

# PROPUESTA DE MEJORAMIENTO EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MOTORES EN UNA EMPRESA PRIVADA DE LA CIUDAD DE CALI BASADA EN LA METODOLOGÍA MRP

Proposal for maintenance improvement using TPM for engines in a company of Cali based on MRP methodology

Camilo Ernesto Salcedo Landazuri<sup>1</sup>  
Diana Carolina Arango Rodríguez<sup>2</sup>

Universidad Santiago de Cali Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial (1)  
Universidad Santiago de Cali Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial (2)

## **Resumen**

Este trabajo de investigación aplicada se realiza con el objetivo de lograr la aplicación de la metodología MRP (Material Requirement Planning) en la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR actualmente Tecnodiesel. Se recurrió tanto a información primaria como secundaria; la primera de ellas permitió identificar los principales problemas que tiene la empresa en su proceso de mantenimiento de motores diésel; mientras que la segunda, proporcionó el marco suficiente para lograr ajustar la metodología al proceso en estudio y plantear el diseño del procedimiento a seguir para el logro del objetivo planteado. Se logró entonces confeccionar una propuesta para el mejoramiento del proceso de mantenimiento preventivo y dejar diseñado el procedimiento para la aplicación de la metodología MRP con sus respectivos formatos. La principal conclusión del trabajo de investigación, se centra en que la metodología propuesta requiere del cumplimiento de unos parámetros básicos en la empresa en la cual se vaya a aplicar, tales como: tamaño, volumen de productos o servicios a manejar, tratamiento de inventarios, nivel de sistematización de la información y sobre todo, manejo administrativo y de planeación adecuados.

*Palabras Claves:* Metodología MRP; Inventario, Mantenimiento preventivo.

## **Abstract**

This applied research work is carried out with the aim of achieving the application of the MRP methodology (Material Required Planning) in the company EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR, currently Tecnodiesel. was used primary and secondary information; the first of them allowed identifying the main problems that the company has in its maintenance process of diesel engines; while the second, provided sufficient framework to adjust the methodology to the process under study and propose the design of the procedure to be followed to achieve the stated objective. It was then possible to prepare a proposal for the improvement of the preventive maintenance process and to design the procedure for the application of the MRP methodology with its respective formats. The main conclusion of the research work is that the proposed methodology requires compliance with basic parameters in the company in which it is to be applied, such as: size, volume of products or services to be handled, inventory treatment, level of systematization of information and, above all, administrative management and adequate planning.

*Keywords:* MRP methodology; Inventory, preventive maintenance.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio que se presenta en este trabajo de investigación, está centrado en una empresa mediana (Artículo 2° Ley 590 de 2000; DIARIO OFICIAL 45.628) dedicada al mantenimiento de Motores Diesel, la cual en principio ofrece sus servicios en el mantenimiento preventivo, pero en la práctica se presenta en un considerable porcentaje (38%) la necesidad de responder también por mantenimientos correctivos; la empresa no cuenta con soporte documental de sus procesos, por lo cual el control y vigilancia de sus servicios se dificulta y perturba la adecuada administración de recursos, tales como repuestos, mano de obra, utilización de herramientas; todo esto, conlleva a retrasos en los servicios ofrecidos (30%) y también, cancelación de mantenimientos ya programados por parte de sus clientes con una pérdida de ingresos del 30% en promedio. En la literatura revisada para este trabajo de investigación, se encuentran planteamientos ya generalizados tales como, asegurar que “de la integración, coherencia y articulación entre las actividades depende que se logre la eficiencia, la eficacia y la efectividad en términos alcance, coste y tiempo” (Isotools, 2017, Párrafo 1); además, que “... es importante que se manejen herramientas de diagnóstico y evaluación de procesos, las cuales permiten analizar los procesos empresariales, la calidad y el rendimiento de la organización” (Restrepo, 2017, Párrafo 1). También, se asegura que actualmente se tienen disponibles herramientas y técnicas administrativas aplicables a los procesos que realizan las organizaciones sin importar si son de manufactura, de servicios o administrativos y lo que se hace, es adaptar las técnicas a las necesidades específicas de cada organización (Isotools, 2017, Párrafo 3).

