

**Propuesta de implementación del mantenimiento autónomo en el área de inyección  
de la empresa Ave Colombiana S.A.S**

Diego Fernando Frade Díaz, Luis Fernando Hurtado Palomino y

Diego Alexander Ortiz Ramírez

Dirección de posgrados, Universidad ECCI

Especialización en Gerencia de mantenimiento

Miguel Ángel Urián Tinoco

Bogotá, septiembre de 2022

**Propuesta de implementación del mantenimiento autónomo en el área de inyección  
de la empresa Ave Colombiana S.A.S**

Diego Fernando Frade Díaz (109442), Luis Fernando Hurtado Palomino (102201) y

Diego Alexander Ortiz Ramírez (109537)

Dirección de posgrados, Universidad ECCI

Especialización en Gerencia de mantenimiento

Miguel Ángel Urián Tinoco

Bogotá, septiembre de 2022

### Dedicatoria

Este proyecto se lo dedico a Nicolás Palacios por ser el motor de mi vida y alegrarme los días. A Liliana Arias por darme su buena vibra y darme las fuerzas para culminar mis objetivos.

Diego Alexander Ortiz Ramírez

Este trabajo se lo dedico a mi padre quien, a pesar de ya no estar con nosotros, sé que estaría orgulloso por verme lograr mis metas, a mi madre y mis hermanos quienes son los que me impulsan y motivan a crecer cada vez más.

Diego Fernando Frade Díaz

Lo dedico a mis padres por los esfuerzos económicos que hicieron para lograr los objetivos que hasta hoy he cumplido y por toda la formación recibida para ser la persona que soy, en especial a mi madre una mujer pujante y que con su actuar me dio el ejemplo de nunca conformarme y buscar mayores logros.

Luis Fernando Hurtado Palomino

### Agradecimientos

A mis padres por el esfuerzo entregado a lo largo de esta carrera y por ser un apoyo incondicional permanentemente. A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este proceso para no desfallecer y lograr las metas propuestas.

Diego Alexander Ortiz Ramírez

Agradezco a mi madre y mis hermanos quienes me han brindado su apoyo a lo largo de esta especialización, por brindarme sus consejos y su comprensión, a la vida por permitirme tomar este camino y a mis amigos quienes han sido un apoyo extra y con quienes he disfrutado de momentos externos a la academia. Además, agradezco a mis compañeros y maestros por estos dos semestres de aprendizaje.

Diego Fernando Frade Díaz

De manera especial agradecimientos a mi esposa y mis dos lindos hijos por siempre estar conmigo, por ser ese apoyo incondicional y motivarme en cumplir los objetivos. A

Dios por darme las fuerzas y sabiduría y cumplir ese propósito que tiene para mí.

Luis Fernando Hurtado Palomino

## Introducción

Dentro de una organización la gestión de mantenimiento es de gran importancia debido a que es fundamental el garantizar la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos por lo que un mantenimiento tradicional no es suficiente, por lo cual la importancia de aplicar metodologías que ayuden a cumplir con un sistema de mantenimiento más productivo. Por tal motivo y debido a estas razones, se hace necesario optar por una estrategia de mantenimiento que permita por medio de una serie actividades organizacionales y que una vez implementadas mejoren la eficiencia en los equipos, la reducción en tiempos de paradas y que el tiempo promedio entre fallas sea mayor garantizando la competitividad de la organización.

La estrategia de mantenimiento citada en el presente trabajo es el mantenimiento total productivo (TPM), sin embargo, no se hablará en su totalidad de dicha metodología, se centrará en el pilar de Mantenimiento Autónomo.

El TPM como metodología de éxito en el mantenimiento en la industria permitirá reducir los tiempos en paradas innecesarias que sean prolongadas por falta de repuestos o el desconocimiento por falta de capacitación o conocimiento de la tecnología que se requiere.

El mantenimiento autónomo es una de las bases para la aplicación de la metodología a la hora de la aplicación del TPM ya que es un pilar la cual rige el éxito o no del mismo, es una fuente de oportunidades de mejora continua en los aspectos de mejoramiento de la calidad involucrando a al personal con la capacidad de respuesta y la prolongación de la vida útil de los equipos convirtiéndose por lo tanto en una estrategia muy viable en la organización.

## Tabla de contenido

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.....	17
3	objetivos de la investigación.....	17
3.1	Objetivo general .....	17
3.2	Objetivos específicos.....	17
4	Justificación y delimitación .....	18
4.1	Justificación.....	18
4.2	Delimitación .....	19
4.3	Limitaciones .....	19
5	Marco referencial.....	20
5.1	Estado del arte .....	20
5.1.1	Estado del arte nacional .....	20
5.1.1.1	Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para las empresas de control de sólidos Ltda.”.....	20
5.1.1.2	Propuesta de guía para aplicación de mantenimiento autónomo hasta la etapa tres, en servicios de odontología para instituciones prestadoras de servicios de salud .....	20

5.1.1.3 Elaborar planes de mantenimiento para industria plástica a fin de mejorar su productividad. caso: abc gotuplas .....	21
5.1.1.4 Guía para la gestión de orden y aseo de la empresa perforaciones pyramid de Colombia s.a.s.....	21
5.1.1.5 El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación .....	22
5.1.1.6 Implementación del total productive management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA .....	23
5.1.1.7 Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica.....	23
5.1.1.8 Estructura e implementación de TPM para equipos Videojet .....	24
5.1.2 <i>Estado del arte internacional</i> .....	24
5.1.2.1 Implementación de un modelo de mantenimiento autónomo en un departamento de producción de detergentes .....	24
5.1.2.2 Propuesta de implementación del Mantenimiento Autónomo para reducir las paradas de máquina no programadas en una empresa metal mecánica .....	25
5.1.2.3 Implementación del TPM en la unidad de equipo mecánico del proyecto especial TACNA.....	26
5.1.2.4 Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora .....	27
5.1.2.5 Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares .....	27

5.1.2.6 Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local .....	28
5.1.2.7 Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación del TPM en empresa de transporte de pasajeros .....	29
5.2 Marco teórico .....	29
5.2.1 Mantenimiento Autónomo .....	33
5.2.1.1 <i>Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos.</i> 36	
5.2.1.2 Capacidades para descubrir anomalías. ....	36
5.2.1.3 Capacidades para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas. ....	37
5.2.1.4 Capacidad para establecer condiciones.....	37
5.2.1.5 Capacidad para controlar el mantenimiento. ....	37
5.2.1.6 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante.....	37
5.2.1.7 Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo	38
5.2.1.8 Empleo de controles visuales.....	39
5.2 Marco normativo Legal .....	41
6 Marco Metodológico .....	42
6.1 Recolección de la información .....	42
6.1.1 Tipo de investigación.....	42
6.1.2 Fuentes de obtención de la Información .....	42



6.1.1.1 Fuentes primarias .....	43
6.1.1.2 Fuentes secundarias.....	43
6.1.3 Herramientas para la investigación .....	43
6.1.4 Metodología de la investigación .....	43
6.1.5 Información recopilada .....	44
6.2 Análisis de la Información .....	56
6.2.1 Información en sitio .....	57
6.2.2 Documentación .....	57
▪ 6.2.3 Formulario tipo entrevista .....	57
6.3 Propuesta de solución.....	64
6.3.1 Etapa 0: Preparación del mantenimiento autónomo (Motivación) .....	65
6.3.2 Etapa 1: Limpieza e inspección (Limpieza).....	65
6.3.3 Etapa 2: Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza (Restauración). .....	67
▪ 6.3.4 Etapa 3: Preparación de estándares para la limpieza e inspección.....	67
6.3.5 Etapa 4: Inspección general orientada (Competencia).....	68
6.3.6 Etapa 5: Inspección autónoma (Verificación).....	69
6.3.7 Etapa 6: Estandarización.....	69
6.3.8 Etapa 7: Control autónomo total .....	70
7 Impactos alcanzados y esperados .....	73

	10
7.1 Impactos alcanzados.....	73
7.2 Impactos esperados .....	73
8 Análisis financiero.....	76
8.1 Costo de implementación /Inversión.....	76
8.2 Utilidad esperada.....	79
8.3 Retorno de la inversión .....	81
9 Conclusiones y recomendaciones.....	81
9.1 Conclusiones .....	81
9.2 Recomendaciones.....	82
10 Bibliografía .....	84
● Anexos .....	86

## Tabla de figuras

Figura 1 <i>Equipo de Inyección</i> .....	45
Figura 2 <i>Estado actual equipos de inyección</i> .....	46
Figura 3 <i>Unidad de inyección</i> .....	46
Figura 4 <i>Listado de Activos</i> .....	47
Figura 5 <i>Control de Mantenimiento</i> .....	48
Figura 6 <i>Programación de Mantenimiento</i> .....	48
Figura 7 <i>Disponibilidad Área de Inyección</i> .....	49
Figura 8 <i>Confiabilidad de Equipos</i> .....	50
Figura 9 <i>Confiabilidad Área de Inyección</i> .....	52
Figura 10 <i>Disponibilidad área de Inyección</i> .....	52
Figura 11 <i>Actividades exteriores en el equipo</i> .....	54
Figura 12 <i>Actividades Sistema Eléctrico</i> .....	54
Figura 13 <i>Formato de actividades Mecánicas</i> .....	55
Figura 14 <i>Formulario de consulta para trabajadores</i> .....	55
Figura 15 <i>Área de trabajo</i> .....	58
Figura 16 <i>Conocimiento de Equipos</i> .....	58
Figura 17 <i>Capacitación recibida</i> .....	59
Figura 18 <i>Efectividad de mantenimiento</i> .....	61
Figura 19 <i>Condiciones básicas</i> .....	62
Figura 20 <i>Capacitaciones Necesarias</i> .....	62
Figura 21 <i>Costo talento humano</i> .....	77
Figura 22 <i>Equipos hardware y Software</i> .....	78

Figura 23 <i>Materiales y documentación</i> .....	78
Figura 24 <i>Mobiliario y herramientas</i> .....	79

### **Tabla de tablas**

Tabla 1 <i>Pasos del Mantenimiento Autónomo sugeridas por el JIPM.</i> .....	35
Tabla 2 <i>Características del desarrollo del mantenimiento autónomo</i> .....	40
Tabla 3 <i>Marco Legal</i> .....	41
Tabla 4 <i>Consolidado Disponibilidad y Confiabilidad</i> .....	51
Tabla 5 <i>Consolidado Disponibilidad y Confiabilidad mes a mes</i> .....	53
Tabla 6 <i>Limpieza de equipos</i> .....	60
Tabla 7 <i>Recomendaciones sobre las máquinas</i> .....	63
Tabla 8 <i>Sugerencias y dudas</i> .....	64
Tabla 9 <i>Estructura de la Propuesta</i> .....	71
Tabla 10 <i>Proyección de la propuesta</i> .....	80

## **Resumen**

En este proyecto se presenta una propuesta para la elaboración de una guía metodológica de la implementación de Mantenimiento Autónomo como estrategia de mantenimiento con el fin de reducir las fallas en las máquinas de esta manera tener mayor y disponibilidad de los equipos.

Se basó en la explicación de uno de los pilar que hace parte de la estrategia TPM (Mantenimiento Autónomo) el cual inicia con las etapas de: limpieza inicial en donde se eliminan todo tipo de suciedad, escapes, polvo y ajustes menores, luego se harán acciones correctivas en la fuente evitando que el equipo se ensucie nuevamente, facilitar su acceso, inspección y limpieza inicial; reducir el tiempo empleado en la limpieza profunda, Inspección general el entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la verificación, para posteriormente continuar con la técnica japonesa de 5s clasificación (Seiri), orden (Seiton), limpieza (Seiso), estandarización (Seiketsu) y disciplina (Shitsuke).

Al implementar esta metodología permite que las personas mejoren su calidad de vida y a su vez se sientan dueños de sus procesos y lugares de trabajo lo que permite que se integren más fácilmente a las políticas de cambio y mejoramiento continuo.

La aplicación de esta estrategia de mantenimiento generará que se vean reflejados en los indicadores son utilizados en el área de inyección como lo es (tiempo medio entre fallas), ayudando a establecer y conservar las condiciones básicas de funcionamiento y operación de estos, disminuyendo así la probabilidad de paradas no programadas por fallas o averías.

### **Palabras claves**

TPM, Mantenimiento autónomo, proceso, inyección, Ave Colombiana S.A.S

## **Abstract**

This project presents a proposal for the development of a methodological guide for the implementation of Autonomous Maintenance as a maintenance strategy to reduce machine failures and thus have greater availability of equipment.

It was based on the explanation of one of the pillars that is part of the TPM strategy (Autonomous Maintenance) which begins with the stages of: initial cleaning where all types of dirt, leaks, dust and minor adjustments are removed, then corrective actions will be made at the source to prevent the equipment from getting dirty again, facilitating access, inspection and initial cleaning; reduce the time spent on deep cleaning, general inspection training for inspection using manuals, elimination of small breakdowns and greater knowledge of the equipment through verification, and then continue with the Japanese technique of 5s classification (Seiri), order (Seiton), cleanliness (Seiso), standardization (Seiketsu) and discipline (Shitsuke).

By implementing this methodology, it allows people to improve their quality of life and at the same time feel ownership of their processes and workplaces, which allows them to integrate more easily to the policies of change and continuous improvement.

The application of this maintenance strategy will be reflected in the indicators used in the injection area such as (mean time between failures), helping to establish and preserve the basic conditions of operation and operation of these, thus reducing the likelihood of unscheduled shutdowns due to failures or breakdowns.

## **Keywords**

TPM, Autonomous maintenance, process, injection, Ave Colombiana S.A.S.

## **1 Título de la Investigación**

Propuesta de implementación del pilar de mantenimiento autónomo en el área de inyección de la empresa Ave Colombiana S.A.S

## **2 Problema de investigación**

### **2.1 Descripción del problema**

En la empresa *Ave Colombiana S.A.S*, ubicada en el municipio de Zipaquirá, se han incrementado el número de fallas en los equipos de inyección, lo que genera un bajo nivel de producción, reduciendo el número de equipos disponibles durante la jornada, a esta situación se suma que el personal de mantenimiento solo se encuentra presente en el turno diurno, por lo que

al presentarse una falla o avería en alguno de los equipos en los dos turnos restantes, estos quedan fuera de servicio hasta el día siguiente que llegue el personal técnico para corregir las novedades que se hallan presentado.

Aunque la compañía posee un plan de mantenimiento estructurado para dichos equipos existen razones por las cuales no se llega a cumplir generando así el aumento de fallas; otra de las situaciones que actualmente se presentan en la empresa, es la falta de capacitación técnica de los operarios de los equipos de inyección, por lo que ellos están dependiendo del equipo de mantenimiento, para los ajustes preoperacionales de las máquinas, razón por la cual se está ocupando el personal en labores que bien deberían llevar a cabo ellos, entre estas actividades se encuentran: la limpieza, ajustes, reaprietes y lubricación.

El déficit de personal técnico en el taller se hace notar debido a la falta de cumplimiento del cronograma de actividades del plan de mantenimiento y la imposibilidad de cubrir los turnos tarde y noche, esto se ve reflejado cuando un equipo queda fuera de servicio por alguna falla, o porque el preoperacional no se lleva a cabo, reduciendo la productividad, y no logrando cumplir con las metas propuestas por el área de producción.

## **2.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S* podría fortalecer la disponibilidad de equipos, anticipándose a la ocurrencia de fallas por medio del estudio de las condiciones de mantenimiento del equipo, por lo que este proyecto se enfocara en responder la pregunta de investigación:



¿Cuáles son los principales factores para que la implementación del Mantenimiento Autónomo tenga un impacto positivo en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S?*

### **2.3 Sistematización del problema**

- 1 ¿Qué procesos de mantenimiento se manejan actualmente en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S?*
- 2 ¿Cuáles son los ejes fundamentales para desarrollar el mantenimiento autónomo?
- 3 ¿Cuál es impacto positivo que se podrá obtener con base a la aplicación del mantenimiento autónomo en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S?*

## **3 objetivos de la investigación**

### **3.1 Objetivo general**

Realizar una propuesta para la implementación de un programa de mantenimiento autónomo en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S* ubicada en el municipio de Zipaquirá, basado en la metodología del mantenimiento productivo total (TPM).

### **3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la información de los procesos de mantenimiento en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S*

- Establecer el pilar de la metodología de TPM, (Mantenimiento autónomo) para la aplicación en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S*
- Elaborar la guía para la aplicación de mantenimiento autónomo para el área de inyección en la empresa *Ave Colombiana S.A.S*

## **4 Justificación y delimitación**

### **4.1 Justificación**

*Ave Colombiana S.A.S* como empresa desarrolla principalmente su línea de negocio en la manufactura de productos eléctricos de baja tensión. Desde el año 2000 los incrementos de la producción dadas por la demanda de comercialización en el mercado, han limitado la frecuencia de intervención técnica para la realización de los mantenimientos preventivos basados en las recomendaciones del fabricante e Ingenieros especialistas, y que tan solo se prioriza la ejecución de los mantenimientos correctivos cuando la máquina inyectora muestra fallas durante el proceso de producción, generando tiempos muertos, improductivos y paradas recurrentes que impactan los ingresos y utilidades que la empresa espera obtener. Por lo tanto, se hace importante evaluar la confiabilidad y disponibilidad de la máquina inyectora, se toman los históricos de tiempos de parada y productividad de la base de datos.

Se propone implementar la metodología de mantenimiento autónomo pilar de la metodología TPM y medir la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, complementar esta información con registros que permitan considerar los tiempos de paradas, averías, configuración y ajustes,

pequeñas paradas, reducción de velocidad, rechazos por puesta en marcha y rechazos de producción que afectan directamente la eficiencia.

#### **4.2 Delimitación**

La propuesta se llevará a cabo en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S* ubicada en el municipio de Zipaquirá Cundinamarca durante los meses de junio a diciembre del 2021

#### **4.3 Limitaciones**

- La implementación de la metodología TPM depende de la aprobación y el apoyo del director de producción de la planta.
- El acceso limitado a la información guardada en el software de producción y mantenimiento, la cual solo se podrá usar de manera académica y no se permite replica con otros fines.
- Aprobación de los recursos necesarios para la capacitación del personal en planta.
- Los recursos empleados serán de los integrantes de este trabajo.

