

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR-JOSÉ MIGUEL CARRERA

**REDUCCIÓN DE TIEMPO AL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
DE UNA ROSCADORA ELÉCTRICA RIDGID 300 COMPACT**

Trabajo de Titulación para optar al
Título de Técnico Universitario en
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL.

Alumno:

Sebastián Alexander Alegre Román

Profesor Guía:

Ing. /Sr. Andrés Aránguiz Garrido

2020

RESUMEN

KEYWORDS: SMED, mantenimiento, roscadora.

El proyecto consiste en la mejora del plan de mantenimiento de una roscadora eléctrica ridgid modelo 300 compact de la empresa Metalgar ubicada en Santa Inés, viña del mar. La roscadora consta con escaso mantenimiento y un desinterés por la limpieza del equipo, lo cual afecta de forma negativa en los tiempos cuando la roscadora presenta fallas durante la producción. Se buscar realizar una mejora en el plan de mantenimiento del equipo, para que ya no sea solamente esperar la falla y reparar, sino que tener tareas de mantenimiento predefinidas en un momento determinado y aplicarlas en un tiempo reducido. En el siguiente escrito se aborda la problemática descrita en primera instancia haciendo un estudio del equipo a trabajar a través del manual, el despiece e información entregada por el operador para poder definir las tareas de mantenimiento necesarias en el equipo las cuales se identificaron mediante un FMEA y así comenzar en el segundo capítulo con la metodología SMED la cual se define, y se inicia con la primera grabación a través de una go pro Hero 5 black, para dejar registro de cada tarea y los tiempos obtenidos, para luego analizar los videos y encontrar los tiempos no efectivos de mantenimiento, eliminarlos y reducir los tiempos efectivos para cumplir los objetivos propuestos al inicio del escrito, se realizaron 2 grabaciones y se graficaron los tiempos obtenidos en ambas oportunidades para realizar una comparación, y el resultado fue una disminución del 70% del tiempo total de grabación. Se estableció una planificación del mantenimiento con todos los insumos, repuestos y herramientas que se utilizaran para llevarlo a cabo, además de una tabla con las frecuencias de realización de cada actividad, lo cual se utilizó para realizar un supuesto de los ingresos y egresos del proyecto de mantenimiento en un plazo de 1 año subdividido en periodos de 1 mes con lo que, al final del año se obtendría una utilidad de \$4.238.594.

ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN 1

Objetivo general 3

Objetivos específicos 3

CAPÍTULO 1.: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ANÁLISIS FUNCIONAL DEL EQUIPO 5

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ANÁLISIS FUNCIONAL 7

1.1. Descripción del proceso 7

1.1.1 Rosca 7

1.2. Problemática 8

1.3. Procedimiento de roscado: 9

1.4. Análisis funcional 10

1.5. Alcance del equipo 11

1.6. Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA) 12

1.6.1. Efecto de falla 12

1.6.2. Modo de fallo 12

1.6.3. Causas del modo de fallo 12

1.7. Componentes del equipo 14

1.7.1. Cabezal de terraja 14

1.7.2. Corta tubos y escariador: 15

1.7.3. Sistema de aceitado automático 16

1.7.4. Pedal interruptor de pie 17

1.7.5. Bujes delantero y trasero 17

1.7.6. Mandril niplero 18

1.7.7. Bandejas filtro y pre-filtro	19
1.7.8. Motor	19
1.8. Criterios	20
1.8.1. Gravedad	20
1.8.2. Ocurrencia	20
1.8.3. Medidas de control	20
1.9. Análisis de resultados (FMEA)	24
1.10. Acciones Correctivas	25
1.10.1. Lubricación:	25
1.10.2. Recambio de piezas:	25
CAPÍTULO 2: CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED	27
2. CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED.	28
2.1 Conceptos claves:	28
2.1.1. Mantenimiento reactivo:	28
2.1.2. Mantenimiento preventivo:	28
2.1.3. Metodología SMED:	28
2.2. Procedimiento SMED	31
2.2.1. Reemplazo del juego de insertos en las mordazas	31
2.2.2. Reemplazo de cuchilla de corte y pasador	33
2.2.3. Reemplazo de escariador	33
2.2.4. Cambio de filtro	34
2.2.5. Reemplazo de juegos de terrajas	35
2.2.6. Lubricación de buje delantero y trasero	36
2.2.7. Lubricación de la cremallera del porta herramientas	37
2.2.8. Cambio de escobillas del motor	38
2.2.9. Limpieza de bandeja filtro y pre-filtro	39
2.2.10. Recambio de aceite	39
2.3. Aplicación de la metodología SMED	40
2.4. Primera grabación	41
2.5. Tiempos obtenidos	43

2.5.1. Recambio de escariador y cuchilla de corte	43
2.5.2. Cambio de aceite y filtro	43
2.5.3. Limpieza de bandejas y limpieza superficial	45
2.5.4. Reemplazo de insertos de las mordazas	45
2.5.5. Recambio de escobillas del motor	46
2.5.6. Lubricación de bujes y cremallera	46
2.5.7. Recambio de terrajas	46
2.6. Segunda grabación	46
2.7. Tiempos obtenidos	48
2.7.1. Recambio de escariador y cuchilla de corte	48
2.7.2. Cambio de aceite y filtro	48
2.7.3. Reemplazo de insertos de las mordazas	48
2.7.4. Recambio de escobillas del motor	48
2.7.5. Lubricación de bujes y cremallera	49
2.7.6. Recambio de terrajas	49
2.8. Resultados	49
CAPITULO 3: PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS DE COSTOS	52
3. PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS DE COSTOS	53
3.1. Modelo de planificación de mantenimiento	53
3.1 Análisis de costos	59
CONCLUSION	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Funciones del equipo	10
Tabla 1-2 Alcance	11
Tabla 1-3 SIPOC	13
Tabla 1-4 Gravedad	20
Tabla 1-5 Ocurrencia	20
Tabla 1-6 FMEA	22
Tabla 3-1 Frecuencia de actividades	55
Tabla 3-2 Valor de los modelos Ridgid	59
Tabla 3-3 Valor por producción	59
Tabla 3-4 Valor de las herramientas	60
Tabla 3-5 Valor de los insumos	60
Tabla 3-6 Valor de los repuestos	60
Tabla 3-7 Periodos del 0-5	62
Tabla 3-8 Periodos del 6-12	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Tubo roscado	7
Figura 1-2 Equipo de emergencia	8
Figura 1-3 Cabezal de terrajas	14
Figura 1-4 Corta tubos y escariador	15
Figura 1-5 Bomba de tipo gerotor	16
Figura 1-6 Interruptor de pedal	17
Figura 1-7 Fittings para el engrase	17
Figura 1-8 Mandril niplero	18
Figura 1-9 Bandejas filtro y pre-filtro	19
Figura 1-10 Motor	19
Figura 2-1 SMED	29
Figura 2-2 Preparación interna y externa	30
Figura 2-3 Mordazas	31
Figura 2-4 Insertos	32
Figura 2-5 Resorte y pistón	32
Figura 2-6 Cuchilla de corte y pasador	33
Figura 2-7 Escariador y pasador	34
Figura 2-8 Filtro	35
Figura 2-9 Cabezal de terrajas	35
Figura 2-10 Juego de terrajas	36
Figura 2-11 Bomba de grasa manual	37
Figura 2-12 Cremallera	37
Figura 2-13 Cubierta del motor	38
Figura 2-14 Escobillas del motor	38
Figura 2-15 Diluyente	39
Figura 2-16 Contenedor de aceite	40

Figura 2-17 Gopro Hero 5 black	40
Figura 2-18 Zona de trabajo	41
Figura 2-19 Bodega de herramientas	42
Figura 2-20 Estado del depósito de aceite	43
Figura 2-21 Suciedad dentro del depósito	44
Figura 2-22 Depósito vacío	45
Figura 2-23 Aplicación de labores externas	47
Figura 2-24 Tiempo efectivo de mantenimiento	50
Figura 2-25 Tiempo no efectivo de mantenimiento	50
Figura 3-1 Cuestionario de planificación	54
Figura 3-2 Check list	57
Figura 3-3 Pauta de trabajo	58

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

SMED: Single-Minute Exchange of Die.

EPP: Elementos de protección personal

FMEA: Análisis de modos y efectos de falla

SIMBOLOGÍAS

[V] : Voltio

[In] : Pulgada

[s] : Segundo

[m] : metro

INTRODUCCIÓN

El nivel de utilización de la rosca en las industrias mundialmente es muy alto, principalmente es utilizada para la unión de dos o más piezas a través de tornillos, pernos o uniones de tuberías entre otros. La roscadora Ridgid 300 compact es un equipo industrial cuya función principal es realizar roscas a tubos y varillas.

Metalgar es un taller mecánico industrial en el que su mayor fuente de ingreso se debe a la creación de roscas en tubos de redes secas de edificios los cuales son llevados y retirados del taller en camionetas por diversas empresas constructoras tales como San Isidro, Cosama, Manuel Fuentes los que frecuentemente hacen uso de los servicios de Metalgar para tubos de hasta 2”.

El proceso se centra en la roscadora Ridgid 300 compact por lo que la detención del equipo produce grandes pérdidas para la empresa debido a esto, el mantenimiento de este equipo es fundamental y por ende este trabajo va enfocado en su plan de mantenimiento preventivo.

En este trabajo se podrá apreciar el uso de la metodología SMED para reducir el tiempo de aplicación del plan de mantenimiento preventivo del equipo, de manera que la planificación y orden del mantenimiento este pre visto y se logre realizar en un menor tiempo.

Se analizaran sus componentes, se describirá el paso a paso del proceso de mantenimiento y sus frecuencias de realización y luego de aplicar la metodología SMED entregar una evaluación económica. Dentro del informe se entregaran datos técnicos del equipo, como su alcance e información que se encuentra en la placa característica, se describirá el paso a paso de los procedimientos a seguir de manera que sean entendibles, además los EPP a utilizar y precauciones para que también sea lo más seguro posible.

Objetivo general

- Realizar mejoras al plan de mantenimiento de una roscadora eléctrica RIDGID 300 Compact, mediante la metodología SMED, para la reducción del tiempo en la aplicación de tareas de mantenimiento.

