

Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A.,  
mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

Ing. Javier Ignacio Negrette González – C.C. 1.070.811.612

Ing. José Esneider Suarez Rojas – C.C.1.024.524.843

Ing. Alexis Alfonso Flórez Martínez – C.C. 80.801.998

Asesor:

Ing. Miguel Ángel Urian Tinoco

Esp. en Gerencia de mantenimiento

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. 17 Junio, 2019

Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A.,  
mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

Trabajo de grado para optar al título de especialista en gerencia de mantenimiento

Ing. Javier Ignacio Negrette González – C.C. 1.070.811.612

Ing. José Esneider Suarez Rojas – C.C.1.024.524.843

Ing. Alexis Alfonso Flórez Martínez – C.C. 80.801.998

Especialización en Gerencia de Mantenimiento

Dirección de posgrados

Universidad ECCI

Bogotá D.C. 17 Junio, 2019

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Bogotá D.C., 17 Junio 2019**

Mosquera, 7 de junio de 2019

Señor:

Julio Alberto Perea Sandoval

Director de postgrados

Universidad ECCI


Ciudad.

Ref. Autorización

Con un atento saludo, autorizo para realizar en nuestra empresa **VITELSA MOSQUERA S.A.** a los ingenieros **ALEXIS ALFONSO FLOREZ MARTINEZ** con cedula de ciudadanía No. 80.801.998 de Bogotá, **JAVIER IGNACIO NEGRETTE GONZALEZ** con cedula de ciudadanía No. 1.070.811.612 y **JOSE ESNEIDER SUAREZ ROJAS** con cedula de ciudadanía No. 1.024.524.843 de Bogotá, estudiantes de la especialización en gerencia de mantenimiento, el proyecto de investigación que denominaron "**Propuesta de mejora del plan de mantenimiento preventivo mediante el método de 19 pasos en la empresa Vitelsa Mosquera S.A.**" como asesor de la investigación participará el Esp. Miguel Angel Urian Tinoco.

Agradeciendo su atención.

Cordialmente



Luis Esteban Luna Avila

Vitelsa Mosquera S.A.

## **Dedicatoria**

A nuestros familiares y amigos por el apoyo incondicional prestado, para lograr esta nueva meta en nuestras vidas, a nuestros compañeros de especialización y maestros por compartir sus conocimientos y experiencias profesionales durante este último año.

**José Esneider Suarez Rojas**  
**Javier Ignacio Negrette González**  
**Alexis Alfonso Flórez Martínez**

## **Agradecimientos o reconocimientos**

A Dios por la vida, por darnos apoyo y fortalezas en momentos de dificultades. A la Universidad ECCI, por abrirnos sus puertas y prepararnos durante este ciclo de nuestras vidas, en el cual quisimos enriquecer nuestros conocimientos como ingenieros profesionales en gerencia en mantenimiento, logrando ser mejores personas apuntando a la excelencia a nivel superior.

A los profesores que con su paciencia, tolerancia y sabiduría nos enseñaron sus conocimientos para ser competentes ante la sociedad. De manera especial al Ing. Miguel Ángel Urian Tinoco tutor de nuestro proyecto de investigación.

## Contenido

Dedicatoria .....	5
Agradecimientos o reconocimientos.....	5
Tablas .....	9
Ilustraciones.....	10
Ecuaciones.....	10
Graficas .....	10
Introducción.....	11
Resumen/ Abstract.....	12
Palabras Claves/ Keywords .....	13
Glosario de términos .....	13
1. Título de la Investigación .....	15
2. Problema de investigación.....	15
2.1. Descripción del problema.....	15
2.2. Planteamiento del problema .....	16
2.3. Sistematización del problema.....	16
3. Objetivos de la Investigación.....	17
3.1. Objetivo general .....	17
3.2. Objetivos específicos .....	17
4. Justificación y delimitación .....	17
4.1. Justificación.....	17
4.2. Delimitación .....	18
4.3. Limitaciones .....	19
5. Marco conceptual .....	19
5.1. Estado del arte .....	19
5.1.1. Estado del arte nacional .....	19
5.1.2. Estado del arte internacional .....	23
5.2. Marco Teórico .....	27
5.2.1. Mantenimiento .....	27
5.2.2. Mantenimiento predictivo.....	28
5.2.3. Mantenimiento preventivo.....	29

5.2.4.	Mantenimiento correctivo.....	29
5.2.5.	Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) .....	29
5.2.6.	Mantenimiento productivo total.....	30
5.2.7.	Indicadores de gestión de mantenimiento .....	31
5.2.8.	Disponibilidad.....	31
5.2.9.	Confiabilidad.....	31
5.2.10.	Método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo .....	31
5.2.11.	Análisis de causa raíz.....	33
5.2.12.	Análisis de criticidad .....	33
5.2.13.	Taxonomía de equipos .....	33
5.3.	Tipos de vidrio.....	35
5.3.1.	Vidrio crudo o flotado.....	35
5.3.2.	Vidrio templado.....	36
5.3.3.	Vidrio laminado.....	36
5.3.4.	Vidrio DVH o cámara .....	36
5.3.5.	Vidrio laminado de control solar .....	37
5.3.6.	Vidrio multilaminado .....	37
	Son vidrios laminados en los que se unen tres o más láminas de vidrio con el fin de.....	37
	aumentar su resistencia mecánica, son la base para vidrios blindados y vidrios para .....	37
	pasos de escaleras y pasarelas.....	37
5.3.7.	Vidrio dual intelligent glass private .....	37
6.	Marco normativo/legal .....	38
7.	Marco metodológico .....	39
7.1.	Recolección de la información .....	39
7.1.1.	Tipo de investigación.....	39
7.1.2.	Fuentes de obtención de la información .....	40
7.1.2.1.	Fuentes primarias.....	40
7.1.2.2.	Fuentes secundarias .....	40
7.1.3.	Herramientas .....	41
7.1.4.	Metodología.....	41
7.1.5.	Información recopilada .....	42

7.1.5.1.	Indicadores de mantenimiento existentes .....	42
7.1.5.2.	Auditoría de mantenimiento.....	43
7.1.5.9.	Programa de mantenimiento 2019.....	51
7.2.	Análisis de la información.....	53
7.2.1.	análisis de los indicadores. ....	53
7.2.2.	Análisis de la auditoría. ....	53
7.2.3.	análisis del programa de mantenimiento .....	54
8.	Propuesta(s) de solución.....	55
8.1.	Paso 1, seleccionar las máquinas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo (PMP).....	55
8.2.	Paso 2, valorar el grado de deterioro del activo .....	56
8.3.	Paso 3, estudio técnico del activo .....	58
8.4.	Paso 4, Formación de archivo técnico del activo .....	58
8.5.	Paso 5, codificación del activo .....	59
	codificación alfa numérica, con el fin de tener claro la ubicación del activo según su planta y área de operación. ....	59
8.6.	Paso 6, determinar los parámetros de funcionamiento global.....	60
8.7.	Paso 7, determinar los objetivos específicos del plan de mantenimiento preventivo (PMP) .....	61
8.8.	Paso 8, dividir el activo en partes .....	63
8.9.	Paso 9, dividir el activo en sub partes.....	65
8.10.	Paso 10, elaboración del manual de mantenimiento preventivo .....	68
8.11.	Paso 11, determinar los repuestos requeridos para cada tarea.....	68
8.12.	Paso 12, calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo para el activo	69
8.13.	Paso 13, elaborar diagrama de Gantt anual .....	70
8.14.	Paso 14, organizar la ejecución de inspección.....	70
8.15.	Paso 15, definir las estrategias de motivación .....	71
8.16.	Paso 16, calcular el costo del mantenimiento preventivo.....	71
8.17.	Paso 17, inicio del plan de mantenimiento preventivo.....	72
8.18.	Paso 18, evaluar el plan de mantenimiento preventivo (PMP).....	72



8.19.	Paso 19, actualizar periódicamente el plan de mantenimiento preventivo (PMP)	
	72	
9.	Impactos esperados/generados.....	73
10.	Análisis financiero.....	74
10.1.	Análisis financiero plan de mantenimiento año 2018 .....	74
10.2.	Análisis financiero propuesta de mejora plan de mantenimiento, con la implementación de los 19 pasos de mantenimiento preventivo .....	76
11.	Conclusiones y recomendaciones.....	79
11.1.	Conclusiones .....	79
11.2.	Recomendaciones.....	80
12.	Bibliografía .....	81

## Tablas

Tabla 1	Método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo - Fuente: Autores.....	32
Tabla 2	Datos del equipo – Fuente: ISO14224 .....	34
Tabla 3	Datos de la avería – Fuente: ISO14224 .....	34
Tabla 4	Datos de mantenimiento – Fuente: ISO14224 .....	35
Tabla 5	Marco normativo legal .....	38
Tabla 6	Tipos de investigación fuente - guía metodológica ECCI.....	39
Tabla 7	Metodología, Fuente: Autores.....	41
Tabla 8	Indicadores Vitelsa Mosquera S.A.....	42
Tabla 9	Histórico de indicadores Vitelsa Mosquera S.A., año 2018 .....	43
Tabla 10	Caracterización auditoria de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	43
Tabla 11	Aspecto B, criticidad rutas de inspección (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	44
Tabla 12	Aspecto C, manejo de la información (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	45
Tabla 13	Aspecto D, auditoria sobre el mantenimiento actual (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	47
Tabla 14	Aspecto E, antecedentes de costos de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	48
Tabla 15	Aspecto F, efectividad del mantenimiento actual (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	49
Tabla 16	Resumen de la auditoría de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	50

Tabla 17 Plan de mantenimiento Vitelsa Mosquera S.A. ....	52
Tabla 18 Activos que forman parte del PMP .....	56
Tabla 19 Estimación grado de deterioro del activo .....	57
Tabla 20 Datos técnicos, taladro Skill Drill Glass.....	58
Tabla 21 Codificación plantas Vitelsa S.A., nivel nacional .....	59
Tabla 22 Codificación áreas, planta de producción Vitelsa Mosquera S.A.....	60
Tabla 23 Codificación del activo taladro Skill Drill Glass .....	60
Tabla 24 Codificación del activo taladro Skill Drill Glass (planta, área, activo y numero) 60	
Tabla 25 Parámetros de funcionamiento global .....	61
Tabla 28 Sistemas y partes del activo, taladro Skill Drill Glass .....	64
Tabla 29 Sistema, partes y sub partes del activo taladro Skill Drill Glass.....	67
Tabla 31 Stock de repuestos.....	69
Tabla 32 Disponibilidad del activo taladro Skill Drill Glass, para realizar mantenimiento preventivo .....	69
Tabla 35 Información financiera año 2018 .....	74
Tabla 36 Ingreso, egreso y flujo neto 2018.....	76
Tabla 37 Análisis financiero propuesta, 19 pasos mantenimiento preventivo .....	76
Tabla 38 Ingreso, egreso, flujo neto propuesta 19 pasos de mantenimiento preventivo .....	78

### **Ilustraciones**

Ilustración 1 Planta de producción, Vitelsa Mosquera S.A.....	40
Ilustración 2 Taladro Skill Drill Glass .....	55
Ilustración 3 Evidencia archivo técnico taladro Skill Drill Glass.....	59

### **Ecuaciones**

Ecuación 1 Disponibilidad – Fuente: Clase de mantenimiento I.....	31
Ecuación 2 Confiabilidad – Fuente: Clase de mantenimiento I .....	31

### **Graficas**

Grafico 1 Detalle criticidad ruta de inspección (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	44
Grafico 2 Detalle manejo de la información (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	46
Grafico 3 Detalle mantenimiento actual (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	47

Grafico 4 Detalle costos de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	48
Grafico 5 Detalle efectividad de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	49
Grafico 6 Detalle general auditoría de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores .....	50

## **Introducción**

Hoy en día, el mundo se encuentra en un alto nivel de globalización, lo que hace que los mercados se forcen a la homologación de productos y asimilación de tecnología, esto hace que el sector industrial eleve los estándares de calidad haciendo más difícil competir, de esta forma surge la necesidad en las empresas de ser más eficientes e invierten en mejores procesos de mantenimiento para sus activos buscando prolongar su vida útil. El caso de estudio nace de la necesidad de la compañía Vitelsa Mosquera S.A., de mejorar sus procesos y procedimientos en cuanto al mantenimiento preventivo que se realiza actualmente en está, realizar un análisis del estado actual es fundamental para proyectar la investigación y poder generar una propuesta de mejora que apunte la optimización de tiempos en el desarrollo de las tareas de mantenimiento, a continuación se encuentra el planteamiento de una propuesta de solución la cual brinda un aporte positivo mediante una metodología por pasos.

## **Resumen/ Abstract**

Esta investigación documentada consiste en una propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., aplicando el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

Los resultados esperados con la implementación de la propuesta, permitirá mejorar de forma significativa los indicadores de confiabilidad y disponibilidad en los activos de la compañía impactando de forma positiva la producción y reduciendo los sobre costos generados por el área de mantenimiento.

Realizar esta investigación permitió identificar los equipos más críticos de esta empresa, atacando de forma directa uno de los activos más críticos el Taladro Skill Drill Glass, en donde se realizó un análisis minucioso para la identificación de fallas , repuestos , partes , sub partes, tiempos de mantenimiento, tiempos de paradas, tiempo disponible y finalmente poder identificar la confiabilidad de este, que es la más apetecida por las aéreas como la de producción y mantenimiento, conocer donde se encuentra el cuello de botella en la empresa es lo más fundamental de esta forma se puede atacar el problema de raíz y tener claridad del costo beneficio que este activo genera para la empresa.

## **Palabras Claves/ Keywords**

Mantenimiento, predictivo, preventivo, correctivo, productivo, activo, falla, emergencia, avería, vidrio, ciclo, indicador, costo, gasto.

## **Glosario de términos**

**Costo de adquisición:** valoración contable de los egresos o erogaciones causadas por la compra o adquisición de un equipo, sistema, componente o parte. (ACIEM, 2018)

**Costo de utilización:** valoración contable de las erogaciones que se generan por el uso de un activo físico, provenientes de la operación, mantenimiento y optimizaciones. (ACIEM, 2018)

**Costo del ciclo de vida:** valoración económica realizada a un sistema, equipo o componente donde se incluyen todos los elementos de costo que un equipo puede llegar a causar a lo largo de su ciclo de vida. (ACIEM, 2018)

**Costo directo del mantenimiento:** valoración contable de las erogaciones que se generan por la ejecución de mantenimientos sobre un activo físico, tales como mano de obra (propia o contratada), materiales y herramientas utilizadas. (ACIEM, 2018)

**Costo indirecto de mantenimiento:** valoración de las erogaciones que se generan por la gestión de mantenimiento, tales como ingenieros, gerentes, materiales administrativos, herramientas informáticas y otros recursos requeridos para la gestión. (ACIEM, 2018)

**Costos de falla:** pérdidas de dinero derivadas de las consecuencias por falla funcional de un equipo o componente, tales como los gastos derivados por la afectación a las personas, al medio ambiente, al patrimonio, la propiedad ajena, la producción y la materia prima. (ACIEM, 2018)

**Depreciación:** es la pérdida de valor económico de un activo fijo, debido al desgaste normal que sufre producto de la utilización durante su vida útil. (ACIEM, 2018)

**Disponibilidad:** capacidad de un sistema, equipo o componente para desempeñar su función durante un determinado periodo de tiempo, en condiciones y rendimiento definidos. La disponibilidad de un ítem no implica necesariamente que esté funcionando, sino que se encuentre en condiciones de funcionar. (ACIEM, 2018)

**Efectividad:** equilibrio entre la eficiencia y la eficacia. (ACIEM, 2018)

**Efecto de falla:** hecho o acontecimiento resultante cuando los sistemas, equipos, componentes o partes han perdido capacidad para realizar su función. (ACIEM, 2018)

**Eficacia:** capacidad de lograr el efecto deseado. (ACIEM, 2018)

**Eficiencia:** relación entre los recursos utilizados y el logro conseguido. (ACIEM, 2018)

**Equipo:** nivel de clasificación de los activos físicos operativos sobre el cual se realizan actividades de mantenimiento y costeo del mismo. Según el modelo de gestión de cada empresa, se puede asimilar al concepto de componente.