## 5 Marco referencial

### 5.1 Estado del arte

#### *5.1.1 Estado del arte nacional*

##### *5.1.1.1 Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para las empresas de control de sólidos Ltda.”*

En el año 2011, la ingeniera Laura Andrea Gómez Ojeda de la Universidad Escuela Colombiana de Carreras industriales, desarrolló su trabajo investigativo “Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para las empresas de control de sólidos Ltda.”. En esta monografía la ingeniera propone utilizar el modelo TPM mantenimiento productivo total como estrategia base para aplicar en la empresa de residuos sólidos, define las 5s. Los cuales define como máquina, maquinaria, método, mano de obra y medio ambiente y define indicador basado en el tiempo como respuesta, retoma los pilares TPM (Gómez Ojeda, 2011). El trabajo citado sirve como soporte de la conceptualización y justificación del TPM como una Metodología de mantenimiento de Calidad.

##### *5.1.1.2 Propuesta de guía para aplicación de mantenimiento autónomo hasta la etapa tres, en servicios de odontología para instituciones prestadoras de servicios de salud*

En el año 2015 los autores Miguel López y Katia Madera desarrollaron como opción de grado de la Universidad ECCI la investigación titulada “propuesta de guía para aplicación de mantenimiento autónomo hasta la etapa tres, en servicios de odontología para instituciones prestadoras de servicios de salud” en ella los autores presentan una propuesta de guía de aplicación de mantenimiento autónomo hasta la etapa tres en servicios de odontología, explicando cada uno de los pasos requeridos para la implementación tomando como base la

técnica japonesa de 5's, la cual consta de cinco pasos que son: clasificación (Seiri), orden (Seiton), limpieza (Seiso), estandarización (Seiketsu) y disciplina (Shitsuke) (López Acosta & Madera Toncel, 2015). El trabajo citado sirve como soporte para ver la como es la aplicación de esta estrategia de mantenimiento nos generará el aumento en los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de los equipos utilizados.

#### ***5.1.1.3 Elaborar planes de mantenimiento para industria plástica a fin de mejorar su productividad. caso: abc gotuplas***

En el año 2016 los autores Javier Mesías y Rodrigo Robles desarrollaron como opción de grado de la Universidad ECCI la investigación titulada “Elaborar planes de mantenimiento para industria plástica a fin de mejorar su productividad. Caso: abc gotuplas” en ella los autores presentan el informe donde desean realizar un análisis de cómo las industrias plásticas pueden mejorar su enfoque al mantenimiento, mejorarlo y hacer entender a las gerencias que invertir en el mantenimiento mejora circunstancialmente las producciones de sus empresas (Mesias & Diaz Robles, 2016). El trabajo citado sirve para comprender la importancia que tiene implantar un sistema de mantenimiento en la industria moderna, así como conocer y manejar algunas bases teóricas que son muy fundamentales para la correcta adecuación de un plan de mantenimiento general que mejore la productividad de la compañía y que se encuentre en una mejora continua.

#### ***5.1.1.4 Guía para la gestión de orden y aseo de la empresa perforaciones pyramid de Colombia s.a.s***

En el presente año 2021 los autores Deifanide Benítez y Sandra Cáceres desarrollaron como opción de grado de la Universidad ECCI la investigación titulada “guía para la gestión de

orden y aseo de la empresa perforaciones pyramid de Colombia s.a.s.” en donde quieren mostrar cómo se desarrollan las diferentes actividades para mejorar los tiempos, espacios organizados y productividad en la operación de la empresa, muestra la diferencia proporcional entre costos y el beneficio. La importancia de estudiar este tema en particular radica en las consecuencias que pueden ocasionar algunos accidentes laborales por falta de implementar una guía de gestión de orden y aseo, la obtención de menores incapacidades y una mayor eficiencia en la utilización del tiempo traducido en productividad (Benítez Viancha & Cáceres, 2021)El trabajo citado permite conocer como está diseñado las acciones encaminadas a asegurar el bienestar integral de todos los trabajadores, al estudiar el efecto que tienen la metodología propuesta “5S” son cinco principios de origen japonés que nombra a cada una de sus cinco fases con la letra S, encaminados a conseguir una organización limpia y ordenada.

#### ***5.1.1.5 El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación***

En el año 2009 el autor Ernesto López, desarrollo como opción de grado en la universidad Pontificia Universidad Javeriana la investigación titulada “El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación” en ella el autor desarrolla la importancia de la implementación del mantenimiento total productivo como un sistema para lograr la eficiencia, en donde el resultado final que persigue es lograr un conjunto de quipos, maquinaria e instalaciones productivas y una reducción de las inversiones en ellos. Esta implementación se logra gracias a la participación de todo el personal de la organización y tener el apoyo de la dirección en donde esta tenga una participación dentro del proceso (López Arias , 2009). El trabajo citado permite comprender que el TPM es un sistema de

gerencia de mantenimiento que busca la mejora continua de los equipos involucrando a toda la organización trabajando como uno solo en busca de una sola meta cuya es el aumento notablemente de la productividad y al mismo tiempo aumentar la moral de los trabajadores y su satisfacción por el trabajo realizado.

#### ***5.1.1.6 Implementación del total productive management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA***

En el año 2010 los estudiantes Iván Guillermo Montoya Delgado y Carlos Eduardo Parra Romero desarrollaron su trabajo de grado titulado “Implementación del total productive management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA”, en este trabajo desarrollan el plan de implementación de la metodología TPM, en la compañía del sector avícola con el fin de optimizar los procesos productivos y obtener una producción mayor, diseñando la metodología que se adecua a la compañía en el desarrollo de los procesos diarios y contribuyendo a la mejora de los indicadores. (Montoya & Parra, 2010) Este trabajo muestra los pasos que se pueden llevar a cabo para elaborar un plan estructurado para implementar la metodología TPM o alguno de los pilares de esta filosofía.

#### ***5.1.1.7 Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica***

En el año 2008 los estudiantes Diego Luis Pinto López y Juan Fernando Mesa Velásquez, presentaron su trabajo de grado titulado “Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica”, en este trabajo se propone implementar los primeros cuatro pilares del TPM, con el objetivo de recolectar datos, analizarlos y así formular la implementación en toda la compañía, el piloto se realizará en la máquina denominada prensa 4 en la industria cerámica. (Pinto & Mesa, 2008) Este trabajo es una guía práctica para poder implementar los pilares del TPM en la

compañía, realizar un adecuado análisis que permita corregir aspectos que no se hayan tenido en cuenta.

#### ***5.1.1.8 Estructura e implementación de TPM para equipos Videojet***

En el año 2019 el estudiante Andersson Vergara Castaño presento su trabajo de grado titulado “Estructura e implementación de TPM para equipos Videojet”, realizó un estudio sobre los equipos de Videojet para determinar las fallas comunes y anomalías que suelen presentarse en estos equipos, seguido esto empezó a estructurar un programa de TPM que cumpla con los objetivos de cero fallas, cero accidentes y cero paradas de producción, luego se empezó a levantar información en la empresa sujeto de estudio, se recolectaron hojas de vida de equipos, cronogramas de mantenimiento y demás documentos que serían cruciales para elaborar un programa TPM adecuado a la compañía. (Vergara Castaño, 2019) El trabajo citado orienta a futuros procesos de implementación de la metodología TPM, esto debido a que desglosa detalladamente un paso a paso para tener éxito en la elaboración y ejecución de esta metodología.

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

##### ***5.1.2.1 Implementación de un modelo de mantenimiento autónomo en un departamento de producción de detergentes***

En el año 2015 la autora Doris Lisbeth Pulcha Bravo desarrollo como opción de grado de la universidad Nacional de Ingeniería, presenta la investigación titulada “Implementación de un modelo de mantenimiento autónomo en un departamento de producción de detergentes” en ella presenta un contexto en donde toda empresa que se desempeñe dentro de cualquier rubro relacionado a la industria, poseería la obligación de garantizar un crecimiento operacional que satisfaga las crecientes demandas del sector y así convertirse en una empresa altamente



competitiva dentro de los mercados internacionales. Bajo este enfoque, el sector industrial debe garantizar una optimización en la calidad de producción. Esto se logra mediante una gestión eficiente de los recursos humanos y físicos disponibles, empleando materia prima de calidad y garantizando el buen funcionamiento y disponibilidad de la maquinaria de producción. Es entonces que surge el Mantenimiento Autónomo como una herramienta de administración industrial que involucra sistemas de dirección, cultura organizacional y talento humano, que busca racionalizar la gestión de todos los recursos que integran el proceso productivo, de manera que puedan optimizarse tanto su rendimiento como su productividad. El Mantenimiento Autónomo debe entenderse entonces como una estrategia amplia, orientada a las personas, máquinas y equipos, buscando maximizar la eficiencia de las máquinas, el proceso y la calidad del producto (Pulcha Bravo, 2015). El trabajo citado sirve para proporcionar elementos, propuestas y herramientas que permitan implementar un adecuado modelo de Mantenimiento Autónomo en una empresa del sector manufacturero de nuestro país.

#### ***5.1.2.2 Propuesta de implementación del Mantenimiento Autónomo para reducir las paradas de máquina no programadas en una empresa metal mecánica***

En el año 2019 los autores Jasminka Torres Martínez y John Rider Tucno Alcántara desarrollaron el trabajo de investigación de la universidad Tecnológica del Perú titulada “*Propuesta de implementación del Mantenimiento Autónomo para reducir las paradas de máquina no programadas en una empresa metal mecánica*” cuya investigación tiene como finalidad disminuir las paradas de máquina no programadas de una empresa del sector metalmeccánico, la cual a través de la implantación del Mantenimiento Autónomo propone aumentar la eficiencia global de los equipos. El desarrollo de esta investigación inicia con el

análisis del diagnóstico actual de la empresa, recopilando información a través de los parte diarios de producción (PDP) del primer cuatrimestre del año 2019 de las cuatro áreas (litografía, corte, prensa y ensamble) en la cual con el Diagrama de Pareto se organiza la información obtenida de los PDP donde evidencia que las paradas de máquina por avería, por cambio de formato, falla de los equipos son el 80% de las causas que origina la baja productividad (Torres Martínez & Tucno Alcantara, 2019). Esta investigación sirve para conocer y determinar cómo lograr y alcanzar los objetivos trazados, asimismo se menciona las bases teóricas de la metodología TPM con su pilar de mantenimiento autónomo y del indicador OEE (eficiencia global de los equipos).

### ***5.1.2.3 Implementación del TPM en la unidad de equipo mecánico del proyecto especial TACNA***

En el 2010 el estudiante de Ingeniería Mecánica Juan Norberto Vizcarra Chambi presentó su trabajo de grado titulado “Implementación del TPM en la unidad de equipo mecánico del proyecto especial TACNA”; en esta investigación buscaba mejorar la eficiencia global de la maquinaria y elevar los índices de confiabilidad de mantenimiento, para lograr estos objetivos su investigación fue de tipo experimental correlacionada, tomando datos del equipo seleccionado en diferentes periodos del tiempo, realizando un seguimiento detallado debido a la ausencia de un programa de mantenimiento para el equipo y por el alto riesgo de accidentalidad que este representa, los resultados obtenidos del análisis lo llevaron a proponer la implementación del TPM y realizar una serie de recomendaciones para elevar la productividad. (Vizcarra, 2010). El trabajo citado brinda una guía sobre la importancia de contar con la disponibilidad de un equipo

de alta importancia en las actividades que se desarrollan en una compañía, esto permite identificar posibles causas que reduzcan la productividad y no se logre la meta de producción.

#### ***5.1.2.4 Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora***

En el 2017 el estudiante del programa de Ingeniería Industrial Ali Omar Villena Andia presento el trabajo para optar por el título profesional titulado “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora” en este trabajo de grado su objetivo es desarrollar un programa de mantenimiento que mejore la disponibilidad y rendimiento de los equipos empleados en los proyectos, buscando que la operación de los equipos sea eficiente, permitiendo desarrollar los proyectos en los tiempos establecidos, para lograr esto proponen que el plan de mantenimiento este guiado bajo las técnicas del TPM; evaluando en un plan piloto en dos equipos, finalizando con la presentación de los resultados obtenidos, el análisis financiero, simulación y las recomendaciones para ampliar el plan a los demás equipos. (Villena Andia, 2017). Con este documento permite direccionar la propuesta y tomar como base un plan piloto a uno de los equipos de Inyección, antes de pasarlo a todos los equipos de la compañía.

#### ***5.1.2.5 Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares***

En el año 2017 el estudiante David Antonio Silva Yactayo, presento su trabajo titulado “Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares” para obtener el título profesional en Negocios Internacionales, en dicho trabajo se

expone que la empresa sujeto de este estudio atendía el mantenimiento de sus equipos al momento de que se presenta una falla, por tal razón se generaba tiempos muertos prolongados, causando así los llamados cuellos de botella de producción, la propuesta consistía en implementar el TPM para que los operarios tuviesen participación en la puesta a punto de la maquinaria, y para que se estableciera un plan de mantenimiento que siguiera las pautas para aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. (Silva Yactayo, 2017) En el trabajo citado se expone la necesidad de la participación de toda la compañía, por lo que sugieren a los directivos realizar un seguimiento detallado para que la filosofía TPM propuesta se mantenga a lo largo del tiempo.

#### ***5.1.2.6 Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local***

En el año 2014 los estudiantes Maximiliano Fernández Negueruela y Federico Rumi de la facultad de Ingeniería Industrial, presentan su trabajo de grado titulado “Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local” , el trabajo tiene por finalidad la implementación de la metodología TPM para reducir las paradas no programadas y realizar un cambio cultural en la compañía, fomentando la relación entre todas las áreas, ellos realizan un análisis financiero en cuanto a los costos incurridos en las paradas no programadas y los beneficios que traería implementar TPM, detallan los pasos y las herramientas necesarias para implementar, los resultados obtenidos y el cambio que se obtuvo en la cultura organizacional. (Fernandez & Rumi, 2014) Este documento evidencia la importancia de involucrar a todas las áreas de la organización para implementar con éxito la metodología TPM, obteniendo así resultados positivos.

### ***5.1.2.7 Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación del TPM en empresa de transporte de pasajeros***

En el año 2020 el estudiante Isaías Felipe Jelvez González, presento su trabajo titulado “Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación del TPM en empresa de transporte de pasajeros” para obtener el título profesional Ingeniero de ejecución en mantenimiento industrial, este documento el autor procede a realizar una comparativa con el estado actual y los procedimientos que se siguen en la casa matriz de la compañía con respecto a los pilares del TPM en busca de factores críticos que se puedan solucionar y de tal manera aumentar la eficiencia global de equipos, la disponibilidad, con estos datos se busca conocer las intervenciones de mantenimiento más frecuentes, para dar solución se propone implementar mejoras enfocadas realizando un análisis financiero de lo que sería la implementación y ejecución total de la propuesta. (Jelvez González, 2020). Este trabajo puede ser una guía para el desarrollo, puesto que es bastante similar a lo que se está proponiendo llevar a cabo en la compañía.

## **5.2 Marco teórico**

El marco teórico del trabajo de investigación se basa en la implementación del Mantenimiento Autónomo, por lo tanto, es importante dar una explicación del TPM, ya que este tema, ubica en un contexto la implementación del mantenimiento autónomo e indica las posibles ventajas de su correcta implementación en una empresa.

Para su desarrollo se llevará a cabo:

1. Llevar a cabo actividades de mejoras diseñadas para aumentar la eficacia del equipo.
2. Establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realiza por los operarios del equipo. Esto se organiza después de que hayan recibido formación para ser «conscientes del equipo» y «haber adquirido la destreza necesaria para identificar y reparar los problemas del equipo».
3. Establecer un sistema de mantenimiento planificado. Esto aumenta la eficacia del departamento de mantenimiento.
4. Establecer cursos de formación. Estos cursos sirven para adiestrar permanentemente a los trabajadores y aumentar su nivel técnico, (dominio de las instalaciones). (Shirose, 1984)

Las empresas modernas precisan ser competitivas para sobrevivir. Esta necesidad es especialmente importante en momentos de crisis económica e incertidumbre, donde las empresas requieren de flexibilidad para garantizar su rentabilidad, a través de ajustes en su estructura organizacional y productiva. Para conseguir aumentar la competitividad, muchas compañías se plantean estrategias como el TPM (Total Productive Maintenance) para la obtención de mejoras tangibles e intangibles en la organización que les ayuden a afrontar las dificultades del negocio

La esencia del TPM es que los operarios de los equipos de producción participen en el mantenimiento preventivo y ayuden a los técnicos de mantenimiento en las reparaciones, creando un sentido de propiedad en los operarios y supervisores. El TPM apunta principalmente a la mejora de la productividad, calidad, coste, suministro, seguridad, medioambiente, y moral, donde la palabra ‘Total’ del TPM tiene tres significados: Total eficiencia económica y rentabilidad, Total mantenimiento, y Total participación de todos los trabajadores en el mantenimiento autónomo efectuado por operarios a través de actividades de pequeños grupos. Esencialmente, el mantenimiento de las máquinas o procesos es realizado con un esfuerzo de

equipo, siendo el operario el responsable último de su cuidado ( Marín García & Martínez, 2013).

En su esfuerzo por lograr la eliminación de averías, el TPM promueve una producción libre de defectos, producción “justo a tiempo” y automatización. La meta del TPM es intensificar la eficacia del equipo y maximizar su productividad, su calidad, reducir sus costos y sus tiempos de entrega y aumentar la seguridad e higiene industrial, mejorando el entorno laboral y la comunicación al interior de la organización. El TPM se esfuerza por lograr y mantener condiciones óptimas del equipo para evitar averías imprevistas, pérdidas de velocidad y defectos en la calidad de los procesos. La eficacia en su conjunto, incluyendo la eficacia económica, se consigue minimizando el costo de la conservación y mantenimiento de las condiciones de los equipos a través de toda su vida útil; en otras palabras, minimizando el costo del ciclo de vida útil, el cual se lleva al mínimo por medio del esfuerzo realizado en conjunto por la compañía para reducir las “seis grandes pérdidas” que restan eficacia al equipo (NAKAJIMA, 1991). Estas pérdidas se clasifican en tres grupos que son:

Tiempo muerto.

