



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGREGADO LIVIANO UBICADA EN CHARALLAVE, ESTADO MIRANDA.”

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR:

BR PÉREZ B., KENYA C.

BR PÉREZ I., ANDREA E.

PROFESOR GUÍA:

ING. BECERRA C., DOUGLAS A.

FECHA:

OCTUBRE 2016



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGREGADO LIVIANO UBICADA EN CHARALLAVE, ESTADO MIRANDA.”

**Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado:**

-----

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Firma:

Firma:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre:

Nombre:

Nombre:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

REALIZADO POR:

BR PÉREZ B., KENYA C.

BR PÉREZ I., ANDREA E.

PROFESOR GUÍA:

ING. BECERRA C., DOUGLAS A.

FECHA:

OCTUBRE 2016

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS  
EQUIPOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGREGADO LIVIANO  
UBICADA EN CHARALLAVE, ESTADO MIRANDA.”

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su  
contenido con el resultado:

----- DIECIOCHO PUNTOS (18) -----

JURADO EXAMINADOR

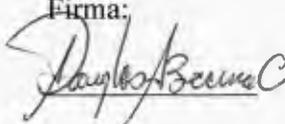
Firma:



Nombre:

Emérico Hecho

Firma:



Nombre:

Douglas A Becerra

Firma:



Nombre:

Ramiro Pérez

REALIZADO POR:

BR PÉREZ B., KENYA C.

BR PÉREZ I., ANDREA E.

PROFESOR GUÍA:

ING. BECERRA C., DOUGLAS A.

FECHA:

OCTUBRE 2016

“DISEÑO DE PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS  
EQUIPOS DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AGREGADO LIVIANO  
UBICADA EN CHARALLAVE, ESTADO MIRANDA.”

AUTOR: BR PÉREZ B., KENYA C.

BR PÉREZ I., ANDREA E.

TUTOR: ING. BECERRA C., DOUGLAS A.

FECHA: OCTUBRE 2016

### RESUMEN

Agregados Livianos C.A., se caracteriza por ser una empresa líder en la producción masiva del agregado liviano, mejor conocido como “aliven”, ubicada en los Valles del Tuy. Actualmente se ve en la necesidad de elaborar un plan de mantenimiento preventivo para las áreas donde la arcilla es preparada para su expansión debido a que no cuenta con actividades programadas para la prevención de las fallas; el estudio desarrollado se califica como una investigación documental bajo la modalidad de Proyecto Factible, apoyada en un diseño de campo. La evaluación de la situación actual se realizó por medio de métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos tales como: observación directa no participante, entrevistas no estructuradas, análisis documental, encuestas e instrumentos de medición, tales como el multímetro. A partir de la elaboración de las fichas técnicas de los equipos en el área de estudio, su caracterización de mantenimiento y la descripción de los distintos procesos que se ejecutan en la empresa para solventar los imprevistos presentados mediante diagramas de flujos, se realizó un análisis de las fallas para desarrollar la propuesta de gestión de mantenimiento que por medio de una serie de formatos permitirán registrar el funcionamiento diario de los equipos y sus fallas, al igual que una programación de actividades de mantenimiento periódicas, proyectadas y estandarizadas a cada uno de los sistemas. Por último se efectuó el estudio de Costo-Beneficio de la propuesta diseñada para disminuir el mantenimiento correctivo y comenzar a aplicar una gestión para el mantenimiento de los equipos, comenzando por el área en estudio. La propuesta de trabajo permitirá disminuir las averías imprevistas, ya que la planificación e inspecciones continuas permitirá el conocimiento de cuando, como y donde practicar las actividades para prolongar la vida útil de los equipos. Igualmente ayudara a que la atención a las fallas no programadas sea corregida de una manera cada vez más rápida y efectiva.

**Palabras Claves:** arcilla expandida, mantenimiento, mantenimiento preventivo, gestión, fallas, cintas transportadoras, cintas metálicas, laminadores, empastadoras.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.1. LA EMPRESA .....	3
1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA .....	3
1.1.2. MISIÓN.....	4
1.1.3. VISIÓN.....	4
1.1.4. VALORES .....	5
1.1.5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA .....	5
1.2. EL PROBLEMA.....	6
1.3. OBJETIVOS.....	7
1.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL.....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4. ALCANCE.....	8
1.5. LIMITACIONES .....	8
<b>2. MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>9</b>
2.1. ANTECEDENTES .....	9
2.2. BASES TEÓRICAS.....	10
2.2.1. PLANIFICACIÓN .....	10
2.2.2. GESTIÓN.....	11
2.2.3. MANTENIMIENTO .....	11
2.2.4. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	12
2.2.5. OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO.....	12
2.2.6. FILOSOFÍA DE MANTENIMIENTO .....	12
2.2.7. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS Y TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	13
2.2.8. ACTIVIDADES DE ORGANIZACIÓN .....	17
2.2.9. ACTIVIDADES DE CONTROL.....	18
2.2.10. OPERACIONES Y CONTROL DE MANTENIMIENTO .....	19

2.2.11.	SISTEMAS DE ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO .....	20
2.2.12.	RELACIÓN COSTO – BENEFICIO .....	20
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>23</b>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	23
3.2.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	24
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
3.1.	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	26
3.2.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS .....	27
3.2.1.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	27
3.2.2.	HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	28
3.3.	PROGRAMA PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS .....	30
3.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	31
3.5.	ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO .....	32
<b>4.</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>33</b>
4.1.	CONTEXTO VIGENTE .....	33
4.1.1.	INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	36
4.1.2.	ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	40
4.1.3.	PROCEDIMIENTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO .....	42
4.2.	ANÁLISIS GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	47
4.2.1.	GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	47
4.2.2.	INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS .....	48
4.2.3.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	48
4.2.4.	AUDITORÍA.....	49
4.2.5.	COSTOS ASOCIADOS.....	49
4.2.6.	ANÁLISIS DE LA MATRIZ FODA .....	49
<b>5.</b>	<b>LA PROPUESTA .....</b>	<b>51</b>
5.1.	PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO .....	51
5.1.1.	ZONIFICACIÓN.....	51
5.1.2.	MANO DE OBRA.....	51
5.2.	PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO .....	53
5.3.	FLUJO DE PROCEDIMIENTO Y FORMATOS .....	54
5.4.	COSTOS ASOCIADOS.....	59

---

5.4.1. INVERSIÓN PARA LA ADECUACIÓN DE LOS EQUIPOS .....	59
5.4.2. COSTOS PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	62
5.5. RELACIÓN COSTO - BENEFICIO.....	63
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	65
6.1.1. RECOMENDACIONES.....	67
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ANTECEDENTES DE ESTE DOCUMENTO.....	9
TABLA 2: TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
TABLA 3: DESCRIPCIÓN DE INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	29
TABLA 4. RESUMEN DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIAS DEL ÁREA DE PREPARACIÓN Y PRE-ELABORACIÓN .....	36
TABLA 5. RESULTADO DE ENCUESTA PARA CONOCER EL ESTADO DE LOS EQUIPOS.....	41
TABLA 6: HORAS HOMBRE REQUERIDAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2016-2017.....	52
TABLA 7: COSTOS DE INVERSIÓN PARA LA ADECUACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	60
TABLA 8: COSTOS DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO. ....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE AGREGADOS LIVIANOS.....	5
FIGURA 2: TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	13
FIGURA 3: PLANO DE LA PLANTA DE AGREGADOS LIVIANOS, C.A.....	26
FIGURA 4: ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO (EDT.) .....	32
FIGURA 5. ANÁLISIS FODA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE AGREGADOS LIVIANOS, C.A.....	34
FIGURA 6. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LAS DEFICIENCIAS EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO .....	35
FIGURA 7. FORMATO DE FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	38
FIGURA 8. FORMATO DE FICHAS TÉCNICAS PARA LAS CINTAS TRANSPORTADORAS.....	39
FIGURA 9. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL MANTENIMIENTO MECÁNICO CORRECTIVO EN EL TURNO DIURNO.....	44
FIGURA 10. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO ELÉCTRICO EN EL TURNO DIURNO.....	45
FIGURA 11. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO DURANTE LA JORNADA NOCTURNA.....	46
FIGURA 12: LEYENDA PARA LA PROGRAMACIÓN DE LOS CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	53
FIGURA 13: FORMATO DE CRONOGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS CINTAS TRANSPORTADORAS DE PRE-ELABORACIÓN. ....	54
FIGURA 14. DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA EL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL. ....	56
FIGURA 15. DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA EL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DURANTE LA JORNADA LABORAL DIURNA. ....	57
FIGURA 16. DIAGRAMA DE FLUJO PROPUESTO PARA EL PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DURANTE LA JORNADA LABORAL NOCTURNA.....	58
FIGURA 17: INVERSIÓN TOTAL PARA EL AÑO 2016-2017.....	64

## INTRODUCCIÓN

La concepción del mantenimiento surge de la necesidad de neutralizar los efectos del deterioro natural de los equipos y sistemas, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los mismos, garantizando su tiempo de vida útil mediante distintos procesos y métodos desarrollados conforme aparecen las necesidades y exigencias. Esta definida como aquellas acciones que tienen como objetivo la conservación o preservación de equipos, maquinarias o aparatos en buen estado, evitando su degradación. Es por ello que resulta de gran importancia para las empresas prever las fallas y planificar actividades que permitan evitarlas, asegurando el buen desempeño y productividad de sus operaciones.

El presente Trabajo Especial de Grado se basa en la elaboración de una propuesta para la gestión de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos del área de Prelaboración y Preparación de la empresa Agregados Livianos, C.A. (Aliven) ubicada en Charallave Edo. Miranda, la cual se encuentra constituida por Cintas Transportadoras, Rompe Terrones, Laminadores, Empastadoras, Bombas de Fuel Oil, el Sistema de Recuperación de polvillo y las Instalaciones Eléctricas.

Este programa permitirá darle solución a la ausencia de rutinas de inspección, lubricación y limpieza, minimizando las interrupciones debido a éstas y los problemas que se originan en los equipos pertenecientes a las áreas de estudio, consolidando y fortaleciendo el funcionamiento efectivo de los mismos.

El proyecto consta de seis (6) capítulos, que se encuentran constituidos de la siguiente manera:

**Capítulo I “El Problema”.** En este capítulo se describe la empresa en donde se efectuó la investigación “Agregados Livianos C.A”, en la que se destaca una breve reseña histórica, misión, visión, valores y estructura organizativa, planteamiento del problema, objetivos generales y específicos del estudio, alcance y limitaciones.

**Capítulo II “Marco Referencial”.** Este apartado contiene los antecedentes y estudios previos de la investigación cuyos aportes se consideran relevantes para el desarrollo de la misma, así como también las bases teóricas que la sustentan y que permiten el mejor entendimiento del proyecto.

**Capítulo III “Marco Metodológico”.** Este capítulo engloba los aspectos fundamentales para establecer cómo se ejecutará el estudio. Comprende el tipo de investigación, diseño, y enfoque de la misma; así como también las técnicas, procedimientos e instrumentos que se emplearon para la recolección, procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

**Capítulo IV “Situación Actual”.** En esta sección se expone la situación actual de la empresa referente al mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas que constituyen el área de Pre-Elaboración y Preparación de Agregados Livianos, C.A. con el fin de representar la importancia a una nueva gestión de mantenimiento y el origen del presente Trabajo Especial de Grado.

**Capítulo V “La Propuesta”.** En este capítulo se contempla el nuevo programa de mejoras propuesto para el mantenimiento preventivo de los equipos e instalaciones eléctricas de las áreas de estudio. Además se muestra la relación Costo – Beneficio de aplicar y cumplir con el plan de mantenimiento, en comparación con los beneficios y provechos que la empresa obtendrá del mismo.

**Capítulo VI “Conclusiones y Recomendaciones”.** Esta sección contiene las conclusiones finales del proyecto y algunas recomendaciones para la empresa.

## CAPITULO I

### 1. EL PROBLEMA

#### *1.1. LA EMPRESA*

##### *1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA*

A principios del siglo XX es desarrollada la técnica de la elaboración de la arcilla expandida en procesos industriales, en donde la arcilla es introducida en grandes hornos rotatorios a más de 1200°C para su producción. Es a partir de este momento cuando el agregado liviano se comienza a utilizar en aplicaciones de concreto estructural para contar con productos más livianos, resistentes y económicos.

Agregados Livianos C.A. es una empresa líder en América Latina que se encarga de producir arcilla expandida como agregado liviano, mejor conocido como “aliven”, su materia prima está formada por una arcilla bentonítica magnesiana sumamente plástica y con módulos altos de expansión, constituida esencialmente por montmorillonita, la cual se encuentra en la Formación Tuy, dentro de la cuenca de Santa Lucía-Ocumare del Tuy. Por lo que la empresa está ubicada estratégicamente en la ciudad de Charallave en el Estado Miranda, a unos 30 kilómetros del área metropolitana de Caracas.

La compañía se fundó en el año 1969, siendo sus primeros accionistas empresas del Grupo Mendoza, funcionando durante 6 años, hasta presentar diversos problemas de operación, provocando esto un cierre temporal de la empresa por más de dos años. En 1979 fue adquirida por sus actuales accionistas europeos, los cuales contaban con experiencia en la producción del agregado liviano, modificando el proceso de elaboración de la mezcla de arcilla para obtener mejores condiciones para su expansión.

A lo largos de los años se optimizó la obtención del agregado liviano y por esta razón en el año 1989 se instala un segundo horno, contando con dos líneas de producción para abastecer la demanda del mercado, vendiendo su producto en sacos y en

granel de las distintas granulometrías a ferreterías, bloqueras y grandes cadenas de insumos para la construcción.

En 1998, el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, aprobó el proyecto de "Reconversión para la Utilización de Residuos Industriales", otorgándole a la compañía el permiso para el transporte, almacenamiento y co-procesamiento de residuos. Hoy en día a través de su división denominada Eco-servicios, Agregados Livianos es una de las empresas pioneras en Venezuela para la disposición de Materiales Peligrosos Recuperables (MPR), garantizando la disposición final del 100% de los materiales procedentes de empresas que generan este tipo de residuos mediante la incorporación de estos materiales a su proceso de elaboración.

Agregados Livianos C.A. es la única empresa en Venezuela donde se produce este tipo de agregado, en consecuencia su objetivo primordial es proveer a través de sus productos, avances y tecnología constructiva al mercado con la finalidad de colaborar con el crecimiento del país.

### *1.1.2. MISIÓN*

Contribuir al desarrollo del país, mediante la producción y comercialización de arcilla expandida de alta calidad, teniendo como destino principal al mercado de la construcción, proporcionando un manejo apropiado de los recursos que permitan una retribución justa a nuestros accionistas, empleados, colaboradores y a la sociedad en general.

### *1.1.3. VISIÓN*

La estructura organizacional de la empresa está sujeta a los objetivos y estrategias diseñados por la gerencia. Lo que permite la profesionalización del recurso humano una mejor administración de los recursos materiales. La fuerza de trabajo es preparada para enfrentar las modernizaciones de la industria, lo que da a la empresa condiciones para afrontar nuevos retos. Su misión es la búsqueda de la excelencia en las actividades que desarrolla.

#### 1.1.4. VALORES

La prioridad de la empresa son los clientes y todas sus actividades tienen como orientación satisfacer sus necesidades.

Compromiso, responsabilidad, ética, eficiencia, profesionalismo, servicio, integridad, todos son principios fundamentales que nos guían en el desempeño de nuestras responsabilidades.

#### 1.1.5. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

En la Figura 1 se muestra la estructura organizativa general de Agregados Livianos, C.A.

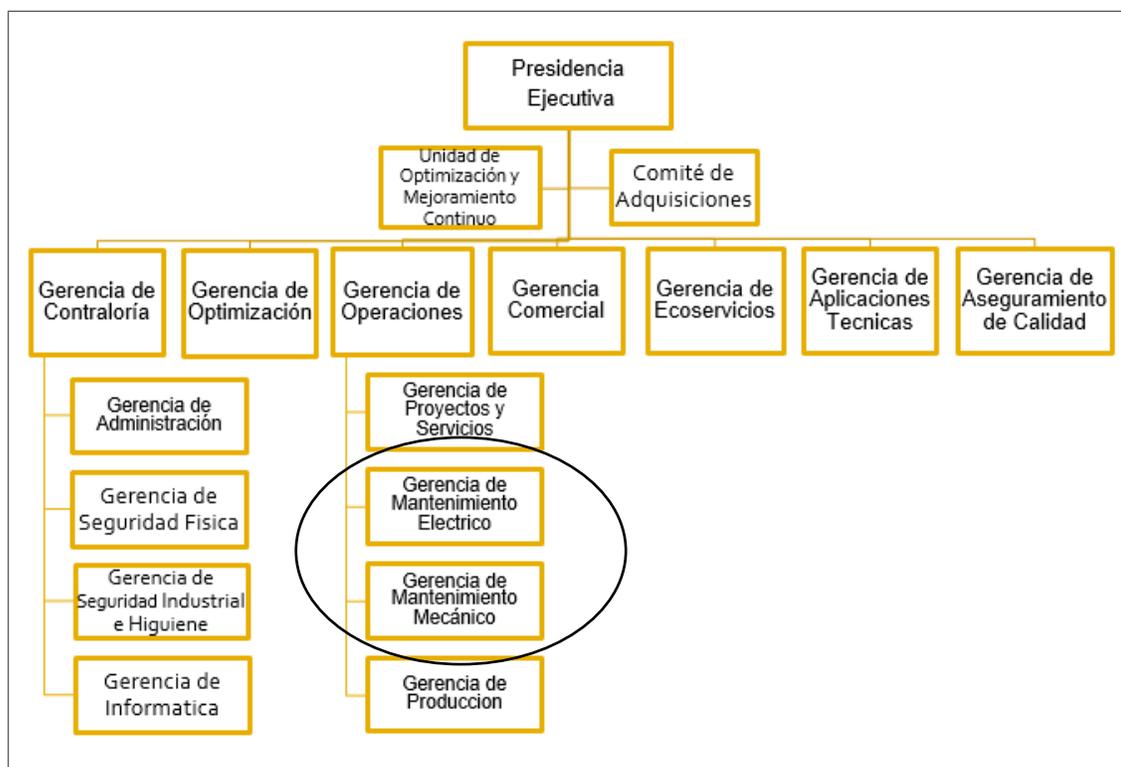


Figura 1: Estructura Organizativa de Agregados Livianos  
Fuente: Agregados Livianos, C.A. Elaboración Propia.