**Estado de indisponibilidad:** situación en la que un sistema, equipo, componente o parte no puede ser usado por factores intrínsecos o extrínsecos. (ACIEM, 2018)

**Falla:** pérdida de la capacidad de un equipo para desempeñar la función para la cual fue diseñado o requerido. (ACIEM, 2018)

**Activo fijo:** elemento físico o intangible (bienes o derechos) con valor monetario y contable, de carácter permanente, que una empresa o individuo utiliza como medio de explotación. (ACIEM, 2018)

**Mantenimiento predictivo:** mantenimiento para evitar la falla o reducir las consecuencias de esta, basada en la evaluación de la condición de una o más características técnico-operativas de un activo. (ACIEM, 2018)

**Mantenimiento preventivo:** mantenimiento para evitar la falla o reducir las consecuencias de esta. Para algunos autores, el preventivo incluye el predictivo.

Mantenimiento correctivo: forma de organizar la planeación, programación y ejecución de los trabajadores de mantenimiento de tal forma que se ubican en un solo centro operativo. (ACIEM, 2018)

## **1. Título de la Investigación**

Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

## **2. Problema de investigación**

### **2.1.Descripción del problema**

A nivel nacional se encuentra que el vidrio es necesario para cualquier tipo de proyecto, sin embargo se encuentra que son pocas las compañías que se han dedicado a esta actividad, hoy por hoy, el vidrio es requerido con características especiales como colores, control solar y acústico, en Colombia existe una empresa dedicada a esta labor que con el pasar de los años se mantiene en el mercado intentando incursionar en las nuevas tendencias y lograr un buen posicionamiento a nivel nacional con miras al mercado internacional, es el caso de la empresa Vitelsa Mosquera S.A.

La planta de Mosquera inició su operación en el año 2014, y desde entonces los activos de la compañía presentan paradas repentinas, especialmente en el área de

producción y específicamente el Taladro Skill Drill, el cual presentan baja disponibilidad y confiabilidad como consecuencia de fallas como: alarmas por sobrecarga en magneto térmico mandril dos, fallas en el sistema de vacío de la prensa, falló en válvulas del sistema de refrigeración de las herramientas, la cual es repetitiva en los otros dos taladros, esto genera afectaciones en los tiempos de producción. Si bien es cierto esta compañía cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y algunos indicadores normalmente se vienen cumpliendo, la percepción por parte de sus clientes internos (producción, calidad, gerencia) es que su gestión es ineficiente.

## **2.2.Planteamiento del problema**

¿Cómo el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, contribuye a mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los activos en la empresa Vitelsa Mosquera S.A.?

## **2.3.Sistematización del problema**

¿Cuál ha sido el impacto generado económicamente en la producción, a causa de las paradas repentinas por fallas en los activos?

¿Cómo la empresa Vitelsa Mosquera S.A., organiza las tareas de mantenimiento de los equipos de producción?

¿Cuál es la principal causa de tiempos muertos de los equipos de producción de Vitelsa Mosquera S.A.?



### **3. Objetivos de la Investigación**

#### **3.1. Objetivo general**

Diseñar una propuesta de mejora del plan de mantenimiento, a través del método de los 19 pasos que permita mejorar la confiabilidad y disponibilidad en los activos de la empresa Vitelsa Mosquera S.A.

#### **3.2. Objetivos específicos**

Establecer el estado actual del área de mantenimiento.

Realizar taxonomía de equipos para el área de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A.

Organizar las tareas de mantenimiento preventivo para el equipo caso de estudio, el cual será determinado de acuerdo al análisis de criticidad de equipos, que permita guiar al personal ingenieros, técnicos y operarios de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., con el fin de mejorar los conocimientos técnicos y desarrollo de actividades.

### **4. Justificación y delimitación**

#### **4.1. Justificación**

En la actualidad a nivel internacional muchas empresas apuntan a reducir las paradas repentinas de sus activos con el apoyo de nuevas tecnologías, generando controles por medios electrónicos, sistematizados y controlando las operaciones mediante sensores que actúan con alarmas de protección por rangos y parámetros establecidos, de igual forma se cuenta con la información debidamente documentada de repuestos y proveedores apuntando siempre a la disponibilidad de éstos, desde el más crítico hasta el de menor rotación. La globalización ataca de forma directa a las grandes empresas que brinda la

sensación de que estas actúan en el mercado como en una forma de campo magnético, cosa que no sucede con las empresas a nivel nacional, las cuales cuentan con proyecciones más a corto y mediano plazo, enfocándose en competidores directos y tratando de conseguir un posicionamiento con renombre que facilite el paso entre las más potenciales, las filosofías empresariales a nivel nacional vienen más de forma limitada ya que muchas descienden de procesos, crecimientos y pensamientos familiares por lo que cuesta más estandarizar procesos que brinden confianza a los grandes inversionistas o contratistas que requieran del producto para proyectarlo en el mercado.

El mantenimiento correctivo y preventivo que tiene en la actualidad la empresa Vitelsa Mosquera S.A., carece de una transcendencia que permita minimizar los retardos producidos en los equipos que intervienen en la producción, como por ejemplo las paradas de los activos ocasionadas por fallas mecánicas o eléctricas, al llevar un control del ciclo de vida de los equipos y el adecuado funcionamiento de los mismos permite mejorar la tareas de mantenimiento preventivo y por lo tanto del correctivo, con el desarrollo de este proyecto se busca generar buenas prácticas para el área de mantenimiento de la compañía mejorando la confiabilidad y disponibilidad en los activos de la planta.

#### **4.2.Delimitación**

Realizar una propuesta de mejora del plan de mantenimiento para la empresa Vitelsa Mosquera S.A., aplicando el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo en uno de los activos más críticos de la compañía, dicha actividad será realizada desde noviembre 2018 hasta junio 2019.

### **4.3.Limitaciones**

El tiempo de ejecución de la propuesta es de siete meses por ser un trabajo de grado, adicional los integrantes del grupo actualmente se encuentran laborando lo cual genera problemas de disponibilidad para realizar visitas o consultorías en horarios laborales en las instalaciones de la compañía caso de estudio. De igual forma la ubicación de la empresa ya que la sede se encuentra en el municipio de Mosquera Cundinamarca lo cual dificulta el desplazamiento de dos integrantes del grupo.

## **5. Marco conceptual**

### **5.1. Estado del arte**

#### **5.1.1. Estado del arte nacional**

En el año 2008, en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, el ingeniero Camilo Andrés Serrano Suárez en convenio con la empresa Vitelsa S.A., realizan la aplicación de conocimiento adquirido en la entidad educativa por medio de una tesis, donde se enfocan en el proceso productivo de la compañía y la necesidad de mantener en óptimas condiciones toda la maquinaria de ésta, actividad que involucra de forma directa toda el área de mantenimiento, ya que nace la necesidad de plantear planes de mejora en los programas de mantenimiento preventivos existentes en la misma sede (Suárez Serrano, 2008). Este trabajo aporta a la presente investigación una serie de conocimientos específicos relacionados con el proceso de producción de la compañía, y desde este punto de vista lograr identificar la importancia del área de mantenimiento para el proceso y la compañía, con la implementación de buenas prácticas y metodologías de mantenimiento, la

compañía lograra impactos significativos tanto en la calidad del producto y la fidelización de los clientes.

En el año 2011, en la Universidad Pontificia Bolivariana, el ingeniero Danny Alexander Luna Nova con el trabajo: diseño y distribución de la nueva planta de vidrio templado y laminado Vitelsa S.A., en la ciudad de Bogotá, expone la metodología en la cual se tiene en cuenta en para el realizar el diseño de la planta ubicada en la zona industrial Mosquera, donde realizan una obtención de datos básicos y un análisis de factores en las diferentes áreas de ubicación de máquinas y mantenibilidad, hace un diseño flexible para cualquier restauración a futuro teniendo en cuenta comodidad y condiciones laborales para los operarios (Luna Nova, 2011). Este documento aporta a la presente investigación una trazabilidad y recopilación de información relacionada con la forma en que fue diseñada la planta Vitelsa Mosquera S.A., caso de estudio, permitiéndonos tener una mayor claridad hacer de la distribución de áreas, proceso y ubicación de activos.

En el año 2014, en la Universidad Francisco de Paula Santander, el ingeniero Raúl Gabriel Echeverri Hernández con el trabajo, Actualización del programa de mantenimiento autónomo y del soporte operativo de la planta los patios – Cemex Colombia S.A., expone una revisión sobre las actividades a realizar por los operarios de una planta de producción de cemento, donde presenta una metodología para hacer las cartas de atención básica a equipos (Hernández Echeverri, 2014). Este documento aporta a la presenta investigación una guía clara acerca de las cartas de atención básicas a equipos, las cuales serán usadas como guía en el presente trabajo de grado.

En año 2018, en la Universidad Tecnológica de Pereira, el ingeniero Danilo Eduardo Corredor Rodríguez con el trabajo, diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Frigotun S.A., permite que la compañía administre sus activos

de una manera eficaz y efectiva, logrando respuestas inmediatas, oportunas y satisfactorias por parte del área de mantenimiento de la compañía gracias al incremento de la disponibilidad, confiabilidad y vida útil de los activos, así mismo, logrando la reducción de costos por reparaciones y paradas no programadas en los activos de la compañía caso de estudio (Corredor Rodríguez, 2018). Este documento aporta a la presente investigación algunos aspectos básicos e importantes que se deben tener en cuenta para el desarrollo de la investigación Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, recopilando información relacionada con los indicadores de gestión de mantenimiento confiabilidad y disponibilidad indicadores que tratamos en la investigación.

En año 2013, en la Universidad Pontificia Bolivariana, el ingeniero Juan Gildardo Galvis Castrillón con el trabajo plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de la empresa Campesa S.A., para el año mencionado en la compañía no existe un plan de mantenimiento preventivo, con dicha propuesta se establecen rutinas y actividades centradas en limpieza, inspección, lubricación y ajuste (LILA) con el fin de anticipar la falla del activo y así asegurar las funciones principales de funcionamiento (Galvis Castrellón, 2013). Este documento aporta a la presente investigación algunas recomendaciones y pasos a seguir en el momento de realizar una propuesta o diseño de un plan de mantenimiento preventivo, realizando un enfoque en LILA, tareas básicas de mantenimiento para la conservación del activo, estrategia que se usa en los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

En el año 2016 el ingeniero Sergio Stiven Paramo Ortega desarrollo el trabajo de grado titulado “análisis para la implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la maquinaria en la línea de pulido de vidrio de la empresa vitrinas

páramo ortega” el cual se ejecuta sobre la base de una empresa del mismo objeto social, y con maquinaria utilizada únicamente en la industria del vidrio como caso de estudio (pulidora rectilínea y pulidora de formas pulpo) (Páramo Órtega, 2016). Este trabajo de grado sirve como punto de inicio para realizar tanto los análisis de costos por mantenimiento como los análisis de ingresos generados por la operación de máquinas especializadas en la industria del vidrio.

En el año 2016 la Universidad ECCI, publica el libro “Investigación en gestión organizacional” en el cual recopila el artículo del Ingeniero Julio Cesar Wagner Arbeláez titulado “Impacto de la estrategia de mantenimiento en la operación de una planta de manufactura” el cual analiza y da muestras de cómo el Mantenimiento puede dejar de ser visto como un gasto para convertirse en un centro de ingresos cuando es bien gestionado (Wagner Arbelaez, 2016). Este artículo aporta por un lado un benchmarking mundial de los indicadores de mantenimiento lo que permitirá establecer metas para los mismos que serán propuestos en el presente trabajo de grado, por otro lado, presenta unas recomendaciones para una adecuada gestión del mantenimiento tanto desde la parte táctica como operativa.

En el año 2014, los señores Camilo Ernesto Buelvas Díaz y Kevin Jair Martínez Figueroa realizaron un plan de mejora de mantenimiento preventivo para maquinaria pesada de la empresa L y L. esta investigación permite analizar un método estratégico impulsado a prolongar la vida útil de los mecanismos de esta maquinaria basados en la metodología de una mejora continua, implementada a través de fases donde se tiene muy en cuenta la información documentada, inspecciones periódicas y mantenimientos, siempre enfocados a los resultados de una buena disponibilidad. Esta es considerada como el primer objetivo para alcanzar los más altos índices de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los mecanismos utilizados en esta maquinaria, por lo que plantean realizar

el seguimiento de éstos mediante indicadores de gestión, como lo son el indicador de disponibilidad, e indicador de costos de mantenimiento preventivo (Díaz & Figueroa, 2014). Modelos que nos brindan una ilustración para ser estudiados e implementados en nuestro caso de estudio de la empresa Vitelsa Mosquera S.A en la que se pretende mejorar el plan de mantenimiento de esta empresa mediante la metodología de los 19 pasos del mantenimiento preventivo, por lo que se debe tener claridad de los requerimientos de los equipos, es por esto que definir unos muy buenos indicadores es muy importante para conocer el estado actual y vida útil de los equipos encargados de la producción para la transformación del vidrio.

### **5.1.2. Estado del arte internacional**

En el año 2011, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba, los ingenieros Jesús Cabrera y Henry Araque con el trabajo de Investigación Mejoras al programa de mantenimiento de máquinas desoladoras para la extracción de aceite, exponen la forma de aplicar nuevos métodos y enfoques en mantenimiento a partir de la identificación de oportunidades de mejora basadas en las confiabilidades operacionales en los elementos que componen un activo (Cabrera & Araque, 2011). Este trabajo aporta a la presente investigación una proyección clara, relacionada con las mejoras que un equipo de mantenimiento puede implementar en su área a través de nuevos enfoques y métodos que inician desde la identificación de planes y oportunidades de mejora que concentran todos sus esfuerzos en la confiabilidad operacional.

En el año 2016, en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba, los ingenieros Michael Galán y Alfonzo Duany con el documento metodología e implementación de un programa de gestión de mantenimiento, realizan dicha

implementación con ayuda y el uso de herramientas tecnológicas donde desarrollan un programa de mantenimiento y su puesta en práctica, teniendo como base el método de Kant implementando en la metodología sus dos primeros niveles en una planta de productos naturales (Herrera Galán & Duany Alfonzo, 2016). Este trabajo aporta a la presente investigación una visión muy importante como lo es lograr la implementación de una herramienta tecnológica de gestión en mantenimiento, la cual contribuye de forma significativa al método de los 19 pasos ya que esto permite a la compañía tener el control de la ordenes de trabajo, así mismo realizar el respectivo seguimiento y planeación de actividades.

En el año 2018, en la Universidad Privada del Norte, Perú, el ingeniero Walter Edmundo Catalán Cubas con el trabajo propuesta de mejora en el área de mantenimiento, aplicando TPM, para reducir costos en la minera Tahoe Resources Arena, donde expone la situación actual generada por las malas prácticas de mantenimiento las cuales ocasionan altos costos operacionales ocurrido por paradas e intervenciones no planeadas en la operación de los activos, dicha problemática se plantea mejorar aplicando el Mantenimiento Productivo Total (TPM) (Catalán Cubas, 2018). Este trabajo aporta a la presente investigación un punto de vista totalmente diferente, donde podemos conocer otra metodología con la cual también podemos lograr ahorros significativos en el plan de mantenimiento de la compañía, estas metodologías también pueden ser estudiados y analizados para validar una posible implementación.

