tabla 4 Herramientas**

	Nombre de la Herramienta
1	Llaves allen
2	Llaves hexagonales
3	Tenaza universal
4	Tenaza electrica
5	Martillo
6	Destornilladores
7	Barra de uñas
8	Esmeriladora
9	Taladro
10	Rectificadira de banco
11	Fresadora
12	Limas
13	Multimetro
14	Metro
15	Micrometro
16	Calibrador
17	Maquina de soldar
18	Compressor
19	Angulo
20	Computadora

**Tabla 5 Herramientas**

21	Pistola de sopletiar
22	Pistola de pintar
23	Engrasadora
24	Arremachadora
25	Arremachadora de terminales eléctricas Montacargas

Fuente:(propia)

#### **4.7 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Las fuentes de información son los recursos necesarios para poder acceder a la información y al conocimiento en general. Desde la perspectiva académica, y más concretamente en el área de Biblioteconomía y Documentación, se refieren a todos aquellos instrumentos y herramientas que maneja o crea el profesional de la información para satisfacer las demandas y necesidades de los usuarios. Manuales de usuario de los equipos auxiliares (López-Carreño, 2017, p. 25).

##### **4.7.1 FUENTES PRIMARIAS**

- Manuales de especificaciones técnicas.
- Fallas más comunes.

##### **4.7.2 FUENTES SECUNDARIAS**

- Asesoría con ingenieros que tienen amplio conocimiento en el tema.
- Artículos y tutoriales en línea respecto a mantenimiento.
- Entrevistas con el equipo Promasa para validar el aporte del proyecto.

