



REPÚBLICA CUBA  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA  
“DR. ANTONIO NUÑEZ JIMÉNEZ”  
FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA  
DEPARTAMENTO DE MINERÍA

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA DEL  
PROCESO DE CARGA Y TRANSPORTE DE LA EMPRESA  
“CONSTRUCCIONES ASFALTO ANDES, C.A.”.**

**Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Minería**

**AUTOR: Esp. Ing. Marjorie j. Uzcátegui S**

**Mérida, Noviembre, 2014**

---

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA DEL  
PROCESO DE CARGA Y TRANSPORTE DE LA EMPRESA  
“CONSTRUCCIONES ASFALTO ANDES CA”.**

**AUTOR: Esp. Ing. Marjorie j. Uzcátegui S**

**TUTOR: Dr. C. Orlando Belete Fuente**

---

**Mérida, Noviembre, 2014**

## DEDICATORIA

A Dios,

A mis padres: Carlos A. Uzcátegui y Josefa Sulbarán

A mis hermanos: Mary, Mayba, Mayerling y Carlos

A mis hijos: Rubén y Thomas

A mi nieto: Samuel Alejandro

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a muchas personas por haber contribuido con la realización y desarrollo de esta tesis porque gracias a su tiempo, dedicación, experiencia y amor pude lograr el objetivo propuesto, así como agradezco a varias instituciones que me brindaron y prestaron sus instalaciones para que pudiera lograr con éxito la conclusión de este trabajo.

En primer lugar agradezco a Dios, por enseñarme el significado de lo que es una familia en todos los sentidos, por guiarme correctamente en el camino que he transitado en esta vida y por permitirme realizar esta meta.

A mis Padres, Carlos y Josefa por darme la vida y la gran oportunidad de crecer profesionalmente, por los innumerables sacrificios de amor que hicieron para ser lo que soy hoy en día y poder estar donde estoy, de todo corazón mil gracias, los Quiero.

A la Empresa Construcciones Asfalto Andes, por darme la oportunidad de realizar el Trabajo de Grado en sus instalaciones y servirme de plataforma en el transitar de mi experiencia laboral.

Al Ing. Gustavo Reyes, Gerente de Planta de Construcciones Asfalto Andes CA, por su apoyo, enseñanza y consejos que me hicieron crecer como persona.

Al Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez” y la Universidad Politécnica Territorial de Mérida “Kléber Ramírez” por brindarme y permitirme la oportunidad de alcanzar mis estudios de maestría.

A mi tutor académico Dr. C Orlando Belete Fuentes, al Prof. Dr. C José Otaño y el cuerpo de profesores que impartieron las diferentes asignaturas en la maestría por aceptar ser mis guías, por enseñarme y darme su apoyo.

A mis hermanos, por haber estado allí para mí, dándome su cariño y sinceridad.

A mis hijos y mi nieto, por estar siempre a mi lado, ayudándome, apoyándome en los momentos buenos y malos, dándome la fuerza para seguir adelante y el amor para brillar; por ellos son lo que soy.

A mis familiares y amigos por su apoyo y gran amistad durante este camino.

A José Francisco Carpio y Amaluz Angarita por el apoyo incondicional ya que la experiencia como grupo fue relevante a lo largo del transitar de la maestría.

A Todos, mil Gracias !!!

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE FIGURAS .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I .....	6
ESTADO DEL ARTE .....	6
1.1 Antecedentes de la investigación .....	6
1.2 Antecedentes historicos del mantenimiento .....	13
1.3 Marco teorico .....	18
CAPÍTULO 2 .....	37
CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA ASFALTO ANDES C.A .....	37
2.1 Reseña histórica de la empresa .....	37
2.2 Ubicación geográfica .....	38
2.3 Descripción de la empresa .....	41
2.4 Estructura organizativa .....	42
2.5 Productos y servicios .....	43
2.6 Líneas de producción .....	44
2.7 Proceso carga y transporte de material .....	48
2.8 Descripción del taller .....	49
CAPÍTULO III .....	51
MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	51

3.1 Resultados obtenidos.....	51
3.2 Propuesta.....	60
3.3 Digitalización modelo de gestión de mantenimiento .....	74
CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	79
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS .....	86

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. 1 Modelo Organizacional Planteado por Henry Ford .....	15
Figura 1. 2 Diagrama de evolución del Mantenimiento. ....	18
Figura 1. 3 Curva de la “Bañera .....	26
Figura 1. 4 Tiempos de Mantenimiento .....	28
Figura 2. 1 Ubicación relativa del área de estudio. a) Ubicación relativa nacional, b) Ubicación regional y c) Ubicación del área de estudio.....	39
Figura 2. 2 Mapa Geológico del Municipio Santos Marquina del Estado Mérida .	40
Figura 2. 3 Red hidrológica de la zona de estudio .....	40
Figura 2. 4 Estructura Organizativa de la Empresa.....	43
Figura 2. 5 Procesamiento Mecánico de la extracción de agregados .....	45
Figura 2. 6 Procesamiento línea de mezcla asfáltica .....	47
Figura 2. 7 Esquema de ubicación de Depósitos y Talleres.....	49
Figura 3. 1 Frecuencia de Falla relativa y acumulada de los equipos de servicio de carga y transporte .....	52
Figura 3. 2 Representación de la Distribución de Frecuencia de Falla .....	53
Figura 3. 3 Representación de la Distribución de Frecuencia de Demora .....	54
Figura 3. 4 Diagrama Causa – Efecto sobre la Gestión del Mantenimiento realizado a los equipos pertenecientes al servicio de carga y transporte de la cantera. ....	58
Figura 3. 5 Modelo de organización de la Gerencia de Mantenimiento.....	62
Figura 3. 6 Espacio físico del taller propuesta para la empresa.....	64
Figura 3. 7 Modelo de ciclo Gestión de Mantenimiento.....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Definición de áreas de evaluación Norma COVENIN 2500-93.....	31
Tabla 1. 2 Definición de columnas del formato de evaluación COVENIN 2500 y escalas de evaluación Norma COVENIN 2500-93 .....	32
Tabla 1. 3 Preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo del análisis.....	35
Tabla 2. 1 Productos y Servicios Ofrecidos por la Empresa	44
Tabla 2. 2 Personal que labora en la empresa.....	50
Tabla 3. 1 Distribución de Frecuencia de Falla y demoras de los equipos. ....	53
Tabla 3. 2 Resultados obtenidos en la entrevista no Estructurada.....	57
Tabla 3. 3 Constitución de las cuadrillas de Trabajos .....	63
Tabla 3. 4 Listado de Herramientas Necesario .....	65
Tabla 3. 5 Tabla de indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y disponibilidad.....	67
Tabla 3. 6 Formatos diseñados para controlar y evaluar los procesos. ....	72
Tabla 3. 7 Parámetros tomados en cuenta en la Planificación del Mantenimiento	75
Tabla 3. 8 Actividades de Mantenimiento.....	76



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE CUBA**  
**MINISTERIO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**  
**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALÚRGICO DE MOA**  
**“DR. ANTONIO NUÑEZ JIMÉNEZ”**  
**FACULTAD DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE MINERÍA**

Autor: Esp. Ing. Marjorie J. Uzcátegui S  
Tutor: Dr. C. Orlando Belete

Fecha: Noviembre 2014

## **RESUMEN**

La gobernación de Mérida para satisfacer el Plan Vivienda se fijó como meta incrementar un 50% la producción de agregados, requiriendo que las canteras generen estrategias que permitan que la maquinaria y equipos pesados utilizados en la carga y transporte de material estén disponibles con el propósito de alimentar y apoyar el proceso productivo el mayor tiempo posible. De allí, que el trabajo consistió en Diseñar un Plan de Mantenimiento a la Maquinaria Pesada de la empresa Construcciones Asfalto Andes CA, el cual garantice su disponibilidad con un máximo rendimiento y a un mínimo costo. La investigación partió del diagnóstico realizado a la gestión de mantenimiento y en la determinación de las fallas más comunes a través de un análisis estadístico que permitió conocer cómo se desarrolla el mantenimiento en la empresa, en función del número de fallas, demoras presentadas y tipos de mantenimiento realizados. Bajo una investigación de campo apoyada en una documental se evidencio debilidades en la gestión del mantenimiento ya que se presenta predominio de mantenimiento contra rotura lo que genera: a) que solo no se cumple con el criterio mínimo de disponibilidad establecido por la empresa del 70%; b) la disponibilidad aproximada de la flota estudiada es del 68%, c) los cargadores Frontales y Camiones son los más críticos; lo que no garantiza el cumplimiento de la demanda actual. Partiendo de los resultados obtenidos se elaboró un Plan de Mantenimiento ajustado a las necesidades de la empresa el cual garantice una gestión confiable.

Palabras Claves: Gestión de Mantenimiento, Maquinaria Pesada; Proceso de Carga y Transporte, Canteras

## INTRODUCCION

En las empresas mineras denominadas canteras y caleras sus procesos productivos están orientados, fundamentalmente hacia la producción de agregados (arena lavada, piedra picada, polvillo-arrocillo entre otros), así como a la preparación de mezcla asfáltica y material integral los cuales son muy utilizados para la construcción de viviendas y vialidad, para lo cual requieren que sus maquinarias posean alto rendimiento en durabilidad y confianza.

De tal manera que se deben contar con equipos capaces de trabajar en forma continua durante su ciclo de vida, pero para lograr su disponibilidad se hace indispensable el trabajo en conjunto del departamento de producción y de mantenimiento; requiriéndose además la incorporación del conocimiento, la ingeniería y de las personas, situación que obliga a que el mantenimiento no sea considerado como una actividad miscelánea de solo corregir falla, sino que por el contrario es conveniente realizar una serie de actividades que le permita alcanzar su máximo potencial a través de una gestión del mantenimiento que asegure el mejoramiento continuo.

Entendiéndose como gestión del mantenimiento según Zambrano S (2007) “al proceso sistemático donde a través de una serie de medidas organizativas se puedan planear, organizar, controlar y evaluar las actividades de mantenimiento, de acuerdo a procedimientos que lleven un orden o secuencia lógica a fin de lograr alta confiabilidad y disponibilidad de los objetos a mantener” (p.11). De allí, que se pudiese decir que para que una empresa pueda mantener o incrementar su productividad debe gestionar el mantenimiento a través de la ejecución de un conjunto de labores de mantenimiento en forma secuencial, que permita mantener y conservar la maquinaria y equipo en condiciones optimas de funcionamiento el mayor tiempo posible.

Particularmente en la empresa Construcciones Asfalto Andes CA , el sistema de gestión empleado para controlar el servicio de mantenimiento que ofrece la

maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte es llevado de forma verbal o escrita en block de notas, lo que representa un impacto negativo en la calidad de gestión prestada por el departamento, identificándose horas laborales desperdiciadas, baja calidad en la prestación del servicio ya que se observa continuas fallas en los equipos lo que paralizan la producción, extravió o deterioro de los registros manuales, incongruencias entre lo escrito y lo especificado por el trabajador.

De allí, la necesidad de proponer un modelo de gestión que permita planificar, gestionar, controlar y evaluar el estatus del mantenimiento preventivo y correctivo que debe realizar la empresa, con el fin de mejorar los problemas existentes.

### **Problema Científico**

Inexistencia de una gestión de mantenimiento que garantice la disponibilidad de la maquinaria pesada perteneciente al servicio de carga y transporte de la empresa.

### **Objeto de la Investigación**

El servicio de mantenimiento que se le presta la maquinaria pesada.

### **Campo de Acción**

La maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte, de la empresa “Construcciones Asfalto Andes CA.

### **Objetivo General**

Diseñar un Modelo de Gestión del Mantenimiento aplicado a la maquinaria pesada perteneciente al servicio de de carga y transporte de la empresa “Construcciones Asfalto Andes CA”.

## Objetivos Específicos

1. Diagnosticar la situación actual que presenta el proceso de gestión de mantenimiento de la empresa “Construcciones Asfalto Andes CA”.
2. Analizar la información técnica y de mantenimiento que posee la empresa sobre la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte.
3. Elaborar una propuesta de Plan de Mantenimiento que se ajuste a las necesidades de la empresa.
4. Diseñar estrategias que permitan el mejoramiento de la gestión de mantenimiento realizada a la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte.

## Hipótesis

Si se caracteriza la Gestión del mantenimiento que se le está realizando a la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte se podrá garantizar una disponibilidad de los equipos que permita cumplir con el incremento de la producción que requiere la empresa “Construcciones Asfalto Andes, CA”

## Tipos de Estudio y Descripción de la Investigación

La investigación se realizó como una investigación no experimental de tipo Descriptivo-Diagnóstica. Es no experimental debido a que no existió manipulación en forma deliberada de la variable independiente, simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Es de carácter Descriptivo, porque permitió describir y conocer el funcionamiento de cada uno de los equipos pesados que conforman la flota de carga y transporte de la empresa y Diagnóstica ya que se realizaron evaluaciones de los equipos y sus componentes.

Esta investigación corresponde a un diseño de campo y documental. Es de campo, porque se basó en diferentes visitas realizadas al área de trabajo con el propósito de obtener datos e información, así como el de observar directamente el

grupo o fenómeno estudiado, mientras se apoya en una Documental debido a que la información fue extraída de formatos, manuales y catálogos suministrados por la empresa.

### Técnicas e instrumentos para la Recolección de Datos

**Observación Directa:** A través de la observación directa se conoció e identificó cada una de las actividades, tecnología, metodologías y procedimientos de mantenimiento realizados en el patio de Taller.

**Revisión de Registro Histórico y Material Bibliográfico:** La revisión del registro histórico de cada equipo permitió obtener información esencial con respecto a las rutinas de mantenimiento preventivo y al mantenimiento correctivo desarrollado por los mecánicos, ayudantes y apoyos que posee el taller. Asimismo, se realizó una revisión de material bibliográfico el cual incluyó la revisión de: manuales y catálogos suministrados por la empresa, la revisión de textos de consulta, tesis de grado, artículos, revistas y adicionalmente se consulto referencias electrónicas con el propósito de complementar los fundamentos teóricos del trabajo.

**Entrevistas:** Se realizó entrevistas no estructuradas al personal involucrado en las labores de mantenimiento con el fin de obtener información no sesgada, precisa y detallada acerca de las fallas, funcionamiento de los equipos, por medio de una serie de preguntas abiertas y aleatorias surgidas de las necesidades pertinentes, dudas o temas específicos, que permitieron realizar un diagnóstico de la situación actual. Así como, se realizó una entrevista estructurada a todo el personal perteneciente al área de mantenimiento de maquinaria pesada, siguiendo los parámetros de la norma COVENIN 2500-93.

### Procedimiento

Con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados en este estudio a continuación se presenta los pasos que permitieron la obtención de la información necesaria para la realización del modelo de gestión.

1. Visitas de inducción al área, para conocer los equipos e instalaciones.
2. Revisión y análisis de las fuentes de información.
3. Evaluación de la gestión de mantenimiento a través de la aplicación de la Norma COVENIN 2500-93.
4. Recolección de la formación técnica de los sistemas y componentes que permita la realización del análisis estadístico en función de las fallas / demoras presentadas, con el propósito de buscar las causas y soluciones que producen las fallas.
5. Elaboración y análisis de la matriz FODA
6. Realización y análisis de diagrama causa-efecto
7. Elaboración del plan de mantenimiento.
8. Presentación del modelo de gestión
9. Elaboración de informe.

## CAPITULO I

### ESTADO DEL ARTE

A continuación se presentan todos los avances realizados por otros autores sobre la temática de estudio: Productividad, Servicio del Mantenimiento de la Maquinaria y Equipos Mineros.

#### 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de conocer sobre los tipos de Gestión de mantenimiento y de análisis de falla más recomendado para los equipos utilizados en el proceso de carga y transporte a continuación se presenta un grupo de investigaciones que sirven de referencia teórica. El conjunto de autores que se consulto resultan ser una herramienta de gran importancia para la mejora de la gestión de mantenimiento y base fundamental para iniciar recopilación de información y planteamiento de históricos de mantenimiento. Entre ellos se encuentra:

1. **Marcano, M. (2013)**, en el trabajo “*Diseño de modelo de gestión de mantenimiento aplicado a los equipos críticos de planta piloto de Concentración de mineral en CVG Ferrominera Orinoco CA*”. En el cual plantean diferentes tipos de análisis que pueden ser utilizados tanto para el diagnóstico y la evaluación de la gestión de mantenimiento. Así como presentan el diseño de un conjunto de herramientas para mejorar la gestión tales como: Formularios, Fichas con información técnica de equipos críticos, así como propone un Plan de Mantenimiento basado en toneladas procesadas.
2. **Maldonado, H & Siguenza, L. (2012)**, en su trabajo “*Propuesta de un Plan de mantenimiento para Maquinaria Pesada de la empresa Minera Dynasty Mining del Cantón Portovelo*” presenta propuesta de programa de mantenimiento en el cual incluye fichas técnicas, formatos de registros, Plan de mantenimiento preventivo y correctivo, todos basados en el diagnóstico previo realizado.

3. López, V. (2011), en su trabajo titulado “**Estrategia de Mantenimiento de una Planta Concentradora de Estaño**” plantea que el mejor método de gestión del mantenimiento, es el centrado en la Confiabilidad (RCM), el cual debe ser utilizado como el primer paso para obtener una verdadera gestión completamente documentada, así como, permite sentar las bases para implementar el mantenimiento proactivo, que junto a otras herramientas del RCM se aproximaría a niveles de gestión de estándares mundiales. Así mismo, señala que el mantenimiento moderno centra su atención en la productividad, más que la reducción de costos. De allí, que la investigación suministra aportes importantes en cuanto a al procedimiento a seguir para realizar un diagnóstico y ofrece una respuesta interesante en el tipo de gestión a implementar en Asfalto Andes, CA
4. Martínez, K. (2010), en su trabajo “**Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo Scoop de la mina Isidora – Valle norte pertenecientes a la empresa minera Venrus C.A., el Callao – Estado Bolívar**” Realiza una investigación de carácter descriptivo y exploratorio, cuyo diseño es de campo, y se tomo como referencia ya que propone un método a seguir para el análisis de falla el cual permite la determinación de la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad. También aporta un plan de mantenimiento preventivo programado que contribuye a reducir las horas inoperativas de los equipos de carga ya que las unidades deberán operar bajo un mínimo de ocurrencia de fallas evitando en lo posible, paradas inesperadas de la planta.
5. Aguilar, J. (2010), en el artículo presentado en la revista Tecnología titulado “**Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad**”. El autor, argumenta que tradicionalmente en la plantas existen planes de mantenimiento basados en recomendaciones del fabricante, determinados en periodos fijos, basados en políticas internas de la planta o bien simplemente aplicando un mantenimiento correctivo, es decir, reparar solo hasta que la unidad falle. Sin embargo, señala que el objetivo de toda gerencia del mantenimiento debe ser mantener sus equipos o activos en la máxima disponibilidad y confiabilidad, a fin de poder

garantizar una continua producción. El aporte a la estudio realizado en Asfalto consiste en que presenta otra alternativa de cómo se puede realizar el análisis de falla, ya que propone un análisis de riesgo, aplicando la metodología de análisis de modos de falla, efectos y criticidad (FMECA o AMFEC), para posteriormente seleccionar la mejor tarea de mantenimiento, ya sea preventiva, predictiva, correctiva o en su caso acciones adicionales o complementarias.

6. **Luna, A. (2009)**, en su trabajo de grado titulado “**Propuesta de un plan de mejoras productivas de una planta de mezcla asfáltica en caliente tipo continúa. Caso de estudio: Caso de estudio: Planta de Mezcla Asfáltica en caliente en el Municipio Jiménez del Edo. Lara**”, el estudio está enmarcado dentro de la modalidad de investigación de carácter descriptiva diagnóstica, cuya estrategia está orientada a la oferta de una propuesta con la finalidad de mejorar el sistema productivo de la empresa. A los fines de la evaluación de los aspectos identificados, se empleó la Norma Covenin 1980-89. En el diagnóstico se constató deficiencia en lineamientos y procesos de 7 áreas establecidas en la norma. Los resultados obtenidos con los instrumentos utilizados permiten presentar un plan de acciones en búsqueda de mejoras que abarquen estas áreas para así establecer el camino al avance de la productividad y la calidad. Dentro de los planes de mejora se incluye una propuesta de mantenimiento el cual se ajusta a las necesidades propias de la empresas
7. **Rodríguez, A. (2008)**, en su trabajo de grado el cual tiene como propósito “**Realizar un estudio donde se especifican las consideraciones básicas del Montaje, Operación y Mantenimiento de Plantas para Mezcla Asfáltica en Caliente**”. El trabajo aporta información importante sobre la constitución, formas y estructuras de los distintos equipos y sistemas que conforman las plantas de asfalto, pudiendo identificar las principales diferencias, según el tipo de planta. La investigación presenta algunos aspectos importantes que pueden ser considerados al momento de realizar el diagnóstico a la maquinaria de Asfalto Andes CA, como son: la relación que existe en el buen funcionamiento y operación de todos los equipos, mecanismos, sistemas de la planta y la calidad en la producción; asimismo,

se establece la importancia del mantenimiento en sí, y de la implementación del mantenimiento predictivo como proceso, en las plantas de mezcla asfáltica en caliente, describiendo las actividades que lo conforman; posteriormente describe los suministros y herramientas básicas para el proceso de mantenimiento predictivo en las plantas.

8. **Chinchilla, Erick. (2005)**, propone en su trabajo de grado “*Propuesta de la organización del taller de mantenimiento y de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos de la zona vial N°. 2 de Caminos, Jutiapa*”. Propone un plan de mantenimiento preventivo basado principalmente en procedimientos de lubricación, engrase y reparaciones menores, aplicable en periodos que inician desde 10 hasta 2.000 horas, para lo cual presenta formatos tales como: inventario de maquinaria y vehículos, tarjeta de registro de maquinaria, control de utilización de equipo, programa de reparaciones, orden de trabajo y registro de materiales y costos, que pueden servir de base para la construcción de los Formatos a diseñar para la empresa Asfalto Andes CA.
9. **Murillo, W. (2003)**, en artículo publicado por la revista CIER titulado “*Modelo de confiabilidad basados en el análisis de fallas*” la investigación sirve de sustento teórico ya que expone claramente que el análisis de fallos debe ser realizados en dos etapas; la primera se usa la técnica de RCFA (análisis de fallos causa raíz) como metodología para la búsqueda e investigar fallas recurrentes o esporádicas en los equipos. La segunda consiste en modelar un proceso usando todos los análisis de las fallas para estructurar una jerarquía de fallas enlazada con los flujos de los procesos, creando una librería de fallas aplicable a cualquier tipo de procesos, para finalmente llegar a listas de chequeo donde están las hipótesis y las evidencias de los hallazgos en forma de checklist o listados de diagnóstico que permiten rapidez y experiencia en los análisis de las fallas.
10. **Zanardo P & otros** en el artículo en la Web “*Gestión de mantenimiento. Eliminando los paros de planta no deseados*”, al igual que la anterior sirve de sustento teórico, a nivel de antecedentes del problema ya que comenta que el servicio de mantenimiento industrial en Chile está definido de distintas maneras según la industria. En el caso particular de la minería,

se encuentra ampliamente difundido, especialmente a través de provisión de mano de obra. Mientras que en las industrias de proceso encuentra una difusión más puntual, orientada al mantenimiento de equipos y servicios específicos. Asimismo, identifica aspectos resaltantes a tomar en cuenta en cuanto a como el personal externo debe realizar el mantenimiento de sus equipos de forma programada, la cual debe ser realizado bajo la supervisión total de personal de la empresa para así garantizar la calidad del sistema de gestión.