## ***1.2. EL PROBLEMA***

Toda empresa industrial necesita de un mantenimiento estructurado debidamente para asegurar la productividad y el rendimiento de los equipos y maquinarias que la comprende. Entre los tipos de mantenimiento, el mantenimiento preventivo ocurre antes de que suceda la falla, brindando confiabilidad en los equipos y disminución de tiempo de parada, existencias en el almacén y costos de las reparaciones.

En la actualidad, muchas empresas en país realizan mantenimientos correctivos debido a los altos costos y baja disponibilidad de recursos necesarios para la reparación de los equipos, pero principalmente, se debe a la carencia de una gestión de mantenimiento basado en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, y calibración de los equipos de una forma periódica en base a un plan establecido.

Entre estas empresas, Agregados Livianos, C.A. ve la importancia de implementar una gestión de mantenimiento preventivo a todos sus equipos que pertenecen a la fase primaria de su proceso de producción, en el cual se realiza la pre-elaboración y preparación de la arcilla para su expansión, ya que la gestión actual de mantenimiento en estas áreas genera paradas imprevistas que se convierten en disminución de la calidad del producto final, con altos costos operacionales de repuestos, horas hombre y bajo volumen de producción de aliven, afectando significativamente la densidad y cantidad de agregado liviano producido.

Por otro lado, en un trabajo previo de Pérez (2016)<sup>1</sup> se detectó que la empresa en la actualidad no cuenta con un control apropiado de las existencias y necesidades en el almacén de repuestos para los mantenimientos afectando directamente el tiempo de parada de un equipo y cuando se le puede realizar la reparación. Al igual que no existe

---

<sup>1</sup> Pérez Brito, K. (2016). Propuesta de mejora de los procesos de procura de materiales, servicios y sobretiempo para el mantenimiento de la empresa Agregados Livianos, C.A. Pasantía, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

un control sobre los costos asociados a los mantenimientos, registro de las fallas y reparaciones realizadas a los equipos y maquinarias de la compañía.

Por lo antes expuesto y con la finalidad de que la empresa reduzca las reparaciones de emergencia por las fallas presentadas, surge la siguiente interrogante:

**¿Cuáles son los factores a analizar que admitan el desarrollo de una gestión de mantenimiento para la primera fase del proceso productivo del agregado liviano?**

La respuesta a esta interrogante, constituye la razón de ser la presente investigación.

### ***1.3. OBJETIVOS***

#### ***1.3.1. OBJETIVO PRINCIPAL***

Diseñar propuestas para la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos de una empresa que elabora agregado liviano ubicada en Charallave, Estado Miranda.

#### ***1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS***

- Caracterizar los equipos y maquinarias que elaboran el agregado liviano.
- Caracterizar los procesos de mantenimientos para los equipos y maquinarias del área de preparación del agregado liviano.
- Analizar las rutinas y actividades de mantenimiento respectivas con las fallas generadas en los equipos y maquinarias que elaboran el agregado liviano.
- Determinar los repuestos y recursos necesarios para los equipos de elaboración del producto.
- Formular acciones necesarias para disminuir las brechas analizadas.
- Analizar la relación Costo-Beneficio del plan de mantenimiento preventivo.

#### ***1.4. ALCANCE***

- Se caracterizaran los equipos y maquinarias que elaboran el agregado liviano mediante una ficha técnica contemplando todas las especificaciones.
- Se caracterizaran los procesos relacionados con el mantenimiento de los equipos y maquinarias del área de preparación a través de diagramas de flujo.
- Se realizará un análisis de las rutinas y actividades por frecuencia de las fallas.
- Se determinaran los repuestos y recursos necesarios para establecer una relación con la fallas de los equipos y maquinarias.
- Se formularan acciones necesarias para disminuir las brechas presentando una comparación de la situación actual con respecto al planteamiento del mantenimiento preventivo.

#### ***1.5. LIMITACIONES***

- La caracterización de los equipos y maquinarias para la preparación del agregado liviano es limitada por la información que pueda otorgar la empresa.
- Los diagramas de flujos se realizaron mediante la información dada por el gerente y supervisor de mantenimiento para dicho procesos, ciertos casos no cumplen con el procedimiento establecido.
- La información respecto a las fallas de los equipos puede ser escasa para el análisis debido a que no cuentan con un registro adecuado de las fallas.
- La empresa tiene confidencialidad con respecto a los costos de equipos, mantenimientos y recursos.

## CAPITULO II

### 2. MARCO REFERENCIAL

El siguiente capítulo brinda a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permiten abordar el problema dentro de un ámbito donde este cobre sentido.<sup>2</sup>

#### 2.1. ANTECEDENTES

La empresa Agregados Livianos, C.A. no cuenta con ningún plan de mantenimiento preventivo-correctivo vigente para los equipos e instalaciones eléctricas ubicadas en las áreas de estudio.

Para la elaboración de presente Trabajo Especial de Grado se estudiaron previas investigaciones, mencionadas en la Tabla 1, cuyos aportes se consideran significativos para esta investigación.

*Tabla 1: Antecedentes de este documento  
Fuente: Elaboración Propia.*

Título	Área de estudio, autores y profesores guía	Institución y fecha	Objetivo General	Aporte
"Propuesta de mejora en las condiciones de seguridad y salud laboral para los procesos de mini fábrica, pertenecientes a un centro de distribución de una cadena de supermercados, ubicada en el área metropolitana de Caracas"	<b>Ingeniería Industrial</b> <b>Autor:</b> Maria L Chong <b>Tutor:</b> José A. Guevara	<b>UCAB</b> Abril, 2013	Proponer mejoras en las condiciones de seguridad y salud laboral para los procesos de Mini fábricas, pertenecientes a un centro de distribución de una cadena de supermercados, ubicada en el área metropolitana de Caracas.	• Ayuda en la estructura del TEG

<sup>2</sup> Bavaresco de Prieto, A. M. (2006). Proceso Metodológico en la Investigación: Cómo hacer un Diseño de Investigación (Quita ed.). Maracaibo, Zulia: EDILUZ.

<p>"Diseño de propuestas para la gestión de mantenimiento para los equipos de una fundación para la formación musical ubicada en Caracas, Distrito Capital"</p>	<p><b>Ingeniería Industrial</b> <b>Autores:</b> José Ángel Bonilla Andrea Fernández <b>Tutor:</b> Joao De Giouveia</p>	<p><b>UCAB</b> Febrero, 2013</p>	<p>Diseñar las propuestas para la gestión de mantenimiento para los equipos de una Fundación para la formación musical ubicada en Caracas, Distrito Capital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marco Teórico</li> <li>• Marco Referencial</li> <li>• Ayuda en la estructura del TEG</li> </ul>
<p>"Diseño de un programa de mantenimiento para la línea de producción de la planta Agregados Livianos, C.A."</p>	<p><b>TSU de Mecánica</b> <b>Autor:</b> Andrés Elías Martínez <b>Tutor:</b> Rogelio Garrido</p>	<p><b>UNEXPO</b> Marzo, 2007</p>	<p>Diseño de un programa de mantenimiento para la línea de producción de la planta Agregados Livianos, C.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Problema</li> <li>• Marco Teórico</li> </ul>

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. PLANIFICACIÓN

Un plan es ante todo la consecuencia de una idea, generalmente y en función de lograr una óptima organización, adoptará la forma de un documento escrito en el cual se plasmará dicha idea acompañada de las metas, estrategias, tácticas, directrices y políticas a seguir en tiempo y espacio, así como los instrumentos, mecanismos y acciones que se usarán para alcanzar los fines propuestos y que fueron la motivación del plan. El recurso de redactarlo en una hoja o en la computadora evitará olvidos, pérdidas u otras cuestiones que atenten contra la continuación del proyecto.

La planificación es un método que permite ejecutar planes de forma directa, los cuales serán realizados y supervisados en función del planeamiento. Supone trabajar en una misma línea desde el comienzo de un proyecto, ya que se requieren múltiples acciones cuando se organiza cada uno de los proyectos. Su primer paso, dicen los expertos, es trazar el plan que luego será concretado.

En una organización, los directivos son quienes tienen que realizar los planes que serán regidos por la planificación, la operación y ejecución de los planes puede haber sido realizada por una única persona u otro individuo, que obligatoriamente tendrá que conocer y comprender el nivel de planeamiento que se ha querido o podido llevar a cabo.

### 2.2.2. *GESTIÓN*

Se denomina gestión al correcto manejo de los recursos de los que dispone una determinada organización. Este término puede abarcar una larga lista de actividades, pero siempre se enfoca en la utilización eficiente de estos recursos, en la medida en que debe maximizarse sus rendimientos.

Hace referencia a la acción y a la consecuencia de administrar o gestionar algo. Al respecto consiste en llevar a cabo diligencias que hacen posible la realización de una operación comercial o de un anhelo cualquiera. Administrar, por otra parte, abarca las ideas de gobernar, disponer, dirigir, ordenar u organizar una determinada cosa o situación.

### 2.2.3. *MANTENIMIENTO*

Se define como “una disciplina cuya finalidad consiste en la combinación de actividades mediante las cuales un equipo, maquinaria o sistema se mantiene o se restablece a un estado de operación en el que puede realizar las funciones designadas”, en otras palabras se puede explicar como aquellas actividades establecidas para la conservación de equipos, maquinaria o instalaciones con el propósito de asegurar su disponibilidad en la organización y que logren cumplir sus funciones y objetivos.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Duffuaa, D., Raouf, A., & Dixon, J. (2000). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control* (Primera ed.). D.F., México: LIMUSA.

Estas actividades incluyen servicio, pruebas, inspecciones, ajustes, reemplazo de piezas, reconstrucción, entre otros. Esencialmente está basado en el desarrollo de conceptos, criterios y técnicas requeridas para el mantenimiento, proporcionando una guía para la toma de decisiones en la administración y aplicación de programas de mantenimiento.<sup>3</sup>

#### 2.2.4. *GESTIÓN DE MANTENIMIENTO*

Se define como “La efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento”.<sup>4</sup>

#### 2.2.5. *OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO*

- Maximizar la disponibilidad de maquinarias y equipos para la producción, proporcionando seguridad de que no habrá paradas durante las operaciones de producción.
- Mantener el equipo en una condición adecuada para lograr seguridad en las operaciones.
- Mantener el equipo a su máximo de eficiencia de operación.
- Utilizar al máximo los recursos disponibles.
- Preservar el valor de las instalaciones, minimizando su uso y deterioro.
- Reducir al mínimo el tiempo ocioso que resulta de las paradas.
- Mantener un alto nivel de Ingeniería práctica en la ejecución del trabajo elaborado.
- Conseguir todas estas metas de la forma más económica posible.<sup>5</sup>

#### 2.2.6. *FILOSOFÍA DE MANTENIMIENTO*

“La filosofía de mantenimiento de una planta es básicamente tener por lo menos, un nivel mínimo de personal encargado de mantenimiento, que sea consistente con la optimización de la producción y disponibilidad, sin comprometer su seguridad. Para

---

<sup>4</sup> Norma Venezolana Covenin 3049-93, (2001). Mantenimiento Definiciones. Caracas.

<sup>5</sup> Ribis, S. (2015). Gestión de Planes de Mantenimiento.

lograrlo, se deben aplicar ciertas estrategias que desempeñan un papel eficaz, si son aplicadas correctamente”.<sup>2</sup>

### 2.2.7. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS Y TIPOS DE MANTENIMIENTO

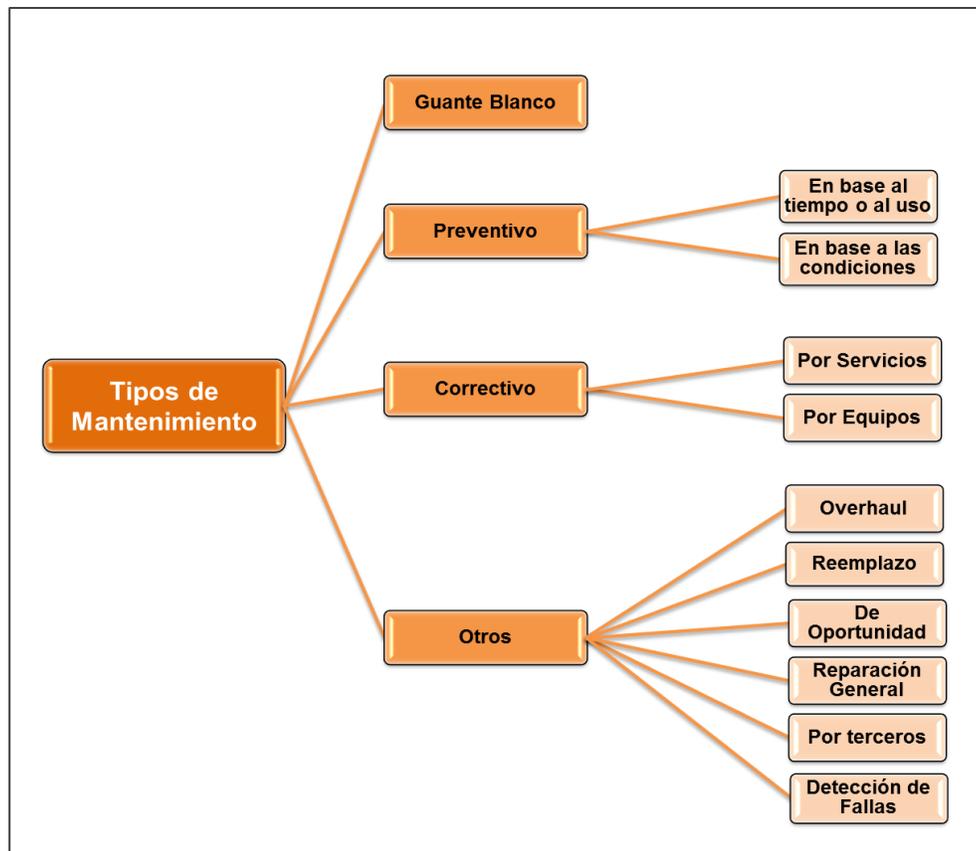


Figura 2: Tipos de Mantenimiento  
Fuente: Elaboración Propia

**Mantenimiento Guante Blanco (aviso)**, “Es aquel que realiza un operador o persona de guardia en las instalaciones, la cual detecta a través del uso de cualquiera de sus sentidos (oído, vista, gusto, tacto y olfato) y reporta de manera inmediata, cualquier señal anormal ó inusual en el funcionamiento de algún equipo o instalación del sistema que se desea mantener.”<sup>5</sup>

**Mantenimiento Preventivo (Tiempo);** Se puede definir como la realización de un conjunto de actividades previamente planificadas, que se llevan a cabo con la finalidad de mantener y conservar las condiciones específicas de operación de un equipo o instalación, por medio de inspecciones periódicas realizadas por personas con experiencia, capaces de detectar y prevenir alguna condición defectuosa o fallas potenciales. Se puede a su vez clasificar en dos tipos: En base al tiempo o uso, y con base en las condiciones.

**Mantenimiento Preventivo con base en el tiempo o en el uso,** “Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación, las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias, para lo cual se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas y confiabilidad del equipo. También es conocido como preventivo sistemático.”<sup>6</sup>

**Mantenimiento preventivo con base en las condiciones,** “Se lleva a cabo con base en la condiciones conocidas del equipo, la cual se determina vigilando los parámetros clave del mismo, cuyos valores se ven afectados por la condición de éste. A ésta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.”<sup>6</sup>

**Mantenimiento Correctivo:** Este tipo de mantenimiento se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando, y no existe elemento de planeación alguno para ello. “Se refiere a aquellas actividades que no se planean dentro de un sistema, pero que generalmente inciden en un tiempo de parada de equipos y por consiguiente en falta del servicio correspondiente”.<sup>5</sup> Se pueden clasificar en dos grupos: de equipos y de servicio.