- Averías debidas a fallos del equipo.
- Preparación y ajustes (por ejemplo, cambio de matriz en máquinas de moldeo por inyección, etc.).

Pérdidas de velocidad.

- Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajos en rampas, etc.).
- Velocidad reducida (diferencia entre velocidad prevista y actual – estándares de máquinas).

Defectos.

- Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación).
- Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y la producción estable – (Alistamiento).

Las características más significativas del TPM son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo
- Participación amplia de todas las personas de la organización
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

El TPM se basa también en 9 pilares o procesos fundamentales, que se implantan siguiendo una metodología que se basa en la disciplina y la mejora continua. Los pilares los cuales son la estructura para el desarrollo del TPM en una organización, son los que se indican a continuación:

Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen)

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)

Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)

Pilar 4: Educación y Formación



Pilar 5: Mantenimiento Temprano

Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen)

Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas

Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Pilar 9: Especiales (Monotsukuri)

### **5.2.1 Mantenimiento Autónomo**

El propósito del mantenimiento autónomo es enseñar a los operarios cómo mantener sus equipos por medio de la realización de chequeos diarios, lubricación, reposición de elementos, reparaciones, chequeos de precisión y otras tareas de mantenimiento, incluyendo la detección temprana de anomalías (Shirose, 1984).

El mantenimiento autónomo está compuesto por una serie de actividades que se deben hacer diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo la inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento. Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios.

Los operarios deben ser enterados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo (Gómez Santos )

Los objetivos fundamentales del mantenimiento autónomo son:

- Emplear el equipo como instrumento para el aprendizaje y adquisición de conocimiento

- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo
- Mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo con los estándares para evitar el deterioro del equipo
- Mejorar el funcionamiento del equipo con el aporte creativo del operador
- Construir y mantener las condiciones necesarias para que el equipo funcione sin averías y rendimiento pleno
- Mejorar la seguridad en el trabajo
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador
- Mejora la moral en el trabajo.

Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo, fallas, etc. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas (Mendoza & Toro , 2005).

**Tabla 1**  
*Pasos del Mantenimiento Autónomo sugeridas por el JIPM.*

Etapa	Nombre	Actividad por realizar
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvos
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen el deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieran limpieza y control, reducción en tiempo para la limpieza.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes. Medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares.
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas

*Fuente: Mantenimiento productivo total, Carola Gómez Santos*

### ***5.2.1.1 Desarrollo de trabajadores competentes en el manejo de los equipos.***

Cuando el operario ha recibido entrenamiento en aspectos técnicos de planta y conoce perfectamente el funcionamiento del equipo, este podrá realizar algunas reparaciones menores y corregir pequeñas deficiencias de los equipos. Esta capacitación le permitirá desarrollar habilidades para identificar rápidamente anomalías en el funcionamiento, evitando que el futuro se transforme en averías importantes si no se les da un tratamiento oportuno. Los operarios deben estar formados para detectar tempranamente esta clase de anomalías y evitar la presencia de fallos en el equipo y problemas de calidad. Un operario competente puede detectar prontamente esta clase de causas y corregirlas oportunamente. Esta debe ser la clase de operarios que las empresas deben desarrollar a través del mantenimiento autónomo.

El mantenimiento autónomo implica un cambio cultural en la empresa, especialmente en el concepto: “yo fabrico y tu conserva el equipo”, en lugar de: “yo cuido mi equipo”. Para lograrlo es necesario incrementar el conocimiento que poseen los operarios para lograr un total dominio de los equipos. Esto implica desarrollar las siguientes capacidades en los operarios (Gómez Santos ):

### **5.2.1.2 Capacidades para descubrir anomalías.**

Se crea una visión exacta para descubrir las anomalías. No se pretende que el operario solamente detecte paradas del equipo o problemas con la calidad del producto. Es necesario desarrollar verdaderas competencias para descubrir tempranamente las posibles causas de un problema en el proceso. Se trata de crear una capacidad para prevenir anomalías futuras (Gómez Santos ).

### **5.2.1.3 Capacidades para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas.**

Con estas correcciones el equipo puede llevarse a las condiciones de funcionamiento original o normal. Por lo tanto, el operario debe conocer y contar con las habilidades para tomar decisiones adecuadas, informando a los niveles superiores o a otros departamentos involucrados en la prevención del problema (Gómez Santos ).

### **5.2.1.4 Capacidad para establecer condiciones**

Saber definir cuantitativamente el criterio para juzgar una situación normal de una anormal. Cuando se desarrolla la capacidad para descubrir anomalías, estas dependen de las condiciones y situaciones especificadas, por lo tanto, el operario debe tener la capacidad o contar con criterios para juzgar el equipo para poder considerar si hay algo anormal o normal. No se puede contar con su trabajo exacto medido en cantidades exactas para decidir la situación del equipo. Es necesario crear habilidades para juzgar hasta dónde se puede llegar a producir fallos potenciales en el equipo (Gómez Santos ).

### **5.2.1.5 Capacidad para controlar el mantenimiento.**

Se trata de que el operario pueda cumplir en forma exacta las reglas establecidas. No solamente detectar los fallos, corregirlos o prevenirlos. Se trata de respetar rigurosamente las reglas para conservar impecable el equipo (Gómez Santos ).

### **5.2.1.6 Creación de un lugar de trabajo grato y estimulante.**

El mantenimiento autónomo permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios. El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como

consecuencia la eliminación de esfuerzo innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El mantenimiento autónomo estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo. Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación.

El contenido humano del mantenimiento autónomo lo convierte en una estrategia de transformación continua de empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre sus procesos. Otro aspecto para destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que sin ser inflexible o limiten la creatividad del individuo, hacen el trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria (Gómez Santos ).

#### **5.2.1.7 Limpieza como medio de verificación del funcionamiento del equipo**

La falta de limpieza es una de las causas centrales de las averías de los equipos. La abrasión causada por la fricción de los componentes deteriora el estado funcional de las partes de las máquinas. Como consecuencia, se presentan pérdidas de precisión y estas conducen hacia la presencia de defectos de calidad de productos y paradas de equipos no programadas. Por lo tanto,

cobra importancia el trabajo de mantenimiento que debe realizar el operario en la conservación de la limpieza y aseo en el mantenimiento autónomo.

Contribuir en la identificación de las causas de la suciedad y el mal estado del equipo. Cuando el operario toca el equipo podrá identificar otra clase de anomalías como tornillos flojos, elementos sueltos o en mal estado, sitios con poco lubricante, tuberías taponadas, etc. La limpieza como inspección se debe desarrollar siguiendo estándares de seguridad y empleando los medios adecuados previamente definidos, ya que, de lo contrario, se pueden producir accidentes y pérdidas de tiempo innecesarias (Gómez Santos ).

#### **5.2.1.8 Empleo de controles visuales**

Una de las formas de facilitar el trabajo de los operarios en las actividades de mantenimiento autónomo es mediante el empleo de controles visuales y estándares de fácil comprensión. Por ejemplo, la identificación de los puntos de lubricación de equipos con códigos de colores facilitará al operario el empleo de las aceiteras del mismo color, evitando la aplicación de otro tipo de lubricante al requerido. Los sentidos de giro de los motores, brazos de máquinas, válvulas, sentido de flujo de tuberías, etc., se deben marcar con colores de fácil visualización, evitando deficientes montajes y accidentes en el momento de la puesta en marcha de un equipo. Otra clase de información visual útil para los operarios son los estándares de trabajo, aseo y lubricación. Estos estándares en las empresas practicantes del TPM son elaborados en gran tamaño y ubicados muy cerca de los sitios de trabajo para facilitar su lectura y utilización (Gómez Santos ).

La aplicación del Mantenimiento Autónomo más allá de limpieza, lubricación y pequeño ajuste conlleva a que el operario pueda realizar múltiples actividades,

identificar fallas en el equipo y producir la calidad, esto última mejora en gran medida con la aplicación correcta de un mantenimiento autónomo eficiente.

**Tabla 2**

*Características del desarrollo del mantenimiento autónomo.*

<b>Paso 1</b>	<b>Capacidades</b>	<b>Relación con el mantenimiento autónomo</b>	
	Habilidad para reconocer anomalías de los equipos	Paso 1: Limpieza inicial	Desarrollar intuición para identificar anomalías
	Habilidad para hacer mejoras	Paso 2: Eliminar las fuentes contaminación y las áreas inaccesibles	Desarrollar la habilidad de hacer mejoras que eliminen anomalías
		Paso 3: Creación y puesta en práctica de los estándares de limpieza y lubricación	Cuando los propios operarios crean los estándares, son más capaces de mantenerlos
Paso 2	Comprender las funciones y mecanismos del equipo	Paso 4: Inspección general	Los operarios experimentados enseñan a los menos expertos las condiciones apropiadas del equipo y otros conocimientos relacionados con el mantenimiento
Paso 3	Comprender la relación entre condiciones de equipo y calidad	Paso 5: Inspección autónoma	Organización de los datos que describen las condiciones del equipo libre de defectos y gestión del mantenimiento para apoyar esas condiciones
		Paso 6: Organización y limpieza del lugar de trabajo (gestión y control del lugar de trabajo)	
		Paso 7: Implementación plena del programa de mantenimiento autónomo	
Paso 4	Habilidad para recuperar el equipo	Pequeñas reparaciones	



Grandes reparaciones

Aprendizaje mediante  
cursos

*Nota: Formar a los operarios para que entiendan el equipo; Fuente: (Shirose, 1984)*

## 5.2 Marco normativo Legal

**Tabla 3**

*Marco Legal*

<b>Norma</b>	<b>Numeral</b>	<b>Observaciones</b>
ISO 9001 del 2015	6.1 <i>Acciones para abordar riesgos y oportunidades</i> 7.1.1 Generalidades	La organización debe planificar las acciones para abordar riesgos y evaluar su eficacia. La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para el establecimiento, implementación y mejora continua del sistema de calidad
	7.1.3 Gestión de la infraestructura	Aplicación de políticas de mantenimiento para: máquinas, equipos, software y servicios requeridos para la realización de un producto.
Sistema de Gestión de La Energía (SGE) basado En la ISO 50001	Completa	En términos generales, un SGE ISO basado en ISO 50001 corresponde a la forma en la que una organización gestiona las partes interrelacionadas de un negocio para alcanzar sus objetivos energéticos. Para lo cual, establece mediante un compromiso de la alta dirección, política energética, procedimientos, medición, verificación y reporte que permitan establecer un ciclo de mejora continua del desempeño energético en la organización.
	6.1 Planificación de acciones	La organización debe planificar todas las acciones teniendo en cuenta requisitos ambientales, requisitos legales y los riesgos

ISO 14001 del 2015	7.1 Recursos	que se puedan presentar, además evaluar su eficacia.
	7.2 Competencia	Suministro de los recursos necesarios para la implementación del sistema de gestión ambiental
ISO 14224	3.1.1 Disponibilidad	Garantizar que las personas sean lo suficientemente competentes para realizar su trabajo Capacidad de un aparato de desempeñar una función requerida bajo determinadas condiciones, en un momento determinado o durante un intervalo de tiempo específico asumiendo que existan los recursos externos requeridos.
ISO 55000 de 2014 Gestión de activos	3.1.5 Mejora continua	Actividad recurrente para mejorar el desempeño
Academia Arce	3.1.7 Eficiencia	Grado con el cual se cumplen las actividades planificadas y se logran los resultados planificados

*Nota: Documentos normativos que serán tenidos en cuenta al momento de elaborar la propuesta; Fuente: Autores*

## **6 Marco Metodológico**

### **6.1 Recolección de la información**

#### **6.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se escogió para este trabajo de grado es la investigación cuantitativa, debido a que se recurre a la información de los procedimientos de mantenimiento que se les han elaborado a los equipos de inyección de la compañía *Ave Colombiana S.A.S*

#### **6.1.2 Fuentes de obtención de la Información**

La información se obtuvo de los siguientes grupos:

#### 6.1.1.1 Fuentes primarias

Como fuentes primarias de información se cuenta con: Históricos de Mantenimiento de los equipos de inyección, Manuales Técnicos de operación máquinas inyectoras, Plan de mantenimiento

#### 6.1.1.2 Fuentes secundarias

Libros de la metodología TPM, Trabajos de grado en repositorios, Documentos de implementación del pilar de mantenimiento autónomo, Revistas científicas

#### 6.1.3 Herramientas para la investigación

Para desarrollar la presente investigación se contó con las siguientes herramientas:

Observación en sitio

Encuestas a los operarios de producción

Cuestionarios tipo entrevista al personal de mantenimiento

Análisis de datos del mantenimiento de los equipos de inyección

#### 6.1.4 Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se plantea lo siguiente:

Para desarrollar el objetivo número 1 Recopilar la información de los procesos de mantenimiento en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S*, se realizará mediante el levantamiento de información en sitio, se buscará obtener los históricos de mantenimiento de los equipos de inyección, las mejoras, inconvenientes y resultados que se obtuvieron en el pasado.

Para el desarrollo del objetivo número 2, establecer las herramientas aplicables al TPM (Mantenimiento autónomo) para la aplicación en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S*, Se consultará en fuentes bibliográficas como lo son libros, revistas y

documentos en repositorio los pasos necesarios para poder implementar de manera adecuada el mantenimiento autónomo en la compañía.

Para cumplir con el objetivo número 3 Desarrollar la guía para la aplicación de mantenimiento autónomo para el área de inyección en la empresa *Ave Colombiana S.A.S*, luego de analizar la información recolectada y observar los puntos favorables se procede a desarrollar una guía estructurada para la implementación del mantenimiento autónomo buscando la posterior certificación en dicho pilar.

#### *6.1.5 Información recopilada*

En este apartado se expuso la información que se recolectó sobre el mantenimiento de los equipos de inyección, los datos obtenidos a partir de las diferentes consultas con el personal operador de dichos equipos, y lo consultado en las diferentes fuentes de información que den forma para avanzar en el desarrollo de este trabajo.

**Figura 1**  
*Equipo de Inyección*

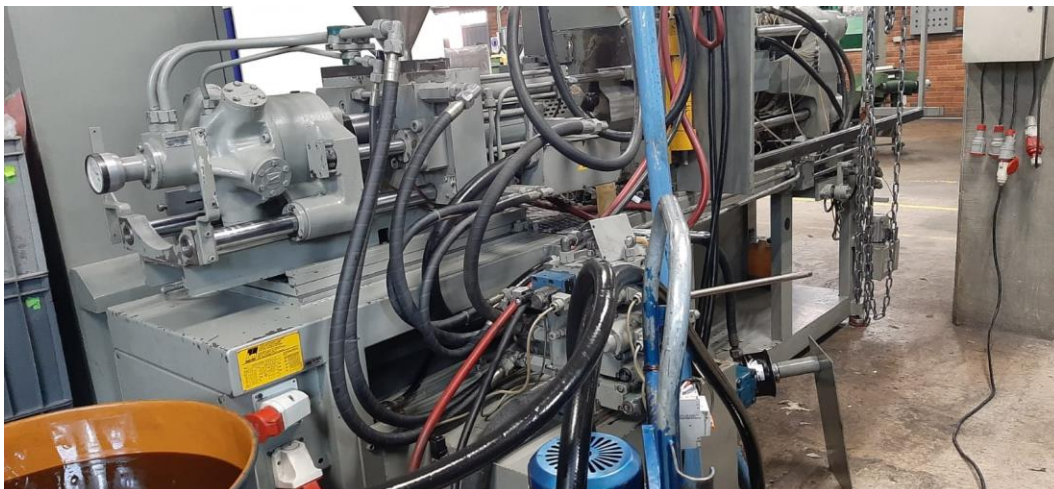


*Nota: Equipo de Inyección empresa Ave Colombiana S.A.S; Fuente: Base de datos Ave Colombiana S.A.S*

Inyectora Arburg1 es la máquina que tiene una frecuencia de producción del 80% en la que se producen partes como lo es: puntales para todo el tipo de palancas, tapas de cajas y tableros y la palanca 4 vías por ende es de muy importante su disponibilidad sea mayor al porcentaje de producción ya que estas piezas que se producen en este equipo son importantes para el proceso de producción de lo contrario genera retrasos en la cadena productiva.

**Figura 2**

*Estado actual equipos de inyección*



*Nota: Estado Actual de los equipos de inyección en la empresa Ave Colombiana S.A.S; fuente:*

*Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S*

Inyectora BM1 que en la actualidad no se encuentra disponibilidad esta máquina se encuentra reparación por fallas en la bomba tiene sobrecalentamiento, se le está cambiando el aceite y los filtros, no cuenta con las guardas de protección lo que generara riesgos mecánicos para las personas que la operan.

**Figura 3**

*Unidad de inyección*



*Nota: Falla que se presentó en la unidad de inyección de la máquina Haitian 3; fuente:*

*Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S*

Falla por falta de inspección en la máquina, la unidad de inyección de llenado de plástico lo cual causo que la termocupla y la resistencia fallaran la cual hubo que cambiar generando una parada de 2 días por lo que no se contaba con los repuestos disponibles en su momento causando una pérdida significativa y un retraso en la producción.