11. **Zapata, C. (2009)**, presento como tesis de grado el “*Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para los equipos de la planta H y L en la siderúrgica Alfredo Maneiro*”, en el cual plantea la necesidad que existe de reorientar la gestión de mantenimiento a los equipos que permanecen en funcionamiento en las plantas H y L pues estas plantas han sido sometidas a un proceso de reemplazo de tecnología que pone en inactividad el resto de los equipos del área. La investigación sirve de apoyo, ya que en ella se puede evidenciar la necesidad que tienen las plantas de predefinir sus equipos de mayor importancia en un proceso productivo enfocándose así de forma principal en suplir las necesidades de dichos equipos y lograr la disminución de paradas innecesarias.
12. **Baldeón, Zoila. (2011)**, en el trabajo “*Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera condestable SA.*” En resumen, la tesis consiste en implementar métodos de control y presentar alternativas de solución para la mejora de la productividad, en base al análisis de las operaciones en función del tiempo, ya que como es sabido el acarreo y transporte son variables que influyen en forma prioritaria en la reducción de costos. Inicialmente se analizaron los factores que afectan positiva y negativamente la productividad de la operación de acarreo y transporte (línea base), los métodos de trabajo, y los sistemas de control (en caso se cuente con los mismos o si sería necesario una implementación), a este análisis lo acompaña una propuesta de solución a la actividad que genera un mayor tiempo improductivo en el proceso, finalmente se propondrá una Guía para la optimización de flota en minas subterráneas con similares características que la mina analizada.

13. **García, D. (2006)**, en su trabajo “**Evaluación y planteamiento de mejoras en la Gestión de Mantenimiento del taller de Vehículos de mina (MCC), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Minera Loma de Níquel**”. El trabajo es un estudio técnico y tuvo los siguientes alcances: Se hizo un estudio de la gestión de mantenimiento de la empresa utilizando la NORMACOVENIN 2500-93, se realizó la modelación estadística de la data en un programa, el cual determina la confiabilidad, tiempos entre fallas, también se realizó el cálculo de disponibilidad, y el planteamiento de recolección de data para el cálculo de la mantenibilidad. Para el desarrollo del procedimiento a usar en el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC) se hizo el estudio de análisis de modos y efectos de fallas, para seleccionar las tareas de mantenimiento. Se introdujo el concepto de mantenimiento predictivo/proactivo, para reducir las paradas forzadas o preverlas, así como también se realizó un análisis de criticidad de las unidades, todo esto acercando a la gestión de activos en dicha área, a un Mantenimiento Clase Mundial. Siendo este trabajo la reseña de las propuestas a la actual gestión ha ser evaluadas por la gerencia para su eventual implementación.
14. **Centeno, H. (2011)**, en su investigación “**Diseño de un plan de mantenimiento para los equipos Payloaders Komatsu de CVG Venalum**” En el siguiente trabajo se diseñó un plan de mantenimiento para los equipos Payloaders Komatsu para lo cual, se determinó la estructura del equipo y sus fallas potenciales, a través de un análisis de Pareto y un análisis de criticidad, lo cual permitió determinar las tareas de mantenimiento y niveles de inventario de repuestos que se deben tener en almacenamiento,
15. **Zambrano R. & Leal, S. (s/f)**, en el 3er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad en Montevideo, Uruguay expuso sobre “**Proceso de Implementación de las Nuevas Tendencias de Mantenimiento en Procesos Productivos**” en el cual dice que la tendencia de mantenimiento en la actualidad es el Mantenimiento Productivo Total y Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, que en proceso de optimización se obtiene el Mantenimiento Clase Mundial. Con una investigación exploratorio levantó la información para la aplicación de la tendencia

sistemática como fueron los inventarios de objetos y recursos, información técnica, instrucciones técnicas de mantenimiento y procedimientos de ejecución. Aplicándose tecnologías indicadas en las Normas COVENIN 2500-93 y 3049-93, se conocieron los perfiles de dichas empresas y los indicadores de gestión de mantenimiento.

16. **Bako, D. & Milman, E. (2010)**, la investigación se tituló “**Sistema automatizado vía web con autenticación para la planificación, gestión, control y status del mantenimiento preventivo y correctivo de unidades de transporte de la empresa TECNODIESEL ACC CA**”. La tesis sirve de base teórica, ya que en la misma se proponen estrategias que permite mejorar el proceso productivo a través de la implementación de una herramienta informática que le permitirá a la empresa eliminar las pérdidas de tiempo y mejorar la calidad del servicio prestado por las unidades de transporte. Para ello, proponen una gestión de mantenimiento preventivo-correctivo programado.
17. **Olarte, W. (s/f)**, en el trabajo denominado “**Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de Producción**” el presente artículo hace referencia a la importancia que tiene la planificación del mantenimiento dentro cualquier tipo de empresa que desee alcanzar niveles elevados de calidad. Además muestra una breve reseña histórica de los cambios que ha tenido la implementación de los modelos de mantenimiento en la Industria.
18. **Sanabria, H. & Hernández, H. (2011)**, en su trabajo “**Elaboración de un Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare**”. El autor señala que los planes de mantenimiento buscan y pretenden alargar la vida útil de los equipos interviniéndose de manera anticipada a las fallas de las piezas, de allí que propone actividades entre las que se encuentra el llenado de la hoja de vida de cada equipo.
19. **Barreto, J. (2008)**, en la investigación titulada “**Criterios de selección y reemplazamiento de equipo para la construcción de accesos y plataformas en la zona de san Antonio, provincia de Yauli-Junín**”. Tiene como fin mantener y/o Incrementar el nivel de exploración, en consecuencia reducir el costo de operación. En la investigación se da conocer los criterios

adecuados para la selección óptima y el reemplazamiento oportuno de los equipos de carga y acarreo. Asimismo se realiza un análisis de los factores que influyen sobre estos a fin de obtener la información necesaria que permita el ahorro de tiempo y reducir los costos. La investigación inicia buscando las condiciones actuales de exploración y luego se calcula el equipo apropiado a fin de cubrir los requerimientos del avance de perforación. En los modelos de reemplazamiento de la maquinaria se ha tenido en cuenta el historial de los equipos y para su selección se ha considerado las condiciones reales del lugar de trabajo. Una vez elegido la política de reemplazo más óptimo, así como el tamaño de la maquinaria a utilizar, se busca el mínimo costo de operación.

20. **Cillis, M. Mejías, V. & otros (2009)**, en su trabajo “*Formación de un programa de mantenimiento preventivo para una empresa transformadora de acero*”. Señala que el objetivo del mantenimiento es maximizar la productividad general de la empresa y para lograrlo se debe aumentar la disponibilidad y eficiencia de las instalaciones y se debe reducir los costos de mantenimiento. Asimismo, hace el comentario que los planes convencionales de reparar cuando se produzca una avería ya no funcionan y por ello se deben implantar procesos de prevención mediante un acuerdo programado del mantenimiento.

## 1.2 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL MANTENIMIENTO

Desde el principio de la humanidad, el hombre ha sentido la necesidad de mantener y conservar sus herramientas o aparatos por rudimentarios que estos sean. Es por ello, que se dice que el mantenimiento como tal nace de la necesidad de recuperar las primeras máquinas que se construyeron, ya que era imposible seguir usando el equipo, a esa labor se denominó mantenimiento de ruptura o reactivo o para otros correctivo, ya que la mayor parte de las fallas son resultados del abuso a que son sometidas.

La primera generación cubre el periodo antes de la Segunda Guerra Mundial (1945), para este entonces las industrias no estaban mecanizadas, las máquinas

eran sencillas y por lo general su diseño era para un fin determinado lo que las hacía muy confiables y seguras y por ende fácil de reparar, de allí que los periodos de parada no importaban mucho. Sin embargo, no es sino a la entrada de la revolución industrial, a finales del siglo XIX cuando se puede hablar de la función de mantenimiento como disciplina científico-técnica autónoma.

El término "mantenimiento" se empezó a utilizar en la industria hacia 1950 en EE.UU, mientras que en Francia se fue imponiendo progresivamente el término "entretenimiento". Concepto que ha ido evolucionando desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción (Entretenimiento) hasta la concepción actual del mantenimiento con funciones de prevenir, corregir y revisar los equipos a fin de optimizar el costo global.

Este cambio de paradigma ocurre al inicio de la guerra debido a que se incrementa la necesidad de productos de toda clase, mientras que la mano de obra baja de forma considerable, por lo que se abre paso a la producción mecanizada, pero estas maquinas cuando se presentaba una falla ocasionaban paradas imprevistas incrementando el tiempo improductivo, disminuyendo la producción y generando altos costos de producción. Por tanto, las reparaciones de las máquinas implicaba la parada del proceso de producción lo cual generaba grandes pérdidas. Con el fin de evitar estas paradas, los empresarios le dieron una mayor importancia al mantenimiento reestructurando sus modelos organizacionales

A raíz de lo anterior, surge una nueva forma de organización del trabajo propuesta por Taylor, H. Ford, y Fayol entre otros, figura 1.1 donde para ellos la función de mantenimiento adquiere especialización y autonomía propia, es entonces cuando aparece la administración, dirección y control de los sistemas mecánicos y eléctricos mediante programas de mantenimiento preventivo como una necesidad ante la exigencia de disponibilidad que manifestaba la industria de proceso continuo.

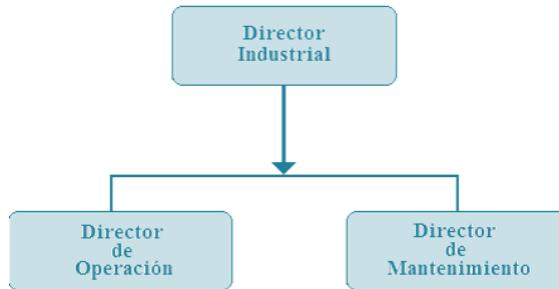


Figura 1. 1 Modelo Organizacional Planteado por Henry Ford

Fuente: Olarte, C (2010)

Es a partir del modelo mostrado en la figura 1.1, que mantenimiento se convierte para las empresas en una herramienta fundamental donde la actividad correctiva o de reparación, con el transcurrir del tiempo, se transforma en actividades preventivas donde se realizan labores de inspección y cambio de piezas defectuosas antes de que se produzcan daños en sus máquinas.

Es por ello, que finalizando los 40, surge una nueva forma de llevar a cabo el mantenimiento al que se llama "Mantenimiento Preventivo" el cual se orientó a prever los fallos de los sistemas mediante un plan adecuado enfocado a la producción y que incluía los conceptos de fiabilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

Pero al inicio de los años 50 un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que consistía en seguir las recomendaciones dada por los fabricantes de equipo, en donde se plasmaba los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento de las máquinas y sus dispositivos. Desarrollándose así el Mantenimiento Productivo (Productive Maintenance PM).

Es en este periodo donde se asignaron más responsabilidades a la gente relacionada con el mantenimiento y se hacían consideraciones acerca de la confiabilidad y el diseño del equipo y de la planta. De allí, que aparece el término "Ingeniería de la Planta" en vez de "Mantenimiento", las tareas a realizar, incluían un más alto nivel de conocimiento de la confiabilidad de cada elemento de las máquinas y las instalaciones en general.

A finales de los 60, la industria de la aviación, y en concreto los investigadores Nowland & Heap, hacen una importantísima aportación a la gestión del Mantenimiento: el Reliability Centred Maintenance ( RCM), y consiste en un proceso metódico, lógico y objetivo el cual se centra en la seguridad, y que con el tiempo se observó que tiene otros beneficios como permite mejorar la disponibilidad y optimizaba recursos, determinar cuáles son las tareas de mantenimiento adecuadas para cada activo físico teniendo en cuenta su fiabilidad o probabilidad al fallo, dando cumplimiento a la norma SAE JA 1011 el cual sirve como un excelente marco de referencia para la implantación de un RCM.

En 1970, tuvo lugar la globalización del mercado creando nuevas y más fuertes necesidades de excelencia en todas las actividades. Los estándares de "Clase Mundial" en términos de mantenimiento de la maquinaria y equipo tomo un auge, lográndose un sistema más dinámico y donde aparecen paralelamente dos filosofías de mantenimiento que se basan en que debe existir la participación e involucramiento de todos y cada uno de los miembros de la organización hacia la optimización de cada máquina.

Por un lado desde occidente ( USA ) nace el concepto de Costo de Ciclo de Vida (Vide Cycle Cost - LCC) que conjuga los conceptos de vida útil con el de la rentabilidad y el mantenimiento durante la vida productiva de los sistema y desde Oriente (Japón) aparece el mantenimiento productivo total (TPM) como método organizativo que integrando el PM pretende establecer una cultura propia en todos los empleados de la empresa buscando un equilibrio funcional entre las responsabilidades de producción y mantenimiento

El TPM fue originado por Seiji Nakahima como derivado del trabajo de William Edwards Deming en TQM o Gerencia de Calidad Total en los EEUU. Luego de su exitosa implementación en miles de importantes empresas en Asia, hacia finales de los 80's Nakahima publicó su libro en inglés y el TPM comenzó a aplicarse en América. Importantes organizaciones como Dupont, Kodak, Motorola, Ford Motor Co., Boeing, General Electric, y también el Servicio Postal de los EE.UU.,

comenzaron a usar ésta, considerada por el gobierno estadounidense como una de las "mejores prácticas de manufactura".

En los años 70, en Gran Bretaña nació una nueva tecnología, la Terotecnología (del griego conservar, cuidar) cuyo ámbito es más amplio que la simple conservación; esta tecnología no es mas que es el conjunto de prácticas de Gestión, financieras y técnicas aplicadas a los activos físicos para reducir el "costo del ciclo de vida", implicando una disponibilidad de los diferentes equipos para un tiempo igualmente especificado.

Donde, para poder llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada es imprescindible empezar a actuar en la especificación técnica (normas, tolerancias, planos y demás documentación técnica a aportar por el suministrador) y seguir con su recepción, instalación y puesta en marcha. Estas actividades cuando son realizadas con la participación del personal de mantenimiento deben servir para establecer y documentar el estado de referencia; lo que permite realizar las evaluaciones de su rendimiento, funcionalidades y demás prestaciones

A finales de los 80 e inicio de los 90, con el avance de la tecnología sobre todo electrónica e informática tuvo lugar una revolución en el mantenimiento preventivo, en una política de mantenimiento que recibió nombre propio "El Mantenimiento Predictivo" el cual consiste en una técnica para pronosticar en base a "indicios" , el momento futuro en que ocurrirá la falla de un componente de una maquina, con el fin de poder reemplazar con suficiente anticipación el dispositivo o componente y así poder tener tiempo de establecer un plan que evite parada por tal motivo. Justo antes de que falle. Así, el tiempo de paro del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

En resumen para Zambrano S (2007), el proceso evolutivo del mantenimiento cubre 3 etapas cronológicas que se han caracterizada por una metodología específica para cada una de ellas, las cuales se muestran en la figura I.2; donde el mantenimiento desde sus inicios ha tenido un ascenso de forma piramidal, el cual inicia con la primera generación en 1940 y se presentan avance subsecuente

a lo largo del transcurrir el tiempo hasta llegar a la actualidad, donde se presentan las filosofías que han sido aplicadas a nivel industrial, y donde es importante resaltar que la pirámide no se cierra dado que la referencia a partir de la tercera generación está sujeta a cambios que harán que aumenten las fracciones de la misma.

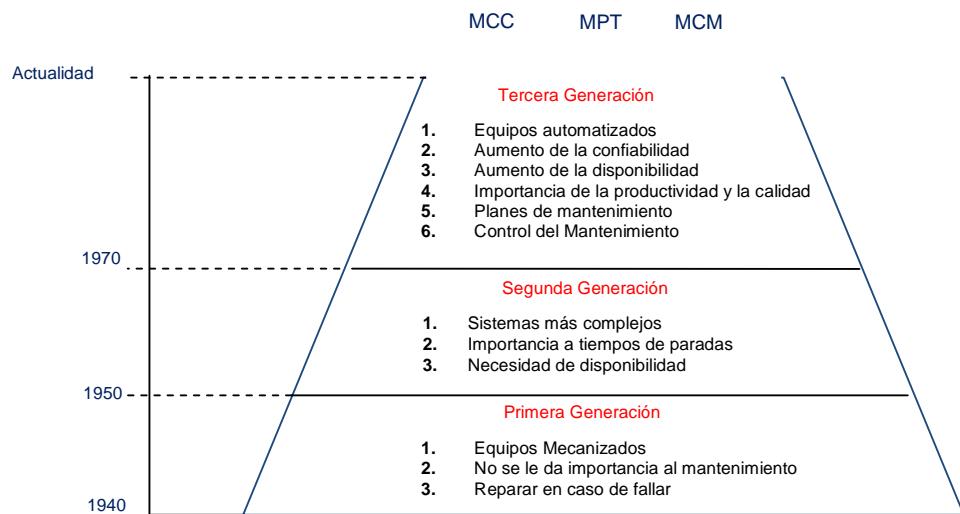


Figura 1. 2 Diagrama de evolución del Mantenimiento.

Fuente: Zambrano S (2007)

### 1.3 MARCO TEORICO

En esta parte, se detallan enfoques, teorías, escuelas, hipótesis, objetos y conclusiones sobre el mantenimiento que permiten abordar la investigación

#### 1.3.1 *Mantenimiento.*

La Federación de las Sociedades Nacionales Europeas de Mantenimiento define el mantenimiento como, todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. Por su parte, Prando, R (1996) concibe el mantenimiento como “Todas aquellas actividades necesarias para

mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a esta condición". (p.19). Mientras que para Muñoz M (s/f) este no es más que:

"El control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de reparaciones y revisiones necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general" (p.4)

Por tanto se pudiera decir que el mantenimiento es un conjunto de actividades planificadas o no con la cual se consigue que un equipo maquinaria, instalación, edificio, industria, comercio o servicio específico pueda ser restaurado de tal manera que después de un tiempo de servicio, mantenga sus cualidades iniciales. Convirtiéndose por tanto el mantenimiento en una función técnica y un servicio que se presta en función de la producción, independientemente del productos o servicios ofrecido.

El mantenimiento por tal motivo tiene que ser considerado como un órgano funcional y técnico, de cuya práctica depende el menor o mayor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de mantenimiento que implemente la empresa, por tanto puede tener un enfoque a corto mediano y largo plazo y en general convertirse en una sección fundamental dentro del complejo sistema productivo.

Entre los principales objetivos de la función de mantenimiento, están:

- Evitar, reducir y en caso de ser necesario reparar las fallas o daños del bien, asegurando así las condiciones de utilización de los equipos para el momento en que se necesite.
- Evitar pausas o paradas imprevistas de las máquinas, lo que contribuirá producir productos de calidad, permitiendo la buena y correcta operación de los mismos.
- Reducir los costos y contribuir con el retorno óptimo del capital invertido en el equipo durante su funcionamiento.

- Evitar accidente, aumentar la seguridad de los operadores y del personal de mantenimiento y proteger el medio ambiente.
- Conservar los bienes en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanzar o prolongar la vida útil del bien.

### **1.3.2 *Tipos de Mantenimiento***

En la actualidad existen variados sistemas que permiten realizar el servicio de mantenimiento tanto de la infraestructura como de la maquinaria y equipos. La mayoría centran su atención en la tarea de corregir las paradas o fallos cuando se presenta, otros pretenden actuar antes que se produzca la anomalía.

Para autores como Escobar (1996), Nava (1999), Duffuaa y otros (1991), Cilis (2007) el mantenimiento se dividen en:

1. El Mantenimiento predictivo o basado en la condición, el cual se fundamenta en la inspección a intervalos regulares de los equipo con el propósito de tomar acciones que permitan prevenir la falla o evitar las consecuencias de la misma condición. Este tipo de mantenimiento incluye tanto las inspecciones objetivas (con instrumentos) y las subjetivas (con los sentidos), como la reparación del defecto (falla potencial).
2. Mantenimiento preventivo o basado en el tiempo, el cual consiste en relacionar o sustituir a intervalos regulares un equipo o sus componentes, independientemente de su estado en ese momento.
3. Mantenimiento correctivo o contra la rotura, el cual se encarga del reacondicionamiento o sustitución de partes en un equipo una vez que han fallado, es decir consiste en la reparación de la falla (falla funcional) de manera urgente.
4. Mantenimiento mejorativo o rediseño, el cual implica la modificación o cambio de las condiciones originales del equipo o instalación, algunos autores no lo consideran una tarea del mantenimiento propiamente dicho,

aunque su función consiste en realizar el mantenimiento total o overhaul a la maquinaria, equipo o el reacondicionamiento en caso de infraestructura.

Por su parte Nava (1999) y Olarte (1997) existen diferentes estrategias o principios de Mantenimiento que se pueden ser aplicados en las empresas con el fin de organizar, planificar y controlar el mantenimiento, siendo algunas de ellas: el mantenimiento óptimo, mantenimiento programado, mantenimiento de averías o reparación, mantenimiento circunstancial, mantenimiento de Mejora (DOM), Mantenimiento de Oportunidad, Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.)

5. Mantenimiento Óptimo: es una metodología usada para obtener mejoras en el rendimiento de cualquier organización, es decir es la sumatoria de los diferentes principios que se deben cumplir para tratar de obtener costos totales de operación mínimos e instalaciones de operación y servicio, operando en buenas condiciones durante un porcentaje de tiempo óptimo.
6. Mantenimiento Programado: este mantenimiento se basa en las instrucciones técnicas recomendadas por el fabricante, constructores, diseñadores, usuarios o por experiencias conocidas, para obtener los ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema productivo a objeto de determinar la carga de trabajo. Su frecuencia de ejecución cubre desde periodos quincenales hasta periodos anuales.
7. Mantenimiento por Averías o Reparación: nace de la premisa de que como la atención a un sistema productivo nace cuando aparece una falla. Su objetivo es minimizar el servicio adecuadamente dicho sistema minimizando sus tiempos de paradas. Este mantenimiento es ejecutados por el personal de mantenimiento, las fallas deben ser atendidas de inmediato, por tanto no da tiempo de ser programada y por ende implica incremento en los costos y paradas innecesarias tanto de personal y equipos.

8. Mantenimiento Circunstancial: es una mezcla entre el rutinario, el programado, de avería y correctivo ya que se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo de inicio, los sistemas atendidos funcionan de manera alterna, ejecutándose acciones programadas en un calendario anual pero que no cuenta con un punto de inicio, se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otros sistemas que cumplan su función y el estudio de las fallas permiten la programación de su conexión eliminando dicha avería a mediano plazo.
9. Mantenimiento de Oportunidad: aprovecha la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquéllos. Para Sexto, L (2012) durante la intervención también se puede considerar tareas preventivas si encuentran concreción dentro de rangos admisibles de espera, que no comprometan el nivel de prevención que se busca.
10. Mantenimiento Productivo Total (T.P.M.): Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos". La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores.