**Mantenimiento Correctivo por Equipo (avería),** “Se obtiene cuando la implementación del trabajo correctivo es el resultado de las informaciones dadas por el mantenimiento guante blanco o el preventivo, pero no llega a producir falta de servicio al usuario ni tiempos de parada al sistema. En algunos casos se le llega a llamar habitual,

---

<sup>6</sup> Norma Venezolana Covenin 2500-93. (2001). Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria. Caracas.

especialmente cuando ocurren problemas repetitivos, que no se corrigen oportunamente.”<sup>5</sup>

**Mantenimiento Correctivo por Servicios (parada)**, “Se denominan a todos aquellos que provocan paradas parciales o completas en el sistema, lo que trae como consecuencia la falta de disponibilidad de operación de los equipos o instalaciones. Implica costos impredecibles y son las condiciones más desfavorables para una gestión de mantenimiento de cualquier tipo”.<sup>5</sup>

**Mantenimiento de Oportunidad**, “Este tipo de mantenimiento, se lleva a cabo cuando surge la oportunidad, es decir, que generalmente se realiza en los casos de que a un equipo cualquiera se le realice un actividad de mantenimiento rutinario fuera del tiempo originalmente previsto. En general, ocurre en los casos cuando existe cualquier razón que produzca un cambio de la frecuencia originalmente programada. También se indica todas las veces en que se realiza un mantenimiento a un sistema que no tiene una frecuencia de mantenimiento preventivo sistemático calculada previamente”.<sup>4</sup>

**Mantenimiento por Terceros (subcontrato)**, “Cuando la actividad de mantenimiento requiere el uso de herramientas especiales para su ejecución, que no se posean dentro de la Empresa, generalmente por su costo, o que necesite personal muy especializado para acometer las actividades, se recurre a este tipo de mantenimiento que comprende el alquiler por un tiempo determinado de las herramientas que hagan falta para la realización de la actividad respectiva o al subcontrato de las horas hombre requeridas para solventar la situación.”<sup>4</sup>

**Detección de Fallas**, “Es un acto de inspección que se lleva a cabo para evaluar el nivel de presencia inicial de fallas.”<sup>6</sup>

**Reparación General**, “Es un examen completo y el restablecimiento de un equipo o de sus componentes principales a una condición aceptable.”<sup>6</sup>

**Reemplazo**, “Esta estrategia implica reemplazar el equipo en lugar de darle mantenimiento, puede ser un reemplazo planeado o como consecuencia de alguna falla.”<sup>6</sup>

**Mantenimiento Overhaul (repotenciación),** “Se considera al reacondicionamiento planificado y programado de equipos, el cual comprende por lo menos el 50% del total de piezas que lo componen, provocando un tiempo de parada considerable.”<sup>5</sup>

Cada una de estas estrategias de mantenimiento posee una función especial en la operación de una planta, y la mezcla óptima de las mismas es lo que da como resultado que la filosofía de mantenimiento sea más eficaz.<sup>6</sup>

**Pronóstico de la Carga de Mantenimiento,** “Es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento, la cual varía aleatoriamente y depende de factores tales como la edad del equipo, el nivel de uso, calidad del mantenimiento, factores climáticos, destreza de los operarios, entre otros. Representa un elemento esencial para alcanzar un nivel deseado de eficacia y utilización de los recursos.”<sup>3</sup>

**Planeación de la Capacidad de Mantenimiento,** “Determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen: la mano de obra, materiales, herramientas, equipos específicos, entre otros. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores de mantenimiento y sus habilidades, las herramientas requeridas para el mantenimiento, etc.”<sup>3</sup>

**Organización del Mantenimiento,** “Dependiendo de factores como la carga del mantenimiento, el tamaño de la planta, las destrezas de los trabajadores, etc., el mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o en forma centralizada. Cada organización y empresa tiene sus pros y sus contras. En empresas grandes, la descentralización de las funciones de mantenimiento puede producir un tiempo de respuesta más rápido y lograr que los trabajadores se familiaricen más con los problemas de alguna sección en particular de la planta. Sin embargo, la creación de un número de pequeñas unidades tiende a reducir la flexibilidad del sistema de mantenimiento como un todo.”<sup>3</sup>

**Programación del Mantenimiento,** “Es el proceso de asignación d recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles ante de poder programar una tarea de mantenimiento.”<sup>3</sup>

El trabajo de mantenimiento para los equipos críticos se maneja bajo prioridades y es atendido antes de emprender cualquier otro trabajo, ya que una falla presentada en estos equipos puede detener el proceso de producción o poner en riesgo la seguridad de los trabajadores u operarios.

La ocurrencia de tales trabajos no puede predecirse con certeza, de modo que los programas de mantenimiento para estos casos deben ser planeados y revisados cuidadosamente. En la eficacia de un sistema de mantenimiento influye el programa de mantenimiento que se haya desarrollado y su capacidad de adaptarse a los cambios.

#### 2.2.8. ACTIVIDADES DE ORGANIZACIÓN

La organización de un sistema de mantenimiento incluye: El Diseño de Trabajo, Estándares de Tiempo y la Administración de Proyectos.

**Diseño de Trabajo,** “En lo que se refiere a mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas necesarias y los trabajadores requeridos”.<sup>3</sup>

**Estándares de Tiempo,** “Es básico estimar el tiempo necesario para completar el trabajo. Los estándares de tiempo representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores, de ésta forma reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta. Es necesario requerir de estándares de tiempo de los trabajos para así pronosticar y desarrollar los programas de mantenimiento que mejor se adapten a las necesidades”.<sup>3</sup>

**Administración de Proyectos de Mantenimiento,** “Implica el desarrollo de redes de actividades y luego la aplicación de técnicas o métodos para determinar la ruta crítica (CPM) o la técnica de evaluación y revisión de programas (PERT). Una vez

desarrollada la red, que incluye una descomposición de trabajos, secuencia de los mismos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc., puede emplearse un software de computadora para programar las actividades y determinar la mejor utilización de los recursos”.<sup>3</sup>

### 2.2.9. ACTIVIDADES DE CONTROL

El control es parte esencial de la administración científica, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye lo siguiente: Control de Trabajos, de Inventarios, de Costos y de Calidad.

**Control de Trabajos**, “La administración y el control de trabajos de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con un adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento”.<sup>3</sup>

**Control de Inventarios**, “Es la técnica para mantener las refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones y materiales que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las mismas no están disponibles. También proporciona la información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento, de no estar disponibles se deben tomar las medidas esenciales para lograr su abastecimiento”.<sup>3</sup>

**Control de Costos**, “Este procedimiento se encarga de optimizar todos los costos referentes al mantenimiento, logrando al mismo tiempo los objetivos que se ha fijado la empresa, como disponibilidad, “porcentaje de calidad” y otras medidas de eficiencia y eficacia. La reducción y el control de los costos se emplean como una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios. El costo posee muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, degradación del equipo, respaldos y otros.”<sup>3</sup>

**Control de Calidad,** “Se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio y comparando éstos con las especificaciones de los mismos, respectivamente. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada. La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la empresa. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimiento críticos o mediante la supervisión de éste.”<sup>3</sup>

#### *2.2.10. OPERACIONES Y CONTROL DE MANTENIMIENTO*

Un sistema eficaz de operación y control del mantenimiento es la base de una sólida administración del mantenimiento. El control de mantenimiento significa coordinar la demanda del mismo y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Un sistema eficaz de operación y control debe incorporar las siguientes características:

- Demanda del mantenimiento, es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo.
- Recursos del mantenimiento, es decir, quién hará el trabajo y cuales materiales y herramienta se necesitan.
- Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
- Normas de rendimiento y calidad, es decir, cuánto tiempo se requerirá para realizar el trabajo y las especificaciones.
- Retroalimentación, monitoreo y control, es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control de costo de calidad y la condición de la planta, mecanismos de recopilación de datos y seguimientos regulares.<sup>3</sup>

### *2.2.11. SISTEMAS DE ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO*

El primer paso en la planeación y control del trabajo de mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas para la actividad que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

- Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
- Seleccionar por operación el trabajo solicitado
- Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
- Reducir el costo mediante la utilización eficaz de los recursos.
- Mejorar la planeación y programación del trabajo de mantenimiento.
- Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
- Mejorar el mantenimiento general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programa de mejora continua.<sup>3</sup>

### *2.2.12. RELACIÓN COSTO – BENEFICIO*

Es una técnica que se basa en el principio de obtener los mayores y mejores resultados al menor esfuerzo efectuado, lo que incluye inversión de recursos económicos, físicos (mano de obra), eficiencia técnica, etc.

La relación Costo-Beneficio es un método utilizado para realizar evaluaciones de proyectos de inversión, se deben analizar los aspectos del entorno y el impacto que se genere con la ejecución del proyecto, logrando estimar cuál opción es la más adecuada en términos económicos, y permitiendo tomar una decisión en cuanto a las alternativas propuestas. Su aplicación es posible en prácticamente todo tipo de proyectos, ya sean sociales, colectivos, individuales, empresas privadas, planes de negocio, otros.

Según Veléz (2002), “Este método también tiene en cuenta el cambio en el valor del dinero en el tiempo. Este índice se define como una relación entre los beneficios y los costos o egresos de un proyecto”.

El principal dilema y objetivo al momento de tomar decisiones es emplear los recursos que se tengan disponibles, de tal forma que se maximice el uso de los mismos, optimizando el bienestar general o resultado final que se espera obtener.

Al realizar un análisis Costo – Beneficio se debe asumir un punto de vista en el cual se incluyan las implicaciones relevantes del proyecto a considerar, tomando en cuenta todos los alcances y efectos de cada alternativa. Se debe tener un punto de referencia para evaluar de manera realista las consecuencias de ejecutar o no el proyecto, esto se puede lograr partiendo de una situación base o sin proyecto y la comparación con el mismo, asumiendo costos y beneficios tanto económicos como sociales.

Es de importancia tener en cuenta una tasa de interés competitiva en referencia a las actividades privadas, ya que éstas se evalúan en términos de ganancias. El análisis de los costos desempeña un papel fundamental en la economía administrativa, puesto que todas las decisiones requieren de una comparación entre el costo del proyecto y los beneficios que se obtendrán del mismo.

El análisis costo-beneficio involucra los siguientes pasos:

- Llevar a cabo un intercambio de ideas o reunir datos provenientes de factores importantes, relacionados con cada una de las decisiones a tomar.
- Determinar los costos relacionados (directos o indirectos) de cada factor. Algunos costos serán exactos, mientras que otros deberán ser estimados.
- Sumar los costos totales para cada decisión propuesta.
- Determinar los beneficios que se obtendrán de cada decisión.
- Poner las cifras de los costos y beneficios totales en la forma de una relación de la siguiente manera:

*BENEFICIOS*  

---

*COSTOS*

Ventajas o Pros de realizar un análisis Costo-Beneficio:

- Se profundiza el análisis de la decisión.
- Se consideran otras opciones.
- Se profundiza el impacto.
- Tendencia a mayor eficiencia.
- Mejor uso de los recursos.
- Da claridad a los objetivos y ecuanimidad a los resultados.

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

El siguiente capítulo engloba todos los aspectos necesarios para establecer cómo se ejecutará el presente estudio, éste comprende el tipo de investigación, diseño, y enfoque de la misma; así como también contempla las técnicas, procedimientos y herramientas que se emplearon para la recolección, procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

Según (Hurtado de Barrera, 2000) “La metodología es el área del conocimiento que estudia los métodos generales de las disciplinas científicas. La metodología incluye los métodos, técnicas, estrategias y procedimientos que utilizará el investigador para lograr sus objetivos.”

Según la concepción de (Arias, 2006), el marco metodológico es el cómo se realizó el estudio para responder al problema planteado. La metodología de un trabajo especial de grado incluye el tipo o tipos de investigación, así como las técnicas y los procedimientos serán utilizados para llevar a cabo la investigación.

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación desarrollado, se define como un estudio de Campo, según (Bavaresco de Prieto, 2006) afirma que “Los estudios de campo o “In Situ”, se realizan en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, lo cual permite el conocimiento más a fondo del problema por parte del investigador... La información es obtenida directamente de su ambiente natural...”

Atendiendo a, (Arias, 2006) la investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, no se alteran las condiciones existentes”

Así también se define como una “Investigación Documental”, ya que se empleará como soporte toda aquella información bibliográfica y documental, para profundizar en el estudio del problema. Según (Arias, 2006) “Una investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, obtención y análisis de datos provenientes de materiales impresos u otros tipos de documentos, registrados por otros investigadores”. Debido a lo planteado anteriormente se puede considerar este trabajo como una investigación mixta.

Por otro lado se establece que éste estudio corresponde a una investigación de tipo proyectiva o “Proyecto Factible”, según (Balestrini , 2002), “Los proyectos factibles son aquellos que proponen la formulación de modelos, sistemas o planes, viables para dar soluciones a una necesidad o problemática real planteada...”

Según (Hurtado de Barrera J. , 2008) se define como “... La elaboración de propuestas, plan, programa o modelo, como solución a un problema o necesidad, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento”. En nuestro caso se propone un diseño para la gestión de mantenimiento preventivo de los equipos y maquinarias que elaboran el agregado liviano en una empresa ubicada en Charallave, Edo. Miranda, dando solución al problema de fallas y la falta de mantenimiento preventivo que se presenta actualmente en la empresa.

### ***3.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN***

Existen dos enfoques básicos para la investigación, los cuales pueden ser de tipo Cualitativo y/o de tipo Cuantitativo, los cuales representan paradigmas de la investigación científica. El siguiente Trabajo Especial de Grado, presenta un enfoque del tipo Mixto, puesto que está conformado por ambos.

El enfoque Cualitativo, es aquel donde se recopilarán datos basados en explicaciones y descripciones detalladas acerca del fenómeno estudiado, según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006) “la definición de la investigación cualitativa es aquella que utiliza la recolección de datos descriptivos y sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación”.

Y el enfoque Cuantitativo, ya que se empleará la recolección y análisis de datos con base en la medición y cálculos estadísticos, con el propósito de determinar cifras que permitan formular soluciones al problema planteado, según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006), “El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.”

### ***3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN***

Según (Arias, 2006), expone “el diseño de la investigación, como la estrategia general, que adopta el investigador para responder al problema planteado, definido por el origen de los datos, tanto primarios como secundarios...”

De igual forma, según (Hurtado de Barrera J. , 2008), “el diseño alude a las decisiones que se toman en cuenta al proceso de recolección de datos que permite al investigador lograr la validez interna de la investigación...”

El presente Trabajo Especial de Grado estará basado en el diseño de tipo “No Experimental”, debido a que solo se observan los hechos tal cual ocurren de forma natural, sin participar en su desarrollo.

Se entiende como diseño de investigación según (Kerlinger & Lee, 2002), “dicen que la investigación no experimental es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa...”

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006), establece que “el diseño no experimental es aquel que se realiza sin manipular variables, lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos”

Adicionalmente para la presente investigación se adoptará un diseño transversal, debido a que el estudio se ejecutará en un instante de tiempo determinado y establecido.

Por lo tanto se puede concluir que el presente trabajo será de tipo transversal y no experimental.

### 3.1. UNIDAD DE ANÁLISIS

El análisis del presente Trabajo Especial de Grado se aplicó a los equipos que conforman las líneas 1 y 2 que intervienen en el sistema de producción que elabora el arcilla expandida, específicamente en las áreas de Pre elaboración y Preparación (Ver Figura 3) de la planta Agregados Livianos, C.A., ubicada en Charallave Edo. Miranda; los cuales carecen de un plan de gestión para el mantenimiento preventivo de la maquinaria y que generalmente están expuestos a diversos tipos de fallas, lo que ocasiona paradas repentinas en el sistema.

Los datos de estudio tomados para ésta investigación serán evaluados de manera visual y a través de encuestas y material documental obtenido de diversas fuentes.

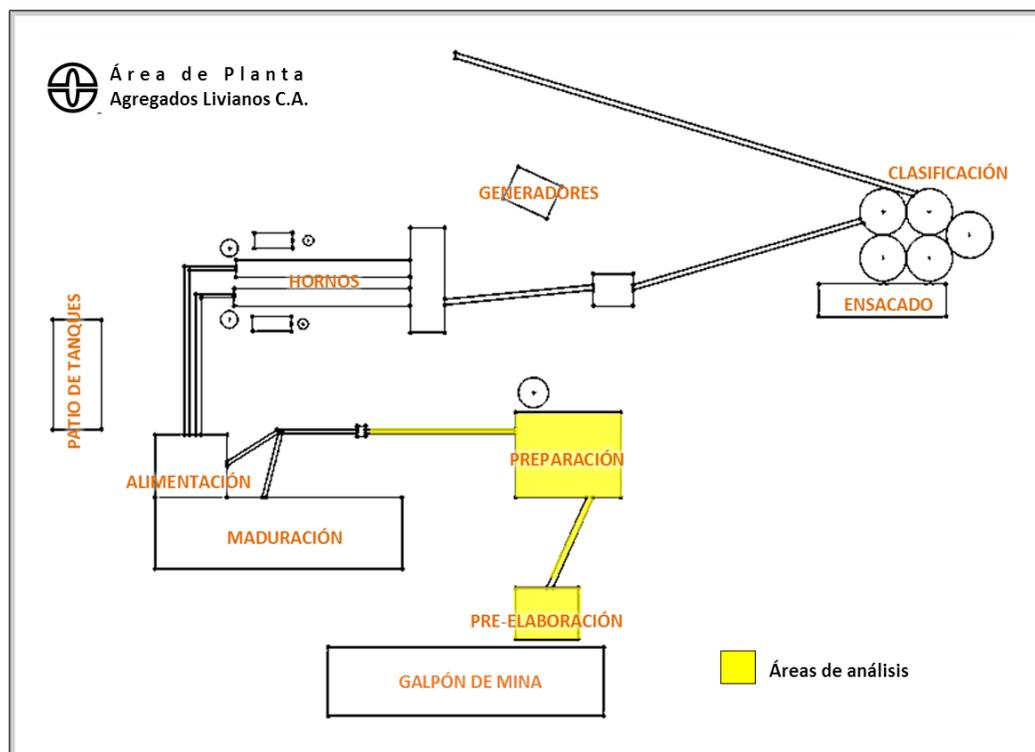


Figura 3: Plano de la planta de Agregados Livianos, C.A.  
Fuente: Elaboración Propia.