Objetivos específicos

- Identificar modos y efectos de fallo del equipo RIDGID 300 compact, para la selección de tareas de mantenimiento, mediante un FMEA.
- Ejecutar con recursos disponibles en el hogar, las tareas de mantenimiento a la roscadora eléctrica RIDGID 300 compact, para la disminución de tiempos no productivos, a través de la metodología SMED.
- Planificar el mantenimiento de acuerdo a los resultados obtenidos de la metodología SMED, mediante la resolución de preguntas predefinidas, para la posterior formulación de un análisis de costo.

**CAPÍTULO 1.: DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ANÁLISIS FUNCIONAL
DEL EQUIPO**

1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y ANÁLISIS FUNCIONAL

1.1. Descripción del proceso

En el proceso, los clientes de la empresa Metalgar llevan los tubos de la red seca de edificios a las instalaciones, que se encuentra en calle 3 2132, santa Inés, viña del mar. Los cuales son montados en el equipo que tiene la capacidad de corte, escariado y roscado de tubos y varillas. Luego del proceso de roscado se obtiene el tubo traído por el cliente con rosca en sus dos extremos, el cual pasa al control de calidad que corresponde al uso coplas la cual debe cumplir con al menos un 70% del recorrido del hilo para ser aprobado.



Fuente: Iflutech

Figura 1-1 Tubo roscado

1.1.1 Rosca

Se apoda rosca a la hélice realizada sobre un cilindro, con un perfil determinado y de forma continua y uniforme, si dicha hélice es exterior, se utiliza el termino tornillo y si es interior el de tuerca.

1.2. Problemática

El historial de fallas del equipo es amplio debido a que la empresa no realiza labores de mantenimiento con una frecuencia establecida y solo se basan en la experiencia del operador, y son de carácter correctivo, y reemplazo de piezas. En el caso de que ocurra una falla en el equipo y no se pueda detener la realización de los pedidos de roscas, el taller tiene equipamiento de emergencia que permite realizar las roscas manualmente con el fin de entregar a tiempo el pedido, a pesar de que realizar las roscas manualmente demora más que con la roscadora RIDGID 300 compact, es una aplicación en caso de emergencias, la cual fue necesaria y fue requerida al momentos de fallar el equipo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-2 Equipo de emergencia

Consta de un juego de roscadoras de trinquete expuesto en el que se encuentran cabezales roscadores, conjunto de trinquete, mango y terrajas de aleación, capacidad de 1/8" a 2" y a diferencia de la roscadora, al realizar la rosca con el equipo de emergencia, se debe aplicar el refrigerante de forma manual.

1.3. Procedimiento de roscado:

Se conecta el enchufe industrial monofásico 230[V] a la fuente de energía, el interruptor de 3 posiciones debe estar en off [0] antes de comenzar a montar, se abre las mordazas traseras y las mordazas delanteras girando hacia la izquierda (sentido contrario de operador) para luego introducir el tubo y comenzar a cerrar las mordazas delanteras girando hacia la derecha (sentido del operador) el ajuste es tipo martillo por lo que llegando a tocar las mordazas al tubo se debe asegurar realizando 2 golpes al final del ajuste y se cierran las mordazas traseras de ajuste tipo guía. Si el tubo es largo se debe utilizar el soporte de tuberías a 1.5 m de distancia del equipo, mantener el interruptor de 3 posiciones en 1, para que el hilo sea derecho y en posición 2 para que el sentido de giro sea izquierdo.

Se procede a ajustar el corta tubos y se enciende el equipo accionando el pedal, por cada vuelta del tubo de sebe ajustar $\frac{1}{4}$ de vuelta el corta tubos para generar un corte más profundo y así desplazar más material, ya cortado se retira la herramienta de corte y se posiciona el escariador para quitar la rebarba del tubo, hecho esto se retira el escariador para comenzar a instalar la herramienta de roscado.

Se ajusta el cabezal en 1" (dependiendo del tubo), se ajusta la palanca manualmente y luego se cierra la palanca de apertura, se acciona el interruptor que da inicio al aceitado automático y se verifica el sentido de giro del cabezal, se acciona el pedal para dar inicio al roscado y este termina cuando el ultimo hilo de la herramienta de roscado llega al tubo (puede variar según el cliente), finalizado se retira el pie del pedal, se retira la herramienta de roscado para comenzar a retirar el tubo, abriendo las mordazas y sacando este.

1.4. Análisis funcional

Roscadora modelo 300 compact de RIDGID, equipo de la línea de roscado de Metalgar, para roscar tuberías de 1/8” a 2” y varillas de 1/4” a 2” generalmente se utiliza en tuberías de redes secas de edificios los cuales transportan fluidos. Se realiza la rosca cónica americana más conocida como NPT procedente de estados unidos, el ángulo de la rosca es de 60° y un ángulo de conicidad es de 1.47°, además hacen uso de compuestos de sellado al instalar el tubo para que estos sean herméticos e impermeabilizar.

Equipado con 3 herramientas que cumplen la función de Roscado, escariado y el corte de tubos o varillas las 3 incluidas en un porta herramientas, además posee un sistema de aceitado automático para lubricar y bajar la temperatura de la zona de trabajo, reduciendo el desgaste de la herramienta de roscado y mejorando la calidad de la rosca, el flujo de aceite sale por el mismo cabezal de terrajas el cual, incorpora las herramientas de roscado, lubricando las zona de trabajo.

Tabla 1-1 Funciones del equipo

Funciones del equipo		
Función principal	1	Realizar roscas NPT o BSPT a tuberías o varillas a través de un mandril niplero y cabezal de terrajas
Función secundaria	1	Cortar tubos o varillas, mediante el giro de este y generando un mayor desprendimiento de material con una manivela
	2	Escareado de tubos, mediante un escariador
	3	Lubricar y refrigerar la zona de trabajo mediante un sistema de aceitado automático.

Fuente: Elaboración propia

1.5. Alcance del equipo

En la tabla se podrá apreciar el alcance tanto del cabezal de terrajas como del mandril niplero, la cual entrega el modelo de la pieza, las medidas que abarca para realizar trabajos tanto en tubos como en pernos.

Tabla 1-2 Alcance

componente	modelo	Tubos	pernos	terrajás
Cabezal de terrajas	811A NPT 815A NPT	1/8" a 2"	1/4" a 2"	Universal
	811A BSPT 815A BSPT	1/8" a 2"	1/4" a 2"	Universal
Mandril niplero	No. 819	Adaptadores		
		In	1/4 a 2" UNC 1/4 a 1 1/2 UNF	
		1/8; 1/4 ; 3/8; 1/2; 3/4 ; 1; 1 1/4 ; 1 1/2		

Fuente: Elaboración propia

1.6. Análisis de modos y efectos de fallas (FMEA)

Metodología sistemática utilizada por primera vez en la industria aeroespacial en la década de los 60, se aplica para analizar un producto o un proceso en fase de diseño. En este caso se utilizara para detectar y prevenir fallas, para luego analizar los riesgos que generan en el proceso mediante la identificación de las causas y sus efectos, con la finalidad de determinar acciones que se aplicaran para impedir o minimizar sus consecuencias.

1.6.1. Efecto de falla

Se denomina como el síntoma detectado por el cliente, se intenta describir las consecuencias no deseadas del fallo que se pueda detectar y se deben indicar en términos de rendimiento o eficacia del producto o proceso.

1.6.2. Modo de fallo

Un modo de fallo responde con anterioridad a la pregunta de ¿Cómo puede fallar el equipo?
Se debe describir en términos físicos y no como síntoma detectable por el cliente.

1.6.3. Causas del modo de fallo

La causa de modo de fallo potencial, hace referencia al origen de la falla, indicando una debilidad en el diseño, que como consecuencia provoca un modo de fallo. Generalmente un modo de fallo se puede asociar o es provocado por dos o más causas.

Para dar inicio al análisis de modos y efectos de fallas (FMEA), se desarrollara una representación del proceso realizado por la roscadora mediante un diagrama SIPOC cuyo acrónimo significa:

- Supplier: Proveedor
- Input: Entrada
- Process: Proceso
- Output: Salida
- Customer: Cliente

Tabla 1-3 SIPOC

Etapa	Sub. Sistema/ Herramienta	Proveedor	Entrada	Proceso	Salida	Cliente
1	Roscadora	Cliente	Tubo de redes secas	Montaje	Tubo montado	Corta tubos
2	Corta Tubos	Proceso de montaje	Tubo montado	Corte de tubos	Tubo cortado	Escariador
3	Escariador	Corta tubos	Tubo cortado	Escareado	Tubo escareado	Cabezal de terrajas
4	Cabezal de terrajas	Escariador	Tubo escareado	Lubricación	Zona de trabajo lubricada	Control de calidad
				Roscado	Tubo roscado	
5	Coplas	Cabezal de terrajas	Tubo roscado	Control de calidad	Evaluación de la rosca	Cliente

Fuente: Elaboración propia

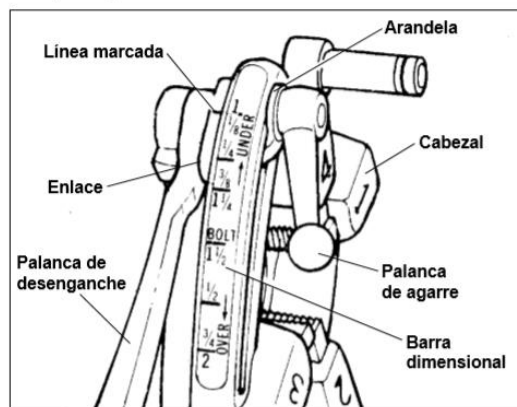
Como se puede apreciar en la tabla anterior, se divide el proceso en etapas, seguido de los criterios del diagrama SIPOC, se entrega el subsistema en el que se está desarrollando, la entrada traída por un proveedor, en este caso tubos de redes secas de edificios, se establece el proceso, la salida que genera y el cliente al que va dirigido que sería la siguiente etapa.

Representado el proceso, se dará inicio a la descripción de los componentes principales del equipo, entregando su función, características, datos y además los modos de fallos potenciales de cada componente.

1.7. Componentes del equipo

1.7.1. Cabezal de terraja

El equipo consta de 3 herramientas principales, La función del cabezal es contener las terrajas para roscar los tubos o varillas, son 4 terrajas enumeradas del 1 al 4, cada una tiene su número y posición los cuales se debe respetar para una correcta instalación, además tiene una barra dimensional y dos palancas de ajuste. En la parte superior del cabezal, se encuentra la salida de aceite, por la cual suministra el lubricante hacia la zona de trabajo.