Como se observa, existen diferentes tipos de mantenimiento, lo importante es elegir el que se ajuste a la empresa y al tipo de maquinaria, equipo o infraestructura que se tenga, y el más adecuado para poder desarrollar cualquier tipo de mantenimiento es necesario disponer de: metas claras y precisas donde se incluyan a toda la organización con su respectivo personal como gestores del proceso de mantenimiento. Los cuales deben trabajar siguiendo los ejes funcionales de la empresa y considerando al proceso de mantenimiento dentro de

todas las fases de la empresa y no solo el de operación, de modo que sus funciones estén orientadas a la evolución y a la mejora continua bajo la aplicación sistemática y de prioridad, para optimizar planes de mantenimiento y asegurar confiabilidad.

### **1.3.3 Gestión del Mantenimiento**

La gestión del mantenimiento es una estructura de relaciones prácticas que permiten ayudar a la consecución de los objetivos de la misma. Mientras que la Norma COVENIN 3049-93, define la gestión del mantenimiento como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento (p. 1)

una verdadera gestión es aquella que mediante la planeación de los cuatro procesos administrativos (organizar, controlar, planificar y evaluar) se puede reducir la frecuencia y gravedad de las averías en los equipos, aumentando la vida útil; reduciendo los costos totales de mantenimiento; incrementando las condiciones de seguridad e higiene en el entorno de trabajo y por último ofreciendo productos y servicios de calidad.

Por tanto, la planeación del mantenimiento permite programar los trabajos o proyectos a corto, mediano y largo plazo tomando en consideración las acciones de mantenimiento emanadas por la empresa. La ventaja de llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento, se genera menor consumo de horas hombre, se disminuye el inventario, se presenta menor tiempo de parada de equipos, se mejora el clima laboral en el personal de mantenimiento, se mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia) y se ahorra en costos.

Los principios básicos que rigen la planeación son: a) el mantenimiento que está centrado en la producción, b) el trabajo es para evitar, limitar y corregir fallas; c) El proceso de mantenimiento de la empresa es de forma secuencial y d) ayuda a evaluar y mejorar la ejecución del mantenimiento y la producción en la industria, es decir, permite el mejoramiento continuo.

Por consiguiente, para poder realizar una buena planeación se debe trazar un proyecto que contenga los puntos siguientes: el que; alcance del trabajo o proyecto, en este punto se plantea una lista de órdenes de trabajo a efectuarse, incluyendo solo las necesarias; el cómo: procedimientos, normas, procesos. Incluye documentación técnica, procedimientos y maniobras; los recursos: humanos horas hombre necesarias según sus especialidades, equipos, herramientas, materiales; La Duración: tiempo del proyecto o trabajo.

Por su parte el cronograma es una programación específica de las actividades de mantenimiento en el tiempo. Se puede trazar cronogramas a corto mediano y largo plazo, proyectando una visión para el desarrollo de la empresa en forma efectiva.

#### **1.3.4. Conceptos Asociados al Mantenimiento.**

Con el propósito de poder aplicar un efectivo plan de mantenimiento es necesario controlar las siguientes variables: Tiempo entre fallas, costos de mantenimiento, tiempo de servicio, costo de las reparaciones y la capacidad productiva de los equipos entre otras, es por ello que es necesario tomar en consideración los siguientes parámetros.

- a) Ciclo de vida de un equipo: No es más que el tiempo durante el cual un equipo conserva su capacidad de utilización.
- b) Fiabilidad de los equipos: para Muñoz,  $M(s/f)$  es la probabilidad de que un equipo funcione adecuadamente durante un período determinado bajo condiciones operativas específicas (por ejemplo, condiciones de presión, temperatura, velocidad, tensión o forma de una onda eléctrica, nivel de vibraciones, etc.).

Si se denota como  $T$  la variable aleatoria vida del equipo o componente y suponiendo que esta tiene una función  $F(t)$  de *distribución acumulada* expresada por:

$$f(t) = P(T \leq t)$$

Además existe la función  $f(t)$  de *densidad de probabilidades* expresada por la ecuación:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

La función de fiabilidad  $R(t)$ , también llamada *función de supervivencia*, se define como:

$$R(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

En otras palabras,  $R(t)$  es la probabilidad de que un componente nuevo sobreviva más del tiempo  $t$ . Por lo tanto,  $F(t)$  es la probabilidad de que un componente nuevo no sobreviva más del tiempo  $t$ .

Por otra parte, la probabilidad de que un componente nuevo falle entre  $t$  y  $t + s$  (*donde s es un incremento de tiempo respecto a t*) es igual a:

$$P(t < T \leq t + s < T > t) = \frac{P(t < T \leq t + s)}{P(t > t)} = \frac{F(t + s) - F(t)}{R(t)}$$

Dividiendo entre  $s$  y haciendo que  $s$  tienda a cero:

$$\lambda(t) = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{F(t + s) - F(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Donde,  $\lambda(t)$  es la función de tasa de fallos o función de riesgo o tasa instantánea de fallos, y es una característica de fiabilidad del producto. Por tanto, la función de tasa de fallas no tiene interpretación física directa, sin embargo, para valores suficientemente pequeños de  $t$ , se puede definir como la probabilidad de fallo del componente en un tiempo infinitamente pequeño  $dt$ , cuando en el instante  $t$  estaba operativo.

La evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo o también llamada curva de bañera), permite la determinación de la duración de la vida de un equipo el cual puede dividirse en tres períodos diferentes: Estos tres períodos se distinguen con claridad en el gráfico que representa la tasa de fallos del sistema frente al tiempo, el cual se denomina “Curva de bañera”. Aunque existen hasta seis tipos diferentes

de curva de bañera, dependiendo del tipo de componente del que se trate, una curva de bañera convencional se adapta a la figura 1.3.

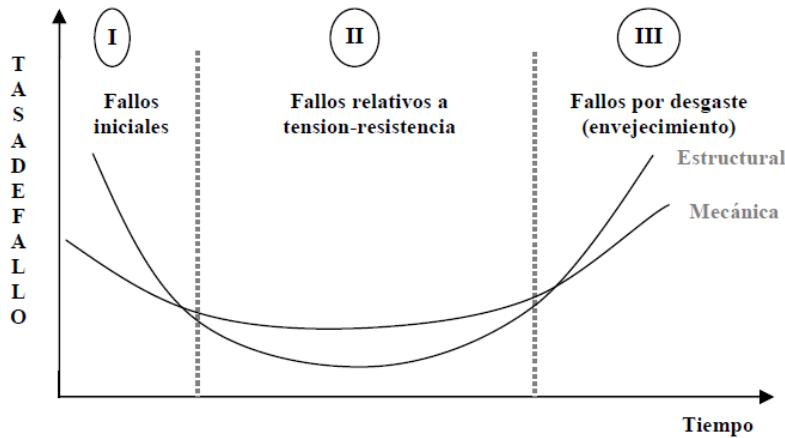


Figura 1.3 Curva de la “Bañera”

Fuente: Muñoz M (s/f)

- **Fallos iniciales:** se encuentra en la zona I y se caracteriza por tener una elevada tasa de fallos que desciende rápidamente con el tiempo. Estos fallos pueden deberse a diferentes razones como equipos defectuosos, instalaciones incorrectas, errores de diseño del equipo, desconocimiento del equipo por parte de los operarios o desconocimiento del procedimiento adecuado.
- **Fallos normales:** se localizan en la zona II con una tasa de errores menor y constante. Los fallos no se producen debido a causas inherentes al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser accidentes fortuitos, mala operación, condiciones inadecuadas u otros.
- **Fallos de desgaste:** ubicados en la zona III y se caracteriza por una tasa de errores rápidamente creciente. Los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo.

- c) **Confiabilidad:** es la probabilidad de que un equipo lleve a cabo su función durante un período de tiempo dado. La confiabilidad operacional se denota por Co, y se expresa en la ecuación 1:

$$Co = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

*MTBF (Mean Time Between Failures):* Es el Tiempo promedio entre Fallas

*MTTR (Mean Time To Repair):* Es el Tiempo Promedio para Reparar

- d) **Disponibilidad:** es la probabilidad de que un equipo se encuentre disponible para su uso. La disponibilidad Operacional se denota por Do y se expresa en la ecuación 2:

$$Do = \frac{MUT}{(MUT+MTTR)} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

*MUT (Mean Up Time):* es Tiempo Promedio en Operación (arriba) o Tiempo

*MTTR (Mean Time To Repair):* Es el Tiempo Promedio para Reparar

De allí, lo resalta Jiménez A (2011) la primera ecuación expresa que la de confiabilidad está regida por el tiempo entre fallas (MTBF) el cual involucra la ocurrencia de esta, mientras que la segunda ecuación indica que la disponibilidad tiene que ver con los tiempos de operación (MUT) y los tiempos fuera de servicio (MTTR), estos últimos pueden o no tomar en cuenta a los tiempos dedicados a los mantenimientos preventivos, las actividades de mantenimiento correctivos programados y las reparaciones de fallas de los componentes. Estos tiempos se representan en la figura 1.4.

Por consiguiente, se puede concluir que cuando se habla de confiabilidad se refiere a los tiempos que involucran la ocurrencia de una falla mientras que

disponibilidad es el tiempo de operación y fuera de servicio de los componentes, incluyendo o no las fallas.

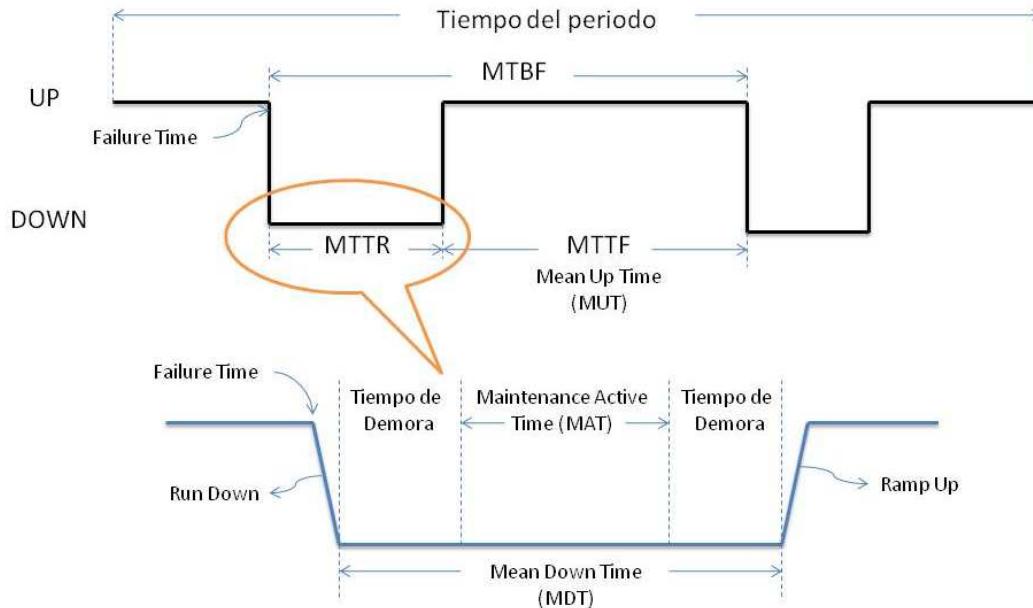


Figura 1. 4 Tiempos de Mantenimiento

Fuente: Jiménez A (2010)

- e) **Mantenibilidad:** es la probabilidad de que un componente o equipo pueda ser restaurado a una condición operacional satisfactoria, mientras que para la norma ISO/DIS 14224, es la capacidad (o probabilidad si hablamos en términos estadísticos), bajo condiciones dadas, que tiene un activo o componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo dado a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente, cuando el mantenimiento ha sido realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados.

Para Jiménez A (2010), la ecuación clásica de la Mantenibilidad viene dada en la ecuación 3:

$$M(t) = 1 - e^{-(\mu t)}$$

Ecuación 3

Donde

$\mu$ : es la rata de reparación y es un valor constante y se expresa en la ecuación 4:

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad \text{Ecuación 4}$$

Mientras que:

*MTTR (Mean Time To Repair)*: es el tiempo promedio para reparar un componente cuando falle, es parte del tiempo promedio o en servicio (MDT) representado en la figura 2, y es un indicador directo de la Mantenibilidad.

La rata de reparación es un parámetro el cual permite evaluar la probabilidad que tiene un componente a ser reparado y juega un papel exactamente similar a la rata de falla para el cálculo de la confiabilidad expresado en la ecuación 5.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \text{Ecuación 5}$$

La Mantenibilidad, por tanto está inversamente relacionada con la duración y el esfuerzo requerido para realizar las actividades de Mantenimiento, de allí que puede ser asociada de manera inversa con el tiempo que se toma en lograr acometer las acciones de mantenimiento en relación con la obtención del comportamiento deseable de un componente.

- f) **Costo del ciclo de vida:** es el costo total de un equipo a lo largo de su vida, incluyendo los gastos de compra, operaciones de mantenimiento, mejoras, reformas y retirada. Para Jiménez A (2012), el objetivo principal de un análisis del Costo del Ciclo de Vida (CCV) de un activo es, cuantificar la totalidad de los gastos (directos o indirectos, fijos o variables) pagados por este a lo largo de su vida útil.

La información que se obtiene es útil para la toma de decisiones basada en un análisis económico, el cual permitirá la compra de equipos, optimización y re-

diseño, programación de mantenimientos y re-potenciación o sustitución de un activo. Asimismo, Jiménez A (2012) señala que el CCV debe complementarse con una serie de análisis complementarios como: Análisis de Confiabilidad-Disponibilidad-Mantenibilidad (RAM por sus siglas en inglés), análisis económicos y análisis de riesgos entre otros.

Existen muchos métodos para calcular el CCV, ya sean normalizados y estandarizados, que básicamente proveen los procedimientos y fórmulas para su cálculo, sin embargo son cuatro los estándares industriales referidos específicamente al término de CCV, estas son las normas: ISO 15663, IEC 60300-3-3, NORSOOK-0CR-001/2 y SEA-ARP 4293/4294. No importa el método utilizado ya que generalmente se hacen con ayuda de un software.

g) **Eficiencia total de los equipos:** es decir el Overall Equipment Effectiveness, (OEE) es un indicador que se emplea para definir la eficiencia total del equipo, al englobar bajo un solo índice los tres parámetros fundamentales relacionados con el funcionamiento de los equipos. En la ecuación 6, se expresa la OEE.

$$OEE = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde por su parte,

**El rendimiento:** contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como una disminución de su capacidad de producción frente a la nominal. (Ecuación 7)

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{No.Total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} / \text{capacidad nominal}} \quad \text{Ecuación 7}$$

**La calidad:** es el indicador de las pérdidas por fabricación defectuosa de los productos, ya sea al fabricar unidades que directamente deben ser desecharadas como aquellas que requieren ser procesadas. A continuación en la ecuación 8 se expresa la calidad.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{No.de unidades válidas}}{\text{No.Total de unidades fabricadas}} \quad \text{Ecuación 8}$$

### 1.3.5. Metodología de Trabajo

#### 1.3.5.1 Determinación de la Gestión del Mantenimiento a través de la norma COVENIN 2500-93

Con el fin de lograr los objetivos planteados al inicio de la investigación se recopilo la información obtenida mediante la ficha de evaluación que establece la Norma COVENIN 2500-93 aplicada al departamento de mantenimiento de la empresa Asfalto Andes, para su análisis e interpretación. Además se realizaron representaciones gráficas en el programa Excel, para la mejor comprensión de los resultados.

Seguidamente, se presentan los resultados, partiendo de un diagnóstico cualitativo, basado en la observación directa y una entrevista no estructurada al personal de mantenimiento, seguidamente se realizo la auditoría interna con la ayuda de la herramienta establecida por la norma COVENIN 2500-93, cuyo objetivo es hacer un diagnóstico cuantitativo, donde se da a conocer el nivel gerencial que presenta la empresa actualmente. La aplicación de los principios de esta norma se hace a través de la aplicación de un tipo cuestionario, el cual define diez áreas a evaluar, las cuales se presentan en la tabla 1.1.

Tabla 1. 1 Definición de áreas de evaluación Norma COVENIN 2500-93.

ÁREA	DEFINICIÓN DEL PRINCIPIO BÁSICO
I	Organización de la empresa
II	Organización del Mantenimiento
III	Planificación del Mantenimiento
IV	Mantenimiento Rutinario
V	Mantenimiento Programado
VI	Mantenimiento Correctivo
VII	Mantenimiento Preventivo
VIII	Mantenimiento por Avería
IX	Personal de Mantenimiento
X	Apoyo Logístico
XI	Recursos

Fuente: Tomado de la Norma COVENIN 2500-93

La norma a su vez está conformada por una serie de principios, que permiten la evaluación de reglamentos, procedimientos y normas organizacionales que tienen

como objetivo principal el total aprovechamiento de los recursos de producción así como también la estabilización o constante aumento de los niveles de productividad, mantenibilidad y disponibilidad; Es por estas razones que resulta de gran ayuda la utilización de esta norma y el análisis de los resultados que proyecta la misma.

Para poder hacer uso de la aplicación COVENIN 2500-93, es necesario identificar las columnas que conforman la misma y la escala de evaluación de resultados, para posteriormente analizar y describir la verdadera situación que se presenta en el área estudiada. A continuación en la tabla 1.2, se muestra la identificación de las columnas y la escala de evaluación definida en esta aplicación

Tabla 1. 2 Definición de columnas del formato de evaluación COVENIN 2500 y escalas de evaluación Norma COVENIN 2500-93

NOMBRE	DEFINICIÓN	ESCALA DE PUNTUACIÓN	SITUACIÓN DEFINIDA
A	Áreas	0 - 40	Grave
B	Principios Básicos	41 - 60	Mejorable
C	Puntos máximos obtenidos	61 - 80	Regular
D	Valor de deméritos obtenidos	81 - 90	Bueno
E	Suma Total de deméritos obtenidos	91 - 100	Excelente
F	Diferencia entre columna C y E		
G	Puntuación porcentual gráfica reflejada		

Fuente: Tomado de la Norma COVENIN 2500-93

### 1.3.5.2 Realización de Matriz FODA

Con el fin de conocer las debilidades presentes en el departamento y poder sugerir recomendaciones se debe utilizar la matriz FODA, en la cual se presentan las fortalezas, debilidades oportunidades y amenazas presentes en el departamento, así como las estrategias que se deben implementar para controlar las variables de estudio.

Con la aplicación del análisis FODA, también conocido como Matriz o Análisis DOFA, FODA, o en inglés SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities*

(*and Threats*), se determinó la situación actual de cómo se está llevando la gestión de mantenimiento en la empresa. Mediante el análisis de sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada.

Para dar inicio a la etapa de planificación estratégica y a partir del análisis FODA se debe poder contestar cada una de las siguientes preguntas: a) ¿Cómo se puede destacar cada fortaleza?, b) ¿Cómo se puede disfrutar cada oportunidad?, c) ¿Cómo se puede defender cada debilidad? y d) ¿Cómo se puede detener cada amenaza? Para ello se debe:

1. Establecer los principales hechos o eventos del ambiente que tiene o podrían tener alguna relación con la organización.
2. Determinar cuáles de esos factores podrían tener influencia sobre la organización en términos de facilitar o restringir el logro de objetivos. Es decir, hay circunstancias o hechos presentes en el ambiente que a veces representan una buena oportunidad que la organización podría aprovechar, ya sea para desarrollarse aún más o para resolver un problema. También puede haber situaciones que más bien representen amenazas para la organización y que puedan hacer más graves sus problemas.

El análisis debe ser visto interna y externamente, es decir los elementos que deben ser analizados desde el punto de vista externo corresponde a las oportunidades y amenazas que tiene el entorno sobre la problemática estudiada, mientras que internamente se buscan las fortalezas y debilidades que se tienen respecto a la disponibilidad de recursos de capital, personal, activos, calidad de producto, estructura interna y de mercado, percepción de los consumidores, entre otros.

Este análisis permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con que cuenta el ente. Para realizar el análisis interno de una corporación deben aplicarse diferentes técnicas que permitan identificar dentro de

la organización qué atributos le permiten generar una ventaja competitiva sobre el resto de sus competidores.

Por el contrario, las debilidades se refieren, a todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que la empresa ya tiene y que constituyen barreras para lograr la buena marcha de la organización. También se pueden clasificar: aspectos del servicio que se brinda, aspectos financieros, aspectos de mercado, aspectos organizacionales, aspectos de control.

De la combinación de fortalezas con oportunidades surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para la organización. Mientras que las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, esta combinación coloca una advertencia como indicativo de lo deficiente de la gestión del mantenimiento.

A continuación se presenta en la tabla 1.3 las preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo del análisis. Son diferentes las causas dentro de una industria para que se produzca una falla en los equipos, estas están vinculadas con el desempeño del equipo y se dividen en físicas, las cuales están relacionadas con las magnitudes físicas como temperatura, presión, etc., y las funcionales que dependen de la función que desempeñan dentro de la industria.

### **1.3. 5.2 Determinación del Análisis de Falla**

El análisis de falla está diseñado para: identificar los modos de falla (la forma de fallar del producto o pieza); identificar el mecanismo de falla (el fenómeno físico involucrado en la falla); determinar la causa raíz (el diseño, defecto, o cargas que llevaron a la falla) y recomendar métodos de prevención de la falla. Para realizar un análisis de fallas se deben cumplir las siguientes etapas:

**Primera etapa (antecedentes):** Es la etapa inicial más importante ya que consiste en pensar y estudiar la evidencia, hacer preguntas detalladas acerca de las partes, el equipo, las circunstancias de la falla y tomar nota de las respuestas.

Así como se revisará la información que posee la empresa de cada máquina (registro histórico).

Tabla 1. 3 Preguntas que se pueden realizar y que contribuyen en el desarrollo del análisis.

TIPO DE ANÁLISIS	PREGUNTAS
ANÁLISIS EXTERNO	OPORTUNIDADES Las oportunidades son aquellos factores, positivos, que se generan en el entorno y que, una vez identificados, pueden ser aprovechados.
	AMENAZAS Las amenazas son situaciones negativas, externas al programa o proyecto, que pueden atentar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearlas.
	FORTALEZAS Las fortalezas son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al programa o proyecto de otros de igual clase.
	DEBILIDADES Las debilidades son problemas internos, que, una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

Fuente: Recopilación realizada por la investigadora

### Segunda etapa (Análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones):

Tomando en consideración el registro de fallas y demoras que se presentan en la maquinaria y equipo en un período de tiempo, se procede a realizar el análisis estadístico donde se debe calcular el porcentaje de fallas respecto al total de

activos estudiados, así como se tiene que determinar en dependencia de los diferentes tipos de fallos, que pueden presentar las máquinas o sus componentes. Se halla el porcentaje de fallas y demoras con el propósito de saber cuáles son las más frecuentes.