### 3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

Según (Arias, 2006), “las técnicas de recolección de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información”. Son ejemplos de técnicas, la observación directa, la encuesta y la entrevista, el análisis documental, de contenido, entre otros.

Por su parte (Bavaresco de Prieto, 2006), indica que “La recolección de datos constituye el conjunto de herramientas científicamente validadas por medio de las cuales se levantan los registros necesarios para comprobar un hecho o fenómeno de estudio.”

Para el desarrollo del presente Trabajo Especial de Grado se utilizaron las técnicas e instrumentos señalados en la Tabla 2.

#### 3.2.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Tabla 2: Técnicas/Instrumentos utilizados para la recolección de datos  
Fuente: Elaboración Propia

TÉCNICA / INSTRUMENTO	DESCRIPCIÓN
<b>OBSERVACIÓN DIRECTA NO PARTICIPANTE</b>	“La observación es una técnica mediante la cual a través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, la observación puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación.” <sup>7</sup> Cuando el observador no pertenece al grupo y sólo se hace presente con el propósito de obtener la información (como en este caso), la observación, recibe el nombre de no participante o simple.
<b>ANÁLISIS DOCUMENTAL</b>	Para (Hurtado de Barrera J. , 2008), "Es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que puede haber sido producto de mediciones hechas por otros o textos que en sí mismos constituyen eventos de estudio". Según (Balestrini , 2002), "Se concibe como una lectura general de los textos que poseen las fuentes de información de interés para el investigador, y que le permiten extraer los datos que sean de utilidad..."

<sup>7</sup> Sabino, C. (1992). El Proceso de Investigación. Caracas: Lumen.

<b>ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS</b>	"La entrevista es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un diálogo, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de ellas". Una entrevista semiestructurada (no estructurada o no formalizada) es aquella en que existe un margen más o menos grande de libertad para formular las preguntas y las respuestas. <sup>7</sup>
<b>ENCUESTAS</b>	Según (Tamayo y Tamayo, 2003), la encuesta "es aquella que permite dar respuestas a problemas en términos descriptivos como de relación de variables, tras la recogida sistemática de información según un diseño previamente establecido que asegure el rigor de la información obtenida". Según (Hurtado de Barrera J. , 2008), "La técnica de encuesta es aquella en que la información se obtiene a través de preguntas a otras personas, pero en ella no se establece un diálogo con el entrevistado y el grado de interés es menor."

### 3.2.2. HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para (Hurtado de Barrera J. , 2008), los instrumentos "Representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar las información, es decir "el con qué". En la Tabla 3 se muestran los instrumentos utilizados para la recolección de datos del presente TEG.

Tabla 3: Descripción de herramientas utilizadas para la recolección de datos  
Fuente: Elaboración Propia

HERRAMIENTA	FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN	MARCA/ MODELO	UNIDAD DE MEDIDA	APRECIACIÓN	TIPO DE DATOS RECOLECTADOS
<b>MULTÍMETRO (TESTER) DIGITAL</b>		Instrumento electrónico de medición que calcula voltaje, resistencia y corriente. Gracias a él podemos comprobar el correcto funcionamiento de los componentes y circuitos electrónicos.	UNI-T UT203	Voltaje (V) Amperaje (Ampo) Resistencia (Ohm)	1 V 0,01 Amp 1 Ohm	Cuantitativos
<b>CÁMARA DIGITAL</b>		Dispositivo electrónico empleado para capturar, grabar y almacenar fotografías, sonido y/o vídeos en un formato digital.	Sony Cyber- Shot 16.1 Megapixel	No Aplica	No Aplica	Cualitativos
<b>CUADERNO DE ANOTACIONES</b>		El cuaderno de notas es un documento en el cual se registra la información de los hechos, eventos o acontecimientos en el propio terreno, ayudando a analizar la situación al momento de recoger el material. <sup>8</sup>	Norma, Modelo Kiut	No Aplica	No Aplica	Cualitativos
<b>LAPTOP</b>		Computadora compacta de tipo portátil, de peso y tamaño ligeros.	Hp 15 TS Notebook PC Intel Core i3	No Aplica	No Aplica	Cualitativos

<sup>8</sup> Finol, M., & Camacho, H. (2006). El Proceso de la Investigación Científica. Maracaibo, Venezuela: Ediluz.

### 3.3. PROGRAMA PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

- **Fase I:** Proceso de introducción a la empresa

En esta etapa se realizó un recorrido de presentación en la empresa, con el propósito de conocer y familiarizarse con el área de estudio del Trabajo Especial de Grado y de los equipos presentes en la misma, donde se procedería a recolectar y reunir los datos e información necesaria mediante las diversas técnicas y herramientas mencionadas anteriormente.

- **Fase II:** Recolección de datos y Documentación de equipos

Se recolectó y registró toda la información necesaria acerca de los equipos y sus rutinas de mantenimiento suministradas por operadores, técnicos y gerentes, así como también la documentación ya existente de los equipos en los registros de la empresa. Posteriormente se inició un proceso de validación, observando y anotando las características de todos los equipos del área y los componentes que lo constituyen para verificar la información y el correcto funcionamiento de los mismos.

- **Fase III:** Caracterización y documentación de las fichas técnicas y rutinas de mantenimiento de cada equipo

Se tomaron y registraron todos los datos y características de los equipos para la realización de las fichas técnicas, así también se analizaron las rutinas de mantenimiento actuales para los equipos del área en estudio de la empresa.

**Fase IV:** Caracterización y documentación de las y fallas ocurridas a cada equipo

Se registraron y analizaron las fallas ocurridas a cada equipo, con el fin de evaluar los procedimientos y recursos necesarios que garanticen la implementación de la gestión para un futuro plan de mantenimiento.

- **Fase V:** Documentación de los procesos asociados a las actividades de la gestión de mantenimiento

Se tomaron y documentaron los datos asociados a los procesos de la gestión de mantenimiento presentes empleando como herramienta los diagramas de flujos, con el objetivo de determinar los distintos implicados, y las respectivas actividades y acciones, implantando de manera esquematizada los flujos de información para establecer las propuestas que mejor se adapten a dichos flujos.

### ***3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS***

En el presente Trabajo Especial de Grado se manejarán datos tanto cuantitativos como cualitativos. En el caso de los datos cuantitativos se realizará un análisis de Costo-Beneficio, con el propósito de determinar y evaluar si la inversión que podría ejecutarse en comparación con los beneficios que se esperan obtener de ello es favorecedor para la empresa, estudiando la relación que existe dentro de los elementos comparables y datos de una misma unidad.

En relación con los datos cualitativos, los cuales nos permitirán tener una mejor comprensión de la problemática presentada actualmente en la empresa, se empleará un diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa), con el propósito de estructurar la información y lograr su mejor entendimiento.

También se empleará la aplicación de una Matriz FODA para establecer los puntos débiles y fuertes de la empresa, ya sean de origen interno o externo, y de esta manera analizar y determinar la brecha con relación a la gestión del mantenimiento, realizando una comparación de las ventajas competitivas con respecto a las debilidades y amenazas que se tienen.

Se emplearon hojas de cálculo (Microsoft Excel), para la realización de las fichas técnicas y levantar la información relevante y necesaria con respecto a los equipos y maquinaria del área en estudio de la empresa; tales como, especificaciones, características, rutinas de mantenimiento, marca, función, entre otros.

Además se empleó el programa Bizagi para la elaboración de los diagramas de flujos de procesos, para caracterizar los procedimientos actuales de mantenimiento que se ejecutan en la empresa y como se llevan a cabo los reportes de las fallas y averías.

### 3.5. ESTRUCTURA DESAGREGADA DEL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

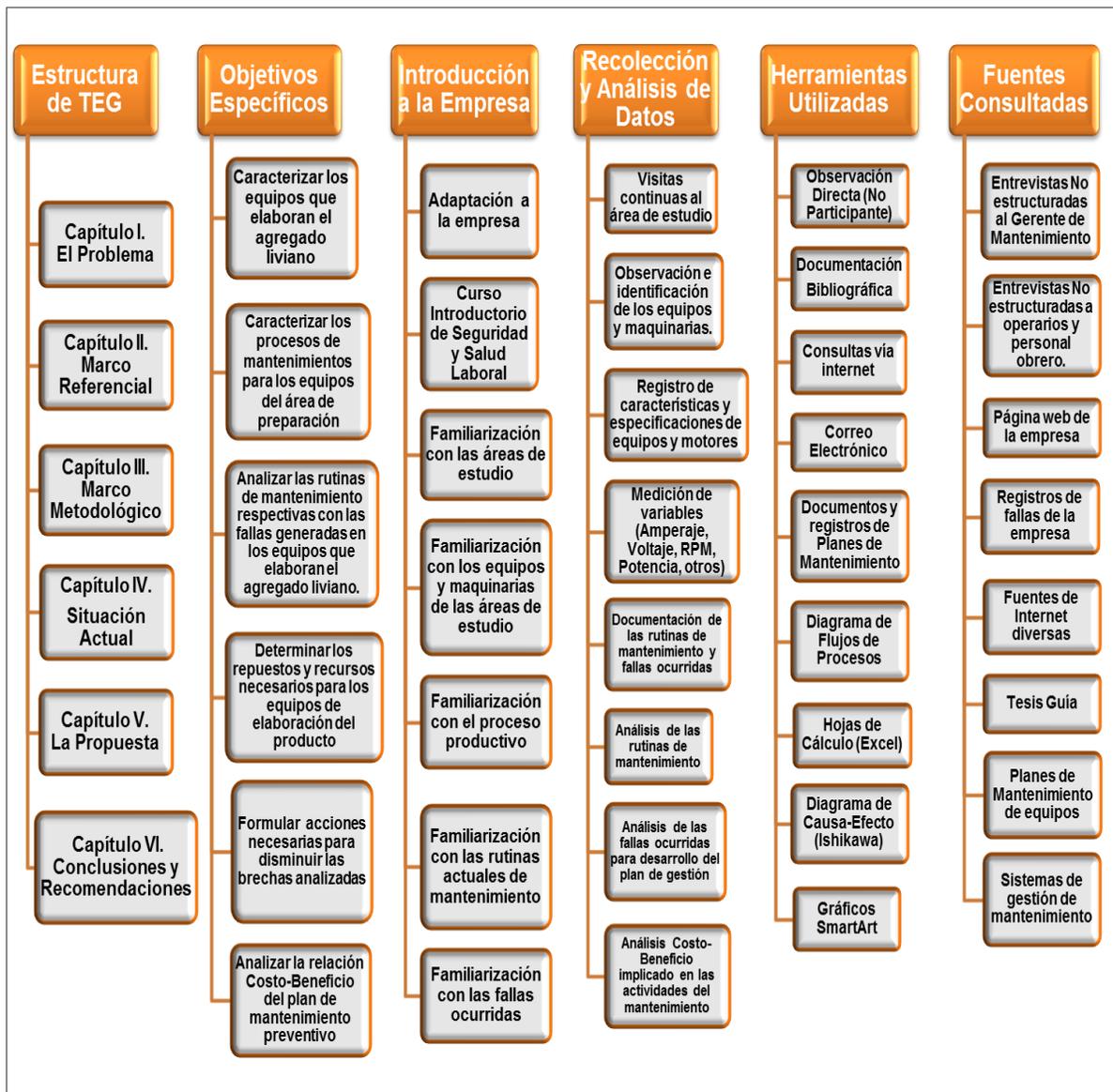


Figura 4: Estructura Desagregada del Trabajo Especial de Grado (EDT.)  
Fuente: Elaboración Propia.

## CAPITULO IV

### 4. SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se muestra la situación actual del mantenimiento de los equipos e instalaciones eléctricas que se ejecutan en el área de Pre-Elaboración y Preparación de Agregados Livianos, C.A. con el fin de representar la importancia a una nueva gestión de mantenimiento y la razón de ser del presente Trabajo Especial de Grado.

#### *4.1. CONTEXTO VIGENTE*

En la actualidad la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo de sus equipos, realizándose únicamente el mantenimiento de tipo correctivo a la maquinaria que conforma el área de Pre Elaboración y Preparación de la producción de la arcilla expandida.

Tras haber realizado diversas encuestas y entrevistas no estructuradas al personal de mantenimiento y Gerentes del área, así como también a través de la observación directa de los procedimientos ejecutados diariamente, se lograron determinar los problemas y deficiencias que se presentan con respecto a la gestión del mantenimiento de los equipos, los cuales se explicarán de manera resumida y esquematizada mediante un diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa), representado en la Figura 6, en donde se expondrán las distintas causas que influyen en la deficiencia y conjunto de fallas para la gestión de los procesos del mantenimiento preventivo.

Además se realizó un análisis FODA (Ver Figura 5), con el fin de determinar los puntos fuertes y débiles que presenta el departamento de mantenimiento, estableciendo los factores internos y externos que influyen en la gestión de dichos procesos, permitiendo atacar de la manera más eficiente y efectiva, posible las amenazas y debilidades que se presentan, aprovechando las fortalezas y oportunidades que la empresa posee para así mejorar la gestión del mantenimiento.

	Puntos Fuertes	Puntos Débiles
	Fortalezas	Debilidades
De Origen Interno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal capacitado y con experiencia técnica para solventar las problemáticas mecánicas y eléctricas que puedan suceder en la empresa.</li> <li>• Se cuenta con los recursos, herramientas y equipos necesarios para realizar los mantenimientos requeridos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción de agregado liviano sufre paradas de tiempos indeterminados por fallas imprevistas de los equipos de la planta.</li> <li>• No se cuenta con un control y documentación de las fallas que presentan los equipos.</li> <li>• No existen formatos para documentar los mantenimientos realizados a los equipos.</li> <li>• No se cuenta con un plan de mantenimiento para las áreas de estudio.</li> </ul>
	Oportunidades	Amenazas
De Origen Externo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa cuenta con una variedad de proveedores y empresas externas a sus alrededores que pueden ofrecer los recursos o servicios necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe un constate aumento de los costos y escasez de los recursos, herramientas y repuestos que afecta la procura de los mismo.</li> <li>• La falta de divisas restringe la obtención de insumos fuera del país, ocasionando paradas de tiempo desconocido o reparaciones no efectivas a largo plazo.</li> <li>• La situación socio-económica del país a afectado las ventas, disminuyendo el presupuesto para la adquisición de insumos de los departamentos.</li> </ul>

Figura 5. Análisis FODA de la gestión de mantenimiento de Agregados Livianos, C.A.  
Fuente: Elaboración Propia

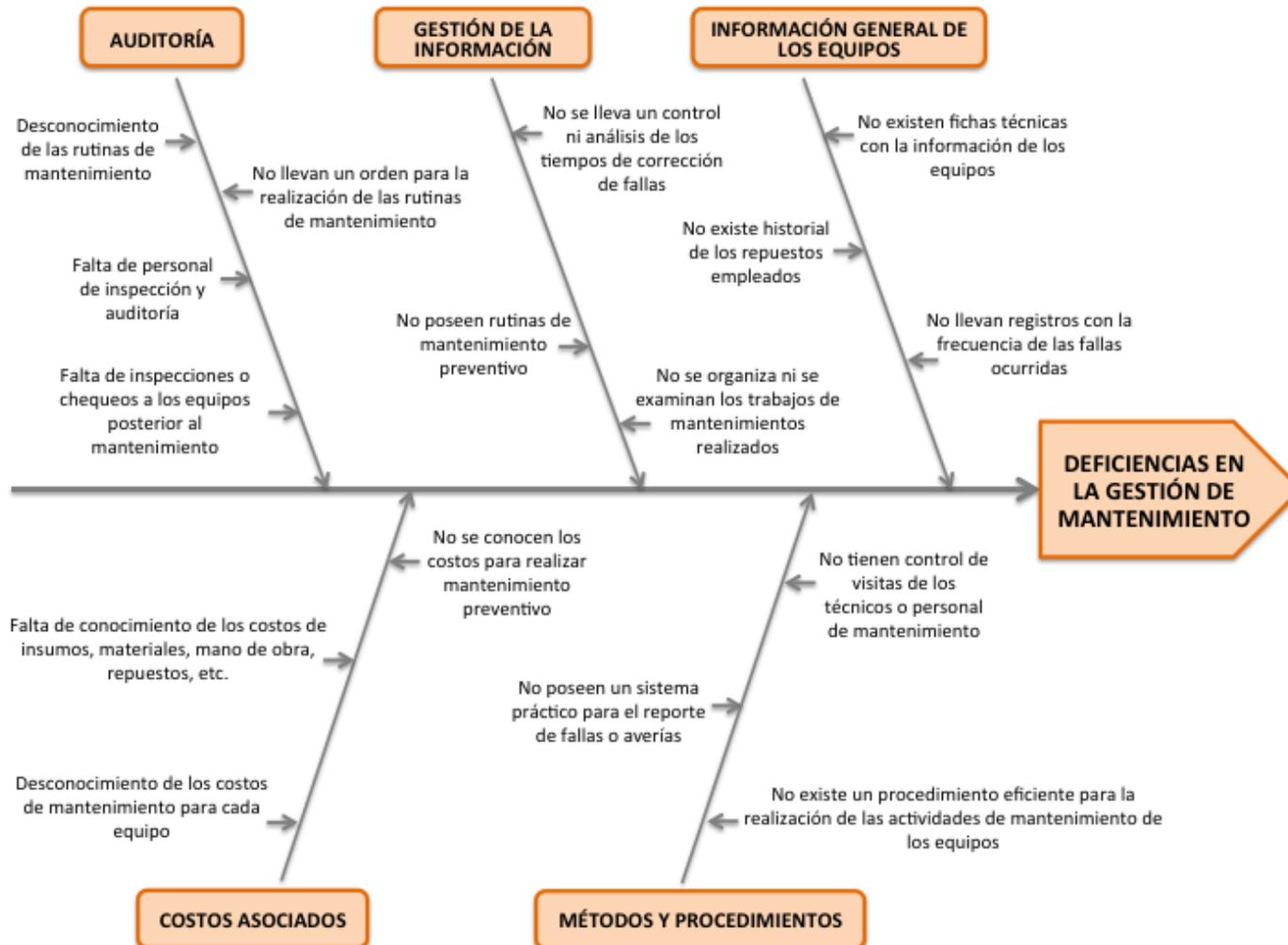


Figura 6. Diagrama Causa-Efecto de las Deficiencias en la Gestión de Mantenimiento  
Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.1. INFORMACIÓN DE LOS EQUIPOS

Con el propósito de recopilar toda la información necesaria de la maquinaria y equipos que operan en las áreas de Pre elaboración y Preparación de la planta, se efectuó un levantamiento de datos tales como; función, marca, modelo, codificación y otras características generales de importancia. A continuación en la Tabla 4 se muestra un resumen de la información antes expuesta.