## Figura 4

### Listado de Activos

Sección	Código	Equipo o Máquina	Fecha Mantenimiento	Encargado	Tiempo estimado de ejecución en hora
Inyección	11AA01	Atemperador de Aceite Piován 1	23-oct-19	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11AA02	Atemperador de Aceite Piován 2	26-jul-19	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11AA11	Atemperador de Aceite Shini 1	16-ene-20	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11AA12	Atemperador de Aceite Shini 2	22-ene-20	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11AA13	Atemperador de Aceite Shini 3	10-sep-19	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11AA14	Atemperador de Aceite Shini 4	12-sep-19	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11B01	Separador de vela Samac 1	11-jul-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B02	Separador de vela Samac 2	12-jul-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B03	Separador de vela Samac 3	15-ene-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B04	Separador de vela Samac 4	15-jul-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B05	Separador de vela Samac 5	17-jul-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B06	Separador de vela Samac 6	24-jul-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B11	Separador de vela MB 1	5-feb-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B12	Separador de vela MB 2	16-ago-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11B13	Separador de vela MB 3	14-dic-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11BV01	Bomba de vacío hornos de presecado	7-jun-20	Taller Mtto AVE	6
Inyección	11C01	Cargador Manual Prensas	22-nov-19	Taller Mtto AVE	8
Inyección	11CH01	Chiller AFC	29-jul-19	Taller Mtto AVE	10
Inyección	11CH11	Chiller Piován	28-dic-19	Taller Mtto AVE	10
Inyección	11DH01	Deshumificador Shini 1	8-ene-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11DH02	Deshumificador Shini 2	6-mar-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11DH03	Deshumificador Shini 3	28-dic-19	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11HS01	Horno de Presecado 1	19-feb-20	Taller Mtto AVE	8
Inyección	11HS02	Horno de Presecado 2	21-feb-20	Taller Mtto AVE	8
Inyección	11I03	Inyectora BM 3	11-feb-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11I11	Inyectora Arburg 1	17-may-20	Taller Mtto AVE	16
Inyección	11I13	Inyectora Arburg 3	4-jun-20	Taller Mtto AVE	24
Inyección	11I14	Inyectora Arburg 4	9-ene-20	Taller Mtto AVE	24
Inyección	11I15	Inyectora Arburg 5	6-may-20	Taller Mtto AVE	24
Inyección	11I16	Inyectora Arburg 6	28-dic-19	Taller Mtto AVE	24

*Nota: Este listado recopila la información de los equipos que se encuentran en la*

*compañía; Fuente: Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S*

En el área de inyección se cuenta con 11 máquinas de inyección las cuales trabajan las 24 horas durante 6 días y tiene una frecuencia de trabajo 95,3% del nivel de producción debido a la demanda y la rotación de las piezas a producir



**Figura 5**  
*Control de Mantenimiento*

Fecha de solicitud	Mes	Año	Fecha de cierre	Nº	Sección / Puesto de Trabajo	Código MyH	Nombre MyH	Tipo	Paso	Ajuste	Tiempo min	Descripción del paso / proceso	Descripción pieza / n
20-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11118	Inyectora Arburg N°18	Pv		0	0		
20-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11119		Pv		0	0		
26-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11114	Inyectora Arburg 420C n°4	Pv		0	0		
26-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11117	Inyectora Arburg 570C n°7	Pv		0	0		
30-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	Pv		0	0		
30-ene-18	1	2.018	20-ene-18	11	Inyección	11113	Inyectora Arburg 370C n°3	Pv		0	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		1	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		2	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		3	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		4	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		5	0		
3-mar-18	3	2.018	03-mar-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		6	0		
6-mar-18	3	2.018	01-jun-18	11	Inyección	11122	Inyectora Haitan n°2	Pv		0	0	Mantenimiento	
24-mar-18	3	2.018	01-jun-18	11	Inyección	11121	Inyectora Haitan n°1	Pv		0	0	Mantenimiento	
24-mar-18	3	2.018	27-may-18	11	Inyección	11119	Inyectora Haitan n°1	C		0	0	Revisión	
30-abr-18	4	2.018	31-may-18	11	Inyección	11M01	Molino Shini / SG-1621 (H)	C		0	0	Arreglo	Cuchillas
11-may-18	5	2.018	27-may-18	11	Inyección	11121	Inyectora Haitan n°1	C		0	0	Revisión	Termo p
7-jul-18	7	2.018	27-may-18	11	Inyección	11121	Inyectora Haitan n°1	C		0	0	Revisión	
13-jul-18	7	2.018	31-may-18	11	Inyección	11M01	Molino Shini / SG-1621 (H)	C		0	0	Revisión eléctrica	
14-jul-18	7	2.018	31-may-18	11	Inyección	11118	Inyectora Arburg N°18	C		0	0	Revisión	Inyección
22-jul-18	7	2.018	27-may-18	11	Inyección	11114	Inyectora Arburg 420C n°4	C		0	0	Revisión	Alarma
3-ago-18	8	2.018	19-sep-18	11	Inyección	11111	Inyectora Arburg 220M n°1	C		0	0	ANULADA	ANULADA
6-ago-18	8	2.018	23-dic-18	11	Inyección	11114	Inyectora Arburg 420C n°4	C		1	132	Revisión	Alarma
28-ago-18	8	2.018	09-sep-18	11	Inyección	11114	Inyectora Arburg 420C n°4	C		0	0		
4-sep-18	9	2.018	11-nov-18	11	Inyección	11121	Inyectora Haitan n°1	C		0	0	Desapatar	Boquillas

*Nota: este listado recopila el control y tipo de mantenimiento de los equipos de la compañía;*

*Fuente: Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S*

Control de los equipos, fechas de mantenimientos, tipo de intervención, este archivo sirve de guía actualmente para llevar en orden los requerimientos de los equipos por parte del área de mantenimiento, en el presente ha fallado la actualización constante por tal razón existe desorden en la documentación y control de equipos.

**Figura 6**  
*Programación de Mantenimiento*

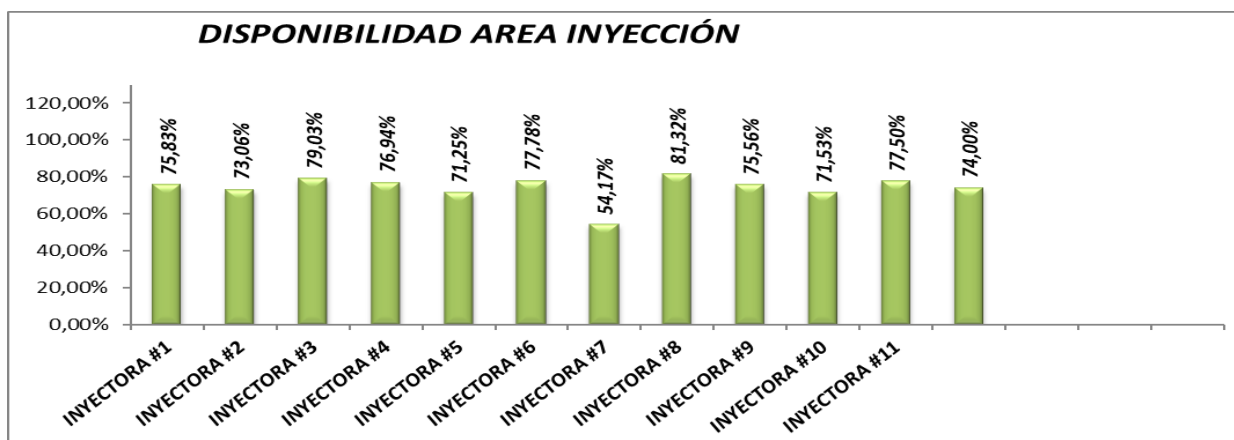
Se realizan mantenimientos preventivos en las fechas programadas donde se ejecuta el respectivo mantenimiento, pero a su vez también se realizan mantenimientos correctivos y en algunos casos no se actualizan las hojas de vida de los equipos y órdenes de trabajo sin dar cierre.



No. de Sección	Sección	Código	Equipo o Máquina	Prioridad	Días hábiles para intervención	Estado	Tiempo estimado por equipo HORAS	Fecha de asignación	Fecha de Mantenimiento Preventivo	Frecuencia de Mantenimiento Actual	Numero de orden	Técnico Responsable
11	Inyección	11B11	Separador de vela MB 1	REALIZADO O EN CURSO	-951	Ejecutado	16		2-mar-20	Semestral	334	Juan Carlos Porras
11	Inyección	11I11	Inyectora Arburg 1	REALIZADO O EN CURSO	-919	Ejecutado	16		17-abr-20	Semestral	590	Edison Chaves salas
11	Inyección	11B03	Separador de vela Samac 3	REALIZADO O EN CURSO	-912	Ejecutado	16		26-abr-20	Semestral	636	Edison Chaves salas
11	Inyección	11I01	Inyectora BM 1	REALIZADO O EN CURSO	-812	Ejecutado	16		26-abr-20	Semestral	634	Juan Carlos Porras
11	Inyección	11B05	Separador de vela Samac 5	REALIZADO O EN CURSO	-887	Ejecutado	16		31-may-20	Semestral	772	Edison Chaves salas
11	Inyección	11I17	Inyectora Arburg 7	REALIZADO O EN CURSO	-886	Ejecutado	24		1-jun-20	Semestral	834	Juan Carlos Porras
11	Inyección	11M01	Molino Shini 1	REALIZADO O EN CURSO	-828	Ejecutado	8		22-ago-20	Semestral	1340	Pedro Elías Silva Aguilar
11	Inyección	11M02	Molino Shini 2	REALIZADO O EN CURSO	-878	Ejecutado	8		13-jun-20	Semestral	893	Pedro Elías Silva Aguilar
11	Inyección	11M11	Molino Meccanoplastica	REALIZADO O EN CURSO	-875	Ejecutado	8		20-jun-20	Semestral	917	Pedro Elías Silva Aguilar
11	Inyección	11M21	Molino Chinshin	REALIZADO O EN CURSO	-872	Ejecutado	8		21-jun-20	Semestral	950	Pedro Elías Silva Aguilar
11	Inyección	11B01	Separador de vela Samac 1	REALIZADO O EN CURSO	-863	Ejecutado	16		4-jul-20	Semestral	N/A	Edison Chaves salas
11	Inyección	11B02	Separador de vela Samac 2	REALIZADO O EN CURSO	-859	Ejecutado	16		10-jul-20	Semestral	1069	Carlos Alberto Pérez Cuéllar
11	Inyección	11B04	Separador de vela Samac 4	REALIZADO O EN CURSO	-854	Ejecutado	16		17-jul-20	Semestral	N/A	Juan Carlos Porras Clavijo
11	Inyección	11B06	Separador de vela Samac 6	REALIZADO O EN CURSO	-849	Ejecutado	16		24-jul-20	Semestral	1158	Juan Carlos Porras Clavijo
11	Inyección	11AA01	Atemperador de Aceite Piován 1	REALIZADO O EN CURSO	-783	Ejecutado	4		24-oct-20	Semestral	N/A	Electro mecánico
11	Inyección	11AA02	Atemperador de Aceite Piován 2	REALIZADO O EN CURSO	-847	Ejecutado	4		26-jul-20	Semestral	1193	Héctor Armando Ahumada Méndez
11	Inyección	11B12	Separador de vela MB 2	REALIZADO O EN CURSO	-815	Ejecutado	16		10-sep-20	Semestral	1314	Juan Carlos Porras Clavijo
11	Inyección	11AA12	Atemperador de Aceite Shini 2	REALIZADO O EN CURSO	-731	Ejecutado	4		4-ene-19	Semestral	1193	Electro mecánico
11	Inyección	11I12	Inyectora Arburg 2	REALIZADO O EN CURSO	-831	Ejecutado	16		17-ago-20	Semestral	1331	Gustavo Sulvara
11	Inyección	11AA13	Atemperador de Aceite Shini 3	REALIZADO O EN CURSO	-815	Ejecutado	4		10-sep-20	Semestral	1508	Juan Carlos Porras Clavijo
11	Inyección	11PM01	Pórtico para cambio de moldes	REALIZADO O EN CURSO	-817	Ejecutado	8		6-sep-20	N/A	1778	TECNI YALE
11	Inyección	11DH01	Deshumificador Shini 1	REALIZADO O EN CURSO	-877	Ejecutado	16		14-jun-20	Semestral	910	Juan Carlos Porras Clavijo
11	Inyección	11C01	Cargador Manual Prensas	REALIZADO O EN CURSO	-792	Ejecutado	8		11-oct-20	Semestral	198	Electro mecánico
11	Inyección	11CH11	Chiller Piován	REALIZADO O EN CURSO	-755	Pendiente	10		3-dic-20	Anual	N/A	Electro mecánico
11	Inyección	11I03	Inyectora BM 3	REALIZADO O EN CURSO	-820	Ejecutado	16		3-sep-20	Semestral	N/A	Electro mecánico
11	Inyección	11CH01	Chiller AFC	REALIZADO O EN CURSO	-750	Pendiente	10		10-dic-20	Anual	N/A	Electro mecánico
11	Inyección	11B13	Separador de vela MB 3	REALIZADO O EN CURSO	-745	Pendiente	16		17-dic-20	Semestral	N/A	Electro mecánico

Nota: Representa la programación de mantenimiento de los equipos, la frecuencia y el responsable de ejecutar las labores; Fuente: Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S

**Figura 7**  
Disponibilidad Área de Inyección

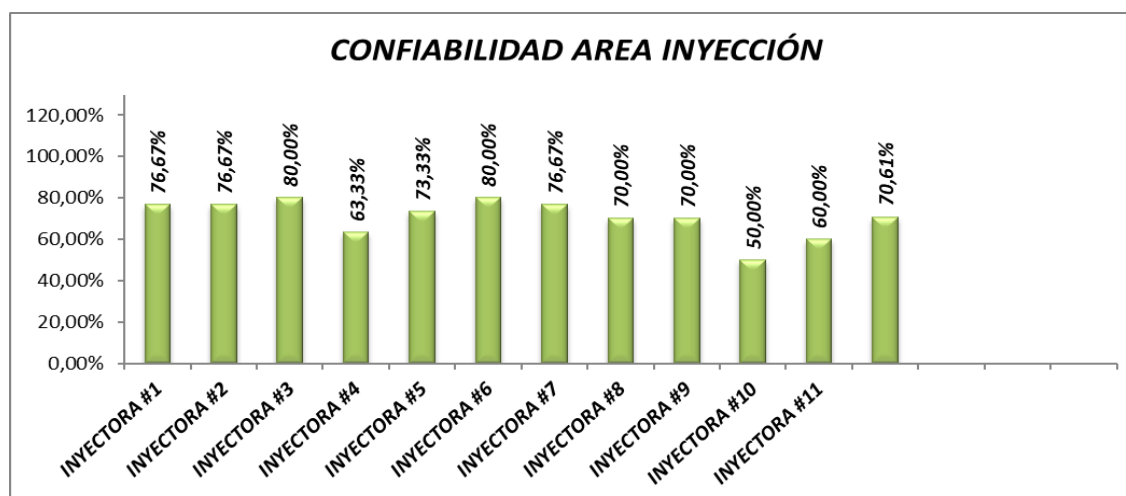


Nota: Gráfica muestra la disponibilidad para la operación de cada una de las máquinas inyectoras en el área, durante el año de operación; Fuente: Departamento de Mantenimiento Ave Colombia S.A.S

La disponibilidad de los equipos del área de inyección muestra un porcentaje oscilante, debido a la problemática descrita, no se alcanza un mayor porcentaje de disponibilidad, el cual se pueda mantener constante en el transcurso del tiempo.

### Figura 8

#### Confiabilidad de Equipos



*Nota: Gráfica muestra la confiabilidad de las maquinas del área de inyección de Ave Colombia, durante el año de operación analizado; Fuente: Departamento de Mantenimiento Ave Colombia S.A.S*

El índice de confiabilidad no supera el 80% actualmente, esto debido a la cantidad de fallas que presentan y que no se atienden de manera oportuna, lo ideal para la compañía es tener una confiabilidad de los equipos de inyección alrededor de un 90% o más.

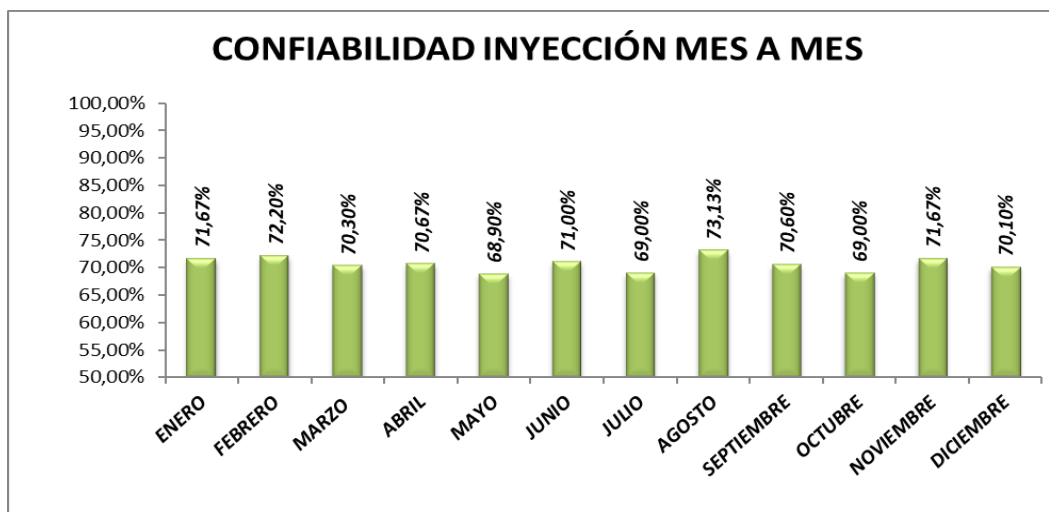
**Tabla 4**  
*Consolidado Disponibilidad y Confiabilidad*

	<b>AREA INYECCIÓN</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>CONFIABILIDAD</b>
<b>#1</b>	<b>INYECTORA</b>	75,83%	76,67%
<b>#2</b>	<b>INYECTORA</b>	73,06%	76,67%
<b>#3</b>	<b>INYECTORA</b>	79,03%	80,00%
<b>#4</b>	<b>INYECTORA</b>	76,94%	63,33%
<b>#5</b>	<b>INYECTORA</b>	71,25%	73,33%
<b>#6</b>	<b>INYECTORA</b>	77,78%	80,00%
<b>#7</b>	<b>INYECTORA</b>	54,17%	76,67%
<b>#8</b>	<b>INYECTORA</b>	81,32%	70,00%
<b>#9</b>	<b>INYECTORA</b>	71,56%	70,00%
<b>#10</b>	<b>INYECTORA</b>	71,53%	50,00%
<b>#11</b>	<b>INYECTORA</b>	77,50%	60,00%

*Nota: Consolidado de Confiabilidad y disponibilidad; Fuente: Autores*

Información de disponibilidad y confiabilidad de cada equipo de inyección consolidado en una sola tabla, la cual permite enfocar una estrategia para mejorar ambos indicadores por parte del equipo de mantenimiento.