### **1.3. 5.3 Realización del Diagrama Causa Efecto**

Conocida las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas y construido el cruce de ellas, se debe determinar los aspectos más relevantes que deben ser estudiados, este estudio puede ser graficado a través del diagrama causa-efecto, el cual permite graficar la relación existente entre los efectos o resultados y las causas o factores que afectan el resultado. Luego de realizado los diferentes análisis, se puede construir las estrategias que permitan dar una solución viable al problema existente.

## CAPÍTULO 2

### CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA ASFALTO ANDES, C.A

El capítulo contempla aspectos relevantes de la empresa como son: historia, resumen de las principales características físico-geográficas del área de estudio, descripción breve de sus labores, misión, visión, valores, descripción del proceso productivo, importancia económica, estructura organizativa, entre otros.

#### 2.1 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

En el año 1974, el Ing. Ramón Chiarelli con el firme propósito de ser copartícipe en el desarrollo de la nación instaura en Mérida, Venezuela, RACHISA, empresa destinada a ejecutar importantes contratos de vialidad, como la construcción de la Av. Las Américas y la Av. Alberto Carnevalli, las dos arterias viales más importantes para el desarrollo de la vida merideña.

En virtud, del arduo trabajo asignado a la empresa el Gobernador del Estado Mérida, propone al Ing. Chiarelli, el montaje y puesta en funcionamiento de una planta de asfalto, para darle una respuesta efectiva, al importante volumen de contratos planificados para la región en materia de pavimentación y construcción de vías, acordes con el crecimiento económico que vivió toda Venezuela en ese período. Fundándose el 12 de Junio de 1974, la empresa Asfalto Andes, C.A.

Ampliando de esta manera la oferta de producción y colocación de asfalto en el estado, ya que para la época, la región merideña sólo contaba con una planta de asfalto, llamada Pavimentadora LIFE, haciéndose insuficiente para la creciente demanda que estaba por venir. Asfalto Andes, C.A. nace con dos sedes, una planta de asfalto y una oficina administrativa. La planta de asfalto se ubica en el sector Los Llanitos de Tabay, sector retirado de la ciudad de Mérida, que ofrecía acceso al Río Chama, contando de esta manera con la materia prima necesaria para la producción de agregados. La oficina administrativa se ubica en la Av. Universidad, ofreciendo un cómodo acceso a todos sus clientes y proveedores.

Debido al incremento de trabajo, en el año 1988 se expande la empresa y se monta una planta de asfalto en las cercanías a Arapuey. Esta nueva planta de asfalto se instalaba como respuesta al importante trabajo de ampliación de la Carretera Troncal T001, conocida también como la carretera Panamericana. Un año después, cambia su nombre Construcciones y Asfalto Andes, C.A., con una ampliación tanto de su objeto social, como de su capital.

## 2. 2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El propietario de la concesión es el Ing. Ramón Chiarelli, el tipo de actividad minera que se desarrolla, es el aprovechamiento de material granular de río para obtener arena, polvillo y piedra picada, así como es la empresa líder a nivel regional en la producción y colocación de asfalto, que contribuye día tras día al desarrollo de nuestra nación, a través de la construcción de obras de vialidad y obras civiles, para conformar la gran red de infraestructura que el país merece y requiere, y posicionarse mejor en el competitivo mundo de hoy. Construcciones Asfalto Andes CA, posee tres plantas, dos de ellas están ubicadas en la ciudad de Mérida y se dedican a la producción de asfalto y agregados, una ubicada en Los Llanitos de Tabay (figura 2.1) y la otra en Caja Seca, la tercera planta se localiza en Maturín y sólo ofrece los servicios de proyectos de obras civiles y la venta de material.

La zona de estudio Planta Tabay, está ubicada en el occidente de Venezuela, en el estado Mérida específicamente en la carretera Trasandina sector las Calaveras del Municipio Santos Marquina, cuyas coordenadas puntuales Universal Trasversal Mercator (UTM), Sistema de Referencia Cartográfico REGVEN, son:

Este= 267800,00

Norte= 953250,00

El plano topográfico de la poligonal de afectación de la autorización minera se presenta en el anexo 2.1.

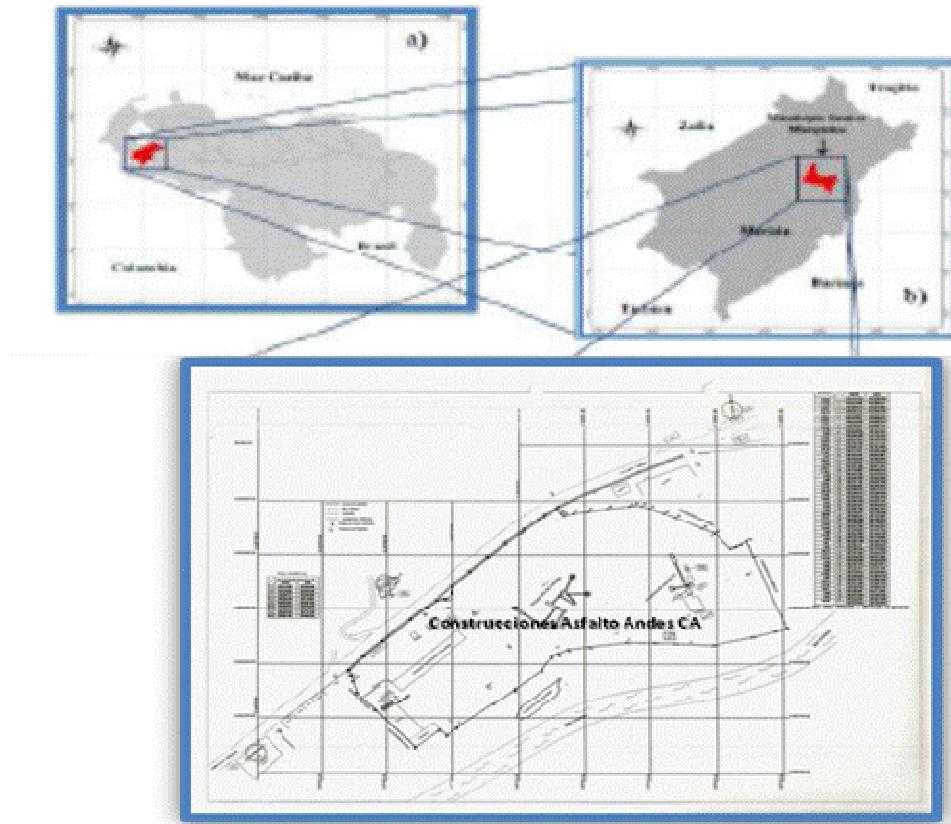


Figura 2. 1 Ubicación relativa del área de estudio. a) Ubicación relativa nacional, b) Ubicación regional y c) Ubicación del área de estudio.

Fuente: Google Map (2013)

### **2.2.1 Geología Regional**

La Asociación Sierra Nevada es la única unidad geológica que aflora en este sector, tal como se muestra en la figura 2.2, en referencia a los afloramientos presentes en la zona se tiene un nivel de Terraza, depósitos de conos y abanicos recientes y aluviones recientes, en las zonas de inundación de ríos y quebradas del Holoceno, y Pleistoceno. El cuaternario presente en el área está representado casi en su totalidad por depósitos aluviales, que fueron divididos en dos grandes grupos, a decir depósitos de terraza y depósitos de abanicos, identificados no solo por su forma sino por sus características sedimentológicas.

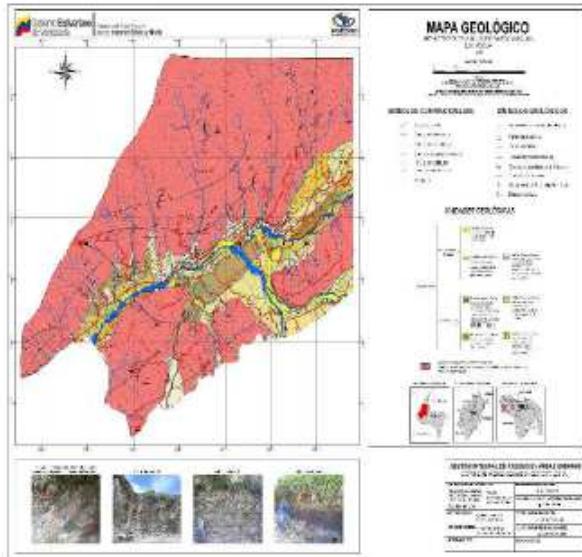


Figura 2. 2 Mapa Geológico del Municipio Santos Marquina del Estado Mérida

Fuente: INGEOMIN (2000)

### 2.2.2 *Hidrología*

El área de estudio forma parte de la cuenca hidrográfica del río Chama, que a su vez pertenece a la gran cuenca del Lago de Maracaibo, y constituye un importante eje hidrográfico para el Municipio Santos Marquina, véase figura 2.3.



Figura 2. 3 Red hidrológica de la zona de estudio

Fuente: CORPOANDES (1999)

### **2.2.3. Vegetación**

La vegetación presente en la zona de estudio se centra en bosque o selva y gramíneas y pastizales. Las especies más comunes son: Cinarito, Tampaco, Guayabo y Cordoncito, entre los pastizales tenemos Kikuyo, Rabo de zorra y Trébol blanco. (CORPOANDES, 1999).

### **2.2.4 Precipitaciones**

Las características pluviométricas por ser un sector de montaña, se ven influenciados notoriamente por diferentes elementos; el relieve, la amplitud del valle y las montañas, y la variación de temperatura y los vientos. Durante los meses de junio, julio y agosto hay una disminución importante de lluvias; que no descienden los 1.000 mm de precipitación. Los totales anuales se encuentran 10 entre los 1.400 y 2.000 mm con promedio anual inferior a los 1.000 mm. (CORPOANDES, 1999).

## **2.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Tomando como referencia la información suministrada por la empresa a continuación se presenta la misión, visión y valores de la empresa objeto de estudio.

### **2.3.1 Misión**

“Somos una empresa con 36 años de fundada, sólida y responsable, que ofrece a nuestros clientes obras de calidad, ejecutadas de manera eficiente en los tiempos requeridos, y produce insumos con altos estándares de calidad, para satisfacer la demanda regional en el sector de la construcción, generando un ambiente de trabajo propicio para el bienestar y la seguridad de nuestros trabajadores, nuestra comunidad y nuestros accionistas”.

### **2.3.2 Visión**

- “Ser líderes en el sector construcción a nivel regional”.

- “Ser una empresa reconocida por su seriedad, calidad, eficiencia y cumplimiento en las obras contratadas”.
- “Ser una empresa preocupada por la prosperidad de todos sus trabajadores y su comunidad”.

### 2.3.3 **Valores**

Los valores corporativos son: “Honestidad, Compromiso, Cumplimiento, Calidad, Innovación, Seguridad y Unión de los trabajadores.

## 2.4 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

La estructura organizativa vigente se encuentra conformada por una asamblea de accionistas, la alta gerencia (presidente y vicepresidente), la gerencia media (responsables del área administrativa, contable y de valuaciones), los jefes de área (planta, mantenimiento y ejecución de obras) y los trabajadores (operacionales, de planta y de obras).

La oficina principal es la encargada de ejecutar los procesos gerenciales y operativos (presidencia, contabilidad, administración y valuaciones). En planta Tabay se realizan algunos procesos de producción. Adicionalmente, la empresa cuenta con dos sucursales ubicadas en zonas estratégicas, para facilitar la ejecución y control de las obras adjudicadas en otros estados del país. (figura 2.4) La primera de ellas, en la población de Caja Seca, opera de manera muy similar a la empresa matriz, es decir, además de la contratación y ejecución de obras, allí se ha instalado una planta para el procesamiento de los agregados y la mezcla asfáltica.

Mientras que la otra sucursal, ubicada en Maturín, sólo se dedica a la contratación y ejecución de obras, lo cual implica que la mezcla asfáltica necesaria para la pavimentación, se compre a otros proveedores, pues trasladarla desde el estado Mérida o instalar una planta en esa ciudad, no es rentable por el poco volumen de operaciones que se llevan a cabo, según lo afirma la gerencia de la empresa.

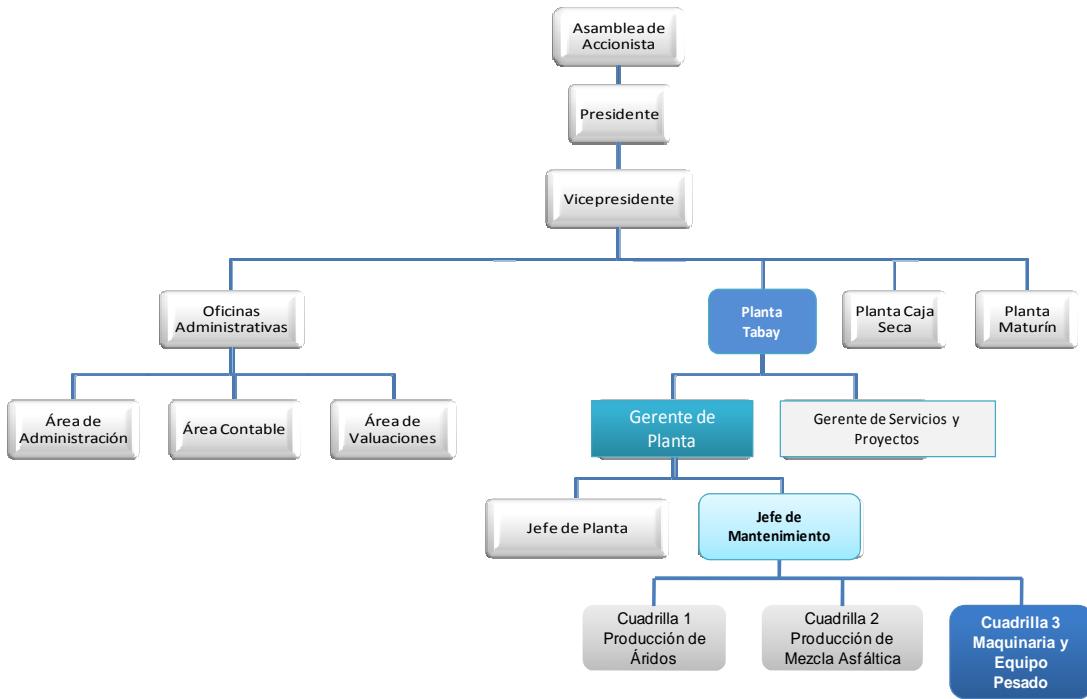


Figura 2. 4 Estructura Organizativa de la Empresa

Fuente: Uzcátegui (2014)

## 2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Hoy día, los procesos que realiza la empresa están orientados, fundamentalmente, hacia la producción de agregados (arena lavada, piedra picada y polvillo-arrocillo), mezcla asfáltica, material integral.

Así como, se dedica a prestar servicios de proyectos vinculados a obras civiles de grandes envergaduras como son: obras de vialidad, movimientos de tierra, construcción de acueductos, cloacas y drenajes, edificaciones en general y Canalización de ríos; obras que son realizadas a empresas privadas y al estado venezolano. La empresa ofrece sus servicios al estado Mérida y sus veintitrés municipios, los estados Trujillo, Zulia, Maturín, Barinas y Caracas.

A continuación en la tabla 2. 1 se muestran los productos y servicios prestados por la empresa.

Tabla 2. 1 Productos y Servicios Ofrecidos por la Empresa

PRODUCTOS	SERVICIOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena sin lavar (<math>m^3</math>).</li> <li>• Piedra Picada No. 1 Procesada en Planta (<math>m^3</math>).</li> <li>• Material Integral Procesado en Planta (<math>m^3</math>).</li> <li>• Polvo de Piedra – Arrocillo (<math>m^3</math>).</li> <li>• Arena Lavada (<math>m^3</math>).</li> <li>• Mezcla Asfáltica Tipo IV, Boca de Planta (PDVSA Preferencial) (Ton).</li> <li>• Mezcla Asfáltica Tipo IV, Boca de Planta (PDVSA VAE) (Ton).</li> <li>• Líquido RC-250 (lts).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de Mezcla Asfáltica en Carpeta (Ton).</li> <li>• Colocación de Mezcla Asfáltica en Zanjas y Baches (Ton).</li> <li>• Imprimación Asfáltica (<math>m^2</math>).</li> <li>• Movilización del Equipo de Asfaltado en la Ciudad (Viaje).</li> <li>• Riego de Adherencia (<math>m^2</math>).</li> <li>• Material Integral Colocado y Compactado (sin Transporte) (<math>m^3</math>).</li> <li>• Acondicionamiento de la Superficie de Apoyo (<math>m^2</math>).</li> </ul>	  

Fuente: Uzcátegui (2014), tomando como referencia información del Portal Asfalto Andes, CA

## 2.6 LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Las plantas por su parte constan de dos líneas de producción básicas, la primera es la línea de producción de agregados y la segunda es la mezcla asfáltica.

### 2.6.1 Línea de producción de agregados

Los agregados (polvillo-arrocillo, arena lavada y piedra picada) provienen del procesamiento del granzón natural (fino o grueso). Este proceso se puede dividir en las siguientes fases o etapas:

- Extracción del granzón natural
- Procesamiento mecánico de la piedra.

En la figura 2. 5, se muestra un esquema representativo de la línea de producción de agregados.

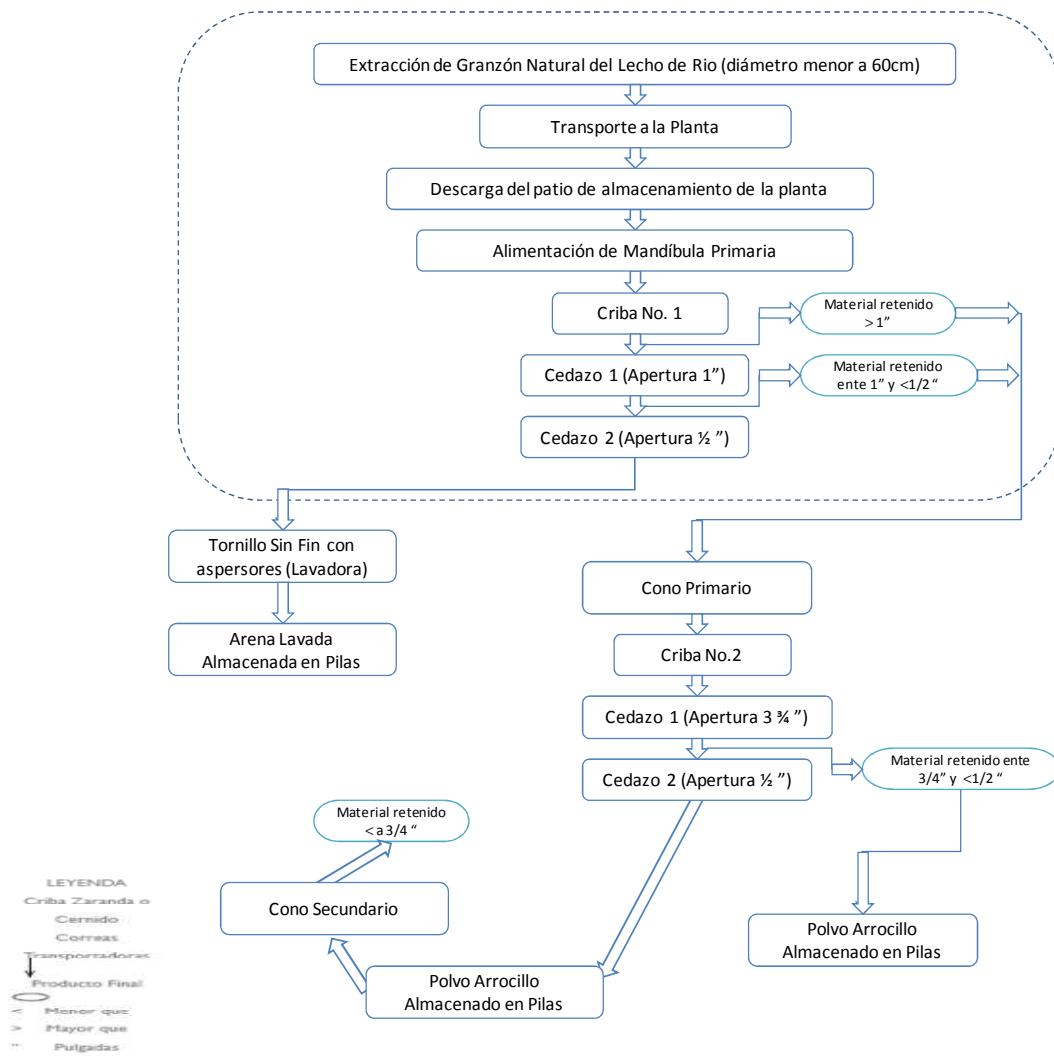


Figura 2. 5 Procesamiento Mecánico de la extracción de agregados

Fuente: Noguera M (2007)

**La extracción del granzón natural:** se realiza en el sector Hacienda y Vega, conocido como La Mucuy Baja, en el cauce del Río Chama, aproximadamente a 6 kilómetros de distancia de la planta. Este proceso consiste en excavar con la máquina retroexcavadora (mejor conocida como “yumbo”) en el lecho del río, conservando la berma, para extraer de la vertiente de éste, el material, el cual es colocado en la orilla del río por la misma máquina, hasta que llegan los camiones volteo *Mack* de la empresa, cuyas tolvas (con capacidad para 8, 10 o 13 metros) son cargadas de piedras (granzón grueso) y demás material extraído (arena y

cantos rodados, también llamados granzón fino) mediante la elevación del brazo mecánico de la retroexcavadora. Luego que son cargados los camiones, se desplazan hasta la planta y vacían el material en el patio de almacenamiento.

**El procesamiento mecánico:** de la piedra se inicia cuando el material (piedras brutas, cantos rodados y arena) está en el patio de almacenamiento de la planta procesadora y es pasado, a través de un *payloader* (cargador frontal), a la máquina denominada ‘mandíbula primaria’, la cual tritura el material por desgaste, arrojando piedras de un diámetro variable y arena.

### **2.6.2 Línea de Producción de Mezcla Asfáltica**

La mezcla asfáltica se produce para el uso en las operaciones de pavimentación que desarrolla la empresa y, también para destinarla a la venta cuando son pedidos que superan las cincuenta toneladas diarias.

La mezcla asfáltica que se elabora es, básicamente, del tipo 4 (más gruesa, resistente y de acabado rústico), pero en ocasiones, dependiendo de los requerimientos de la obra o del pedido solicitado, también se puede generar mezcla asfáltica del tipo 3 (más fina, sellada y de acabado liso). La diferencia básica entre una y otra es la composición. En la mezcla tipo 4, el porcentaje de alimentación en frío de agregados es: 60% polvillo, 25% piedra y 15% arena lavada. La mezcla tipo 3, está compuesta por 70% de polvillo y 25% de piedra, sin requerir arena lavada para ajustarse a lo establecido en las Normas Covenin 1987).