*Tabla 4. Resumen de los equipos y maquinarias del área de Preparación y Pre-Elaboración  
Fuente: Elaboración Propia.*

ÁREA	EQUIPOS Y MAQUINARIAS	CODIFICACIÓN	FABRICANTE	MODELO	ESTATUS
PRE-ELABORACIÓN	CINTA METALICA RT L1	N/A	Bongioanni	70-D	Operativo
	CINTA METALICA RT L2	N/A	Officine Morando	C.A serie E	Operativo
	DISGREGADOR L2	N/A	N/A	N/A	<b>No Operativo</b>
	ROMPE TERRÓN L1	RG-101	Bongioanni	25R	Operativo
	ROMPE TERRÓN L2	RG-102	Officine Morando	D.L.A 85	Operativo
	CINTA C-0	BC-101	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA 301	BC-102	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA 302	BC-103	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA EXTRACTORA DE POLVILLO	N/A	N/A	RMAI	Operativo
PREPARACIÓN	CINTA C-2	BC-201	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA C-3	BC-202	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA C-4	BC-204	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA C-5	BC-205	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA C-6	BC-208	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA C-8	BC-207	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA M-1	BC-SL201	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA M-2	BC-SL202	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA M-3 L1	BC-203	N/A	RMAI	Operativo
	CINTA M-3 L2	BC-206	N/A	RMAI	Operativo
	LAMINADOR L1	RG-201	Bongioanni	11-LV	Operativo
	LAMINADOR L2	RG-202	Officine Morando	L.A 14 N	Operativo

Tabla 4. Resumen de los equipos y maquinarias del área de Preparación y Pre-Elaboración (continuación).

Fuente: Elaboración propia.

	EMPASTADORA L1	EX-201	Bongioanni	28-IN	Operativo
	EMPASTADORA L2	EX-202	Officine Morando	M.B.A.6 Serie A	Operativo
	SINFÍN L1	N/A	CorporacionSafe	N/A	No Operativo
	SINFÍN L2	N/A	CorporacionSafe	N/A	No Operativo
	EXTRACTOR DE POLVO L1	N/A	CorporacionSafe	N/A	No Operativo
	EXTRACTOR DE POLVO L2	N/A	CorporacionSafe	N/A	No Operativo
	BOMBA DE FUEL OIL 1	P-202	Viking Pump	HL 32	Operativo
	BOMBA DE FUEL OIL 2	P-203	Viking Pump	M432	Operativo
EQUIPOS ELÉCTRICOS	TABLERO PRINCIPAL DE ALUMBRADO	N/A	N/A	N/A	Operativo
	ARRANCADOR DE LAMINADOR 1	N/A	ABB	A210-32	Operativo
	ARRANCADOR DE LAMINADOR 2	N/A	General Electric	ASTAT-XT	Operativo
	TABLERO DE CONTROL DE CINTAS TRANSPORTADORAS L1	N/A	Panel Master	00-4032-71	Operativo
	BREAKER PRINCIPAL	N/A	N/A	N/A	Operativo
	VARIADORES DE FRECUENCIA	N/A	Danfoss	N/A	Operativo
	TABLERO DE CONTROL L2	N/A	N/A	N/A	Operativo
	TRANSFORMADOR DE PRE-ELABORACION	N/A	Refrimar	AISL Seco	Operativo
	TRANSFORMADOR DE PREPARACION	N/A	INELGEN C.A.	N/A	Operativo
	TABLERO DE CONTROL DE MANDO DE PREPARACIÓN	N/A	N/A	N/A	Operativo
	TABLERO DE CONTROL DE MANDO PRE-ELABORACIÓN	N/A	N/A	N/A	Operativo

A continuación se anexa el modelo de los formatos utilizados para la realización de las fichas técnicas, los cuales se muestran en la Figura 7 y Figura 8.

	<b>agregados livianos, c.a.</b>				
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
	Realizado por:		Fecha:		Version:
Nombre del Equipo:					
<b>Características</b>			<b>Foto del equipo</b>		
Codificación:					
Ubicación:					
Fabricante:					
Modelo:					
Marca:					
Serial:					
Condiciones Eléctricas:					
Condiciones Mecánicas:					
<b>Observaciones</b>			<b>Función</b>		
			<b>Lubricantes</b>		

Figura 7. Formato de fichas técnicas de los equipos  
Fuente: Elaboración Propia

	<b>agregados livianos, c.a.</b>				
	FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS				
	Realizado por:		Fecha:		Version:
Nombre del Equipo:					
<b>Características</b>			<b>Foto del equipo</b>		
Codificación:					
Ubicación:					
<b>Banda Transportadora</b>					
Especificación:					
Tipo:					
Ancho:					
Largo:					
Condiciones Eléctricas:					
Condiciones Mecánicas:					
<b>Componentes</b>					
			<b>Lubricantes</b>		
<b>Contactos</b>					

Figura 8. Formato de fichas técnicas para las cintas transportadoras.  
Fuente: Elaboración Propia.

#### *4.1.2. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE LOS EQUIPOS E INSTALACIONES ELÉCTRICAS*

Todos los equipos de Agregados Livianos, C.A. son críticos para la producción de la arcilla expandida y en la actualidad todos, excepto los hornos y sus subsistemas, carecen de un plan de rutinas de inspección, lubricación y de mantenimiento preventivo requerido para la prevención de las fallas y garantizar su vida útil. Es por ello que todos los equipos de las áreas de estudio se les determinó su programación de mantenimiento preventivo.

Por otro lado el departamento de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico, en los últimos años, no han llevado un registro constante de las fallas presentadas, los trabajos realizados, estatus de operatividad y las modificaciones de diseño que se le han ejecutados a los equipos.

En virtud de lo anteriormente señalado, luego de haber recolectado la información técnica disponible de los equipos pertenecientes a las áreas de estudio, se realizó una encuesta con el fin de conocer las condiciones operativas de los equipos y analizar sus fallas para determinar las acciones necesarias para disminuir las brechas de los equipos que ameriten un mantenimiento más extensivo.

Se les asignó el valor (3) a los equipos que presentan fallas constantemente ocasionando paradas significativas, a los equipos que presentan fallas con frecuencia de rápida corrección se les valoró (2), por otro lado los equipos que operan de forma adecuada se les otorgó el número (1), además se les pidió a los encuestados las razones de los equipos que clasificaran como dos o tres (Ver formato de la encuesta en el Anexo B). Tal encuesta se aplicó al personal con mayor conocimiento de las operaciones de la empresa y años de servicio, el grupo de entrevistados estuvo conformado por; el Gerente de Operaciones, Ingeniería, Mantenimiento Mecánico, Mantenimiento Eléctrico y Producción, a los cinco Supervisores de Turno, a tres Coordinadores de Mantenimiento y tres Operadores, con un total de 15 encuestados. El resultado de la encuesta arrojó los valores observados en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultado de encuesta para conocer el estado de los equipos.  
Fuente: Elaboración Propia.

ÁREA	EQUIPOS E INSTALACIONES	RESPUESTAS DEL PERSONAL ENCUESTADO															RESULTADO PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
PRE-ELABORACIÓN	CINTA METALICA RT L1	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3
	CINTA METALICA RT L2	2	2	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	3	2	2
	DISGREGADOR L2	No Operativo															
	ROMPE TERRON L1	3	1	1	2	3	2	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2
	ROMPE TERRON L2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	2
	CINTA C-O	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	2	2
	CINTA 301	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	CINTA 302	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
	CINTA EXTRACTORA DE POLVILLO	2	2	3	2	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2
PREPARACIÓN	CINTA C-2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	CINTA C-3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	CINTA C-4	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1
	CINTA C-5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	CINTA C-6	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1	2	2
	CINTA C-8	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	CINTA M-1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	CINTA M-2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
	CINTA M-3 L1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	CINTA M-3 L2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
	LAMINADOR L1	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	2	1	2
	LAMINADOR L2	3	2	2	1	3	3	1	3	1	3	1	2	3	2	3	2
	EMPASTADORA L1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	EMPASTADORA L2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1
	SINFÍN L1	No Operativo															
	SINFÍN L2	No Operativo															
	VENTILADOR DE EXTRACCION L1	No Operativo															
	VENTILADOR DE EXTRACCION L2	No Operativo															
	BOMBA DE FUEL OIL 1	2	1	1	1	2	3	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2
	BOMBA DE FUEL OIL 2	1	1	2	1	3	2	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2
SISTEMA ELECTRICO	1	2	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	1	

A partir de los resultados obtenidos, a los equipos que por promedio fueron clasificados como (2), (3) y a los no operativos se le determinaron mediante entrevistas al personal los motivos de las fallas y se analizaron mediante un Diagrama de Causa-Efecto (Ishikawa), mostrados detalladamente en la sección de Anexos C.

#### 4.1.3. *PROCEDIMIENTO ACTUAL DE MANTENIMIENTO*

Actualmente la Gerencia de Mantenimiento Mecánico y Eléctrico no cuenta con un plan de rutinas de mantenimiento preventivo, plan de lubricación e inspecciones. De tal manera que diariamente durante las jornadas laborales diurna y nocturna ocurren fallas imprevistas a los equipos en las distintas áreas de producción.

A continuación se describe los procesos y procedimiento de mantenimiento que se llevan a cabo en Agregados Livianos, C.A. en las áreas seleccionadas para el presente Trabajo Especial de Grado, Pre-Elaboración y Preparación:

El **Mantenimiento Mecánico Correctivo** durante la jornada laboral diurna, este tipo de mantenimiento se realiza diariamente para la reparación de las fallas ocurridas durante la jornada laboral nocturna anterior pendientes por reparación o fallas que ocurran imprevistamente durante la jornada laboral, las actividades incluye la detección y análisis de las fallas, determinar acciones a ejecutar para su solución y la solicitud de salida de piezas a reparar y procura de materiales. Estos procedimientos se pueden apreciar en la Figura 9.

Cuando los imprevistos durante la jornada laboral diurna son de tipo eléctrico, como cortos o fallas de los motores, se realiza un **Mantenimiento Eléctrico Correctivo**. En la Figura 10 se contempla detalladamente los pasos a seguir por los electricistas para la corrección de las fallas menores o la directrices de la Gerencia para ejecutar las actividades de reparación a fallas significativas en los equipos e instalaciones de la empresa. Este tipo de procedimiento, al igual que el anterior requiere de la detección de fallas, solicitud de recursos y servicios externos, etc.

Como parte de los procesos de Mantenimiento Correctivo Mecánico y Eléctrico, están los sub-procesos administrativos siguientes (Ver Anexo D):

- Procura de Recursos.
- Procura de Servicios.
- Cierre y Facturación de Servicio Externo.
- Solicitud de Almacén (Diurno).
- Solicitud de Personal de Sobretiempo.
- Solicitud de Salida.

Durante la jornada laboral nocturna se procede un **Mantenimiento Correctivo** para la reparación de fallas menores tanto eléctricas como mecánicas e imprevistos críticos y significativos para la operatividad de los equipos y producción de la empresa. De lo contrario se pospone las actividades de mantenimiento para el turno siguiente donde se dispone de un equipo de trabajo más amplio para poder realizar todas las acciones necesarias. En la Figura 11 se representa este proceso mediante un diagrama de flujo.

Como parte de los procesos del mantenimiento anterior se encuentra el sub-proceso de **Solicitud de Almacén** durante la jornada laboral nocturna, a diferencia de este procedimiento durante el día, el almacén está cerrado y bajo la responsabilidad del Supervisor de planta y el personal de seguridad de turno. Si la falla es de suma emergencia se realiza la **Solicitud de Personal Extra**, con la aprobación de la gerencia involucrada se le hace un llamado a la empresa contratista que mantiene un convenio de personal de apoyo. Para información más detallada acerca de estos procedimientos ver Anexo D.

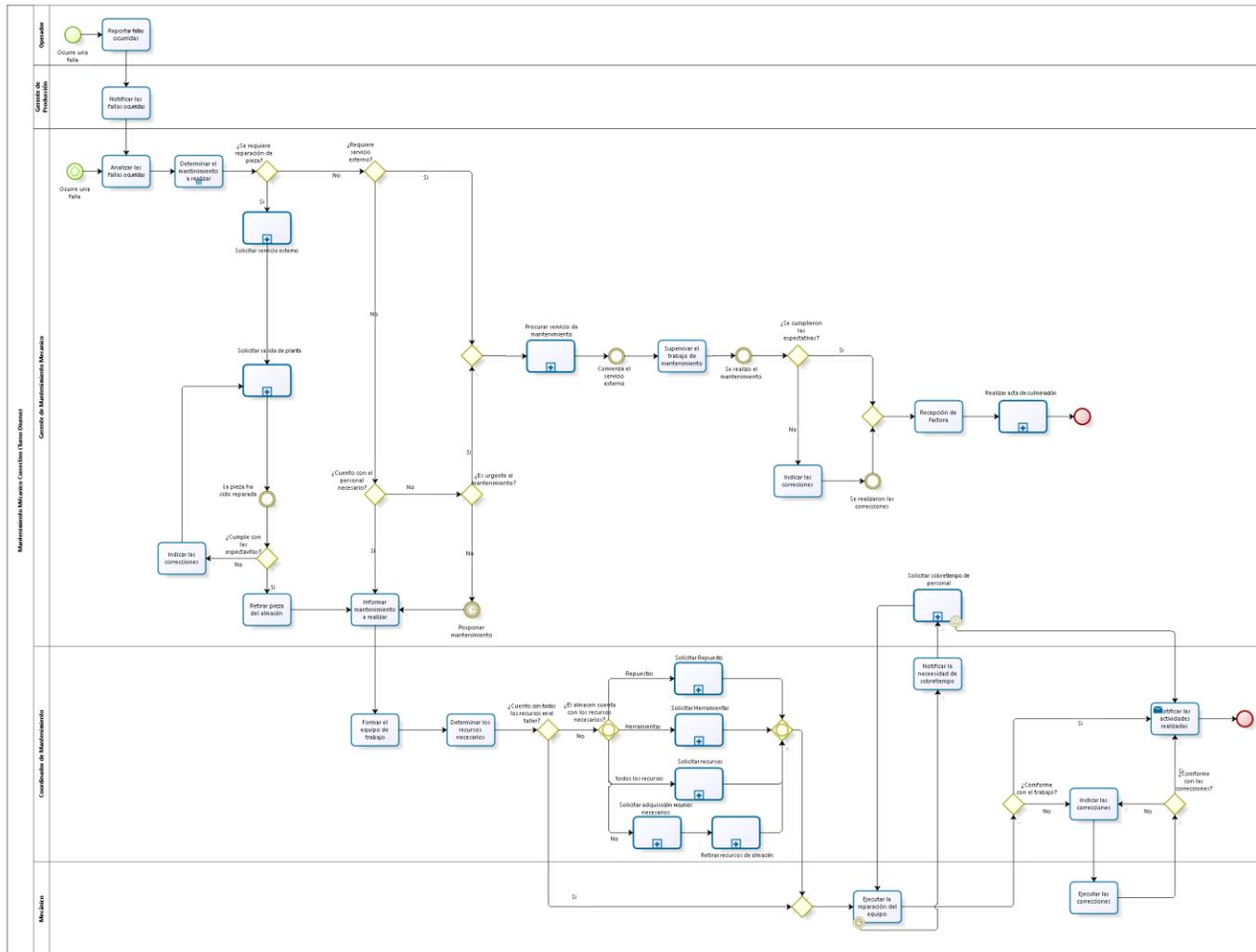


Figura 9. Diagrama de flujo de proceso para el mantenimiento mecánico correctivo en el turno diurno.  
Fuente: Elaboración Propia.