Se plantea entonces en este estudio, aplicar la metodología MRP (Material Requirement Planning) o planificador de las necesidades de material, en la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR actualmente Tecnodiesel ; esto, desde la perspectiva de poder disponer de los materiales requeridos en el momento oportuno para los clientes necesarios, sin llegar a tener un excesivo inventario (Gutiérrez, p.237). Todo, bajo la premisa de mantener medidas cuantitativas de satisfacción de los requerimientos de los clientes: Motores funcionando (disponibilidad), no fallen mientras se usan (confiabilidad) y un mínimo costo total; estos son los indicadores para la gestión del mantenimiento ajustados al proceso desarrollado por la empresa de mantenimiento Coltec Ltda y definidos por los autores Vollman, Berry, Whybark, (2005).

Se plantea como objetivo general establecer un plan que le permita a la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR eliminar los problemas que tiene de incumplimiento en los tiempos de entrega de los motores sometidos a mantenimiento; esto de acuerdo con la aplicación de la metodología MRP. Para el logro de este propósito, se define como objetivos específicos: Establecer mecanismos administrativos que permitan la compra de repuestos y demás insumos, a los proveedores adecuados y en los tiempos requeridos. Establecer los parámetros que permitan asegurar la disponibilidad de repuestos necesarios para los mantenimientos programados en el tiempo. (Niveles de inventario adecuados) (CALTIC, ). Establecer en forma documentada las diferentes actividades de operación y tiempos requeridos en cada actividad y de entrega final del motor sometido al mantenimiento.

Para el logro de los objetivos planteados metodológicamente se inicia reconociendo el tipo de investigación a desarrollar, se determina el alcance del estudio, se recopila y analiza la información requerida y se presenta el diseño de la propuesta; al final, se tienen los resultados y discusión. Se cierra el escrito del artículo con las conclusiones y las referencias bibliográficas utilizadas.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Tipo de investigación

La investigación es aplicada, se realiza para resolver un problema práctico y sus objetivos van destinados a la transformación de una situación concreta. El estudio se realiza para describir correlaciones entre variables en un determinado tiempo, con lo cual se configura como transaccional o transversal. Las variables definidas son cuantitativas discretas, ya que se determina una lista de órdenes de compra a proveedores, en función de los mantenimientos programados o demandados.

### 2.2 Alcance del estudio

Este estudio, se limita al contexto de la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR, en el periodo del segundo semestre de 2017.

### 2.3 Recopilación y análisis de la información

2.3.1 Fuentes primarias. Se recolectó información a través de entrevistas con la coordinadora del Departamento de Mercadeo y ventas en la cual se manifestaron las problemáticas principales de la empresa. Por otro lado, se realizó la técnica de lluvia de ideas con los operarios responsables del mantenimiento de motores diésel, para ahondar más en el problema de estudio.

Con lo anterior, se identificó que la empresa presenta frecuentes fallas en su proceso de mantenimiento de motores diésel, generando improductividad y ocasionando bajos resultados satisfactorios. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Servicios prestados-demorados-pérdidas de ingresos para la empresa**

| Mes        | Cantidad servicios | Servicios retrasados | Servicios retrasados cancelados cliente | Pérdida Ingresos |
|------------|--------------------|----------------------|---|------------------|
| Julio      | 88                 | 35                   | 30                                      | 34%              |
| Agosto     | 77                 | 27                   | 20                                      | 26%              |
| Septiembre | 77                 | 27                   | 22                                      | 29%              |
| Octubre    | 88                 | 40                   | 32                                      | 36%              |
| Noviembre  | 66                 | 20                   | 16                                      | 24%              |
| Diciembre  | 88                 | 33                   | 26                                      | 30%              |
| Promedio   | 81                 | 30                   | 24                                      | 30%              |

**Fuente:** Los autores, con datos de atención al cliente de la empresa EQUIPOS TÉCNICOS LTDA, CQR

La pérdida de clientes y de ingresos económicos se puede considerar alta (30%), en el sentido que constituye alrededor de la tercera parte de la demanda que se tiene (en promedio 81 solicitudes de servicio). Los clientes en el afán de colocar en funcionamiento sus vehículos cuanto antes, se desplazan o solicitan el servicio en la empresa que tenga disposición de tiempo (retirando el vehículo de la empresa y llevándolo a otra).

