

Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de C. V.

Mtro. Juan Carlos Barragán Barajas^a, Mtro. Jorge Armando Ramos Frutos^b,
Ing. Francisco Casarez Yépez^c y Samantha Nikolle Avalos García^d

^aTecnm/Instituto tecnológico de Jiquilpan, Jiquilpan, Mich., México, jcbit@yahoo.com,

^b Universidad Tecnológica de León, León, Gto. México jorgerf1095@gmail.com, ^c Tecnm/Instituto tecnológico de Jiquilpan, Jiquilpan, Mich., México, francisco.cy@jiquilpan.tecnm.mx ^d Tecnm/Instituto tecnológico de Jiquilpan, Jiquilpan, Mich., México. samantha_ga@icloud.com.

Resumen

El propósito de este trabajo, es elaborar un programa de conservación basado en las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar las medidas de desempeño en el servicio prestado a los componentes físicos por parte del área de mantenimiento. La finalidad de mejorar el plan de mantenimiento es incrementar la productividad en el proceso de operaciones, al mejorar la fiabilidad de las máquinas de producción de la empresa definiendo y aplicando nuevas estrategias de mantenimiento, ayudando a administrar la gestión adecuada de los servicios prestados a los equipos para brindar un servicio de calidad de acuerdo con los parámetros establecidos, sin olvidar la capacitación necesaria a los operarios de las máquinas para que sean ellos los primeros en iniciar las labores de conservación de las mismas. Con el RCM (Metodología de mantenimiento centrada en la confiabilidad) se centra la atención en maximizar la disponibilidad y desempeño de equipos, mientras que con el TPM se mejora la calidad del servicio que proporcionan y su disponibilidad, por lo que la decisión de la aplicación de cualquiera de estas metodologías en una organización agrega valor a toda la empresa.

Palabras clave: Programa de conservación basado en las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad.

“Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de C. V.”

Introducción

Handmade shoes S. A de C.V. antes llamada Zolinka es una empresa dedicada a la fabricación y acabado de zapatos, se compone de numerosas piezas de distintos materiales y adhesivos, intervienen operaciones realizadas manual y/o mecánicamente, por lo que es necesario contar con un plan de mantenimiento, para evitar el deterioro de los recursos de la empresa, debido a que solo se aplica mantenimiento correctivo una vez que el equipo falla, afectando drásticamente la producción, por la falta de un inventario de refacciones mínimo y el restablecimiento del servicio de manera oportuna misma. El mantenimiento, con el pasar de los años ha evolucionado a tal punto en el que, sin él, no sería posible trabajar eficientemente y garantiza el correcto funcionamiento del equipo y más importante aún, su vida útil. En el campo industrial, un correcto y actualizado plan de mantenimiento es crucial tanto para la producción en masa como para la calidad del producto.

Por ello, este proyecto tiene como principal objetivo diseñar y estructurar un plan de mantenimiento para la empresa, aplicando las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad con el fin de detectar fallas que les permita garantizar la operación óptima de su proceso de producción.

Descripción de actividades

Para tal objetivo, se realizó un inventario de maquinaria, equipo y herramientas, se codificó la maquinaria y equipo, se clasificaron los equipos en vitales, importantes y triviales, se realiza un formato de registro, además se hace una propuesta de mantenimiento inicial, y un análisis modal de efectos y fallas junto con el diseño y estructuración de los respectivos instructivos y herramientas para su adecuada ejecución. Se describe paso a paso la ejecución, la inspección, evaluación y optimización de cada mantenimiento preventivo. Para llevar un control en este proceso, se implementó un cronograma que muestra el porcentaje de cumplimiento anual de mantenimiento. Además, se determinaron los costos de mantenimiento para cada equipo de producción involucrado en el programa, junto con un análisis del costo-beneficio por su implementación. Esto, para resaltar la importancia que tiene un mantenimiento preventivo en procesos de producción industriales, evitando paros imprevistos reduciendo los costos generados por actividades no programadas. Existe una serie de restricciones en el proceso de producción y se plantea una metodología para solucionar los problemas de manufactura. Algunos de ellos son; el transporte inadecuado, al ser movido un producto, se tiene el riesgo de sufrir daños, demoras, etc. Por mal manejo de materiales. Los movimientos repetitivos por posturas indeseables, generan con el paso del