En el año 2018, la Universidad Internacional de la Integración de América Latina UNIVAL, Nicaragua, North América, la ingeniera Lady Iveth Castellón González con el trabajo plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belem de la ciudad de Estelí, expone la situación actual de los activos de la fábrica



caso de estudio, donde uno de los objetivos es dar a conocer la importancia que tiene la conservación de los activos, por medio de herramientas importantes y básicas como los un plan de mantenimiento (Castellón González, 2018). Este trabajo aporta a la presente investigación un concepto básico de lo que es un plan de mantenimiento, una estrategia básica, simple y sencilla que ayuda a la mantenibilidad y conservación de los activos para lograr así el cumplimiento de su ciclo de vida útil.

En el año 2017, en la Universidad Privada del Norte, Perú, los ingenieros Juan Pablo Diestra Quevedo, Lourdes Esquivel Paredes y Robert Guevara Chinchayan con el trabajo programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), para optimizar la disponibilidad operacional de la máquina con mayor criticidad, donde diseñan un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad realizando un diagnóstico actual de las máquinas con mayor uso, utilizando herramientas como análisis de criticidad, taxonomía de equipos, logrando identificar la maquina más crítica de la compañía caso de estudio (Diestra Quevedo, Esquiviel Paredes, & Guevara Chinchayan, 2017). Este trabajo aporta a la presente investigación conocimientos y conceptos claros relacionados con algunas herramientas que utilizaremos en el trabajo de grado Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

En el año 2017, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador, el ingeniero Nelson Antonio Heredia Montiel con el trabajo desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo total (TPM) en el refinador de licor de cacao en la empresa Infelersa S.A., realizan el desarrollo de TPM en el activo llamado refinador de licor de cacao esto con el fin de realizar la misma implementación y así reducir las paradas en la máquina y procesos en la empresa Infelersa S.A., caso de estudio (Heredia Montiel, 2016).

Este trabajo aporta a la presente investigación la forma en que se implementa el mantenimiento predictivo y preventivo herramientas que utilizaremos en nuestro trabajo de grado Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo.

En el año 2015 los ingenieros Khalid M. Albarkoly y Kenneth S. Park. Publicaron el artículo “Implementing a strategy of Reliability Centered Maintenance (RCM) in the libian cement industry” el cual encuestan una muestra de 80 empleados de 4 plantas de producción de cemento en Libia, 20 de cada una, bajo una población de 200 empleados, 50 de cada planta, empleados que hacen parte de los departamentos de mantenimiento sobre su conocimiento de estrategias de mantenimiento y la gestión del mismo, donde más del 80% de la población estuvo dispuesta a presentar la entrevista dejando ver que buena parte de los empleados estaban interesados en hacer parte del estudio y del proyecto para mejorar el mantenimiento de sus plantas de producción. Sin embargo, tan solo el 15% de los encuestados dijeron conocer estrategias como TPM o RCM (Albarkoly & Park, 2015). Este trabajo ofrece una mirada mundial sobre la necesidad de capacitación de las personas dedicadas al mantenimiento con el fin de mejorar la producción y competitividad mundial de sus empresas. Y aporta un enfoque hacia el cual debe ser dirigida la capacitación de los técnicos de mantenimiento.

En el año 2016, la Universidad Católica de Santo Toribio se dio a conocer este trabajo de grado el cual hace referencia a una tesis donde se nos permite identificar la elaboración de los lineamientos que utilizaron para realizar los mantenimientos preventivos, debido a que dentro de la organización se encontró que realizaban demasiados mantenimientos correctivos afectando las líneas de producción, esto generado por el caos por las paradas en las líneas de producción incumpliendo en el tiempo de entrega; de igual

forma se plantean posibles soluciones para las maquinas con sus respectivos inventarios utilizando una propuesta de programa de mantenimiento preventivo la cual garantice la confiabilidad, seguridad y funcionamiento de los equipos aumentando la capacidad de operar sin producir daños materiales o laborales; de manera similar se plantea para nuestro trabajo una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para aumentar la confiabilidad de los equipos donde se puede relacionar con esta tesis la identificación de fallas e historial técnico para mejorar la confiabilidad (Guzmán, 2016). Este documento nos sirve como referencia para nuestro trabajo de investigación aportando información documentada en cuanto a fallas de los equipos en líneas de producción, permitiendo que se realice un enfoque sobre las tareas de mantenimiento y trazabilidad de las fallas, de estos se pueden aplicar metodologías de mantenimientos que aporten a lograr impactos significativos en el estado y correcto funcionamiento.

## **5.2. Marco Teórico**

Para dar sustento científico a la investigación realizada por los ingenieros Alfonso Flores, Javier Negrette y Esneider Suarez, se desarrollan consultas bibliográficas de los siguientes temas mantenimiento, tipos de mantenimiento, indicadores de confiabilidad y disponibilidad, metodología de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, herramientas específicas como análisis de causa raíz, análisis de criticidad, taxonomía de equipos e industria de producción en el sector del vidrio.

### **5.2.1. Mantenimiento**

El mantenimiento nace desde el momento que el hombre tiene la necesidad de mantener sus equipos, herramientas, maquinarias o viviendas. Esta acción tiene un proceso significativo de evolución, desde un principio se conoce la forma más común

mantenimiento correctivo único concepto empleado hasta la primera guerra mundial (1914-1918), en su momento una técnica muy costosa ya que la misma incurre en altos costos generados por cambios de piezas, repuestos e intervenciones no presupuestadas, posteriormente nace el concepto de mantenimiento preventivo teniendo como objetivo evitar la falla o consecuencia, estrategia donde se establece una serie de actividades con la asignación de unas frecuencias que nos permiten garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los activos.

### **5.2.2. Mantenimiento predictivo**

Estrategia basada en condición, donde realizamos seguimientos periódicos a los activos preferiblemente por medio de equipos tecnológicos, esto con el fin de evidenciar el estado actual y condiciones del activo, en la estrategia mencionada podemos aplicar el monitoreo continuo, periódico e incluso podemos hacer combinación de los dos, el cual llamaremos mixto. Para la generación de un plan de mantenimiento predictivo debemos tener en cuenta los siguientes pasos:

- La selección y clasificación del activo
- Establecer los parámetros de evaluación
- Establecer los niveles de alarma
- Selección de los puntos de medición
- Seleccionar el método de monitoreo a utilizar
- Realizar la selección del talento humano
- Análisis e interpretación de dicha información

### **5.2.3. Mantenimiento preventivo**

Se refiere a las acciones que tienen como finalidad la conservación de los equipos o instalaciones por medio de la realización de comprobaciones y reparaciones que aseguren el adecuado funcionamiento de los equipos. El propósito del mantenimiento preventivo es evitar la falla de los equipos consiguiendo así prevenir las incidencias, la meta de este siempre será alargar la vida útil de los equipos o instalaciones.

Existen diferentes tipos de mantenimiento preventivo en los cuales se puede mencionar mantenimiento programado, predictivo y de oportunidad. El mantenimiento programado es aquel que se realiza mediante revisiones que se hacen por un tiempo determinado. El mantenimiento predictivo precisa el momento cuando se deben hacer las reparaciones por medio de un seguimiento que defina el periodo máximo de uso antes de ser reparado. Mantenimiento de oportunidad se realiza cuando los equipos no se están utilizando, aprovechando así realizar acciones que ayuden a mejorar el desempeño de los activos.

### **5.2.4. Mantenimiento correctivo**

Históricamente es el primer concepto de mantenimiento que se planteó y único hasta la primera guerra mundial, el mantenimiento correctivo tiene como objetivo corregir el problema o falla del activo, esto con el fin de restablecer la operación y condición normal de la máquina.

### **5.2.5. Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)**

Nace en el año 1960 en los EEUU, en el momento que se forma un equipo de trabajo donde se incluyen representantes de la agencia federal de aviación, el objetivo del equipo es investigar las capacidades del mantenimiento preventivo.

La aplicación de los criterios de RCM permite reducir de forma significativa la accidentalidad aeronáutica en la década de los noventa, permitiendo recuperar la confianza en la aviación del cliente.

La aplicación de mantenimiento centrado en confiabilidad, inicia su implementación en otros sectores de la industrial para lo cual se le conoce como RCM2, metodología importante para lograr la mejora de resultados en las áreas de mantenimiento en diferentes sectores.

#### **5.2.6. Mantenimiento productivo total**

Técnica que permite el control de desperdicios generados por la sobreproducción, procesos, defectos, movimientos, inventarios, transportes, tiempos.

El TPM se origina en Japón en los años de los 60 teniendo como objetivo maximizar los procesos productivos de las compañías, involucrando a todos los empleados de la organización por medio de sus siete pilares los cuales mencionamos a continuación:

- Mejoras enfocadas
- Mantenimiento autónomo
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento de calidad
- Prevención del mantenimiento
- Mantenimiento áreas de soporte
- Polivalencia y desarrollo de habilidades
- Seguridad y entorno

### **5.2.7. Indicadores de gestión de mantenimiento**

Los indicadores de gestión para los procesos de mantenimiento cumplen una función muy importante en las compañías, ya que estos son los que garantizan los buenos resultados en la funcionalidad de los activos.

### **5.2.8. Disponibilidad**

Significa que el activo se encuentre listo para cumplir su función en el momento en que se requiera, este lo podemos medir de la siguiente manera:

$$Disponibilidad = \frac{TD + TMC + TMP}{TD} \times 100\%$$

Ecuación 1 Disponibilidad – Fuente: Clase de mantenimiento I

### **5.2.9. Confiabilidad**

Nos permite lograr que las máquinas no se vean afectadas por paradas repentinas, obteniendo un mejor rendimiento para el área de producción, mejorando la seguridad para los operarios y técnicos de mantenimiento, este lo podemos medir de la siguiente manera:

$$Confiabilidad = \frac{TD - (TMC)}{TD} \times 100\%$$

Ecuación 2 Confiabilidad – Fuente: Clase de mantenimiento I

### **5.2.10. Método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo**

Permiten garantizar las condiciones adecuadas para que los activos desarrollen la tarea por la cual fueron adquiridos, hace parte del día a día de los funcionarios de mantenimiento, por esto, uno de los métodos usados, es generar un plan en el cual se desarrollen tareas basadas en tiempo o en ciclos que reduzcan la probabilidad de fallas, a

esta metodología se le llama mantenimiento preventivo. Muchos de estos pasos hacen referencia a todo lo relacionado con la recopilación de información de los activos de la compañía, dentro de todo esto se trabaja aplicando un factor muy importante, como lo es la motivación del personal, permitiendo que este genere un desarrollo continuo y transferencia de conocimiento. El método será involucrado en el plan de mantenimiento actual de la compañía VITELSA S.A., como una buena práctica que busca la mejora continua de los indicadores de gestión de mantenimiento como los son disponibilidad y confiabilidad, la cual representará al personal.

<b>PASO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	Seleccionar las maquinas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo
2	Valorar el grado de deterioro del activo
3	Estudio técnico del activo
4	Formación de archivo técnico del activo
5	Codificación del activo
6	Determinar los parámetros de funcionamiento global
7	Determinar los objetivos específicos del plan de mantenimiento preventivo
8	Dividir el activo en partes
9	Dividir el activo en sub partes
10	Elaboración del manual de mantenimiento preventivo
11	Determinar los repuestos requeridos para cada tarea
12	Calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo del activo
13	Elaborar diagrama de Gantt
14	Organizar la ejecución de inspección
15	Definir la estrategia de motivación
16	Calcular el costo del mantenimiento preventivo
17	Inicio del plan de mantenimiento preventivo
18	Evaluar el plan de mantenimiento preventivo
19	Actualizar periódicamente el plan de mantenimiento preventivo

Tabla 1 Método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo - Fuente: Autores



### **5.2.11. Análisis de causa raíz**

Metodología cualitativa para realizar el análisis de una falla en un activo, donde identificamos la causa responsable de la falla permitiendo identificar la mejor solución para corregir la causa indicada por el método, el análisis de causa raíz se basa en el árbol lógico de falla donde realizamos la deducción y concluimos los hechos para conocer el origen de la falla.

### **5.2.12. Análisis de criticidad**

Esta ayuda a instaurar jerarquías entre las instalaciones, sistemas, equipos y todos sus elementos, donde se tiene en cuenta el impacto de la operación o negocio que genera la frecuencia de falla en un activo, esto por su severidad de ocurrencia, adicional, se tienen en cuenta los efectos generados a los empleados, impacto ambiental, pérdida de producción y daños en la instalación.

### **5.2.13. Taxonomía de equipos**

Metodología usada para realizar la recolección de información en los activos de la compañía como datos del equipo, datos de la avería y datos del mantenimiento.

Categorías principales	Subcategorías	Datos
Identificación	Ubicación del equipo	Número de identificación del equipo (*)
	Clasificación	Clase de unidad de equipo, como por ejemplo, compresor (ver anexo A) (*) Tipo de equipo (ver anexo A) (*) Aplicación (ver anexo A) (*)
	Datos de instalación	Código o nombre de la instalación (*) Categoría de instalación; por ejemplo, plataforma, equipo submarino, refinería (*) Categoría de operación; por ejemplo, control a distancia, control manual (*) Área geográfica, por ejemplo, área sur del Mar del Norte, Mar Adriático, Golfo de México, Europa Continental, Oriente Medio.
	Datos de la unidad de equipo	Descripción de la unidad de equipo (nomenclatura) Número único; por ejemplo, número de serie Redundancia de la subunidad; por ejemplo, número de subunidades redundantes.
Diseño	Datos del fabricante	Nombre del fabricante (*) Designación del modelo del fabricante (*)
	Características de diseño	Pertinente para cada clase de equipo; por ejemplo, capacidad, energía, velocidad, presión, ver el anexo A (*)
Aplicación	Operación (uso normal)	Redundancia de la unidad de equipo; por ejemplo 3 x 50 % Modo utilizado durante la fase operativa; por ejemplo, operación continua, estado de espera, abierto/cerrado normalmente, intermitente. Fecha en que se instaló la unidad de equipo o fecha en que se inició la producción Período de monitoreo (tiempo calendario) (*) El tiempo operativo acumulado durante el período de monitoreo. Número de demandas durante el período de monitoreo, según corresponda. Parámetros operativos pertinentes para cada clase de equipo; por ejemplo, energía operativa, velocidad operativa, ver el anexo A.
	Factores ambientales	Condiciones ambientales (severa, moderada, benigna) <sup>a</sup> Ambiente interior (severo, moderado, benigno) <sup>b</sup>
Observaciones	Información adicional	Información adicional en texto general, según corresponda. Fuente de datos; por ejemplo, diagrama de proceso e instrumentación, hoja de datos, sistema de mantenimiento.

<sup>a</sup> Características que deben considerarse, es decir, grado de protección del recinto, vibración, neblina salina u otros fluidos externos corrosivos, polvo, calor, humedad.  
<sup>b</sup> Características que deben considerarse en el caso de un compresor: benigno (gas – limpio y seco), moderado (cierta corrosión por gotas), severo (gas sulfuroso, alto CO<sub>2</sub>, alto contenido de partículas).

Tabla 2 Datos del equipo – Fuente: ISO14224

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Registro de averías (*)	Identificación de avería única
	Ubicación del equipo (*)	Número de identificación
Datos de la avería	Fecha de la avería (*)	Fecha de detección de la avería (día/mes/año)
	Modo de avería (*)	A nivel de la unidad de equipo (ver anexo A)
	Impacto de la avería en el funcionamiento	Nula, parcial o total (también se pueden incluir aquellas consecuencias que hayan afectado el funcionamiento seguro)
	Clase de severidad (*)	Efecto en el funcionamiento de la unidad de equipo: avería crítica, avería no crítica
	Descriptor de averías	Descriptor de la avería (ver Tabla B.1)
	Causa de la avería	Causa de la avería (ver tabla B.2)
	Subunidad averiada	Nombre de la unidad averiada (ver ejemplos en el anexo A)
	Parte(s) mantenible(s) averiada(s)	Especifique la(las) parte(s) mantenible(s) averiada(s) (ver anexo A)
Observaciones	Método de observación	Cómo se detectó la avería (ver Tabla B.3)
	Información adicional	Brindar más detalles, si estuvieran disponibles, sobre las circunstancias que provocaron la avería (información adicional sobre la causa de la avería).