#### 4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

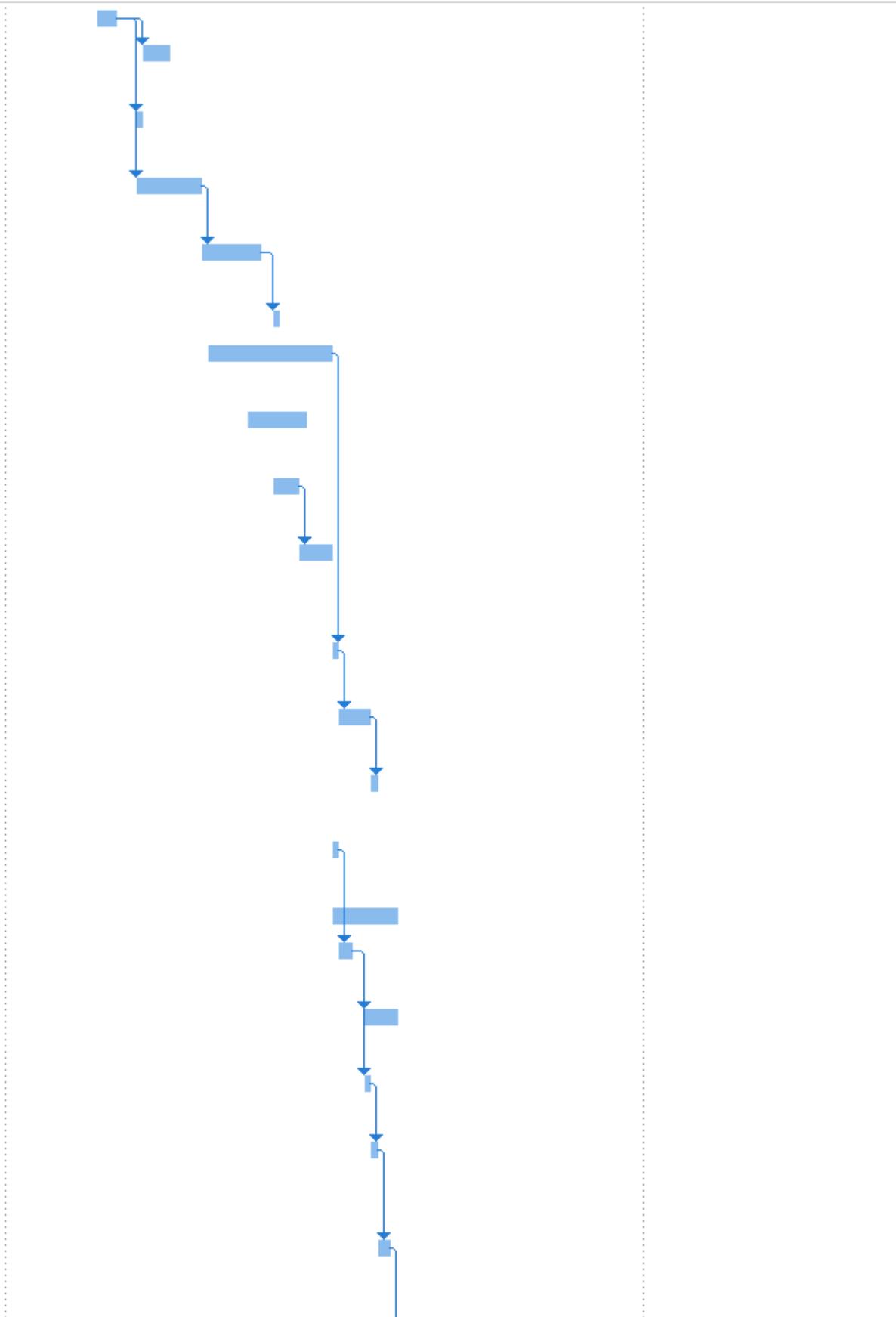
1			<b>Introduccion de seguridad</b>	3 días	mar 1/15/19	jue 1/17/19	
2			<b>Introduccion al area de planta</b>	4 días	mar 1/22/19	vie 1/25/19	1
3			<b>Mantenimiento correctivo de recoiler linea 2</b>	1 día	lun 1/21/19	lun 1/21/19	1
4			<b>Presentar mejora para recoiler linea 2</b>	8 días	lun 1/21/19	mié 1/30/19	1
5			<b>Manufactura de pieza para mejora</b>	7 días	jue 1/31/19	vie 2/8/19	4
6			<b>instalacion de mejora</b>	1 día	lun 2/11/19	lun 2/11/19	5
7			<b>Diseno de ubicacion maquina de varilla</b>	13 días	vie 2/1/19	mar 2/19/19	
8			<b>Instalacion mecanica de maquina de varilla</b>	7 días	jue 2/7/19	vie 2/15/19	
9			<b>Instalacion de sistema neumaticos</b>	4 días	lun 2/11/19	jue 2/14/19	
10			<b>Instalacion de sistema electrico del sistema de varilla</b>	3 días	vie 2/15/19	mar 2/19/19	9
11			<b>Instalacion de transformador 220/480</b>	1 día	mié 2/20/19	mié 2/20/19	7
12			<b>Arranque de maquina de varilla</b>	3 días	jue 2/21/19	lun 2/25/19	11
13			<b>Muestreo de maquina de varilla</b>	1 día	mar 2/26/19	mar 2/26/19	12
14			<b>revison de maquina cortadora de lamina lisa</b>	1 día	mié 2/20/19	mié 2/20/19	
15			<b>Planeamiento de reparacion</b>	8 días	mié 2/20/19	vie 3/1/19	
16			<b>Desmontaje de transmicion de cortadora lamina lisa</b>	2 días	jue 2/21/19	vie 2/22/19	14
17			<b>Gestion de torno para selector de transmicion</b>	5 días	lun 2/25/19	vie 3/1/19	16
18			<b>Supervicion de limpieza complea</b>	1 día	lun 2/25/19	lun 2/25/19	16
19			<b><u>Supervicion de lubricacion de maquina cortadora de lamina</u></b>	1 día	mar 2/26/19	mar 2/26/19	18
20			<b>Armado de transmicion de maquina cprtadora de lamina</b>	2 días	mié 2/27/19	jue 2/28/19	19