El proceso se describe en la figura 2.6, y donde se observa que el mismo se inicia con el llenado de tres alimentadores o tolvas, uno de ellos con piedra picada, otro con polvillo-arrocillo y el último con arena lavada. Los agregados que salen de los alimentadores (en los porcentajes de alimentación en frío anteriormente señalados) se depositan sobre una correa transportadora que los lleva hasta el horno, donde se elimina la humedad de los componentes y se eleva su temperatura hasta el punto requerido para la compactación de éstos con el líquido

asfáltico. El horno posee una inclinación de 15º para facilitar el descenso de los materiales y trabaja con una temperatura de aproximadamente 150°C. Los materiales que salen del horno (seco y caliente) se llevan a una criba de 4 cedazos, a través de un elevador de cangilone, donde el material nuevamente se separa y se pesa, para garantizar la calidad de la mezcla asfáltica.

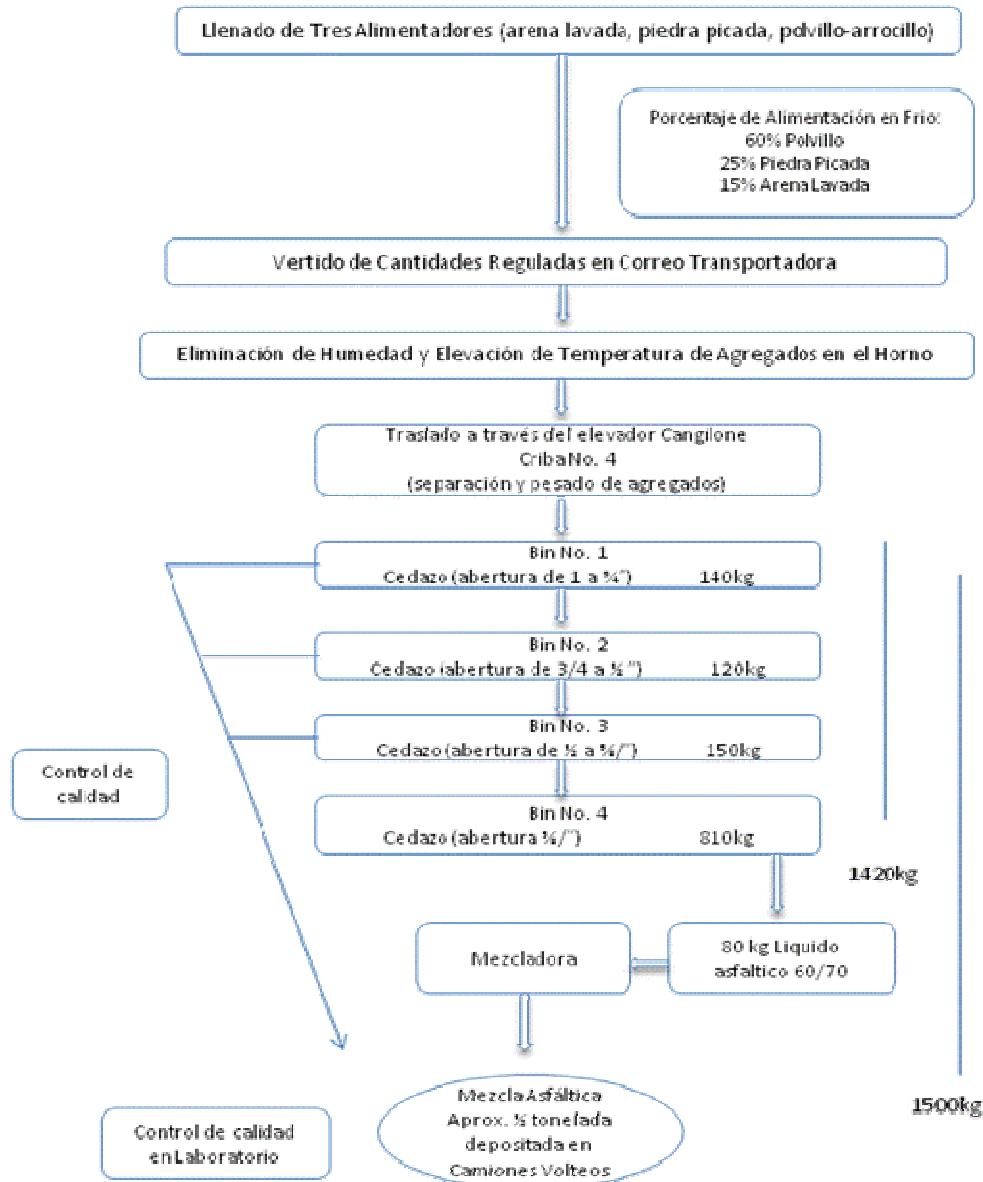


Figura 2. 6 Procesamiento línea de mezcla asfáltica

Fuente: Noguera M (2007)

## 2.7 PROCESO CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL

### 2.7.1 *La Operación de Carga*

Se define como la introducción de materiales en un determinado recinto o área de confinamiento, generalmente para su transporte o su utilización dentro del proceso productivo. El material previamente volado o extraído será recogido por un equipo móvil para ser vertido o depositado, bien en la caja de un camión, bien en la tolva de alimentación directamente. Los equipos móviles encargados de la carga, suelen ser: Retroexcavadoras y palas cargadoras frontales

Por su parte las palas cargadoras, al ser articuladas sobre ruedas, tienen una gran capacidad de traslación. Por ello pueden cargar los camiones y verter en la tolva de alimentación directamente. Mientras que las retroexcavadoras están montadas sobre orugas, ello reduce su capacidad de traslación. Sin embargo no suelen tener problemas a la hora de cargarlos por la altura a la que levanta su brazo. Son, además, máquinas versátiles para realizar otros trabajos como hacer rampas, sanear frentes de banco, hacer zanjas, etc.

### 2.7.2 *El Transporte de Material*

Se define como el acarreo del mismo desde los frentes de material apilado hasta la tolva de alimentación. Este proceso lo llevan a cabo, por lo general, camiones de gran tamaño denominados dumpers. Los parámetros fundamentales para la carga de estos vehículos son la altura y la capacidad de carga.

En la tolva de alimentación se descarga el material de los frentes de tajo, directamente de los camiones o las palas cargadoras frontales. Estos trabajos se desempeñan con maquinaria pesada. La utilización de dicha maquinaria conlleva una serie de riesgos que se hace necesario eliminar-reducir. El personal que realiza las labores de carga y transporte de material en cantera son el palista y el conductor respectivamente. Sus tareas consisten en manejar la maquinaria para

formar pilas, recoger el material previamente extraído, cargar camiones y alimentar tolvas de alimentación de materia.

## 2.8 DESCRIPCIÓN DEL TALLER

### 2.8.1 Ubicación de Espacios

El taller, se encuentra ubicado dentro de las instalaciones de la Planta Tabay, donde el personal se encarga de realizar las labores de mantenimiento de la maquinaria pesada que se utiliza en el proceso de carga y transporte interno de la planta, el que se ocupa de transportar mineral y material procesado fuera de la planta y los que se encargan de realizar trabajos de pavimentación con el fin de mantenerlos en continuo funcionamiento.

El taller posee cuatro espacios que son destinados a depósitos, patios y talleres, los cuales se detallan en la figura 2.7, donde en el punto: ① se encuentra intercalado el estacionamiento de la maquinaria pesada operativa y el taller de reparaciones mayor, es un espacio al aire libre que no cumple con las normas para ser utilizado como taller mecánico; ③ corresponde al taller de mantenimiento propiamente y el cual no cumple con las exigencias de almacenamiento de repuestos.

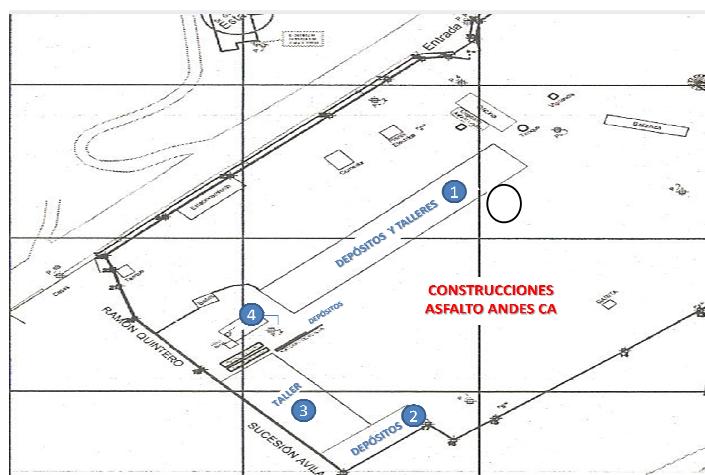


Figura 2. 7 Esquema de ubicación de Depósitos y Talleres

Fuente: Plano Concesión Asfalto Andes CA. (2014)

### **2.8.2 Recursos Humanos**

Para la ejecución de los trabajos mecánicos, este departamento cuenta con 10 trabajadores los cuales conforman la cuadrilla No. 4 que trabaja fijo en el turno 7:00 a.m. a 4:00 p.m. A continuación en la tabla 2.2, se muestra el personal que labora.

Tabla 2. 2 Personal que labora en la empresa

CANTIDAD	CARGO	CONDICIÓN
1	Gerente de Mantenimiento	PERSONAL FIJO DE
1	Jefe de Mantenimiento de maquinaria Pesada	CONFIANZA
1	Mecánico de I	
1	Electricista	
1	Engrasador	PERSONAL FIJO
1	Soldador	
2	Ayudantes	
2	Aprendiz	INCES

Fuente: Gerencia de Mantenimiento Construcciones Asfalto Andes C.A (2014)

### **2.8.3 Almacenes**

Planta Tabay, consta de dos espacios los cuales están destinados para el almacenamiento de repuestos, los cuales corresponden como lo indica la Figura 2.7; el espacio designado como ② es el almacén de repuestos para la maquinaria industrial mientras que el ④ es el depósito de repuestos de la maquinaria pesada. Estos espacios no cumplen con las exigencias mínimas de almacenamientos, lo que hace de la búsqueda un proceso engoroso.

## CAPÍTULO III

### MODELO DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

En este capítulo se presenta el modelo de gestión de mantenimiento que se propone aplicar en la empresa Construcciones Asfalto Andes, C.A, para realizar las labores o actividades de mantenimiento de la maquinaria pesada, perteneciente al proceso de carga y transporte de mineral interno en la planta. El acápite se estructura de la siguiente manera:

1. Presentación del diagnóstico (presentación y análisis de los resultados).
2. Incorporación de la propuesta, que incluye un conjunto de líneas de acción que permitan mejorar las deficiencias presentes en el diagnóstico y se presenta un plan de mantenimiento.
3. Presentación de propuesta de digitalización en formato de Excel de la información existente.

#### 3.1 RESULTADOS OBTENIDOS

La Gerencia de Mantenimiento es la que se encarga de garantizar el funcionamiento, disponibilidad y confiabilidad de todos los equipos que conforman todas las áreas de la cantera y cuyo propósito es servir de apoyo al proceso productivo. Actualmente, la gerencia presta servicios de mantenimiento correctivo y preventivo a una flota de 9 equipos pesados entre los que se encuentra dos cargadores frontales, un montacargas, una gandola, un mini shovel, una grúa, un Jumbo y dos camiones de volteo, todos pertenecientes al servicio de carga y transporte de material.

La ejecución del mantenimiento se realiza a través de órdenes de trabajos, que serán ejecutadas por dos supervisores, dos especialistas un mecánico diesel y un electromecánico y los ocho operadores de la flota.

### 3.1.1 Análisis Estadístico de Fallas

De acuerdo a la información suministrada por la empresa, se observó que los cargadores frontales son los que presentan mayor porcentaje de fallas y demoras, de allí, que se procedió a realizar el análisis estadístico del registro histórico proporcionado por la gerencia, tomando específicamente el periodo comprendido entre los meses de marzo a Noviembre del 2013.

En la figura 3.1, se muestra los porcentajes de fallas con respecto al total de equipos estudiados, como se observa el equipo con más fallas, son los cargadores frontales, los cuales acumulan un 36% del total de falla, siguiéndole el montacargas con una frecuencia del 14%, mientras que la gandolas y el Jumbo falla un 9% cada uno, el mini shovel un 5% y los camiones fallan un acumulado del 19%.

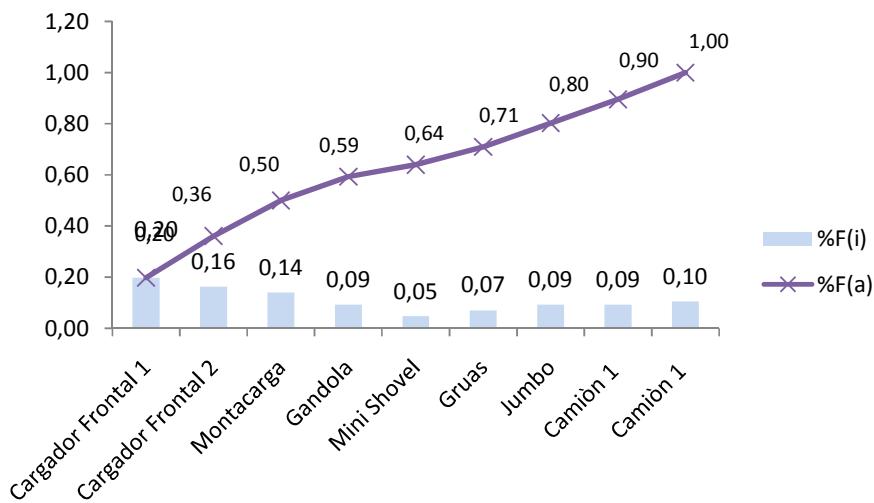


Figura 3. 1 Frecuencia de Falla relativa y acumulada de los equipos de servicio de carga y transporte

Fuente: Uzcátegui (2014)

Por su parte, las fallas de los equipos se clasificaron en cinco tipos que son: fallas del motor, sistema hidráulico, sistema de trasmisión, chasis y el sistema electromecánico. En la tabla 3.1, se presenta la tabla de distribución de frecuencia tanto de falla como de demora, los cuales son representadas en las figuras 3.2 y 3.3.

Tabla 3. 1 Distribución de Frecuencia de Falla y demoras de los equipos.

	NO. DE FALLA		DEMORA (HS)	
	f(i)	%(f <sub>i</sub> )	f(i)	%(f <sub>i</sub> )
MOTOR	26	5	3200	35
HIDRÁULICAS	20	20	1890	21
ELECTROMECÁNICAS	32	31	2540	28
ESTRUCTURALES	15	15	1115	12
TRANSMISIÓN	9	9	450	5
<b>TOTAL</b>	<b>102</b>	<b>100</b>	<b>9195</b>	<b>100</b>

Fuente: Uzcátegui (2014)

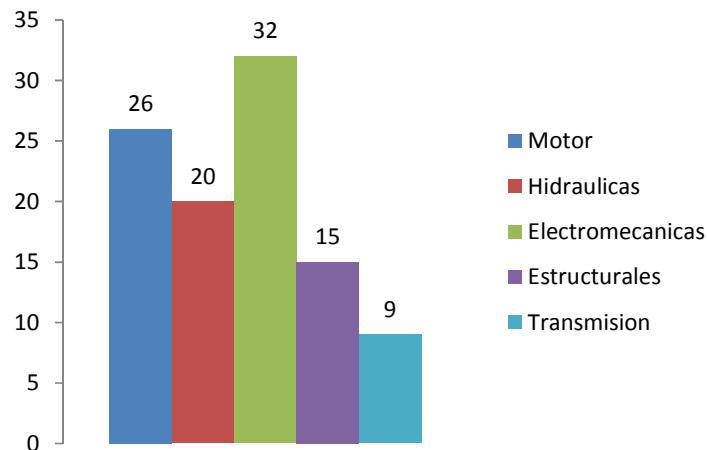


Figura 3. 2 Representación de la Distribución de Frecuencia de Falla

Fuente: Construcciones Asfalto Andes C.A (2013)

Como se puede notar la mayor cantidad de fallas que presentan los equipos son las electromecánicas, que ocupan el 31% de la totalidad, le siguen las fallas de motor con el 25%, las hidráulicas con 20%, las estructurales con el 15% y por último las debidas a la transmisión con un 9%.

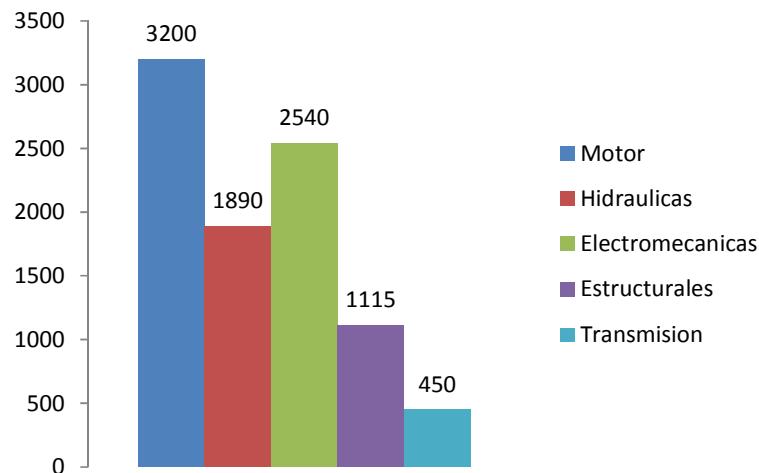


Figura 3. 3 Representación de la Distribución de Frecuencia de Demora

Fuente: Construcciones Asfalto Andes C.A (2013)

Asimismo, se muestra que las fallas debidas al motor producen mayor demora de reparación con un 35%, seguida de las fallas electromecánicas en un 28%, las hidráulicas un 21%, las estructurales el 12% y las de transmisión con el 5%.

### **3.1.2 Presentación de la matriz FODA**

A continuación se presenta la matriz FODA, donde se muestran las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la gestión de mantenimiento. Con los resultados obtenidos se puede obtener un diagnóstico preciso que permita proponer mejoras acordes con los objetivos estratégicos, y diseñar las estrategias a mediano y largo plazo, que permitan alcanzar un mejor grado de funcionalidad del departamento de mantenimiento.

Obteniéndose como resultado seis estrategias que son: a) Desarrollar programas de capacitación del personal, b) Elaborar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo que permita disminuir las paradas imprevistas, c) Elaborar formato de registro de fallas, d) Diseñar formatos de control de registro de mantenimiento, lubricación y vibraciones, e) Implementar un sistema de indicadores, que permitan realizar el diagnóstico del estado de la maquinaria, f) Implementar un sistema de control de repuestos. En el Anexo 3. 1, se muestra la Matriz FODA y el cruce de estrategias.

### 3.1.3 Evaluación de la Norma COVENIN

El análisis y diagnóstico de la situación actual de la gestión de mantenimiento que predomina en Construcciones Asfalto Andes, C.A, se realizo a través de la aplicación del cuestionario presentado por la Norma COVENIN 2500-93. El cual se formulo con el fin de obtener resultados precisos sobre el desempeño y estado organizacional, particularmente se aplico directamente al área de mantenimiento lugar donde se desarrollan las gestiones relacionadas con la maquinaria pesada que son el objeto de la investigación, pudiendo de esta manera determinar con mayor precisión la capacidad de la gestión de mantenimiento a la que son sometidos estos equipos.

Es de hacer notar que todas las puntuaciones otorgadas a cada demerito, fueron calculadas en base a la información obtenida en las entrevistas realizadas previamente a trabajadores que están directamente relacionados con el proceso de mantenimiento, y con la planta, así como también, se tomo en cuenta las opiniones emitidas por el Gerente de Planta, la tabla de resultados se muestra en el anexo 3. 2 (a). En la tabla se evidencia que 2250 puntos la puntuación total obtenida para la capacidad de la gestión de mantenimiento es de 305 puntos, según la tabla 1.2, la misma recae en el rango de porcentaje global de 14%, encentrándose en estado grave, resultado que no es ideal para ninguna de las áreas de la planta.

Haciendo un análisis más exhaustivo, se observa que las áreas de organización de la empresa presenta el 21% y la organización de mantenimiento el 30% que están representadas por el funcionamiento general de toda la empresa y a pesar que son los valores más altos, la evaluación es grave ya que está entre 0 y 40%, indicando que la empresa no está capacitada para llevar a cabo una gestión de calidad, pero que cuenta con un personal que puede solventar deficiencias graves, de igual manera se tiene que el personal de mantenimiento con 10% y el apoyo logístico con 15%, también se ubican en el estado grave lo que indica que la planta no cuenta con un personal capacitado para ejecutar las actividades y rutinas de mantenimiento que son necesarias para el funcionamiento adecuado de la maquinaria.

En referencia a la evaluación de los tipos de mantenimientos en cuanto a planificación y ejecución de los mantenimiento rutinarios, programados, correctivo, preventivos y por avería las puntuaciones fueron e 16%, 8%, 8%, 12%, 15% y 9% respectivamente, todas en estado de grave situación que ocasiona un llamado de atención y el direccionamiento de todas las estrategias de mejora hacia estas áreas. En el anexo 3.2 (b), se visualiza el promedio general de cumplimiento de cada uno de los principios de la norma.

### **3.1.4 Análisis de Diagrama Causa-Efecto**

A través de la entrevista no estructurada se recolectó información sobre la manera que se está realizado la gestión del mantenimiento con el propósito de realizar el diagrama causa efecto o también llamado diagrama de Ishikawa (espina de pescado), la cual es una herramienta que permite ilustrar gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en dicho resultado. A continuación se presenta un diagrama causa - efecto que permitió analizar la gestión de mantenimiento a la que son sometidos los equipos pertenecientes al proceso de servicio de carga y transporte.

En la tabla 3. 2, se muestran los resultados obtenidos en las categorías que conforman el diagrama: Mano de Obra, Equipos, Métodos, Herramientas y Control, definiéndose los factores o agentes que dan origen a la situación que se quiere analizar y en la Figura 3.4, se presentan el diagrama donde se ubica la representación gráfica de la información. Tomando en cuenta lo plasmado anteriormente en el diagrama, a continuación se presenta el siguiente análisis:

**Control:** En cuanto al control se encontró que las causas potenciales de la deficiencia en la actual gestión de mantenimiento; son el poco control que se lleva a cabo, lo que ocasiona daños al proceso de producción, ya que no se detecta a tiempo las falla. Es por este motivo, que se hace necesaria la implementación de un plan donde se pueda señalar los intervalos de tiempo adecuado para la ejecución de inspecciones los cuales ayudara en la disminución de la deficiencia presentes en la gestión.