Tabla 3 Datos de la avería – Fuente: ISO14224

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Registro de mantenimiento (*)	Identificación de avería única
	Ubicación del equipo (*)	Número de identificación
	Registro de la avería (*)	Identificación de la avería correspondiente (sólo mantenimiento correctivo)
Datos del mantenimiento	Fecha del mantenimiento (*)	Fecha en que se realizó el mantenimiento
	Categoría de mantenimiento de	Mantenimiento correctivo o mantenimiento preventivo
	Actividad de mantenimiento de	Descripción de la actividad de mantenimiento (ver tabla B.4)
	Impacto del mantenimiento en el funcionamiento	Nula, parcial o total (también se pueden incluir aquellas consecuencias que hayan afectado el funcionamiento seguro)
	Subunidad a la que se realizó mantenimiento	Nombre de la subunidad a la que se realizó mantenimiento (ver Anexo A) <sup>a</sup>
Recursos de mantenimiento <sup>b</sup>	Horas-hombre de mantenimiento por disciplina <sup>b</sup>	Horas-hombre de mantenimiento por disciplina (mecánica, eléctrica, instrumental, otras)
	Total de horas-hombre de mantenimiento	Total de horas-hombre de mantenimiento
Tiempo de mantenimiento	Tiempo de mantenimiento activo	Duración del trabajo de mantenimiento activo realizado al equipo <sup>c</sup>
	Tiempo de inactividad	Intervalo de tiempo durante el cual un aparato se encuentra en estado de inactividad
Observaciones	Información adicional	Brindar más detalles, si estuvieran disponibles, sobre la actividad de mantenimiento, como por ejemplo, tiempo de espera anormal, relación con otras tareas de mantenimiento

<sup>a</sup> En el caso del mantenimiento correctivo, la subunidad a la que se realizó mantenimiento generalmente será la misma que la que se especificó en el informe de averías (ver 7.2).

<sup>b</sup> En el caso del equipo submarino, se aplica lo siguiente:  
-Tipo de recurso(s) principal(es) y número de días empleados, por ejemplo, equipo de perforación, contenedores de inmersión, contenedor de servicio (\*).  
-Tipo de recurso(s) complementario(s) y número de horas empleadas, por ejemplo, buzos, ROV/ROT, personal de plataforma.

<sup>c</sup> Esta información es necesaria para el análisis RAM y RCM. Actualmente, se registra con poca frecuencia en los sistemas de control de mantenimiento. Debe mejorarse la generación de este tipo de información.

Tabla 4 Datos de mantenimiento – Fuente: ISO14224

### 5.3. Tipos de vidrio

#### 5.3.1. Vidrio crudo o flotado

Es la materia prima con la que inicia el proceso dentro de la planta de producción transformación de vidrio, se trata de láminas de vidrio fabricadas tras la fundición de arena silícea, la cual se vierte sobre una piscina de estaño y sobre ella se enfría y se le da el tamaño deseado.

### **5.3.2. Vidrio templado**

Se trata de vidrio crudo que ha sido pasado por el proceso de templado, el cual consiste en elevar la temperatura del vidrio aproximadamente a 680°C, para luego ser enfriado súbitamente con el fin de crear tensiones internas que permitan mejorar su resistencia mecánica a 4 veces la de un vidrio crudo.

### **5.3.3. Vidrio laminado**

Consta de dos láminas de vidrio que pueden ser crudas o templadas unidas por una o varias entre capas de diversos materiales, generalmente EVA, poli vinil butil (PVB), Senytryglass entre otros, el vidrio laminado es considerado de seguridad por no desprenderse un vidrio del otro cuando se rompen.

### **5.3.4. Vidrio DVH o cámara**

El doble vidriado (DVH) o vidrio cámara, es un panel conformado por dos paredes de vidrio las cuales pueden ser de vidrio templado, termo endurecido o laminado estas son separadas por un marco metálico relleno de un material desecante el cual absorbe la humedad al interior evitando así que la cámara se empañe debido a la diferencia de temperatura entre el exterior e interior, formándose una cámara de aire o gas Argón (el Argón se usa cuando se debe transportar por diferentes pisos térmicos, lo cual evita la pérdida o ganancia de aire debido a las diferencias de presión atmosférica) es un excelente aislante térmico y acústico. El marco se une inicialmente a las láminas de vidrio gracias a una línea de Butilo y un segundo sello de silicona estructural, la cual le da la rigidez al panel.

### **5.3.5. Vidrio laminado de control solar**

Es un vidrio DVH el cual cuenta en uno de sus lados con un vidrio con tecnología de control solar, estos son vidrios recubiertos por capas metálicas las cuales permiten el ingreso parcial de luz solar al recinto, en su actuar reflejan la radiación evitando la entrada de calor, para el usuario esta es la opción más práctica que permite el ahorro energético al interior de las edificaciones.

### **5.3.6. Vidrio multilaminado**

Son vidrios laminados en los que se unen tres o más láminas de vidrio con el fin de aumentar su resistencia mecánica, son la base para vidrios blindados y vidrios para pasos de escaleras y pasarelas.

### **5.3.7. Vidrio dual intelligent glass private**

Son vidrios laminados con una entre capa GLASS APPS, usan tecnología (PDLC), que puede regular su opacidad gracias al paso de una corriente eléctrica regulable la cual varía de acuerdo al deseo del usuario.

## 6. Marco normativo/legal

Algunos de los documentos y normas legales que intervienen tanto en el objeto social de la empresa como en el desarrollo del proceso de fabricación del vidrio son los siguientes:

<ul style="list-style-type: none"><li>○ Norma ISO9001 2015V2, numeral 7.1.3.</li></ul>	Se realizan las tareas necesarias con el fin de mantener los activos e infraestructura de la Empresa.
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Certificaciones de producto ANSI Z97 vidrio laminado 3+3 4+4 5+5.</li><li>○ Certificaciones de producto ANSI Z97 Vidrio templado. 4 5 6 8 10 12</li></ul>	Se obtienen certificaciones de producto para vidrio laminado en composiciones (milímetros) 3+3, 4+4, 5+5, así mismo se obtienen certificaciones para vidrio templado de espesores en milímetros: 4, 5, 6, 8, 10
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 Título K capítulo 4, “requisitos especiales para vidrios, productos de vidrio y sistemas vidriados”</li></ul>	Se producen los vidrios a lo que hace referencia este capítulo gracias a las certificaciones de producto ANSI Z97.

Tabla 5 Marco normativo legal

## 7. Marco metodológico

### 7.1. Recolección de la información

#### 7.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación pertenece a un caso de estudio de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., donde analizamos una situación específica, para dicha investigación se plantea una propuesta de mejora para el plan de mantenimiento de la compañía, aplicando la metodología de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, para el avance se realiza

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del porqué de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
• Experimental	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

Tabla 6 Tipos de investigación fuente - guía metodológica ECCI

## **7.1.2. Fuentes de obtención de la información**

### **7.1.2.1.Fuentes primarias**

Departamento de mantenimiento Vitelsa Mosquera S.A., donde se obtiene información como: Planes y programas de mantenimiento, manuales, hojas de vida de los activos, rutinas de mantenimiento y planimetría.



Ilustración 1 Planta de producción, Vitelsa Mosquera S.A.

### **7.1.2.2.Fuentes secundarias**

Base de datos obtenidas por medio de la biblioteca ECCL, e – Biblioteca Universidad Nacional Abierta y a Distancia, página web Vitelsa S.A., adicional documentos físicos y magnéticos como revistas, libros y artículos de mantenimiento.



### 7.1.3. Herramientas

En el caso de estudio realizado en la empresa Vitelsa Mosquera SA., se realiza la aplicación de herramientas como:

- Análisis de causa raíz
- Análisis de criticidad
- Taxonomía de equipos
- Método de los 19 pasos para implementación de mantenimiento preventivo

### 7.1.4. Metodología

<b>Objetivo</b>	<b>Metodología</b>
Establecer el estado actual del área de mantenimiento, mediante una auditoría interna donde se involucran las instalaciones, equipos, grados de deterioro, estudios técnicos e información documentada.	Se realiza una visita y auditoría interna de mantenimiento, esto con el fin de identificar el estado actual del área sus programas y planes de mantenimiento, de esta forma poder plantear acciones de mejora.
Realizar taxonomía de equipos para el área de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., aplicando la ISO 14224.	Taxonomía de equipos aplicando matriz construida por el grupo de trabajo del proyecto de investigación caso de estudio.
Organizar las tareas de mantenimiento preventivo que permita guiar al personal de ingenieros, técnicos y operarios de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., con el fin de mejorar los conocimientos técnicos y desarrollo de actividades.	Las tareas quedan definidas por nivel de dificultad permitiendo que al momento de realizarlas y hacer la asignación del personal se tenga en cuenta la experiencia y nivel de conocimiento que poseen en el grupo de trabajo.

Tabla 7 Metodología, Fuente: Autores

## 7.1.5. Información recopilada

### 7.1.5.1. Indicadores de mantenimiento existentes

Los indicadores para el área de mantenimiento enmarcados dentro del sistema de gestión y calidad, son los siguientes:

Eficacia de ejecución del mantenimiento: es la capacidad de reacción del área de mantenimiento ante los correctivos que se presentan en la maquinaria del área de producción, e incluso en la planta física de las instalaciones.

Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo: capacidad del área de mantenimiento para realizar las tareas del plan de mantenimiento preventivo establecido.

Eficiencia de mantenimiento: mide la calidad del servicio que brinda el área de mantenimiento en la compañía.

Pares de máquina en el mes: mide la cantidad de veces que las máquinas en general pararon durante el mes.

Horas de parada en maquinaria: mide la cantidad horas de indisponibilidad de la maquinaria ocasionadas por las fallas.

NOMBRE INDICADOR	CALCULO	LIMITES	FRECUENCIA
Eficacia Ejecución del Mantenimiento (correctivos)	( Número de Mantenimientos Correctivos Realizados / Número de Mantenimientos Solicitados )	>90%	Mensual
Cumplimiento Plan de Mantenimiento Preventivo	( Número de Mantenimientos Preventivos Realizados Mes ) / ( Número de Mantenimientos Preventivos Programados Mes ) x 100	>95%	Mensual
Eficiencia de mantenimiento (reposiciones)	Cantidad de reposiciones por falla mecanica	≤ 20	Mensual
Pares de maquina en el mes	Numero de pares de maquina en el mes	<20	Mensual
horas de pare de maquina (tiempo para reparar)	Numero de horas de pare en el mes por mantenimiento (hrs)	<48	Mensual

Tabla 8 Indicadores Vitelsa Mosquera S.A.

Histórico de indicadores Vitelsa Mosquera S.A., se muestra los resultados y comportamientos de cada indicador correspondiente al año 2018, según tabla 9.

	ENE	FEB	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Eficacia Ejecución del Mantenimiento (Correctivos)	94%	96%	85%	92%	95%	96%	94%	93%	100%	98%	97%	98%
Cumplimiento Plan de Mantenimiento (Preventivo)	91%	91%	90%	82%	94%	91%	100%	92%	93%	95%	92%	92%
Eficiencia de mantenimiento (Reposiciones de vidrio)	8	24	23	31	23	7	10	13	23	21	17	16
Pares de maquina en el mes	5	8	13	3	8	13	8	8	8	10	11	23
horas de pare de maquina (tiempo para reparar)	14	14	18	30,0	16	14	26	15	7	16	15	69

Tabla 9 Histórico de indicadores Vitelsa Mosquera S.A., año 2018

### 7.1.5.2. Auditoría de mantenimiento

La auditoría de mantenimiento permite tener un contexto claro y asertivo a nivel organizacional de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., esto con un enfoque específico y detallado en la criticidad de los activos, información documentada, estado del mantenimiento actual, costos y efectividad del cumplimiento.

A1. Nombre de la empresa:	<b>VITELSA MOSQUERA S.A.</b>			
A2. Fecha de la auditoria:	<b>28 DE NOVIEMBRE 2018</b>			
A3. Nombre del Auditor:	<b>Alfonso Flórez</b>			
A4. Nombre encargado del Mantenimiento	<b>Danilo Flórez</b>			
A5. Clase de equipamiento y número de equipos involucrados en cada clase	Estándar 49	Diseño especial 0	Específico 60	Total 109
A6. Posee Depto. de Mantenimiento	SI -----> A7 NO -----> A9			
A7. Número de turnos de la jornada	<b>3</b>			
A8. Número de personal de mantenimiento en cada turno	Primer turno 3	Segundo turno 2	Tercer turno 2	Total 7
A9. Dependencia del departamento de mantenimiento	Jerarq. Propia x	Depend. Produc.	Sin Organización	
A10. Realización del Mantenimiento	Contratista x	Operarios Equipo	Especialistas x	No hay mant.
A11. Cómo clasifica el mantenimiento	Correctiva 40%	Preventiva 50%	Sintomática 10%	Otro tipo
A12. Tiene definida alguna concepción del mantenimiento	Si ¿Cuál? No ¿Por qué?	<b>Preventivo-Predictivo</b>		
A13. Posee bodega de repuestos	SI -----> A14 NO -----> A15		SI	
A14. Dependencia de la bodega	Mantenimiento x	Producción	Otra	
A15. Satisfacción del abastecimiento de repuestos, partes y piezas	Bueno x	Regular	Malo	

Tabla 10 Caracterización auditoria de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012)  
Adaptado por autores

### 7.1.5.3.Criticidad de rutas de inspección

El crear rutas de inspección asegura que se cubra todo equipo que se considere importante. Es un excelente paso inicial realizar un programa de inspección o auditoría, lo primero es crear un listado de los equipos agregando a la lista todos los equipos tanto eléctricos como mecánicos que se tomarán en cuenta al momento de realizar la inspección, de igual forma todos los equipos deben ser inspeccionados con cierta frecuencia por lo que se deben agrupar los equipos críticos, así se contará con una ruta para la inspección de los mismos.

#### B. CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCION

Valor Promedio Global= 3,9

Aspecto bien implementado

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
B1,B2,B5,B6	Sectorización de la planta	5,0	Aspecto bien implementado
B3,B4,B7,B8,B9	Criticidad de los equipos	3,3	Aspecto regular
B10,B11,B12	Dimensionamiento de los tiempos de mantenimiento	3,3	Aspecto regular

Tabla 11 Aspecto B, criticidad rutas de inspección (Espinoza, Fernando Felix;, 2012)

Adaptado por autores

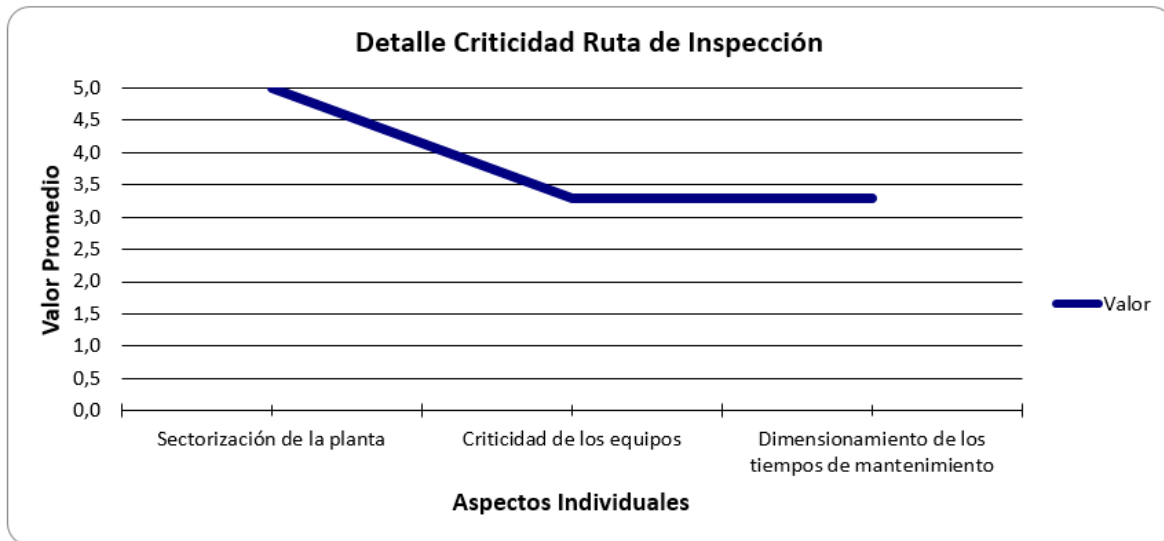


Grafico 1 Detalle criticidad ruta de inspección (Espinoza, Fernando Felix;, 2012)

Adaptado por autores

#### 7.1.5.4.El manejo de la información

La documentación con la que opera y controla sus procesos una empresa es la más importante, además, ésta ofrece soporte para recoger todos los datos posibles enfocados en la documentación en sistemas informáticos, pues ésta hace referencia de forma más genérica a la información documentada, definiendo como información que una organización tiene que controlar y mantener, esta se puede encontrar en cualquier medio, es decir, en soporte escrito, papel, formato electrónico, etc. Ser de cualquier fuente, refiriéndose al lugar de origen de la información, puede proceder de juicio de expertos, cálculos, estimaciones, referencias documentales o el propio conocimiento de la empresa, por lo que se realiza una auditoria para determinar el estado actual y oportunidades de mejora.