tiempo traumas acumulativos. Los cuellos de botella en las estaciones de trabajo cuando los productos tienen que esperar demasiado para ser procesados en la siguiente operación. La falta de control en los procesos de producción para disminuir la variabilidad de los productos y los defectos, la falta de un plan de producción para producir solo lo requerido por el cliente y disminuir los inventarios en proceso, así como los retrabajos.

Resultados

La ejecución para hallar los valores MTBF (Tiempo promedio entre fallas), y MTTR (Tiempo promedio para reparar), se desarrolló a partir de la recopilación e intercambio de datos de confiabilidad, el cual para cada modo de fallo, como lo especifica la norma ISO 14224 debe tener su respectivo promedio de tiempo en el que el equipo no falla MTBF y el promedio que toma repararla MTTR, teniendo como base las tasas medias para equipo de trabajo. Cabe destacar que cualquier equipo que represente la misma función, pero sea de diferente marca, puede desempeñar los mismos MTBF y de igual manera los MTTR.

Tiempo medio entre fallas

Este indicador permite evaluar la frecuencia con la cual el equipo a lo largo de su vida útil, pueda sufrir posibles averías y provocar paros en la producción.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{TIEMPO DE OPERACION}}{\text{NUMERO DE FALLAS}}$$

Mantenibilidad

Es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo, pueda ser reparado a una condición especificada en un periodo de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

$$\text{MTRR} = \frac{\text{TIEMPO DE TOTAL DE PARADAS}}{\text{SUMATORIA DE FALLAS ENCONTRADAS}}$$

Disponibilidad

Este primer indicador es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, debido que indica la probabilidad en la cual una maquina está preparada para participar en la producción y no esté detenida, por alguna falla o reparación.

$$D = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} * 100$$

“Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de C. V.”

A partir del hallazgo de las causas raíces de mayor criticidad y su costo, se ha planteado la propuesta de mejora para la empresa y así poder reducir sus altos costos operativos en el área de mantenimiento.

-Mantenimiento centrado en la confiabilidad

En el desarrollo de la metodología del RCM, se basó en el autor Moubray (2004) con su libro “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”.

Propuesta de mantenimiento inicial, proceso de mantenimiento centrado en la confiabilidad, Según la tabla 1, actualmente la empresa produce 54 docenas diarias, y por cada docena se emplea un total de 16.11 horas. En ella se observan los procesos, el tiempo diario de trabajo y la producción total alcanzada por día que asciende a un total de 54 piezas terminadas.

Tabla 1. Produccion total alcanzad por día.

PROCESO	MINUTOS	HORAS	HORAS DIARIAS TRABAJADAS	NUMERO DE TRABAJADORES	DOCENAS DIARIAS PRODUCIDAS
CORTE	65.01	1.08	8	2	180
PESPUNTE	56.98	0.95	8	1	102
TROQUELADO	239.93	4.00	10	2	108
MONTADO	373.83	6.23	10	2	54
PEGADO	130.01	2.17	10	1	108
ACABADO	100.76	1.68	8	1	54
TOTAL	966.52	16.11		9	54

Fuente: propia

Para determinar cuáles son las causas raíz más críticas del área de mantenimiento, se aplica una encuesta a los trabajadores más antiguos de producción. Con la finalidad de encontrar las principales causas con relación a mantenimiento que los encuestados consideren que afecten al elevado costo operativo. Esta se ha determinado a partir de 4 niveles: Muy Alto: 4, Alto: 3, Bajo: 2, y Muy bajo:1. Con el conteo final de la encuesta, se ha logrado realizar una priorización de las causas, a través de un Diagrama de Pareto.