Fuente: pag. 54 pipe and bolt threading machine

Figura 1-3 Cabezal de terrajas

Los modos de falla presentes en este componente están asociados a las terrajas, las cuales están en constante contacto con diversos materiales, dependiendo del tubo que lleven o el trabajo a realizar, por lo que el desgaste y las fracturas debido a la dureza del material a mecanizar son modos de fallos frecuentes.

1.7.2. Corta tubos y escariador:

En la figura se puede apreciar el corta tubos que está en la posición up (arriba), su función es cortar los tubos antes del roscado y del escariado, posee una cuchilla de corte y una manivela de tornillo.

El escariador se encuentra en posición Down (abajo) su función es retirar la viruta restante del tubo para conseguir un buen acabado superficial, se comprueba que el conmutador este en posición “For” y se acciona el pedal, se introduce el escariador dentro del tubo y se completa el escariado avanzando en dirección al tubo con el volante.



Fuente: Elaboración propia

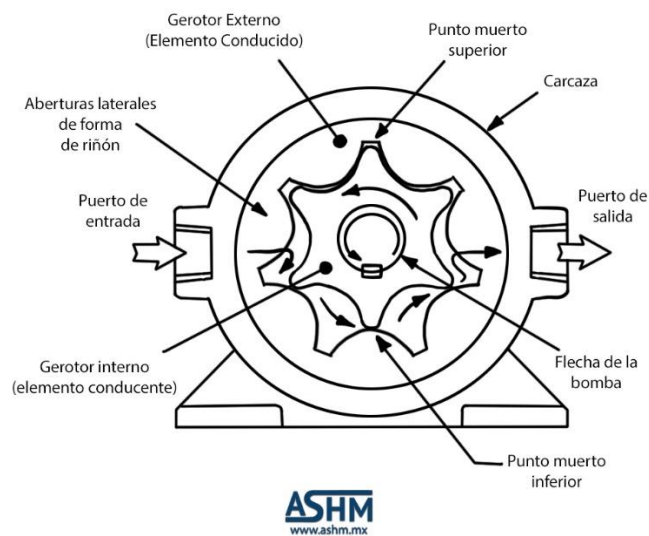
Figura 1-4 Corta tubos y escariador

En el corta tubos, debido a que está en constante contacto con diversos materiales se le asocia el desgaste como modo de fallo, tanto a la cuchilla de corte como al pasador que lo mantiene fijo. De igual manera, el escariador está en contacto directo con el material a escariar, ya que retira las virutas a través del arrastre, por lo que el desgaste está presente en la herramienta.

1.7.3. Sistema de aceite automático

El equipo consta de un sistema de aceite automático, su función es lubricar la zona de trabajo a través del cabezal de terraja, en la figura se puede apreciar una bomba de tipo gerotor cuya función es generar caudal a través de todos los componentes del equipo que requieran aceite. Los refrigerantes enfrían la rosca durante el funcionamiento del equipo, acelera la eliminación de metal y mejora la calidad de la rosca, se recomienda el aceite de corte para roscar Nu-Clear de Ridgid, el aceite dependerá del material a trabajar.

Como modo de falla en la bomba gerotor se encuentra el desgaste erosivo el cual se produce en la superficie de un cuerpo por la acción de agentes externos.



Fuente: Ashm.mx

Figura 1-5 Bomba de tipo gerotor

1.7.4. Pedal interruptor de pie

Interruptor de pedal, Su función es efectuar el arranque o detención del equipo idealmente con el pie izquierdo según indica el manual, ya que durante el proceso las manos están ocupadas.

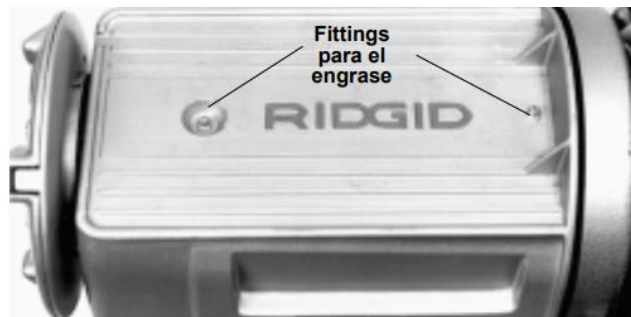


Fuente: Elaboración propia

Figura 1-6 Interruptor de pedal

1.7.5. Bujes delantero y trasero

La función de los bujes es brindar soporte al eje y le permita girar, en la imagen se puede apreciar los dos puntos por los que se le proporciona grasa para reducir el desgaste. Como se acaba de mencionar, el modo de fallo de los bujes es el desgaste.



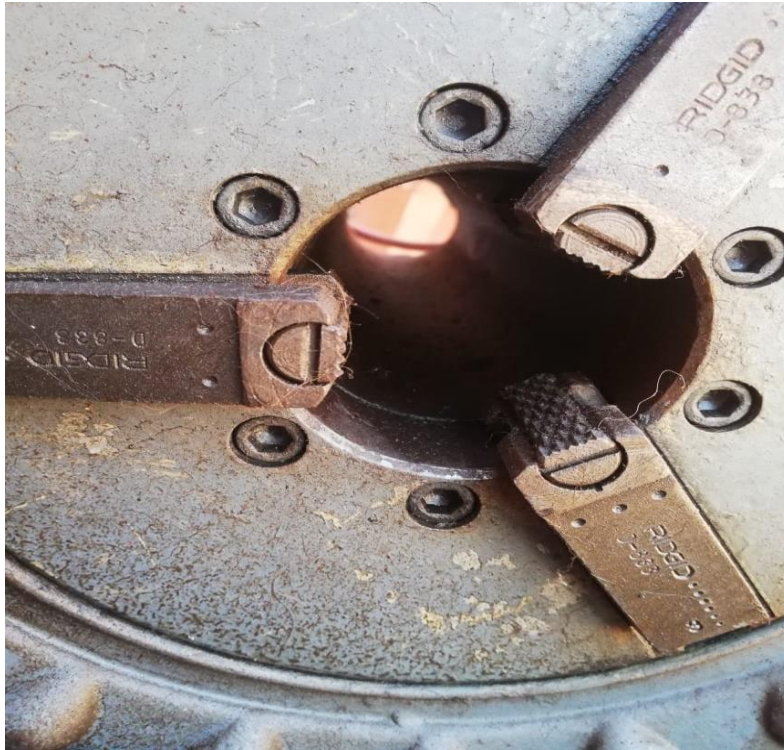
Fuente: Pag 59 Pipe and Bolt Threading Machine

Figura 1-7 Fittings para el engrase

1.7.6. Mandril niplero

El mandril niplero cuya función es centrar y sujetar los nipples cortos, tubos o vástagos con las 3 mordazas que se pueden apreciar en la figura, tiene un ajuste tipo martillo que consiste en realizar 2 golpes al final del ajuste para asegurar el objeto.

El modo de fallo en las mordazas es el desgaste y esto se hace visible en el caso de que requiera más de 2 golpes para realizar el ajuste, esto significa que las mordazas están gastadas y por lo tanto requieren un cambio, ya que afecta al centrado y al ajuste del tubo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-8 Mandril niplero

1.7.7. Bandejas filtro y pre-filtro

El equipo consta de una bandeja filtro y pre filtro su función es impedir el paso de virutas de mayor tamaño de material, para que luego el filtro interior se encargue de los residuos de menor tamaño. Un aceite sucio y en mal estado reduce la calidad de la rosca.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-9 Bandejas filtro y pre-filtro

1.7.8. Motor

El equipo consta de un motor de tipo universal, el cual tiene $\frac{1}{2}$ HP de fuerza, puede trabajar a 36 rpm o 54 rpm. La función del motor es convertir la energía eléctrica, en energía mecánica de rotación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-10 Motor

1.8. Criterios

1.8.1. Gravedad

Determina la severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente, se establece según la consecuencia, por lo que el valor aumenta según la insatisfacción del cliente.

Tabla 1-4 Gravedad

Gravedad	Valor
Muy leve (Imperceptible)	1
Leve	2-3
Moderada	4-5
Alta	6-7

Fuente: Elaboración propia

1.8.2. Ocurrencia

Probabilidad de que una causa de fallo ocurra, produciendo en consecuencia un modo de fallo. Se establece su valor según el historial de la empresa, o la experiencia en este caso del operador.

Tabla 1-5 Ocurrencia

Ocurrencia	Valor
Improbable	1
Baja	2-3
Moderada	4-5
Muy frecuente	6-7

Fuente: Elaboración propia

1.8.3. Medidas de control

Estas medidas van asociadas a cada una de las causas de los modos de fallos y estas condicionan a la frecuencia con que aparecen los modos de fallos.

Tabla 1-6 FMEA

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto	Causa	Control	Criterios	
						Ocurrencia	Gravedad
Herramienta de corte	Cortar tubos o varillas	Herramienta de corte desgastada	Incapacidad de cortar	Material inadecuado	Inspección	4	1
			aumento en el tiempo para cortar				
Herramienta de roscado/Terrajas	Realizar la rosca	Terraja Fracturada	Ruido no habitual	Material inadecuado	Inspección	2	6
		Terraja Desgastada	Copla no alcanza el 70% de recorrido.	Material inadecuado	Inspección	5	3
Aceite	Lubricar	Rápido deterioro del aceite	Cambio en el color, baja la calidad de la rosca.	Bandejas sucias	Inspección visual	5	4

Motor	Generar Movimiento	Desgaste en las escobillas	Motor no parte	Falta de mantenimiento	Inspección	2	4
Mordazas	Sujeción	Mordazas desgastadas	Sujeción ineficiente	Mala aplicación del ajuste	Inspección	1	4
Escariador	Retirar virutas	Escariador desgastado	Superficie irregular	Material con mayor dureza	Inspección	2	2
Bujes	brindar soporte al eje y le permite girar	Bujes desgastados	Ruido no habitual	Falta de lubricación	Inspección	3	6
Bomba	Generar caudal	Desgaste en la bomba	Disminución de flujo de aceite.	Filtro de aceite sucio	Medición	2	5

Fuente: Elaboración propia

1.9. Análisis de resultados (FMEA)

Se establecieron los modos y efectos de falla de cada componente basados en la información entregada por el encargado del equipo, además a través de un análisis de los componentes y la función que realiza cada uno mediante SIPOC, se identificaron las posibles causas asociadas a cada modo de falla ya sea en consecuencia del desgaste debido al tipo de material a mecanizar, o la inexistencia de una frecuencia de lubricación a sus componentes expuestos al constante roce como lo indica el manual. Si bien se establecen criterios tanto de ocurrencia como de gravedad del modo de fallo, se mencionan para generar una noción de frecuencia y de impacto al operador o lector y no un análisis más específico, ya que, para lo que se está aplicando el FMEA es establecer tareas de mantenimiento.