### C. MANEJO DE LA INFORMACION

Valor Promedio Global= 2,5

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
C1,C2,C4	Información sobre los equipos	3,3	Aspecto regular
C3,C5,C6	Información sobre el mantenimiento	2,7	Aspecto regular
C7,C8,C9,C12	Información sobre manejo de recursos	3,0	Aspecto regular
C10,C11,C15	Información sobre indicadores	1,3	Aspecto con deficiencias
C13,C14	Información sobre manejo de personal	1,5	Aspecto con deficiencias

Tabla 12 Aspecto C, manejo de la información (*Espinoza, Fernando Felix;*, 2012)

Adaptado por autores

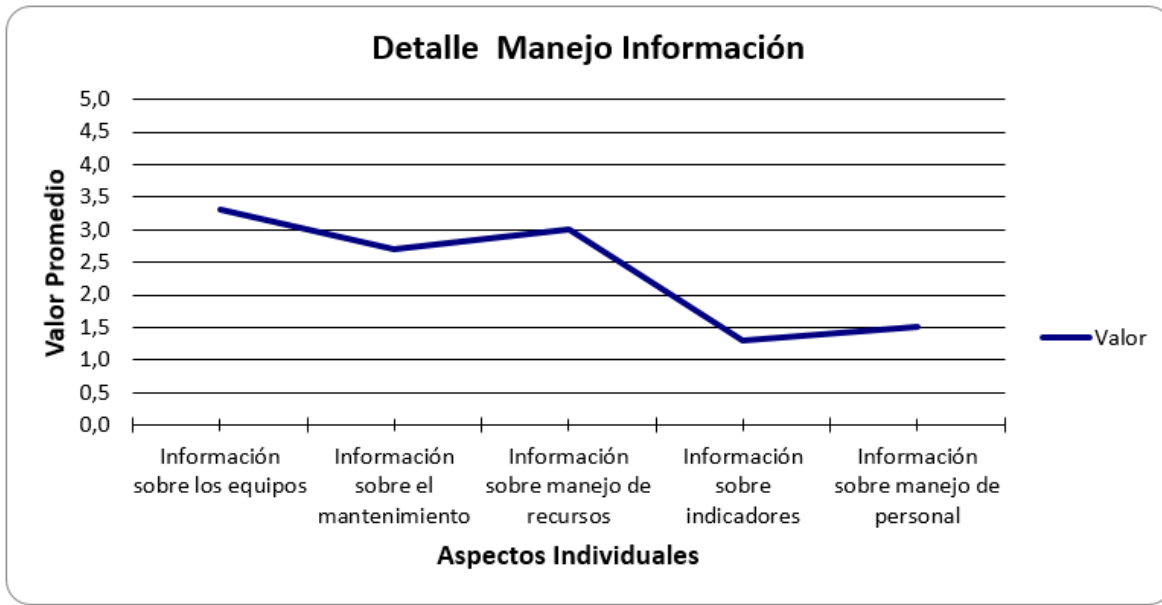


Grafico 2 Detalle manejo de la información (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores

#### 7.1.5.5. Auditoría sobre el mantenimiento actual

Esta se realiza para tener un diagnóstico claro y certero del estado actual del plan de mantenimiento con el que cuenta la empresa, de igual forma se identifica el alcance del cumplimiento del mismo, es por esto que se tiene muy en cuenta el factor de talento humano en cuanto al personal de operaciones y personal técnico, como también se brinda un enfoque a las tareas programadas de mantenimiento e índices de control como lo son los indicadores que nos permiten identificar los porcentajes de cumplimiento, tomando medidas y teniendo claro una meta propuesta, se puede trabajar sobre las oportunidades de mejoras.

## D. AUDITORIA SOBRE EL MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 2,9

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
D1,D2	Integración de la gente de operaciones	2,0	Aspecto regular
D3,D4,D10	Programación de las tareas de mantenimiento	2,0	Aspecto regular
D5,D6,D7,D9	Antecedentes para programar el mantenimiento	3,8	Aspecto bien implementado
D8,D11,D12,D13,D14,D15	Generación de índices de control y retroalimentación	3,2	Aspecto regular

Tabla 13 Aspecto D, auditoria sobre el mantenimiento actual (*Espinoza, Fernando Felix, 2012*) Adaptado por autores

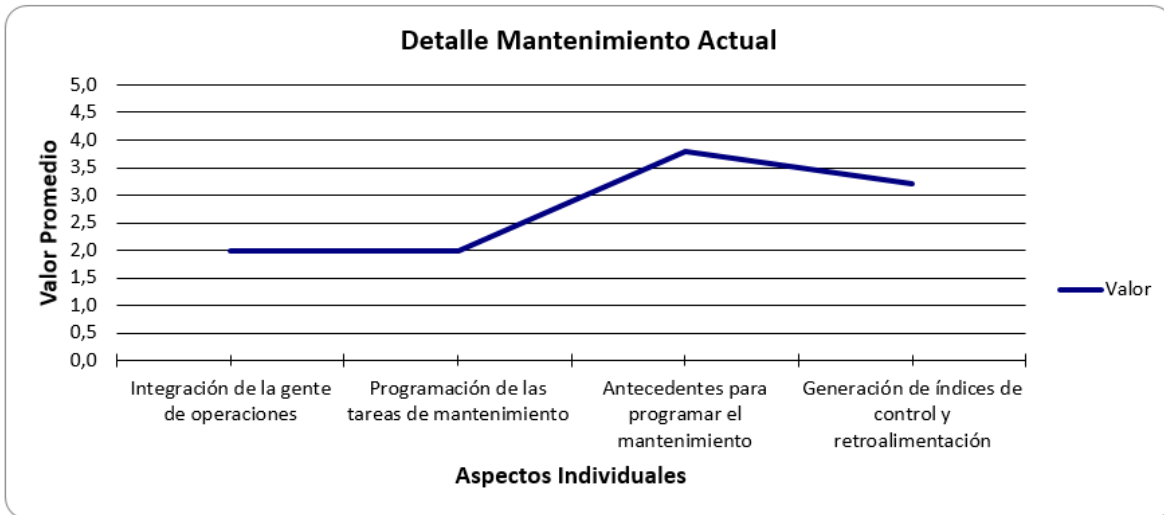


Gráfico 3 Detalle mantenimiento actual (*Espinoza, Fernando Felix, 2012*) Adaptado por autores

### 7.1.5.6. Antecedentes de costos de mantenimiento.

Es el punto más importante en una empresa ya que este afecta de forma directa a las organizaciones en la parte contable, es por esto que a los activos se les deben realizar seguimientos, auditorías, establecer rutinas de inspección y determinar un presupuesto anual de gastos para los mantenimientos de los mismos, una buena forma es teniendo claro el histórico de fallas, consumibles y repuestos utilizados para poder determinar un presupuesto estimado siempre teniendo en cuenta el grado de deterioro, a si mismo, identificar la mano de obra si es propia o si debe ser tercerizada por la complejidad de las actividades, se realiza una auditoría para identificar el estado actual, falencias y aspectos a mejorar.

## E. ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Valor Promedio Global= 3

Aspecto regular

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
E1,E2,E3,E7	Análisis de reemplazo de equipos	3,5	Aspecto bien implementado
E4,E5,E6,E8	Análisis de reemplazo a la falla o grupal de partes	2,3	Aspecto regular
E9,E14,E15	Análisis para mantenimiento propio o tercerización	3,7	Aspecto bien implementado
E10,E11,E12,E13	Análisis evolución de los costos	2,8	Aspecto regular

Tabla 14 Aspecto E, antecedentes de costos de mantenimiento (*Espinoza, Fernando Felix;*, 2012) Adaptado por autores

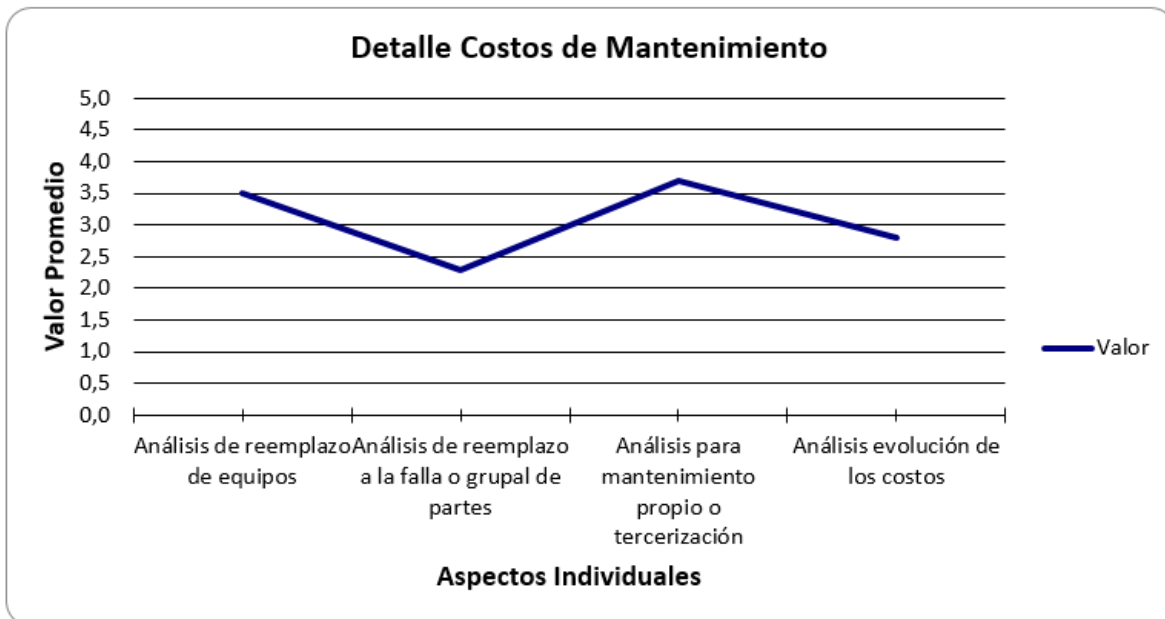


Gráfico 4 Detalle costos de mantenimiento (*Espinoza, Fernando Felix;*, 2012) Adaptado por autores

### 7.1.5.7.Efectividad del mantenimiento actual.

Se realiza una auditoría para identificar la eficacia del mantenimiento actual con el que cuenta la empresa con el fin de determinar el cumplimiento, en este punto juega un papel muy importante el jefe o supervisor de mantenimiento ya que la programación y ejecución de las actividades se encuentran a su cargo y la administración de los trabajos depende de la claridad y enfoque que este tenga de manera global de los activos y cuales tienen un nivel de criticidad alto, así mismo, debe tener claridad de las herramientas a



utilizar y la experiencia del técnico al momento de asignar las tareas de mantenimiento, a continuación se encuentra los resultados de esta auditoría.

## F. EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Valor Promedio Global= 3,6

Aspecto bien implementado

Preguntas	Aspectos individuales considerados	Valor	Calificación
F1,F2,F8,F9	Capacidad de programación de actividades	4,5	Aspecto bien implementado
F3,F4,F5	Administración de trabajos	2,7	Aspecto regular
F6,F7	Procedimientos para el mantenimiento	4,5	Aspecto bien implementado
F10,F11,F12,F13,F14	Manejo de relaciones humanas	3,8	Aspecto bien implementado
F15,F16	Manejo de repuestos y herramientas	2,5	Aspecto regular

Tabla 15 Aspecto F, efectividad del mantenimiento actual (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores

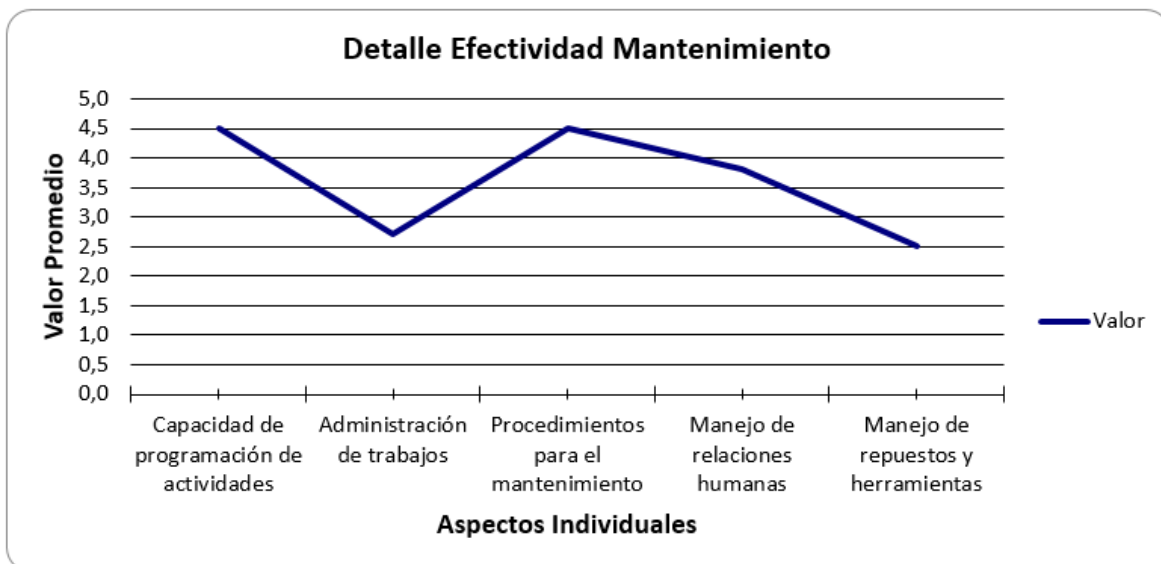


Grafico 5 Detalle efectividad de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012) Adaptado por autores

### 7.1.5.8. Resumen de la auditoria del mantenimiento.

En esta, se deben contemplar todos los puntos antes mencionados donde se brida el enfoque a todas las oportunidades de mejoras encontradas, realizando objetivos y propuestas de soluciones que apunten a la mejora continua de forma global, esta realiza un recuento de lo identificado en los aspectos evaluados.

Teniendo en cuenta la tabla 16 y el grafico 6, se puede observar al detalle y los resultados de la auditoria de mantenimiento donde se identifica el estado actual de los diferentes aspectos evaluados como los son criticidad de los equipos, manejo de la información, mantenimiento actual, manejo de costos y efectividad del mantenimiento, con esta información clara es posible realizar nuevos planteamientos en todo el sistema de mantenimiento ya implementado en busca de reducir costos de reparaciones, tiempos muertos, y poder atacar los puntos claves para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los activos en la empresa.