Tabla 2. Resultado del análisis causa raiz de las fallas de mantenimiento.

CR	CAUSAS CRITICAS	TOTAL	%	% ACUMULADO
CR1	AUSENCIA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	11	31	31%
CR2	FALTA DE STOCK DE REPUESTOS	10	29	60.0%
CR3	NO EXISTEN INDICADORES DE MEDICION	7	20	80.0%
CR4	FALTA DE CAPACITACION	4	11	91.4%
CR5	AUSENCIA DE PROCEDIMIENTOS	3	9	100.0%
	TOTAL	35	100%	

Fuente: propia

- CR1: Ausencia de Mantenimiento preventivo

En primer lugar, el coste de la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, se ha obtenido en base a las horas de paradas de máquina, mano de obra improductiva y el lucro cesante por la parada de la producción en la empresa. Para este cálculo, se ha tenido en cuenta el reporte anual de paradas de las máquinas utilizadas durante la producción.

Asimismo, se ha considerado el tiempo disponible de cada máquina durante el tiempo de estudio, los repuestos y materiales utilizados durante el mantenimiento de dichas máquinas.

Tabla 3. Total de fallas anuales por maquina.

TOTAL DE FALLAS AL AÑO, POR MAQUINA				
CODIGO	CODIGO DE BARRAS	MAQUINA	NUMERO DE FALLAS	TIEMPO TOTAL DE PARADAS(HRS)
MAQLAS85001	*MAQLAS85001*	MAQUINA LASER	12	96
SUAJP85001	*SUAJP85001*	SUAJADORA DE PUENTE	9	72
MAQPES85001	*MAQPES85001*	MAQUINA PESPUNTE DOBLE ARRASTRE	6	48
MAQPESPOS85001	*MAQPESPOS85001*	MAQUINA PESPUNTE DE POSTE	3	24
		TOTAL	30	240

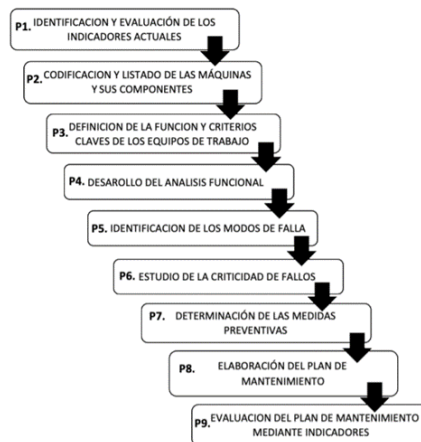
Fuente: propia

Desarrollo de la propuesta de mejora

A partir del hallazgo de las causas raíces de mayor criticidad y su monetización, se ha planteado la propuesta de mejora para la empresa y así poder reducir sus altos costos operativos en el área de mantenimiento.

-Mantenimiento centrado en la confiabilidad

El desarrollo de la metodología del RCM, se basó en el autor Moubray (2004) con su libro “Mantenimiento centrado en la confiabilidad”.



“Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de C. V.”

Fig 1.1 Diagrama del proceso de implementación de la Metodología RCM

La fase 1 consistió en identificar los indicadores actuales de las 4 máquinas consideradas; se observa en la tabla siguiente los porcentajes de disponibilidad deducidos de los tiempo medio de reparación (MTTR) y el tiempo medio entre fallos (MTBF) para finalmente poder tener.

Tabla 4. Disponibilidad de las maquinas.

MAQUINA	DISPONIBILIDAD
MAQUINA LASER	78%
SUAJADORA DE PUENTE	79%
MAQUINA PESPUNTE DOBLE ARRASTRE	78%
MAQUINA PESPUNTE DE POSTE	79%

Fuente: propia

Para la fase 2, se recopiló información de los datos del fábrica de las máquinas y con ello se elaboró las fichas técnicas que contiene una serie de características indispensables para el control y manejo de las operaciones de conservación; velocidad de grabado, profundidad de grabado, velocidad de corte y profundidad de corte entre otros.