Al establecer los posibles modos y efectos de fallo en un sistema, proceso o equipo además de las causas asociadas como se mencionaron anteriormente, permite establecer una posible identificación previa, al asociar los síntomas a los modos de fallos, antes que ocurran con la intención de evitarla o disminuir su riesgo.

Si bien las fallas más recurrentes que se generan en la roscadora son de “gravedad leve” su ocurrencia depende de la cantidad de roscas que se realicen, por lo que su asignación se avala con el historial de fallas y el tiempo de operación del equipo. Al momento de detectar las fallas que generalmente sean asociadas al desgaste y por ende al reemplazo de piezas, las cuales al no realizar un cambio en un tiempo reducido es muy probable que genere una falla más crítica asociada al desgaste, por lo cual se establecerá el recambio de la pieza en un momento programado y frecuencias de lubricación, evitando tanto un riesgo como posibles pérdidas de producción.

1.10. Acciones Correctivas

Se asignaran acciones correctivas asociadas a los siguientes criterios:

- Recambio de piezas, asociadas a una frecuencia o estándar de cambio.
- Incremento de control e inspección
- Lubricación y frecuencias de lubricación

Se utilizaran labores de mantención extraídas del manual del equipo, las cuales serán explicadas en el ítem del plan de mantenimiento, estas labores consisten en:

1.10.1. Lubricación:

- Buje delantero y trasero.
- Cremallera del porta herramientas.
- Recambio de aceite.
- Limpieza de bandeja filtro y pre-filtro

1.10.2. Recambio de piezas:

- Juego de mordazas.
- Terrajas
- Cuchilla de corte y pasador
- Escariador
- Filtro
- Escobillas del motor

**CAPÍTULO 2: CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA
METODOLOGÍA SMED**

2. CONCEPTOS DEL MANTENIMIENTO Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SMED.

2.1 Conceptos claves:

2.1.1. Mantenimiento reactivo:

Acciones realizadas para reestablecer las funciones originales de un equipo, en consecuencia de un evento inesperado. En particular todas las intervenciones realizadas al equipo son de carácter reactivo debido a que las labores de mantenimiento son escasas, al haber identificado las fallas potenciales del equipo, se generaran mantenimientos programados.

2.1.2. Mantenimiento preventivo:

Acciones de mantenimiento que se anticipan a la falla, con el fin de prevenir la avería, tareas tales como limpieza, lubricación, reparaciones y rutas de inspección las cuales la empresa no realiza, se generara un plan de mantenimiento preventivo, con tarea de limpieza y lubricación y sus frecuencias.

2.1.3. Metodología SMED:

Metodología de mejora continua que de manera metódica busca reducir el tiempo de cambio, generalmente en entornos productivos.

SMED es el acrónimo de “Single Minute Exchange of Die” en lengua inglesa, y en español significa “Cambio de matriz en 10 minutos”. Nació por una necesidad de reducir lotes que pasaban por prensas en la industria del estampado, hoy en día se utiliza en toda clase de entorno productivo.

Para realizar la metodología SMED en la roscadora, se deben tener ciertos conceptos claros en los que se encuentra el **Tiempo de cambio** que hace referencia al instante en que la maquina termina su última pieza, hasta que comienza una nueva, en ese tiempo el equipo está detenido.

Además previamente existe una **Preparación**, son operaciones necesarias, las cuales no le aporta valor al cliente.

Consta de preparaciones **Internas** que son operaciones que se pueden realizar solo cuando el equipo este detenido y **Externas** que son operaciones que se pueden realizar con el quipo en marcha.



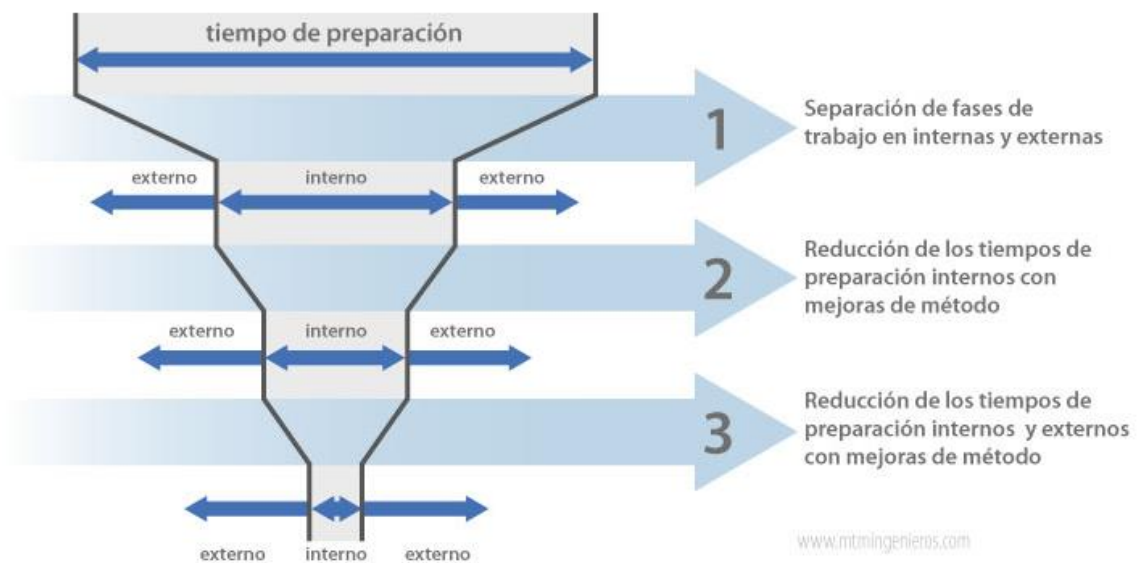
Fuente: Progressa lean

Figura 2-1 SMED

Al realizar la preparación, que implica investigar a cerca del equipo a intervenir, conocer su proceso, su producto, obtener datos del equipo que sean comparables además de algún medio de grabación y memoria suficientes para luego analizar el procedimiento de mantenimiento. Se identifican las tareas a realizar, cada una de estas estará indicada en el plan de mantenimiento que se podrá apreciar en este informe y deben ser grabadas cada una de ellas en este paso.

Se debe separar las tareas externas de las tareas internas, analizando las grabaciones realizadas en el paso anterior y recordando la definición entregada anteriormente de tarea externa y tarea interna.

Se organizan las tareas externas, ya que estas labores se pueden realizar estando la maquina en marcha, se planifican de forma tal que estas labores estén preparadas para cuando comience el mantenimiento, las cuales pueden ser, las herramientas a ocupar, el lugar en que estarán, en sí, responder a la pregunta ¿Qué preparaciones se necesitan hechas de antemano?



Fuente: mtm ingenieros

Figura 2-2 Preparación interna y externa

Como se puede apreciar en la imagen, se comienza a reducir las tareas internas convirtiéndolas en externas con mejoras de método, al mismo tiempo se debe definir un plan para indicar que se va hacer, quien y cuando.

Ya organizada y definidas las tareas se vuelve a analizar las labores con la finalidad de reducir el tiempo en que se demora la ejecución de las tareas internas, esto acompañado de las grabaciones y el planteamiento de ideas del equipo. Para finalmente realizar un seguimiento, registrando datos y comparando el rendimiento.

2.2. Procedimiento SMED

En primera instancia, se describirá el paso a paso de las tareas establecidas anteriormente, de cada uno de los componentes del equipo, para luego, basado en la estructura de la metodología SMED descrita, aplicar y realizar análisis de los resultados para generar mejoras.

2.2.1. Reemplazo del juego de insertos en las mordazas

Para retirar las mordazas, oprimir hacia abajo la mordaza y con ayuda de un desatornillador de paleta, dar media vuelta al inserto.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-3 Mordazas

Retirá un resorte, un pistón y el inserto, estas se deben cambiar cuando se requieran más de dos golpes al final del ajuste de martillo para sujetar el tubo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-4 Insertos

Para poner el inserto, se comienza poniendo el pistón, seguido del resorte en el orificio para luego dar media vuelta al inserto, ejercer presión hacia abajo y con el desatornillador de paleta darle media vuelta dejando finalmente el inserto en su posición inicial.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5 Resorte y pistón

2.2.2. Reemplazo de cuchilla de corte y pasador

Para reemplazar la cuchilla de corte, se debe retirar el pasador con ayuda de un pin punch o alguna otra alternativa, en este caso se utilizó un desatornillador de tipo Phillips el cual se apoyó en el pasador y con un martillo se le aplicó golpes leves para retirar el este, sacando el pasador queda libre la cuchilla. Por cada 3 cambios de cuchilla se debe cambiar el pasador, para instalarla solo se posiciona la cuchilla y se introduce el pasador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6 Cuchilla de corte y pasador

2.2.3. Reemplazo de escariador

Para retirar el escariador, se utilizó al igual que en la cuchilla de corte, un martillo y un desatornillador tipo Phillips, el cual se apoya a un costado del pasador y con el martillo se le aplica unos leves golpes con los que el pasador saldrá, para poner el nuevo escariador, solo se debe introducir y centrar los espacios en que va el pasador e introducirlo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7 Escariador y pasador

2.2.4. Cambio de filtro

Para cambiar el filtro, se debe en primera instancia mover el porta herramientas a su máxima capacidad, para así poder retirar las bandejas filtro y pre-filtro, sacadas estas, nos encontraremos con el depósito de aceite, en el estará el filtro conectado a una manguera y fijado con un tornillo, se debe retirar el aceite para poder sustituir el filtro, generalmente en el modelo 300 compact tiene un tapón en el depósito de aceite para facilitar la extracción de este, pero en particular este equipo tiene sellada ese sector, por lo que se sacó mediante un pote, por lo que llevo más tiempo. Retirando el tornillo con un desatornillador de paleta y deslizado el filtro de la manguera, la cual no opone ninguna resistencia al retiro del filtro, quedara libre el filtro y solo se debe introducir el nuevo a la manguera y volver a atornillar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8 Filtro