Además se identificaron las siguientes falencias:

- Los tiempos de entrega de los servicios se extienden (aumentando hasta en un 1200%), debido a los retrasos en la solicitud, llegada e instalación de repuestos; esto debido a que primero se debe diagnosticar

el motor para conocer el requerimiento de repuestos, configurándose en una “demanda dependiente”, lo que genera cuellos de botella e ineficiencia al momento de cumplir con los tiempos de entrega esperados por el cliente. Generalmente, estos repuestos se solicitan a proveedores nacionales y demoran máximo 48 horas en llegar a las instalaciones de la empresa.

- No se encontró una estructura definida en los procedimientos de mantenimiento; no existe formalidad en el seguimiento del proceso; no existen estándares en los procedimientos de orden y limpieza; no se lleva un registro de reuniones para el mantenimiento de equipos ni de ningún otro tipo; es decir, no existe la “lista de materiales” o la “estructura del mantenimiento”. También se pudo ver que no se cuenta con una alta participación de los operarios a la hora de tomar decisiones ni hacer sugerencias; los espacios para reuniones no son muy amplios.
- Los vehículos que llegan a las instalaciones de la empresa son aquellos que presentan algún tipo de falla, lo que hace que se presenten problemas como interrupción de la programación diaria, debido a que los carros llegan a las instalaciones de la empresa sin previo aviso con la necesidad de una atención inmediata y en lo posible una solución en el menor tiempo posible (un promedio del 38%, del total de servicios prestados por la empresa). Esto es, en caso de manejarse un Plan Maestro de Mantenimiento (PMM), es muy difícil mantenerlo y requerirá de ajustes cada vez que se presente el evento descrito; es decir, el PMM se deberá ajustar alrededor del 38%.

2.3.2 Fuentes secundarias. Se recurrió a información en la Red Web (Internet) para encontrar referentes tanto de los sistemas de Planificación de los Requerimientos de Material (MRP) como del proceso de mantenimiento preventivo.

Por tratarse de una metodología desarrollada por necesidades específicas de estrategia en la segunda guerra mundial (debatograph, ) más que bajo marcos teóricos, las fuentes de información sobre el MRP se circunscriben en alto grado a trabajos de grado, artículos sobre el tema o aplicaciones prácticas de empresas de consultoría o de mantenimientos de maquinarias en empresas de producción y unos pocos libros. Teniendo como base esta premisa, se procede a una consulta electrónica inicial en la biblioteca Santiago Cadena Copete (BUSCADOR, 2018); en el momento de este escrito no se encontró publicación alguna directamente relacionada con el MRP en procesos de mantenimiento. Se recurre entonces a una búsqueda generalizada en la Red Internet.

Aplicando un criterio de “importancia relativa” tomado de la disciplina contable (unicauca, ); además, del “sentido común” considerado como prudente, lógico o válido (definición.de, ) se clasifican los temas, así:

- **Etapas de evolución del MRP.** La Figura 1. Etapas de evolución de MRP, muestra en diferentes períodos cómo se ha venido desarrollando esta metodología en el tiempo.

