



**Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica**

**FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico**

Implementación de un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad sistematizado para el proceso de fundición en la empresa Polanca Ltda.			
Proponentes:			
			
Nombre (s):	Andrés Eduardo	Nombre (s):	Didier Eduardo
Apellido (s):	González Tunjo	Apellido (s):	Rivera Guerrero
Código:	20102275015	Código:	20102275029
e-mail:	aeduardogt@hotmail.com	e-mail:	dirrivera@gmail.com
Teléfono:	3545000 - 4007704	Teléfono:	4536213
Celular:	3125759675	Celular:	3158916931
Modalidad del Trabajo de Grado: (marque con una X)		Pasantía	
		Formación Avanzada	
		Asistencia Académica	
		Monografía	X
		Investigación	
		Creación o emprendimiento	
Línea de Investigación de Facultad: (marque con una X)		Apoyo Tecnológico Empresarial	
		Optimización de Procesos	X
		Desarrollo Tecnológico Local e Institucional	
Línea de Investigación Proyecto Curricular: (marque con una X)		Termofluidos	
		Materiales y Procesos	X

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

	Diseño Mecánico	
	Automatización Industrial	
	Educación Tecnológica	
	Otra (¿cuál?):	
Grupo de investigación: (marque con una X)	Diseño de ingeniería DISING	
	Energías alternativas GIEAUD	
	Otro (¿cuál?):	
Semillero de Investigación: (marque con una X)	Progreso en Materiales de Ingeniería PEMI	
	Energías alternativas SEA	
	Mecánica Computacional SIMEC	
	Otro (¿Cuál?):	

1. Resumen:

Dentro de las nuevas políticas que están empleando las empresas, en cuanto al mejoramiento de calidad en la prestación de sus servicios y/o en sus sistemas de producción para ser competitivas en el mercado, se generó la necesidad de diseñar y evaluar métodos que satisfagan las necesidades específicas de acuerdo al área en que se desempeñe cada empresa.

La capacidad de las máquinas para producir con calidad y cantidad necesaria es una de las preocupaciones que los empresarios tienen que enfrentar en cualquier sector de la industria. La capacidad de producción de las empresas se ve disminuida por pérdidas de materias primas mal procesadas, detenciones en los tiempos de producción, incumplimientos en los plazos de entrega e inversiones no recuperadas a tiempo. Una de las causas de estas interrupciones se debe al no contar con una planeación de mantenimiento estandarizado en la empresa.

La elaboración de este proyecto se realizará en la empresa Polanca Ltda., que se dedica a la fundición de aceros en la elaboración de tuercas para templetes en donde se encuentran diversas máquinas que no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo establecido, motivo por el cual la empresa les realiza con frecuencia mantenimiento correctivo por falta de planeación del mantenimiento. Tampoco cuenta con una documentación adecuada que especifique las características de cada máquina, las fallas que han sufrido, las intervenciones realizadas, ni el periodo con el cual se han ido realizando.

Se diseñara un plan sistematizado del mantenimiento basado en la confiabilidad (MBC) de la maquinaria utilizada por la empresa Polanca Ltda. se iniciara con la identificación y clasificación de cada máquina, de ser necesario se generara su respectiva codificación, ingresando toda la información en una base de datos para analizar la información recopilada y así poder diseñar y sistematizar el cronograma de mantenimiento preventivo que le traiga grandes beneficios a la empresa.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

2. Estado del arte: El mantenimiento MBC tiene sus inicios a principios de 1960. El trabajo del desarrollo inicial fue hecho por la Industria de la Aviación Civil Norteamericana. Y se hizo realidad cuando las aerolíneas comprendieron que muchas de sus filosofías de mantenimiento eran no sólo costosas sino también altamente peligrosas. Ello inspiró a la industria a aunar una serie de "Grupos de Dirección de Mantenimiento" (Maintenance Steering Groups - MSG) para reexaminar todo lo que ellos estaban haciendo para mantener sus aeronaves operando¹.

Su interés surgió de la creencia de que ésta industria estaba logrando niveles adecuados de seguridad y confiabilidad, pero se hacia sobremantenimiento masivo a sus equipos. Esto significaba que su principal propósito era reducir costos de mantenimiento en vez de mejorar la confiabilidad, y el proceso MBC era modificado consecuentemente. Este proceso fue adoptado sobre una base amplia por la industria de la energía nuclear Americana en 1987, y se implementaron variaciones de su enfoque por otras compañías nucleares, algunas *otras* ramas de la generación eléctrica, distribución industrial y repuestos de la industria petrolera.²

Al mismo tiempo, otros especialistas en la formulación de estrategias se interesaron en la aplicación del MBC en industrias diferentes a la aviación. Dentro de éstos, el principal fue John Moubray y sus asociados. Este grupo trabajó inicialmente con el MBC en industrias mineras y de manufactura en Sudáfrica bajo la asesoría de Stan Nowlan, y luego se ubicaron en el Reino Unido. Desde allí, sus actividades se han expandido para cubrir la aplicación del MBC en casi todos los campos del esfuerzo humano organizado, abarcando más de 42 países.

Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco) es el primer productor de cobre del mundo y una de las empresas más rentables de la industria. Los objetivos iniciales fueron los de realizar un piloto de MBC en instalaciones de la división SALVADOR, dentro de este piloto se enmarcaba realizar el estudio en dos (2) sistemas críticos de la planta de chancado de la subgerencia de Lixiviación. El proyecto se inicio con el estudio de las funciones de la división, sub-gerencia y planta de chancado, luego se estudió la criticidad de la planta, lo cual demostró que el sentido de la criticidad tenido antes del proyecto era errado en el 95% del personal³.

las 7 preguntas básicas del proceso MBC son:

1. ¿Cuales son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuales son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuales son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuales son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva

¹ MOUBRAY John, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Editorial Biddles Ltda, 2004, Pág. 4

² *Ibíd.*, Pág. 16

³ DOHERTY M., Planeación segura del trabajo eléctrico y la confiabilidad en planta, 2011, Pág. 15

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

2.1 El contexto operacional

Antes de comenzar a redactar las funciones deseadas para el activo que se está analizando (primera pregunta del MBC), se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal, a un cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción (2 ó 3 carillas) donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.⁴.

3. Formulación del problema:

Uno de los principales problemas que actualmente se presentan con mayor frecuencia dentro de la fundición POLANCA LTD, tiene que ver con los continuos paros en la línea de producción, los cuales se generan a causa de las constantes fallas en las máquinas y equipos utilizados en los diferentes procesos de fabricación y que afectan el habitual funcionamiento de la empresa.

En la actualidad, POLANCA LTD. Realiza mantenimiento a la maquinaria al momento en el que falla alguna de las máquinas, este mantenimiento correctivo le genera a la empresa paradas inesperadas, disminución de la producción y aumento de gastos por motivo de repuestos, tiempo de reparación y tiempo de no producción de las máquinas.

4. Justificación:

El contar con un programa sistematizado del mantenimiento MBC en donde se estipule el modo de intervención que se debe realizar a las máquinas, que influyen directamente en el proceso de producción, es de gran utilidad para la empresa POLANCA LTD; ya que de esta manera se puede llegar a tener un mejor control sobre el efecto que conlleva realizar este tipo de mantenimientos, se conocen los tiempos y costos de intervención.

La sistematización del programa preventivo le permite a la empresa tener el historial de arreglos, intervenciones, modificaciones, que se le han hecho a las máquinas para, de esta manera, poder visualizar el comportamiento de la maquinaria con respecto al tiempo y poder tomar decisiones sobre cual puede llegar a ser la vida útil y productiva de las máquinas y hasta qué punto pueden llegar a ser rentables. Esto repercutirá en ser una empresa más competitiva en el mercado, entregando producción de buena calidad, cumpliendo tiempos de entrega y reduciendo los gastos.

5. Objetivos generales y específicos:

Objetivo General:

Implementar un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad sistematizado al proceso de fundición en la empresa Polanca Ltda.

⁴ CARLOS Lopez, www.gestiopolis.com, 2008

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

Objetivos Específicos:

- Describir el proceso de fundición para la fabricación de tuercas para templetes, clasificar y codificar la maquinaria según su funcionalidad e importancia dentro del proceso de producción
- Establecer la frecuencia de falla para cada uno de los equipos, y generar las rutinas de inspección de la maquinaria para el personal de mantenimiento
- Elaborar una base de datos de la maquinaria con la información recopilada por el personal de mantenimiento en los formatos de hoja de vida e inspección de las máquinas
- Digitalizar en la base de datos la información consignada por el personal de mantenimiento en los formatos de hoja de vida e inspección de cada máquina.
- Sistematizar el programa anual de mantenimiento MBC y digitalizar los planos de los equipos, en Microsoft Access o Microsoft Excel, para la maquinaria de la empresa Polanco Ltda.

6. Metodología:

Se estudiará el proceso general que ocurre en la empresa para la fabricación de tuercas, se realizará la clasificación y codificación de la maquinaria de la empresa teniendo en cuenta la importancia de cada máquina en el proceso de producción de la empresa, con esta categorización se empezará, se les dará mayor importancia a las máquinas que tienen mayor influencia en la línea de producción, se revisará el estado actual de todos los sistemas y componentes de las máquinas por medio de la ejecución de rutinas de inspección realizadas por el personal de mantenimiento de la empresa, la información generada en estas rutinas será consignada en formatos de hojas de vida y de inspección de cada máquina.