Tabla 3. 2 Resultados obtenidos en la entrevista no Estructurada

FACTORES	CAUSAS
<b>Mano de Obra.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de personal especializado en trabajos de gran envergadura</li> <li>• Falta de capacitación técnica del operador en cuanto a las actividades rutinarias a realizar</li> <li>• Fallas en el establecimiento de procesos de control de la información sobre el histórico de la maquinaria</li> </ul>
<b>Equipos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de equipos adecuados para ejecutar algunos mantenimiento.</li> <li>• Inexistencia de sistema de diagnóstico que permita la evaluación constante de los equipos</li> <li>• Algunos de los equipos presentan obsolescencia</li> <li>• Constantemente se presenta equipos que están operativos pero que presentan constantemente fallas iniciales.</li> </ul>
<b>Método.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencia en el control de inventario de equipos y herramientas</li> <li>• Deficiencia en el registro del historial de vida útil</li> </ul>
<b>Herramientas.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El registro de Herramientas no está actualizado</li> <li>• El kit de herramienta es insuficiente para realizar el mantenimiento y reparación de los equipos.</li> </ul>
<b>Control.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El llenado de los formatos de registro y control no son eficiente</li> <li>• Las Inspecciones no son programadas.</li> <li>• Ausencia de formatos de inspección y control de mantenimientos.</li> </ul>

Fuente: Datos recopilados por Uzcátegui en Construcciones Asfalto Andes C.A (2013)

También se nota que a pesar de contar con planes de mantenimiento, la gerencia no cumple a cabalidad, con una planificación de las actividades de mantenimiento preventivas, sino que por el contrario las inspecciones se dan en las actividades de mantenimiento contrarrotura, todo esto hace que la empresa incurrirá innecesariamente en un exceso de mantenimiento correctivo, pues a falta de medidas de prevención es casi inevitable la parada total de un equipo. Por lo que un plan de mantenimiento estructurado según las necesidades propias de la empresa, que trabaja en períodos establecidos disminuiría de forma evidente la ejecución de mantenimientos correctivos y no planificados.

A lo anterior, se le suma que a pesar de poseer formatos de inspección para el control de las actividades de mantenimiento realizadas; este tipo de formatos no es llenado por los trabajadores, por lo cual no se tiene un verdadero control de las acciones ejecutadas. El llevar el registro y control de las actividades es claves en la estructuración de toda gestión de mantenimiento, ya que permite conocer el

comportamiento de los equipos y verificar el momento en que es necesario realizar una reprogramación o modificación.

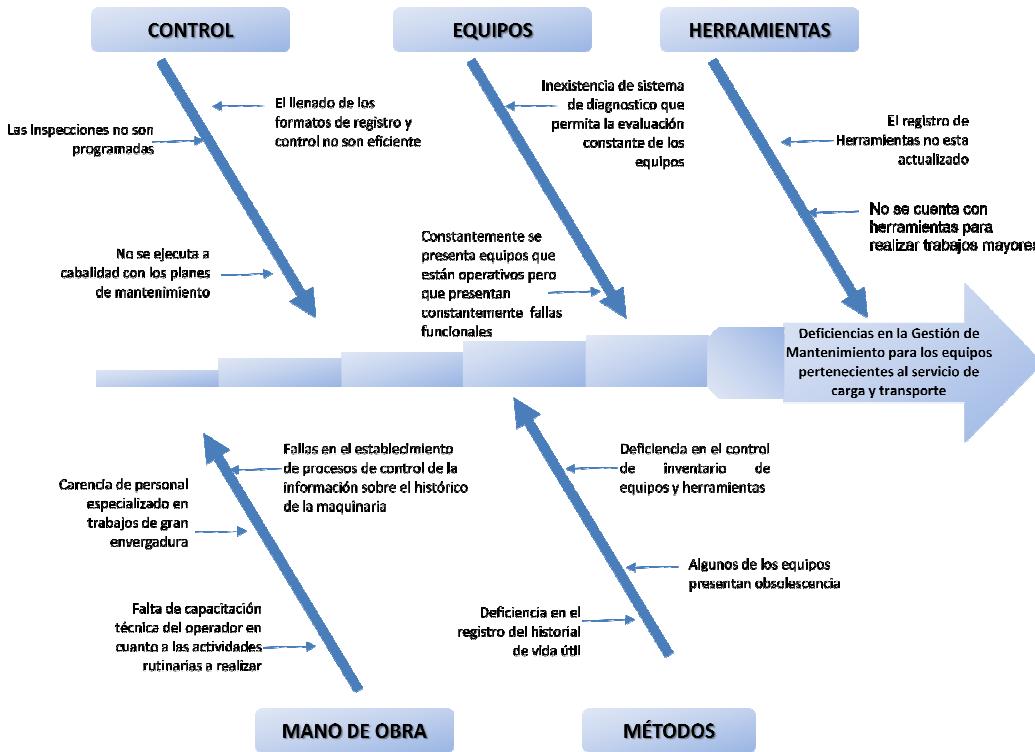


Figura 3. 4 Diagrama Causa – Efecto sobre la Gestión del Mantenimiento realizado a los equipos pertenecientes al servicio de carga y transporte de la cantera.

Fuente: Recopilación realizada por Uzcátegui (2014)

**Mano de obra:** En referencia a la categoría mano de obra se observa que se posee un personal técnico con la experiencia que da la práctica; pero que no poseen habilidades y destrezas en la recopilación de la información que sumado a la poca iniciativa y a la falta de programas de capacitación del personal hacen del aspecto mano de obra el segundo foco de mayor incidencia en la deficiencia de la gestión de mantenimiento aplicada, ya que es de vital importancia que el personal este bien capacitado para que pueda asumir las labores del mantenimiento de los equipos, de allí, que se hace necesario que la empresa realice planes de capacitación para los operadores, supervisores y técnicos porque mientras más preparado el equipo de trabajo más rápido podrán dársele solución a cualquier falla de los equipos que genere problemas de producción; de allí que dentro de la

propuesta del modelo de gestión de mantenimiento se contempla el sugerir el diseño de planes de formación y capacitación en las diferentes áreas del mantenimiento.

**Métodos:** Tomando en consideración la categoría de métodos, se observa que en la empresa hay deficiencias que están incidiendo directamente en la falla de la gestión, entre ellas está la ausencia de registros de forma inmediata, antes, durante y después de su intervención que posibiliten saber el grado de operatividad que presenta, constituyéndose en una debilidad que afecta la programación adecuada de las actividades de mantenimiento que se llevan en la actualidad, debido a que los equipos tienen muchos años trabajando y algunos casos presentan fallas constantes, ya que se están acercando al fin de su vida útil, lo que implica que disminuya su eficiencia en funcionamiento trayendo consigo que frecuentemente se deba modificar la frecuencia del mantenimiento, así como se generen planes de modificaciones o adaptaciones al mecanismo original.

Otra anomalía localizada es el fallo existente en el control de inventario; lo que no genera seguridad a la hora de realizar las actividades de mantenimiento programado, ya que no se puede saber con anticipación si se posee el repuesto necesario. Por ello, se requiere que el Modelo de Gestión del mantenimiento incorpore el listado de los repuestos y componentes que deben estar en stock de almacén según la necesidad de cada equipo, esta información debe ser registrada conjunto con toda la información técnica de los equipos.

**Equipos:** Para que se pueda decir que se está gestionando el mantenimiento es necesario que la empresa cuente con sistemas que permita la evaluación del comportamiento de su personal y de la ejecución de sus trabajos asignados; así como también es necesario que existan herramientas adecuadas para la evaluación del comportamientos de las maquinas y equipos en un momento determinado; la inexistencia de un conjunto de indicadores que puedan cuantificar la eficacia y/o la eficiencia de los equipos hace que sea mucho más difícil la evaluación de la gestión de mantenimiento, así como también la modificación de

las prácticas ejecutadas por no estar obteniendo resultados positivos de las mismas.

**Herramientas:** En la actualidad se realiza una gestión donde el manejo de herramientas es desorganizado y donde la inexistencia de registro del conjunto de herramientas necesarias en ciertas actividades de mantenimiento, puede ser un punto negativo para la ejecución efectiva de las labores programadas, por tal motivo en el modelo de gestión de mantenimiento propuesta da a conocer estrategia que permitan llevar un listado de herramientas mínimas necesarias que permitan realizar estas labores.

Luego de concluida la evaluación y sumado a los obtenidos en la matriz FODA se logra evidenciar la importancia de el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento que pueda contribuir a la mejora de las técnicas de ejecución de actividades de mantenimiento.

### 3.2 PROPUESTA

La presente investigación tiene como producto, un modelo de gestión del mantenimiento, el cual tiene como propósito dar solución a las deficiencias en cuanto a organización y control del mantenimiento se refiere; partiendo en primer lugar con un conjunto de acciones o lineamientos a seguir las cuales tienen como finalidad respaldar y coordinar las actividades periódicas realizadas por la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte de mineral.

#### 3.2.1 *Misión y Visión del Modelo de Gestión*

**Misión:** Dar ventajas competitivas a nuestros clientes a través de elaborar y mejorar el servicio de transporte brindando hacia un buen servicio, llegando a cumplir con las expectativas de la Gerencia de Mantenimiento y comprometiéndonos a: ser creativos y competitivos bajo el empleo de la tecnología adecuada, mejorando constantemente las operaciones del taller y lograr el desarrollo y la participación de un personal comprometido.

**Visión:** Consolidarnos a través de nuestro personal de mantenimiento como un taller altamente calificado y eficiente, desarrollando una gestión de alta calidad; ofreciendo al departamento de producción una solución que se antice y satisfaga a sus necesidades.

### **3.2.2 Objetivos de la Gestión de Mantenimiento**

**Objetivo General:** Lograr que la maquinaria pesada perteneciente al servicio de carga y transporte de Construcciones Asfalto Andes C.A, esté disponible al momento en que se necesite con un máximo rendimiento y un mínimo costo.

#### **Objetivos Específicos:**

1. Dar a conocer los principales problemas que confronta la empresa en cuanto a gestión de mantenimiento.
2. Generar líneas de acción que permitan la mejora de los problemas presentados.
3. Proporcionarle a la empresa un modelo de gestión, basado en un Plan de Mantenimiento Programado, que le permita a la empresa disponer de forma oportuna y eficiente de su maquinaria pesada.

### **3.2.3 Líneas de Acción a seguir para Fortalecer la Gestión del mantenimiento**

En la elaboración de la propuesta se tomo en cuenta las necesidades de cambio que requiere la empresa, de allí que para controlar y planificar las labores de mantenimiento que permitan reducir costos y paros imprevistos de la maquinaria, es necesario considerar los cinco aspectos estructurales en que está fallando la gestión de mantenimiento y que están representados, en el anexo 3.1. A continuación se presenta cuatro líneas de acción a seguir:

- a) Área de recursos humanos.
- b) Área de infraestructura: depósitos y taller.

- c) Manejo de herramientas.
- d) Controles e indicadores de falla de los equipos.

**Línea 1: Área de Recursos Humanos:** Con el fin de brindar una organización del trabajo, se presenta a continuación el Organigrama estructural sugerido a la empresa.

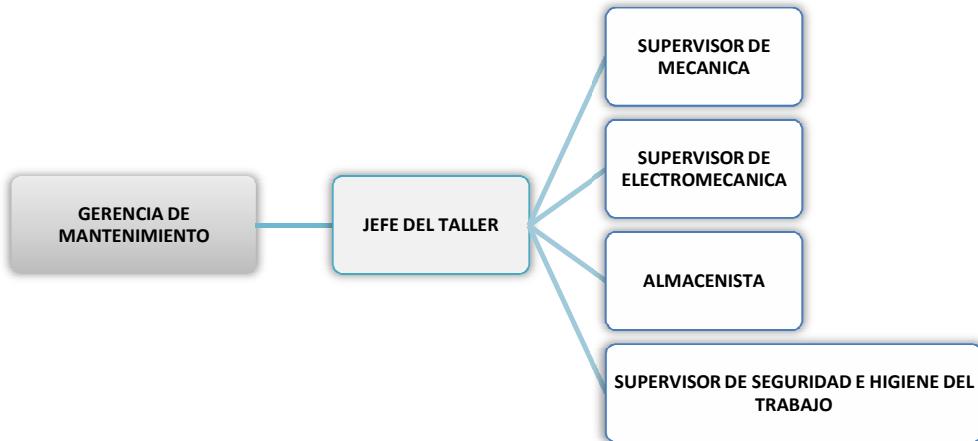


Figura 3.5 Modelo de organización de la Gerencia de Mantenimiento

Fuente: Uzcátegui (2014)

**Cuadrilla:** Con esta propuesta se pretende organizar las labores de mantenimiento de forma rápida y eficiente, ya que al mecánico y electricista de primera no solo realiza las labores de mantenimiento de la maquinaria, sino que se le asigna las de supervisión y control del trabajo y del personal como se observa en la figura 3.5; estructura organizativa de la Gerencia de Mantenimiento.

Para poder incrementar la disponibilidad de maquinaria pesada y a su vez colaborar con las labores de mantenimiento de las cuadrillas 1, 2 y 3 se hace necesaria la inclusión de una cuarta cuadrilla; en la tabla 3.3 se presenta la organización de las Cuadrillas 4. Lo que permitiría que trabajen por turnos rotativos, lográndose así garantizar la disponibilidad de cualquier equipo durante las horas laborales de la planta.

Tabla 3. 3 Constitución de las cuadrillas de trabajos

<b>1 MECÁNICO Supervisor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 ENGRASADOR</li> <li>• 1 SOLDADOR</li> <li>• 1 AYUDANTE</li> </ul>
<b>1 ELECTRICISTA AUTOMOTRIZ Supervisor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 AYUDANTES</li> </ul>
<b>1 APRENDIZ INCES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• COLABORADOR DE AMBAS ACTIVIDADES</li> </ul>

Fuente: Uzcátegui (2014)

Es de hacer notar, que este incremento de personal se hace visualizando la demanda de trabajo de mantenimiento de maquinaria pesada que posee toda la planta, como se describió anteriormente la cuadrilla 4. En la tabla mostrada anteriormente, se presenta la cantidad de personal que requiere la empresa para desarrollar las labores de mantenimiento. Es bueno resaltar que todo el personal requiere de ser capacitado continuamente con el propósito de poder cumplir a cabalidad con las funciones asignadas. En el Anexo 3. 3, contiene la descripción de cargos de los integrantes de la cuadrilla

**Capacitación del Personal:** Para que cualquier organización logre aumentar el desempeño de su personal es necesario que existan planes de capacitación, de allí que se propone que existan capacitaciones encauzadas en las nuevas tecnologías, los cuales permitirán que los trabajadores realicen diagnósticos y reparaciones más eficientes. De allí que se sugiere considerar cursos o talleres que permitan la actualización de conocimientos en referencia a los sistemas actuales de maquinaria pesada, así como la capacitación en seguridad e higiene en el trabajo y de primeros auxilios.

**Línea 2. Área de Infraestructura:** En el área de taller, es conveniente resaltar que dispone del espacio físico para realizar las labores de mantenimientos, pero es necesario realizarle algunos cambios sugeridos; entre los que se encuentra.

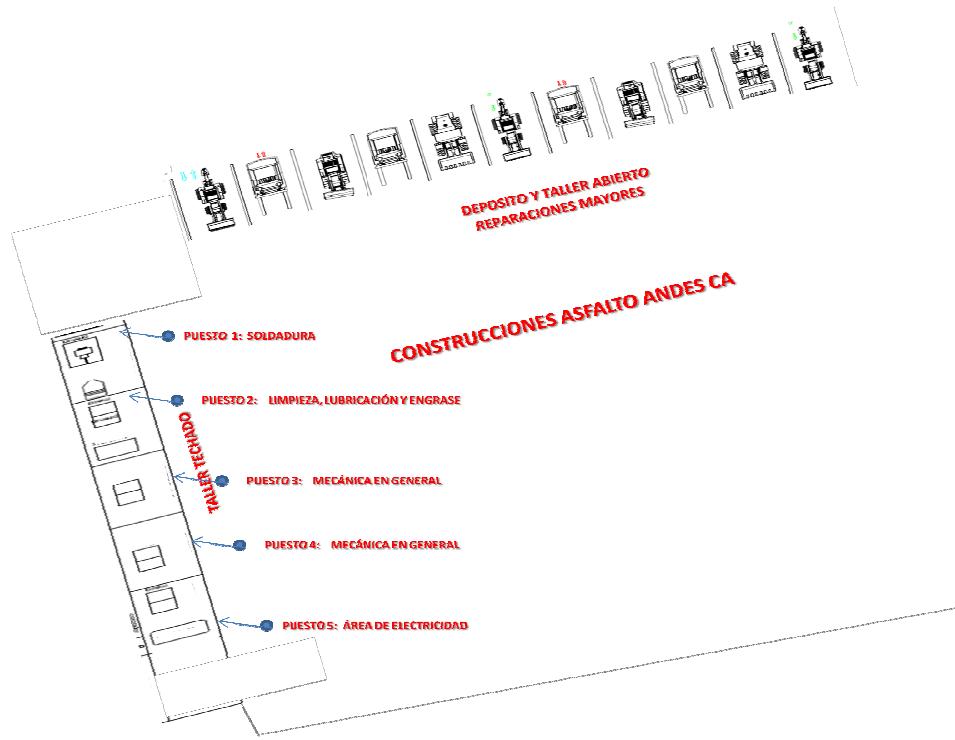


Figura 3. 6 Espacio físico del taller propuesta para la empresa

Fuente: Uzcátegui (2014)

1. Señalar las áreas de cada puesto de trabajo
2. Reubicar algunos equipos de trabajos
3. Techar y dividir el espacio No. ① correspondiente al taller, en cubículos separados con el propósito de ejecutar actividades de mantenimiento de gran envergadura o estacionar la maquinaria ,
4. Dividir el espacio ③ correspondiente al taller techado, en cinco cubículos bien separados, en el cual se incorpore el área de a) soldadura, b) limpieza, lubricación y engrase, c) dos puestos de mecánica en general y d) un puesto de electricidad, tal como se muestra en la figura 3.6.

En cuanto al almacén de repuestos, se cuenta con el espacio físico para el almacenaje adecuado de los repuestos, pero se le sugiere llevar un mejor control y distribución de los distintos repuestos, para ello se hace necesario que su almacenaje se haga cumpliendo una codificación que permita llevar el control y se disminuya las pérdidas de tiempo debidas a la búsqueda y entrega del mismo.

**Línea 3. Manejo de Herramientas:** Para llevar a cabo las labores de mantenimiento sea cual sea su naturaleza, es importante contar con las herramientas adecuadas; de allí que a continuación se presenta en la tabla 3.4, de un listado de herramientas necesarias para cada labor de mantenimiento, esto con el fin de promover el cumplimiento total de los requerimientos del personal de mantenimiento a la hora de hacer cualquier tipo de mantenimiento: rutinario, correctivo y preventivo.

Tabla 3. 4 Listado de herramientas necesarias

<b>KIT DE HERRAMIENTAS SUGERIDA PARA CADA CUADRILLA</b>		
<b>CUADRILLA</b>	<b>ALMACÉN</b>	<b>INSPECCIÓN</b>
Llaves de 6,8,10,12,13,14,15,17,24,27,30,32 Fijas y de estria en (mm) Llaves Ajustable 10 y 12 (plg) Juego de Llave Allen Destornilladores Planos y de estria Limas Plana, redonda y media caña Palanquín Extensiones Largas y Cortas Rachet Dados De 6mm a 32mm Martillo De Bola 550gr Cinta Metrica Calibrador INER Taladro	Torquimetro Trio 2 y 5 Ton Señorita de Rachet y cadena 2 y 5 ton. Estingas ¼" Diam 3m de largo Estingas ½ " Diam 3m de largo Estingas ¾ " Diam 3m de largo Estingas 12' Diam 3m de largo Mandaria 5kg Extractor hidráulico 5 y 10 Ton Calentador de rodamientos Equipo de alineación Llave impacto de 1" y 1½" Pistola Neumática Equipo de oxicorte	Tacómetro Vibrometro Regla metálica cuadrada Cinta Métrica Análisis de Aceite Vernier

Fuente: Uzcátegui (2014)

**Línea 4. Controles e Indicadores de falla de los Equipos:** Como Construcciones Asfalto Andes, C.A, no cuenta con sistema que permita controlar la gestión, es decir no dispone de instrumentos que permiten llevar el control de fallas y el desempeño de los equipos, en la propuesta se diseño de un conjunto de indicadores de mantenimiento, cuyo uso le permitirá al personal de mantenimiento controlar la ejecución de sus actividades y a la vez contribuir al proceso productivo de la planta.

Los parámetros son indicadores numéricos que deben ser utilizados ya que le ofrecen a la gerencia de mantenimiento una oportunidad de mejora continua durante todo el proceso, para ello se aplicaran los métodos y técnicas específicas de mantenimiento que se desarrollaron en el capítulo 1. Es bueno resaltar que la magnitud de los indicadores se compara con un nivel de referencia, con el propósito de proyectar acciones correctivas, predictivas y por qué no modificativas, todo dependerá del caso que se presente.

Estos parámetros son la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, medidas técnicas y científicas que se fundamentan en cálculos matemáticos, estadísticos y probabilísticos, que permiten la realización de análisis. Es bueno señalar, que en términos operacionales, los indicadores no mostraran el comportamiento bueno o malo de los equipos, ya que solo a través de ellos se podrá confirmar si la maquinaria está en condiciones optimas de funcionamiento, es decir es capaz de producir a la más alta capacidad.

**Indicador de Confiability:** Este indicador le permite a los mecánicos y operadores saber la capacidad de las maquinas, para realizar la función requerida bajo las condiciones establecidas, en otras palabras que tan confiable es poner a trabajar cierto equipo y que trabaje de la manera esperada.

**Indicador de Mantenibilidad:** Este indicador permite determinar la capacidad, bajo condiciones establecidas, que tiene la máquina de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo determinado y llevado a un estado, donde sea capaz de realizar su función original nuevamente y continuar con el proceso productivo, es bueno resaltar que solo es realmente útil y veraz cuando el mantenimiento es realizado bajo condiciones prescritas, con procedimientos y medios adecuados.

**Indicador de disponibilidad:** permite a los encargados del mantenimiento el cálculo de la probabilidad de que una máquina esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes. Estos periodos no incluyen paradas planificadas, ya sea por

mantenimientos o por producción, dado a que estas no son debidas al fallo de la máquina. Este indicador es de suma importancia pues permite predecir en el tiempo el momento en que podría pararse una maquina, pudiendo así determinar si en un momento exacto podrá ser parte el proceso productivo de la planta o de lo contrario estará detenido por una falla o avería. Es una herramienta muy útil a la hora de programar mantenimiento, producción y paradas de planta. En la tabla 3.5, se presentan las consideraciones a tomar en cuenta para la implementación del cálculo de los tres indicadores dentro del modelo de gestión propuesto. Es necesario dominar el cálculo del mismo, se ajunta la información necesaria para realizarlo.

Con el propósito de identificar si el resultado del indicador es favorable o no, se estableció un rango porcentual, el cual fue suministrado por la empresa según sus necesidades. Si el resultado se localiza en el rango mayor a 75% y menor o igual a 100%, se dice que la confiabilidad esta en un rango bajo control, por tanto es muy confiable el uso del equipo para el proceso productivo; ahora si el resultado oscila entre 50% y 75% se encuentra en un nivel de confiabilidad bajo y quizás sea necesario realizar alguna intervención de la máquina con el fin de diagnosticar posibles fallas y/o averías.

Por último, si el resultado es menor o igual a 50%, se está advirtiendo que no se debe trabajar con el equipo bajo estas condiciones establecidas.