**Figura 1. Etapas de evolución de MRP**

|                                      |   |   |  |  |  |   |           |
|--------------------------------------|---|---|--|--|--|---|-----------|
| 1959                                 | 1960  | 1975  | 1978   | 1980   | 1985                                     | 1990  | 2016      |
| jul-10                               | may-05  | ago-13  | nov-13   | jun-08   | sept-05                                  | ene-14                                      | ene-01    |
| Antecedentes del Software de gestión | Primera etapa: La gestión informatizada de las listas de materiales (BOM) | La gestión de necesidades de material: El MRP | El MRP a ciclo cerrado: la gestión de cargas y capacidades | El MRP II: La gestión de recursos de fabricación | RP: Planificación de recursos de empresa | SCM: La gestión de la cadena de suministros | CRM y PLM |

**Fuente:** Propia con base de información recuperada de <https://www.timetoast.com/timelines/etapa-de-evolucion-del-mrp>

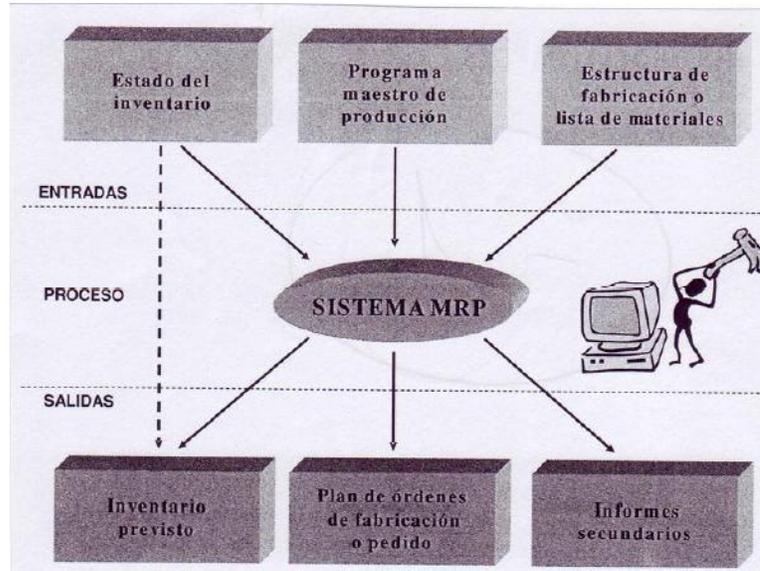
La figura anterior presenta como punto inicial el año 1959 con el titular de “Antecedentes ...”. Al respecto se encuentra que “...El MRP se creó en 1954 pero no se aplicó hasta 21 años más tarde, en 1975 cuando Joseph Orliky publicó su libro, debido a la falta de capacidad computacional de los ordenadores de la época...” (Amat de Swert, 2009, p.25).

- **Guías para la aplicación del MRP.** Son variadas las guías que se encuentran para lograr la aplicación del MRP; de todas ellas se toman dos, a saber: Gestión de inventarios con demanda dependiente y Estudio para la implantación del sistema MRP de planificación y control de la producción de una empresa productora de maquinaria de control numérico.

De los referentes anteriores se resalta lo siguiente:

Una vista con enfoque de sistemas de la aplicación del MRP. La Figura 3. muestra mediante el concepto Entrada-Proceso-Salida, la forma de aplicar la metodología MRP.

**Figura 2. Vista con enfoque de sistemas de la aplicación del MRP.**



**Fuente:** (Solis, 2011/2012, p.4)

“El plan maestro de producción nos indica la cantidad de cada artículo que debemos fabricar en función de las necesidades del mercado para un horizonte de tiempo de varias semanas.” (Solís, 2011/2012, p.5).

“La lista de materiales o estructura de fabricación indica los distintos materiales y componentes que integran cada producto final, su secuencia de montaje y las cantidades necesarias de cada uno de ellos.” (Solís, 2011/2012, p.5).

“El estado del inventario Refleja la cantidad almacenada de cada material, componente o producto final, y es mantenido al día gracias a la contabilización de las recepciones de pedidos, vales de material, etc. Además, el estado de inventario recoge información relativa al tamaño de lote de cada artículo, los tiempos de suministro o fabricación, los niveles de stock de seguridad, las tasas de desperdicio, etc.” (Solís, 2011/2012, p.7).