2.2.5. Reemplazo de juegos de terrajas

Para reemplazar el juego de terrajas, posicionar el cabezal en una superficie plana, extender a su máxima capacidad el cabezal (2 In) y abrir el cabezal, de esta manera quedan libres las terrajas, los cuales están enumerados del 1 al 4 para identificar su posición.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9 Cabezal de terrajas

Seleccionadas las terrajas a utilizar, las cuales en la parte de atrás tienen una serie para poder identificarlos, los cuales deben corresponder a su número en el cabezal, para colocarlos se deben insertar hasta la flecha que indica en la parte de atrás, en ese punto el espiral va a encajar, introducidos los 4 dados en su posición correspondiente, respetando el número y la flecha de la serie, se cierra el cabezal, colocando la arandela en la posición inicial.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10 Juego de terrajas

2.2.6. Lubricación de buje delantero y trasero

Para lubricar el buje delantero y buje trasero se utilizara una bomba de grasa manual, la cual se debe conectar en los alemites que se encuentran en la parte superior del equipo y bombear la grasa hasta que comience a salir la grasa nueva por el costado.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11 Bomba de grasa manual

2.2.7. Lubricación de la cremallera del porta herramientas

Se aplica grasa manualmente en la cremallera, de manera que esta cubra toda su área.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12 Cremallera

2.2.8. Cambio de escobillas del motor

Para realizar el cambio de las escobillas del motor, en primera instancia se debe retirar la cubierta del motor, la cual esta fija mediante 2 tornillos, los cuales se pueden sacar con un desatornillador de paleta.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13 Cubierta del motor

Retirada la cubierta se podrá visualizar una fracción del motor, la cual tiene en sus costados 2 tapas circulares negras, las cuales se pueden sacar con un desatornillador de paleta, sacadas las tapas se podrán retirar las escobillas manualmente, para luego introducir el par nuevo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-14 Escobillas del motor

2.2.9. Limpieza de bandeja filtro y pre-filtro

Se introduce las bandejas en un algún recipiente con diluyente durante algunos minutos, para luego con un paño o waípe retirar el aceite y residuos, que en el caso de las bandejas de este equipo estaban impregnadas, si el diluyente es escaso, se humedece el paño o waípe y se refriegan las bandejas hasta retirar la suciedad.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-15 Diluyente

2.2.10. Recambio de aceite

Recambie el aceite para cortar roscas cuando se ensucie o se contamine. Para vaciar el aceite, coloque un recipiente debajo del tapón de vaciado y saque el tapón. En el caso particular de este equipo, el sector en el cual iba el tapón estaba sellado por lo que se extrajo el aceite mediante un pote.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-16 Contenedor de aceite

2.3. Aplicación de la metodología SMED

En la primera etapa de la metodología se estudia el equipo y el proceso que realiza, el cual fue definido anteriormente mediante SIPOC, además de las funciones de cada componente. Por lo general al realizar SMED se forma un equipo de trabajo en el cual se dividen las tareas. Luego de grabar la aplicación de estas, analizan los videos buscando mejoras, en este caso, será un solo integrante quien realizara las labores de mantenimiento y analizara los videos, los cuales serán grabados con una GoPro Hero 5 black.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-17 Gopro Hero 5 black

2.4. Primera grabación

Debido a la situación actual, es imposible realizar las labores de mantenimiento en las instalaciones de la empresa, por lo cual se solicitó disponer del equipo en la casa, solicitud que fue aprobada y la cual nos hace aplicar la metodología en otro lugar físico y disponer de diferentes herramientas a las que se encuentran en el taller mismo.

Como se puede apreciar en la imagen, se realizara el mantenimiento en el patio del hogar que se dispone, por lo que al comienzo del mantenimiento se requirió tiempo para despejar el sector de trabajo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-18 Zona de trabajo

La primera etapa de grabación tuvo una duración de 1 hora con 44 minutos debido a la inexistencia de una planificación y la gran cantidad de tiempo requerido para encontrar las herramientas a utilizar.

Las labores realizadas al equipo no requirieron una gran cantidad de tiempo, lo que produjo un tiempo más elevado fueron factores tales como:

- Desconocimiento de las herramientas a ocupar
- Lejanía entre la zona de trabajo y donde se encontraban las herramientas
- Interferencia debido al ambiente de hogar
- Conversaciones externas al trabajo
- Capacidad de la cámara

Tales factores fueron identificados como los responsables del tiempo requerido, por lo tanto estos mismos factores serán los puntos a modificar para la segunda grabación. Anteriormente se definió lo que corresponde a tareas internas y tareas externas, previo al inicio del mantenimiento no se realizó ninguna labor externa en relación al mantenimiento, que no haya sido estudiar el funcionamiento del equipo, por lo mismo, como objetivo al realizar el SMED, se reducirán las tareas internas las cuales se aplican solo con el equipo detenido y se aumentaran las tareas externas. Como se mencionó anteriormente, del análisis realizado a la primera grabación, se desprendieron factores que influyeron en el tiempo no efectivo de mantenimiento por lo tanto se establecerán las medidas tomadas para que estos tiempos no efectivos sean eliminados.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-19 Bodega de herramientas

2.5. Tiempos obtenidos

Se entregaran los tiempos obtenidos por actividad realizada, además de los contratiempos presentes en cada una, y las medidas tomadas para completar con las labores de mantenimiento.

2.5.1. Recambio de escariador y cuchilla de corte

Para iniciar estas tareas, fue necesario antes despejar el lugar de trabajo, ya que en la zona se encontraban artículos comunes de un hogar (sillas, trapos cartones) los cuales interferían en el mantenimiento, esto ocupo 2 minutos, para luego, identificar las herramientas necesarias para retirar el pasador tanto del escariador como de la cuchilla, esto demoro 5 minutos. Iniciada la extracción tan solo demoro 30 segundos retirar y 30 segundos volver a introducir el pasador del escariador y un total de 2 minutos retirar e introducir el pasador de la cuchilla de corte.

2.5.2. Cambio de aceite y filtro

Al realizar esta actividad, se presentaron una serie de contratiempos que provoco realizar tareas extras a lo pensado. Se retiraron las bandejas filtro y pre-filtro lo cual demoro 40 segundos, al sacar las bandejas quedo a la vista el contenedor de aceite y se pudo apreciar lo siguiente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-20 Estado del depósito de aceite

El contenedor el cual debía tener aceite, tenía una gran presencia suciedad y además una gran cantidad de agua, lo más probable es que el equipo fue dejado a la intemperie, por lo cual la presencia de agua.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-21 Suciedad dentro del depósito

Visto lo anterior, se revisó el despiece del equipo y junto a eso ocurrió una interferencia de índole familiar lo cual demoró 5 minutos. Se localizó el tapón por el cual según manual se extraía el aceite, pero se presentó otro contratiempo, y fue que la zona en donde va el tapón estaba sellada por lo que se procedió a extraer el líquido mediante un pote, el cual se hizo cortando una botella además se buscó un recipiente para introducir el líquido, lo cual demoró 6 minutos con 3 segundos, y la extracción del líquido demoró 6 minutos con 30 segundos.

Debido a que esta fue una situación particular por el estado del contenedor y además que no se replicara un cambio de aceite ya que sería un gasto innecesario al no haber cumplido su vida útil, se utilizara el mismo tiempo, y los cambios se realizaran en otros factores. Vaciado es contenedor se procederá a realizar una limpieza del mismo, ya que, como se pudo apreciar en la imagen la suciedad estaba presente en diversos sectores del contenedor, la limpieza demoró 11 minutos con 45 segundos y 1 minuto 30 segundos en tiempos no efectivos.

Al haber vaciado y limpiado el contenedor, ya es visible el filtro el cual en tan solo 40 segundos fue retirado de su posición para luego poner el nuevo en 1 minuto con 10 segundos



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-22 Depósito vacío

2.5.3. Limpieza de bandejas y limpieza superficial

Se requirió 10 minutos con 3 segundos el ir a buscar herramientas y diluyente

La limpieza de las bandejas demora 9 minutos con 10 segundos y se realizó una limpieza superficial con un paño y diluyente que tardó 7 minutos con 55 segundos.

2.5.4. Reemplazo de insertos de las mordazas

Para retirar los insertos solo se necesita un desatornillador de paleta y demora 2 minutos la extracción, a diferencia del momento de introducir los insertos que demora 8 minutos con 58 segundos, esta diferencia se le atribuye a la inexperiencia del mantenedor en este recambio y la mayor dificultad que requiere introducir los insertos, luego se utilizó un cepillo de metal en las piezas.

2.5.5. Recambio de escobillas del motor

Para retirar las escobillas en primer lugar se debe sacar la cubierta del motor, luego de esto, se extrajeron las escobillas en 2 minutos con 3 segundos, entre medio se tomaron fotografías para registrar lo que se cuenta como tiempo no efectivo, luego de eso se introdujeron las escobillas lo que demoro 4 minutos con 30 segundos.

2.5.6. Lubricación de bujes y cremallera

Demoro 7 minutos encontrar la bomba de grasa la cual se utilizó para proporcionar la grasa a los bujes delantero y trasero, esto demoro 3 minutos con 58 segundos.

Para lubricar la cremallera se aplica la grasa de forma manual y esto demoro 1 minuto con 20 segundos para ambos carriles de la porta herramientas.

2.5.7. Recambio de terrajas

Demoro 5 minutos realizar esta actividad manual, el tiempo efectivo depende netamente de la aplicación del mantenedor para realizar esta actividad.

2.6. Segunda grabación

Se desarrolló la segunda grabación en el mismo lugar físico, pero en esta ocasión, teniendo en cuenta los factores analizados en la primera grabación que ocasionaron tener tiempos de mantenimiento no efectivos, por lo tanto se incorporaron las siguientes medidas.

- Se recolectaron todas las herramientas utilizadas en la primera grabación, antes de dar inicio a la segunda grabación, de esta manera se eliminan todos los tiempos no efectivos utilizados en la primera ocasión para encontrar las herramientas necesarias.

