



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
CENTROAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA
Y ARQUITECTURA PRACTICA PROFESIONAL**

**REALIZACION DE DESCRIPCION DE PASOS DE MANTENIMEINTO
PREVENTIVO EN EQUIPOS ELECTRICOS DE LA
GALVANIZADORA, ALUTECH**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:
21411023 AKBAR REYES ARDON**

**ASESOR:
ING. JAVIER ENRIQUE VILLANUEVA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA
DICIEMBRE, 2018**

Índice

Resumen Ejecutivo.....	1
I. Introducción	2
II. Objetivos.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. Descripción de la empresa	4
3.1 Misión.....	5
3.2 Visión.....	5
3.3 Valores.....	5
IV. Marco teórico.....	6
4.1 Galvanizado	6
4.2 Tipos de corrosión.....	7
4.2.1 Corrosión química	7
4.2.2 Celdas de composición	8
4.2.3 Corrosión por oxígeno	8
4.2.4 Corrosión microbiológica	9
4.2.5 Corrosión por presiones parciales de oxígeno	9
4.2.6 Corrosión galvánica	10
4.2.7 Corrosión por aireación superficial	10
4.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN.....	10
4.3.1 Recubrimientos	10
4.3.2 Elección del material	10
4.3.3 Diseño	11
4.3.4 Recubrimientos protectores.....	11
4.3.4.1 Recubrimientos no-metálicos	12
4.3.4.3 Recubrimientos metálicos	12
4.3.4.3.1 Propiedades físicas de los recubrimientos metálicos	12
4.3.5 Reducción química (sin paso de corriente)	13
4.3.5.1 Recubrimientos de fosfato	13
4.3.5.2 Recubrimiento de cromato.....	13
4.3.6 PROTECCIÓN CATODICA.....	13
4.3.6.1 CP galvánica	14

4.3.6.1.1 Acero galvanizado	14
4.4 Mantenimiento	16
4.4.1 Objetivos del mantenimiento	17
4.4.1.1 El objetivo de disponibilidad.....	18
4.4.1.2 El objetivo de fiabilidad	18
4.4.1.3 La vida útil de la planta.....	18
4.4.1.4 El cumplimiento del presupuesto.....	19
4.5 Tipos de mantenimiento.....	19
4.5.1 Mantenimiento preventivo.....	20
4.5.1.1 Tipos de mantenimiento preventivo.....	21
4.5.1.1.1 Mantenimiento programado	21
4.5.1.1.2 Mantenimiento predictivo.....	22
4.5.1.1.3 Mantenimiento de oportunidad.....	22
4.5.1.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	23
4.5.1.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo	23
4.5.1.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo	24
4.5.2 Mantenimiento Predictivo	24
4.5.2.1 Características del mantenimiento predictivo.....	25
4.5.2.2 Ventajas del mantenimiento predictivo.....	26
4.5.2.3 Desventajas del mantenimiento predictivo.....	27
4.5.2.4 Técnicas utilizadas en el mantenimiento predictivo	28
4.5.2.4.1 Termografía infrarroja	29
4.5.2.4.2 Ultrasonido	31
4.5.2.4.3 Análisis de vibraciones.....	32
4.5.2.4.4 Análisis de aceites.....	33
4.5.3 Mantenimiento Correctivo.....	35
4.5.3.1 Tipos de mantenimiento correctivo	36
4.5.3.2 Ventajas del mantenimiento correctivo.....	37
4.5.3.3 Desventajas del mantenimiento correctivo.....	37
V. Método	40
5.1 Descripción del trabajo.....	40
VI. Resultados	42
VII. Aportaciones	53

VIII. Conclusiones	54
IX. Recomendaciones	55
9.1 Para la universidad	55
9.2 Empresa	55
X. Bibliografía.....	56
XI. Anexos.....	59
Anexo 1_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en deflector #5 y #6, torre de enfriamiento.	59
Anexo 2_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en quench tank, medidora de capa, cromatizadora.....	59
Anexo 3_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en secador# 2, process RIO, bridle#3, steering unit# 3.	60
Anexo 4_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en torre ACC# 2, bridle# 4.....	60
Anexo 5_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en pinch roll# 5, exit shear, scrap table(exit).....	61
Anexo 6_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en staggered winding, pinch roll# 7, treading table, recoiler.	61
Anexo 7_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en coilcar de salida, hydraulic power pack# 2, belt wrapper.....	62
Anexo 8_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en panel exit RIO, acometida principal, transformador de potencia, centros de carga.	62
Anexo 9_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en transformadores en seco, generador auxiliar, transferencia automática.....	63
Anexo 10_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en banco de capacitores #1 y #2.....	63
Anexo 11_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en red de aterrizaje, line drive.....	64
Anexo 12_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en auxiliary drive panel.	64
Anexo 13_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en MCC.....	65
Anexo 14_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en main PLC, UPS.	65
Anexo 15_Hydraulic power pack #1 y #2.....	66
Anexo 16_Motores de uncoiler #2.....	66
Anexo 17_Motores de uncoiler #1.....	67
Anexo 18_Welder de contacto marca: Kriton.....	67

Anexo 19_ Componentes que se encuentran en el alkaly tank#1.....	68
Anexo 20_ componentes que se encuentran en la steering unit #1 y #2, torre ACC#1.	68
Anexo 21_ Motores y componentes del acid tank.	69
Anexo 22_ Motores de bridle #2.....	69
Anexo 23_ Horno y torre de enfriamiento.....	70
Anexo 24_ Componentes del quench tank.....	70
Anexo 25_ Componentes que se encuentran en medidora de capa.	71
Anexo 26_ Motores utilizados en la cromatizadora.	71
Anexo 27_ Motor que se encuentra en el recoiler.....	72
Anexo 28_ Componentes drive line panel.	72

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Corrosión química mediante el uso de un líquido corrosivo.....	8
Ilustración 2. Corrosión estando en contacto con el oxígeno.....	9
Ilustración 3. Estrategias de mantenimiento.....	17
Ilustración 4. Tipos de mantenimiento.....	19
Ilustración 5. Tipos de mantenimiento preventivo.....	23
Ilustración 6. Gráfico beneficios mantenimiento predictivo.....	28
Ilustración 7. Medición de temperatura por cámara termográfica.....	30
Ilustración 8. Representación esquemática de los parámetros y elementos a considerar en la en la medición termográfica: entorno, objeto, atmósfera, cámara termográfica ...	30
Ilustración 9. Detectores de ultrasonido.....	31
Ilustración 10. Ejemplo de cómo se toman los datos con el analizador de vibraciones.	32
Ilustración 11. Analizadores de vibraciones.....	33
Ilustración 12. Tipos de análisis de aceites.....	34

Índice de tablas

Tabla 1. Potenciales de electrodos para soportar la corrosión.....	11
Tabla 2. Metales que se pueden combinar para evitar la corrosión.....	15
Tabla 3. Ejemplo de plan de mantenimiento preventivo.....	21
Tabla 4. Tipos de contaminantes.....	35
Tabla 5. Ejemplo bitácora de mantenimiento correctivo.....	38
Tabla 6. Pasos de mantenimiento preventivo eléctrico para Hydraulic power pack y el uncoiler#1.....	42
Tabla 7. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#1, coil car #1, peeler table#1, pinch roll#1.....	43
Tabla 8. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#2, coil car #2, peeler table#2, uncoiler#2.....	44
Tabla 9. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Pinch roll #2 y #3, Entry shear....	45

Tabla 10.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Scrap table (Entry), Pinch roll #4, welder.....	46
Tabla 11.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en pinch roll#5, bridle#1, alkaly tank #1	47
Tabla 12.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en brush scrubber, alkaly tank #2, hot rinse tank.	48
Tabla 13.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en alkaly scrubber, secador #1, deflector #1.....	49
Tabla 14. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en steering unit #1 y #2, torre ACC #1	50
Tabla 15.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en panel entry RIO, bridle #2, acid tank	51
Tabla 16.Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en preheater y horno.....	52
Tabla 17. Cronograma de actividades	53

Resumen Ejecutivo

En el presente informe consiste en la elaboración de pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en equipos que se encuentran en la galvanizadora en alutech.

El objetivo principal es entregar un plan con los pasos necesarios para el mantenimiento preventivo en máquinas y equipos eléctrico que se encuentran en la galvanizadora.

El informe consta de 11 capítulos en los que se estudiaron e investigaron distintos tópicos según importancia que aportaran al estudio.

El capítulo dos describe el objetivo general y los objetivos específicos que se desarrollaron en la práctica profesional.

El capítulo tres describe a la empresa su historia, su misión y su visión, los valores de la empresa.

El capítulo cuatro se encuentra el marco teórico de todo el material condensado para la elaboración de los pasos de mantenimiento preventivo.

En el capítulo cinco nos muestra lo que es el método utilizado para la elaboración de los pasos de mantenimiento preventivo y también se muestra la descripción del trabajo realizado en la práctica profesional.

El capítulo seis se muestran los resultados que en sí son las tablas de los pasos de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinas eléctricas en la galvanizadora.

El capítulo siete se muestran algunas aportaciones que se realizaron en la empresa además de lo asignado en este informe.

El capítulo ocho se muestran las conclusiones del trabajo realizado en los que se concluyen los objetivos previstos en el capítulo dos.

I. Introducción

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas de mantenimiento programado, agrupadas o no siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye a una serie de equipos de la planta, que habitualmente no son todos. Hay todo un conjunto de equipos que se consideran no mantenibles desde un punto de vista preventivo, y en los cuales es mucho más económico aplicar una política puramente correctiva (que es el caso en el caso que una pieza se dañe).

En la planta de galvanizado en Alutech las mayorías de las máquinas no cuentan con lo que son pasos necesarios para llevar un mantenimiento preventivo en maquinaria utilizada en la planta de galvanizado haciendo el uso de mantenimiento correctivo hasta que la pieza de alguna máquina eléctrica falla las personas encargadas del mantenimiento eléctrico cambian la pieza en vez de dar el mantenimiento preventivo y alargar la vida útil de la pieza.

Lo que se busca con esta actividad es llegar a tener los pasos necesarios para lograr realizar mantenimientos preventivos en máquinas eléctricas para alargar la vida útil de las piezas eléctricas y así evitar contratiempos cuando las piezas se arruinen y evitar el manteniendo correctivo a toda costa ya que el mantenimiento correctivo es más costoso siempre se debe buscar la vía más adecuada para tener en óptimas condiciones las máquinas eléctricas de la planta de galvanizado.

Ya que teniendo los pasos necesarios para realizar los mantenimientos eléctricos preventivos de manera adecuada a las máquinas eléctricas se estará alargando la vida útil de los equipos y así se evitarán en su mayoría los mantenimientos correctivos en las máquinas eléctricas.

II. Objetivos

A continuación, se describen el objetivo general y los objetivos específicos:

2.1 Objetivo General

Desarrollar los pasos necesarios para realizar mantenimientos preventivos a máquinas y equipos eléctricos de la planta galvanizadora.

2.2 Objetivos específicos

- Seleccionar equipos y máquinas eléctricas para realizar pasos de mantenimiento preventivo.
- Sugerir las actividades de mantenimiento preventivo en los equipos y máquinas eléctricas.
- Establecer los pasos adecuados para realizar mantenimientos preventivos efectivos.

III. Descripción de la empresa

Alutech es una empresa encargada de la manufactura los principales materiales para la construcción, derivados del acero, todo producto pasa por un riguroso control de calidad, empezando desde la fábrica de materia prima, hasta la última línea de moldeo. Inicia operaciones constructoras Emco, siendo su primer trabajo para Green Valley. Se construye la primera bodega de 600 mts², se compra la primera bobina de acero y se empieza a vender lámina de techo.

Se forma Inversiones Emco, es aquí donde la historia empieza a tomar forma, y se instala la primera máquina de lámina estructural de 4 crestas. Para finales de este año se crea la Marca Alutech – Aluminios y Techos y se empieza a vender láminas de techo estructural. Alutech Incursiona en el mercado regional centroamericano cruza fronteras y comienza expandirse. Inicia operaciones en Nicaragua con su primer centro de distribución. Teniendo la meta de ser líderes en la región, Alutech abre operaciones en Guatemala y Costa Rica. Las empresas afiliadas no contaban con un soporte y control adecuado, por ende, se conforma el grupo Corporativo EMCO. Así mismo con mucha alegría se construye la primera planta galvanizadora de toda Honduras.