- **Funcionamiento del MRP.** “ El MRP II es la continuación del MRP I, en el que se pretende estudiar no solo las necesidades de material sino determinar también la necesidad de los recursos necesarios para llevar a cabo dicha producción. En el MRP I ya se hace un pequeño estudio de si la capacidad es la adecuada, pero mediante las técnicas del MRP II se pretende organizarla en función de las necesidades. Estos conocimientos permiten tomar decisiones financieras y estratégicas.” (Amat, 2009, p.62).
- **Aplicación del MRP al proceso de mantenimiento.** “Los métodos clásicos de gestión de inventarios, que resultan adecuados cuando la demanda de los bienes es independiente, o sea sujeta a las condiciones del mercado y no relacionada con la de otros artículos, son inadecuados en otros contextos; concretamente, cuando la demanda de los artículos en cuestión es dependiente; es decir, no está sujeta directamente a las condiciones del mercado, sino que está relacionada con otros ítems de complejidad superior” (Rodríguez, , p.1). Es decir, la aplicación del método MRP tiene sentido cuando se trata de una demanda dependiente, como es el caso para el mantenimiento preventivo de motores diésel.

## 2.4 Diseño de la propuesta de aplicación de la metodología MRP

En esta etapa, se trabajó para determinar las acciones necesarias para mejorar el proceso de mantenimiento de la empresa, de acuerdo con el análisis de la información obtenida tanto primaria como secundaria.

La información primaria de la empresa permitió identificar que de acuerdo con el marco de referencia que se desprende del análisis de la información secundaria expuesta, la empresa necesita iniciar el trabajo administrativo de una herramienta como la MRP, para solucionar sus graves problemas de retrasos (37%), pérdida de ingresos (30%) y no cumplimiento de tiempos de entrega (aumentan hasta 1200%) que se están presentando en su proceso de mantenimiento.

El diseño del procedimiento a seguir para implementar la metodología MRP en la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA. C.Q.R. hoy Tecnodiesel, es tomado de experiencias ya desarrolladas particularmente descrita en el trabajo Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014).

- **Plan Maestro de Mantenimiento (PMM).** (Salazar, 2016). Elaborar el PMM de acuerdo con la demanda recurrente de los últimos meses. Utilizar las siguientes estructuras de tablas:

Tabla 2. Resumen del Plan Maestro de Mantenimiento

| MES | MANTENIMIENTOS REALIZADOS | TOTAL DIAS LABORADOS |
|-----|---------------------------|----------------------|
|-----|---------------------------|----------------------|

|         |  |  |
|---------|--|--|
| 1       |  |  |
| ...     |  |  |
| N       |  |  |
| TOTALES |  |  |

Fuente: (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014, P.3).

Detallar el PMM, utilizando una tabla con la siguiente estructura:

Tabla 3. Mantenimientos realizados

| DÍAS<br>LABORADOS       | MANTENIMIENTOS REALIZADOS |       |       |       |       |       |
|-------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                         | MES 1                     | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
| 1                       |                           |       |       |       |       |       |
| ..                      |                           |       |       |       |       |       |
| N                       |                           |       |       |       |       |       |
| TOTAL<br>MANTENIMIENTOS |                           |       |       |       |       |       |

Fuente: (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014, P.3).

- **Lista de materiales BOM.** El BOM (Bills of Materials) describe el contenido de materiales (repuestos, aceites, otros) que se requieren para el servicio de mantenimiento, en cada nivel de inventario del proceso. (BOM, 2003). Se elaboran tablas de Excel en forma de árbol (multinivel).

Para cada material requerido se elabora una tabla con la siguiente estructura:

Tabla 4. Materiales requeridos

| NOMBRE DEL MATERIAL | INVENTARIO INICIAL | INVENTARIO FINAL   |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| MES                 | <Unidad de medida> | <Unidad de medida> |
| 1                   |                    |                    |
| ..                  |                    |                    |
| N                   |                    |                    |

Fuente: (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014, P.3).