- Se instaló una mesa al costado del equipo, en la cual se dispusieron todas las herramientas a utilizar en la aplicación de las labores de mantenimiento además de los suministros mencionados anteriormente.
- Se programó una hora del día (8:00 am), en la cual no existieran interferencia de carácter familiar y así mismo se eliminaron las conversaciones externas al momento de grabar.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-23 Aplicación de labores externas

La segunda grabación tuvo una duración de 19 minutos con 10 segundos, una duración considerablemente menor a la primera, esto debido a que se definieron labores externas, reduciendo el tiempo no efectivo de mantenimiento ya sean conversaciones externas al mantenimiento, tiempo requerido en buscar herramientas o interrupciones de carácter familiar. Además tareas como la limpieza del contenedor de aceite que se realizó en la primera grabación, no se realizó en la segunda, ya que fue un caso particular, y no se puede realizar 2 veces así que no es comparable, por otro lado la lubricación de los bujes tampoco se realizó en los bujes ya que sería un desperdicio de recursos aplicar más grasa siendo que no ha cumplido su vida útil por lo tanto se considerara el mismo tiempo, aunque la bomba de grasa, la cual se utiliza para lubricar los bujes del equipo se dispuso en los arreglos realizados.

2.7. Tiempos obtenidos

2.7.1. Recambio de escariador y cuchilla de corte

El cambio de escariador considerando el tiempo efectivo de mantenimiento demoro al igual que en la primera ocasión 1 minuto. En el caso de la cuchilla de corte en la segunda grabación demoro 1 minuto con 20 segundos, reduciendo en 40 segundos el primer intento.

2.7.2. Cambio de aceite y filtro

Como se mencionó anteriormente, el cambio de aceite se mantendrá el mismo tiempo efectivo de la primera grabación el cual sería 6 minutos 30 segundos, no se contara el tiempo utilizado para limpiar el contenedor debido al estado en que se encontraba, por otro lado el cambio de filtro en la segunda grabación demoro 1 minuto 15 segundos, 35 segundos menos que en la primera grabación.

2.7.3. Reemplazo de insertos de las mordazas

El reemplazo de insertos en la segunda grabación tardo 2 minutos con 50 segundos, obteniendo una diferencia de 8 minutos con 8 segundos en comparación a la primera, esto debido a que en la primera ocasión no se conocía la técnica adecuada para volver a introducir los insertos, hecho que fue corregido en la segunda ocasión reduciendo considerablemente el tiempo efectivo de mantenimiento.

2.7.4. Recambio de escobillas del motor

En la segunda grabación el cambio de escobillas del motor demoro 6 minutos con 10 segundos, obteniendo una diferencia de 23 segundos en comparación a la primera.

2.7.5. Lubricación de bujes y cremallera

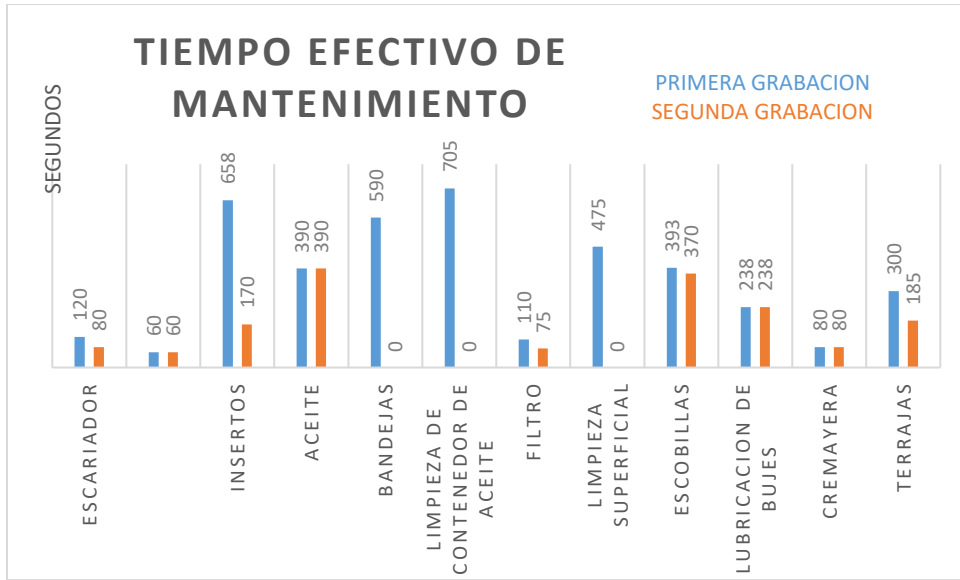
Como se mencionó anteriormente, la lubricación de los bujes será considerada con el mismo tiempo efectivo de mantenimiento que en la primera grabación, al igual que la cremallera.

2.7.6. Recambio de terrajas

Al realizar la segunda grabación, esta actividad tardo 3 minutos con 5 segundos, teniendo una diferencia de 1 minuto con 55 segundos, esto se le asocia, a que en la primera oportunidad no se tenía conocimiento del procedimiento a diferencia del segundo intento por lo que la técnica y aplicación fue diferente.

2.8. Resultados

A través de la metodología SMED, se obtuvieron 2 registros de grabaciones en los que se realizaban las tareas de mantenimiento en el equipo, como se puede apreciar en las siguientes gráficas de tiempo efectivo de mantenimiento, en la segunda grabación se redujeron considerablemente los tiempos, debido a las medidas llevadas a cabo en la segunda grabación respecto a los análisis obtenidos de la primera, transformando las tareas internas que se visualizaron en la primera grabación, en tareas externas para la segunda. Además el hecho de que en la primera grabación no se conoce el procedimiento a realizar en las tareas, afecta en los tiempos, ya que en la segunda, el conocer las tareas que se van a realizar, produce una confianza y una continuidad en la aplicación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-24 Tiempo efectivo de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-25 Tiempo no efectivo de mantenimiento

CAPITULO 3: PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS
DE COSTOS

3. PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO Y ANALISIS DE COSTOS

3.1. Modelo de planificación de mantenimiento

En el capítulo 1 se aplicó la metodología FMEA, para definir las tareas de mantenimiento a realizar en el equipo, que tienen la finalidad de generar una mayor disponibilidad, confiabilidad y vida útil del equipo, conceptos que serán definidos en el transcurso del capítulo, estas tareas buscan cubrir la propia demanda del servicio la cual se expresa a través de fallas, entendiendo que el mantenimiento detendría el equipo, pero una falla implicaría un mayor tiempo perdido que se ve expresado en pérdidas monetarias para la empresa.

Disponibilidad

Capacidad de un equipo, para estar en un estado óptimo, al momento de cumplir una función requerida en condiciones dadas y durante un tiempo determinado.

Confiabilidad

Probabilidad de que un equipo, pueda cumplir su desempeño normal, sin fallas en condiciones dadas y durante un tiempo determinado.

Mantenibilidad

Concepto asociado al diseño, se refiere a la probabilidad de que frente a un problema en el equipo, este pueda ser solucionado en un plazo reducido.

Antes de iniciar con el mantenimiento del equipo, se debe llevar a cabo una planificación la cual consiste en, el trabajo previo a la ejecución de las tareas de mantenimiento, ya sea organizar las herramientas necesarias, los insumos a utilizar, los repuestos que se deben pedir en bodega y en el caso de no tener STOCK, conseguir el repuesto del equipo, lo cual genera tiempos no efectivos en el caso de no ser una tarea externa al mantenimiento.

se realizara la planificación del mantenimiento de la roscadora, mediante la resolución de preguntas definidas de tal manera, que abarque todos los aspectos necesarios para llevar a cabo el mantenimiento, el modelo consta de apartados en los que hay preguntas, definición de cargos y apartado de imágenes los cuales se encuentran en el anexo.

Cuestionario de planificación

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?
2. ¿Porque se debe realizar?
3. ¿Cuáles son las recomendaciones de Vendors Especialistas para esta actividad?
4. ¿Cómo se debe realizar el trabajo?
5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?
6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo?
7. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?
8. ¿Cuándo se debe realizar?
9. ¿El inicio de este trabajo depende del termino o entrega de otras actividades, cuáles?
10. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?
11. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?
12. ¿Qué repuestos se necesitan?
13. ¿Qué herramientas se necesitan?
14. ¿Qué equipos se necesitan?

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-1 Cuestionario de planificación

3.2 Frecuencias

Debido al estado en que se encontraba el equipo al iniciar el proyecto, fue necesario aplicar en su totalidad las tareas definidas anteriormente en un solo mantenimiento, pero cada actividad tiene una frecuencia de realización que depende del uso que tenga el equipo y el criterio del mantenedor. A continuación se podrá apreciar una tabla con la frecuencia de realización de cada actividad basada en el manual del equipo e información entregada por el operador.

Tabla 3-1 Frecuencia de actividades

Actividad	Diaria	Semanal	Mensual	semestral	Anual	N° Roscas
Inspecciones			X			
Recambio de escariador					X	
Recambio de cuchilla corta tubos						200
Recambio de insertos de las mordazas				X		
Recambio de terrajas						200
Recambio de filtro				X		
Recambio de escobillas de motor				X		
Lubricación de bujes		X				
Lubricación de cremallera		X				
Cambio de aceite			X			
Limpieza de bandejas	X					
Limpieza superficial		X				

Fuente: Elaboración propia

Se establecieron las frecuencias de cada actividad, según lo recomendado por el manual, ya sean frecuencias en un plazo de tiempo establecido o luego de un número de producción fijo, en el caso de este tipo de actividades que corresponden a recambio de piezas, si bien se les establece un número de roscas en la planificación, debe ir acompañado de inspecciones mensuales para comprobar el estado de cada componente, debido a que si se produce un deterioro temprano del componente según el criterio del mantenedor es indispensable realizar el recambio de pieza para evitar una detención del equipo por posible falla.

3.3 Pauta de trabajo y check list

Junto a la planificación del mantenimiento se entregara la pauta de trabajo y el check list, los cuales son documentos que aseguran la calidad del trabajo, el trabajador a través de estos documentos puede asegurarse de las tareas a realizar y retroalimentar las tareas que se realizaron. En cada una se debe rellenar con la información solicitada, ya sea en nombre del realizador de las actividades, la fecha en que se realizaron, firma, entre otros.

Check list

Documento utilizado por el encargado del mantenimiento, con la finalidad de realizar las últimas revisiones previas a la entrega del trabajo a operaciones. Es un listado con actividades el cual se podrá apreciar a continuación.