Nicaragua era la próxima parada y se instala la primera tienda propia en Sébaco, ubicada en el norte de este hermoso país pinolero. Con mucha alegría se da la apertura al primer centro de distribución en República Dominicana, así mismo se cuenta con exportaciones en los mercados de Panamá, Venezuela y Puerto Rico. Hoy más que nunca, ALUTECH es una empresa que lleva el desarrollo a Honduras y a la región, proveyendo empleo a más de 1,000 personas con sus 62 tiendas propias. Actualmente se tiene planes de expansión e incursión de nuevos mercados.

3.1 Misión

Somos un equipo integrado para ofrecer soluciones de construcción de alta calidad, orientado a satisfacer a nuestros clientes internos y externos con sostenibilidad y rentabilidad, en un excelente ambiente laboral

3.2 Visión

Para el 2019 ser la empresa líder en venta de materiales de construcción con los más altos estándares de calidad, techando Centroamérica y el caribe.

3.3 Valores

- Orientación al cliente.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación.
- Desarrollo del talento.
- Honestidad e integridad.

IV. Marco teórico

El presente capítulo contiene el sustento teórico de la práctica profesional. Se define la importancia de utilizar mantenimientos preventivos, los materiales utilizados para el proceso galvanizado y otros temas en relación a la empresa Alutech.

“El grado de desarrollo de la cadena metalmeccánica es un determinante del progreso industrial de un país, dada su estrecha vinculación con las actividades económicas de los sectores minero, energético, industrial y de construcción. Los diferentes subsectores que componen la cadena productiva metalmeccánica son complementarios e indispensables para el desarrollo de los sectores de construcción, eléctrico, plástico y calzado, entre otros”. (López, 2005)

La manera en la que ha ido avanzando la industria metalmeccánica ha llevado a que la empresa alutech produzca y distribuya materiales de construcción derivadas del acero ya que los materiales de construcción derivados del acero son el principal producto terminado que ofrece alutech a sus clientes.

Maseda (1988) afirma que: “Un producto o servicio es de calidad cuando satisface las necesidades del cliente o usuario en cuanto a: seguridad, fiabilidad y servicio” (p.10).

4.1 Galvanizado

Paz & Gómez (2007) afirman: “ Un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades mediante las cuales uno o varios insumos son transformados y adquieren un valor agregado, obteniéndose así un producto para un cliente”

El Galvanizado es un proceso mediante el que se obtiene un recubrimiento de zinc sobre hierro o acero, por inmersión en un baño de zinc fundido, a una temperatura aproximada de 450° C. A esta operación se la conoce también como galvanización por inmersión o galvanización al fuego. El proceso de galvanizado

tiene como principal objetivo evitar la oxidación y corrosión que la humedad y la contaminación ambiental pueden ocasionar sobre el hierro.

La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor energía interna. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos. El proceso de corrosión es natural y espontáneo. (Díaz ,2014, p.1)

El proceso de galvanizado en alutech es de gran importancia ya que se busca proteger de la oxidación el material que se utiliza para las láminas para que al realizar el corte de las láminas en las máquinas roladoras la lámina no sufra rayones o manchones por eso este proceso es de gran importancia en la empresa.

von Bockelmann & von Bockelmann (2001) afirma: "la garantía de calidad también da como resultado un nivel de confianza que el fabricante tiene en la calidad del producto que comercializa directa o indirectamente al consumidor".

4.2 Tipos de corrosión

4.2.1 Corrosión química

En la corrosión química un material se disuelve en un medio corrosivo líquido y este se seguirá disolviendo hasta que se consuma totalmente o se sature el líquido. Las aleaciones base-cobre desarrollan un barniz verde a causa de la formación de carbonato e hidróxidos de cobre, esta es la razón por la cual la Estatua de la Libertad se ve con ese color verduzco. Como se puede observar en la Ilustración 1 se muestra el proceso en el que consiste la corrosión química que consiste en un material se disuelve o se satura en un líquido corrosivo.

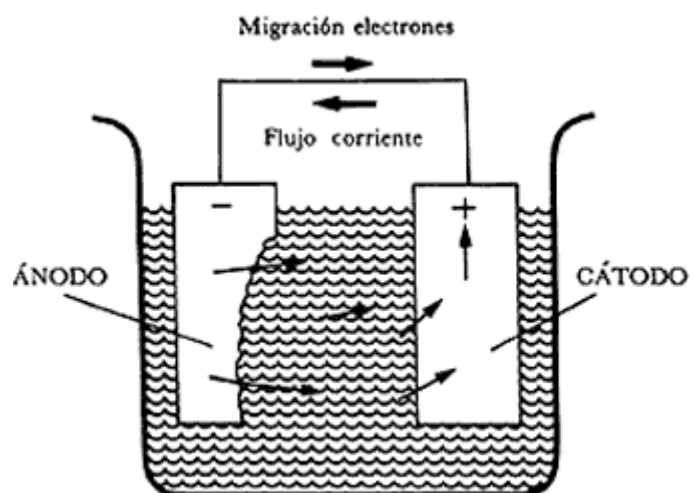


Ilustración 1. Corrosión química mediante el uso de un líquido corrosivo

Fuente:(Libro de Corrosión, Melvin Díaz)

4.2.2 Celdas de composición

Se presentan cuando dos metales o aleaciones, tal es el caso de cobre y hierro forma una celda electrolítica.

Con el efecto de polarización de los elementos aleados y las concentraciones del electrolito las series fem quizá no nos digan qué región se corroerá y cual quedara protegida. (Diaz,2014, p.10)

Lo que se logra al tener una celda electrolítica es que suceda una reacción química de oxidación-reducción mediante el cual se descompone una sustancia química dando lugar a la electrólisis.

4.2.3 Corrosión por oxígeno

Este tipo de corrosión ocurre generalmente en superficies expuestas al oxígeno diatómico disuelto en agua o al aire, se ve favorecido por altas temperaturas y presión elevada (ejemplo: calderas de vapor). La corrosión en las máquinas térmicas (calderas de vapor) representa una constante pérdida de rendimiento y vida útil de la instalación. En la Ilustración 2 se puede apreciar el comportamiento de la corrosión por oxígeno ya sea en presencia de agua o con aire.

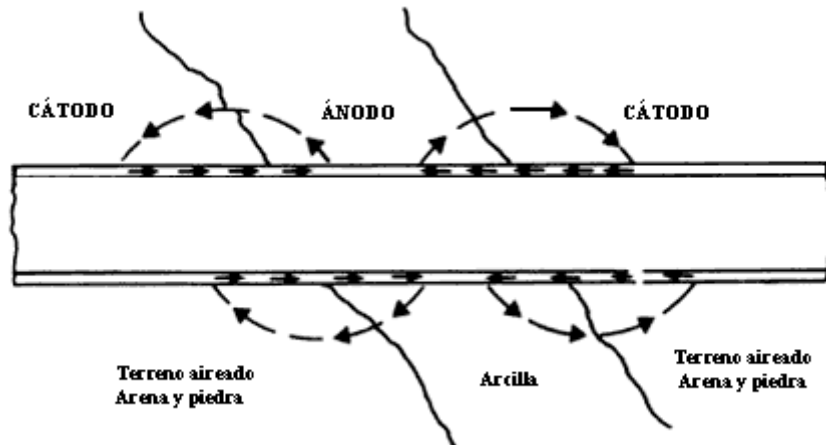


Ilustración 2. Corrosión estando en contacto con el oxígeno

Fuente: (Libro de corrosión, Melvin Díaz)

4.2.4 Corrosión microbiológica

Es uno de los tipos de corrosión electroquímica. Algunos microorganismos son capaces de causar corrosión en las superficies metálicas sumergidas. Se han identificado algunas especies hidrógeno-dependientes que usan el hidrógeno disuelto del agua en sus procesos metabólicos provocando una diferencia de potencial del medio circundante.

La acción de la corrosión microbiológica está asociada al pitting (picado) del oxígeno o la presencia de ácido sulfhídrico en el medio. En este caso se clasifican los ferros bacterias. (Díaz,2014)

Este tipo de corrosión es causada por microorganismos cuando una superficie metálica se encuentra sumergida en agua.

4.2.5 Corrosión por presiones parciales de oxígeno

El oxígeno presente en una tubería, por ejemplo, está expuesto a diferentes presiones parciales del mismo. Es decir, una superficie es más aireada que otra próxima a ella y se forma una pila. El área sometida a menor aireación (menor presión parcial) actúa como ánodo y la que tiene una mayor presencia de oxígeno (mayor presión) actúa como un cátodo y se establece la migración de electrones, formándose óxido en una y reduciéndose en la otra parte de la pila.

Diaz (2014) afirma: "que este tipo de corrosión es común en superficies muy irregulares donde se producen obturaciones de oxígeno".

4.2.6 Corrosión galvánica

Smith (2006) afirma: "Una celda galvánica macroscópica puede construirse con dos electrodos metálicos distintos, cada uno sumergido en una solución de sus propios iones".

Es la más común de todas y se establece cuando dos metales distintos entre sí actúan como ánodo uno de ellos y el otro como cátodo. Aquel que tenga el potencial de reducción más negativo procederá como una oxidación y viceversa aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción más positivo procederá como una reducción. Este par de metales constituye la llamada pila galvánica. En donde la especie que se oxida (ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce (cátodo) acepta los electrones.

4.2.7 Corrosión por aireación superficial

También llamado efecto evans se produce en superficies planas, en sitios húmedos y con suciedad. El depósito de suciedad provoca en presencia de humedad la existencia de un entorno más electro negativamente cargado.

4.3 MÉTODOS DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

4.3.1 Recubrimientos

Estos son usados para aislar las regiones anódicas y catódicas e impiden la difusión del oxígeno o del vapor de agua, los cuales son una gran fuente que inicia la corrosión o la oxidación.

4.3.2 Elección del material

La primera idea es escoger todo un material que no se corroa en el ambiente considerado. Se pueden utilizar aceros inoxidable, aluminios, cerámicas, polímeros (plásticos), FRP, etc. La elección también debe tomar en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al

calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.). La Tabla 1 muestra el potencial de los electrodos a la corrosión.

Tabla 1. Potenciales de electrodos para soportar la corrosión

	Reacción de oxidación (corrosión)	Potencial del electrodo (E°) (voltios contra electrodo de hidrógeno estándar)
Más catódico (menos tendencia a la corrosión)	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3e^{-}$	+1.498
	$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^{+} + 4e^{-}$	+1.229
	$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2e^{-}$	+1.200
	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^{+} + e^{-}$	+0.799
	$2\text{Hg} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+} + 2e^{-}$	+0.788
	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e^{-}$	+0.771
	$4(\text{OH})^{-} \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^{-}$	+0.401
	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2e^{-}$	+0.337
	$\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+} + 2e^{-}$	+0.150
	$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^{+} + 2e^{-}$	0.000
Más anódico (mayor tendencia a corroerse)	$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2e^{-}$	-0.126
	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2e^{-}$	-0.136
	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2e^{-}$	-0.250
	$\text{Co} \rightarrow \text{Co}^{2+} + 2e^{-}$	-0.277
	$\text{Cd} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + 2e^{-}$	-0.403
	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^{-}$	-0.440
	$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + 3e^{-}$	-0.744
	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^{-}$	-0.763
	$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3e^{-}$	-1.662
	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2e^{-}$	-2.363
	$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^{+} + e^{-}$	-2.714

Fuente (Smith,2006)

4.3.3 Diseño

El diseño de las estructuras del metal, estas pueden retrasar la velocidad de la corrosión. Protección de barrera: pinturas (Líquida o en polvo), depósito electrolítico (cincado, cromado, estañado etc.) y metalizados.

4.3.4 Recubrimientos protectores

Estos recubrimientos se utilizan para aislar el metal del medio agresivo. Veamos en primer lugar aquellos recubrimientos metálicos y no-metálicos que se pueden aplicar al metal por proteger, sin una modificación notable de la superficie metálica.

Díaz (2014) sostiene: Cabe recordar que no existen materiales absolutamente inoxidables; hasta el aluminio se puede corroer. En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes y las heterogeneidades en general. Hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza (mantenimiento preventivo).

La función de los recubrimientos protectores es de recubrir el material metálico para que este sea duradero y no se corroa fácilmente.

4.3.4.1 Recubrimientos no-metálicos

Podemos incluir dentro de éstos las pinturas, barnices, lacas, resinas naturales o sintéticas. Grasas, ceras, aceites, empleados durante el almacenamiento o transporte de materiales metálicos ya manufacturados y que proporcionan una protección temporal.

4.3.4.3 Recubrimientos metálicos

Pueden lograrse recubrimientos metálicos mediante la electro deposición de metales como el níquel, cinc, cobre, cadmio, estaño, cromo, etcétera.