1) Como ejemplo se ilustra la Maquina Laser

FICHA TECNICA

Velocidad de grabado 1200mm/s Max
 Profundidad de grabado 4mm
 Velocidad de corte 0-500mm/s
 Profundidad de corte 0-9mm (acrilico)
 Resetting positioning accuracy <0.01mm
 Plataforma Up and down 250mm (Electrica ajustable)
 Grabado de letras minimo de 1X 1mm
 Voltaje 220V y 110V +/-10% 50Hz
 Poder 1200W
 Temperatura de operación 0-45;
 Software Plug In para CorelDraw, y software propio

Soporta formatos PLT/DXF/BMP/JPG/GIF/PNG/TIF
 Trabaja con Windows 98/ME/2000/XP/VISTA/Windows 7

Enfriado por Agua
 Dimensiones de la máquina 1020x740x640mm
 Dimensiones de empaque 1180mm * 910mm * 770mm
 Peso 80 kgs
 Accesorios: Extractor integrado, cable poder, cable USB, Bomba de agua, Bomba de aire, Apuntador rojo, Software y llave USB



MAQUINA LASER
 MAQLAS85001 *140.535001*

Fig. 1.2 Ficha técnica de la maquina laser.

Fuente: propia

Despues de elaborar las fichas técnicas se determino el código para cada maquina y la criticidad de las mismas. Finalmente, se le dio un valor a las falla de cada componente, a

través de frecuencia relativa acumulada(criticidad); y la combinación de estos 4 elementos se priorizan las fallas primordiales para el posterior plan de mantenimiento.

Tabla 5 Prioridad de acuerdo a las frecuencias relativas.

PROBLEMA	EQUIPOS	CODIGO MAQUINA	CODIGO DE TRABAJO	ICGM	FRECUENCIA RELATIVA	PRIORIDAD	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
1	MAQUINA LASER	10	10	100	0.053390283	1	3%
2	SUAJADORA DE PUENTE	9	10	90	0.048051255	2	7%
3	MAQUINA PESPUNTE DOBLE ARRASTRE	9	10	90	0.048051255	2	10%
4	MAQUINA PESPUNTE DE POSTE	8	10	80	0.042712226	2	14%

Fuente: propia

Análisis modal de efectos y fallas

Este análisis se realizo para cada uno de los equipos, se utiliza una tabla con seis columnas: la primera columna se refiere al código de barras, la segunda al equipo, la tercera al sistema, la cuarta al tipo de fallo, la quinta a la descripción del fallo y la sexta a la descripción del modo de fallo.

Tabla. 6. Analisis del mod de falla (AMEF)

CODIGO DE BARRAS	EQUIPO	CODIGO	SISTEMA	TIPO DE FALLO	DESCRIPCION DE FALLO	DESCRIPCION MODO DE FALLO
"MAQ4SE001"	MAQUINA LASER	MAQLAS5001	ELECTRICO (SE)	FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la alimentación	Corto circuito
				FALLOS TECNICOS	Fallo en la comunicación del sistema	Falsos contactos
			OPTICO (SO)	FALLOS TECNICOS	Suciedad en el laser	Escaner láser
				FALLOS FUNCIONALES	Vision borrosa	La lente
			DE ENFRIAMIENTO (SR)	FALLOS TECNICOS	Fallo en el convertidor	Obstrucción la tubería del convertidor
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en mangueras	Fuga de agua Obstrucción en mangueras
"SUAIPE001"	SUAJADORA DE PUENTE	SUAI/P85001	ELECTRICO(SE)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la alimentación	Corto circuito
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la comunicación del sistema	Falsos contactos
			ELECTRONICO(SELECT)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la comunicación del sistema	Generador
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la alimentación	Resistencia eléctrica Interruptor
			HIDRAULICO(SHIDRA)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la Bomba de aceite	Retenes en mal estado Mal funcionamiento de la bomba
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la máquina en general	Nivel bajo del aceite en mangueras
"MAQPE001"	MAQUINA PESPUNTE DOBLE ARRASTRE	MAQPES85001	ELECTRICO (SE)	FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la alimentación	Corto circuito
				FALLOS TECNICOS	Fallo en la comunicación del sistema	Falsos contactos
			DE LUBRICACION (SLUB)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la Bomba de aceite	Retenes en mal estado Mal funcionamiento de la bomba
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en las válvulas	Obstrucción de las válvulas
			ELECTRICO (SE)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la alimentación	Corto circuito
				FALLOS FUNCIONALES	Fallo en la comunicación del sistema	Falsos contactos
DE LUBRICACION (SLUB)	FALLOS TECNICOS	Fallo en la Bomba de aceite	Retenes en mal estado Mal funcionamiento de la bomba			
	FALLOS FUNCIONALES	Fallo en las válvulas	Obstrucción de las válvulas			