**Ilustración 22 Actividades del Proyecto**

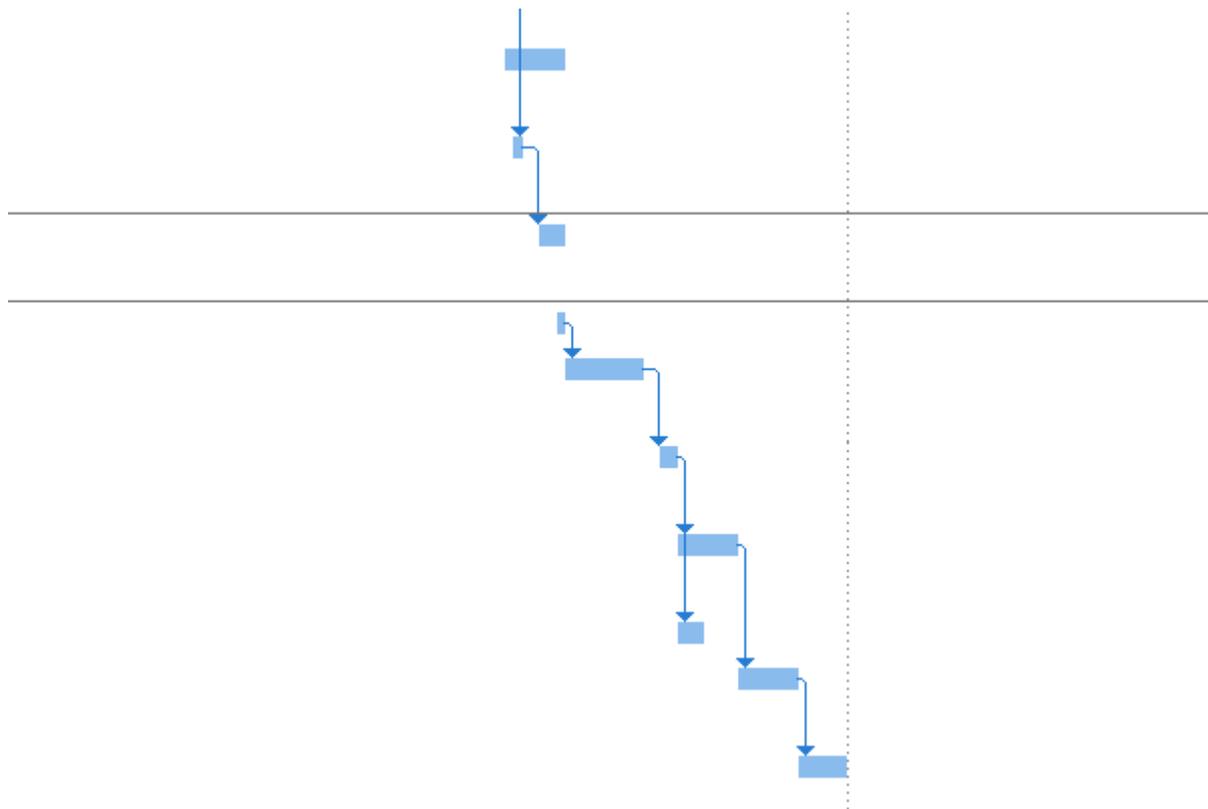
21			<b>Preparacion de maquina para ser pintada</b>	5 días	jue 2/28/19	mié 3/6/19	
22			<b>Embasado de maquina cortadora</b>	1 día	vie 3/1/19	vie 3/1/19	20
23			<b>Instalacion electrica de maquina</b>	3 días	lun 3/4/19	mié 3/6/19	22
24			<b>Prueba de maquina de corte</b>	1 día	mié 3/6/19	mié 3/6/19	
25			<b>preparacion del area para maquina compactadora</b>	7 días	jue 3/7/19	vie 3/15/19	24
26			<b>Coneccion hidraulica de maquina compactadora</b>	2 días	lun 3/18/19	mar 3/19/19	25
27			<b>Coneccion electrica de maquina compactadora</b>	5 días	mié 3/20/19	mar 3/26/19	26
28			<b>Diseño de depositos</b>	3 días	mié 3/20/19	vie 3/22/19	26
29			<b>Supervicion de manufactura de deposito</b>	5 días	mié 3/27/19	mar 4/2/19	27
30			<b>Instalacion de depositos</b>	2 días	mié 4/3/19	lun 4/8/19	29

**Figure 23 Actividades del Proyecto**

Fuente:(propia)



**Ilustración 23 Diagrama de Gantt**



**Figure 14 Diagrama de Gantt**

Fuente:(propia)

## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1 PRIMERA OBSERVACIÓN DE LA PLANTA



**Ilustración 24 Área de despacho Promasa Choloma**

Fuente:(Propia)

Utilizamos la siguiente evidencia para la propuesta de proyecto de gestión de residuos en la planta Promasa Choloma, mediante la observación directa se detectó un problema evidente y la proyección de una mala imagen de la planta para nuestros clientes en el área de despacho. Esta evidencia llegó al departamento de imagen y al departamento de logística de Grupo Promasa, quienes me brindaron diferentes sugerencias, cada uno adecuándose al área de su orientación. Podemos observar la acumulación en la imagen 27.