4.3.4.3.1 Propiedades físicas de los recubrimientos metálicos

Refiriéndonos al caso del acero como el material de más amplia utilización, la selección de un determinado recubrimiento metálico se puede efectuar y justificar sobre la base de una de las siguientes propiedades físicas. (Diaz,2014)

cuando se trata de proteger de una manera eficaz y económica la superficie del acero en condiciones determinadas:

- Impermeabilidad, esto es, que el recubrimiento sea continuo y de espesor suficiente, lo cual permitirá aislar la superficie del acero de los agentes agresivos.
- Resistencia mecánica de los metales utilizados en los recubrimientos, para garantizar una buena resistencia a los choques, rozamientos ligeros o accidentales, etc.
- Buena adherencia al acero.
- Posibilidad de facilitar superficies pulidas o mates, capaces de conferir a los objetos un acabado con fines decorativos.

4.3.5 Reducción química (sin paso de corriente)

Diaz (2014) afirma: que por ese procedimiento se pueden lograr depósitos de níquel, cobre, paladio, etc. Recubrimientos formados por modificación química de la superficie del metal. Los llamados recubrimientos de conversión consisten en el tratamiento de la superficie del metal con la consiguiente modificación de la misma.

Entre las modificaciones químicas de la superficie del metal podemos distinguir tres tipos principales:

4.3.5.1 Recubrimientos de fosfato

El fosfatado se aplica principalmente al acero, pero también puede realizarse sobre cinc y cadmio. Consiste en tratar al acero en una solución diluida de fosfato de hierro, cinc o manganeso en ácido fosfórico diluido. Los recubrimientos de fosfato proporcionan una protección limitada, pero en cambio resultan ser una base excelente para la pintura posterior.

4.3.5.2 Recubrimiento de cromato.

Se pueden efectuar sobre el aluminio y sus aleaciones, magnesio y sus aleaciones, cadmio y cinc. Por lo general, confieren un alto grado de resistencia a la corrosión y son una buena preparación para la aplicación posterior de pintura

4.3.6 PROTECCIÓN CATODICA.

La protección catódica (CP) es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica. El método más sencillo de aplicar la CP es mediante la conexión del metal a proteger con otro metal más fácilmente corrosible al actuar como ánodo de una celda electroquímica. Los sistemas de protección catódica son los que se usan más comúnmente para proteger acero, el agua o de combustible el transporte por tuberías y tanques de almacenamiento, barcos, o una plataforma petrolífera tanto mar adentro como en tierra firme.

4.3.6.1 CP galvánica

Actualmente, el ánodo galvánico o ánodo de sacrificio se realiza en diversas formas con aleación de zinc, magnesio y aluminio. El potencial electroquímico, la capacidad actual, y la tasa de consumo de estas aleaciones son superiores para el aluminio que para el hierro. ASTM International publica normas sobre la composición y la fabricación de ánodos galvánicos (Díaz, 2014).

Los ánodos galvánicos son diseñados y seleccionados para tener una tensión más "activa" (potencial electroquímico más negativo) que el metal de la estructura (en general acero). Para una CP eficaz, el potencial de la superficie de acero a estar polarizado más negativo hasta que la superficie tenga un potencial uniforme. En este momento, la fuerza impulsora para la reacción de corrosión se elimina. El ánodo galvánico se sigue corroyendo, se consume el material del ánodo hasta que finalmente éste debe ser reemplazado. La polarización es causada por el flujo de electrones del ánodo en el cátodo. La fuerza impulsora para el flujo de CP actual es la diferencia de potencial electroquímico entre el ánodo y el cátodo.

4.3.6.1.1 Acero galvanizado

Galvanizado generalmente se refiere a de galvanizado en caliente, que es una forma de recubrimiento de acero con una capa de zinc metálico. recubrimientos galvanizados son muy duraderas en la mayoría de entornos, ya que combinan las propiedades de barrera de una capa con algunos de los beneficios de la protección catódica. Si la capa de zinc está rayado o dañado a nivel local y el acero está expuesto, cerca de recubrimiento de zinc forma una pila galvánica con el acero expuesto y protegerlo de la corrosión. Esta es una forma de protección catódica localizada – el zinc actúa como un ánodo de sacrificio.

La estrecha relación competitividad y productividad ha llevado a que la automatización sea considerada como una estrategia y ventaja competitiva. (Rueda, 2010).

Para que la protección catódica pueda funcionar, el ánodo debe tener un potencial menor (es decir, más negativo) que el potencial del cátodo (la estructura a proteger). La Tabla 2 muestra qué metales se pueden combinar para proteger un material de la corrosión.

Tabla 2. Metales que se pueden combinar para evitar la corrosión

Metal	Tensión
Acero inoxidable tipo 316 (inactivo)	-0,05
Monel	-0,08
Tipo de acero inoxidable 304 (inactivo)	-0,08
Plata	-0,13
Titanio	-0,15
Aleación de Inconel 600	-0,17
Acero inoxidable tipo 316 acero inoxidable (activo)	-0,18
Bronce de silicio	-0,18
Níquel 200	-0,20
Cobre	-0,24
Cuproníquel 70/30	-0,25
Bronce de manganeso	-0,27
Latón	-0,29
Cobre	-0,36
Tipo de acero inoxidable 304 (activo)	-0,53
Plomo	-0,55
Fundición gris	-0,61
Acero al carbono	-0,61
Aluminio	-0,75
Cadmio	-0,80
Alumini3003	-0,94
Zinc	-1,03
Hierro galvanizado	-1,05
Aleación de magnesio	-1,6

Fuente: (Melvin Diaz,2014)

4.4 Mantenimiento

Se puede decir que el mantenimiento nació con los primeros hombres. Desde el momento en que el hombre busca cubrir su cuerpo de las inclemencias del tiempo, está haciendo mantenimiento, el de su propia persona. Cuando el hombre busco materias grasas para engrasar los ejes de sus carretas, echó a andar las bases de los métodos que actualmente se usan. (Villegas,2007)

El mantenimiento que se ha venido utilizando en los distintos tipos de equipos eléctricos en el área de la galvanizadora no ha sido el adecuado, debido a que nunca se ha llevado un cronograma definido de los mantenimientos que se le debe realizar a cada equipo eléctrico, ya que en la mayoría de los casos se realizan chequeos o mantenimientos cuando ya se presenta algún daño o una parada en los equipos eléctricos.

El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes en la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por paros inesperados de los equipos, producción con mayor calidad. (Pastor,2009, p.6)

Lo que se está buscando con el uso del mantenimiento es disminuir las posibles fallas que puedan suceder a los equipos eléctricos en el área de la galvanizadora.

En la siguiente Ilustración 3. se muestran las distintas estrategias que se pueden optar en un mantenimiento de un equipo.

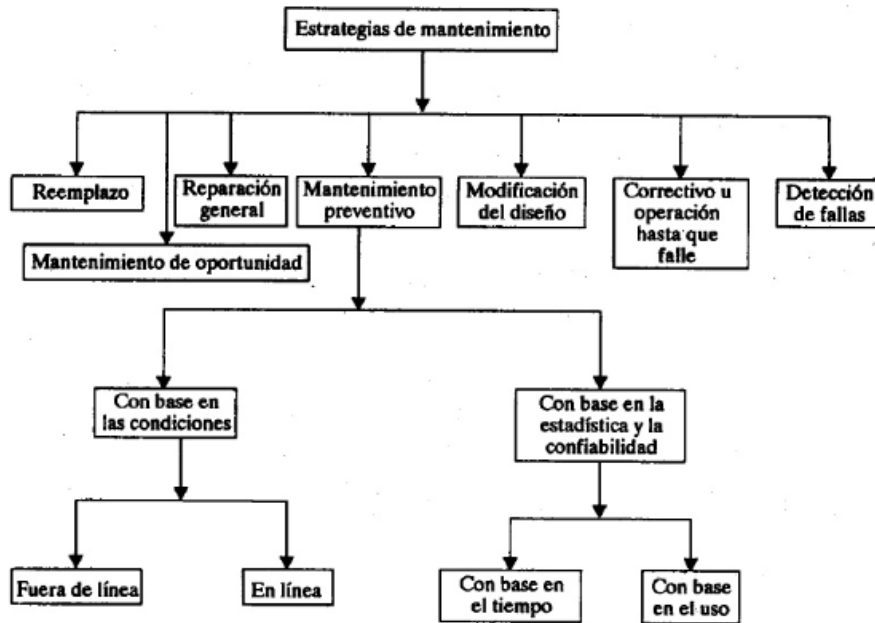


Ilustración 3. Estrategias de mantenimiento

Fuente:(Sistemas de mantenimiento, Duffuaa,2000)

4.4.1 Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento tiene como objetivo principal garantizar la producción necesaria en el momento oportuno y con el mínimo coste integral. (Pastor,2009)

El objetivo fundamental de mantenimiento no es, contrariamente a lo que se cree y se practica en muchos departamentos de mantenimiento, reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industria tiene cuatro objetivos que marcan y dirigen su trabajo:

- Cumplir un valor determinado de disponibilidad.
- Cumplir un valor determinado de fiabilidad.
- Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.
- Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación.

4.4.1.1 El objetivo de disponibilidad

El objetivo más importante de mantenimiento es asegurar que la instalación estará en disposición de producir un mínimo de horas determinado del año. Es un error pensar que el objetivo de mantenimiento es conseguir la mayor disponibilidad posible (100%) puesto que esto puede llegar a ser muy caro, por lo cual no es rentable. Conseguir pues el objetivo marcado de disponibilidad con un coste determinado es pues generalmente suficiente.

4.4.1.2 El objetivo de fiabilidad

La fiabilidad es un indicador que mide la capacidad de una planta para cumplir su plan de producción previsto. En una instalación industrial se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada, y comprometida en general con clientes internos o externos. El incumplimiento de este programa de carga puede llegar a acarrear penalizaciones económicas, y de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento de una instalación.

4.4.1.3 La vida útil de la planta

El tercer gran objetivo de mantenimiento es asegurar una larga vida útil para la instalación. Es decir, las plantas industriales deben presentar un estado de degradación acorde con lo planificado de manera que ni la disponibilidad ni la fiabilidad ni el coste de mantenimiento se vean fuera de sus objetivos fijados en un largo periodo de tiempo, normalmente acorde con el plazo de amortización de la planta. La esperanza de vida útil para una instalación industrial típica se sitúa habitualmente entre los 20 y los 30 años, en los cuales las prestaciones de la planta y los objetivos de mantenimiento deben estar siempre dentro de unos valores prefijados.

Un mantenimiento mal gestionado, con una baja proporción de horas dedicadas a tareas preventivas, con bajo presupuesto, con falta de medios y de personal y basado en reparaciones provisionales provoca la degrada rápidamente cualquier

instalación industrial. Es característico de plantas mal gestionadas como a pesar de haber transcurrido poco tiempo desde su puesta en marcha inicial el aspecto visual no se corresponde con su juventud (en términos de vida útil).

4.4.1.4 El cumplimiento del presupuesto

Los objetivos de disponibilidad, fiabilidad y vida útil no pueden conseguirse a cualquier precio. El departamento de mantenimiento debe conseguir los objetivos marcados ajustando sus costes a lo establecido en el presupuesto anual de la planta. Como se ha dicho en el apartado anterior, este presupuesto ha de ser calculado con sumo cuidado, ya que un presupuesto inferior a lo que la instalación requiere empeora irremediablemente los resultados de producción y hace disminuir la vida útil de la instalación; por otro lado, un presupuesto superior a lo que la instalación requiere empeora los resultados de la cuenta de explotación.

4.5 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido 3 tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

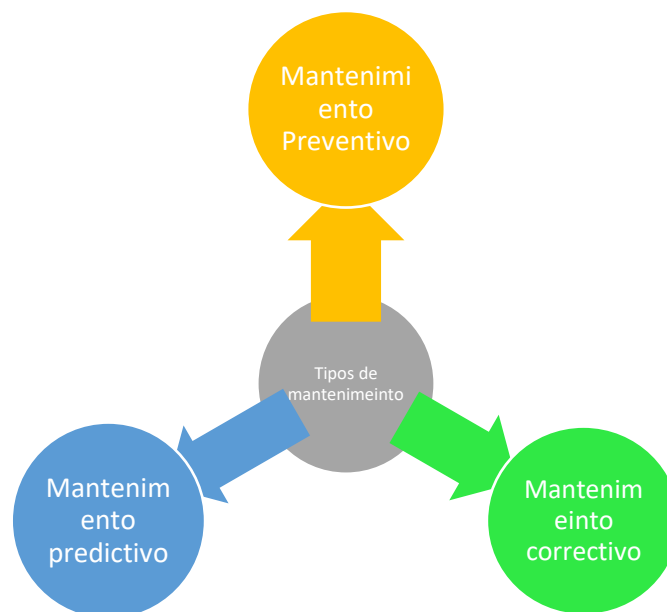


Ilustración 4. Tipos de mantenimiento

Fuente: (Elaboración propia)

En la Ilustración 4 se encuentran los diferentes tipos de mantenimiento más conocidos en la actualidad y los más utilizados.