Fuente: propia

“Aplicación de las filosofías de mantenimiento productivo total y mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa HANDMADE SHOES S. A de C. V.”

Ahora bien, gracias al análisis del AMEF y al análisis de criticidad se puede saber qué tipo de mantenimiento es necesario aplicar a cada una de la maquinas, por lo tanto, esta propuesta está basada en un plan de mantenimiento preventivo. A continuación, se presentan varias actividades de mantenimiento claves y de gran importancia para conservar la maquinaria en perfecto estado de funcionamiento. A continuación se muestra un ejemplo de la propuesta de un formato para el mantenimiento de del sistema electrico de las maquinas.

En la tabla 7. Se consideran las medidas preventivas a adoptar para evitar o minimizar los efectos de cada uno de los modos de fallo. En la primera columna se indica el modo de fallo. La segunda columna recoge las tareas de mantenimiento consideradas aplicables y en la siguiente columna se detallan posibles mejoras que podrían realizarse en la instalación.

Tabla 7. Formato de mantenimiento para el sistema eléctrico de una maquina.

FORMATO DE MANTENIMIENTO		FOLIO	FECHA DE REALIZACION		
			DIA	MES	AÑO
DATOS DEL EQUIPO					
EQUIPO					
CODIGO DE LA MAQUINA					
AREA		PRODUCCION			
SISTEMA		ELECTRICO			
DESCRIPCION DE FALLO	DESCRIPCION MODO DE FALLO	TAREAS PROPUESTAS	FRECUENCIA INICIAL		
Fallo en la alimentación	Corto circuito	Revisar línea eléctrica.	SEMANAL		
Fallo en la comunicación del sistema	Falsos contactos	Revisar el contacto	DIARIO		
		Reparar las conexiones que estén flojas fijándolas.			
ELABORO		REVISO	AUTORIZO		
NOMBRE Y FIRMA		NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA		

Fuente: propia

Referencias

- Barreda, S. (2015). Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad Aplicado en la EDAR. Nules -Villavella.
- Ebelling, C. (2005). An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering. New York City: Waveland Press Inc.
- Esquivel, j. (2009). Metodología para la detección y prevención de fallas en equipos industriales de producción. méxico: ciudad universitaria.
- García, S. (2003). Organización y Gestión Integral del Mantenimiento. Madrid: Días de Santos.
- Gutiérrez, J. (2008). Desarrollo de una metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad para líneas de transmisión en alta tensión. Pereira.
- Automotive Industry Action Group. (2008). AMEF.

*Mtro. Juan Carlos Barragán Barajas^a, Mtro. Jorge Armando Ramos Frutos^b,
Ing. Francisco Casarez Yépez^c y Samantha Nikolle Avalos García^d*

Cuartas, L. (2008). <http://www.unalmed.edu.co>. Obtenido de unalmed:
http://www.unalmed.edu.co/tmp/curso_concurso/area3/QUE_ES_EL_MANTENIMIENTO_MECANICO.pdf