Tabla 3. 5 Tabla de indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y disponibilidad

INDICADOR DE CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD		
NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN	CALCULO
INDICE DE CONFIANBILIDAD DE LA MAQUINARIA	Es la probabilidad de que un equipo lleve a cabo su función durante un periodo de tiempo dado.	$Co = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$
UNIDAD	FRECUENCIA	DONDE
%	Mensual	MTBF Es el Tiempo promedio entre Fallas MTTR: Es el Tiempo Promedio para Reparar

NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN	CALCULO
INDICE DE MANTENIBILIDAD DE LA MAQUINARIA	Es la probabilidad de ejecución de una determinada actividad de mantenimiento bajo ciertas condiciones establecidas	$MANT = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR} \times 100\%$ $TPEF = \frac{TPO}{FREC}$ $TPPR = \frac{TF}{NF}$
UNIDAD	FRECUENCIA	DONDE
%	Mensual	<b>TPEF:</b> Es el Tiempo promedio entre Fallas <b>FREC:</b> Frecuencia <b>TPPR:</b> Tiempo promedio para reparar <b>TF:</b> tiempo de falla <b>NF:</b> numero de fallas
NOMBRE DEL INDICADOR	DESCRIPCIÓN	CALCULO
INDICE DE DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA	Es la probabilidad de que un equipo se encuentre disponible para su uso. La disponibilidad Operacional	_____
UNIDAD	FRECUENCIA	DONDE
%	Mensual	<b>MUT:</b> es Tiempo Promedio en Operación (arriba) o Tiempo <b>MTTR:</b> Es el Tiempo Promedio para Reparar
CONSIDERACIONES DEL INDICADOR		
Bajo Control 	75 < ÍNDICE ≤ 100	Valor ubicado dentro del rango de control
Fuera de Control Medio 	50 < ÍNDICE ≤ 75	Valor ubicado dentro de un rango medio de control
Fuera de Control Crítico 	ÍNDICE ≤ 50	Valor ubicado FUERA del rango de control. Nota: Posible parada de la maquina.

Fuente: Uzcátegui (2014)

### 3.2. 4 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El plan de mantenimiento se sustenta en tareas que fueron establecidas tomando en cuenta las condiciones iniciales de cada máquina, en el que se especifica las actividades a ejecutar, el tiempo máximo para hacer la tarea, la unidad ejecutora, la frecuencia con que se debe realizar y la mano de obra necesaria. Las fuentes de información de este plan fueron los registros emanados por el Jefe de Mantenimiento y los distintos manuales de operación y mantenimiento de cada máquina.

Tomando como base a la Norma ISO 9001-2008 y características reales de las unidades de mantenimiento a continuación se establece un diagrama (figura 3.7) donde se reconoce el ciclo de trabajo de mantenimiento. En él, se distinguen diferentes aspectos que se tomaron en cuenta para la elaboración del modelo de gestión del mantenimiento. Primero, se explica en primer lugar la secuencia lógica del proceso táctico-operativo de las actividades de mantenimiento, las cuales son: planificación, programación, asignación de tareas/trabajo y la ejecución correspondiente y posteriormente se define el Ciclo de Mejoramiento Continuo, donde se adiciona al ciclo dos de nuevas actividades, la modificación constante del plan de mantenimiento y el proceso de identificación de tareas necesarias para implementar la mejoras definidas anteriormente. Es bueno señalar, que dependiendo del nivel de emergencia con que se requiera implementar las diferentes mejoras, se presenta la posibilidad de hacer un salto directamente al proceso de asignación de trabajo.

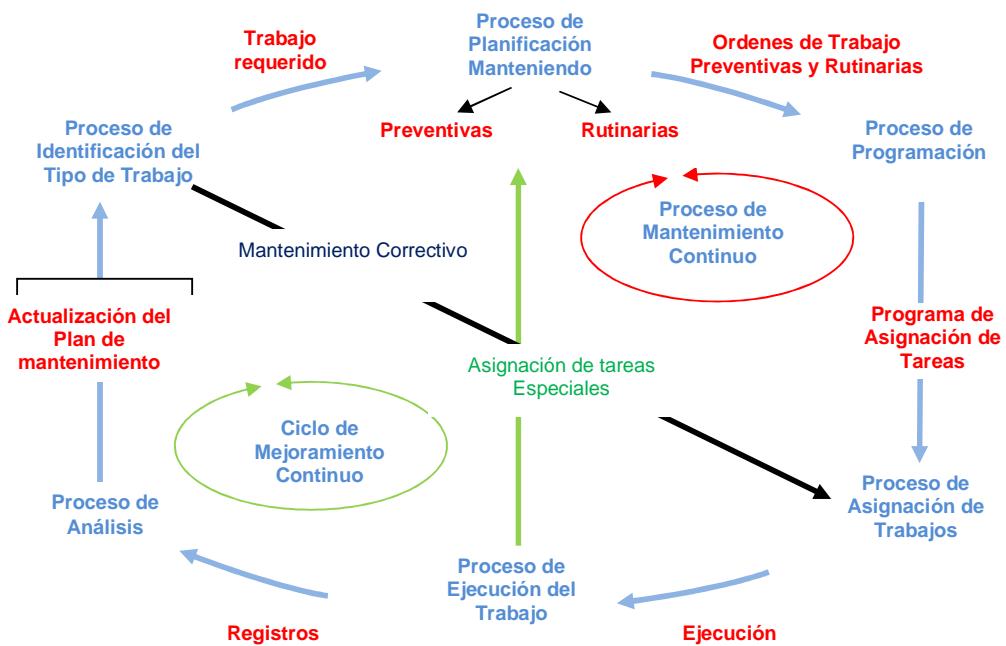


Figura 3.7 Modelo de ciclo Gestión de Mantenimiento

Fuente: Uzcátegui (2014), tomando como base la norma ISO 9001-2008

El modelo de gestión del mantenimiento propuesto se espera que sea eficaz, eficiente y oportuno, ya que esta en concordancia con los objetivos solicitados por la empresa, es decir procura la minimización de costos indirectos de mantenimiento asociados con las pérdidas de producción, permitirá operar, producir con el mínimo costo de mantenimiento, ya que la generación de actividades contribuirá a mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad.

- **Programación del mantenimiento y optimización en la asignación de recursos:** El programa de mantenimiento que se propone para la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte de mineral interno en la planta, fue diseñado con el fin de servir de elemento de referencia básico que de forma sistemática y ordenada establecerá las bases sobre las cuales se ejecutaran las actividades de mantenimiento anualmente. Para la realización del formato de programación se tomo como base la Norma COVENIN 3049-93, en el se incluye todos los equipos con su modelo, serial y código, el tipo de mantenimiento y actividad que se desean realizar, la asignación de recursos, tanto humanos como materiales y la frecuencia. En el Anexo 3. 4, se presenta la programación del mantenimiento de los nueve equipos.
- **Plan de mantenimiento Preventivo:** El objetivo es establecer un plan de mantenimiento preventivo que permita evitar o mitigar las consecuencias de los fallos de los equipos. Las tareas de mantenimiento preventivo que se incluyen en el modelo de gestión de mantenimiento, incluyen acciones como a) cambio de piezas desgastadas, b) cambios de aceites y lubricantes, c) cambios y reparaciones menores etc. Para la realización del Plan de mantenimiento preventivo se tomo en cuenta las condiciones operativas, la disponibilidad y confiabilidad de un equipo determinado, y tendrá por tanto el propósito de reducir tiempos de mantenimiento correctivo. Como parte de la gestión de mantenimiento propuesta, se diseño un plan de mantenimiento preventivo para cada una de las maquinas que pertenecen al proceso de carga y transporte. Sin embargo, es bueno acotar que el formato diseñado y

las estrategias que se han implementado pueden ser utilizados para toda la planta, pero siempre y cuando se realice el estudio y adecuación necesaria, para poder lograr una programación de mantenimiento optima, que mejore los resultados y que arroje la información necesaria para futuras reprogramaciones.

El plan de mantenimiento está basado en la información que se obtuvo de los manuales del fabricante de cada máquina y del plan de mantenimiento que se ejecuta actualmente en la empresa, que a pesar de llevarse a cabo, por la falta de gestión de mantenimiento, que ha ocasionado la inexistencia de históricos de mantenimiento y fallas que permitan programar en base al funcionamiento del equipo, es por esa razón que la idea principal de esta propuesta es fomentar la creación de históricos de gestión que permitan la reprogramación del mantenimiento preventivo en intervalos de tiempo y producción mucho más eficientes.

A continuación en el Anexo 3. 5, se presenta el formato de Plan de Mantenimiento diseñado para ser aplicado a la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte de la empresa, en el se incluye todas las actividades de reparación, engrase, cambio, verificación, limpieza, recoger, inspeccionar, ajustar entre otras, todas ellas labores que se le deben realizar a la maquinaria durante el año.

- **Plan de Mantenimiento Rutinario:** Con el propósito de controlar las actividades rutinarias que deben realizar los operadores y engrasadores se creó el formato de mantenimiento rutinario (Anexo 3. 6); el cual se diseño en el modelo de gestión y tiene como propósito brindarle al responsable de la ejecución del mantenimiento. Una herramienta que le sirva de guía diaria, ya que contiene las acciones que son necesarias y cuya finalidad son la de mantener o preservar el equipo en las mejores condiciones de uso.

La planilla está estructurada en dos partes, la primera contiene las características del equipo como son: nombre, ubicación, código de ubicación, marca, modelo, serial, tipo de motor y código del equipo, la fecha del registro o ejecución del trabajo. En la segunda parte se detallan las acciones que deben ser verificadas con el fin de que el operario pueda indicar el estado en que se encuentra (Bueno/Malo), los materiales utilizados, las horas hombres

utilizadas, también debe indicar el trabajo realizado, señalando la condición y en caso de ser necesario describir brevemente si existió alguna anomalía en el proceso

- **Fichas Técnicas De Equipos:** Con el propósito de mejorar la gestión de mantenimiento que se viene realizando a la maquinaria pesada pertenecientes al proceso de carga y transporte, se diseño la ficha técnica que contienen la información que identifica a la maquinaria y es generada a partir del inventario físico general. Esta se estructuro en dos secciones; la primera corresponde a las características primordiales que posee el equipo y en la segunda se detallan las partes del maquina, en el Anexo 3. 7, se muestra la ficha técnica y la descripción detallada de la planilla. En total se realizaron las nueve fichas correspondientes a los equipos pertenecientes al proceso de carga y transporte, las cuales serán anexo al manual que se le entregara a la empresa.
- **Formatos para el registro de las principales rutinas de mantenimiento:** Dado que la planta carece de documentos o sistemas que promuevan el registro de las actividades de mantenimiento realizadas, así como también de la documentación adecuada de las fallas presentadas durante los procesos productivos, parte del trabajo se centra en el diseño y establecimiento de estos formatos los cuales permitirán llevar eficientemente el registro de información técnica necesaria para llevar a cabo una verdadera gestión. A continuación en la tabla 3.8, se presenta los formatos diseñados para controlar y evaluar los procesos.

Tabla 3. 6 formatos diseñados para controlar y evaluar los procesos.

FORMATO	CARACTERÍSTICA
REPORTE DIARIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Es un formato que el supervisor debe llevar diariamente con el propósito de conocer el tipo de servicio realizado, los trabajos ejecutados, las piezas y códigos utilizados, los costos del material y las horas hombres invertidas en la actividad. Anexo 3.8a
REPORTE DE MAQUINARIA BAJO MANTENIMIENTO	Con la ayuda del responsable del mantenimiento en el formato se indica el código de la máquina, su descripción, el tipo de mantenimiento correctivo que se le realiza. Anexo 3.8b
HISTORIAL DE REVISIONES Y REPARACIONES	Con el propósito de que el jefe de mantenimiento lleve el control de repuestos y gastos. Se registra cada una de las operaciones realizadas en la maquinaria, ya sea preventiva o correctiva. Si hay necesidad de sustituir o reparar un componente de la maquina, se escribe en la ficha la fecha y hora de parada, así como el costo de materiales utilizados por repuesto, Anexo 3.8c

LUBRICACIÓN DE LOS EQUIPOS.	Esta es una actividad de mantenimiento de vital importancia ya que permite la conservación de la maquinaria. De allí, que es una labor que debe formar parte de todo programa de mantenimiento preventivo y por ende no puede quedar fuera de la propuesta. Las actividades de lubricación tienen como finalidad proteger no solo la maquinaria sino también sirve de fuente de información sobre las condiciones de operación de la maquinaria y las causas posibles de la falla. Anexo 3.8d
TOMA DE VIBRACIONES EN MOTORES, VENTILADORES Y REDUCTORES:	Las condiciones de las máquinas y en especial los problemas mecánicos se pueden visualizar a través de la medición de las vibraciones. En el modelo de formato de toma de vibraciones se incluyó los motores, ventiladores y reductores que se utilizaran según el equipo donde se medirán las vibraciones. Anexo 3.8e
REPORTE DE FALLAS:	Los reportes de fallas es una de las actividades que tiene mayor importancia dentro de la gestión de mantenimiento de una empresa, ya que le permite al personal establecer un registro histórico que sirva de fuente de información para predecir fallas según la ocurrencia de frecuencias; así como facilita al estudio. Anexo 3.8f
FORMATO DE SOLICITUD DE SERVICIO,	El cual tiene por objeto ordenar que se efectúen reparaciones en la maquinaria, es un formato que puede ser utilizado por todas las oficinas y departamentos de la planta ya que la misma sirve de un medio que permite planificar el registro de reparaciones que se presenta por maquinaria y por departamento. Este formato debe ser llenado por el ejecutor del mantenimiento. Anexo 3.8g
REQUISICIÓN DE MATERIAL,	Tiene como finalidad llevar el control de la solicitud de materiales y repuestos del almacén que son necesarios para cumplir las rutinas de mantenimientos, o de ser el caso sirva de herramienta para realizar la solicitud de compra del mismo ya que no se encuentra dentro del almacén. Anexo 3.15
NOTA ENTREGA DE MATERIALES	Sirve de medio de entrega y control de materiales y repuestos por parte del almacén, en las diferentes actividades: mantenimiento preventivo, correctivo y rutinario. Anexo 3.8h

Fuente: Uzcátegui (2014), tomando como base la norma ISO 9001-2008

- **Planillas propias del control de almacén:** La instauración de estos formatos permitirá controlar las actividades de mantenimiento y el registro histórico de información, los cuales será de vital importancia para estudios futuros de frecuencias y/o modificación a incorporar en los planes de mantenimiento aquí establecidos. Asimismo, estos formatos serán parte fundamental de la base de datos necesaria para realizar el análisis y el cálculo de los indicadores de gestión de mantenimiento propuestos anteriormente, los cuales tienen como principal propósito, el suministrar información sobre la situación de la maquinaria pesada, pudiéndose detectar desmejoras en el proceso productivo, así como facilitar la toma inmediata de acciones preventivas ante un posible empeoramiento de la situación definida.

### 3.3 DIGITALIZACIÓN MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Como en la empresa Construcciones Asfalto Andes, C.A, requiere con urgencia organizar la información que se genera al momento de realizar las labores de mantenimiento, dentro de la propuesta de gestión se ofrece la posibilidad de realizar un sistema de información para la empresa, el cual esta creado en módulos independientes que puedan funcionar con cualquier otro sistema contable o administrativo.

El manejo de componentes y la programación de servicios es un problema frecuente que enfrentan las empresas, pues el realizar el seguimiento puede resultar un poco enredado si no se cuenta con un programa computarizado que solvente dichas necesidades. En el caso particular la empresa Construcciones Asfalto Andes, C.A, es una empresa pequeñas y presentan deficiencias en la organización y mantenimiento, y como el modelo propuesto de gestión genera una cantidad de información que se debe mantener actualizada y organizada; y es una de las debilidades existentes, ya que el personal considera tediosa la labor de registro y control, se sugiere como alternativa inicial la digitalización de la base de datos.

**Requerimientos de la empresa:** Como la empresa tiene la necesidad de buscar ayudas computacionales de fácil acceso, se toma como el Microsoft Excel, para llevar el registro de diversas actividades competentes al mantenimiento y la constante preservación de la maquinaria pesada, por lo cual quieren sistematizar gran parte de sus actividades como:

1. Registros estadísticos donde se inscriben las operaciones diarias, registros de aplicación de servicios y registros del estado de los componentes.
2. Tener acceso a la información de su personal.
3. Visualizar con antelación: el cumplimiento de las rutinas de mantenimiento preventivo, correctivo y rutinario.
4. Controlar las acciones referidas al almacén.
5. La impresión constante de los formatos de registro y control.

**Información suministrada:** La base de datos que se desarrollo en Excel para Construcciones Asfalto Andes, C.A, específicamente para la maquinaria perteneciente al proceso de carga y transporte de mineral interno en la planta. Para la construcción de la base de datos en la tabla 3.7, se tomo en consideración los siguientes los diferentes tipos acciones a seguir (reparar, cambiar, drenar, recoger, lubricar, limpiar, verificar, cambiar e inspeccionar, ajustar o comprobar; así como indica el estado condición de la maquinaria y sus componentes.

Tabla 3. 7 Parámetros tomados en cuenta en la Planificación del Mantenimiento

ACCIONES A SEGUIR						
REPARAR	CAMBIAR	DRENAR	RECoger	LUBRICAR		
LIMPIAR	VERIFICAR	CAMBIAR		INSPECCIONAR, AJUSTAR O COMPROBAR		
ESTADO O CONDICION						
BUENO	MALO	OPERATIVO	NO OPERATIVO	DESINCORPORACIÓN		
PERSONAL QUE EJECUTA EL MANTENIMIENTO						
MECANICO	SOLDADOR	AYUDANTE	CONTRATISTA			
ELECTRICISTA	ENGRASADOR	APRENDIZ INCES				
TIPOS DE MANTENIMIENTO						
PREVENTIVO	CORRECTIVO	RUTINARIO		PREDICTIVO		

Fuente: Uzcátegui (2014)

Se agrego también la cuadrilla de personal que ejecuta el mantenimiento y los tipos de mantenimiento que se ofrecen (preventivo, correctivo, rutinario y predictivo). Otra información que se incorpora es la descripción de los tipos de actividades mecánicas, eléctricas, lubricación y generales que se deben realizar, (tabla 3.8) y por último se cargo la frecuencia con que se realizar los diferentes tipos de mantenimientos que son 10, 20, 50, 200, 600, 1000, 2000 y 4000 horas

Tabla 3. 8 Actividades de mantenimiento

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
MECÁNICAS	Cambios de correas Cambios de rodamientos Cambios de cadena Ajuste de Disco Chequeo de tensión de poleas Cambios de mangueras Chequeo de engranajes Cambios de Neumáticos Chequeo de Fugas Chequeo de Niveles de agua y aceite Ajuste de Frenos Chequeo de refrigerantes
ELECTRICAS	Verificación de reductores de velocidad Revisión de Switches de encendido y de seguridad Verificación de funcionamiento de amperaje y arranque Chequeo de conectores Limpieza de Tableros Eléctricos Limpieza de contactos Limpieza de Motores Chequeo de Fusibles y Relee Verificación de Interruptores por observación directa Revisión del Ventilador del Motor Chequeo de Bombas Chequeo de panel de control Chequeo de Niveles de presión
LUBRICACION	Chequeo de sistema Hidráulico Engrase de cadenas y piñones Engrase de sistemas de rodamientos de los discos Chequeo del Nivel de Aceite Engrase de cadenas Engrase de rodamientos Engrase de Barras de deslizamiento Engrase de pasadores y palancas Lubricar cadenas Verificar de nivel de aceite de la Bomba Lubricar engranajes
GENERALES	Inspección de paneles de control Verificación de mangueras Revisión de Neumáticos Revisión de correas Revisión de cadena Revisión de Fugas Revisión de Niveles de agua y aceite Revisión de Frenos Revisión de refrigerantes

Fuente: Uzcátegui (2014)

Adicionalmente, se incluye también:

1. Las estadísticas generadas las cuales tiene que ser alimentada a diario según las operaciones que se realicen; la información ingresada, a la vez alimenta los tiempos en horas de los componentes en operación, los

servicios que se realizan a la flota, así como se contempla también el programa de mantenimiento preventivo de cada maquinaria.

2. La Norma COVENIN: para el mejor aprovechamiento de sus bondades de análisis, a través del documento Excel; se incorpora la norma COVENIN 2500-93, la cual cuenta con once áreas a evaluar todas específicamente dirigidas a los aspectos de mayor importancia. La norma permitirá realizar continuamente la evaluación de la gestión con el propósito de conocer, si se está mejorando o no los diferentes aspectos evaluados.

A continuación en el anexo 3.9, se muestran las pantallas correspondientes a la digitalización del modelo de mantenimiento.

## CONCLUSIONES

La importancia de esta investigación se fundamenta en la situación actual del proceso de mantenimiento, que ejecuta la maquinaria pesada perteneciente al proceso de carga y transporte de mineral interno en la Planta Tabay, de la empresa “Construcciones Asfalto Andes, C.A, encontrándose que;

1. La Gestión del Mantenimiento presenta deficiencias graves en cuanto a organización y planificación del mantenimiento.
2. El equipo que más presenta fallas son los cargadores frontales en un 36% y que las fallas más comunes son las mecánicas y las que demoran más para ser solucionadas son las electromecánicas.
3. A la planificación del mantenimiento se le incorporó acciones preventivas, correctivas, rutinarias y predictivas mediante una programación establecida. En la que se agregaron:
  - Formatos de control de actividades y registro de información referente al comportamiento de los equipos.
  - Indicadores de mantenimiento necesarios para la evaluación del comportamiento de los equipos
  - El diseño de una programación de mantenimiento el cual incorpora acciones preventivas, rutinarias, predictivas y correctivas que permita el control de las actividades de mantenimiento mediante una programación establecida.
  - Formatos que permiten controlar y establecer mucho mayor orden en el manejo de las herramientas, repuestos - suministros y personal entre otros los cuales facilitaran el registro y control de la gestión.
4. El modelo de gestión presentado una planificación de mantenimiento continua que permita el mejoramiento continuo.

## RECOMENDACIONES

Luego de concluida la investigación y evaluados los resultados a continuación se presenta una serie de recomendaciones:

1. Implementar el modelo de gestión propuesto, ya que este le servirá de herramienta práctica para el establecimiento adecuado de políticas que permitan la ejecución efectiva y eficaz de las actividades programadas. Para ello se hace necesario:
  - La utilización de los formatos post mantenimiento propuesto, así como el de los registro y análisis de las fallas ya que esto permitirá la actualización constante de la data.
  - Realizar el correcto mantenimiento preventivo a los equipos con la finalidad de disminuir los tiempos de mantenimiento correctivo y las pérdidas de tiempo de producción.
  - Organizar las herramientas, los repuestos y los talleres tal como se propone a fin de contar con una mejor distribución de espacios-repuestos y registro y sea más fácil la ejecución del trabajo y la búsqueda de insumos.
  - Acoplar la gestión de mantenimiento propuesta a un sistema informático
2. Dar inicio al cálculo de los indicadores de mantenimiento descrito y establecidos para el análisis del comportamiento de los equipos ya que esto permitirá prevenir fallas y mantener altos estándares de producción.