4.5.1 Mantenimiento preventivo

“Comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción”. (Sacristan,2001, p.102).

Esta actividad es desarrollada en el área laboral y utilizada en los recursos físicos de una empresa con el fin de programar el mantenimiento llevando controles periódicos de los diferentes sistemas y equipos de cada máquina. Cabe recordar que para poder llevar a cabo este tipo de mantenimiento es necesario tener el conocimiento de la máquina en la que se está pensando utilizar el mantenimiento preventivo.

Se tiene inspecciones visuales de posibles anomalías superficiales, mediciones de temperatura permitiendo tener un indicio del estado de los elementos que mayor desgaste pueden tener y además se puede tener un estimado del tiempo máximo que puede llegar a tener de funcionamiento un componente.

Tienen un carácter sistemático, es decir que se realizan o bien por horas de funcionamiento de la instalación o por periodos de tiempos. Se tiene un registro del tiempo que tardan los componentes más importantes en averiarse. Normalmente se aprovechan tiempos con menor carga de trabajo para llevarlo a cabo.

Tabla 3. Ejemplo de plan de mantenimiento preventivo

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO																				
DICIEMBRE																				
AREA																				
Oficinas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pedro Dominguez	■																			
Sarahi Lopez		■																		
Vianey Armendariz			■	■																
Andres Montez					■															
Laboratorio																				
Verta Sanchez						■														
Maria Herandez								■												
Luis Manjarrez								■	■											
Cesar Herandez										■										
Administracion																				
Sandra Silva																		■	■	
Mariana Torres																				■

Fuente: (Concepto plan de mantenimiento, Internet)

En la tabla 3 se muestra un ejemplo de lo que puede llegar hacer un plan de mantenimiento preventivo para un área específica en una empresa.

4.5.1.1 Tipos de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se subdivide en tres tipos: programado, predictivo y de oportunidad.

4.5.1.1.1 Mantenimiento programado

Este tipo de mantenimiento es planificado y presupuestado, dado que las revisiones o inspecciones a los equipos se realizan según parámetros de tiempo, horas de funcionamiento, kilometraje, consumo, entre otros factores.

Por ejemplo, es el caso de un avión, cuyas piezas están diseñadas para ser inspeccionadas o cambiadas cada cierto tiempo de horas de vuelo.

Ocurre lo mismo con un coche, al cual se le revisa el aceite del motor cada 5000 km y la correa de distribución cada 80 000 km.

4.5.1.1.2 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo determina en qué momento debe realizarse la reparación de acuerdo a consejos de mantenimiento y al tiempo máximo de utilización recomendado antes de someterse a reparación.

“El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros”. (Preditec, s.f)

Este mantenimiento puede contarse dentro del tipo preventivo, pero tiene algunas diferencias sustanciales: el mantenimiento predictivo se realiza en función del estado del equipo, del seguimiento y la programación del mantenimiento de esas lecturas resultantes.

En cambio, el mantenimiento preventivo como tal determina el momento en que el equipo será inspeccionado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o también del ciclo de vida útil que promedio tiene un equipo.

4.5.1.1.3 Mantenimiento de oportunidad

Por lo general, se realiza cuando se saca de funcionamiento un equipo con este propósito, como por ejemplo la turbina de una central hidroeléctrica. Pero también puede ser un barco, un horno industrial o un carro que no está en uso. De esta forma se aprovecha su tiempo de descanso.

En la Ilustración 5 se muestran los distintos tipos de mantenimiento preventivo que se utilizan más en la actualidad.

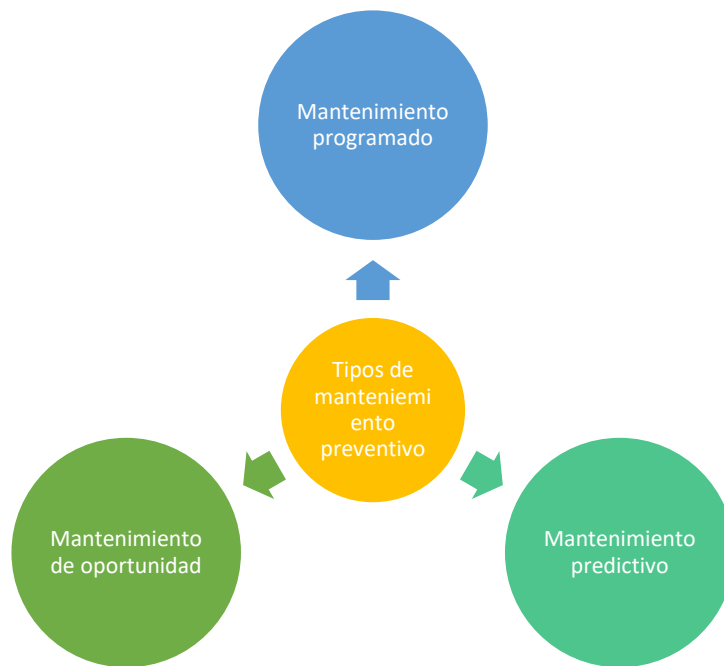


Ilustración 5. Tipos de mantenimiento preventivo

Fuente: (Elaboración Propia)

4.5.1.2 Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

4.5.1.2.1 Ventajas del mantenimiento preventivo

Entre las ventajas que presenta el mantenimiento preventivo se encuentran las siguientes:

- Costo reducido con relación al mantenimiento correctivo.
- Se reducen significativamente los riesgos por fallas o fugas en los equipos.
- Prolonga la vida útil de los equipos.
- Hay menor tiempo de inactividad no planificado causado por falla de los equipos.
- Se generan menos errores en las operaciones cotidianas.
- Mejora sustancialmente la fiabilidad de los equipos.
- Se producen menos costos en reparaciones causadas por fallas inesperadas de los equipos, las cuales deben corregirse rápidamente.
- Reduce el riesgo de lesiones para los operarios.

- Disminuyen al máximo las probabilidades de que ocurran paros imprevistos en la planta.
- Permite mejorar el control sobre el funcionamiento del equipo y su productividad, así como la programación del mantenimiento que será aplicado en este.

4.5.1.2.2 Desventajas del mantenimiento preventivo

En realidad, el mantenimiento preventivo tiene muy pocas desventajas. Algunas de estas son las siguientes:

- El mantenimiento de los equipos debe ser realizado por personal especializado que generalmente está fuera de la empresa, por lo cual tiene que ser contratado.
- Dado que las labores de mantenimiento de los equipos se efectúan con cierta periodicidad, no permiten que se pueda determinar exactamente la depreciación o desgaste de las piezas de los equipos.
- La empresa debe ceñirse a las recomendaciones del fabricante para programar las labores de mantenimiento. Por esto puede ocurrir que se deba cambiar una pieza cuando quizás puede tener una mayor vida útil.

4.5.2 Mantenimiento Predictivo

Es el mantenimiento programado y planificado mediante el cual se hace un seguimiento con mediciones periódicas de las variables de estado de cualquier equipo, máquina o elemento presentes en una empresa, lo que permite la detección de fallas en estado incipiente, permitiendo tomar acciones orientadas a impedir que dichas fallas se transformen en una avería que ponga en peligro la continuidad de un servicio, un proceso de producción industrial o provoquen un daño total o parcial de equipos o maquinarias costosas. (Kay electric, s.f).

Por lo tanto, el mantenimiento predictivo es también una técnica moderna que contribuye a evitar accidentes que provoquen pérdidas materiales o humanas en una empresa. Con este tipo de mantenimiento lo que se busca es tener en

óptimas condiciones una maquina o equipo con el fin de alargar la vida del equipo y evitar que por fallas en máquinas se provoquen pérdidas humanas.

También puede definirse como un tipo de mantenimiento que se basa en predecir la falla antes de que esta se produzca. Se trata de conseguir adelantarse a la falla, o al momento en que el equipo, máquina o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Para conseguir este propósito se utilizan herramientas especializadas y técnicas de monitoreo en tiempo real de parámetros físicos característicos de los equipos máquinas o elementos considerados. (Mantenimiento y seguridad industrial, 2007).

El objetivo del mantenimiento predictivo es reducir los costos de operación y de mantenimiento, incrementando la confiabilidad de los equipos.

4.5.2.1 Características del mantenimiento predictivo

- El mantenimiento predictivo se realiza por medio de inspecciones continuas o periódicas; las periódicas se basan en la programación recomendada por el fabricante o por criterio propio, dependiendo del tipo de equipo, máquina o elemento considerado.
- Establece patrones de comparación exactos y confiables que permiten de una manera rápida definir las fallas de los equipos.
- Disminuye grandemente las posibilidades de error a la hora de establecer diagnósticos de fallas.
- Utiliza para su detección y análisis, técnicas de trabajo muy sofisticadas, pero de fácil aplicación.
- Diagnostica cualquier falla de una manera bastante rápida.
- Permite establecer con amplio margen de seguridad cuando se requiere cambiar una pieza o equipo.
- La inspección puede realizarse desde un sitio distante del equipo o en el mismo lugar, lo que permite mantener una inspección más continua y a la vez con poco personal o menor

- número horas-hombre de trabajo.
- Provee información detallada de las condiciones del equipo.
- Puede realizarse un archivo con el historial de cada equipo y así facilitar el trabajo de mantenimiento.
- Permite la inspección con el equipo en funcionamiento.

4.5.2.2 Ventajas del mantenimiento predictivo

- Reducción de costos de mantenimiento, ya que el mantenimiento predictivo garantiza una disminución del costo en equipos de monitoreo como una función real de la condición del equipo, maquina o elemento en el tiempo. El inventario de repuestos puede ser reducido si los equipos, máquinas o elementos son monitoreados apropiadamente.
- Aumento de la vida útil de los equipos, maquinas o elementos presentes en la empresa, debido al monitoreo permanente de sus partes esenciales por lo cual podrán operar continuamente hasta que la condición real de funcionamiento óptimo indique el fin de la vida útil de los mismos.
- Mayor disponibilidad operativa de los equipos, máquinas o elementos presentes en la empresa; por lo tanto, las paradas serán programadas solo cuando sea estrictamente necesario, sin interrupciones sorpresivas de la producción y sin problemas de un mantenimiento imprevisto.
- Incremento de la utilidad de la empresa, ya que todas las ventajas anteriores enmarcan una disminución real de los costos por mantenimiento.

Se obliga al personal de mantenimiento de la empresa a dominar las diferentes fases del proceso realizado y obtener datos técnicos que permiten aplicar un método científico de trabajo riguroso y objetivo. (Mantenimiento y seguridad industrial, 2007).

Una de las ventajas que más tiene peso es que debido a que este mantenimiento disminuye los costos de mantenimiento las personas encargadas del

mantenimiento en la empresa deben de capacitarse para poder realizar y obtener datos técnicos para desarrollar un trabajo riguroso en los distintos tipos de maquinaria industrial.

4.5.2.3 Desventajas del mantenimiento predictivo

- La principal desventaja del mantenimiento predictivo es la alta inversión inicial en instrumentos y equipos avanzados de medición portátil.
- Para realizar este tipo de mantenimiento se requiere disponer en la empresa del personal técnico calificado y con experiencia, que sea capaz de interpretar los datos que generan los equipos de monitoreo y emitir conclusiones en base a ellos, este trabajo requiere un conocimiento técnico elevado de la aplicación.
- La implantación de este tipo de mantenimiento se justifica en máquinas, equipos o instalaciones, donde los paros repentinos del proceso o servicio prestado ocasionan grandes pérdidas, o donde las paradas innecesarias tienen un alto costo para la empresa.

En la figura 2.1. se muestra un gráfico que permite entender y visualizar los beneficios que representa el mantenimiento predictivo. Se trata de un gráfico de tendencias, en el eje de abscisas medimos tiempo de evolución de la falla, y en el eje de las ordenadas se evalúan las variables o los parámetros que indican la condición crítica que determina una falla. Si se establecen las técnicas de análisis apropiadas podremos determinar con extraordinaria precisión la causa del daño del equipo o la falla. Es importante establecer los puntos límites de alerta, alarma y falla, debido a la valiosa información que aportan.