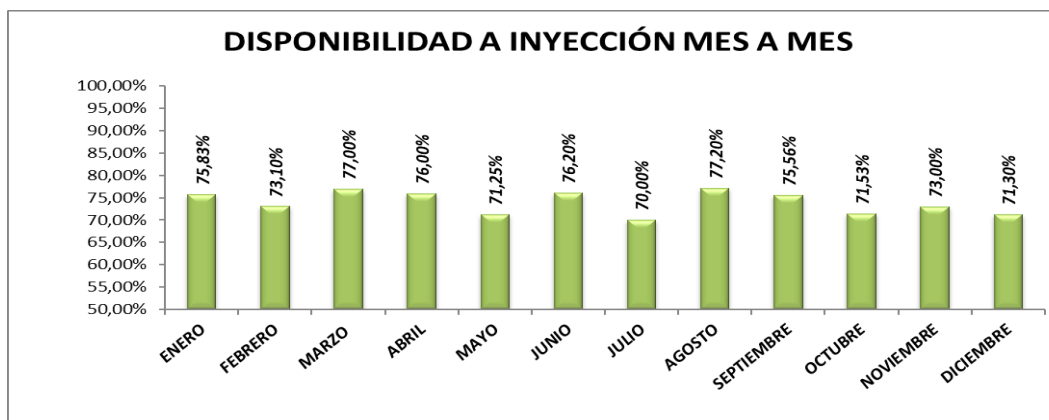
**Figura 9**  
*Confiabilidad Área de Inyección*



*Nota: Gráfica muestra la confiabilidad de las maquinas ubicadas en el área de inyección durante el año de operación; fuentes: Autores*

Variación de la confiabilidad de toda el área de inyección de la compañía en un año, donde se evidencia que es importante desarrollar una estrategia para que dichos porcentajes sean estables a lo largo del tiempo y lograr un índice del 90% como meta.

**Figura 10**  
*Disponibilidad área de Inyección*



*Cita: Gráfica muestra la disponibilidad de las maquinas ubicadas en el área de inyección durante el periodo de un año; fuente: Autores*

Histograma de la disponibilidad de los activos de inyección en el transcurso del último año, esto refleja que, si un equipo está fuera de servicio el indicador cae, al igual que la falta de algún operario para llevar a cabo las actividades de la empresa.

**Tabla 5**  
*Consolidado Disponibilidad y Confiabilidad mes a mes*

<b>AÑO</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>	<b>CONFIABILIDAD</b>	<b># DE AVERIAS</b>	<b># EQUIPOS CON AVERIAS</b>
<b>ENERO</b>	75,83%	71,67%	7	12
<b>FEBRERO</b>	73,10%	72,20%	5	10
<b>MARZO</b>	77,00%	70,30%	6	11
<b>ABRIL</b>	76,00%	70,67%	7	13
<b>MAYO</b>	71,25%	68,90%	6	13
<b>JUNIO</b>	76,20%	71,00%	6	12
<b>JULIO</b>	70,00%	69,00%	5	13
<b>AGOSTO</b>	77,20%	73,13%	8	14
<b>SEPTIEMBRE</b>	75,56%	70,60%	7	16
<b>OCTUBRE</b>	71,53%	69,00%	5	18
<b>NOVIEMBRE</b>	73,00%	71,67%	7	17
<b>DICIEMBRE</b>	71,30%	70,10%	0	11
<b>PROMEDIO</b>	74,00%	70,69%		

*Cita: Consolidado mensual de disponibilidad y confiabilidad con promedio respectivo; fuente: Autores*

Consolidación de la información para presentar en informe por parte del equipo de mantenimiento de la compañía, donde se resume la disponibilidad, confiabilidad de los equipos, el número de averías y la cantidad de equipos con alguna falla presente.

**Figura 11**  
*Actividades exteriores en el equipo*

**2. EXTERIOR**

ACTIVIDAD	FECHA	TIEMPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Efectúe la limpieza del exterior de la máquina, incluya la parte inferior de la cavidad debajo de la unidad de inyección, la unidad de cierre y la bancada.			
(2) Inspeccione visualmente el exterior en busca de tornillos flojos o faltantes, partes sueltas, faltantes o dañadas, estado de la pintura.			
(3) Verifique la lubricación de las partes móviles.			
(4) Corregir cualquier discrepancia encontrada.			

Nota: Formato de lista de chequeo actividades en exteriores de los equipos; fuente:

Departamento de mantenimiento Ave Colombiana S.A.S

**Figura 12**  
*Actividades Sistema Eléctrico*

**3. SISTEMA ELECTRICO**



**ALERTA:** Una conexión eléctrica en mal estado puede causar daños en la maquinaria, serias lesiones e incluso la muerte en las personas que operan la máquina o se encuentran cerca.

ACTIVIDAD	FECHA	TIEMPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Antes de encender la máquina verifique la seguridad de conexión eléctrica de la maquina (posición de los conectores y/o estado de los cables y conexiones en general).			
(2) En el interior del armario de control, limpie el armario y revise las conexiones eléctricas y los contactores.			
(3) Verifique el correcto funcionamiento de las resistencias de calentamiento de la unidad de inyección y de las termocuplas.			
(4) Corrija cualquier discrepancia encontrada y regístrela en la hoja anexa.			

Nota: Actividades a realizar en el sistema eléctrico; fuente: Departamento de Mantenimiento

Ave Colombiana S.A.S

**Figura 13**  
*Formato de actividades Mecánicas*

**4. SISTEMA MECÁNICO**


ACTIVIDAD	FECHA	TIEMPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Efectúe una inspección y mantenimiento de las instalaciones protectoras por estado y funcionamiento (Botón de parada de emergencia, cubierta de seguridad, sensores, etc.).			
(2) Limpie y lubrique ligeramente las barras de deslizamiento de la cubierta de seguridad.			
(3) Aplique anticorrosivo/lubricante a las columnas de la unidad de inyección y cierre (solo en zonas donde no hay movimientos de traslación).			
(4) Engrase los patines de la unidad de cierre (plato móvil). Dos puntos de engrase por cada patín, 4 puntos en total con Grasa KP2K (SAP. CM019).			
(5) Lubrique los vástagos de accionamiento de todas las unidades de medida de carrera (sensores electromecánicos de posición) con anticorrosivo/lubricante. Efectúe limpieza a los contactos.			
(6) Lubrique con aceite la placa móvil de fijación (4 puntos de lubricación, uno por cada coraza de lubricación, una coraza por columna). EVITAR SOBRELLENADO.			
(7) Verifique estado y ajuste de los pies de la máquina. Verificar el nivel de la máquina. Reajustar de ser necesario.			
(8) Inspeccione la caja de engranaje de accionamiento del husillo y aplique grasa KP2K. Para ello debe retirar la cubierta.			
(9) Corrija cualquier discrepancia encontrada y regístrela en la hoja anexa.			

*Nota: Formato de control de actividades sistemas mecánicos; Fuente: Departamento de Mantenimiento Ave Colombiana S.A.S*

Los anteriores formatos son donde el técnico a cargo realiza las actividades descritas a cada uno de los equipos de la compañía, en ellos indica el tiempo de duración para cada actividad y la fecha en la que se realiza, este formato esta normalizado en la empresa, pero le hace falta un apartado en el cual el técnico reporte las fallas que encontró y las necesidades de cada equipo.

**Figura 14**  
*Formulario de consulta para trabajadores*

## Formulario Para Mantenimiento Autónomo

 diegof.fraded@ecci.edu.co (no compartidos)  
[Cambiar de cuenta](#)



Nombre del Trabajador

Tu respuesta

Área de Trabajo

Mantenimiento

Producción

Calidad

Otro: \_\_\_\_\_

¿Conoce los componentes de los equipos de Inyección?

Si

No

*Nota: Formulario que será diligenciado por trabajadores de la empresa para obtener información sobre los equipos; Fuente: Autores*

Con este formato se recolectará la información que permita orientar de mejor manera la estrategia a realizar, obteniendo los puntos de vista tanto de los técnicos como de los operarios de los equipos, esto con el fin de dar participación en la mejora a los colaboradores de la compañía.

### 6.2 Análisis de la Información

En el presente apartado se realizó el análisis de la información que fue recolectada, la cual permitió dar la solución a las necesidades evidenciadas de manera que el proceso de implementación de la propuesta del mantenimiento autónomo sea exitoso.



### ***6.2.1 Información en sitio***

Se logró evidenciar al recorrer el área de inyección, se hallan anomalías en las máquinas, por lo que se hace necesario realizar una limpieza del área que ocupa cada uno de los equipos, rotular la identificación de cada máquina, quitar elementos externos que hayan sido instalados de manera provisional y no se han ubicado en el lugar donde corresponde cada elemento como lo son: canecas de aceite, cables, extensiones y mangueras que pueden obstaculizar el desarrollo adecuado de las actividades de producción.

### ***6.2.2 Documentación***

Se evidenció un programa de mantenimiento con la frecuencia de intervención de cada uno de los equipos, un listado de activos junto con manuales, no hay registro de la documentación que permita el control diario de los equipos, dicho documento es necesario que esté ubicado en cada una de las máquinas para ser diligenciado por los operarios de cada una con el fin de tener el reporte de operación y funcionamiento de los equipos, así llevar un histórico de frecuencia de fallas, lo que permitirá intervenir los activos en el momento oportuno antes de que suceda una falla crítica.

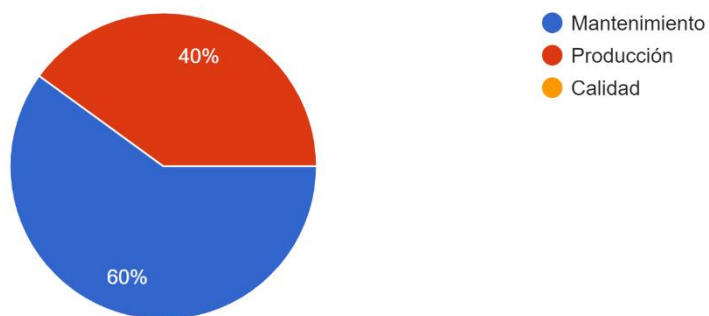
### ***6.2.3 Formulario tipo entrevista***

Se realizó un cuestionario tipo entrevista a colaboradores de la compañía, esto para saber su opinión sobre temas de las máquinas y sobre la propuesta de implementación del mantenimiento autónomo, algunas de las preguntas eran puntuales y otras permitían recolectar información sobre la opinión de cada uno.

La primera pregunta que se les realizó a los colaboradores fue para categorizar el área donde se encuentra laborando lo que dio el siguiente resultado:

**Figura 15**  
*Área de trabajo*

Área de Trabajo  
10 respuestas

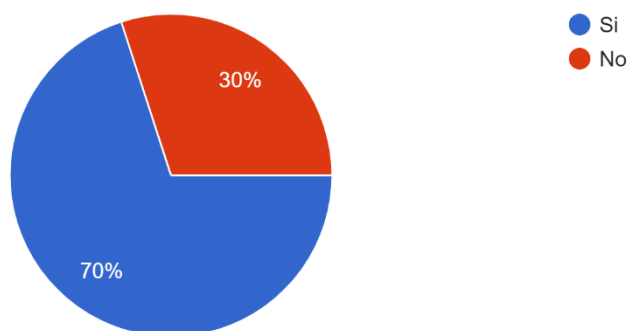


*Nota: La gráfica muestra la distribución de área de trabajo en las que se encuentran los colaboradores;*  
*fuentes: Autores*

Esta pregunta permitió categorizar el área de trabajo de quienes se les realizó este cuestionario, se añadió la tercera opción para el personal de calidad, pero no se obtuvo respuestas por parte de dicha área.

**Figura 16**  
*Conocimiento de Equipos*

¿Conoce los componentes de los equipos de Inyección?  
10 respuestas

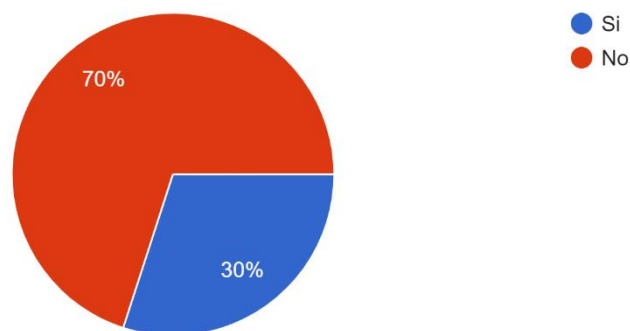


*Nota: Esta gráfica muestra si el personal conoce o no los equipos de inyección; Fuente: autores.*

Las respuestas a esta pregunta permiten saber qué conocimiento tienen los colaboradores, lo que indica que se requiere una capacitación sobre estos equipos para que los mismos colaboradores ayuden al área de mantenimiento en el diagnóstico de posibles fallas.

**Figura 17**  
*Capacitación recibida*

¿Recibió capacitación sobre los equipos de Inyección?  
10 respuestas



*Nota: Índice de capacitación sobre estos equipos; fuente: autores*

De estas respuestas se puede tomar que la mayoría del personal no recibió una capacitación sobre estos equipos, con respecto a la pregunta anterior se puede entender que si había conocimiento sobre las máquinas pudo ser de experiencias pasadas que les permite operar y manipular estos equipos.

**Tabla 6***Limpieza de equipos*


---

<b>¿Cree usted que los operarios deben encargarse de la limpieza y ajustes básicos del equipo y por qué?</b>	
Si, fuera bueno para nosotros como mantenimiento tener un apoyo de ellos	No porque es parte de labor de mantenimiento la cual está encargada de realizar estas actividades
Seria magnifico ya que se involucra a todo el personal del área y no estar tan dependiente del área de mantenimiento	No, porque dentro de mis funciones como operario no están descritas operaciones de mantenimiento
Sí, pero eso depende si hay un factor emocional adicional	No creo por lo que no me pagan por hacer esas funciones
Si ya que a veces tienen el tiempo para realizar la limpieza de la máquina	
Sí, pero dependiendo si el personal está capacitado y tiene la voluntad de hacerlo, porque de lo contrario se podrían generar daños mayores	
Es bueno involucrar al personal del área para generar una cultura de mantener un buen ambiente laboral	

---

Si por lo que de esta forma se involucra al personal, se debe hacer una inversión más en herramientas para que los operarios tengan los instrumentos adecuados

---

*Nota: Pregunta abierta sobre la limpieza de los equipos a los operarios; fuente:*

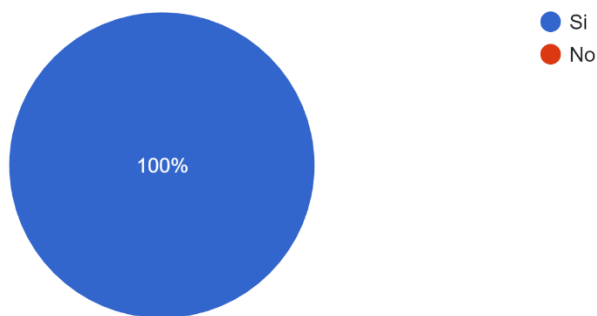
*autores*

Con la información recolectada se puede inferir que algunos no creen que los operarios sean los responsables de la operación básicas de los equipos, esto para poder implementar el mantenimiento autónomo es importante por lo que se hace necesario una reunión que informe y proponer las capacitaciones necesarias para poder llevar a cabo este paso de la propuesta de implementación.

**Figura 18**  
*Efectividad de mantenimiento*

¿Los mantenimientos que se realizan mantienen el equipo en optimas condiciones?

10 respuestas



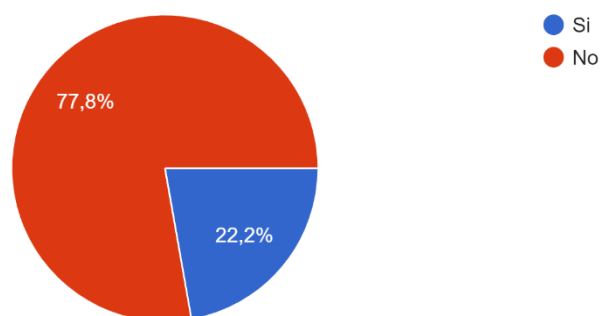
*Nota: Muestra la conformidad con el mantenimiento realizado; fuente: Autores*

Esta información es clave para el área de mantenimiento, porque muestra que las intervenciones que se han realizado tienen un 100% de efectividad, lo que lleva a que se mantenga este nivel de trabajo sin descuidarlo y mejorando cada vez más con capacitaciones.

**Figura 19**  
*Condiciones básicas*

¿Se debe restaurar las condiciones básicas del equipo?

9 respuestas



*Nota: Necesidad de restaurar los equipos a condiciones básicas de operación;*

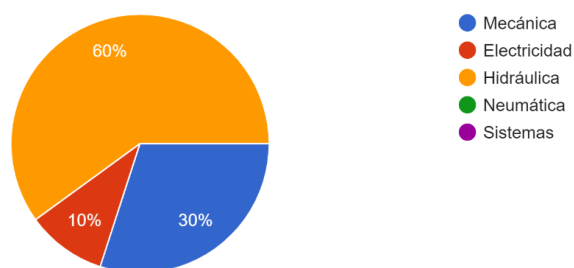
*fuelle: autores*

De esta pregunta se tiene lo que han visto los colaboradores con respecto al estado de funcionamiento de las máquinas, los constantes fallos y/o averías que llevan a pensar que llevando los equipos a condiciones básicas se puede mejorar la operación y reducir tiempos de parada por fallas o intervenciones prolongadas.

**Figura 20**  
*Capacitaciones Necesarias*

¿Requiere usted una capacitación en alguna de las siguientes competencias?

10 respuestas



*Nota: Necesidad de capacitar en competencias a los colaboradores; fuente: Autores*

El personal operativo y de mantenimiento indican su necesidad de fortalecer sus conocimientos en las áreas descritas en la pregunta, todo esto se tendrá en cuenta para que la implementación del mantenimiento autónomo tenga éxito.