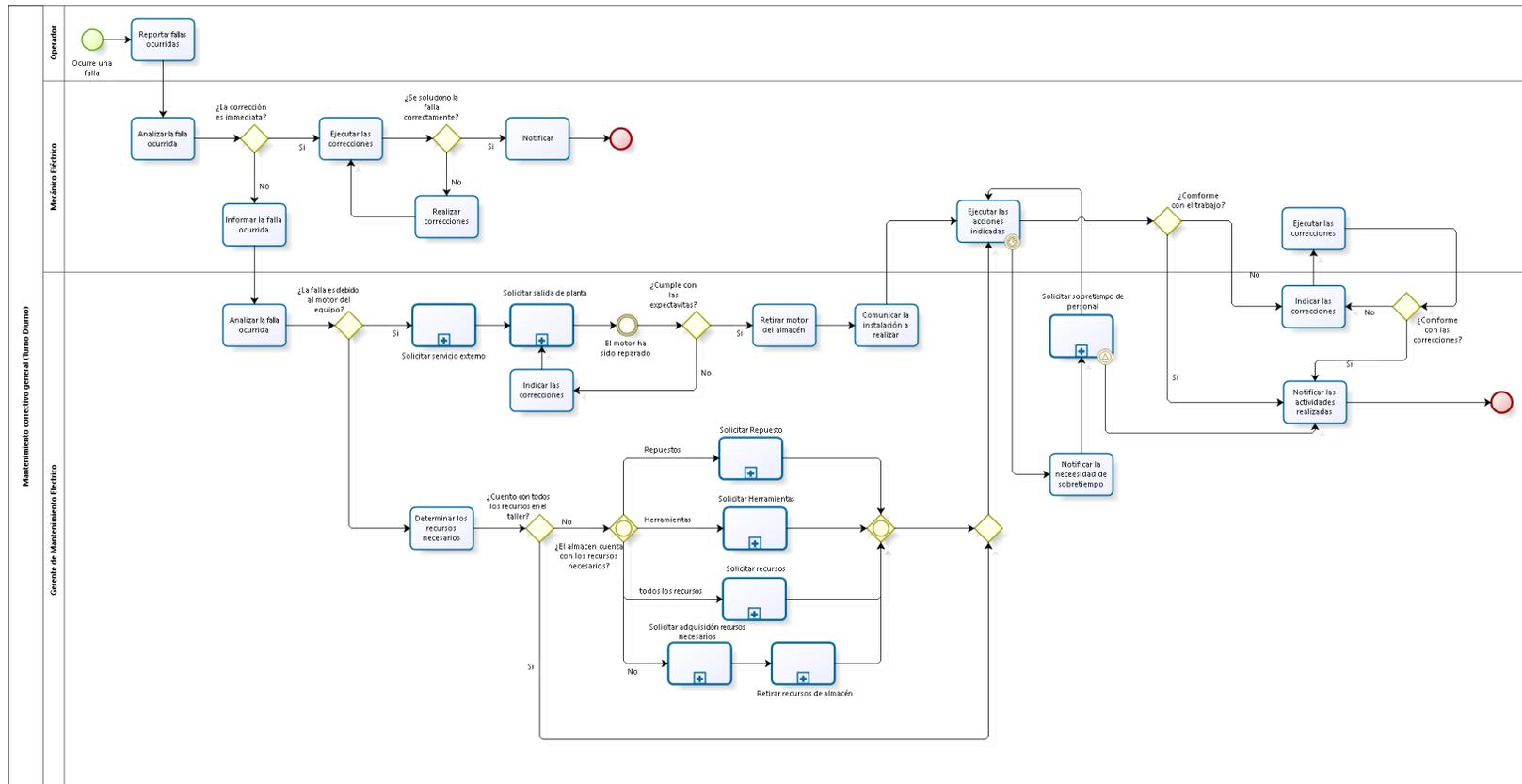


Figura 10. Diagrama de flujo del procedimiento para el mantenimiento correctivo eléctrico en el turno diurno.  
Fuente: Elaboración Propia.

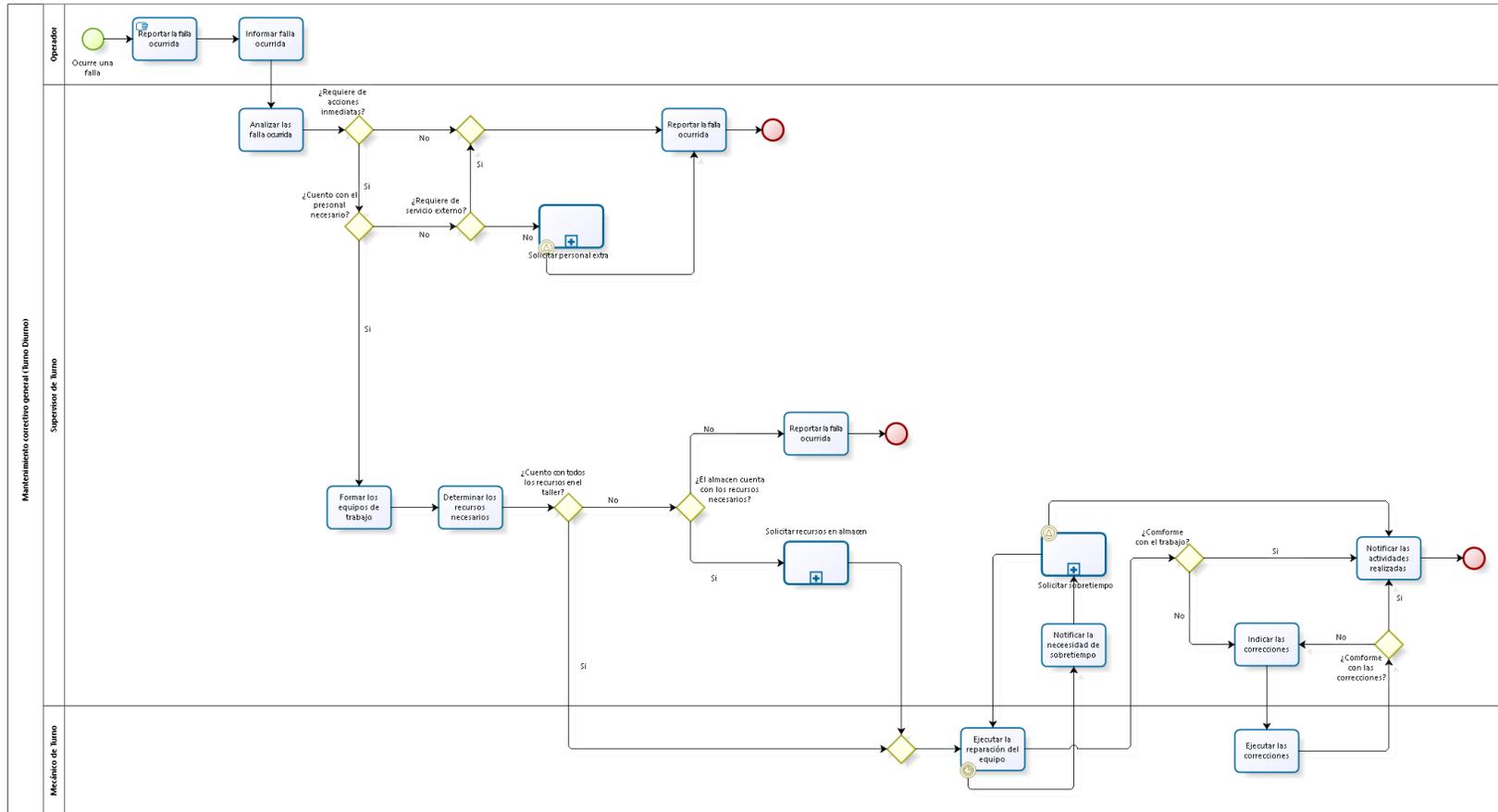


Figura 11. Diagrama de flujo del procedimiento para el mantenimiento correctivo durante la jornada nocturna  
Fuente: Elaboración Propia.

## ***4.2. ANÁLISIS GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL***

Como se ha expresado previamente la empresa no cuenta con un plan para la gestión del mantenimiento preventivo en las áreas de estudio antes mencionadas, en términos de mantenimiento es de gran importancia que la misma cuente con un programa que presente un servicio que sea eficaz y eficiente para solventar los problemas e insuficiencias de la manera más rápida posible, sin interrumpir las actividades diarias de producción.

Debido a esto se tiene la necesidad de crear un plan para la coordinación, planificación y gestión de las actividades del mantenimiento preventivo del área de Pre elaboración y Preparación. Investigando las diferentes causas por las cuales existe una deficiencia en la gestión del mantenimiento se aplicó un Diagrama de Ishikawa (Diagrama Causa-Efecto) y una matriz FODA, con los cuales se obtuvieron los resultados expuestos previamente en las Figura 5 y Figura 6.

A continuación se presenta el análisis de la situación actual a partir de la matriz FODA donde se visualizan, las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la gestión de mantenimiento actual a la que son sometidos los equipos críticos, y del Diagrama de Ishikawa o Causa-Efecto. En base a los resultados obtenidos se logró elaborar una síntesis de la situación de la actual gestión, agrupando las causas principales, permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permita proponer mejoras acordes con los objetivos estratégicos, y diseñar las metodología pertinente que permita alcanzar la mejora funcional de las actividades de mantenimiento para lograr el funcionamiento continuo de la planta. Los factores de mayor importancia se agruparon de la siguiente manera:

### ***4.2.1. GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN***

Un factor fundamental en la toma de decisiones y de acciones rectificadoras para el plan de gestión de mantenimiento, es el control y organización de la información que se encuentra disponible.

En la Gerencia de Mantenimiento no se lleva un control ni análisis de los tiempos de corrección de las fallas, no se organizan ni examinan los trabajos de mantenimientos realizados, ni se sigue un seguimiento de las correcciones aplicadas. Tampoco se cuenta con un plan de rutinas de mantenimiento, y tampoco se realizan estudios del comportamiento de las fallas presentadas.

Estos factores señalados anteriormente, implican que la Gerencia de Mantenimiento tiene dificultades a la hora de realizar la toma de decisiones, y que las acciones correctivas no siempre son las más adecuadas.

#### *4.2.2. INFORMACIÓN GENERAL DE LOS EQUIPOS*

Para el levantamiento de datos de los equipos es necesario contar con información organizada y actualizada de los equipos en estudio, se reveló que la empresa no cuenta con fichas técnicas con la información básica de los equipos ni con un inventario actualizado de los mismos.

Tampoco se llevan registros con la frecuencia de las fallas ocurridas ni existen historiales actuales de los repuestos empleados para la corrección de fallas. También se pudo apreciar que la empresa no cuenta con documentos actualizados y completos acerca de los materiales, insumos, y los tiempos de mano de obra empleados para la ejecución de los mantenimientos correctivos.

Tampoco se encontraron registros organizados o actuales donde se describan los procedimientos y planes de mantenimiento, en donde se resuma la actividad, quien la realiza, en que tiempo y la frecuencia.

#### *4.2.3. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS*

La empresa no posee un sistema práctico para realizar los reportes de las fallas o averías ocurridas en los equipos, lo que dificulta la gestión de la misma e incurre en el retraso de la reparación de los mismos, interrumpiendo las actividades de producción.

No cuentan con un procedimiento eficiente para realizar las actividades de mantenimiento de los equipos, ni llevan un control de las visitas de los técnicos o personal de mantenimiento.

#### *4.2.4. AUDITORÍA*

Durante las encuestas realizadas a diferentes empleados, obreros y gerentes de la planta, se pudo manifestar que no poseen un plan de rutinas de mantenimiento, por lo tanto no llevan un control u orden de la realización de las mismas.

Por otro lado, se pudo evidenciar que no se cumple con inspecciones ni chequeos periódicos a los equipos luego de haberles realizado el mantenimiento correctivo.

Existe deficiencia en la comunicación entre los departamentos que coordinan la operatividad de la planta, lo que dificulta la gestión de las actividades de mantenimiento.

#### *4.2.5. COSTOS ASOCIADOS*

De igual manera se desconoce información relevante acerca de los equipos y sus tiempos de mantenimiento, ni de los costos de mantenimiento asociados a cada uno. Asimismo se desconocen los costos de los insumos, materiales, mano de obra, repuestos, etc., que se deban emplear para realizar las respectivas reparaciones y correcciones.

Actualmente no se tiene conocimiento de los costos para la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos, ni se cuenta con ningún sistema que permita medir los recursos que se deben invertir para elaborar las órdenes para la gestión de mantenimiento.

#### *4.2.6. ANÁLISIS DE LA MATRIZ FODA*

Por otra parte con respecto al análisis de la matriz FODA, se puede observar la presencia de puntos fuertes los cuales se pueden aprovechar, ya que se cuenta con el personal capacitado y con experiencia, para lograr solventar las problemáticas eléctricas

o mecánicas que puedan presentar los equipos, y que además se cuenta con los recursos y herramientas necesarias para realizar los mantenimientos requeridos.

Además de esto la empresa cuenta con una variedad de proveedores externos a sus alrededores los cuales pueden ofrecerles los servicios y recursos necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Para lograr aprovechar estas ventajas es necesario atacar los puntos débiles, como la falta de adiestramiento y formación al personal operativo con respecto al conocimiento de las rutinas de mantenimiento y de esta manera mantener la operatividad y productividad de la planta.

También se presentan amenazas externas que afectan la gestión del mantenimiento rutinario, tales como la situación económica que afronta el país en la actualidad, lo que incurre en aumentos constantes de los precios y costos de los recursos para la realización de las rutinas de mantenimiento, así como la escasez que existe de los mismos.

## CAPÍTULO V

### 5. LA PROPUESTA

A partir de las condiciones de los equipos, la gestión de mantenimiento y el análisis de la situación actual expuesta anteriormente, se presenta en este capítulo la propuesta de mejora para la gestión de mantenimiento de Agregados Livianos, C.A.

#### ***5.1. PLANIFICACIÓN DEL MANTENIMIENTO***

Sobre la base de las ideas expuestas se desarrolló un plan de mantenimiento de tipo preventivo, ya que representa una mejora significativa a la gestión actual del departamento, estado de los equipos y producción de la arcilla expandida.

Para la planificación del mantenimiento fue necesario la recopilación de información de los equipos y procedimiento de mantenimiento para el diseño del plan de mantenimiento, crear los formatos, bosquejo de los planos esquemáticos de ubicación de los equipos y establecer los procesos y actividades para la gestión de mantenimiento propuesta.

##### *5.1.1. ZONIFICACIÓN*

Primeramente es necesario tener definida la distribución y ubicación de los equipos que conforman el plan de mantenimiento. Esto permitirá a cualquier trabajador y personal contratado tener una visión espacial de la ubicación física de los equipos a realizar mantenimiento. Estos bosquejos se pueden apreciar en la sección de Anexos E.

##### *5.1.2. MANO DE OBRA*

Con el propósito de planificar y llevar un control de las actividades de mantenimiento propuestas, es necesario conocer la cantidad de horas - hombre o mano de obra al año que se deberán tener disponibles para la ejecución de las mismas.

La realización del cálculo de las horas-hombre permitirá estimar la cantidad de tiempo disponible que se requerirá para cumplir con las actividades propuestas de

mantenimiento preventivo planificadas, el cual está basado dentro de un rango de tiempo anual, y en la cual se toman en cuenta las duración de las actividades, la frecuencia, el personal requerido y la cantidad de equipos que se deban inspeccionar, limpiar o lubricar.

*Tabla 6: Horas hombre requeridas para el mantenimiento preventivo 2016-2017.  
Fuente: Elaboración Propia.*

ACTIVIDAD	DURACIÓN (min/día)	PERSONAL	CANT. DE PERSONAL	FRECUENCIA	CANT. DE EQUIPOS	Frecuencia (días/año)	Total min anuales
Inspección de los equipos del área de pre elaboración	20	Supervisor	1	SEMANAL	8	156	24,960.00
Inspección de los equipos del área de preparación	20	Supervisor	1	SEMANAL	14	208	58,240.00
Inspección de los motores de los equipos (Laminadores, empastadoras, rompe terrones y cintas metálicas)	10	Eléctrico	1	MENSUAL	10	12	1,200.00
Inspección de los motores de las cintas transportadoras del área de pre elaboración	10	Eléctrico	1	MENSUAL	4	12	480.00
Inspección de los motores de las cintas transportadoras del área de preparación	10	Eléctrico	1	MENSUAL	10	12	1,200.00
Lubricación de las cintas del área de pre elaboración	30	Lubricador	2	MENSUAL	4	12	2,880.00
Lubricación de las cintas del área de preparación	12	Lubricador	1	MENSUAL	10	12	1,440.00
Lubricación de los laminadores	10	Lubricador	1	QUINCENAL	2	24	480.00
Lubricación de Cinta Metálica	60	Lubricador	2	QUINCENAL	2	24	5,760.00
Limpieza y Chequeo de las instalaciones eléctricas	60	Eléctrico	2	SEMESTRAL	8	2	1,920.00
Limpieza y chequeo de los controles de mando en el área de preparación	120	Eléctrico	1	SEMESTRAL	2	2	480.00
Limpieza de los filtros de las bombas de Fuel Oil	60	Mecánico	1	TRIMESTRAL	2	4	480.00
Limpieza del tanque de Fuel Oil	420	Mecánico	2	ANUAL	1	1	840.00
Limpieza de las mangas del sistema de recuperación de polvillo	300	Mecánico	2	SEMESTRAL	2	2	2,400.00

Limpieza y mantenimiento de Motores (Laminadores, empastadoras, rompe terrones y cintas M-1 y M2)	600	Eléctrico	2	MENSUAL	10	12	144,000.00
Limpieza de las cuchillas del disgregador	30	Mecánico	1	MENSUAL	1	12	360.00
Reemplazo de las paletas de las empastadoras	1360	Soldador	2	CUATRI-MESTRUAL	2	3	16,320.00
<b>TOTAL (horas)</b>							4,390.67

## 5.2. PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO

A partir de las condiciones iniciales de mantenimiento que posee la empresa las cuales se han descrito previamente, se estructuró una programación para el plan de mantenimiento de los equipos que conforman las áreas de Pre-elaboración y Preparación, con el propósito de tener un control y organización de las actividades de mantenimiento que se le deben realizar a los mismos y que permitirán el buen funcionamiento y desempeño de su vida útil.