**Ilustración 25 Anden del Área de despacho 2**

Fuente:(Propia)

## **5.2 OBSERVACIÓN DEL ÁREA SUR OESTE DE LA PLANTA**

Observando en la ilustración 28 el andén de despacho número dos. La flota de despacho debe transitar por estas áreas, siendo un pasillo bastante estrecho para la envergadura de la flota de Grupo Promasa (rastras, camiones, vehículo pickup , volqueta , hyster) además siendo una empresa a la cual le brinda al cliente el servicio de poder fabricarle productos personalizados, de acuerdo a las exigencias de este. Se sabe que algunos proyectos a nivel nacional son bastante grandes y las exigencias de estos clientes son bien marcadas, lo que conlleva a fabricar productos de grandes longitudes y de difícil manipulación y transporte. En la ilustración 29 se muestra otra perspectiva.



**Ilustración 26 Vista general del Área de Despacho**

Fuente:(Propia)

### **5.3 ACUMULACIÓN DE RESIDUO EN MAQUINA SLITTER**

La siguiente figura lo que nos muestra es la acumulación en una de las áreas de producción en el interior de la planta, Siento el área de corte de bobina uno de los procesos que más desperdicio y accidentes conlleva en el proceso en la planta Promasa. Esta área cuenta con cuatro máquinas en serie para lograr el proceso completo de corte de bobina,

La primera etapa es el DECOILER esta máquina es la que nos ayuda a girar la bobina de lámina y lograr desenrollarla, La segunda etapa es la de SLITTER es la parte donde se encuentran las cuchillas y se realiza el corte longitudinal, la tercera etapa es la prensa esta etapa nos funciona como un separador y tensado de las tiras de metal para mantener el orden de estas y un corte invariante, la cuarta y última etapa es la de RECOILER la cual enrolla la tira

de metal de nuevo en un bobina llamada (bobina hija) la cual se convierte en la materia prima para los diferentes procesos internos de la planta.

Destacando que este proceso es una parte critica de la planta ya que un paro de esta máquina provocaría una falta de materia prima y generara un paro total de los demás procesos. Se han registrados accidentes a causa de la acumulación de metal en los laterales de la máquina, los operarios en reiteradas ocasiones se han registrado cortes a nivel de brazos y tobillos lo cual de manera directa afecta integración y la seguridad física del personal. En la ilustración 30 podemos observar acumulación en los pasillos de planta.



**Ilustración 27 Vista lateral del Área Slitter**

Fuente:(Propia)

#### **5.4 ANÁLISIS DE DATOS**

Grupo Promasa es una empresa que se interesa por marcar los departamentos y delimitar la información para un mejor control la información para el estudio brindad se muestra en los siguientes capítulos.

#### 5.4.1 ESTUDIO DE LA CANTIDAD DE VIAJES REALIZADOS

Con los datos proporcionados se realizó una tabla de la cantidad de viajes realizados desde el mes de junio del año 2018 hasta el mes de enero del presente año.