### **Tabla 7**

#### *Recomendaciones sobre las máquinas*

<b>Recomendaciones para garantizar la eliminación de fuentes de contaminación</b>
Etiquetar y mantener aislado los componentes como lo son aceites y lubricantes
Que los mantenimientos se realicen en las fechas programadas para evitar daños mayores
Que los mantenimientos se hagan de manera más frecuente
Que los mantenimientos tengan un periodo más corto del uno al otro
Si se cuenta con un programa de mantenimiento el cual involucre a todo el personal se puede hacer que las fuentes de contaminación se reduzcan
Contar con el apoyo de la parte operativa para que las fuentes de contaminación no se aumenten
Contar con más personal capacitado
Que el personal operativo esté capacitado en ajustes menores para que sea un apoyo
Que el área mantenga una organización bien estructurada que tengan orden y aseo
Tener una cultura de orden y aseo la cual predomine como aspecto esencial del día a día
Etiquetar y mantener aislado los componentes como lo son aceites y lubricantes
Que los mantenimientos se realicen en las fechas programadas para evitar daños mayores

*Nota: recomendaciones hechas por los colaboradores para mantener en condiciones las operaciones de los equipos; fuente: autores*

Estas recomendaciones serán tenidas en cuenta para orientar de mejor manera los procedimientos de mantenimiento y mantener el área limpia de contaminantes garantizando inocuidad y condiciones óptimas de operación.

**Tabla 8***Sugerencias y dudas*

<b>Sugerencias y dudas</b>
Como participar activamente en la implementación del mantenimiento autónomo
Los mantenimientos que se realizan si mantienen en óptimas condiciones el equipo, pero por un periodo de tiempo luego se presentan fugas, contaminación.
¿Qué es mantenimiento autónomo?
Sería bueno que nos involucremos más en el área
En la empresa se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo y correctivo pero la implementación de mantenimiento autónomo el cual este tipo de mantenimiento es muy bueno por lo que frecuencias de la ejecución es muy limitado por temas de producción.
No se cuenta con la implementación de mantenimiento Autónomo
Sería bueno que se implementen este tipo de mantenimiento por lo que el personal de mantenimiento es reducido el mantenimiento autónomo sería de gran apoyo para que el área sea más productiva
No se cuenta con un Mantenimiento Autónomo
Me gustaría participar en la implementación del mantenimiento autónomo
Sin duda alguna me gustaría ver la implementación de este tipo de mantenimiento
Como participar activamente en la implementación del mantenimiento autónomo
Los mantenimientos que se realizan si mantienen en óptimas condiciones el equipo, pero por un periodo de tiempo luego se presentan fugas, contaminación.
¿Qué es mantenimiento autónomo?

*Nota: Sugerencias y dudas que quedaron luego de diligenciar el formulario tipo entrevista; fuente: autores*

Las sugerencias para implementar este pilar son anotadas y serán claves para la estructuración del mantenimiento autónomo, además las dudas serán expuestas en una reunión previa para que todos tengan claro que es lo que se propone implementar.

**6.3 Propuesta de solución**

Se propone la implementación de mantenimiento autónomo el cual sigue un proceso estructurado paso a paso que cubre todo, desde la restauración y el mantenimiento continuo de cada máquina hasta la limpieza y organización del entorno general de las máquinas. En la organización se verá reflejado en el aumento de productividad y generar valor como también uno de los aspectos más importantes el cual es el recurso humano en donde se verá involucrado y tendrá un crecimiento personal a través de las capacitaciones.

El cual se desarrollará en ocho etapas de la siguiente manera:



### ***6.3.1 Etapa 0: Preparación del mantenimiento autónomo (Motivación)***

La capacitación y el entrenamiento son el motor natural de todo proceso de mejora, por eso como apoyo al pilar se deben desarrollar talleres de trabajo direccionados a fortalecer cada una de las estrategias planteadas.

Como resultado final de este entrenamiento, los operarios deben conocer la forma de eliminar el polvo y suciedad del equipo, los métodos de lubricación, cantidad y periodicidad, como también la forma correcta de mantener apretados los elementos de fijación y el uso de las herramientas empleadas para el apriete.

Tomar las fotos del antes, con la finalidad de mostrar la mejora e identificar las causas y facilitar medios de entrenamiento/aprendizaje de oportunidades. Se deben tomar en la misma posición para verificar y hacer un comparativo del antes y el después, en donde lo importante no es mostrar todas las anomalías si es mostrar las más críticas.

### ***6.3.2 Etapa 1: Limpieza e inspección (Limpieza)***

En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos y establecer un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las etapas uno a tres. Los principios en los que se fundamente la primera etapa son:

- Limpieza básica.

En esta etapa no solo se basará en la limpieza sino en identificar donde hay mugre y retirar la suciedad donde estará dando un paso muy importante a un cambio de paradigma de los operarios y los técnicos el cual es desarrollar la actividad en conjunto armando un equipo de un técnico con tres operarios o dependiendo de las proporciones del área y se estructurara el trabajo en

equipo. De esta manera el personal técnico será el profesional dará la capacitación de protocolos de seguridad y la normatividad para realizar una operación.

- Etiquetado de los fallos latentes

Tarjetas

Carteleras de control de tarjetas

Esta es una herramienta que se utilizara para organizar las tarjetas rojas, azules y verdes clasificada por el área o línea de producción.

Son las herramientas utilizadas en las actividades de limpieza preinspección para identificar las oportunidades de mejora en los equipos.

Las señalizaciones se utilizan para marcar lo siguiente:

- Contaminación
- Áreas difíciles de limpiar
- Áreas difíciles de lubricar
- Áreas difíciles de Inspeccionar
- Áreas con potencial falla

- Restauración condición básica

Se deben identificar todos los trabajos de mantenimiento en ese proceso que son trabajos que tiene que ver con acciones, pero estas actividades correctivas tienen que ser de fondo que no sean trabajos superficiales, sino que se busca atacar las causas que generan los deterioros y que se puedan mantener a lo largo del tiempo.

**6.3.3 Etapa 2: Establecer medidas preventivas contra las causas de deterioro forzado y mejorar el acceso a las áreas de difícil limpieza (Restauración).**

- Eliminar las fugas

Las fugas son contaminación y se deben detectar para su posterior eliminación como medida correctiva y hacer ajustes para prevenir nuevas fugas.

- Mejorar el acceso a los puntos de control

El operario debe identificar las áreas de la máquina en donde se dificulta la limpieza y sugerir métodos de limpieza eficientes en las áreas definidas para gastar el menor tiempo posible en la limpieza, a su vez el operario debe generar unos hábitos de limpieza permanente en la máquina y familiarizarse con las partes que lo componen; esto permite al operario una mayor facilidad en la identificación de posibles fallas del equipo debido a piezas dañadas o faltantes y mejoras en la durabilidad de las máquinas en la organización.

- Eliminar fuentes de suciedad y contaminación

Es necesario la eliminación de fuentes cercanas a los equipos que puedan producir polvo, suciedad o materias extrañas que interfieran con el proceso de limpieza que ha efectuado el operario. Así mismo las fuentes que generen riesgo accidentes, la eliminación de las fuentes de contaminación como polvo, grasa, agua, viruta, limaduras, partículas de otros materiales que provienen del exterior tienen sus efectos en la calidad del producto y en el equipo, por lo tanto, se deben eliminar todas aquellas fuentes que generen contaminación

▪ **6.3.4 Etapa 3: Preparación de estándares para la limpieza e inspección**

- El uso de listas de control y comprobar los planes de gestión visual de máquina

Teniendo la comprobación del antes y el después se debe estructurar para realizar la gestión visual de la maquinaria

- Establecer los estándares de limpieza en donde identifique los puntos críticos, métodos tiempos e intervalos y responsables
  - Contar con las herramientas y todo tipo de materiales para desarrollar la actividad
- Ambiente de trabajo (normas para la limpieza)

Es necesario que exista una claridad en el seguimiento de los estándares por parte de los operarios para que se cumplan los objetivos de la limpieza y generar en él una costumbre rutinaria; se debe explicar por qué deben seguirse los estándares y lo que ocurriría si estos no se siguen. De esta manera se asegura que el operador tiene la destreza para seguir los estándares y dispone del tiempo necesario para ejecutar las actividades propias del mantenimiento de su equipo.

- Estándar de limpieza incluye los procedimientos
  - Limpieza e inspección inicial
  - Eliminación de fuentes de suciedad
  - Estándares provisorios
  - Inspección general de equipos

#### ***6.3.5 Etapa 4: Inspección general orientada (Competencia).***

- Desarrollar el conocimiento en mantenimiento de equipos
- Entrenamiento en habilidades para la inspección autónoma
- Generalizar el conocimiento

### **6.3.6 Etapa 5: Inspección autónoma (Verificación)**

- Mantenimiento autónomo de acuerdo con las listas de verificación y planes de verificación

En esta etapa cumple una primera función de conservar los logros alcanzados en las etapas anteriores o el equivalente de “asegurar” en el ciclo Deming; posteriormente, la etapa cinco debe conducir a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se viene realizando.

Se evalúan los estándares de limpieza, lubricación y apriete establecidas en las etapas previas, se mejoran sus métodos y tiempos en base a la experiencia acumulada por el operador. Las principales actividades de esta etapa están relacionadas con el control de los equipos y la calidad de estos, condiciones y estado de ellos como de las herramientas. Uno de los aportes significativos de la etapa cinco consiste en el incremento de la eficiencia de la inspección, al mejorar métodos de trabajo y los estándares utilizados.

El desarrollo de la etapa cinco incluye los siguientes trabajos prácticos:

1. Evaluar los procedimientos utilizados hasta el momento en las actividades autónomas
2. Se analizan los estándares para identificar si se pueden eliminar algunos puntos de inspección de alta fiabilidad, realizar trabajos en paralelo para reducir los tiempos de inspección.
3. Se evalúan los controles visuales que hemos utilizado.

### **6.3.7 Etapa 6: Estandarización**

Con la etapa de estandarización en el mantenimiento autónomo se busca que todos los procesos sean estandarizados y se tengan una mejora continua. Lo cual genera un área más eficiente

Se comienza a identificar los objetivos necesarios para gestionar los estándares más relevantes durante el proceso; de esta forma, se minimiza el número de condiciones necesarias en la aplicación del mantenimiento.

Actividades de estandarización:

- Recolección y registro de datos.
- Procedimientos de trabajo.
- Inspección de los equipos.

Las actividades propias de la estandarización, como el orden y la organización, son mejoras diseñadas para facilitar la ejecución y control de tareas propias en la consecución del mantenimiento autónomo en la organización.

#### ***6.3.8 Etapa 7: Control autónomo total***

En la etapa final donde el análisis de datos relacionados con los equipos y los registros de datos hacen al operario responsable y consciente lo que conlleva a consolidar el mantenimiento autónomo y mantener un ambiente propicio para la mejora continua.

Se recomienda las siguientes actividades

- Fijar estándares de rendimiento
- Definir roles y responsabilidades
- Establecer objetivos de mejora que sean medibles
- Alinear los planes de mejora de cada sistema
- Hacer reuniones regulares y comunicar los resultados de la mejora continua

**Tabla 9**  
*Estructura de la Propuesta*

<b>Paso</b>	<b>Nombre</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metas para el equipo</b>
0	Motivación	Capacitaciones	Disposición del equipo para el inicio del pilar Limpieza básica
1	Limpieza inicial	Remover a fondo suciedad y contaminantes del equipo	Etiquetado de los fallos latentes Eliminar causas de deterioro del entorno tales como polvo y suciedad Descubrir y tratar defectos escondidos
2	Eliminar fuentes de contaminación y áreas inaccesibles	Eliminar las fuentes de polvo y suciedad de áreas difíciles de limpiar y lubricar	Evitar que el polvo se adhiera y se acumule  Mejorar la limpieza y lubricación
3	estándares de limpieza y lubricación	Fijar claros estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos que puedan mantenerse fácilmente en intervalos cortos.	Mantener las condiciones básicas del equipo: limpieza, lubricación, apretado de pernos
4	Inspección general	Conducir la educación sobre habilidades de inspección de acuerdo con manuales de inspección	Inspeccionar visualmente las partes principales del equipo  Facilitar inspección mediante métodos innovadores como: etiquetas de instrucción de colores, calibres térmicos, indicadores, etc. Mantener condiciones óptimas del equipo una vez restaurado del deterioro a través de la inspección general
5	Inspección Autónoma	Desarrollar y usar hoja de chequeo de mantenimiento autónomo.	Implantar mejoras para hacer las operaciones más fáciles. Estandarizar el control del trabajo
6	Organización y orden del lugar de trabajo	Estandarizar las acciones de control para los equipos del proceso de trabajo	en proceso, productos defectuosos, útiles, plantillas, instrumentos de medida Implantar sistemas de control visual en el lugar de trabajo

7	Actividades para lograr cero defectos	Desarrollar metas de compañía: comprometer actividades de mejora continua; mejora del equipo con base en un registro cuidadoso.	Recoger y analizar diversos tipos de datos; mejorar el equipo para aumentar la fiabilidad y facilidad de la operación
---	---------------------------------------	---	---

*Nota: La tabla es un resumen de los pasos para la implementación del mantenimiento autónomo; fuente: Autores*

Existen múltiples beneficios que genera la implementación de mantenimiento autónomo en la organización el cual se verá reflejado en el aumento de productividad y generar valor como también uno de los aspectos más importantes el cual es el recurso humano en donde se verá involucrado y tendrá un crecimiento personal a través de las capacitaciones.

- Eficiencia incrementada.

Dado que los operadores son capaces de manejar tareas básicas pero importantes como limpieza y lubricación, los técnicos de mantenimiento tienen más tiempo para concentrarse en otros problemas más críticos de la máquina que requieren sus habilidades especiales.

Esta disposición reduce el riesgo de un problema particular que ocurre a menudo en plantas de gran actividad. Debido a las actividades involucradas en atender tantas otras reparaciones o servicios, los técnicos pueden tener prisa y es posible que no se tomen el tiempo para limpiar o lubricar todas las máquinas a fondo.

Las máquinas que no se limpian o engrasan adecuadamente probablemente desarrollarán problemas más serios con el tiempo

- Detección de fallas más rápida.



Con base en la capacitación que recibirán los operadores durante el proceso de implementación del mantenimiento autónomo, estarán en mejor posición para notar los síntomas de posibles problemas en los equipos que manejan. También sabrán cuándo intervenir o solicitar asistencia al equipo de mantenimiento antes de que la máquina falle.

En general, el mantenimiento autónomo crea un entorno propicio para que los equipos de mantenimiento y producción colaboren y logren una mejor seguridad, eliminen el desperdicio (evitando actividades duplicadas) y aumenten la productividad de la fuerza laboral. (Reportero Industrial, s.f.)

## **7 Impactos alcanzados y esperados**

### **7.1 Impactos alcanzados**

- Caracterización de equipos
- Establecer los pasos para la implementación de la metodología
- Establecer las condiciones iniciales del proceso

### **7.2 Impactos esperados**

La implementación del mantenimiento autónomo es uno de los pilares fundamentales en la metodología TPM. Una vez desarrollada esta metodología se espera que la disponibilidad de los equipos en el área de inyección sea mayor a la que se presenta hoy en día.

Otra medida que se desea lograr es la resistencia individual y organizacional al cambio que es una conducta natural de todo ser humano ante cada situación de cambio. Una de las dificultades de la introducción del cambio es que algunas personas se benefician mientras que otras sufren pérdidas, por lo que se resisten al verse afectadas de modos distintos.

Algunos de los factores de cambio que se desean:

- Cualquier cambio que se da en alguna parte de la empresa es percibido por todos los integrantes de ésta.
- El proceso es un cambio emocional e intelectual.
- Los cambios deben partir de los cambios en y por los individuos que la integran.
- Los cambios requieren tiempo y todos en la empresa se deben concientizar de esto.
- El cambio es situacional, por lo tanto, no se puede dirigir, sino únicamente facilitar, debido a que en él están involucradas personas cuyas reacciones no han sido planificadas, por lo tanto, se necesita un acompañamiento constante de los agentes del cambio.
- El cambio trae un proceso evolutivo.
- El cambio es un reto humano y técnico, que se traduce a una transición individual y organizacional.
- El reto de los líderes del cambio es lograr que los miembros de la organización se adapten a las nuevas circunstancias.
- Los beneficios que traerán los cambios deben ser totalmente justificados porque de lo contrario, pueden perder credibilidad en el proceso.
- Aunque sean los líderes los iniciadores y promotores del cambio, los resultados finales dependen en gran medida de los implicados y de su actitud ante dicho cambio.

Dichas resistencias se deben manejar con efectividad si el objetivo es que los empleados sean los protagonistas del cambio. De manera que existen una serie de factores que influyen de manera directa a la resistencia al cambio y son los siguientes:

1. Factores Económicos: Este factor se refiere al temor que reflejan los empleados ante una posible pérdida del empleo o un impedimento para seguir desarrollando destrezas individuales que lo forman como persona e individuo íntegro.
  2. Factores de Incomodidad: Esta incomodidad nace de la sensación del empleado de sentir que le asignarán tareas adicionales que deberá cumplir.
  3. Factores de Incertidumbre: Este factor es originado por la falta de comunicación entre los directivos y los empleados ya que el no tener claro el panorama, los empleados empiezan a especular y a sentir que lo nuevo es sinónimo de amenaza aun cuando esto sea para mejorar.
- De esta manera es de suma importancia que se involucre a todos los empleados de la organización desde un principio para que estos sientan empoderamiento del cambio y se sean parte de este junto con los beneficios y mejoras que éste les va a traer beneficios y para prevenir los efectos negativos se debe tener en cuenta:
    1. Educación y Comunicación: Este se trata de sensibilizar a los empleados mediante capacitaciones y comunicación clara y abierta con ellos desde un principio con el fin de ayudarles a ver la lógica y necesidad del cambio. Es vital que los empleados vean el cambio como suyo, se empoderen de él y así mismo involucrándose en este proceso, confíen y crean en el cambio.
    2. Participación: A través de la participación se logra que los empleados se comprometan totalmente con el proceso de cambio y así mismo se conviertan en herramienta activa dentro de éste.