- **Lead Time.** Entendido en este caso como el tiempo establecido por sus proveedores para cumplir con la entrega de los pedidos de materiales que realice la empresa para su proceso de mantenimiento (LOKAD, ). Se elabora una tabla integral de la siguiente forma:

Tabla 5. Formato de materiales y lead time

| MATERIALES |           | LEAD TIME EN DÍAS |       |       |       |       |       |
|------------|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NIVEL 1    | NIVEL 2   | MES 1             | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
| Insumo 1   | Insumo1.1 |                   |       |       |       |       |       |

|          |             |  |  |  |  |  |  |
|----------|-------------|--|--|--|--|--|--|
|          | ...         |  |  |  |  |  |  |
|          | Insumo1.N   |  |  |  |  |  |  |
| ...      | Insumo....1 |  |  |  |  |  |  |
|          | ...         |  |  |  |  |  |  |
|          | Insumo....N |  |  |  |  |  |  |
| Insumo N | InsumoN.1   |  |  |  |  |  |  |
|          | ...         |  |  |  |  |  |  |
|          | InsumoN.N   |  |  |  |  |  |  |

**Fuente:** (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014, P.6).

- **Tamaño del lote.** La empresa determina el tamaño del lote pedido al proveedor, dependiendo de la capacidad promedio que tenga para realizar los mantenimientos. Se elabora una tabla integral de la siguiente forma:

**Tabla 6. Formato de materiales y cantidades**

| MATERIALES |             | CANTIDAD PEDIDA |       |       |       |       |       |
|------------|-------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| NIVEL 1    | NIVEL 2     | MES 1           | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
| Insumo 1   | Insumo1.1   |                 |       |       |       |       |       |
|            | ...         |                 |       |       |       |       |       |
|            | Insumo1.N   |                 |       |       |       |       |       |
| ...        | Insumo....1 |                 |       |       |       |       |       |
|            | ...         |                 |       |       |       |       |       |
|            | Insumo....N |                 |       |       |       |       |       |
| Insumo N   | InsumoN.1   |                 |       |       |       |       |       |
|            | ...         |                 |       |       |       |       |       |
|            | InsumoN.N   |                 |       |       |       |       |       |

**Fuente:** (Rivera, Ortega, Pereyra; 2014, P.6).

Con los datos que se obtengan mediante el llenado de las tablas anteriores, se alimenta el programa de computador que la empresa decida comprar para el manejo de la información del MRP. Esto obviamente si el volumen de mantenimientos lo amerita. En caso contrario, puede empezar con un manejo administrativo con base en tablas en Excel.

De todas maneras, antes de entrar a organizar una metodología como la MRP, debe definir si realmente este esfuerzo tiene sentido por las características propias que la empresa presenta, tales como: tamaño de la empresa (mediana con 70 empleados en la sede de Cali), número de la demanda del servicio (en promedio 81 al mes según datos tomados en el período de estudio), características que presenta su mercado objetivo, nivel de sistematización y automatización que se tiene, soporte computacional, etc.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para mitigar el impacto que tiene la no planeación en el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR en la actualidad Tecnodiesel, se diseña una propuesta de mejora para el proceso de mantenimiento preventivo de la empresa, lo cual queda consignado en la Tabla 4. que se muestra a continuación:

**Tabla 7. Propuesta para el mejoramiento del proceso de mantenimiento preventivo**  
**PLAN DE TRABAJO PARA EL MEJORAMIENTO PREVENTIVO**

| META   | ACTIVIDAD  | RESPONSABLE  | FINANCIERO | TÉCNICO  | PERSONAL   | FECHA DE REALIZACIÓN       |
|--|--|--|------------|--|--|----------------------------|
| Garantizar el compromiso para el mejoramiento continuo y el mantenimiento de los motores como actividad preventiva | Elaborar manual de funciones donde se estipule de forma explícita las actividades de cada integrante de la empresa | Gerencia, Encargado de la vigilancia del Sistema de Gestión de Calidad | 1000.000   | Apoyo de material didáctico, electrónico                       | Se realizará una jornada de divulgación del modelo a utilizar para las políticas de vigilancia y mantenimiento de los motores en la empresa. | Febrero 2019               |
| Cumplimiento del modelo PHVA   | Vigilancia y promoción de metas internas en la empresa, respecto a la calidad de los servicios y los               | Gerencias y Administración   | 1.500.000  | Aplicación de modelos Excel para el control de las actividades | Responsabilidades a partir de las actividades que desempeña  | Febrero 2019<br>Marzo 2019 |