**Tabla 6 Viajes mensuales de residuos**

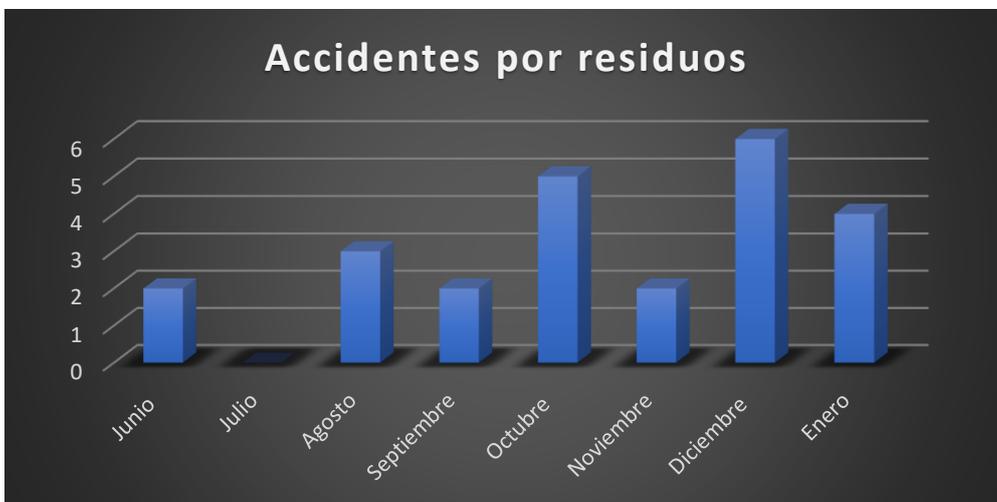


Fuente:(Promasa)

#### 5.4.2 ACCIDENTES DE PLANTA A CAUSA DE RESIDUOS DE METAL

En la figura siguiente se muestra la cantidad de accidentes que se registraron por causa de corte, golpe o caída causada por la acumulación de residuos en el área de planta.

**Tabla 7 Accidentes por residuos**



Fuente:(Promasa)

### 5.4.3 HORAS DE PERSONAL DE CARGA

En la siguiente figura se puede apreciar la cantidad de labor humano registrado en horas que se hace para cumplir con el proceso de recolección y carga de los residuos.

**Tabla 8 Horas de personal**



Fuente:(Promasa)

### 5.4.4 COSTOS

Sabemos que las horas de trabajo humano se convierte en activo para la emprise y le podemos convertir fácilmente en lempiras directamente.

**Tabla 9 Costo del personal**



Fuente:(Promasa)

#### 5.4.5 ATRASO EN EL ÁREA DE DESPACHO

Esto representa es la cantidad de veces en la que la Planta Promasa Choloma sufrió con un atraso de despacho lo cual hace crear un mal concepto e imagen para Grupo Promasa.

**Tabla 10 Despachos atrasados**



Fuente:(Promasa)

**Tabla 11 Datos de planta**

	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Total
<b>Viajes de residuos</b>	6	5	8	8	12	6	10	12	67
<b>Accidentes por residuos</b>	2	0	3	2	5	2	6	4	24
<b>Horas de personal de carga</b>	192	160	256	256	384	192	320	384	2144
<b>Despachos atrasados por acumulación</b>	9	4	7	10	18	5	12	14	79
<b>Costo en personal</b>	L12,621. 82	L10,518. 18	L16, 829. 09	L16,8 29.09	L25,24 3.64	L12,6 21.82	L21,0 36.36	L25,2 43.64	140943.63 6

Fuente:(Promasa)

#### 5.4.6 GENERALIDADES DE LA MAQUINA

Una de las generalidades de la maquina es que tiene un funcionamiento de 480 volts. Utilizando las herramientas y teorías de transformación se gestionó la solicitud de un transformador 220/480 de trabajo en seco. se instaló el transformador y se realizaron las conexiones en la tabes adecuados para obtener una salida de 480V instalación física y eléctrica de transformador 220/480.



**Ilustración 28 Transformador instalado**

Fuente:(Propia)

En la ilustración se puede observar el transformador instalado parte de proceso de proyecto instalación de maquina compactadora.

Se diseñó el proceso para optimización y la propuesta fue la gestión de compra de una maquina compactadora de residuos por parte de la gerencia se aceptó el proyecto y como parte de los procesos administrativos paso a los tramites financieros de la gestión de compra de la maquinaria por parte del departamento de finanza.

Siendo una maquinaria importada de China se involucró el departamento legal de grupo promasa y gestionaron todo lo referido siguiendo todos los procesos establecidos

Nos encontramos en el proceso de compra de materiales para la instalación específicamente en la conexión del panel central para la alimentación de la máquina y la construcción del área donde se instalará la maquinaria compactadora de residuos fijando las demás tareas y las herramientas y recursos que se cuentan se gestión este proyecto con un plazo final de junio del presente año.