### **RESUMEN DE LA AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO**

<b>Aspectos Considerados</b>	<b>Valor</b>	<b>Calificación</b>
Criticidad de los equipos	3,9	Aspecto bien implementado
Manejo de la información	2,5	Aspecto regular
Mantenimiento actual	2,9	Aspecto regular
Manejo de costos	3	Aspecto regular
Efectividad del mantenimiento	3,6	Aspecto bien implementado

Tabla 16 Resumen de la auditoría de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012)  
Adaptado por autores

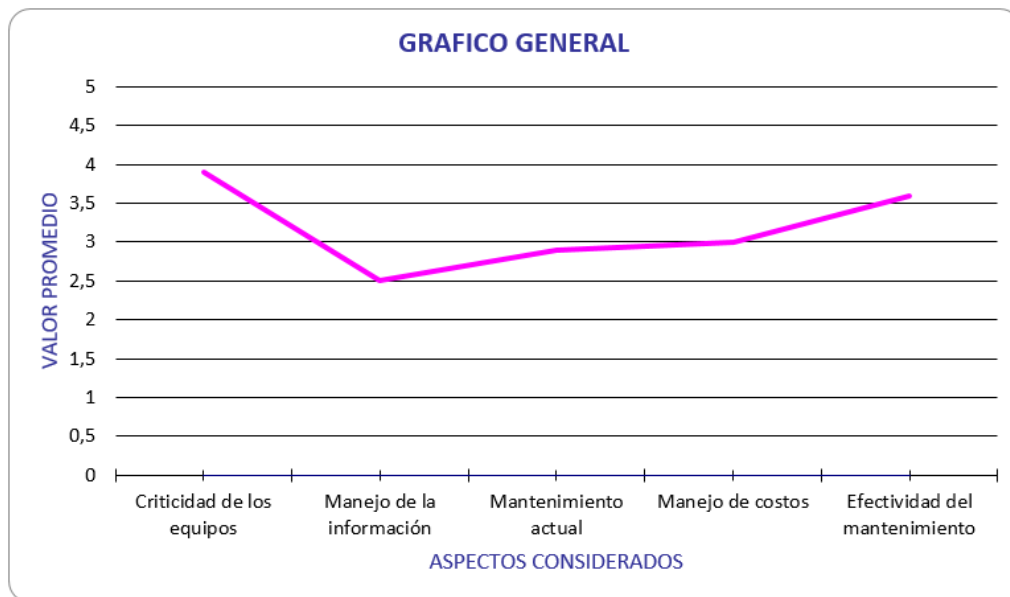


Grafico 6 Detalle general auditoría de mantenimiento (Espinoza, Fernando Felix;, 2012)  
Adaptado por autores

Teniendo en cuenta la tabla 16 y el gráfico 6, podemos observar el detalle y resultados de la auditoría de mantenimiento donde se identifica el estado actual de los diferentes aspectos evaluados como los son criticidad de los equipos, manejo de la información, mantenimiento actual, manejo de costos y efectividad del mantenimiento.

#### **7.1.5.9. Programa de mantenimiento 2019**

A continuación, se muestra el programa de mantenimiento actual establecido por la empresa Vitelsa Mosquera S.A., donde se evidencia las frecuencias establecidas en cada uno de los activos ubicados en la planta de producción.



		<b>PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL</b> FO-036 30 JUNIO 2016											
CODIGO	NOMBRE DE LA MAQUINA	AÑO: 2019											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MH-001	LAVADORA Y PRENSA												
MH-002	ROBOT PARA SELLADO AUTOMATICO												
MH-003	DOBLADORA DE MARCOS												
MH-004	TRANSPORTADOR DE MARCOS												
MH-005	MESA ROTATIVA												
MH-006	ELEVADOR PLATAFORMA												
MH-007	DESIOINIZADOR DVH												
MH-008	LLENADORA DE DESECANTE												
MH-009	LLENADORA DE GAS ARGON												
MH-010	EXTRUSORA BICOMPONENTE												
MH-011	EXTRUSORA DE BUTILO LISEC												
MC-012	CARGADOR AUTOMATICO BOTERO												
MC-013	MESA DE CORTE BOTERO												
MC-014	MESA DE CORTE MANUAL												
MC-015	MESA DE TRUNCADO												
MM-016	TALADRO SKILL GLASS GRANDE												
MM-017	TALADRO SKILL DRILL N°1												
MM-018	TALADRO SKILL DRILL N°2												
MM-019	TALADRO PERFORADOR MANUAL												
MV-022	LAVADORA NEPTUN												
MS-024	LAVADORA SERIGRAFIA LNG.												
MS-025	IMPRESORA SERIGRAFIA DERJOR												
MS-026	IMPRESORA DIGITAL VITROJET												
MS-027	AGITADOR TURNABOUT DC												
MS-028	HORNO DE SECADO CHINO												
MT-029	HORNO PARA TEMPLE FC500												
MT-030	TURBINA N°1 HORNO HORIZONTAL												
MT-031	TURBINA N°2 HORNO HORIZONTAL												
ML-032	MESA DE CARGUE BASCULANTE LNG.												
ML-033	LAVADORA HORIZONTAL TRIULZI												
ML-034	AIRE ACONDICIONADO STAR LIGHT												
ML-035	TRANSPORTADOR LAMINADO												
ML-036	VENTOSAS LINEA LAMINADO LNG.												
ML-037	HORNO PRELAMINADO												
ML-038	AUTOCLAVE												
ML-039	COMPRESOR LIUTECH												
ML-040	SECADOR LIUTECH												
ML-041	PULMON AUTOCLAVE												
ML-042	MESA DESCARGUE BASCULANTE LNG.												
MP-043	CANTEADORA RECTILINEA 11 N°1												
MP-044	CANTEADORA RECTILINEA 11 N°2												
MP-045	CANTEADORA RECTILINEA HIYON V14												
MP-046	CANTEADORA BILATERAL F-10												
MG-047	COMPRESOR GA45+FF												
MG-048	COMPRESOR GA 30												
MG-050	SEPARADOR DE PARTICULAS VITROSEP												
MG-051	TANQUE HIDROFLO N°1												
MG-052	TANQUE HIDROFLO N°2												
MG-053	PUENTE GRUA 1 TONELADA N°1												
MG-054	PUENTE GRUA 1 TONELADA N°2												
MG-055	PUENTE GRUA 3 TONELADAS												
MG-056	PUENTE GRUA 4 TONELADAS												
MG-057	SIERRA DE CARPINTERIA												
MG-058	CLARIFICADOR INDUSTRIAL												
ML-059	LAVADORA BILATERAL												
ML-060	PULPO PARA FORMAS												
MG-061	MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA												
MG-062	MANTENIMIENTO COMPRESOR GA 45												
MV-063	LAVADORA HAN JIANG TEMPLE												
MG-064	SECADOR KAEZER												

Tabla 17 Plan de mantenimiento Vitelsa Mosquera S.A.

## **7.2. Análisis de la información**

### **7.2.1. análisis de los indicadores.**

Teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en la especialización de gerencia en mantenimiento, evidenciamos que los indicadores aplicados por la compañía Vitelsa Mosquera S.A., los cuales son mencionados en el numeral 6.2.5.1. y tabla 8, no generan aportes significativos en el proceso de mantenimiento debido a que no ayudan mucho al gerente en cuanto a una información veraz y concreta para las tomas de decisiones, pues los indicadores como confiabilidad y disponibilidad no son evaluados en la compañía con el enfoque adecuado.

### **7.2.2. Análisis de la auditoría.**

Según la auditoría realizada el pasado 28 de noviembre del año 2018 al área de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., el grupo de trabajo de la presente investigación logran identificar los aspectos que se deben mejorar en el área de forma primordial, esto según los resultados obtenidos en la auditoría de mantenimiento, tabla 16 resumen de la auditoría de mantenimiento. Con la propuesta de mejora e implementando los 19 pasos de mantenimiento preventivo, se pretende realizar mejoras significativas en los aspectos evaluados teniendo en cuenta los valores y las calificaciones obtenidas:

- Manejo de la información, valor 2,5 calificación aspecto regular

Donde se evalúan aspectos individuales como la información sobre los equipos, mantenimiento, recursos, indicadores e información sobre el manejo de personal (ver tabla 12).

- Mantenimiento actual, valor 2,9 calificación aspecto regular

Donde se evalúan aspectos individuales como la integración del personal de operaciones, programación de las tareas a realizar, antecedentes para programar el mantenimiento teniendo en cuenta que siempre se debe manejar un proceso de retroalimentación (ver tabla 13).

- Manejo de costos, valor 3 calificación aspecto regular

Se evalúan aspectos individuales realizando un análisis general que permita identificar aquellos equipos que deben ser reemplazados, ya sea por lo críticas que son sus fallas o de manera grupal entre sus partes o componentes, de esta manera se realiza un análisis para el mantenimiento propio o tercerizado y análisis de evolución de los costos (ver tabla 14).

### **7.2.3. análisis del programa de mantenimiento**

La programación de mantenimiento de los equipos cuenta con tareas específicas y detalladas en su plan de mantenimiento con diferentes frecuencias, los cual no se logran evidenciar en el plan de mantenimiento actual, ya que este solo nos muestra la programación de cada activo. Así mismo en los formatos de tareas de mantenimiento se encuentran colores y simbología redundantes difíciles de entender. Con la propuesta mencionada se plantea la mejora y rendimiento del activo, a través de la identificación de tareas, actividades o manual guía para el cumplimiento de los mantenimientos preventivo de los activos caso puntual Taladro Skill Drill Glass. Adicional generar mejoras en indicadores de disponibilidad, confiabilidad y otros factores significativos que contribuyen con la mejora continua de las áreas involucradas y compañía.

## 8. Propuesta(s) de solución

Para la empresa Vitelsa Mosquera S.A., se plantea una propuesta de mejora del plan de mantenimiento actual la cual permite aplicar la metodología de los 19 pasos del mantenimiento preventivo de forma desglosada y puntual en el activo caso de estudio taladro Skill Drill Glass, la metodología permite que se puedan desarrollar las tareas basadas en tiempo o por ciclos reduciendo la probabilidad de fallas, optimización de recursos entre otros. Para conseguir que la propuesta funcione es necesario realizar la metodología paso a paso.



Ilustración 2 Taladro Skill Drill Glass

### 8.1. Paso 1, seleccionar las máquinas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo (PMP)

Este primer paso permite identificar los activos que hacen parte del plan de mantenimiento preventivo de la compañía, con la finalidad de cuantificar e identificar todos los activos que posee la compañía.

Lavadora y prensa	Extrusora de butilo lisec	Lavadora serigrafía lng.	Aire acondicionado star light	Canteador a rectilínea 11 n°2	Puente grúa 3 toneladas
Robot para sellado automático	Cargador automático o botero	Impresora serigrafía derjor	Transportador laminado	Canteador a rectilínea hiyon v14	Puente grúa 4 toneladas
Dobladora de marcos	Mesa de corte botero	Impresora digital vitro jet	Ventosas línea laminado lng.	Canteador a bilateral f-10	Sierra de carpintería
Transportador de marcos	Mesa de corte manual	Agitador turnabout dc	Horno pre laminado	Compresor ga45+ff	Clarificador industrial
Mesa rotativa	<b>Taladro skill drill Glass</b>	Horno de secado chino	Autoclave	Compresor ga 30	Lavadora bilateral
Elevador plataforma	Taladro skill drill n°1	Horno para temple fc500	Compresor liutech	Separador de partículas vitrosep	Pulpo para formas
Desioinizador dvh	Taladro skill drill n°2	Turbina n°1 horno horizontal	Secador liutech	Tanque hidroflo n°1	Mantenimiento o infraestructura
Llenadora de desecante	Taladro perforador manual	Turbina n°2 horno horizontal	Pulmón autoclave	Tanque hidroflo n°2	Mantenimiento compresor ga 45
Llenadora de gas argón	Lavadora neptun	Mesa de cargue basculante lng.	Mesa descargue basculante lng.	Puente grúa 1 tonelada n°1	Lavadora han jiang temple
Extrusora bicomponente	Lavadora horizontal triulzi	Canteador a rectilínea 11 n°1	Puente grúa 1 tonelada n°2	Secador kaezer	

Tabla 18 Activos que forman parte del PMP

## 8.2. Paso 2, valorar el grado de deterioro del activo

Este paso permite identificar el estado actual del equipo taladro Skill Drill Glass, ver el grado de deterioro que tiene con respecto a su vida útil.

El taladro Skill Drill Glass, modelo 4000 x 2600, Numero de serie SD.09.2013, se encuentra ubicado en la planta Vitelsa Mosquera S.A., el activo mencionado fue fabricado



en el año 2013 por la compañía Skill Glass, fue puesto en marcha el 26 de junio del año 2014, en la actualidad el activo opera en horarios de trabajo 24/6; es decir de lunes a sábados en los siguientes horarios, turno uno 6:00am – 2:00pm, turno dos 2:00pm – 10:00pm, turno tres 10:00pm – 6:00am. Considerando así un grado de deterioró aproximado del 55%, teniendo en cuenta su ciclo de vida útil y horas de servicio a la fecha.

<b>Descripción</b>	<b>Horas</b>
Turno uno (6:00am-2:00pm)	8
Turno dos (2:00pm-10:00pm)	8
Turno tres (10:00pm-6:00am)	8
Total horas día	24
Días de operación	6
Total horas semana	144
Total horas mes	576
Total horas año	6912
Meses de operación	66
Total horas operación taladro Skill Drill	38016
Vida útil del activo (años)	10
Vida útil del activo (horas)	69120
Grado de deterioro	55%

Tabla 19 Estimación grado de deterioro del activo

$$\text{Grado de deterioro} = \frac{\text{total horas de operacion del activo}}{\text{total horas de vida util del activo}}$$

$$\text{Grado de deterioro} = \frac{38.016}{69.120} \times 100 = 55\%$$

### 8.3. Paso 3, estudio técnico del activo

Con este paso se identifica la capacidad, procedencia, potencia, consumo, energía, y algunos datos adicionales que caracterizan el activo taladro Skill Drill Glass.

Tensión / Frecuencia de alimentación eléctrica	400V / 50Hz
Potencia eléctrica instalada	20Kw
Potencia eléctrica de electro mandril No 2	4Kw
Velocidad de rotación del electro mandril	0 + 12.000 rpm
Velocidad de avance desplazamientos	0 + 15 m/min
Presión neumática de trabajo	7 Bar
Consumo de aire	200 I/min
Número máximo de herramientas en almacén portaherramientas	10 + 10
Diámetro min/máx. de herramientas	4 + 65 mm
Grosor min/máx. vidrio trabajable	4 / 20 mm
Medida mínima de vidrio trabajable	600 x 300 mm
Medida máxima del vidrio trabajable	3000 x 2000 mm 4000 x 2600 mm 4500 x 2600 mm 6000 x 3210 mm
Altura superficie de trabajo	620 mm
Peso total de la maquina	7 Tn

Tabla 20 Datos técnicos, taladro Skill Drill Glass

### 8.4. Paso 4, Formación de archivo técnico del activo

Se realiza un archivo con la finalidad de contar con la información del equipo de forma oportuna y organizada permitiendo el acceso a la información con datos reales, según la visita realizada en las instalaciones de la empresa Vitelsa Mosquera SA., se identifica archivo técnico del activo taladro Skill Drill Glass encontrando la siguiente información: certificado de prueba y puesta en servicio, declaración y marcación CE, generalidades,

descripción técnica, desplazamiento y transporte, instalación, seguridad, uso y funcionamiento, anomalías – causas – remedios, mantenimiento, puesta fuera de servicio, piezas de repuesto y anexos generales.



Ilustración 3 Evidencia archivo técnico taladro Skill Drill Glass

### 8.5. Paso 5, codificación del activo

Esto permite generar una estrategia que unifica un lenguaje por medio de una codificación alfa numérica, con el fin de tener claro la ubicación del activo según su planta y área de operación.