Check List Recepción: Roscadora Modelo 300C				
Ítem	Actividad	Si	No	
1	Verificar estado del cableado eléctrico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Verificar limpieza de bandejas filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Verificar carga de aceite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Revisión de escariador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Revisión de cuchilla de corte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Revisión de terrajas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Revisión de insertos de mordazas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Verificar sujeción de cubierta de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Revisión de escobillas de motor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	Verificar engrase de bujes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Verificar engrase de cremallera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	Cambio de filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13	Verificar limpieza del equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Observaciones:				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
<hr/>				
			Nombre	_____
			Fecha	_____
			Firma	_____

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2 Check list

Pauta de trabajo

La pauta de trabajo como documento, es un listado del paso a paso de todos los elementos que se irán chequeando, lo cual le atribuye un control en terreno a todas las actividades de mantenimiento.

Pauta de trabajo - Mantenimiento Roscadora 300C					
ítem	Lista de actividades	ejecutor	Nombre	Firma	Fecha
1	Desconectar de la corriente.				
2	Retirar bandejas.				
3	Recambio de escariador.				
4	Recambio de cuchilla corta tubos.				
5	Recambio de insertos de las mordazas.				
6	Limpieza de bandejas.				
7	Vaciar contenedor de aceite				
8	limpieza del contenedor de aceite				
9	Recambio de filtro				
10	Rellenar el contenedor de aceite				
11	poner bandejas				
12	Recambio de escobillas de motor				
13	Lubricación de bujes				
14	Lubricación de cremallera				
15	Limpieza superficial				

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-3 Pauta de trabajo

3.1 Análisis de costos

El análisis de costos, hace referencia al valor monetario de los insumos, ya sea mano de obra o materia prima, en otras palabras, la relación producción- costo del equipo o proceso a estudiar en este caso, se analizarán los costos correspondientes a los insumos necesarios para realizar el mantenimiento a la roscadora eléctrica Ridgid 300 compact, los cuales fueron definidos anteriormente, además de los valores asociados al servicio entregado por Metalgar.

Ridgid como empresa estadounidense en el rubro comercial de las herramientas, entrega una gran variedad de productos relacionados a inspección, prensado, llaves, fabricación de roscado y tuberías entre otras. Siendo las máquinas roscadoras motorizadas la categoría, en el que se encuentra la roscadora eléctrica ridgid 300 compact, ridgid ofrece diversos modelos de roscadoras los cuales varían sus características y su precio los cuales se presentarán a continuación:

Tabla 3-2 Valor de los modelos Ridgid

Modelo	Valor aproximado
Roscadora modelo 1224	\$11.616.000
Roscadora modelo 535	\$8.076.000
Roscadora modelo 300	\$5.000.000

Fuente: Elaboración propia, datos FERAM

El equipo estudiado tiene un precio en el mercado de \$5.000.000 aproximadamente, con el cual tiene una producción semanal de 50 hilos regularmente, con un precio de \$6.000 por rosca.

Tabla 3-3 Valor por producción

	Tubos	N° Roscas	Total
Semanal	25	50	\$300.000
Mensual	100	200	\$1.200.000
Anual	1200	2400	\$14.400.000

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó durante el desarrollo del escrito, para realizar el mantenimiento del equipo, son necesarios diversos insumos, repuestos y herramientas de los cuales se debe tener en cuenta su precio:

Tabla 3-4 Valor de las herramientas

Herramienta	Precio
Mazo de goma	\$6.290
Desatornillador de paleta	\$3.690
Bomba de grasa manual	\$12.524
Cepillo metálico	\$2.290
Total	\$24.794

Fuente: Elaboración propia, datos FERAM y Sodimac.

Tabla 3-5 Valor de los insumos

Insumo	Precio
Diluyente	\$7.990
Papel absorbente	\$12.990
Aceite Nu- Clear (1 galón)	\$27.481
Grasa Molykote BR-2 Plus (5Kg)	\$79.000
Total	\$127.461

Fuente: Elaboración propia, datos FERAM y Sodimac.

Tabla 3-6 Valor de los repuestos

Repuestos	Precio
Juego de insertos	\$80.000
Juego de terrajas	\$183.638
Escobillas de motor	\$17.200
Cuchilla de corte	\$29.511
Escariador	\$217.940
Filtro	\$15.000
Total	\$543.289

Fuente: Elaboración propia, datos FERAM y Sodimac

Al realizar una inversión inicial, la compra de herramientas es menos frecuente que la compra de insumos por lo que en un inicio se debe gastar \$24.794 en herramientas para poder realizar el mantenimiento, en el caso de los insumos son \$127.461 el total a gastar para realizar un mantenimiento según la planificación, los cuales se van reponiendo según el criterio del mantenedor y la cantidad que quede del insumo. Los repuestos en total tienen un valor de \$543.289 aproximadamente, teniendo un repuesto en bodega para cada uno.

Como se mencionó anteriormente, el valor por realizar una rosca en este equipo tiene un valor de \$6.000 de los cuales, \$2.000 son para el operador y \$4.000 para el dueño del equipo, de esta cantidad sale el capital para comprar los repuestos e insumos cuando sean necesarios, y el resto es ganancia para el dueño del equipo.

Siendo Ridgid la marca de la roscadora eléctrica 300 compact, su distribuidor oficial en Chile es FERAM, donde los pedidos de repuestos originales deben ser solicitados en esa tienda, la cual tiene su casa matriz en Santiago y sucursal en Valparaíso.

Como se podrá apreciar a continuación, se realizó una tabla que representa un supuesto de los costos e ingresos del proyecto de mantenimiento, la cual se representa en periodos de 1 mes, en el transcurso de 1 año, donde se cuantificaran los costos de producción, mantenimiento y materiales los cuales son montos negativos que dentro de la tabla están señalados con color rojo, los ingresos por venta son el producto entre la cantidad de roscas y su precio, el cual se agrega en cada periodo, la inversión la cual se agrega en el periodo 0, la utilidad la cual es la diferencia entre los costos y el ingreso por venta, la utilidad acumulada corresponde a la suma de cada utilidad conforme van transcurriendo los periodos, obteniendo en el último periodo una utilidad acumulada de \$4.238.594 que corresponde a la ganancia en el primer año del proyecto.

Tabla 3-7 Periodos del 0-5

Periodos	0	1	2	3	4	5
Costo de producción		\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529
Costo de mantenimiento		\$ -211.119	\$ -240.630	\$ -211.119	\$ -240.630	\$ -211.119
Costo de materiales			\$ -99.980		\$ -99.980	
Ingreso por venta		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
Inversiones	\$ -695.544					
Utilidad	\$ -695.544	\$ 511.352	\$ 381.861	\$ 511.352	\$ 381.861	\$ 511.352
Utilidad acumulado	\$ -695.544	\$ -184.192	\$ 197.669	\$ 709.021	\$ 1.090.882	\$ 1.602.234

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-8 Periodos del 6-12

6	7	8	9	10	11	12
\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529	\$ -477.529
\$ -335.630	\$ -211.119	\$ -240.630	\$ -211.119	\$ -240.630	\$ -211.119	\$ -570.770
\$ -99.980		\$ -99.980		\$ -99.980		\$ -99.980
\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
\$ 286.861	\$ 511.352	\$ 381.861	\$ 511.352	\$ 381.861	\$ 511.352	\$ 51.721
\$ 1.889.095	\$ 2.400.447	\$ 2.782.308	\$ 3.293.660	\$ 3.675.521	\$ 4.186.873	\$ 4.238.594

Fuente: Elaboración propia

El costo de producción hace referencia a la remuneración del operado del equipo, el cual corresponde a \$2.000 por rosca realizada, además el aceite \$27.481 que interviene en el proceso, y el consumo eléctrico del equipo \$50.048.

El costo de mantenimiento corresponde a todos los gastos realizados, para llevarlo a cabo, como se mencionó en el escrito, el equipo no constaba de un mantenimiento establecido por lo cual, solo aplicaban mantenimiento correctivo y debían gastar al menos 1 terraja al mes, ya sea por el desgaste o la fractura de estos, en estos costos, van incluidos los repuestos utilizados, según corresponda su frecuencia.

El costo de materiales, corresponde a los materiales los cuales se irán reponiendo mes por mes en los que están incluidos, diluyente, grasas y papel absorbente. El ingreso por venta, corresponde al producto entre la cantidad de roscas realizadas en el periodo [200] y el precio por rosca [\$6000], dando como resultado \$1.200.000 mensuales. La inversión, se incluye en el periodo 0, corresponde a \$ -695.544 que es la suma de los insumos, repuestos y herramientas utilizados para dejar en condiciones de trabajo al equipo en el inicio del proyecto, además de abastecer la bodega. La utilidad corresponde a la diferencia entre los costos de producción, mantenimiento, materiales y el ingreso por venta, en cada periodo. La utilidad acumulada es la suma entre las utilidades a medida que van transcurriendo los periodos, al cumplir los 12 meses del primer año, la utilidad acumulada es de \$ 4.238.594.

CONCLUSION

Se estructuró este escrito de tal manera de hacer entender al lector en primera instancia, la función que cumple el equipo en la empresa Metalgar y de igual manera las funciones que cumplen los componentes del equipo, los cuales fueron descritos, con la finalidad de establecer las labores de mantenimiento necesarias, esto gracias a la utilización de metodologías de gestión como el FMEA con el cual se indicaron 9 modos de fallos en los componentes mencionados, además de diagramas para representar la función y el proceso como lo es SIPOC.

Se logró el objetivo estableciendo 12 tareas de mantenimiento, con lo que se puede dar comienzo a la metodología SMED con la cual se logró reducir 2471 segundos del tiempo efectivo de mantenimiento en comparación entre la primera y la segunda grabación, además gracias al análisis de los registros audiovisuales se logró eliminar 2218 segundos de los tiempos no efectivos de mantenimiento.

Al aplicar SMED es necesario manejar los conceptos que se mencionaron y describieron en el escrito ya que, al entenderlos, se hace más sencillo al momento de analizar las grabaciones y poder identificar factores que generen tiempos no efectivos y así tomar medidas al respecto, a través de lo mencionado anteriormente, se logró disminuir los tiempos en un 70%.