La información recopilada en los formatos de hoja de vida y de inspección será consignada en una base de datos para después ser analizada, este análisis nos ayudará a evidenciar varios factores importantes que tienen gran influencia en las líneas de producción de la empresa, como lo es el número de intervenciones correctivas realizadas por el personal de mantenimiento, se puede determinar cuáles son las paradas que tienen mayor efecto en el proceso de producción.

Con la información analizada se empezará a implementar el programa sistematizado de mantenimiento basado en la confiabilidad (MBC), mediante la aplicación de diversas herramientas y la investigación de causas para seleccionar las estrategias de mantenimiento elevando así la productividad y reduciendo costos por pérdidas de producción con una adecuada y pertinente toma de decisiones soportada en un análisis de factibilidad técnico-económico.

MBC, incluirá los tiempos de intervención, estado de cada uno de los sistemas y elementos que componen las máquinas, se indicará la vida útil de cada componente, su tiempo de cambio, junto con su respectivo costo y de ser posible se darán alternativas de repuestos que puedan reemplazar a los repuestos sugeridos por los fabricantes de las máquinas.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

7. Marco teórico:

El mantenimiento, a diferencia de lo que piensan muchas personas, no involucra una reparación de los equipos de una empresa si no que es una profesión que se dedica a la conservación del equipo de producción, para que se conserve en óptimas condiciones de confiabilidad y sea seguro de operar.⁵

A pesar de que la maquinaria existe desde tiempos remotos, el mantenimiento organizado como una profesión sólo existe desde los años 1950 cuando un grupo de ingenieros japoneses, siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de las máquinas, tomaron cuidados acerca de la operación y el mantenimiento de los equipos dando inicio a lo conocido como “mantenimiento preventivo”. Aunque la idea inicial era provechosa debido a que los operarios hacían observaciones para prever daños y reducían tiempos, el mantenimiento preventivo hacía que se remplazaran piezas que tenían un tiempo de producción mayor.⁶

Diez años después de la incursión del mantenimiento preventivo aparece un nuevo concepto conocido como “Mantenimiento Productivo Total” conocido por sus siglas en inglés “TPM, Total Productive Management”, desarrolla el concepto de que cada uno de los miembros de la organización participen del mejoramiento de la maquinaria y, por lo tanto, de los procesos.⁷

El mantenimiento es una función primordial dentro de la estructura organizacional de la empresa porque genera un bien real que puede resumirse en una mayor capacidad de producción con seguridad, calidad y rentabilidad. Para generar estos beneficios, el mantenimiento se traza como objetivos evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes referidos; evitar detenciones inútiles o paros de máquinas; evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas; conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación y alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Existen cuatro tipos reconocidos de mantenimiento:

7.1. Mantenimiento basado en la confiabilidad: El MBC es uno de los procesos desarrollados durante 1960 y 1970 con la finalidad de ayudar a las personas a determinar las políticas para mejorar las funciones de los activos físicos y manejar las consecuencias de sus fallas. Tuvo su origen en la Industria Aeronáutica. De éstos procesos, el MBC es el más efectivo. El Mantenimiento MBC pone tanto énfasis en las consecuencias de las fallas como en las características técnicas de las mismas, mediante:

- Integración de una revisión de las fallas operacionales con la evaluación de aspecto de seguridad y amenazas al medio ambiente, esto hace que la seguridad y el medio ambiente sean tenidos en cuenta a la hora de tomar decisiones en materia de mantenimiento.
- Manteniendo mucha atención en las tareas del Mantenimiento que más incidencia tienen

⁵ MUÑOZ Belén, Mantenimiento Industrial, 2007, Pág. 3

⁶ Ibíd., Pág. 4

⁷ Ibíd., Pág. 7

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

en el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, garantizando que la inversión en mantenimiento se utiliza donde más beneficio va a reportar.

7.2. Mantenimiento correctivo: este tipo de mantenimiento tiene lugar una vez ha ocurrido una avería o falla. Existen dos tipos de mantenimiento correctivo de acuerdo a la forma en que ocurren las averías. Cuando las averías ocurren repentinamente se conoce como mantenimiento correctivo no planificado que se usa cuando existe un paro significativo en la producción. El mantenimiento correctivo planificado aplica cuando existen los recursos (humanos, físicos, tecnológicos, económicos) necesarios para el mantenimiento.

El mantenimiento correctivo produce paros no previstos que disminuyen el tiempo de producción; ocasiona costos de reparación y repuestos fuera del presupuesto y la especulación sobre el tiempo de detención de la producción.