A continuación en la Figura 13 se muestra brevemente la programación del plan de mantenimiento preventivo para las cintas del área de Pre-elaboración, el resto de la programación se podrá apreciar en la sección de Anexos F.

Lubricacion	
Limpieza y pintura	
inspeccion/chequeo general	
Cambio/Respuesto de pieza o parte	

*Figura 12: Leyenda para la programación de los cronogramas de mantenimiento preventivo*  
Fuente: Elaboración Propia

ÁREA	EQUIPO	MANTENIMIENTO	ACTIVIDADES	FRECUENCIA	NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO									
					SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA									
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
	Cinta C-0	Inspección y Chequeo General (Operativa)	Revisar los rodillos de carga y de retorno, su giro, que no presenten sonidos anormales y que no se encuentren atascados.	semanal																						
			Chequear los rodamientos y que estén lubricados	semanal																						
			Verificar los faldones, que no estén rotos, doblados o deteriorados	semanal																						
		Inspección y Chequeo General (No Operativa)	Chequear los rodillos de Cola y Motriz, que no presenten sonidos anormales y que no se encuentren atascados.	semanal																						
			Verificar el estado de la cinta, que no esté rota, deteriorada ni flácida.	semanal																						
			Si aplica, chequear los empalmes en la cinta.	semanal																						
		Lubricación	Lubricar todos los rodamientos (Motriz, De Cola, Contrapeso y de Quiebre)	mensual																						
			Lubricación del sistema de transmisión Cadena- Piñón	semestral																						
					Chequear si existen ruidos, olores o vibraciones	mensual																				
					Verificar las condiciones de operación	mensual																				
					Pruebas de aislamiento y	semestral																				

Figura 13: Formato de cronograma anual de mantenimiento preventivo para las cintas transportadoras de Pre-elaboración.

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.3. FLUJO DE PROCEDIMIENTO Y FORMATOS

Con la finalidad de mantener un historial de las revisiones y reparaciones realizadas a los equipos, tanto de los mantenimientos preventivos y no programados, se realizaron formatos esenciales para el control de las operaciones realizadas. A su vez esto nos permitirá llevar un orden de las actividades realizadas e implementar el manejo estadístico. A continuación se definirá los formatos propuestos respectivos para el control de las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos de la compañía, los mismos pueden ser vistos detalladamente en la sección de Anexos G:

La **Orden de Trabajo (ODT)** es un formato que es entregado al coordinador del mantenimiento donde por escrito se especifica el tipo de mantenimiento, el equipo, las actividades a realizar y el personal involucrado, el cual sirve como una comunicación indirecta entre el Gerente de Mantenimiento y los mecánicos.

Una vez realizado las actividades de mantenimiento se procede a realizar el **Informe de Trabajo Realizado**. Por medio de este formato el coordinador informa la realidad de las actividades ejecutadas, el tiempo en que se efectuó el mantenimiento y horas que trabajo cada trabajador, herramientas utilizadas, especifica las condiciones antes del mantenimiento y después, al igual que puede sugerir recomendaciones y documentar observaciones.

Por otro lado, cuando ocurre una falla el operador notifica y a su vez la registra en el formato de **Registro de Falla**, indicando el equipo, fecha, hora de ocurrencia y la descripción. Además de informar de una manera formal lo ocurrido a la gerencia, y comunicar información precisa a través del tiempo, nos permitirá realizar indicadores útil para el análisis de los equipos.

Como complemento de los formatos definiremos a continuación mediante diagramas de procesos el procedimiento estándar propuesto para el plan de mantenimiento preventivo en la Figura 14 y no programado (Ver Figura 15 y Figura 16). Estos procedimientos incorporan el control y registro de las actividades realizadas.

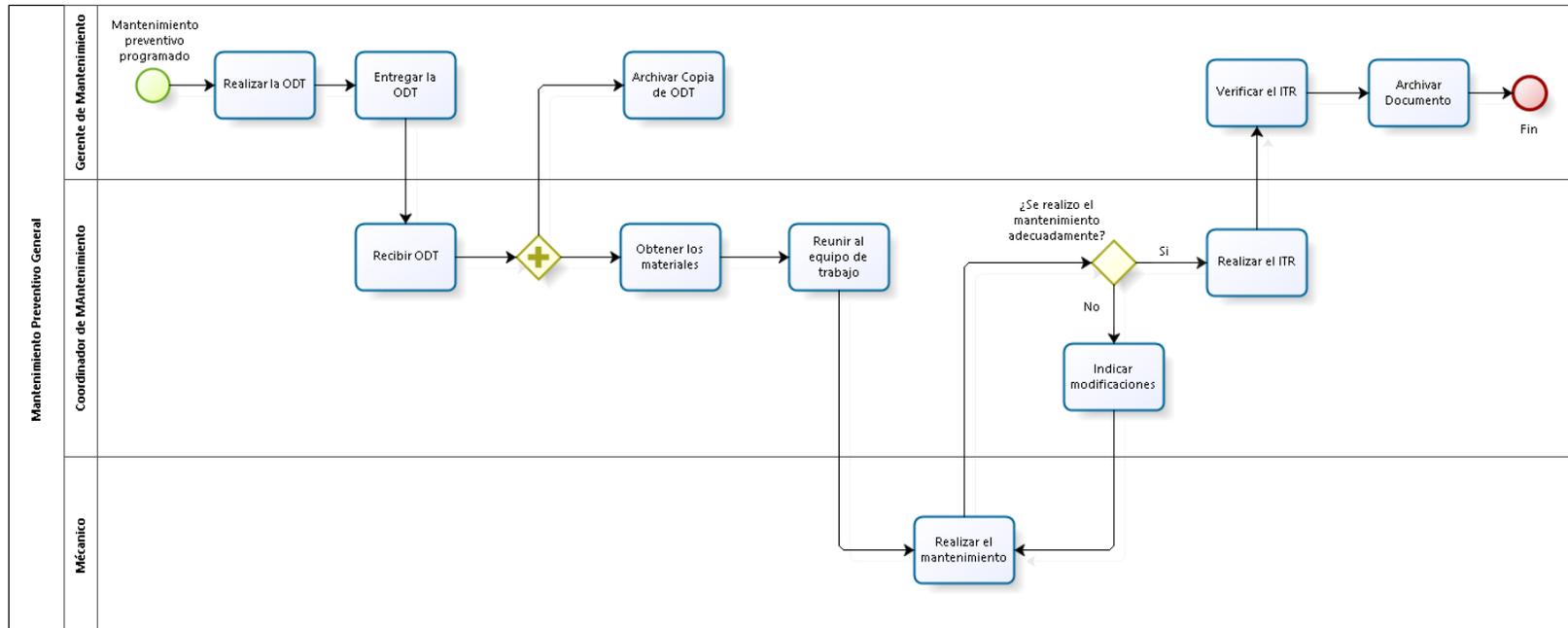


Figura 14. Diagrama de flujo propuesto para el procedimiento de mantenimiento preventivo general.  
Fuente: Elaboración Propia.

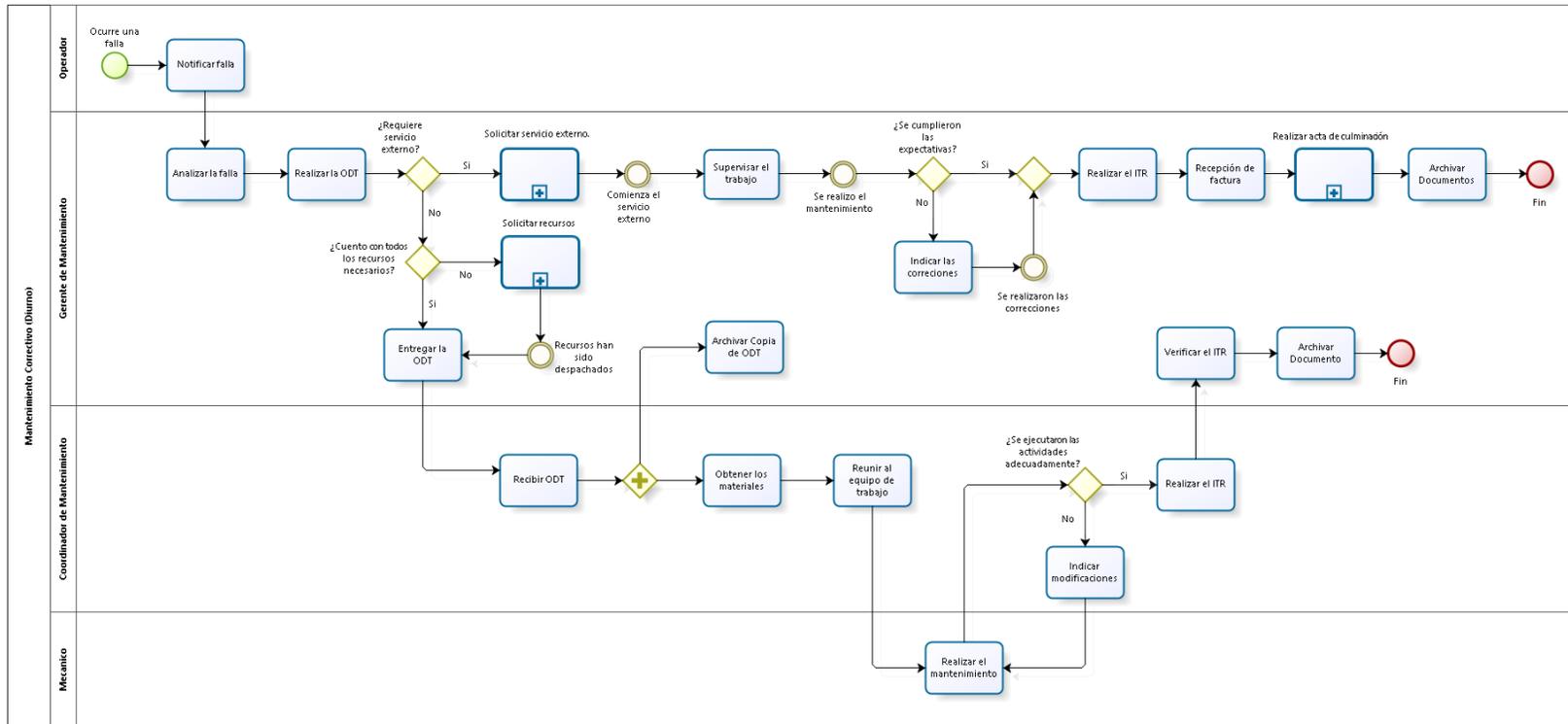


Figura 15. Diagrama de flujo propuesto para el procedimiento de mantenimiento correctivo durante la jornada laboral diurna.  
Fuente: Elaboración Propia.

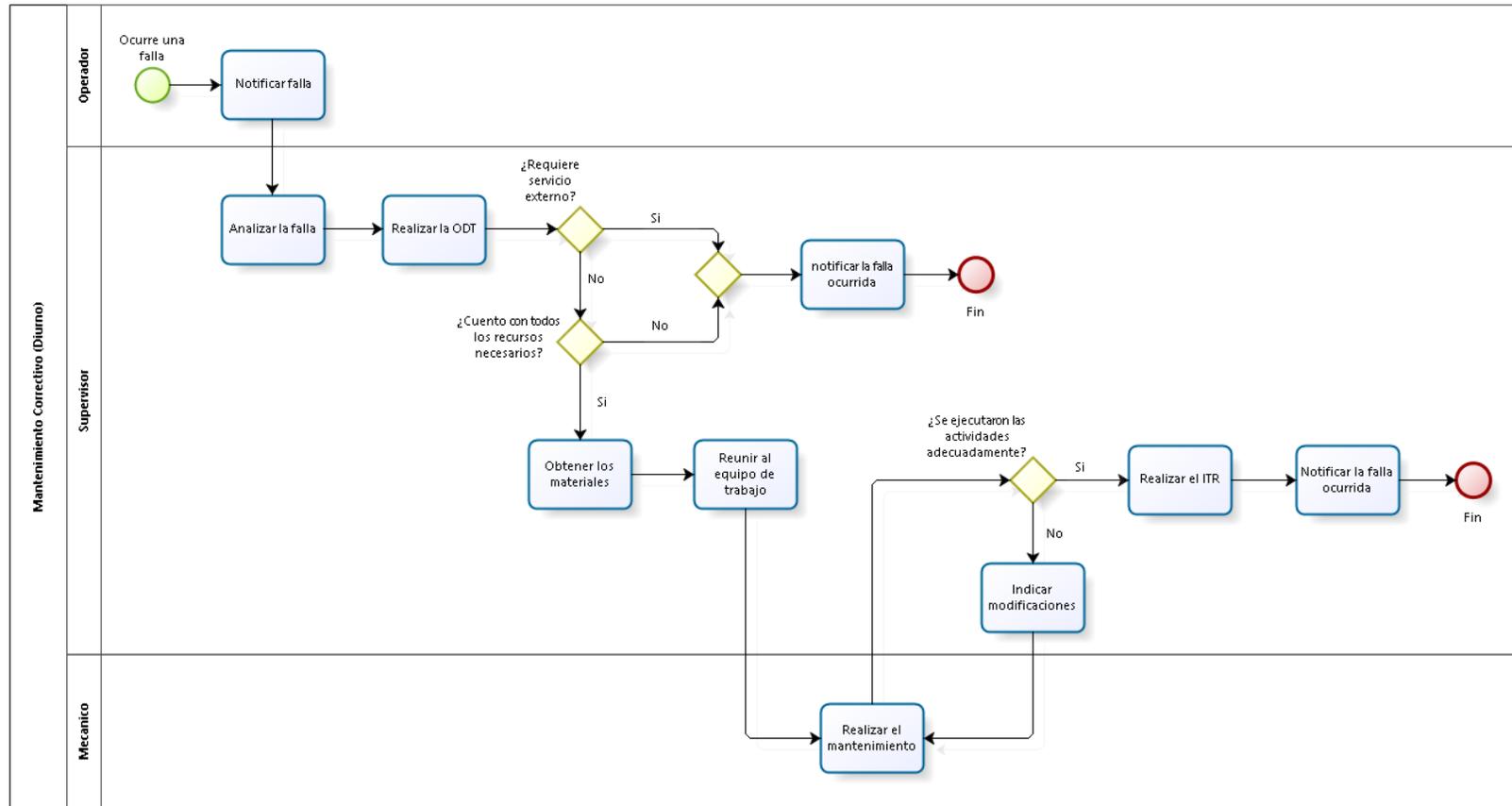


Figura 16. Diagrama de flujo propuesto para el procedimiento de mantenimiento correctivo durante la jornada laboral nocturna.  
Fuente: Elaboración Propia.

Por último se diseñaron los **Formatos de Inspección**, en donde los supervisores encargados de las áreas de Pre-elaboración y Preparación, diariamente tendrán una serie de actividades de monitoreo de los equipos con la finalidad de llevar un control de la condición y la detección de imprevistos. Estos formatos pueden ser apreciados en la sección de Anexos F.

#### **5.4. COSTOS ASOCIADOS**

##### *5.4.1. INVERSIÓN PARA LA ADECUACIÓN DE LOS EQUIPOS*

Antes de poder aplicar un mantenimiento preventivo es necesario realizar una inversión a los equipos que se encuentren en un estado crítico o no operativo, para garantizar la efectividad de las actividades de mantenimiento y prolongar su vida útil. Los equipos fueron seleccionados mediante la encuesta realizada al personal de mantenimiento, donde a los equipos que arrojaron condiciones críticas e intermedias se les realizó un diagrama Causa-Efecto (Ishikawa), con la finalidad de determinar la causa de las fallas y las soluciones a las mismas.

Por otra parte es importante poner en marcha a los equipos que no se encuentran operativos, entre ellos tenemos el disgregador cuya función es importante para la operatividad del Rompe Terrón Línea 1, ayudándolo a realizar de forma más eficiente la disminución de los terrones de la mezcla de arcilla. Igualmente se encuentra fuera de servicio el sistema de extracción de polvillo que está conformado por los ventiladores extractores y los tornillos sin fin, la ausencia de este sistema en el área ha creado un exceso de contaminación contribuyendo junto con la falta de lubricación al deterioro de los equipos.

También a partir de la caracterización de los equipos, específicamente en las cintas transportadoras, se pudo evidenciar que en algunos de los motores que tienen un sistema de transmisión de cadena motriz, no cuentan con cárter. Esto implica que si se tiene una rutina de lubricación no se pudiese cumplir de forma eficiente, por lo que es necesario fabricar los cárteres para los motores que lo ameriten.

Partiendo de los supuestos anteriores se determinaron los repuestos y materiales necesarios para adecuar los equipos seleccionados, sus costos se muestran a continuación:

Tabla 7: Costos de inversión para la adecuación de los equipos.  
Fuente: Elaboración Propia.