|   |   |   |                          |   |   |            |
|---|---|---|--------------------------|---|---|------------|
|   | bienes  |   |                          |   |   |            |
| Analizar los factores de riesgo que crean las falencias en la empresa en torno a la baja respuesta de mecanismos de control, vigilancia y mantenimiento de los motores. | Evaluación trimestral de las falencias detectadas, numero de resoluciones y falencias vigentes. | Administración y apoyo de ingenieros revisores de calidad | 1000.000 (cada revisión) | Identificación a partir de la cultura del reporte interno en la empresa, promoción del inventario, físico y virtual a partir del modelo ABC | Personas Administrativas                  | Trimestral |
| Gestionar y controlar los hallazgos negativos   | Registrar, caracterizar y analizar los hallazgos para la determinación de los procedimientos    | Administradores y encargados de área                      |                          | Apoyo de material didáctico, electrónico  | Personal del logística, calidad y gestión | Mensual    |
| Revisión por la gerencia  | Evidenciar que se cumpla con la aplicación de los mecanismos preventivos para la                | Alta dirección y Supervisores designados                  |                          | Reuniones en las cuales queda el acta de revisión e informes  |   | Trimestral |

|  |   |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|
|  | reducción de<br>casos<br>adversos y la<br>promoción<br>del<br>mantenimien-<br>to como<br>estrategia<br>preventiva |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|

**Fuente:** Elaboración propia de los autores

La propuesta de mejora, debe ejecutarse antes de plantear cualquier continuidad de trabajo frente a la metodología MRP, o cualquier otra que se defina para ser implementada en la empresa.

El trabajo de investigación realizado, permitió de todas maneras conocer en profundidad de la metodología MRP y poder plantear su aplicación en empresas que cumplan unos parámetros básicos en cuanto a tamaño, demanda, características de sus proveedores, manejo de inventarios, caracterización de sus procesos y nivel de automatización que presente o pueda llegar a manejar a través de la aplicación de la metodología.

De todas maneras, se plantea que esta investigación puede llegar a servir de base para futuros trabajos aplicados en la utilización de la metodología MRP.

#### 4. CONCLUSIONES

- Se logró establecer un plan de mejora que en la medida que este se cumpla, la empresa EQUIPOS TECNICOS LTDA CQR actualmente Tecnodiesel, tiene la posibilidad de atenuar los problemas que tiene de incumplimiento en los tiempos de entrega de los motores diésel que recibe para su mantenimiento.
- Establecer la metodología MRP en los momentos actuales de la empresa, no tiene mayor sentido práctico; por el contrario, puede llegar a significar un esfuerzo fallido por el volumen de su demanda; además, que debe ajustarse la metodología de manera muy particular al proceso de mantenimiento preventivo.
- La aplicación de la metodología MRP en la empresa objeto del estudio realizado, podría hacerse como un ejercicio académico; es decir, aprovechar el acercamiento y la identificación de los problemas que se tienen, para lograr el planteamiento del ajuste metodológico que pueda llegar a tener significado para este tipo de procesos de mantenimiento preventivo, ya que en el medio no se tienen experiencias similares.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amat de Swert, J.M. (2009). *Estudio para la implantación del sistema MRP de planificación y control de la producción de una empresa productora de maquinaria de control numérico*. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7470/Memoria.pdf>.