3. **Facilitación y Apoyo:** Una manera muy eficaz de brindar el apoyo necesario a los empleados es comunicándoles los pequeños avances que se van logrando, recalcando la importancia de la participación de éstos para sus logros; la información suministrada debe ser precisa, de manera que no se sientan inútiles los esfuerzos de los empleados; esto es importante debido a que cuando se ven beneficios inmediatos, el temor y la ansiedad disminuyen.

## **8 Análisis financiero**

La implementación del mantenimiento autónomo requiere de una inversión para incrementar la disponibilidad y confiabilidad del equipo de inyección, reducir las paradas y aumentar la eficiencia de productividad, para lograr las metas propuestas se considera necesario capacitar al personal operativo actual de la compañía y además contratar una persona calificada que garantice la idoneidad de los operarios que estarán presentes en el proceso.

A continuación, se detalla el recurso necesario para hacer viable la estrategia de mantenimiento autónomo descrita en el documento.

### **8.1 Costo de implementación /Inversión**

Para la capacitación, programación y gestión del mantenimiento autónomo, se necesita un Ingeniero encargado de esta implementación y el seguimiento que el programa requiere

Para tal fin el costo se discrimina así:

**Figura 21**  
*Costo talento humano*

DESCRIPCIÓN	COSTO
Salario Básico Ingeniero	3.000.000
auxilio de transp	
eps	255.000
pensión	360.000
arl	208.800
sena	60.000
icbf	90.000
ccf	120.000
cesantías	249.900
prima	249.900
int cesantías	30.000
vacaciones	125.100
Costo Total Nom	<b>\$ 4.748.700</b>
Anual	<b>56.984.400</b>
Valor día	<b>\$ 158.290</b>

*Nota: Se describe el costo del talento humano requerido para la gestión y ejecución del proyecto de acuerdo con las necesidades de la empresa.*

Se describe la asignación salarial que se contempla para el ingeniero encargado de llevar a cabo la implementación de la propuesta, junto con todo lo prestacional que corresponde, debido a que se debe tener en cuenta para el análisis total.

**Figura 22**  
*Equipos hardware y Software*

DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	UNIDADE	COSTO
PC PORTATIL	Equipo para proyecto e historial de actividades	1	\$ 4.500.000
VIDEO BEAM	Equipo para recibir capacitaciones	1	\$ 3.500.000
CAMARA FOTOGRAFICA	Toma de fotos en la ejecución de mtto	1	\$ 1.200.000
MATERIAL	Material didáctico para las capacitaciones	12	\$ 1.200.000
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.400.000</b>

*Nota: Los equipos hardware y software necesarios para la implementación del proyecto se les describe en la figura anteriormente; fuente: autores*

Se relacionan los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo la implementación de la propuesta se consideran necesarios para las capacitaciones y el exponer a toda la empresa lo que se plantea llevar a cabo.

**Figura 23**  
*Materiales y documentación*

DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	UNIDADE	COSTO
TABLEROS, PANCARTAS	Promoción Mantenimiento autónomo	12	\$ 7.200.000
DOCUMENTOS	Elementos para gestión de soporte documental	12	\$ 3.000.000
		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 10.200.000</b>

*Nota: Los materiales se requieren para la ejecución de las actividades planteadas en la ejecución del proyecto; fuente: autores.*

Material de apoyo didáctico como los relacionados, para promocionar y mantener informados a los colaboradores en cuanto al avance de la implementación y de los pasos a seguir para avanzar en el proceso.

**Figura 24**  
*Mobiliario y herramientas*

DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	UNIDADE	COSTO
MOBILIARIO	Mueble para ubicar carpetas, documentos	1 \$	800.000
HERRAMIENTAS	Equipo de herramientas básicas para los operadores	1 \$	3.000.000
		TOTAL	\$ 3.800.000

*Nota: Mobiliario necesario para depositar los documentos y demás material que se requiera para apoyar la implementación de la propuesta, junto con las herramientas básicas y necesarias para los operarios.*

Se requieren estos elementos en la compañía para ubicar toda la documentación que surja de las reuniones, actas y demás que marquen la guía de ejecución del proyecto, y las herramientas que necesitan en cada equipo.

## 8.2 Utilidad esperada

La utilidad esperada al implementar la propuesta se verá reflejado en el incremento de la producción, para determinar esto se toma la información de paradas e improductividad del año inmediatamente anterior (2020), y se realiza una proyección de lo que se espera obtener al realizar la implementación del mantenimiento autónomo.

**Tabla 10**  
*Proyección de la propuesta*

<b>REAL</b>	<b>VALORES</b>	<b>PROYECCION</b>	<b>VALORES</b>
Costo productivo 1 máquina * (H)	\$ 400.000	Costo productivo 1 máquina * (H)	\$ 400.000
Año 2020 * día * 3 turnos	\$ 8.400.000	Año 2020 * día * 3 turnos	\$ 8.400.000
Año 2020 *180 días de producción	\$ 1.512.145.833	Año 2020 con 53 semanas * días 207,4	\$ 1.742.160.000
Costo productivo 11 máquinas anual real	\$ 16.633.604.167	Costo productivo 11 máquinas anual real	\$ 19.163.760.000
Promedio mes a mes 2020	\$ 126.012.153	Promedio mes a mes proyectado	\$ 145.180.000
		Utilidad aumento producción en \$	\$ 19.167.847
			\$
		Incremento del 11%	\$ 191.637.600
		Incremento del 11% para 11 máquinas	\$ 2.108.013.600

*Nota: Paralelo de producción año (2020) y proyección esperada de la implementación; fuente: autores.*

De acuerdo con la información se obtuvo un 74% de eficiencia de la productividad por diversos factores, entre los que se destacan: paradas inesperadas, falta de disponibilidad de equipos. Por lo cual se espera incrementar en un 11% la eficiencia de la producción al realizar la implementación del mantenimiento autónomo para así llegar al 85% de productividad.

El 11% representa la utilidad neta que se desea obtener al implementar la propuesta, este porcentaje se representa en un valor de \$ 19.167.847 COP.



### 8.3 Retorno de la inversión

Es el indicador que mide la rentabilidad, es el índice del retorno de la inversión.

Para calcularlo se debe aplicar la siguiente fórmula:

**ROI: (Utilidad neta o ganancia / Inversión) \* 100**

Teniendo en cuenta esto se tomarán los valores:

- Utilidad neta: \$ 19.167.847
- Inversión: \$ 81.384.400

Es decir, ROI:  $(\$ 19.167.847 - \$ 81.384.400 / \$ 81.384.400) * 100\%$

$1,82626851 * 100\% = 183\%$

El retorno de la inversión inicial se dará en un plazo de 12 meses a partir de la fecha que se comience a realizar la implementación de la propuesta, el indicador permitirá tomar las decisiones que correspondan para la efectividad, tomando en cuenta lo descrito en este documento para prevenir fallas y así mismo minimizar las paradas, aumentar eficiencia y obtener los beneficios planteados para la empresa.

## 9 Conclusiones y recomendaciones

### 9.1 Conclusiones

La metodología del TPM es de clase mundial, parte fundamental es el Mantenimiento autónomo el cual ofrece mantener la vida útil de los equipos o activos, evitando daños prematuros de los componentes de estos, garantizando la eficiencia e incremento de la producción.

Para lograr la implementación efectiva del mantenimiento autónomo en el área de inyección de la empresa *Ave Colombiana S.A.S*, basado en la metodología del mantenimiento productivo total (TPM). Se puede concluir lo siguiente:

El personal operativo de la compañía *Ave Colombiana S.A.S* estuvo a disposición de brindar la información, aclarar dudas e inquietudes sobre el proceso de inyección que lleva a cabo la empresa y que dicha información que se recolectó es confiable para dar inicio al proyecto.

Para desarrollar el pilar del mantenimiento autónomo en la empresa *Ave Colombiana S.A.S* es indispensable contar con el apoyo de todas las áreas de la organización y con la descripción específica de los pasos a seguir en el proceso de ejecución del proyecto.

Es de importancia llevar un documento que permita la realización del seguimiento de la aplicación del mantenimiento autónomo y el correcto uso de la guía desarrollada, adicionando un apartado para las sugerencias que permitan la mejora de la ejecución del proyecto.

## **9.2 Recomendaciones**

Se recomienda un ingeniero encargado de liderar el proceso de mantenimiento autónomo, implementando los pasos del desarrollo de la metodología, realizando el seguimiento necesario y monitoreando las fases del proceso para que este sea confiable y sostenible en el tiempo.

Es necesario realizar capacitaciones periódicas a los operadores y al líder del proceso, que se tengan los manuales y fichas técnicas del equipo para la consulta o dudas que puedan presentarse, evaluar el conocimiento del proceso y la máquina para considerar los puntos débiles a fortalecer para garantizar la mantenibilidad y la confiabilidad del equipo.

Es importante que se tenga en cuenta lo planteado en este documento de cómo hacerlo y desarrollarlo en todas las etapas que se describen en el Mantenimiento Autónomo, de igual forma también se puede consultar libros y fuentes fiables en la metodología.

Las personas que llevarán el proceso deberán tener la disciplina para ingresar los datos en los sistemas propuestos para garantizar información verídica y a tiempo para el control del proceso. Diligenciar los formatos y documentos de forma clara y en su totalidad.

Los resultados obtenidos después de la implementación de la metodología deberán ser divulgados en todas las áreas de la empresa para informar y generar la credibilidad de la eficacia de esta.

## 10 Bibliografía

- Benítez Viancha, D., & Cáceres, S. M. (2021). *Guía para la gestión de orden y aseo de la empresa perforaciones de Colombia S.A.S.* Bogotá.
- Fernandez, M., & Rumi, F. (2014). *Implementación de la filosofía TPM (Total Productive Maintenance) en una empresa local.* Buenos Aires, Argentina.
- Gómez Ojeda, L. A. (2011). *Diseño de un plan de mantenimiento adecuado utilizando el modelo TPM para las empresas de control de sólidos LTDA.* Bogotá.
- Gómez Santos, C. (s.f.). *Mantenimiento Total Productivo.*
- Jelvez González, I. F. (2020). *Estudio de factibilidad técnica y económica para la implementación del TPM en empresa de transporte de pasajeros.* Viña del Mar, Chile.
- López Acosta, M. E., & Madera Toncel, K. I. (2015). *Propuesta de guía para la aplicación de mantenimiento autónomo hasta la etapa tres, en servicios de odontología para instituciones prestadoras de servicios de salud.* Bogotá.
- López Arias, E. A. (2009). *El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación.* Bogotá.
- Mejía Albarrán, M. (2008). *Desarrollo de un modelo integral de mantenimiento autónomo y su aplicación en una máquina etiquetadora de envases plásticos.* Atizapán de Zaragoza, Estado de México.
- Mendoza, O., & Toro, R. (2005). *Implementación del mantenimiento Autónomo de la línea de producción.* Cartagena.
- Mesias, J. H., & Díaz Robles, R. (2016). *Elaborar planes de mantenimiento para la industria plástica a fin de mejorar su productividad. caso: ABC GOTUPLAS.* Bogotá.

- Montoya, I., & Parra, C. (2010). *Implementación del total productive management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos de Maquiavicola LTDA*. Bogotá D.C.
- Nanni Salinas , M. U. (2009). *Modelo de factores criticos para la implementación de TPM*. Monterrey, N.L. Mexico.
- Pinto, D., & Mesa, J. (2008). *Implementación de plan piloto de TPM en una industria de cerámica*. Medellin.
- Pulcha Bravo, D. (2015). *Implementación de un modelo de mantenimiento autónomo en un departamento de producción de detergentes*. Lima,Peru.
- Silva Yactayo, D. A. (2017). *Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares*. Lima, Perú.
- Torres Martínez, J., & Tucno Alcantara, J. R. (2019). *“Propuesta de implementación del*. Lima .
- Vergara Castaño, A. (2019). *Estructura e implementación de TPM para equipos Videojet*. Medellín.
- Villena Andia, A. O. (2017). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora* . Lima, Perú.
- Vizcarra, J. (2010). *Implementación del TPM en la unidad de equipo mecánico del proyecto especial TACNA*. Tacna, Perú.

- **Anexos**

## Mantenimiento productivo total - TPM

### Definición TPM

- Sistema destinado a la eliminación de las 6 grandes pérdidas.
- Proceso que maximiza la productividad del equipo durante toda su vida útil.
- Técnica enfocada hacia el cambio cultural de la organización.
- Promueve producción libre de defectos, producción “justo a tiempo” y

### automatización. Metas del TPM

1. Maximizar la eficacia del equipo.
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para la vida útil del equipo
3. Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen los equipos en la implantación del TPM.
4. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los trabajadores detalleres.
5. Promover el TPM a través de la gestión de la motivación: Actividades autónomas en pequeños grupos.

### Ventajas del TPM

- ✓ Reducción de paradas por fallas
- ✓ Reducción costos mantenimiento
- ✓ Aumento de la producción
- ✓ Reducción de no conformidades

- ✓ Mayor disponibilidad de los equipos
  - ✓ Desarrollo de habilidades en el operario para la solución de problemas
- Pilares TMP



## Mantenimiento autónomo

El Mantenimiento Autónomo representa un conjunto de actividades realizadas por los operadores para la preservación y mejor aprovechamiento de las máquinas y equipos

### OBJETIVO GENERAL

Ampliar el ciclo de vida del equipo, preservándolo contra los deterioros normales o forzados. El Mantenimiento Autónomo está estructurado a partir de las acciones:

- Mantenimiento de las condiciones básicas de funcionamiento.
- Restauración de las anomalías identificadas
- Elevación de la capacidad técnica del

### personal Etapas Mantenimiento Autónomo

Pa so	Nombre	Actividad	Metas para el equipo
1	Organización y orden del lugar de trabajo.	Estandarizar las acciones de control para los equipos del proceso de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar y mejorar el “layout” de la planta.</li> <li>• Estandarizar el control del trabajo en proceso, productos defectuosos, útiles, plantillas, instrumentos de medida, etc.</li> <li>• Implantar sistemas de control visual en el lugar de trabajo.</li> </ul>
2	Limpieza inicial	Remover a fondo suciedad y contaminantes del equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar causas de deterioro del entorno tales como polvo y suciedad.</li> <li>• Descubrir y tratar defectos</li> </ul>



			escondidos.
3	Eliminar fuentes de contaminación y áreas inexecutable	Eliminar las fuentes de polvo y suciedad de áreas difíciles de limpiar y lubricar	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Evitar que el polvo se adhiera y se acumule.</li> <li>•Mejorar la limpieza y lubricación.</li> </ul>
4	Estándares de limpieza y lubricación.	Fijar claros estándares de limpieza, lubricación y apretado de pernos que puedan mantenerse	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mantener las condiciones básicas del equipo: limpieza, lubricación, apretado de pernos.</li> </ul>
5	Inspección general	Conducir la educación sobre habilidades de inspección de acuerdo con manuales de inspección.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Inspeccionar visualmente las partes principales del equipo.</li> <li>•Facilitar inspección mediante métodos innovadores como: etiquetas de instrucción de colores, calibres térmicos, indicadores, etc.</li> </ul>
6	Inspección autónoma	Desarrollar y usar hoja de chequeo de mantenimiento autónomo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mantener condiciones óptimas del equipo una vez restaurado del deterioro a través de la inspección general.</li> <li>•Implantar mejoras para hacer las operaciones más fáciles.</li> </ul>

### Etapa 1 Organización del lugar de trabajo

	Seiri: clasificación	Seiton: Organizar
Como	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haciendo inventarios de las cosas útiles en el área de trabajo.</li> <li>• Entregar un listado de las herramientas o equipos que nos sirven en el área de trabajo.</li> <li>• Desechando las cosas inútiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar las cosas útiles por orden según criterios de: Seguridad / Calidad / Eficacia.</li> <li>• Seguridad: Que no se puedan caer, que no se puedan mover, que no estorben.</li> <li>• Calidad: Que no se oxiden, que no se golpeen, que no se puedan mezclar, que no se deterioren.</li> <li>• Eficacia: Minimizar el tiempo perdido.</li> <li>• Elaborando procedimientos que permitan mantener el orden.</li> </ul>
Beneficios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más espacio.</li> <li>• Mejor control de inventario.</li> <li>• Eliminación del despilfarro.</li> <li>• Menos accidentalidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nos ayudara a encontrar fácilmente documentos u objetos de trabajo, economizando tiempos y movimientos.</li> <li>• Facilita regresar a su lugar los objetos o documentos que hemos utilizado.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ayuda a identificar cuando falta algo.</li> <li>•Da una mejor apariencia.</li> </ul>
--	--	--

#### Actividades para realizar

- ❖ Limpiar diariamente el equipo.
- ❖ Limpiar en profundidad toda la suciedad acumulada.
- ❖ Limpiar todos los rincones, zonas inaccesibles, áreas escondidas, etc.
- ❖ Limpiar del mismo modo las piezas externas al equipo, accesorios, herramientas, plantillas o unidades de equipos auxiliares.
- ❖ Limpiar los alrededores del equipo a conciencia

#### **Etapa 2: Reducir fuentes de contaminación y áreas inexecutable**

##### Actividades y aspectos para tener en cuenta:

- Tornillos y tuercas flojos
- Grietas y fisuras
- Rozaduras
- Abolladuras.
- Piezas rotas o en mal estado.
- Vibraciones.
- Calentamientos

- Fugas o escapes
- Corrosiones internas
- Obstrucciones
- Debilidades que dificultan las tareas.


Etiquetas de anomalías

○		○		○	
					
<b>Dispositivo</b>	Etiqueta de anomalías	<b>Producción</b>	Etiqueta de anomalías	<b>Mantenimiento</b>	Etiqueta de anomalías
Fecha		Fecha		Fecha	
Equipo		Equipo		Equipo	
Revisado por		Revisado por		Revisado por	
Descripción de anomalía		Descripción de anomalía		Descripción de anomalía	

Reportado por		Reportado por		Reportado por	
Fecha		Fecha		Fecha	
Mantenimiento con calidad		Mantenimiento con calidad		Mantenimiento con calidad	

### **Etapa 3: Estándares de limpieza y lubricación**

Establecer procedimientos básicos de limpieza, lubricación e inspección de acuerdo con las características de cada equipo.