Se estableció una planificación del mantenimiento mediante la resolución de 27 ítems que abarcan los aspectos más relevantes a tener en cuenta, además se realizó una tabla con las frecuencias de realización de cada tarea de mantenimiento. Dentro de la planificación van identificados cada repuesto, insumo y herramienta a utilizar los cuales serán mencionados en un supuesto de los ingresos y egresos del proyecto de mantenimiento, el cual se analizó en el transcurso de 1 año dividido en periodos de 1 mes, con lo que se obtuvo una utilidad acumulada de \$4.238.594 anual.

BIBLIOGRAFIA

- Ridgid. Manual del operador 300 compact.
- Moubray J. (2004). Mantenimiento centrado en la confiabilidad, segunda edición. United kingdom: Aladon Ltd.
- Paredes F. (2007). Preparación rápida de máquinas: El sistema SMED. Perú.
- Moro Piñeiro M. (1999). Metrología: Introducción, Conceptos e Instrumentos. Universidad de Oviedo.

ANEXOS.

ANEXO A: PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO

1. ¿Qué trabajo se requiere realizar?

- 1.1 Reemplazo del juego de insertos en las mordazas
- 1.2 Reemplazo de cuchilla de corte y pasador
- 1.3 Reemplazo de escariador
- 1.4 Cambio de filtro
- 1.5 Reemplazo de juegos de terrajas
- 1.6 Lubricación de buje delantero y trasero
- 1.7 Lubricación de la cremallera del porta herramientas
- 1.8 Cambio de escobillas del motor
- 1.9 Limpieza de bandeja filtro y pre-filtro
- 1.10 Recambio de aceite

2. ¿Porque se debe realizar?

- 2.1 Equipo detenido, se requiere su uso.
- 2.2 Mantenimiento preventivo mensual, según corresponda.

3. ¿Cuáles son las recomendaciones de Vendors Especialistas para esta actividad? ¿Se consideraron en el alcance del trabajo?

- 3.1 Sistema de lubricación.
- 3.2 Conseguir manual y despiece.
- 3.3 Definir funciones.

4.1 Desconectar equipo de la corriente.

4.2 Retirar cabezal de terrajas (con mazo de goma), disponer cabezal en superficie plana y realizar el cambio de terrajas.

4.3 Retirar pasador del escariador y junto a este, el escariador, poner el repuesto correspondiente. (Puede apoyar un desatornillador Philips en el pasador y con el mazo de goma, realizar leves golpes para retirar el pasador.)

4.4 Retirar pasador de la cuchilla corta tubos y junto a este, la cuchilla corta tubos, poner el repuesto correspondiente. (Puede apoyar un desatornillador Philips en el pasador y con el mazo de goma, realizar leves golpes para retirar el pasador.)

4.5 Retirar bandejas filtro y pre filtro, y dejar remojando en diluyente.

4.6 vaciar el contenedor de aceite con de un pote y otro contenedor para dejar el aceite que se extrajo. (Esto debido a que en este equipo en particular, esta sellado el lugar donde debería estar el tapón para retirar el aceite).

4.7 Retirar filtro, esta fijo con un tornillo (desatornillador de paleta).

4.8 Limpiar todo el contenedor de aceite (Paño absorbente o waibe).

4.9 Poner el filtro nuevo y rellenar el contenedor con aceite (aceite Ridgid Nu-clear)

4.10 Limpiar las bandejas que fueron puestas en diluyente, con papel absorbente o waibe y luego ponerlas en su posición inicial.

4.11 Retirar los insertos de las mordazas, con un desatornillador de paleta, aplicando presión al inserto y dándole media vuelta con el desatornillador, luego introducir los repuestos.

4.12 Con el desatornillador de paleta, retirar los 2 tornillos de fijan la tapa que cubre el motor, luego con la misma herramientas retirar las tapas de las escobillas del motor para sacar las escobillas y poner los repuestos. Luego volver a poner las tapas de las escobillas y la cubierta.

4.13 Con una bomba de grasa manual, aplicar grasa a los bujes delantero y trasero, a través de los alemites que se encuentran en la parte superior del equipo. (Bomba de grasas manual, grasa grafitada)

4.14 Limpiar y Aplicar grasa en la cremallera del porta herramientas (aplicación manual, grasa multiusos o grafitada).

4.15 Limpieza superficial del equipo (con waípe o papel absorbente, diluyente).

4.16 Limpieza de zona de trabajo.

5. ¿Cuál es la secuencia correcta de las actividades asociadas al trabajo?

5.1 Desconectar de la corriente.

5.2 Recambio de terrajas.

5.3 Retirar bandejas.

5.4 Recambio de escariador.

5.5 Recambio de cuchilla corta tubos.

5.6 Recambio de insertos de las mordazas.

5.7 Limpieza de bandejas.

5.8 Vaciar contenedor de aceite y limpieza de este.

5.9 Recambio de filtro

5.10 Rellenar el contenedor de aceite

5.11 poner bandejas

5.12 Recambio de escobillas de motor

5.13 Lubricación de bujes

5.14 Lubricación de cremallera

5.15 Limpieza superficial

6. ¿Qué errores o fallas se han cometido en mantenciones anteriores en este equipo?, ¿cuáles y como se evitarán?

6.1 Deficiencia en la lubricación, se le debe establecer frecuencias de lubricación.

6.2 No había preparación previa, del orden de las herramientas y suministros.

7. ¿Qué trabajos previos se deben realizar?

7.1 Verificar repuestos.

7.2 Retirar repuestos de bodega.

7.3 Agrupar herramientas y elementos de trabajo.

7.4 Preparar equipos de protección personal.

8. ¿Cuándo se debe realizar?

8.1 En el mantenimiento programado.

8.2 Lubricación mensual.

8.3 Limpieza semanal.

9. ¿El inicio de este trabajo depende del termino o entrega de otras actividades, cuáles?

9.1 No depende de otra actividad.

10. ¿El término de este trabajo afecta el inicio de otro trabajo?

10.1 No afecta el inicio de otro trabajo.

11. ¿Existen otros trabajos paralelos que deben realizarse en este equipo?

11.1 No existen equipos en paralelo.

12. ¿Qué repuestos se necesitan?

- Paño absorbente (c/u)
- Grasa lubricante (Serie Mobilgrease XHP 460) 1 (c/u)
- Diluyente 1 (c/u)
- Aceite lubricante (Ridgid Nu-clear) 1 galón (c/u)
- Escobillas de motor 2 (c/u)
- Insertos de mordazas 3 (c/u)
- Juego de terrajas 1 (c/u)
- Filtro 1 (c/u)
- Pasador y escariador 1 (c/u)
- Pasador y cuchilla de corte 1 (c/u)

13. ¿Qué herramientas se necesitan?

- Desatornillador de paleta.
- Mazo de goma o martillo
- Cepillo metálico
- Bomba de grasa manual

14. ¿Qué equipos se necesitan?

- No aplica

15. ¿Qué servicios se requieren contratar?

- No aplica.

16. ¿Quién o quienes realizaran el trabajo?

7.1 Encargado del mantenimiento

17. ¿Cómo asegura Ud. que las personas que ejecutarán el trabajo sabrán cómo realizar el trabajo?

9.1 Entregándoles formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List, Planos.

9.2 Analizar planificación de trabajo junto a los mantenedores.

18. ¿Cuál es el tiempo disponible para realizar el trabajo?

10.1 El tiempo será establecido según la planificación del encargado de mantenimiento, idealmente en un lapso de tiempo en el que no hayan pedidos.

19. ¿En qué horario se realizará el trabajo?

11.1 Horario de trabajo normal.

20. ¿Qué pruebas se realizaran?

14.1 Verificar que se proporcione aceite por el cabezal

21. ¿Quién o quienes realizaran las pruebas?

15.1 Encargado del mantenimiento

22. Realice un análisis de riesgo de esta actividad (what if)?

22.1 Qué pasa si se requieren más de 2 golpes en el ajuste tipo martillo:

- Realizar un recambio de los insertos en las mordazas.

22.2 Qué pasa si el aceite para roscar, se ensucia más rápido de lo normal.

- Limpiar las bandejas filtro y pre- filtro

22.3 Qué pasa si la copla no logra el recorrido necesario.

- Verificar el estado de las terrajas.
- En caso de estar desgastadas, realizas un recambio de las terrajas.

22.4 Qué pasa si la cuchilla de corte no logra o demora en cortar los tubos.

- Verificar el estado de la cuchilla.
- En caso de estar desgastada, realizar un recambio de la cuchilla.

23. ¿Cuáles son los documentos que aseguran la calidad del trabajo?

17.1 Pauta de Trabajo.

17.2 Check list de Recepción.

24. Instrucciones de Seguridad

Mantener el área de trabajo limpia, ordenada con el piso seco y libre de materiales resbaladizos

No exponer el equipo eléctrico a lluvia o exceso de humedad, si esto ocurre evitar tener contacto con superficies que estén conectadas a tierra.

Al momento de conectar o desconectar el equipo debe ser afirmando el enchufe y no tirando del cordón, mantener el cordón lejos del calor, aceites, humedad y posibles objetos cortantes, en el caso de que el cordón este en mal estado, se debe cambiar.

Evitar utilizar extensiones, pero en el caso de ser necesario revisar que esté en buen estado y si es para exteriores que sea el adecuado fabricado para uso en exterior.

Utilizar ropa adecuada que no quede suelta, evitar joyas y amarrar la cabellera larga, todo lo anterior se puede enganchar en la maquina ya que es un equipo que rota.

Siempre comprobar que el equipo este en la posición off, y en el momento de encender el quipo (on) comprobar que no queden puestas las llaves de regulación ni que hayan objetos sobre el equipo.

Es indispensable para la salud del trabajador hacer uso de los EPP necesarios para operar el equipo, protección para la vista, está expuesto a que salten virutas a los ojos, las cuales están a alta temperatura y velocidad.

Mascarilla para el polvo, calzado de seguridad antideslizante, casco y protección para los oídos.

Evitar utilizar accesorio que no correspondan al modelo del equipo

Mantener mangos limpios y secos, esto permite un mejor control de la máquina y puede evitar accidentes.

Esperar que la maquina se detenga antes de tocar el tubo o atornillar el acoplamiento.

25. Temas Pendientes:

25.1 Revisar repuestos en bodega.

25.2 Reposición de stocks repuestos utilizados.

26. Referencias:

26.1 Profesores Departamento de Mecánica UFSTM JMC.

26.2 Operador del equipo Metalgar.

27. Fotografía