Amat de Swert, J. M. (septiembre de 2015). *VIRTUAL PRO*. Obtenido de Planeación de Requerimientos de Materiales: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/planeacion-de-la-produccion/12>

Artículo 2º (Ley 590 de 2000). *Ley de desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas*.. Recuperado de: <http://www.camaraarmenia.org.co/files/LEY%20590%20DE%202000.pdf>

BOM (2003). *Sistemas de información para administración de materiales*. Recuperado de: [http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/modemp/13\\_bom.pdf](http://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/modemp/13_bom.pdf)

BUSCADOR (2018) Tema: *Planeación MPR*. Recuperado de:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/results?vid=18&sid=a3e32b5d-b4c8-4d58-b614-086c2a913109%40sessionmgr4007&bquery=planeacion+MRP&bdata=JmNsaTA9RIQmY2x2MD1ZJmNsaTE9RIQxJmNsdjE9WSZsYW5nPWVzJnR5cGU9MCZzaXRIPWVky1saXZI>

CALTIC ( ). *Nivel de inventario*. Recuperado de: <https://www.calticconsultores.com.mx/productividad-y-procesos/nivel-de-inventario/#>

Coltec ( ). *MSCP-KPI Indicadores para la gestión del mantenimiento*. Recuperado de: <http://www.contec.cl/images/PDFs/MSCP-KPI.pdf>.

Debategraph ( ). *Historia del MRP Tema #254054*. Recuperado de: <https://debategraph.org/Stream.aspx?nid=254054&vt=ngraph&dc=focus>

Definicion.de ( ). *Sentido común*. Recuperado de: <https://definicion.de/sentido-comun/>

Gutiérrez, J.J. ( ). *UF1886 Administración del gestor de datos en sistemas ERP-CRM*. España: Editorial Elearning S.L.

Internet ( ). *Etapas de evolución del MRP*. Recuperado de: <https://www.timetoast.com/timelines/etapa-de-evolucion-del-mrp>

Isotools (2017). *Herramientas de diagnóstico para la gestión de los procesos*., Recuperado de: <https://www.isotools.org/2017/05/31/herramientas-diagnostico-gestion-procesos/>

LEY 590 (2000). *Diario Oficial No. 44.078 de 12 de julio 2000*. Recuperado de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0590\\_2000.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0590_2000.html)

LOKAD ( ). *lead time (tiempo de entrega): definición y fórmula*. Recuperado de: <https://www.lokad.com/es/lead-time-definicion-y-formula>

MORA GARCÍA, L. A. *Gestión logística integral: las mejores prácticas en la cadena de abastecimientos*. Bogotá: Ecoe ediciones, 2008. V. 1a ed.

Restrepo L. (2017). *4 principales herramientas de diagnóstico y evaluación de procesos*. Recuperado de: <https://mdc.org.co/herramientas-de-diagnostico-y-evaluacion-de-procesos/>

Rivera J.M., Ortega E., Pereyra J. (2014). *Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. UNMSM.

Rodríguez, T. ( ). *MRP II aplicado al mantenimiento productivo real*. Tesis UNMSM. Recuperado de: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/tiburcio\\_r\\_v/cap2.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/tesis/ingenie/tiburcio_r_v/cap2.htm)

Salazar, L. B. (2016). *Ingenieriaindustrial.net*. Obtenido de PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN - MPS: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/plan-maestro-de-producci%C3%B3n-mps/>

Solís R. (2011/2012). Gestión de inventarios con demanda dependiente. Recuperado de: [www.eii.occim.uva.es/descargar.php?...GESTION%20DE%20INVENTARIOS%20CO...](http://www.eii.occim.uva.es/descargar.php?...GESTION%20DE%20INVENTARIOS%20CO...)

Tecnodiesel ( ). *Historia*. Recuperado de: <http://callehost.net/tecnodiesel/historia/>

Unicauca ( ). *10.13 IMPORTANCLIA RELATIVA O MATERIALIDAD*. Recuperado de: <http://fceca.unicauca.edu.co/old/tgarf/tgarfse152.html>

Vollman, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Jacobs, F. R. (2005). *Planeación y control de la producción. Administración de la cadena de suministros*. . México: Mc Graw Hill.