7.3. Mantenimiento preventivo: este mantenimiento ocurre antes de que ocurra una falla o avería. Se realiza de acuerdo a la experiencia y agilidad del operario, el cual determina en que momento se hace el mantenimiento; el fabricante también puede dar pautas de momento adecuado a través de los manuales técnicos. El mantenimiento preventivo aprovecha los tiempos muertos en la producción para su ejecución; sigue un programa previamente elaborado donde se detalla las actividades a hacer y su debido proceso; se realiza en fecha preestablecidas por la directiva de la empresa; sólo se aplica equipos en particular; documenta las reparaciones realizadas y actualiza la ficha técnica de la maquinaria y determina un presupuesto especial dado por la directiva.

El mantenimiento preventivo genera pérdidas por el cambio de piezas que aún cuentan con cierto grado de vida útil, además de que requiere precisión en los tiempos porque al hacer un mantenimiento temprano pueden cambiarse piezas en buen estado y, si el mantenimiento es tardío, pueden ocurrir fallas repentinas.

7.4. Mantenimiento predictivo: determina la condición técnica de los equipos mientras se encuentran en pleno funcionamiento por medio de un programa constante de mediciones de las condiciones más importantes para la maquinaria. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. Este tipo de mantenimiento requiere de instrumentos de medición de alta calidad y personal capacitado. Entre las técnicas usadas para la determinación de daños en este tipo de mantenimiento existen los análisis de vibraciones, la visualización de posibles fallas por endoscopias, ensayos no destructivos como las tintas penetrantes, el ultrasonido, las radiografías, etc. y la detección de cambios en los parámetros de operación como la temperatura, el voltaje, la potencia, la presión, la corriente, la viscosidad de los fluidos en operación, etc.

7.5. Mantenimiento autónomo: en este tipo de mantenimiento cada operario es responsable de operaciones básicas de mantenimiento de su respectivo equipo. Las principales actividades realizadas por un operario son la lubricación, las inspecciones diarias, el reemplazo de partes básicas, la limpieza y el ajuste. Los operarios deben ser calificados para determinar el

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

momento en que los equipos presentan anomalías, además de tener conocimientos básicos de mantenimiento para conservar los equipos en funcionamiento normal y generar soluciones a problemas sencillos del funcionamiento de los equipos.

8. Cronograma de actividades:

Ver cronograma anexo

9. Presupuesto:

Costos de insumos					
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Costo total \$	Fuente de financiación
Copias	100	Und	50	5000	Propia
Trasportes	288	Und	1700	489600	Propia
Escaner	50	Und	500	25000	Propia
Impresiones	200	Und	100	20000	Propia
Internet	700	Hora	1000	700000	Propia
Block de hojas	5	Und	2300	11500	Propia
Esferos	20	Und	1100	22000	Propia
Libros	4	Und	25000	100000	Universidad
Calculadora	2	Und	20000	40000	Propia
Microsoft office 2007	2	Und	210000	105000	Propia
			Total \$	1518100	

Costos de personal					
Descripción	Cantidad	Unidad	Costo unitario \$	Costo total \$	Fuente de financiación
Estudiante 1	400	Hora	7000	2800000	Propia
Estudiante 2	400	Hora	7000	2800000	Propia
Asesoria Universidad	32	Hora	30000	960000	Universidad
			Total \$	6560000	

Costos totales	
Total \$	8078100
10% imprevistos \$	807810
Total general \$	8885910

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica
Proyecto Curricular de Mecánica

FORMATO DE INSCRIPCIÓN DE TRABAJO DE GRADO
Para obtener el título de Tecnólogo en Mecánica o Ingeniero Mecánico

10. Bibliografía:

MOUBRAY John, Mantenimiento centrado en la confiabilidad, edición en español, trad. Editorial Biddles Ltda. 2004

ROSALER Robert, Manual de mantenimiento industrial, Editorial Mc Graw Hill, 1988.

POSADA Leonardo y SANTA Nicolas, Metodología internacional unificada para la implementación industrial de mantenimiento centrado en la confiabilidad, 2003

HUNG Alberto, Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la planta Oscar A. Machado EDC, Aplicaciones industriales, 2009

TORRES Luis, Vista general del mantenimiento preventivo, 2008

MUÑOZ Belén, Mantenimiento industrial, 2007

ROJAS María, Mantenimiento industrial: Vital para la competitividad, Revista M&M, 2007

ESPINOSA Fernando, Aspectos financieros en el mantenimiento, 2005

MONTILLA Carlos, ARROYAVE Juan y SILVA Carlos, Caso de aplicación de mantenimiento centrado en la confiabilidad RCM, previa existencia de mantenimiento preventivo, 2007