PLANTA	
Vitelsa san jorge	VSJ
Vitelsa montana	VMN
Vitelsa bucaramanga	VBU
Vitelsa pacifico	VPA
Visa	VIS

Tabla 21 Codificación plantas Vitelsa S.A., nivel nacional

<b>AREAS</b>	
Corte	C
Pulido	P
Maquinado	M
Lavado	V
Temple	T
Laminado	L
Serigrafia	S
Doble vidreado hermetico	H
Almacenamiento materia prima	A
Despachos	D
General	G

Tabla 22 Codificación áreas, planta de producción Vitelsa Mosquera S.A.

<b>ACTIVO</b>		<b>NUMERO</b>
Taladro Skill Drill Glass	TSDG	1

Tabla 23 Codificación del activo taladro Skill Drill Glass

<b>PLANTA</b>	<b>AREA</b>	<b>ACTIVO</b>	<b>NUMERO</b>
VSJ	M	TSDG	1

Tabla 24 Codificación del activo taladro Skill Drill Glass (planta, área, activo y numero)

### **8.6. Paso 6, determinar los parámetros de funcionamiento global**

En este paso se identifican los parámetros de funcionamiento global del activo según lo establecido en la ficha técnica del fabricante, esto para efectos de una puesta en marcha y seguimiento de parámetros.

Tensión / Frecuencia de alimentación eléctrica	400V / 50Hz
Potencia eléctrica instalada	20Kw
Potencia eléctrica de electro mandril No 2	4Kw
Velocidad de rotación del electro mandril	0 + 12.000 rpm
Velocidad de avance desplazamientos	0 + 15 m/min
Presión neumática de trabajo	7 Bar
Consumo de aire	200 I/min
Número máximo de herramientas en almacén portaherramientas	10 + 10
Díámetro min/máx. de herramientas	4 + 65 mm
Grosor min/máx. vidrio trabajable	4 / 20 mm
Medida mínima de vidrio trabajable	600 x 300 mm
Medida máxima del vidrio trabajable	3000 x 2000 mm 4000 x 2600 mm 4500 x 2600 mm 6000 x 3210 mm
Altura superficie de trabajo	620 mm
Peso total de la maquina	7 Tn
Conos porta herramienta originales	SKG SRL ISO40
Campo de utilización	Industrial del vidrio
Uso previsto	Taladrado y fresado del vidrio cuyas medidas y grosores indicados
Operadores encargados de la utilización	Operador autorizado que posea los requisitos técnicos profesionales

Tabla 25 Parámetros de funcionamiento global

### **8.7. Paso 7, determinar los objetivos específicos del plan de mantenimiento preventivo (PMP)**

Los objetivos establecidos del PMP, permiten realizar un enfoque hacia los resultados esperados, esto lleva a fijar los resultados esperados en la organización en cuanto a las actividades de mantenimiento preventivo. En este trabajo de investigación se establecen los siguientes objetivos específicos para el PMP.

- Lograr el cumplimiento de la vida útil del activo, 10 años según lo especificado por el fabricante.

- Aumentar la disponibilidad y confiabilidad del activo.

El activo caso de estudio opera en horarios de trabajo 24/6; es decir de lunes a sábados en los siguientes horarios, turno uno 6:00am – 2:00pm, turno dos 2:00pm – 10:00pm, turno tres 10:00pm – 6:00am, es decir el activo debe tener una disponibilidad de 576 horas mensuales, según la información suministrada por el área de mantenimiento de la compañía el activo tiene 40 horas mensuales por paradas no programadas y 16 horas mensuales por mantenimiento preventivo.

- ✓ TD: tiempo disponible (576 horas mes)
- ✓ TMC: tiempo de mantenimiento correctivo (40 horas mes)
- ✓ TMP: tiempo de mantenimiento preventivo (16 horas mes)

$$\text{Disponibilidad actual taladro Skill Drill Glass} = \frac{576 - (40 + 16)}{576} \times 100 = 89,58\%$$

$$\text{Confiabilidad actual taladro Skill Drill Glass} = \frac{576 - (40)}{576} \times 100\% = 93,05\%$$

$$\begin{aligned} &\text{Disponibilidad proyectada Taladro Skill Drill Glass} \\ &= \frac{576 - (8 + 16)}{576} \times 100 = 95,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Confiabilidad proyectada Taladro Skill Drill Glass} &= \frac{576 - (8)}{576} \times 100\% \\ &= 98,61\% \end{aligned}$$

- Reducir costos de mantenimiento generados por intervenciones correctivas en un 20%, según el análisis financiero realizado en numeral 10.

### 8.8. Paso 8, dividir el activo en partes

Conocer las máquinas y sus partes es fundamental para el correcto funcionamiento del mismo es importante realizar una clasificación por partes para identificación de repuestos e intervenciones que requiera el activo en sus actividades de mantenimiento.

<b>SISTEMAS</b>	<b>PARTES</b>
Transporte	Cantras
	Rodillos
	Moto reductor
Maquinado	Conjunto de elevación
	Conjunto de perforación
	Conjunto cambio de herramienta
	Conjunto vacío

Eléctrico	motor eléctrico
	tablero eléctrico
	Sensores
Neumático	unidad de mantenimiento FRL
	Electroválvulas
	Actuadores
Hidráulico	bomba de agua

Tabla 26 Sistemas y partes del activo, taladro Skill Drill Glass



### 8.9. Paso 9, dividir el activo en sub partes

Cuando logramos la clasificación del activo en sub partes identificamos la dependencia del componente o repuesto a usar durante la intervención del activo, de igual forma se pueden clasificar por referencias, nivel de rotación y proveedores que suministran el componente de esta forma podemos optimizar los tiempos de reparación.

<b>SISTEMAS</b>	<b>PARTES</b>	<b>SUB PARTES</b>	<b>PROVEEDOR</b>
Transporte	Cantras	ruedas cantras	Skill Glass
		Estructura	Skill Glass
	Rodillos	Buje	Skill Glass
		Rueda	Skill Glass
		Piñón	Skill Glass
	Moto reductor	Motor	Skill Glass
		reductor	Skill Glass
		Cadena	Skill Glass
	Maquinado	Conjunto de elevación	Chasis
tornillo Thomson			Skill Glass
Fuelle			Skill Glass
Guías			Skill Glass
rodamiento lineal			Skill Glass
servo motor			Skill Glass
poleas sincrónica			Skill Glass
rodamientos tornillo Thomson			Skill Glass
Conjunto de perforación		electro mandril ISO40	Skill Glass
		Sensores	Skill Glass
		base de electro mandril	Skill Glass

		servo motor eje Z	Skill Glass
		polea sincrónica	Skill Glass
		correa sincrónica	Skill Glass
		Pisor	Skill Glass
		cilindro neumático de pisor	Skill Glass
		guía lineal	Skill Glass
		rodamiento lineal	Skill Glass
		tornillo Thomson eje Z	Skill Glass
		tuerca Thomson	Skill Glass
	Conjunto cambio de herramienta	cilindro neumático	Skill Glass
		Electroválvula	Skill Glass
		pistones guía	Skill Glass
	Conjunto vacío	bomba de vacío	Skill Glass
		Tuberías	Skill Glass
		electroválvulas	Skill Glass
		Ventosas	Skill Glass
Eléctrico	motor eléctrico	Rotor	Skill Glass
		Estator	Skill Glass
		Rodamientos	Skill Glass
		Carcaza	Skill Glass
		bornera de conexiones	Skill Glass
		Eje	Skill Glass
		aspa de ventilación	Skill Glass
	tablero eléctrico	Breakers	Skill Glass
		tarjeta electrónica	Skill Glass
		PLC	Skill Glass

		Relevos	Skill Glass
		Contactores	Skill Glass
		relé térmico	Skill Glass
		Fusibles	Skill Glass
		protecciones electrónicas	Skill Glass
		variador de frecuencia	Skill Glass
	sensores	sensor de posiciones	Skill Glass
Neumático	unidad de mantenimiento FRL	Filtro	Skill Glass
		Regulador	Skill Glass
		Lubricador	Skill Glass
	electroválvulas	racord	Skill Glass
		Mangueras	Skill Glass
	actuadores	racord	Skill Glass
		Mangueras	Skill Glass
Hidráulico	bomba de agua	Motor	Skill Glass
		Bomba	Skill Glass
		Eje	Skill Glass
		sello mecánico	Skill Glass
		impeler	Skill Glass

Tabla 27 Sistema, partes y sub partes del activo taladro Skill Drill Glass

### **8.10. Paso 10, elaboración del manual de mantenimiento preventivo**

Cuando se realiza un manual se definen las labores a ejecutar en los equipos y se documentan las fallas antes presentadas permitiendo tener documentada la solución a estas y el paso a paso para realizar las intervenciones de las mismas por el personal técnico, de esta forma se mejora la eficiencia de la atención de los equipos.

Para realizar la identificación de las labores a ejecutar en el equipo y documentar fallas se estable un paso a paso generado por la experiencia del jefe o supervisor y el técnico de mantenimiento más experimentado con esto se logra realizar la identificación de las tareas, rutinas de inspección y asignación de labor para operarios personal técnico y equipo de mantenimiento (*Ver archivo de anexos, hoja 1*).

### **8.11. Paso 11, determinar los repuestos requeridos para cada tarea**

La importancia de tener bien definido el repuesto a utilizar durante una intervención de mantenimiento a un equipo o máquina es fundamental.

<b>SISTEMA</b>	<b>REPUESTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Transporte	Rodillos de teflón y moto reductor.	40 unidades
Maquinado	Sello mecánico para bomba de vacío, sensores electro mandriles, sensor inductivo entrada y salida de vidrio.	2 unidades
Eléctrico	Fusibles, contactores, relé térmico, relevos, cable de control y totalizadores.	4 unidades
Neumático	Filtros unidad de mantenimiento, mangueras, acoples.	4 unidades

Hidráulico	Sello mecánico, rodamientos.	3 unidades
------------	------------------------------	------------

Tabla 28 Stock de repuestos

### 8.12. Paso 12, calcular la disponibilidad de mantenimiento preventivo para el activo

Es necesario realizar los cálculos de disponibilidad de mantenimiento preventivo del equipo, de esta manera tenemos claridad del tiempo ya sea en horas o días que se requiere el activo para realizar las respectivas intervenciones de mantenimiento preventivo, esta información debe ser socializada con el equipo de producción de esta forma la actividad será programada e impacto a la producción de la compañía será mínimo.

Intervención	Tiempo De Intervención	Alcance Técnico
Mes 1	16 horas	Intervención a sistemas de transporte, maquinado, eléctrico, neumático e hidráulico.
Mes 2	8 horas	Intervención a sistema de maquinado
Mes 3	16 horas	Intervención a sistemas de transporte, maquinado, eléctrico, neumático e hidráulico.
Mes 4	8 horas	Intervención a sistema de maquinado
Mes 5	16 horas	Intervención a sistemas de transporte, maquinado, eléctrico, neumático e hidráulico.
Mes 6	8 horas	Intervención a sistema de maquinado

Tabla 29 Disponibilidad del activo taladro Skill Drill Glass, para realizar mantenimiento preventivo

Para el cálculo de la disponibilidad del activo y así poder realizar las actividades de mantenimiento preventivo, se plantean 6 intervenciones al año con frecuencias bimestrales y una intensidad horaria de 16 y 8 horas teniendo como resultado que el área de mantenimiento debe solicitar el activo al área de producción un total de 72 horas en el año.

### **8.13. Paso 13, elaborar diagrama de Gantt anual**

Se realiza el programa de mantenimiento anual, teniendo en cuenta la actividad de dividir el activo por sistema, partes y sub partes herramienta conocida como taxonomía de equipos la cual permite realizar un análisis más complejo, acerca del plan y programa que se debe realizar al activo taladro Skill Drill Glass. A diferencia del programa que corresponde al año 2018, se establecen unas rutinas de mantenimiento preventivo de refuerzo dedicadas 100% al sistema de maquinado el cual se clasifica como el más crítico del activo (*Ver archivo de anexos, hoja 2*).

### **8.14. Paso 14, organizar la ejecución de inspección**

En este caso particular los conocimientos y experiencia son muy importante a la hora de realizar una inspección se debe contar con capacidad de análisis que le permita al supervisor realizar un dictamen certero y puntual determinando los alcances y siendo responsable al momento de juzgar (*Ver archivo de anexos, hoja 3*).

La actividad de inspección descrita en el (*archivo de anexos, hoja 3*), debe ser realizada por el técnico líder de cada turno, esto consiste en un recorrido por toda la planta y áreas que tendrá una duración de 60 minutos, este paso permite que el área de mantenimiento identifique cualquier novedad que pueda ocurrir con algún activo al momento de iniciar cada turno, así mismo se pretende tener un comunicación más fluida y asertiva con el área de producción.

### **8.15. Paso 15, definir las estrategias de motivación**

Programar reuniones donde se involucre a todo el personal de la organización, para poder establecer metas conjuntas, de igual forma brindar consejos al personal de esta forma se permite mejorar el compromiso y enfoque a la obtención de resultados.

Establecer políticas de trabajo flexible esto hace que se tenga mayor productividad las estrategias serían horarios cómodos, otorgarles días libres y concursos internos, mientras más se reconozca a un empleado más ideas se tendrá de cómo incentivar al personal.

Reconocer la labor de los trabajadores no genera costo es por esto que la empresa debe tener muy clara la percepción del trabajador pues este puede sentir que su labor beneficia el sostenimiento y crecimiento de la empresa.

### **8.16. Paso 16, calcular el costo del mantenimiento preventivo**

Para realizar el cálculo del costo de mantenimiento preventivo se tienen en cuenta las siguientes variables:

- Costo de no producción del taladro Skill Drill Glass \$218.125 hora.
- Salario operario del activo taladro Skill Drill Glass \$1.760.000 mes.
- Salario técnico de mantenimiento \$2.016.000 mes.
- Insumos \$150.000 por intervención.

### **8.17. Paso 17, inicio del plan de mantenimiento preventivo**

Una vez revisado el plan de mantenimiento, según la implementación de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, la gerencia tomara la decisión de su puesta en marcha para el activo caso de estudio taladro Skill Drill Glass, esto teniendo en cuenta el respectivo análisis financiero y beneficios que la metodología puede generar para los equipos, personal de mantenimiento y producción de la compañía.

### **8.18. Paso 18, evaluar el plan de mantenimiento preventivo (PMP)**

Una vez la gerencia decida realizar la implementación de la Propuesta de mejora del plan de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera S.A., mediante el método de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, se deberá realizar seguimiento a los aspectos evaluados antes de la implementación, tales como el manejo de la información, estado del mantenimiento actual, manejo de costos, efectividad del mantenimiento y demás variables relacionadas con la implementación, dicha evaluación o auditoria se debe realizar seis meses después, según la fecha de puesta en marcha donde se debe tener en cuenta la matriz de auditoria de gestión para el mantenimiento del autor Fernando Félix Espinoza.

### **8.19. Paso 19, actualizar periódicamente el plan de mantenimiento preventivo (PMP)**

El plan de mantenimiento implementado, según la metodología de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, se debe actualizar cada año o cuando existan actualizaciones las cuales deben ser socializadas de inmediato a cada uno de los colaboradores involucrados con el mantenimiento o producción de la compañía.



## **9. Impactos esperados/generados**

Conocer los activos de la compañía que hacen parte del plan de mantenimiento preventivo, con el fin de tener un mejor manejo de la información, cuando conocemos el grado de deterioro del activo tenemos claridad de la vida útil que le resta al mismo, de esta forma se pueden atacar puntualmente los requerimientos de mantenimiento en los componentes de mayor desgaste.

Tener claridad de los parámetros de funcionamiento global de los activos en el momento de su operación y actividades de mantenimiento

Tener la información necesaria de forma ordenada y oportuna para realizar consultas técnicas de los activos de la compañía, con la codificación de máquinas logramos la identificación del activo desde su planta y área operación.