EQUIPO	DESTINO	REPUESTO O MATERIAL	CANT	COSTO UNIT.	ESTIMADO DE COSTO (2016)
SISTEMA DE EXTRACCIÓN	Sistema de arranque para el motor de 40 hp para el filtro de manga de la línea 1	Breaker trifásico 100 amp, 65kA	1	Bs. 30,000.00	Bs. 30,000.00
		Contactores telemecanique LC1-D85 F7	1	Bs. 75,000.00	Bs. 75,000.00
		Relé Térmico telemecanique LRD-3359	1	Bs. 32,000.00	Bs. 32,000.00
	Sistema de arranque para el motor del sin fin para el filtro de manga de la línea 1	Breaker trifásico 15 amp, 65kA	1	Bs. 40,000.00	Bs. 40,000.00
		Contactador telemecanique LC1-D12 F7	1	Bs. 30,000.00	Bs. 30,000.00
		Relé Térmico telemecanique LRD-07	1	Bs. 32,500.00	Bs. 32,500.00
	Sistema de arranque para el motor de 40 hp para el filtro de manga de la línea 2	Breaker trifásico 70 amp, 65kA	1	Bs. 25,000.00	Bs. 25,000.00
	Sistema de arranque para el motor de 30 hp para el filtro de manga de polvo de la línea 2	Contactores telemecanique LC1-D65 F7	3	Bs. 60,000.00	Bs. 180,000.00
		Relé Térmico Telemecanique LRD3355	1	Bs. 35,000.00	Bs. 35,000.00
	Sistema de arranque para el motor del sin fin para el filtro de manga de la línea 2	Breaker trifásico 15 amp, 65kA	1	Bs. 40,000.00	Bs. 40,000.00
		Contactores Telemecanique LCD-12F7	1	Bs. 32,000.00	Bs. 32,000.00
	Sistema de control y mando	Rollos de cable numero 18 -105 °c color negro	5	Bs. 25,000.00	Bs. 125,000.00
		Terminales de punta para cable numero 18	300	Bs. 108.00	Bs. 32,400.00
		Terminales de horquilla para cable numero 18	300	Bs. 55.00	Bs. 16,500.00
		Pulsador de marcha Telemecanique XB4BA21	4	Bs. 5,000.00	Bs. 20,000.00
		Pulsador de parada Telemecanique XB4BA42	4	Bs. 6,000.00	Bs. 24,000.00
		Gabinete con puerta, cerradura y doble fondo de 60X40x25 medidas en centímetros para uso en exterior con grado de protección Nema 4X	1	Bs. 80,000.00	Bs. 80,000.00
Logo marca Siemens SIPLUS LOGO! 230RC -25 +70GRDC basado en 6ED1052- 1FB00-OBA con display		2	Bs. 95,000.00	Bs. 190,000.00	
Módulo 6ED1055-1FB00-OBA2 marca siemens		2	Bs. 98,000.00	Bs. 196,000.00	

TOTAL DE INVERSIÓN PARA EL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE POLVILLO					Bs.	1,235,400.00	
CINTA C-0	Banda transportadora	Metro de banda transportadora de 800 EP 600/3 5+2 RMAI ancho:32 pulg.	85	Bs.	75,000.00	Bs.	6,375,000.00
	Faldones	Metro de faldón	80	Bs.	25,000.00	Bs.	2,000,000.00
	Bajante	Electrodo 5/32" 710	1	Bs.	3,200.00	Bs.	3,200.00
Lamina A-36 de 4mm. (1,22 x 2,44 más.)		1	Bs.	62,000.00	Bs.	62,000.00	
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA C-0					Bs.	8,440,200.00	
CINTA EXTRACTORA DE POLVILLO	Banda transportadora	Metro de banda transportadora de 500 EP 400/3 4+2 RMAI ancho:21 pulg.	25	Bs.	50,000.00	Bs.	1,250,000.00
	Carter	Lamina A-36 de 4mm. (1,22 x 2,44 más.)	0.5	Bs.	62,000.00	Bs.	31,000.00
		Electrodo 5/32" 710	0.5	Bs.	3,200.00	Bs.	1,600.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA EXTRACTORA DE POLVILLO					Bs.	1,282,600.00	
CINTA C-3	Carter	Lamina A-36 de 4mm. (1,22 x 2,44 más.)	0.5	Bs.	62,000.00	Bs.	31,000.00
		Electrodo 5/32" 710	0.5	Bs.	3,200.00	Bs.	1,600.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA C-3					Bs.	32,600.00	
CINTA C-6	Rodillo motriz	Polea 7 1/2" 2 canales	1	Bs.	70,000.00	Bs.	70,000.00
	Rodillo motriz	Polea 12" 2 canales	1	Bs.	90,000.00	Bs.	90,000.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA C-6					Bs.	160,000.00	
CINTA C-8	Carter	Lamina A-36 de 4mm. (1,22 x 2,44 más.)	0.5	Bs.	62,000.00	Bs.	31,000.00
		Electrodo 5/32" 710	0.5	Bs.	3,200.00	Bs.	1,600.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA C-8					Bs.	32,600.00	
CINTA M3-L1	Carter	Lamina A-36 de 4mm. (1,22 x 2,44 más.)	1	Bs.	62,000.00	Bs.	62,000.00
		Electrodo 5/32" 710	0.5	Bs.	3,200.00	Bs.	1,600.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA M3-L1					Bs.	63,600.00	
CINTA METALICA ROMPE TERRON L1	Saneamiento de fuga	Varios (Bandas transportadoras viejas, estructuras metálicas, electrodos, y mano de obra)	1	Bs.	5,000.00	Bs.	5,000.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA METÁLICA ROMPE TERRÓN L1					Bs.	5,000.00	
CINTA METALICA ROMPE TERRON L2	Saneamiento de fuga	Varios (Bandas transportadoras viejas, estructuras metálicas, electrodos, y mano de obra)	1	Bs.	5,000.00	Bs.	5,000.00
	Corona de bronce	Fabricación de la corona de bronce.	1	Bs.	980,000.00	Bs.	980,000.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA LA CINTA METÁLICA ROMPE TERRÓN L2					Bs.	985,000.00	
ROMPE TERRON L1	Tolva de recepción	Fabricación de rejilla	1	Bs.	700,000.00	Bs.	700,000.00
	Equipo	Rodamiento 23130	1	Bs.	500,000.00	Bs.	500,000.00
	Sistema de fusibles	Fabricación de fusible mecánico	30	Bs.	6,000.00	Bs.	180,000.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA EL ROMPE TERRÓN L1					Bs.	1,380,000.00	
ROMPRE TERRON L2	Tolva de recepción	Fabricación de rejilla	1	Bs.	700,000.00	Bs.	700,000.00
	Equipo	Rodamiento NU 322	1	Bs.	520,000.00	Bs.	520,000.00
TOTAL DE INVERSIÓN PARA EL ROMPE TERRÓN L2					Bs.	1,220,000.00	
INVERSIÓN TOTAL					Bs.	14,837,000.00	

#### 5.4.2. COSTOS PARA PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

A partir de las actividades propuestas es necesario realizar la estimación de costos para el programa planteado, permitiendo generar un presupuesto anual para el departamento del mismo.

En este presupuesto se evalúan los materiales, repuestos, herramientas y equipos necesarios para lograr llevar a cabo todas las actividades descritas para cada equipo en el plan de mantenimiento preventivo. Cabe destacar que la mayoría de los recursos necesarios como equipos de seguridad, lubricación, maquinarias, entre otros están disponible en la empresa para su uso en todas las áreas de la planta (no incluidas en este trabajo) por lo que no están incluidos en el estudio, ya que solo se quiere estimar los costos de las áreas de Pre-elaboración y Preparación en partículas.

En la Tabla 8 se exponen los costos asociados al programa de mantenimiento preventivo presentado para los diferentes equipos y maquinarias de las áreas de Pre-elaboración y Preparación, para el año 2016-2017.

*Tabla 8: Costos de materiales y herramientas para el mantenimiento preventivo.  
Fuente: Elaboración Propia.*

MATERIALES Y HERRAMIENTAS	DESCRIPCIÓN	MARCA	DESTINO	UNI.	CANT.	COSTO UNIT.	ESTIMADO DE COSTO (2016)
Aceite	68 EP Hidralub. Tambor	Venoco	Reductores rectos y pendulares	L	208	418.27	87,000.16
Aceite	68 Hidráulico. Paila	Venoco	Reductores y engranajes	L	20	1,030.00	20,600.00
Aceite	140. Paila	Venoco	Reductores, rompe terrón y engranajes	L	20	2,350.00	47,000.00
Aceite	ISO 220. Tambor	Venoco	Cinta Metálica L1 (Sumitomo)	L	208	384.00	79,872.00
Grasa	EP2 Industrial. Tambor	Venoco	Rodamientos	Kg.	181.5	12,212.00	2,216,478.00
Pistola Medidora de temperatura	Modelo UT-300b Rango (-18°C ~ 380°C)	Unit	Medición de temperatura de rodamientos y motores	unidad	1	50,000.00	50,000.00
Pintura	Esmalte industrial de secado rápido	Montana	Recubrimiento de equipos eléctricos	gal.	1	40,000.00	40,000.00
Paletas	Juego de 56 paletas para el sistema de empastado	Tornería Hernández	Empastadoras	Juego	6	1,736,000.00	10,416,000.00

Mascarillas	Mascarilla desechable antipolvo modelo 8210. Bulto (160 Unid)	3M	Personal operativo, obreros, mecánicos	Bulto	1	112,000.00	112,000.00
Kit de Brocha profesional	Bandeja de 23cm + Brocha 2"+ Rodillo 23cm + Espatula de Acero 8cm	Abracol	Equipos del área de pre elaboración y preparación	Kit	1	9,000.00	9,000.00
Juego de llaves	Kit de llaves combinadas	Stanley	Equipos del área de pre elaboración y preparación	Kit	1	45,000.00	45,000.00
Juego de destornilladores	Kit de destornilladores	Stanley	Equipos del área de pre elaboración y preparación	Kit	1	16,000.00	16,000.00
<b>TOTAL</b>							Bs. 13,199,950.16

### 5.5. RELACIÓN COSTO - BENEFICIO

Dentro del análisis Costo – Beneficio se estudia la relación existente de la inversión que se debe efectuar para cumplir con el plan propuesto, y los beneficios que se verán reflejados de dicha inversión. En este presupuesto se evalúan los materiales, repuestos, herramientas y equipos necesarios para lograr llevar a cabo todas las actividades descritas para cada equipo en el plan de mantenimiento preventivo, comparándolo con los beneficios que se obtendrán.

Por otro lado se tiene que realizar una inversión a los equipos en estado crítico y no operativos mencionados previamente, en los cuales es necesarios el remplazo de piezas y repuestos, fabricación de estructuras e instalaciones eléctricas para adecuar los equipos.

Los costos expuestos para esta propuesta fueron estimados en base a los precios de los productos presentes en el mercado nacional. Sin embargo algunos son sensibles a la variación de sus montos, debido a la inflación existente en el país. En la Figura 17 se puede apreciar los costos asociados a las inversiones necesarias para la puesta en funcionamiento de equipos fundamentales en el área de preparación, la reparación de los equipos en condiciones críticas y los costos para el plan de mantenimiento preventivo para Noviembre 2016-Octubre 2017.



*Figura 17: Inversión total para el año 2016-2017.  
Fuente: Elaboración Propia.*

Sobre la inversión expuesta el principal beneficio derivado será el buen funcionamiento y desempeño de los equipos en estas áreas, garantizando el tiempo de vida útil de los mismos y mejorando la productividad de la empresa en aproximadamente un 60%.

Por otra parte también se disminuiría la alta inversión de los costos asociados por mantenimiento correctivo, evitándose las paradas innecesarias.

Además se optimizaría el control y registro de las fallas ocurridas, con el fin de prevenirlas en un futuro, permitiendo atacar de manera eficaz y eficiente los problemas que puedan presentarse en los equipos.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

El desarrollo de esta propuesta para la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos de las áreas de Pre-elaboración y Preparación de Agregados Livianos, C.A., en donde se incluye la planificación de las rutinas de inspección, lubricación, limpieza y reemplazo de piezas o partes, y procedimiento de flujo de las actividades solventa la necesidad que presenta la empresa de estructurar un plan de mantenimiento especialmente para las áreas que comprende el estudio, mejorando los problemas que presenta la gestión del departamento, la corrección de las fallas o averías que se puedan presentar en los equipos durante su actividad cotidiana, facilitar los procesos requeridos para la optimización de los reportes de fallas y sus respectivas reparaciones, con el fin de disminuir las interrupciones en el sistema, aumentar el nivel de productividad y reducir los costos por mantenimiento correctivo.

A partir de lo expuesto anteriormente se puede concluir que se alcanzó dar una propuesta de solución a la problemática inicial planteada por la empresa. Detalladamente las conclusiones son las siguientes:

- Se logró realizar la caracterización de los equipos y maquinarias que elaboran la arcilla expandida en las áreas estudiadas, mediante la elaboración de fichas técnicas en donde se registró la información relevante de los mismos. A partir de ello y de las entrevistas no estructuradas realizadas al personal que integra la empresa, se apreció la falta de información técnica, registro de modificaciones y mantenimientos ejecutados en los equipos. También se pudo apreciar la falta de comunicación entre las gerencias de mantenimiento generando deficiencias de organización y logística.
- Se caracterizaron todos los procesos referidos al mantenimiento realizado en las áreas de estudio, reflejando la deficiencia existente en la gestión, comunicación y registro de fallas y actividades realizadas en los equipos.

- Se analizaron las distintas rutinas y actividades de mantenimiento que sostenía la empresa con relación a las fallas ocurridas las cuales sólo eran de tipo correctivo, evidenciándose la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos. Este análisis se ejecutó con la realización de un Diagrama Causa-Efecto y una matriz FODA, con la cual se lograron determinar las brechas existentes, obteniéndose como resultado final las acciones a tomar en el plan de mantenimiento preventivo propuesto, suministrando el estimado de los costos asociados para el cumplimiento del mismo.
- Se determinaron los recursos necesarios para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo a los equipos requeridos, así como la inversión que se necesitará realizar para poner operativos aquellos equipos que no se encuentren en funcionamiento. De igual forma a través de una encuesta de elaboración propia se logró determinar los equipos críticos que presentan las áreas en estudio y se determinó su inversión para ponerlos en buenas condiciones operativas.
- Se formularon las acciones necesarias para disminuir las brechas analizadas, mediante la propuesta del plan de mantenimiento correctivo expuesto en el presente documento, con el propósito de mejorar y optimizar las actividades de la empresa y su productividad.
- Se analizó la relación Costo - Beneficio, en la cual se evidencia la ventaja que ofrece el plan de mantenimiento propuesto, ya que además de disminuir los altos costos por mantenimiento correctivo, se logrará garantizar la vida útil, el funcionamiento y desempeño de los equipos, reduciendo las interrupciones por paradas innecesarias y aumentando la productividad de la empresa.

### 6.1.1. RECOMENDACIONES

- Implementar el plan para la gestión de mantenimiento preventivo propuesto y desarrollado, en virtud de las ventajas y beneficios que aportará al sistema productivo de la empresa.
- Instruir y preparar a los operadores, mecánicos, electricistas, soldadores, coordinadores y supervisores en las actividades para ejecutar el plan propuesto para la prevención de las fallas y los nuevos procedimientos de los mantenimientos no programados.
- Incentivar un ambiente de trabajo en equipo y comunicación entre el personal de los diferentes departamentos.
- Realizar la propuesta presente para todas las áreas de producción de la empresa al igual que los equipos y maquinarias dentro del departamento de mantenimiento.
- Examinar detalladamente el sistema neumático de embrague del Rompe Terrón L2, para adecuarlo, debido a la falta de información de las reparaciones realizadas previamente no se conoce las acciones necesarias para establecer su funcionamiento.
- Realizar el registro de las fallas para la generación de indicadores que permitan llevar un control estadístico de los equipos, a partir de los formatos generados del plan de mantenimiento preventivo propuesto en el trabajo de grado.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Agregados Livianos, C.A.*, 1.5. (2012). Recuperado el 13 de julio de 2016, de <http://www.aliven.com.ve>
- Alba Sánchez, D. (2015). *Relación Beneficio Costo*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica* (5ta. ed.). Caracas: Episteme.
- Balestrini, M. (2002). *Como se Elabora el Proyecto de Investigación* (2da. ed.). Caracas: BL Consultores Asociados.
- Bavaresco de Prieto, A. M. (2006). *Proceso Metodológico en la Investigación: Cómo hacer un Diseño de Investigación* (Quita ed.). Maracaibo, Zulia: EDILUZ.
- Duffuaa, D., Raouf, A., & Dixon, J. (2000). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control* (Primera ed.). D.F., Mexico: LIMUSA .
- Finol, M., & Camacho, H. (2006). *El Proceso de la Investigación Científica*. Maracaibo, Venezuela: Ediluz.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación* (4ta. ed.). Mexico: McGraw Hill.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística* (3ra ed.). Caracas: Quirón - SYPAL.
- Hurtado de Barrera, J. (2008). *Metodología de la investigación: Una Comprensión Holística* (3ra. ed.). Caracas: Quirón - SYPAL.
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del Comportamiento* (4ta. ed.). (L. E. Pineda, Trad.) Mexico: McGraw - Hill.
- Norma Venezolana Covenin 2500-93. (2001). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria*. Caracas.

Norma Venezolana Covenin 3049-93,. (2001). *Mantenimiento Definiciones*. Caracas.

Pérez Brito, K. (2016). *Propuesta de mejora de los procesos de procura de materiales, servicios y sobretiempo para el mantenimiento de la empresa Agregados Livianos, C.A.* Pasantía, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas.

Ribis, S. (2015). *Gestión de Planes de Mantenimiento*.

Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas: Lumen.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica: Incluye Evaluación y Administración de Proyectos de Investigación* (4ta. ed.). (Grupo Noriega, Ed.) Mexico: LIMUSA.