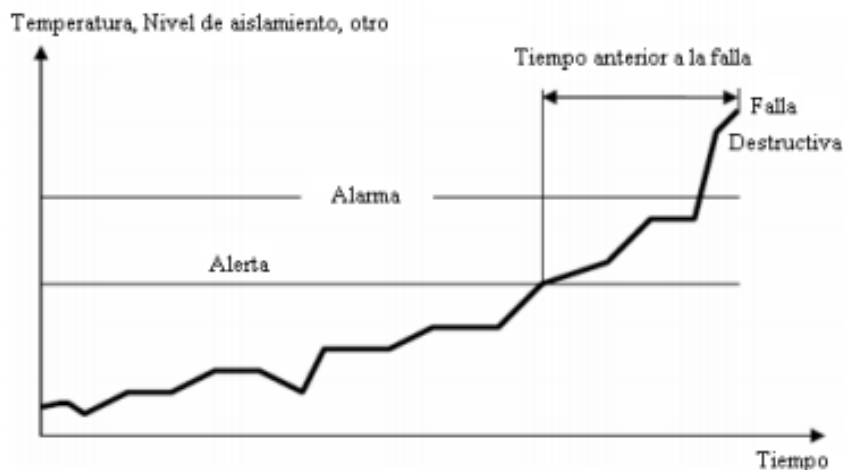


Ilustración 6. Gráfico beneficios mantenimiento predictivo

Fuente: ("Introducción al mantenimiento predictivo", Ordoñez, 2007)

La rentabilidad económica del mantenimiento predictivo está fuera de toda duda, como puede demostrarse con datos numéricos reales de empresas de distintos sectores donde se ha implantado haciendo un análisis comparativo de los costos reales asociados a los diferentes tipos de mantenimiento antes señalados. Aún, sin necesidad de declarar "catástrofes evitadas" por la implantación de técnicas de mantenimiento predictivo, se obtienen rentabilidades positivas al invertir en tecnologías de este tipo de mantenimiento. (Ordoñez, 2007).

4.5.2.4 Técnicas utilizadas en el mantenimiento predictivo

Son muchas las técnicas que se pueden aplicar en el área del mantenimiento predictivo, siendo algunas de ellas las siguientes:

- Termografía infrarroja.
- Ultrasonido.
- Análisis de vibraciones.
- Análisis de aceites.

4.5.2.4.1 Termografía infrarroja

La termografía infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin contacto, medir la distribución de temperaturas en la superficie de un cuerpo con precisión. Para ello se hace uso de detectores de infrarrojo, que permiten extraer una imagen cuantificable en temperatura mediante cálculos, llamada termograma. A cada píxel de esta imagen o termograma se le asocia un color o nivel de gris, el cual representará una temperatura dada de acuerdo a una escala predeterminada. A partir de estos patrones térmicos se pueden realizar estudios de los efectos estables y transitorios de los cuerpos asociados a otros procesos dentro del cuerpo. (Meijer and Hearwaarden, 2007)

En pocas palabras la termografía infrarroja se podría definir brevemente como una técnica que permite, a través de la radiación infrarroja que emiten los cuerpos, la medida superficial de la temperatura. El instrumento utilizado para desarrollar el análisis por termografía infrarroja es la cámara termográfica infrarroja.

La termografía infrarroja por medio de los sistemas de adquisición de imágenes térmicas extiende nuestra visión más allá de las longitudes de onda visible, ampliando el rango de visión a la porción infrarroja del espectro electromagnético. Estos sistemas convierten los datos de la energía infrarroja radiada por los cuerpos, como consecuencia de su temperatura, en imágenes bidimensionales correspondientes a la temperatura asociada a dicho cuerpo. (Torres, 1998)

En la ilustración 7 se muestra una cámara de infrarrojos con la que es posible observar patrones térmicos en cualquier parte de una escena, además de que el censado de áreas espaciales grandes es muy simple.

Una cámara infrarroja tiene un aspecto semejante a una cámara de vídeo convencional, a diferencia de que ésta opera en el rango infrarrojo, es decir lo

que se observa a través de ella es radiación térmica de un cuerpo. (CONDUMEX, 1995)



Ilustración 7. Medición de temperatura por cámara termográfica

Fuente: (De máquinas y herramientas, Internet)

En la ilustración 8 se muestra la representación esquemática de los parámetros y elementos a considerar en la en la medición termográfica: entorno, objeto, atmósfera, cámara termográfica para poder utilizar la técnica de termografía infrarroja.

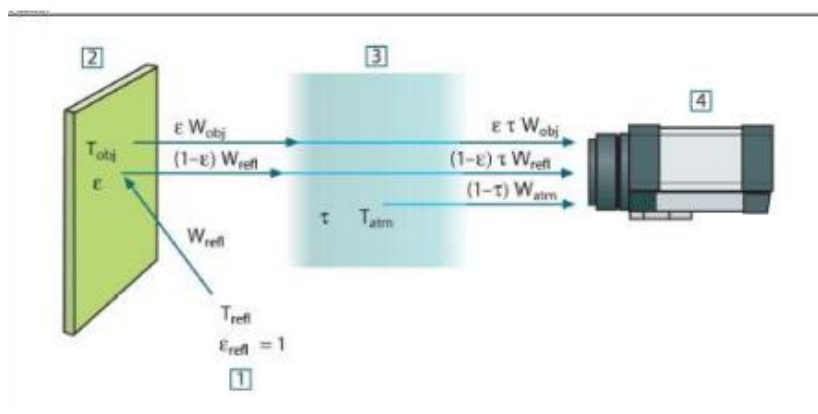


Ilustración 8. Representación esquemática de los parámetros y elementos a considerar en la en la medición termográfica: entorno, objeto, atmósfera, cámara termográfica

Fuente: (User's Manual ThermoCAMTM Reporter,2007)

4.5.2.4.2 Ultrasonido

La detección de ultrasonido es una técnica de mantenimiento predictivo que aprovecha las propiedades de las ondas sonoras para detectar los problemas de los equipos de las plantas industriales de una forma rápida, exacta y segura. (Olarte, 2011)

La detección de ultrasonido es una técnica empleada en el mantenimiento industrial basada en el estudio de las ondas sonoras de alta frecuencia que se producen en los equipos cuando algo anormal está sucediendo y así se puede dar diagnóstico cuando una máquina o equipo se encuentra en buenas o malas condiciones.

Para detectar el ultrasonido, se utiliza un instrumento llamado detector de ultrasonidos el cual está diseñado para capturar ondas ultrasónicas y convertirlas en señales con frecuencias dentro del rango de audición humana. Este dispositivo cuenta con la tecnología necesaria para que una vez convertidas las ondas de ultrasonido puedan escucharse a través de audífonos o visualizarse en un display por medio de un aumento de su intensidad como puede apreciarse en la ilustración 9.



Ilustración 9. Detectores de ultrasonido

Fuente: (LA DETECCIÓN DE ULTRASONIDO, Olarte, 2011)

4.5.2.4.3 Análisis de vibraciones

La esencia del estudio de vibraciones es realizar el análisis de las mismas. El análisis de datos consta de dos etapas: adquisición e interpretación de los datos obtenidos al medir la vibración de la máquina. El fin a alcanzar es determinar las condiciones mecánicas del equipo y detectar posibles fallos específicos, mecánicos o funcionales. (Royo y Rabanaque, s.f)

La vibración es el movimiento de vaivén de una máquina o elemento de ella en cualquier dirección del espacio desde su posición de equilibrio. Generalmente, la causa de la vibración reside en problemas mecánicos como son: desequilibrio de elementos rotativos; desalineación en acoplamientos; engranajes desgastados o dañados; rodamientos deteriorados; fuerzas aerodinámicas o hidráulicas, y problemas eléctricos. Estas causas como se puede suponer son fuerzas que cambian de dirección o de intensidad, estas fuerzas son debidas al movimiento rotativo de las piezas de la máquina, aunque cada uno de los problemas se detecta estudiando las características de vibración.

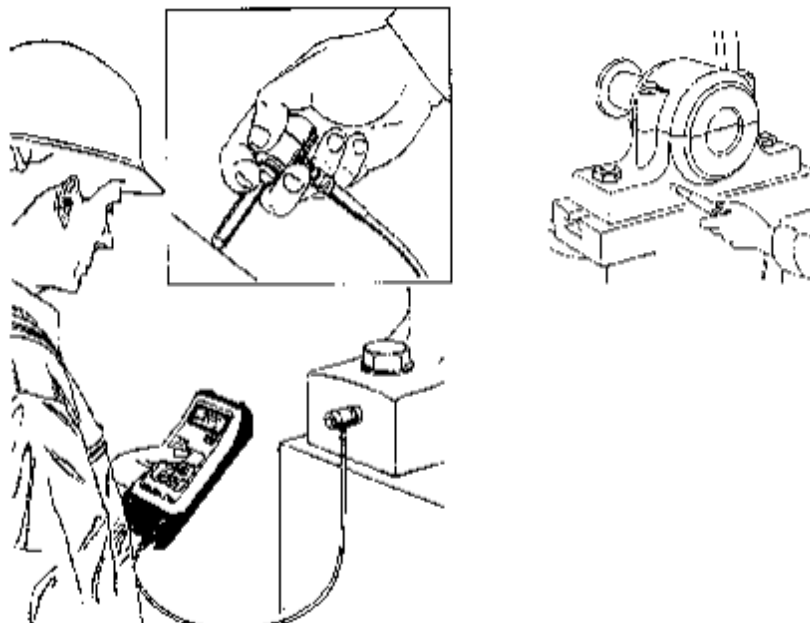


Ilustración 10. Ejemplo de cómo se toman los datos con el analizador de vibraciones

Fuente: (Análisis de vibraciones e interpretación de datos, Gueisa, Artículo)

En la Ilustración 10 se muestra cómo se deben de obtener los datos mediante la utilización del analizador de vibraciones que nos da una medición que nos proporciona los siguientes parámetros: aceleración de la vibración, velocidad de vibración y variación de vibración. De este modo se caracterizan las vibraciones con precisión.

Los analizadores de vibración se usan para medir vibraciones y oscilaciones en muchas máquinas e instalaciones, así como para el desarrollo de productos, de componentes o herramientas. Hoy en día estos analizadores de vibración son una ayuda que no puede faltar para el profesional. Como se muestra en la Ilustración 11 que se puede observar como lucen los analizadores de vibraciones físicamente.



Ilustración 11. Analizadores de vibraciones

Fuente: (Instrumento de medida: Analizadores de vibraciones, pce-iberica)

4.5.2.4.4 Análisis de aceites

Un análisis de aceite es un estudio en el que se detecta la cantidad de partículas y elementos presentes dentro del lubricante, los cuales son analizados

por expertos para determinar el estado del lubricante y a su vez las tendencias en el comportamiento del motor. (Eduardono, s.f)

Cabe recalcar que el análisis de aceites se utiliza solo en motores ya que es en ellos donde se utiliza este análisis para poder realizar diagnósticos de que como se encuentran los componentes de un motor.

Lo esperado es que todos los análisis de aceite de motor reporten presencia de materiales de desgaste, ya que el motor suelta partículas a medida que se va usando, dejando fracciones en el lubricante.

El objetivo de este análisis es pues, determinar la vida útil que le queda al aceite y conocer el estado del motor, es decir, que el desgaste esté dentro de los rangos establecidos por el fabricante.

Sin embargo, lo importante es minimizar este desgaste, conociendo de qué partes del motor provienen esas partículas de deterioro.



Ilustración 12. Tipos de análisis de aceites

Fuente: (Elaboración propia)

En la ilustración 12 se muestran los diferentes tipos de análisis de aceites que se encuentra o que más se utilizan en los motores industriales.

➤ **Detección del contaminante**

Son los contaminantes ingresados de medio ambiente que consiste de suciedad, agua, y proceso de contaminación que son la causa principal de degradación y falla en maquinaria. La alerta sobre incremento de contaminación le dan oportunidad de tomar acción para poder salvar el aceite y evitar desgaste innecesario de máquina. En la Tabla 4 se muestran los distintos tipos de contaminantes y los efectos que repercuten en la superficie de la maquinaria.

Tabla 4. Tipos de contaminantes

Tipo de contaminante	Efectos sobre la superficie de la maquinaria
Partículas	Desgaste superficial por abrasión y fatiga
Agua	Herrumbre, rayado
Combustible	Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante
Anticongelante	Herrumbre, corrosión. Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante
Aire	Cavitación
Calor	Formación de baniz. Incremento del desgaste, por pérdida de resistencia de la película lubricante

Fuente: (Análisis de aceites lubricantes, academia.edu)

4.5.3 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el más antiguo junto con el mantenimiento sistemático; sus objetivos radican en colocar en marcha un equipo que se ha descompuesto; es una necesidad latente en el primer instante en el cual los bienes productivos se inventaron.