Formato estándares de												
Etapa 4 Mantenimiento autónomo (inspección y limpieza)												
Nombre del equipo												
	Lugar de		forma de limpieza e	étodo de limpieza e	Utensilios de Acciones para casos	tiempo de						
Limpieza e												

**Etapa 4: Inspección general del equipo**

- Buscar defectos visibles e invisibles.
- Verificar tornillos y tuercas.
- Verificar puntos de engrase, niveles de lubricante, alimentación de combustibles.
- Averiguar los obstáculos que impiden una limpieza, lubricación y sujeción de tornillos.
- Verificar etiquetas, placas de identificación, etc.
- Verificar aparatos de medida y control.
- Verificar herramientas

## Capacitación de 5'S

5's	
Etapa	Descripción
Seiri (Organizar)	Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
Seiton (Ordenar)	Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
Seiso (limpieza)	Identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.
Seiketsu (Estandarizar)	Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
Shitsuke (Disciplina)	Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

### Ayudas clasificación y orden

Ayudas clasificación y orden	
Listado de elementos innecesarios	En esta lista se registran todos los elementos que se encuentran en el lugar de trabajo, especificando cantidad, si es necesario o no y la justificación.
Tarjetas de color	Esta tarjeta señala los elementos que no son necesarios en el puesto de trabajo.
Plan de acción para retirar elementos	Al identificar los elementos innecesarios se debe determinar cuál será la nueva ubicación de cada uno de ellos o si se debe eliminar por completo.
Control e informe final	Este documento tiene como fin verificar que se haya cumplido con lo establecido en los pasos anteriores.





## Seis grandes pérdidas

Seis grandes pérdidas		
Gran pérdida	Pérdida OEE	Ejemplos
Averías	Tiempo de inactividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallas en las herramientas.</li> <li>• Paradas no planeadas.</li> <li>• Fallas del equipo.</li> </ul>
Configuración y ajustes	Tiempo de inactividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparación del equipo.</li> <li>• Escases de material.</li> <li>• Ajustes mayores.</li> </ul>
Paradas menores	Pérdida de velocidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción en el flujo de producto.</li> <li>• Acumulación de componentes.</li> <li>• Fallos en la alimentación de materiales.</li> <li>• Paradas menores a cinco minutos.</li> </ul>
Velocidad reducida	Pérdida de velocidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ineficiencia del operador.</li> <li>• Subutilización del equipo.</li> <li>• Mal uso de la máquina.</li> </ul>
Rechazos en el arranque	Pérdida de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrabajo</li> <li>• Recortes</li> <li>• Rechazos durante los primeros</li> </ul>

	calidad	minutos de la producción.
Rechazos de producción	Pérdida de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Retrabajo.</li> <li>•Desechos.</li> <li>•Daños en el proceso.</li> <li>•Rechazos durante la producción.</li> </ul>

**Auditorio cambio de paso (clasificación y orden).**

<b>Maquina:</b> <b>Fecha de auditoria:</b> <b>Responsable auditoría</b>							
Numero	Criterios de evaluación	Mal	Regul	Buen	Muy	Excelen	Observacion
		o	ar	o	buen	te	
		1	2	3	4	5	
1	El nivel de la etapa 1,2 ,3 y 4 están siendo						
2	Se han evaluado los estándares de <input type="text"/> inspección <input type="text"/>						
3	Mejoramiento de áreas de difícil acceso						
4	Los operarios entienden las funciones y la estructura del equipo						
5	Existe participación de los operarios en las actividades						





**Auditorio cambio de paso (limpieza inicial).**

<b>Maquina:</b> <b>Fecha de auditoria:</b> <b>Responsable auditoría</b>							
Numero	Criterios de evaluación	Mal	Regul	Buen	Muy	Excelen	Observacion
		o	ar	o	buen	te	
		1	2	3	4	5	
1	El nivel de organización y orden se mantiene						
2	Chequeo de polvo, suciedad, aceite sucio, virutas, materias extrañas adheridas al equipo						
3	Chequeo de pernos, tornillos, tuercas flojas u						
4	Chequeo de holguras en piezas deslizantes						



	o móviles, plantillas de						
5	Legibilidad y limpieza de placas y etiquetas						
6	Chequeo de ventanillas en cuanto a polvo y visibilidad						
7	Tuberías limpias y libres de fugas.						
8	Limpieza de los alrededores (polvo, suciedad y desechos, etc.)						
9	Piezas desprendidas, piezas de trabajo, etc.						
10	Piezas de trabajo defectuosas dejadas						
	Separación						







Lista de chequeo diagnósticooperación de la  
máquina

Área:

Fecha:

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Operación Máquina	Procedimientos operativos (arranque, montaje, ajuste, modificación de ciclo, parada de emergencia y rutina de parada)						
	Esfuerzos por simplificar las operaciones y minimizar las posibilidades de error						
	Uso de la información sobre problemas en la operación						
	Definición de procedimiento para Arranques por error del equipo						
	Procedimientos operativos para enseñar a nuevos operadores						
	Posición del operario						

Tratamiento de problemas	Reglas claras para tratar e informar errores operativos						
	Definición de condiciones anormales						



Lista de chequeo diagnóstico  
operación de la máquina

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Tratamiento de problemas	Fácil detección de condiciones anormales						
	Procedimientos definidos para tratar los problemas						
	Capacitación a operarios para tratar los procedimientos						
	Detección efectiva de los problemas por parte del operario						
Funciones del equipo	Holguras en palancas						
	Controles bien iluminados y asequibles						
	Arranque y parada correcta del equipo						
	Operación apropiada de los instrumentos de medida						
	Operación correcta de mecanismos de parada de emergencia						
	Ruido, calor o vibración anormal						
	Válvulas marcadas con funciones y flechas de abierto y cerrado						
	Puntaje						



Lista de chequeo diagnóstico  
operación de la máquina

Auditores  
Firma  
Aprobó  
No aprobó

Puntaje Obtenido  
Puntaje máximo  
Puntaje mínimo




Lista de chequeo diagnóstico sistema eléctrico

Área:

Fecha:

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Cables	Fijación con seguridad de todos los hilos, tubos de protección y conectores.						
	Fijación con seguridad de los cables de polo a tierra						
	Los cables se encuentran con sus coberturas de vinilo o caucho						
Paneles de control	Calibración de instrumentos						
	Fijación de botones e interruptores						
	Interiores de las cajas libres de suciedad y polvo						
	orden de los cables en el interior de las cajas del panel						
Equipo eléctrico	Equipos dañados o sobrecalentados						
	Ruidos inusuales						
	Estado de carcasa, pernos y anclajes						
	Cables en contacto con vapor, aceite o agua						

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad	Zonas de dificultad permanecen	Limpieza completa, no problemas	Observaciones
------	-------------	---------------------------	-------------------------	---------------------	--------------------------------	---------------------------------	---------------



Lista de chequeo diagnóstico sistema  
eléctrico

				realizarlo (3)	limpias (4)	recurrentes (5)	
Equipo eléctrico	Equipo eléctrico libre de agua, aceite, suciedad y otros materiales.						
Estándares de inspección	Frecuencias e intervalos de inspección apropiados para mantenimiento autónomo						
	Estándares de inspección en seguridad, averías y calidad del producto						
Puntaje							

Audidores  
Firma  
Aprobó  
No aprobó

Puntaje Obtenido  
Puntaje máximo  
Puntaje mínimo




Lista de chequeo diagnóstico limpieza  
inicial

Área:

Fecha:

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Limpieza cuerpo principal del equipo	Chequeo de polvo, suciedad, aceite sucio, virutas, materias extrañas adheridas al equipo.						
	Chequeo de pernos, tornillos, tuercas flojas u omitidas.						
	Chequeo de holguras en piezas deslizantes o móviles, plantillas de montaje, etc.						
Lubricación	Limpieza del sistema de lubricación, instrumentos de medición, filtros, depósitos, etc.						
	Revisión niveles de lubricante y goteras de alimentación.						
	Tubos de engrase limpios y libres de fugas						



Limpieza alrededor de equipo	Hay que asegurar que las herramientas están en los lugares asignados, en buen estado y ninguna omitida.						
------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--



Lista de chequeo diagnóstico limpieza inicial

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Limpieza alrededor de equipo	Legibilidad y limpieza de placas y etiquetas.						
	Chequeo de ventanillas en cuanto a polvo y visibilidad						
	Tuberías limpias y libres de fugas.						
	Limpieza de los alrededores (polvo, suciedad y desechos, etc.)						
	Piezas desprendidas, piezas de trabajo, etc.						
	Piezas de trabajo defectuosas dejadas alrededor						
	Separación productos conformes y defectuosos						
Medidas defensivas contra las causas de suciedad	Identificación de las causas de suciedad, polvo y fugas de aceite, etc.						
	Acciones para evitar la generación de suciedad y polvo						
	Acciones para prevenir fugas de aceite y otros tipos de fugas						
	Planes para tratar problemas presentados con anterioridad						



Lista de chequeo diagnóstico limpieza  
inicial

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Acceso a puntos difíciles de alcanzar	Identificación gráfica de las áreas de difícil acceso						
	Herramientas de limpieza especiales						
	Cubiertas fáciles de retirar para facilitar la limpieza						
	Planes para tratar problemas presentados con anterioridad						
	Omisión de áreas de difícil acceso						
	El aseo y orden facilitan la limpieza						
Estándares de limpieza	Estándares separados para cada máquina o área						
	Asignación de deberes de limpieza						
	Clasificación de tipos y áreas de limpieza						
	Definición de herramientas y métodos de limpieza						
	Definición de intervalos y tiempos de limpieza						
	Claridad y entendimiento de los estándares						
	Tiempos de limpieza apropiados						
	Identificación de ítems de limpieza importantes						



Lista de chequeo diagnóstico limpieza  
inicial

Puntaje							
Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Audidores			Puntaje Obtenido				
Firma			Puntaje máximo				
Aprobó			Puntaje mínimo				
No aprobó							



Lista de chequeo diagnóstico  
lubricación

Área:

Fecha:

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
Lubricación	Contenedores de lubricante cubiertos						
	Almacenes de lubricante aseados y en buen orden						
	Stock de lubricantes						
	Etiquetado del equipo con instrucciones de lubricación						
	Trabajo correcto y limpieza de los lubricantes y niveles visibles						
	Sistemas de lubricación en correcto estado						
	Reservas de grasa y aceite en normal estado						
	Trabajo apropiado de los depósitos de lubricantes						
	Funcionamiento después de la lubricación						
	Exceso de lubricación						

	Estándares de lubricación definidos en cuanto a tipo, cantidad y asignación del trabajo de lubricación						
Puntaje							



Lista de chequeo diagnóstico  
lubricación

Ítem	Diagnostico	Nunca se ha realizado (1)	Solo áreas visibles (2)	Zonas de dificultad realizarlo (3)	Zonas de dificultad permanecen limpias (4)	Limpieza completa, no problemas recurrentes (5)	Observaciones
------	-------------	---------------------------	-------------------------	------------------------------------	--	---	---------------

Audidores  
Firma  
Aprobó  
No aprobó

Puntaje Obtenido  
Puntaje máximo  
Puntaje mínimo


<b>COD.MA</b> <b>QUINA</b> <b>SERIAL</b>	_____ _____	<b>FEC</b> <b>HA</b> <b>OT</b>	_____ _____ _____
		<b>TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	_____ E _____

La siguiente lista de chequeo está diseñada para llevar un control paso a paso de las actividades de mantenimiento por sistema que se deberán realizar durante la inspección. La descripción específica y detalles de cada labor se encuentran consignados en el procedimiento respectivo del Manual de Procedimientos y en el Manual del Usuario de la máquina (si aplica).

Diligencie los espacios de fecha y tiempo efectivo con los datos reales de cada tarea. De igual forma se debe registrar la firma del técnico que efectuó cada labor una vez se haya completado cada una de ellas.

**NOTA:** *En caso de encontrar alguna discrepancia, informe al jefe de mantenimiento para registrar los pasos adicionales en la OT, solicitud de repuestos y/o adicionales.*

**1. HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EPP**

a. Herramientas

Grasera, aceitera, nivel, Llave #17, 19, 24, Llave inglesa de 15", llave Allen #4, 8, 9, 10, 14, Llave de uña 42mm, Llave de cadena, Hidraquip, Pistola de aire, Atornillador plano, Aspiradora.

b. Materiales

Brocha suave, trapo suave o estopa, desengrasante hidrosoluble (SAP. AS025), anticorrosivo/ lubricante (SAP. TL006), Grasa KP2K (DIN 51825/3) (Mobilux EP 2/ALVANIA EP-2 SAP. CM019), Aceite CLP 220 (DIN 51517/3) (Mobilgear 630 / M-VACUOLINE SAP. CM024), Desincrustante DECAL, limpia contactos.

c. Elementos de Protección Personal (EPP)

Guantes de nitrilo para químicos, monogafas, overol, guantes de carnaza.



**ADVERTENCIA:** Antes de iniciar cualquier labor de mantenimiento asegúrese de usar los elementos de protección personal necesarios y adecuados para cada labor. El Overol es obligatorio para todas las actividades.

## 2. EXTERIOR

ACTIVIDAD	FE CHA	TIE MPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Efectúe la limpieza del exterior de la máquina, incluya la parte inferior de la cavidad debajo de la unidad de inyección, la unidad de cierre y la bancada.			
(2) Inspeccione visualmente el exterior en busca de tornillos flojos o faltantes, partes sueltas, faltantes o dañadas, estado de la pintura.			
(3) Verifique la lubricación de las partes móviles.			
(4) Corregir cualquier discrepancia encontrada.			

**NOTA:** Permita que el desengrasante seque antes de iniciar la siguiente labor y asegúrese que su ropa no contenga rastros de desengrasante. (al menos 3 minutos)

## 3. SISTEMA ELECTRICO



**ALERTA:** Una conexión eléctrica en mal estado puede causar daños en la maquinaria, serias lesiones e incluso la muerte en las personas que operan la máquina o se encuentran cerca.

ACTIVIDAD	FEC HA	TIE MPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Antes de encender la máquina verifique la seguridad de conexión eléctrica de la maquina (posición de los conectores y/o estado de los cables y conexiones en general).			
(2) En el interior del armario de control, limpie el armario y revise las conexiones eléctricas y los contactores.			
(3) Verifique el correcto funcionamiento de las resistencias de calentamiento de la unidad de inyección y de las termocuplas.			

(4) Corrija cualquier discrepancia encontrada y regístrela en la hoja anexa.			
--	--	--	--

#### 4. SISTEMA MECÁNICO

ACTIVIDAD	FEC HA	TIE MPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
(1) Efectúe una inspección y mantenimiento de las instalaciones protectoras por estado y funcionamiento (Botón de parada de emergencia, cubierta de seguridad, sensores, etc.).			
(2) Limpie y lubrique ligeramente las barras de deslizamiento de la cubierta de seguridad.			
(3) Aplique anticorrosivo/lubricante a las columnas de la unidad de inyección y cierre (solo en zonas donde no hay movimientos de traslación).			
(4) Engrase los patines de la unidad de cierre (plato móvil). Dos puntos de engrase por cada patín, 4 puntos en total con Grasa KP2K (SAP. CM019).			
(5) Lubrique los vástagos de accionamiento de todas las unidades de medida de carrera (sensores electromecánicos de posición) con anticorrosivo/lubricante. Efectúe limpieza a los contactos.			
(6) Lubrique con aceite la placa móvil de fijación (4 puntos de lubricación, uno por cada coraza de lubricación, una coraza por columna). EVITAR SOBRELLENADO.			
(7) Verifique estado y ajuste de los pies de la máquina. Verificar el nivel de la máquina. Reajustar de ser necesario.			
(8) Inspeccione la caja de engranaje de accionamiento del husillo y aplique grasa KP2K. Para ello debe retirar la cubierta.			
(9) Corrija cualquier discrepancia encontrada y regístrela en la hoja anexa.			

#### 5. SISTEMA HIDRÁULICO

**ADVERTENCIA:** No se debe mezclar dos tipos de aceite. No cambiar el tipo de aceite, se debe usar siempre el mismo tipo de aceite a excepción de razones importantes. Se puede crear espuma y/o lodos

ACTIVIDAD	FEC HA	TIE MPO EFECTIVO	FIRMA TECNICO
-----------	-----------	------------------------	------------------

(1) Remueva y filtre el aceite hidráulico del tanque.			
(2) Cambie elemento filtrante del filtro de aceite.			
(3) Desconecte y retire la unidad de inyección y la tapa del tanque de aceite hidráulico.			
(4) Haga recircular el aceite remanente en el tanque a través del equipo HIDRAQUIP.			

**NOTA:** Ubique un recipiente debajo del intercambiador antes de aflojar los tornillos, con el fin de evitar derrames de aceite hidráulico.

(5) Efectúe limpieza a fondo del enfriador de aceite (intercambiador de calor) y descalcificarlo.			
(6) Llene el tanque de aceite hidráulico.			
(7) Reinstale la tapa del tanque de aceite hidráulico y reposicione la unidad de inyección.			
(8) Purgue el sistema hidráulico.			
(9) Después de purgar, compruebe el nivel de aceite. Complete el nivel de ser necesario.			

## 6. GENERAL

(1) Inspeccione visualmente todas las mangueras visibles en busca de fugas (agua, aceite hidráulico, aceite de lubricación).			
(2) Verifique la correcta operación y estado del tablero de mando, accesorios (tolva, separador de vela, precalentador de moldes, etc.), indicadores (luces, alarmas, manómetros, etc.).			
(3) Desmonte los vasos indicadores de caudal de agua de refrigeración, límpielos y reinstale.			
(4) Lubrique el sistema de rodaje de la unidad de inyección.			
(5) Una vez finalizada la inspección repase la limpieza exterior de la inyectora.			