## **5.5 APORTACIONES A LA EMPRESA**

Me solicitaron de parte de grupo promasa las siguientes actividades a realizar según era la necesidad.

Se diseñó y posteriormente procedimos a la construcción de stand demostrativo para un punto de venta como resultado mostramos la imagen siguiente.



**Ilustración 29 Mostrador Fabricado**

Fuente:(Propia)

### 5.5.1 PROYECTO RESTAURACIÓN DE MAQUINA CORTADORA

Lo que realizamos primero fue un estudio completo de la máquina de manera física, ya que no se encontró ningún documento de dicha máquina. Lo que se pudo analizar que la parte mecánica de la máquina y la parte eléctrica de la máquina estaba dañada, a lo posteriormente se retiró el reductor de velocidad para ser preciso como se muestra en la figura 32.



**Ilustración 30 Transmisión de Máquina de Corte desmontada**

Fuente:(Propia)

Cuando la transmisión de fuerza fue revisada logras ver un fallo critico en una parte mecánica, Siendo la selectora de la transmisión la cual nos ayuda a engranar y poder lograr ejecutar la leva de la cuchilla. Se presentó el problema de no contar con un proveedor de repuestos para esta maquinaria se llevó como solución rápida el hacer una reparación.

Lo que se realizar fue encamisar y desoldar el buje de la selectora además de fundirle un refuerzo de bronce. Con el eje de la selectora lo que se le realizo fue relleno de acero inoxidable y rectificar para llevarlo a las longitudes originales y eliminar el desgaste que se presentaba como se puede ver este es el resultado.



**Ilustración 31**Selector de la transmisión Maquina de Corte

Fuente:(Propia)

Como podemos observar el resultado del trabajo de reparación se realizó de manera efectiva a lo que se procedió a la instalación de la selectora y el armado de los engranes de la transmisión de fuerza.



**Ilustración 32 Vista de parte Instalada**

Fuente:(Propia)

#### 5.5.2 RESTAURACIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO DE MAQUINA CORTADORA

En la siguiente imagine podemos observar lo que es el sistema eléctrico que estaba instalado en la guillotina y la decisión tomada fue una restauración total de sistema eléctrico e integración de una botonera, una lámpara, fusible de corriente y un térmico de protección.



**Ilustración 33 Sistema eléctrico a restaurar**

Fuente:(Propia)



**Ilustración 34 Sistema Eléctrico restaurado**

Fuente:(Propia)

### 5.5.3 RESTAURACIÓN ESTÉTICA

El siguiente fue el proceso de restauración estética que se le realizó a la máquina en este proceso lo que realizamos fue el re soldado de partes flojas o averiadas a nivel estético. El cambio de la iluminación en su totalidad (cableado, actuador, balasto, carcasa). Se lijo y limpio la máquina en su totalidad para la aplicación posterior de base gris de nivel automotriz como podemos ver el resultado.



### **Ilustración 35 Vista de Maquina en proceso de envasado**

Fuente:(Propia)



### **Ilustración 36 Vista de Maquina en el proceso de pintado**

Fuente:(Propia)

#### 5.5.4 INSTALACIÓN DE MÁQUINA DE VARILLA

Como proyecto emergente se solicitó por parte de gerencia la instalación de maquinaria para el proceso de enderezado de varilla lo cual llevo varias tareas de carácter técnico como ser:

- Posicionamiento de la maquinaria
- Armado completo de la maquina
- Cableado de alimentación del panel principal
- Instalación y pernada de estructuras auxiliares
- Alimentación del sistema neumático
- Conexión del circuito eléctrico de la maquinaria
- Conexión del circuito hidráulico
- Instalación de motores de la maquina
- Instalación y conexión de sprokets y cadena

- Set de parámetros
- Muestreo de producto

Como se puede observar en las ilustraciones los resultados



**Ilustración 37 Instalación máquina de varilla**

Fuente:(Propia)



**Ilustración 38** Instalación de motor eléctrico

Fuente:(Propia)



**Ilustración 39** Instalación de servomotor

Fuente:(Propia)

## VI. CONCLUSIONES

La gestión y el desarrollo de proyectos es una de las claves del desarrollo profesional de los ingenieros y otros profesionales de formación técnica. Evidentemente esta actividad requiere una formación específica en técnicas que nos permitan adoptar ciertas habilidades. Pero lo que no podemos olvidar es que la gestión de proyectos tiene mucho de gestión de las personas y de sentido común, lo que hace que la experiencia sea tanto o más importante que la formación (Bataller Díaz, 2016, p. 65).