Existen desventajas cuando se deja trabajar una máquina hasta la condición de reparar cuando falle, ya que generalmente los costos por impacto total son mayores que si se hubiera inspeccionado y realizado las tareas de

mantenimiento adecuadas que eliminaran las fallas de acuerdo a lo establecido en las recomendaciones de mantenimiento del fabricante. (Sarzosa, 2005)

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo.

4.5.3.1 Tipos de mantenimiento correctivo

El mantenimiento industrial correctivo es aquel cuyo fin es corregir cualquier defecto que presente la maquinaria o equipo. Así pues, existen también dos tipologías dentro del correctivo, que son:

➤ **Mantenimiento correctivo no planificado**

En este caso nos referimos al mantenimiento de emergencia. Es decir, cuando ocurre algún tipo de urgencia o imprevisto y se han de tomar decisiones para que la maquinaria vuelva a su funcionamiento correcto lo antes posible. A veces pueden surgir por imperativos legales, como defectos de seguridad, aplicación de normas o asuntos de contaminación.

➤ **Mantenimiento correctivo planificado**

En este caso nos referimos al mantenimiento del que tenemos constancia con antelación, por lo que se puede preparar al personal, los repuestos y equipos técnicos necesarios, los documentos pertinentes, etc.

González (2003) define mantenibilidad como: "La probabilidad de que el equipo, después del fallo o avería sea puesto en estado de funcionamiento en un tiempo dado". (p.59)

En pocas palabras el mantenimiento correctivo lo que busca es poner en funcionamiento una máquina que se encuentra dañada y dejarla en óptimas condiciones para que esta funcione de manera eficiente.

4.5.3.2 Ventajas del mantenimiento correctivo

La verdad es que para este tipo de mantenimiento no es fácil encontrar ventajas, salvo que sea un correctivo planificado. De ser un mantenimiento correctivo sin planificar, por lo general es algo urgente porque la máquina está parada, hay prisas y las ventajas no aparecen por ningún lado.

Así pues, nos centramos en las ventajas de un correctivo planificado:

- Las instalaciones y los equipos se mantienen más tiempo trabajando, aunque a veces por debajo de su rendimiento normal por la avería.
- Los costes de las reparaciones suelen ser más reducidos, aunque no siempre, porque a veces una avería pequeña que se mantiene en funcionamiento genera una avería mayor, incrementando los costes.
- Se logra una mayor uniformidad en lo que respecta a carga de trabajo del personal encargado del mantenimiento, ya que la programación de actividades así lo facilita y lo promueve.
- Dado que el personal tiene que trabajar en buenas condiciones para que el mantenimiento sea efectivo, se logran conformar equipos muy fiables y de alta especialización en situación de fuertes medidas de seguridad.

4.5.3.3 Desventajas del mantenimiento correctivo

En cuanto a los contras que presente el tipo de mantenimiento correctivo, destacan:

- Se pueden producir algunos fallos en el momento de la ejecución, lo que podría provocar un retraso en la puesta en marcha correcta de todos los equipos.
- El precio de algunas reparaciones en concreto se podría elevar demasiado, algo que afecta a los presupuestos de la empresa. A veces hay que adquirir repuestos y equipos no planificados o con urgencia.
- No existe una garantía total del tiempo que pueda llevar la reparación de un fallo en concreto.

- Las roturas suelen venir en el momento más inoportuno y muchas veces en picos de producción, donde las máquinas trabajan deben trabajar a tope.

Tabla 5. Ejemplo bitácora de mantenimiento correctivo



BITACORA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

NOMBRE DEL EQUIPO	AREA	PROBLEMA	DESCRIPCION	SOLUCION	HRRAMIENTAS UTILIZADAS	FIRMA DEL ENCARGADO

Fuente: (soporte técnico presencial, Sánchez y roa, pagina web)

En la tabla 5 se muestra como seria lo que es una bitácora utilizada en el mantenimiento correctivo donde se puede apreciar que debe ir el nombre de la máquina, el área donde se encuentra la máquina, descripción del equipo, solución, repuestos utilizados en la máquina y la firma de la persona encargada de realizar el mantenimiento correctivo.

Martínez (2006) afirma: " Una falla o una avería como un inconveniente en maquinaria o en equipos que impiden el correcto funcionamiento".

Por lo tanto, una falla lo que hace es que deja en malas condiciones una maquinaria, la única forma de que esta máquina vuelva a funcionar es reemplazando el componente dañado en los equipos.

Cabe recalcar que el mantenimiento que se utilizara en los equipos eléctricos en alutech es el mantenimiento preventivo ya que este tipo de mantenimiento es claramente superior al correctivo, para empresas de mayor nivel.

Es muy beneficioso evitar las averías, ya que permite reducir los costes. Aun así, la mayor desventaja que tiene este sistema es el tiempo que consumen las inspecciones, durante las cuales el proceso de producción debe detenerse. Si la instalación tiene tiempos de descanso podrá realizarse durante estos, pero en muchos casos las instalaciones están funcionando todo el día y eso no es posible.

Las inspecciones se deben planificar e incluirlas dentro de las paradas programadas de la producción a la hora de su planificación, para tenerlas en cuenta en la capacidad productiva.

V. Método

Fernández y Baptista (2010) en su obra Metodología de la Investigación, sostienen que: "todo trabajo de investigación se sustenta en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque: El enfoque mixto"

Durante la planeación y la realización de los pasos para el mantenimiento preventivo en equipos y maquinas eléctricas en la galvanizadora sé utilizo el método mixto ya que este es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en este trabajo de práctica profesional.

- Enfoque cuantitativo: Mediante la recopilación de datos se determinaron las causas que hacen deficiente el mantenimiento preventivo eléctrico en máquinas y equipos eléctricos.
- Enfoque cualitativo: Se involucró al personal del mantenimiento eléctrico ya que ellos contaban con un mayor conocimiento del proceso y planificación para la realización de los mantenimientos en las máquinas y equipos eléctricos.

5.1 Descripción del trabajo

Se me asignaron las actividades a desarrollar en la práctica profesional en las cuales estaba lo que era la elaboración de pasos para mantenimiento preventivo en máquinas y equipos eléctricos para empezar con este trabajo se realizaron estudios para aquellos equipos en los que se podían realizar mantenimiento eléctricos y se concluyó que en la mayoría se podrían realizar pasos de mantenimiento preventivo eléctrico ya que anteriormente no se tenían definidos estos pasos de mantenimiento por parte de las personas encargadas del mantenimiento eléctrico.

Después se desarrolló el levantamiento de los equipos en hojas blancas para luego ser pasados a computadora en los cuales se iban anotando los pasos de mantenimiento preventivo eléctrico que cada máquina o equipo necesitaba.

Se tomaron fotografías de los distintos equipos y máquinas eléctricas que ocupaban el mantenimiento preventivo eléctrico.


Se optó por utilizar el mantenimiento preventivo ya que este mantenimiento comprende todas las acciones sobre revisiones, modificaciones y mejoras dirigidas a evitar averías y las consecuencias de estas en la producción.

Se elaboraron los pasos para el mantenimiento preventivo en equipos y máquinas eléctricas en la galvanizadora el cual el documento consta de 26 páginas donde se encuentran las máquinas y equipos a los que se realizaron los pasos de mantenimiento preventivo.

VI. Resultados

A continuación, se muestran las tablas realizadas para lo que es el proceso de los pasos de mantenimiento preventivo en los equipos eléctricos en la galvanizadora de alutech lo cual fue desarrollada con el fin de realizar mensualmente el chequeo de los distintos equipos eléctricos y así poder darles un cuidado adecuado y alargar la vida útil de cada componente.

Tabla 6. Pasos de mantenimiento preventivo eléctrico para Hydraulic power pack y el uncoiler#1

 Pasos para mantenimiento preventivo equipos electricos en la linea de produccion mensual			
Motivo de la tarea: Preventivo		Equipo SAP: 1013-Gal-LNP S. E.	Fecha:
Partes Vitales a Inspeccionar	Controles a efectuar	O.K.(*)	Observaciones
Hydraulic Power Pack #1	Limpieza y revision de conexiones en motores		
	Revision de manómetros		
	Revision y limpieza de solenoides en filtros de aceite		
	revision gabinete de conexiones		
	limpieza y chequeo de borneras en gabinete		
Uncoiler #1	Revisar conexione de ventilacion forzada		
	Revision y limpieza de conexiones de motor principal		
	Revision y limpieza de feedback para frenado		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla 6 se muestran los pasos de mantenimiento preventivo en el ámbito eléctricos del equipo para el hydraulic power pack# 1 y del uncoiler #1 que son los encargados del principio de la línea de producción por el cual se deben de realizar mensualmente pasos a seguir para que en la parte eléctrica tanto el hydraulic power pack# 1 y del uncoiler #1 estén en óptimas condiciones antes de empezar cada producción.

Tabla 7. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#1, coil car #1, peeler table#1, pinch roll#1

Snubber Roll #1	Revisión y limpieza snubber roll #1		
	revisión de sensores		
	revisión de conexiones y limpieza de sensores		
Coil Car #1	Revisión y limpieza de powerpack y Dc panel		
	Revisión y limpieza de conexiones de los motores del coil car#1		
	Revisión y limpieza conexiones de solenoides		
	Realizar pruebas de funcionamiento de Solenoides		
Peeler Table #1	Revisión y limpieza de sensores		
	Pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión de fugas en mangueras de pistones		
	Limpieza del peeler table #1		
Pinch Roll #1	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Tabla 7 se muestran los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#1, coil car #1, peeler table#1, pinch roll#1; en el caso del Snubber roll#1 se realiza revisión de todas las conexiones eléctricas y limpiezas de las mismas para evitar que por suciedad ocurran cortos circuitos y también se realizan revisiones y limpiezas de sensores para evitar que estos se dañen; en el coil car #1 se realizan limpiezas en el panel, se revisan y limpian conexiones de motores, se revisan y limpian solenoides para evitar estancamientos de las mismas y así poder tener el funcionamiento óptimo de las solenoides.

Tabla 8. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#2, coil car #2, peeler table#2, uncoiler#2

Uncoiler #2	Revisar conexión de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motor principal		
	Revisión y limpieza de feedback para frenado		
Snubber Roll #2	Revisión y limpieza snubber roll #2		
	revisión de sensores		
	revisión de conexiones y limpieza de sensores		
Coil Car #2	Revisión y limpieza de powerpack y Dc panel		
	Revisión y limpieza de conexiones de los motores del coil car#1		
	Revisión y limpieza conexiones de solenoides		
	Realizar pruebas de funcionamiento de Solenoides		
Peeler Table #2	Revisión y limpieza de sensores		
	Pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión de fugas en mangueras de pistones		
	Limpieza del peeler table #2		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Tabla 8 se muestran los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo eléctrico en Snubber roll#2, coil car #2, peeler table#2, uncoiler#2; en el caso del Snubber roll#2 se realiza revisión de todas las conexiones eléctricas y limpiezas de las mismas para evitar que por suciedad ocurran cortos circuitos y también se realizan revisiones y limpiezas de sensores para evitar que estos se dañen; en el coil car #2 se realizan limpiezas en el panel, se revisan y limpian conexiones de motores, se revisan y limpian solenoides para evitar estancamientos de las mismas y así poder tener el funcionamiento óptimo de las solenoides. En el uncoiler #2 se revisan las conexiones de la ventilación forzada y se realiza limpieza para evitar que por motivos de suciedad ocurran cortos circuitos y también se revisa y se limpia el feedback de frenado del motor.

Tabla 9. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Pinch roll #2 y #3, Entry shear

Pinch Roll #2	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Pinch Roll #3	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Entry Shear	Revisión de sensores		
	Limpieza de sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión y limpieza de bornas de conexión		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Tabla 9 se muestran los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo eléctrico en los equipos de Pinch roll #2 y #3, Entry shear. En el caso de los pinch Rolls se realizan revisiones y limpiezas de ellos en general, se realizan revisiones y limpiezas a los sensores que se encuentran en los pinch Rolls para poder mantenerlos en óptimas condiciones, también se revisan las conexiones de los sensores y al finalizar el mantenimiento en dichos sensores se realizan pruebas de funcionamiento para observar si todavía están funcionando correctamente. Mientras que el entry shear se realizan revisiones y limpiezas de sensores para evitar daños de los mismos y se realiza un revisión y limpieza en las conexiones del entry shear.