Definir los parámetros de funcionamiento global permite manejar un estándar de funcionamiento de los activos en cuanto a parámetros máximos, mínimos y puntos de operación.

Conocer los activos de forma detallada para lograr la identificación de repuestos a utilizar.

Permite conocer de forma específica y detallada los componentes y actividades a desarrollar en el proceso de mantenimiento preventivo, tener claro las actividades a realizar en cada activo, conocer el tiempo requerido para realizar la intervención del equipo, optimizar tiempos en el personal técnico, tener claridad de un presupuesto de mantenimiento para los activos de la compañía

## 10. Análisis financiero

### 10.1. Análisis financiero plan de mantenimiento año 2018

Realizado el levantamiento de la información correspondiente al año 2018 podemos realizar el siguiente análisis financiero:

Inversión	\$924.915.000
Salario operario	\$1.760.000
Salario técnicos de mantenimiento	\$4.032.000
Consumo agua	\$11.500.000
Consumo luz	\$6.048.000
Herramientas del activo	\$1.360.000
Vida útil del activo	10
Inflación	4%
Costo de mantenimiento 2018	\$48.078.400
Costo no productividad o falla	\$23.256.800
Ingreso mensual del activo	\$125.640.000

Tabla 30 Información financiera año 2018

- Análisis de gasto operacional anual del activo lo cual corresponde a las siguientes variables:

$$\begin{aligned} & \text{consumo agua} + \text{consumo luz} + \text{herramientas del activo} \\ & = \text{gasto operacional del activo mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto operacional mensual del activo} &= 11.500.000 + 6.048.000 + 1.360.000 \\ &= 18.908.000 \end{aligned}$$

$$\text{Gasto operacional anual} = 18.908.000 \times \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 231.026.635$$

- Análisis de gasto anual variable el cual corresponde a salarios del operario y técnicos de mantenimiento, el cual incrementa un 4% cada año:

$$\text{Gasto anual operario} = 1.760.000 \times \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 21.500.096$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto anual tecnicos de mantenimiento} &= 4.032.000 \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) \\ &= 49.254.767 \end{aligned}$$

- Gasto de mantenimiento preventivo correspondiente al año 2018, el cual incrementa un 4% cada año:

$$= 48.078.400$$

- Gasto de falla del activo correspondiente al año 2018, el cual incrementa un 4% cada año:

$$= 23.256.800$$

- Ingresos mensuales del activo

$$= 125.640.000$$

$$\text{ingreso anual del activo} = 125.640.000 \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 1.534.813.726$$

Según los cálculos realizados anteriormente y a modo de conclusión tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Total egresos} &= \text{gasto operacional anual} + \text{gasto anual operario} \\ &+ \text{gasto anual operarios} + \text{gasto mantenimiento preventivo año 2018} \\ &+ \text{gasto fallas del activo 2018} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total egresos} &= 231.026.635 + 21.500.096 + 49.254.767 + 48.078.400 + 23.256.800 \\ &= 373.116.698 \end{aligned}$$

$$\text{Total ingresos} = \text{ingreso anual del activo}$$

$$\text{Total ingresos} = 1.534.813.726$$

La compañía Vitelsa Mosquera S.A., como estrategia comercial realiza el 45% de descuento del ingreso generado por el activo taladro Skill Drill Glass, dicho descuento se aplica a los clientes de la compañía obteniendo un valor neto facturado como ingreso total de \$844.147.549

Año	Ingreso	Egreso Fijo	Egreso Variable	Total Egreso	Flujo Neto
0		\$ 924.915.000		\$ 924.915.000	\$ 924.915.000
1	\$ 844.147.549	\$ 231.026.635	\$ 142.090.063	\$ 373.116.698	\$ 471.030.851
2	\$ 877.913.451	\$ 231.026.635	\$ 147.773.666	\$ 378.800.301	\$ 499.113.150
3	\$ 913.029.989	\$ 231.026.635	\$ 153.684.612	\$ 384.711.247	\$ 528.318.742
4	\$ 949.551.189	\$ 231.026.635	\$ 159.831.997	\$ 390.858.632	\$ 558.692.557
5	\$ 987.533.236	\$ 231.026.635	\$ 166.225.276	\$ 397.251.911	\$ 590.281.325
6	\$ 1.027.034.566	\$ 231.026.635	\$ 172.874.288	\$ 403.900.923	\$ 623.133.643
7	\$ 1.068.115.948	\$ 231.026.635	\$ 179.789.259	\$ 410.815.894	\$ 657.300.054
8	\$ 1.110.840.586	\$ 231.026.635	\$ 186.980.829	\$ 418.007.464	\$ 692.833.122
9	\$ 1.155.274.210	\$ 231.026.635	\$ 194.460.063	\$ 425.486.698	\$ 729.787.512
10	\$ 1.201.485.178	\$ 231.026.635	\$ 202.238.465	\$ 433.265.100	\$ 768.220.078

Tasa	0,04
VPN, VNA,BCV	\$ 3.951.804.791
ROI	4,27

Tabla 31 Ingreso, egreso y flujo neto 2018

$$ROI = \frac{BCV}{VA}$$

$$ROI = \frac{3.951.804.791}{924.915.000} = 4.27$$

## 10.2. Análisis financiero propuesta de mejora plan de mantenimiento, con la implementación de los 19 pasos de mantenimiento preventivo

Realizado el levantamiento de la información correspondiente al año 2018 podemos realizar el siguiente análisis financiero:

Inversión	\$924.915.000
Salario operario	\$1.760.000
Salario técnicos de mantenimiento	\$4.032.000
Consumo agua	\$11.500.000
Consumo luz	\$6.048.000
Herramientas del activo	\$1.360.000
Vida útil del activo	10
Inflación	4%
Costo de mantenimiento (propuesta)	\$35.892.600
Costo no productividad o falla	\$9.302.720
Ingreso mensual del activo	\$125.640.000

Tabla 32 Análisis financiero propuesta, 19 pasos mantenimiento preventivo

- Análisis de gasto operacional anual del activo lo cual corresponde a las siguientes variables:

$$\begin{aligned} & \text{consumo agua} + \text{consumo luz} + \text{herramientas del activo} \\ & = \text{gasto operacional del activo mes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto operacional mensual del activo} &= 11.500.000 + 6.048.000 + 1.360.000 \\ &= 18.908.000 \end{aligned}$$

$$\text{Gasto operacional anual} = 18.908.000 \times \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 231.026.635$$

- Análisis de gasto anual variable el cual corresponde a salarios del operario y técnicos de mantenimiento, el cual incrementa un 4% cada año:

$$\text{Gasto anual operario} = 1.760.000 \times \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 21.500.096$$

$$\begin{aligned} \text{Gasto anual tecnicos de mantenimiento} &= 4.032.000 \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) \\ &= 49.254.767 \end{aligned}$$

- Gasto de mantenimiento preventivo correspondiente al año 2018, el cual incrementa un 4% cada año:

$$= 35.892.600$$

- Gasto de falla del activo correspondiente al año 2018, el cual incrementa un 4% cada año:

$$= 9.302.720$$

- Ingresos mensuales del activo

$$= 125.640.000$$

$$\text{ingreso anual del activo} = 125.640.000 \left( \frac{(1 + 0.003237)^{12} - 1}{0.003237} \right) = 1.534.813.726$$

Según los cálculos realizados anteriormente y a modo de conclusión tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Total egresos} &= \text{gasto operacional anual} + \text{gasto anual operario} \\ &+ \text{gasto anual operarios} \\ &+ \text{gasto mantenimiento preventivo año 2018} \\ &+ \text{gasto fallas del activo 2018} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total egresos} &= 231.026.635 + 21.500.096 + 49.254.767 + 35.892.600 + 9.302.720 \\ &= 346.976.818 \end{aligned}$$

$$\text{Total ingresos} = \text{ingreso anual del activo}$$

$$\text{Total ingresos} = 1.534.813.726$$

La compañía Vitelsa Mosquera S.A., como estrategia comercial realiza el 45% de descuento del ingreso generado por el activo taladro Skill Drill Glass, dicho descuento se aplica a los clientes de la compañía obteniendo un valor neto facturado como ingreso total de \$844.147.549

Año	Ingreso	Egreso Fijo	Egreso Variable	Total Egreso	Flujo Neto
0		\$ 924.915.000		\$ 924.915.000	\$ 924.915.000
1	\$ 844.147.549	\$ 231.026.635	\$ 115.950.183	\$ 346.976.818	\$ 497.170.731
2	\$ 877.913.451	\$ 231.026.635	\$ 120.588.190	\$ 351.614.825	\$ 526.298.626
3	\$ 913.029.989	\$ 231.026.635	\$ 125.411.718	\$ 356.438.353	\$ 556.591.636
4	\$ 949.551.189	\$ 231.026.635	\$ 130.428.187	\$ 361.454.822	\$ 588.096.367
5	\$ 987.533.236	\$ 231.026.635	\$ 135.645.314	\$ 366.671.949	\$ 620.861.287
6	\$ 1.027.034.566	\$ 231.026.635	\$ 141.071.127	\$ 372.097.762	\$ 654.936.804
7	\$ 1.068.115.948	\$ 231.026.635	\$ 146.713.972	\$ 377.740.607	\$ 690.375.341
8	\$ 1.110.840.586	\$ 231.026.635	\$ 152.582.531	\$ 383.609.166	\$ 727.231.420
9	\$ 1.155.274.210	\$ 231.026.635	\$ 158.685.832	\$ 389.712.467	\$ 765.561.743
10	\$ 1.201.485.178	\$ 231.026.635	\$ 165.033.265	\$ 396.059.900	\$ 805.425.278

Tasa	0,04
VPN, VNA,BCV	\$ 4.203.149.791
ROI	4,54

Tabla 33 Ingreso, egreso, flujo neto propuesta 19 pasos de mantenimiento preventivo

$$\text{ROI} = \frac{\text{BCV}}{\text{VA}}$$

$$\text{ROI} = \frac{4.203.149.791}{924.915.000} = 4.54$$

## **11. Conclusiones y recomendaciones**

### **11.1. Conclusiones**

Por medio de la matriz de auditoría del autor Félix Fernando Espinosa realizada al área de mantenimiento, se logra establecer el estado actual, al igual identificamos los aspectos principales de mayor falencia en la compañía.

Al implementar la taxonomía como herramienta en los equipos se estable la codificación para los activos y en especial para el activo caso de estudio, Taladro Skill Drill Glass, asignado un código alfanumérico con el fin de su fácil identificación tanto de la planta como del área de operaciones.

Realizando el listado de sistemas, partes y sub partes del activo logramos identificar los componentes más críticos y así sugerir la implementación de un nuevo plan y programa de mantenimiento para el activo, siguiendo la metodología de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, la cual genera impactos significativos para las principales áreas de la empresa.

El análisis y estudio de la metodología de los 19 pasos de mantenimiento preventivo, permiten que el área de mantenimiento de la empresa Vitelsa Mosquera SA., genere un valor agregado, ya que la información documentada en la investigación permite tener una visión orientada a la implementación de mantenimiento productivo total (TPM), con el fin de fortalecer el área y los procesos.

## **11.2. Recomendaciones**

Al observar los resultados obtenidos se puede realizar una recomendación que permita mejorar de forma considerable la eficiencia del área de producción y mantenerla en un crecimiento constante.

Para esto es necesario empezar por facilitar herramientas adecuadas para las labores, adicional es de mucha importancia poder familiarizar a todo el personal con el proceso de capacitación y transmisión del conocimiento, de igual forma es de suma importancia que el personal encargado de documentar las eventualidades lo realice en tiempo real y con datos certeros de los parámetros de funcionamiento estos deben asegurar que el procedimiento se haga de forma correcta para poder atacar la falla antes de que ocurra.

Al momento de documentar la información de tiempos muertos o perdidos por paradas la información de estas debe permitir identificar la causa raíz de la falla

Se debe programar actividades de bienestar para el personal en general que le permitan cambiar el entorno laboral de forma que puedan elevar su motivación por la labor que desempeñan se pueden utilizar estrategias que le permitan al trabajador poder compartir mayor tiempo con sus familias o participar en proyectos que sean de su interés permitiéndoles el desarrollo personal y profesional.



## 12. Bibliografía

Cabrera, J., & Araque, H. (2011). Mejoras al programa de mantenimiento de máquinas deslodadoras para la extracción de aceite de palma. *Ingeniería Mecánica*, Vol 13, Iss 3, Pp 26-32 (2011), (3), 26.

Castellón González, L. I. (2018). Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas productoras de helado de la fábrica Belén de la ciudad de Estelí. Nicaragua, North America: FAREM. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.9104E034&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Catalán Cubas, W. E. (2018). Propuesta de mejora en el área de mantenimiento, aplicando TPM, para reducir costos en la minera Tahoe Resources La Arena (Tesis Parcial). Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.D1A1C150&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Corredor Rodríguez, D. E. (2018). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Frigotún S.A.S. Universidad tecnológica de Pereira. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.6EB98AA7&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Díaz, C. E. B., & Figueroa, K. J. M. (2014). ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARÍA PESADA DE LA EMPRESA L&L, 72.

Diestra Quevedo, J. P., Esquiviel Paredes, L., & Guevara Chinchayan, R. (2017). PROGRAMA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM), PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD OPERACIONAL DE LA MÁQUINA CON MAYOR CRITICIDAD. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.5058D98E&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Galvis Castellón, J. G. (2013). Plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos e importantes utilizados en el departamento de posventa de Campesa S.A. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.37CF860A&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Guzman, J. L. G. (2016). PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PLANIFICADO PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LATERCER S.A.C. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 102.

Heredia Montiel, N. A. (2016). Desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo total (tpm) en el refinador de licor de cacao en la empresa Infelersa s.a. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx>

x?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.4AA85927&lang=es&site=eds-  
live&scope=site

Hernández Echeverri, G. R. (2014). ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE  
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y DEL SOPORTE OPERATIVO DE LA  
PLANTA LOS PATIOS - CEMEX COLOMBIA S.A. (Thesis). Recuperado de  
repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/455

Herrera Galán, M., & Duany Alfonso, Y. (2016). Metodología e implementación de un  
programa de gestión de mantenimiento. *Methodology and implementation of  
maintenance management program.*, 37(1), 2-13.

Luna Nova, D. A. (2011). Diseño y distribución de la nueva planta de vidrio templado y  
laminado Vitelsa S.A. en la ciudad de Bogotá. Recuperado de  
[http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F570164D&lang=es&site=eds-  
live&scope=site](http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F570164D&lang=es&site=eds-live&scope=site)

Suárez Serrano, C. A. (2008). Coordinación de Producción de Vitelsa S.A. Bucaramanga.  
Recuperado de  
[http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F9D16828&lang=es&site=eds-  
live&scope=site](http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F9D16828&lang=es&site=eds-live&scope=site)

ACIEM. (2018). Glosario de terminos mantenimiento . pág. 45.

Albarkoly, K. M., & Park, K. S. (2015). Implementing a Strategy of Reliability Centered  
Maintenance (RCM) in the Libyan Cement Industry. *International Journal of  
Science and Engineering Investigations*, 4(42), 9.

Echeverri Hernandez, R. (2014). *Actualizacion del programa de mantenimiento autonomo y del soporte operativo de la planta Los Patios, Cemex Colombia S.A.* Ocaña.

Espinoza, Fernando Felix;. (2012). *Auditoría para la gestión de mantenimiento.* Talca Chile: Universidad de Talca.

Páramo Órtega, S. S. (2016). Analisis para la implementacion de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la maquinaria en la linea de pulido de vidrio de la empresa vitrinas Páramo Órtega. bogota.

Wagner Arbelaez, J. c. (2016). impacto de la estrategia de mantenimiento en la operacion de una planta de manufactura. En J. A. Lagos Sandoval, I. S. García Monsalve, & J. A. Perea Sandoval, *Investigación en gestión organizacional* (pág. 199). Bogotá: Jose Arturo Lagos Sandoval.