## REFERENCIAS

Acevedo Suárez, José A (1926) “Gestión de las capacidades en los sistemas logísticos”. La Habana: Editorial ISPJAE, 20 p

Aguilar J, (2010) Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Artículo publicado en Línea revista Redalyc.org Tecnología, Ciencia, Educación, vol. 25, núm. 1, 2010, pp. 15-26, México. <http://www.redalyc.org/pdf/482/48215094003.pdf>

BaKo, D & Milman E (2010) Sistema automatizado vía web con autenticación para la planificación, gestión, control y status del mantenimiento preventivo y correctivo de unidades de transporte. Caso Empresa TECNODIESEL ACC CA tesis de grado de la Universidad de Nueva Esparta. Venezuela

Baldeón Zoila (2011) Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en Cía. Minera condestable SA. Tesis de la Universidad Pontificia Católica del Perú

Ballow, Ronald H: (1985) “Logística empresarial. Control y planificación”. Ciudad de la Habana: Editorial Científico Técnica,.123p

Barreto J, (2008) Criterios de selección y reemplazamiento de equipo para la construcción de accesos y plataformas en la zona de san Antonio, provincia de Yauli-Junín. Tesis de Grado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima- Perú

Benítez, Luis 1998 Mejoramiento Continuo por Medio del Mantenimiento Productivo Total, pp.88-91 En: Clase Empresarial, Bogotá

Centeno H, (2011) "Diseño de un plan de mantenimiento para los equipos Payloaders Komatsu de CVG Venalum" Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Ciudad Guayana-Venezuela

Cillis M, Mejías V & otros (2009) "Formación de un programa de mantenimiento preventivo para una empresa transformadora de acero". Tesis de Grado para el Instituto Politécnico Nacional. México DF.

Chavarría, Alberto (2002), Mantenimiento juega un rol de primer orden para la reducción de los costos en la minería, pp.54. En: Mundo Minero, Lima

Chinchilla, Erick (2005), "Propuesta de la organización del taller de mantenimiento y de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos de la zona vial no. 2 de Caminos, Jutiapa. Tesis de Grado Universidad de San Carlos Guatemala.

Cruzado, José (1998) Proceso de mejoramiento continuo y calidad total, pp.101-109 En: Ingeniería Industrial, Lima, Vol. 7 Nº 21

De Groote, Patrick (1993), El Mantenimiento en Países en Vías de Industrialización, pp. 65-72 En: Andi, Bogotá

Duffuaa, S (1991). Sistema de mantenimiento. Planeación y Control. Editorial Limusa Wiley grupo Noriega Editores. México

Estrada, Carlos (1995) Calidad Total Aplicada al Mantenimiento, pp.32-34 En: Calidad & Excelencia, Lima, año1 Vol. 6

Fang, Juan (2000), TPM Mantenimiento Productivo Total, pp.38-40 En: Calidad y excelencia, Lima, Año 5 Nº 21 1999 Experiencia Coldex, implementación programa 5's, pp.56-58 En: Calidad y excelencia, Lima, Año 4 Nº 18

García D, (2006) Evaluación y planteamiento de mejoras en la Gestión de Mantenimiento del taller de Vehículos de mina (MCC), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Minera Loma de Níquel. Tesis de Grado de la Universidad Central de Venezuela.

Hernández, M. (2006). Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales. Caracas. FEDUPEL.

Hurtado, J. (2007). Metodología de la investigación. Una comprensión holística. Caracas. Ediciones Quirón-Sypal.

López V, (2011) Estrategia de Mantenimiento de una Planta Concentradora de Estaño Tesis de Grado. Lima-Perú.

Luna A (2009) en su trabajo de grado titulado “Propuesta de un plan de mejoras productivas de una planta de mezcla asfáltica en caliente tipo continúa. Caso de estudio: Planta de Mezcla Asfáltica en caliente en el Municipio Jiménez del Estado Lara.’ Presentado en la UCLA para optar al título de Ingeniero Civil. Barquisimeto estado Lara.

Maldonado H & Sigueza L, (2012) Propuesta de un Plan de mantenimiento para Maquinaria Pesada de la empresa Minera Dynasty Mining del Cantón Portovelo. Tesis de Grado Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca. Cuenca-Ecuador.

Marcano M, (2013) Diseño Modelo de Gestión de Mantenimiento Equipos Críticos. Trabajo de Grado para la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre" Puerto Ordaz-Venezuela

Martínez, K (2010) Análisis de fallas aplicados a los equipos de carga tipo Scoop de la mina Isidora – Valle norte pertenecientes a la empresa minera Venrus C.A., el Callao – Estado Bolívar Tesis de Grado para la Universidad de Oriente. Ciudad Bolívar-Venezuela.

Mora, Luis (1990) ¿Tipos de Mantenimiento?...!No!...!Gestiones! En: Revista Universidad EAFIT, Bogotá

Mora, Luis (1990) ¿...Será Factible medir la Gestión Gerencial del Mantenimiento...? En: Revista Universidad EAFIT, Bogotá

Montoya, Jaime (1999) Estrategias Claves para ser Competitivos, pp. 32-35 En: Calidad & Excelencia, Lima, Año 6 Nº 28

Muñoz, M. Trabajo publicado en línea titulado Mantenimiento Industrial. Para la Universidad Carlos III de Madrid. [Http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/mantenimientoindustrial.pdf](http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/mantenimientoindustrial.pdf) [23/01/2012]

Murillo, W (2003) Modelo de confiabilidad basados en el análisis de fallas Seminario Internacional de Mantenimiento y Servicios Asociados en Sistemas Eléctricos SIMSE CIER 2003. Cartagena de Indias, Agosto de 2003

Nakajima, Seiichi (1991) Introducción al TPM - Mantenimiento Productivo Total, Madrid: Tecnologías de gerencia y producción S.A.

Nava D (1999) Teoría de Mantenimiento. Definiciones y Organización. 2da Edición. Talleres Gráficos Universitarios de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela.

Norma COVENIN 2500-93 (1993). Manual para evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industrial. (1ra Revisión). Editorial Fondonorma. Caracas-Venezuela

Norma COVENIN 3049-93 (1993). Mantenimiento. Definiciones. (1ra Revisión). Editorial Fondonorma. Caracas-Venezuela

Norma ISO 9001-2008 Sistema de Gestión de la calidad. Requisitos (4ta edición) de [http://www.umc.edu.ve/umcpro/cgco/joomdocs/NormasISO/ISO\\_9001\(ES\)\\_CERT\\_2008\\_final.pdf](http://www.umc.edu.ve/umcpro/cgco/joomdocs/NormasISO/ISO_9001(ES)_CERT_2008_final.pdf)

Olarte W, (s/f) Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de Producción en su artículo publicado en Scientia et Technica Año XVI, No 44, Abril de 2010. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701

Olarte R & Roncallo A (1997). Investigación Mantenimiento Industrial. Universidad de Santo tomas de Aquino. Bucaramanga Disponible en: [www.monografias.com/15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industria.html](http://www.monografias.com/15/mantenimiento-industrial/mantenimiento-industria.html)

Prando R, (1996). “Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida” Editorial Piedra Santa SA. San Salvador, El Salvador.

Rodríguez A, (2008), en su trabajo de grado titulado “Montaje, Operación y Mantenimiento de Plantas para Mezcla Asfáltica en Caliente” para la Escuela de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala

Rojas, Carlos (1998) Indicadores de Gestión, pp.16-23 En: Calidad & Excelencia, Lima, Año 3 Nº 14

Sanabria H & Hernandez H (2011) “Elaboración de un Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la gobernación de Casanare” Tesis de Grado Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga-Colombia

Singhal, Vinod (2002) TQM fuente de ventaja competitiva, pp.20-26 En: Calidad y Excelencia, Lima, Año 7 Nº 33

Sexton, L (2012). Mantenimiento oportuno vs. Mantenimiento de oportunidad. Publicación En Linea: <http://luisfelipesexto.blogia.com/2007/030601-mantenimiento-oportuno-vs.-mantenimiento-de-oportunidad.php>

Suzuki, Tokutaro 1994 TPM in Process Industries, Oregon: Edwards Brothers

Zaldívar Salazar, Mario. "El Mantenimiento predictivo, vía para la dirección de la Fiabilidad de las máquinas agrícolas". Revista trimestral "Tecnología en marcha". (Costa Rica) . Volumen XVI / Número 3. Julio-Septiembre 2003. Editorial Tecnología de Costa Rica. ISSN 0379-3982.

Zaldívar Salazar, Mario. El Mantenimiento técnico en la actividad gerencial. Revista trimestral "Tecnología en marcha". (Costa Rica). Volumen XX / Número 2. Abril-Junio 2007. P 41-48. Editorial Tecnología de Costa Rica. ISSN 037

Zambrano S (2007) Fundamentos Básicos de Mantenimiento. 2da edición Editorial FEUNET. San Cristóbal Edo Táchira.

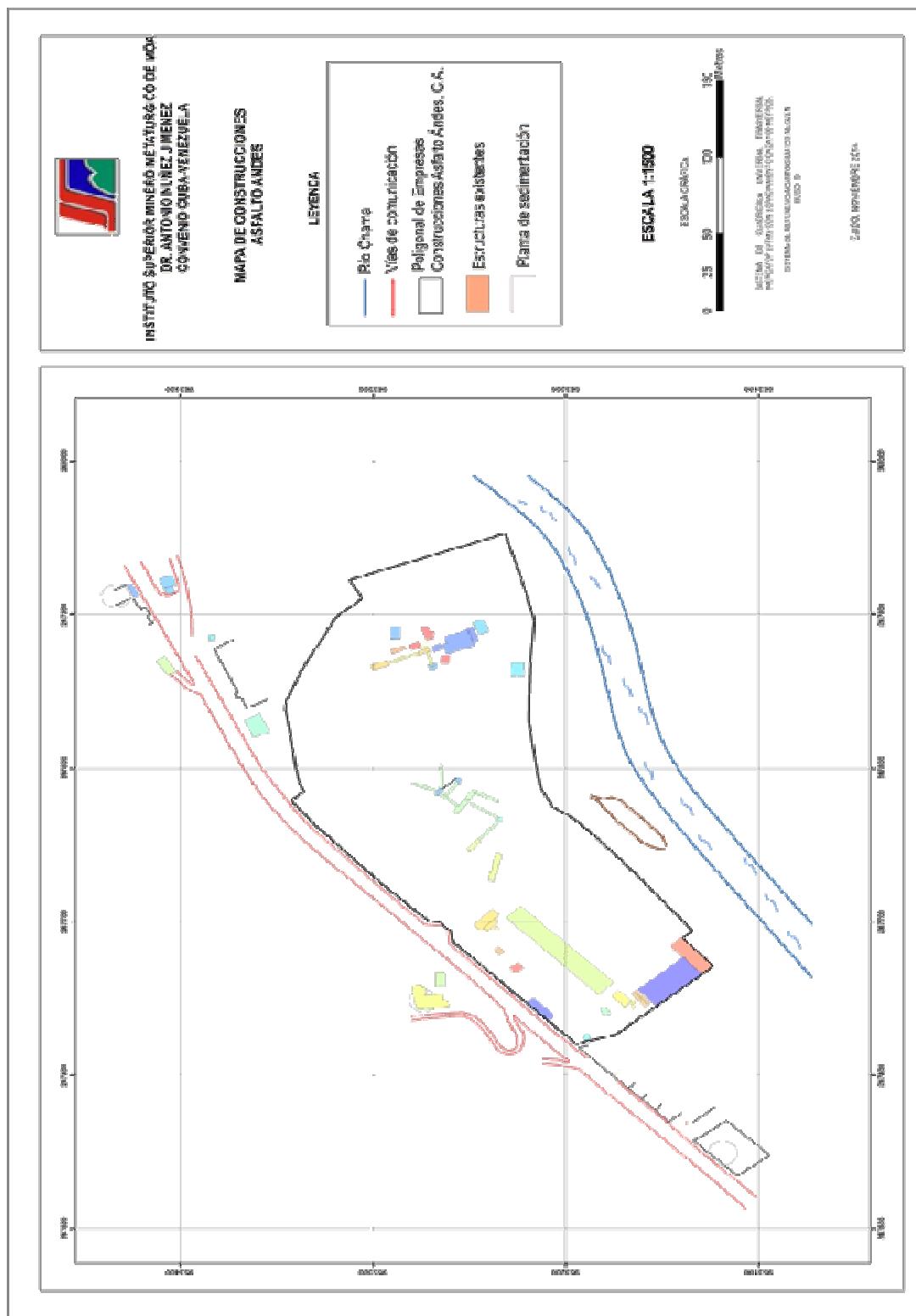
Zambrano R. & Leal, S. "Proceso de Implementación de las Nuevas Tendencias de Mantenimiento en Procesos Productivos" Ponencia en el 3er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad en Montevideo, Uruguay

Zanardo P y otros. Gestión de mantenimiento. Eliminando los paros de planta no deseados, Publicado en el portal Web Electro-Industria disponible en: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=736&tip=7>

Zapata, C (2009), Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para los equipos de la planta H y L en la siderúrgica Alfredo Maneiro, Tesis de Grado para la Universidad Nacional Experimental de Puerto Ordaz. Venezuela.

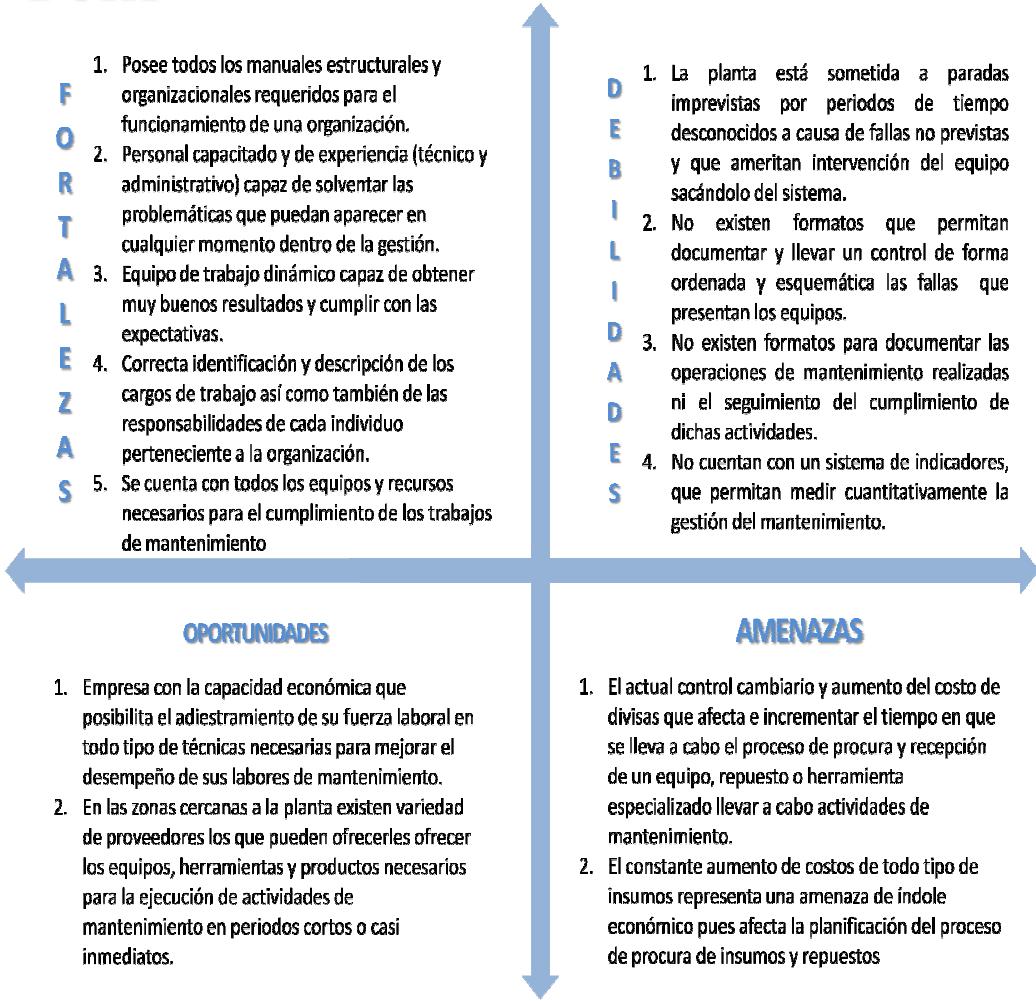
# ANEXOS

## 2.1 PLANO TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO



### 3.1. MATRIZ FODA

# DOFA



**3.2.a EVALUACIÓN NORMA COVENIN 2500-93**

**3.2.b PROMEDIO OBTENIDO**

ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS	Evaluación										C %																			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																				
I	ORGANIZACIÓN DFI Y EMPRESA	80	10	20	15	10	10	10	10	10	10	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100					
I	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	40	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15				
I	2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	50	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
I	3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	50	10	5	10	5	10	5	10	5	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
I	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>150</b>											<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>119</b>	<b>79</b>	<b>21</b>																
II	ORGANIZACIÓN DFI - MANTENIMIENTO	80	10	15	0	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
II	1. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	50	7	15	0	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
II	2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
II	3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
II	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>200</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>141</b>	<b>59</b>	<b>30</b>															
III	PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN	70	20	20	15	7	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
III	1. OBJETIVOS Y METAS	70	20	20	15	7	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
III	2. POLÍTICAS PARA PLANEACIÓN	50	0	0	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
III	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	50	0	0	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
III	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>200</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>169</b>	<b>31</b>	<b>16</b>															
IV	MANTENIMIENTO RUTINARIO	100	20	15	15	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
IV	1. PLANEACIÓN	80	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
IV	2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
IV	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	50	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
IV	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>250</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>229</b>	<b>21</b>	<b>0</b>															
V	MANTENIMIENTO PROGRAMADO	80	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
V	1. PLANEACIÓN	70	15	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
V	2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	15	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
V	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	50	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
V	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>250</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>230</b>	<b>20</b>	<b>8</b>															
VI	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	100	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VI	1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS	80	10	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VI	2. PLANEACIÓN	40	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VI	3. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	70	20	15	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VI	4. CONTROL Y EVALUACIÓN	60	15	15	5	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VI	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>250</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>220</b>	<b>30</b>	<b>12</b>															
VII	MANTENIMIENTO PREVENTIVO	100	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
VII	1. ATENCIÓN A FALLAS	100	20	20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15			
VII	2. SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN	70	20	15	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
VII	3. INFORMACIÓN SOBRE AVARIAS	70	20	15	10	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VII	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>250</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>228</b>	<b>22</b>	<b>9</b>															
VIII	MANTENIMIENTO POR AVARIAS	100	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VIII	1. CUANTIFICACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS	70	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
VIII	2. SELECCIÓN Y FORMACIÓN DE PERSONAL	80	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			
VIII	3. MOTIVACIÓN Y FORMACIÓN DE INGENIEROS	50	10	10	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
X	LOGÍSTICO	20	10	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
X	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>100</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>89</b>	<b>15</b>	<b>10</b>															
XI	1. EQUIPOS	30	5	3	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5		
XI	2. HERMÁNIENAS	30	10	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4		
XI	3. INSTRUMENTOS	30	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
XI	4. MATERIALES	30	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
XI	5. REPUESTOS	30	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	3	2	3	
XI	<b>TOTAL OBTENIBLE</b>	<b>160</b>												<b>TOTAL OBTENIDO</b>	<b>126</b>	<b>16</b>	<b>10</b>															

	<i>Proceso de Work Management</i>	<i>Área o Proceso de la Empresa</i>	<i>Principio Básico</i>	<i>% Brecha</i>
<b>1.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<i>Planificación de Mantenimiento</i>	Políticas para la Planificación	78,6%
		<i>Mantenimiento Rutinario</i>	Planificación	90,0%
		<i>Mantenimiento Programado</i>	Planificación	95,0%
		<i>Mantenimiento Correctivo</i>	Planificación	85,0%
		<i>Mantenimiento Preventivo</i>	Determinación de Parámetros	87,5%
			Planificación	75,0%
		<b>VALOR PROMEDIO</b>		<b>85,2%</b>
<b>2.</b>	<b>PRIORIZACIÓN</b>	<i>Planificación de Mantenimiento</i>	Objetivos y Metas	88,6%
		<i>Mantenimiento por Avería</i>	Atención de Fallas	95,0%
		<b>VALOR PROMEDIO</b>		<b>91,8%</b>
<b>3.</b>	<b>PROGRAMACIÓN</b>	<i>Mantenimiento Rutinario</i>	Programación	90,0%
		<i>Mantenimiento Programado</i>	Programación	81,3%
		<i>Mantenimiento Correctivo</i>	Programación	87,5%
		<i>Mantenimiento Preventivo</i>	Programación	90,0%
		<i>Personal de Mantenimiento</i>	Cuantificación Necesidades de Personal	92,9%
		<i>Apoyo Logístico</i>	Apoyo Administrativo	100,0%
		<i>Recursos</i>	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	84,0%
		<b>VALOR PROMEDIO</b>		<b>89,4%</b>

<b>4.</b>	<b>EJECUCIÓN</b>	<i>Mantenimiento Rutinario</i>	Implantación	90,0%
		<i>Mantenimiento Programado</i>	Implantación	81,3%
		<i>Mantenimiento Correctivo</i>	Implantación	87,5%
		<i>Mantenimiento Preventivo</i>	Implantación	90,0%
		<i>Mantenimiento por Avería</i>	Sueprvisión y Ejecución	91,3%
		<b>VALOR PROMEDIO</b>		<b>88,0%</b>
<b>5.</b>	<b>MEDICIÓN</b>	<i>Planificación de Mantenimiento</i>	Control y Evaluación	86,7%
		<i>Mantenimiento Rutinario</i>	Control y Evaluación	95,7%
		<i>Mantenimiento Programado</i>	Control y Evaluación	100,0%
		<i>Mantenimiento Correctivo</i>	Control y Evaluación	92,9%
		<i>Mantenimiento Preventivo</i>	Control y Evaluación	91,7%
		<i>Mantenimiento por Avería</i>	Información sobre Averías	85,7%
		<i>Personal de Mantenimiento</i>	Cuantificación Necesidades de Personal	92,9%
		<i>Recursos</i>	Equipos, Herramientas, Instrumentos, Materiales y Repuestos	84,0%
		<b>VALOR PROMEDIO</b>		<b>91,2%</b>

**ANEXO 3.3 FORMATOS INCORPORADOS AL  
MODELO DE GESTION DEL MANTENIMIENTO**

**ANEXO 3.4 PROGRAMACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO**

**ANEXO 3.5 PROGRAMACION DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**ANEXO 3.6 PROGRAMACION DE  
MANTENIMIENTO RUTINARIO**

**ANEXO 3.7 FICHA TÉCNICA**

**ANEXO 3.8 FORMATO DE REGISTRO**

**ANEXO 3.9 PANTALLAS DE DIGITALIZACIÓN  
DE LA INFORMACIÓN**