Para dar fin a este documento procedemos a las conclusiones:

- Se determinó y se asignó el área de recolección de residuos metálicos en la planta Promasa, Choloma.
- Se instaló la maquina compactadora de residuos metálicos.
- Se logró reducir la cantidad de viajes de residuos metálicos y estamos en la etapa de análisis porcentual de reducción.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para la universidad:

Incluir en el pensum o realizar taller de manejo de personal.

implementar un taller de mecánica industrial.

Para la empresa:

La integración de un software para el control de mantenimiento y almacén de repuestos.

Reingeniería de maquinaria obsoleta dentro de la planta.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alejandro, R. B., Amela, M., & Albelda Vitoria, J. (2016). *Máquinas y mecanismos*. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4795080>
2. Alonso García, Á. (1998). *Conceptos de organización industrial*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10352907>
3. Alvarado García, R. (2008). *Principios de termodinámica*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10378559>
4. Bataller Díaz, A. (2016). *La gestión de proyectos*. Barcelona: Editorial UOC.
5. Castro, S., & William, A. (2007). *Procedimientos para evaluar la estrategia de manufactura: aplicaciones en la industria metalmecánica*. Vol.20(N. 33).
6. Denton, K. (1993). *Seguridad industrial: administración y Métodos*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
7. Galpin, T. J. (2013). *Fijando objetivos*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/11038755>
8. González Santander, J. L., & Castellano Estornell, G. (2014). *Fundamentos de mecánica de fluidos*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10933901>
9. Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10758335>
10. Guzmán Rodríguez, R., Serrano Salazar, L., & Bustos, R. N. (2002). *Devanado de máquinas eléctricas*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10431168>
11. Jiménez Raya, F. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*. Antequera, Málaga: IC Editorial.
12. Lockyer, K. G., García Díaz, R., & Rocha Domínguez, J. L. (1995). *La producción industrial: su administración*. México, MX.: Alfaomega.
13. López-Carreño, R. (2017). *Fuentes de información: guía básica y nueva clasificación*. Barcelona: Editorial UOC.

14. Maroto Alvarez, C., & Alcaraz Soria, J. (2011). *Introducción a la investigación operativa en administración y dirección de empresas*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
15. Medrano Márquez, J. Á., & González Ajuech, V. L. (2017). *Mantenimiento*. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5213557>
16. Molera Solá, P. (1991). *Conformación metálica*. En *Productica: Vol. 47*. Barcelona: Marcombo.
17. Montero, I. (2014). *Los metales en la antigüedad*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/lib/interpuertoricosp/Doc?id=10934203>
18. Navarro Elola, L., Pastor Tejedor, A. C., & Mugaburu Lacabrera, J. M. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Barcelona: Marcombo.
19. Newsfronts. (2000). *Lab Animal*, 29(4), 10. <https://doi.org/10.1038/5000043>
20. Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación diseño y ejecución*. Bogotá (Colombia: Ediciones de la U.
21. Prando, R. R. (1996). *Manual gestion de mantenimiento a la medida*. Guatemala: Piedra Santa.
22. Rodríguez Mattalía, L. (2011). *Videografía y arte: indagaciones sobre la imagen en movimiento; análisis de prácticas videográficas que investigan sobre la imagen*. En *Ars / Universitat Jaume I: Vol. 1*. Castellón de la Plana: Universitat Jaume I.
23. Sánchez Domínguez, U. (2014). *Máquinas hidráulicas*. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3213837>
24. Serrano Sánchez, R., & Martí Prieto, J. M. (2015). *UF0896\_Montaje y mantenimiento de transformadores*. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5307430>
25. Spurk, J. H. (1997). *Fluid mechanics*. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/26521762?accountid=35325>