Tabla 10. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en Scrap table (Entry), Pinch roll #4, welder

Scrap Table (Entry)	Revisión de sensores		
	Desmontar y limpiar sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión y limpieza de borneras de conexión		
Pinch Roll #4	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Welder	Revisión Conexiones PLC Probando entradas y salidas del PLC para ver si no hay componentes dañados		
	Limpieza de sensores Inductivos		
	Limpieza de tiristores de soldadora		
	Prueba funcionamiento de tiristores		
	Revisar indicadores electrónicos		
	Desmontar y limpiar placas electrónicas		
	Revisión de borneras de conexión del panel		

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 10 se muestran los pasos a seguir para el mantenimiento preventivo eléctrico en los equipos de scrap table (Entry), Pinch roll #4, Welder. En el caso del scrap table(entry) se realizan se revisan los sensores para ver si están funcionando correctamente, si están funcionando bien se desmontan y se realizan limpiezas de los sensores inductivos, se vuelven a montar y se revisan y limpian las conexiones de los sensores. En la welder se revisan las conexiones de las entradas y salidas del PLC para ver si no hay componentes dañados, se realizan limpiezas de sensores inductivos, se realiza limpieza de tiristores y se realizan pruebas de funcionamiento, se revisan los indicadores electrónicos para ver cuales están en óptimas condiciones, se desmontan y se limpian placas electrónicas de potencia para evitar suciedad en las mismas.

Tabla 11. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en pinch roll#5, bridle#1, alkaly tank #1

Pinch Roll #5	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Bridle # 1	Revisión conexiones ventilación forzada		
	Limpieza de conexiones de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Alkaly Tank #1	Revisión y Limpieza de electroválvulas		
	Revisión de conexiones de electroválvulas		
	Realizar pruebas de funcionamiento de electroválvulas		
	revisión y limpieza de sensores de flote		
	Revisión de conexiones de motores		

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 11 se muestran los pasos del mantenimiento preventivo eléctrico en pinch roll#5, bridle#1, alkaly tank #1. En el pinch roll #5 se realizan revisiones y limpiezas de ellos en general, se realizan revisiones y limpiezas a los sensores que se encuentran en los pinch roll #5 para poder mantenerlos en óptimas condiciones, también se revisan las conexiones de los sensores y al finalizar el mantenimiento en dichos sensores se realizan pruebas de funcionamiento. En la bridle #1 se realizan limpieza en las conexiones de la ventilación forzada, se realizan revisiones y limpieza en conexiones de motores y en sensores inductivos. En el alkaly tank#1 se revisan y se realizan limpiezas en las electroválvulas, se realizan limpiezas y se revisan los sensores de flote, y se revisan las conexiones de los motores.

Tabla 12. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en brush scrubber, alkaly tank #2, hot rinse tank.

Brush Scrubber	Revisión y limpieza de conexiones de motores y bombas		
	revisión de electroválvula neumática		
	Limpieza de electroválvula neumática		
	Realizar prueba de funcionamiento de electroválvula neumática		
Alkaly Tank #2	Revisión y Limpieza de electroválvulas		
	Revisión de conexiones de electroválvulas		
	Realizar pruebas de funcionamiento de electroválvulas		
	revisión y limpieza de sensores de flote		
	Revisión de conexiones de motores		
Hot Rinse Tank	Revisión y Limpieza de electroválvulas		
	Revisión de conexiones de electroválvulas		
	Realizar pruebas de funcionamiento de electroválvulas		
	revisión y limpieza de sensores de flote		
	Revisión de conexiones de motores		

Fuente: (Elaboración propia)

En la tabla 12 se muestran los pasos del mantenimiento preventivo eléctrico en el brush scrubber, alkaly tank #2 y hot rinse tank. En el brush scrubber se realizan limpiezas y revisiones de conexiones tanto de los motores como de las bombas para evitar que las conexiones se encuentren con suciedad y así evitar cortos circuitos también se realizan revisiones y limpiezas de electroválvulas neumáticas para realizar pruebas de funcionamiento de las mismas y ver si están en óptimas condiciones. En el alkaly tank#2 se revisan y se realizan limpiezas en las electroválvulas, se realizan limpiezas y se revisan los sensores de flote, y se revisan las conexiones de los motores. En el hot rinse tank se revisan, se limpian y se realizan pruebas de funcionamiento de las electroválvulas también se realizan revisiones y limpiezas a los sensores de flote.

Tabla 13. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en alkaly scrubber, secador #1, deflector #1

Alkaly Scrubber	Revisión y limpieza de conexiones de motores y bombas		
	revisión de electroválvula neumática		
	Limpieza de electroválvula neumática		
	Realizar prueba de funcionamiento de electroválvula neumática		
Secador #1	Revisión y limpieza de motor del secador		
	Revisión y limpieza de termocupla		
	Revisión y limpieza de transductor de termocupla		
Deflector #1	Revisión de conexiones de motor		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Revisión y limpieza de electroválvulas		
	Pruebas de funcionamiento de sensores y electroválvulas		

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 13 se muestran los pasos del mantenimiento preventivo eléctrico en alkaly scrubber, secador #1, deflector #1. En el alkaly scrubber se realizan limpiezas y revisiones de conexiones tanto de los motores como de las bombas para evitar que las conexiones se encuentren con suciedad y así evitar cortos circuitos también se realizan revisiones y limpiezas de electroválvulas neumáticas para realizar pruebas de funcionamiento de las mismas y ver si están en óptimas condiciones. En el secador #1 se hace una revisión y limpieza del motor del secador, se revisan y limpian las termocuplas, se revisan y se limpian los transductores de las termocuplas. En el deflector #1 se revisan las conexiones del motor, se realizan revisiones y limpiezas de los sensores inductivos y de las electroválvulas para después realizar pruebas de funcionamiento de las mismas.

Tabla 14. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en steering unit #1 y #2, torre ACC #1

Steering Unit #1	Revisión de electroválvulas		
	Limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de gabinete Spcompact		
Torre ACC #1	Limpieza de sensores Inductivos		
	revisión y limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de motor		
	Revisión y limpieza de conexiones de motor		
Steering Unit #2	Revisión de electroválvulas		
	Limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de gabinete Spcompact		

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 14 se muestran los pasos del mantenimiento preventivo eléctrico en el steering unit #1 y #2, en la torre ACC #1. Tanto en el steering unit #1 y #2 se realizan revisiones y limpiezas de las electroválvulas y se realiza revisión y limpieza del gabinete spcompact. En la torre acc #1 se realizan limpiezas de los sensores inductivos, se revisan y se limpian las electroválvulas, se revisa y se limpia el motor en general al igual que las conexiones del motor para evitar posibles cortos circuitos. En si la función de la torre acc #1 es una torre que se encarga de ir acumulando material con el fin de evitar contratiempos a la hora de realizar la soldadura de una bobina con otra bobina y así tener una producción continua y sin pérdidas de tiempo.

Tabla 15. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en panel entry RIO, bridle #2, acid tank

Panel Entry RIO	Revisión y limpieza de conexiones		
	Resocar borneras en el panel		
	Revisión de componentes electrónicos en el panel		
Bridle # 2	Revisión conexiones ventilación forzada		
	Limpieza de conexiones de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Acid Tank	Revisar y limpiar conexiones de motores y bombas		
	Limpieza de electroválvulas		
	Revisar conexiones de electroválvulas		
	Pruebas de funcionamiento a electroválvulas		
	Revisión y limpieza sensores de flote		

Fuente: (Elaboración Propia)

En la Tabla 15 se muestran los pasos del mantenimiento preventivo eléctrico en el panel entry RIO, bridle #2 y el acid tank. En el panel entry RIO se revisan y se limpian las conexiones para evitar cortos circuitos en el panel, se resocaron las borneras de conexión para evitar falsos contactos, y se revisan los componentes electrónicos en el panel para ver si se encuentran en excelentes condiciones y así alargar la vida útil de los mismos. En el acid tank se revisan y se realizan limpiezas en las electroválvulas, se realizan limpiezas y se revisan los sensores de flote, se revisan y se realizan limpiezas en las conexiones de los motores y bombas.

Tabla 16. Pasos mantenimiento preventivo eléctrico en preheater y horno.

Preheater	Revisión y limpieza de sensores UV		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza bujías de ignición		
	Revisar y limpiar bobina de ignición		
	Mantenimiento a termocuplas y transductores		
	Revisión y limpieza de electroválvulas		
Horno	Revisar y limpiar termocuplas tipo k y s		
	Revisión de conexiones de transductores		
	Revisión y limpieza de sensores UV		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza bujías de ignición		
	Revisar y limpiar bobina de ignición		
	Revisar y limpiar sensores de velocidad		

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 16 se muestran los pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en el preheater y en el horno. En el preheater lo que se hace se revisan y se limpian los sensores UV, se revisan y se limpian las conexiones de los motores, se revisan y se limpian tanto las bujías de ignición como las bobinas de ignición, se realizan mantenimientos preventivos a las termocuplas y transductores y se revisan y se limpian las electroválvulas. En el horno se realizan revisiones y limpiezas de las termocuplas tipo K y S, se revisan las conexiones de los transductores, se revisan y se limpian los sensores UV, igual que el preheater se realizan limpiezas y revisiones en las bujías y bobinas de ignición, también se revisan y se limpian los sensores de velocidad.

Tabla 17. Cronograma de actividades

Actividades	Semanas																			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10										
Asignación de actividades	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V
Estudio de los equipos																				
ver que equipos ocupan el mantenimiento preventivo																				
Desarrollar levantamiento de equipos																				
Consolidación de tareas																				
Toma fotografías de equipos																				
Elaboración de programa de mantenimiento																				
Elaboración del mantenimiento preventivo para distintos equipos electricos																				
realización de informe																				
Aprobación del programa de mantenimiento																				
Verificación en campo																				
Presentación informe final																				
Finalización Practica Profesional																				

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 17 se muestra el cronograma de las actividades propuestas para la elaboración de los pasos para mantenimiento preventivo eléctrico en la galvanizadora desde la primera semana hasta la semana 10.

VII. Aportaciones

- Se realizaron los pasos de mantenimiento preventivo para diferentes equipos eléctricos en la galvanizadora.
- Se revisaron bobinados de bombas de extracción de aluminio, zinc y plomo en la galvanizadora.
- Se realizo mantenimiento a la bomba de la torre de enfriamiento debido a que había un desperfecto en el eje del motor.
- Se introdujo en el Scada el arranque de las bombas de extracción de aluminio, zinc y plomo.
- Se corrigieron problemas de soldadora por inducción en máquinas de tubos.
- Se cambio circuit breaker en máquina de perfilería.
- Conexión y realización de pruebas de funcionamiento para máquina roladoras de arco techos.
- Se realizo una propuesta de mejora para el generador de la nave 2.

VIII. Conclusiones

James & Slater (2013) Afirma: "La conclusión debe proporcionar un resumen, sintético pero completo, de la argumentación, las pruebas y los ejemplos consignados en las dos primeras partes del trabajo. Debe relacionar las diversas partes de la argumentación, unir las ideas desarrolladas."

- Se Seleccionaron los equipos y máquinas eléctricas para realizar pasos de mantenimiento preventivo.
- Se sugirieron las actividades de mantenimiento preventivo en los equipos y máquinas eléctricas.
- Se establecieron los pasos adecuados para realizar mantenimientos preventivos efectivos.

IX. Recomendaciones

En el presente capítulo se enumeran las recomendaciones tanto para la empresa donde se realizó la práctica, así como a la universidad.

9.1 Para la universidad

- Realizar en las clases técnicas más trabajos prácticos que teóricos ya que debería de ser fundamental para el alumno ser mejor capacitado en el área técnica.
- Realizar talleres acerca de los distintos tipos de máquinas y equipos que se utilizan en las industrias para que los estudiantes se vayan familiarizando más con las diferentes máquinas y equipos que existen hoy en día y que son bien importantes en el área de la industria.
- Continuar mejorando el equipamiento de los laboratorios de la universidad para que los estudiantes puedan realizar más trabajos prácticos y puedan seguir obteniendo más conocimientos que le ayudaran a desarrollar sus proyectos futuros.

9.2 Empresa

- Tener un mejor control de toda la información de la ingeniería en la planta para estar a disposición del personal de mantenimiento para futuras referencias ya sea en mantenimientos o proyectos.
- Implementar el mantenimiento preventivo en algunas máquinas ya que a veces solo cambian piezas dañadas y se podrían mantener en óptimas condiciones dando un mantenimiento previo y no esperar hasta que la pieza falle o se dañe.
- Mejorar el proceso de cotizaciones y compras, ya que la empresa se demora mucho tiempo para la aprobación de compras futuras en la empresa.

X. Bibliografía

- A. González-Vargas. «Manual para la Gestión del Mantenimiento Correctivo de Equipos Biomédicos en la Fundación Valle del Lili». REVISTA INGENIERÍA BIOMÉDICA, s. f., 7.
- Alpizar Villegas, Emilio, "Capítulo 5. Mantenimiento", Consultado el 25 de enero de 2007. Tomado de la red mundial: <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manual4/cap5.pdf>
- Carrasco, S. (2006). Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.
- Diaz, Melvin. (2014). *Libro de Corrosión*. Recuperado de <https://librodecorrosion.wordpress.com/>
- Duffuaa, Salih. «Sistemas de Mantenimiento: planeación y control», Editorial Limusa, México, 2000, 419p.
- Ernesto Martínez, Documentación de cátedra de materia de mantenimiento industrial dictada para la carrera de ingeniería mecánica, escuela superior politécnica, 2006.
- G. C. M. Meijer and A. W. Hearwaarden, "Thermal Sensors", Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 1994.
- Grupo CONDUMEX, "Manual Técnico: Selección de Cables de Energía", 1995.
- Herrera, L. (2006). *Maestría en Ciencias de la Educación* (4ta ed.).
- Hernández, Sampieri Roberto, Fernández C. Baptista L. P. (2010): "Metodología de la Investigación". Ed. Mc Graw Hill. Chile.
- James, E. A., & Slater, T. (2013). Writing your Doctoral Dissertation or Thesis Faster: A Proven Map to Success. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- KAY ELECTRIC C.A, "Técnicas de Mantenimiento y Pruebas en Equipos Eléctricos Industriales"

- López, N/A. (2005). *Identificación de estrategias de mercados meta de los sectores metalmecánico, textil, confecciones y alimentos de la ciudad de Manizales*. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, Colombia.
- Mantenimiento y Seguridad Industrial, Consultado el 05 de febrero de 2007.
Tomado de la red mundial:
<http://www.monografias.com/trabajos15/mantenimiento-industrial/mantenimientoindustrial.shtml>
- OLARTE C., LA DETECCIÓN DE ULTRASONIDO: UNA TÉCNICA EMPLEADA EN EL MANTENIMIENTO PREDICTIVO.
<https://www.redalyc.org/pdf/849/84921327035.pdf>
- Oliva, Duque, y Edison Jair. «Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición». INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales 15, n.º 25 (2005).
<http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=81802505>.
- Ordóñez G, Antonio, "Introducción al Mantenimiento Predictivo", Universidad de Sevilla – Escuela Universitaria Politécnica, Consultado el 15 de febrero de 2007. Tomado en red mundial:
http://www.aloj.us.es/optico/notas_tecnicas/Notas_Tecnicas_pdf/Introduccion_Mantenimiento_Predictivo.pdf
- Ovalle, A., Ocampo, O., & Acevedo, M. (2013). Identificación de brechas tecnológicas en automatización industrial de las empresas del sector metalmecánico de Caldas, Colombia. *Ingeniería y Competitividad*, Volumen 15, No. 1, 171-182
- Pastor, Ana. *Gestión integral de mantenimiento*. Marcombo, 2009.
- Paz, R., & Gómez, D. (2007). *El sistema de producción y operaciones*, 28.
- Rey Sacristan, F. (2001). *Manual de Mantenimiento Integral*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Rodrigo Sarzosa, *Documentación de cátedra de materia de mantenimiento*

productivo total (tpm) dictada para la carrera de ingeniería industrial, escuela superior politécnica, 2005.

Royo, Jesús A, y Gloria Rabanaque. «Análisis de vibraciones e interpretación de datos», 2004, 14.

Smith, W. F. (2006). *Fundamentos De La Ciencia E Ingeniería De Materiales* (4.^a ed.).

Torres H, Cesar, "Análisis de Imágenes Infrarrojas: Inspección de Cableado Eléctrico". Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, Tonantzintla, Puebla, año1998, Consultado el 10 de enero de 2007.

User's Manual ThermaCAMTM Reporter, Versión 8.2, Publ N°: 1558573, Rev a 236- ENGLISH (EN) - August 1, 2007, Consultado el 15 de enero de 2007.

Tomado en red mundial: <http://www.alpine-components.co.uk/files/pdfs/manuals/software/flir/ThermaCAMReporter-8Manual.pdf>

von Bockelmann, B., & von Bockelmann, I. (2001). Long-Life Products: A Guide to Quality. Åkarp: Dr. Bernhard von Bockelmann.

<http://www.preditec.com/mantenimiento-predictivo/>.

<https://www.eduardono.com/lubricantes/blog/blog-detalles/que-es-y-para-que-sirve-un-analisis-de-aceite>.

XI. Anexos

Deflector #5	Revisión de conexiones de motor		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Revisión y limpieza de electroválvulas		
	Pruebas de funcionamiento de sensores y electroválvulas		
Torre de Enfriamiento	Revisión y limpieza de Blowers		
	Revisión y limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas a sensores inductivos		
	Revisar conexiones de motores		
Deflector #6	Revisión de conexiones de motor		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Revisión y limpieza de electroválvulas		
	Pruebas de funcionamiento de sensores y electroválvulas		

Anexo 1_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en deflector #5 y #6, torre de enfriamiento.

Fuente: (Elaboración Propia).

Quench Tank	Revisión y limpieza conexiones de motores		
	Revisión y Limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de sensores inductivos		
	Revisión y limpieza de feedback de frenado		
Medidora de Capa	Revisión funcionamiento sensores inductivos		
	Revisión y limpieza panel principal		
	Resocar borneras en el panel principal		
	Revisión y limpieza panel de control		
	Revisión y limpieza de placas electronicas		
Cromatizadora	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Revisión de conexiones de motores auxiliados por drives		
	Revisión de feedback de frenado		

Anexo 2_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en quench tank, medidora de capa, cromatizadora.

Fuente: (Elaboración propia).

Secador #2	Revisión y limpieza de motor del secador		
	Revisión y limpieza de termocupla		
	Revisión y limpieza de transductor de termocupla		
Process RIO	Revisión y limpieza de conexiones		
	Resocar borneras en el panel		
	Revisión de componentes electrónicos en el panel		
Bridle # 3	Revisión conexiones ventilación forzada		
	Limpieza de conexiones de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Steering Unit #3	Revisión de electroválvulas		
	Limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de gabinete Spcompact		

Anexo 3_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en secador# 2, process RIO, bridle#3, steering unit# 3.

Fuente: (Elaboración propia).

Torre ACC #2	Limpieza de sensores Inductivos		
	revisión y limpieza de electroválvulas		
	Revisión y limpieza de motor		
	Revisión y limpieza de conexiones de motor		
Bridle # 4	Revisión conexiones ventilación forzada		
	Limpieza de conexiones de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motores		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		

Anexo 4_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en torre ACC# 2, bridle# 4.

Fuente: (Elaboración propia).

Pinch Roll #6	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Exit Shear	Revisión de sensores		
	Limpieza de sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión y limpieza de borneras de conexión		
Scrap Table (Exit)	Revisión de sensores		
	Desmontar y limpiar sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión y limpieza de borneras de conexión		

Anexo 5_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en pinch roll# 5, exit shear, scrap table(exit).

Fuente: (Elaboración propia).

Staggered Winding	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Revisión y limpieza de electrovalvulas		
	Realizar pruebas de funcionamiento a sensores y electrovalvulas		
Pinch Roll #7	Revisión y limpieza del pinch roll		
	Revisión y limpieza de sensores		
	Revisión de conexiones de los sensores		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
Treading Table	Revisión y limpieza conexiones de motor		
	Revisión y limpieza de electrovalvulas		
	Realizar pruebas de funcionamiento de electrovalvulas		
Recoiler	Revisar conexión de ventilación forzada		
	Revisión y limpieza de conexiones de motor principal		
	Revisión y limpieza de feedback para frenado		

Anexo 6_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en staggered winding, pinch roll# 7, treading table, recoiler.

Fuente: (Elaboración propia).

Coil Car de Salida	Revisión y limpieza de powerpack y Dc panel		
	Revisión y limpieza de conexiones de los motores del coil car#1		
	Revisión y limpieza conexiones de solenoides		
	Realizar pruebas de funcionamiento de Solenoides		
Hydraulic Power Pack #2	Limpieza y revisión de conexiones en motores		
	Revisión de manómetros		
	Revisión y limpieza de solenoides en filtros de aceite		
	Revisión gabinete de conexiones		
	Limpieza y chequeo de borneras en gabinete		
Belt Wrapper	Revisión y limpieza de conexiones de motor		
	Revisión y limpieza de sensores inductivos		
	Realizar pruebas de funcionamiento de sensores		
	Revisión y limpieza de electrovalvulas		

Anexo 7_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en coilcar de salida, hydraulic power pack# 2, belt wrapper.

Fuente. (Elaboración propia).

Panel Exit RIO	Revisión y limpieza de conexiones		
	Resocar borneras en el panel		
	Revisión de componentes electrónicos en el panel		
Acometida Principal	Limpieza y revisión de aparatos		
	Revisión de conexiones		
	Revisar temperatura		
Transformador de potencia	Revisión y limpieza de borneras de conexión		
	Resocar borneras de conexión		
	Revisión y limpieza indicadores electrónicos		
	Limpiar aparatos eléctricos y electrónicos		
Centros de carga	Revisión y limpieza de interruptores y selectores		
	Limpieza de conexiones		
	Resoque de borneras de conexión		

Anexo 8_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en panel exit RIO, acometida principal, transformador de potencia, centros de carga.

Fuente: (Elaboración propia).

Transformadores en seco	Revisión y limpieza de conexiones		
	Resocar borneras de conexión		
	Revisar temperaturas		
Generador Auxiliar	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Revisión y limpieza de tableros		
Transferencia Automática	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Resocar borneras de conexión		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Revisión de conexiones de indicadores electrónicos		

Anexo 9_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en transformadores en seco, generador auxiliar, transferencia automática.

Fuente: (Elaboración propia).

Banco Capacitores #1	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Resocar borneras de conexión		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Limpieza y llevar control indicadores electrónicos		
Banco Capacitores #2	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Resocar borneras de conexión		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Limpieza y llevar control indicadores electrónicos		

Anexo 10_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en banco de capacitores #1 y #2.

Fuente: (Elaboración propia).

Red de Aterrizaje	Revisar conexiones y temperatura		
	Limpieza de borneras de conexión		
	Resoque de borneras de conexión		
Line Drive	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Limpieza de aparatos en el tablero		
	Resoque de borneras de conexión		
	Revisar Drivers		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Revisión de conexiones de indicadores electrónicos		
	Revisión de comunicación Profibus		

Anexo 11_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en red de aterrizaje, line drive.

Fuente: (Elaboración propia).

Auxiliary Drive Panel	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Limpieza de aparatos en el tablero		
	Resoque de borneras de conexión		
	Revisar Drivers		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Revisión de conexiones de indicadores electrónicos		
	Revisión de comunicación Profibus		

Anexo 12_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en auxiliary drive panel.

Fuente: (Elaboración propia)

MCC	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones de contactores		
	Limpieza de aparatos en el tablero del MCC		
	Resoquero de bornas de conexión		
	Revisar Controles de Arranque		
	Revisión y limpieza de transformadores		
	Revisión de conexiones de indicadores electrónicos		
	Revisión de comunicación Profibus		

Anexo 13_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en MCC.

Fuente: (Elaboración propia).

Main PLC	Revisión y limpieza de pulsadores, selectores, luces indicadoras		
	Revisión de conexiones hacia el PLC		
	Resoquero de bornas de conexión		
	Limpieza del tablero		
	Revisión de conexiones de indicadores electrónicos		
	Revisión de comunicación Profibus		
UPS	Revisión y limpieza conexiones del UPS		
	Desmontar placas electrónicas del UPS		
	Revisión y limpieza de placas electrónicas		

Anexo 14_Tabla pasos de mantenimiento preventivo eléctrico en main PLC, UPS.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 15_Hydraulic power pack #1 y #2.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 16_Motores de uncoiler #2.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 17_Motores de uncoiler #1.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 18_Welder de contacto marca: Kriton.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 19_Componentes que se encuentran en el alkaly tank#1.

Fuente: (Elaboración propia)



Anexo 20_ componentes que se encuentran en la steering unit #1 y #2, torre ACC#1.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 21_Motores y componentes del acid tank.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 22_Motores de bridle #2.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 23_ Horno y torre de enfriamiento.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 24_ Componentes del quench tank.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 25_Componentes que se encuentran en medidora de capa.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 26_Motores utilizados en la cromatizadora.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 27_Motor que se encuentra en el recoiler.

Fuente: (Elaboración propia).



Anexo 28_Componentes drive line panel.

Fuente: (Elaboración propia).